

机械加工窍门集粹

北京出版社

346176

机械加工窍门集粹

富保来 编



北京出版社

内 容 提 要

本书汇集了机械加工小经验和小窍门 236 例，并附有插图说明，能直接为生产现场应用。全书分五章，内容包括设备结构、加工工艺、工艺装备和测量等。

本书可供工程技术人员和机械工人在生产实践中应用，亦可供大专院校机械专业的师生参考。

机械加工窍门集粹

jixie jiagong Qiaomen jicui

富保利 编

*

北京出版社出版

(北京北三环中路 6 号)

新华书店北京发行所发行

香河县第二印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 11.25 印张 244,000 字

1990 年 8 月第 1 版 1990 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—5,440

ISBN 7-200-01044-8/TH·6

定 价：5.30 元

写在前面

机械行业是工业的基础行业，历史最久，发展迅速。在我国，机械行业的队伍最大，技术人员和工人的数量最多，他们在长期的工作实践中总结、摸索出大量的解决实际问题的小经验和小窍门。为了将这些经验和窍门系统地归纳、总结起来，使它能更好地为机械行业所广泛应用，创造其应有的价值，发挥其应有的作用，我编写了这本《机械加工窍门集粹》，作为挖掘整理这笔宝贵财富的一个初步尝试。希望通过这一尝试，能使机械行业中所蕴藏的实践经验的结晶得到推广，帮助广大工程技术人员和工人轻而易举地解决一些棘手的难题；同时，也希望读者能从中受到启迪，在实践中举一反三，以攻克更多的难关，诱发出更多、更好的经验。

本书是编者将多年积累的经验 and 资料，并收集近10年来国内外专业杂志中具有很高实用价值的文章，经整理汇集而成的。全书分设备结构、加工工艺、工艺装备、维修、测量五部分，每部分又有分类，详细介绍供改进工作或解决难题的经验和窍门共236例，并附有大量插图。本书选用的实例，都来自生产第一线的工作实践，是实践经验的精华，具有很强的实用性和可靠性。

本书的编成，首先应归功于在各专业杂志上发表有关文章的小经验、小窍门的创造者们，在此，向他们表示衷心的

DYS7 24

感谢。在编写过程中，对原文进行了一些删改，未能一一与原文作者联系，还望谅解。同时，有许多同志对本书的编写、出版付出了辛勤的劳动，借此也向他们表示深挚谢意。

由于水平所限，不妥之处在所难免，敬请广大读者予以批评指正。

编者

1989年6月

目 录

第一章 设备结构.....	(1)
• 主轴 •	(1)
1. 平面磨床主轴轴承的改装(1)	2. C650车床 主轴瓦的改造(2)
3. 接长内磨套筒轴(4)	4. 丝锥磨床磨头改装(5)
5. 坐标镗床磨孔附件 (6)	6. 万能磨床增设辅助传动装置(8)
7. 万能磨床砂轮架调整机构的改装(9)	8.
395M型光学磨床磨头传动的改装(11)	9. 牛头 刨床加工楔铁的靠模刀架(11)
• 进给 •	(13)
10. M7130K平面磨床增加机动升降机构(13)	11. 平面磨床垂直进刀机构的改装(14)
12. 带差动进给机构的动力头(15)	13. 双速行星进 给机构(17)
14. 异形轮间歇送进机构的应用 (19)	15. 牛头刨床刀架自动垂直进给装置(20)
16. 滚齿机工作台的驱动装置(22)	17. 靠模车 床横进刀螺母的改装(24)
18. 普通车床托板快速 移动机构的改装(26)	19. 自制机床双金属螺 母(28)
20. 一种滚柱丝杠(29)	21. C616车床 横向进给螺母的改装(30)
• 离合器 •	(31)
22. 铣床离合器的改进(31)	23. VF221立铣

- 单向超越离合器的修复(33) 24. 滚齿机滚削锥齿轮
 径向进给接通机构的改进(34) 25. 超越离合器快
 速修理法(36) 26. 滚柱单向离合器的失效分析及
 对策(37) 27. 进口机床摩擦片的改进(39) 28.
 被动自锁联轴器(40) 29. 一种新型的安全离合器
 (40) 30. 尼龙柱销联轴器(42) 31. 车螺纹不
 乱扣的新机构——单齿离合器(43) 32. C616车床
 制动冲击的改善(44)
- 砂轮修整器 •(45)
33. 单粒金刚石组合成型砂轮修整器(45) 34.
 新型组合式砂轮修整器(48) 35. 圆弧砂轮修整器的
 改进(50) 36. 双圆弧砂轮修整器(51) 37. 手
 动圆弧直线修整器(53) 38. 曲轴磨圆弧砂轮修整
 器(55) 39. 简易凸半圆砂轮修整器(56) 40.
 金刚石砂轮整体液压修整(58) 41. 用白刚玉砂轮
 修整金刚石砂轮(59)
- 液压 •(60)
42. M7132A平磨工作台制动失灵与换向超程的改进
 方法(60) 43. C7220车床液压系统故障的排除(61)
 44. 解决接长油缸错位的方法(64) 45. 刨边机压
 脚液压系统的节能改进措施(68) 46. 液压卸荷导
 轨的改进(70) 47. 平面磨床活塞杆滴油的解决(72)
 48. 解决M7331磨床床身油池严重溢油的方法
 (73) 49. 磁性滤油器的应用(74) 50. 解决B
 690液压牛头刨床油温过高的方法(75) 51. 不使
 用补油装置的增压器增压系统(77) 52. DC7620
 多刀车床双联泵调压系统的改进(78) 53. 消除

CB3463-1半自动转塔车床刀架的冲击(79) 54.
 C516A立车变速的调整与改进(81) 55. 液压系统的
 压力振动消振器(83) 56. T618A液压卧式镗床油
 缸漏油的解决方法(85) 57. 液压联动中心架(86)
 58. 100吨液压机法兰的改进(87) 59. 主轴前后轴
 承漏油的治理(88) 60. 高压小流量液压传动装置在
 夹具上的应用(89) 61. 车床油泵皮带轮的卸荷装
 置(91) 62. 压力表开关的改进(92)

• 电气 •(93)

63. M3151、M3160系列外圆磨床电气部分的改进(93)
 64. B5050 K 插床牵引电磁铁的改装(94) 65.
 一种用于机床的节电器(95) 66. 直流电机激磁充
 电器(97) 67. 使计数继电器可靠复位的线路
 (98) 68. 桥式起重设备的阻性制动器(99) 69.
 C616车床制动(100) 70. 变X62 W铣床的反接制
 动为能耗制动(102) 71. 零件磨削后的简易退磁
 法(103) 72. Z 3040 摇臂钻床电气控制电路的改
 进(104) 73. 铣床电磁离合器供电线路的小改进
 (106) 74. 螺旋随动电线(107)

• 冷却润滑 •(108)

75. 外圆磨床冷却液导流和防喷装置(108) 76.
 切削液多级过滤装置(110) 77. 提高无心磨床加工
 效率和精度的方法(111) 78. 砂轮净化装置(112)
 79. 防止冷却液水泵窜水的方法(113) 80.
 X8126 铣床升降丝杠副排漏与润滑装置(114) 81.
 一种拉削难加工材料的冷却润滑液(116) 82. 卧式

滑动丝杠螺母机构的油环润滑(117)	83. 内圆磨砂轮防护罩(118)	84. 用异形钢管制造润滑油路新工艺(119)
• 其他部件 •	(121)	
85. 加大外圆磨床磨削锥度的装置(121)	86. 在外圆磨床上使用分度装置磨削正多边形的小平面(122)	
87. 调整牛头刨滑枕位置机构(123)	88. 提高大型精密滚齿机分度蜗轮副精度的方法(126)	89. 快换夹箍的改进(127)
90. 新型轴用挡片(128)	91. 键联接新结构(129)	92. 悬浮式调整块(129)
93. 用膨胀螺栓安装机床(130)	94. 一种地脚螺钉的安装方法(132)	95. 机床基础的快捷施工法(133)
96. 一种车削大锥面的简易靠模(134)	97. 新型功能部件T ₂ 自动变速箱(135)	
• 机床 •	(137)	
98. 扩大滚齿机加工范围(137)	99. C620型车床改装成高效能凸轮车床(138)	100. S725多线丝锥磨床加工左旋丝锥的改进(140)
101. Z35型摇臂钻床的改装(142)	102. 台钻改装成攻丝机(143)	103. 万能磨床代替无心磨床(145)
104. 使用碗形砂轮的外圆磨床(146)		
第二章 加工工艺	(148)	
• 导轨 •	(148)	
105. 高精度镶钢导轨的磨削(148)	106. 小导轨磨床磨削长床身(150)	107. 床身导轨分步成形周边磨削(152)
108. B110单臂刨床V-V导轨配磨工		

- 艺探讨(154) 109. 用振动滚压提高导轨表面质量(157)
- 齿轮 •(159)
 - 110. 双联齿轮工艺性能的改善(159) 111. 大模数圆弧面蜗杆加工(161) 112. Y54 插齿机加工大件的辅助支承(164) 113. 蜗轮齿面的光整强化(165) 114. 高精度齿条的磨削(166) 115. 蜗杆挤光装置(167) 116. 牛头刨削大齿轮(169)
 - 花键 •(170)
 - 117. 铣削侧定心矩形花键轴的方法(170) 118. 铣长花键轴的方法(172) 119. 数控线切割机加工特殊内花键(172) 120. 薄板零件花键孔的拉削(173)
 - 中心孔磨削方法等 •(174)
 - 121. 中心孔磨削方法(174) 122. 应用狭面中心孔提高外圆磨削精度(176) 123. 在MM7132平面磨床上磨削凸轮型面(178) 124. 精密主轴的自磨法(180) 125. 螺旋槽砂轮磨削(181) 126. 粘弹性磨料流动加工法(184) 127. 大调量珩磨头(185) 128. 液压抛光头(186)
 - 刻线等 •(188)
 - 129. 用小型刻线机刻制大根圆半径线的方法(188) 130. 提高端面鼠牙盘工位等分精度的方法(192) 131. 用立铣刀近似铣削圆弧槽(194) 132. 利用凸轮展开槽加工封闭螺旋槽凸轮(197) 133. 铸铁弹性胀圈加工(198) 134. 加工薄壁零件内筋的方法(200) 135. 在铣床上用飞刀加工凸面工件(202) 136. 深孔加工及其设备(202) 137. 超声波振动加工头

(204)	138. 圆锥圆台侧面展开图的简易画法(206)
• 热处理等 •(209)
139.	用于主轴感应淬火的多工位夹头(209)
140.	避免卡爪槽子口尖角区淬火开裂的方法(211)
141.	调整冷热工艺流程以减少零件变形(213)
142.	机床导轨淬火浮动装置(214)
143.	氧砂切割
144.	不锈钢(215)
144.	珩磨机立柱的焊接(216)
145.	大厚度工件的切割(218)
第三章	工艺装备(219)
• 钻镗装置 •(219)
146.	自动退卸钻头装置(219)
147.	不用楔铁的卸钻头装置(220)
148.	用厌氧胶粘接钻头(221)
149.	专用中心钻(221)
150.	可调节钻头伸出长度的钻夹头(222)
151.	钻通孔时提高钻头寿命的装置(223)
152.	深孔钻削系统(225)
153.	两种钻削新夹具(227)
154.	挤削铰刀——新型孔加工刀具(229)
155.	陶瓷刀在镗孔中的应用(230)
156.	大直径内螺纹镗头(231)
157.	简易多工位刀盘(232)
158.	镗床用精镗刀杆(232)
159.	镗削内球面的工具(233)
160.	装配式芯轴(234)
161.	镗刀杆防震设计五则(235)
162.	滚柱导向镗刀在深孔精加工中的应用(238)
163.	镗床对刀工具(241)
164.	在镗床上加装平旋盘(241)
• 齿轮夹具等 •(243)
165.	磨双联齿轮内孔用夹具(243)
166.	半轴滚齿夹具(244)
167.	滚珠式磨齿芯轴(245)
168.	磨镶条导磁夹具之一(246)
169.	磨镶条导磁夹具

- 之二(248) 170. 轻型花键磨床加工超重零件的组
装夹具(249) 171. 磁力工作台结构的改进(251)
172. 联——浮动多位夹紧装置(252)
- 螺纹车削装置 •(253)
 - 173. 车多头螺纹新装置(253) 174. 一种车削锥
管螺纹锥度的方法(254) 175. 车螺纹快速对刀规
(256) 176. 高速管螺纹车削装置(257) 177. 车
削螺纹用自动进刀装置(258) 178. 楔形双螺母的
加工(259)
 - 芯轴夹头 •(260)
 - 179. 盘类零件实现装夹自动化的夹具——电动弹
簧芯轴(260) 180. 圆柱圆锥合体式芯轴(262)
 - 181. 代替划线的圆分度定位工具(263) 182. 可
控制左右卡爪开合量的夹头(264) 183. 离心式自
动夹头(264) 184. 使四爪卡盘的校正更方便迅速
(266) 185. 填充密封胶的弹性夹头(266) 186.
无级等高垫铁(267) 187. 芯轴两侧(269)
 - 装卸工具 •(270)
 - 188. 用弹性芯轴取盲孔里的轴承(270) 189. 盲孔
拆卸工具(271) 190. 松动大螺母的方法(272)
 - 191. 装拆螺钉的一种简易工具(273) 192. 取出
断丝锥(274) 193. 橡胶嵌条安装小工具(274)
 - 194. 镗床空心套与钢套温差装配法(275)
- 第四章 维修.....(277)
- 导轨 •(277)
 - 195. 机床导轨大面积咬伤的补焊(277) 196. 用铜
铁合金铸铁板粘补车床托板槽(278) 197. 用锡铋

铍铜合金钎焊机床导轨(280) 198. 龙门刨床工作台导轨衬板的更换(281) 199. 车床导轨副的配磨(283)

• 轴承 •(286)

200. 滑动轴承的修理工艺(286) 201. 外锥内圆滑动轴承的修理(291) 202. M7130平面磨床磨头润滑方式的改善(292) 203. 自镗修复车床主轴轴承孔(294) 204. 外圆磨床床头箱轴瓦刮研及装配工具(296) 205. 机床传动轴中间支座的变形分析(298)

• 其他 •(300)

206. 平磨修理中如何消除接刀斑纹(300) 207. 如何消除镗床镗杆轴向窜动(302) 208. 用变位法修换牛头刨床摇杆传动齿轮副(303) 209. 通用吊环螺钉(306) 210. 巧卸电机断轴(306) 211. 车床第一轴的修复(306) 212. 在单臂刨床上加工大件端面(307) 213. 机床闷车的原因之一(308) 214. 用双偏心套解决销孔错位问题(309)

第五章 测量.....(311)

• 齿轮 •(311)

215. 简易内齿轮量仪(311) 216. 齿轮检测工具(314) 217. 电动记录式直齿齿向测量仪(316) 218. 直齿齿向检查仪(318)

• 螺纹 •(321)

219. 内螺纹中径的简易测量(321) 220. 长丝杆螺距动态测量仪(322) 221. 用钢珠——千分尺测内螺纹中径(324) 222. 螺纹千分尺校对用量规测量面

同尺寸的测量(325)

- 孔径等 •(328)
 - 223. 锥孔直径测量仪(327) 224. 小于半圆的孔径测量(328) 225. 用自准平行光管检验轴孔配合研磨质量(329) 226. 用弓形测头测内孔壁硬度值(330) 227. 测量精密转台的简易方法(331) 228. 小孔中环槽尺寸的检测(334) 229. 铸件内腔芯骨透视镜(334) 230. 直线度的测量基准(334) 231. 燕尾形导轨L尺寸的测量(337) 232. 用准直仪检测主轴回转轴线对工作台面的不垂直度(338) 233. 卧轴矩台平面磨床第G9项精度的控制(342) 234. 刀杆方孔对称度的检查(343)
- 检具 •(344)
 - 235. 铣削轴键槽对中心仪(344) 236. 半圆瓣塞规(346)

第一章 设备结构

● 主轴 ●

1 平面磨床主轴轴承的改装

使用3724平面磨床磨削合金钢模块时，吃刀深度大，每次吃刀在0.1mm以上。由于前轴瓦6承受压力过大，所以经常出现主轴8被抱死的现象(见图1—1)。遇到这种情况，一般是将主轴等零件拆下来，对轴瓦内孔进行刮削。如果主轴轴颈因高温抱死而产生裂纹，则需另换新主轴。以上做法不但增加修理费用，而且也增加了机床停歇台时。

比较好的方法是将平面磨床主轴的前轴承，由外锥内圆的马更生式滑动轴承改为圆锥滚子型滚动轴承，见图1—1、

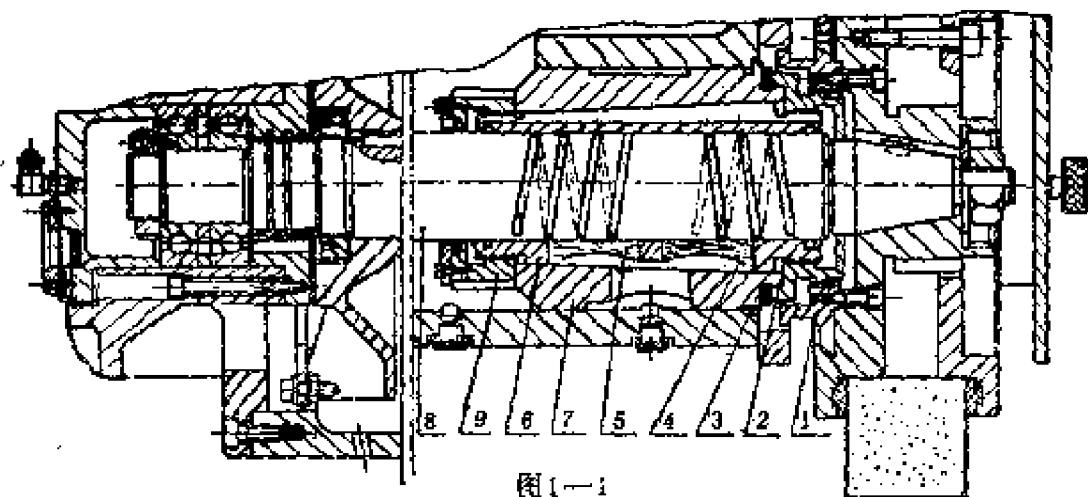


图1—2，其具体改装方法如下：

1. 如图 1—1 所示, 取消平衡块法兰 1、背帽 2、铜垫 3、弹簧片 4、毛毡 5、轴瓦 6、外套 7、主轴 8 和背帽 9。再按图 1—2 所示, 增加平衡块法兰 1 A、背帽 2 A、法兰 3 A、轴承背帽 4 A、外隔套 5 A、内隔套 6 A、外套 7 A、主轴 8 A、单列圆锥滚子轴承 9 A 和压盖 10 A。

2. 前后轴承预加负荷的调整步骤是: 将两轴承 9 A 及内隔套 6 A 装入芯轴, 并用背帽将它们压紧, 再在轴承两外环之间间隔为 120° 的三点上插入三组等高块规 (块规的插入力约为 49 N)。当用 4.9 N 的力量转动上面的轴承外环时, 下面的轴承外环及所有的滚子应刚好能随着一起转动。

3. 主轴前后轴承内环径向跳动高点的方向, 应位于同一平面内, 并且在主轴中心线的同侧, 以减小轴端振摆。对于每个支承来说, 其轴承内环的最大径向跳动位置, 应与主轴轴颈径向跳动最大位置成 180° 的方向安装, 以抵消或减少主轴装配后的径向跳动误差。

4. 主轴前轴承改用滚动轴承后, 主轴 8 A 的轴向定位由原来的后轴承改为前轴承, 所以后轴承的外环不能用压盖 10 A 压死, 而应在两边留有 2 mm 空隙, 以使主轴 8 A 的热伸长不受影响。

5. 前后轴承用润滑脂润滑, 每两三个月注入一次润滑脂。

2 C650 车床主轴瓦的改造

C650 车床原主轴瓦是锡青铜动压轴承, 修理、刮研十分费力, 修理后精度下降快。如图 1—3 所示, 对其进行改造的具体方法是: (1) 利用双列向心短柱滚子轴承代替原主轴轴瓦, 其结构简单, 不需要大批换件; (2) 在齿轮箱内增加一个活塞油泵和一个偏心轮, 供主轴润滑用; (3) 另做

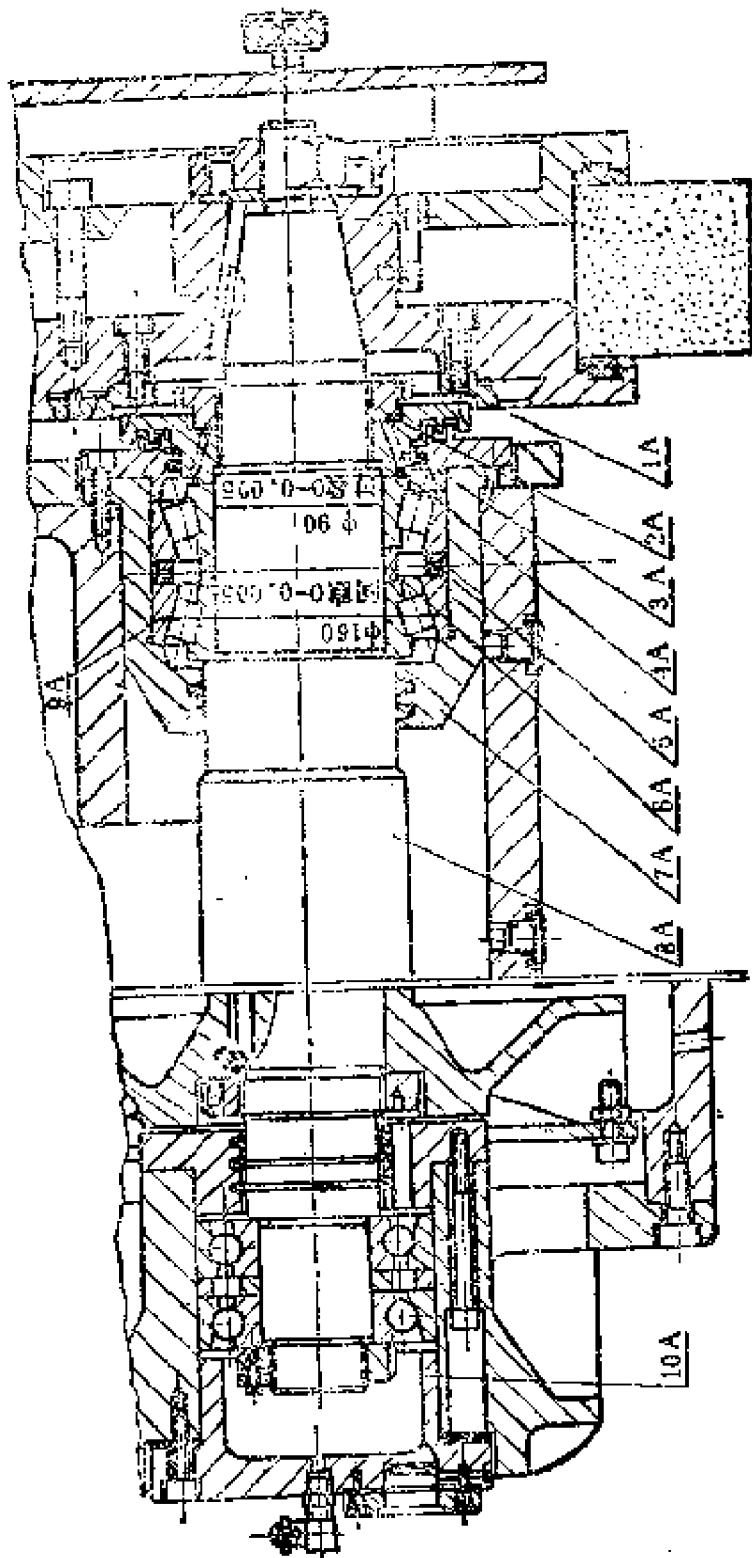


图1-2

一个主轴上的大齿轮，主轴仍利用原来的，按图精加工，

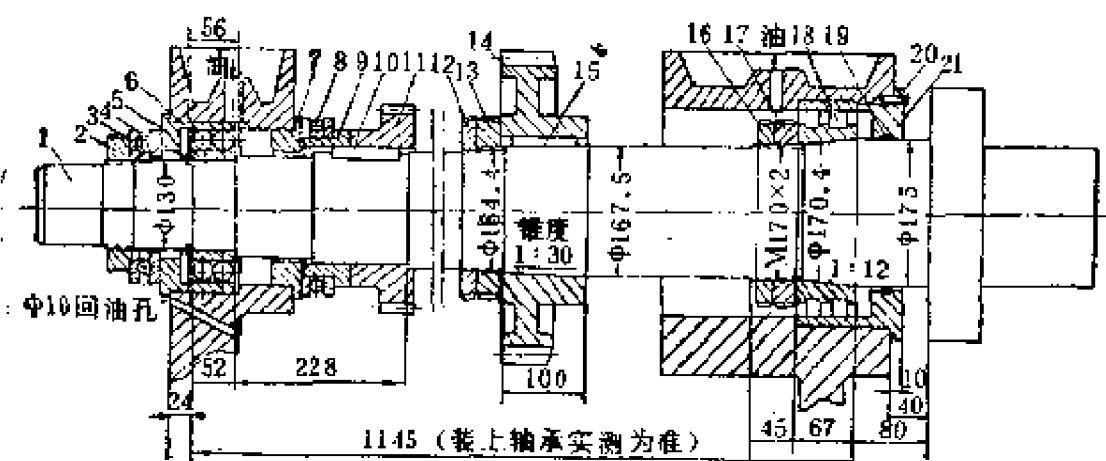


图 1—3 C650 车床主轴装配图

1—主轴；2、12、13、16、17—螺母；3—8226 轴承；4—弹簧卡子；5—后轴承盖；6、8—推力轴承；7—内轴承盖；9—轴套；10、15—平键；11、14—齿轮；18—3182134 轴承；19—密封圈；20—紧固螺钉；21—前轴承盖

(4)为了保证机床的刚度，轴承座仍利用原来的开式瓦座，瓦座口对口合研时，在中间加一8mm垫板，并按原来形式将其合好，按图重新精镗主轴孔。一切准备就序，即可试装、调试车床。

经过上述改造可提高加工精度，不圆度可由原来的0.02~0.06mm减少到0.01mm，粗糙度可由原来的 $R_a3.2\mu\text{m}$ ($\nabla 5$)改善到 $R_a1.6\mu\text{m}$ ($\nabla 6$)，并且转动轻便，便于操作，修理省力，费用低，可减少停机时间，并可避免漏油。

3 接长内磨套筒轴

在M 131 W磨床上采用接长内磨套筒轴，可磨削深度尺寸较大的深孔(如油缸、活塞筒等)，并可获得满意的精度要求，从而扩大机床的加工范围和工艺性能。

接长套筒轴的结构如图1—4所示，先拆下机床原有内磨

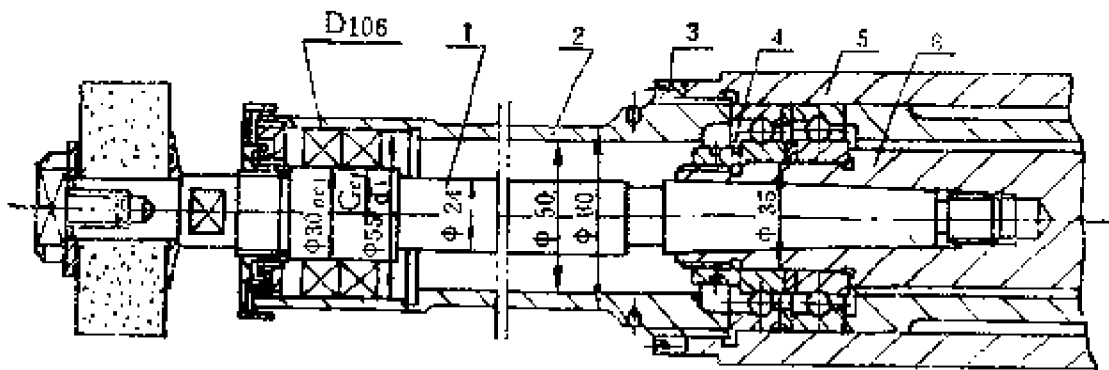


图 1—4 接长内磨套筒轴

1—接长磨轴；2—接长套筒；3、4—圆螺母；5—
机床原有内磨头；6—主轴

头 5 和主轴 6 上的用以压紧轴承外圈和内环的两个迷宫式端盖，改用圆螺母 4 压紧轴承内环。再把接长磨轴 1 装入主轴 6 内拧紧，将接长套筒 2 旋入机床原有内磨头 5 的前端（螺纹为 $M76 \times 1.5$ ），并紧压主轴 6 上的轴承外圈，将圆螺母 3 背紧。然后再把两个前轴承 D106 装入接长套筒前端的孔座中。最后装上两个迷宫式端盖。该磨具在加工和装配时应注意：(1) 接长磨轴所有配合部位的同轴度允差不大于 0.01mm ，其材料为 45 钢，热处理 T 235；(2) 接长套筒轴承孔座 $\phi 55G_c$ 与右端螺纹 $M76 \times 1.5$ 的同轴度及端面的垂直度允差不大于 0.01mm ， $M76 \times 1.5$ 的螺纹配合应稍紧密；(3) 接长套筒前轴承 D106 应装在孔座中部，以适应热变形时的轴向位移。

上述磨具经生产使用，在磨削内孔直径和深度为 $\phi 85 \times 300\text{mm}$ 的油缸时，内孔表面粗糙度 $R_a = 0.8\mu\text{m}(\nabla 8)$ ，全长内的圆度为 0.005mm 。经油压试验（压强 2.45MPa ，保持 5min 稍有湿润），可达到产品设计要求。

4 丝锥磨床磨头改装

S725D 半自动丝锥磨床采用的磨头是四套 C 级 36212 精

密滚珠轴承，经过预选和精心调试，主轴径向跳动及轴向振

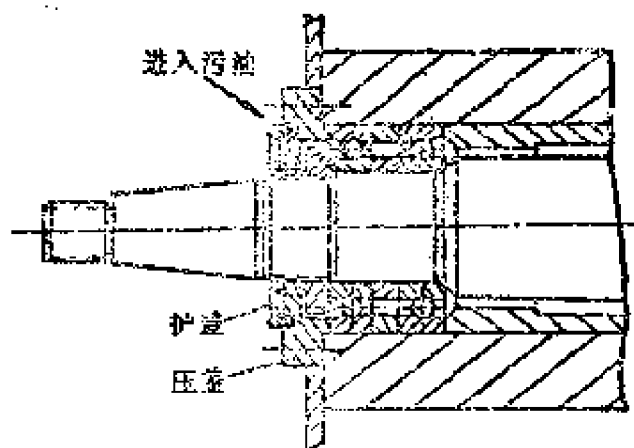


图1-5

摆均在 $0.001\sim 0.002\text{ mm}$ 以内。在使用中，磨头轴承磨损很快。为恢复机床精度，需经常更换轴承。

磨头轴承磨损快的原因是：磨头内部存有 很多夹带砂粒的污油。这些污油是在滚压修整砂轮时，

有一部分冷却油夹带砂粒、杂质等从磨头端盖的间隙流进磨头内部，如图1-5所示，从而加速了滚珠轴承的磨损。

改进后的结构如图1-6所示，先将砂轮罩内孔镗大，再装入形状经过改进的护盖与压盖，并增加一个挡油环。

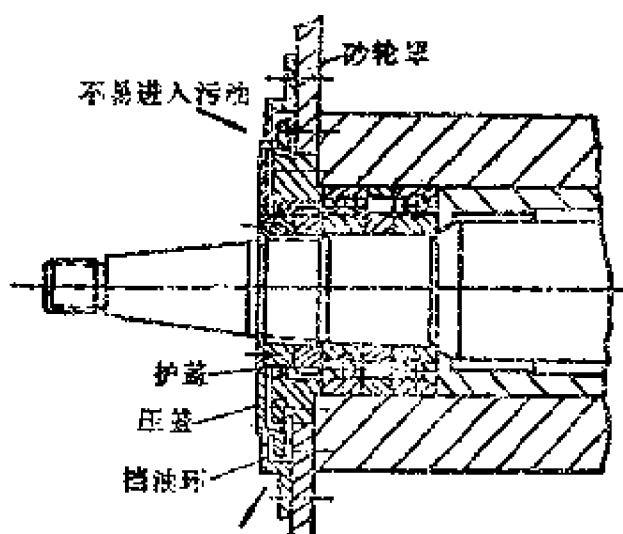


图1-6

经过这样改装后，溅在磨头端盖上的污油及夹杂物便可被护盖挡住，并通过护盖的旋转离心力将其甩掉。即使渗入微量污油，也将被压盖外径的困油槽挡住，使油沿油槽流至下端，从挡油环下部流出去，而不会进入磨头内部。

5 坐标镗床磨孔附件

如图1-7所示的坐标镗床磨孔附件是为了加工淬硬钢件上的精密孔系而设计的。该附件由公转和径向走刀机构A和

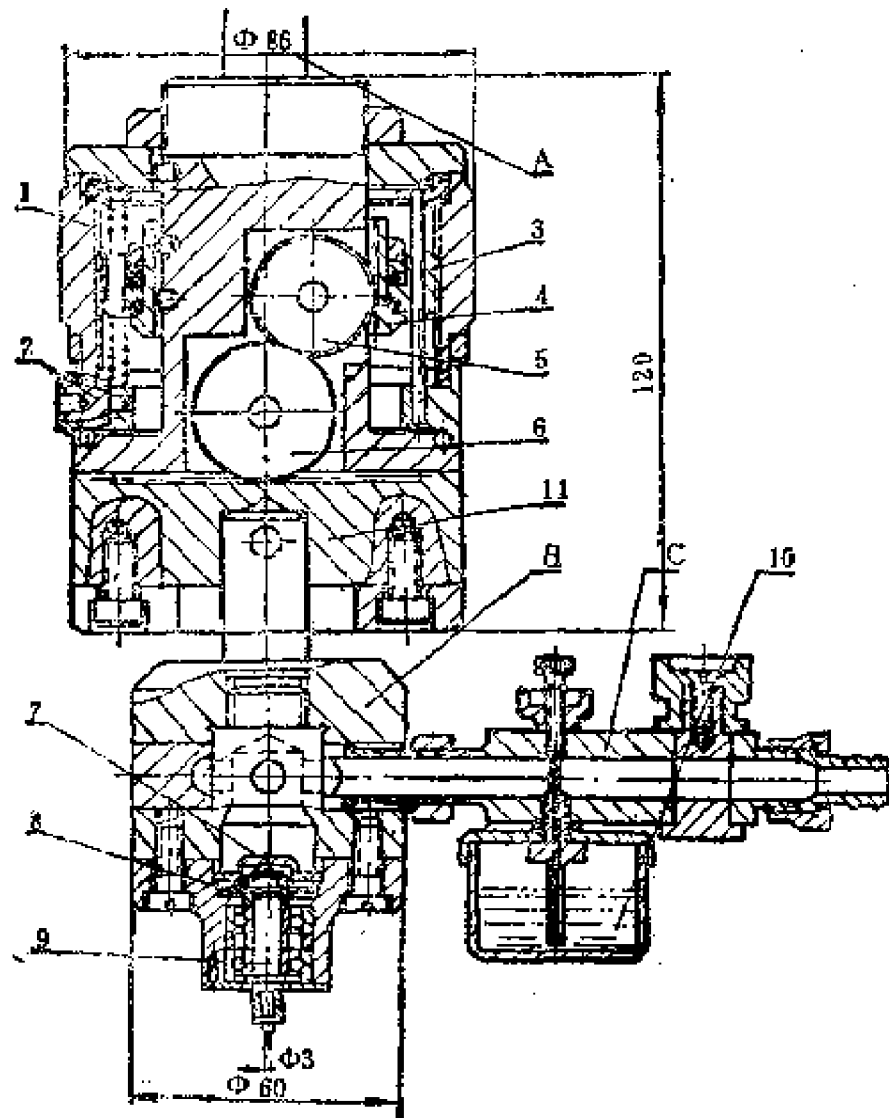


图1—7

砂轮高速旋转磨头B及进气机构C三部分组成。A 装入坐标镗床主轴后，由机床带动旋转，用手握住带有内螺纹和锥齿的环1后，磨头仍然旋转。用扳手转动锥齿轮2，使环1旋转，通过螺纹使套3和内齿套4轴向移动。内齿轮内有齿条，从而带动齿轮5、6转动，齿轮与齿条11啮合。磨头B装在齿条11的孔内，可径向移动，从而改变磨孔直径的大小。压缩空气通过油水分离器后，由C进入磨头B，然后经导向器7驱动叶轮8，使砂轮9高速旋转，转速高达70000r/min。轴承的润滑通过油

雾润滑装置10来实现。

坐标镗床使用磨孔附件时，应注意防尘和磨头的润滑，同时要求待磨削孔的孔距必须准确。待磨削孔的余量可参考表1—1。

表 1—1 待磨孔削余量 (mm)

磨 孔 直 径	磨 削 余 量
<3	0.05~0.10
3~12	0.10~0.20
6~25	0.15~0.30
25~50	0.25~0.40
>50	0.30~0.50

6 万能磨床增设辅助传动装置

铰刀的前端是切削部分，加工钢件用的铰刀切削锥角大多采用 15° 。在万能磨床上磨削铰刀切削部时，机床的工件头架无法带动工件转动，在磨削过程中只能用手转动工件，生产效率较低，而且对铰刀磨削质量也有影响。若在万能磨床上增设一套辅助传动装置，即可解决上述存在的问题。其具体做法如图 1—8 所示，将两个支架用类似于固定砂轮修整架的办法固定在机床工作台上，两支架间设一个辅助传动轴，轴的两端装两个皮

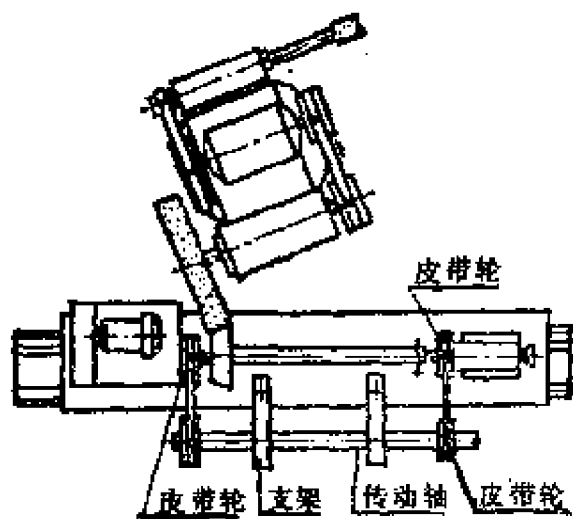


图 1—8

带轮，将工件头架上的拨盘拆下换上--一个皮带轮，另外将--死顶尖装在尾架孔内，顶尖外面装一个可当作拨盘用的皮带轮。此皮带轮和死顶尖之间装一滚珠轴承，皮带轮可绕死顶尖转动。通过皮带将主轴头架上皮带轮的转动传到辅助传动轴，再通过皮带带动尾架上当拨盘用的皮带轮转动。这样就可尾架一端带动工件转动。支架相对于机床工作台的位置及皮带轮在辅助传动轴上的位置，可根据工件的长短进行调整。经生产验证，增设此辅助传动装置有利于提高生产效率，也有助于提高工件磨削质量。除用于磨削铰刀的切削部外，也可用于加工类似的工作。

7 万能磨床砂轮架调整机构的改装

MG1432 万能磨床存在着对砂轮架搬角度时基准变动的问题。问题虽小，操作者却感到很不方便。因此，需对万能磨床砂轮架调整机构进行改装。

图1—9是原机床结构。要使砂轮架转动角度，必须松开螺钉4、1、2，即松开了有基准标线的压块3，这样便会造成

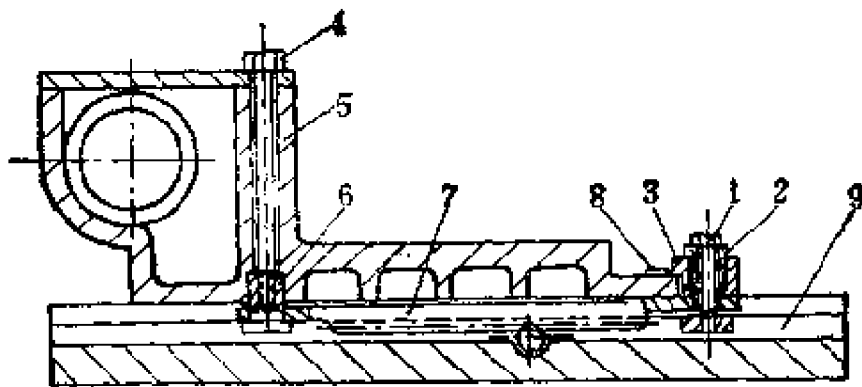


图1—9

- 1—砂轮架移动锁紧螺钉；2—砂轮架转动锁紧螺钉；3—压块；
4—砂轮架移转锁紧螺钉；5—砂轮架体；6—定位销压块；
7—齿条；8—转角刻度尺；9—底板 T 型槽

相对静止标志的变动，不能准确控制调整量。调整砂轮架前后位置时，应松开螺钉1，但常常会带松空心螺钉2，使砂轮架不能可靠地与齿条联成一体（即不能可靠地定位在T形槽中），这样移位时还会产生转动。

改装后结构如图1—10所示。松开螺钉4、1即可调整砂轮架前后位置，定位销6和螺钉2可保证砂轮架与齿条联为一

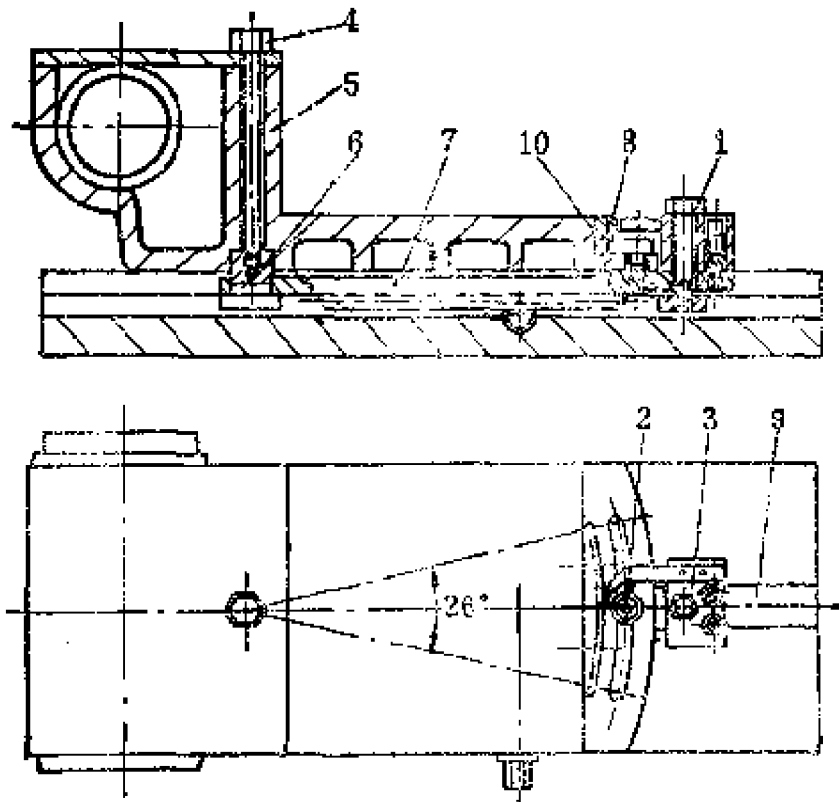


图1—10

- 1—砂轮架移动锁紧螺钉；2—砂轮架转动锁紧螺钉；
 3—压块；4—砂轮架移转锁紧螺钉；5—砂轮架体；
 6—定位销压块；7—齿条；8—转角刻度尺；9—底板T型槽；10—弓形镶块

体，在T型槽中不旋转。当砂轮架转角度时，可松开螺钉4、2，因为压块3与齿条7始终是紧固为一体的，所以压块上的基准指针不会转动，不致引起度量的混乱。

8 395M型光学磨床磨头传动的改装

395M磨床的主轴运动，是由棉织皮带将电机动力通过四个压紧轮传动到砂轮轴上的。由于砂轮滑板的上下移动，使压紧轮来回摆动，因此砂轮轴受到振动，使磨削粗糙度仅能达到 $R_a0.4\mu\text{m}(\nabla 8)$ ，而且漏油严重，维修困难。如果改装成如图 1—11 所示的结构，

取消四个压紧轮，电机改用活动铰链固定，由螺钉调节皮带的松紧，电机动力由 A 型三角皮带传动到中间轮 2，中间轮再用 0.5 mm 厚的耐油橡胶平

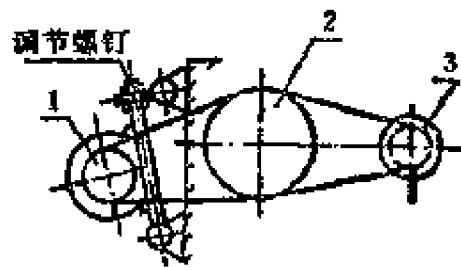


图1—11

皮带，将动力传动到砂轮轴 3 上，则使用效果很好；维修方便，并且可消除噪音，减少振动，磨削粗糙度也可达到 $R_a0.2\mu\text{m}(\nabla 9)$ 。

9 牛头刨床加工楔铁的靠模刀架

牛头刨靠模刀架是把靠模或旧楔铁固定在工作台上，再把专用刀架固定在刨床的牛头上，仿形加工出各种楔铁楔面的。这种靠模刀架结构简单，如图 1—12 所示，主要由底座 2、滑板 16、跟踪刀架 9、刀套 7 及靠模或旧楔铁 15 等组成。靠模的长度及宽度应略大于工件，底座 2 与滑板 16 由螺杆 1 联接，螺杆上套有弹簧 3，底座下部的两边刨有 45° 的燕尾槽与滑板配合。滑板上装有抬刀板 17，由抬刀芯轴 4 联接，抬刀板上装置刀胎垫板 5、碟形刀垫 6 和刀套 7。跟踪刀架 9 由厚 10 mm 钢板用螺钉和滑板联接，并由调整螺杆 8 通过螺母 10、支承杆 11 和弹簧 12，由方芯 13、调整轴承 14 与靠模 15 接触。

使用时，将牛头刨床的原刀架卸下，在牛头上预制两个 M 20 螺孔，以固定靠模刀架的底座。然后将靠模 15 和工件分别固定在工作台上，调整机床工作台和刀架滑板伸出的长度，

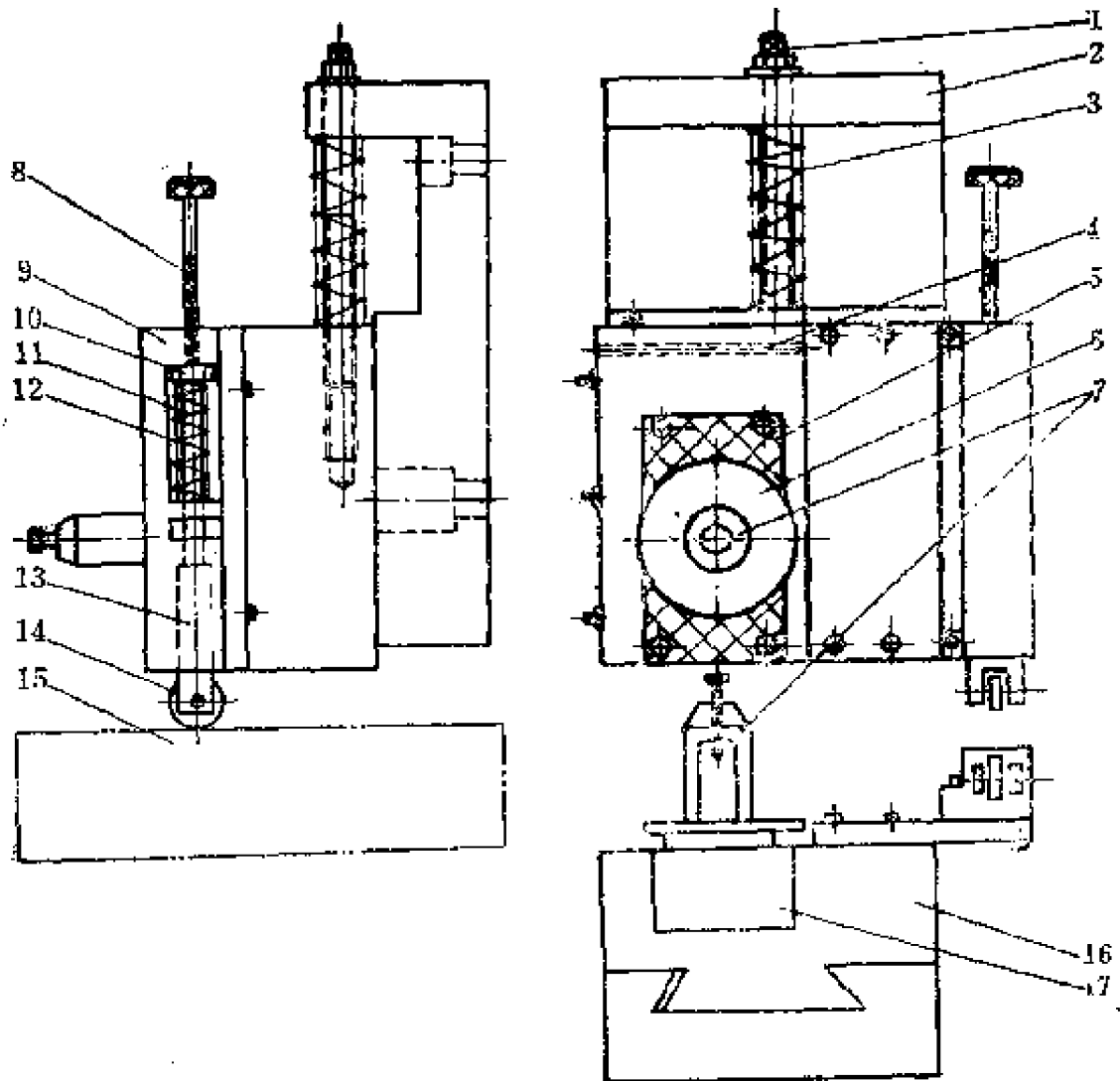


图 1—12 牛头刨床靠模刀架

1—螺杆；2—底座；3、12—弹簧；4—抬刀芯轴；5—刀胎垫板；6—碟形刀垫；7—刀套；8—调整螺杆；9—跟踪刀架；10—支承螺母；11—支承杆；13—方芯；14—轴承；15—靠模；16—滑板；17—抬刀板

度，使弹簧承受一定的压力，装上刀具，便可加工。

●进给●

10 M7130K平面磨床增加机动升降机构

M7130K平面磨床无机动升降机构，需要经常变换砂轮和电磁台之间的距离时，用手摇升降的劳动强度很大。加装的机动升降机构如图 1—13 所示。在升降丝杠下端与蜗轮减速箱中蜗杆轴接套 3 上，增加一个铁芯夹布胶木齿轮 1 ($m_1 = 2.5, z_1 = 90$)，连接板 4 下方固定一电动机 5 (JW09A0-4, $N = 600W, n = 1400r/min$)，其轴头上装小齿轮 2 ($m_2 = 2.5, z_2 = 22$)。升降时电机上的小齿轮 2 带动大齿轮 1，蜗杆、蜗轮和升降丝杠转动，以 $420mm/min$ 实现机动升降。同时，在机床前方手轮处增加一套手轮脱开-结合机构。如图 1—14 所示，在原机构中增加三角牙端齿离合器 1、2；手轮孔中为耐磨起见，增加铜套 6；传动轴前端增加滚花

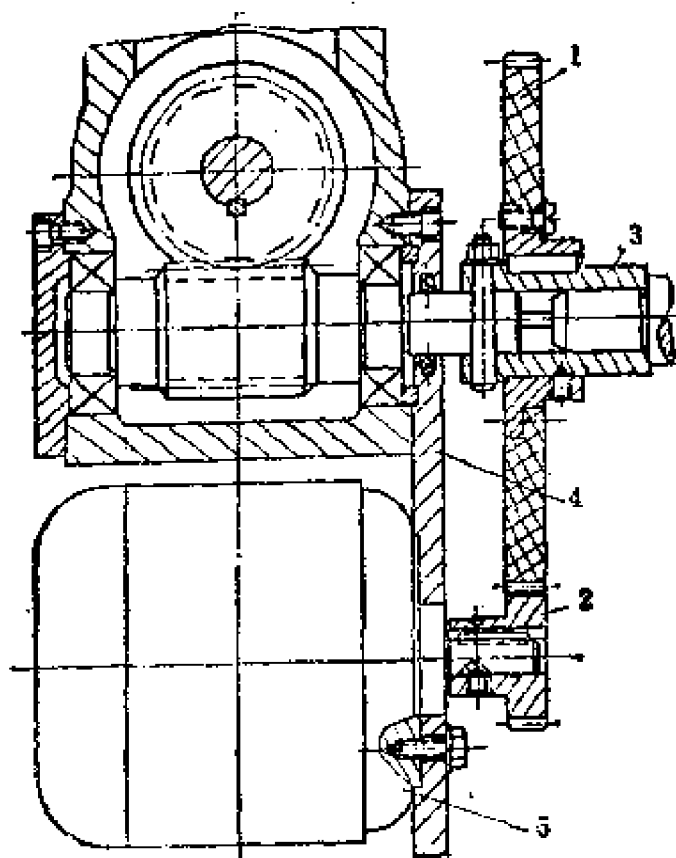


图 1—13

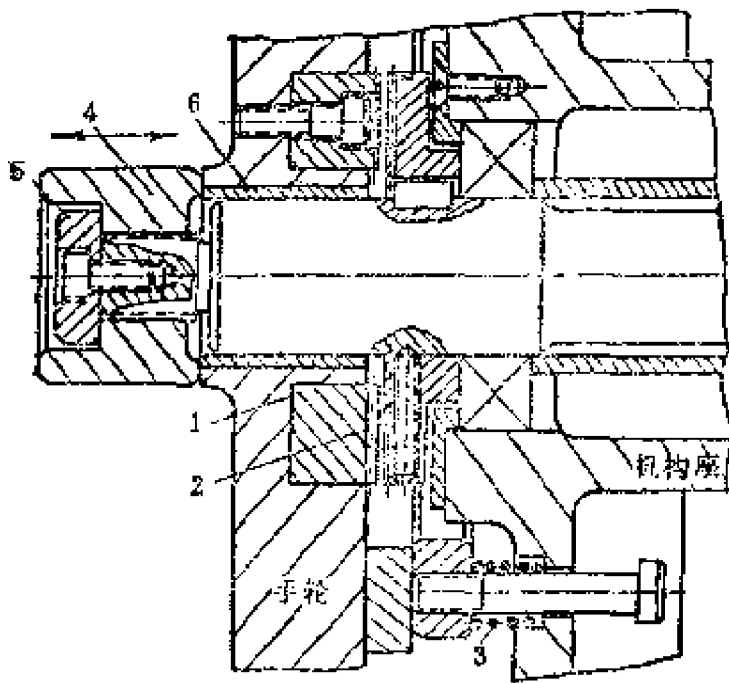


图1-14

锁紧螺母 4 和盖 5。当逆时针旋转滚花螺母 4 并与盖 5 靠死时，手轮上的离合器 1 在弹簧 3 的作用下与离合器 2 脱开，以保证机动升降时手轮不转。反之，即可实现手动。

11 平面磨床垂直进刀机构的改装

M7130磨床只有手动垂直进刀，进刀手轮每转一圈磨头移动距离仅 1.29mm。原有手动机构经改装后，可增加机动进刀功能，减轻劳动强度，提高生产效率。

如图 1-15 所示，手动进刀系利用手动轮直接带动手动蜗杆 Z_1 ($z_1 = 1$)、蜗轮 Z_2 ($z_2 = 20$, $m = 4$)，并通过和蜗轮 Z_2 连成一体的齿轮 Z_3 ($z_3 = 32$, $m = 2$) 带动齿轮 Z_4 ($z_4 = 14$, $m = 2$)，再通过和齿轮 Z_4 连成一体的齿轮 Z_5 ($z_5 = 32$, $m = 2$) 带动齿轮 Z_6 ($z_6 = 14$, $m = 2$)，从而带动丝杆转动，使磨头上升或下降。由于蜗轮 Z_7 和蜗杆 Z_8 不动，所以，该手动机构是普通的轮系机构。手动轮每转一转，磨头上升或下降的距离为 1.307mm。它与原刻度盘每转上升或下降为 1.29mm 相差甚少(每转相差 0.017mm)，故刻度盘刻线可以不必重刻。

改用机动进刀时，需用电动机直接带动蜗杆 Z_1 ，

通过蜗杆 Z_5 再带动蜗轮 Z_7 ($z_7 = 84$, $m = 1.5$)转动。由于蜗轮 Z_7 转动,则系杆也随着一起转动,并带动齿轮 Z_4 、 Z_6 、 Z_8 以及丝杆转动。这时,由于手不摇动蜗杆 Z_1 ,蜗轮 Z_2 也带动不了蜗杆 Z_1 (因升角小自锁),所以 Z_1 不动。故此机构为差动行星传动机构。采用 0.6kW , $n = 1380\text{ r/min}$ 的电动机来带动,磨头每分钟上升或下降的距离为 317mm 。

上述机构,实际上仅将原减速器去掉,重新设计一个减速器放在原处,所以,蜗杆 Z_1 与蜗轮 Z_2 的传动要保证原中心距。其主要优点如下:

1. 该机构既可手动,又可机动,操作简单可靠,不要增加其它互锁或保险机构。
2. 由于采用两套蜗轮蜗杆传动,且蜗轮蜗杆之间互锁,当磨头下降时没有冲量,也不会出现掉刀现象。
3. 由于设计精巧,故旧刻度盘的刻线不必重刻,容纳原减速器处的空间也足可以安放改装后的机构。
4. 机动时,电动机采用点动按钮,手不能再摇动手轮。所以,此时虽然磨头上升或下降,但手动轮都不会自行转动。

12 带差动进给机构的动力头

图1—16所示为带齿轮差动机构的动力头。其工作原理

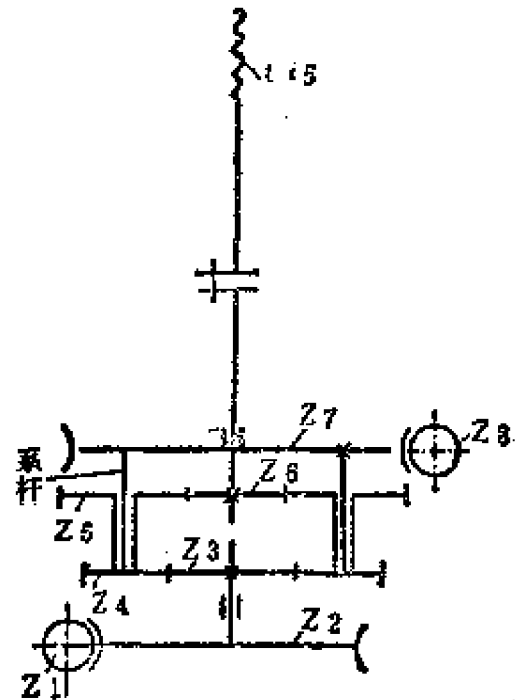


图1—15

是：电动机启动，通过齿轮13、12、11和4驱动螺套5旋转；

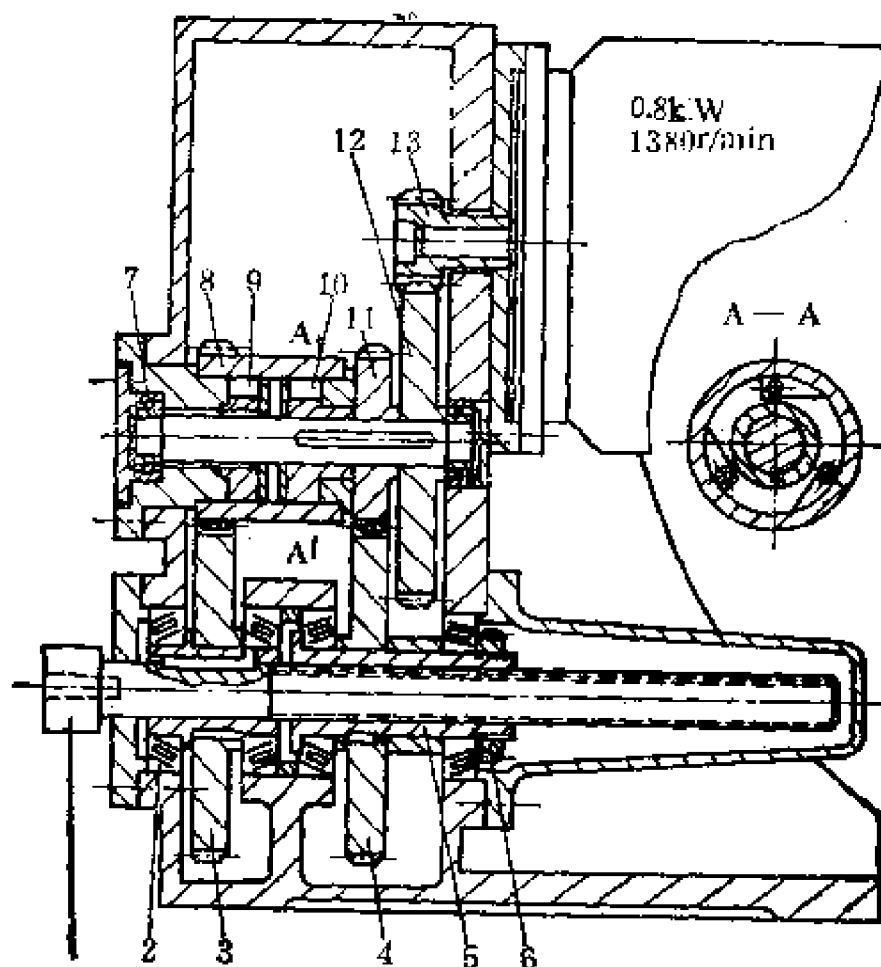


图 1-16 带齿轮差动进给机构动力头的结构

1—主轴丝杠；2—圆锥滚子轴承(7209)；3、4—齿轮(70齿)；
5—螺套；6—螺母；7—向心球轴承(204)；8—变位齿轮(34
齿)；9、10—超越离合器；11~13—齿轮(35、65、17齿)

同时，经超越离合器10传动齿轮3，再经由齿轮3驱动主轴1旋转(此时超越离合器9处于打滑状态)。此时与主轴一体的丝杠和螺套进行同方向旋转，但由于齿轮11与4及8与3的传动比不同，所以两者转速不等，利用其差速使主轴丝杠在旋转的同时实现进给运动。当进给到终了位置时，由撞块压下行程开关，使电动机反转，螺套5也反转。此时超越离合器10处于打滑状态。螺套5在反转时，螺纹间的摩擦力矩会使主轴

丝杠反转，这一反转力矩经齿轮3传到齿轮8。但此时齿轮8将被超越离合器制动而不能转动，所以主轴丝杠也不能转动，而由螺套5单独反转实现快速退刀。当退到原位时，由另一撞块压原位行程开关使电动机断电，完成一个工作循环。

图 1—17 是用两台带差动进给机构的动力头和两套双主轴齿轮箱及镗模架等组成的双头专用镗床，用于加工 Z4013A 台式钻床的主轴箱，其效率可提高 2~3 倍。

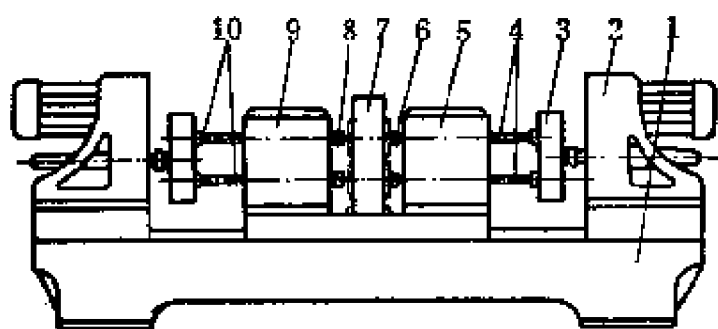


图 1—17 摇臂横孔专用镗床示意图

- 1—床身；2—带齿轮差动进给机构动力头；3—双主轴齿轮箱；
4—精镗杆；5—精镗模架；6—精镗套刀；7—工件；8—粗镗
套刀；9—粗镗模架；10—粗镗杆

13 双速行星进给机构

图 1—18 所示具有高低转速和快速微转性能的双速行星进给机构的特点是结构简单，体积仅为一般单速行星减速器的四分之一，且通用性好，制造容易，适宜单机半自动作快慢进退和快速微进给用。如用电磁铁牵引(或气动操纵)，可作自动循环进给，若在输出轴端或从动丝杆上配置如图 1—19 所示的保险离合齿轮装置，还可在循环进给终端碰上挡铁之后，作实现停止定位之用。

双速行星进给机构由操纵部件 1、拉杆 2、机壳 3、爪形齿盘 4、弹簧 5、爪形离合齿 6、蜗轮副 7、星轮架 8、行星轮

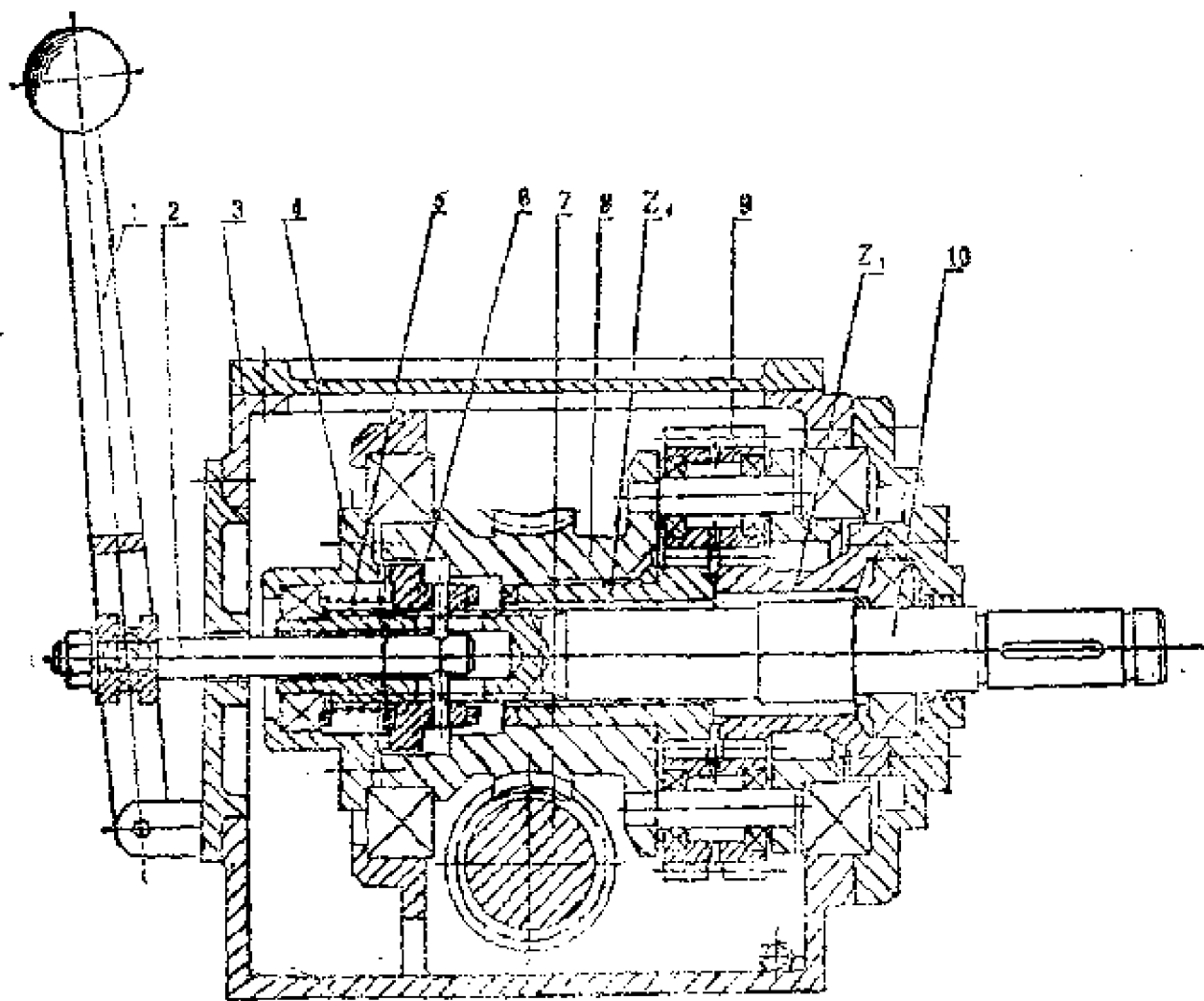


图 1-18 双速行星进给机构

- 1—操纵部件；2—拉杆；3—机壳；4—爪形齿盘；5—弹簧；
6—爪形离合器；7—蜗轮副；8—行星架；9—行星轮系；
10—输出轴， Z_1 、 Z_2 —中心轮

系9、输出轴10、 Z_1 及 Z_2 中心轮等主要零件构成。各传动轴颈均选用滚动轴承，在机壳内注入柴油机机油，传入及传出轴颈均选用O形密封圈，传动灵活，润滑及密封良好，噪声很小。该机构由0.75kW微电机驱动，经蜗轮副7传动星轮架8，行星轮系9即绕两中心轮 Z_1 与 Z_2 回转，两中心轮可按减速比的要求取1~2齿差，变换其模数和齿数，其减速比可在

1/10~1/50范围内选择,经蜗轮副及行星轮减速,减速比最大为1:500。当双向爪形离合器6在弹簧5的作用下,即与左边中心轮 Z_4 自动结合,主轴则以低速旋转;当双向爪形离合器在手柄或电磁铁或气动件拖动拉杆2向左边移动时,即与爪形齿盘4结合,主轴则以快速传出。爪形齿盘4的齿形做成

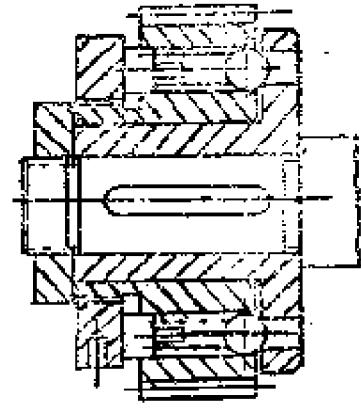


图 1—9 保险离合齿轮装置

60°的齿形角,圆周等分为50个齿,可在任意转角进行离合,因此可完成主轴快速时作微动旋转。主轴转向不经电机换向,可实现高低转速作反向或同向旋转。在设计中按齿数比选择 $Z_1 > Z_4$ 或 $Z_1 < Z_4$,前者转向相反,后者转向相同。当两中心轮 Z_1 及 Z_4 的齿数差为2时,两行星轮做成相同的圆柱正齿轮;如齿数差为1时,则将另一只行星轮的齿部做成与两中心轮相应的齿形位移角,即可满足两行星轮的装配条件。两中心轮按其齿数确定为正负变位齿轮,行星轮在避免根切的原则下,可选择最少齿数,以减少外形尺寸。

14 异形轮间歇送进机构的应用

采用异形轮送进代替棘轮送进,其结构及工作原理见图1—20。摆架顺时针回转时,异形轮依靠摩擦力楔紧摆架和送进轴,迫使送进轴顺时针回转。当摆架反转时,异形轮在摆架内壁上滑动,送进轴则不转。即送进轴只能作顺时针间歇回转,完成送进运动。弹簧装入异形轮的 $\phi 6\text{mm}$ 孔中(图1—21),并通过 $92^\circ 30'$ 角的作用把P点压下,M点顶起,使R7始终接触摆架内壁(孔径 $\phi 136\text{mm}$)、R6始终接触送进轴外圆(外径 $\phi 112\text{mm}$)。图1—22表示异形轮与摆架及送进轴处

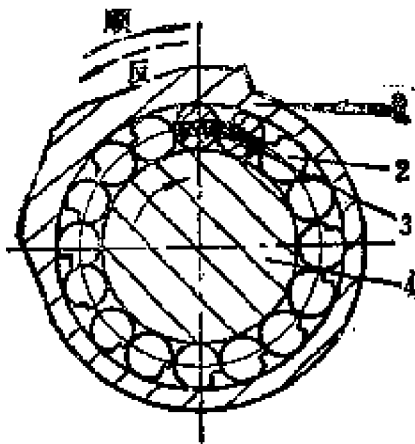


图 1—20 异形轮间歇送进机构
1—摆架；2—异形轮；3—弹簧；
4—送进轴

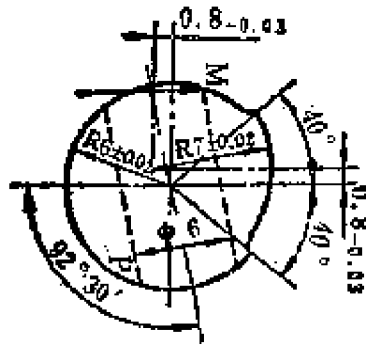


图 1—21 异形轮主要尺寸

于传递进给力状态时的相互间几何关系。图中 λ 和 β 分别为接

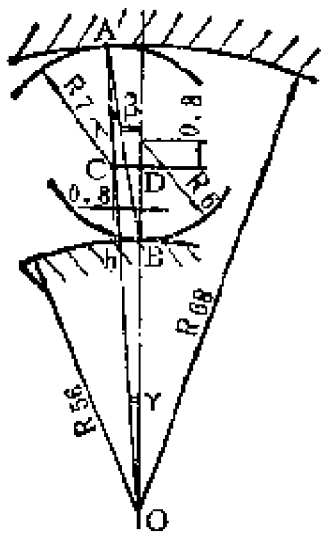


图 1—22 摩擦角计算图

触点 A 和 B 处的摩擦角。根据图中的几何关系设计并计算出 $\text{tg}\lambda = 0.061$, $\text{tg}\beta = 0.0741$ 。因为 A、B 点处的静摩擦系数都是 0.1, 它大于 $\text{tg}\lambda$ 和 $\text{tg}\beta$, 所以该机构在传递进给力矩时不会打滑。

这种机构的特点是：可以无级改变间歇送进量，而且性能可靠；由于异形轮返回是滑动，所以

不会产生象棘轮机构那样的噪声；因机构在内部，所以操作安全，外形美观。

15 牛头刨床刀架自动垂直进给装置

改装的牛头刨床的刀架自动垂直进给装置，结构简单，操作方便。如图 1—23 所示，当滑枕 13 往复运动时，安

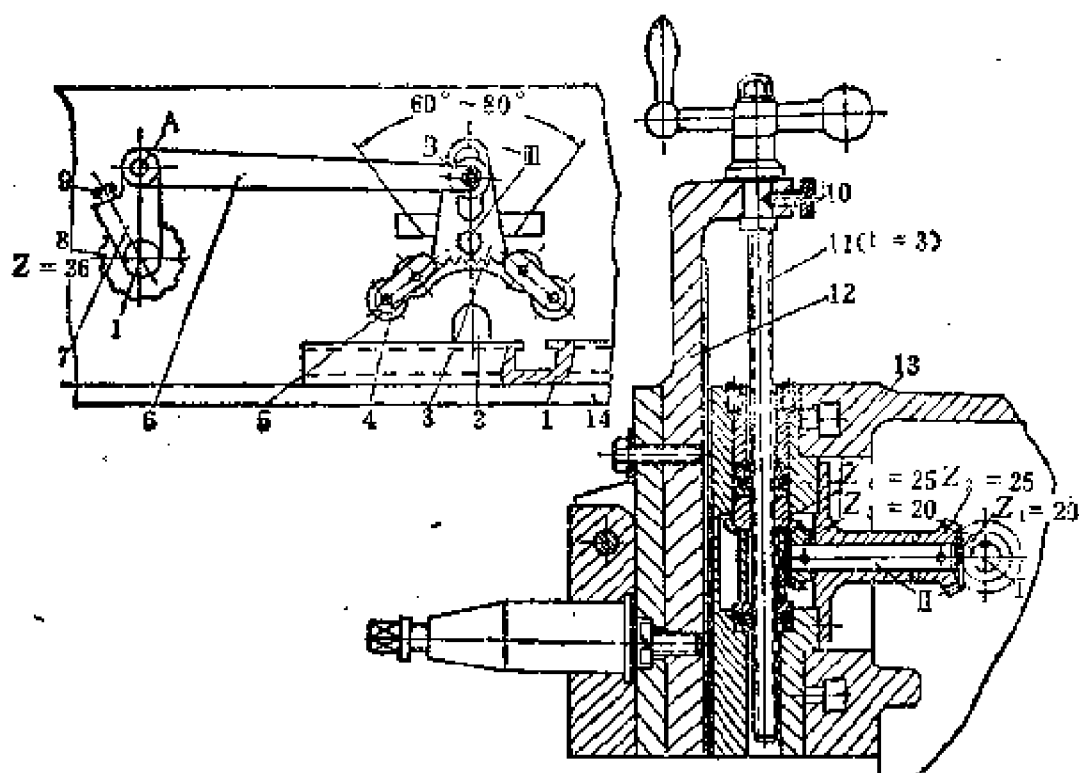


图1—23

裝在滑枕上的摆架3及其两支腿4与挡块2相撞,使摆架3绕Ⅱ轴左右摆动,并带动拉杆6作往复运动,从而使棘爪体7绕Ⅰ轴摆动,使棘爪9带动棘轮8转动。Ⅰ轴安装在滑枕13上,其一端固定棘轮8,另一端装有锥齿轮 Z_1 。当棘轮8转动时,则带动锥齿轮 Z_1 转动,并经由锥齿轮 Z_2 传入Ⅱ轴,再经过Ⅱ轴上的锥齿轮 Z_3 带动螺母锥齿轮 Z_4 转动。当螺钉10将丝杠11固紧时,则螺母锥齿轮 Z_4 转动时,便带动刀架12作升降运动,实现刀架的自动进给。在床身的右侧,固定一块长500 mm的T形槽铁1,当滑枕行程变化时,挡块2可在T形槽铁1内调节位置。摆架3上开有长槽,用来调节拉杆6右端B的位置,以调节垂直进刀量。刀架进给量的大小与刀架丝杠11的螺距、两对锥齿轮副的速比、棘轮8的齿数及摆架3的摆动幅度有关。根据所需要的进给量,改装时可合理地选择这些参数。若按图示参数,如摆架3往复一次使棘轮8转过6个齿,

侧进刀量即为0.32mm。

改装时还应注意以下几点：

1. 在两个支腿4上要装一拉簧5。因开始工作时挡块2的位置调节得不一定恰当，故支腿4有可能越过挡块2。而当支腿返回时，若没有拉簧起缓冲作用，则将会损坏机件。

2. 摆架3绕Ⅱ轴左右摆动的幅度，一般限制在 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 之间。若摆架3摆动过大，也易使棘爪、棘轮、拉杆和I轴等机件损坏。

3. 滑枕上安装的I、Ⅱ轴之间的平行度允差应小于0.30mm，以保证摆架3、拉杆6和棘爪体7等活动件的灵活性。

4. 刀架不需要自动进给时，除将螺钉10松开外，还要拉出棘爪9，使之与棘轮8脱离接触。否则，会引起刀架非连续的不规则的自动进给。

5. 两对锥齿轮副的侧隙应调整恰当。侧隙过大会影响刀架进给量的不均匀性。

6. 螺钉10的顶部应堆铜焊，以免在紧固时损坏丝杠。

7. 需改变刀架进给方向时，应将棘爪9转动 180° 。

16 滚齿机工作台的驱动装置

滚齿机，尤其是大型滚齿机在加工过程中需要改变工作台的转速。也就是说，在高速和低速的情况下，要准备两套传动比不同的蜗轮副装置，以便根据不同的加工要求改变工作台转速。这里介绍的驱动装置，交换简单，而且当工作台转速低时，驱动装置的齿侧面间的间隙小；当工作台转速高时，可防止由于驱动装置系统的摩擦接触而引起的过热现象。图1—24所示为实现低速传动的驱动状态，图1—25是其侧视图。由图可知，工作台15和蜗轮11、14联在一起，分别跟蜗

杆13、5相啮合。驱动轴的旋转运动通过齿轮1，由蜗轮副装置11、13传到工作台上。由于齿轮 A_2 和 B_2 相啮合，所以蜗轮副装置5、6也向工作台传递旋转运动。这时，必须调整每个齿轮的齿数，以便向工作台传递同样大小的转速。例如，蜗轮副装置10的传动比是4:1，蜗轮副装置6的传动比是2:1，则齿轮 A_2 、 B_2 的传动比必须选为1:2。

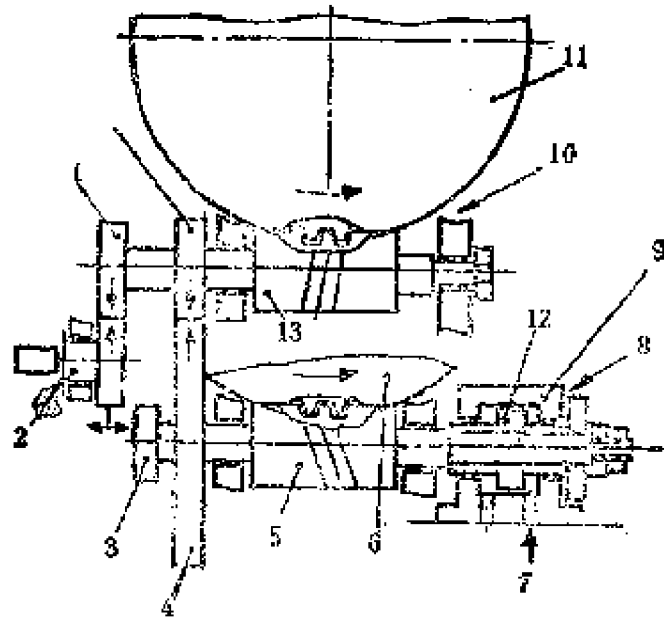


图 1—24 低速驱动状态

- 1—齿轮 A_1 ；2—主传动轮；3—齿轮 B_1 ；
 4—齿轮 B_2 ；5—蜗杆 B；6—蜗轮；7—
 进油路；8—加压装置；9—油缸；10—蜗
 轮副装置 A；11—蜗轮 A；12—活塞；13
 —蜗杆 A；14—蜗轮 B；15—工作台

图 1—26 所示是工作台转速比较大的情况。这时，驱动轴的旋转被传到齿轮 B_1 ，所以，蜗轮副装置6高速旋转。

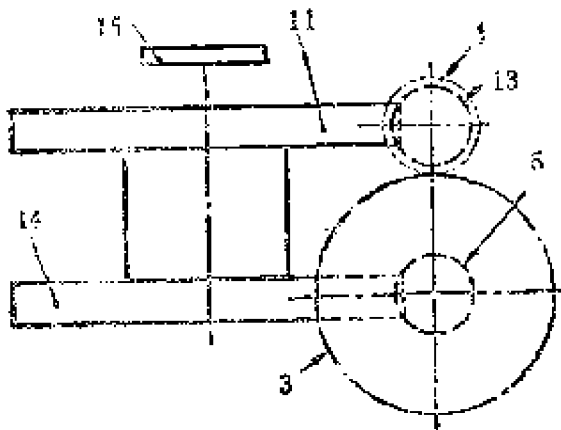


图1—25 图1-24的侧视图

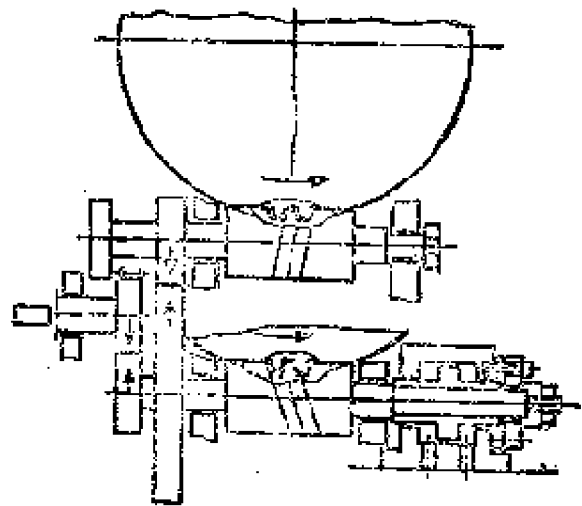


图1—26 高速驱动状态

加压装置在两种情况下的作用是：当低速旋转时，蜗杆5由于活塞的作用压合在蜗轮14的齿侧面上，通过工作台的传递，使蜗轮11也压合在蜗杆的齿侧面上，从而减小了传动系统中齿轮齿侧面之间的间隙（图1—24中由箭头方向向油缸供油）。高速旋转时，活塞不进行上述动作。这时，蜗杆5和蜗轮14相咬合，回转自由。因此，蜗杆13和蜗轮11之间也不压合而是自由咬合。对蜗轮副装置6来说，避免了高速旋转齿面之间的滑动所造成的过热现象。

为了实现以上的作用，蜗轮副装置6的齿侧面间隙必须做得比蜗轮副装置10的齿侧间隙小。

17 靠模车床横进刀螺母的改装

靠模车床在使用纵向靠模时，需要将横进刀丝杆抽出，操作时很不方便。因此，在机床大修时，可顺便将横进刀螺母改为开合式的，即在中拖板上原来安装螺母的位置铣一缺口，装入一套开合螺母，其外形示意图见图1—27，这样，在使

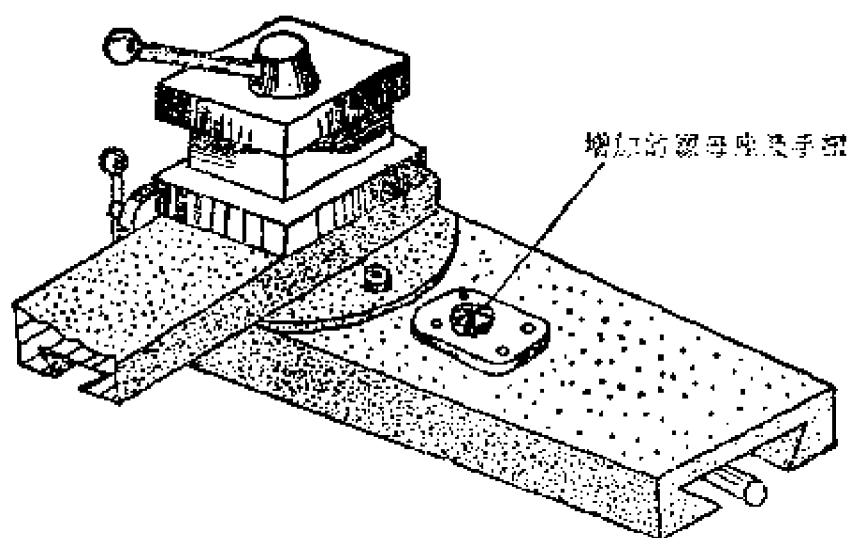


图1—27

用时横进刀螺母便可以任意开合。其具体改装结构见图1—

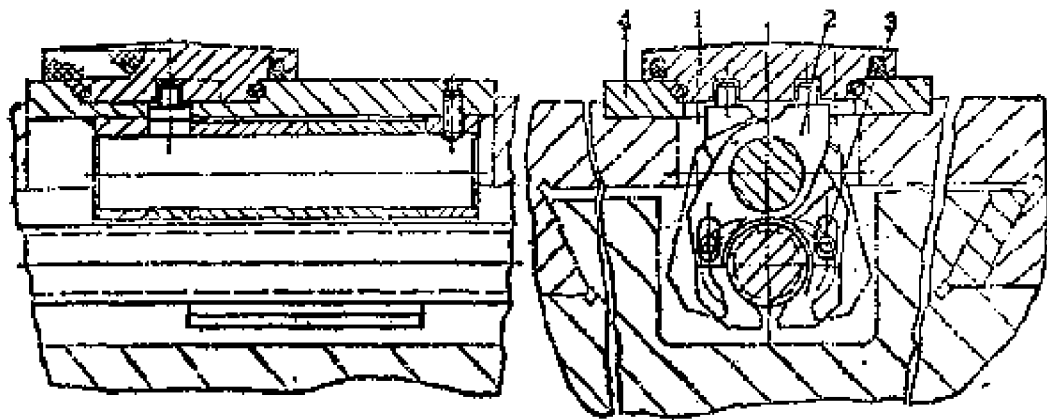


图1—28

1—滚花手钮；2—钳形零件；3—开合螺母；4—螺母座

28, 转动滚花手钮1, 通过手钮底部端面上的两条偏心圆弧槽(见图1—29)的作用, 可使钳形零件2开合, 从而带动开合螺母3开合。由于开合螺母在使用过程中需要张开, 因此, 对床鞍上的原螺母槽要进行刀具检查, 以便光去凸出的毛边, 使螺母在全长上通行顺利。

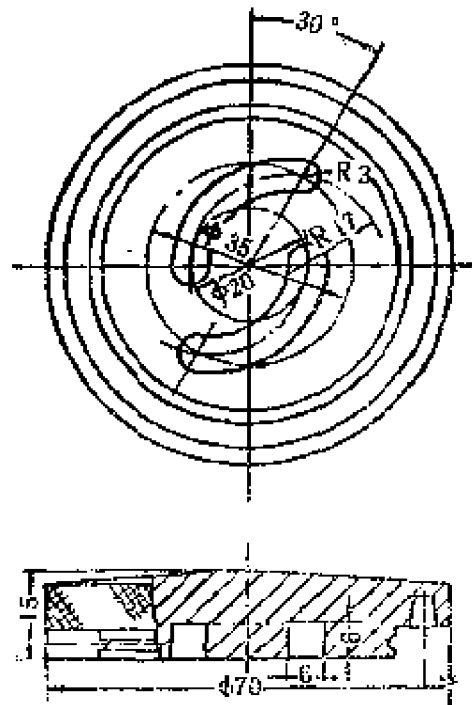


图1—29

改装后的主要优点是, 除了可任意开合、操作方便以外, 开合螺母的本身亦可消除间隙, 在车制螺孔时只需将螺纹的径向间隙有意识加大0.5mm左右即可, 此外, 又因手钮端面上的偏心圆弧槽具有自锁作用, 故无需再加转动后的定位装置。而改装后的主要缺点是, 影响了机床的使用范围, 即在床鞍上能加工的最大外圆直径缩小了近30mm(因手钮顶部高出拖板上表面近15mm)。不过靠模车床所加工的对象

一般极少遇到这样的极端情况。

18 普通车床托板快速移动机构的改装

图1—30为CW6163和CW61100型普通车床的托板快速移动系统。当托板快速移动时，右边的快移电机驱动蜗杆8快速旋转；托板作进给运动时，左边的光杆驱动蜗杆8慢速旋转。由于在光杆上设置了超越离合器，当蜗杆8快速旋转时，光杆仍然可以低速旋转。它比1A64和1K62车床的快移机构有了改进，因为这两种型号车床的快移动力都由光杆输入，细长的光杆往往会因转速高而甩弯。

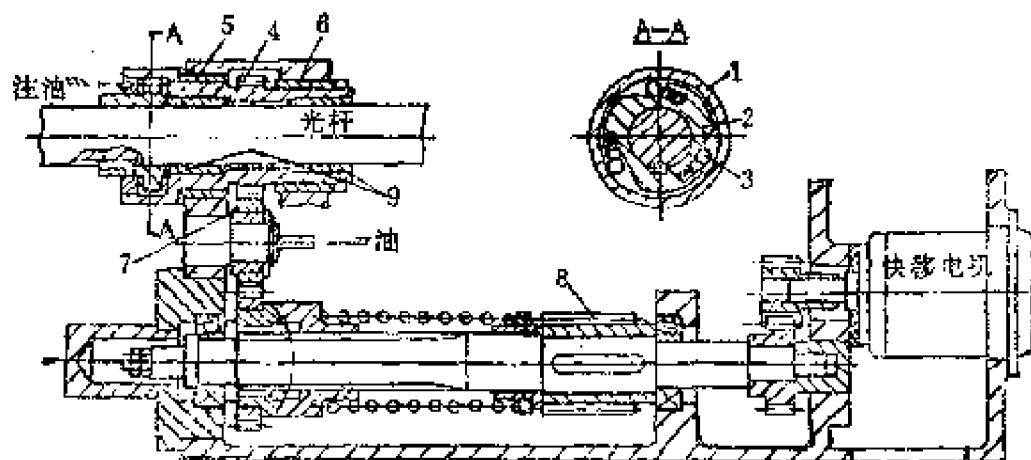


图1—30 原机构

1—超越离合器外壳；2—星体；3—滚子；4—光杆齿轮；
5、6—滑动轴承；7—中间齿轮；8—蜗杆；9—光杆支承

原机构的缺点是：

1. 进给传动时，细长的光杆由于自重产生挠度和加工弯曲，易产生回转偏心，瞬时而脉动的偏心力要由离合器内部的零件星体2和滚子3承受，并去矫正光杆的弯曲，因而破坏了离合器的结合状态，外壳1和星体2会出现瞬时的相对位移而导致车床进给时拖板爬行，降低加工表面的光洁度。

2. 快速移动时，外壳1转速达1100r/min，滑动轴承5、

6和光杆支承9的滑动速度高而润滑状况欠佳，容易因失油而烧毁。另外，星体2、滚子3的滚动速度也很高，依靠定期注油润滑，注油量少则润滑不良，注油量多则甩油污染，故注油时间和注油量不易控制。

3. 快速移动时，中间齿轮7的线速度达5m/s，并且又是悬臂布置，故刚性不好。

4. 外壳1与齿轮4做成一体，其加工面(如滚子滚道，滑动轴承5、6的轴颈，光杆支承9的装配面，齿轮4的齿圈等)都要求有较高的位置精度，故制造困难，造价高。

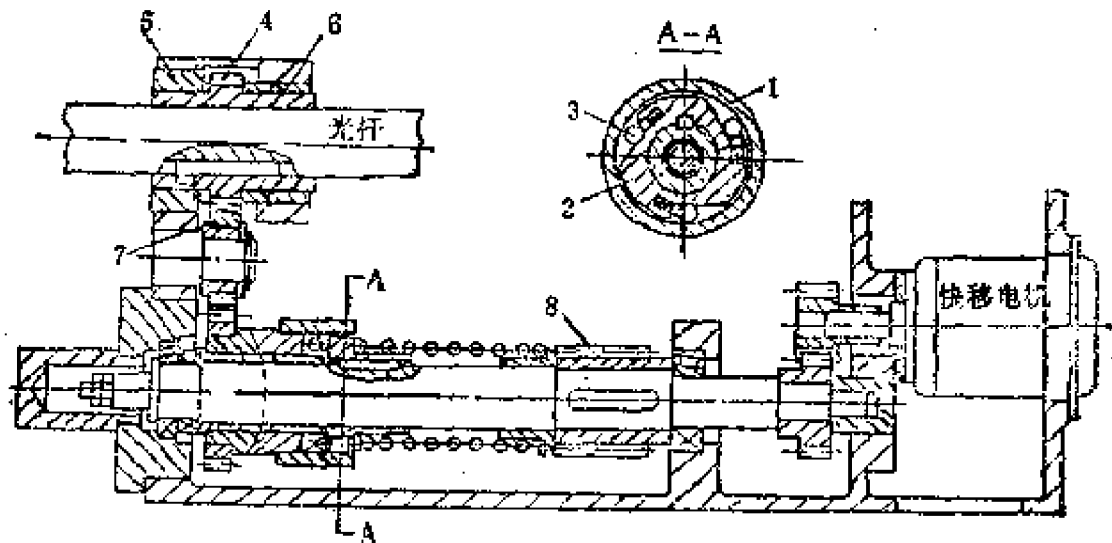


图1—31 修改后的机构

1—超越离合器外壳；2—星体；3—滚子；4—光杆齿轮；
5、6—滑动轴承；7—中间齿轮；8—蜗杆

基于上述原因，改装时将超越离合器移置在蜗杆轴上，如图1—31所示。修改后的优点如下：

1. 光杆因弯曲而产生的脉动偏心力由光杆齿轮4支承，这样齿轮4的两个滑动轴承5、6就成了光杆的游动支承，传动系统的刚性得到改善。

2. 当快速移动时，离合器在蜗杆轴上“超越”，中间齿轮7和光杆齿轮4是低速旋转或不旋转，不存在润滑不良和噪

声大的毛病。另外，超越离合器在溜板箱内靠飞溅润滑，不用定期注油保养。

3. 有关传动零件的加工精度要求可以合理地降低。

19 自制机床双金属螺母

大修 B 220 大型龙门刨床时采用钢体与铜套压配，再用螺钉加粘接剂固定的方法，解决侧刀架上的双金属螺母的更新问题，经使用表明，效果良好。其工艺过程如下：

1. 根据双金属螺母的成品尺寸设计钢体和铜螺母，并分别用 35 号钢和 ZQSn6-6-3 车削加工。其尺寸要求如下：

(1) 钢体除 $\nabla 7$ 面留磨量 0.6mm 外，其余全部加工到成品尺寸。(2) 铜套外径加工到 $\phi 62^{+0.03}_{-0.04}$ mm。

2. 将钢体与铜套放置在手动压力机上，把铜套慢慢压入钢体内之后加工 6 个 M12 的螺钉孔，其深度不得接触螺纹底径。然后，在螺纹孔或螺钉螺纹部涂 KH579 粘接剂后拧

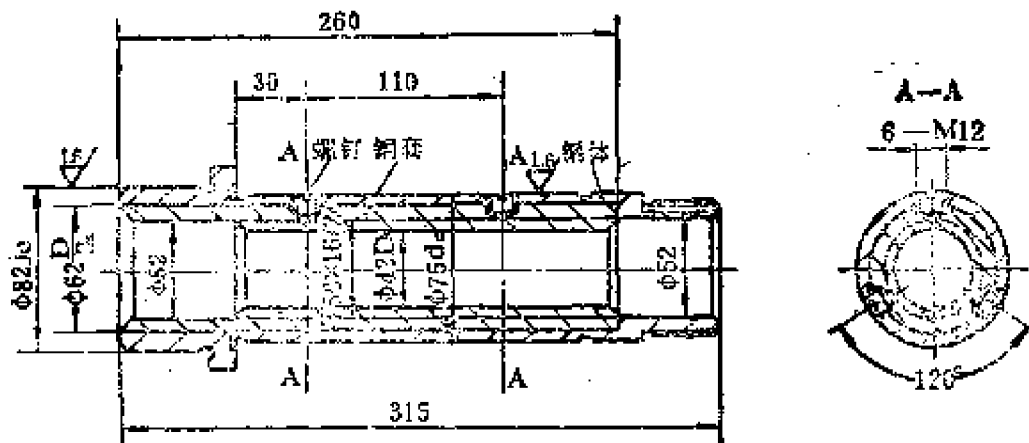


图1—32

紧，经16小时再加工 $\phi 52$ mm尺寸和磨削 $\nabla 7$ 面即成，如图 1—32所示。

使用中如铜套2螺纹严重磨损，可将铜套部分车削掉，只需再加工一个新铜套，钢体就能重复使用。

20 一种滚柱丝杠

在用微机改造车床时，纵向丝杠上改用图 1—33 所示滚柱螺母，可使其起到滚柱丝杠的作用。这种滚柱丝杠的特点是传动轻快、效率高、精度高、价格便宜，一般厂矿均可制造。

滚柱螺母由三个没有螺旋升角的环形齿滚柱 1 组成（如 B-B 剖面图），各绕三个偏心轴 2 在滚针轴承 3 和推力轴承 4 之间转动。偏心轴 2 的偏心量用来调整环形齿滚柱 1 的齿和丝杠的间隙。

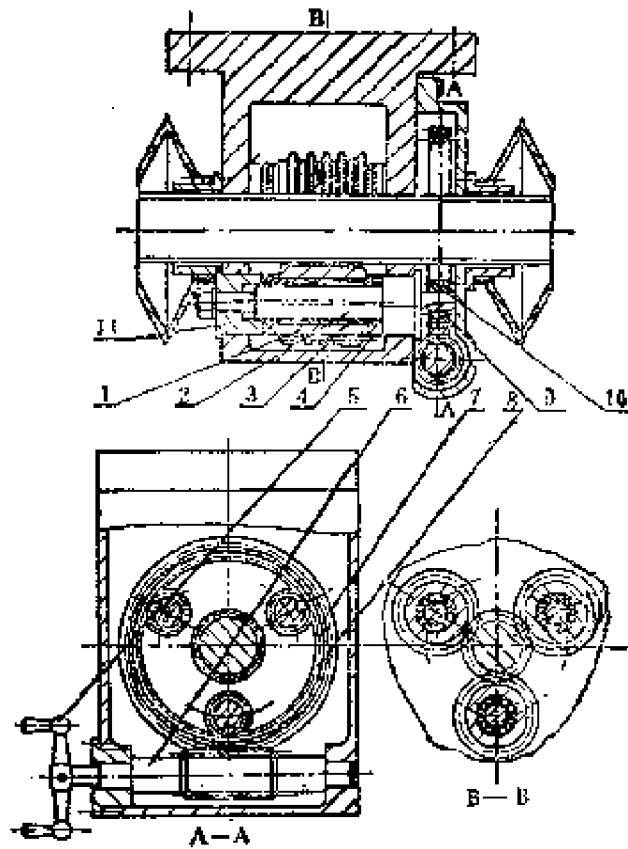


图 1—33

A-A 剖面图为调整间隙机构，调整间隙时只须转动手柄 5，通过蜗杆 6、蜗轮 7、内齿圈 8 带动三个偏心轴上的小齿轮 10 转动，由小齿轮与偏心轴通过键 9 带动偏心轴及环形滚柱 1 一起实现无间隙齿啮合调整。

修磨垫圈 11，使三个滚柱的轴向位置相互差为丝杠螺距的 $1/3$ ，这样不仅使丝杠在圆周上受力均匀，而且能消除丝杠螺母的轴向间隙。其重复精度为 $0.005 \text{ mm}/1000 \text{ mm}$ ，反向间隙为零。

21 C616车床横向进给螺母的改装

C616 车床横向进给螺母由主螺母 4、差动螺母 2 和锁紧螺帽 3 组成，如图 1—34 所示。横向进给丝杆 1 与主螺母

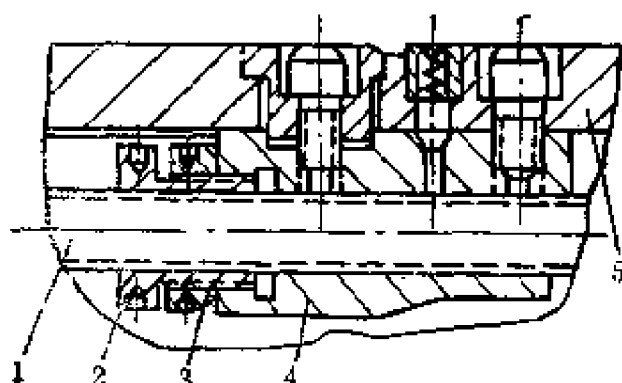


图1—34 改装前的结构

1—横向进给丝杆；2—差动螺母；3—锁紧螺帽；4—主螺母；5—锁托板

母 4 之间的间隙是借助差动螺母 2 来调整的，调整适当后，再用锁紧螺帽 3 将其固定。设计规定：总装后旋转横拖板手柄时其空程量不得大于 $1/40$ 转。但是，这种形式的横向进给螺母其最大缺点是总装后螺纹间隙调整很不方便，因此在机床使用过程中，即使随着螺纹的磨损手柄空程量超过设计标准很多，操作者也极少进行调整，差动螺母 2 形同虚设。其次，这种形式的横向进给螺母加工工艺复杂，即主螺母 4 和差动螺母 2 上的梯形螺纹孔需待其它尺寸加工完毕，装配成一体并由锁紧螺帽 3 固定，再一起加工出来。

图 1—35 所示是改装后的 C616 车床横向进给螺母结构，其横向进给螺母 1 借助于调整楔 2 的上下位置使调整螺母 3 产

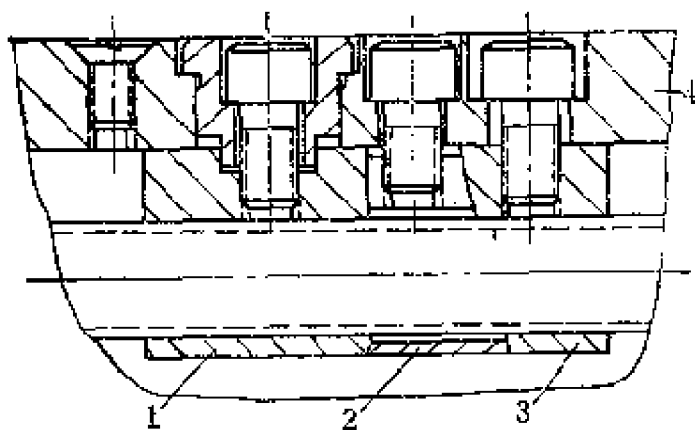


图1—35 改装后的结构

1—主螺母；2—调整楔；3—调整螺母；4—锁托板

生轴向位移，从而达到消除螺纹间隙的目的，因此，机床总装后调整仍很方便。其次，螺母1和调整螺母3铸成一体，加工后分割为两块，因而省工、省料，比较经济。另外，整个改装工作比较简便，大件（如横溜板）改动不大，易于加工，如图1—36所示。

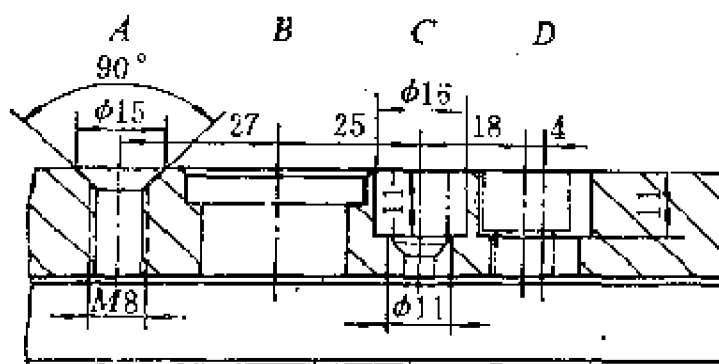


图1—36 托板的改装加工

A为新作均的加油孔；B为原来的孔；C为原油杯改为台阶孔；D为原台阶孔旋成长槽台阶孔

● 离合器 ●

22 铣床离合器的改进

X53J立式铣床快速离合器在使用中经常发生故障，原因是在离合器松开时，摩擦片的间隙太大，达3.2~4.8mm，三个起动钢球10以及滚动钢球（ $\phi 4$ ）出现无规则的移动，有时甚至重叠，造成故障。

图1—37所示是离合器齿轮，原结构是三个槽，新结构增加三个槽，成为等分六个槽。新槽（图中实线所示）长度是原结构槽长的1/2。内外摩擦片2仍按原结构分装在原来的槽内。副起动圈3则安在新槽内并压在弹簧定心轴5上，如图1—38所示。另外，增加一个钢球保持架11使三个起动钢球10保持同步运行，增加三个弹簧6和弹簧定心轴5保持摩擦片

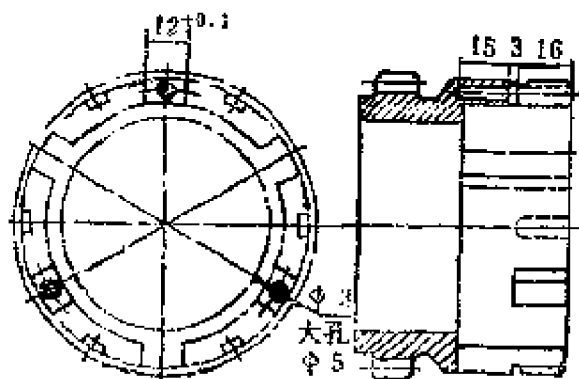


图1—37 离合器齿轮

2有足够的空转间隙，同时还能消除起动圈3、9和钢珠10之间的多余间隙，避免钢珠产生不规则的移动现象。改进后的性能及效果分析如下：

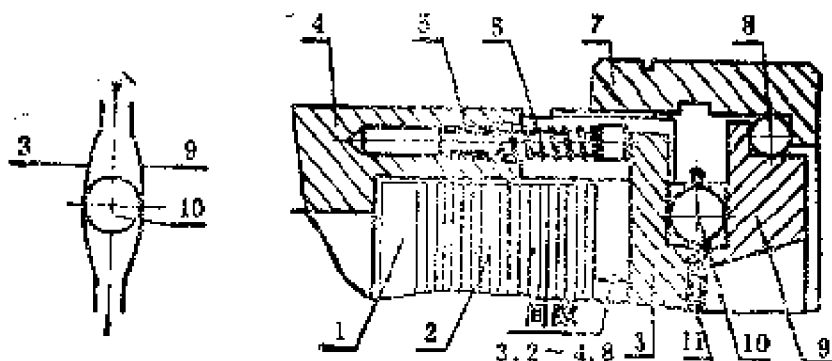


图1—38

在使用过程中，当起动圈9在外力作用下处于停转的一瞬间，起动钢球10便在两起动圈3、9之间转动。由于起动圈上具有抛物线状曲面（见图1—38左示意图），两起动圈一动一静，钢球就将它们撑开，摩擦片被压紧，快速起动。当外力消除后，起动钢球10靠弹簧6的作用，沿起动圈抛物线状曲面下滑滚动；主起动圈9在钢球作用下快速回转复位，摩擦片恢复间隙，快速停止。由于弹簧力始终作用在副起动圈上，所以，副起动圈3、起动钢球10、主起动圈9、轴承8与调整螺帽7之间不会再产生过多的间隙，既消除了钢球乱窜现象，又保证了摩擦片的足够空转间隙。

改进时要注意的事项：（1）弹簧要有足够的弹力，以保

证起动圈迅速复位；(2)定心轴与弹簧在摩擦片压紧后，不能压实；(3)可先用手试，将齿轮4放在主起动圈上（不可重压）旋转，观察副起动圈是否移动以及心轴弹簧的压缩情况，手松开后，主起动圈是否迅速返回原位（否则弹簧的力量就太小）。

23 VF221立铣单向超越离合器的修复

匈牙利VF221立式铣床的进给系统，有18种工作进给速度和一条单独的快速移动传动链，由一台1.8kW的电动机驱动。工作进给和快速移动传动链上各有一只结构特殊的单向超越离合器，如图1—39所示。由于铣床工作进给和快速移动转换非常频繁，时间一长，就会出现快速移动不够灵敏。其原因是快速传动链上离合器轴1的齿面已损坏（如图1—40

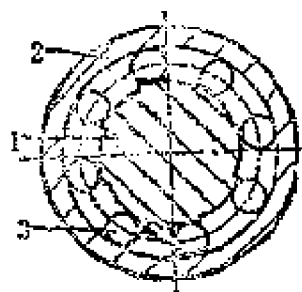
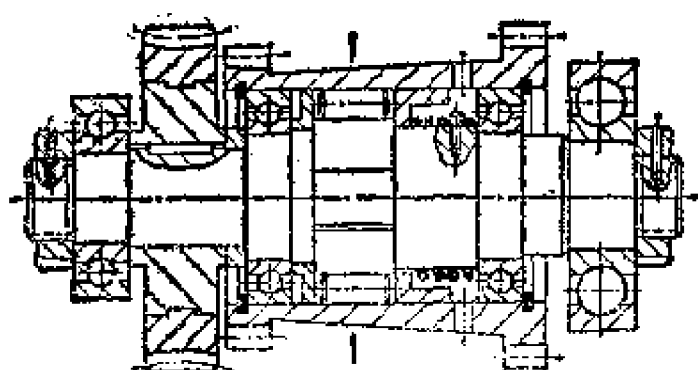
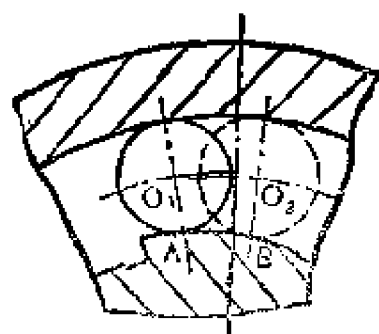


图1—39

中齿形放大图所示)。由于轴的加工要求比较高，更换



齿形放大图



图1—40

困难很大，而采用下述方法即可修复：

由图1—40可知，离合器轴齿面的损坏部分，只是A点附

近很小的一部分，其余大部分并未在工作中发挥作用，因此仍完好无损。另外，发现该工作点的位置可随圆柱3外径的改变而移动。因此，适当增大圆柱3的外径（如图1—40中的虚圆 O_2 ），即可使圆柱3与轴1齿面的接触点从A点移到B点，实际上等于换了一根新轴。经这样修复后，快速移动和工作进给转换灵敏，说明离合器已恢复原有的性能。以后如再出现上述情况，还可以采取更换圆柱3的办法来解决。

圆柱3的加工，可车成八件一体，中有割槽，经淬硬磨外圆后再用薄片砂轮割断。为了延长离合器轴和套的使用寿命，圆柱3的表面硬度应控制在HRC50~55范围内。

24 滚齿机滚削锥齿轮径向进给接通机构的改进

50~60年代的金属切削机床，其传动链的接通与断开，多数是以非自动的机械动作（如提动起落蜗杆）来完成的。这种啮合楔入的非连续性，使接通的及时性受到限制。对于要求准确的复合运动来讲，这种及时率往往不能满足工件的精度要求。在滚齿机上加工锥齿轮，这种及时率就更直接影响了工件的精度。

因为在滚齿机上加工锥齿轮时，要求滚刀在下落的同时（轴向进给），工件应有对滚刀相对的趋近运动（径向进给）。即当锥齿轮的大端模数的弦齿厚度一经满足公差要求时，这种进给就应立即接通。工件的精度在不考虑其它因素的影响下，则完全取决于上述两种运动链的协调和统一。

在加工中，滚刀下落到位的判断，完全由有经验的操作者以目测来确定（“到位”的定义是指滚刀轴线与工件大端模数端面重合）。但这时的径向进给（由操作者迅速到机床另

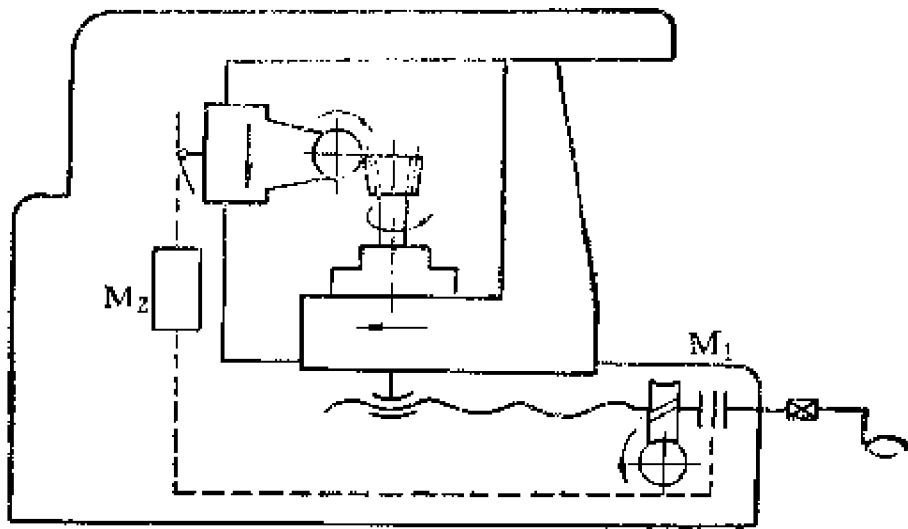


图 1—41

一侧去提动蜗杆起落手柄)在多数情况下滞后于轴向运动。这种状态是无法事先考虑和处理的。而操作者小心翼翼的多次性进给既增大了质量控制的难度又降低了工效。

改进的目的，是要使径向进给的接通应是及时的，接通的指令应是自动的，如图 1—41 所示。对于 532 滚齿机的

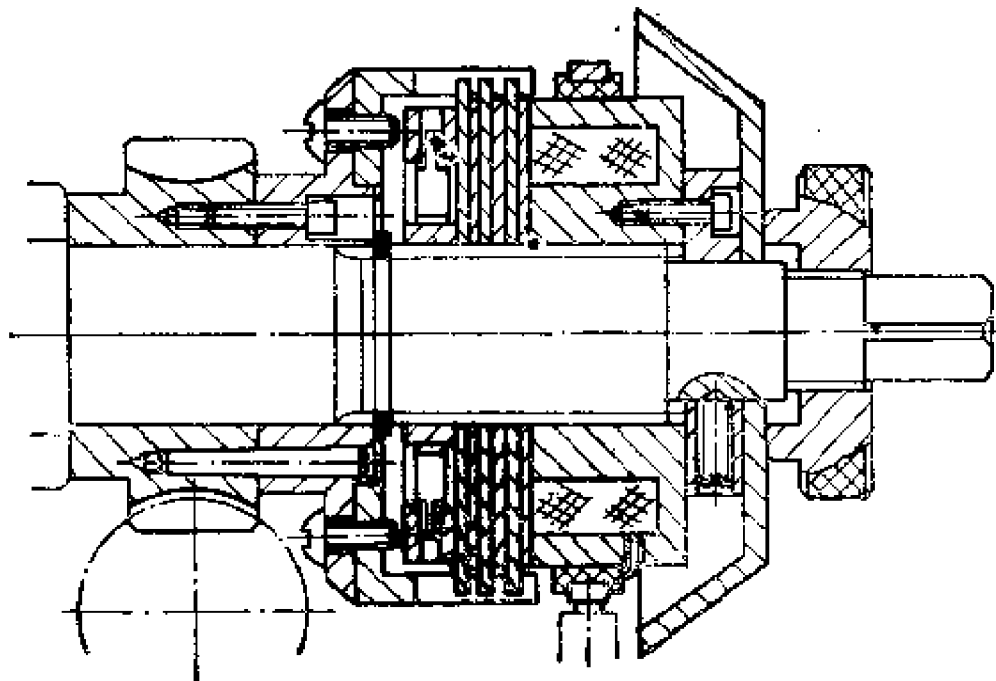


图 1—42 图 1—41 中 M_1 部分示意图

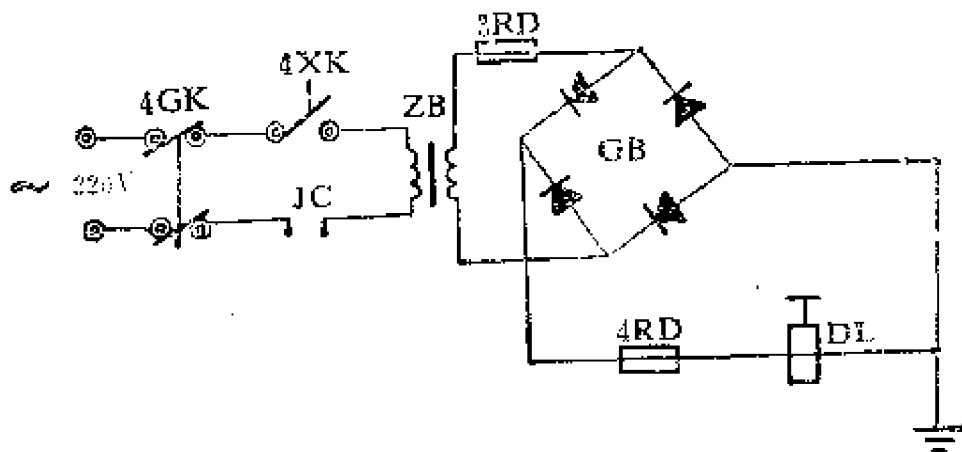


图1-43 图1-41中 M_2 部分示意图

具体改进方法是，在径向进给的原有装配空间，改装了由电磁离合器等十余种零件组成的及时接通装置，如图1-42所示，并在滚刀架及其导轨上改动原有的撞块，通过接触器与电磁离合器相联，实现对径向进给的指令，如图1-43所示。

改进后的工作情况是：在滚刀座未到位前，操作者可以先自由手动径向进给，用以控制弦齿厚度（改动后的蜗轮副始终处于啮合状态）；滚刀座一经到位（撞块使触头4XK闭合），径向自动进给就立即接通（这时已不能手动）。待加工完毕停车时，又能自由手动退刀。这样，在第一个工件滚削合格后（固定撞块位置），整批工件就可免检，可以保证产品质量，并可提高工效。

25 超越离合器快速修理法

超越离合器常常出现传递力小时容易打滑，传递力大时又脱不开毛病，而造成机床不能正常运转。通过分析超越离合器结构与尺寸的关系，即可得出解决的方法。如图1-44所示， D 是由离合器的结构确定的。当 $D < 80$ 时，滚柱的数

目是 $z = 3$ ；当 $D \geq 80$ 时，滚柱的数目 $z = 5$ ，也可以取3。

$$h = \frac{1}{2}[(D - d_1)\cos\alpha - d_1](\text{cm}); \quad \alpha = \arccos \frac{2h + d_1}{D - d_1}$$

由以上公式可知， h 、 D 、 d_1 、 α 有着一定的相互关系，而且， α 过大易打滑，过小不易脱开（一般摩擦角 α 取 $2.5^\circ \sim 8.5^\circ$ ，最好取 7° 左右）。根据这个原理，最简单最迅速的解决办法是：如果超越离合器传递的力小打滑，则适当加大滚

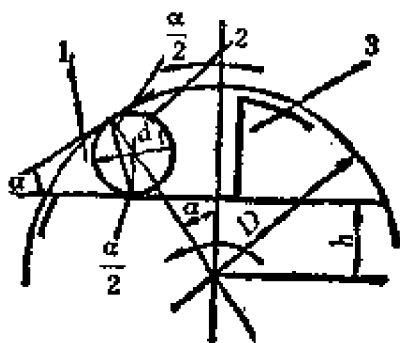


图1-44

1—外壳；2—滚柱；3—星轮

柱外径尺寸 d_1 即可减小 α 角，以防止打滑；如超越离合器传递的力大脱不开，适当加大外毂接触内表面直径 D ，或适当减小滚柱外径尺寸即可以增大 α 角，从而克服脱不开毛病。

26 滚柱单向离合器的失效分析及对策

滚柱单向离合器长期使用后出现打滑失效。拆检时会发现，滚柱被磨成棱柱状，而星体平面仅有极轻微压痕。虽然用油石轻轻打磨即能修平，换用新滚柱后仍能正常工作，然

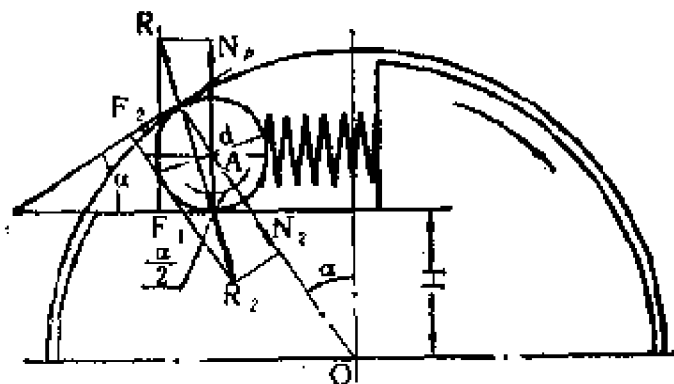


图1-45

而短期又会重复出现上述现象。通过逐个检查被磨损的滚柱，发现其淬火硬度完全符合技术要求，而星体平面上基本未见压溃情况，经分析，这种失效不属于一

般正常失效现象。

如图 1—45 所示，当星体按矢向转动时，滚柱在缝楔中受有四个力：正压力 N_1 和 N_2 ；周向摩擦力 F_1 和 F_2 ；由 N_1 和 F_1 组成合力 R_1 ； N_2 和 F_2 组成合力 R_2 。为防止滚柱自动退出楔缝，合力 R_1 和 R_2 必须相等，方向相反，作用在同一直线上。

$$\text{故 } \frac{F_1}{N_1} = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad \frac{F_2}{N_2} = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{或 } F_1 = N_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad F_2 = N_2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$N_1 = N_2$$

F 随 α 增加而增大，按摩擦力原理， F 不可能大于最大摩擦力。

$$F_1 \leq f_1 N_1 = N_1 \operatorname{tg} \varphi_1$$

$$F_2 \leq f_2 N_2 = N_2 \operatorname{tg} \varphi_2$$

$$\text{由此可得 } \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \leq \operatorname{tg} \varphi_2; \quad \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \leq \operatorname{tg} \varphi_1$$

$$\therefore \alpha \leq 2\varphi_{\min}$$

式中， φ_1 、 φ_2 分别为滚柱和星体及外套接触表面间的摩擦角； φ_{\min} 为 φ_1 、 φ_2 中较小的值。 α 为楔紧角，设计时选择得是否合理对离合器使用效果关系很大。根据有关资料推荐， $\alpha = 6^\circ \sim 8^\circ 30'$ 较为合适。

原离合器的主要尺寸为： $D = 150^{+0.04} \text{mm}$ ； $H = 59^{-0.06} \text{mm}$ ； $d = 15^{-0.012} \text{mm}$ 。根据已知条件，计算该离合器在制造公差范围内可能出现的楔紧角 α 在 $9^\circ 52' \sim 10^\circ 21'$ 。由此可见，该离合器设计时选用楔角值太大，新制造的离合器经使用后 α 值已超出最佳值范围，且外壳和芯体磨损，促使 α 值增大，传动时滚柱不能锁紧在缝楔中，造成

外壳和滚柱时而楔紧，时而打滑，致使滚柱磨损成棱柱状而失效。当换用新滚柱后，情况暂时好转，但很快又会出现上述现象，故仅换用新滚柱是无法恢复离合器传动性能的。

从以上计算和分析，滚柱定向离合器失效的真正原因，是设计时选用楔角值太大所引起的。为了应急修理，曾根据实测离合器零件的有关尺寸，仅把滚柱直径加大0.3mm，相应使 α 值约为 6° ，其效果很好。但正确的方法必须修改原设计，使楔紧角 α 在最佳值范围，才能发挥此种离合器最佳的传动效果。

27 进口机床摩擦片的改进

民主德国“FV400Y”卧式铣床进给箱中的外摩擦片容易发生断裂损坏。如果采用在钢芯片上用环氧树脂粘接夹布塑料板的方法，以代替原摩擦片用粉末冶金材料夹钢芯片在模具内烧结加压成型的方法，则效果较好。其工艺过程如下：

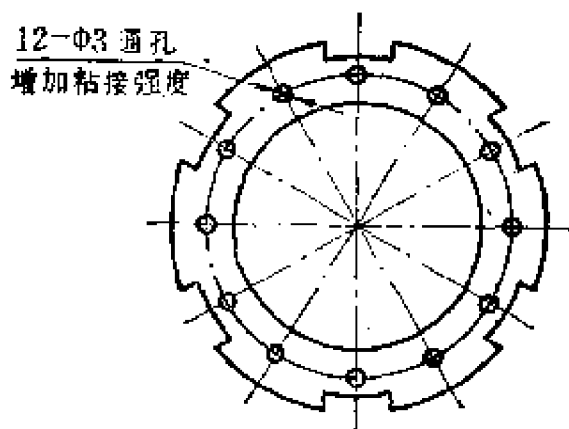


图1—46

钢芯片用A₃材料先加工成如图1—46所示形状，经渗碳淬火至RC42，校平后在平面磨床上粗磨两面至所需厚度，再把夹布塑料板加工成环状，然后将其一面在平板上用砂纸砂毛，即可与钢芯片进行粘接。粘接时应注意将粘接剂涂抹均匀，不可涂的过多，而且两者粘接面都要涂抹。粘接后的摩擦片一定要放在平板上，上面用磨平的重物压紧。待干固后，即可在平面磨床上磨其两面至所需尺寸精度。

28 被动自锁联轴器

被动自锁联轴器（被动自锁轴承），具有自锁性能可靠、结构合理、体积小、传动功率高等特点，且具有足够的强度和刚性。现在，这种联轴器除油田、测井仪器使用外，精密机床和小型起重设备的制造厂也开始试用。

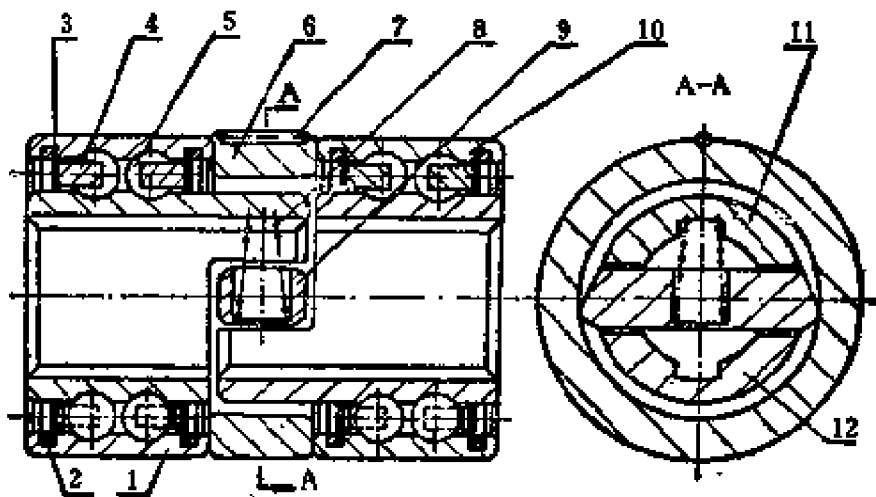


图1—47

如图1—47所示，其工作原理是，当电动机（或其它机构）带动主动的内圈1正向或反向旋转时，克服弹簧8的压力推动锁键9脱离锁紧圈6而带动被动端11的内圈旋转。被动端内圈以键与机器的主动轴相联接，从而带动滚珠丝杠旋转，使机床或仪器的运动部件移动。当主动端12（或其它机构）停止转动，而反作用力迫使被动端倒转时，弹簧8将锁键压紧在锁紧圈6上。锁紧圈通过其外径上的圆柱销7固定在联轴器套上（可根据需要设计），使被动端内圈正反方向均不能转动，达到被动自锁的目的。

29 一种新型的安全离合器

CA6140和CW6163车床所用的安全离合器是靠斜面摩

擦来实现过载保护的，当进给力过大或刀架移动受到阻碍时，会使离合器左、右两半部时而脱开，时而结合，产生撞击，发出很高的噪声并带来较大的磨损。这里介绍的新型安全离合器可使左、右两半部在过载脱开后，不再自行结合，从而克服了以上缺点。该机构可用于CW6163车床上，也可用于同类型车床上。其结构如图1—48所示，当正常传动

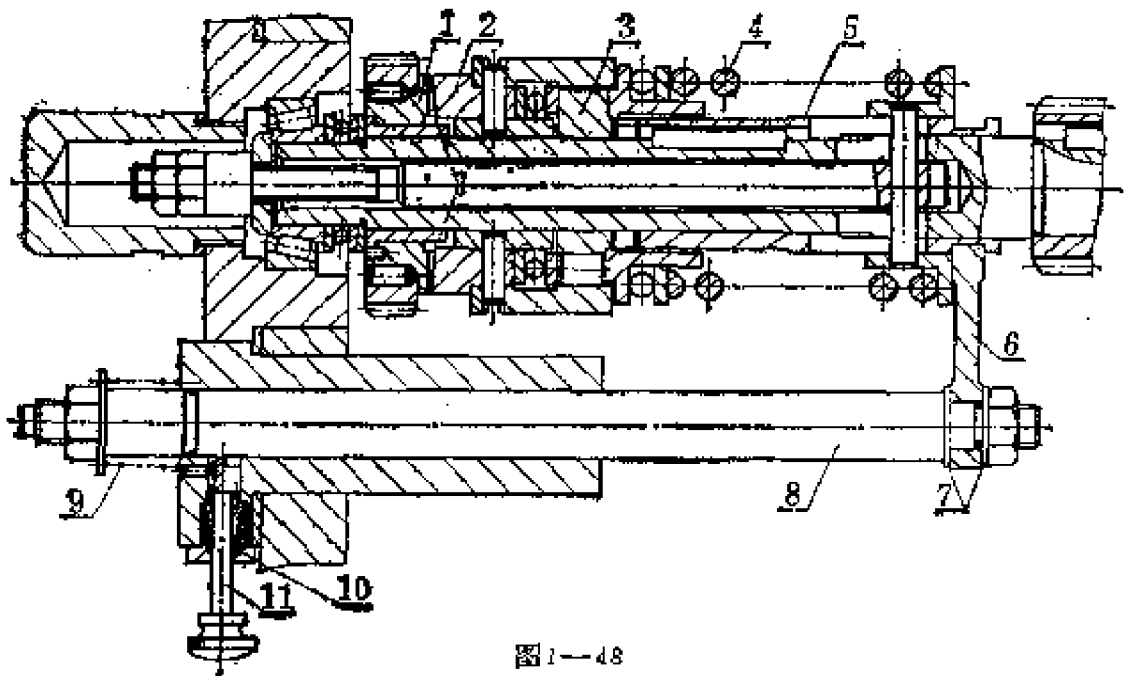


图1—48

时，各零部件均在图中所示位置，其工作性能与传统的结构相同。当执行过载保护的作用时，斜面摩擦离合器左半部1与斜面摩擦离合器右半部2斜面间产生相对滑动摩擦，将右半部2、超越离合器3、牙嵌离合器套5、拨叉6、操纵杆8及调整垫圈7等零件向右推，使定位钉11的齿部嵌入操纵杆8的槽中。当左、右两半部相对滑过一个斜面后，由于弹簧4的推力作用，使斜面摩擦离合器右半部2和超越离合器3自动回位，左、右两半部恢复接合，与此同时，超越离合器3与牙嵌离合器套5间的接合齿脱开，使牙嵌离合器套5、拨叉6、调整垫圈7、操纵杆8等不能复位，所以使进给传动链完全断

开。当排除故障或重新调整负载后，只要用手拉动定位钉11，在复位弹簧9的作用下，操纵杆8就会拉动拨叉6，将牙嵌离合器套5拨往左边与超越离合器3齿部接合，使进给传动恢复工作。

30 尼龙柱销联轴器

如图1—49(a)所示，快速电机轴1和与其相连的传动轴4容易从A、B处断裂，几乎每月都要换。经过分析，其断裂原因是：电机轴1伸出部分直径仅有 $\phi 18\text{mm}$ ，因轴1和轴4用轴套和键进行刚性联接，既不能减振，又不能消除两轴倾斜或不同心所引起的整劲现象。改用如图1—49(b)所示尼龙柱销联轴器联接，既可起到缓冲减振作用，又适合正反转变快和启动频繁的高速加工场合。

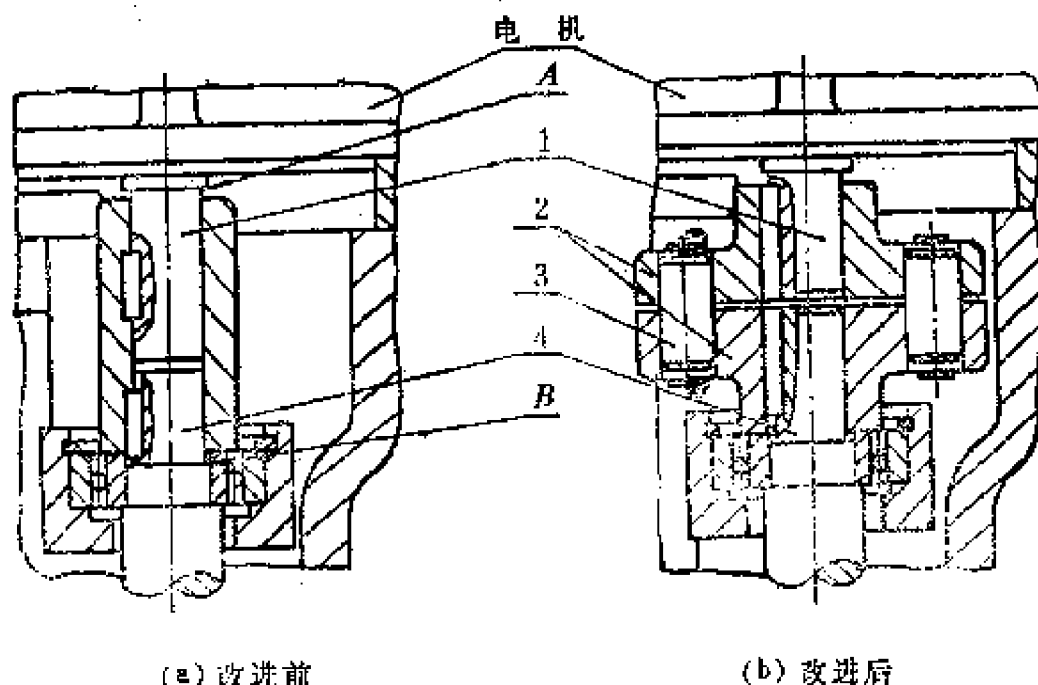


图1—49

A、B—断裂处；1—电机轴；2—联轴器套；
3—联轴器柱销；4—传动轴

31 车螺纹不乱扣的新机构——单齿离合器

在车床上切削螺纹时，当丝杠转一转，工件转数不是整数时，采用提闸退刀就会乱扣。因此，一般在车床上切削会乱扣的螺纹时，常采用乱扣盘或开正反车不提闸的方法。但是，采用乱扣盘车削螺纹要受到一定的条件限制，并不是所有种类和螺距的螺纹都能采用，而且操作不太方便，容易出错。正反车不提闸车削会乱扣的螺纹是目前普遍采用的方法，但有的车床(如C616)是通过电动机的正反转使主轴获得正反转的，电动机频繁地作正、反转，会严重影响其寿命。此外，采用上述两种方法时，工人的劳动强度大，特别是在车削螺纹到台阶的轴套类零件时，会感到很困难，从而限制了车削速度的提高，影响生产率，对加工轻合金的螺纹很不合适。

在CM6125型精密车床上采用单齿离合器机构可以保证在主轴不需反转的情况下，车削各种不同制度和螺距的螺纹都不乱扣。

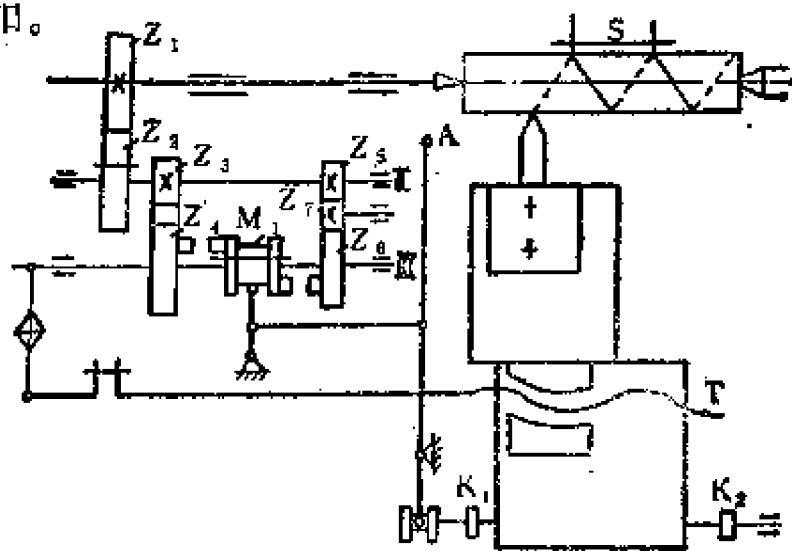


图1—50

图 1—50 所示为具有单齿离合器机构的传动原理图，其工作过程是：车削螺纹第一次走刀结束，溜板箱碰撞挡块 K_1 ，移动了单齿离合器操纵轴，通过杠杆机构，使单齿离合器 M_1 的左边脱开，主轴到丝杠间的内联系传动链脱开，刀架停止纵向进给→手动操纵刀架横向退刀→向右搬动单齿离合器操纵手柄 A，单齿离合器 M_1 的右边接合，溜板箱纵向返回→手动操纵刀架横向进刀→向左搬动单齿离合器手柄 A，使单齿离合器 M_1 左边合上，车削螺纹的内联系传动链再次接合，进行第二次走刀。需要特别强调的是，为保证车削各种不同制度和螺距的螺纹时均不乱扣，必须满足

$$\frac{n_{\text{主}}}{n_{\text{丝}}} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_6}{Z_5} = C(\text{整数})$$

并且在刀架纵向返回时不能提闸。

采用这种机构车削螺纹的特点是：（1）可以在主轴不正反转的情况下，高速车削各种不同制度和螺距的螺纹不会乱扣，这对加工轻合金零件的螺纹尤为适宜；（2）可大大提高车削螺纹的生产率；（3）操作方便，降低了工人的劳动强度；（4）车削螺纹到台阶的轴套类零件时，不会发生困难；（5）结构简单，便于设计及制造，在生产实践中很容易实现；（6）容易实现车削螺纹的自动化，也可以广泛地应用在数控机床上。

32 C616 车床制动冲击的改善

C616 车床的主轴传动缺少制动装置，因而主轴甩车较大。为了提高生产效率，操作者常常熟练地利用反车制动，从而导致机床变速箱超负荷，使齿轮等零件损坏。具体的改进方法是：在电机输入轴与变速箱 I 轴之间安装一个

弹性联轴器，如图1—51所示。反车制动时，从主轴传至I轴和弹性联轴的惯性冲击，由联轴器内两个半联轴节和它们之间的橡胶弹性块吸收。

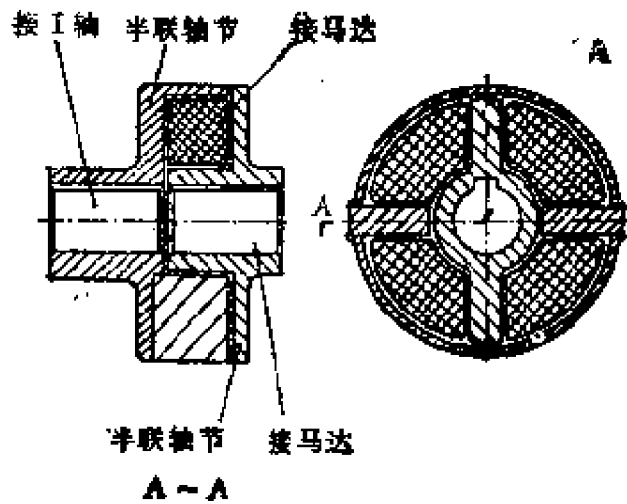


图1—51

改装时原变速箱的结构基本不变，仅需换法兰盘（C616A型），让出安装位置。此外，对I轴长度和轴端尺寸要略加改变。

● 砂轮修整器 ●

33 单粒金刚石组合成型砂轮修整器

如图1—52所示，三牙轮钻头牙爪的轴颈上有一个圆弧滚道和两个外圆滚道；磨削采用的组合成型砂轮如图1—53所示；图1—54所示是一种新颖的单粒金刚石组合成型砂轮

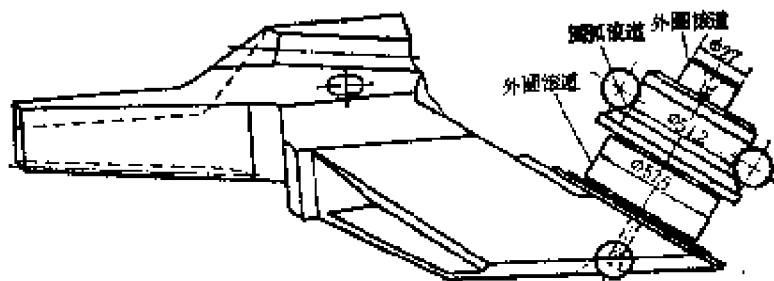


图1—52 三牙轮钻头牙爪

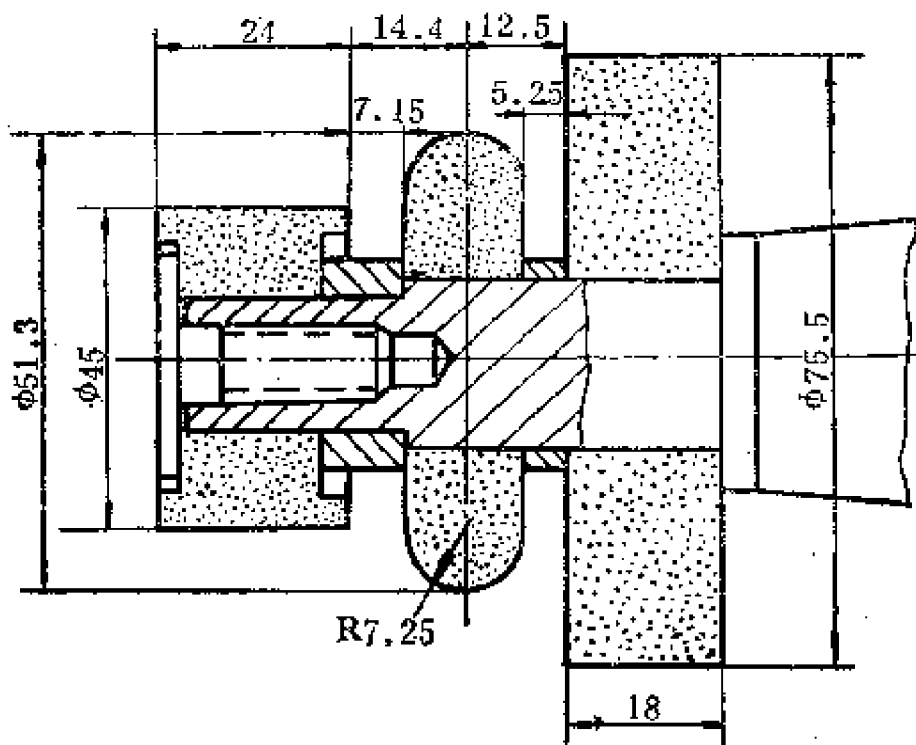


图1—53 组合成型砂轮

修整器，对组合成型砂轮进行修整的效果良好。

这种单粒金刚石修整器上有两颗单粒金刚石做直线运动，它们焊装在金刚石杆1和2上，另有一颗做圆弧运动的单粒金刚石则焊装在金刚石架3上。齿条活塞6在支架5上部的油缸内做直线往复运动，它通过联接板11带动下面的装有金刚石杆1和2的方形轴杆7做直线往复运动，这是用以修整φ75.5mm和φ45mm砂轮外圆的（见图1—53）；同时，齿条活塞6带动齿轮10回转，并通过轴12和键13带动金刚石架做圆弧运动，这是用以修整R7.25mm的圆弧砂轮的。

回转的金刚石架3上焊装有单粒金刚石，其下端尺寸φ5mm部分可进入5.25mm和7.15mm砂轮端面之间的空档内。经试验证明，该金刚石杆的刚度能够满足修整砂轮的要求。

金刚石杆1、2和金刚石架3相互之间的位置调整十分方

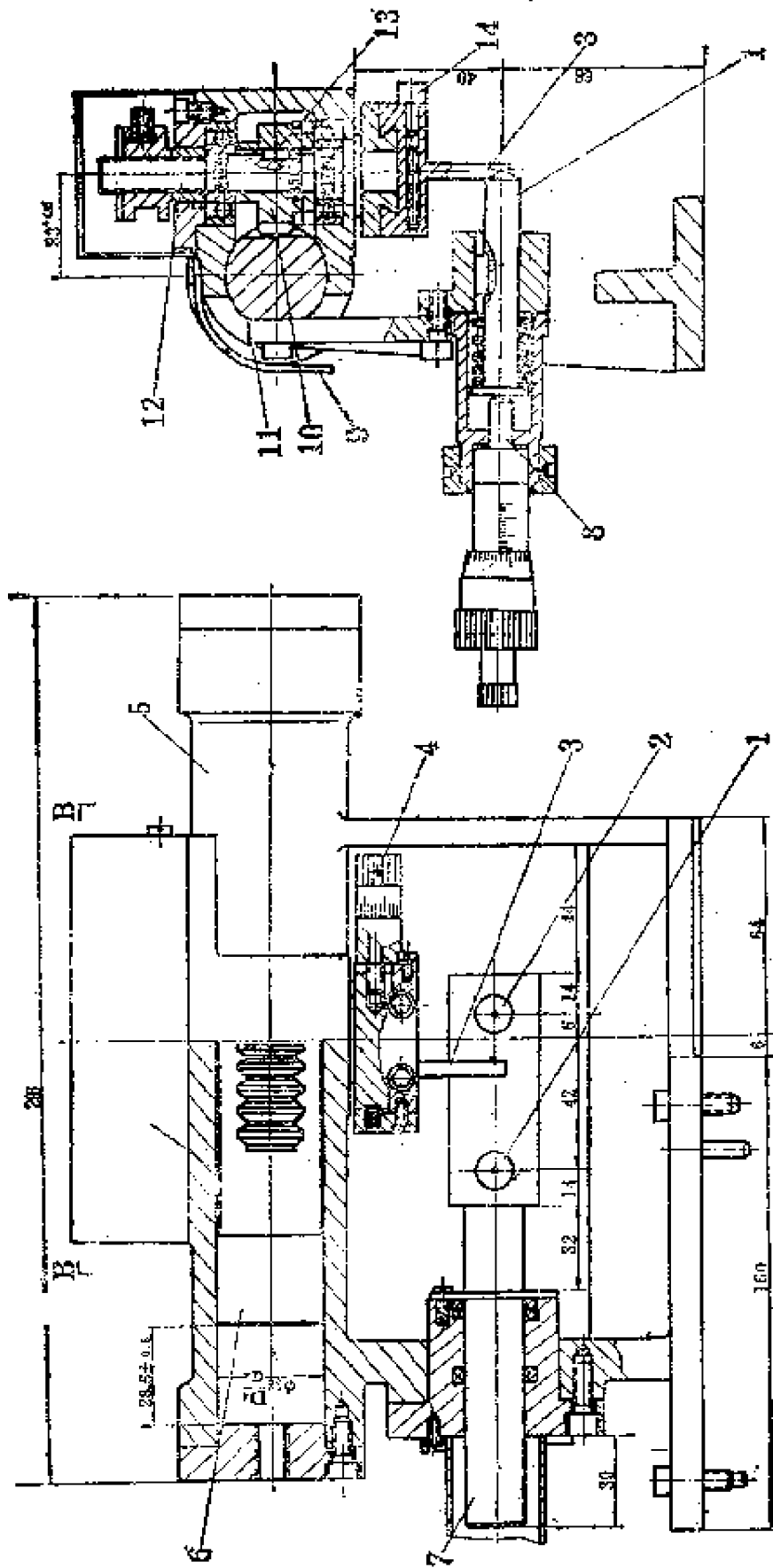


图1-54 单粒金刚石组合成型砂轮修整器

1、2—金刚石杆；3—金刚石架；4—手柄；5—支架；6—齿条齿冠；7—方形轴销；8—千分尺杆；9—罩壳；10—齿轮；11—联接板；12—轴；13—轴；14—螺母

便，即用千分尺杆8顶在金刚石杆1上（2的调整方法同）。弹簧的作用是消除间隙，并使金刚石杆1随着千分尺杆后退而后退。拧动千分尺手把即可精确移动金刚石杆1，精度可达0.01mm。而被磨工件的尺寸精度是0.03mm。松开螺钉14，拧动手把4，可精确调整金刚石架3的位置，以调整R7.25mm尺寸，精度可达0.02mm。而被磨工件的尺寸精度仅是0.1mm。

34 新型组合式砂轮修整器

在矩台平面磨床上，使用新型组合式砂轮修整器修整加工图1—55所示零件时，修整器由角度修整器、圆弧修整器组成，配合使用。

修整直线、角度、侧面(端面)的角度修整器见图1—56，由本体、销子、锁紧块、固定螺栓、靠铁、手柄和滑杆组成。修

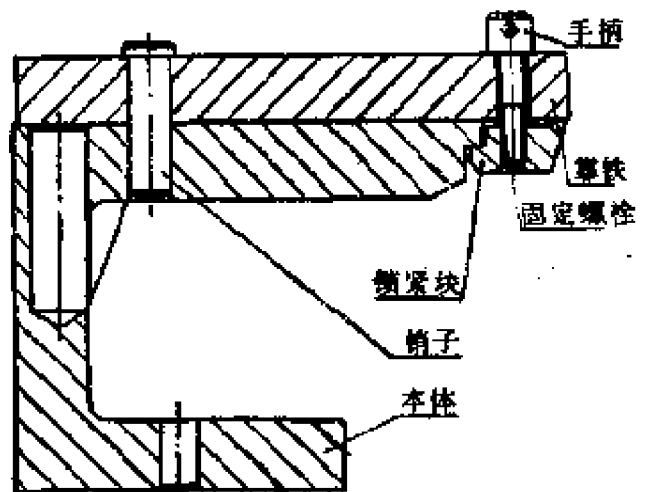


图1—55

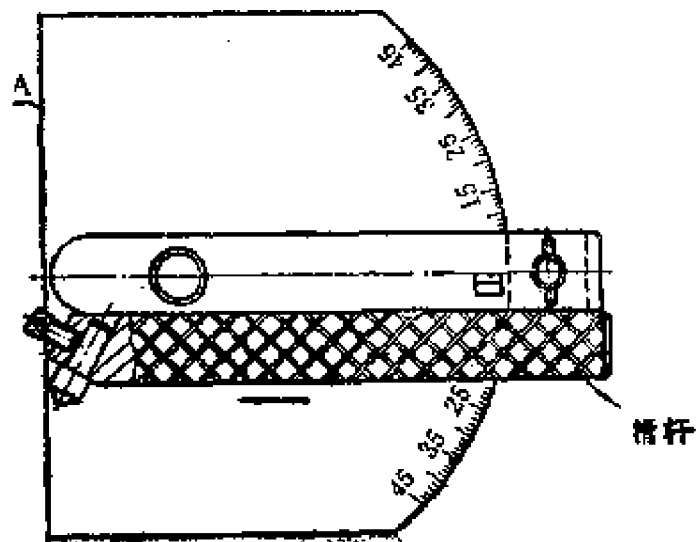


图1—56

整端面时，将靠铁固定到零度位置上，然后将滑杆贴紧靠铁侧面，往返移动滑杆，就能修整端面。对角度的调整，要先松开固定螺栓，向左或右移动靠铁，使之与加工工件的角度数值相符，然后拧紧固定螺栓，即可修整一个单角。另一单角，调整方法相同，但位置相反。

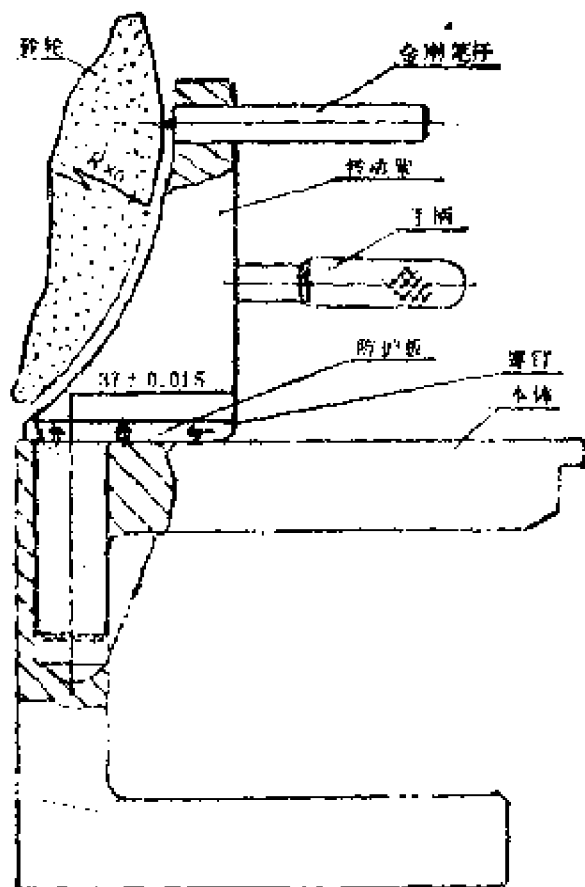


图1—57

修整曲线、凹凸圆弧(R)面，可用图1—57所示的圆弧修整器。该修整器由金刚笔杆、转动架、手柄、毛毡、防护板、螺钉和本体(借用件)组成。

使用时，先在图1—56的原有基础上松开固定螺栓，卸下销子、靠铁及其连接的零件后，再将圆弧修整器装到本体上。最后，测量R值，转动架中心至后平面的值为 $37 \pm 0.015\text{mm}$ 。调整尺寸时，以 $37 \pm 0.015\text{mm}$ 为基础，用游标卡尺先定好需要值，松开紧固金刚笔杆螺钉，金刚笔杆往前移为凹圆弧，往后移为凸圆弧，然后拧紧紧杆螺钉，用手柄作平稳的圆周旋转，至需要曲面长度。但要连续往返几次，才能保持砂轮表面平整。

使用这种修整器的注意事项有：(1)将修整器本体A面校直，使之与砂轮主轴平行；(2)将靠铁调整到与加工零件角度相符，然后用固定螺栓拧紧；(3)手动移动滑杆不易做到平稳

匀速，因此需要连续往返几次才能达到砂轮表面的平整。

35 圆弧砂轮修整器的改进

用常规方法修整凹圆弧半径为 $R7.3\text{mm}$ 、修整角为 α 的成型砂轮时，应用图1—58所示的新结构较为方便。其特点为：

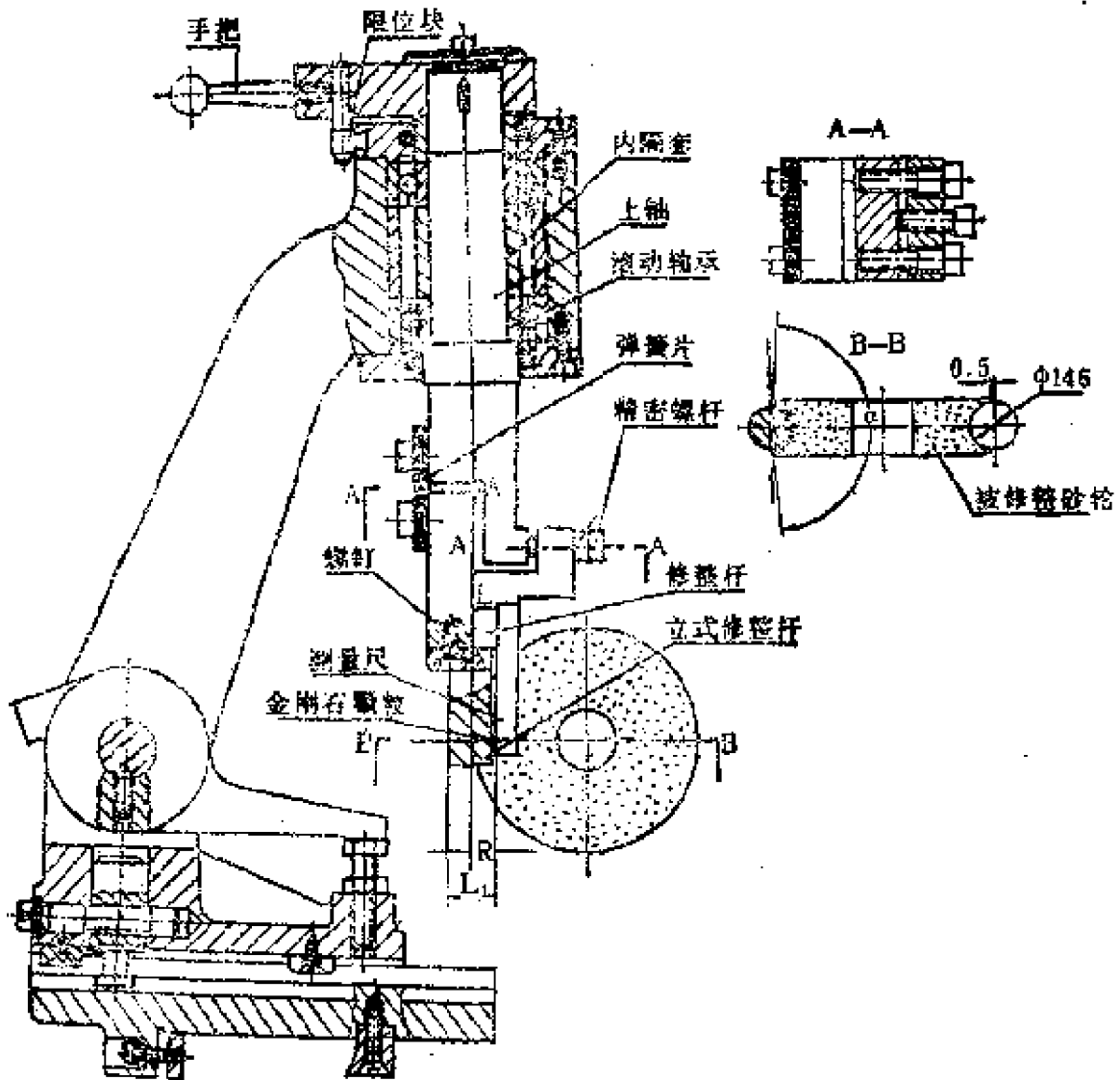


图1—58

(1) 金刚石修整杆调整为垂直位置，并使修整杆的直径小于 $\phi 14.6\text{mm}$ ；(2) 金刚石颗粒直接焊装在立式修整杆上；(3) 上轴装在滚动轴承内，并调整内隔套的长度，使轴承产生预负

荷,动作平稳灵活;(4)修整杆和上轴用弹簧片及精密螺杆联结,拧动精密螺杆,弹簧片便产生弹性变形,即可实现金刚石颗粒在水平位置的微量调整。具体的调整步骤是:(1)粗调,即松开螺钉,移动修整杆使金刚石颗粒与测量尺接触,紧固螺钉,取下测量尺。(2)修整杆设计尺寸 $L = 14.6/2\text{mm}$,把R调整到 $= L$,R即为所修整的砂轮凹圆弧半径。(3)调整限位块使金刚石杆摆角等于 α 角(见B-B剖面)。(4)修整砂轮,试磨工件。试磨后的工件尺寸超差,可松开精密螺杆进行调整,即向里拧动精密螺杆时R值增大,反之将缩小。

36 双圆弧砂轮修整器

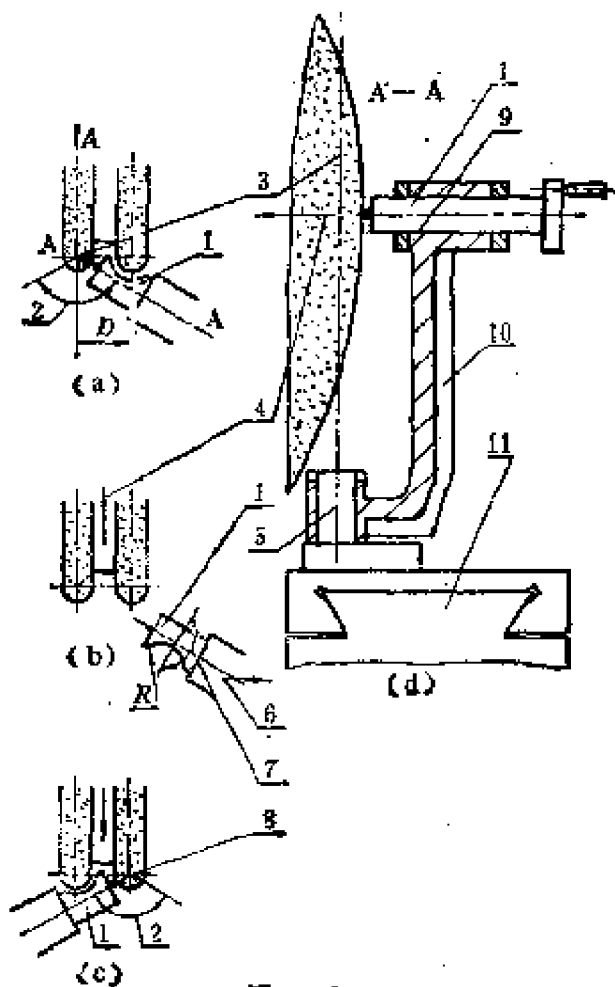


图1-59

双列向心球轴承内环两个圆弧面滚道,可用双砂轮进行磨削。这类砂轮的单粒金刚石砂轮修整器可有两种,一种是单金刚石杆双圆弧砂轮修整器,另一种是双金刚石杆双圆弧砂轮修整器。

单金刚石杆双圆弧砂轮修整器,是指用一个金刚石杆顺序修整两个砂轮圆弧的砂轮修整器,如图1-59所示。金刚石杆1由支架10带动以砂轮圆弧中心3、支架

回转中心 5 为中心, 按箭头 2 方向转动 (见图 a), 对左边砂轮进行修整。然后双砂轮按箭头 4 方向后退 (见图 b), 金刚石杆 1 和支架 10 沿导轨 11 按箭头 6 方向右移距离 D, 金刚石杆 1 在支架 10 上横孔 9 内自转 180°。砂轮前进后 (见图 c), 支架 10 带动金刚石杆 1 开始以右边砂轮圆弧中心 8 及支架 10 回转中心 5 为中心, 按箭头 2 方向转动, 对右边砂轮进行修整。金刚石杆 1 上的凹圆弧的作用, 是避免砂轮与金刚石杆发生干涉。这种单金刚石杆双圆弧砂轮修整器的缺点是: (1) 金刚石杆 1 在支架 10 上横孔 9 内与支架 10 一起沿导轨 11 移动距离 D 后, 才能用金刚石杆 1 对左右两个砂轮进行修整, 因而导轨 11 运动的定位精度和刚度都会对修整精度有影响。(2) 为了改变金刚石杆 1 凹圆弧

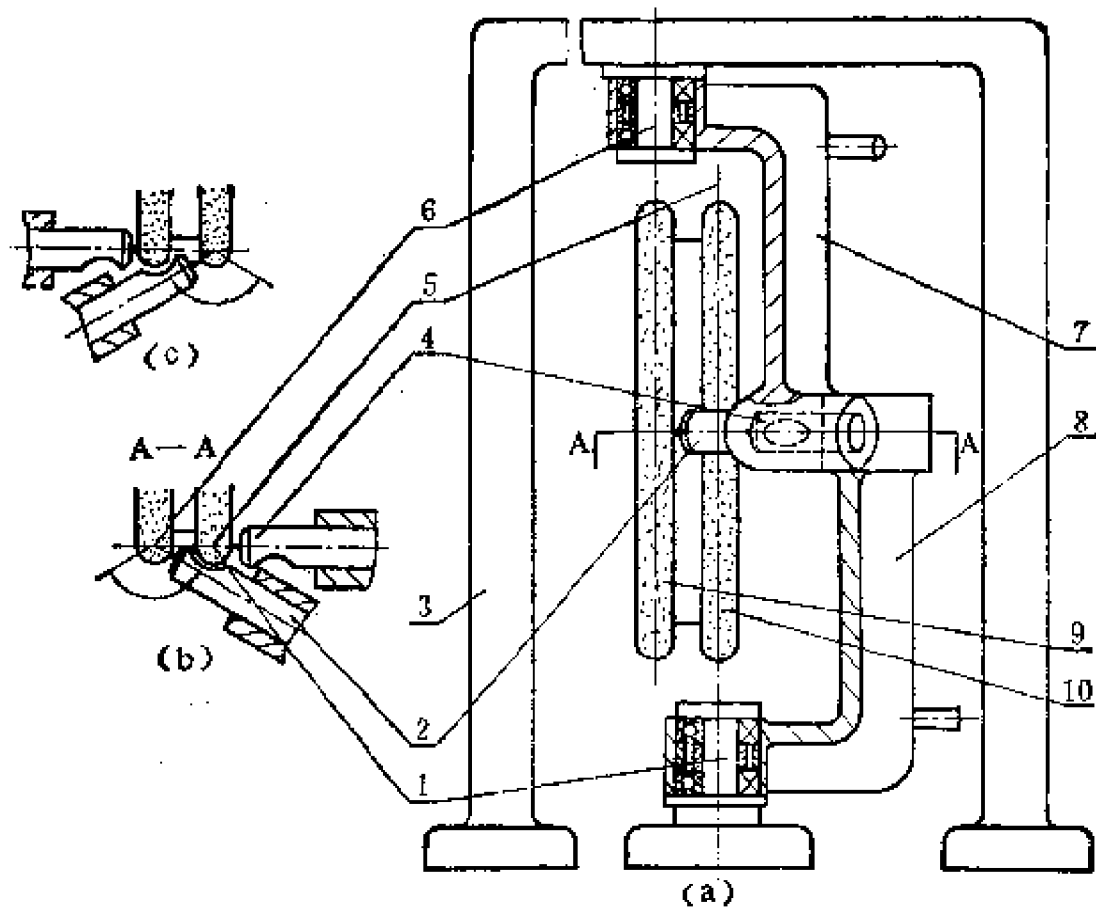


图1—60

的位置, 金刚石杆需要在支架 10 上横孔 9 内转 180°, 这种转动

的定位精度和结构刚度也会对修整效果有影响。(3)回转支点5是滑动轴承,它的间隙对支架10的定位精度和刚度有影响。

双金刚石杆双圆弧砂轮修整器是指用两个金刚石杆分别顺序修整两个砂轮圆弧的砂轮修整器,如图1—60所示。金刚石杆2和4分别装在支架7和8上的横孔内(见图a),支架7和8可绕支承6和1回转带动金刚石杆2、4对砂轮9、10进行修整,支架3设计成龙门形,以使两个金刚石杆的修整效果相同。这种双金刚石双圆弧砂轮修整器之所以能克服单金刚石杆双圆弧砂轮修整器存在的缺点,是因为它在结构上有三方面的特点:(1)左金刚石杆2(见图b)凹圆弧在金刚石杆右边,右金刚石杆4凹圆弧在杆左边,在修整过程中凹圆弧位置不改变,免除了金刚石杆转 180° 的动作,金刚石杆2和4直接固定在支架7和8上。(2)双金刚石杆(即金刚石杆2和4)分别对左右两砂轮进行修整,金刚石杆在修整过程中不在支架上沿导轨移动,因此不必设置移动导轨。(3)回转支点可设计成滚动支承(见图a),以消除支点的间隙,提高刚度。

37 手动圆弧直线修整器

图1—61所示的修整器,具有结构简单、容易制造、成本低等特点,适用于修整磨削曲轴外圆和圆角的砂轮。

如图所示,当手动圆弧直线砂轮修整器手把处于水平位置时,弹簧6将锁紧爪5右端顶起,锁紧爪左端把滑鞍锁紧在燕尾导轨座上,消除滑鞍直线运动,此时旋转手把1,金刚石架9绕轴中心转动,便可修整砂轮圆弧部分(点1至点2和点3至点4)。手把处于压下位置时,借顶杆4传递压力,锁紧爪5被松开,同时手把方形部分的下部进入架体有尺寸配合的方槽内。其作用是:停止圆弧运动;推动手把

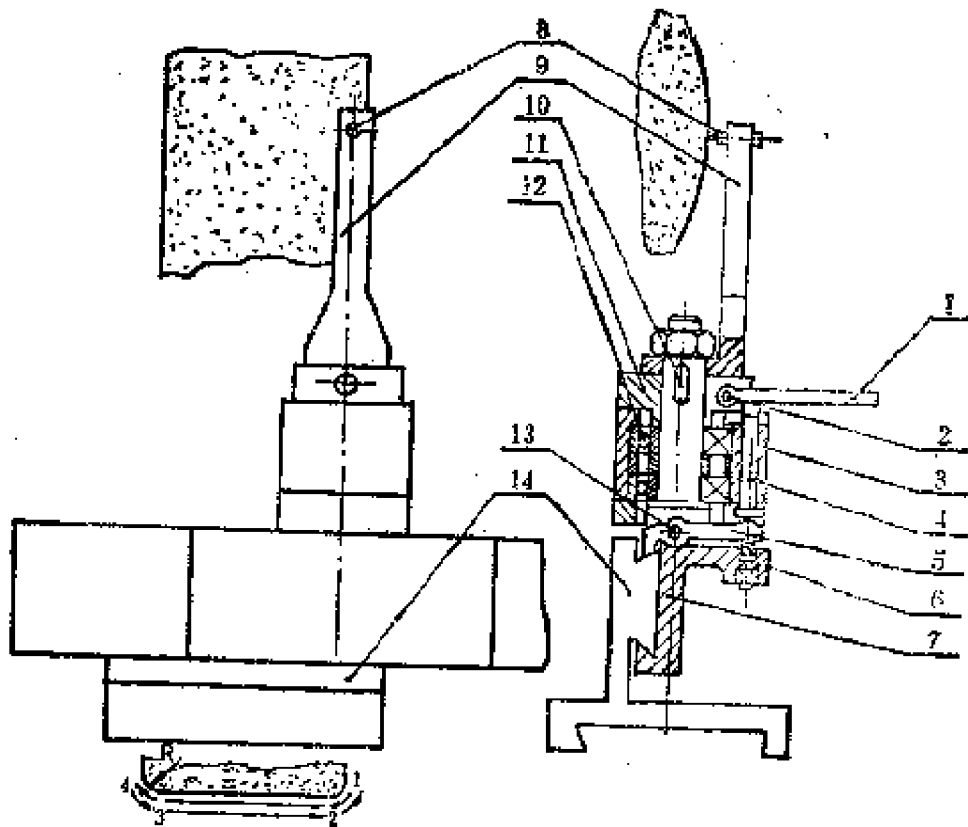


图1-61

- 1—手把；2—轴；3—架体；4—顶杆；5—锁紧爪；
6—弹簧；7—滑鞍；8—金刚石杆；9—金刚石架；
10—盖；11—座；12—轴承；13—轴；14—燕尾导轨座

时，滑鞍沿燕尾导轨座移动，以便修整砂轮的直线部分(点2至点3)。

修整圆弧部分(点1至点2)时，手把处于水平位置，滑鞍被锁紧。金刚石移动到点2时，要迅速将手把向下按，并向左推动手把进行砂轮直线部分(点2至点3)的修整。金刚石移动到点3时，要迅速将手把抬至水平位置，并立即继续转动手把，使金刚石完成砂轮圆弧部分(点3至点4)的修整动作。返程修整操作同上。

从砂轮的圆弧修整向直线修整过渡时，以及从直线修整向圆弧修整过渡时，操作都应灵敏迅速，才能保证修整质量。

调整限位块和金刚石杆的位置，可改变点2至点3的距离 L 和半径 R ，以便修整磨削不同尺寸规格曲轴的砂轮。

另外，此种手动圆弧直线砂轮修整器还可以修整异形砂轮，以及双凸圆砂轮和双凹圆弧砂轮，但需要换金刚石架和金刚石杆。

38 曲轴磨圆弧砂轮修整器

MB8260曲轴磨床附机的圆弧修整器，虽然具有旋转复位精度高，旋转配合处避开了砂轮修整下来的砂粒污染等优点。但其弱点是：重量达23.5kg，往往由于装夹过于费力，

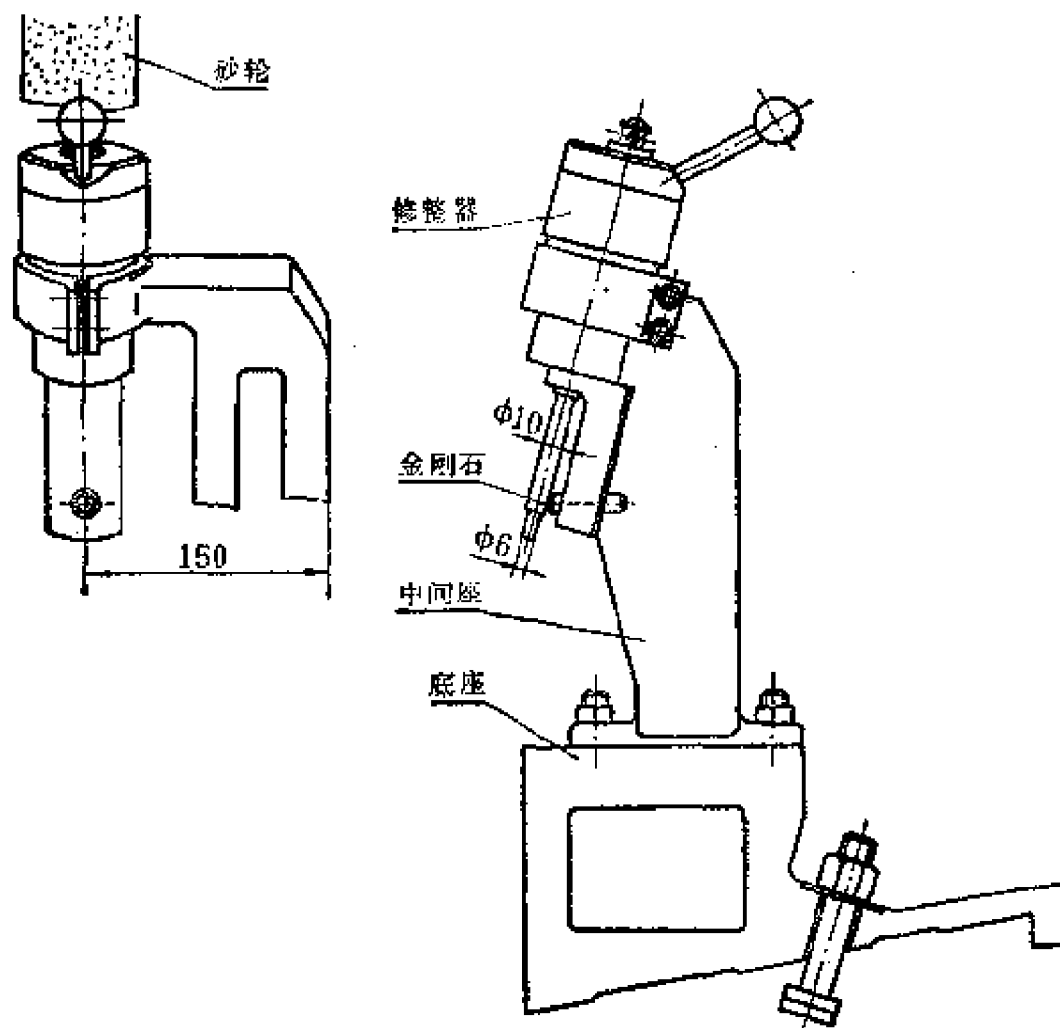


图1—62 MB8260曲轴磨床砂轮及圆弧修正器外形

而在应修整时不愿修整砂轮，从而降低了产品质量；为了避开中心架以及自动测量装置，圆弧修整器专门制成图 1—62 形状，没有对称性，因而立不稳，偶尔也会磕碰中心架或测量头，导致有时出现废品；如果左右两卡盘间距小于 200mm，则此修整器不能使用，因此，缩小了机床的使用范围。

鉴于上述原因，可对原 R 圆弧修整器改装成图 1—63 所示的结构，将其直接安装在左卡盘上使用。新制的左卡盘后侧加工有一 T 型槽，用以锁紧修整器；另制一夹持座，代替原修整器的中间座和底座；修整头部分仍用原修整头。操作

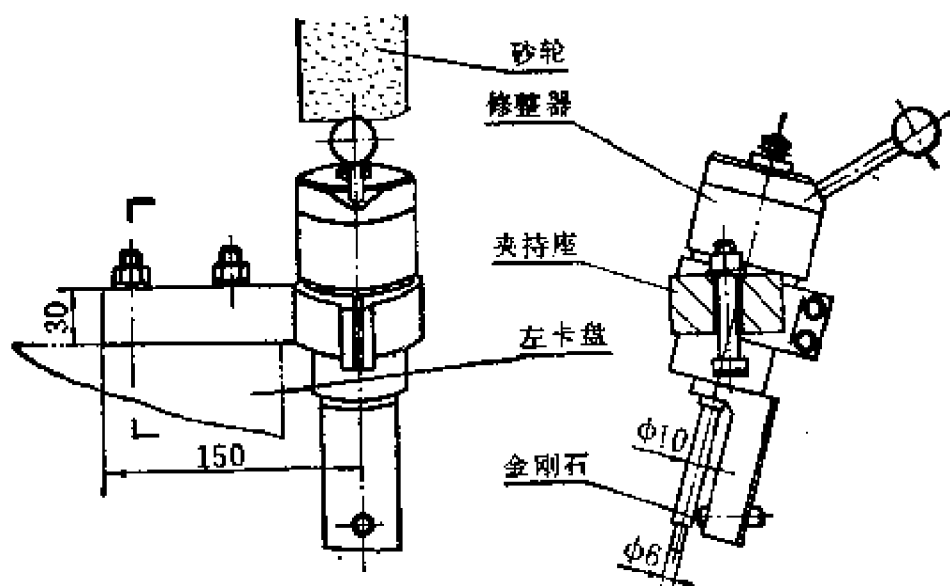


图1—63 改装的R圆弧修整器外形

时，将左卡盘前转 90°，卡盘用卡销定位，装夹上此修正器，即可完成修整动作。这一改进保持了原修整器的全部优点，保证了使用寿命和修整质量；其重量为 4kg，仅是原修整器的 1/6，从而可减轻体力消耗。

39 简易凸半圆砂轮修整器

图 1—64 所示为花键轴铣刀，以往一直在铲齿机床上铲

背制造。由于成形铣刀自身的光洁度较差，铣刀的加工表面光洁度达不到设计要求，造成多次返工甚至报废；同时，由于铣刀淬火变形，致使其外径径向刃口和法向刃口跳动值超差，造成刃磨前角困难，产品合格率仅为50%。因此，对工艺进行改进，以磨齿形代替铲齿加工。铣刀成形表面的加工质量，直接由砂轮成形表面的精度及表面光洁度来保证。图1—65所示为简易凸半圆砂轮修整器。

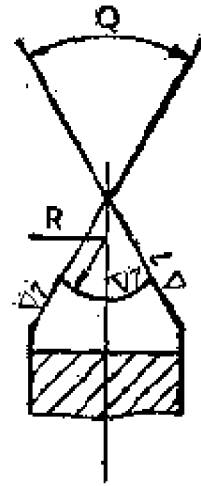


图1—64 花键轴铣刀

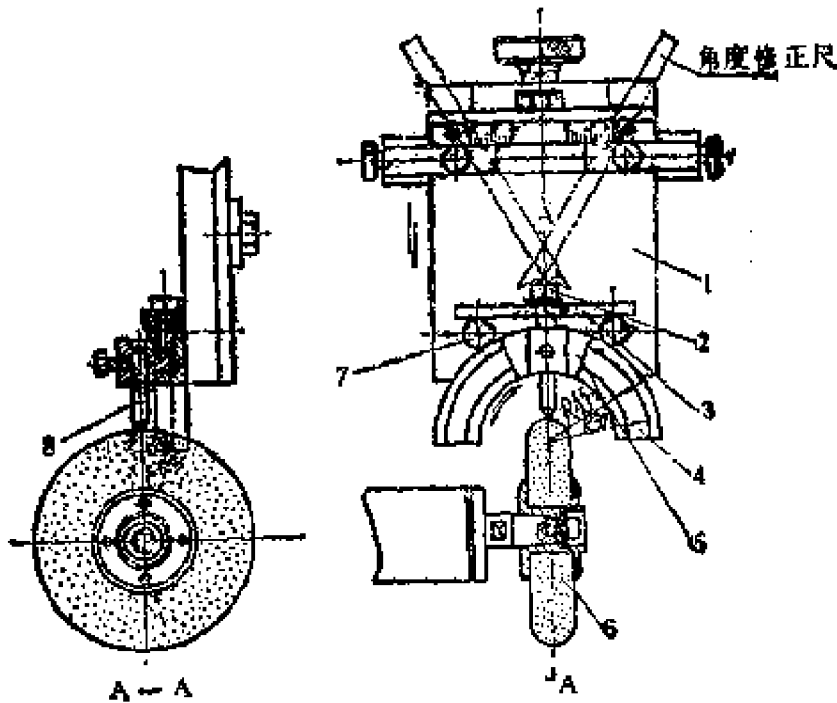


图1—65 简易凸半圆砂轮修整器

1—支座；2—螺钉；3—压板；4—滑块座；5—滑块；6—砂轮；7—圆柱销；8—金刚钻

该修整器由支座1、螺钉2、压板3、滑块座4、滑块5、圆柱销7及金刚钻8组成。滑块座4紧靠圆柱销7，并借助于压板3及螺钉2连成一体。滑块座的中部制有半圆弧形沟槽，滑

块5可在该沟槽内自由移动。工作时，用手左右推移滑块，借助于金刚钻8将砂轮修整成所需的成形面。使用修整后的砂轮磨制铣刀型面，其产品合格率可提高到99%；产量增加一倍；粗糙度可达 $R_a0.4\mu\text{m}(\nabla 8)$ 。

40 金刚石砂轮整体滚压修整

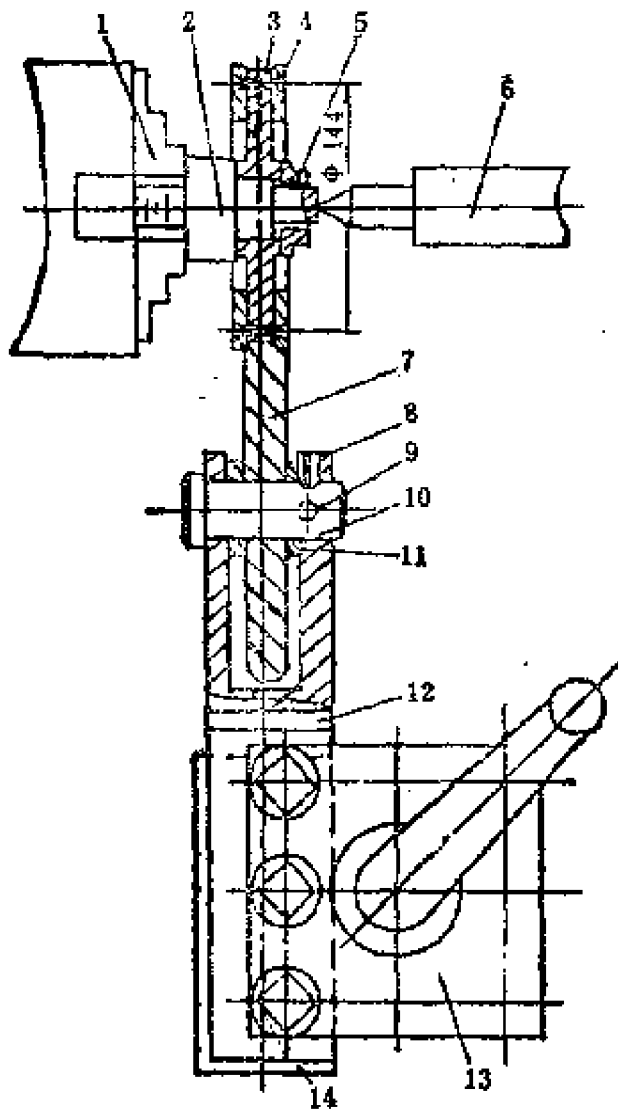


图1—68 滚压修整砂轮示意图

1—四爪卡盘；2—芯轴；3—砂轮；4—铆钉；5—螺母；6—尾座顶尖；7—滚轮；8—顶丝；9—销钉；10—小轴；11—摩擦环；12—滚轮体；13—方刀台；14—垫片

铜合金结合剂金刚石倒角磨边组合砂轮，是磨削光学镜片外圆和倒角的专用砂轮，可在C630车床上用成型滚轮整体滚压的方法修整。如图1—66所示，先将芯轴2装在卡盘1上，调整其跳动量（小于 0.01mm ）。然后装上已固为整体的砂轮3（用20个 $\phi 5$ 的铆钉4固为一体），用螺母5压紧芯轴的另一端，并用尾座顶尖6顶住。在方刀台13上装卡已装配好滚轮7的滚轮体12，并用垫片14调整中心高（略高于中心线 1mm ），同时调整滚轮7与芯轴2中心线的垂直度（小于

0.01mm)。

装卡完毕,启动车床,以 12r/min 的转速转动之(滚压速度不得大于 6m/min),然后缓缓切入滚轮 7,使之与砂轮始终保持滚动接触,并将滚轮左右微量移动,以修整砂轮的两个侧面。一般滚压 10 分钟左右,即可修整至合格的型面精度。为达到平衡砂轮的目的,可用左右偏刀车削砂轮的两个外端面,然后连同芯轴 2 一起外圆磨床上磨削外圆。最后用硝酸做腐蚀处理,即可使用。

这种工艺的特点是不需特殊的装备和技术,可节省大量工时,且砂轮型面精度高,使用寿命长。此外,也适用于较简单的曲面成型砂轮的修整。

41 用白刚玉砂轮修整金刚石砂轮

把金刚石砂轮放到普通外圆磨床的顶尖之间,用白刚玉砂轮进行修磨,其修整效率很高,修复后的砂轮磨削性能良好。

被修整的金刚石砂轮如图 1—67 所示,采用粒度为 280 号 JR1 型人造金刚石和外镀法制造,用于精磨阀芯中部宽为 $1.2^{+0.01}$ mm 深为 3.8mm 的环形槽。砂轮的主要工作面是 A 和 B 两个侧面,而不是外圆。

修整的方法及工艺要求是:

把被修整的电镀金刚石砂轮用芯轴固定,然后装到外圆磨床的顶尖中间,用硬度为 ZR、粒度为 60 号的白色氧化铝

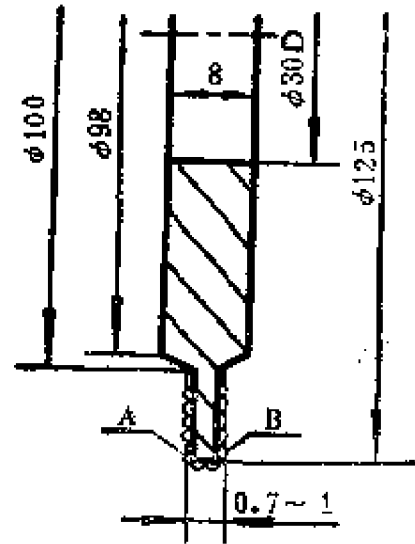


图1—67

砂轮，以切入磨方式，每次径向进给 $0.02\sim 0.03\text{ mm}$ ，磨削 $2\sim 3$ 次，再纵向往复磨削一次，如此循环交替地进行修整，直到把钝化了的金刚石砂轮部分除去为止。整个修整进给操作过程，都是通过手动完成的，修整砂轮的速度大于 15 m/s ，被修整砂轮的转速小于 50 r/min 为宜。

上述砂轮修整过程，主要是金刚石颗粒的脱落，而不是磨耗(损)。为此，修整操作时必须注意，首先用切入法把夹在左右两层金刚石间的金属基体除掉，然后再以纵磨法使砂轮对粘结不牢的金刚石碰击，从而达到修整砂轮的目的，如图1—68所示。另外，在修整过程中还需注意充分供给冷却液，

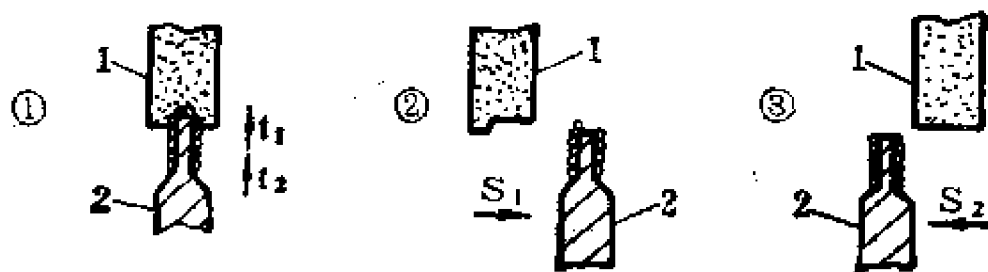


图1—68 砂轮修整过程

1—白刚玉砂轮， 2—金刚石砂轮

● 液压 ●

42 M7132A平磨工作台制动失灵与换向超程的改进方法

M7132A平面磨床原操纵箱油路的设计，会导致往复工

台制动失灵，换向超程，严重时在最高往复速度下激动开停阀到“停”的位置，会使工作台溜车，甚至换向。若在原操纵箱上改变开停阀的回油孔位置，存在的上述问题就可立即得到解决如图 1—69 所示。改进的原理是，维持主油缸活塞两边的液阻，勿使泄压油腔的油泄尽。由机床原理图可知，要解决换向超程，应加大换向阀液控流量，故将两个节流阀开大（比原有位置拧出 10mm），速度阀加大一倍（为 180°）。经调整后，在最大台面速度下也不会出现换向超程现象。

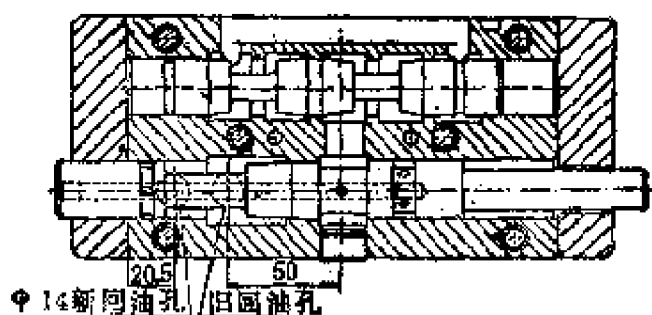


图 1—69

43 C7220 车床液压系统故障的排除

C7220 车床是半自动液压仿形车床，现介绍生产中常见的较为隐蔽的四种故障的排除方法。

1. YB-6/25 油泵电机发热跳闸。如图 1—70 所示。试车中发现，上下刀架快慢速动作正常，调整中压力 P_1 、 P_2 调整自如；两个溢流阀 Y—25B 均正常、灵敏；检测 YB—6/25 油泵电机电流（标准为 4.5 A）实为 9~10 A，超出标准规定。拆掉滤油器 LIIΓ37—50，测试流量，查电流仍为 9~10 A。检查单向阀 HY42—2 发现阀芯卡死，动作失灵。据此判断，油泵故障或电器故障。排除方法：判断油路不畅通，可疏通油路；精心检修单向阀 H Y 42—2，用细砂纸抛光阀芯。装好后，试车时检测电流应为 4.5 A，装好滤油器 LIIΓ37—50 后试车检测电流仍为 4.5 A。

2. 纵向刀架爬行，快速行程慢。如图 1—71 所示。纵

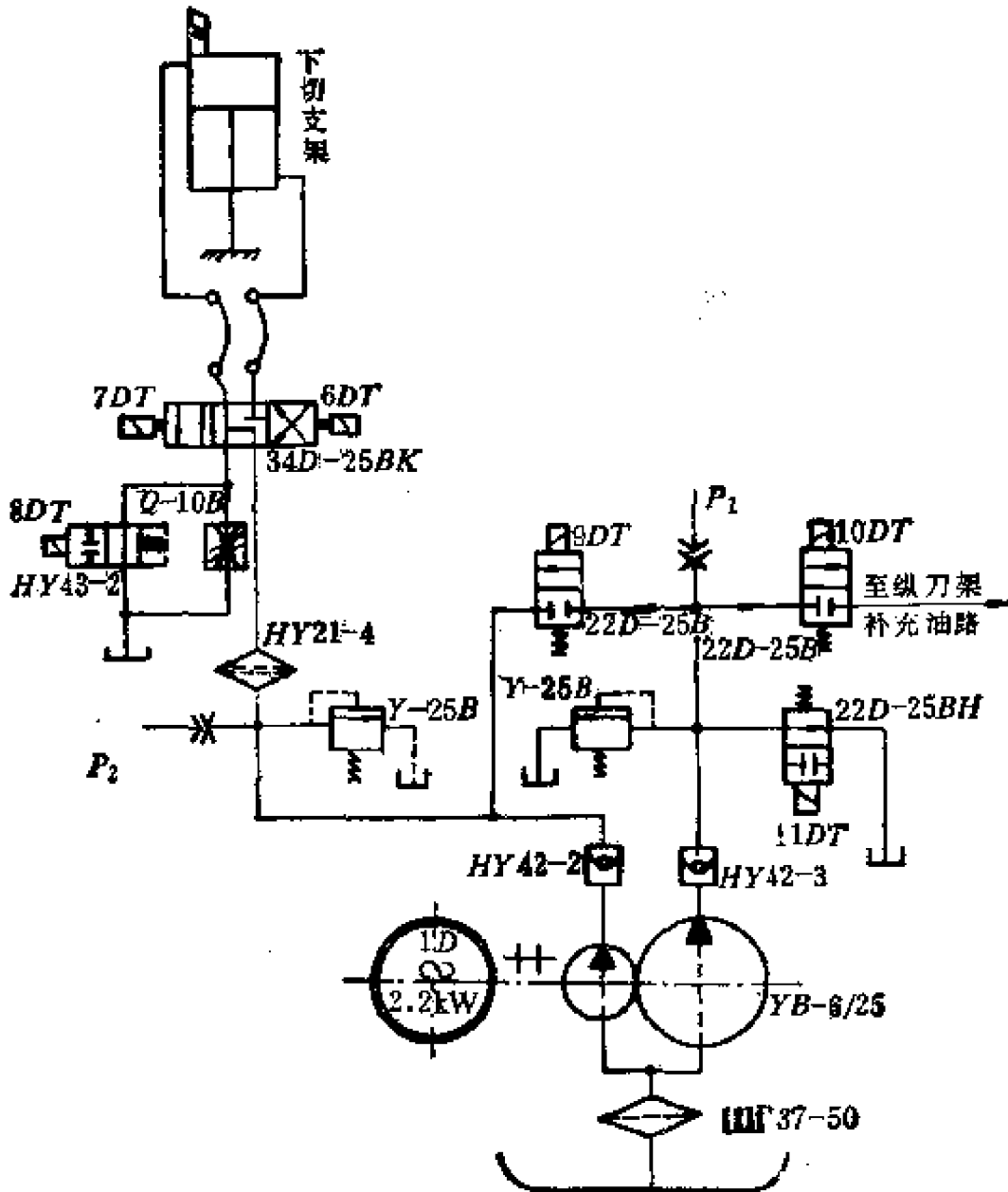


图1-70

$P_1=2.5\text{MPa}$; $P_2=3\text{MPa}$

向缸内部窜油，系统中大量泄油，润滑部分 22D—25B 关闭不严；纵向缸导轨的楔铁过紧，缺润滑油后产生干磨；纵向缸修理装配后与导轨不平行，产生抗劲；10 DT 的二位两通阀 22D—25B 阀芯装反；4 DT 的二位两通阀 HY 43—1 换位不到位（当 4 DT 通电后，节流口开得小，影响回油，或阀芯被卡死）；单向阀 HY 42—3 弹簧压力太大，打不开，致使供油不

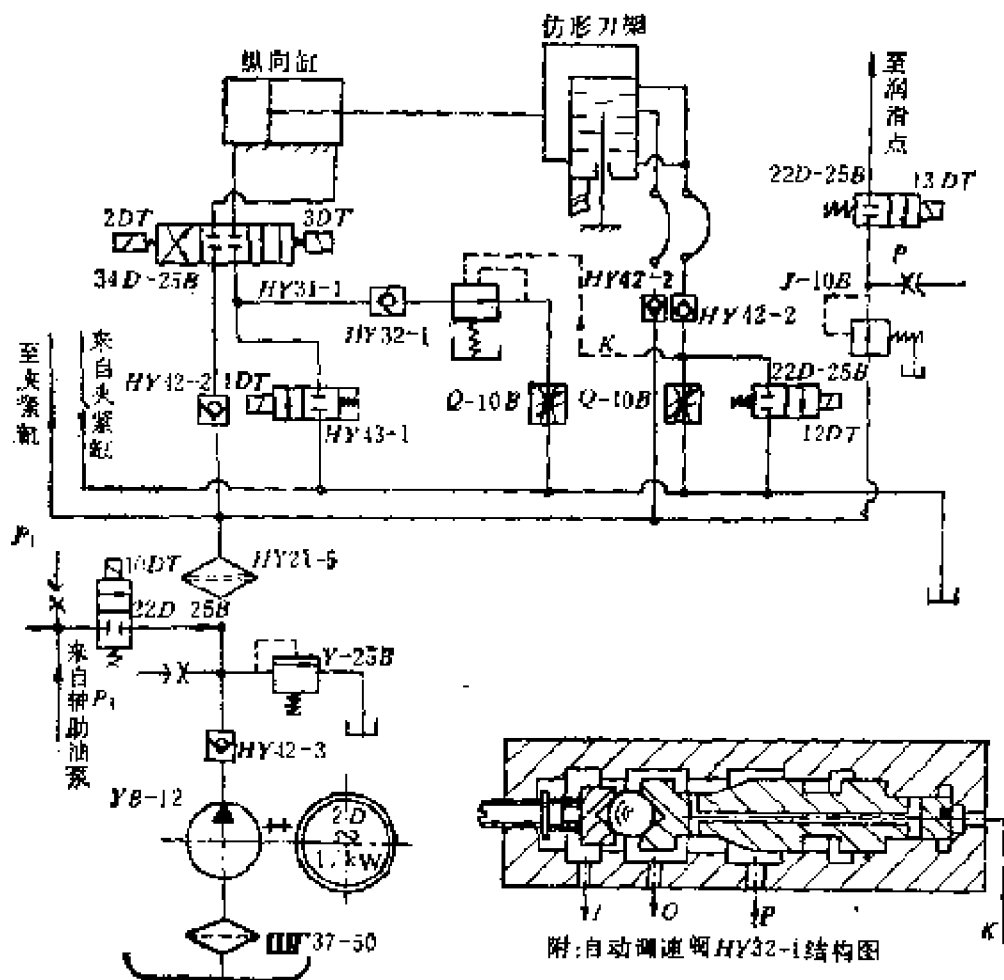


图1-71

足；溢流阀Y—25B预调压力太低；油箱油少，油泵吸入空气。

根据上述故障现象，其排除方法分别是：检修纵向油缸，对系统泄漏部分堵漏；调整纵向缸楔铁，加强润滑；调整纵向缸与导轨平行；检修二位两通阀，修复阀芯；修复或更换单向阀HY42—3阀芯；升高预调压力达到2.5MPa；检修油泵，添加液压油，使液面不低于油标。

3. 下切刀架快、慢速不明显。其原因是(参见图1-70)：单向阀HY42—2与HY42—3出故障；9DT的二位两通阀22D—25B阀芯卡死或不到位；溢流阀Y—25B调整压力太低，大量泄油；8DT的二位两通阀HY32—2阀芯卡死或不到位；11DT

的二位两通阀22D—25BH阀芯装反；三位四通阀34D—25BK出故障；精滤器HY21—4堵塞。排除方法是：经取下精滤器HY21—4后试验，若其它液压件一切良好，可认真清洗精滤器的滤芯，故障即消除。

4. 加工带台阶的工件时，刀具走不出台阶轨迹。正常加工带台阶工件时，应先是纵向刀架进刀。当刀具走到一定长度后，如果再往前走，就遇到台阶，使刀具受阻，仿形刀架负荷加大，增加压力，此时12DT断电，二位两通阀22D—25B不通，全靠调速阀Q—10B回油（见图1—71）。Q—10B的流量已被调定，通不过加大负荷后的油量，故有部分油直通自动调速阀HY32—1的K口，推动滑阀左移，堵死P、O孔。纵向刀架不回油，即停止进给，过了台阶后又继续纵向进给，让刀后快退复位，完成一次循环。而走不了直角或爬坡的故障主要原因是：自动调速阀的调压弹簧压力过大，从K口进入的液动压力油的压力小，推不动阀芯的动作，或自动调速阀HY32—1阀芯卡死。其排除方法是：适当调整弹簧的压力；检修自动调速阀HY32—1，修配阀芯，使阀芯与阀体之间保持适当的间隙，保证阀芯运动自如，但间隙不能过大，以防漏油。

44 解决接长油缸错位的方法

大型机床液压传动的长油缸，经常由于原材料长度不够，或受加工设备及工夹具的限制，无法制成整体油缸，因而多数采用两节或多节油缸拼接而成。下面介绍几种拼接油缸的方法。

1. 用外套定位。如图1—72所示，其装配步骤是：先将左、右连接盘4分别固定在左、右油缸1、2上，然后用左

支承座7固定左油缸1(即主油缸)，并找正左油缸上、侧母线与它运动方向的V型导轨平行；其次在左油缸的定位外径D定，装上定位外套3及O型密封环5，并用连接螺钉6连接固处；最后把右油缸2(即接长油缸)装入定位套3内，用连接螺钉6连接固定定位外套3与连接盘4，并紧固右面的支承座8。

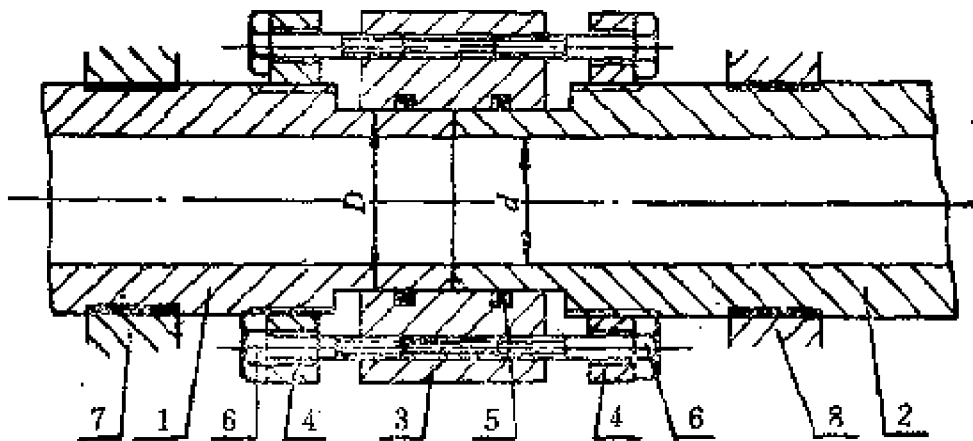


图1-72

这种方法的原理是：定位外套3的内孔为一圆柱孔，只有一个轴心，油缸的定位外圆D与油缸的内孔d是同心的；同时，两个油缸的定位外圆和内孔尺寸也一致，因此当两个油缸的定位外圆装在同一外套孔中之后，便间接地保证了两油缸内孔在同一轴心上。

采用这种方法需注意以下几点：(1)两个油缸的内孔d与定位外径D要求加工成同一名义尺寸，公差也应有较高的要求。由于各种产品的精度要求不一样，油缸的粗细和油压的大小不一致，以及拖动工作台及工件的吨位不同，不可能采用统一的精度要求。但在一般情况下，内孔采用H8、定位外径采用h6级精度。对于主油缸内孔与定位外径和接长油缸内孔与定位外径的同轴度、圆度及圆柱度，可采用6级精度。(2)外套的定位孔与油缸定位外径的装配间隙不可过大，

一般采用 H7/h6 级配合。对于定位外套的内孔，要求达到 6 级左右的圆度和圆柱度精度要求。(3) 在紧固连接螺钉 6 及左右支承座 7、8 时，要特别注意，不能因为支承座的位置偏移和紧固力的作用，使油缸变形而造成内孔错位。

2. 用内孔定位从工艺上改进的方法。采用这种方法，在结构上不需修改，只要保证两油缸的内孔 d 加工成同一尺寸和形位公差即可。但在装配工艺上应增加一套内孔定位用的可涨调整套，即利用两油缸的内孔一致，同时固定在一个圆柱体上，这样便可使两油缸的内孔直接与可涨套同一轴心，而不需要借助第一种方法中定位外套的内孔与油缸的定位外圆的配合来间接保证油缸内孔的同心度，因而消除了造成内孔错位的因素。内孔定位的装配工艺如图 1—73 所示，具体方法如下：(1) 用左支承座 7 固定左油缸 1，并在上、侧母线上

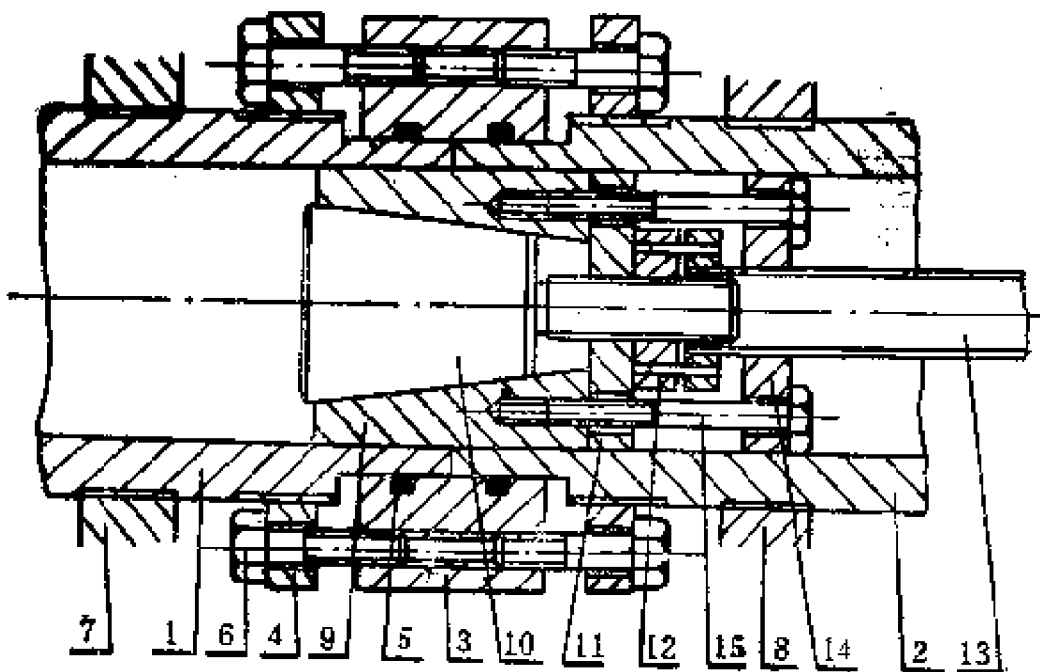


图 1—73

找正与运动方向的V形导轨平行。(2)将左连接盘4及外套3和O形密封环5,用连接螺钉6固定在左油缸1上。(3)将内孔定位用的可涨调整套的整套工位器具放入左油缸内,放入的长度约为可涨套9长度的一半。(4)把右连接盘4固定在右油缸2上,再将右油缸2装入外套3内,并用连接螺钉6进行拉紧预装,然后再放松连接螺钉。(5)用专用扳手13顺时针转动紧固螺母12,便可带动锥度芯轴10向右移动。由于可涨套9上有一条通槽,所以当锥度芯轴10向右移动挤压可涨套9并使之涨大后,两油缸内孔便与可涨套9紧密结合,而使两油缸内孔和可涨套都处在同一轴心上。(6)紧固两端连接螺钉6及右支承座8。(7)当反转专用扳手13松开螺母12后,在扳手另一端用重物敲打,便可使锥度芯轴10向左移动。由于可涨套的弹性收缩,因而可涨套与油缸内孔间产生间隙,这时将专用扳手13往右拉,就可带动盖板11、14和通过螺钉15将整套调整工位器具拿出油缸外面。

由于这种方法是利用内孔定位,因此外套3已不起定位作用,只作连接两油缸用,并和环形槽中的O形密封环起防止漏油的作用,而不是定位的外套,这样,它的内孔与油缸外圆的配合间隙及形位公差就可适当放松一些。

3. 用内孔定位从设计上改进的方法。上述两种方法都是在油缸壁较薄的情况下使用的。当油缸壁有足够的厚度时,采用这种方法,在结构上可简化,装配时也较容易,对防止漏油更有利。

这种方法同样采用可涨调整套对油缸内孔定位,装配工艺与第二种方法基本相似,这里重点介绍在设计结构上的一些修改。如图1—74所示,将主油缸的外圆在定向处车小到

油缸壁厚的一半，即： $d_1 = (D + d)/2$ 。因两油缸斜端面处有一O型密封环，所以定向尺寸处的长度，主油缸应略长于接长油缸。但两油缸在接好后，应保证靠内孔处的端面有一间隙 $e = S_3 + S_2 - S_1 = 0.5 \sim 1.5 \text{ mm}$ 。接长油缸定位内孔扩

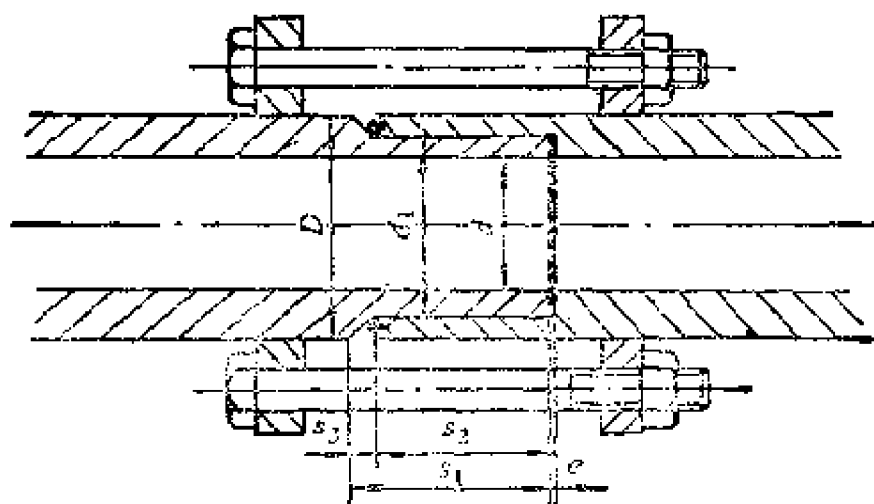


图1—74

孔的尺寸，应与主油缸定位外圆的名义尺寸一致。为保证可涨调整套对内孔同心度的调整，两油缸在定向处的配合间隙，可略大于或等于两油缸 d 和 d_1 在加工过程中产生的同轴度偏移量。由于两油缸在斜面处有一O型密封环，两连接盘可经连接螺钉拉力的作用压紧，从而对防止漏油就更加可靠。

45 刨边机压脚液压系统的节能改进措施

使用B8112刨边机进行长钢板的刨边与开坡口时，工件夹紧采用23个压脚，其中间隔排列11个手动螺旋压脚，用于工件的找正定位，其余12个为手控液压，用于工件的定位夹

紧。液动压脚由一专门的液压系统供油，如图 1—75 所示。

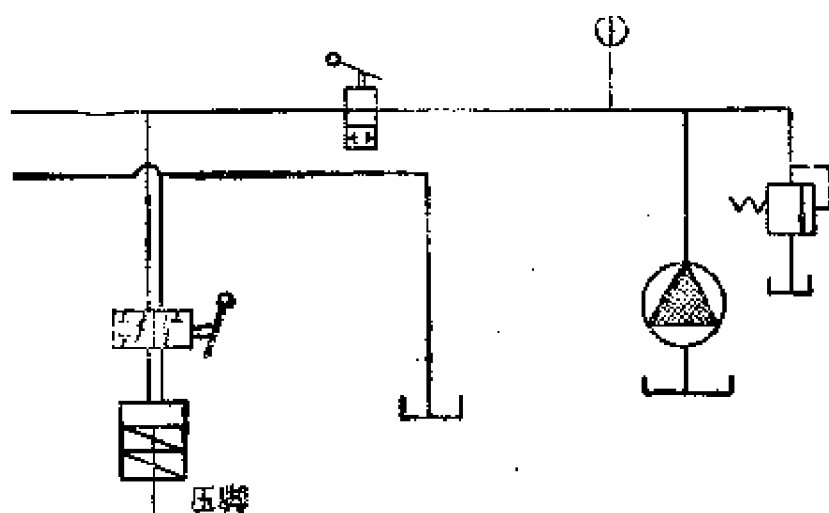


图 1—75

加工时，必须使压脚以 1.37MPa 左右的工作压力一直夹紧工件。为维持油路压力，油泵的供油几乎全从溢流阀芯口处流回油池，因而发热严重，阀芯等机件磨损快，机械或电器故障多，空耗电能。B8112的油泵电机是 2.8kW ，以每天工作两班、每班 8h 计算，一天就耗电 $44.8\text{kW}\cdot\text{h}$ ，一年约耗电 $16352\text{kW}\cdot\text{h}$ 。此外，工件找正夹紧用手动螺旋压脚，体力消耗大，时间长，影响生产率的提高。

为了克服上述不足之处，可改装成图 1—76 所示新的液压系统。新系统增加两个弹簧压力蓄能器，一个压力继电器，一个安全阀和一个单向阀，构成蓄能保压回路，并将所有压脚改成液压压脚，手动阀换成 $23\text{E}-10\text{B}$ 直流换向阀。当系统启动后，油泵工作，将系统加压到额定的 1.96MPa 后，压力继电器动作，使油泵电机停车。这时由于单向阀和蓄能器的作用，形成封闭的蓄能保压回路，从而保证了回油压力较长时间内不致因泄漏而下降。当压脚动作或回路内泄工作压力降到 1.37MPa 以下后，压力继电器动作，油泵又向回路加压，形成新的循环。安全阀的压力值为 1.96MPa ，可防止

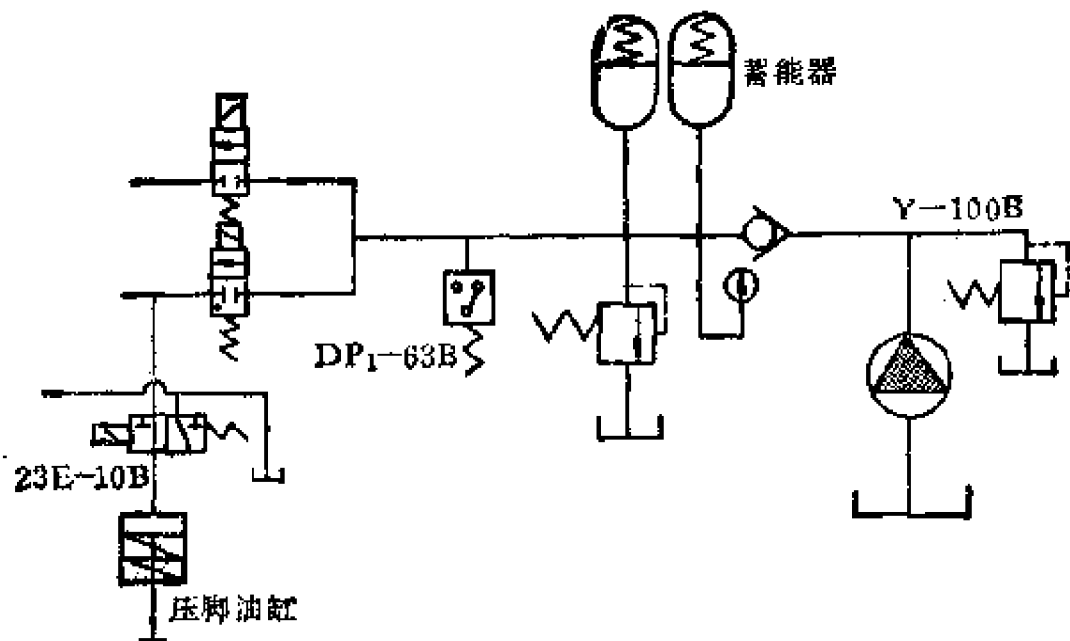


图1-76

回路超压（未装此阀时卸荷后回路内压力曾达到 11.8MPa 以上）。

改装后的优点如下：

1. 节能，消除了油的发热现象。新系统电机为 4kW ，油泵工作一次为 $10\sim 30\text{s}$ ， 1h 一般启动 10 次，每次 30s ，每天以 16h 计算，一天耗电仅为 $8.53\text{kW}\cdot\text{h}$ ，约为改装前的 20% ，一年约可节约 $10752\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

2. 泵、阀工作时间短，降低了磨损，减少了故障。

3. 操作方便，节省体力和对刀时间，提高了生产率。

46 液压卸荷导轨的改进

液压卸荷导轨对消除工作台低速爬行现象有显著效果。

东德 $\text{SI } 50$ 内圆磨床工作台导轨为 V -平型导轨副，润滑油由专用润滑泵供给，床身导轨上开有 N 型油槽，润滑油从设在床身导轨中间的一个油孔进入。这种结构有以下弊病：

(1) 导轨全长上润滑油量不匀，中间多，两头少，造成两头

磨损严重。(2)进油量少,两头得不到润滑油。进油量多,会使工作台浮起变形,且上浮量也不均匀,接近进油孔地方

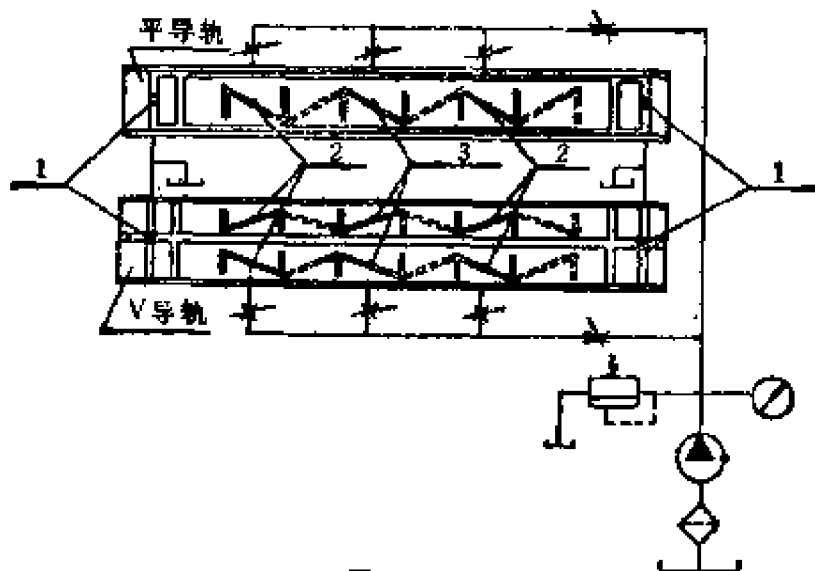


图1—77

1—回油孔; 2—增设进油孔; 3—原进油孔

浮起量大, 远离进油孔地方浮起量小。(3)由于加工工件比较短, 工作台只在 30 mm 范围内作往复运动, 因而导轨间油膜不易形成。改善工作台运动平稳性的措施有改装静压导轨或镶装 FQ 导轨板等。经分析比较, 并考虑机床本身结构和工作台质量分布比较均匀的有利条件, 以采用卸荷导轨形式比较合理。如图1—77所示, 油槽中间用R5 导轨胶填补(图中虚线所示), 隔成三个独立油腔, 两头油腔增设进油孔, 润滑油由原润滑系统供给。卸荷系数为0.5, 进油压力为156.8kPa, 各油腔油压分别由各螺旋槽节流器调节, 工作台浮起量为 0.003~0.006 mm。用放在工作台中间的水平仪检查, 当工作台浮起后, 水平仪在横向纵向变化为0.2格。经实际运行测试, 工作台在 20mm/min 低速下运动时不发生爬行现象, 从而提高了砂轮修正质量和工件磨削质量, 如 $\phi 13\text{mm}$ 小孔磨削粗糙度可稳定达到 $R_a 0.1\mu\text{m}(\nabla 10)$, 比原来提高两个小级。

液压卸荷导轨利用各油腔的油压来分担工作台的部分负荷，它是改进导轨摩擦情况十分有效的方法。此外，改善了润滑条件，工作台换向时油膜不易被挤破，则可降低导轨间的静摩擦系数和动静摩擦系数之差，提高导轨的耐磨性和低速运动平稳性。

47 平面磨床活塞杆滴油的解决

平面磨床在磨削工件时，工作台的往复运动速度高达28

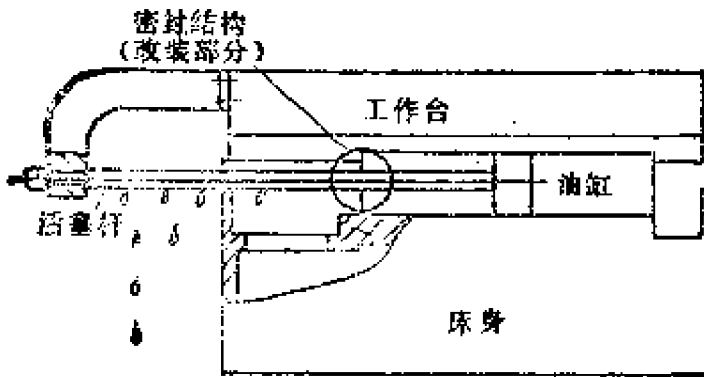


图1—78 平面磨床活塞杆滴油情况

m/min左右。此时活塞杆连同在油缸中的活塞受压力为1.18MPa的油液推动而驱使工作台运动。随着工作台速度的提高，活塞杆

表面与支承套、密封件之间的摩擦必然加剧。因此，支承套与杆之间应有一合理的滑动间隙。但密封件也不可压得太紧，否则会使之摩擦发热，甚至使活塞杆很快磨损。一般在不影响液压传动压力的情况下，活塞杆的支承和密封处应有少许油渗出，以利于快速移动着的活塞杆的润滑。在活塞杆有部分渗油的情

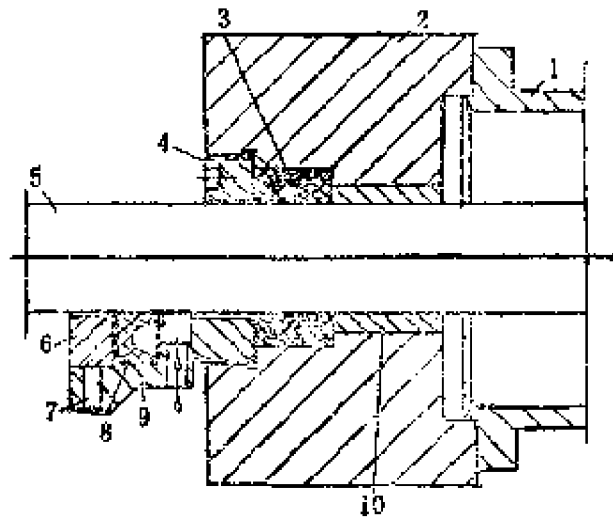


图1—79 上半部分为原密封结构，下半部分为改装后结构

1—油缸；2—油缸盖；3, 8—油封；4, 9—螺母；5—活塞杆；6—紧定圈；7—紧定螺钉；10—支承套

况下，加之杆外悬部分的自重下垂现象，这些油就必然沿着杆的表面引向外部而滴落，如图1—78所示。为此，可将一般平面磨床的活塞杆支承密封处改装成二次密封。其具体结构如图1—79所示，仍保留原结构密封件3作为压力油密封，以保持油缸内液体的压力，另外增加密封件8作为渗油的防漏密封，将从压力密封处渗出的油全部截住，并使其从一周的小孔滴入床身，然后汇流入原油池。

48 解决M7331磨床床身油池严重溢油的方法

M7331卧轴圆台平面磨床在开机不久，床身油池的油就大量外溢。机床原结构如图1—80所示，油马达4泄油孔引出

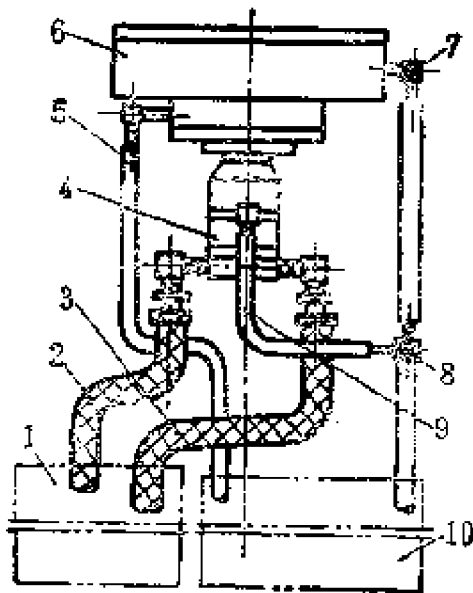


图1—80

1—工作台油箱；2、3—进、回油管；4—油马达；5—工作台润滑油回油管；6—工作台；7—工作台润滑油进油管；8—分油器三通；9—油马达泄油孔油管；10—床身油池

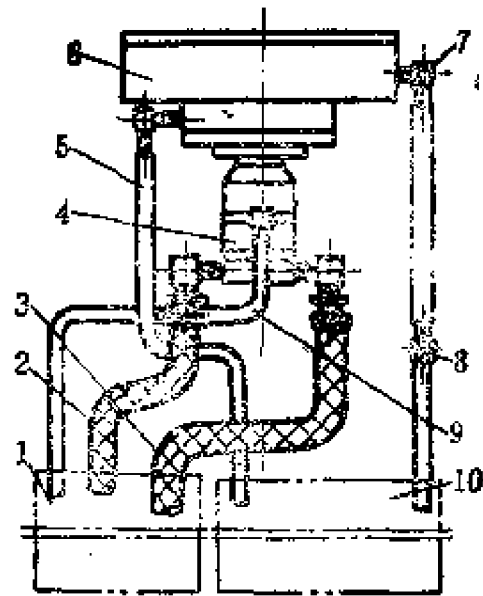


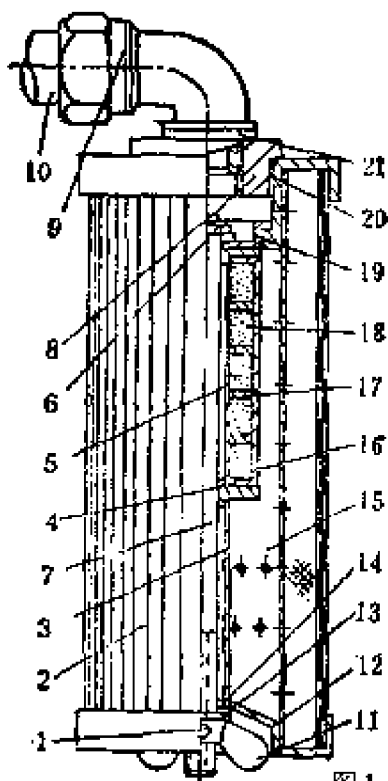
图1—81

1—工作台油箱；2、3—进、回油管；4—油马达；5—工作台润滑油回油管；6—工作台；7—工作台润滑油进油管；8—分油器两通；9—油马达泄油孔油管；10—床身油池

的软管9接到分油器的三通8上，因而使泄油流往油池。根据油从哪里来回到哪里去的原理，把原结构改为图1—81所示的结构，即将分油器的三通8改为两通8，使油马达泄出的油经软管9直接引回到工作台油箱中，并把背压控制在98kPa以下，经如此改进以后，床身油池和工作台油箱的油即可始终稳定在油标线上，从而解决了油池溢油问题。

49 磁性滤油器的应用

磁性滤油器对铁磁物质的过滤精度高，清洗容易，并可保证油液的清洁。该装置的结构如图1—82所示，它浸泡在主轴箱油液内，油液通过滤油网进行粗过滤，经由支撑圈达



1—锥销；2—过滤网；3—调整隔套；4—垫圈；5—内套；6—螺帽；7—螺栓；8—螺母；9—接头体；10—钢管；11—螺母；12—滤油网下盖；13—垫圈；14—垫圈；15—支撑圈；16—磁环外套；17—磁芯垫片；18—磁环；19—垫；20—滤油网上盖；21—垫圈

到滤油磁芯。滤油磁芯是由永磁环、磁环外套、磁环内套以及磁芯垫片等零件构成。永磁环各极相对，由螺栓压紧，这样便在磁芯垫片处产生较强磁力。磁芯垫片外圆和磁环外套紧密配合，以减少空气隙，避免磁路损失。当油液流经磁芯时，油液内的微小铁质粉尘便被磁力吸附在磁芯上而得到清除。

50 解决B690液压牛头刨床油温过高的方法

B690液压牛头刨床使用时间稍长，油液便严重发热，尤其是夏天，难以连续使用，即使采取降温冷却措施，夜班也只能使用2~3h。油温过高，主要是机床液压系统设计不合理造成的。如图1—83所示，在第一级速度时，50l/min的油

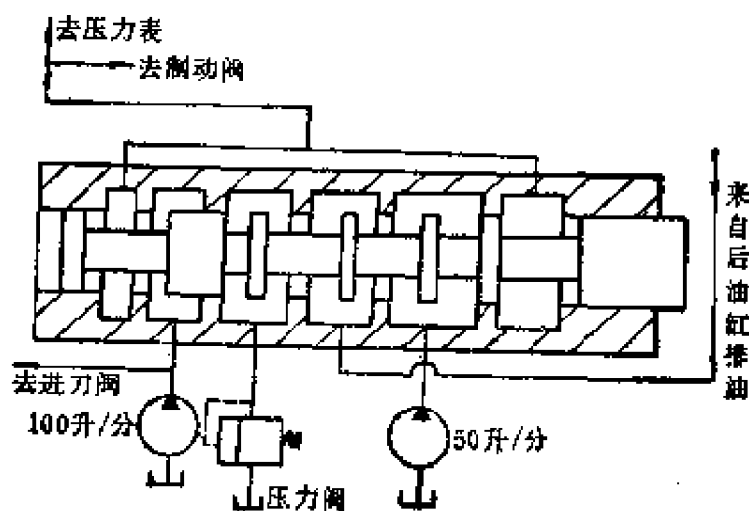


图1—83 改装前变级阀油路图

泵工作，100 l/min的油泵不工作，其输出的油液经6~8大气压的溢流阀流回油箱，压力损失很大，大量压力油在油箱中翻滚，从而引起油液发热。在第二级速度时，100l/min的油泵工作，50l/min的油泵不工作，输出的压力油也经溢流阀流回油箱，因而同样造成油液发热。此外，油箱的容积过

小，而且油泵、溢流阀、进刀阀都浸在油池中，有效容积很小，远远满足不了油液散热的要求。改进后如图1—84所示。其具体措施如下：

1. 改变变级阀连接油路，将原来的溢流阀和变级阀间的油路切断，在原变级阀接溢流阀的接头上，用通管连接，直接与油箱相通。这样，不管在一级速度或二级速度工作，

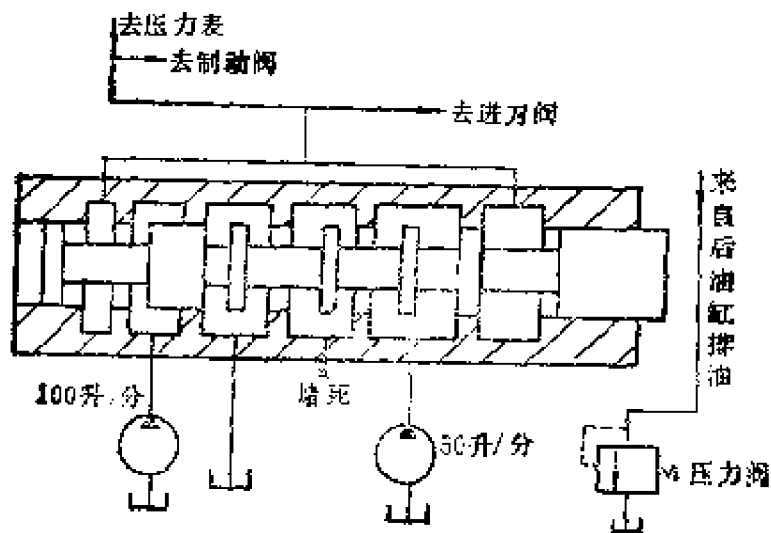


图1—84 改装后变级阀油路图

都只有一个泵工作，另一个泵输出的油均无负荷地直接流回油箱。

2. 将溢流阀改接至制动阀通往变级阀的管路上，并将原变级阀的接头孔堵死。

3. 进刀阀压力油原是由 100 l/min 的油泵供给的。改进后，将此油路堵死，改接至供给制动阀及测试压力的油路上。

4. 扩大油箱的有效容积，将原来浸在油箱中的溢流阀、进刀阀提出油面，其回油孔用油管直接接入油箱。

5. 将原后盖改成两半。在与盖板接合处的油箱口下半部，增加不通的螺孔，并予以密封，使其不漏油；上半部可

折，以便观察或加油。这样改后，也加大了油箱的有效容积，使散热条件得到改善。

经过改装后，油温可大幅度下降，如夏天夜班油温可从原来的 85°C 降为 $45^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。需要说明的是，改装后将原来第4级速度取消了。实际上，高达 $65\text{m}/\text{min}$ 这档速度的冲击很大，也无法使用。

51 不使用补油装置的增压器增压系统

单作用高压小流量的液压系统，一般采用典型的增压器增压系统，代替高压油泵作为动力源。这种典型的增压器增压系统，由于考虑到系统泄漏不可避免，为保证系统正常工作，在系统中设置了由单向阀1和补油箱2组成高压端的补油

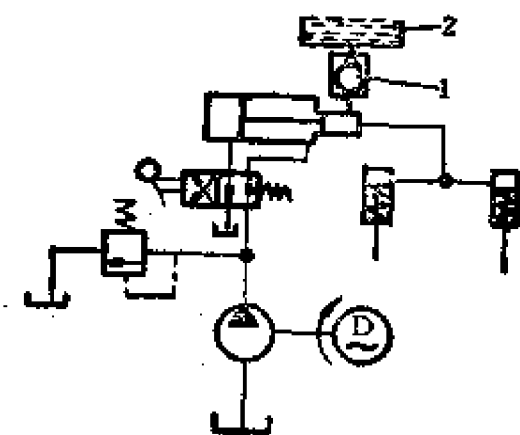


图1—85

1—单向阀；2—补油箱

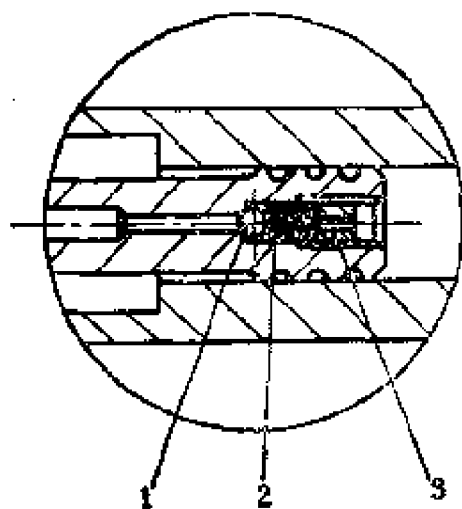
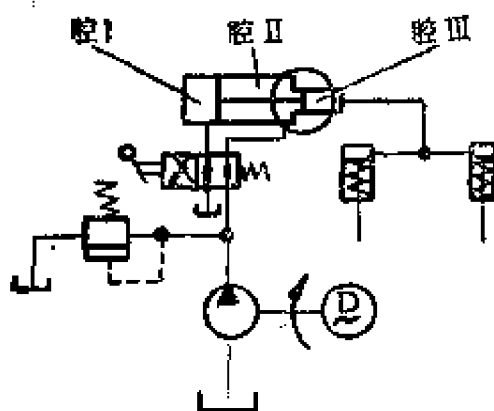


图1—86

1—钢球；2—弹簧；3—调压螺钉

装置，如图1—85所示。但由于补油箱的设置，要占有一定的空间，使紧凑性受到很大的影响，造成不必要的麻烦。图

1—86 所示是不设置补油箱的单作用增压器增压系统。在增压油缸活塞杆上打一补油孔，孔端设置一由钢球1、弹簧2和调压螺钉3组成的单向阀，以代替原单向阀1和补油箱2所组成的补油装置。其工作原理是：当换向阀处于左位时，油缸的I腔通入压力油。此时，如果油缸III腔由于上一工作循环的泄漏，油液不足，那么压力油首先通过补油孔和单向阀给III腔补油。待高压腔油液补足，活塞右移的瞬间，单向阀即由于腔I和腔III的压力差自行关闭，增压器开始工作。当换向阀换向后，腔II通入压力油，腔I直接同油箱相通。此时，如果不计回油的沿程压降及局部压降，则腔I处于零压。单向阀在其弹簧力和腔III中，由于工作油缸复位弹簧力作用而产生的压力下，处于关闭状态，活塞左行，完成工作循环。

至此，还有两种情况：其一，是换向阀处于右位时，由于回油背压较高，油液(腔I中的)可能克服单向阀弹簧力和腔III的油液压力，使单向阀开启。但是，这并不影响系统的正常工作，腔II的压力油作用在大活塞右侧，活塞右移并不受到影响。而且，一旦腔III压力同腔I压力相同，单向阀在其弹簧力作用下即关闭，腔I油液回油箱。其二，是工作油缸复位弹簧力较小，在腔I的具有较高背压的油液作用下，工作油缸不能复位。这时，可使用单向阀的压力调节螺钉，调节单向阀的开启压力，使其大于回油背压。

52 DC7620多刀车床双联泵调压系统的改进

DC7620多刀车床的液压系统如图1—87所示。当油缸工作时，XDT电磁铁通电，23E-25B换向阀切换，使大泵(25l/min)卸荷，小泵(6l/min)供油。当油缸快进、快退

时，XDT电磁铁断电，23E-25B换向阀复位，大小泵同时供油。当油缸停止时，XDT电磁铁也断电，油全部通过P-B25B溢流阀回油，油温升高，电机负荷增加，热继电器经常跳闸，甚至使电机损坏。

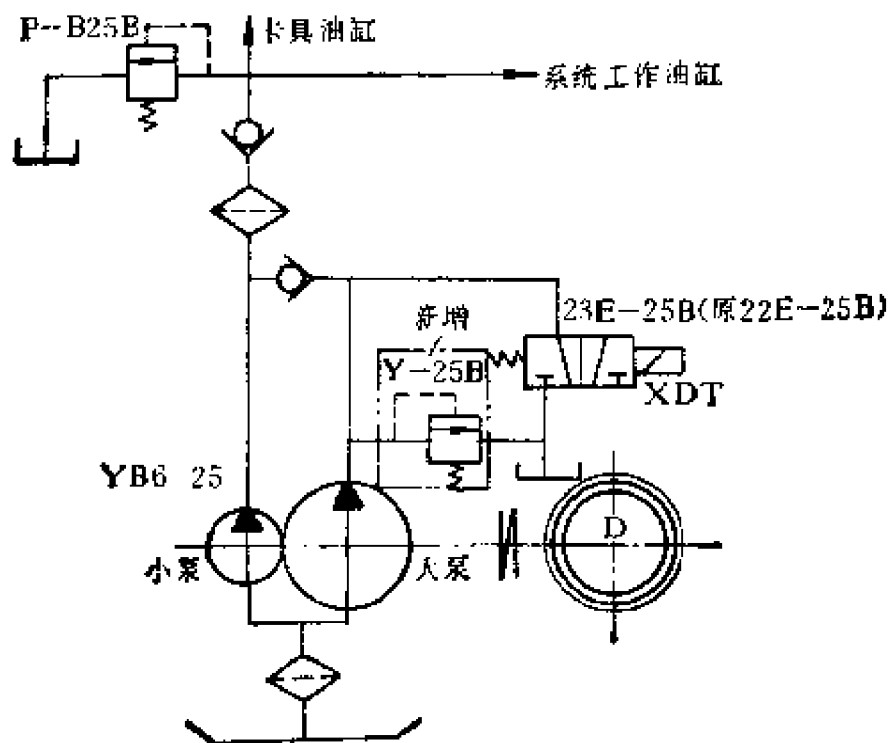


图1-87 双联泵调压回路原理图

在调压回路中增加一 Y-25B 溢流阀，压力调得低于 P-B 25B溢流阀，这样，当油缸停止时，大泵压力油就可通过 Y-25B溢流阀流回油池，减少电机负载，从而就能解决上述存在的问题。

53 消除CB3463-1半自动转塔车床刀架的冲击

CB3463-1半自动转塔车床可以完成钻孔、扩孔、挖内槽以及车削内、外圆等多道工序。但是，当使用转塔刀架工作时，特别是进行钻孔和扩孔，在刀具刚刚穿透工件的一瞬

间，由于转塔刀架工作负荷骤减，在压力油的作用下，会使整个转塔刀架产生冲击。这不仅对产品质量大有影响，而且经常把刀具刃口折断，增加刀具的损耗。另外，该机床的床鞍在快退复位时，由于惯性作用，也会产生明显的冲击现象，对机床的精度产生一定的影响。

为了消除冲击，可在转塔刀架进给油缸的回油路中分别增加两个LCI型单向行程节流阀。图1—88所示为改进后的

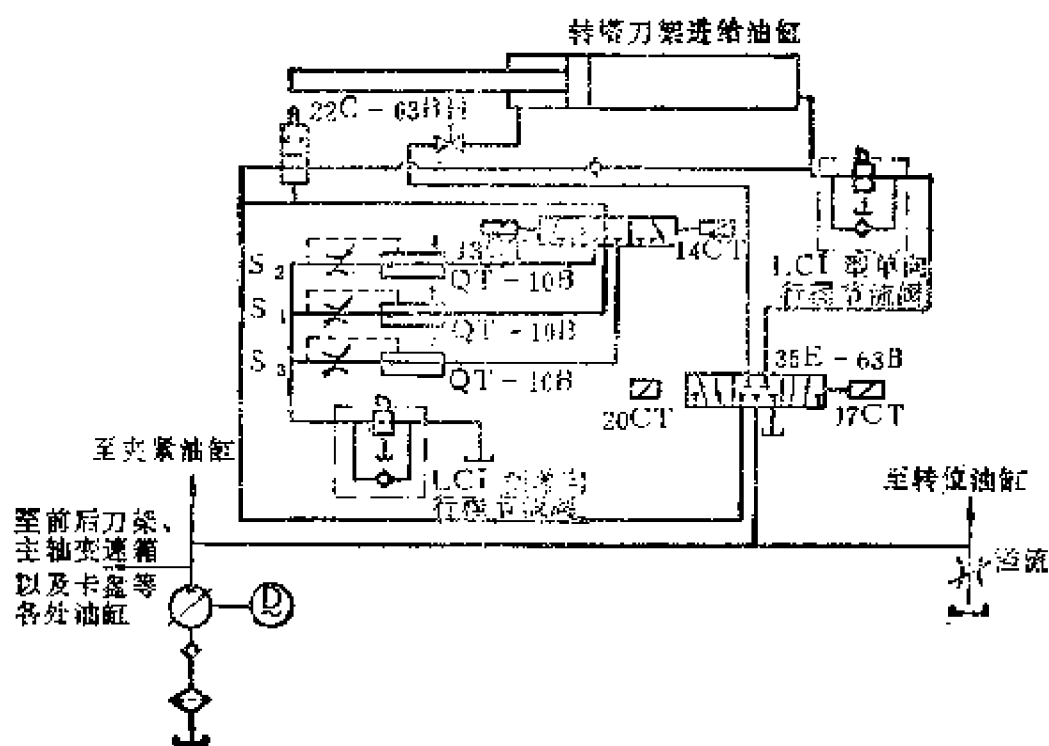


图1—88

液压原理图。从图中看出，在转塔刀架进行工进时，除了可以实现原来的三种工作速度外，当刀具即将穿透工件时，安装在床鞍上的撞块已与单向行程节流阀上的滚轮接触（两个单向行程节流阀都安装在机床的床身上），还产生比原来三种速度中任何一种都慢的速度（这种速度可利用增加或减少撞块垫片的厚度来调节），从而基本上消除了工进时的冲击现象。而转塔刀架快退，当刀架退到一定的位置时，安装

在床鞍上的另一块撞块也与单向行程节流阀的滚轮接触，随着转塔刀架退刀，使单向行程节流阀中节流口逐渐减小直至关闭，从而使转塔刀架在复位过程中消除冲击现象。

54 C516A立车变速的调整与改进

C516 A立车的工作台是由电气操纵滑阀、通过液压油实现机械变速的，所以电气、机械、液压必须密切配合。首先，按钮站的变速转换开关在每个位置都必须保证良好的接触，液压系统的压强应调整适当(1.96~2.45 MPa)，各元件的动作要灵敏准确。控制液压变速的定位滑阀的时间继电器以调整在延时4~5s为宜，这样可保证有足够的变速时间。

变速时传动系统有一冲动动作，它由液压伺服马达来完成。旧结构中没有液压伺服马达，而由主电机完成伺服动作。变速时控制主电机伺服动作的时间继电器以调整到延时2s为宜。如时间过长，就相当于电动机得到了短时间的起动，传动系统得到的是短时间的连续运转，而不是冲动，从而造成变速困难。

液压系统的油液，应选用 $E_{10} = 3.81 \sim 4.59$ 的清洁机械油(即30号机械油)。一般认为，油液是不可压缩的，而气体的压缩量又较大，因此液压系统内进入空气后，变速时就会产生冲击和回动现象，造成变速不准。为防止空气侵入，除密封各联接处外，还须始终保持油缸、管路中充满油液。其方法可在回油管路中增加一单向阀(压强98—147kPa)，如图1—89所示。如果由于长期停用或其它原因使空气进入液压系统，则必须在压力油进入油缸时排除空气(排气顺序见表1—2)，以保证动作的准确性。

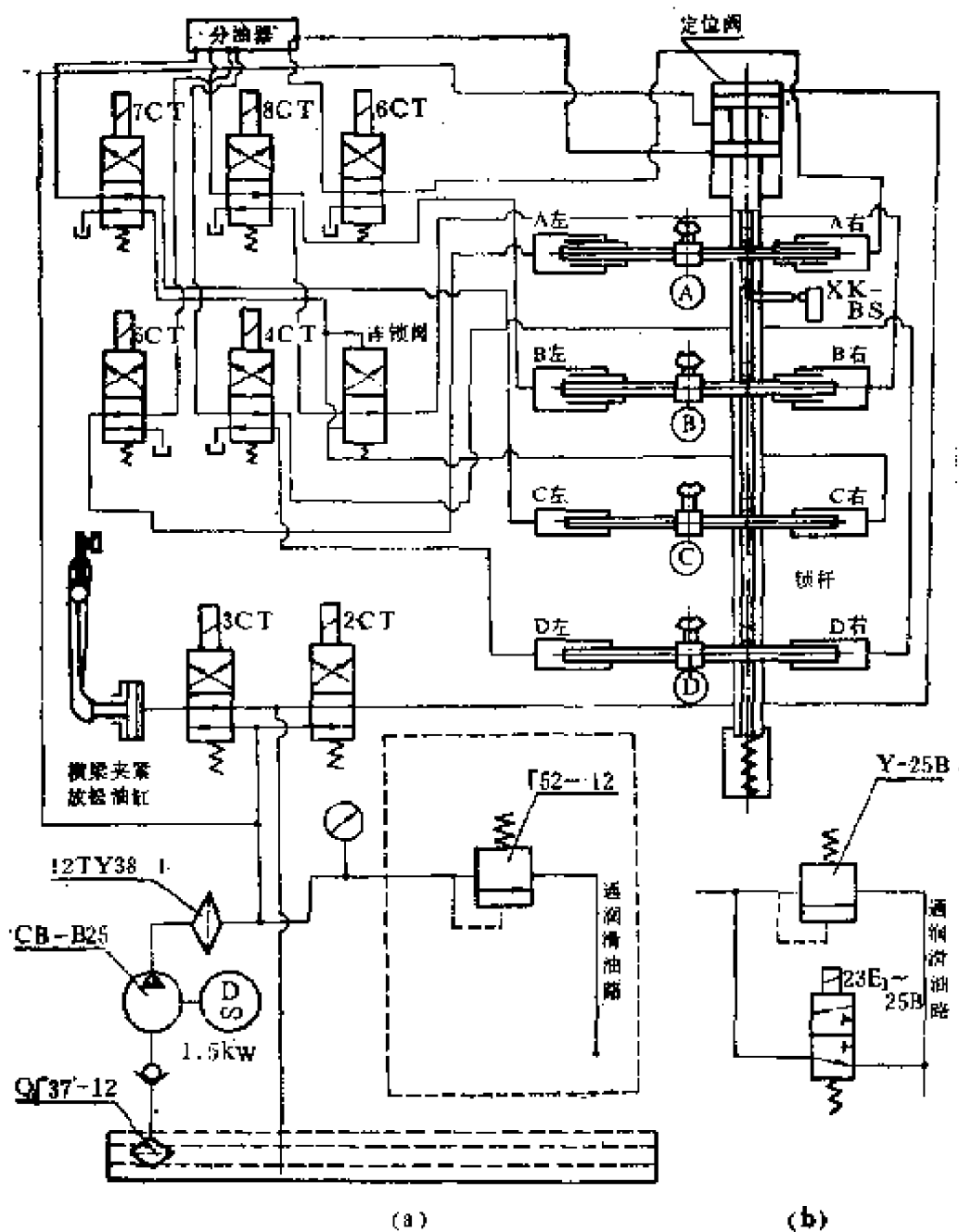


图1—89 C516A 改装液压原理图

此外，为使油液保持清洁，还要加一油箱，放在床身后边放油用的小地坑中。床身油池的放油孔，用管与新油箱连通。油泵电机、油泵、滤油器等组装好后固定在油箱盖上。这样，回油在床身油池内沉淀后经连通管流入油箱，油液就比较清洁，滤油器也不容易堵塞，又便于维修。

表 1—2 排气顺序

序号	转数	4CT	5CT	6CT	7CT	8CT	一次排气	二次排气
1	10	×	-	-	-	×	A右 B右	A左 B左
2	20	-	×	-	-	-	A右 D右	B左 C左
3	50	-	-	-	-	-	A左 B左	
4	25	×	-	×	-	-	A左 D左	
5	12.5	-	-	-	-	×	A左 C左	B右 D右
6	63	×	×	-	×	-	A右 C右	A右 D右

×：表示电磁阀通电；-：表示电磁阀断电。

55 液压系统的压力振动消振器

分析液压系统压力振动的频谱表明，最有代表性的是：由容积式油泵在吸油及压油时的冲程不连续性引起的高频振动，以及由执行部件及液压装置在运行中产生的低频振

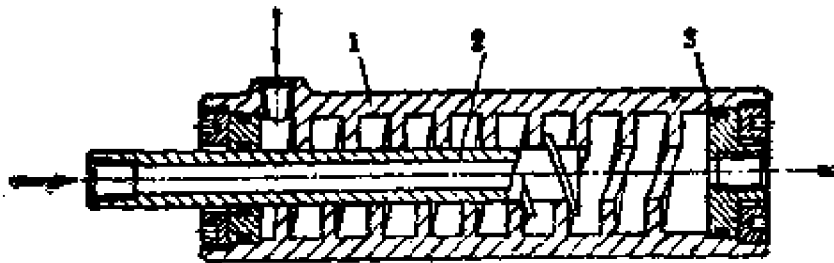


图1—90 液压系统高频压力振动可调消振器

1—壳体；2—管子；3—盖

动。

图1—90所示为可调式高频压力振动消振器。在消振器的圆柱体壳体1中切有螺旋槽，将外面车有螺纹的管子2拧入壳体中，外螺纹与螺旋槽相啮合，转动管子时将沿消振器壳体移动。脉动液体通过管子及壳体左边的侧孔分成两路进入消振器。这两路液体在壳体右方，即在管子的出口和螺旋槽处的出口以一定的振动相位差汇合，因而相互抑制振动，使压出去的液体消除脉动，并通过消振器的盖3进入液压系统。通过管子的拧进或拧出，改变螺旋槽长度与管子外螺纹部分的长度比值，可用来调节需要消振的振动频率。所需的长度差以下式确定：

$$l_1 - l_2 = \left(n + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

式中， l_1 为到管子切口处内螺旋沟槽的长度（按其中径处算）； l_2 为管子沟槽的长度； $n=0, 1, 2, 3, \dots$ ； λ 为压力振动波的波长。变更 l_1 和 l_2 的关系，可以在很宽的频率范围内应用本消振器，并可精确调整到主要的脉动频率处。

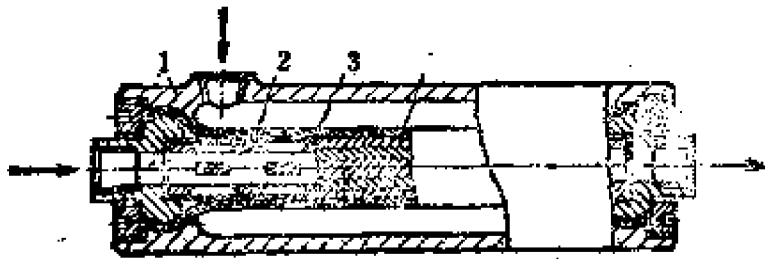


图1—91 液压系统低频压力振动消振器

1—壳体；2—管子；3—膜片；4—金属织物

液压系统中低频压力振动的消振建议采用如图1—91所示的结构。在此消振器的壳体1中装有通过工作液体的通

管2；在壳体内表面与管子外表面之间是密封的，里面充满压缩氮气。通管的管壁上铣有穿透槽，并用管状弹性膜片3与充气腔隔绝。为使膜片不致通过沟槽压向管内，在管子和膜片间装有金属织物4。尺寸比较大的铣槽可保证膜片具有极高的灵敏度，因而可以有效地消除不同振幅的各种压力振动。在气体腔中加入压缩氮气的压力 $P_{气} \approx 0.8P_{水}$ （ $P_{水}$ 即液压系统的工作压力）。

实验表明，此可调消振器安装在有剧烈振动（压油冲程的频率 $f = 225\text{Hz}$ ）的HAP80/320型径向活塞泵压力油路上，可以降低压力脉冲振幅70~90%。将腔体充氮的消振器安装在3M1527型机床砂轮架驱动装置的液压系统中，可使工作台转向时造成压力的低频突变的振幅降低80~90%。

56 T618 A 液压卧式镗床油缸漏油的解决方法

T618 A液压卧式镗床的主要漏油点是纵、横、垂直三向油缸，在活塞杆出、进油缸时，将液压油带出造成漏油。为此，可采取如图1-92所示的措施。首先，在件号83024套的端面上钻6- $\phi 1.5$ 等分孔，并与6- $\phi 2$ 垂直相交相通。其作用是使压力油由此小孔通过把橡胶环半圆形唇口胀大，使橡胶环内圈压紧活塞杆，外圈压紧83023的内孔，起到密封作用。然后，将端盖拆下，把已经老化的O型橡胶圈换成新的，再在活塞杆上绕三圈密封胶带，把盖子装上，使密封胶带受压而填满盖子内孔与活塞杆外圆之间的空隙。这样，即可基本解决纵向、横向、垂直三个方向油缸的漏油。

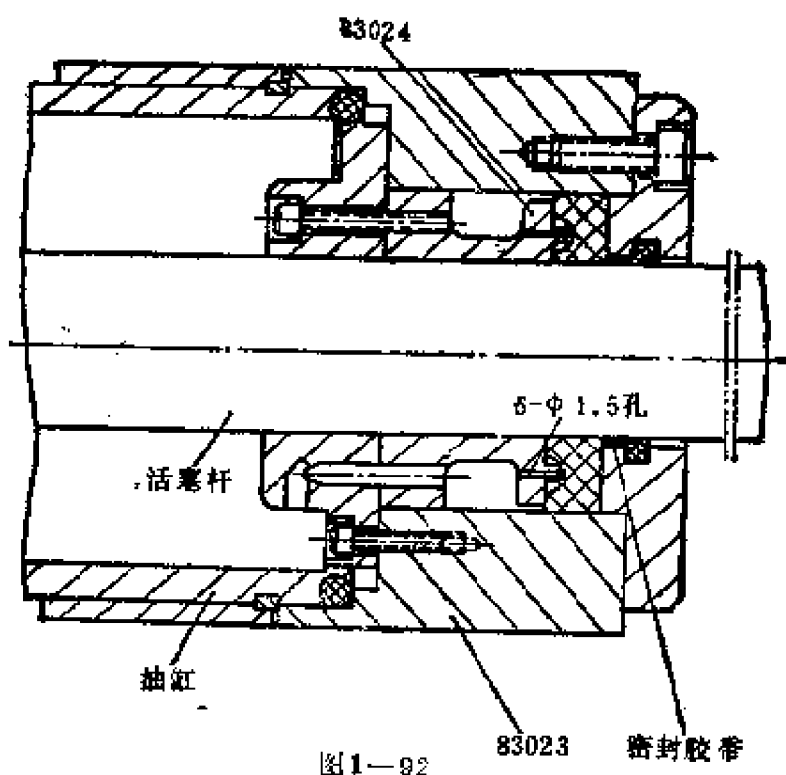


图1-92

57 液压联动中心架

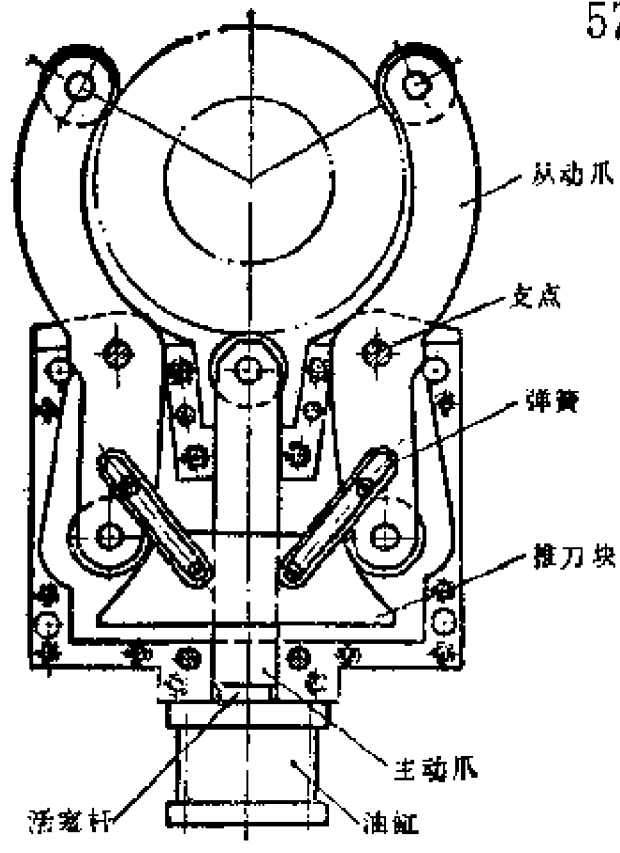


图1-93

图1—93所示液压联动中心架采用一个液压油缸同时驱动三个夹爪运动。在相同条件下，它与目前车床上普遍采用的机械式三爪分动中心架相比，可大大节省装卸工件的时间，并可减少找中心的麻烦，可靠性高，使用性能良好。中心架是在压力油的作用下迫使与活塞杆连接的主动爪

上下运动。当压力油使爪向上运动(向圆心方向)时，爪杆上推力块的工作面迫使一对从动爪绕支点转动，直到三爪同时与工件表面接触，并夹紧工件为止。当压力油使主动爪向下背离中心运动时，从动爪在弹簧的作用下，绕支点向相反方向转动，三爪同时张开，此时即可装卸工件。

58 100吨液压机法兰的改进

100-57型液压机管接头多数是用法兰联接，如图1-94(a)所示，当液压油的压力达到额定压力31.4MPa时，渗油现象较严重。其原因主要是O型圈在装配时受到较大的挤压作用，使液压油的压力对O型圈的变形不再起作用，造成密封不严，产生渗油。

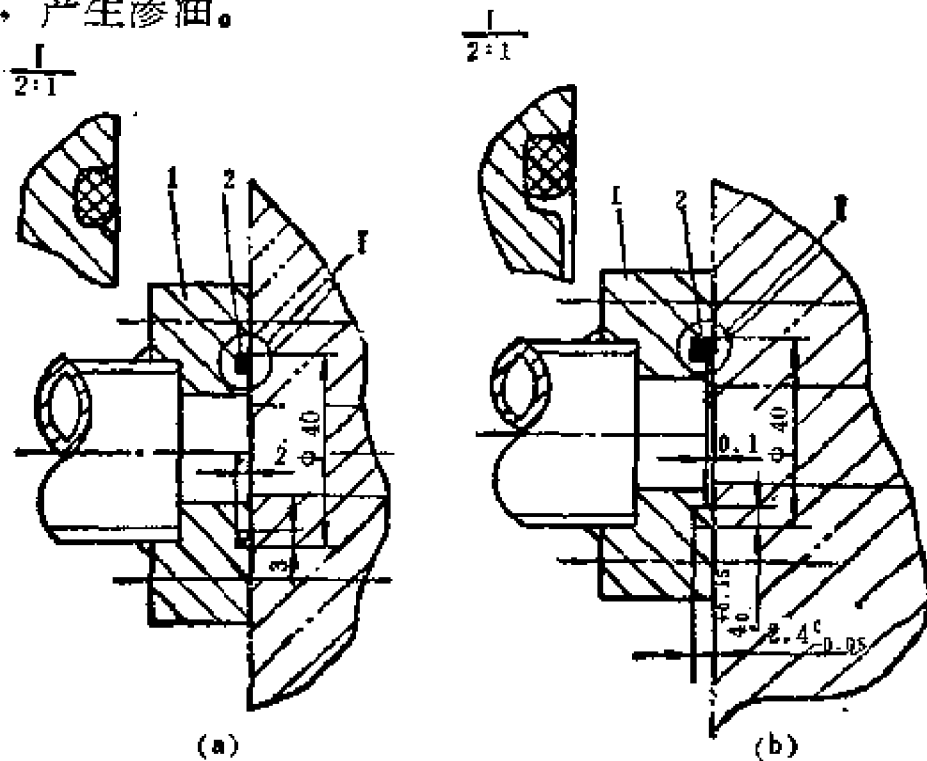


图1-94

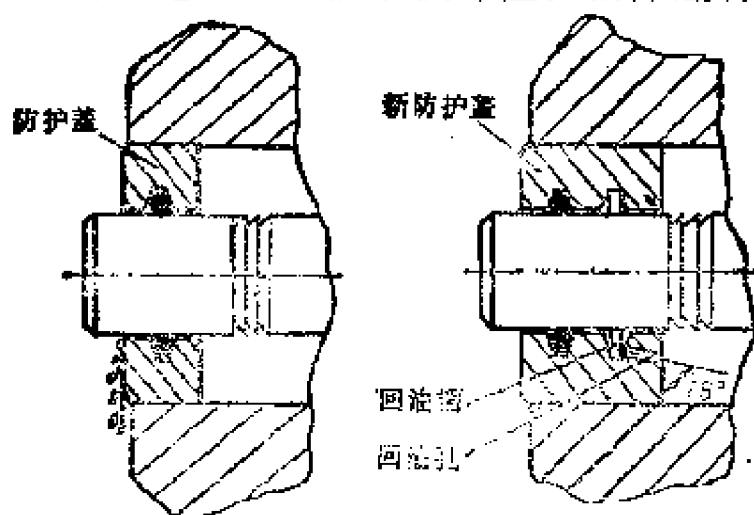
1—法兰，2—O型密封圈

针对上述情况，可将法兰的结构按图(b)所示进行改进。即增大放O型密封圈槽的尺寸，并增加0.1mm的进油

腔。这样O型圈在装配时只受到轻微的挤压作用，而主要靠液压油的压力使O型圈最后变形，起到密封作用。

59 主轴前后轴承漏油的治理

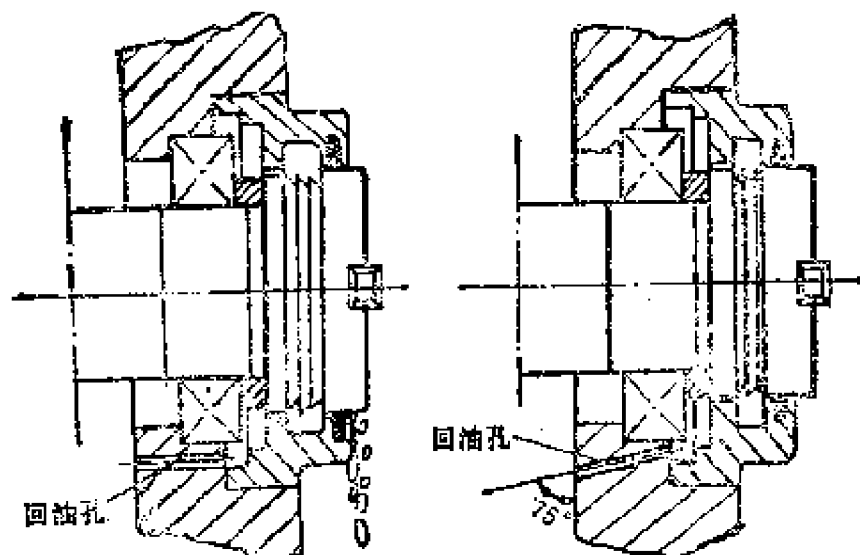
X62W铣床主轴前后轴承漏油，是铣床使用中最为普遍的现象。如图1-95所示，在铣床主轴后轴承上，当防护盖内的毡垫含油量达到饱和后，油液便外溢。消除这种渗漏的方法



(a) 改进前

(b) 改进后

图1-95 X62W 后轴承漏油



(a) 改进前

(b) 改进后

图1-96 X62W 前轴承漏油

是，换用防护罩盖，在新的防护盖内开两个沟槽，在外端的一个槽内装毡垫，内端的一个槽空着，并在槽底钻一倾斜的回油孔，以防止油液的渗漏。又如图1-96所示，在铣床主轴前轴承的原结构中，回油孔处于水平位置时，回油不畅通，当防护毡垫含油量达到饱和时，油液便顺垫外渗。为消除这种渗漏现象，可将原水平回油孔改为75°斜孔。

60 高压小流量液压传动装置在夹具上的应用

随着液压技术的发展，液压夹具也从中、低压的液压传动装置发展成高压、小流量的独立泵组形式的液压系统。它不受生产规模和液压专机的限制，可以在一般的机床上单独将液压泵组快速接到液压夹具上使用。

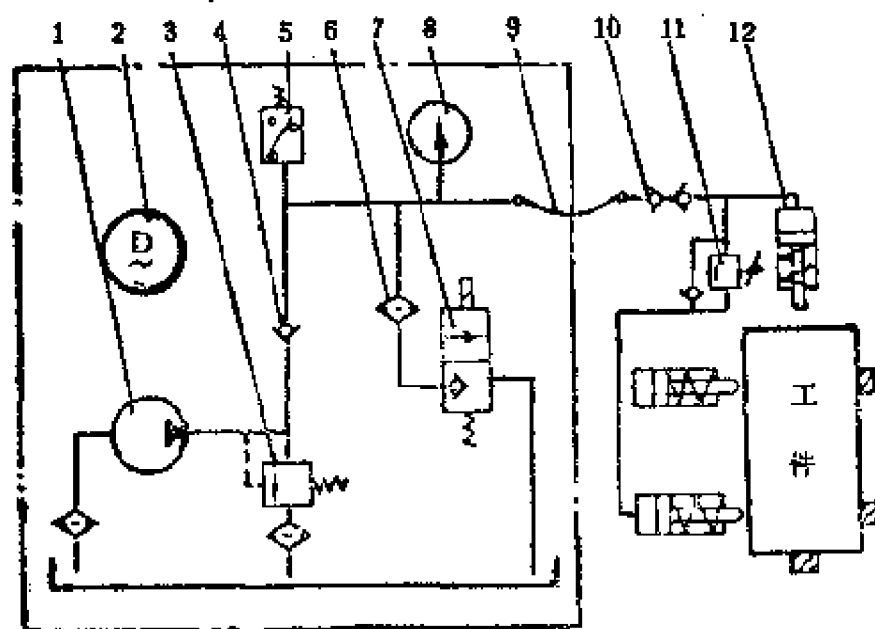


图1-97 高压小流量液压传动装置工作原理

- 1—柱塞泵；2—电动机；3—溢流阀；4—单向阀；5—压力继电器；6—滤油器；7—电磁卸荷阀；8—压力表；9—高压软管；10—快换接头；11—顺序阀；12—夹具油缸

图1-97点划线内的装置，即为高压小流量液压泵组。它

由三相交流电动机 2 带动柱塞泵 1，在泵的压油管路上接有溢流阀 3 以及为了防止停泵时压力下降而设置的单向阀 4。压力继电器 5（或电接点压力表）的作用是，当油压达到所调定的工作压力时，自动切断电机电路。由于管路的渗漏或使用消耗致使压力降低，当压力下降到调定压力的 10% 时，压力继电器（或电接点压力表）就重新接通电机电路，继续开泵升压，使系统压力稳定。电磁卸荷阀 7 在零位状态时不通电，即截止油流。当需要降压卸荷时，按动开关的卸荷按钮，使电磁阀通电，切换、开启油路，使油流入油箱，油缸 12 复位，松开工件。滤油器 6 接在电磁卸荷阀 7 的进油端，是为了防止夹具体油路内的杂质进入电磁阀，影响泵组的停泵保压功能。

高压小流量液压传动装置的优点是：

1. 液压泵组有压力自控、停泵保压的功能。
2. 系统压力高（有 15.8、24.5、31.4MPa），油缸体积小（常用的标准油缸缸径为 12、16、20、25mm），夹紧力大（油缸缸径 25mm，在 24.5MPa 时，夹紧力为 12024N），可使夹具结构设计得更为紧凑，且宜于多件夹紧。
3. 液压泵组是独立的部件，使用非常灵活，只要把泵组用快换接头接插到液压夹具上即可使用。
4. 系统中的油缸等液压元件经标准化、系列化以后，可以选用于多种不同型式的液压夹具上，能缩短工装设计和制造周期，也有利于维修保养。
5. 高压小流量液压夹具系统能保证工件的加工质量，缩短辅助时间，提高劳动生产率（据检测，手动螺旋夹紧工件时拧一只螺栓一般需 30s 以上，气动夹紧为 5~8s，而液压夹紧只需 2~3s）。

此装置的不足在于：维护保养比中低压液压传动装置和气压传动装置更为复杂，也显得更为重要；泵组的一次性投资较大。

61 车床油泵皮带轮的卸荷装置

CW6163车床的油泵由马达通过三角皮带拖动。原设计将三角皮带轮直接安装在CB-B6 齿轮油泵主动轴上。皮带轮尺寸为 $\phi 107 \times 22\text{mm}$ （直径 \times 厚度），重约 1.2kg。相比之下，轴径（ $\phi 12\text{mm}$ ）显得细弱。此外，在拖动过程中，

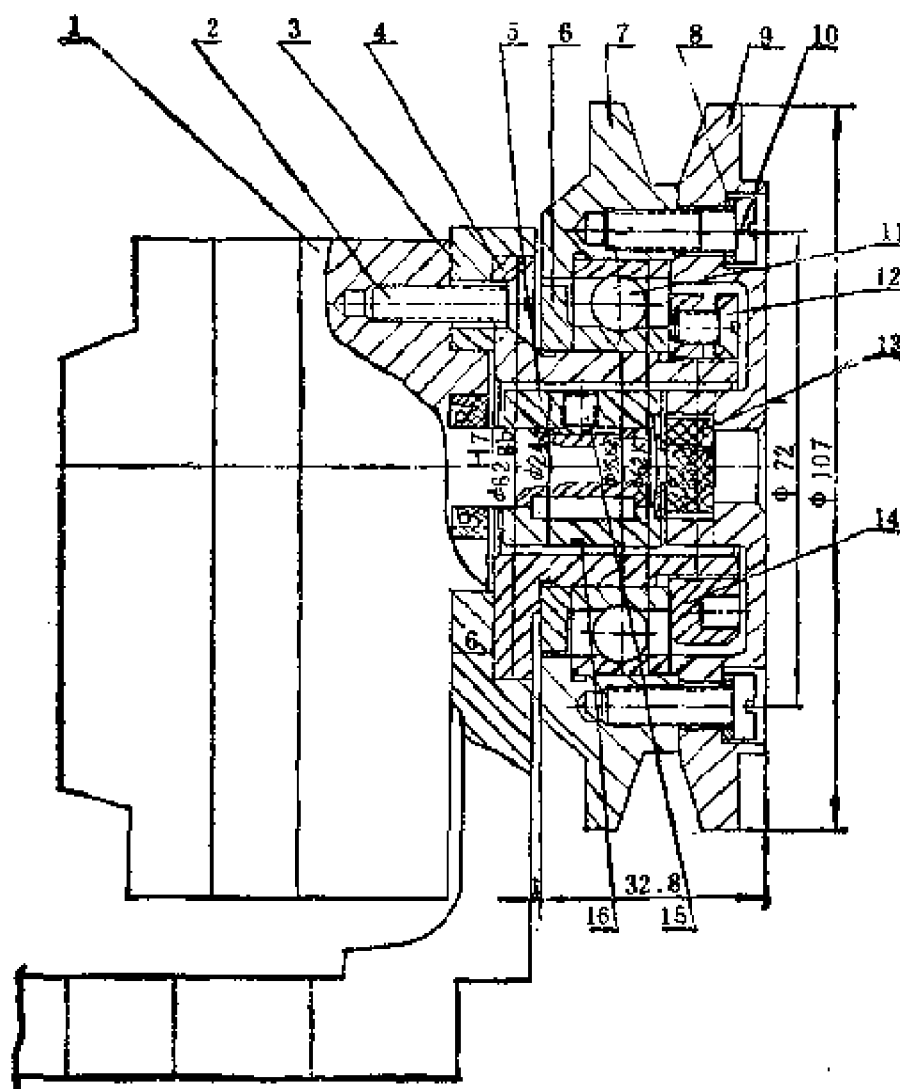


图1—98 CW6163油泵皮带轮卸荷装置

由于皮带轮有一顶丝孔而造成动平衡不良，以及三角皮带拖动的径向预紧力，会使油泵轴承受不均匀载荷，缩短CB—B6油泵的寿命。

图1-98所示是皮带轮卸荷装置。改装时，主要将原机的油泵支座3按原油泵安装孔及端面校正，在另一端面镗一 $\phi 62H7$ 的凹槽，保证支座的壁厚为6mm，并在凹槽中装入轴承座4，用安装油泵的4个沉头螺钉2把油泵1、支座3和轴承座4联成一体。皮带轮被分成两半7和9。在半皮带轮9上有爪式联轴节，可使油泵主轴的拖动完全处于卸荷状态。经使用证明，油泵的寿命可大大提高。

62 压力表开关的改进

液压系统中的压力表开关，多数为图1-99所示的结构。系

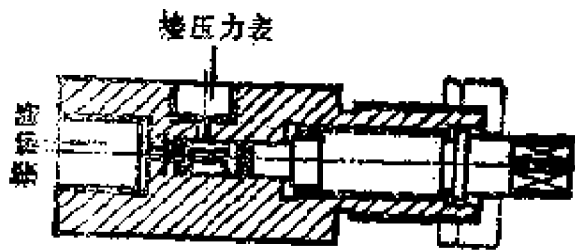


图1-99

系统中的冲击压力经过其锥阀缝隙的阻尼作用，产生局部压力损失 ΔP_1 ，从而起到保护压力表的作用。由液压传动设计计算的资料可知，局部压力损失与局部阻力系数成正比，而锥阀的后退量 h 与进油孔直径 d 的比值对局部阻力系数的影响较大。对于同一个阀，进油孔直径是定数，则锥阀后退量的大小对局部阻力系数影响很大。例如，后退量 h 为0.2mm

成正比，而锥阀的后退量 h 与进油孔直径 d 的比值对局部阻力系数的影响较大。对于同一个阀，进油孔直径是定数，则锥阀后退量的大小对局部阻力系数影响很大。例如，后退量 h 为0.2mm

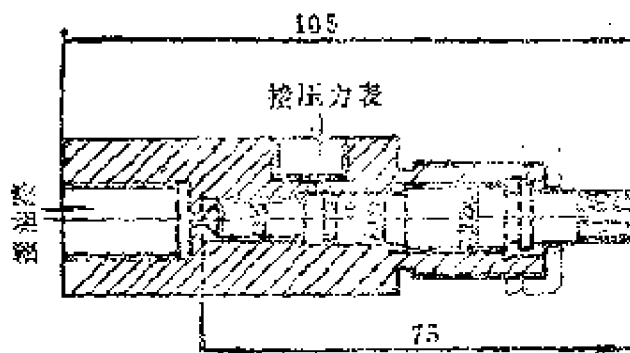


图1-100

时，局部阻力系数为15.6；当后退量 h 增加到0.8mm时，局部阻力系数下降到1.54，两者相差10倍，这对压力表的保护作用是为极为不利的。工作中，经常由于使用不慎， h 值调整不当，致使压力表在冲击压力的作用下损坏（有时只一次冲击，就可将压力表的指针打掉或使簧管破裂）。

将压力表开关改造成如图1-100所示的结构，在其锥阀后面增加一段 M 8×1 螺纹（螺纹尺寸可根据具体情况确定），使系统的冲击压力 P 先经受锥阀缝隙所产生的局部压力损失 ΔP_1 ，再经受 M8×1 的螺纹所产生的局部压力损失 ΔP_2 ，则作用在压力表上的冲击压力值就成为 $P - \Delta P_1 - \Delta P_2$ 。这样，尽管锥阀的后退量 h 稍稍变大， ΔP_1 变小，但 ΔP_2 的变化却不大，此时传递到压力表上的冲击压力不会超过 $P - \Delta P_2$ 。因此，压力表在很大程度上可免于因冲击压力过大而损坏。

● 电气 ●

63 M3151、M3160 系列外圆磨床电气部分的改进

M 3151、M 3160 系列外圆磨床的效率低、性能差。如果在电气方面稍作改进，即可提高效率，简化操作程序，节省电力，使老设备实现半自动化。其方法见图1-101。在工件电机控制回路中，把自锁常开触点 C_1 去掉，在控制按钮 A_1 回路（5~7）中并接一微动开关 K_2 。该微动开关或

受砂轮进给油压阀杆控制，或装在砂轮滑座的原位处受砂轮滑座控制。工作时，砂轮电机开动后，液压泵随之转动，拉动进给拉杆，通过液压控制阀杆离开原位，砂轮向工件靠近，同时微动开关被释放，接点(5~7)闭合，工件电机控制回路接通，使工件电机转动，进行磨削加工。测量工件尺寸或加工完毕，只要把进给拉杆推回，液压阀杆回到原位，同时砂轮电机也退回（离开工件），微动开关压合接点（5~13），工件电机回路受速度继电器的控制而自动刹车，停止转动，工件很快停下来等待测量或卸下工件。这样靠拉杆的进、退就能控制工件的旋转或停止。在工件找正时较改革前方便了，只要按下原开动按钮，控制回路即是点动状态；松开按钮，工件就自动停止，不必再去按停止按钮。

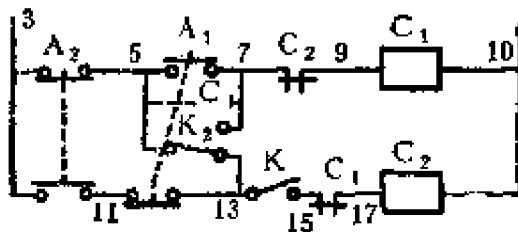


图1-101 改进线路图(K₂是在压合状态)

了，只要按下原开动按钮，控制回路即是点动状态；松开按钮，工件就自动停止，不必再去按停止按钮。

64 B5050K 插床牵引电磁铁的改装

B5050K 插床刹车装置采用锥式摩擦制动，通过牵引电磁铁控制。制动器外壳固定在机床的箱体内部。当牵引电磁铁通电后，通过杠杆的向上运动，使外锥体与制动器外壳脱离，此时滑枕开始上下运动。待电磁铁断电后，外锥体与制动器外壳接触，起到制动作用。

图1-102和1-103均为制动状态。由图1-102看出，牵引电磁铁吸合和断开时，铁芯的运动不在一垂直线上，而是偏向制动器一侧，因此经常烧坏电磁铁线圈。根据机床的结构，在不影响机床外观和检修时装拆方便的前提下，可改装牵引电磁铁的安装位置，使其铁芯的运动在一垂直线上。如

图1-103所示,拉杆2、5与摆杆3及铁芯通过柱销活动连接。当电磁铁通电后,铁芯向下运动,此时通过摆杆3的作用带动拉杆2,使杠杆1在拉杆2的长方孔中滑动,并向上运动,达到外锥体与制动器外壳脱开的目的。

改装的方法是,把电磁铁和增加的零件按行程大小装在底板8上,并在原窗框上钻攻螺孔,将底板8固定其上。

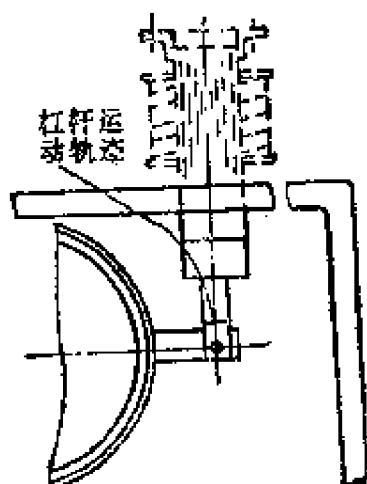


图1-102

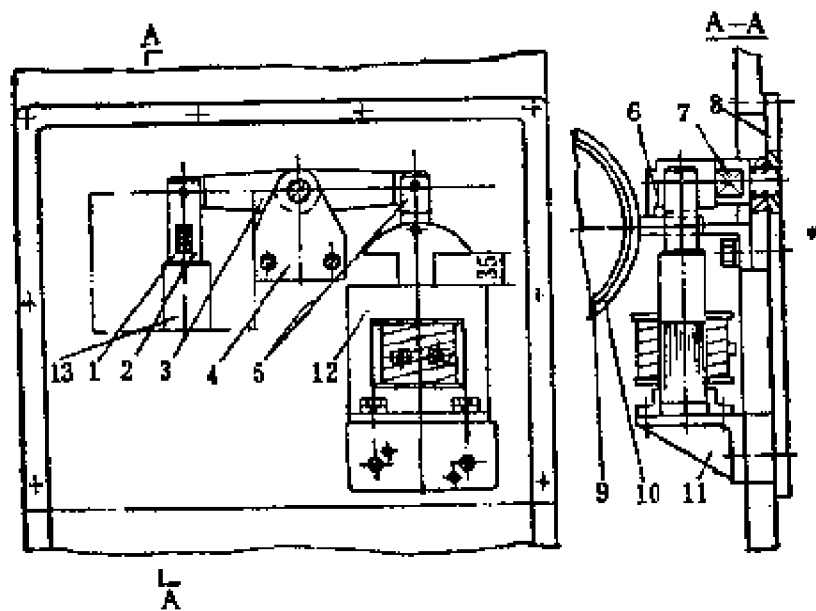


图1-103

- 1—杠杆; 2,5—拉杆; 3—摆杆; 4,12—垫板; 6—轴座;
7—小轴; 8—底板; 9—外锥体; 10—制动器外壳;
11—角铁; 12—MQ 1—15N 型牵引电磁铁; 13—4kg 配重块

65 一种用于机床的节电器

机床节电的关键在于减少其空载运行。这种节电器能在机床空载2min后自动切断主机电源。如图1-104所示,当按

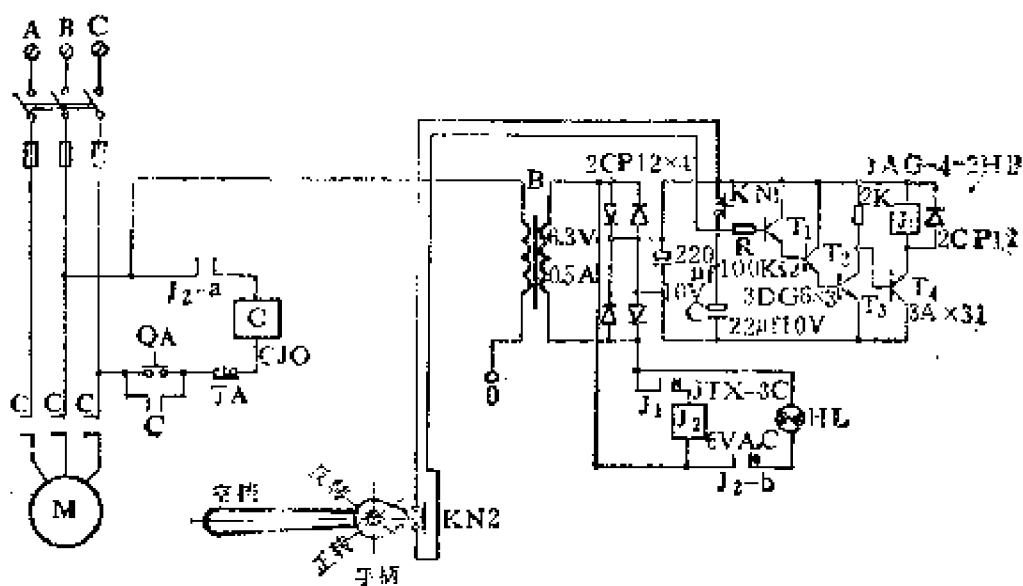


图1—104 机床节电器电路图

钮 KN1或 KN2闭合时，高电平通过按钮一方面对电容 C 充电，另一方面使 T_1 、 T_2 、 T_3 组成的复合管的基极同时处于正偏而引起复合管和 T_4 同时饱和导通，于是继电器 J_1 吸合， J_2 也随之吸合，红色指示灯 HL 亮；当按钮 KN1 与 KN2 断开以后，电容 C 就经电阻 R 和复合管对地放电，在此期间电路仍维持导通状态， J_1 、 J_2 继续吸合；当电容 C 放电到复合管门坎电压（约 2.8 V）以下，这时电路立即由饱和导通翻转为截止，完成整个延时释放动作。从按钮断开到电路转为截止的作用，就是 J_1 的延迟释放时间。这个时间的长短，与复合管放大倍数、电阻 R 值和电容 C 值成正比关系。在反复的调式中，可对这三个参数有这样的认识：

复合管的放大倍数，约为 T_1 、 T_2 、 T_3 三管 β 数的积（ $\beta \doteq \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3$ ）。实践证明，当 $\beta > 4 \times 10^4$ 时，电路抗干扰能力差，容易产生误动作。反之，当 $\beta < 2 \times 10^4$ 时，电路稳定性好，但灵敏度相应降低。所以，应将其控制在 $4 \times 10^4 > \beta > 2 \times 10^4$ 之间。

复合管放大倍数确定后，起主导作用的调时元件就是电

容 C 。实践证明，电容 C 一般应选择大于 $10\mu\text{f}$ 的值，如容值太小则会丢失延时动作。 R 一般选择大于 $100\text{k}\Omega$ 。

该电路一经调定，工作就比较稳定，不容易发生故障。虽然延迟时间受气温影响略有变化，但因对时间的要求不十分严格，所以完全能适应生产的需要。

如图所示，安装时把 J_2-a 的常开触点串在电机的接触器 CJO 回路中；在机床离合器手柄的“空转”档位置上装一凸出部分，使它正好能压断行程开关 $KN2$ 的常闭触点，并把 $KN2$ 的常闭触点与 $KN1$ 并接。节电器与机床配合安装以后，如单纯按下“ QA ”按钮是不能开动主机的，只有在 J_2-a 常开触点闭合后，再按 QA 才能开动主机。要使 J_2-a 常开触点闭合有两种方法，一是按一下节电器上的按钮 $KN1$ ，二是把离合器手把向上或向下推拉一次。这两种方法都可使延迟电路由截止转为导通。电路一旦导通，则红色指示灯 HL 亮，告知电机进入待开机状态。

此节电器既可减少电机空载，又能防止机床在“空档”装夹工件时的突然转动，但不会影响正反转车螺纹和装夹时校中心等操作。

66 直流电机激磁充电器

在机床维修中，常遇到一些大型直流拖动系统因电机剩磁消失而不能发电。下面介绍的手动激磁充电器，可以有效地解决此问题。

手动充电器线路如图 1-105 所示。当开动机床电机组后，如控制线路的电源指示灯不亮，说明直流发电机不发电。将 HK 组合开关 1 点闭合（同时 2 点断开）， QC_1 接通电源，直流电通过接通的 QC_2 、 QC_3 使激磁绕组激磁。大约过

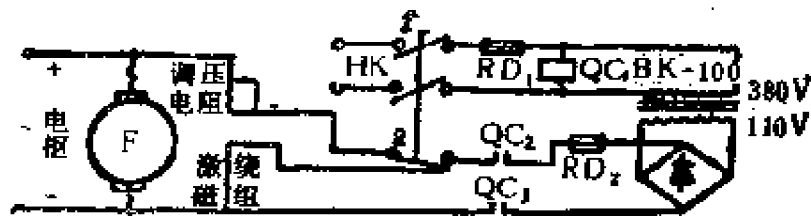


图1—105 手动充电器电路图

HK—组合开关，选用 HZ₂—10/3型，但要改为二开一闭式；
BK—变压器，选用380V/220V，二次为100V、100A；QC—接
触器，选用J27或 CJO—10B 均可，但线圈电压要选与 BK
一次相同，整流管选2CZ，5A，300V

2、3秒后，再扭转 HK 组合开关，使 1 点断开，2 点闭合，
主电路通电，恢复到电机自激式状态。

67 使计数继电器可靠复位的线路

JJDM2型计数继电器
的优点是体积小、用
电省、安装方便、外形
美观，且数字指示明

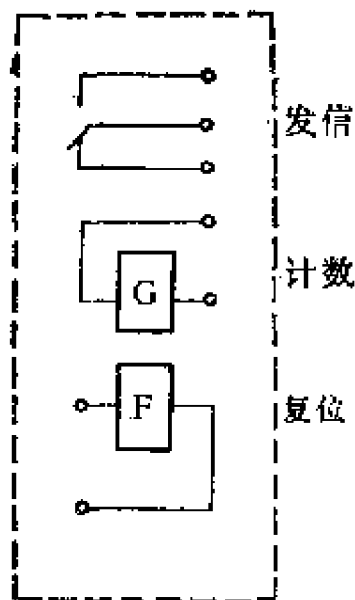


图1—106 JJDM2接线图

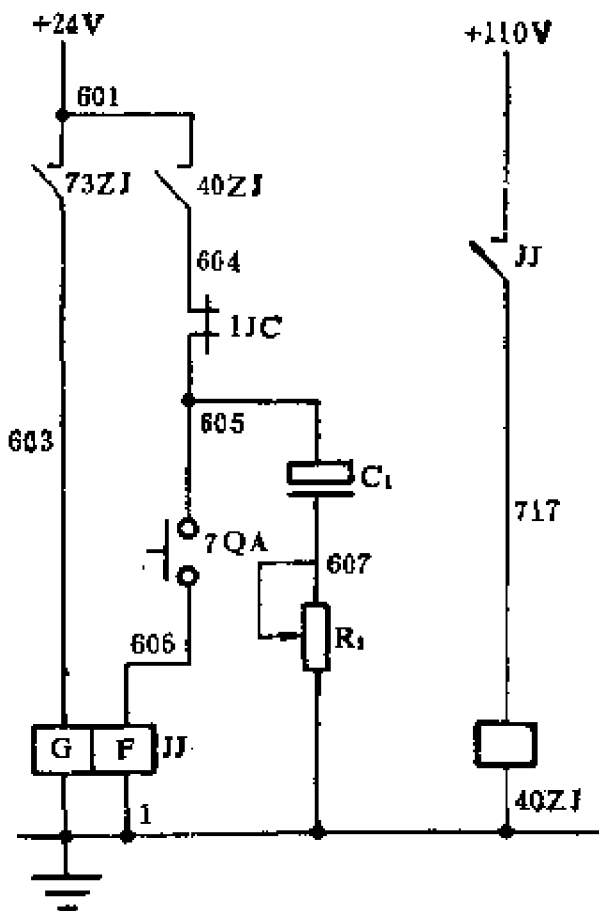


图1—107 保证JJDM2可靠归零原理图

确。缺点是使用不够可靠，常见的毛病是电动复位时字轮不能归零到位，只好用手揿钮复位。即在电动复位时，字轮还未归零，而发信微动开关已经放松，其动合接点分开，致使复位线圈断电。由于复位电磁铁的衔铁在 F 线圈断电后其动力小于运动阻力，因而复位机构不能继续运动到字轮全部归零的位置，有些字轮便在中途卡住。JJDM2 的接线图见图 1-106，图中发信部分是一微动开关，F 和 G 均是小型电磁铁线圈。

采用如图 1-107 所示电路，可以保证 JJDM2 可靠归零。其中 73ZJ 向计数线圈发送电脉冲，每个循环一次。其工作原理是：当 40 ZJ(601—604) 和 1JC (604—605) 导通时， C_1 充电；当 40 ZJ(601—604) 分开使复位线圈断电时， C_1 通过 7QA 向 F 线圈放电，从而保证可靠归零。JJDM2 电源为直流 24V，所采用的元件参数是： C_1 (电解电容器) 为 100 μ F，耐压 50V，两个并联； R_1 为 60 Ω 。

68 桥式起重设备的阻性制动器

桥式起重设备的制动装置普遍存在耗电量大和线圈、磁铁损坏率高的问题。而 MY 1 型液压直流电磁铁和液压推杆电磁铁的售价则很高。为了降低造价，可将交流电磁铁制动改为电阻性制动，消除感抗参数，以获得与电磁力相适应的激磁磁通的最佳值。具体的改置方法见图 1-108 或 1-109，只需在原制动设备的磁铁轭铁截面处垫一块塑料板或胶皮板 (MZD 1-300 型用 5mm 厚，MZS125B 型用 4mm 厚) 即可。经使用，这种改装安全可靠，不会烧坏线圈，砸坏磁铁，而且投资少，节约电能。这种装置还可交直流两用。

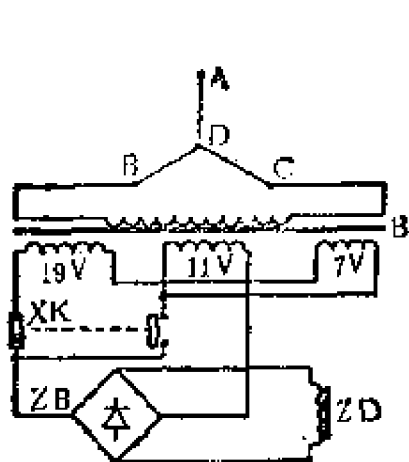


图 1—108 用于 MZD 1—300 型单相阻性制动器电原理图

D—三相交流卷扬电动机380V, B—小型变压器500VA, 380V/19V, 11V, 7V; XK—行程开关; ZB—2CZ 50A/100V×4桥式整流; ZD—铁芯线圈

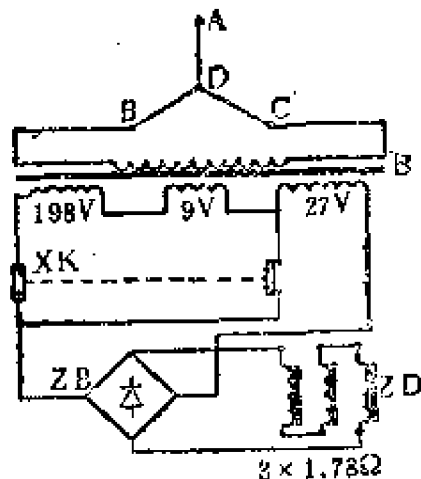


图 1—109 用于 MZS 1—25B 型三相阻性制动器电原理图

D—三相交流卷扬电动机380V, B—小型变压器500VA, 380V/198V, 9V, 27V; XK—行程开关; ZB—2CZ 50A/500V×4桥式整流; ZD—铁芯线圈, 三相串联

69 C 616 车床制动

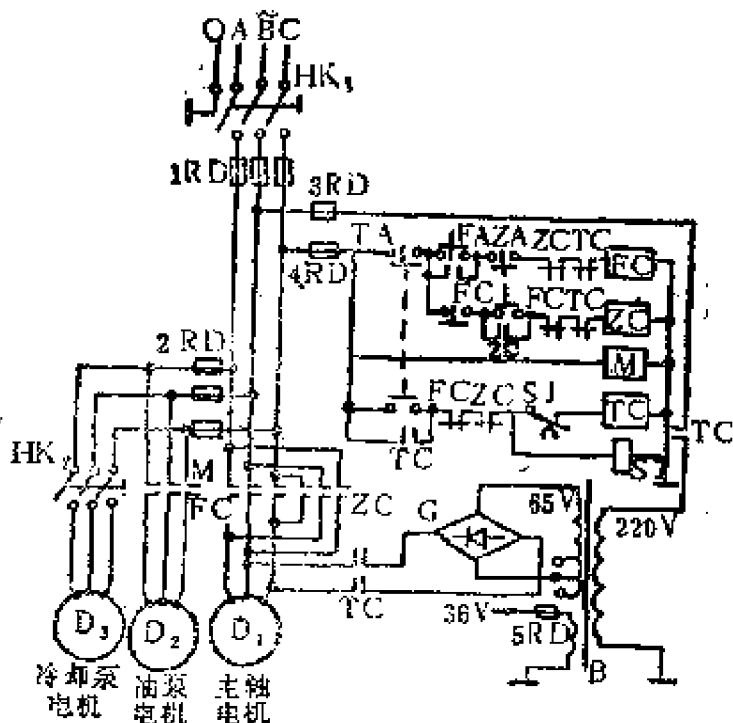


图 1—110 C 616 车床能耗制动电气原理图

在 C616 车床上加装一套整流装置, 并对电气控制线路稍加改动便可使 C616 车床由反接制动变为能耗制动。试验证明, 即使在高速时制动也仅需 1 秒钟左右, 实现了制动迅速、平稳、无冲击, 也消除了因频繁制动

而引起的电机发热和打坏齿轮的弊病。此外，由于将原来的手柄操作改为按钮控制，因而使用十分方便。

图1-110是 C616车床能耗制动电气原理图。当按下反向起动按钮 FA 后，接触器 FC 通电吸合并自锁。FC 在主回路的三个常开触点闭合，使主轴电机反转。同样，当按下正向起动按钮 ZA 时，接触器 ZC 吸合并自锁，在主回路的三个常开触点闭合，使主轴电机正转。若要电动机停止，可按下停止按钮 TA，其常闭触点断开，使 FC（或 ZC）断电而释放，切断主回路；其常开触点闭合，使接触器 TC 和时间继电器 SJ 通电吸合并自锁。TC 的常开触点闭合后，接通整流回路，并把经桥式全波整流后的直流电流送进主轴电动机的两相定子绕组，在定子内产生恒定磁场，使电动机进入能耗制动状态而迅速停止。当时间继电器 SJ 延时一定时间后（整定在 2s 左右）动作，其常闭触点 SJ 断开，使接触器 TC 和时间继电器 SJ 线圈断电，而 TC 的常开触点便断开整流器的输入和输出回路，制动结束。制动时所需的直流电流、电压、功率可按如下经验公式计算：

$$I_2 = KI_0$$

$$U_2 = I_2 R$$

$$P_2 = U_2 I$$

式中， I_2 为制动时所需直流电流（A）； U_2 为制动时所需直流电压（V）； P_2 为制动时所需的功率（W）；K 为经验系数，取 3.5~4，转速高而惯量大的取上限； I_0 为电动机仅带传动装置时测得的空载电流（A）；R 为电动机任意二根进线间测得的绕组直流电阻（ Ω ）。

C616 车床主轴电机为 7.0kW，测得的 $I_0 \approx 5A$ ， $R \approx 1.7\Omega$ 。多次试验证明，经验系数 k 取 6 左右的制动效果较

好。所以计算得 $I_2 = 30 \text{ A}$, $U_2 = 51 \text{ V}$ (取 60 V), $P_2 = 1800 \text{ W}$ 。选用 1.5 kVA 的变压器, 输出电压为 65 V 。为了便于调节, 最好在 $\pm 10\%$ 处各抽一个头。选用耐压 150 V 以上的 $2\text{CZ}-30$ 作为整流元件。SJ 选用 JS7-2 型空气阻尼式时间继电器。

70 变 X62W 铣床的反接制动为能耗制动

能耗制动平稳, 无损于机床的精度和零件的寿命, 而且耗能少, 只有反接制动能耗的 $1/3$, 同时结构改动不大, 简单易行。在 X62W 铣床上对这两种制动方法进行耗能测试, 可以绘出对应于主轴不同转速的一次制动所消耗的电能曲线如图 1-111 所示。

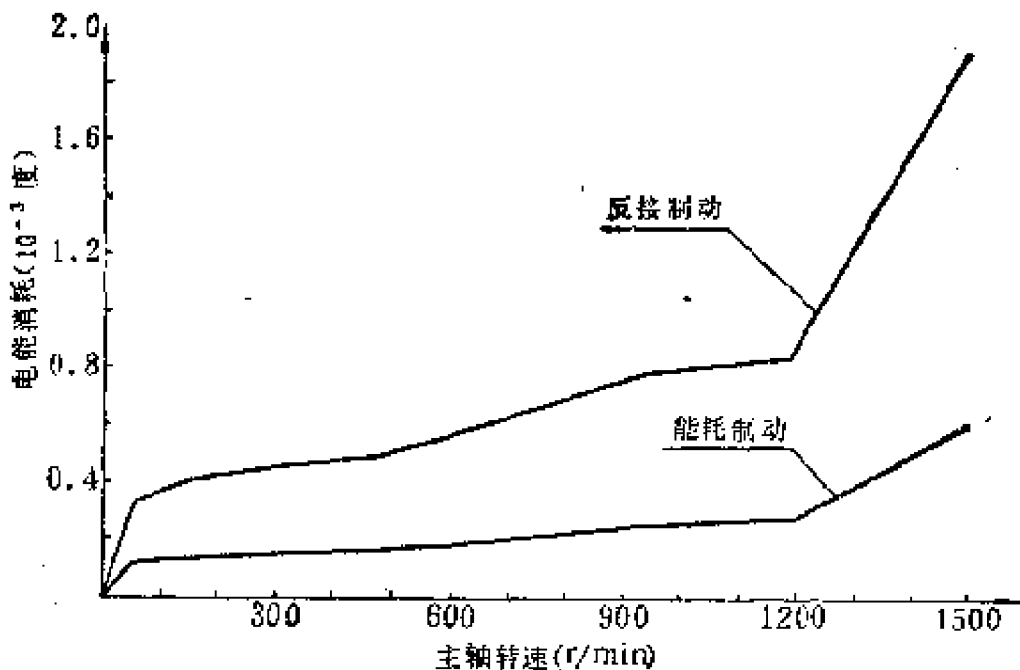


图 1-111

采用的能耗制动线路如图 1-112 所示。由反接制动改为能耗制动, 需要增设整流变压器 ZLB 和桥式整流器 ZL。X

62W 的主轴电机 (7.5kW)，额定电流 $I_{e0} = 15.1\text{A}$ 。一般

能耗制动电流 I_{zd} 应为 I_{e0} 的 1.5~2 倍，因此， $I_{zd} = 22.65 \sim 30.2\text{A}$ 。ZL 输出的直流电压与制动电流和制动回路的电阻有关。制动电阻 R 仍用反接制动的限流电阻，即 $R = 0.7\Omega$ 。电机每相绕组的电阻 $r_D = 0.9\Omega$ 。所以，ZL 的输出电压 U_{ZL} 为：

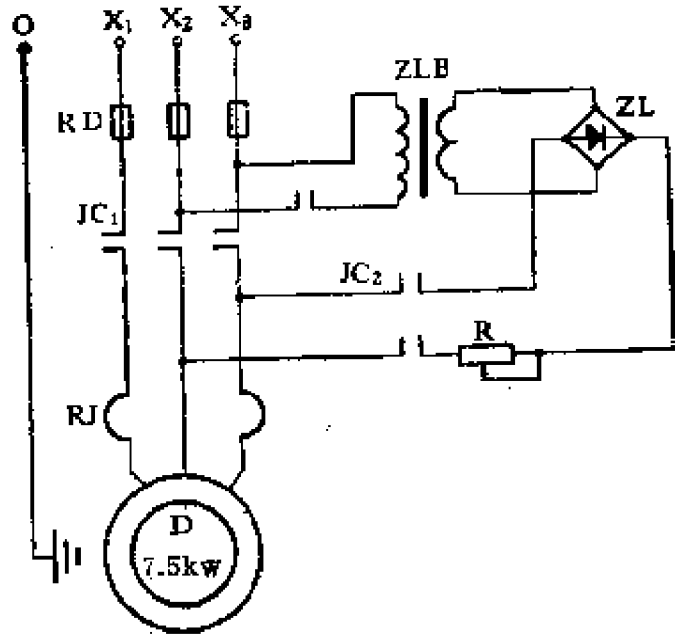


图1-112 X62W 能耗制动线路

$$U_{ZL} = I_{zd} (2r_D + R) = 56.6\text{V}$$

考虑二极管的正向压降，ZLB 副边输出交流电压选 60V。因为 ZLB 只是短时间工作，允许过载 6~8 倍，所以，ZLB 的容量 P 为：

$$P = \frac{60 \times 22.65}{6} = 226.5 (\text{V} \cdot \text{A})$$

P 可选 $250\text{V} \cdot \text{A}$ 。ZL 所用的四支整流二极管可选 2CZ-20，峰值电压为 150V 即可。此项改装只是去掉速度继电器，增加的整流变压器及四支整流二极管放在壁龛里。两个接触器 JC_1 为原来的工作用接触器， JC_2 为原来反接制动用的接触器，改装时不要另加。

71 零件磨削后的简易退磁法

通常，零件磨削后采用的退磁方法有直流法、交流法和

交轴磁场退磁器三种，这三种方法因手续麻烦、成本高、退磁效果差及退磁器加工工艺复杂等原因，在使用和推广上受到一定的限制。本文介绍的利用旋转磁场退磁的方法具有退磁效率高、质量好等特点。

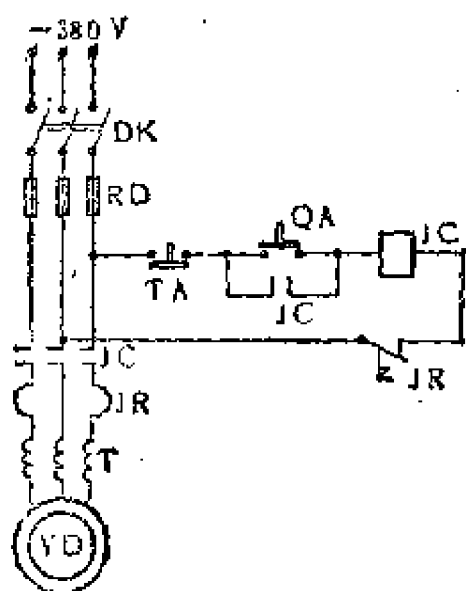


图1-113 旋转磁场退磁原理图

旋转磁场退磁主要利用电子的轨道运动和自旋，在旋转磁场的作用下更容易打乱内部角动量的定向排列，使具有不同剩磁方向的磁矩排列杂乱无序，从而获得较好的退磁效果。

利用两台三相鼠笼型异步电动机，可制成一台简易的旋转磁场退磁器，如图1-113所示。图中T为退磁线圈，串接在电动机YD的三相电路中。

退磁线圈选用一台四极14kW的异步电动机，将该电动机转子抽出，把定子线圈由“YY”接法改成“Y”接法，然后将星点打开，按头尾顺序分别串接在另一台14kW异步电动机的定子线路中。此时，若按下起动按钮QA，则电动机YD便可起动(空载运转)，同时也起动了退磁线圈。将带有剩磁的机件穿过退磁线圈，即能将机件的剩磁退掉。通常一次退磁便可获得满意的效果。

选用两台四极10、7、4.5、2.8、1.7kW较小容量的异步电动机，也可得到同样效果。

72 Z3040 摇臂钻床电气控制电路的改进

Z3040摇臂钻床的立柱夹紧电路，由一微动开关(AQ)

控制线圈电压为 127V 的中间继电器 (2J)，通过它启动安装在立柱顶部的专用电动机实现立柱的夹紧和松开。由于该微动开关 (KWX 型) 安装在手柄中，位置狭窄并受漏油及潮湿的影响，经常发生漏电，操作很不安全。为此，将立柱夹紧电气控制电路稍加改动，把原继电器 127V 线圈改换(或改绕)为 36V 线圈，从而保证使用的安全。改进后的 Z3040 摇臂钻床电气原理图见图 1-114。为了使继电器线圈在改变

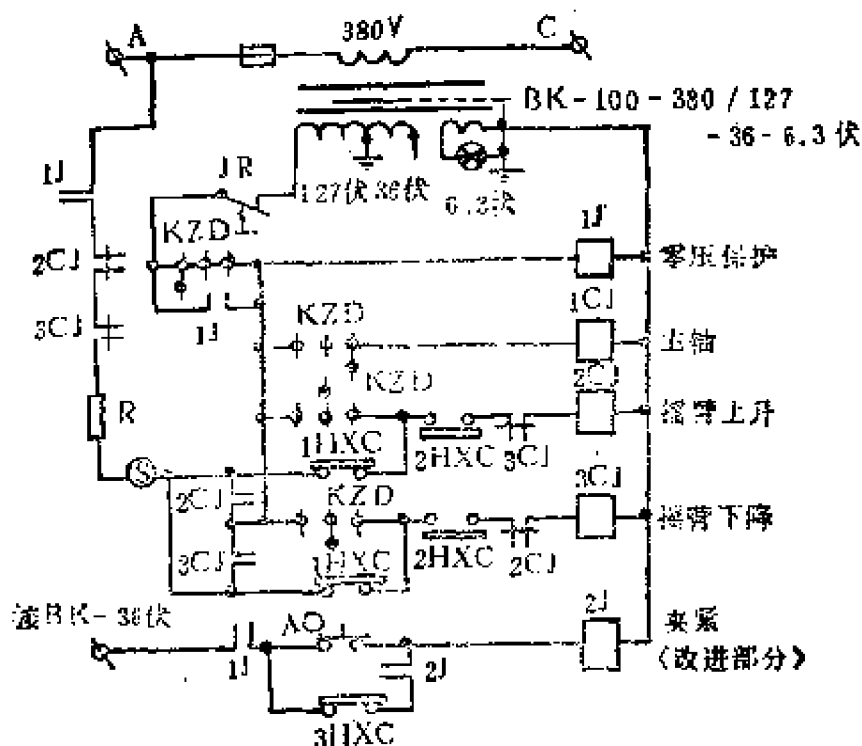


图1-114 Z3040电气原理图

电压后保持原有的电磁吸力，必须相应地改变线圈的匝数。新线圈的匝数按下式换算：

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}$$

同时，为了保持继电器新线圈的温升不变，应保持导线的电流密度不变，导线直径可按下式计算：

$$d_2 = d_1 \cdot \sqrt{\frac{U_1}{U_2}}$$

Z3040摇臂钻床2J线圈 $U_1 = 127V$ 、 $\omega_1 = 3080$ 匝、 $d_1 = 0.17mm$ ，新的线圈电压改为 $U_2 = 36V$ ，则：

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot \frac{U_2}{U_1} = 3080 \times \frac{36}{127} = 873 \text{ (匝)}$$

$$d_2 = d_1 \cdot \sqrt{\frac{U_1}{U_2}} = 0.17 \times \sqrt{\frac{127}{36}} \approx 0.32 \text{ (mm)}$$

73 铣床电磁离合器供电线路的小改进

X52K立式升降台铣床的电源开关接通时，进给电磁离合器(GDL)线圈也随之同时接通电源，因而经常烧坏线圈。改进的方法是，将如图1-115(a)所示结构改为图(b)所示结构。

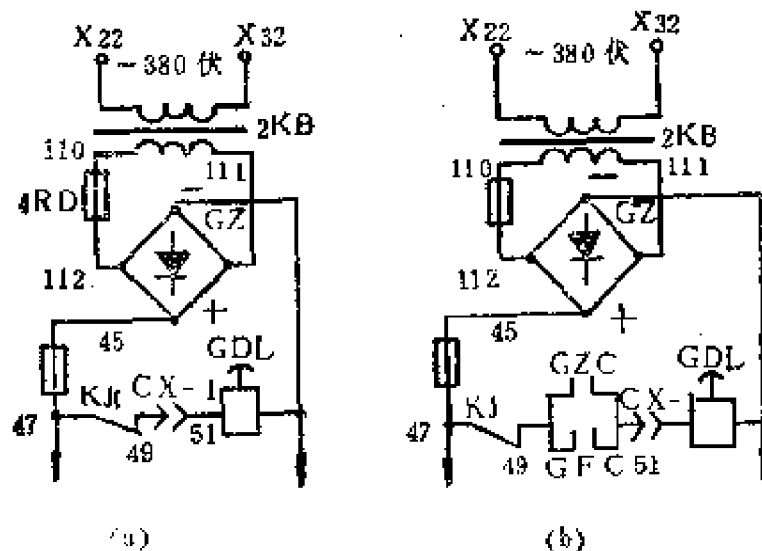


图1-115

示结构。即控制进给电机交流接触器(GZC或GFC是原来没用的辅助常开接点)工作时，进给电磁离合器(GDL)线圈才能通电吸合。这一小改进，缩短了进给电磁离合器(GDL)线圈原来的通电时间，使其工作中能得到间歇散热，相应地延长线圈的使用寿命。

74 螺旋随动电线

专用机床上的刀架由油缸驱动，其快进和工进分别由双联叶片油泵中的大小油泵供油。而大小油泵供油的转换，必须在刀架快进转工进时给出电气信号。螺旋随动电线可使转换位置准确、结构紧凑，安全可靠。其结构如图 1-116 所示。螺旋电线 11 的右端由线夹 13 固定在滑座 2 上，左端固

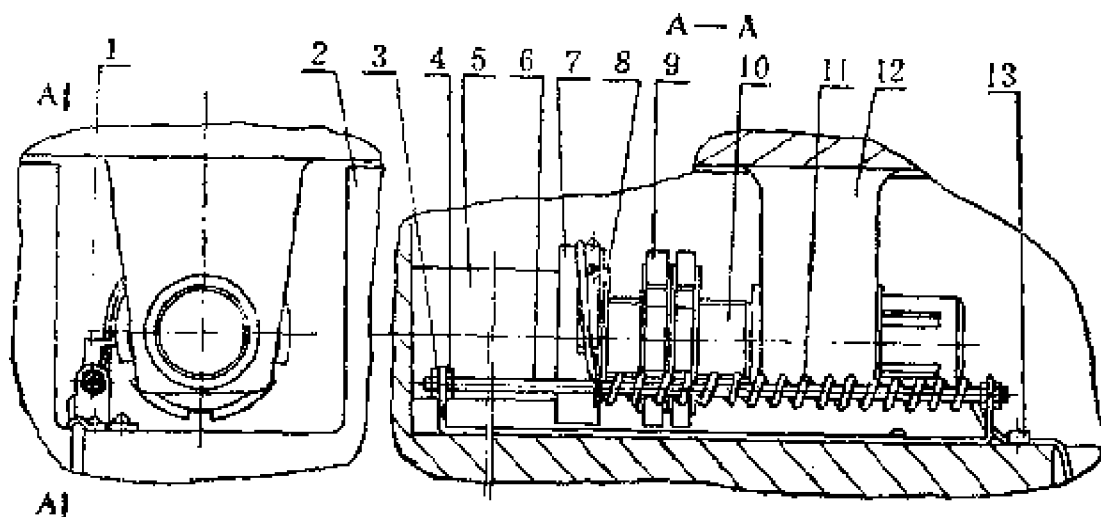


图 1-116

定在绝缘套 7 上，电线芯与铜环 8 相接，电线导杆 6 通过螺帽 4 固定在支架 3 上。起动油泵电机后，压力油进入油缸（装于滑座 2 中），此时是大泵供油，通过活塞杆 10、活塞套 5 一起向前快移，带动刀架滑板 12 快进。当 5 到终点时，10 继续前移，圆螺母 9 与铜环 8 脱离，换向阀换向，小泵供油，刀架慢速工进。工进完毕，刀架快退，10、5 一起快退，到终点停止，循环结束。刀架的快进和工进距离，可通过圆螺母 9 在刀架行程范围内任意调整，螺旋电线 11 由电线板 1 带动可随活塞套 5 移动而自由伸缩。

螺旋随动电线的设计，是根据刀架行程求出螺旋电线所需的最少圈数及导杆的最小长度。导杆表面要光滑。螺旋电

线放松后，其内径与导杆有3~5mm的间隙。

●冷却润滑●

75 外圆磨床冷却液导流和防喷装置

在高速磨削时，强烈的喷雾和飞溅的冷却液会影响正常操作。而见于文献的冷却液防喷装置，几乎都着重于挡流和截流。实验证明，单凭这种方法并不完善，而且也不是唯一的方法。较好的方法是，在隔流的同时最好对被隔风流予以“导流”。因为挡隔越严密，砂轮罩内的涡流风压越强，从砂轮正面的冷却效果看是较好的，但砂轮两角的飞溅和喷雾却加重了。如果将被挡隔的高压涡流风及时予以“导流”、外泄，使砂轮罩内的涡流风压得到及时卸压，在挡风板以下（即整个砂轮罩开口区）形成相对的“负压区”，使砂轮周边形成不了风膜，而且又在开口区近挡风板处的砂轮圆周表面造成瞬时真空，当空气还来不及填充时，冷却液就很容易被砂轮吸附着进入磨削区。这样，不仅改善冷却效果，而且还有效地防止冷却液飞溅及喷雾，同时也对砂轮进行较好的冲刷，从而使砂轮修复期相应的延长。

图1—117所示的结构就是把隔流和导流结合起来的装置。它用铁板做挡流板，将左、右两块导流板各用两个M6螺钉装在原机床舌罩两侧，再把挡流板装在舌罩的前面。导流板上45°和90°两个角度，是在50m/s的转速下进行多次试验摸索到的最佳值。铁板的厚度一般为3mm，但为

安全起见，最好选用4~5mm厚的。挡流板、右导流板及左导流板见图1—118(a)、(b)、(c)。

本装置具有以下特点：

1. 结构简单，便于制作、使用。

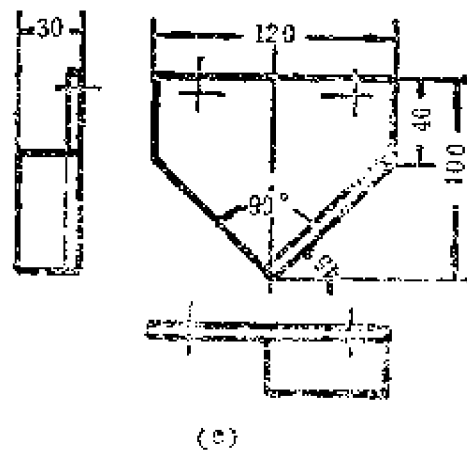
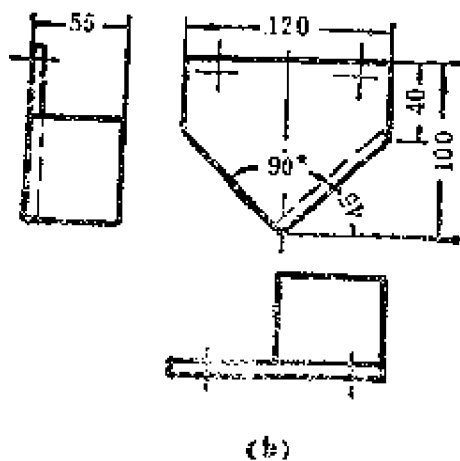
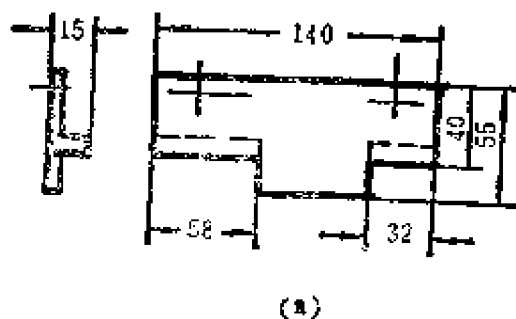


图1—118

4. 不仅砂轮罩开口区不再向外喷雾，而且因有内吸力量，故可使操作区大大减少喷雾和飞溅。

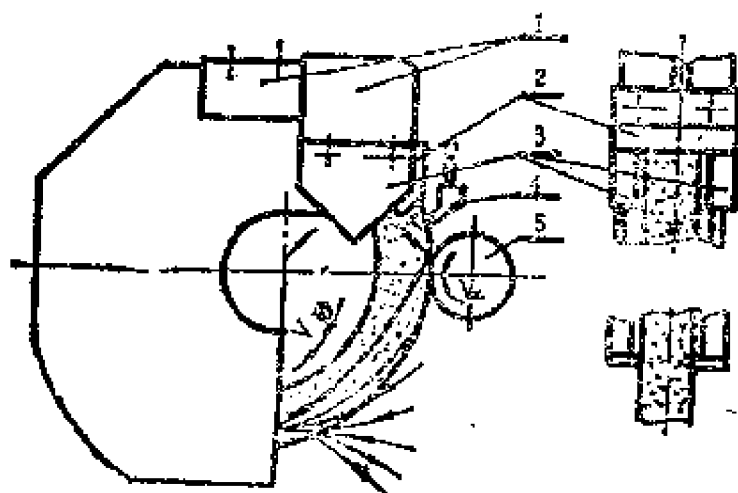


图1—117

1—原机床舌罩；2—挡流板；3—导流板；4—原机床喷嘴；5—工件

2. 便于调整。随砂轮损耗移动舌罩即可调整挡流板。

3. 不用特殊喷嘴。靠磨端面时无需调整；由于冷却充分，可避免烧伤。

5. 不需更换现有冷却泵来加大压力及流量，只要扩大泵的出口管螺纹即可满足大流量的要求。

在普通外圆磨床上采用这种装置，也可使操作区的环境得到较好的改善。

76 切削液多级过滤装置

研究表明，如将切削液中的杂质从 $20\mu\text{m}$ 降低到 $10\mu\text{m}$ ，刀具耐用度可延长 2~4 倍。本文介绍一种具有高压密封箱的多级过滤装置。该装置如图 1-119 所示。工作时，水泵 6

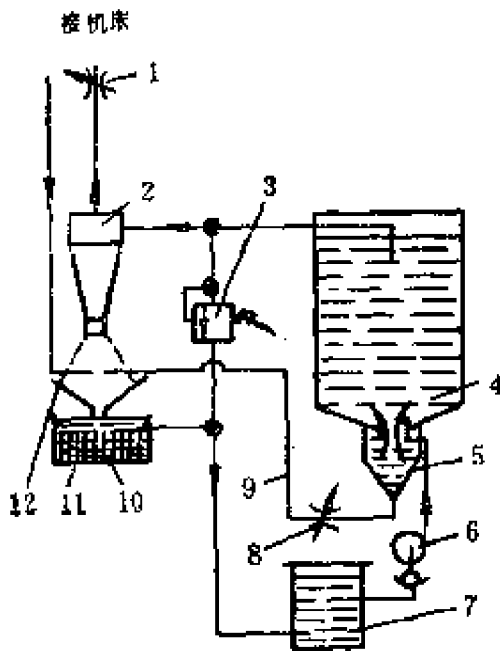


图1-119

将切削液从储液箱 7 内抽出，并压入第一级涡旋分离器 5 内，使切削液中 $10\sim 25\mu\text{m}$ 的杂质被分离出，然后充满整个密封箱 4 内建立起高压。当密封箱内的压力达到一定值时，切削液将被压入到第二级涡旋分离器 2 内，进行精滤净化处理，把 $5\sim 10\mu\text{m}$ 的细小微粒分离出。经过上述净化处理后的切削液，可引向机床工作区使用。对已使用过的含杂质较多的切削液，

以及由二级涡旋分离器 2 和 5 中的沉淀物通过接收器 12 的锥体流入过滤箱 11 内，经过磁性分离器 10，将其中的切屑杂质进行第一次清理，然后再流回储液箱 7 继续使用。

采用多级过滤装置的可靠性好，切削液清洁度高。因为切削液先经磁性分离器 10 处理，不会堵塞第一级涡旋分离器里的过滤孔。又由于箱 4 密封性好，能在其内有稳定的高

压，保证无脉动地将切削液输送到第二级精细过滤的涡旋分离器中。此外，该装置当暂时切断切削液供给(如更换加工零件)时，只要关闭控制阀 1，切削液就通过溢流阀 3 流回储液箱内，使整个过滤净化系统不会中断工作。

77 提高无心磨床加工效率和精度的方法

为了避免在无心磨床上通过加大切削用量来提高生产率时，因工件表面大量发热，导致工件尺寸变化太大，甚至造成废品，可在机床上采用固定挡铁或主动控制尺寸的仪器把加工件控制在公差范围之内。零件终磨时，不要等零件冷到室温再进行测量。终磨时在零件温度一致的情况下，冷到同样温度后的尺寸应该相同。但由于磨削留量的差异，零件的温度则不相同。留量大，零件磨削热就大；留量小，零件温度就低。

降低零件温度最有效的方法，是在被磨削零件(即磨削区)下部附加一冷却液喷嘴。因为用贯穿法磨削时，零件是向下旋转的。这样，零件的磨削区刚离开砂轮的一瞬间立刻受冷，冷却水立即把热量带走，不会使热量传到工件内部。

图1—120表示了零件在磨削时只有上部冷却和上下都冷却时热量的分布。实践证明，对空心环状零件的效果最明显，可以提高生产率和加工精度，其磨削精度可以控制在 0.016 mm。当采用图(a)方式冷却时，则磨削精度下降。

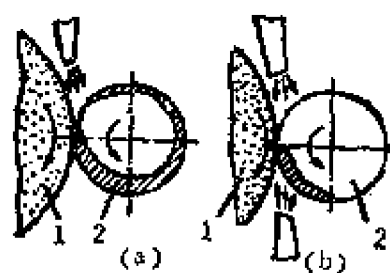


图1—120 零件在无心磨削时，从上部和下部冷却时热量的分布(剖面线部分)

1—砂轮；2—工件

78 砂轮净化装置

图1--121所示砂轮净化装置，可加工韧性材料等难加工材料。这种装置内表面有横向筋条，筋条与砂轮外圆相距 $0.8 \sim 2.2\text{mm}$ ，排列成月牙形。筋条每 $4 \sim 5$ 个为一组。各组之缝隙

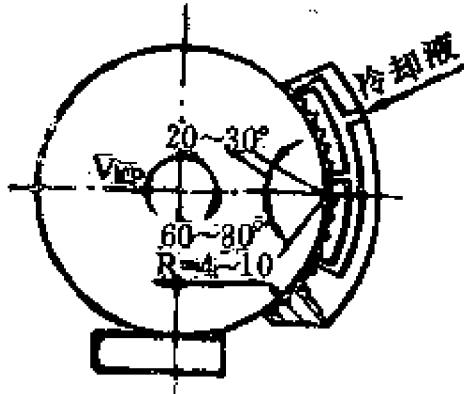
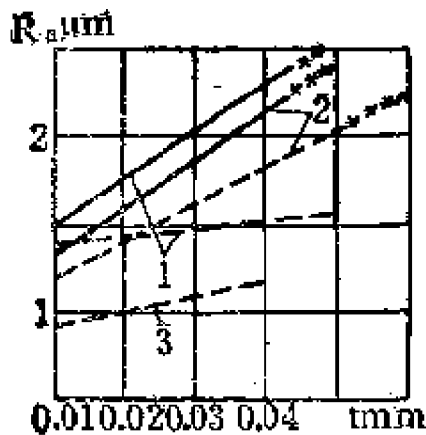


图1--121 砂轮净化装置

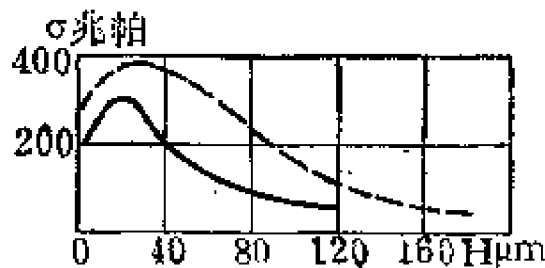
作为喷嘴。该装置借助导板安装在砂轮防护罩上。由喷嘴出来的冷却液流喷到回转着的砂轮外圆表面上(其速度接近于砂轮的线速度)，并分成小水滴与空气混合，又喷向弧形月牙槽上，再返回到砂轮表面上。冷却液如此循环

流动，将砂轮上的金属屑冲掉，工件及砂轮也得到润滑及冷却。

这种装置可使磨削区的发热量减少、提高工件表面质量及砂轮的耐用度。使用这种装置，即使在磨削深度 t 大的条



(a)



(b)

图1--122 工件表面粗糙度与磨削深度 t 的关系图(在3Г71机床上加工)

1—用金刚石砂轮加工BT-31钛合金；2—用金刚石砂轮加工 20×13 钢；3—用氧化铝砂轮加工 $\Delta 16T$ 铝合金。虚线—用砂轮净化装置时；实线—用普通冷却方法时；星号—表面发热程度(横进给 0.5mm/行程 ，工件速度 20m/min)

虚线—用普通冷却方法时；实线—用砂轮净化装置时

件下，表面粗糙度也可降低30~40%。而且磨削深度增加，砂轮发热量不会明显增多，如图1—122(a)所示。图(b)表示在不同条件下，用金刚石砂轮磨削BT-31钛合金时残余应力 σ 沿工件表层深度H的分布情况。明显看出，应用这种砂轮净化装置，可提高难加工合金和普通结构钢工件的磨削表面质量。

79 防止冷却液水泵窜水的方法

一般叶轮的正面有六个主叶片，背面有六个防止窜水的背叶片。被主叶片甩到外圆上的水，绕过叶轮外圆与壳体之间的间隙到达叶轮背面，再经背叶片向外甩，以防止水上窜。但如果背面间隙太大，则到达叶轮背面的水又通过轴孔间隙向上窜，如图1—123所示。叶轮背面间隙在0.5~1mm之间一般不会窜水，间

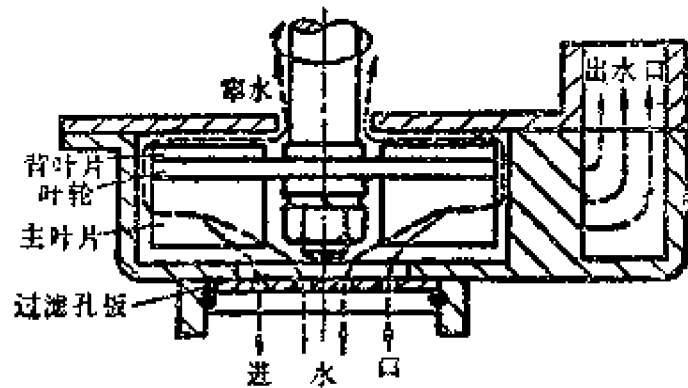


图1--123

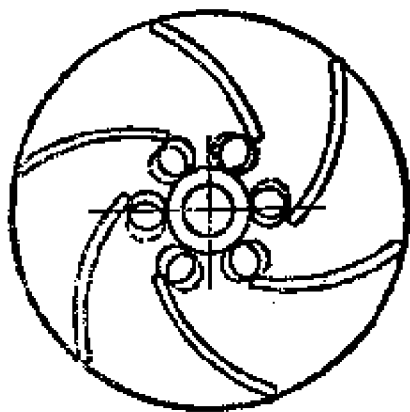


图1—124 从叶轮背面看的斜孔倾斜方向

隙再大就要窜水。

具体的解决办法，主要是将跑到叶轮背面的水再引回泵体中来。就是在叶轮中部两叶片根部中间的叶轮平面上钻六个 $\phi 8\text{mm}$ 的斜孔，如图1—124所示，斜孔的倾斜方向要使在叶轮正常工作时，能把背面的水旋回到正面来。在叶轮上钻孔以后，把背面间隙

加大到3mm，堵住出水口后未发现窜水。把背叶片磨平，使间隙加大到6mm，仍未窜水。改造前后该水泵的出水量和电动机的工作电流均没有变化。然而必须指出，叶轮与泵壳之间的间隙太大，必然影响流量与扬程，因而要注意维修调整。

80 X8126铣床升降丝杠副排漏与润滑装置

X8126铣床的升降丝杠副常在润滑不良的状态下工作，造成丝杠副运动不灵活，丝杠丝母容易磨损，使升降刻度不准。

改装前，丝母座(图纸标为下部箱体)中的油位不能超过光杠伞齿轮齿根部上端的小齿根圆。光杠伞齿轮上端齿根(即小齿根圆)比升降丝母上端的平面约高3mm。这表明油池中最上层约3mm高的油量是润滑丝杠与丝母的。加油时，若油量超过小齿根圆或加满油池，油将经由光杠与伞齿轮的间隙和键与光杠键槽的间隙很快流到地面，直到池中油位与光杠伞齿轮的小齿根圆齐平为止。据观察，即使X8126铣床不工作，24h后油池油位也将下降到显著低于丝母的上端面(油从丝杠副间隙流到地面)。此时，油池中的油不能进入丝杠副，造成干摩擦，使丝母磨损加快。剩下的油液只能润滑光杠伞齿轮和光杠伞齿轮轴与轴套，然后从这里渗漏到地面。在一般情况下，5~7天即漏完，故需3天左右加1次油。

为了彻底消除以上弊病，可在丝母下部装一储油桶，此桶与丝母座有导油管相通；在光杠伞齿轮上端镶一挡油套，下部装一O型圈。具体结构见图1—125。X8126铣床的升降

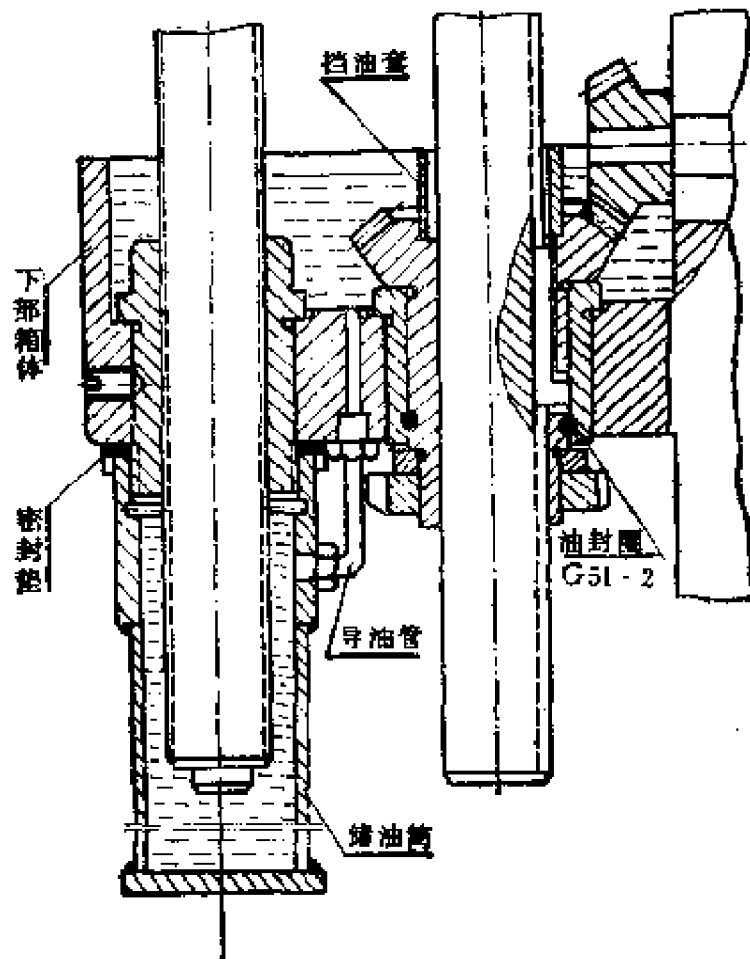


图1—125

丝母，有的下部无外螺纹，需换成有外螺纹的丝母(因为储油桶和丝母用螺纹联结，拆卸维修方便)。储油桶可伸入地基孔中(见机床说明书)。如无此孔，需卸下工作台和下部箱体后凿孔。改装用的所有零件按图装配，加油时将工作台升到上限(实际是丝杠升到上限)，储油桶内盛满油，装入丝母下部，并把导油管联结好，再将工作台降到下限。此时，桶内部分油因受下降丝杠挤压，由导油管进入丝母座油池。把油池中的油加满到不溢出为止，装配即告完成。

丝杠上升时，它在储油桶内的体积减少，油池中的压力大于桶内的压力，油池中的油经导油管下流到储油桶内。丝杠升到上限，油池和储油桶压力相等后，油池中的油位仍高

于丝母上端。丝杠下行,储油桶内丝杠的体积增加,桶内的油因受挤压经导油管上流到油池内。因此,工作台升降时,丝杠与丝母配合处始终有充足的油润滑。

81 一种拉削难加工材料的冷却润滑液

本文介绍的拉削冷却润滑液配方为:5号高速机油48.4%;硫化油40%;氯化石蜡10%;磷酸三乙酯1%;石油磺酸钡0.5%;苯骈三氮唑0.05%;2,6二叔丁基对甲酚0.05%。按此配方配制的冷却润滑液,其硫、氯、磷所产生耐极压油膜,易被工件和刀具的表面吸附而减少摩擦。同时,这种极压油膜在高、中、低温下都能保持其良好的润滑冷却性能。实践证明,硫、氯混合在一起能产生连锁反应,使其润滑效果倍增。此外,石油磺酸钡有防锈作用;2,6叔丁基对甲酚能控制硫、氯的氧化,因此有抗氧化作用,苯骈三氮唑能防止对银、铜的腐蚀作用。这种润滑冷却液经使用半年,取液化验的理化性能数据是:闪点为 150°C (合格);凝点为 -11°C (合格);粘度为 $1.355 \times 10^{-2} \text{Pa}\cdot\text{S}$ (合格)。抗负荷性能是:临界负荷为 $p_k 110 \text{kg}$ (超过国家标准,国家标准为 $85 \sim 96 \text{kg}$);烧结负荷为 $p_s 500 \text{kg}$ (超过国家标准,国家标准为 300kg);抗磨指数为76.58(合格);磨斑直径为 0.42mm (国家标准为 0.5mm 以下)。

这种切削液具有如下优点:

1. 提高拉刀寿命。与使用硫化油作冷却润滑液相比,寿命可提高 $1/3 \sim 1/2$ 。
2. 使用期长,提高零件的表面质量。经使用三年,加工光洁度仍然很好。
3. 对机床和镀银、镀铜零件腐蚀性很小。

这种冷却润滑液可用于攻丝加工，具有省力、提高螺纹表面光洁度和丝锥使用寿命的特点，能代替豆油作攻丝冷却润滑液用，其效果比豆油还好。此外，此种切削液在其它加工中亦有很大推广前景。

82 卧式滑动丝杠螺母机构的油环润滑

在DK7725数字程序控制线切割机床上卷丝筒往复运动的丝杠螺母机构中采用油环润滑，如图1—126所示。油环润滑的基本条件是：水平安置，基本上无冲击振动和一定的转速(100~2000r/min)。由于卧式丝杠与一般水平转轴的运动特点相似，两者同为水平安置，基本上无冲击振动(线切割机床是非切削加工)，而本例的丝杠转速为140r/min，因此，可以满足上述基本条件。然而，螺旋运动比纯转动多了一个轴向分运动。如图1—127所示， v 为丝杠中径上一点的螺旋运动速度，将其分解为轴向速度 v_1 及周向速度 v_2 ，则 $\text{tg}\gamma = v_1/v_2$ ，显然 γ 是螺旋升角。本例 $\text{tg}\gamma = 0.033506$ ，所以 $\gamma = 1^\circ 55'$ ，其值很小，完全可以忽略而近似地将螺旋运动看作纯转动，并以此作为油环润滑的设计依据。此外，在工作中内外螺纹始终保持接触，油环只受重力引起的摩擦力及丝杠对油环的反力，不会与

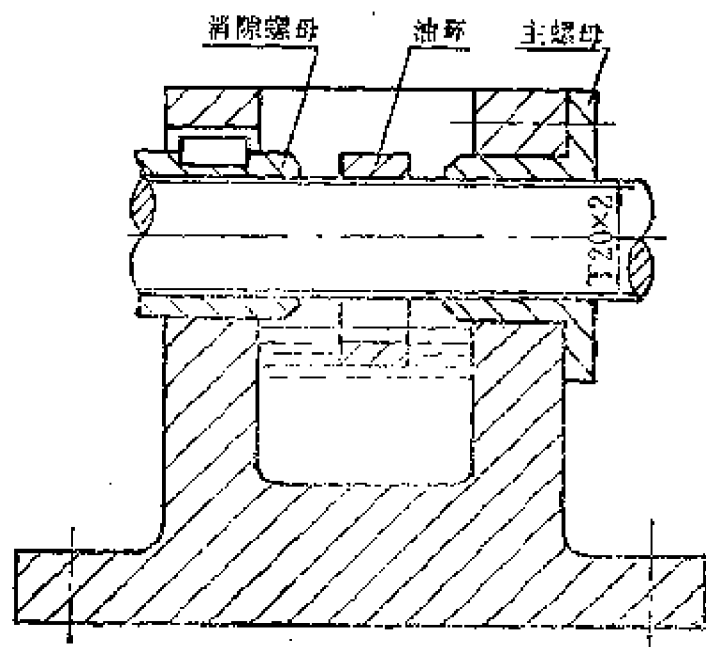


图1—126

丝杠螺旋面产生轴向干涉。

根据以上分析，采取以下相应措施，以控制因轴运动产生的影响，而使油环润滑在丝杠螺母机构中成为可能：

1. 油环采用与螺母相同的材料，以控制丝杠的表面磨损。

2. 控制油环的轴向长度 $l \geq 4t$ (t 是螺距)，以保持油环表面始终与丝杠外表面紧密接触。

3. 适当增加油液补给，以补偿因丝杠作轴向运动时比转轴更易带出润滑油的油耗。

4. 为了防止冬天润滑油粘度过大，致使油环粘附在螺母(与油环相接触的)端面上而影响润滑效果，应在螺母端面上倒角或将油环做成图 1—128 所示形状，油环纵剖面为梯形。本例将螺母端面倒角，这样也有利于螺母装配。

5. 适当控制油环的轴向运动空间。

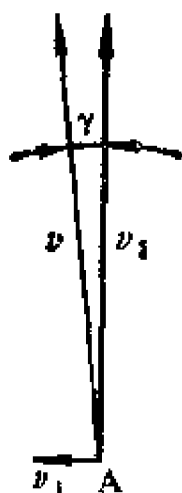


图 1—127

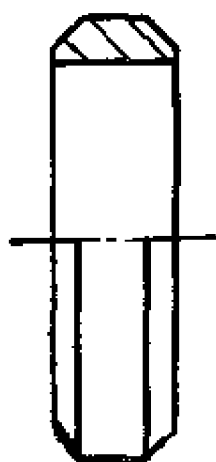


图 1—128

83 内圆磨砂轮防护罩

由于内圆砂轮没有防护罩，为了安全起见，往往要在内圆砂轮退离工件的较远处，对工件进行测量或装卸操作，因

此，在一定程度上影响工作效率，并增加了导轨的磨损。

图1—129和1—130是内圆砂轮主轴可在砂轮进入工件内孔进行磨削时将防护罩自动抬起，在砂轮退出工件后防护罩自动落下，将砂轮罩住的示意图。图中，液压开关2与砂轮架一起向左运动，碰

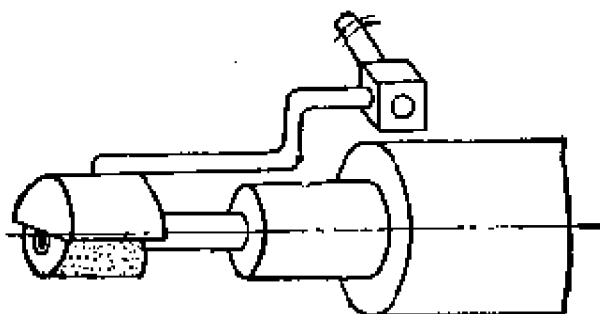


图1—129

块1顶开液压开关2，压力油自油路3

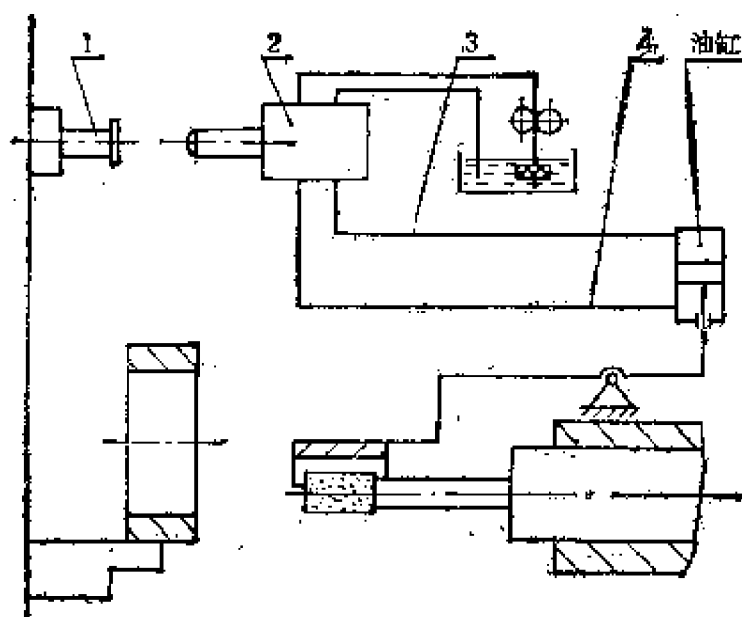


图1—130

块1顶开液压开关2，压力油自油路3进入油缸上方，油路4与回油路接通，砂轮防护罩抬起。砂轮架向右运动，液压开关2离开碰块1，压力油从油路4进入油缸下部，砂轮罩将砂轮罩住。砂轮罩自动

抬起落下可设计成液压系统控制、电路控制和机械控制。

84 用异形钢管制造润滑油路新工艺

图1—131所示砂轮主轴箱两个润滑点油路1、7，按传统方法可用管接头2和油管5等相联。这种方法的缺点是：(1)由于管接头2和油管5等装在主轴上部，所以影响螺母3、4等零件的装卸和调整；(2)油管振动时对高精度主轴运动有一定影响；(3)管接头6处箱体上的螺纹加工工艺性不好。

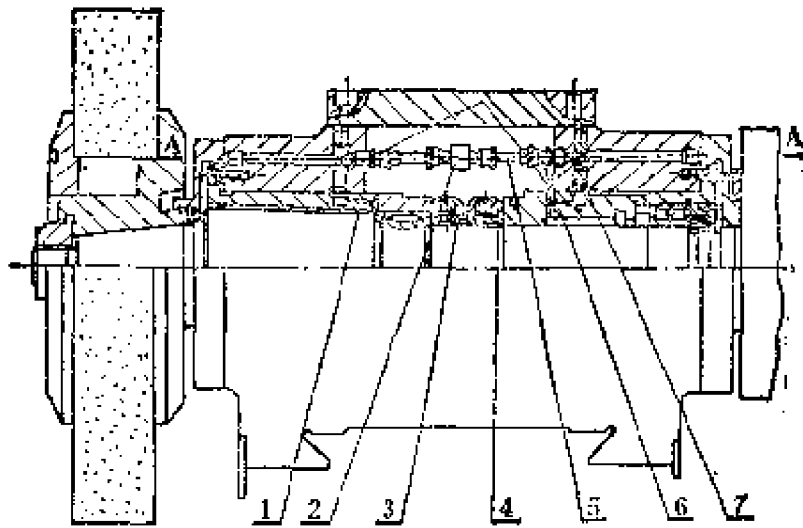


图1—131 砂轮主轴润滑油路

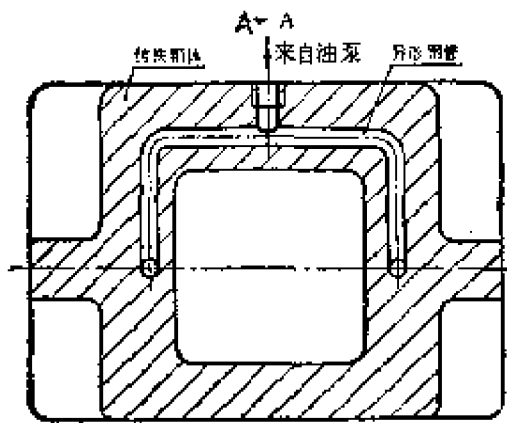


图1—132

用钻孔法或铸孔方法则可克服上述缺点。铸孔法就是在箱体壁和筋处理铸入异形钢管，通过浇铸使之形成润滑油路，如图1—132所示。异形钢管制造工艺见图1—133，先用铜丝焊成或用石蜡铸造成形状和尺寸与油路相同的铜骨架

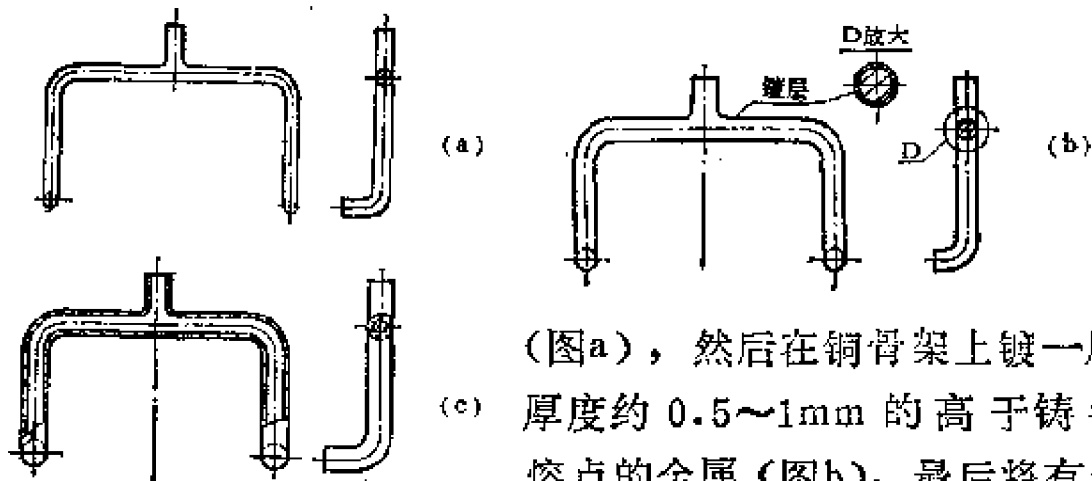


图1—133

(图a)，然后在铜骨架上镀一层厚度约0.5~1mm的高于铸铁熔点的金属(图b)，最后将有镀层的铜骨架加热到高于铜熔点的

温度，把铜骨架熔化，倒出铜水，镀层即成为可埋铸入的异形润滑油管(图c)。

●其他部件●

85 加大外圆磨床磨削锥度的装置

M1450型外圆磨床的最大磨削锥度为 4° 。但往往需磨削零件的锥度要超出 4° 的范围，因此，可在该磨床上加装一个加大磨削锥度的机构，如图1—134所示。

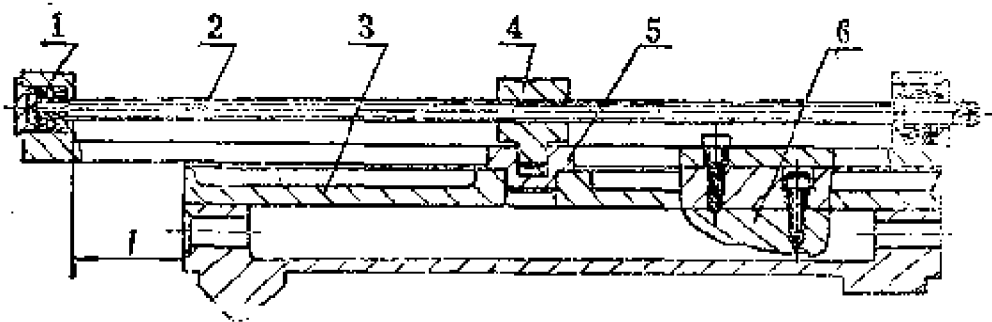


图1—134 加大磨削锥度机构示意图

先把磨床上原调节磨削锥度的机构拆掉，然后利用原上工作台3上的孔配制滑块5，并在滑块上开有通槽，以保证上工作台3转动。槽的宽度与调节丝母4下面的导向柱为动配合。调节支架1紧固在下工作台6上。调节锥度机构由支架1、调节丝杠2和调节丝母4组成。尺寸1应由实际工件锥度的大小来确定。

磨削时，放松上工作台3的螺钉，转动丝杠2，通过丝母4、滑块5带动上工作台3转动即可获得所需之锥度。然

后，紧固上工作台 3 的压紧螺钉，即可开始磨削加工。由于此调节机构未设计调节锥度的标志，所以需先进行试磨，并用标准环规测出误差值，待逐步校准至图纸要求后，再把上工作台 3 的紧固螺钉紧牢，即可正式进行磨削。

由于加大磨削锥度超出了磨床原设计的规定，上工作台和下工作台间的支承面减小了，可能会引起上工作台变形，所以，磨削完毕应立即将上工作台调到原工作位置，以保护磨床的精度。

86 在外圆磨床上使用分度装置磨削正多边形的小平面

通常，回转体的正多边形的小平面都在工具磨床和平面磨床上进行磨削，并且很难取得理想的效果。尤其是磨削镶有硬质合金的这类工件时，即使使用金刚石砂轮作端面磨削，因线速度不一致以及接触弧较长等原因，也很难取得较好的光洁度和高的生产效率。而在外圆磨床上使用分度装置，则可以方便地磨削这类工件，获得较理想的效果。

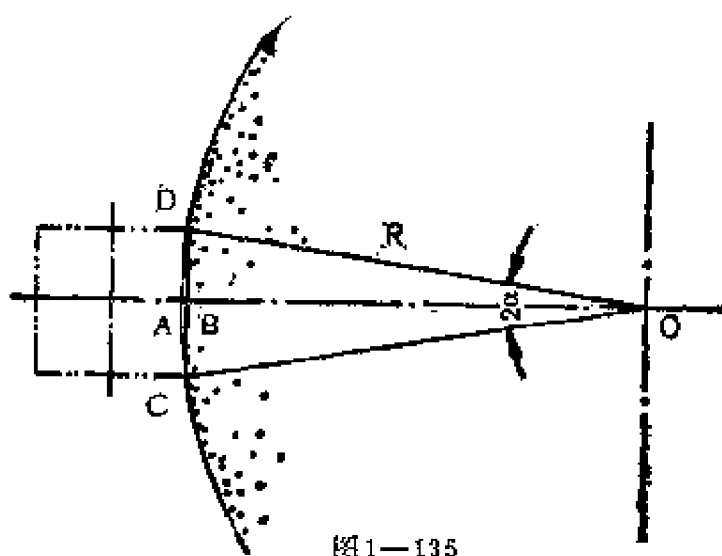


图1—135

可以方便地磨削这类工件，获得较理想的效果。

如图1—135所示，由于磨削时，砂轮与工件的接触弧所对的中心角 $\alpha = \arcsin b/2R$, $BO = b/2\text{tg}\alpha$ ($b = CD$),

因此，磨削后的平面误差值 $\Delta = AB = R - \frac{b}{2\text{tg}(\arcsin b/2R)}$

若 $b = 16\text{mm}$ ， $R \approx 200\text{mm}$ 时，则误差 Δ 为 0.16mm 。这种磨削方法能满足于平面精度要求不高，生产效率较高的场合。

磨削时推荐使用图 1—136 所示的分度装置，可作纵磨

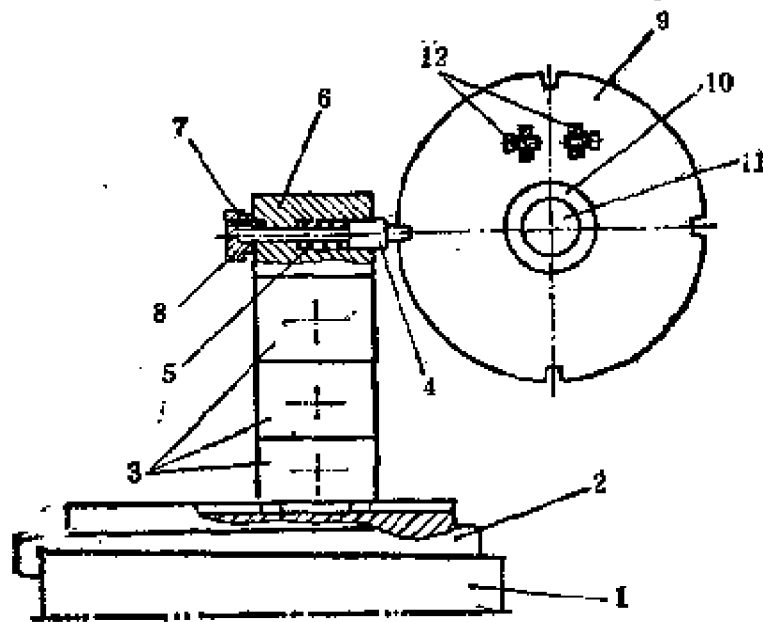


图 1—136

和切入磨削。分度装置包括分度盘和定位销两部分。分度盘 9 靠镶配铜套装在头架顶尖的外圆面上，能作相对转动。分度盘外圆设有等分槽。等分槽数按多边形边数专门设定。定位销体由组合夹具块固定在磨床的修正器底座上。销 4 在弹簧的作用下插入分度槽中实现定位。由于手柄上装有圆柱销 7，插入 6 时能正确地保持其方向不变。此外，分度盘外端面上还有带螺孔的突起，装夹时可将固定工件的夹头尾柄放在突起槽内，并由螺钉 12 固定。工件固定在两顶尖之间。在磨完一面、砂轮架退出加工位置的情况下，只需拔出销 4，手动将工件转过一面，然后重新定位，即可加工另一面。

87 调整牛头刨滑枕位置机构

一般的牛头刨床滑枕位置调整机构如图 1—137 所示。

当松开手柄 3，转动轴 1 带动丝杆 2 旋转时，便可调整摆杆叉 4 与滑枕的相对位置，调整完毕再将手柄锁紧。这种机构

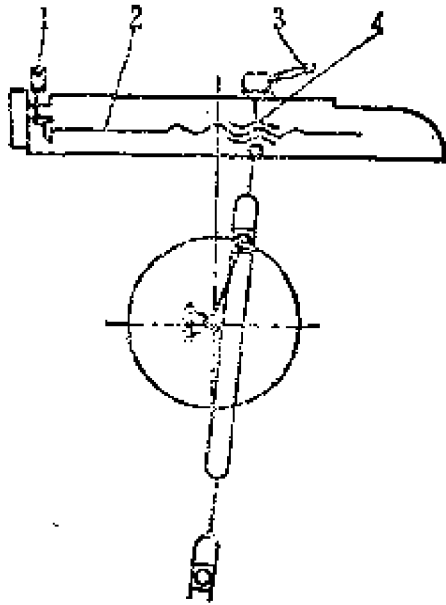


图 1—137

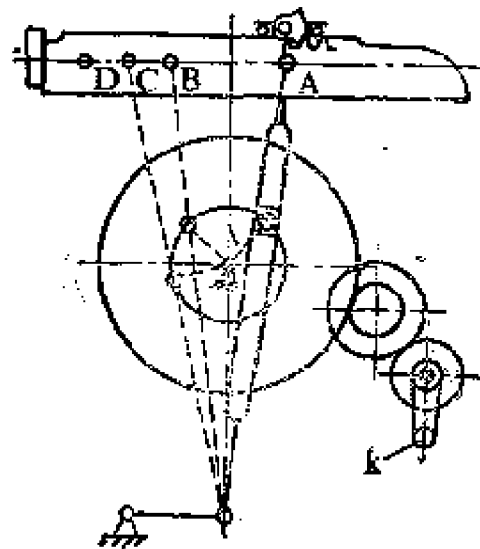


图 1—138

的缺点是：操作者劳动强度大，以 B655 型牛头刨床为例，调整 100mm 的位置需摇动手把 20 多圈；锁紧不可靠，为了安全，操作工人往往用铁器敲击手柄，因而将手柄碰伤。

图 1—138 所示是新型的调整滑枕位置的机构，它是借助主传动链带动摆杆叉在滑枕上移动来调整滑枕的位置，并靠尖齿形压板与尖齿齿条啮合进行锁紧的一种机构。其传动原理与锁紧方式如图 1—139 所示。当松开滑枕的压紧手柄 10 时，尖齿形压板 3 与尖齿齿条 1 脱开，摆杆叉 6 便由滚柱 2 支承于滑枕 13 的背部平台上。此时转动手柄 K (见图 1—138)，摇杆便带动摆杆叉移动，使摆杆叉与滑枕相对位移，达到调整位置的目的 (如从 A 点调整到 B 点)。为了使滑枕位置从 B 点调整到 D 点而不调整曲柄，在新机构中设置了棘爪—齿条机构。当摆杆叉从 B 点移动到行程前端 C 点，但仍未到达所需要调整的位置 D 点时，摇杆需往回摆

动，以便带动滑枕往后移动一段距离，而后再将摇杆向前摇，摆杆叉便可移动到D点。若要变换调整方向，应先将棘爪旋转180°。锁紧装置是靠框板5内的尖齿压板3与装在滑枕上的尖齿条1相互啮合而锁紧的。为了使操作者在压紧或松开手柄时扳动的角度较小，该装置设置了一对端面凸轮。即当扳动手柄锁紧时，通过上凸轮11与下凸轮12的相对转动，可使两凸轮间产生轴向位移，并将尖齿形压板向下压（将摆杆叉向上拉起）。当上凸轮转动到一定的角度后，凸轮由斜面接触移至端面接触。故继续扳动手柄时，凸轮间不再产生轴向位移，而压紧手柄与连接丝杆4间的螺纹连接仍将尖齿形压板向下压，直到压紧为止，并靠此螺纹连接自锁。

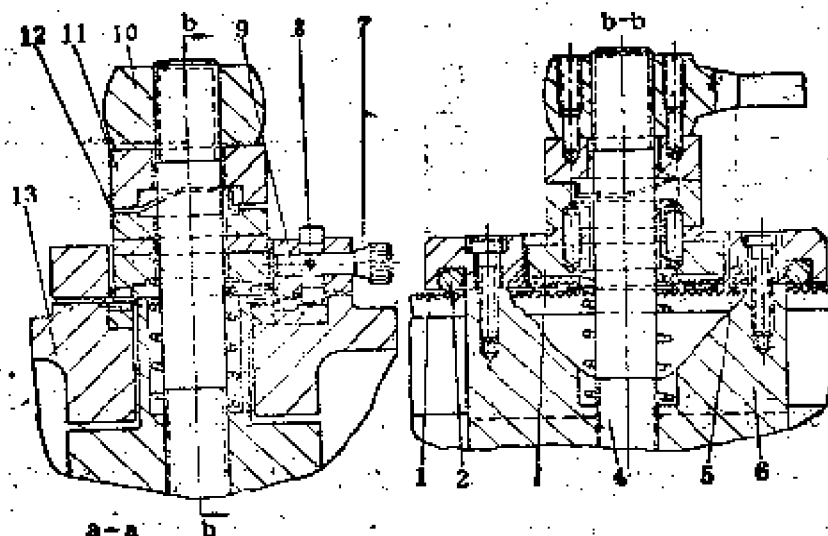


图1-139

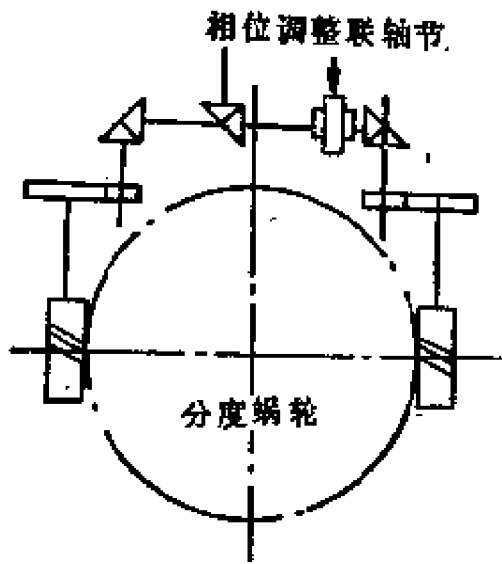
1—尖齿齿条；2—蜗柱；3—尖齿形压板；4—连接丝杠；
5—框板；6—摆杆叉；7—手柄轴；8—棘爪；9—梯形
齿条；10—手柄；11—上凸轮；12—下凸轮；13—滑枕

使用证明，这种新型结构具有操作轻便、压紧可靠等优点，它可手动调整，亦可在低速时机动调整。在采用手动调整时，需要转动手把的圈数较传统机构少得多（约为传统机构的1/20），大大减轻了劳动强度，且锁紧力大，安全可

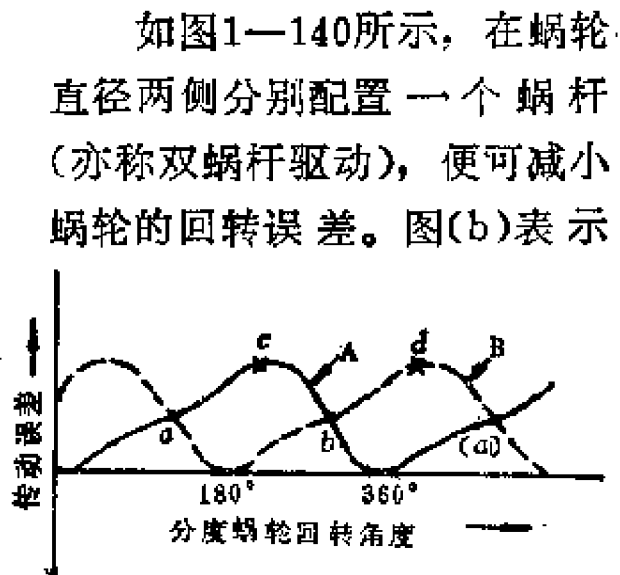
靠，制造成本较低。

88 提高大型精密滚齿机分度蜗轮副精度的方法

大型精密滚齿机精度的关键，在于如何提高蜗轮副的精度。下面介绍两种提高蜗轮副精度的方法。



(a) 双蜗杆驱动机构



(b) 双蜗杆驱动效果

图1—140

双蜗杆的驱动效果。图中曲线A、B为两个蜗杆分别单独驱动时，工作台的回转精度。若用A、B两个蜗杆同时驱动蜗轮，蜗杆A以a—c—b路线推进蜗轮，蜗杆B则以b—d—(a)驱动蜗轮。如果分度蜗轮回转 360° ，误差曲线则正好回到起始状态，因而减小了误差振幅。另外，对精密分度蜗轮来说，由于两蜗杆上的载荷分散，故可起到使误差平均化的作用。

图1—141所示为蜗轮节距误差校正补偿装置的原理。当分度蜗轮(即工作台)转一转，校正圆板也与蜗轮同步转一转，校正圆板的外形与分度蜗轮误差测量值相对应。液压导

向阀随校正圆板外廓进出，使液压伺服油缸动作，从而使小齿轮回转，并带动校正用差动齿轮，使校正运动与蜗轮回转运动重叠。用按被加工齿轮的节距误差测量

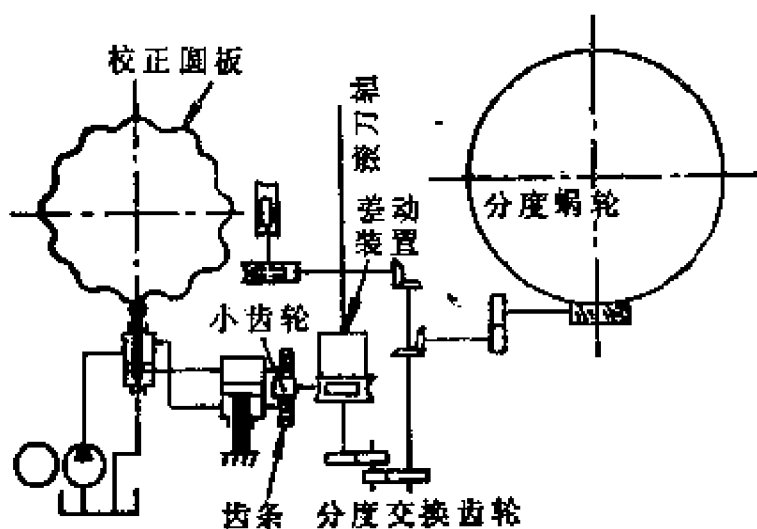
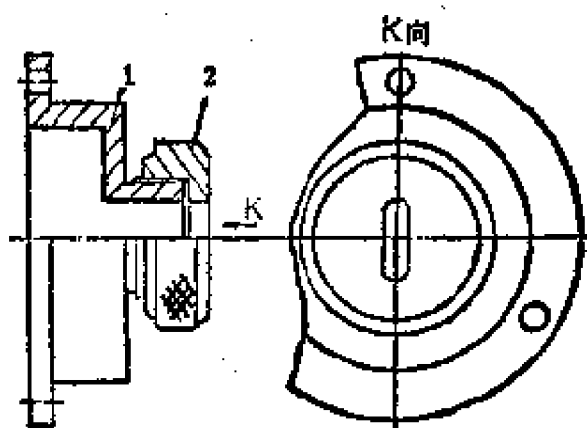


图1-141 蜗轮节距误差校正装置

值制造的校正圆板进行加工。若把节距误差换算成中心角，加工精度可达1秒以下。

89 快换夹箍的改进

通常对钻头、铰刀等各类刀具的刃部和锥柄的外圆磨削，



1—法兰盘；2—夹箍

图1-142

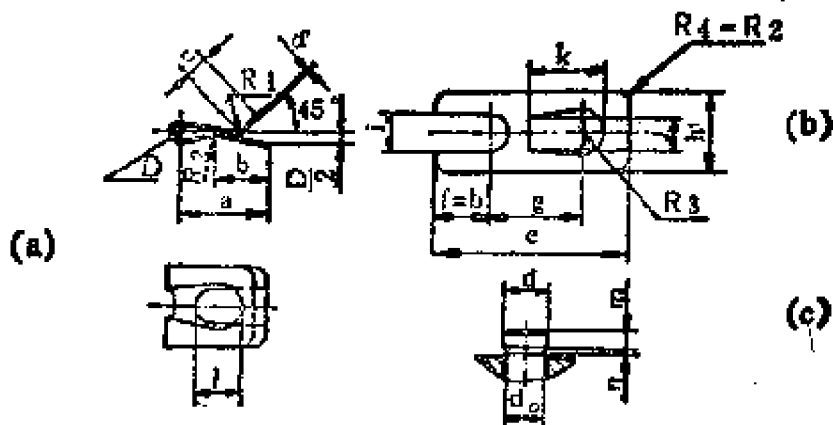
是以中心孔定位、拨盘带动工件转动，工件的一端由夹箍夹紧，每加工一件工件，就需要重新装夹一次夹箍，费时费力。

如图1-142所示，改进的方法是：将夹箍固定在法兰盘上，法兰

盘与机床头架相接。工作时，将工件带有扁尾的一端放进夹箍的扁孔中，两端中心孔用顶尖顶上即可。

90 新型轴用挡片

国外产品中有一种舌簧式轴用挡片，它比现用的轴用弹性挡圈（GB 894-67）装拆方便，无须专用工具，但所需材料较多，适用于装拆较多的轴销固定。



(a) 挡片结构；(b) 展开图；(c) 轴

图1—143

如图1—143所示，安装时先将上半片扳起，将下半片推入轴的槽中，然后将上半片撤入轴中固定。

表1—3为参照 $d = 10\text{mm}$ 实物尺寸，按比例草拟的系列

表 1—3 轴用挡片尺寸系列表 (mm)

d	a	b	c	D	e	g	h	i	j	k	l	R_1	R_2	R_3	δ	d_0	m	n
10	19.5	12			43	20.5	18	8.2	7.5	17.5	10			5.1		8		
12	21.5	13	5	2.5	46.5	22.5	20	10.2	9.5	19.5	12			6.1	0.5	10	3	1
14	23.5	14			50.5	24.5	22	12.2	11.5	21.5	14			7.1		12		
15	25	15			55.5	26.6	23	12.8	12.5	23.5	15	1.5	3	7.6		12.6		
26	26.5	16	6	3	58	27.8	24	13.8	13.5	24.5	16			8.1		13.6		
18	28.5	18			63	29.6	26	15.8	15.5	26.5	18			9.1	0.6	15.6	3.5	1.2
20	32.5	20			65	31.8	27	17.8	17.5	28.5	20			10.1		17.6		

尺寸,供参考。挡片的材料为20镀锌钢板,冲压成形后弯曲而成。

91 键联接新结构

图1—144所示的键联接与其它类似形式的键联接相比,具有承载能力大等优点,尤其在传递方向可变的轴向力(如斜齿轮啮合情况)时更为合适。

该联接由轴1、轮毂4、棱柱形键2及压紧螺钉3和5组成。键的顶面为两个斜平面,其交棱与轮毂键槽的上平面之间有一间隙 δ ,以便沿高度 h 能自由地装入。棱柱形键两端为圆头。该键联接结构简单,工艺性较好,可用来联接各种齿轮、飞轮、皮带轮和其它零件。

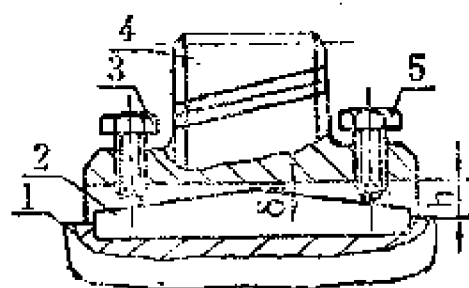


图1—144

1—轴; 2—键; 3、5
—螺钉; 4—轮毂

装配时,先在轴的键槽内装入键,再套上轮毂,拧紧螺钉即可。当轴回转时,其运动经键的侧面传递。轮毂上的轴向载荷经压紧螺钉传到键上,再通过键的圆头传到轴上。由于轴向载荷主要是靠键的斜面传递,而摩擦力只传递一部分,因此传递总载荷可大为增加。轮毂与轴的相对位置可用螺钉3和5来调整。

92 悬浮式调整块

采用悬浮式调整垫块,由于床身在悬浮式垫块上可自由伸缩,因而能大大减少机床导轨的变形量。悬浮式调整块的结构如图1—145所示。调整块放在垫片上,以增大与地面的接触面积。床身脚放在调整块的悬浮片9上,待床身调整好

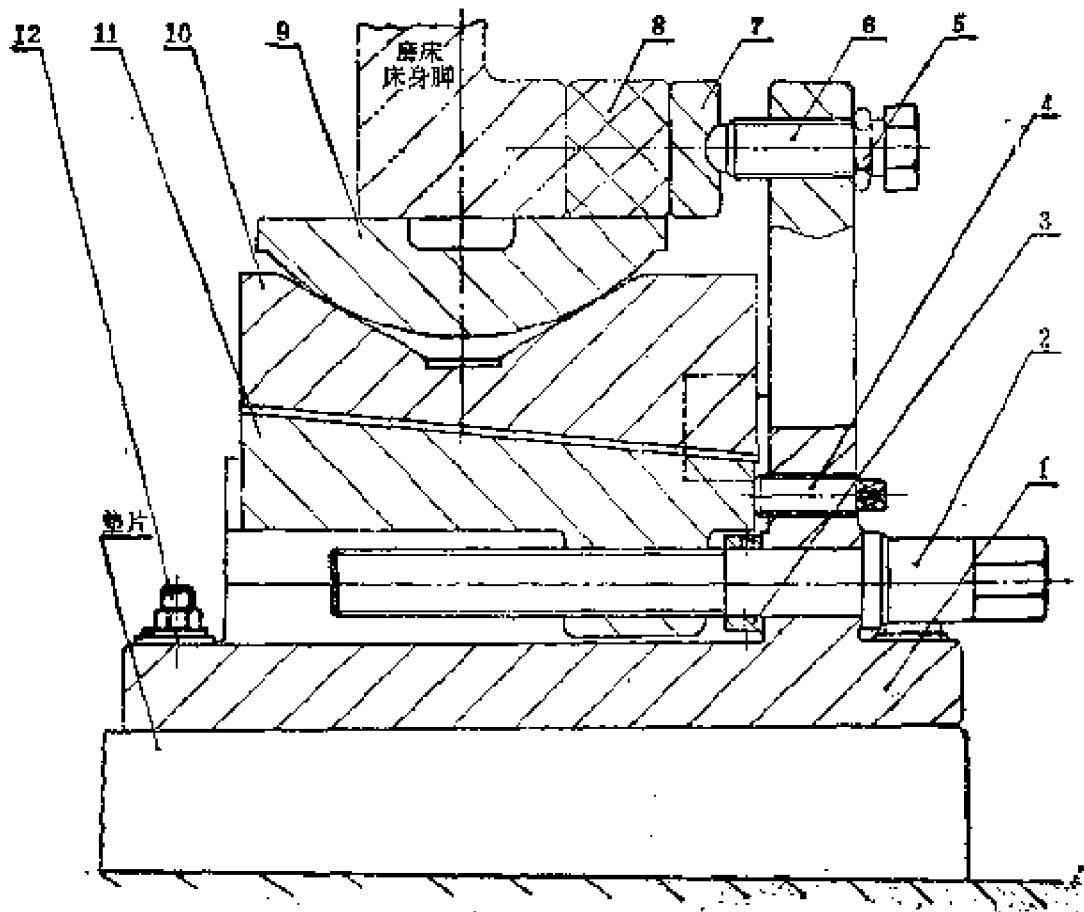


图1—145 悬浮式调整块结构

1—垫块座；2—调整螺杆；3—垫片；4—紧固螺钉；5—拼紧螺帽；6—垫片；7—垫片；8—橡胶垫块；9—悬浮片；10—上片；11—下片；12—垫块

后，旋紧紧固螺钉4，以固定上片10和下片11，然后顶紧橡胶垫块8。橡胶块8是为了防止床身遭意外碰撞时发生床身转动而设置的。

悬浮式调整块成本虽高，但其性能较好，特别适用于轻负荷、长床身、精度要求高的机床。

93 用膨胀螺栓安装机床

安装机床，通常都是使用地脚螺钉浇灌混凝土的传统方法。如图1—146所示，采用膨胀螺栓安装机床，则是一种效果

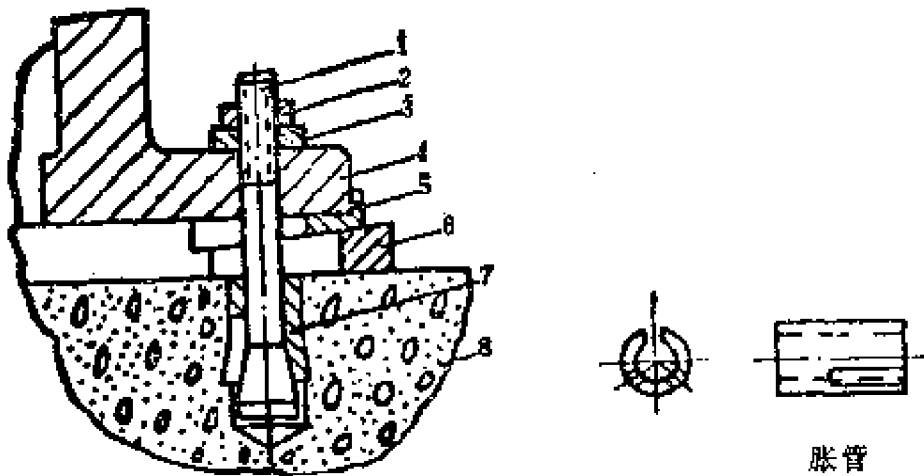


图1-146

- 1—膨胀螺栓；2—螺帽；3—垫圈；4—机床；5—斜垫铁；
6—调整垫铁；7—胀管；8—混凝土

更好的方法。用膨胀螺栓和胀管，不需在基础中留方孔，只要在已浇注混凝土的地面上钻孔就可安装机床，而且当天安装当天就可校正水平并投入生产试车。膨胀螺栓一端有螺纹，另一端带有15~20mm长的锥体，锥体的大头尺寸等于胀管的外径减1mm。螺钉全长为165~190mm，具体长度应根据需露出地面的尺寸来确定。胀管是开有一条通槽和两条不通槽的圆管，槽宽2mm，全长70~90mm，具体长度根据螺栓的大小确定。胀管外径通常做成比螺栓外径大4mm左右，管壁厚1.5mm左右，内径比螺栓外径大1mm。如无铣槽设备，可用1.5mm的薄铁皮卷成开口2mm宽的圆筒。用膨胀螺栓安装机床的过程如下：

1. 在已浇注混凝土的地面上划线（或把机床搬至安装位置描线），定出螺栓的正确位置。

2. 按照胀管外径和埋入深度要求（此深度为胀管长度加10mm），用有冲击力的电钻钻孔，并清理孔眼。

3. 将膨胀螺栓和胀管放入孔内，并使胀管上端与地面

一致。

4. 用内径与胀管内径相等而外径比胀管外径稍大, 厚度为15~20mm的套圈数个套在膨胀螺栓上, 并使螺纹稍露出一部分, 然后装上螺帽, 加力膨胀, 待膨胀螺栓拧牢后, 拆下螺帽和套圈。膨胀螺栓能承受的拉力和剪力见表1—4。

6. 将机床吊装其上, 并装上调整斜垫铁、垫圈和螺帽, 然后旋紧。

7. 校正水平、接电试车。

表 1—4

螺栓直径	最小埋深 (mm)	允许载荷 (kgf)	
		拉力	剪力
M 10	55	700	470
M 12	65	1030	690
M 16	90	1940	1300

用地脚螺钉浇灌的传统方法安装一台普通小型机床, 一般需历时2~3星期, 而使用膨胀螺栓安装一台机床只需2~4h, 既快又好, 可提高工效几十倍。应该说明的是, 使用膨胀螺栓安装机床时, 必须在已浇注混凝土的地面上进行, 而且要有150mm左右的混凝土厚度。否则, 安装可靠性下降。

94 一种地脚螺钉的安装方法

图1—147所示为地脚螺钉安装图。安装时先预埋滑板7与预埋件6。通过螺栓1、2、5可调整机床水平位置, 利用螺钉10可调整机床左右位置。此机床地脚螺钉具有安装调整方便的特点。

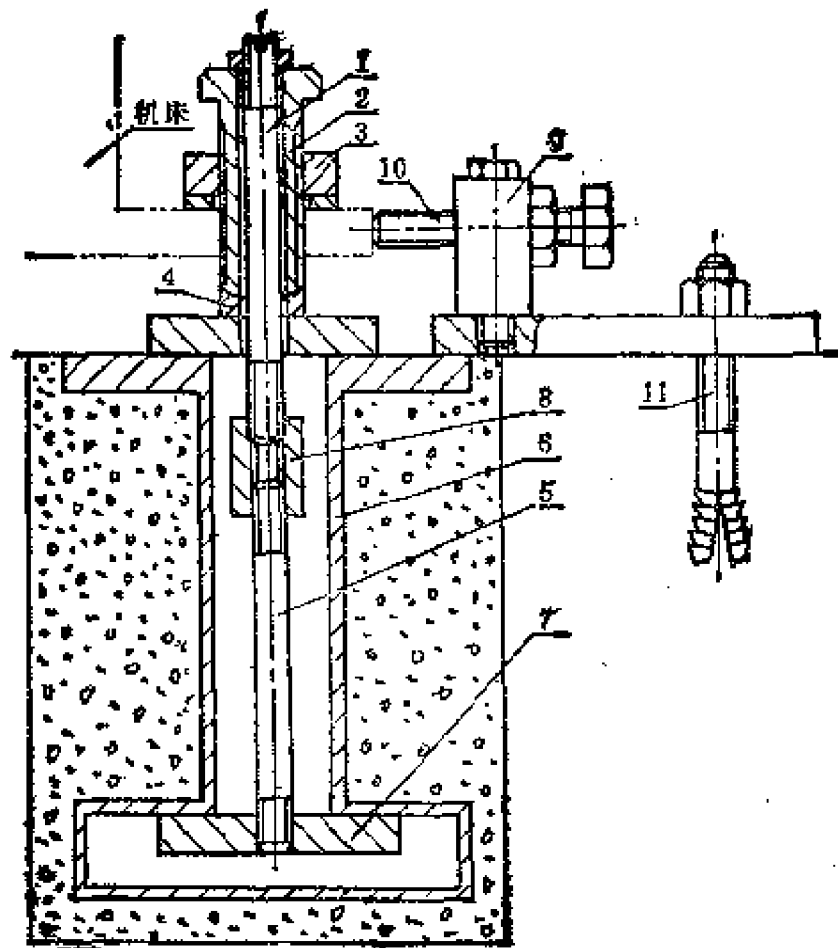


图1-147

1、2、5—螺栓；10—螺钉；3—螺母；4—球面垫；6—预埋件；7—滑板；8—接套；9—支座；11—膨胀螺钉

95 机床基础的快捷施工法

浇灌机床基础，一般采用两次灌浆法，施工周期约14~

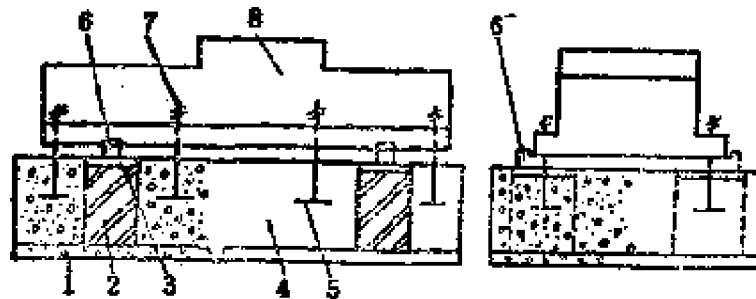


图1-148 组合机床基础快捷施工示意图

1—水泥砂石垫层；2—水泥砂浆砌筑红砖支承墩；3—钢板；4—混凝土基础；5—100×100×12mm钢板；6—钢铁；7—地脚螺栓；8—床身

20天。本文介绍的施工法只需一次灌浆，可缩短工期一半，设备安装使用效果良好。其具体施工方法如图1—148所示。先按设备基础图挖出地坑，夯实地坑底部，灌一层约10cm厚的水泥砂石混凝土作为垫层。待垫层稍干，即在上面适中位置用水泥砂浆砌筑2~3座红砖支承墩（墩数视机床大小而定），支承机床床身。墩面抹平后，铺一块厚度12~16mm的钢板，使其与砖墩结合为一体。砌墩稍干后，将床身就位，用四块（每墩两块）楔铁粗调床身成水平，并吊上地脚螺栓，用高标号混凝土（250级）进行一次性灌浆。为使地脚螺栓在拧紧时减小对混凝土的剪应力和压应力，在螺栓端部焊一块100×100×12mm的钢板。在气温为20°~25℃的情况下，经7~10天，基础可基本上干固，此时在床身底面再加入适当的楔铁，精调床身水平至要求，拧紧地脚螺栓，抹平基础表面。

96 一种车削大锥面的简易靠模

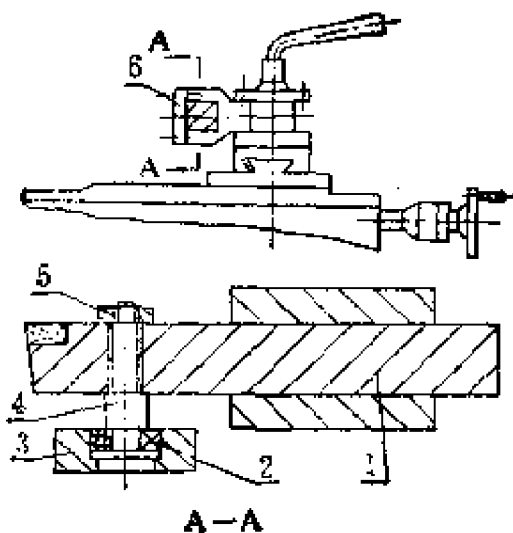


图1—149

- 1—仿形槽；2—销轴；3—刀杆；
4—靠模板；5—靠模架；6—刀套

在加工盘类大锥面的零件时，可用横向仿形靠模来车削。该靠模装在车床的大拖板上，如图1—149所示。当机动横向进刀时，刀杆通过轴承沿着仿形槽移动，见图1—150，即可将锥面加工出来。这种靠模加工可提高效率和光洁度，减轻劳动强度。

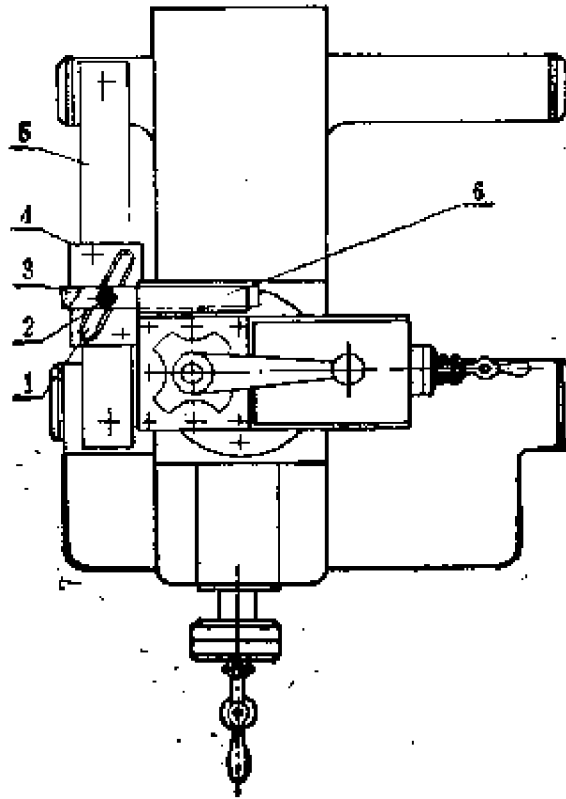


图1—150

1—仿形槽；2—销轴；3—刀杆；4—靠模板；5—靠模架；6—刀套

97 新型功能部件T₂自动变速箱

图1—151所示是U₂无级变速箱传动系统。主传动由电动机4驱动，通过皮带轮1、3和无级变速宽皮带2及另一对皮带轮5、6使轴II旋转。当II、IV轴端离合器脱开时，II轴的运动由同步齿形带8传到同步带轮7，使轴III旋转，再由齿轮9、10带动IV轴，而获得低速挡主轴旋转速度。若要获得高速挡主轴转速，则转动手柄A，由齿轮轴14带动齿条15，使II、IV轴端离合器啮合（此时齿轮9、10脱开），II轴直接带动轴VI高速旋转。轴IV下端蜗杆13与铣头蜗轮啮合，使铣头实现机动进给运动。变速时，摇动手轮D，由蜗杆12带动蜗轮11旋转。轴VII带动链条C及压板B，使带轮5、6间

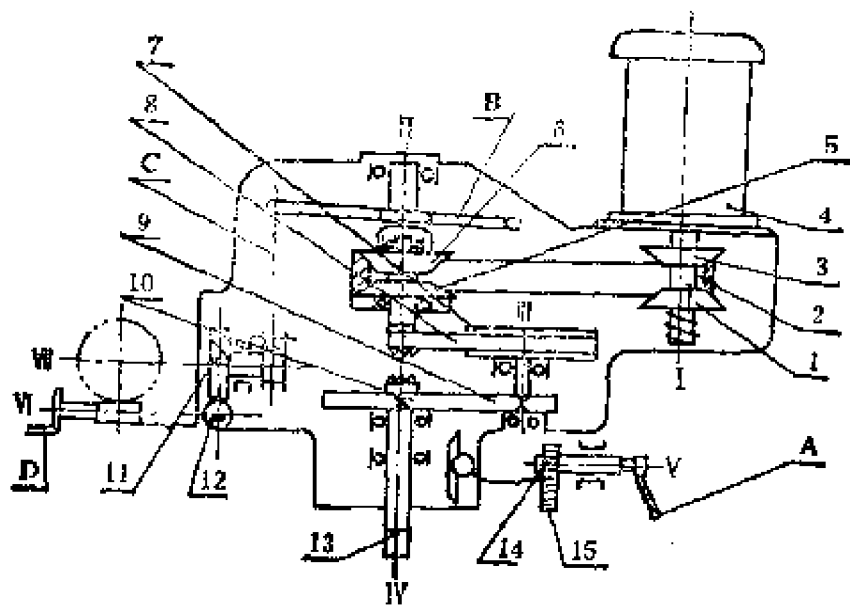


图1—151 U_2 无级变速箱传动系统图

的距离变化（升速时距离变大，降速时距离缩小），即改变皮带轮外径上的位置，使速比变化，达到无级变速。

T_2 自动变速箱用电脑来控制铣头速度的变化（从70~4200r/min），它是在 U_2 无级变速箱去掉C、11、D、12、

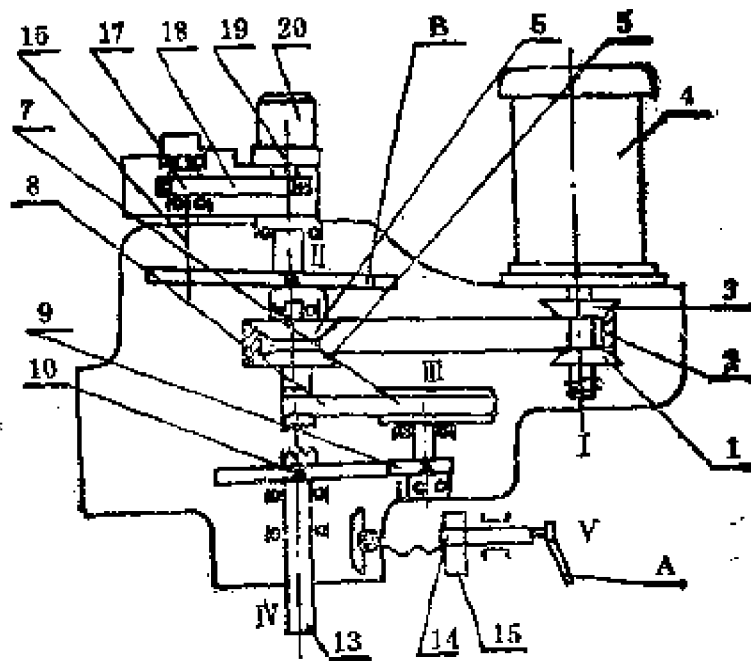


图1—152 T_2 自动变速箱传动系统图

VI轴、VII轴，另外增加16、17、18、19、20等部件改制而成的。主传动由电动机4驱动，通过皮带轮1、3和无级变速宽皮带2及另一对皮带轮5、6使轴II旋转。当II-IV轴端离合器脱开时，则II轴的运动由同步齿形带8传动到同步带轮7使III轴旋转，再由齿轮9、10带动IV轴而获得低速挡主轴转速。若要获得高速挡主轴转速，则转动手柄A，由齿轮轴14带动齿条15使II、IV轴端离合器啮合（此时齿轮9、10脱开），II轴直接带动轴IV高速旋转。IV轴下端蜗杆13与铣头蜗轮啮合，使铣头实现机动进给运动。和U₂无级变速箱不同的部件是，需要变速时，数控铣床的电脑控制马达20进行正反转，带动主皮带轮19，并经过皮带18到被动皮带轮轴17及其中的内梯形螺纹，带动梯形螺纹丝杠16上下移动，带动压板B使皮带轮5、6间的距离变化（升速时距离变大，降速时距离缩小），即改变皮带在皮带轮外径上的位置，使速比变化，完成机床电脑控制的自动变速。

● 机床 ●

98 扩大滚齿机加工范围

图1—153所示为南京机床厂制造的YM3180滚齿机简图。其右下部有一快速进退油缸，在立柱垂直导轨上装靠模板，工作台分度蜗轮外左侧盖板上装一套靠模滚子，滚子借快速进退油缸的压力，紧压在模板上，实现液压靠模仿形滚削。靠模板是根据加工件的需要而设计的。由于立柱前壁为刨削面，光洁度低，且与工作台水平导轨垂直度偏差较大，因而

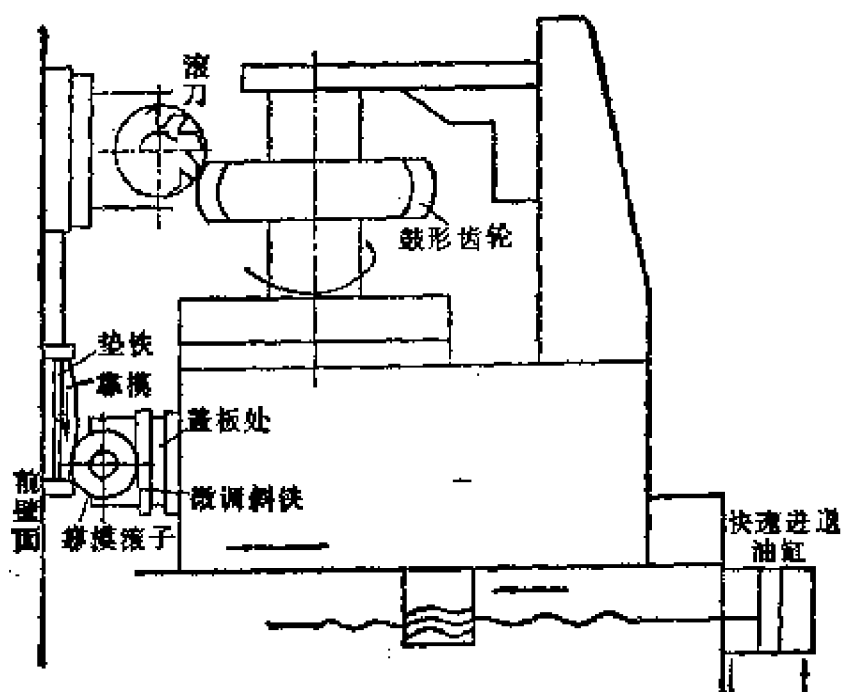


图1—153

经研磨后，使垂直度偏差达到 $0.03/200\text{mm}$ ，这样才能做靠模支撑面。另外，需卸掉盖板后加一轴承架，用三个203轴承当靠模滚子。由于工件与刀具之间的位置是相对固定的，为便于上刀，要将滚子装在垫铁及微调斜铁机构上，以调节滚刀与工件之间的距离。为了使传动更安全并减轻负荷，把快速退刀油缸油压由 3.43MPa 调为 1.96MPa ，使其推力由 2.9t 降为 1.6t 。

用这台改装后的滚齿机，可加工直齿插齿刀、斜齿插齿刀及鼓形齿轮。加工的鼓形齿轮（刀具用AA级滚刀，齿轮材料为 35CrMo ，调质处理）可达7级精度，粗糙度可达 $Ra\ 3.2\sim 1.6\mu\text{m}$ ($\nabla 5\sim \nabla 6$)。

99 C620型车床改装成高效能凸轮车床

如图1—154所示，在原C620床身背面加弯板1，在弯板1上放置靠模轴6及支撑工件轴颈的两个中心支架2，靠模轴

的一端装有调整角度用的分度盘12及与分度盘相连的传动齿轮11,并通过过桥齿轮10和机床主轴特制法兰8上安装的齿轮9相联,以便确保机床主轴与靠模轴同步运转。将原车床中

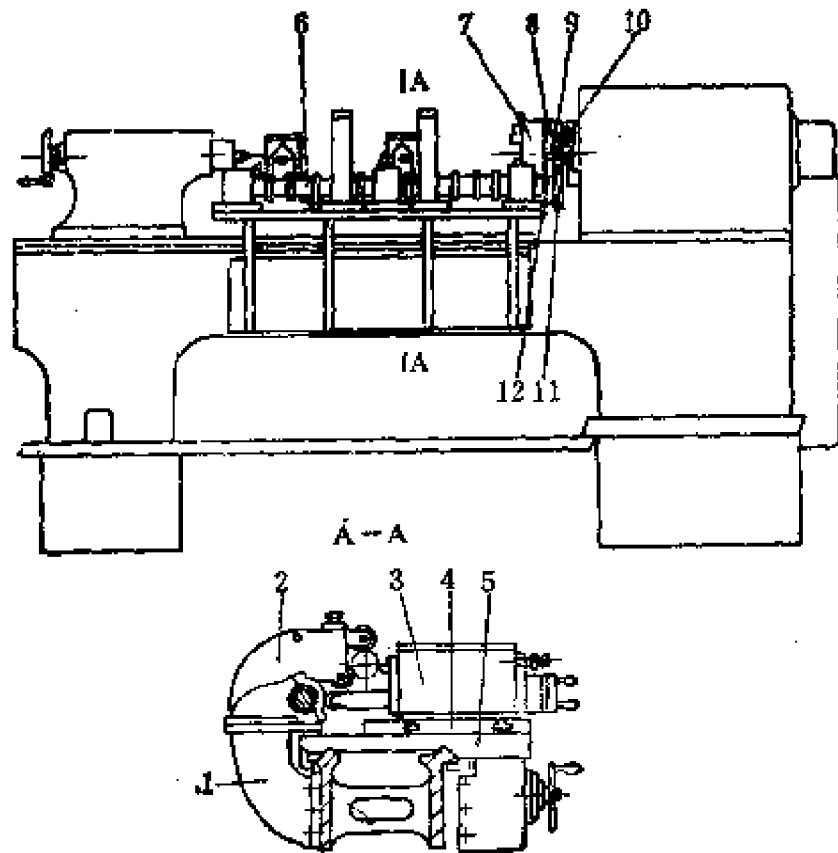


图1-154

拖板抽掉,代之一块带有两个T型槽的铸铁垫板4紧固在大拖板5上,用以放置仿形刀架3。在特制法兰上装有三爪卡盘7,卡盘上设有定位键槽,用以夹持工件和定位。仿形刀架见图

③

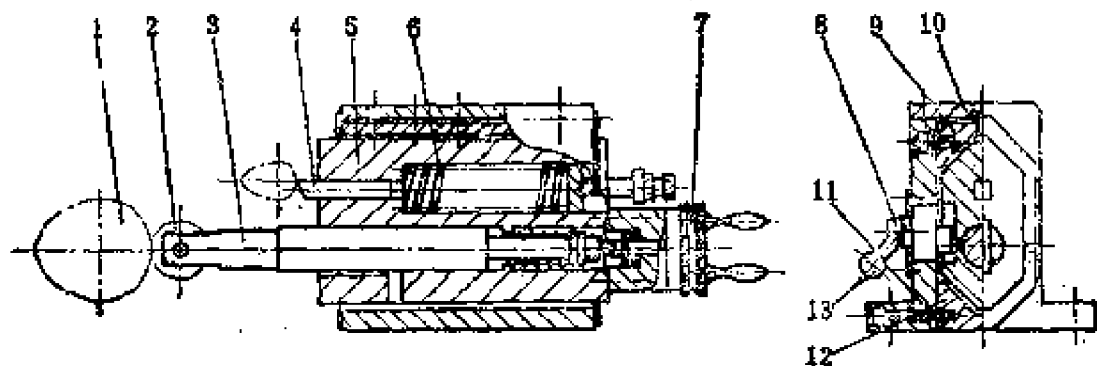


图1-155

1—155 车刀4及导轮支承轴3安装在刀架本体5上，刀架本体可沿底座的双V型导轨作往复运动。

工作过程中，在弹簧6的作用下，导轮2紧压在靠模凸轮1上，随靠模轴的转动，使车刀车出工件凸轮的轮廓曲线。导轮支承轴3伸出的长短可通过转动手轮7来调整，借以改变吃刀深度。为加工与调整方便，刀架底座由两个弯板11和上、下V型滚道9、12及盖板10紧固而成。上V型滚道9是可调的，以保证适当的滚针间隙。刀架底座一侧有偏心机构8和扳动手把13，可改变刀架本体与底座的相对位置而实现退刀。

改装后的凸轮车床的优点是：由于靠模轴、中心架及刀架刚性好，最大吃刀深度可达3mm，以及因操作方便，又是双刀，所以工效较原半自动车床提高1倍左右。此外，由于结构简单，维修方便，因而很少出故障，降低了废品率。其主要缺点是：更换产品要重换靠模轴，不宜用于生产多品种产品；进、退刀虽然简便，但仍需手工操作。此外，由于要照看两把刀，劳动强度和使用半自动机床相比要大一些。

100 S725多线丝锥磨床加工左旋丝锥的改进

国内机用丝锥的生产，多数采用S725及S725D多线丝锥铲磨床完成牙形铲磨工序。该机床有左旋磨削旋钮，它可改变工件电机方向，即改变工件主轴的旋向。从机床的结构可知，带动工件运转的为工件主轴上的一对齿轮。在磨削右旋丝锥时，工件旋向（n）与砂轮相同，由于磨削力（p）的作用，使这对齿轮传动时紧密啮合，如图1—156所示，磨削时传动平稳。而磨削左旋丝锥时，工件的旋向与砂轮相反，作

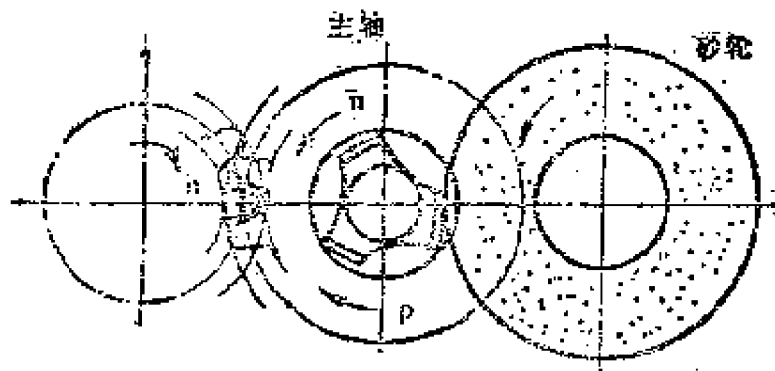


图1—156

用在传动齿轮上的切削力使轮齿离开啮合，形成啮合侧隙，容易产生冲击。此外，螺纹旋向随着主轴方向而变，实际上无法形成左旋螺纹。

改进的方法是：在磨削左旋丝锥时，使工件的旋向也与砂轮相同，将砂轮由丝锥切削刃部分向工件切入，改为由柄部一端向工件切入，如图1—157所示。其工作程序是：(1)

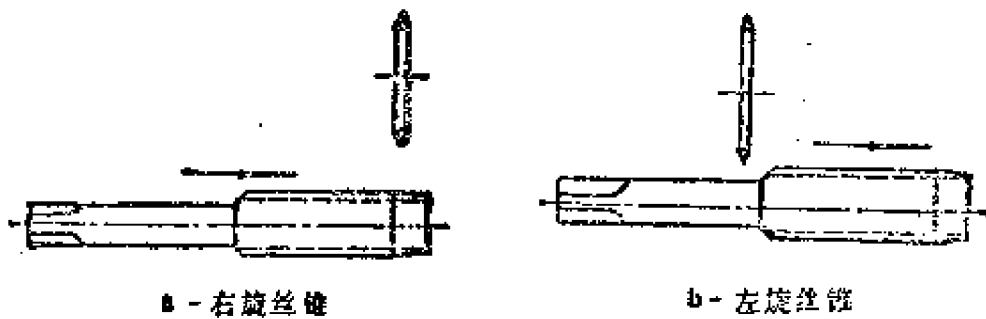


图1—157

砂轮向工件引入；(2)工作台运行，进行切削；(3)砂轮快退；(4)工作台反向退回；(5)循环停止。这时，只要将工作台的旋向旋扭拧到左旋方向，把受工作台挡块控制的行程开关3XC₁、8XC和9XC对调换接，砂轮的切入位置和丝杆旋向即改变。然后，增加一个与工件主轴上齿轮相啮合的中间惰轮，使工件主轴的旋向保持不变。其传动系如图1—158所示。

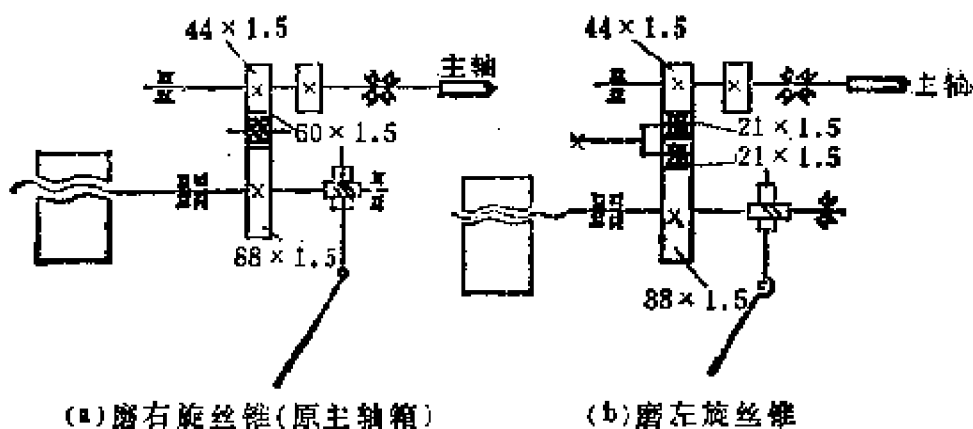


图1—158 主轴传动图

加工右旋时，只需将电气线头对调，插进原中间惰轮轴即可。

101 Z35型摇臂钻床的改装

Z35型摇臂钻床主轴箱和横臂的配合，由于横臂导轨面窄，依赖平衡锤保持箱体的平衡。但在主轴箱和横臂松开和夹紧的状态下，则容易产生重心偏移而造成主轴倾斜。如果调紧夹紧机构，移动箱体又较费劲。为克服这一缺点，可对Z35型摇臂钻床进行改装，取消平衡锤装置，增加辅助导轨，使主轴箱通过滑轮组直接支承在辅助导轨上，以保证主轴箱不论在松开或夹紧时都处在垂直状态。这样即可防止主轴倾斜，减轻主轴箱移动的力矩。据测试，改进后比原出厂时减轻0.3kg，使用稳定可靠。

如图1—159所示，辅助导轨结构简单，主要由直尺1、钢板2、滑轮组3及托架4等组成。在主轴箱背后利用原有的平衡锤支架孔，装上10mm厚的钢板2，再在钢板上安装两个滑轮组3；在横臂上距导轨面300mm处安装直尺1(长1800mm、宽40mm、高30mm)，即为辅助导轨；直尺的前端直接用螺钉固定在横臂上，尾端支承在托架4上，由螺钉13调整直尺

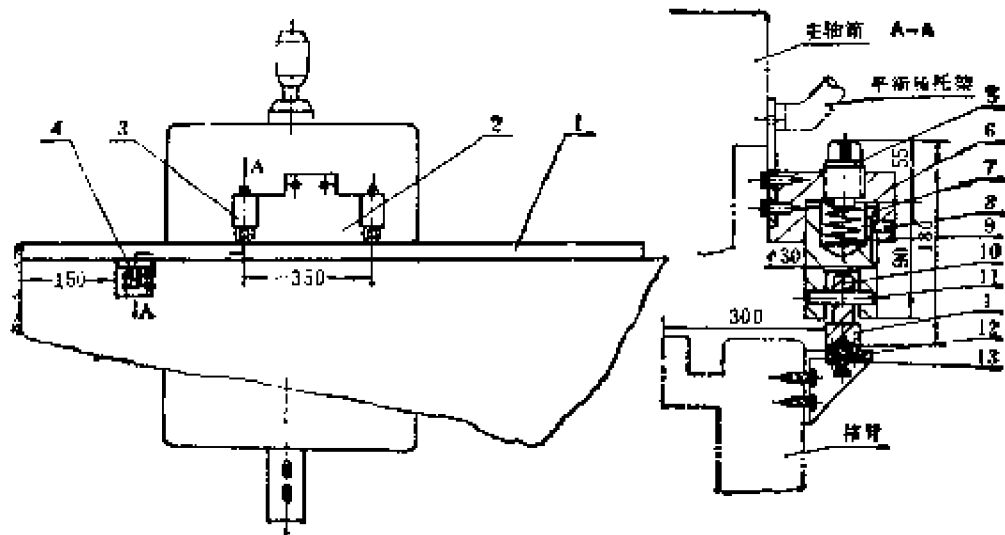


图1—159 Z35型摇臂钻床主轴箱辅助导轨装配图

1—直尺；2—钢板；3—滑轮组；4—直尺托架；5、13—调整螺钉；6—定位套；7—导套；8—定位螺钉；9—压簧；10—滑轮；11—小轴；12—固定螺钉

和横臂导轨的平行性，然后用螺钉12将直尺固定，两组滑轮即支承在直尺1上。为保持主轴箱移动的平稳，滑轮组内装有压簧9，由调整螺钉5调整压簧与直尺间的压力。导套7可在定位套6内上下滑动，顶丝8控制导套7的旋转。这样，在主轴箱移动时，横臂导轨和辅助导轨如有微量误差，通过滑轮组的压簧便可自动调整。直尺和滑轮表面应保持光滑，加工粗糙度 $R_a 3.2\mu m (\nabla 6)$ 。

102 台钻改装成攻丝机

将Z512台钻改装成简易攻丝机，方法简单，操作方便，生产效率高，使用效果较好。

改装后的结构如图1—160所示。主要是在台钻基础上增加摇臂1，即把台钻的原主轴装在摇臂主轴孔中，电机动力通过皮带轮3、中间轮5、皮带轮11和齿轮12、13传到主轴19。在原台钻的主轴孔内固定一轴23，使摇臂1能绕此轴旋转。

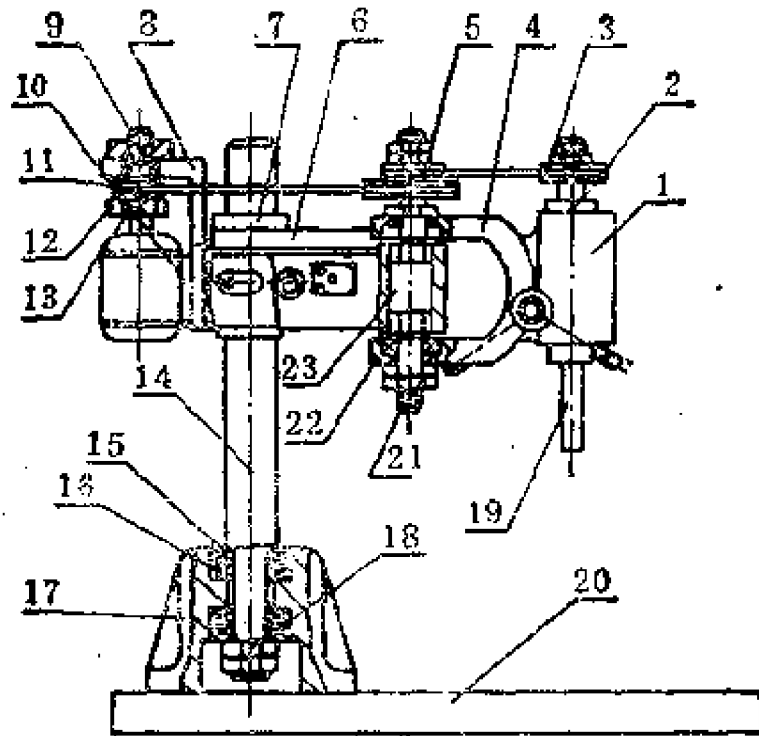


图1—160

- 1—摇臂；2—花键套；3、5、11—皮带轮；4、6—杠杆；
 7—套圈；8—支架；9—滑动轴承；10—电动机底座；
 12—齿轮；13—小齿轮；14—立柱；15—单向推力球轴承；
 16—单列圆锥滚子轴承；17—底座；18、21—螺母；
 19—主轴；20—工作台；22—隔套；23—固定轴

立柱14借推力球轴承15和圆锥滚子轴承16在底座17上可自由

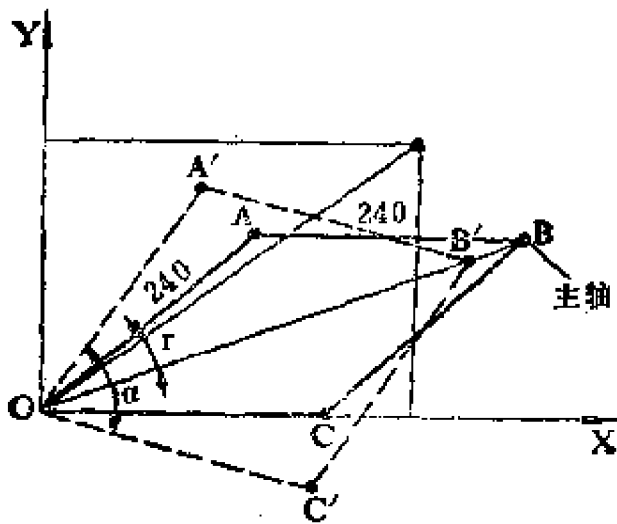


图1—161

转动。摇臂和立柱用杠杆4、6铰接，构成平行四边形机构。

由于杠杆4、6的长度都是240mm，见图1—161，因此，主轴距离立柱的最远点为480mm。在以480mm为半径的范围内，都

可用这台机床来攻丝。零件可选择一最佳位置固定在工作台上。

103 万能磨床代替无心磨床

根据无心磨床的原理，对 M131W 万能磨床进行适当的改进，如图1—162所示，可代替无心磨床用。具体的方法是：

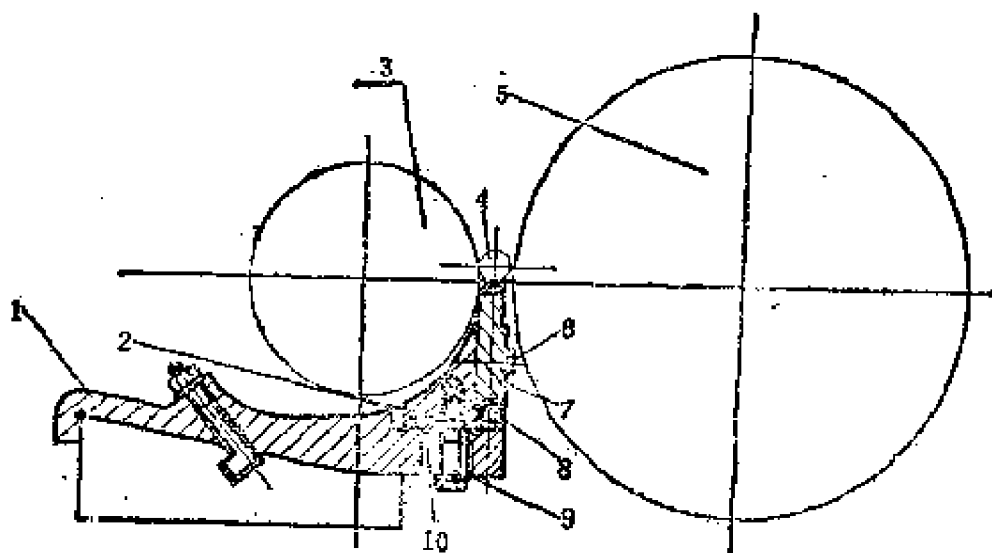


图1—162

1—支架；2—支座；3—导轮(R100mm)；4—工件；5—磨削轮(R200mm)；6—螺钉(2-M8×18)；7—支片；8—螺丝(2-M5×20)；9—螺钉(M12×55)；10—定向滑动键

把万能磨的砂轮作为磨削轮；导轮用心轴、法兰、螺帽固定在支架1上方，顶在头架和尾架两端顶尖上定心，用头架拨盘带动旋转；在磨床箱体上安装修整导轮的金刚石架；在支架1安装前后移动的支座2和上下调节的支片7等。工件放在支片和导轮之间。磨削轮向工件移动即可对工件进行加工。磨削时可采用横向直切。用这种方法可加工长度不超过砂轮厚度95%、加工直径为 $\phi 8 \sim \phi 18\text{mm}$ 的工件。其磨削精度和圆度在0.03mm以下，公差在0.01mm范围内，表面粗糙度

可达 $R_a 0.8 \mu m (\nabla 7)$ 。

104 使用碗形砂轮的外圆磨床

用碗形砂轮端面加工的外圆磨床，可提高工件的几何形状精度和表面质量。其砂轮的回转中心线相对垂线倾斜角 $\beta = 15^\circ \pm 0.5^\circ$ 。如图1—163所示，在工作台的导轨10上装有

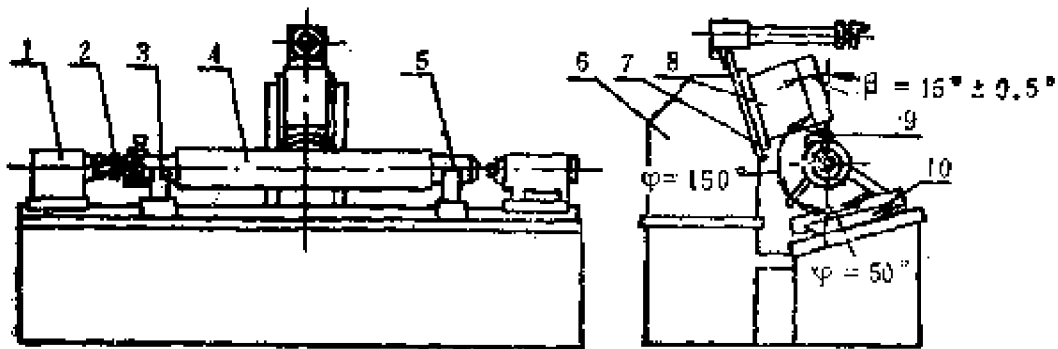


图1—163 新型外圆磨床

1—电动机；2—离合器；3、5—中心架；4—工件；6—立柱；
7—倾斜导轨；8—磨头；9—砂轮；10—导轨

中心架3和5，工件4经离合器2从电动机1获得回转运动，从而可消除主轴径向振摆对工件几何形状精度的影响。砂轮9

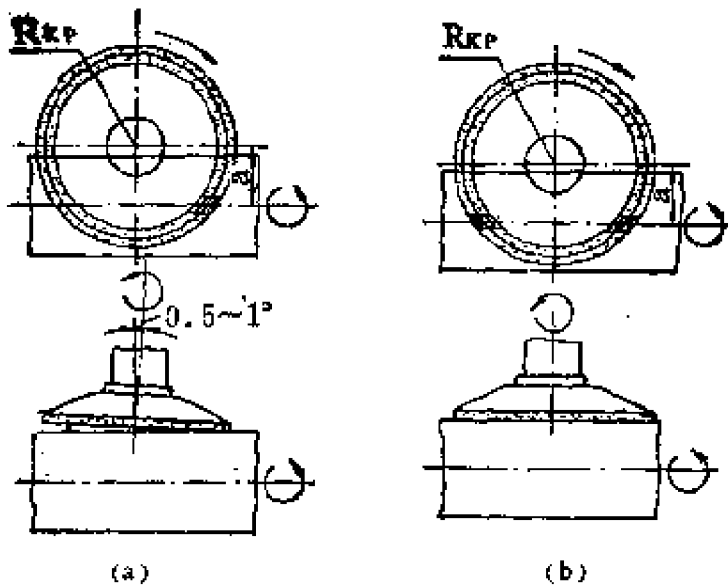


图1—164 碗形砂轮工作情况

固定在磨头8主轴上，而磨头装在立柱6的倾斜导轨7上。砂轮可沿倾斜导轨在水平方向移动，所以砂轮回转中心线相对工件中心线的偏移量 a ，可在0到 R_{KP} 范围内调整 (R_{KP} —砂

轮切削刃平均半径)。根据被加工表面粗糙度微纹的方向要求,可在座板的回转导轨上转动磨头。如图1—164所示,可使用碗形砂轮一侧(图a)或两侧(图b)进行工作。

偏移量 $a = R_{KP} \cos \alpha$ (α 为粗糙度微纹相对工件中心线的倾斜角度)。它与机床参数的关系为:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{R_{KP}^2 - a^2} - \frac{V_D}{V_{KP}} R_{KP}}{a \pm \frac{V_{\text{ПРОД}}}{V_{KP}} R_{KR}}$$

式中, V_D 为工件回转速度; V_{KP} 为砂轮回转速度; $V_{\text{ПРОД}}$ 为工作台纵向进给量。

工件和砂轮的回转为主运动,进给运动为工作台的纵向进给和每一往复行程或每一行程工作台的横向进给。用砂轮的一侧或两侧磨削,可以改变被加工面微纹方向和表面物理-机械性能。使用砂轮两侧磨削和偏移量 $a = 0.7 R_{KP}$ 时,微纹倾斜成 45° ,纵横交叉,可得到向同性的物理-机械性能,提高工件的使用指标。通过调整砂轮切割线和中心架支承件的角度位置,可提高表面的几何形状精度。试验表明,利用中心架磨削,且切割线处于中心架支承件对称平面内,为外圆磨削的最佳方案。中心架支承线和砂轮切割线角度相应为 $\varphi = 50^\circ$, $\varphi = 150^\circ$,这一角度值可使工件纵切面和横切面的形状误差最小。根据上述机床布局,碗形砂轮回转平面平行于工件轴心线,所以砂轮不平衡引起径向摆幅顺着工件轴心,不会引起波纹,能均匀地去除金属,提高表面质量。因为砂轮回转平面相对横向进给 S 成 β 角,切削深度 $t = S \cdot \sin \beta$ 。在 $\beta = 15^\circ$ 时, $t = 0.25S$,从而可精确调整金属去除量。

第二章 加工工艺

● 导轨 ●

105 高精度镶钢导轨的磨削

图2—1是测量机上的镶钢淬硬V型导轨，材料为Cr12，热处理硬度HRC58~62，A、B、C、D各面的直线度要求为

0.002/100mm，全长不大于0.005mm，A、B面交线与C、D面的平行度为0.002/100mm。对V型面工艺要求为以磨代研。

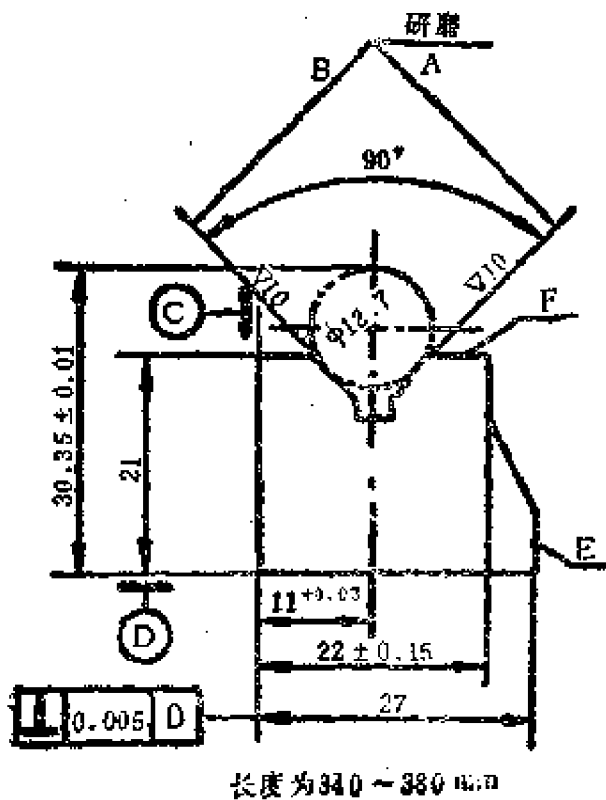


图2—1 镶钢V型导轨

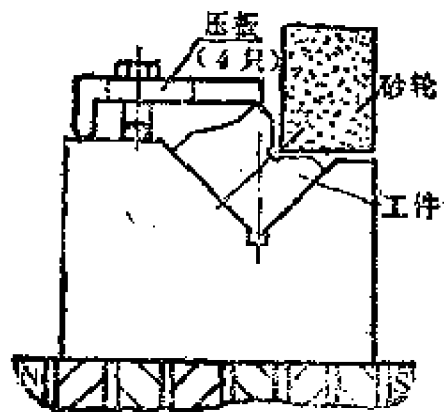


图2—2 V型胎具法

表 2—1 鋼V型导轨磨削流程

序 号	工 序 内 容
10	細磨各面,保证直线度、垂直度0.005mm
15	按图2—3(a)装夹精磨D面
20	按图2—3(b)装夹精磨C面
25	精磨F、E面
30	按图2—3(c)装夹修磨V型面
35	修磨D面,保证直线度、平行度0.002mm
40	修磨C面,保证直线度、平行度0.002mm
45	成品检查

按习惯方法,这类工件的V型面装夹在图2—2所示的V型胎具上进行磨削,很难达到精度要求。有效的方法是,用MM7132型平面磨床,先按常规方法把机床导轨的纵、横向水平度调整在0.02/1000mm以内,再开车空运转,使各运动部位充分润滑,然后通磁自磨磁盘见光(自磨磁盘时如不通磁,以后工件在磁盘上吸紧会发生变形)。最后,借助导磁体和挡块等夹具(每种各用两件)把工件装夹在新型磁盘台面上,按表2—1和图2—3工艺流程进行磨削,使前述直线度和平行度精度能容易地达到0.002/400mm。

新型磁盘结构见图2—4,磁盘中并行两只卧放的线圈(旧式磁盘为立放),这样,其产生的磁力线可与台面(也就是被磨削面)平行,因而能减小磁力造成的弹性

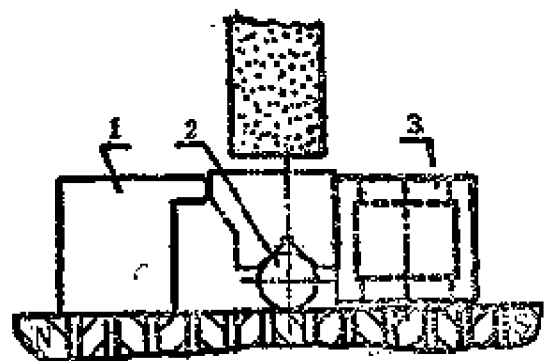


图2—3(a)磨D面装夹法

- 1—导磁块(40×40×30mm); 2—导磁棒(φ12.7×50mm); 3—导磁柱(φ30×30mm)

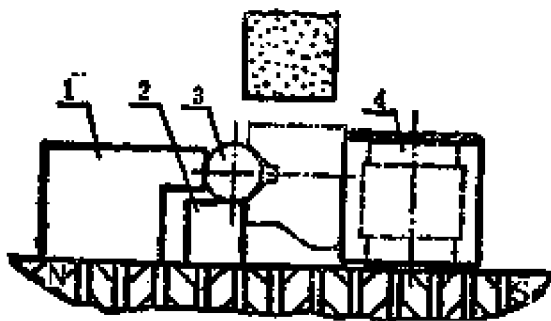


图2-3(b)磨C面装夹法
1—导磁块(40×40×25mm);
2—平行垫铁(50×15×
15mm); 3—导磁棒; 4—
—导磁柱

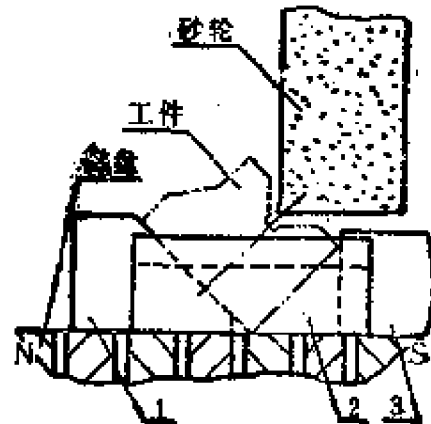


图2-3(c)磨V型面装夹法
1—45°导磁块(30×30×20
mm); 2—挡铁(40×40×16
mm,形状同图3中件1); 3—
导磁块(40×40×17mm)

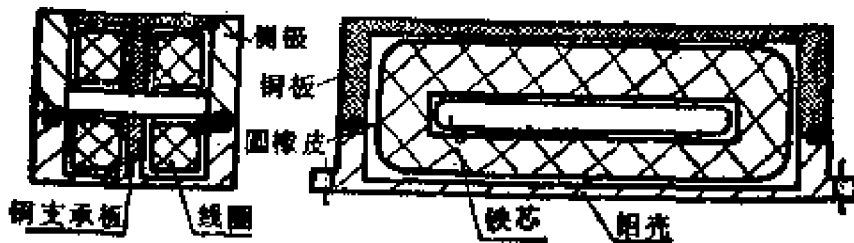


图2-4 新型磁盘磁源结构示意图

变形。这对磨削细长、薄壁等刚性不足的工件尤为有利，容易获得高精度。

106 小导轨磨床磨削长床身

大修724M龙门刨床的床身导轨长度为9.2m，平—V导轨的中心宽度为0.92m。这里介绍平—V导轨面磨损0.3mm，表面有0.5mm拉痕，如何采用四次接刀和一次调头的方法，在一台最大只能磨削4m长和0.8m宽的自制简易导轨磨床上圆满地完成对它的修磨工作。其具体方法是：为解决磨头横向移动宽度不足，把被磨床身侧倾安放，使其两条

导轨一边高一边低。床身两条导轨的间距因斜放而缩短，从而使导轨磨床的磨头在磨削时，随着其角度的额外倾斜，其横向移动正好能伸延到两导轨面。将被磨床身倾斜放好后，用百分表找正平导轨和V型导轨，以控制磨去的量为最少。

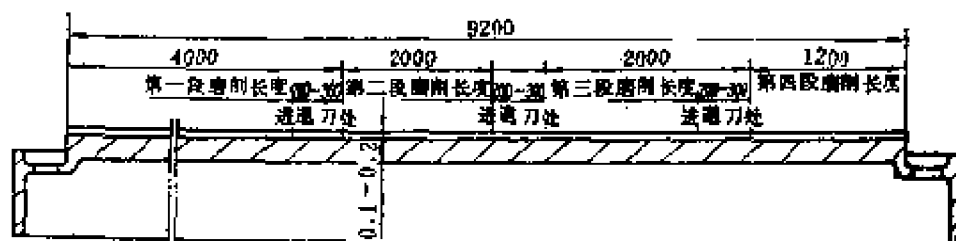


图2—5 四段磨削分配长度

9.2m长导轨分四段磨削的分配情况见图2—5，每段在磨至距终点200~300mm处开始逐渐退刀，而在回程磨削时从端头处开始逐渐进刀，以使这一段逐渐高于已磨成导轨面0.1~0.2mm左右，消除进行下一段磨削时产生接刀痕迹。进行第一段4m长度的磨削时，碗形砂轮端面按原导轨表面对刀。进行第二段磨削时，把被磨床身向前移动2m，留出已磨导轨面2m做找正用（实际上找正部位只有1.7m左右）。找正时，先找正平导轨，接着再找正V型导轨，且V型导轨一定要找正两个V型面，以防止接刀磨削后造成导轨面扭曲。进行第二段磨削时要特别注意对好碗形砂轮角度，花纹要和已磨好的前段导轨一样。第二段实际磨削长度为2.3m，同磨第一段时一样，端部应留200~300mm的进退刀处，为磨第三段时用。当第二段磨至与第一段导轨面等高时，除用着色法检查外，再用百分表测量，以保证前后两段读数一致时为止。第二段磨好后，已磨导轨长度达6m，因导轨磨床的变速箱在端头，在磨削导轨时会影响刨床床身继续向前移动，所以必须把刨床床身调头180°。此时也同样留出已磨导轨面2m做

为找正用。调头后，因V型导轨已靠近导轨磨床床身，所以不需要再将床身垫斜，可撤去不等高垫铁，保留等高可调整铁。接着可进行第三段磨削，其找正方法及要求与前同。第三段磨好后，向后移动2m，同前找正后进行第四段磨削，从而完成全部修磨工作。最后，把磨好的床身经安装、调整后用反射镜、桥板、自准直仪、水平仪等进行检查。结果，V形导轨在水平面内的直线度为0.015mm/1000mm，0.039mm/全长，在垂直面内的直线度为0.020mm/1000mm，0.041mm/全长；平导轨的直线度为0.019mm/1000mm，0.045mm/全长；两条导轨的平行度为0.018mm/1000mm。完全达到了原精度要求。

107 床身导轨分步成形周边磨削

采用端面磨削加工床身导轨，因不易冷却，故对影响精度的主要原因——热变形难于排除。同时，表面光洁度和导轨形貌也不太理想。而在普通6m龙门刨床上经适当改装，用分步成型周边磨削的方法加工C616A精密普通车床的

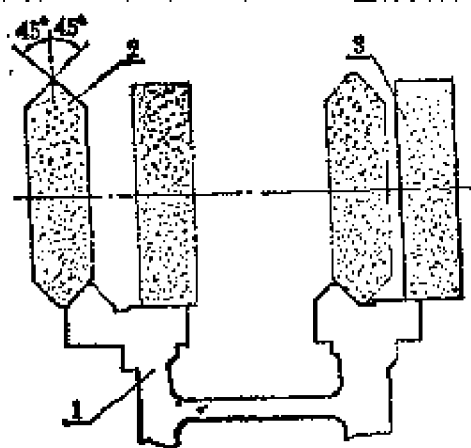


图2—6 分步成形磨削示意图
1—C616A床身；2—成形砂轮；
3—平形砂轮

床身导轨，则可取得较好的效果。其磨削导轨直线度能稳定在中凸0.085mm左右，平行度误差在0.01mm以内，粗糙度可达 $R_a 0.1\mu\text{m}$ ($\nabla 10$)。具体做法是：在龙门刨床横梁上另行设计安装一垂直滑枕，其上配置卧式磨头。磨削时，先用成型砂轮将三角导轨磨成，再

换平型砂轮磨削两平导轨，如图2—6所示。砂轮修整器安装

在工件前方的龙门刨床工作台上，可在磨削过程中随时对砂轮进行修正。因两种砂轮分别由两组砂轮法兰盘固定，所以换用很方便。其它各面则由另一刀架精刨而成，也可用立式磨头端面磨削而成。

磨头结构如图2—7所示，采用锥面径向推力静压轴承结构。为了增加承载刚度，在两轴承小孔节流器前均增设薄膜反馈节流器。为防止泄漏，将轴向回油槽前口堵死，迫使大量回油直接返回油箱，仅少量余油通过双层环形回油槽返回油箱。为了消除皮带拉力和电动机振动对主轴精度的影响，皮带轮与磨头主轴之间采用卸荷软联接。使用锥面径向推力静压轴承的优点是，磨头性能稳定，油腔压力波动在19.6kPa以内。磨头主要尺寸参数与M7130平面磨床磨头相仿，但电动机功率只有1.5kW，大大小于M7130平磨的功率。此种磨头与目前普遍采用的平面径向推力轴承相比，结构简单、制造容易、调整方便，能适合成型磨削的受力要求。

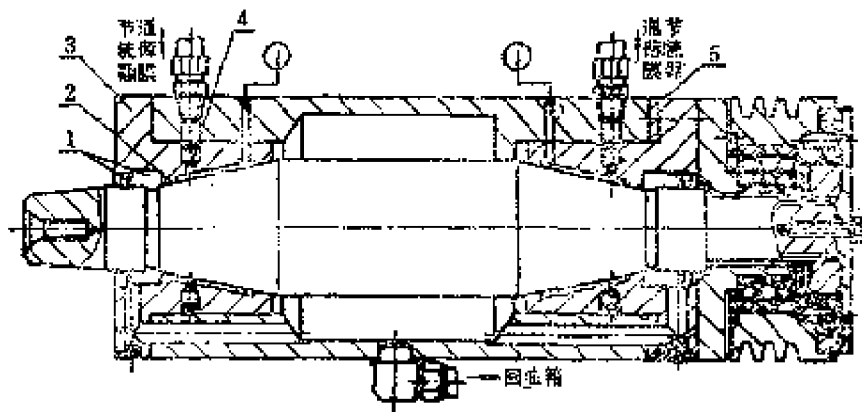


图2—7 锥面径向推力静压磨头

- 1—环形回油槽；2—前节流边；3—锥面径向推力静压轴承；
4—小孔节流器；5—调整垫

为了防止冷却液进入导轨，可采取图2—8所示的防护措施。其中，防护板7在工作时与横梁几乎等高，但工作台6

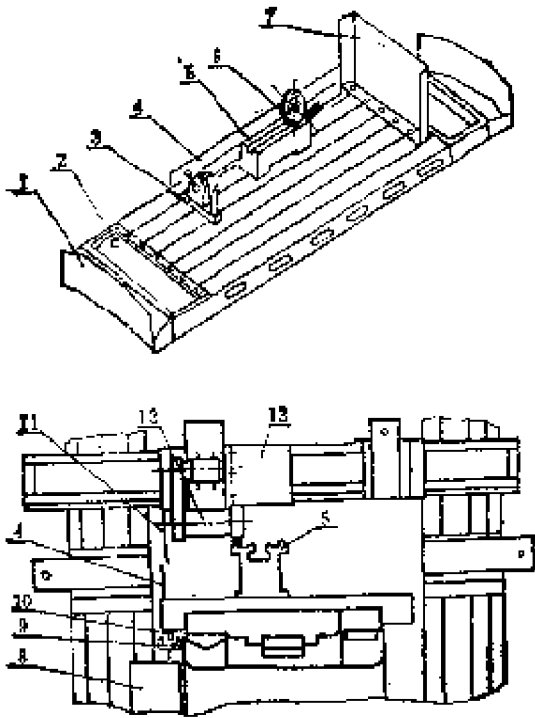


图2—8 导轨防护措施

1—原防护挡板；2—冷却液回收孔；3—砂轮修整器；4—磨削用辅助挡板；5—工件；6—砂轮；7—磨削用后导轨防护板；8—冷却水箱；9—冷却液回收槽；10—冷却液回收出管；11—立柱导轨防护挡板；12—磨头；13—横梁导轨防护板

m 行程有余地，所以安装工件时完全可考虑使防护板 7 不穿过横梁，因而能有效地保护床身导轨。另外，磨削时把防护板 7 端的龙刨工作台 T 型槽堵死，迫使工作台上的冷却液向另一端流动，经回收孔 2 排出。

采用分步成型周边磨削导轨，其工效较端面磨削可提高一倍。由于使用冷却液，不但消除了端面磨削产生热变形的通病，而且还解决了干磨粉尘的危害。

108 B110单臂刨床V—V导轨配磨工艺探讨

B110单臂刨床床身工作台 V-V 导轨面在维修时由钳工刮削，劳动强度大，周期长。若用样板宏观对光磨削，其难度高，精度也难以保证。若采用配磨工艺，则可收到较好的效果。现介绍如下：

解体前，先应测量并记录安装九头蜗杆基准面到工作台面的实际距离 L，如图 2—9 所示。解体后，先将床身放在

B 2020Q 龙门刨上将底平面刨一刀, 然后以它为基准加工 V-V 导轨。考虑到 V-V 导轨与工作台齿条其横向在同一水平面上, 因此在床身安装九头蜗杆基准面上放一水平仪, 调整床身到零位(用调整垫铁插入底平面)。

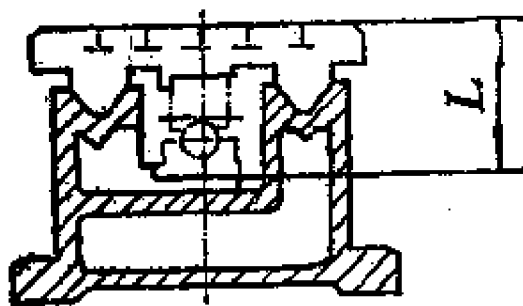
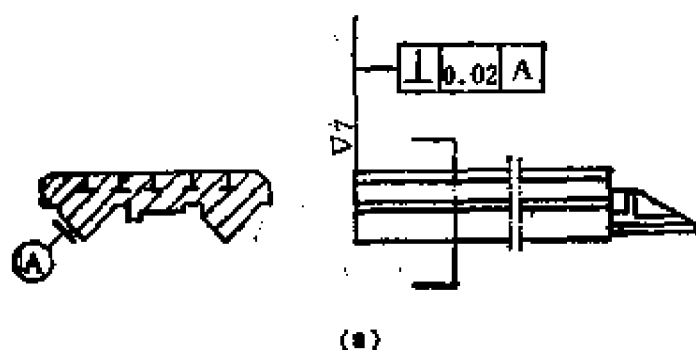


图 2—9

身到零位(用调整垫铁插入底平面)。纵横向调整后即可加工

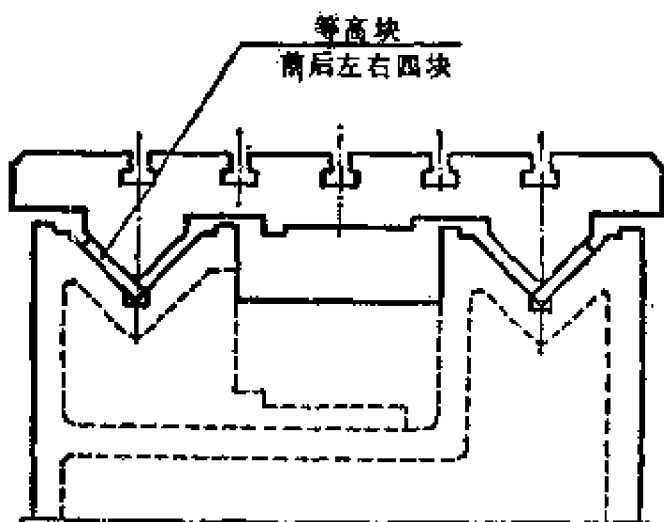
V-V 导轨。如有某一面咬毛或磨损严重, 可将此面刨出后再磨, 不必考虑 V-V 导轨之间角度对称性。磨削花纹最理想



(a)

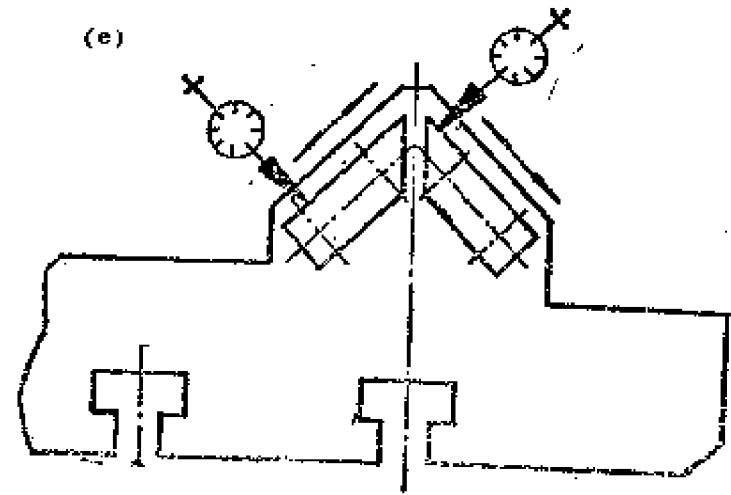
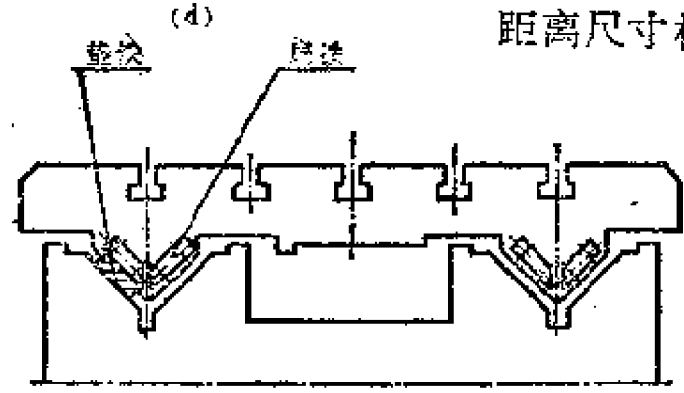
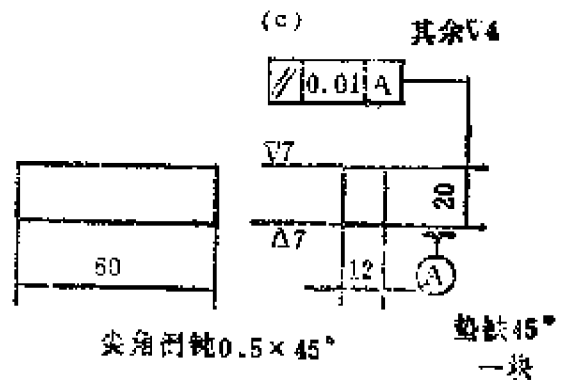
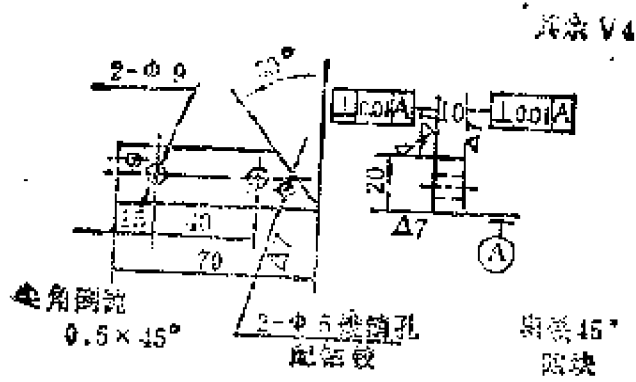
的是双花, 导轨面不易产生凹度。磨削完毕, 导轨表面进行电接触高频表面淬火, 然后用油石打光, 床身加工即告结束。

工作台导轨面的配磨, 可先将工作台导轨面的两端面修平, 并保持其垂直,



(b)

允差 0.02mm , 如图 2—10(a)。修平后将工作台覆盖在加工好的床身导轨上, 借助等高块使其导轨面离缝, 其高度任选, 见图(b)。将已做好的扁铁(图c)安装在工作台导轨已加工好的两端面上, 借用垫铁(图d)调整, 使扁铁的A边与床



身 V-V 导轨面平行, 并保持等距离, 再用 M8 螺钉、φ5 锥销将扁铁固定, 四个导轨面必须用同一块垫铁调整(图 e)。准备工作就绪后, 将工作台安放在 B2020Q 龙刨上, 直线性按原基准面校准, 导轨面角度均按扁铁斜度校正(图 f)。各导轨面均应光一刀, 必须保证各导轨面到扁铁的距离尺寸相同, 用深度

游标尺测量四个尺寸, 允差 < 0.02 mm。刨加工结束后仍用 BM1 端面磨头磨削导轨面, 以已加工的导轨面作基准来调整磨头角度, 同样要求各导

(f)

图 2-16

轨面到扁铁的距离尺寸相等，允差 $<0.02\text{mm}$ 。磨削花纹仍应双花。

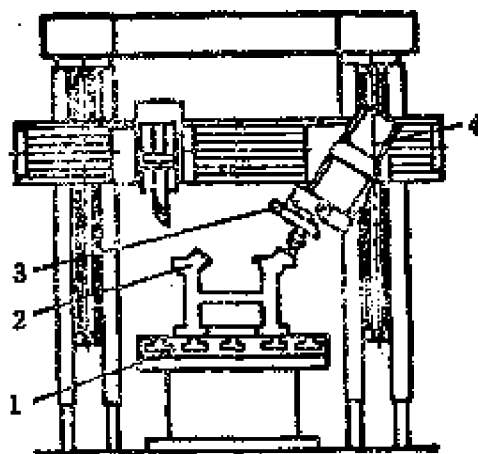
将加工好 V—V 导轨的工作台覆盖在床身上与其导轨面吻合，用塞尺检验，允差 $0.03\sim 0.05\text{mm}$ ，在此范围内塞不进为最佳。接着测量安装九头蜗杆基准面到工作台面的距离 L_1 ，并与未解体前的实际距离 L 作一比较，其差值即为九头蜗杆下垫片所需磨去的准确量 e ($e = L - L_1$)。若九头蜗杆与齿条啮合时齿侧间隙超差，则 e 值需补偿修正。

109 用振动滚压提高导轨表面质量

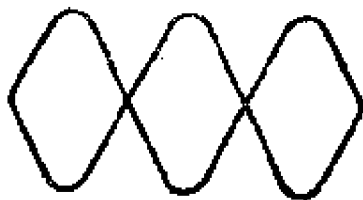
机床导轨的质量，首先取决其工作表面的微观形貌和平面度。对导轨的加工，一般最后都要用刮研来完成。但是，用刮研获得的导轨表面，往往由于储油量不够充足而容易出现磨损、擦伤和咬合现象。若采用振动滚压工艺代替传统的刮研方法，对导轨表面进行最终加工，则可取得较好的效果。它与刮研法相比，可提高导轨表面微观硬度 $15\sim 20\%$ ，延长导轨工作寿命 $12\sim 18\%$ ，并取消了繁重的手工刮研工作量。

导轨振动滚压加工是在龙门刨床上进行的，能适应较长床身导轨的加工需要。其方法见图 2—11，把要加工的床身安装在 7233 型龙门刨床工作台上，先用刨刀进行加工，以保证导轨的平面度和直线度及表面粗糙度 $Ra = 1.25\sim 2.5\mu\text{m}$ 。然后，不改变安装，改用振动滚压头对导轨表面进行振动滚压加工。振动头 3 安装在龙门刨床回转刀架上，可适应平面导轨和斜面导轨的加工。

振动头结构见图 2—12。加工时，工作作纵向进给运动，同时由电动机 2 驱动，通过偏心轮作用，使夹持器 7 带着



(a)



(b)

图2—11 振动滚压平(斜)导轨
及其形成的正弦波状压痕花纹
1—龙门刨床工作台；2—工件；
3—振动头；4—回转刀架

钢球作横向振动运动，从而在导轨表面压出有规则的正弦波状沟槽(见图2—11b)，沟槽深度为 $16\ \mu\text{m}$ 。调整偏心轮的偏

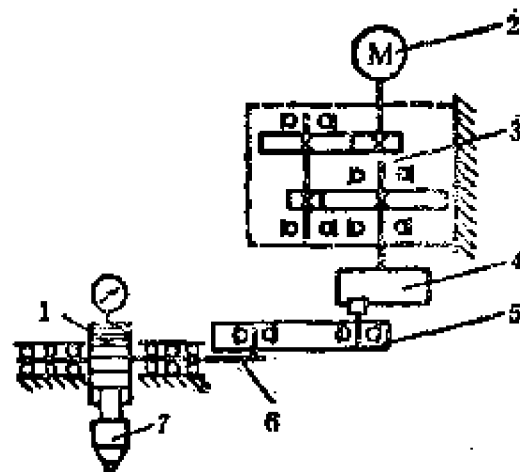


图2—12 振动头传动系统

1—液压测力计；2—异步电动机；
3—减速器；4—可调偏心轮；5—
连杆；6—凸轮；7—夹持器

心量，可以改变一个行程的滚压宽度。当导轨面的宽度在35 mm以内时，用一个行程就可完成；而导轨面宽度大于35 mm时，则要分几个行程完成。其要求，应保证滚压出沟槽的总面积为导轨表面总面积的33%。获得导轨表面沟槽面积与承载面积最佳比例的滚压工艺参数是：工作台进给速度为2400mm/min，钢球夹持器的振动频率为175次/min，每个钢球的工作压力为343N，钢球直径为6mm，夹持器中钢球的数量为2颗。钢球工作压力由液压测力计测出。

● 齿轮 ●

110 双联齿轮工艺性能的改善

图12—13所示整体式双联齿轮，其中小齿轮由于结构紧凑、齿数少，无法采用磨齿加工，剃齿也困难；用插齿作最终加工，精度较低，且经高频淬火处理后精度还要降低。为此，将其改成如图2—14所示的装配式结构，这样可以改善小齿轮的工艺性。为了增加刚性和传递的扭矩，小齿轮采用整体带凸键结构如图2—15所示，它与大齿轮联结成一体。组装时，用两只螺钉作齿轮的轴向定位，并用铅丝沿1.5mm（宽）×1mm（深）的圆周槽扎紧，防止螺钉松脱。

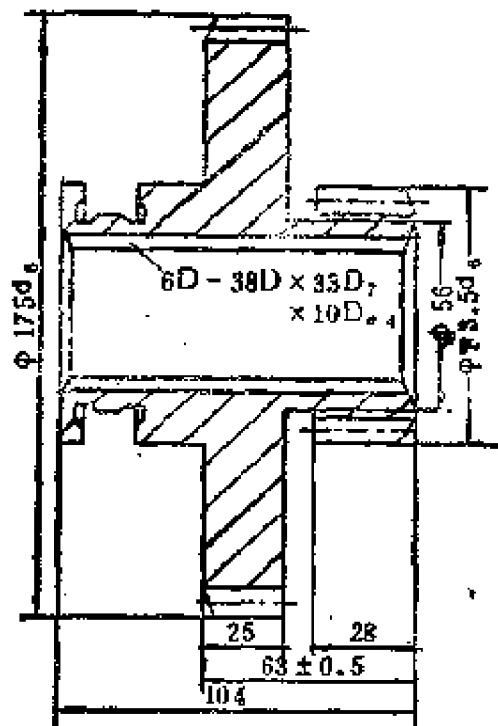


图2—19 整体式双联齿轮（改进前）

模数 $m=3.5$ ；齿数：大齿轮 $z_1=48$ ，小齿轮 $z_2=18$ ，精度为2级

在工艺方面，为消除安装误差，在小齿轮磨齿完成、两件组装后再进行大齿轮磨齿。另外，小齿轮上的凸键 $10d_4$ 在立式铣床上用万能分度头进行加工； $\phi 50d$ 外圆在普通外圆磨床上使用外圆带凸键的通用夹具（参见《机床》杂志1978年第1期64页）进行磨削，无需改装机床。

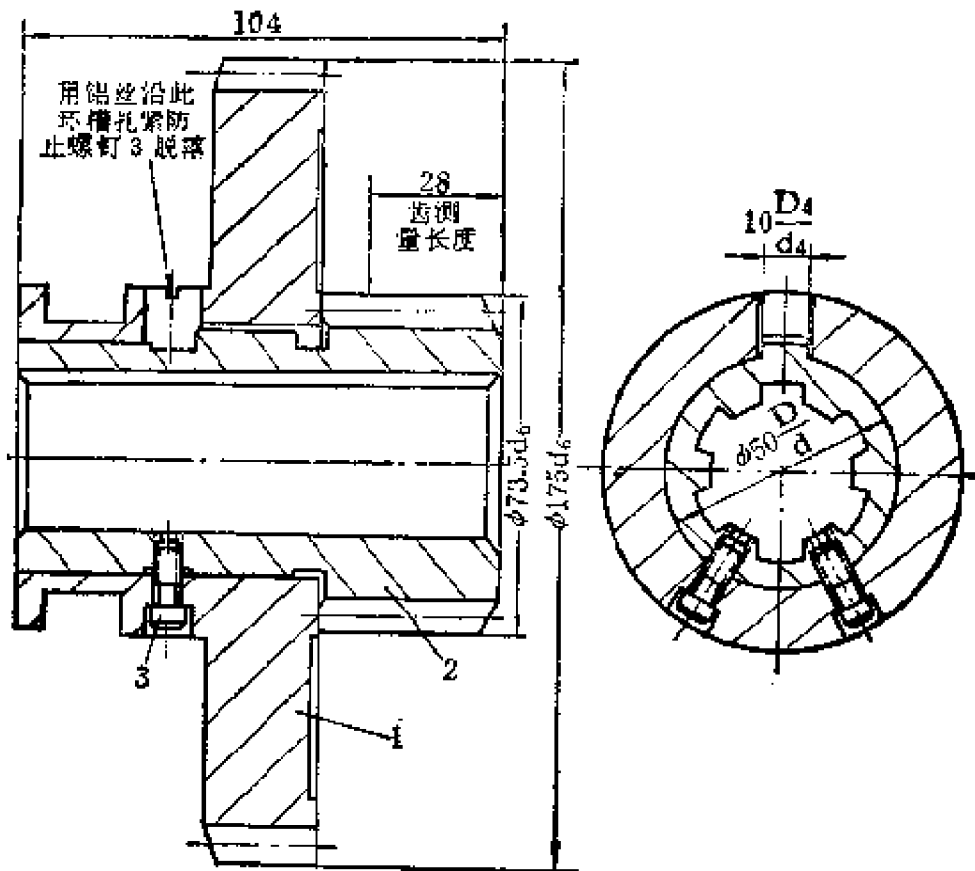


图2—14 装配式双联齿轮(改进后)

1—带拨叉槽大齿轮($z_1=48$)；2—带凸键小齿轮($z_2=19$)，
3—螺钉

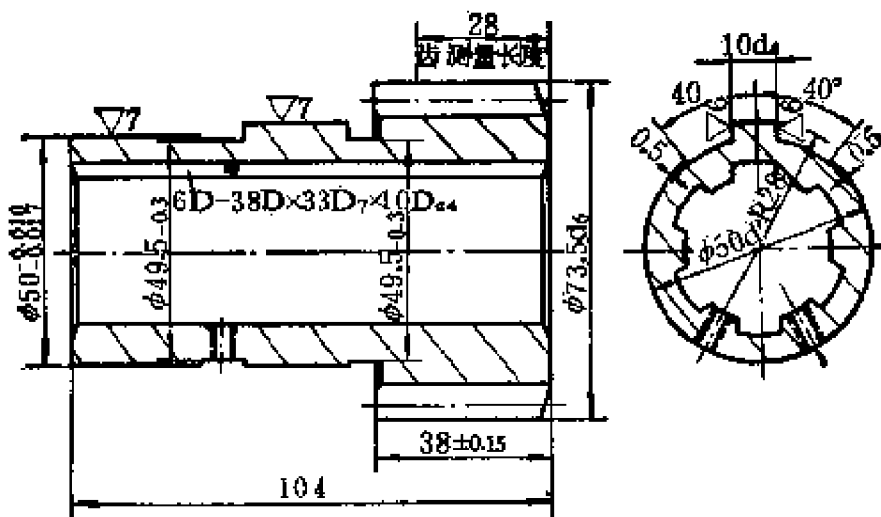


图2—15 带凸键小齿轮

111 大模数圆弧面蜗杆加工

大模数 ($m > 10$) 圆弧面蜗杆，通常用于低速重载机械设备中，其齿形在轴向截面内为直线，蜗杆直径及螺旋角是变化的。这种蜗杆通常在大型滚齿机上加工。

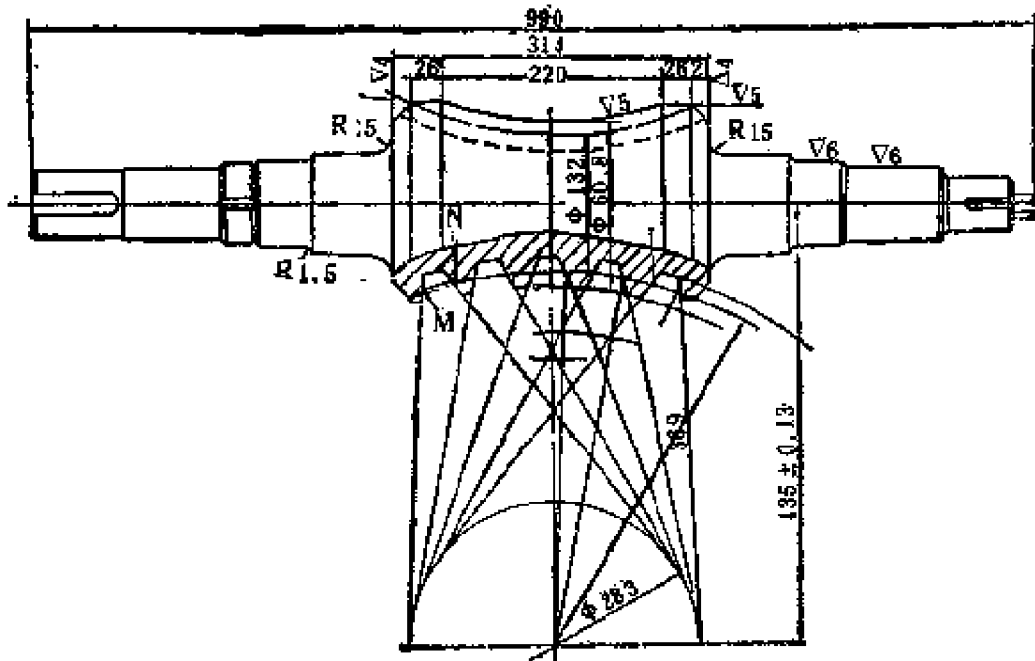


图 2—16

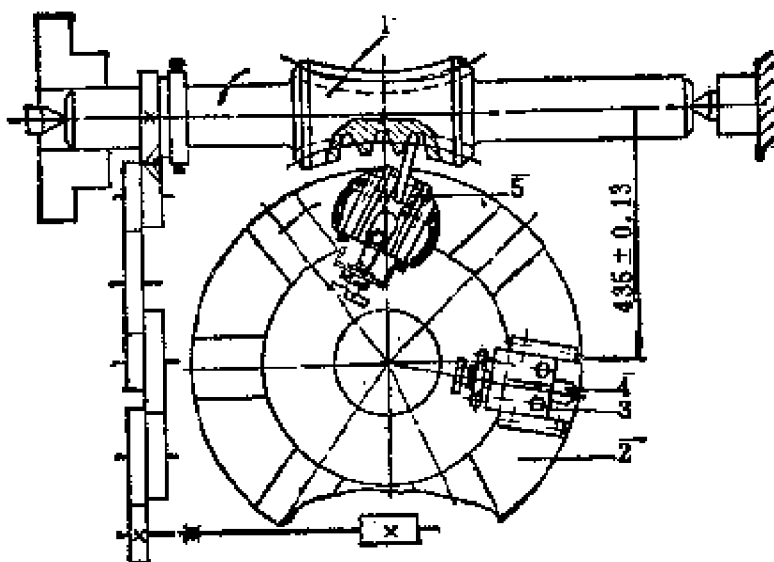


图 2—17

1—工件；2—圆刀盘；3—开槽刀台；4—开槽刀；5—可转动刀架

图 2—16 所示为苏制九吨高压水泵中的圆弧面蜗杆，其分度圆导程为 36π ，头数 $K = 2$ ，工作转速为 980r/min 。这里介绍一套在车床上加工大模数圆弧面蜗杆的附加装置，它具备两个旋转运动和一个直线进刀运动，如图 1—17 所示。该装置固定在 C650 车床中拖板下滑体上，可以随同大拖板、中拖

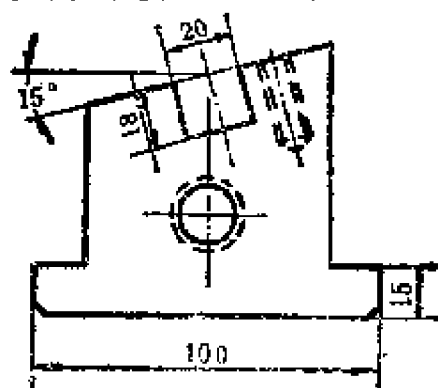


图 2—18

板作纵向、横向位置调整。机体选用旧滚齿机工作台，上部是圆刀盘 2，其上开有安装刀台的导轨槽，导轨槽的位置相当于蜗轮一个齿的位置，可转动刀架 5 按齿形角调整，小刀台上开有倾角等于喉部螺旋角的安刀槽，如图 2—18 所示。

挂轮架固定在大拖板内侧丁字槽上。

$$i = \frac{K}{Z} = \frac{39}{23} \times \frac{48}{41} \times \frac{90}{72} \times \frac{92}{65} \times \frac{1}{72}$$

式中， K 为蜗杆头数； Z 为蜗轮齿数。

加工过程如下：工件与刀盘相互位置的校正是通过千分表及百分尺完成的，校正时须作到：（1）蜗杆轴线与刀盘回转中心距离 $\Delta = 435 \pm 0.13$ ；（2）圆盘回转中心须在蜗杆喉部线上。蜗杆喉部位置实质是由蜗杆在设备上的安装基准确定的，即安装基准就是校正基准。加工时圆盘按一个方向连续旋转运动，不作正反车换向旋转。蜗杆齿面是通过可以转动角度的刀台来加工的见图 2—17，刀具法向安装。精加工采用偏刃刀具，主切削刃水平位置通过工件轴线，两侧齿面分两次安装刀具切削。精加工后的齿面粗糙度可达 $Ra3.2\mu\text{m}$ ($\nabla 5$) 左右，齿形角用样板检验。

圆弧面蜗杆要求两齿面在入口、出口处有一定长度的缩

减部分。这是通过前后移动刀盘，即改变中心距A值来实现的。中心距A增加时，加工入口处减缩；中心距A减小时，加工出口处减缩。修缘过程也在此基础上增加或减小中心距形成，但这只能做到部分修缘，余下部分及螺纹端部毛刺清理需手工完成。

螺纹分头齿数为奇数的蜗轮($z = 41$)与双头蜗杆是交替啮合的，切削过程相当于蜗轮副的啮合状态，刀具相当于蜗轮的一个轮齿。所以，刀具在切削第一螺旋槽后，下一刀便进入另一螺旋槽。蜗杆在切削过程中自然分头，而不必再作任何调整。

圆弧面蜗轮副采用研磨跑合，其磨料呈游离状态，也在图2—17装置上进行。将与其啮合的铜制蜗轮固定在刀盘上，脱开配换齿轮及圆盘蜗轮副，蜗杆带动蜗轮转动，完成研磨跑合过程。为增加阻力，缩短跑合时间，圆盘外加一阻尼装置，如图2—19所示；它还可以保证传动系统平稳，避免研

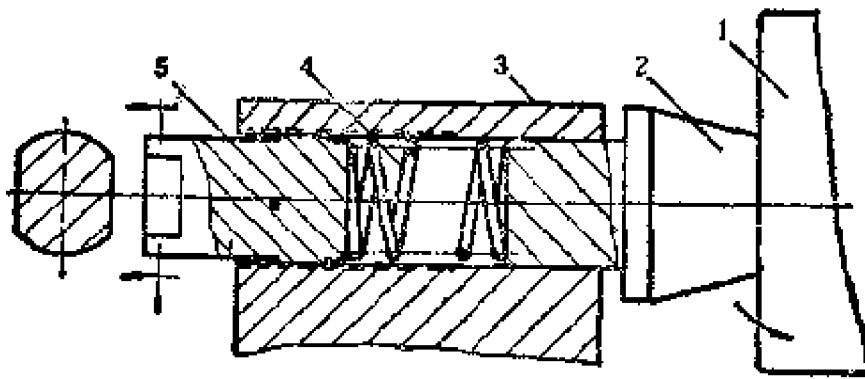


图2—19

磨跑合时产生跳动、弹性进刀等现象。研磨剂选用 Al_2O_3 磨料加石蜡、松香、机油适量配制。 Al_2O_3 磨料先选用200 $^\circ$ ，后选用400 $^\circ$ 左右，最后用氧化铬磨料使粗糙度达到 $Ra0.6 \sim 0.4\mu m$ ($\nabla 7 \sim \nabla 8$)。研磨跑合后，在蜗杆的中间部分相当于蜗轮三个半齿距的长度上，接触斑点达到全齿高。出、入

口处没有接触斑点，且允许0.2~0.3mm厚度片通过。蜗轮工作齿面在全齿高上达到1/3~2/5轮幅宽。

112 Y54插齿机加工大件的辅助支承

Y54插齿机所能加工的最大工件直径为 $\phi 462\text{mm}$ 。如果在

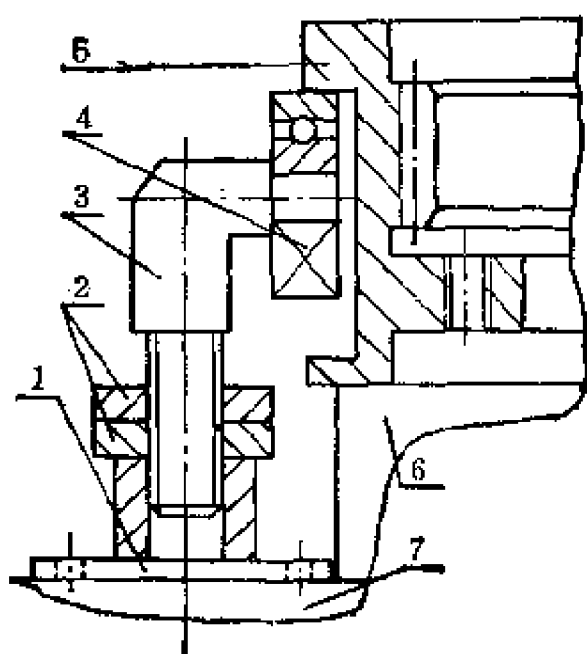


图2—20

- 1—支承座；2—锁紧螺母；3—弯头
螺杆；4—204轴承；5—大内齿轮；6
—插齿机工作台；7—插齿机床身

Y54插齿机上增加一套辅助支承，就可加工直径大于 $\phi 600\text{mm}$ 的工件。辅助支承如图2—20所示，利用轴承4与被插大内齿轮5上的台阶面接触，形成插齿过程中的纯滚动摩擦副。利用一只弯头螺杆3，使不在一个铅垂线上的辅助支承座1与被插齿轮5上的支承点间，实现有效的连接。

两个锁紧螺母2用于调

节轴承4对大内齿轮定位台阶面间的接触过盈量(以保证轴承4在工作过程中能不断滚动，达到不会脱离接触，又不压坏204轴承的目的)，同时又起定位的锁紧作用。实践证明，采用此辅助支承不仅可以使进刀量从原来的3mm提高到6mm，提高了工效，而且使加工出来的大内齿轮的周节等各项精度均达到了设计要求。此辅助支承的结构原理，对扩大Y54插齿机加工范围具有普遍的适用性。

113 蜗轮齿面的光整强化

为提高蜗轮耐磨性，采用图 2—21 所示的专用蜗杆滚压装置，可对蜗轮进行光整与强化。该装置套筒 2 上的左、右头

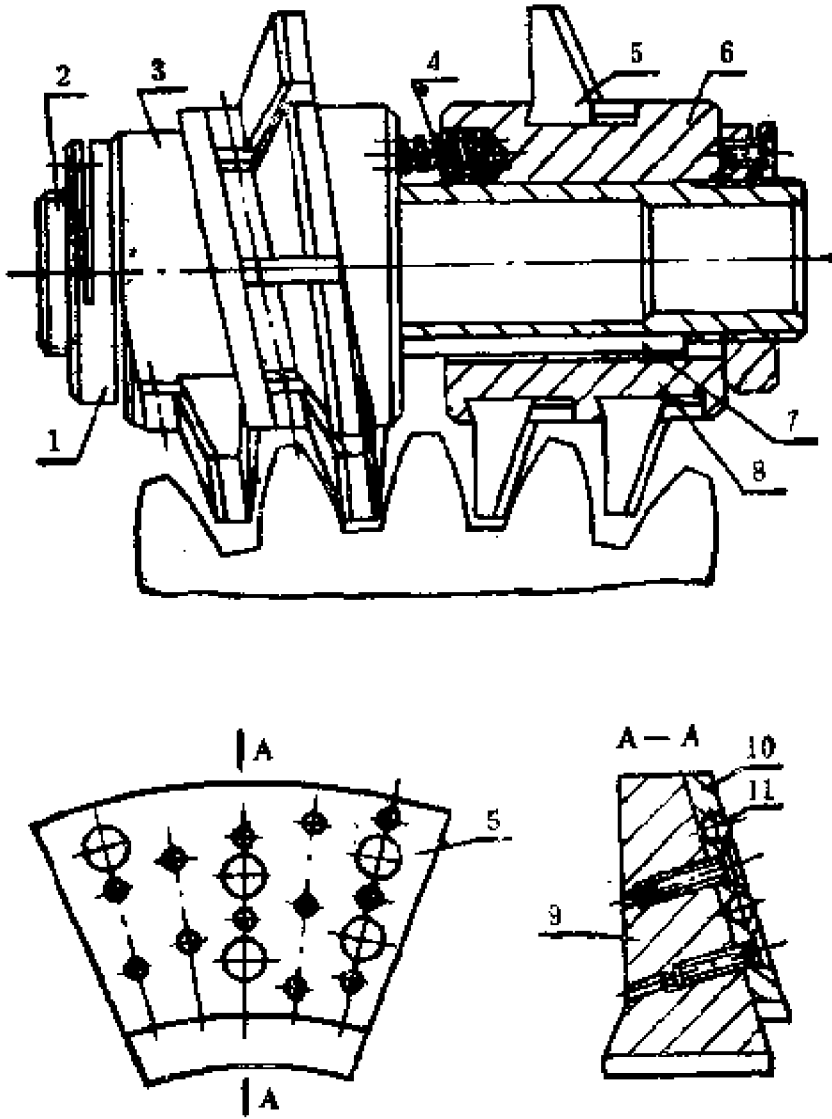


图 2—21

的 3、8 的相应孔内装有弹簧 4，其弹力通过螺母在 100~400N 之间进行调整，以控制强化的程度和深度。导向键 7 可防止左、右头相互间产生角位移。左、右头由螺旋形本体 6 组成，其螺距等于与被滚蜗轮相啮合的蜗杆的设计螺距。每个头有 10 个以上带整形元件（GCr15 或 GCr9 直径为 1.0~6.0mm 的

钢球11的整形扇形板5，它视蜗轮几何参数和固定在扇形支座9上的扇形隔离板10而定。钢球11按螺旋线分布成几行。

经强化后的表面，形成组织致密的规则球形微窝，使之能保持足够的润滑油，并提高了承压能力，接触表面的耐磨性提高15~20%。

114 高精度齿条的磨削

通常，Y7150齿轮磨床是用于加工圆柱齿轮的。而采用量块对表分齿法则可在这台机床上成功地磨削6级精度插齿机主轴套筒齿条。其主要参数为 $m = 3.25\text{mm}$ ， $z = 20$ ，齿宽68mm，齿部长204.20mm。这种方法对于数显装置尚未普及时是行之有效的。

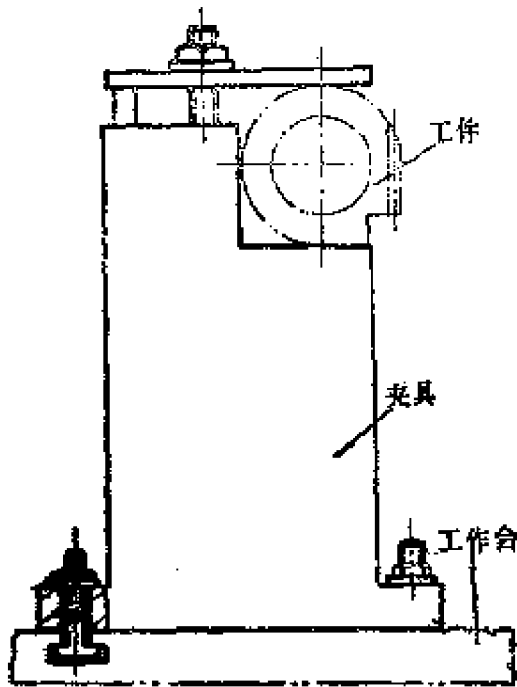


图2—22 工件安装

具体的做法是，把套筒齿条安装在齿轮磨工作台上，如图2—22所示，并找正工件使两条90°方向的母线与工作台纵向移动方向平行，控制在0.005~0.007mm以内。再在工作台的前面，齿轮箱的左侧装一块支承平板。此平板可用螺钉固定在工作台床鞍上，也可单独立在工作台前齿轮箱的左侧，只要与工作台床鞍间无相对

移动即可。在平板上再置一带千分表的表架。

磨削开始之前，脱开机床的滚动交换齿轮和进给交换齿轮，并先将工作台移至床鞍的左端。然后，砂轮进刀对准齿

条右端第一牙，磨削时使齿条齿槽两侧面的磨削余量分配近似相等。第一牙磨好后，退出砂轮，进行分齿运动。分齿时，先在工作台右侧面的平面上安置一等于齿条轴向齿距的组合量块。轴向齿距 $t_s = \pi m = 3.1416 \times 3.25 = 10.21\text{mm}$ ，可用 9mm 和 1.21mm 两块组合而成。然后将表架在支承平板上移动，让表头压量块对零位，如图 2—23 所示，随后抽出量块，向右移动工作台压表头使达到零位，此时即分齿完毕，进行第二牙的磨削。如此依次进行，直至全部磨完。

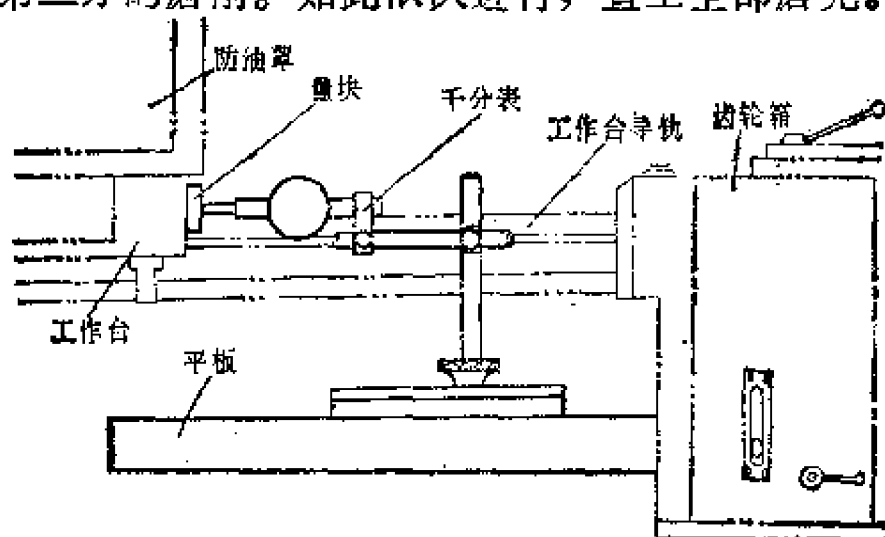


图 2—23 量块对表分齿示意图

应该注意的是，每个牙的磨削次数应一致，以保证每个牙的磨削量相同。由于砂轮进刀不能一次磨去一个牙的全部加工余量，所以需分两次粗磨，一次精磨。为了提高精度，进刀时也使用对表法定位，手轮刻度仅作为参考，这样使每个牙的进刀深度控制在相对零位上，以排除因进刀深度不均匀而影响相邻齿距误差。

115 蜗杆挤光装置

蜗杆或进给螺杆等利用挤压塑性变形法，可在其螺纹上挤压出微小的凹齿。这往往使其摩擦系数比磨削过的小，可

以减少蜗杆磨损，延长其使用寿命。

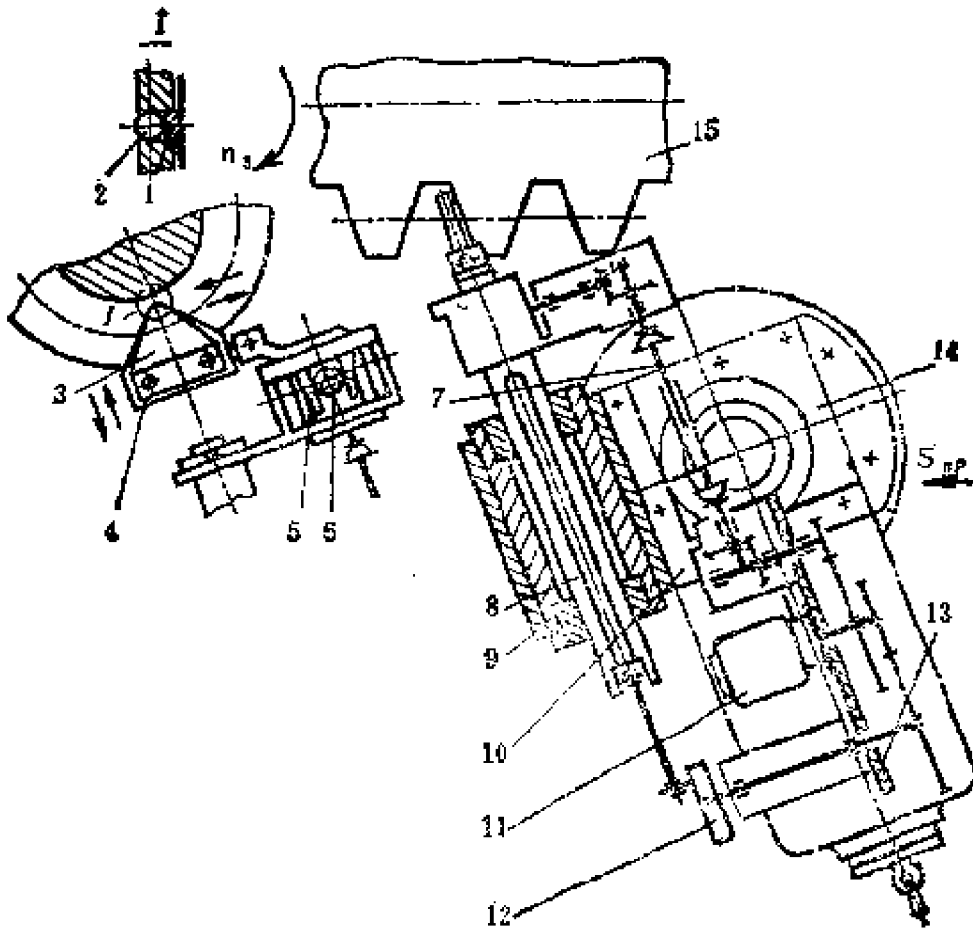


图2—24

这里介绍的振动挤光加工装置如图2—24所示，被加工的蜗杆15装在车床的顶尖间，挤光装置用角架10安装在刀架14上。加工时，刀架根据工件的螺距作纵向进给。挤光加工的工具1可采用青铜片，通过钢球2靠弹簧3以一定的压力(30~150N)压在加工面上。工具座4能在两个相互垂直的方向上振动(如图所示)。轴心方向上的振动，是把马达11的回转运动由圆盘12变成往复运动，再用杆8传给工具座4。与此同时，马达11的回转运动由联轴器7和伞齿轮传给凸轮6($e = 0.5、0.8、1、1.5、2\text{mm}$)，再通过与凸轮相接触的卡钉3传给工具座4，形成另一方向的振动。这两个方向上的振动是

同步的。工具能在25%~40%的工件表面上有规则地挤压出微小的凹凸面。

116 牛头刨削大齿轮

B665刨床稍作改装，即可加工9—8—8D₀级、 $\phi 2144\text{mm}$ 、 $m_n = 16$ 、 $z = 132$ 的球磨机铸钢大齿轮，如图2—25所示。改装的方法是：卸去原有工作台及挂板，换上固定挂板，以便装夹工件；在垂直刀架和滑枕之间增装横向拖板；设置具有足够刚性的滚轮架，支承齿轮内孔。

加工时，先在齿轮坯上精确分度，画出齿形，固定弦齿厚加厚0.5mm(根据分度精度调整)，留作修正量。然后以齿轮内孔和端面作加工定位基准进行粗刨；根据齿轮廓线，用成型刀精刨齿面右侧；用齿轮周节测量仪测量周节，对号记录；根据周节平均值，给定各个齿的修正系数，进行修正，如图2—26所示。根据测量，各齿周节值相加，除以总齿数：

$$\frac{\text{各齿周节和}}{\text{总齿数}} = 50.11$$

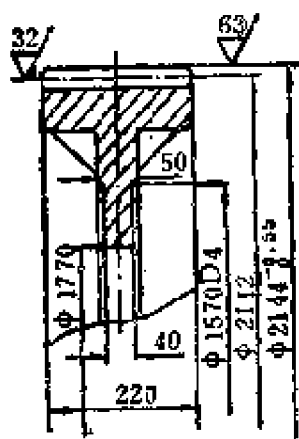


图2—25 工件

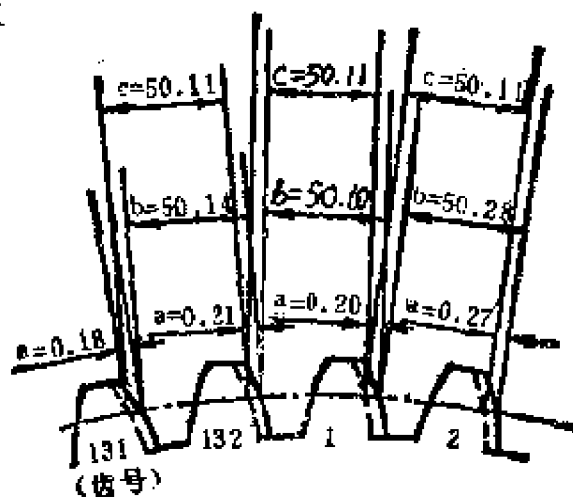


图 2—26

a = 理论修正量； b = 实测周节； c = 修正后周节

从最大一个周节齿(假定齿128)开始计算,先给定修正系数 $50.36 - 50.11 = 0.25$,则齿129周节增大0.25,修正系数为:

$$50.24 + 0.25 - 50.11 = 0.38$$

齿130周节增大0.38,修正系数应为 $50.12 + 0.38 - 50.11 = 0.39 \dots$ 以此类推,见表2—2。如发现其中有齿周节小,则修正系数为负。

表 2—2

(mm)

齿 号	1	2	3	4	5	...	128	129	130	131	132
实际周节	50.10	50.23	50.22	50.04	50.22	...	50.36	50.24	50.12	49.90	50.14
理论修正	0.20	0.27	0.38	0.31	0.41	...	0.25	0.38	0.39	0.18	0.21

●花键●

117 铣削侧定心矩形花键轴的方法

用三面刃铣刀单刀铣削侧定心矩形花键轴,通常都采用先铣出键宽再铣内径的方法。这样铣键侧时的切削面积大,如图2—27(a)所示,往往铣出的键宽不一致。而且用圆弧刀头铣内径圆弧时,也由于切削面积大使刀头磨损快,致使铣削的花键内径不等。而先按花键内径在花键槽中铣一刀,再铣键侧时,切削面积小,如图(b)所示,这样不但可保证加工质量,而且还可提高工效。这种铣削法的步骤如下:

1. 铣削键槽的关键是选择铣刀最大宽度,

$$B_{\max} = d + t \frac{180^\circ}{z} = \frac{b}{\cos \frac{180^\circ}{z}} = (0.2 \sim 0.5 \text{mm})$$

式中， B_{\max} 为铣刀最大宽度； d 为花键轴内径； b 为花键键宽； z 为花键键数。

2. 将轴坯夹在分度头三爪卡盘上，将高度尺或划线盘划针调到分度头实际中心高加或减 $0.5B_{\max}$ 的高度，

在轴坯两端面各划一条线；

将分度头转 180° ，再在轴坯两端面各划一条线，这两条线之间即为槽宽。

3. 将分度头转 90° ，按槽宽对刀，按键高上刀，铣出键槽。

4. 铣出各个键槽后，将分度头分度手柄转 n 转，

$$n = \frac{90^\circ + \frac{180^\circ}{z}}{9^\circ} = 10 + \frac{20}{z} \text{转}$$

使待加工键在分度头水平中心线两侧对称。然后先将高度尺或划线盘划针调到分度头实际中心高加或减 $0.5b$ 的高度，在轴坯两端面各划一条线，再将分度头转 180° ，在轴坯两端面各划一条线，即划出了键齿形状。

5. 将分度头转 90° ，使划出键齿部分朝上，对刀铣削键侧。实际上刀深度应按下式计算：

$$hs = \frac{1}{2} (\sqrt{D^2 - b^2} - \sqrt{d^2 - b^2}) + hes$$

式中， D 为花键外径； hes 为键高上偏差，约等于内径下偏

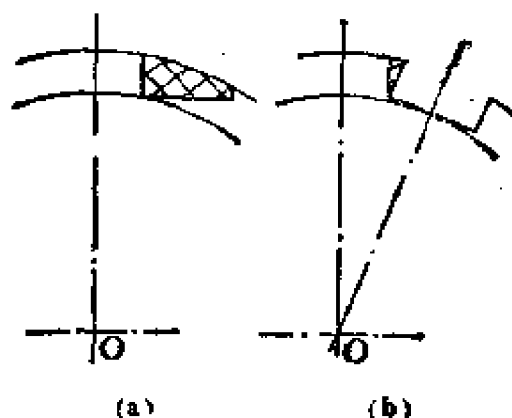


图2-27 两种不同的铣削方法

差绝对值之半。

6. 铣完一侧，移动横向工作台铣另一侧。

7. 键宽铣好后，用锯片铣刀或圆弧刀头铣内径。由于键槽间绝大部分已被铣去，因此铣内径时的切削面积大大减小，从而提高了加工质量和效率。

118 铣长花键轴的方法

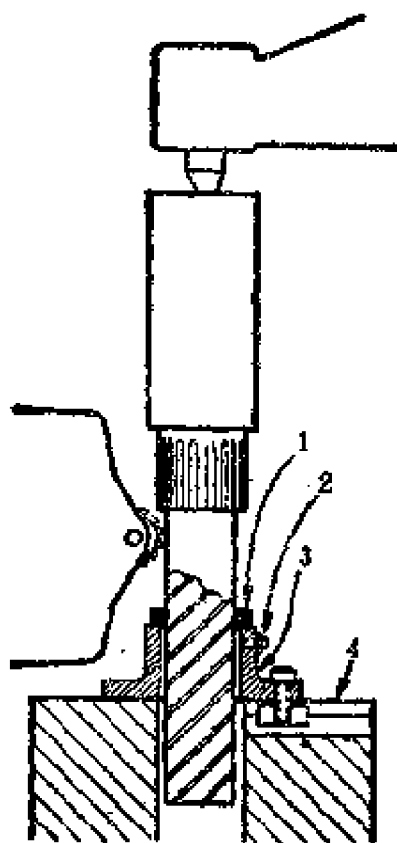


图2-28

1—夹头；2—定位螺钉；
3—法兰套；4—工作台

在单件生产中用一般滚齿机铣长花键的方法如图2—28所示。工件(花键轴)的一端插入工作台的中心孔内，法兰套3的内径正好能使工件穿过。在套的圆柱部分沿径向加工出四个直径为13mm的等距螺孔，并把装螺帽的部位铣平，装上定位螺钉2。在法兰盘上钻三个孔，其位置和工作台4上T形槽的位置一致。法兰套端部装有一磨床用夹头1，以防工件下滑。四个定位螺钉2起四爪夹头的作用，用较小的进给量吃刀几次，即可铣出长花键。

119 数控线切割机加工特殊内花键

有如图2—29所示组合式五联滑移齿轮(模数2.5、7级精度)，该齿轮的内花键为三角形花键，规格特殊，与国内同类花键标准(GB1475—74和汽车专业标准)不相符合。制造该齿

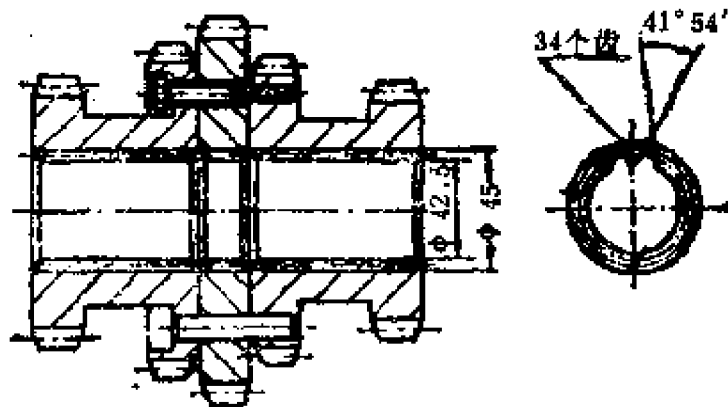


图2--29

轮，若用拉削加工，做专用刀具代价太高；若用分度头单齿插削，则不易保证花键精度和各齿轮花键的一致性。为此，采用数控线切割机加工，即先根据测绘图纸编制出数控带，然后上机试切样板，根据样板与原花键轴的配合情况修改数控带，直至满意，再把要加工的正式齿坯放到数控线切割机上加工内花键即可。

120 薄板零件花键孔的拉削

薄板零件花键孔的拉削是比较困难的。因为壁薄，刚性差，所以单件拉削花键孔时，孔的周围会发生变形，有的齿部变形严重，造成废品。为此，可采用薄板件拉削花键孔夹具，把许多件重叠在一起，装在夹具内，用端盖和螺钉压紧，如图2-30所示。采用这种方法可提高工件的强度，在拉削过程中不会引起工件变形。

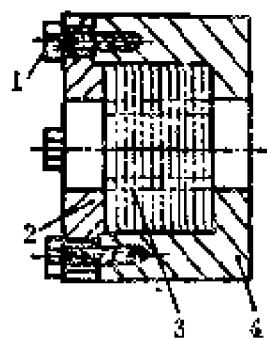


图2-30

1—螺钉； 2—压盖；
3—工件； 4—夹具体

设计夹具时应注意：(1)零件重叠的厚度应小于拉刀所允许的长度；(2)夹具体内端面与外端面定位面要平行；(3)根

据零件的形状及精度要求，确定以夹具体内圆定位或以工件孔定位；(4)装到夹具之前，将工件的两面磨平，去掉毛刺。

●中心孔磨削方法等●

121 中心孔磨削方法

用中心钻加工出来的中心孔，其不圆度通常是 $50\sim 180\mu\text{m}$ 。而用中心孔作基准进行外圆磨削时，得到的外圆的不圆度一般在 $2\sim 3\mu\text{m}$ 。如果对工件中心孔进行磨削加工，提高其不圆度精度，然后再以它为基准来磨削工件外圆时，就能得到 $0.2\mu\text{m}$ 的外圆不圆度精度。

表 2-3 用CG12-130型立式中心孔磨床
试验磨削的结果 (μm)

试 件 号	试 验 顺 序				
	1	2	3	4	5
	车床加工 中心孔的 不圆度	以 1 的中心 孔作基准车 削外圆的 不圆度	以 2 的外圆 作基准磨削 中心孔的 不圆度	以 3 的中心 孔作基准磨 削外圆的 不圆度	以 4 的外圆 作基准磨削 中心孔的 不圆度
1	10	18	4	0.3	0.4
2	10	16	4	0.2	0.6
3	8	20	5	0.2	0.4
4	8	18	4	0.2	0.6
5	10	16	6	0.2	0.4

试件材料：45号钢，硬度HRC42~48。

表2-3是对5个试件进行试验磨削的结果。由表中可见，用车床加工出的中心孔，其不圆度在 $8\sim 10\mu\text{m}$ 。中心孔经过磨削后，其不圆度大约可减少 $1/2$ 。由于中心孔的磨削是以

工件外圆为基准来进行的，因此，当第4道工序把外圆精度提高后再磨中心孔，则可使中心孔的不圆度从 $4\sim 5\mu\text{m}$ 减少到 $0.4\sim 0.6\mu\text{m}$ ，几乎减少 $1/10$ 。

根据工件的形状尺寸、加工工序和外圆要求，GC12—130型立式中心孔磨床中心孔加工方法有以下三种形式可供选择：

1. 采用固定支爪型中心架装置，以工件外圆为基准，通过工件旋转来磨削中心孔，如图2—31所示。

2. 当工件外圆上有氧化皮或中心架设置部位的工件不圆时，宜采用回转式中心架装置磨削中心孔。用固定支爪型中心架进行磨削时，工件中心孔相对于砂轮中心线的偏移，仅仅是通过调节中心架装置来进行的。在此装置中，工件轴线相对砂轮轴线是平行偏移调整的。所以，此装置在结构上可使旋转式中心架的中心线，相对于砂轮轴心线的偏移量和工件主轴顶尖中心线相对于砂轮轴心线的偏移量相同。

3. 对于长度超过 1000mm 、外圆上有氧化皮或中心架设置部位很不圆的工件，由于工件不能旋转，可以采用固定顶尖，使工件固定不转，而对中心孔进行研磨加工。对中心孔进行研磨时，将砂轮轻轻地顶在中心孔上，以研磨去除热处理中心孔表面的氧化皮和磕痕。该砂轮是研磨专用的，转

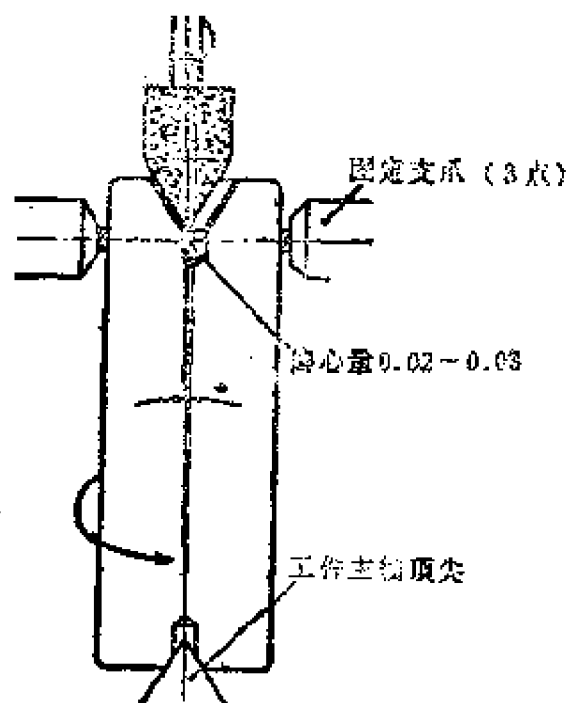


图2—31 采用固定支爪型中心架装置磨削中心孔

速较低(2500r/min)。

用上述三种方式加工中心孔时的磨削条件和磨削精度如表2—4所示。

表 2—4 GC12—130型中心孔磨床的加工方式和精度比较

		用固定支爪型中心架装置进行磨削			用回转中心架装置进行磨削			研磨中心孔		
磨削条件	砂轮转速(r/min)	10000			10000			2500		
	工件转速(r/min)	45			45			0		
	砂轮	FA80L6V			FA80L6V			AI2059V		
	砂轮修正装置	金刚石砂轮修正装置								
	砂轮修正切入量(mm)	0.02~0.04								
磨削方式		手工操作磨削								
毛坯不圆度	外圆(μm)	8	18	8	11	13	8	14	27	10
周度	中心孔(μm)	10	2	6	5	7	6	3	9	6
中心孔磨削后的不圆度(μm)		9	4.5	7.5	1.5	2.5	2	3	7	5.5

122 应用狭面中心孔提高外圆磨削精度

中心孔的不同轴度，是以两中心孔的定位锥面实际轴线 l_1-l_1 和 l_2-l_2 的中点 a_1 和 a_2 的连线L—L，作为理论轴线与中心孔实际轴线靠近大端的偏差值来表示的，如图2—32所示。由于主轴两端中心孔不同轴度的存在，将导致顶针的一边与中心孔的大端接触，而另一边却与小端接触，使顶针和中心孔的接触变形和磨损不均匀，也使中心孔定位基准面的精度很快丧失。用顶尖安装工件进行外圆磨削，磨削后工件的圆度不仅取决于工件两顶尖孔的相对位置精度，还取决于机

床两顶针间的相对位置精度。

采用如图 2—33 所示狭工作面中心孔，则可以提高中心

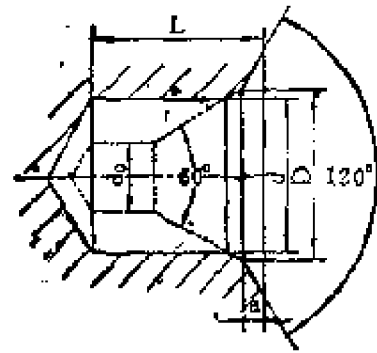
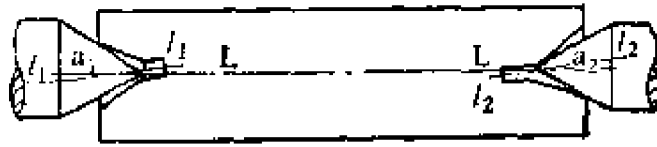


图2—32 传统中心孔在顶尖上装夹情况

图2—33 狭面中心孔的结构

孔定位基准面的几何精度和光洁度，从而减弱这两个位置误差对高精度外圆磨削精度的影响，使中心孔与顶针的接触面形状和面积在磨削过程中不易变化，有助于稳定和提高了外圆磨削的精度。图中标准中心孔的大端直径与小端直径之比为 2.5，因此，中心孔磨床砂轮的线速度在大、小端处将出现较大的速度差，致使中心孔大、小端工作上的不圆度和光洁度出现较大的差异。在研磨中心孔时，也常会出现类似的情况。可通过增大中心孔底孔直径的方法，使中心孔小端直径向大端靠近，而将标准中心孔改制成为狭工作面中心孔。狭面中心孔的具体尺寸如表 2—5 所示。

表 2—5

(mm)

主轴毛坯 直径	狭工作面中心孔尺寸					主轴最小 直径
	D	d_0	d	L	a	
12~20	5.0	2.0	4.0	5.0	0.8	8.0
20~30	6.0	2.5	5.0	6.0	0.8	10.0
30~50	7.5	3.0	6.0	7.5	1.0	12.0
50~80	10.0	4.0	8.5	10.0	1.2	15.0
80~120	12.5	5.0	10.5	12.5	1.5	20.0

由于顶针和标准中心孔大端接触线长度比小端大 2.5 倍，所以大端的接触刚度较好。加上中心孔大端处加工表面粗糙

度较好，精度较高，定位的稳定性较好，因而在高精度外圆磨削时，总是力求使中心孔的锥角略小于顶针的 60° 锥角，以保证顶针与中心孔能接触在大端。而狭面中心孔的大、小端尺寸差不大，大、小端的接触刚度较为接近，对顶针 60° 锥度大小的要求就不再那么严格，这有助于简化顶针 60° 锥面的磨削加工。这是狭面中心孔的又一优点。当使用标准中心孔时，由于中心孔及顶针的 60° 锥角在加工过程中难免有差异，所以它们的接触部位有可能在大端，也可能在小端。因此，研得好的部位并不一定是实际工作面，这也是高精度外圆磨削时精度不稳定的原因之一。若采用狭面中心孔，将有助于磨削精度稳定性的提高。采用标准中心孔，为了磨削一根圆度高于 $1\mu\text{m}$ 的主轴，常需对被磨主轴中心孔进行多次研磨。第一次研磨中心孔后的主轴，在高精度外圆磨床上磨削后，如果圆度超差，就需进行第二、第三次研磨，直至合格为止。采用狭工作面中心孔后，主轴从中心孔磨床上磨好后，可直接放到高精度外圆磨床上磨外圆，圆度已可以稳定地达到 $0.8\mu\text{m}$ 以上，有的可达 $0.4\mu\text{m}$ 。而用标准中心孔磨主轴时，其圆度只能达到 $1.6\mu\text{m}$ 左右。

123 在MM7132平面磨床上磨削凸轮型面

图 2—34 所示为柴油机燃油泵凸轮，它由 121° 函数段和基圆段组成，函数段还包含 30° 凹弧段。凸轮面轮廓度达到 00.8 。

平面磨床加工函数凸轮的基本原理是：用许多条割线代替凸轮型线，用平面磨床磨出这些割线。当割线条数趋向无穷大时，割线的集合即为凸轮型线。实际上，当凸轮中心与凸轮

上的两点的圆心角 $\Delta\beta_n$ 小于 $30'$ 时，两点间的割线与型线的差值一般都已小于 0.005mm 。所以，只要划分割线时注意使 $\Delta\beta_n < 30'$ ，就能保证理论计算时所需要的精度。计算与加工的简图如图 2—35。xoy 直角坐标随凸轮旋转。以 x 轴为计算的基准线，旋转凸轮，当 x 轴与凸轮铅垂中心线的夹角为 α_n 、砂轮距凸轮中心 O 点的距离为 h_n 时，点 (x_n, y_n) 与点 (x_{n+1}, y_{n+1}) 在同一水平线，砂轮横向走刀即能磨出 (x_n, y_n) 与 (x_{n+1}, y_{n+1}) 之间的割线。过 (x_n, y_n) 、 (x_{n+1}, y_{n+1}) 两点可以建立一直线方程，O 点到直线的距离即为 h_n ，过 O 点作直线的法线，法线与 x 轴的夹角即为 α_n 。因此，平面磨加工凸轮的计算公式为：

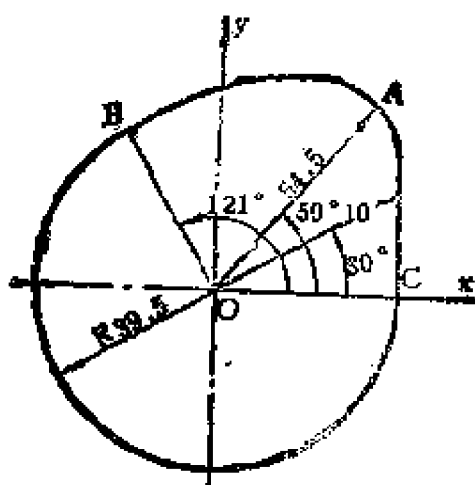


图 2—34

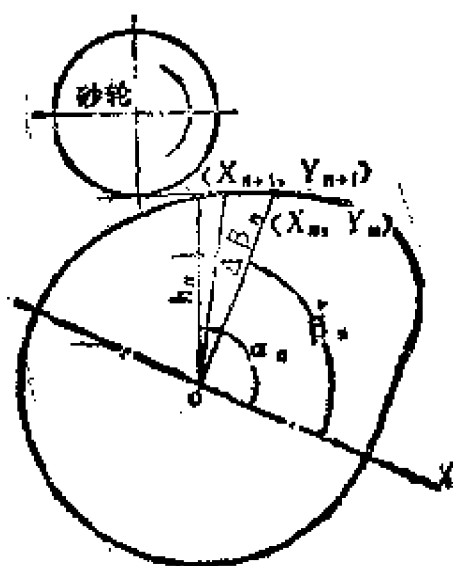


图 2—35

$$h_n = \frac{|y_n - x_n k_n|}{\sqrt{k_n^2 + 1}}$$

$$\alpha_n = \begin{cases} \text{tg}^{-1} \left(\frac{-1}{k_n} \right), & y_{n+1} > y_n \\ 180^\circ + \text{tg}^{-1} \left(\frac{-1}{k_n} \right) & y_{n+1} < y_n \\ 90^\circ & y_{n+1} = y_n \end{cases}$$

$$K_n = -\frac{y_{n+1} - y_n}{x_{n+1} - x_n}$$

$$\Delta h_n = h_{n+1} - h_n$$

$$\Delta \alpha_n = \alpha_{n+1} - \alpha_n$$

式中， α_n 为凸轮铅垂中心线与 x 轴的夹角； h_n 为砂轮距凸轮中心的距离； k_n 为直线的斜率； x_n 、 y_n 为凸轮型线上点的直角坐标； Δh_n 为砂轮的进刀量； $\Delta \alpha_n$ 为凸轮的旋转进给量； n 为凸轮型线上点的序号。

原始凸轮材料为 45 号钢，调质处理 HRC 28~32，平面磨加工前将毛坯初铣成型。在与键槽中心线垂直的线上打两圆柱销孔，以供加工时找正键槽中心线和凸轮最高点。原始凸轮的加工在 MM7132 精密平面磨床上进行。其它加工附件有：FW125 万能分度头、百分表、 $\phi 300 \times 75 \times 32$ GB60ZR1 砂轮、心轴等。加工型面分粗磨、精磨两次进刀。先磨出基圆，然后由凸轮最高点开始，分别由高到低向两侧加工。凸轮旋转角度用分度头保证，砂轮进刀量用进刀刻度盘检查，由加装在磨床上的百分表校正。凸轮的凹弧段用半径小于凹弧段曲率半径的砂轮分段加工。磨加工后，用油石、砂纸进行圆整抛光。

应用以上方法磨削出的原始凸轮，经计量证明完全满足要求。

124 精密主轴的自磨法

为了达到高精度机床主轴的各项精度要求，可采用部件装配合格后再磨削主轴前端各基准面的方法。这种以主轴回转中心为基准进行的磨削，简称为自磨法。如图 2—36 所示，自磨法的具体过程是，将装好的床头箱部件安置在万能磨床

工作台上，以夹具找正、定位、夹紧。车床的主轴在磨床床
头箱拨盘拨动旋转，主轴前端各基准面由磨床的磨头精磨到
被检测项目中对几何精度的要求。

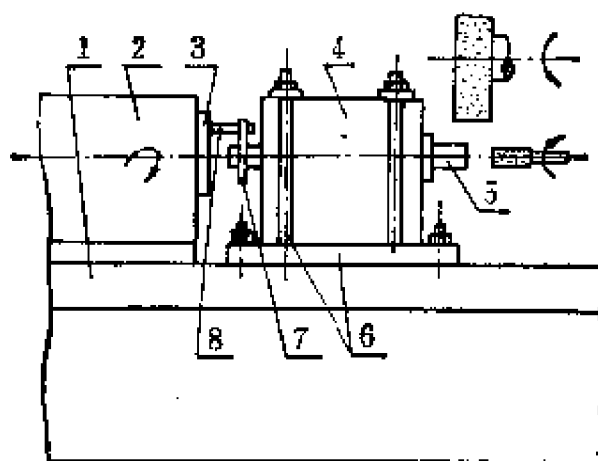


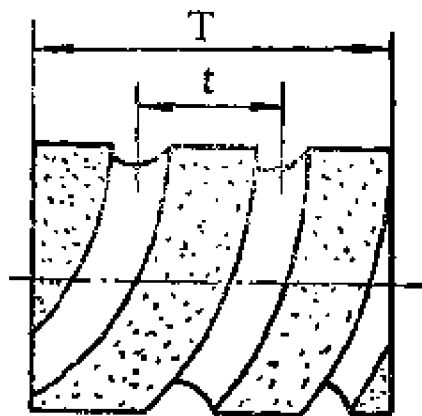
图2—36 在万能磨床上采用自磨法磨削 CG6120车床主轴
前端各基准面示意图

1—磨床溜板；2—磨床床头箱；3—拨盘；4—CG6120
床头箱部件；5—主轴；6—夹具；7—夹头；8—拨杆

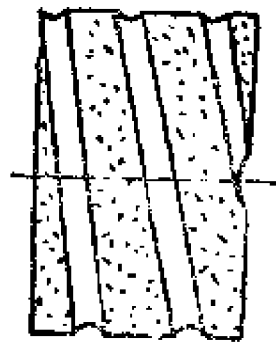
125 螺旋槽砂轮磨削

使用带有螺旋形沟槽的圆柱形砂轮（以下简称螺旋槽砂
轮）磨削内孔和外圆，可以用低速磨削获得高效率、高精度
加工表面。螺旋槽砂轮具有磨削效率高、减轻烧伤、可提高被
磨工件几何精度和表面光洁度等优点。特别是金刚石螺旋槽
砂轮的磨削效果更为显著，可提高效率20%以上，光洁度提
高1—2小级；圆度、波纹度的提高更为明显。

图2—37(a)、(b)分别为磨削内孔与外圆用螺旋槽砂轮
示意图。图2—38为外圆磨削时砂轮与被磨工件接触区示意
图。图(a)为使用正常砂轮情况，砂轮与被磨工件接触区a为径
向压力磨削。图(b)为使用螺旋槽砂轮情况，砂轮与被磨工件
接触区a仍与正常砂轮一样为径向压力磨削，b区为纵向磨

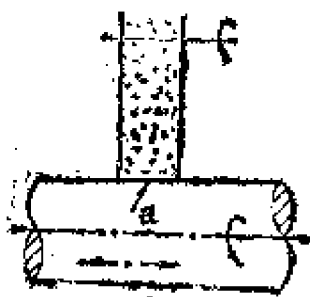


(a) 磨内孔用螺旋槽砂轮
 T —砂轮宽度； n —螺旋头数； $L=T$ —螺旋导程；
 $t = \frac{L}{n} = \frac{T}{n}$ —螺距；沟槽：
 右旋

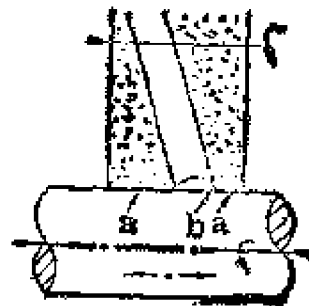


(b) 磨外圆用螺旋槽砂轮
 T —砂轮宽度； n —螺旋头数；
 $L=T$ —螺旋导程； $t = \frac{L}{n} = \frac{T}{n}$ —螺距；沟槽：
 右旋

图2-37



(a)



(b)

图2-38 一般砂轮与螺旋槽砂轮外圆磨削情况

削。砂轮螺旋沟展开后，螺旋线长度大于砂轮圆周长度，所以沟槽边缘 b 处的纵向磨削速度大于砂轮圆周磨削速度。如果砂轮有四头螺旋沟，在单位时间内就有四个沟槽边缘进行纵向磨削。

凡是圆柱形砂轮，不论是何种磨料和结合剂，均可制成螺旋槽砂轮。螺旋槽砂轮和现有的砂轮在磨削原理上有所不同。现有的砂轮磨削内、外圆，一般是靠砂轮表面和被加工工件表面径向压力，通过砂轮表面磨粒与工件表面干涉压力实现磨削，或者是砂轮表面与工件表面径向压力与砂轮和工件

两者纵向往复相对运动实现磨削。螺旋槽砂轮磨削则是以砂轮表面螺旋槽的一侧边缘纵向磨削为主，砂轮表面径向压力磨削为辅。因为砂轮圆周表面是由多头螺旋槽组成，四个螺旋槽有四个侧边实现磨削，因此它的磨削效率可大大提高。这种磨削方式可看做螺旋槽侧边纵向磨削是粗磨，砂轮表面径向压力磨削是光整精磨。由于是多螺旋槽在单位时间内纵向磨削次数增加，从而达到磨削压力轻；粗精磨连续进行，从而可提高磨削效率和表面光洁度。此外，因为砂轮表面有螺旋槽，高速旋转时在螺旋槽内形成一个负压腔，周围空气高速冲入此腔，形成气流冷却；脱落的砂粒及切屑沿螺旋槽沟排出，使切屑不易阻塞砂轮表面，砂轮圆周切削表面保持清洁，使砂轮充分发挥磨削作用，使加工件表面光洁度，生产效率亦提高。同时，浇注冷却液时，冷却液很容易地被吸入螺旋槽内，使工件与砂轮发热减小。

螺旋槽砂轮的制造，通常可用一般白刚玉砂轮、棕刚玉砂轮、小型内圆磨砂轮和金刚石砂轮改制而成。螺旋槽砂轮的硬度一般应比无螺旋槽的高二小级。制造螺旋槽砂轮有以下几点要求：

1. 螺旋头数必须是多头等分的。因多头等分螺旋槽分布在砂轮圆周表面，可以保持砂轮平衡。头数越多，效率越高。

2. 砂轮表面螺旋沟槽的面积不得超过砂轮圆周表面总面积的 $1/3 \sim 1/2$ 。

3. 为了安全起见，磨内孔时螺旋槽必须是左旋的，磨外圆时必须为右旋的。因为当前大批生产时多数采用电磁卡具与无心卡具，采取磨内圆用左旋，磨外圆用右旋，是因砂轮旋转与工件接触后，工件向机床床头方向有一轴向压力，使

工件始终压在卡具上或床头顶尖上，以防止工件跌落。

4. 螺旋槽的导程不得大于砂轮宽度，最大只可等于砂轮宽度。所以，砂轮表面螺旋槽部分和不足螺旋槽部分在一个圆周内部是不间断的，在切削过程中和工件是连续接触。

126 粘弹性磨料流动加工法

复杂孔内表面的加工，细孔、深孔、盲孔的精密研磨加工，异形曲面的高精度加工等，用流动磨料加工法已取得了成功的经验。

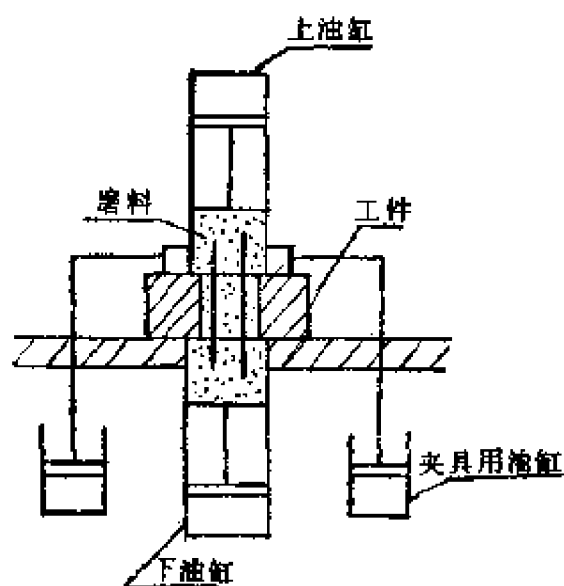


图2—39

研磨加工是在一台专用装置上进行的，其构造原理如图2—39所示。用夹具支承工件，用油压推动磨料上下流动，多次反复通过加工表面。通过控制流量、流速、压力等因素，可以加工不锈钢、镍铬钢、工具钢及其它合金钢、铜合金、铝合金、超硬合金和陶瓷等。

研磨工具采用碳化硅磨粒与高分子树脂的混合物作为粘弹性媒体，把这种物体压入工件孔中，通过摩擦达到研磨表面的目的。这种粘弹性媒体是一种具有半固态流动性的物体。磨料的粒度一般在 $24\sim 220^\circ$ 之间。根据高分子树脂与磨料的配合比，磨料可分为软、中、硬三种。工件孔径与选用磨料弹性程度的关系如表2—6所示。

表 2—6

(mm)

工件孔径	0.4~3	0.8~6	2~12	3~25	6~50	20~70
磨料弹性程度	特别软	软	稍软	中硬	硬	特别硬

磨料属于刀具，自然会有磨损，使用中也会有损耗。由于磨料的磨耗、切屑的增加、锋利度的降低和高分子树脂的老化，从而会使磨料的切削能力下降。前3天切削能力下降幅度较大，以后比较稳定。一般磨料寿命为3个月左右。

这种方法可用于大量生产，加工时间一般从几十秒钟到几分钟。加工盲孔时，可以采用如图2—40所示的专用工装，让磨料从工装中心孔中往返流动。

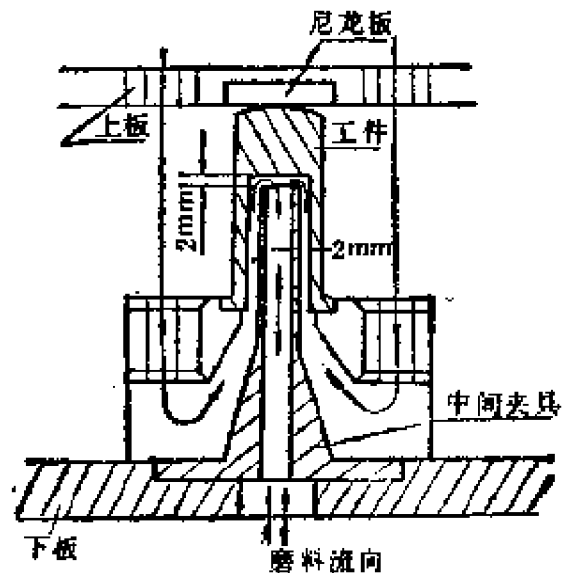


图2—40

127 大调量珩磨头

一种可大幅度张缩的珩磨头如图2—41所示，其调整范围为 $\phi 60\sim 120\text{mm}$ ，可用于C616至C630车床尾座轴孔的珩磨。

磨头通过万向接头连接在摇臂钻床主轴上。弹簧5推动连杆4，使平行四边形的连杆机构张开，油石3即对被珩磨孔壁产生一定的压力，由螺母6调整压力的大小。固定套7用于固定珩磨头的尺寸，使其在所需尺寸之内。开动摇臂钻床，

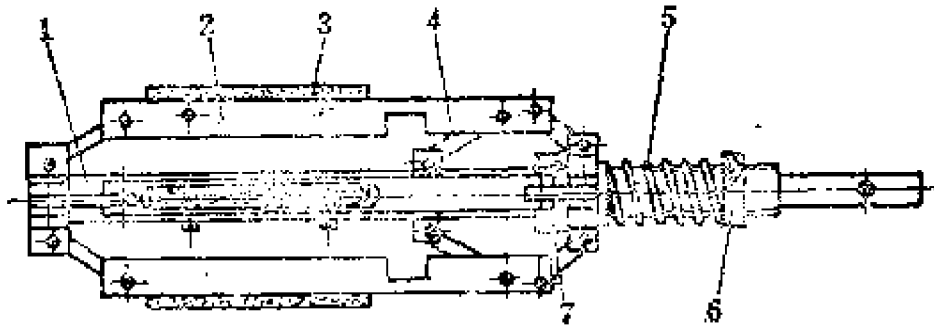


图2—41 大规格磨磨头

1—磨具体；2—砂石壳壳；3—磨石；4—连杆；5—弹簧；
6—调整螺母；7—固定套

主轴即通过万向接头带动磨头作圆周回转。操纵主轴手柄，使磨头作上、下往复运动，同时加入冷却润滑液，即可进行珩磨。

128 液压抛光头

机械抛光头有一个缺点，即砂条对零件孔壁的压力不稳定，由大到小逐渐变化着。这是造成零件孔径尺寸不一致的重要因素。而液压抛光头上的砂条对零件孔壁的压力，是靠一

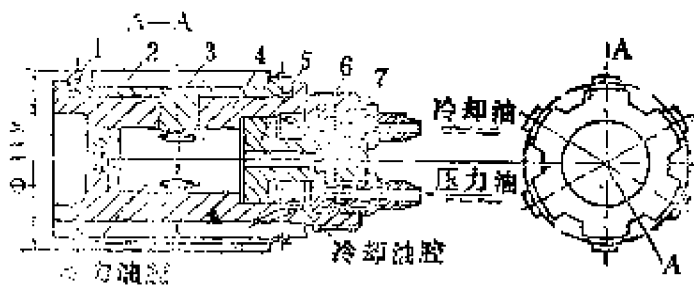


图2—42 液压抛光头结构

恒定的油压形成的，砂条对零件孔壁的压力大小和砂条的磨损、孔径的增大无关。也就是说，这种液压抛光头上的数支砂条

对零件孔壁的压力是恒定的，操作时只需转动一下液压操纵阀的手柄，即可使液压抛光头工作。

液压抛光头的结构如图2—42所示。它由主体4、砂条托3、隔离套5、导流板6、联接板7、弹簧扎箍1、砂条2等件所

组成。当油泵启动后，如图 2—43 所示，液压油经压力控制阀、液压操纵阀进入液压抛光头上的联接板 7，再经导流板 6，隔离层 5 进入油腔内。油腔内的压力油作用在砂条托 3 的圆柱体的端面上，砂条托 3 在液压油的作用下驱使粘固其上的砂条压向被抛光零件的孔壁上。砂条对零件孔壁的压力大小和油腔内油的压力、砂条托圆柱体的端面积有关。因为

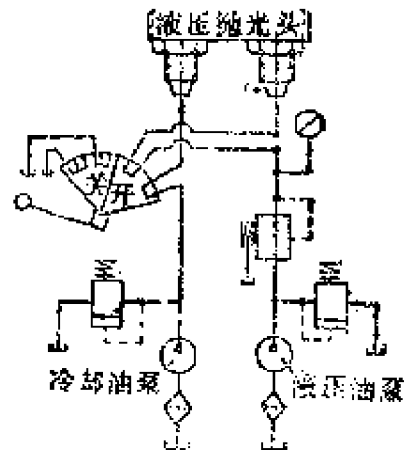


图 2—43 油路图

$$P = P_s \cdot \pi R^2$$

式中， P 为 1 支砂条对零件孔壁的总压力； P_s 为油腔内液压油的单位压力； R 为砂条托圆柱体的半径。

砂条对零件孔壁的单位压力：

$$P_i = \frac{P}{L \cdot B} = \frac{P_s \cdot \pi R^2}{L \cdot B}$$

式中， P_i 为被抛光零件孔壁所受的单位压力，此压力在抛光过程中分为两种，一是粗抛压力，对钢件取 $0.4 \sim 0.89 \text{ MPa}$ ；二是精抛压力，对钢件取 $1 \sim 0.24 \text{ MPa}$ ，根据零件的材质、硬度和精度的不同，精抛的单位压力可取不同值； L 为砂条的长度； B 为砂条的宽度。

由上列公式可知，只要 P_s 在抛光过程中不发生变化，则 P_i 就能始终保持不变。而 P_s 的变化由供油压力而定，只要供油压力取某一定值时，则砂条对零件孔壁的压力就是一恒值。

当液压操纵阀处于“关”的位置时，抛光头内油腔的压

力油经液压操纵阀与油箱连通，于是砂条托在其两端弹簧扎箍的弹性作用下，使砂条收回，抛光头处于非工作状态。在液压操纵阀处于“开”的位置时，另一冷却油路也被打开，冷却压力油经压力控制阀→油路→液压操纵阀→油路→联接板→导流板→冷却油腔，喷向砂条和零件孔壁的接合处。不论液压操纵阀是“开”或是“关”，冷却液总是提前或错后压力油一个角度，其目的是确保在砂条压向零件孔壁后有充分的冷却液喷向被抛光的表面上。实用证明，在零件的孔径留量为 $0.1\sim 0.25\text{mm}$ 时，振动抛光机上的液压抛光头只需工作 $6\sim 10\text{min}$ 就可达到零件图纸的精度要求。

●刻线等●

129 用小型刻线机刻制大根圆半径线的方法

万能外圆磨床工作台压板上的刻线有较大的根圆半径 R ，如M1432 万能外圆磨床 $R = 1035\text{mm}$ ，如图2—44所示。用小型刻线机可刻制大根圆半径线的方法是：在磨床工作台压板上需刻 0° 、 1° 、 2° 三条刻线，其根圆半径为 R ，刻线分度 $\alpha = 1^\circ$ 。 0° 刻线通过工作台压板中心线，工作台压板长为 $2E$ ，宽为 F ，如图2—45。刻线时，先将 0° 刻线的0点，也就是 0° 刻线与半径 R 的根圆的交点，放置在圆刻线机回转工作台中心，并使 0° 线与刻线机刻刀运动方向重合。此时刻刀按其运动方向动作，便可刻制 0° 刻线。如果将工件相对圆刻线机回转工作台在 x 坐标向左移动距离 A ，在 y

坐标向下移动距离B，则1°刻线与半径为R的根圆交点1，就移到圆刻线机回转工作台中心（即在原0点位置），且与水平线的夹角等于 α （即1°刻线与x坐标线的夹角等于 α ）。此时将刻线机回转工作台（连同工件）逆时针转过 α 角后，1°刻线即占据原0°刻线的位置，并与刻刀运动方向一致，此时就可刻制1°刻线。上述距离为：

$$A = R - R \cos \alpha$$

$$= (1 - \cos \alpha) R$$

$$B = R \sin \alpha$$

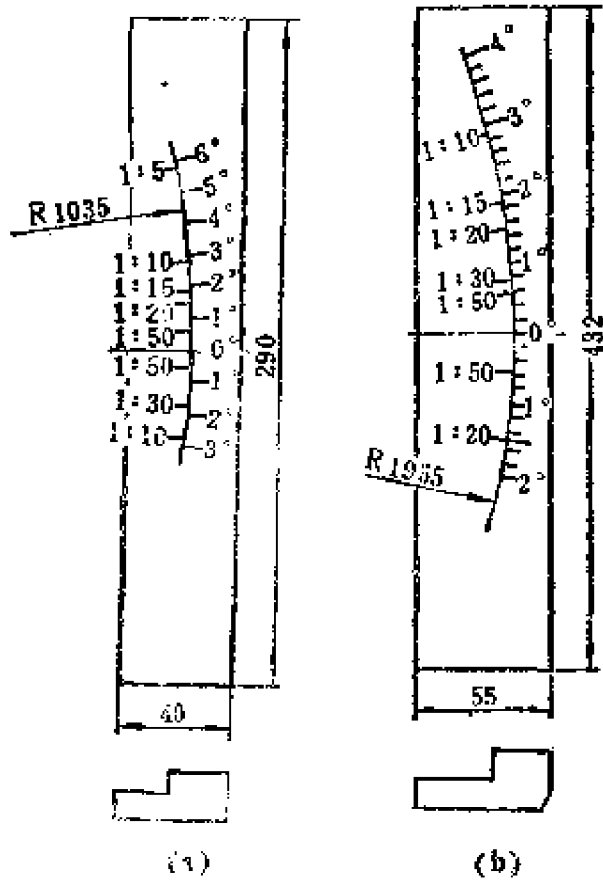


图2-44

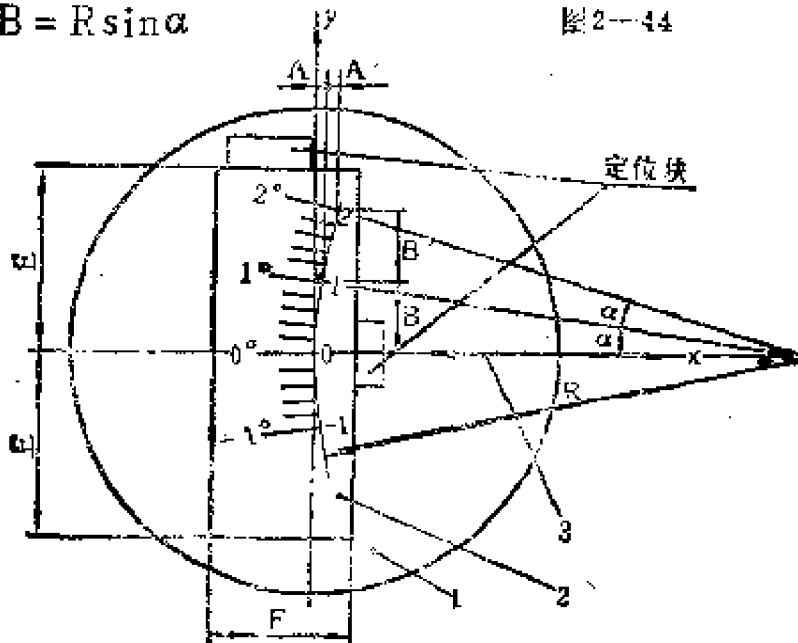


图2-45

1—圆刻线机回转工作台；2—工件（局部刻线放大）；3—刻刀运动方向

刻完 1° 线后，可按上述方法继续刻 2° 刻线。将工件相对刻线机回转工作台在x坐标向左移动 A' 距离，在y坐标向下移动距离 B' ，此时 2° 刻线与半径为R的根圆交点2就移到刻线机回转工作台中心。 1° 刻线与 2° 刻线的夹角是 α ，所以，将刻线机回转工作台逆时针转过 α 角， 2° 刻线即与刻刀运动方向一致，与原来 0° 刻线位置重合，这时就可刻制 2° 刻线。上述距离为：

$$\begin{aligned} A' &= (R - R\cos 2\alpha) - (R - R\cos \alpha) \\ &= R(\cos \alpha - \cos 2\alpha) \end{aligned}$$

$$B' = R(\sin 2\alpha - \sin \alpha)$$

例如，在Q407型圆刻线机上刻制M1432型万能外圆磨床工作台压板 0° 、 1° 、 2° 长刻线(见图2—44a)。Q407型圆刻线机的回转工作台直径是700mm。刻线顺序如下：

1. 计算刻线所需的数据：

$$\alpha = 1^\circ, R = 1035\text{mm}$$

$$A = R(1 - \cos \alpha) = 1035(1 - \cos 1^\circ) = 0.1576\text{mm}$$

$$B = R\sin \alpha = 1035\sin 1^\circ = 18.0632\text{mm}$$

$$\begin{aligned} A' &= R(\cos \alpha - \cos 2\alpha) = 1035(\cos 1^\circ - \cos 2^\circ) \\ &= 0.4728\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B' &= R(\sin 2\alpha - \sin \alpha) = 1035(\sin 2^\circ - \sin 1^\circ) \\ &= 18.0577\text{mm} \end{aligned}$$

2. 将被刻线的工件按图2—46a固定在圆刻线机回转工作台上， 0° 刻线的0点对准刻线机回转工作台中心。在回转工作台上安置定位块，将工件端面靠在定位块的端面上，此时即可刻制 0° 刻线。

3. 松开工件，按计算的数值在工件和定位块之间放置块规和塞尺，使工件相对刻线机回转工作台在x坐标上向左

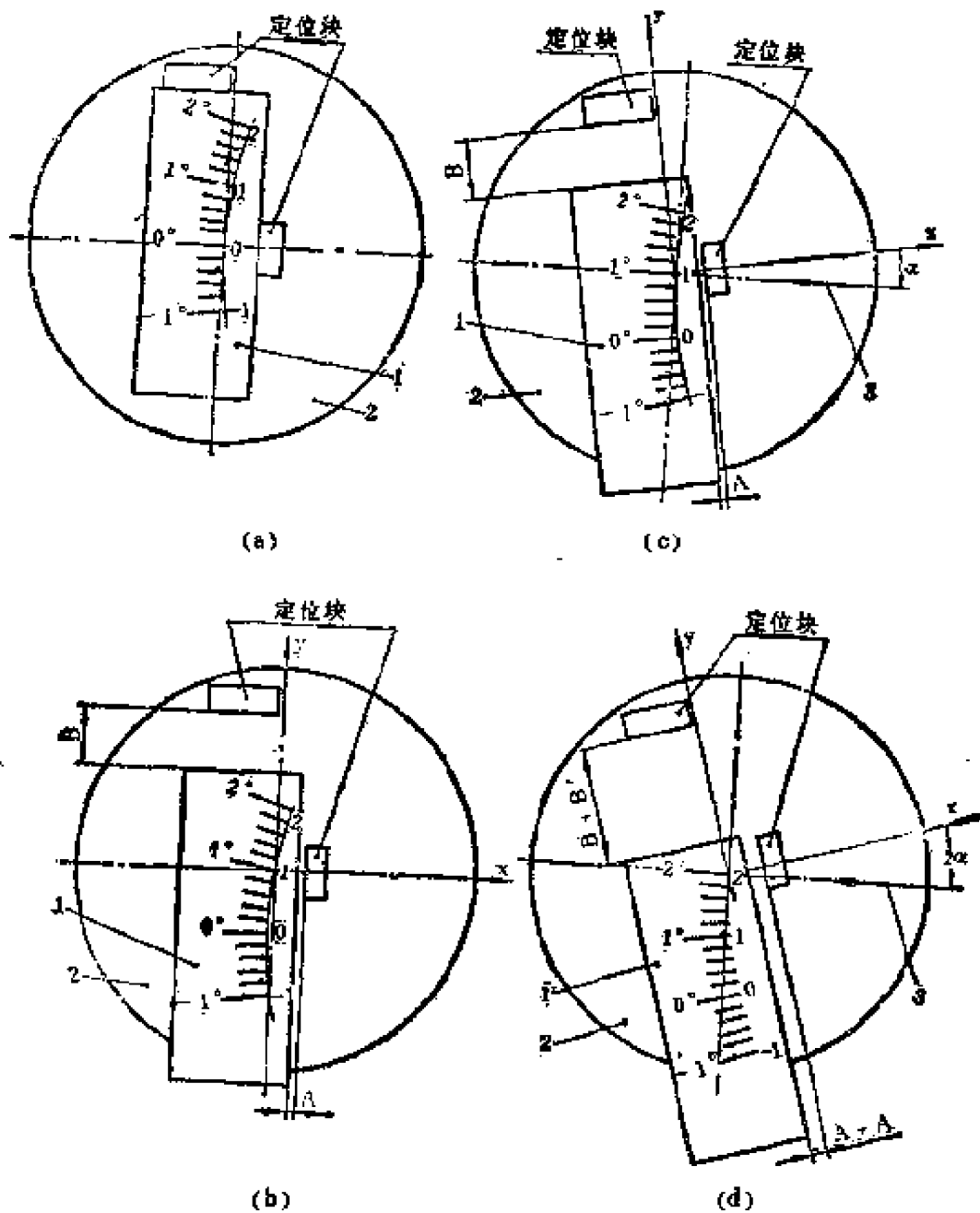


图2—46

1—工件(局部刻线放大)；2—圆刻线机回转工作台；
3—刻刀运动方向

移动距离A，在y坐标上向下移动距离B。使工件1°刻线的1点移到原0点，即移到回转工作台中心(见图b)。

4. 将刻线机回转工作台逆时针转过 α 角，使工件与圆刻线机回转工作台一起相对刻线机的刻刀运动方向转动 α

角。开动刻线机使刻刀运动，刻出 1° 刻线(见图c)。

5. 松开工件，按计算尺寸 A' 和 B' 选择的块规和塞尺放置在工件和定位块之间，使工件相对刻线机回转工作台在 x 坐标上再移动距离 A' ，在 y 坐标上再移动距离 B' ，把 2° 刻线的 2 点调整到原 0 点，即调整到圆刻线机回转工作台中心。再将刻线机回转工作台转过 α 角(见图d)后，即可刻制 2° 刻线。

用上述方法可继续刻制 3° 、 4° 、 5° 、 6° 及 -1° 、 -2° 等刻线。

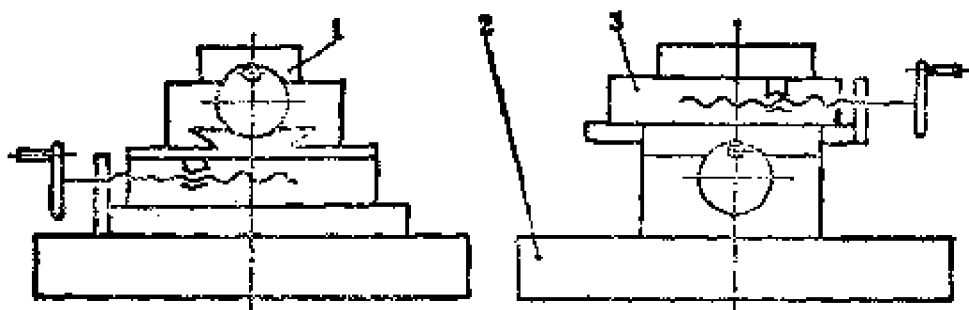


图 2—47

1—被刻线的工件；2—圆刻线机回转工作台；3—可作横向和纵向移动的工作台

如能在圆刻线机回转工作台上放置如图 2—47 所示的可作横向和纵向移动的工作台，以代替块规和塞尺的作用，则可大大提高工作效率。

上述原理和设备，还可用于刻制大直径的圆柱面或圆锥面上的刻线，也可用于腐蚀刻线工艺或制图工作。

130 提高端面鼠牙盘工位等分精度的方法

如图2--48所示，XK726型铣床八工位转塔主轴头是靠192个齿的鼠牙盘来实现分度的，每个工位跨齿数为24。用鼠牙盘直接铣齿成型，加工精度不高。但经下述方法选配，则

获得了2.5"的定位精度。

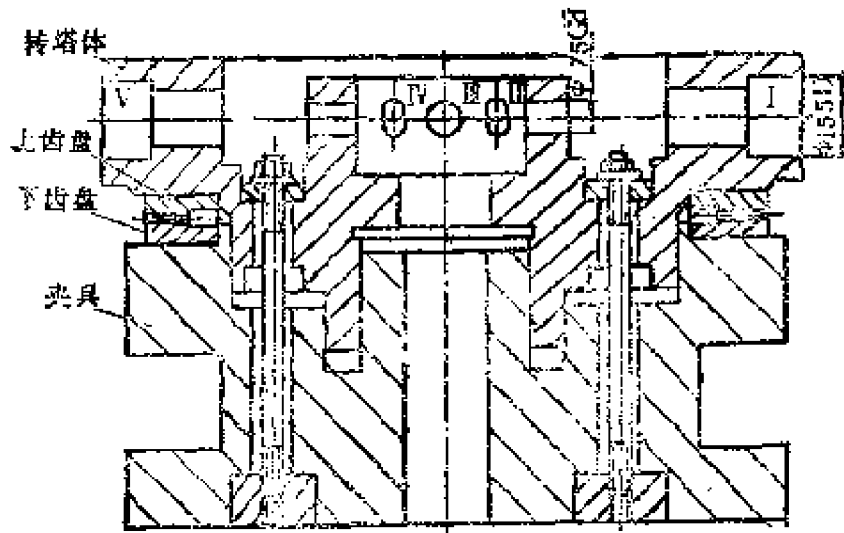


图2—48 转塔体与齿盘组装加工图

具体的作法是：用高精度的正八面棱体作为测量等分的标准量具，固定在上齿盘的轴心上，然后用自准直仪瞄准棱体，读出数据。测量时可以将上齿盘八个工位中每一工位的第一齿(即1、25、49、73、97、121、145、169号齿)作为测位，分别与下齿盘任一工位的1~24齿中的第一齿依次啮合，测得八个工位的八个数据，并将其读数的最大值与最小值相减，即得下齿盘第一齿位与上齿盘啮合时八工位的累积误差。同样，将上齿盘分别与下齿盘第2……24齿啮合，即可测出下齿盘其余23个齿位与上齿盘啮合时八工位的累积误

表2—7

(秒)

下齿数工位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
工位累积误差	6.7	4.8	3.5	5.0	4.0	6.5	6.0	6.0	4.2	3.0	3.2	4.5
下齿盘工位	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
工位累积误差	3.6	5.0	5.2	6.5	3.6	6.4	5.2	7.2	5.2	2.5	4.3	3.6

差，如表2—7所示。从表中可以看出，若选配下齿盘第22齿

位与上齿盘啮合定位，则其八工位累积误差为最小（2.5"）；若下齿盘在第10齿位与上齿盘啮合，则八工位累积误差为最大（8"），两者相差3.2倍。因此，可确定下齿盘第22齿位作为鼠牙盘装配的最佳位置。

131 用立铣刀近似铣削圆弧槽

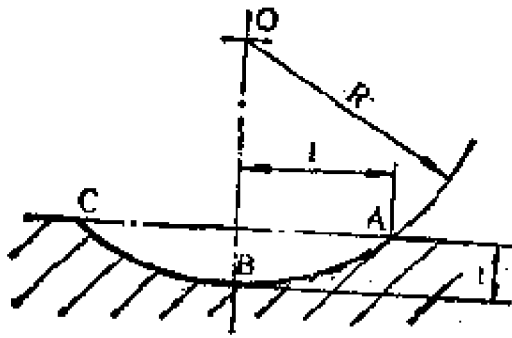


图2-48

采用倾斜装夹的立铣刀来近似铣削圆弧槽，是十分简便易行的方法。圆弧槽的横截面如图2-49所示，圆半径为R，槽宽的一半为l，槽深为t。

$$\text{由 } l^2 = R^2 - (R - t)^2$$

走刀方向

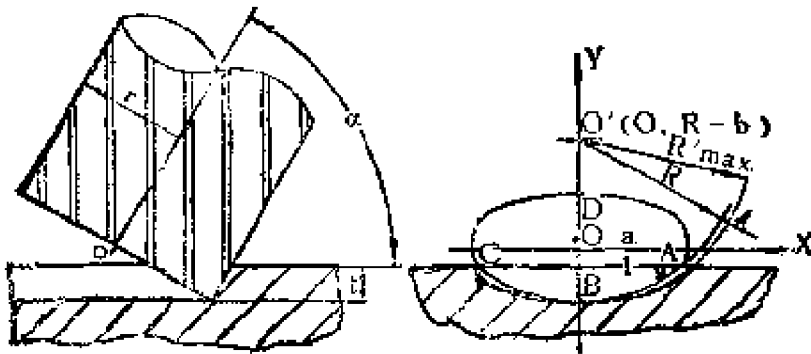


图2-50

$$\text{得 } l = \sqrt{t(2R - t)} \quad \text{①}$$

加工时，刀具与工件的相对位置如图2-50所示。设立铣刀半径为r，装夹角为 α ，切深为t。刀尖上任意一点的运动轨迹在工件截平面上的投影为一椭圆。显然，椭圆的长轴 $a = r$ ，短轴 $b = r \cos \alpha$ 。在直角坐标系xoy中，椭圆的方程为

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

即
$$\frac{x^2}{r^2} + \frac{y^2}{r^2 \cos^2 \alpha} = 1 \quad (2)$$

将 A 点坐标 $x = 1, y = r \cos \alpha - t$ 代入 (2) 式得:

$$\frac{1^2}{r^2} + \frac{(r \cos \alpha - t)^2}{r^2 \cos^2 \alpha} = 1 \quad (3)$$

整理得
$$r = \frac{1^2}{2t} \cos \alpha + \frac{t}{2} \sec \alpha \quad (4)$$

将 (1) 式代入 (4) 式得

$$r = \left(R - \frac{t}{2} \right) \cos \alpha + \frac{t}{2} \sec \alpha \quad (5)$$

由此可知, r 是 α 的函数。由图 2—50 可以看出, 当 α 为零时, 铣刀半径等于圆弧槽的圆半径, 即 $r_{\max} = R$ 。最小刀具的半径等于圆弧槽宽的一半, 即 $r_{\min} = 1$, 如图 2—51 所示。显然, 此时的装夹角为最大装夹角。

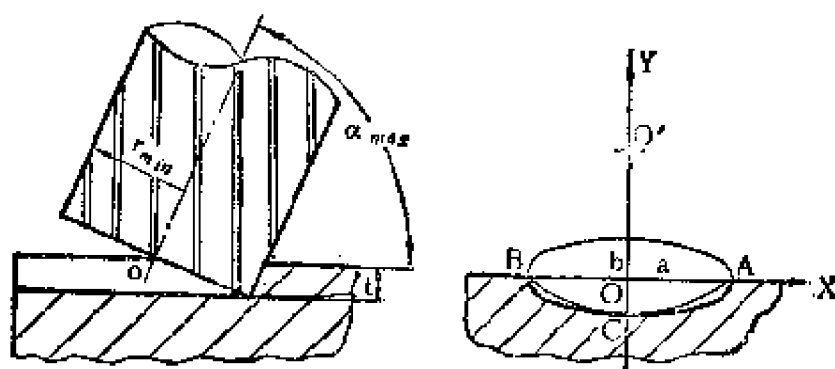


图 2—51

$$\alpha_{\max} = \arccos \frac{t}{1} \quad (6)$$

将 (5) 式中的 α 解出得:

$$\alpha = \arccos \frac{r + \sqrt{r^2 - (2R - t)t}}{2R - t} \quad (\text{根式前只取正号}) \quad (7)$$

通过以上分析可以看出，这种加工方法的实质是用一段椭圆弧来近似取代圆弧。在椭圆弧AC上取一动点 $x_i(x, \frac{-b}{a}\sqrt{a^2-x^2})$ (见图2-50)。 x_i 到定点 $O'[0, (R-b)]$ 的距离 R' 由两点间距离公式得出：

$$|R'| = \sqrt{x^2 + \left[\frac{b}{a}\sqrt{a^2-x^2} + (R-b)\right]^2} \quad (8)$$

对⑧式求导，令 $\frac{dR'}{dx} = 0$ ，可求得 R' 取最大值时的驻点

$$x_0 = \sqrt{a^2 - \left[\frac{ab}{b^2-a^2} - (R-b)\right]^2} \quad (9)$$

将⑨式代入⑧式，整理得

$$R'_{\max} = a\sqrt{1 + \frac{(R-b)^2}{a^2-b^2}} \quad (10)$$

将 $a=r$ ， $b=r\cos\alpha$ 代入上式整理得

$$R'_{\max} = \sqrt{r^2 + (R\sec\alpha - r\tg\alpha)^2} \quad (11)$$

则圆弧槽的形状误差为

$$\Delta = R'_{\max} - R \quad (12)$$

$$\Delta = \sqrt{r^2 + (R\sec\alpha - r\tg\alpha)^2} - R \quad (13)$$

例如，加工圆半径 $R = 28\text{mm}$ ，深 $t = 3\text{mm}$ 的圆弧槽，选用 $r = 20\text{mm}$ 的立铣刀。

由①式求得 $l = 12.6\text{mm}$ 。可知，立铣刀半径大于圆弧槽宽的一半，可用。由⑦式求得：

$$\alpha = \arccos \frac{20 + \sqrt{20^2 - (2 \times 28 - 3) \times 3}}{2 \times 28 - 3} = 47^\circ 54' 44''$$

由⑬式求得 $\Delta = 0.049\text{mm}$ 。如果认为误差偏大，不能满足图纸要求，可以改用半径大一些的铣刀再计算。如上例中改用 $r = 25\text{mm}$ 的立铣刀，则

$$\alpha = \arccos \frac{25 + \sqrt{25^2 - (2 \times 28 - 3) \times 3}}{2 \times 28 - 3}$$

$$= 28^\circ 28' 40''$$

$$\Delta = 0.012\text{mm}$$

132 利用凸轮展开槽加工封闭螺旋槽凸轮

许多机床与机器要求它的主动件每转一周，从动件完成前进、停留、后退、停留四个动作循环。为了实现这样的运动，通常采用圆柱螺旋槽凸轮，它的凸轮槽由旋向不同的两螺旋槽与两平槽组成，俗称封闭螺旋槽凸轮如图 2—52(a) 所示，图(b)为凸轮槽展开图。这样的凸轮在平槽与螺旋槽

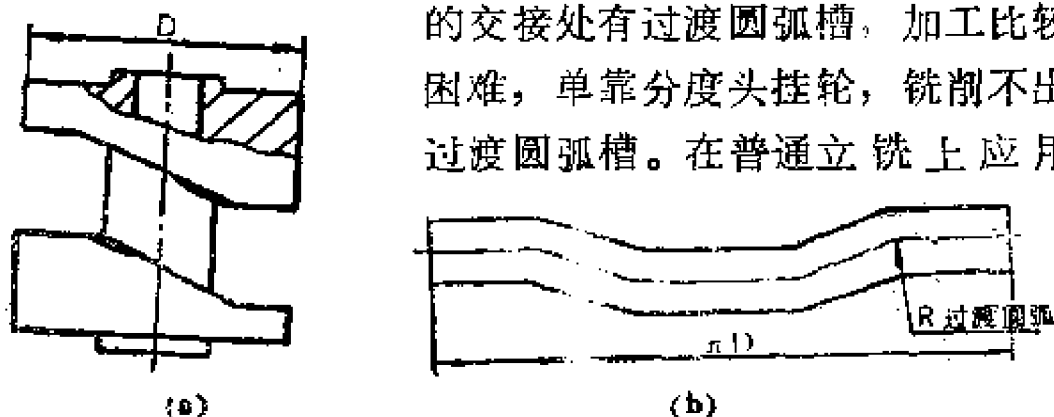


图 2—52

图 2—53 所示的装置，就可加工各种不同升角、不同行程的封闭螺旋槽凸轮。加工时只需在这套装置上换一块相对应的展开凸轮模板，嵌入小溜板的下方即可。模板是在平板上按凸轮某一直径（与齿轮节径一致）上的槽展开图而加工的槽子。这套装置适合新设计的凸轮靠模的加工。其工作原理如下：

小溜板的上方加工出齿条，下方嵌有展开凸轮槽模板，

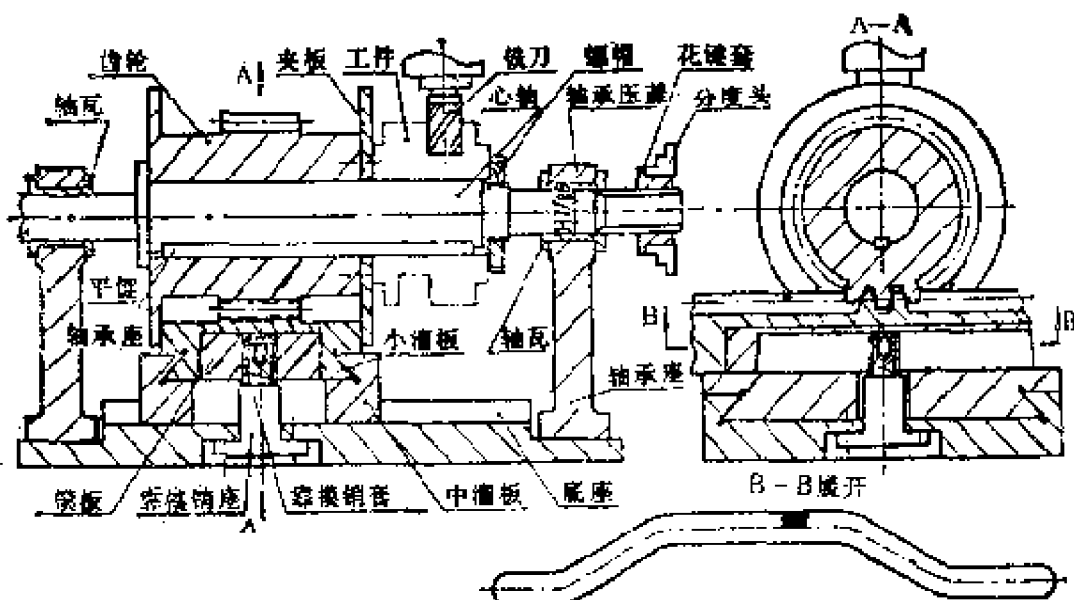


图2—53

小溜板在中溜板上作横向滑动，中溜板在底座上作纵向滑动，齿轮的法兰盘与夹板构成导向环槽，与小溜板两侧面成滑动配合。靠模销座固定在底座上，靠模销套对模板起导向作用。齿轮与工件一起紧固在心轴上，心轴在轴瓦中既可作圆周运动，又可作轴向运动，它的花键部分与夹持在分度头上的花键套相配合。分度头的转动经花键套、心轴、齿轮拨动小溜板的齿条，使小溜板在中溜板的滑槽里作横向滑动。由于靠模销对模板的导向作用，小溜板依照展开凸轮槽的形状作有规律的运动。当小溜板在空间作纵向运动时，通过与它两侧配合的环槽使心轴作轴向运动。因此，装夹在心轴上的工件在作圆周运动的同时又作轴向运动，圆柱上的封闭螺旋凸轮槽就被加工出来。

在模板上加工展开凸轮槽时应注意：展开凸轮槽中的螺旋槽的旋向与实际凸轮相对应的螺旋槽的旋向相反。

133 铸铁弹性涨圈加工

常用的铸铁弹性涨圈加工工艺路线是：毛坯时效→粗切

成环状→开口→热处理定形(或热处理定形→开口)→平磨→在工作状态下箍拢并修整工作张口→车(磨)外圆→车内孔→完工。然而,这种工艺需在压平状态下热处理定形,尽管如此,仍难以保证零件在轴线的垂直面内不发生挠曲。此外,先热处理定形,开口后用柔索箍拢,或先开口再撑开去热处理定形,这两种情况均会造成零件变形不匀。由于长短径相差太大,需增加内外圆下工序的余量,而余量越大,其刚性越强,变形更趋不匀,导致恶性循环,造成断裂,因而使得半成品断裂比率过大,或因挠曲而报废。

改变的工艺路线是:毛坯时效→粗加工成筒状→热处理HB187~227→切成环状→平磨→开口→修整工作张口→车(磨)外圆→车内孔→完工。如图2—54所示,这种工艺避免了热处理定形后零件的挠曲,并且由于将张口修整改用刚性夹具,因而消除了变形不匀而造成的断裂。用此法加工图(b)所示 $\phi 30\sim 400\text{mm}$ 的铸铁弹性涨圈,合格率达100%。其加工如图2—55所示:

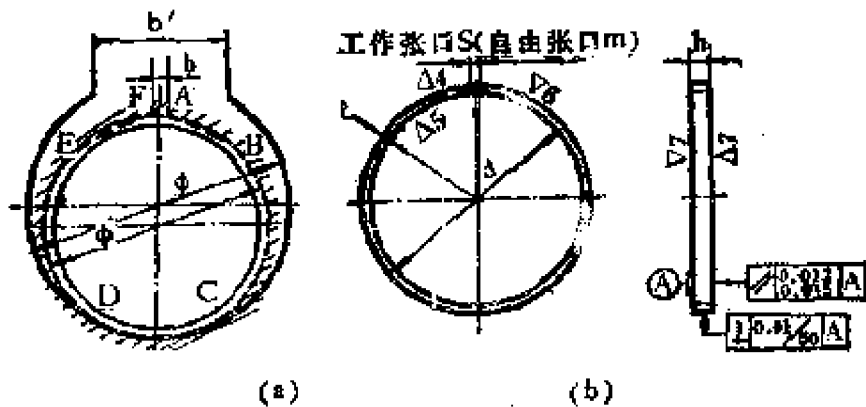


图2—54

1. 材料: HT20-40; 2. 放入标准环检查透光段, 每段不大于 30° , 总和不大于 70° , 透光间隙不大于 0.02mm 。

送热处理筒料(如图a); 热处理后车成环状(如图b); 修整张口及装夹筒(如图c); 按图d装夹车(磨)外圆; 按图e装

夹车内孔。

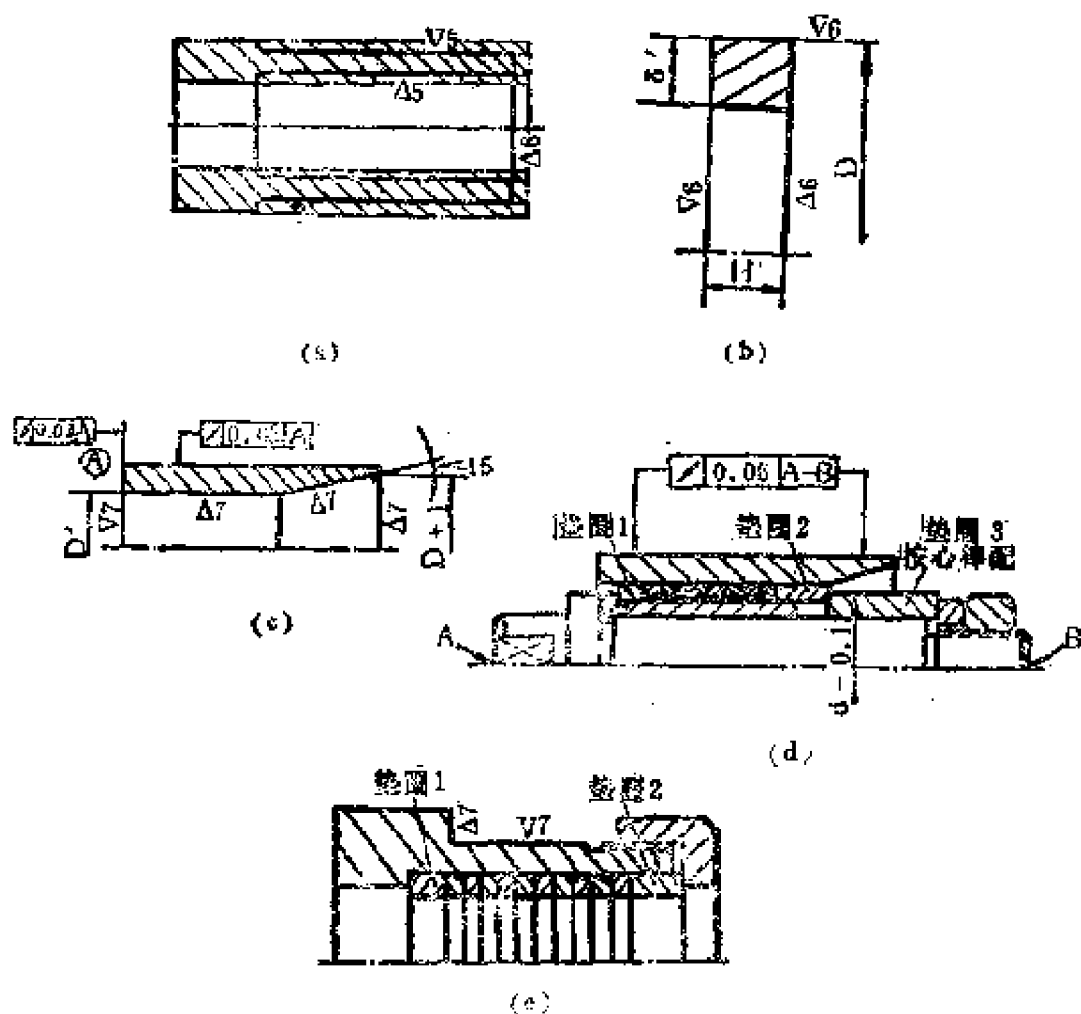


图2-55

134 加工薄壁零件内筋的方法

如图2—56所示，零件需要加工一道内筋。加工方法是在普通车床上加装一套如图2—57所示专用的活顶针装置。图中的心轴2为滚筋的心棒，心轴的外径尺寸应比筋的内径尺寸小0.3~0.5mm，为 $\phi 34.2_{-0.1}^0$ mm。心轴的台阶起着工件轴向定位的作用，R槽的深度则根据内筋的高度而定。

加工时，将心轴插入工件，并使心轴外径与工件内径单

边接触，滚压轮对准心轴上的R1槽中心，使滚压轮中心高出0.3~0.5 mm，固定好各相互位置后，开动车床，摇动中拖板即可进行加工。

注意事项：

1. 工件在滚压中有一定的延伸量，为此须松开顶针套筒

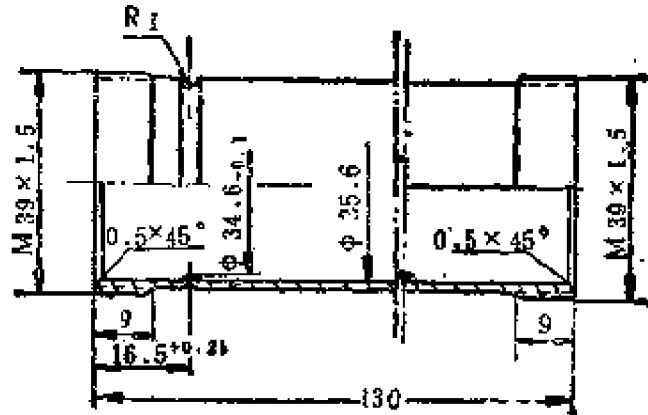


图2—56

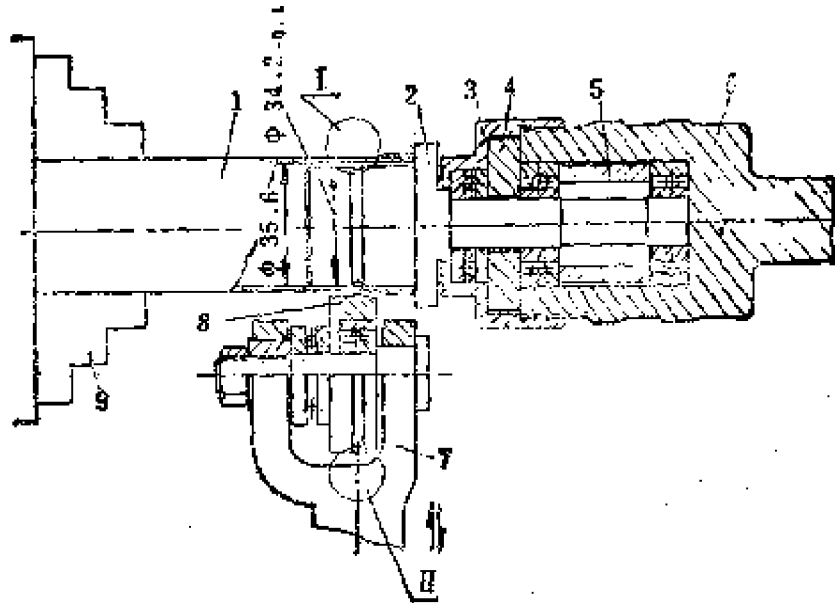


图2—57

1—工件；2—心轴；3—螺盖；4—垫圈；5—衬圈；
6—壳体；7—刀排；8—滚压轮

中的螺母。利用螺纹间隙加以调整。

2. 心轴上的R槽在控制槽深的前提下，增大R的尺寸，约为1~1.5mm，使心轴在滚压过程中可作微量的轴向移动。

3. 推荐工艺参数：工件转速980r/min，实际滚压时

间 4min, 修整时间 2min。

4. 调整机床时, 应尽量缩短顶针套筒伸出长度。

5. 滚压轮及心轴均选用 Cr12MOV 钢, 热处理硬度为 HRC59~62。

135 在铣床上用飞刀加工凸面工件

图 2—58 所示是利用立式铣床在模块上加工出半径为 5721mm 的凸面。加工时, 将模块夹在机床的虎钳上, 飞刀

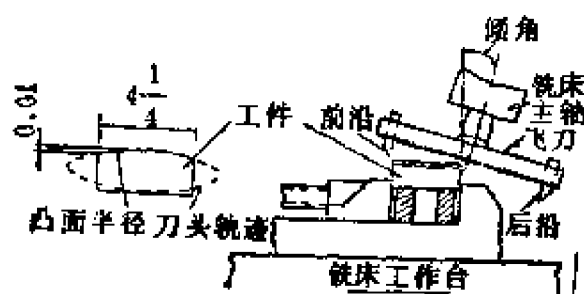


图 2—58

装在主轴上, 按指定的方向使主轴相对于机床工作台进给方向转动一角度, 使飞刀沿椭圆轨迹运动。如果坯料在回转铣刀前沿之下进给,

便可加工出凸圆半径; 坯料在铣刀后沿之下进给, 则加工出凹面。因为使用此方法加工椭圆表面时, 采用了尽可能大的刀具半径和尽可能小的倾斜角, 所以, 加工的结果和理想的圆弧半径很接近。由于在大尺寸飞刀的钢盘上的方孔中装着窄刀, 因此刀具制造十分经济。飞刀盘的刀柄直接装在铣床的主轴中。主轴倾角、刀具半径和工件半径之间的关系是: 刀具半径除以工件半径等于倾角的正弦。

136 深孔加工及其设备

深孔加工中, 使用钻杆伸出长度随加工过程而变的钻头, 可提高钻杆的刚性。图 2—59 中钻杆 6 连接在走刀机构 5 中驱动装置不活动机构内, 以保护钻杆外表面。被加工零件 3 安装在机床主轴 1 内, 润滑冷却液由油盘 4 供给。钻削

开始时，钻头工作部分 2 的长度为 l_0 （约为钻头直径的 5~10 倍）。钻削结束时，钻杆伸出长度达到最大值 l 。这种加工所用的机床，不用纵向导轨，也不要支架，并可把油盘和走刀机构合并在一个部件中，简化了机床结构。

钻头光杆的送进由钻杆与走刀机构工作元件相互摩擦保证。送进可以是周期性的，也可以是连续的。周期性送进实施断续切削，便于断屑。其速度可通过改变夹具移动的速度或刀具在一转内间断性位移的大小来调整。夹具用凸轮、弹簧夹头等，可用机械、液压或电磁驱动。回转驱动、送进和钻杆的夹紧结合在一个部件时，可使机构大大简化。采用弹簧夹头和操纵弹簧夹头或使夹头轮流作轴向移动的滚珠丝杆装置时，可使三个作用结合起来。

与钻杆相互断续摩擦作用的送进驱动，比周期性作用驱动的结构简单。图 2—60 中的钻杆 1 的驱动包括两副滚子 2、3，每副中均有一个滚子起压紧作用，它利用弹簧或液压产生的力，把钻杆压向由电动机 5 经调整机构 4 驱动回转的滚子。为了减小夹紧力，钻杆可制成多面体或带有小平面，以利承受扭矩。

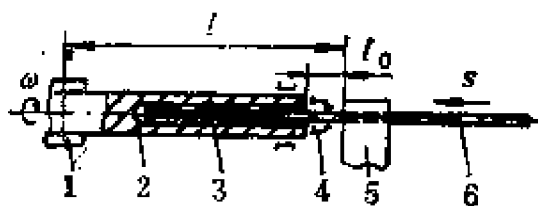


图 2—59

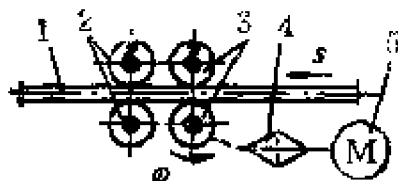


图 2—60

采用成型外螺旋表面，可提高钻杆摩擦送进驱动装置工作的寿命和可靠性。螺旋线的方向应根据螺旋副的内轴向力方向与送进方向重合的条件来选择。图 2—61 中钻头 1 的带外螺旋表面钻杆 4，夹紧在两副滚子 5 之间，滚子与钻杆

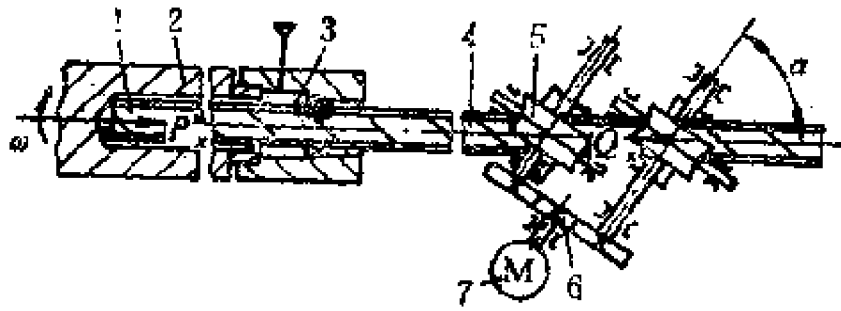


图2—61

4 圆柱表面上螺旋小平面相互作用，并由传动装置 6 与可调驱动装置 7 联接起来。对零件 2 加工时，切削区经由油盘 3 供给润滑冷却液。钻削时零件回转，钻头作送进运动。在钻杆传递的切削力矩作用下，钻杆-滚子螺旋副内产生轴向力 Q_x 。钻杆螺旋表面倾斜角 α 的选择，应使轴向切削分力 P_x 和轴向力 Q_x 相互平衡，这样在送进驱动装置上的载荷将最小。角 α 的大小取决于钻头直径和被加工材料。

驱动装置与钻杆直接沿螺旋面相互作用和控制相互摩擦作用相配合，可以获得按切削力大小自动调整送进速度的效果，保证在刀具上扭矩大小恒定时进行加工。这种加工在孔径为 10~60mm、深度为 500mm 时，利用内排屑钻头是合理的，但并不排除采用成形钻杆单面切削的外排屑钻头。

137 超声波振动加工头

在加工陶瓷或石英玻璃之类硬而脆的非金属材料时，给工具加以适当的超声波振动，不仅可使加工效率提高，而且工具的磨损也显著地减少。图 2—62、63 所示是安装在通用立式铣床上进行深孔加工和槽加工的万能型超声波振动头及金刚石工具。图中的 1 做有与立铣主轴锥孔相吻合的锥柄，与主轴一起回转。加工头的壳体 4 被固定。依靠电刷 2 在线圈 3 通以高频电流产生超声波振动（例如，加工深孔时，频率

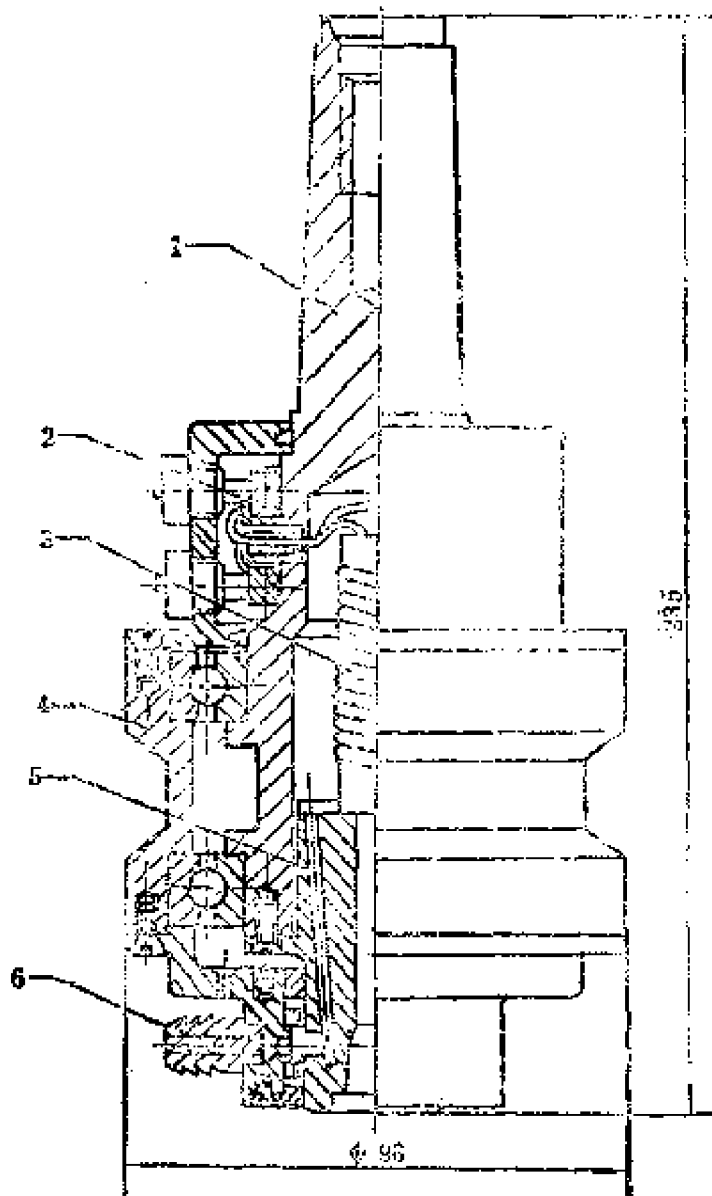


图2—62

为 42.5kHz，振幅为 10~12 μ m)。振动通过导杆 5 传给用螺钉固定在装置端部的工具。而冷却液则由接头 6 供给，并从工具端部倾斜的小孔喷出。

图 2—63(a)所示的工具用于槽加工，图(b)所示用于深孔加工。图中的 1 是超声波振动的半波长的整数倍。这种加工头的特点是，密封圈及电刷更换简单，金刚石工具装卸容易。

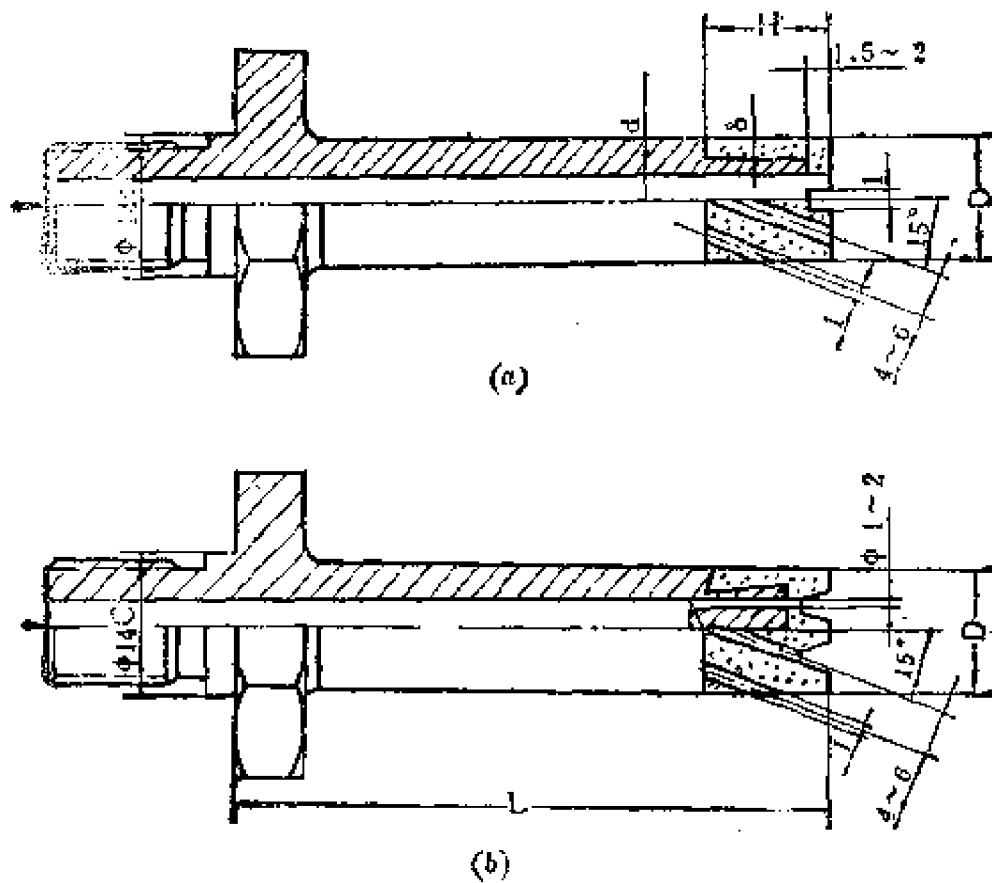


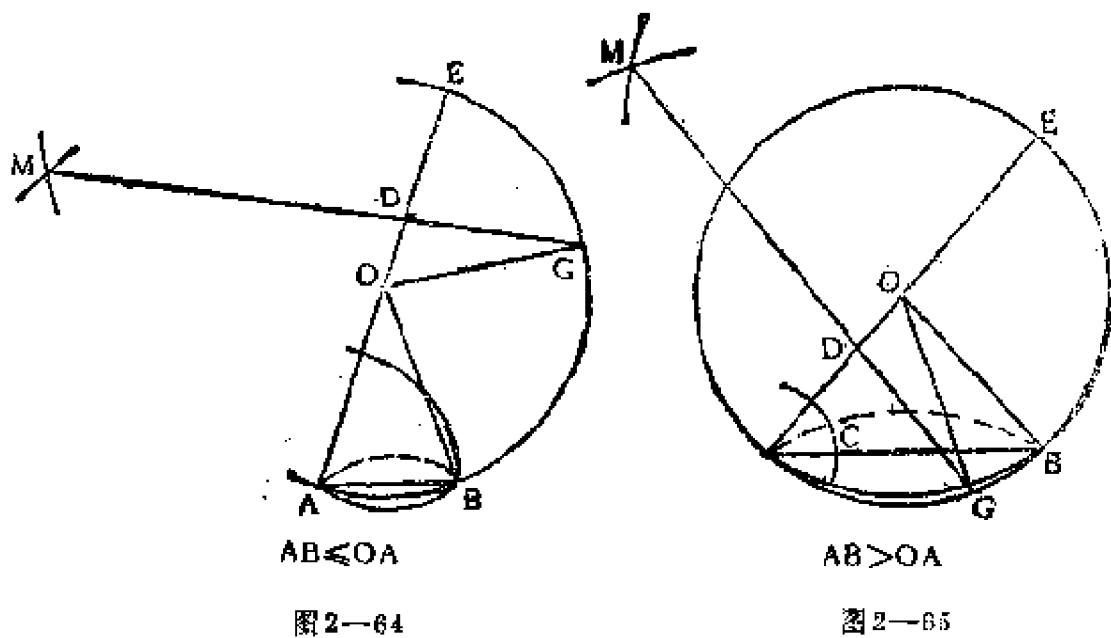
图2-63

138 圆锥圆台侧面展开图的简易画法

通常作圆锥、圆台侧面展开图的方法，是将其底面圆周16等分，逐段展开。下面介绍一种比其更简单、更精确的直接作图法。

做圆锥侧面展开图要分两种情况：当圆锥底面直径 AB 小于或等于圆锥母线 OA 时，如图 2-64 所示，以 O 为圆心， OA 为半径画弧，与 AO 的延长线相交于 E 点；分别以 A 、 E 为圆心， AE 为半径画弧交于 M 点；在 AE 上截取 $AD = 2AB$ ；过 M 、 D 两点作直线交 \widehat{AE} 于 G 点，得圆弧 \widehat{ABG} 与半径 OA 、 OG 所围成的扇形为圆锥侧面的展开图。

当圆锥底面直径 AB 大于圆锥母线 OA 时，如图 2-65 所



示,以 O 为圆心, OA 为半径画圆,在 BA 上截取 $BC = OA$;作直径 AE ,分别以 A 、 E 为圆心, AE 为半径画弧交于 M 点;在 AE 上截取 $AD = 2AC$;过 M 、 D 两点作直线交圆上 G 点,得圆弧 \widehat{GAE} 与半径 OG 、 OE 所围成的扇形为圆锥侧面的展开图。

从上述两种情况可看出,当圆锥母线(OA)越大, M 点离开圆锥顶点 O 越远,作图时所需的箔板(或纸)面积就越大,为便于在有限的箔板(或纸)内作图,可采用下面的作图法:

当圆锥底面直径 AB 小于或等于圆锥母线 OA 时,如图2-66所示,以 O 为圆心, OA 为半径画弧与 AO 的延长线交于 E 点;以 O 为圆心,小于 OA 的任意长度 OA' 为半径画弧交 AE 于 A' 、 E' 两点,交 OB 于 B' 点;分别以 A' 、 E' 为圆心, $A'E'$ 为半径画弧交于 M 点;在 $A'E'$ 上截取 $A'D' = 2A'B'$;过 M 、 D' 两点作直线交圆弧 $\widehat{A'E'}$ 于 G' 点;过 O 、 G' 两点作直线交圆弧 \widehat{AE} 于 G 点,得圆弧 \widehat{ABG} 与半径 OA 、 OG 所围成的扇形为圆锥侧面的展开图。

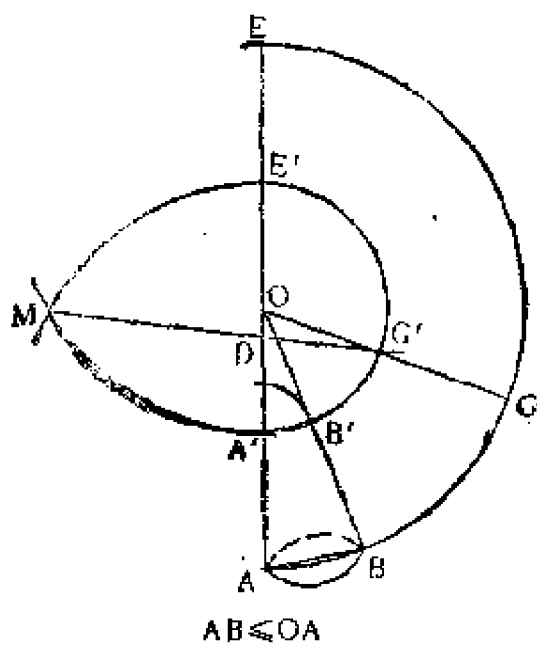


图2-66

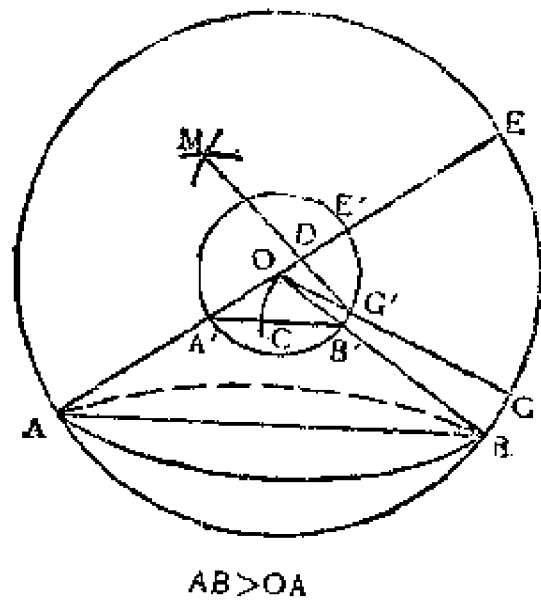


图2-67

当圆锥底面直径 AB 大于圆锥母线 OA 时，如图2-67所示，以 O 为圆心， OA 为半径画圆，作直径 AE ；以 O 为圆心，小于 OA 的任意长度 OA' 为半径画圆，交 AE 于 A' 、 E' 两点，交 OB 于 B' 点，在线段 $A'B'$ 上截取 $B'C = OA'$ ；在 $A'E'$ 上截取 $A'D = 2A'C$ ；分别以 A' 、 E' 为圆心， $A'E'$ 为半径画弧交于 M 点；过 M 、 D 两点作直线交小圆于 G' 点，过 G' 点作大圆的半径 OG ，得圆弧 \widehat{GAE} 与半径 OG 、 OE 所围成的扇形为圆锥侧面的展开图。

圆台侧面展开图的作法是：先找出包容这个圆台的圆锥顶点 O 点。即作圆台母线 AA' 和 BB' 的延长线相交点 O （见图2-66、2-67），然后参照上述两种作法，得圆弧 $\widehat{A'B'G'}$ 和 \widehat{ABG} 与线段 AA' 、 GG' 所围成的部分圆环（见图2-66）或圆弧 $\widehat{G'A'E'}$ 和 \widehat{GAE} 与线段 EE' 、 GG' 所围成的部份圆环（见图2-67）为圆台侧面的展开图。

● 热处理等 ●

139 用于主轴感应淬火的多工位夹头

一般机床主轴易磨损部位均需进行淬火。图 2—68 所示的三工位夹头，只需搬动两次即可完成五个部位的淬火。下面以短锥 A 处、内锥孔 B 处及外圆 C 处的淬火情况为例加以说明。

首先将主轴用三爪定位架固定在淬火机床上，主轴以一定的转速旋转。A 处的感应器设计成同时加热与同时冷却的方式，把它固定在三工位夹头的中间位置上。内锥孔 B 处的感应器采用自喷连续淬火方式，将它固定在夹头的上端。轴径 C 处的感应器设计成开合式

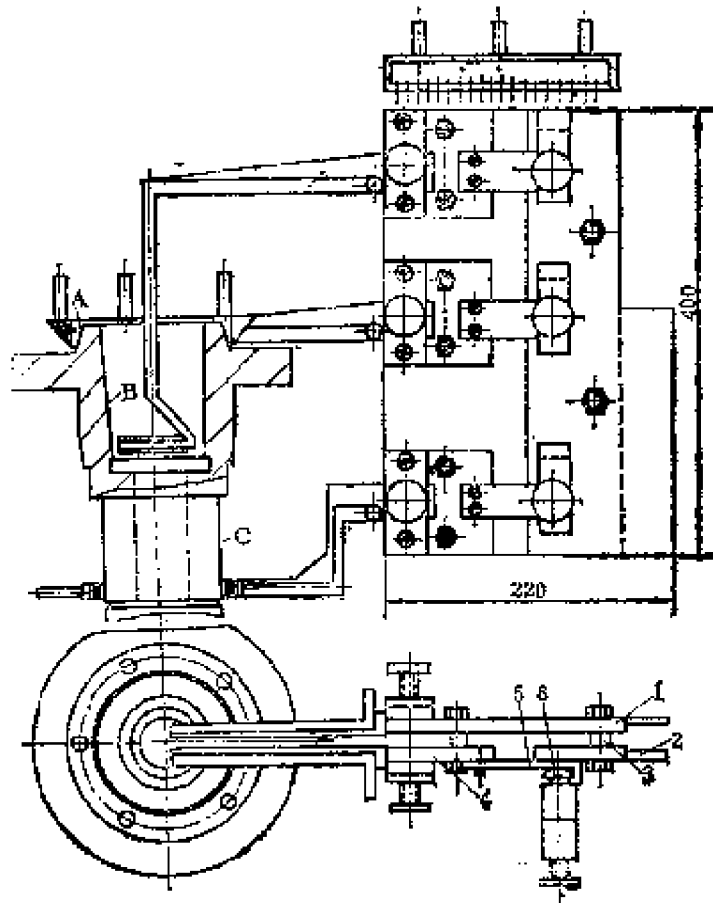


图 2—68 三工位夹头示意图

连续淬火方式，以利于主轴装卸，将它固定在夹头的下部。感应器各部位的尺寸应视主轴的实际尺寸加以确定，以防止

由于主轴在淬火机上运动而碰坏感应器。

三工位夹头的主体部位由左右两极板 1、2 组成(极板用黄铜板制成), 两极板之间用电胶木 3 固定并绝缘, 把它联结到淬火变压器的输出端上。左极板 1 由一块铜板制成, 右极板 2 的前部装有辅助极板 4, 中间分别用换向片 5 与右极板连接。换向片 5 用 2mm 紫铜片制做, 它是由旋转压头 6(用电胶木制成)带动换向片 5 与右极板 2 接触, 用手拧旋转压头 6 分别轮流向辅助极板送电, 以达到设备与感应器接通输电的目的。操作的方法是, 将三套感应器的两极分别接到左极板和辅助极板上, 如先淬内孔 B, 可将夹头上部第一个换向片接通, 并使其它两个换向片脱开; 待内孔淬完后, 将上部换向片打开, 再将中间换向片接通, 而完成短锥 A 处淬火; 依此类推, 完成三个部位的淬火。至于先淬那一个部位, 完全依操作方便而定。

值得注意的是: 多工位夹头在使用过程中, 极板有发热现象, 特别是换向片, 在没有冷却的情况下, 几秒钟即可发热烧熔。采用多种冷却方法, 效果都不理想, 最后在夹头上部进行淋浴冷却, 效果很好, 即在夹头上部安装大小适当的淋浴头进行强迫冷却。

使用多工位夹头, 应当考虑夹头的功率损失和效率, 应使两极板间的距离越小越好。但太小也容易造成定位不准而发生短路。考虑到感应器的通用性, 应使极板的间距为 10mm, 极板宽度为 220mm。在接通加热时, 必须注意只许有一个换向片导通, 才能进行正常的加热淬火。如果由于操作疏忽有两个换向片同时接通, 就会使电参数发生变化而不能加热。如果三个换向片同时脱开, 在接通加热后, 就会因淬火变压器断路空载而造成设备电源跳闸, 这是必须禁止的。

另外，还必须使感应器不和工件接触，也不允许和淬火机滑架接触。因为一旦接触，就会使感应器对地短路，而引起电打烧伤，损坏感应器和工件。

多工位夹头的工位数目以三工位为好，工位过多，易造成冷却水管杂乱而影响操作。同时夹头长度过长，功率损失较大，也影响加热效率。

140 避免卡爪槽子口尖角区淬火开裂的方法

卡爪是三爪卡盘中的主要零件，采用45钢制造。其硬度要求是：平面部分HR C 53~58，牙齿部分HR C 42~47。由于其形状复杂，采用水淬(5~10% NaCl水溶液)、油冷工艺时，容易变形、开裂。特别是槽子口尖角区域，常常因集中了较大的内应力而产生细小裂纹，使卡爪报废。若采用盐水淬空冷的方法，则可予以消除。下面介绍两种工艺的操作方法。

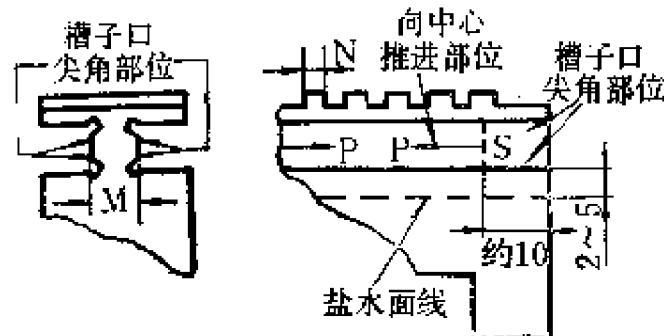


图2—69 100~200mm卡盘
爪示意图

盐水淬空冷的方法，则可予以消除。下面介绍两种工艺的操作方法。

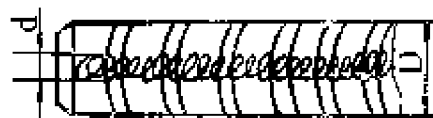


图2—70 卡爪齿顶部盐水淬
火后的痕迹示意图

盐水淬油冷：卡爪在盐浴炉中经810~820℃加热保温后，用尖钢钳钳住槽子口，放在盐水中移动，数秒后将牙齿和槽子露出液面，如图2—69所示，而平面部分仍继续在盐水中冷却6s左右（对 $\phi 200\text{mm}$ 卡爪而言），随后入油。牙齿在盐水中冷却的时间，可用下面的特征来控制，即当牙齿露

出水面时，齿顶上有一条花圈痕迹出现，如图 2—70 所示，此痕迹宽度 d 为卡爪厚度 D 的 $1/3$ 左右最佳。 d 过窄，说明齿部在盐水中冷却的时间太长，使卡爪齿部总长度的变形量增加，以致磨不出而报废； d 过宽，说明齿部在盐水中的冷却时间太短，此时虽然齿部总长度的变形量很小，但会降低齿部侧面的硬度，而且随后的齿部快速回火的硬度亦随之降低。另外，齿部、槽子露出水面时，水面离槽子边线约为 $2\sim 5\text{mm}$ ，移动要平稳，不能忽高忽低(见图 2—69)。尽管如此，在卡爪槽子口尖角处仍难免有细小裂纹发生。这是因为热处理时，由于工件各部金相组织的转变及膨胀收缩不均匀而产生内应力。可以观察到盐水淬、油冷有裂纹的卡爪，其槽子口尖角区域呈白色(图 2—69 中以 S 来表示，约 10mm 长)，余者呈黑色(图 2-69 中以 P 表示)。这说明开裂的尖角区域已淬成马氏体，内应力很大，且多集中于尖角处。马氏体无塑性，内应力不能为塑性变形所抵消，最后终因应力超过破断抗力而开裂。然而，由使用条件可知，卡爪槽子不需要高硬度，即可不淬成马氏体。采用盐水淬空冷的方法，使槽子处成为具有一定塑性的非马氏体组织，其尖角部位淬火开裂倾向则可大大减小，甚至避免。

盐水淬空冷：其操作方法基本上与盐水淬油冷相同，唯齿部及槽子露出水面空冷，而平面部继续在盐水中冷却的时间较长($\phi 200\text{mm}$ 卡爪约冷 15s 左右)，随后置于地面空冷。平面部在盐水中冷却的时间最好由试验来确定，原则是保证卡爪出水空冷时自行回火的温度不要过高(以卡爪不泛黑色，其硬度值不低于 $\text{HRC } 53$ 为准)，以保持高硬度。

盐水淬空冷可以避免槽子口尖角处开裂的关键，是齿部及槽子出水后较长时间的空冷。它的作用有下列三点：

1. 槽子厚 M 比牙齿厚 N 大 (见图 2—69), 它们在盐水中冷却的时间短, 牙齿已完成马氏体转变, 槽子却不能全部淬成马氏体, 而是有较多的非马氏体组织生成, 它们的比容远比马氏体的比容小, 体积胀大的也少, 因而减少了组织应力。

2. 牙齿及槽子出水空冷时, 由于自身的热量, 使已生成的马氏体进行自行回火而转变成其他硬度低、塑性好的非马氏体组织, 它们抵消了一部分应力, 从而减少了存留在工件中的内应力。

3. 长时间的空冷, 可以充分进行自行回火, 使工件中的残余应力进一步减少。此应力可使工件产生微小的变形而不足以开裂。

141 调整冷热工艺流程以减少零件变形

如图 2—71 (a) 所示带有槽口的齿轮齿部和槽部均要

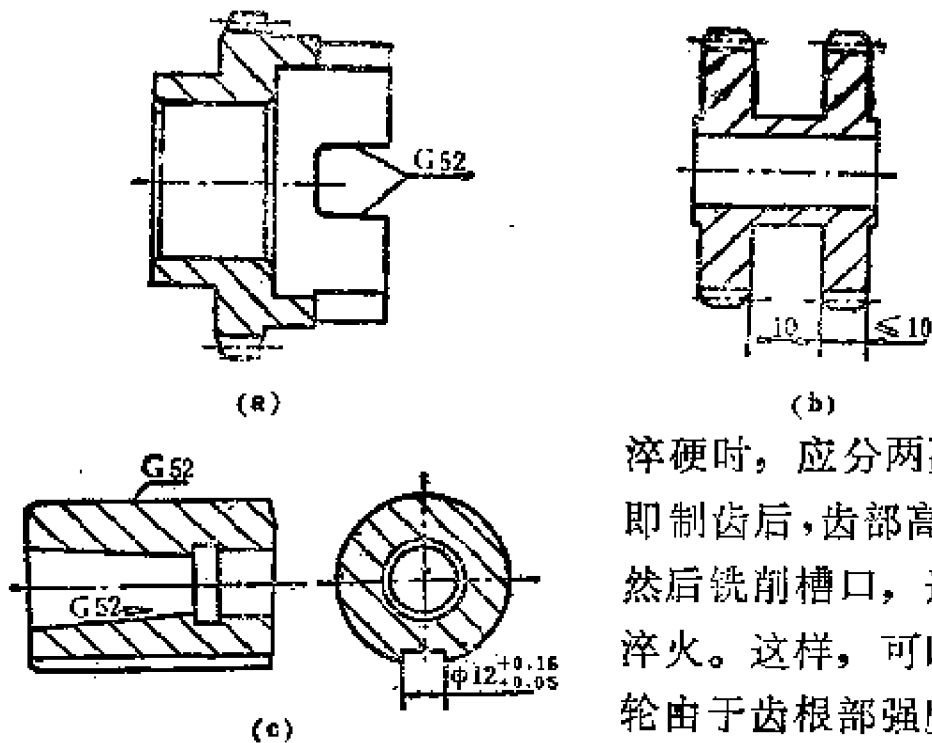


图 2—71

淬硬时, 应分两次完成, 即制齿后, 齿部高频淬火; 然后铣削槽口, 进行槽口淬火。这样, 可以避免齿轮由于齿根部强度不一而产生的周期性变化和由此

而产生的周期性噪声。

齿轮的轴向尺寸小于10mm，在淬火后推孔校正过程中，容易产生齿轮中心线移动。这时，可以将两个单齿轮做成图（b）所示的双联齿轮。这样等于加长中心轴线，待淬火推孔后，切开成为两个单齿轮。

图（c）所示尾座主轴的外圆和内锥孔都要求高频淬火时，以前的工艺路线是键槽加工后对外圆及锥孔淬火，结果由于内孔淬火的影响，键槽变形超差。改进后采用的路线是：加工内孔→内孔高频淬火→铣键槽→再进行外圆淬火，保证了键槽的精度。

大尺寸圆螺母的搬口处高频淬火后，内孔螺纹变形很大。如果改成搬口淬火后加工螺纹，就可避免螺纹变形。

142 机床导轨淬火浮动装置

机床导轨高频、中频淬火，多数采用浮动感应器。浮动感应器具有导向灵活、间隙和温度恒定等优点。但是，如果浮动车定位不良，出现摆动或爬行，便会使感应器和床面接触短路，造成电打伤或产生淬火软带。

常见的车床导轨淬火浮动车有以下几种定位方式：利用滚动轴承在山导轨两侧定位；利用轴承在平导轨上面及侧面夹持定位；利用带V型槽的滚轮在山导轨上定位。在CA6140车床导轨上试验证明，前两种浮动车轴承润滑条件不好，轴承套经常因生锈而脱落，造成电打床身。而用第三种定位方式，则可收到满意效果。其具体结构如图2—72所示，将四个V型滚轮用支承架固定在支承板上，当山型尺寸不等高时，要做成大小不同的轮子各两个，并保证中心轴线水平。支承板需用稍厚的电胶木板制做（20mm），V型轮心部的

转动机构最好采用滚针而不用轴承，因为滚针的使用寿命更

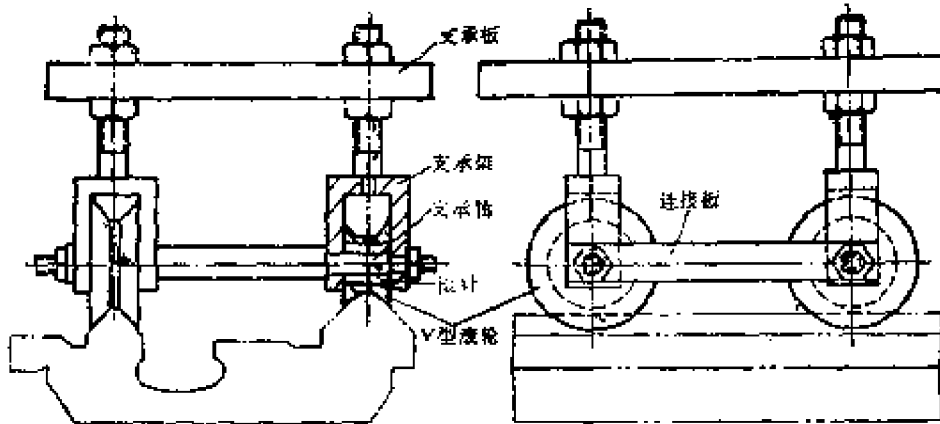


图2-72 V型轮浮动装置(感应器略)

高些。调整时，需注意四个轮子要同时接触导轨面。为了保证同一导轨上两个轮子的直线性，需用连接板将它们联接起来。为了防止锈蚀，除滚针外，其余零件全部采用黄铜材料制成。每天应在滚轮上的注油孔注机油一次，以保持良好的润滑。这种浮动车经多年使用证明，具有定位精确、滚动灵活、没有摆动、不爬行及抗腐蚀能力强等优点。

143 氧砂切割不锈钢

氧砂切割是采用石英砂粒作为助熔剂，在氧气流中带入干燥石英砂粒的特殊砂氧乙炔气割。因为气割不锈钢时，在不锈钢表面会产生一层耐高温的氧化膜(Cr_2O_3)。这种氧化膜的熔点在 2000°C 以上，而且氧化膜熔化后的流动性差，它覆盖在金属表面上，使金属不能与氧气接触，因而金属不能产生激烈的氧化燃烧，阻碍了切割顺利进行。而氧砂切割时，在氧气流中石英砂粒的冲击，清除了金属表面的氧化膜，有助于切割顺利进行。采用此法切割厚度为 $8\sim 120\text{mm}$ 的不锈钢板和铬锰钢等材料的效果较好。

预热的氧气压力为 $7\sim 8\text{kg}/\text{cm}^2$ ，切割的氧气压力为 4

$\sim 6\text{kg}/\text{cm}^2$ ，乙炔气压力为 $0.32\sim 1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ ，干砂为 50 ~ 70 目。切割的带砂量以火焰呈粉红色为宜。砂过多，火焰呈深粉红色到猪肝色，砂粒带走热量多，切割无力，钢板表面熔渣厚而稠，容易产生“回火打炮”。砂过少，火焰呈略带浅蓝色的粉红色，火焰前端出现较多的石英砂燃烧，使切割不能进行。

氧砂割炬可采用一般氧乙炔割炬改装制成。割炬中心管外径为 8mm，内径为 2.3 ~ 3 mm。硬质合金割嘴要高速钢割嘴的使用寿命高 10 倍左右。

144 珩磨机立柱的焊接

M4250A 珩磨机床的立柱如图 2—73 所示，是宽高比较大的方柱形细长结构。立柱顶端与主轴变速箱联接，立柱正面设有镶钢导轨、往复油缸、花键轴等。主轴箱在往复油缸作用下沿镶钢导轨作往复运动，同时主轴箱内的主轴在花键轴的作用下作旋转运动。从受力分析来看，立柱主要受弯矩和扭矩的作用，其次是受拉、压力作用。

焊接结构的材质，通常可选用低合金、高强度钢（如 16Mn、20Mn 等），但也有采用 A₃ 钢板的。M4250A 焊接立柱采用 A₃ 钢板制造。

焊接壁板的壁厚，一般取铸件壁厚的 $2/3\sim 4/5$ ，表 2—8 所示是大、中型机床壁和筋的尺寸，并结合 M4250A 立柱结构特点，取立柱的左、右侧板和后板壁厚均用 20mm。考虑到前板是导轨支承壁，并要安装导轨、往复油缸等，故用 30mm。筋厚用 12mm。

筋板的布置有方框筋、米字筋和波浪筋三种。立柱采用图 2—74 所示的波浪筋。并在各大窗口处设有方框筋，以减

少窗口处的应力集中。

焊缝布置及焊接结头是焊接结构的关键，既要考虑保证焊接强度，又能使焊接应力减小到最小程度。

对于焊缝布置，要尽可能分散、对称，避免焊缝的相交集中，以减少焊接应力集中，减小焊接变形。但是，焊缝不要布置在加工面上，否则不但会给加工带来困难，也容易引起加工后的变形。对于导轨座以及一些刚性较差的脐子，适当采用塞焊以提高其联接强度，而加强筋则采用断续焊。

一般说来，钢的阻尼系数仅仅为铸铁的1/3左右，为了提高焊接结构的抗振能力，应设法增加结构的阻尼。具体的方法是：所有波浪筋均采用断续焊，特别是节点处不予焊接，以利用其间的摩擦，提高固有频率。其次，在立柱四角内侧各有一根 $80 \times 80 \times 5190$ mm的角钢，与壁围成一个空腔，便于填充水泥、砂子等阻尼材料，以减小各壁板的振动及其振动的传递。

焊接工艺是否合理，将直接影响焊接质量。针对M4250 A焊接立柱的特点，采取了先分件焊接，然后回火处理，再总装焊接，最后总体回火处理的工艺。焊后的效果比较理想，立柱、弯曲变形约3mm，扭转变形约7mm。在焊接时，要

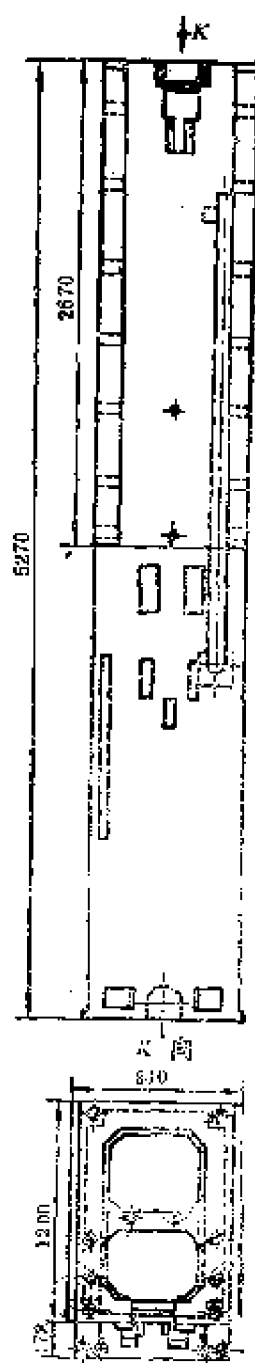


图2—73

表 2—8

(mm)

厚度 壁和筋	机床分类	大型机床	中型机床
		外壁和纵向筋	20~25
筋		15~20	6~12
导轨和承壁		30~40	18~25

尽可能使构件的受热均匀，并注意焊接次序，这样可以减小焊接应力和焊接变形。对于较大的焊缝要分几次焊接，以避免构件一次吸热过多，产生较大的应力和变形。对于容易变形的地方，还要使其在焊前有一定的反变形，以抵消焊接变形。此外，焊后要进行热处理，以消除焊缝热影响区的组织缺陷，使组织均匀化，消除焊接应力。



图2—74 左侧板筋板结构

145 大厚度工件的切割

根据流体力学公式计算和分析表明，欲使切割速度超出音速，即增加切割厚度，必须使截面积先收缩，达到音速后再扩大，如图 2—75 (b) 所示。其工艺可用一带有很小锥度的通针和棱针，精心刮研，保证 $a_1 < (0.05 \sim 0.08) a_2$ 。

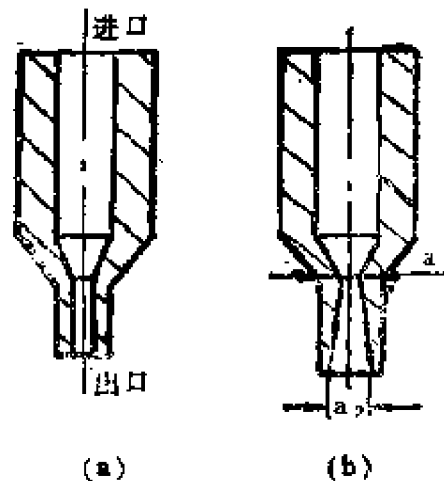


图2—75

第三章 工艺装备

● 钻镗铣装置 ●

146 自动退卸钻头装置

图3—1所示自动退卸钻头装置，可缩短更换钻头的辅助工时，退钻头时不用经常敲打主轴，有利于提高生产率，保护钻床精度。

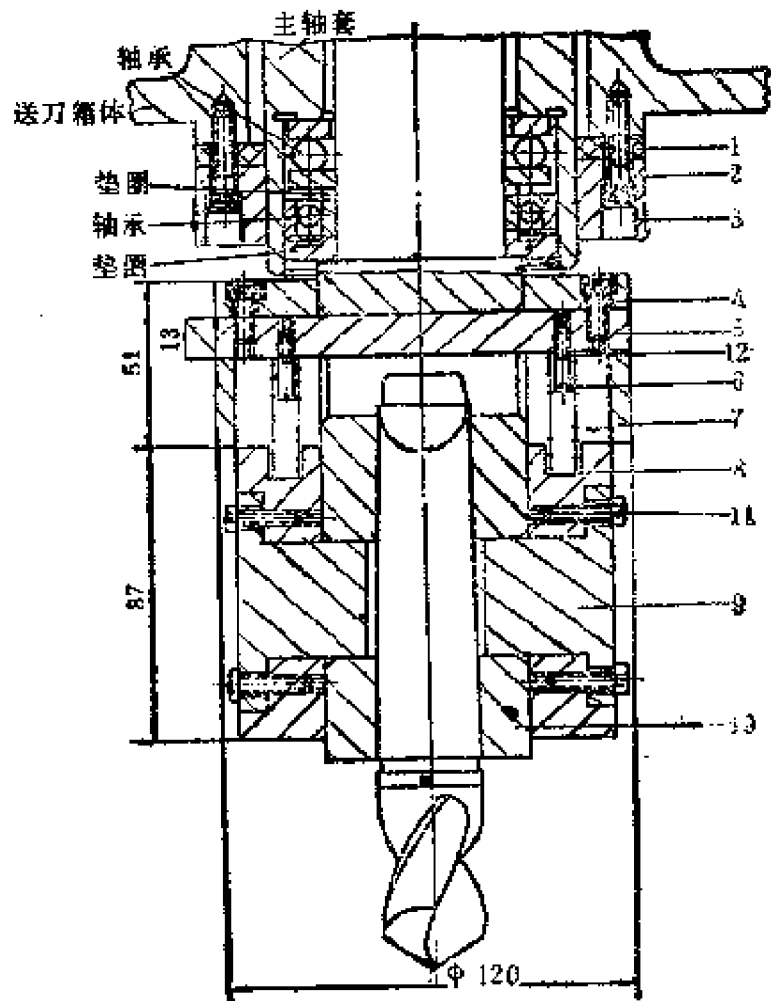


图3—1

- 1—硬橡皮垫； 2、4
- 内六角螺钉； 3—
- 垫圈； 5—横销； 6
- 压缩弹簧； 7—外
- 套； 8—弹簧座； 9
- T型键； 10—主
- 轴； 11、12—螺钉

图中横销5插在主轴下端孔中，借螺钉4和外套7固定在一起。两个T型键9分别插入主轴下端孔中，并固定在弹簧座8上。弹簧座8借螺钉11固定在主轴10上，弹簧座8上的两个弹簧用来支承横销5和外套7。

退钻头时，只要将主轴向上提起，使外套7的上端面碰到装在钻床主轴箱底部的垫圈3，横销5就会迫使刀具退出。垫圈和主轴箱的接触部分要垫硬橡皮垫，以减少对主轴箱的振动，保护钻床精度。

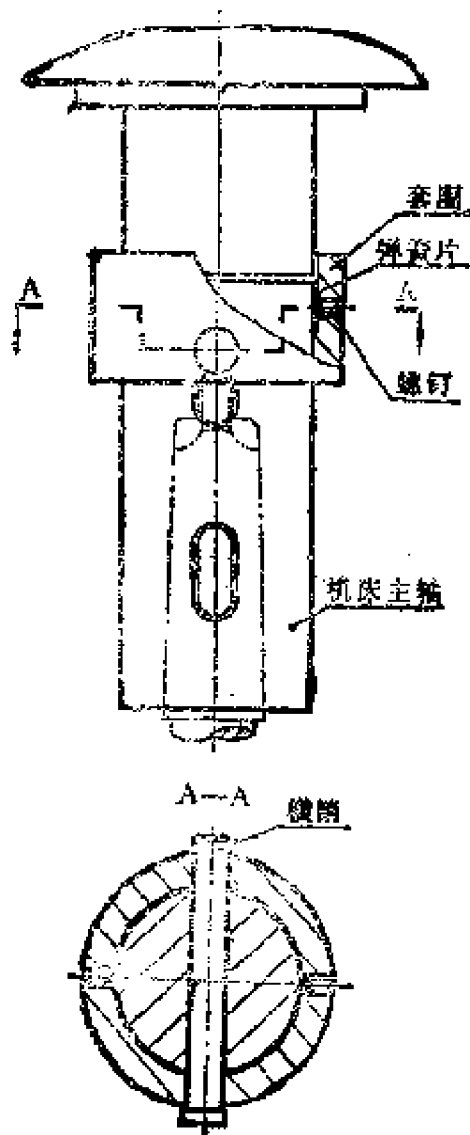


图3—2

147 不用楔铁的卸钻头装置

在钻床或镗床等机床上更换钻头或镗杆时，通常都用一楔铁插入腰形孔中，再用榔头敲打，才能使钻头或镗杆从锥孔中脱出。这种操作方法有许多缺点。图3—2所示装置不用楔铁退卸钻头，可以克服这些缺点。这种装置由套圈、横销、弹簧片等零件构成。使用时将套圈套在钻床或镗床的主轴上，推至腰形孔处时，将横销通过套圈插入腰形孔内，卡入弹簧片，防止脱落，调整好间隙，便可使用。其工作原理是：当钻头的舌尾进入腰形孔时，由于套圈可以在主轴上滑动，横销可以在腰形孔内滑动，所以舌尾和锥体公差受影响。

另外，由于横销通过腰形孔与套圈相连接，套圈与主轴的间隙由弹簧片的弹力来消除，因此套圈不会自由脱落。当工作完毕，主轴后退到一定位置时，套圈便与主轴端盖相碰，并使套圈带动横销碰击钻头或刀杆的舌尾，使钻头或刀杆从主轴的锥孔中脱落出来。

148 用厌氧胶粘接钻头

厌氧胶是指具有厌氧性固化特性的胶粘剂，它在与空（氧）气隔绝的情况下（如填充在金属或非金属零件的配合间隙），在常温下能自行固化，形成固体的韧性胶层，具有一定的粘接强度，可用于刀具的粘接固持。通过对接长中心钻、麻花钻、机铰刀、扩孔刀、键槽铣刀、丝锥、锥度铰刀、平面刮刀、端面铣刀、镗钻和各种规格、型号的复合刀具进行粘接固持试验和应用证明，效果很好。

图3—3所示是厌氧胶粘接用于钻削专用刀具的接长杆典型结构。接长杆的一端为莫氏圆锥，可与机床主轴连接，另一端有一深度为40~50mm、粗糙度 $R_a = 6.3 \sim 3.2 \mu\text{m}$ ($\nabla 5 \sim \nabla 6$)的盲孔，用以粘接各种钻削用刀具。

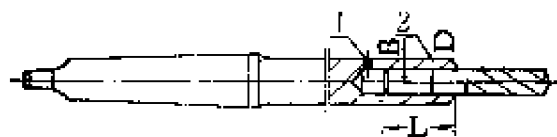


图3—3 采用厌氧胶粘接工艺的钻用接长杆
1— $\phi 3$ 排气孔；2—厌氧胶粘接处

149 专用中心钻

在轴类零件加工中，多数需钻中心孔。图3—4所示的专用中心钻，其工效可比一般加工方法提高6~8倍。使用时，

先把钻杆8装在尾架内，工件的一端顶在工作转盘1内，并通过轴承4使工作转盘与工件一起转动，以减小工件与工作转盘之间的摩擦力，然后进行钻孔。

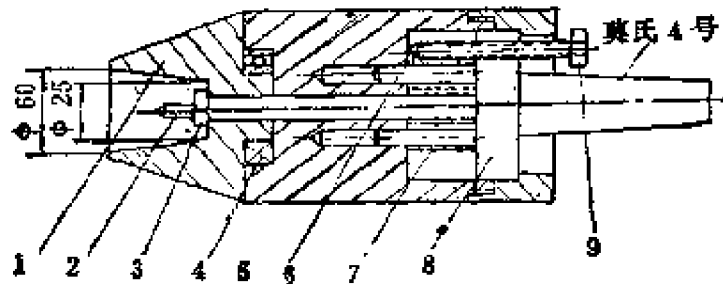


图3—4

- 1—工作转盘；2—钻头；3—钻头卡；4—轴承；5—钻具体；
6—定位导向销；7—弹簧；8—钻杆；9—调节螺钉

调节螺钉9可调节钻杆8伸出的长短，以满足不同轴径的零件在工作转盘上钻孔，同时还起保持同一批量零件钻孔深度相同的作用。定位导向销6与钻杆8固定在一起，使钻杆准确定位和导向，从而保证钻头在钻削过程中定位与钻削的可靠性和稳定性。弹簧7在钻削工件结束后起恢复原状的作用。

150 可调节钻头伸出长度的钻夹头

钻削时，钻头的伸出长度对钻头的寿命有很大影响。通过切削试验证明，当转速为1750r/min、钻孔直径为13mm时，钻头伸出50mm的寿命为伸出25mm的10%。因为钻头磨损到一定程度时要引起振动，其振动频率与钻头的刚度有关。若钻头采用最小的伸出长度，就可以增加系统的刚性，从而提高钻头寿命。

图3—5所示是可调节钻头伸出长度的钻夹头，目的是在钻孔时把钻头的伸出长度调节得较短，以提高刀具寿命。该结构采用空心主轴。止推螺钉用来调节钻头的伸出长度，锁紧

螺母通过导向压套可以均匀地压紧筒夹，以防歪斜并使不易磨损。筒夹上铣有交叉均布的八条槽，通过两个锥面起夹紧作用。该筒夹既可夹持钻头的柄部，也可夹持钻头的螺旋槽。导向压套端部淬硬。这种钻夹头的优点是：(1) 提高钻头寿命，并由此减少了停机换刀时间。(2) 由于提高了系统的刚性，故可以取消打中心孔或预钻工序。(3) 可相应提高钻削速度及进给量。

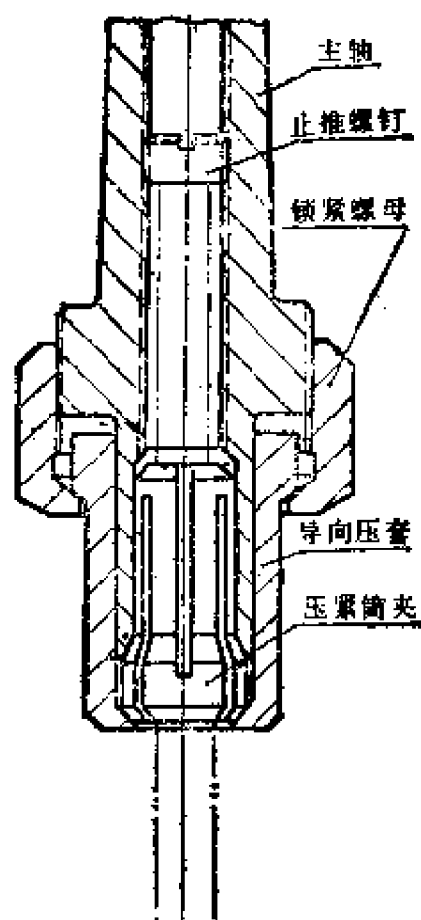


图3—5

151 钻通孔时提高钻头寿命的装置

钻通孔时自动减小钻头的进给量，是预防钻头损坏的有效方法。图3—6所示是降低进给量装置。在钻床主轴1上以锥柄装上空心的壳体2，在壳体圆柱壁上的多个通孔内放入钢球4，钢球外面与垫圈3的内锥面相接触，而钢球内面与心轴5的锥体相接触。在心轴5下端安装钻头卡子6，心轴5上端与壳体中心通孔滑动配合。挡圈9为心轴5往下移动的限位。钻孔过程开始，机床主轴与壳体2一起转动，并以 S_0 作轴向进给。此时在垫圈3与钢球接触区产生的法向力的

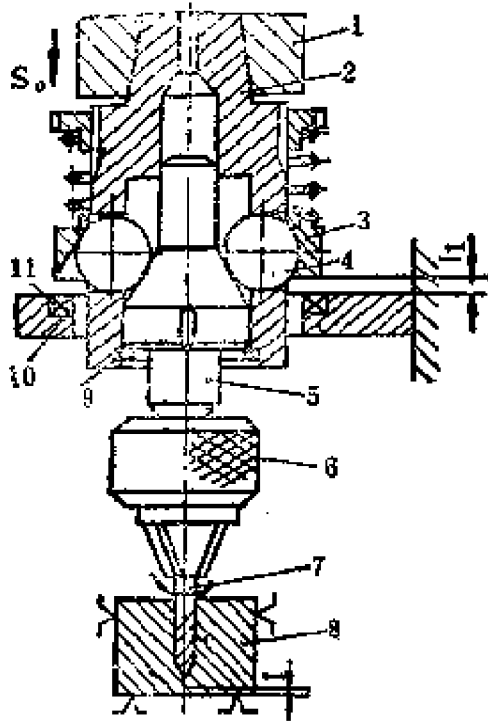


图3—6 降低钻头进给量装置

1—钻床主轴；2—壳体；3—活
动垫圈；4—钢球；5—心轴；6—
钻头卡子；7—钻头；8—工件；9—
挡圈；10—支承；11—推力轴承

从图3—7中可以看出，只有当 $\alpha < \beta$ 的情况下，可以降低钻
通孔时钻头的进给量；
如果 $\alpha = \beta$ ，则钻头没有
进给，即在原位不动；
如果 $\alpha > \beta$ ，钻头也没有
进给，因为心轴在壳体
内上升比钻床主轴下降
快。为了降低进给，根
据不同规律，必须把锥
面做成凹形或凸形。

轴向分量与切削力相平衡。
在切削过程中，由于壳体2
往下移动，垫圈3的下端面与
推力轴承11间的距离 l ，相
应减小（推力轴承的高度用
支承10调节）。当钻头与工
件8的底面距离为 l 时，垫
圈3与推力轴承11相接触而
停止，而壳体2继续以 S_0 往
下进给，从而导致钢球作径
向移动（偏离壳体轴），使
心轴5向上深入壳体，即降
低了钻头的轴向进给量。

钻通孔时，钻头的瞬时
进给量 S_{CB} 决定于垫圈3的内
锥角 α 和心轴5的外锥角 β 。

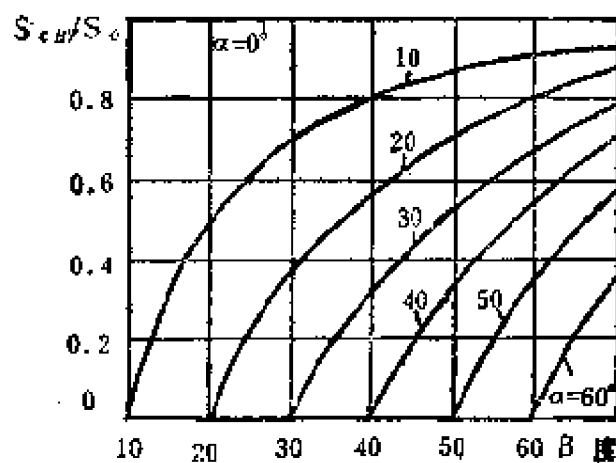


图3—7 钻通孔时，钻头进给量与垫圈锥角和心
轴锥角的关系

152 深孔钻削系统

深孔加工时，必须将切屑从孔内排出。对 L/D （孔深/孔径）超过5的孔来说，只要排屑能力差，无论怎样提高刀具系统的性能都毫无意义。在以前的各种排屑法中，由于加工精度、效率等原因，经淘汰只剩三种系统，即枪钻系统、BTA系统*、喷吸钻系统。最近，把被称为DF系统的深孔钻削应用于生产，取得了很好的效果。这里把DF系统和上述三种系统进行比较并加以说明。

各深孔加工系统的共同点，一是用高压冷却液使切屑排出，其次是用硬质合金钻头进行高速、高精度切削加工。

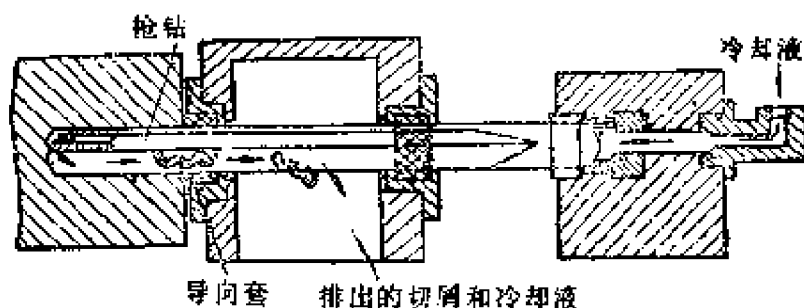


图3—8 枪钻系统

枪钻系统如图3—8所示，冷却液由钻杆内部到达切削刃，切屑从孔内壁与钻杆V型槽之间被冷却液的压力推出，即所谓冷却液推屑法。因为排屑空间大，所以切屑较容易排出。这种刀具因为使用了V型钻杆，因而会引起扭曲和弯曲，不宜高速进给。使用硬质合金刀具加工钢件时，如果加工时进给量很小，则将会增大刀具后刃面的磨损，因此不得不使用耐磨性好的K系硬质合金（相当于我国BK系列）。而K系硬质合金和钢的亲合力比P系的大，易于产生刀瘤而使加工表面光洁度变差，一般在加工钢件时加工表面上会产

* “BTA”是美国镗削和套料加工协会的简称。

生划痕，使 R_{max} 达 $10\sim 20\mu m$ 。这种划痕随刀瘤的增大而增大。使用P系硬质合金（相当于我国YT30）时 R_{max} 一般在 $3\sim 6\mu m$ ，但因刀具磨损量大而不宜使用。

BTA系统如图3—9所示，冷却液从孔的内壁和钻杆外径之间的缝隙到达切削刃，切屑被冷却液从钻杆内孔中推出。由于刀具的柄（即钻杆）是管状的，因而刚度好，有可能进行大进给量的高效切削。但在加工小孔时，由于冷却液通道小，排屑困难，故加工直径 $14mm$ 以下的孔效果不好。

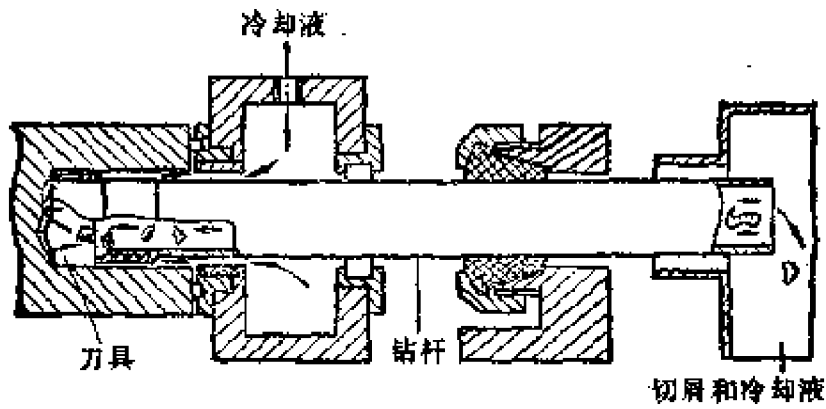


图3—9 BTA 系统

喷吸钻系统如图3—10所示，使用双层管，应用真空效应将切屑吸出，称为冷却液吸引排屑法。喷吸钻的刀柄（即

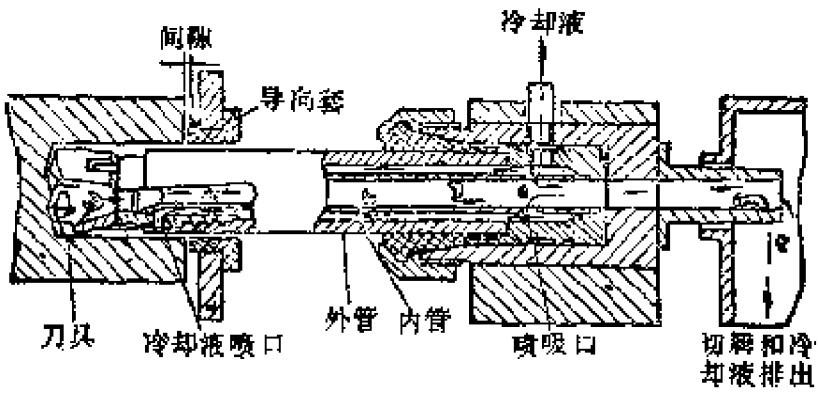


图3—10 喷吸钻系统

外管) 和BTA系统一样，是管状的，因此刚度较高，可采用大进给量加工。但加工太深的孔时，用真空效应排屑比较困难。

此外，因为使用双管和冷却液通道等原因，不宜加工直径18mm以下的孔。还有一个缺点是，冷却液的供给方式不能抑制外管的振动。而BTA系统则由于孔内壁和钻杆外径之间有高压冷却液，可使钻杆的振动受到抑制。仅从振动阻尼效果这一点来看，可以说BTA系统较之喷吸钻系统刚性更高，更容易保证精度。

图3—11所示是DF系统，它综合了上述推压、吸引排屑法的长处，在工件孔端面处安装了液压头供给推压的冷却液，在钻杆尾部装备了能产生真空吸引作用的装置。

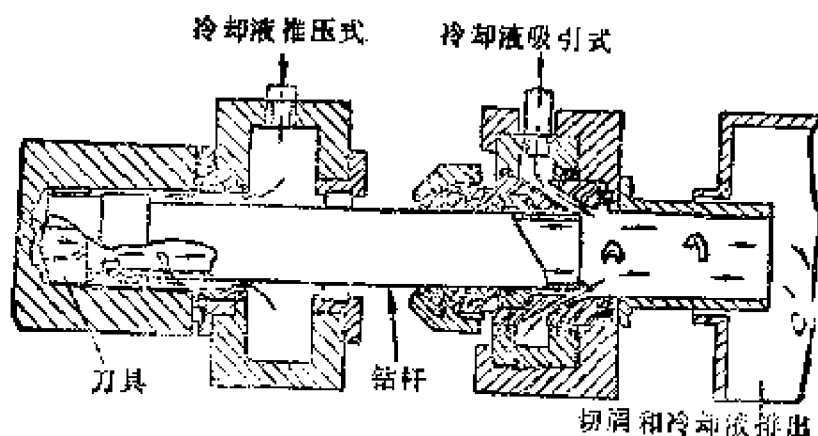


图3—11 DF 系统

153 两种钻削新夹具

图3—12 (a)是组合机床采用的钻套。该钻套在有效引导长度L后面开一排屑口K，使切屑由此排到模板与工件之间，这样可以加宽模板与工件间的距离，在此区间的工作台上再开排屑口，切屑从此排屑口落到床身内部的容屑槽内，自动地排出。但这种结构的钻套要求使用长型钻头。对于图b所示的孔系，常用的夹具是利用外圆K定位。因为该外圆有制造误差，因而容易产生定位误差。有的机床用多轴头加

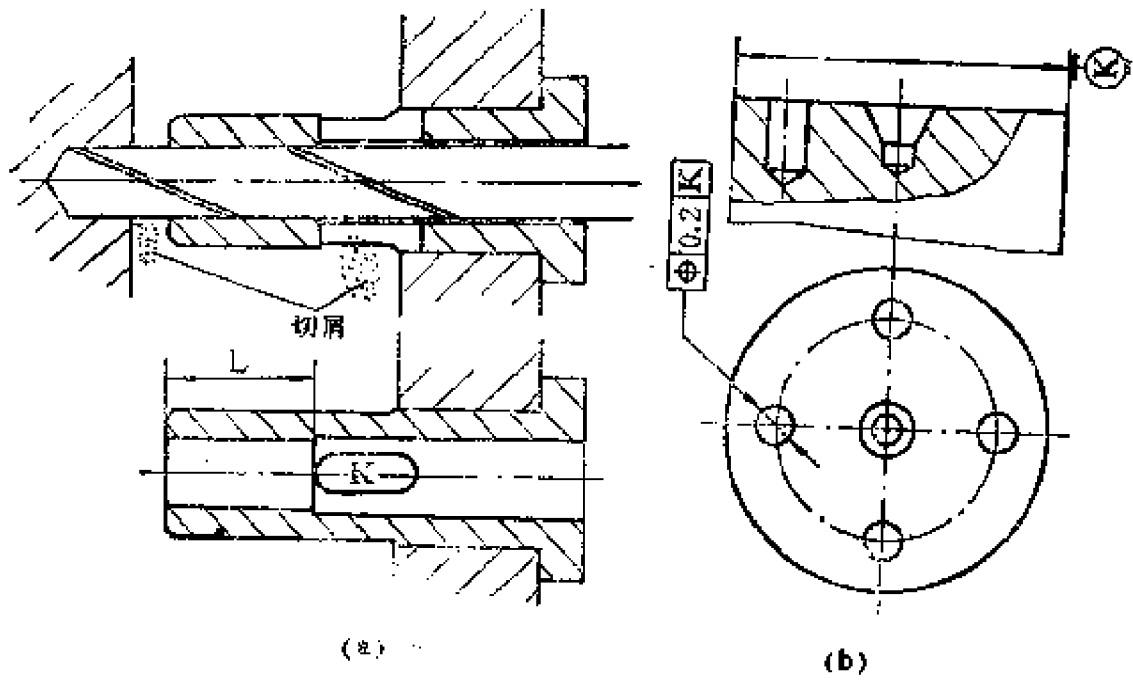


图3—12

工，即采用滑动钻模板装钻头，如图3—13所示。该夹具的新颖之处在于模板与工件采用了中心孔定位。因为基准K

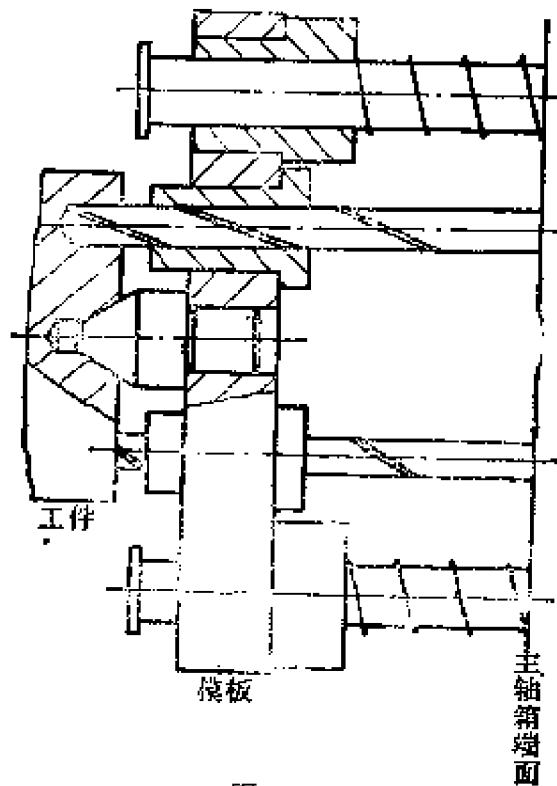


图3—13

也是以中心孔为基准磨出的，所以消除了上述的定位误差。

154 挤削铰刀——新型孔加工刀具

根据枪钻切削原理而研制的挤削铰刀铰削零件，可使孔的尺寸精度达H7，稳定在H8；表面粗糙度可稳定在 $Ra0.32\ \mu\text{m}$ ($\nabla 9$)，工效比一般铰削提高4倍。挤削铰刀的结构原理见图3—14所示，铰刀只有一个切削刃起切削作用，两个导向块起导向及挤光作用。铰孔时，切削刃切削后的表面，因材料膨胀而由导向块挤光，从而提高了孔表面光洁度。刀具中部有油孔供冷却液，冷却液压力所产生的举托力与切削刃的径向和切向负荷相抵消。这种单刃双导向布局迫使切削刃沿一个整圆切削；以同样的导向原理，刀具沿着它自身轴线方向前进。这是单刃铰刀独有的作用。

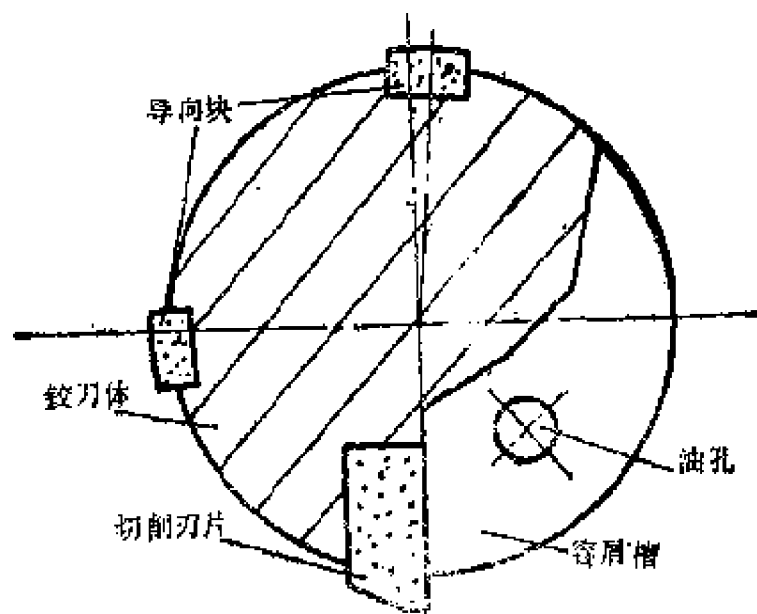


图3—14

这种挤削铰刀可加工不锈钢、淬硬钢 (HR C60以上)、合金铸铁等难加工材料，也可加工普通孔、盲孔，更适宜加工深孔。

155 陶瓷刀在镗孔中的应用

在机械加工中，经常遇到一些由合金钢或中碳钢制成的零件，使用硬质合金刀加工，刀具磨损严重，生产效率不高。

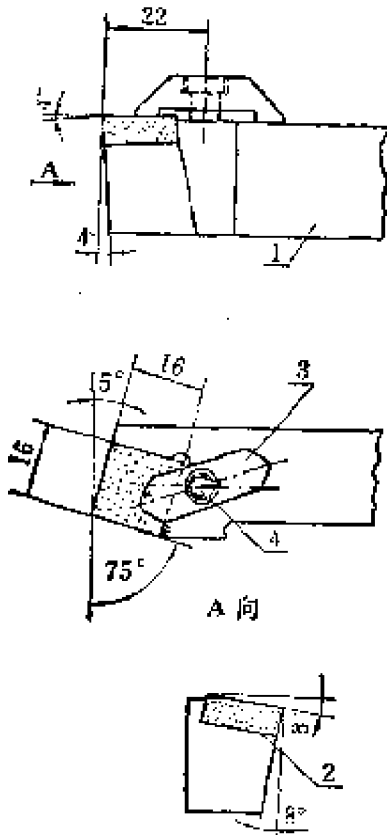


图3—15

1—刀杆；2—LT 35陶瓷刀片；
3—压板；4—M6内六角螺钉

图3—15是上压式陶瓷镗刀，其特点是刚性好，刀杆上放刀片的支承面经研磨后可使刀片紧密而可靠的贴合。刀片的一个刃磨钝后，可转动 90° 使用另一个刃；由于刀片有负前角，正反面都能使用，因此一个刀片有8个切削刃。刀具的几何角度为：主偏角 $\varphi = 75^\circ$ ，副偏角 $\varphi_1 = 15^\circ$ ，前角 $\gamma_0 = -8^\circ$ ，后角 $\alpha_0 = 8^\circ$ ，刃倾角 $\lambda = 4^\circ$ 。

由表3—1可看出，使用陶瓷刀比硬质合金刀可提高效率2~3倍。

表3—1

牌号	刀具材料	切削要素			效果		完成一件所用工时(h)
		切削速度(m/min)	切削深度(mm)	走刀量(mm/r)	粗糙度 R_a (μm)	圆柱度(mm)	
YT5	硬质合金	78.5	0.15	0.16	12.5 ($\nabla 3$)	0.2~0.5	24
H19	硬质合金	111.5	0.15	0.16	6.3 ($\nabla 4$)	0.05~0.15	16
LT35	混合陶瓷	175.9	0.15	0.10	3.2 ($\nabla 5$)	0.01~0.02	8

156 大直径内螺纹镗头

一种简单易行的用于普通车床的大直径内螺纹镗头。如图3—16所示，结构简单，总共只有10个零件。螺纹车刀安装在滑块4内，在弹簧9的作用下，滑块4紧靠导杆3的锥面。当导杆3向左作轴向移动时，滑块4作径向移动，刀具随滑块4作径向进给。当导杆3向右移动时，滑块4借助两只弹簧9的弹力，使滑块复位，即刀具作退刀运动。旋转螺母8时，使导杆3作轴向移动。操作时，把镗头的本体1装置在车床主轴端部的连接螺纹上，把工作装置在车床的拖板上，利用车床原有的螺纹加工机构，便能镗制内螺纹。螺母8由手动旋转，1.5mm的螺距一般只需作3~4次进刀便能加工完毕（刀具材料为高速工具钢）。

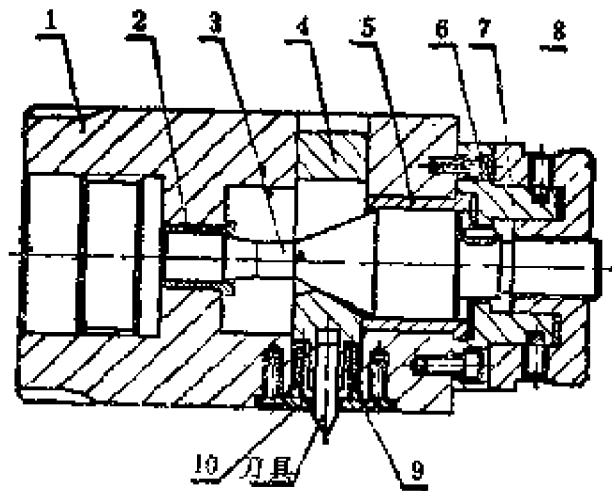


图3—16 镗头结构图

1—本体；2—衬套；3—导杆；4—滑块；5—衬套；6—阻尼块；7—固定套；8—螺母；9—弹簧；10—压板

导杆3上的螺杆与螺母8之间的间隙是直接影响螺纹精度的关键。由于螺杆副之间存在间隙，操作时难以控制螺纹精度。在固定套和旋转螺母之间安装三个尼龙阻尼块6，使螺母8的端面受到压力，即消除了螺母与螺杆间的间隙。导杆3上的螺纹螺距为3mm，斜度为 $22^{\circ}30'$ ，螺母8圆周上的刻度为100格，螺母每转一周，刀具进给量为 $3 \times \text{tg}22^{\circ}30' = 1.24\text{mm}$ ；螺母刻度每转过一格，刀具进给量为 $1.24/100 =$

0.0124mm。

157 简易多工位刀盘

图3—17所示尾座简易多工位刀盘，可在一次装夹中完成多工序孔加工，提高效率几倍。在制作刀盘时应注意：旋转体1须与本体成45°角，锁紧套3应与主轴保持同轴度。锁紧套内孔可根据需要设计。

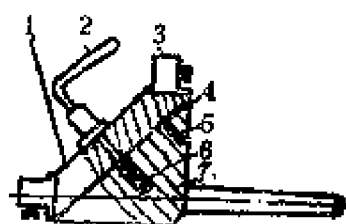


图3—17

1—旋转体；2—锁紧手柄；3—锁紧套；4—定位销；5、6—弹簧；7—本体

158 镗床用精镗刀杆

镗床用精镗刀杆具体结构见图3—18。使用时，先将硬质合金刀装入刀杆前部3的16×16mm的槽孔中，然后转动带有刻度的推进螺母2，使刀尖对准已半精加工好的孔壁上，再退出镗杆，按刻度进刀（每格0.02mm）。一般只需一次对

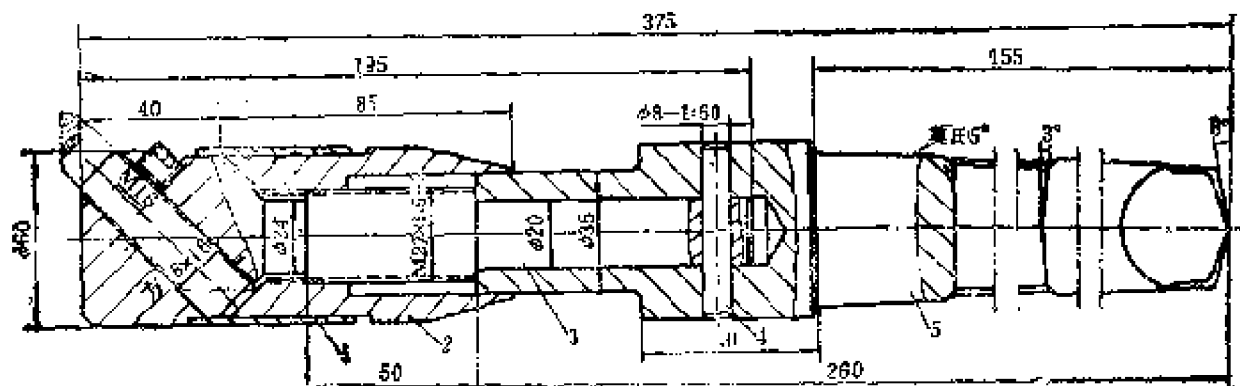


图3—18

1—薄壁外套；2—带刻度螺母；3—刀杆前部；4—锥销；5—刀杆后部

刀，即可完成孔的精加工。这种精镗刀杆的优点是，可进行孔的精加工和半精加工，加工范围可达 $\phi 55\sim\phi 85\text{mm}$ ，不需制做专用刀具，只要使用 $16\times 16\text{mm}$ 的普通硬质合金刀具即可，且通用性很强，特别适用于单件、小批生产。

159 镗削内球面的工具

图3—19所示柴油机汽缸套内孔的4个内球面，可用图3—20所示的镗削内球面工具，在T618镗床上加工。工具主轴体与镗床卡盘用螺钉和螺母联成一体。刀盒装在主轴体上，与整体同转。

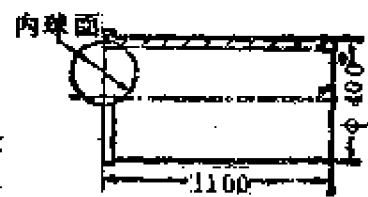


图3—19

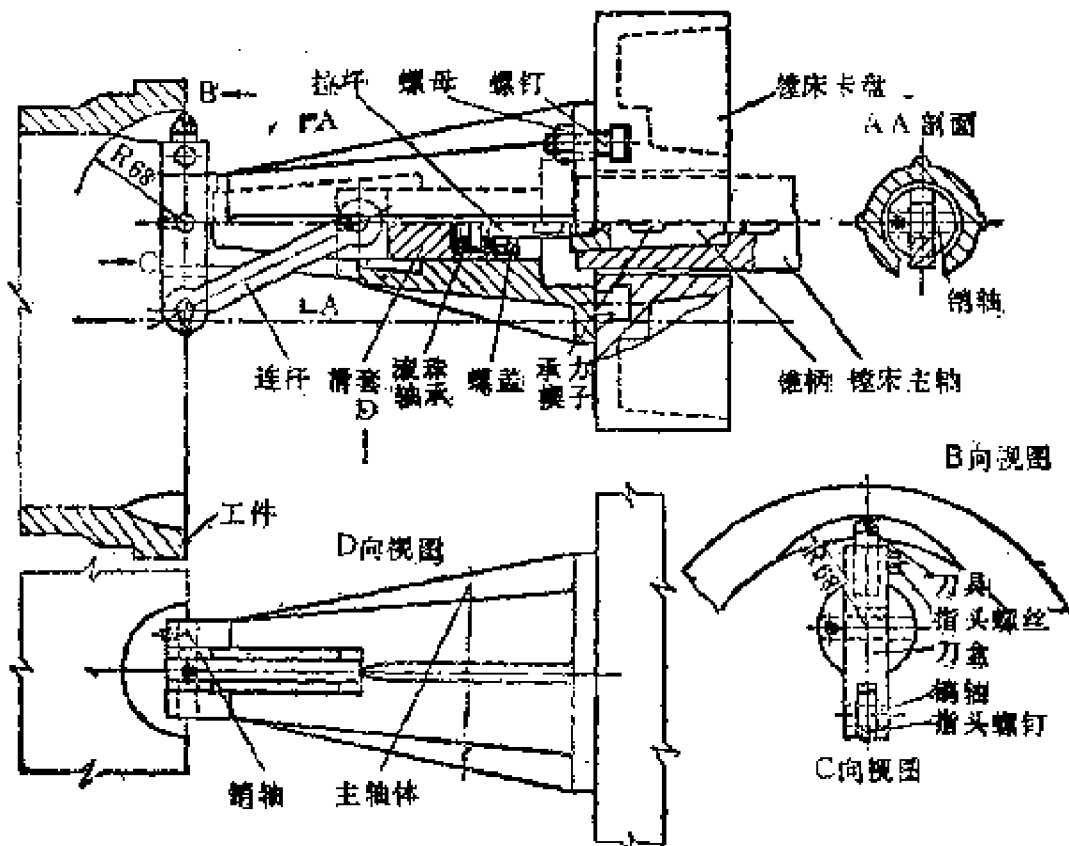


图3—20 镗削内球面的工具

刀盒一端与连杆联接，并通过连杆、滑套、拉杆，以承力楔子把锥柄和镗床主轴锁紧。工作时，工具随卡盘旋转，镗床主轴同时做轴向移动（自动走刀），带动刀盒运动。刀盒以销轴为圆心转动，形成的运动轨迹就是内球面。

160 装配式芯轴

如图 3—21 所示，卧式镗床和钻床的辅助工具系统包括：安装在卧式镗床和钻床主轴上的本体 1，用于调整长度的接长杆 2，镗头、钻头、扩孔钻、铰刀和端铣刀的过渡杆 3、5 和 6，用于车削的接头 4 和 7。

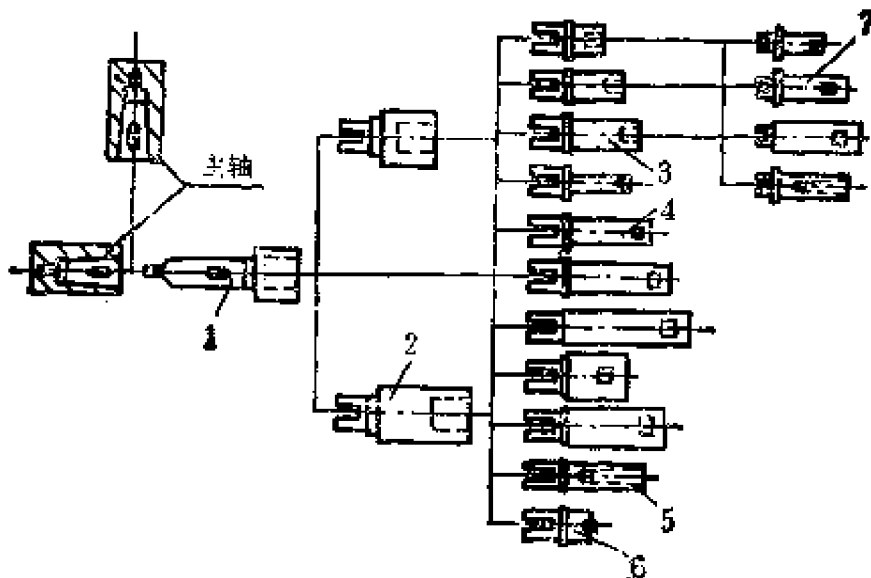


图 3—21

装配式芯轴的结构如图 3—22 所示。过渡杆 6 的尾部 1 插在本体 5 的圆柱形孔中，带有切口 10 的尾部是一个柱状凸缘，它到端面 9 的距离为 15~20mm，突出的锥体表面直径差为 0.3~0.5mm，柱状凸缘可用来精确定心，锥体表面装配方便。在尾部有两个对称排列的平行秃齿 11，它能借助夹紧元件实现表面四个方向的接触，以此提高联结刚度。在尾部 1 的螺

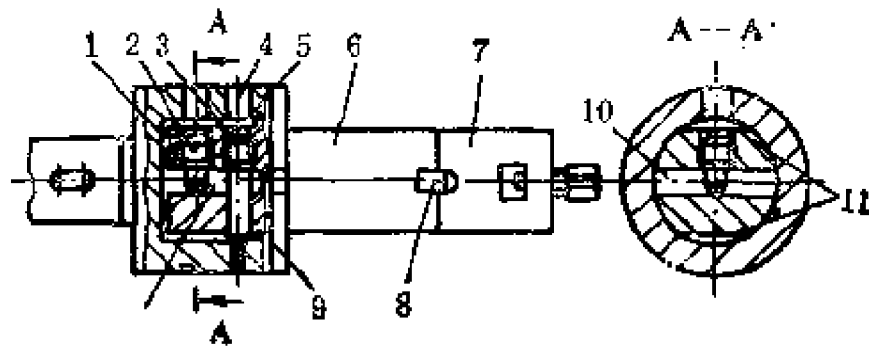


图3—22

纹孔中装有螺钉2和3，螺钉3的尾部与支座表面的球形或锥形面相对应。为了放进扳手，对应于尾部1的螺孔上方的本体5上开有孔4。柱销8用于传递扭矩。

将心轴直接装在机床上的顺序是：先把本体5安装并紧固在机床主轴上，然后安装并紧固过渡杆6和接头7。紧固时，先拧紧螺钉3，其锥体部分抵住孔的圆锥表面，锥体表面轴线与螺钉3的轴线发生偏移，造成端面过盈。然后拧紧螺钉2，这时由于切口10张开，形成径向过盈。

拆卸按相反顺序进行。但要使用经过调整的其他类型的心轴，则不需要卸下本体5。

161 镗刀杆防震设计五则

作为镗削加工用的细长回转体——镗刀杆，由于刚性难以保证，特别是当转速超过某一限度时，便出现跳动现象。如果在这种状态下进行加工，加工表面就会产生高频震动，使加工精度显著下降。下面就镗刀杆防震设计专利作一介绍。

1. 图3—23所示（实公昭51~30058号）是一种防震镗刀杆。刀杆2里加工出盲孔，孔内装填摩擦系数大而相斥系数小的固体粒子1，用可调节的螺塞3通过弹簧加以封闭。这

样，镗削加工时，传到镗杆上的震动借助于固体粒子间的摩擦而减弱。

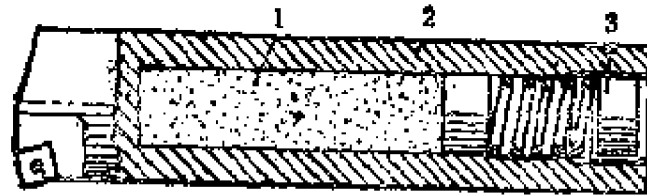


图3—23

2. 图3—24所示(特开昭51~77989号)是一根在内孔中填装铅等不同金属作为内衬2的镗刀杆3。从刀头1传来的弹性震动，通过这种内衬的作用得到抑制和吸收。

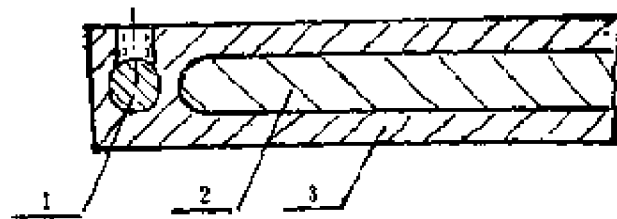


图3—24

3. 如图3—25所示(特开昭50~38878号)，从刀体4到刀头2的几个纵向孔，装入几个重质件3，要求与孔壁之间留有一定的间隙。这样，由于重质件能作相对的移动，它们相互之间以及与孔壁之间发生摩擦(碰撞)，从而使传到刀片1的震动减弱。锥销6的用途是通过连接件5把刀头2与刀体4连在一起。

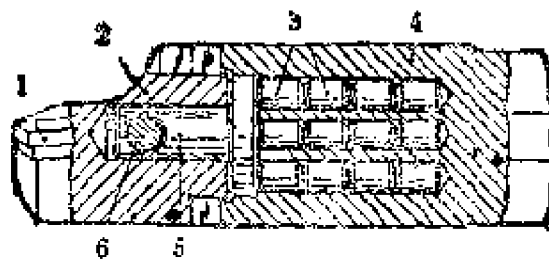


图3—25

4. 如图3—26所示(特公昭49~45551号), 镗杆前端的导套3与套筒2之间有转动配合的间隙, 用所留下的开口和间隙作为进气孔。当进气孔与压缩空气源接通时, 间隙中便形成气膜。这样, 当镗刀杆4产生震动时, 套筒由于惯性作用而保持原来的状态, 导套与套筒之间因此产生相对移动, 由于气膜的阻力, 使导套产生向心作用, 从而达到对镗刀杆的减震的目的。

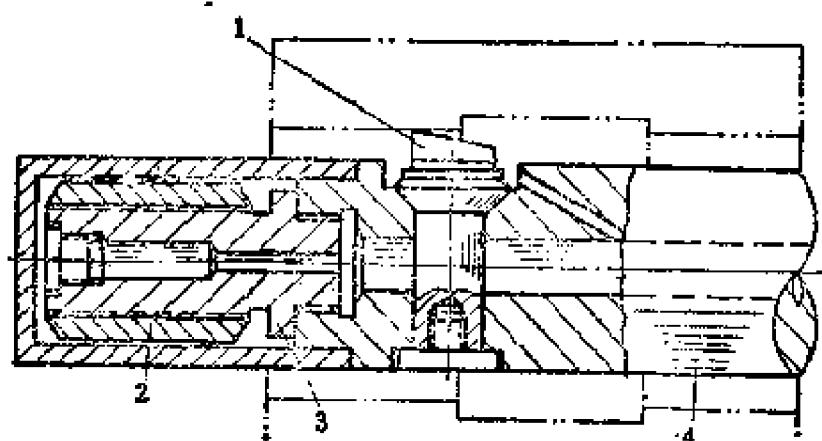


图3—26

5. 如图3—27所示(特公昭46~33477号), 在镗刀杆4前支承轴5上装有钛酸钡之类的压电元件1, 并要求与周围保持有微小的间隙。压

电元件作为电极, 用导线2与振荡器接通。由于振荡器向压电元件发送振荡电压, 致使压电元件伸缩, 从而在间隙产生气膜, 起到对镗杆减震的作用。

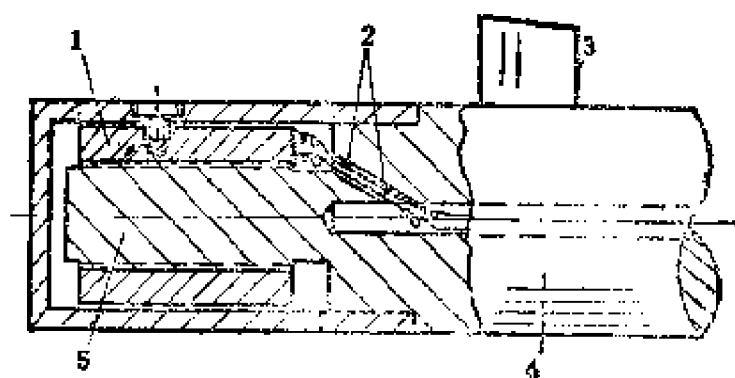


图3—27

162 滚柱导向镗刀在深孔精加工中的应用

在大长径比深孔浮镗中，因为刀片可在刀体的长方孔中浮动，并随刀体的导向轨迹而变化，所以浮镗刀体的导向结构、导向长度、对于提高深孔的形位公差精度，如内孔母线不直度、不柱度等起着决定性作用。以前在深孔精浮镗时，采用固定的层压板条作导向，需分别更换镗刀体及浮镗刀片各一次，分粗精镗两刀进行（因粗镗与精镗时的导向尺寸不一致）。这不但效率低，而且由于孔深，导向条磨损快，破坏了导向精度，使孔的不直度、不柱度等经常超差。如果采用如图 3—28 所示滚柱导向结构的镗刀，整个刀体的导向由三排滚柱所组成，每排各四个小滚柱，其外径尺寸相等，在轴向均匀布排列，类似在刀体上装上三组高精度的滚柱轴承一样，使其组成较长导向长度。每排导向外径必须一致，且每个滚柱都必须灵活转动，不得卡死不转，否则会影响导向精度。概括起来，滚柱导向的主要优点是：

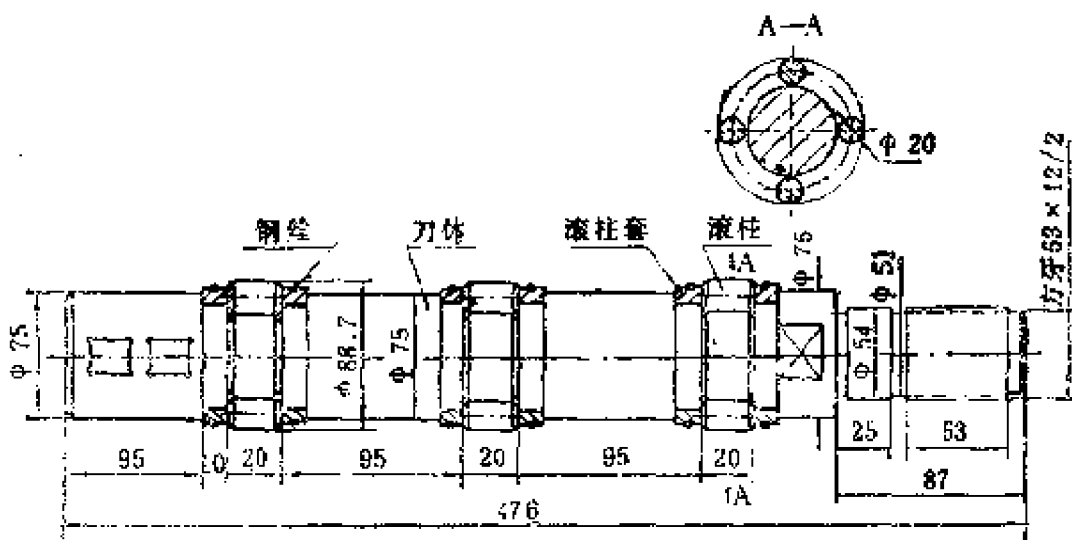


图 3—28 (a) 导向结构

1. 滚柱采用 GCr15 轴承钢制造, 经淬火处理后, 硬度达 RC 58~60。外圆和两端面都经磨削加工, 在镗孔中能保证耐磨、不变形, 因此导向、定位精度高, 表面光洁度高, 且因深孔中有冷却润滑油存在, 所以不拉毛孔壁。

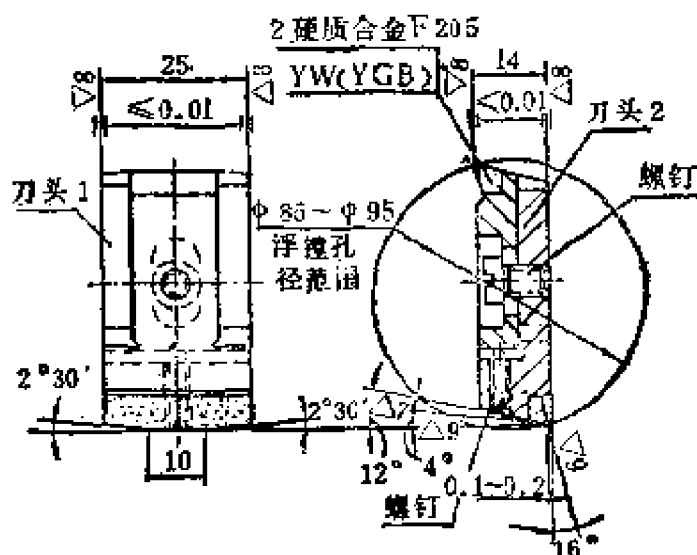


图3-28 (b) 镗刀

2. 三排滚柱在轴向组成的总导向长度与孔径之比在2倍以上, 所以导向长度足以保证导向平稳可靠。

3. 在结构上保证滚柱与工件孔壁之间形成了高精度的滚动磨擦, 使导向不被磨损, 始终保持极高的定位、导向精度。而且三排滚柱与孔壁接触均匀一致, 磨擦阻力小, 使整个刀体和刀杆在孔中几乎仅受切削力的作用, 而不受导向阻力的影响, 因而导向平稳、轻快, 定位、导向精度显然也相应提高。

4. 滚柱导向刀体使用寿命长, 结构简单, 易于装拆, 维修方便。

滚柱导向结构设计需考虑以下几个主要问题:

1. 导向滚柱数量的选择: 因滚柱在孔中所起的作用是定位和导向, 所以在保证导向精度的前提下, 滚柱的数量应尽量少, 并应均布、对称排列。这样, 导向外径尺寸易于测量, 同时可使进入深孔时径向受力均匀。

2. 导向外径的确定: 假设精镗用浮镗刀片的外径为 a_1 ,

导向外径的尺寸为 a_2 ，则两者的关系式为 $a_2 = a_1 + (0.015 \sim 0.02) \text{mm}$ 。 a_1 为已知值，即孔径。

3. 导向滚柱尺寸的设计和刀体的关系：三种孔径浮镗中，所采用的主要结构尺寸如表 3—2 所示。从表中可知，滚柱导向结构尺寸随工件孔径而改变，即当孔径增大时，刀体尺寸及滚柱直径也相应增大。但在总的结构设计中，应掌握以下几个主要原则：

表 3—2 (mm)

零件 (mm)	滚柱尺寸 (mm)	与滚柱接触处 底径 ϕ_2	与滚柱两端面 接触处外径 $\phi_1 = \phi_3$ (mm)	滚柱数 (个)
$\phi 45^{+0.12}_{-0.06}$ $\times 1230$	$\phi 10d_1$ $\times 20d_1$	$\phi 25^{+0.10}_{-0.09}$	$\phi 35d_1$	4
$\phi 65^{+0.18}_{-0.09}$ $\times 1715$	$\phi 15d_1$ $\times 20d_1$	$\phi 35^{+0.11}_{-0.10}$	$\phi 50d_1$	4
$\phi 88.9^{+0.14}_{-0}$ $\times 2310$	$\phi 20d_1$ $\times 20d_1$	$\phi 48.9^{+0.10}_{-0.09}$	$\phi 68.9d_1$	4

1. 刀体与滚柱接触处的底径 ϕ_2 不能太细，以防止槽部

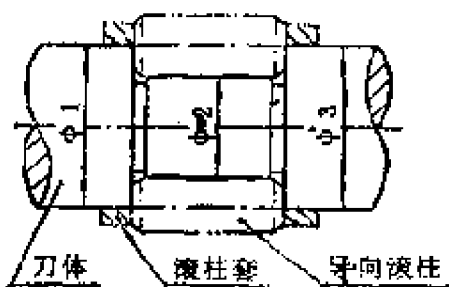


图 3—29

淬火后产生变形。其相关尺寸如图 3—29 所示。 $\phi_1 = \phi_3 = \phi_2 + d$ (滚柱直径)，即在组装后，滚柱有一半装于定位槽中，使之能平稳导向。

2. 当滚柱、滚柱套、刀体等组装成一体后，应保证导向外径与滚柱套外径之差 $\geq 5 \text{mm}$ ；刀体上装浮镗刀片的长方

孔，与导向外径的不同轴度 $\leq 0.01\text{mm}$ 。

3. 在结构允许的情况下，导向滚柱的直径尽可能减小。其主要好处是：可减少与导向孔的接触面，改善导向条件；可适当增加滚柱的长径比（假设在滚柱长度不变的情况下），有利于滚柱外径的磨削加工。设滚柱外径为 d ，其长度为 $l\text{mm}$ ，则通常取 $l/d \geq 1 \sim 1.5$ 。

4. 为了便于组装，滚柱套应设计成两半的结构，先加工接合面，再结合成一体加工内孔及外圆。

5. 在保证导向长度的前提下，为了使导向滚柱与深孔壁接触均匀，导向平稳可靠，所组成的三排导向滚柱，在轴向应设计成均匀排列，即应使其轴向间距保持相等。

163 镗床对刀工具

图3—30所示的镗床对刀工具，可使镗刀头方便而精确地定位。使用方法是：将V型块6放在镗杆3上，用螺钉1将支架2、V型块6固定在镗杆上。镗刀头5的尺寸略微超过所需要的尺寸，然后用深度千分尺7顶刀头5，迫使刀尖缩至所需要的尺寸位置，用螺钉4锁紧。

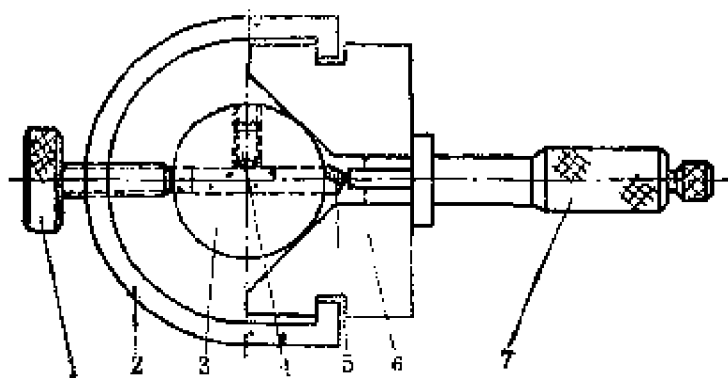


图3—30

164 在镗床上加装平旋盘

对于没有旋平面装置的镗床，遇有需旋削的零件时，可

加装一套旋平面的装置——“平旋盘”。该装置由平旋盘体、传动及操纵机构三部分组成。盘体固定在镗床主轴套上，传动部分固定在盘体上，操纵机构固定在主轴箱上。如图3—31所示，自动走刀时，先拉开伞齿轮手柄13，脱开伞齿轮

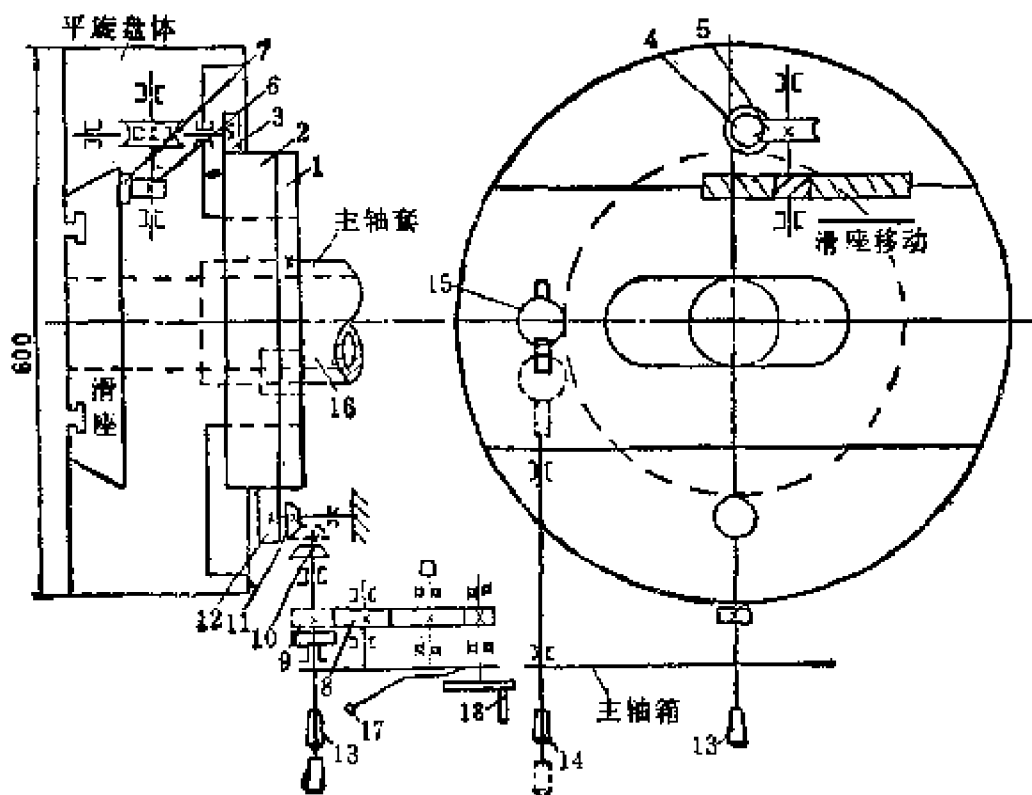


图3—31 平旋盘传动原理图

10与11，将行星轮手柄14推到自动走刀位置，使搭轮15与平旋盘体上的滑动齿轮2 ($Z = 145$)、固定齿轮1 ($Z = 144$)啮合，形成一齿差的行星齿轮差动机构。当主轴套每转动一圈时，动轮2则超越定轮1而转动一个齿的转角，这一转角传给与动轮2啮合的齿轮3，再经过蜗杆4、蜗轮5与斜齿轮6传给斜齿条7。由于斜齿条7固定在滑座上，故使滑座得到径向移动，达到旋刮平面的目的。快速移动时，先将行星轮手柄14拉下到空挡(虚线)位置，脱开搭轮15与齿轮1、2的啮合，再推上伞齿轮手柄13，使伞齿轮10与11啮合，而后通过起动手

柄17起动快速电机,带动过桥齿轮8、齿轮9、伞齿轮10、11,再通过常合齿轮12带动动轮2、齿轮3、蜗杆4、蜗轮5、斜齿轮6与斜齿条7,使滑座得到快速移动,以达到快速退刀的目的。手动移动时,推上精确移动手轮18,使其与传动齿轮啮合,再摇动精确移动手轮,即可实现滑座进刀的目的。

使用时,在旋刮平面前,先将镗杆退进去,推上手柄13,使伞齿轮啮合,摇动手轮18,使滑座移到旋刮工作位置。然后脱开伞齿轮组;把手柄14推上自动走刀位置,使搭轮15与齿轮1、2啮合,再开动机床使主轴套旋转,即可自动旋刮平面。滑座进给速度为 $0.086\text{mm}/\text{min}$,其最大径向行程为 200mm 。

● 齿轮夹具等 ●

165 磨双联齿轮内孔用夹具

磨双联齿轮内孔用的夹具如图3—32所示,用锥座2的圆锥面及定位套(由钢球3、球托4、螺钉5及托圈6组成)的三粒钢球来限定小齿轮的径向及轴向位置,用本体1的薄壁圆筒及三个圆棒7(其中一个为削扁圆棒,如图a所示)来限定大齿轮的轴心,并利用薄壁的弹性变形力将齿轮夹紧。在磨削齿轮内孔前,先把托圈6套在双联齿轮8上,三粒钢球应正好嵌入小齿轮的三个等分或接近三等分的齿槽位置上。钢球3用球托4卡在托圈6的左端,球托4用螺钉5固定在托圈6上。接着把带有定位套的双联齿轮8装入夹具腔内,使钢球与锥座2的锥面靠紧,再把三个圆棒7插入大齿轮的三个等分或接近

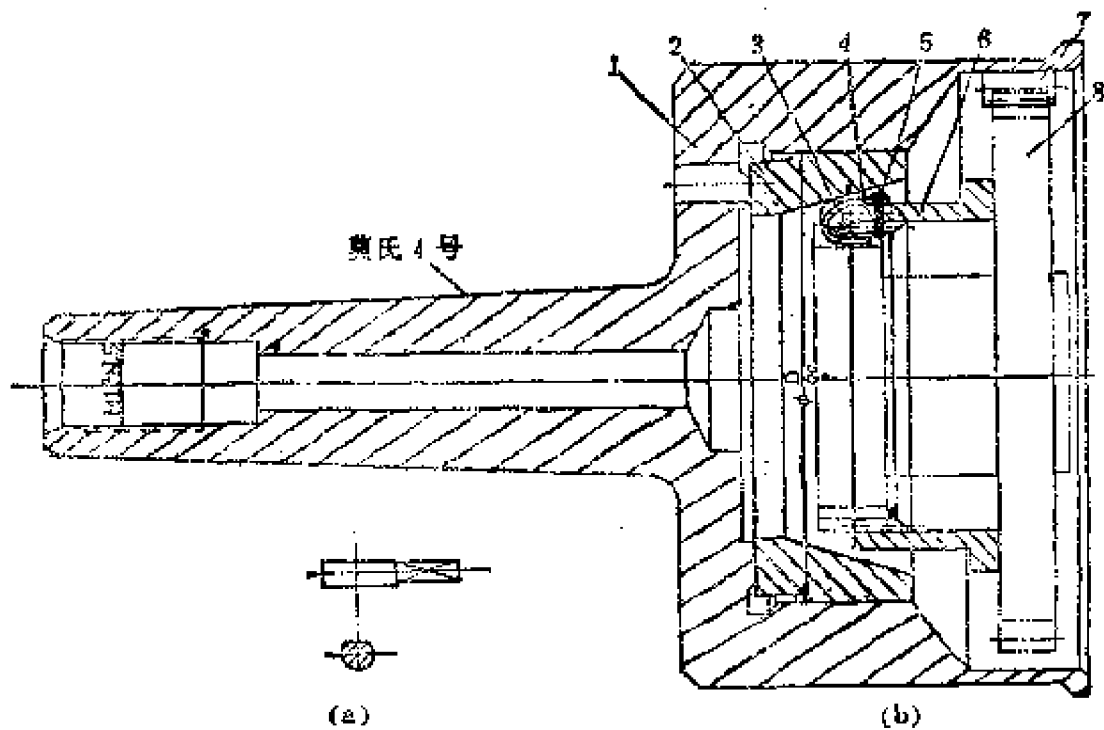


图3—32

三等分的齿槽中，然后将削扁的那一个圆棒扭一个角度，利用薄壁（壁厚取1~2.5mm）变形即把齿轮夹紧。最后用铜锤沿轴向轻敲齿轮，使三粒钢球确实与锥面贴紧。此时，即可开始磨削齿轮内孔。

166 半轴滚齿夹具

用 Y38—1 型滚齿机加工轴齿轮、花键等，当需要使用滚齿机交臂的顶尖顶持工件时，工件长度只可在600mm以下。倘若如 ZL20、30 装载机驱动桥中的半轴，其长度1000mm，两端需滚制渐开线花键，则可拆去 Y 38—1 滚齿机交臂上的顶尖，装上如图 3—33 所示的半轴滚齿夹具，即可加工。半轴滚齿夹具三片定位锥爪是整体加工后切开的，锥套和锥爪的锥角均为 15° ，淬硬圆柱压装在定位爪的圆孔中。工件通入夹具，下端由滚齿机工作台上的顶尖定位，旋紧夹具上的

压紧螺塞 1，定位锥爪 8 下移，压装在其上的淬硬圆柱 9 接触并从径向压紧工件。由工作台上的拨爪带动工件，即可开始加工。此夹具略作修改，还可作为滚齿机的通用附件，扩大滚齿机的加工范围。

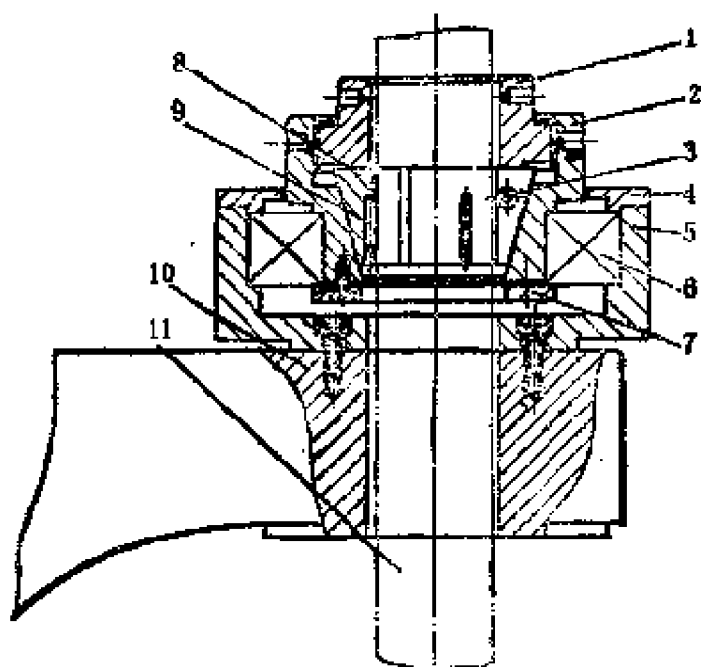


图3—33 半轴滚齿夹具图

- 1—压紧螺塞；2—锥套；3—压缩弹簧；4—盖；5—夹具体；6—轴承(215)；7—压环；8—定位锥爪(三片)；9—淬硬圆柱；10—滚齿机交替；11—工件

167 滚珠式磨齿芯轴

高精度齿轮或剃齿刀磨齿时，为了保证其磨齿精度，必须使磨齿芯轴与齿轮或剃齿刀的孔配合间隙小。通常使用的台肩芯轴，由于间隙小，工件的装卸比较困难，工作不慎，还可能拉伤工件内孔。采用图 3—34 所示的芯轴，则可避免上述的缺陷。

设计时，可先选好钢球的直径，然后根据工件孔径决定芯轴直径 d 。钢球的大小以不使芯轴直径 d 太小为宜。一般钢球直径为 $\phi 10 \sim 20 \text{mm}$ 。一套钢球的直径偏差，一般应小于 0.003mm 。对孔的高度较小的工件，钢球可如图(b)分布。这种磨齿芯轴不但装卸工件方便，而且配合间隙足够小，对同一精度、同一名义尺寸的孔，可备几套钢球(和保持架装好)，达到

分组选配的目的。

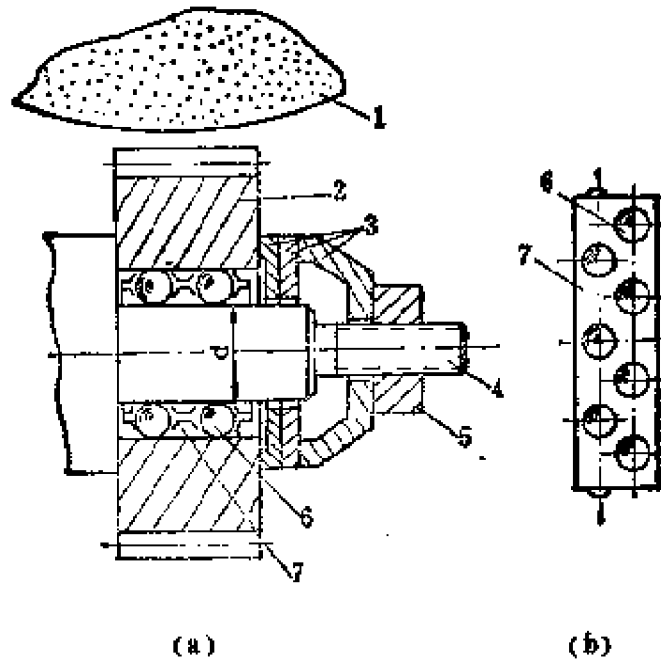


图3—34

1—砂轮；2—工件；3—接盘；4—芯轴；5—螺帽；6—钢球；
7—保持架

168 磨镶条导磁夹具之一

在机床制造和修理中，斜度镶条配刮的工作量相当大，一般需要经过多次刮研才能符合要求。采用图3—35所示磨镶条导磁夹具以磨代刮，效率高，易保证质量，重磨定位精度不变。

磨镶条导磁夹具是根据正弦规原理和导磁原理设计的，夹具本身不用附带磁源，只是利用平面磨床电磁工作台的强磁场，由隔磁件19、22、23（采用锡青铜6-6-3、铸铝或不锈钢）将导磁件1、2、6与7、8、9（采用08钢或A₃钢）分隔为两个磁极体，即一个为N极，另一个为S极。然而，能否将电磁工作台上的许多小块磁极聚集成夹具体上的两个密集磁极，关键在于要使导磁件1和9的底面不同时都接触在电磁工

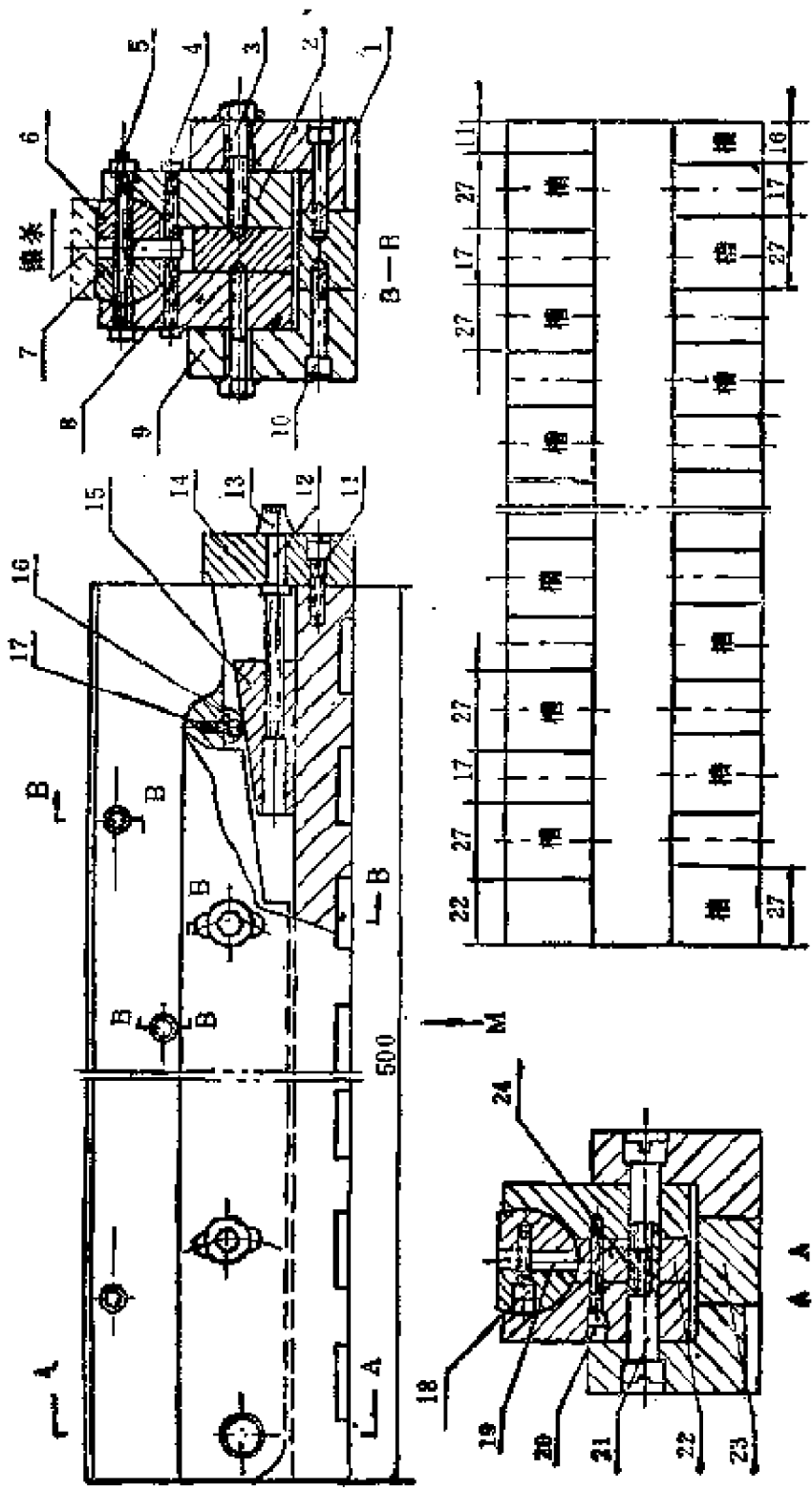


图3-35 磨线条导磁夹具结构图

1—右底座；2—右弦板；3—锁紧螺钉；4—调节螺钉；5—夹紧螺栓；6—右半圆体；7—左半圆体；8—左弦板；9—左底座；10、11、17—螺钉；12—调节丝杆；13—刻度盘；14—铜托板；15—楔块（隔磁材料）；16—半圆柱（隔磁材料）；18、20—螺钉（隔磁材料）；19、22、23—隔磁板；21—小轴；24—铜螺套

作台上的同名磁极N极或S极上，否则导磁件1和9本身已成为闭合磁路，再没有磁力线经过1、2、6和7、8、9通过镶条，镶条也就不能被吸住。为此应在件1和9的底面错位铣27毫米宽的槽，留出17毫米的凸台（对不同的电磁工作台，选用不同的尺寸，以便保证磁性最强）。当把夹具放在电磁工作台上时，电磁工作台上的许多小块磁极N极和S极的磁力线就分别传导在件1和件9上，密集的磁力线通过件1、2、6与7、8、9，再通过镶条形成闭合磁回路，把镶条牢牢吸住。

操作时，按上述要求置夹具于电磁工作台上，松开螺钉3，旋动刻度盘13，使丝杆12带动楔块15，通过半圆柱16使件2、8、22所组成的正弦尺绕小轴21旋转，即可调节成1:50或1:100等各种需要的斜度；紧固螺钉3，镶条放在夹具正弦尺上，开启电磁工作台电源即可磨削。若镶条横向接触不好，可松开螺栓5，调节螺钉4，使件6、7、19在哈夫中微小转动，就可以使镶条达到理想的横向接触。

需要说明的是：（1）当夹具纵向或横向零位精度丧失时，在平磨上重新光一刀即可恢复零位精度。（2）夹具制作时，各接触面之间力求密合，减少磁力线损失，增强磁性。（3）如果加工工艺条件较差，可取消件4、5、6、7、18、19，使结构简化，制作时工艺容易达到；若镶条横向接触不好，通过在夹具下面垫纸的方法补偿，也能满足要求。（4）根据导磁原理，只要使结构稍加改变，便可以此类推磨削其它角度形状工件。

169 磨镶条导磁夹具之二

机床镶条是易损件。在平面磨床磨削镶条时，需将磁力

工作台一端抬起才能进行磨削。每次磨削镶条斜面，都需对磨床的工作台进行重新调整。若将如图3—36所示斜度为1:50、1:100等几种常用的磨镶条的导磁夹具，加装在磁力工作台上，即可在平磨上进行磨削。

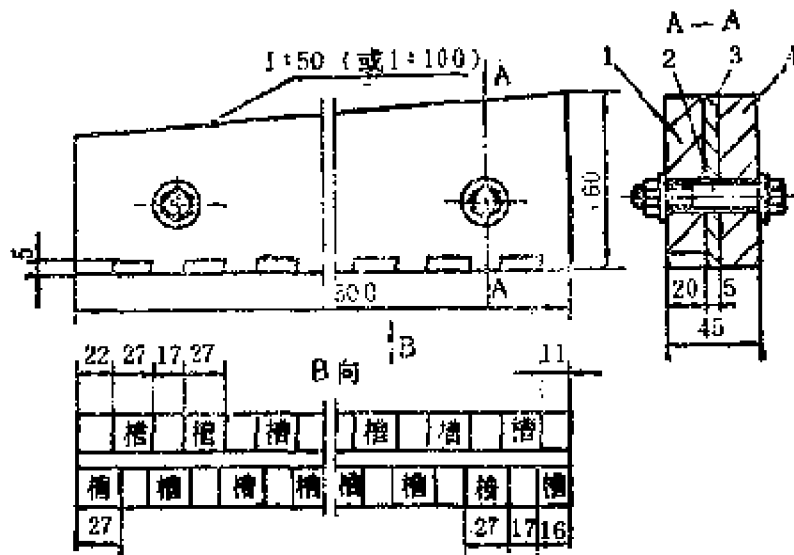


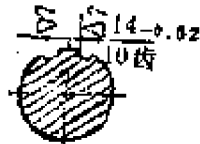
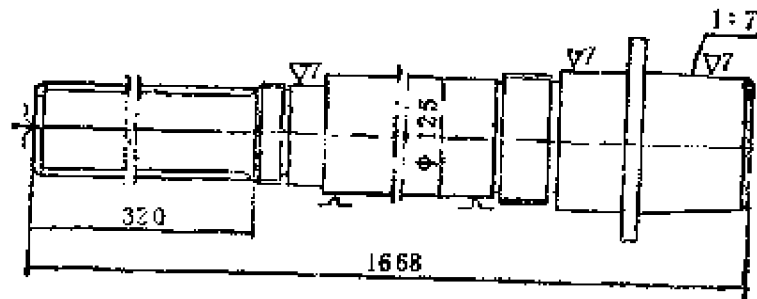
图3—36 磨镶条导磁夹具示意图

1—左夹具体；2—铜螺栓；3—隔磁板(钢板)；4—右夹具体

导磁夹具用螺钉2将件1、件4及件3固定在一起。而件1和件4的底面各刨有凹槽，其位置相互错开。当工件(可磁化的钢件)放在相应的导磁夹具上，磁力工作台通电后，磁力线形成闭合回路，工件连同夹具体被牢固地吸住，就可方便地进行磨削。

170 轻型花键磨床加工超重零件的组装夹具

在M8612A轻型花键磨床上磨削如图3—37所示的钢球研磨机传动主轴时，发现十等分花键部分的重复定位误差大，达0.10mm之多，不能满足零件的精度要求。经分析，其原因是：该机床头架分度部分，主轴尾部(锥度1:12)与分度板锥



花键部分表面淬硬

图3-37

孔配合由锁紧螺母锁紧，无键连接，靠摩擦力将两者连在一起，如图3-38所示。又因

零件约重350kg，为此，分度时因重力引起的惯性作用，使分度板与主轴产生相对转动，造成了分度误差。

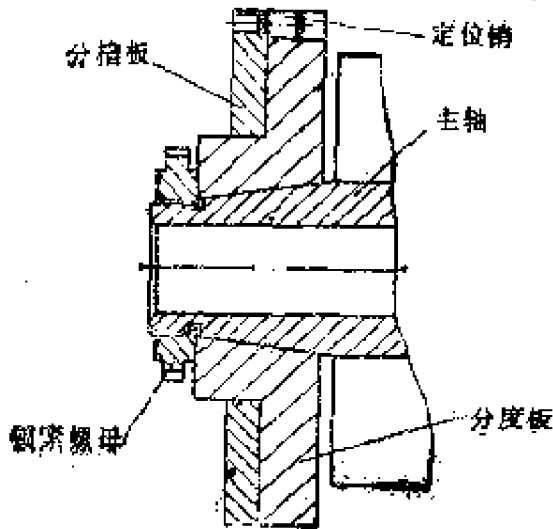


图3-38

图3-39所示是专用可调式夹具。1、2分别是组合夹具基本元件，3是专门设计的滚动轴承支架。使用时，滚动

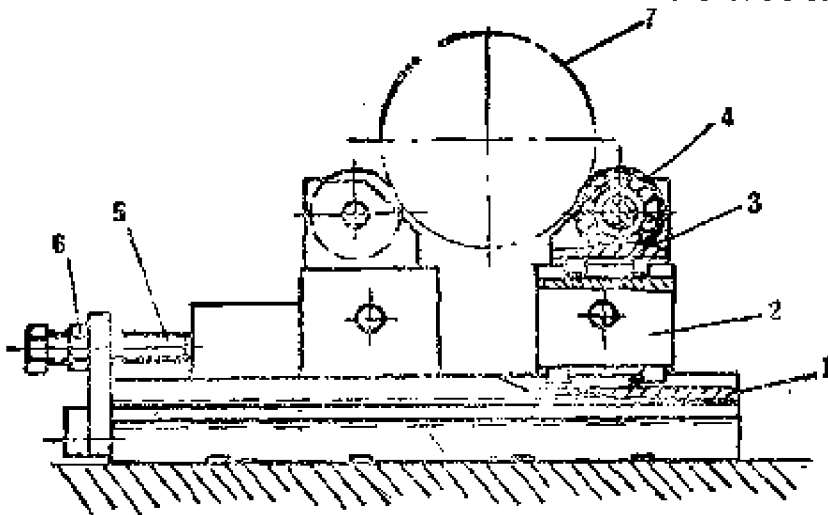


图3-39

1、2—组合夹具基本元件；3—专用滚动轴承支架
4—滚动轴承；5—调节螺钉；6—锁紧螺母；7—工件

轴承支承于主轴 $\phi 125\text{mm}$ 外圆工艺基准处。当转动螺栓6时，可调节其高低，以适用支承外圆尺寸不同的工件。经采用该夹具试磨后，其效果良好，重复定位精度能保持在 0.01mm 内，满足了零件的精度要求。

171 磁力工作台结构的改进

磁力工作台工作表面弯曲，对加工精度有很大的影响。这种弯曲是由于磁台的安装表面和工作表面的温度不同而产生的。图3—40所示是新型结构电磁吸盘，它能保持工作表面和安装表面温度均匀一致。

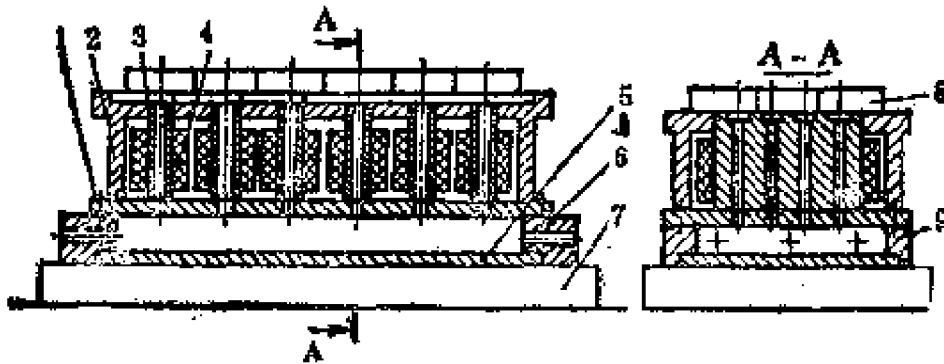


图3—40

磁力工作台的底座1上固定有本体2，后者的工作表面上带有孔口和纵向槽，孔口内嵌入带电磁线圈4的扁平铁心3，且底座上的孔与铁心里的孔相通。当一组工件8依次安装在工作台的工作表面后，电磁线圈4接通电源，磁力线经工件闭合，把它们牢牢吸住。磁台的工作表面供给冷却液，沿磁台槽子流动的冷却液的温度接近工作表面温度，并经铁心和底座上的孔流入纵向板9、横向板6和盖5组成的贮水槽内，冲洗磁台底座，使其温度达到或接近工作表面温度，使得磁台截面的温度均匀一致，以消除工作表面的变形。冷却液经横向板的孔流入机床工作台7。这种磁台的温差不超过 0.5°C ，

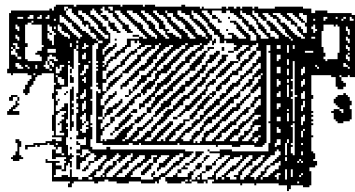


图3—41

工作表面的变形弯曲不大于 $2\mu\text{m}$ 。

为了减小磁台本体 1 的变形，如图 3—41 所示，在其内制有垂直分布的孔，冷却液从槽 2 和 3 进入，有助于本体上下部分温度均匀一致。

172 联——浮动多位夹紧装置

图3—42所示联——浮动多位夹紧装置，可用于统一尺寸精度的金属、非金属材质的圆柱形、扁形等适当几何尺寸工件的铣、刨端平面、斜面、侧平面、槽形和齿形的加工。经相应改进定位板的 V 型槽和浮动压板的夹爪数目，可加工尺寸较小的 8、12 或 16 个工件。若装上可翻转的钻模板又可用来钻孔、铰孔和攻丝。对于中批量以上的零件进行成组加工，工作效率可成倍增加。

支柱铣槽装置与机床的定位，是靠图中安装于铣床工作台上 T 型槽内的两定位键 2 来实现的。工件的定位主要靠定位板 20，板上根据被加工工件直径的大小、数量加工出偶数个 30° V 型槽（考虑工件受切削力很大，注意 V 型槽的高度要超出基准 B），其槽形要经热处理（RC40~45）和磨加工（光洁度要在 $\nabla 6$ 以上），各槽形的尺寸精度以及对基准 B 的各有关形位公差，都有一定的要求（具体数值视被加工工件的尺寸精度、互换性等因素来定）以保证各工件加工尺寸的一致性。

夹紧采用联——浮动原理，通过与杠杆连接的一组浮动

压板(如图中件7、18、15、12), 当旋动螺母4时通过浮动压板(件12、15)的夹爪(夹爪处可装入硬橡皮), 将夹紧力均匀传递给每个工件, 同时将全部工件一次夹紧。

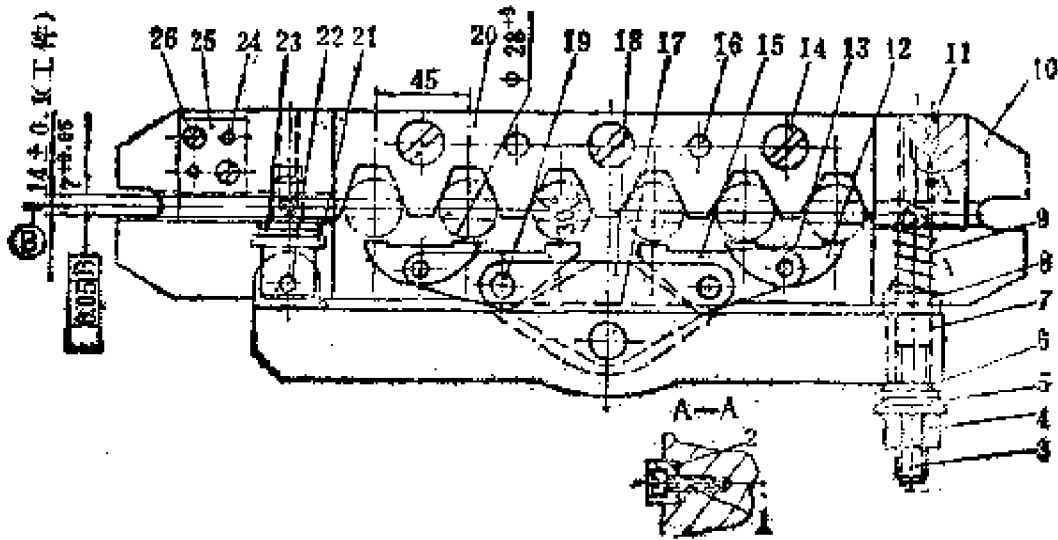


图3-42

- 1—沉头螺钉; 2—定位键; 3—螺栓; 4—螺母; 5、6—球面垫圈; 7—杠杆; 8—垫圈; 9—弹簧; 10—底座; 11—螺丝; 12—浮动压板; 13—圆柱销; 14—沉头螺钉; 15—浮动压板; 16—圆柱销; 17—圆柱销; 18—浮动压板; 19—圆柱销; 20—定位板; 21—软铁叉架; 22—圆柱销; 23—调整垫圈; 24—圆柱销; 25—对刀块; 26—沉头螺钉

使用时, 工件夹牢后借助对刀块25对刀。一次(或二次)进刀将全部工件加工完毕松开螺母4, 弹簧9即可将杠杆和全部浮动压板脱离工件。

● 螺纹车削装置 ●

173 车多头螺纹新装置

车削多头螺纹(或蜗杆等)的关键是解决分头的方法, 它

关系到加工精度和工作效率。这里介绍一种结构简单、操作

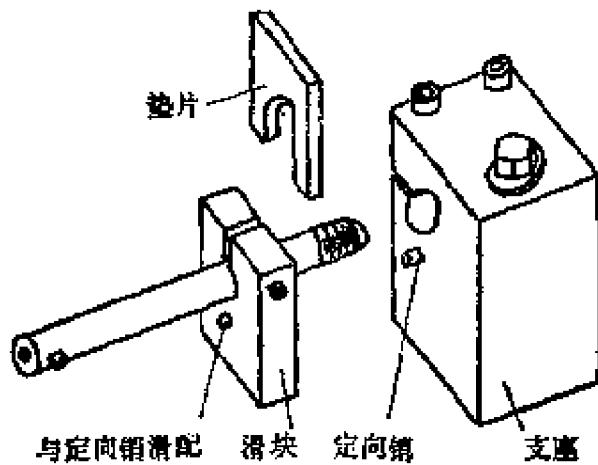


图3-43

方便、工作可靠的新装置，它可用来加工两头、三头或任何头数的螺纹。其结构如图3—43所示，在矩形支座上镗削镗杆支承孔并铣槽，钻、攻两个紧固螺钉孔，再钻一垂直通孔，以使用螺钉拧入T

型槽螺帽，把该装置夹固到车床的刀架座上，钻铰一定向销孔，装定向销。然后，另做一可夹紧在镗杆任意位置的滑块，其上钻铰有与定位销滑配合的孔。最后根据需要做一片或几片U型垫片。

使用时，将支座牢牢固紧到刀架座上，将镗杆穿入支座，把用定向销定向的滑块调到适当位置，然后用六角螺帽在背面把镗杆拉紧，并拧紧两个紧固螺钉，便可用普通方法车出一条螺旋线。车完第一条螺旋线后，把两个紧固螺钉和六角螺帽松开，使镗杆向左移动，在滑块和支座间插入一U型垫片，再将镗杆固紧，即可车第二条螺旋线，以后各条照此进行。

使用该装置的关键是垫片的厚度，它应严格与螺距（或导程/头数）相等。车第一条螺线时，不用垫片，车第二条垫一片，车第三条垫两片，依此类推。

174 一种车削锥管螺纹锥度的方法

在车床（如C620-1）溜板箱上加装一挂轮架，用来车削

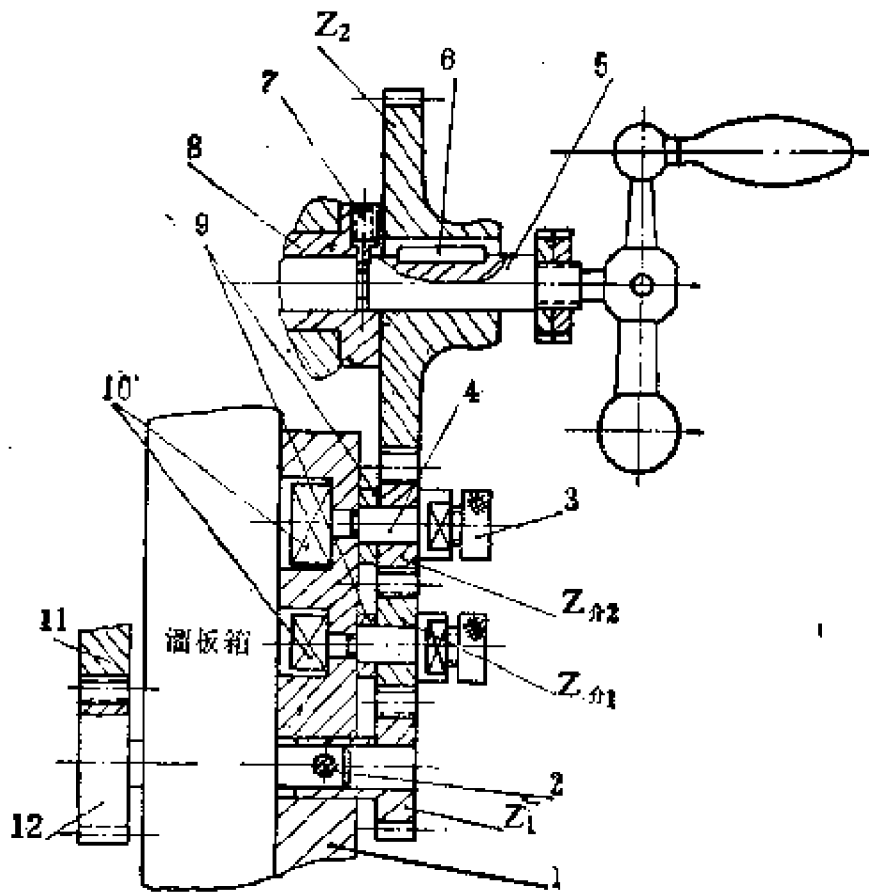


图3—44 溜板箱挂轮装置结构图

1—挂轮架；2—销子；3—滚花油塞；4—介轮轴；5—中托板横进给丝杆；6—导向键；7—紧定螺钉；8—支承套；9—垫圈；10—T型槽螺母；11—齿条；12—齿轮

锥管螺纹等零件的锥度，可以获得较高的锥度精度。与其它方法相比，挂轮法装置的结构简单、适应性强、装拆使用方便，也可加工内锥度。

挂轮装置结构如图3—44所示。挂轮架1用原偏心盘紧定螺钉固定在溜板箱上。主动齿轮 Z_1 安装在与齿条11相啮合的齿轮12的轴上，用原销子2固定。经中间齿轮 $Z_{介1}$ 和 $Z_{介2}$ ，带动装在中托板横进给丝杆5上的被动齿轮 Z_2 。原支承套8改短，并把油孔螺钉改成既供润滑油，又起紧定作用的紧定螺钉7。横进给丝杆5上加工出定位槽，用以阻止丝杆轴向窜动。其传动比计算如下：

$$i = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{S_{\text{纵}}}{S_{\text{横}}} = \frac{Z_1}{Z_2} \quad \text{或} \quad i = \frac{K}{2} \cdot \frac{S_{\text{纵}}}{S_{\text{横}}} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

式中, α 为工件斜角; K 为工件锥度; $S_{\text{纵}}$ 为齿轮 12 (也即挂轮 Z_1) 转一周, 纵托板移动的距离; $S_{\text{横}}$ 为横进给丝杆 5 转一周, 中托板移动的距离; Z_1 、 Z_2 为挂轮齿数。

例如: 在 C620-1 型车床上加工 $K = 1:16$ 的工件锥度。该车床齿轮 12 的模数 $m = 3\text{mm}$, 齿数 $Z = 12$, 横进给丝杆 5 的导程 $S_{\text{横}} = 5\text{mm}$ 。即

$$\begin{aligned} \frac{Z_1}{Z_2} = i &= \frac{K}{2} \cdot \frac{S_{\text{纵}}}{S_{\text{横}}} = \frac{K}{2} \cdot \frac{\pi m Z}{S_{\text{横}}} \\ &= \frac{1}{2} \cdot \frac{16}{5} \cdot \frac{\pi \cdot 3 \cdot 12}{5} \approx \frac{41}{58} \end{aligned}$$

根据中托板移动方向的需要和两轴的中心距, 中间需加两只中间齿轮 $Z_{\text{介}1}$ 和 $Z_{\text{介}2}$ 。

操作时, 将小刀架顺时针方向旋转 90° , 用以调整吃刀深度和控制进退刀。

175 车螺纹快速对刀规

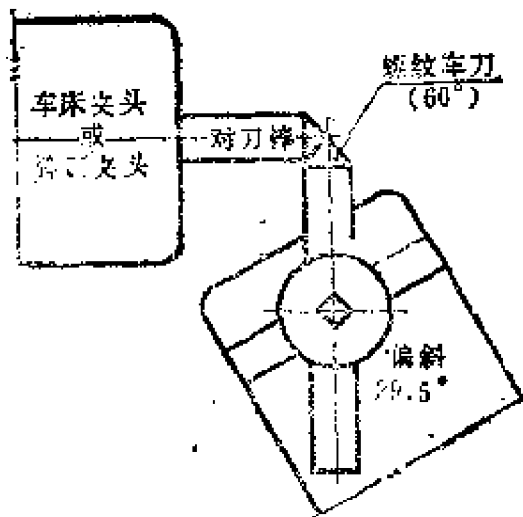


图 3—45

图 3—45 所示对刀规, 它只需将一根适当长度的冷轧钢棒车削成半角为螺纹角的锥角, 也包括标准螺纹角 60° 、 120° 的锥角。此对刀规夹持在车床三爪卡盘或弹簧夹头上, 刀具对着对刀规的锥角尖部进行靠拢调整, 对刀规将精确表示正确的角度和刀片中心的高

度。

如生产批量大，或夹头已夹有工件，无需将其卸下，只要将对刀规夹在尾座钻夹头上即可，其效果相同。

176 高速管螺纹车削装置

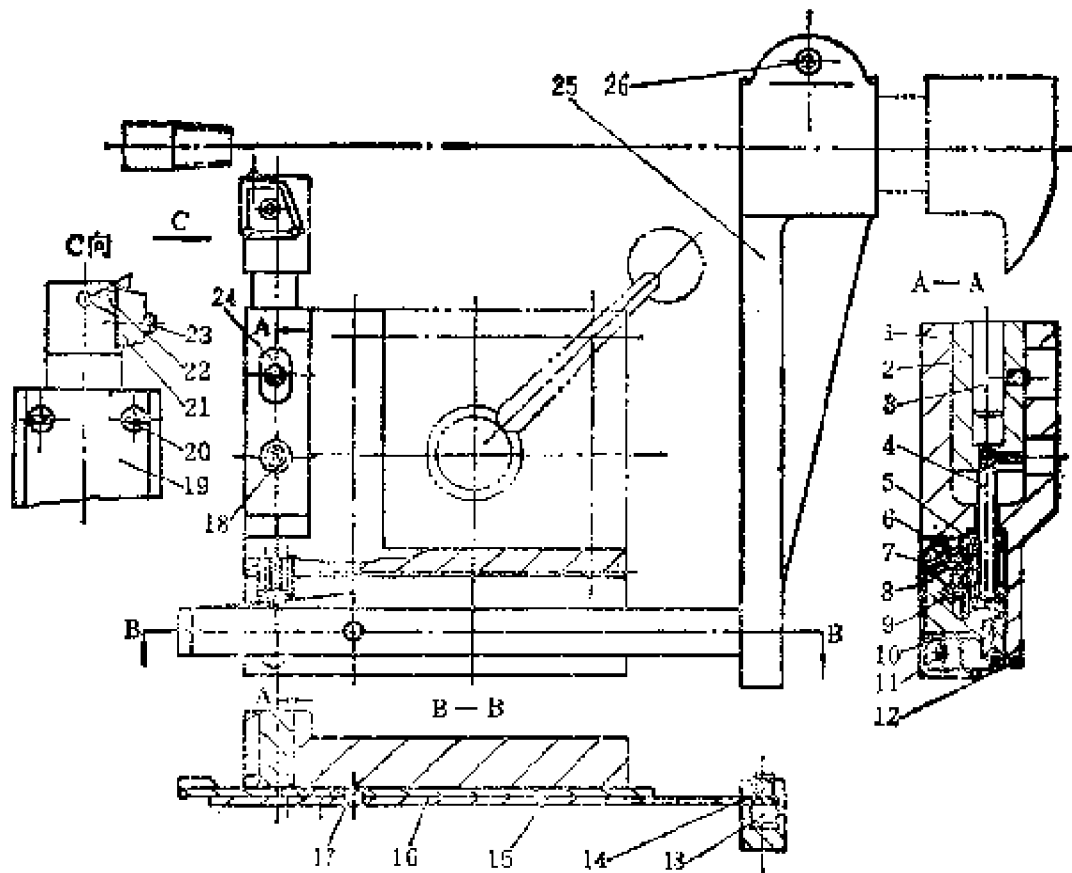


图3-46 高速管螺纹车刀装置

1—刀排体；2—长方形滑块；3—小刀槽；4—顶杆；5、7—弹簧；6—顶销；8—杠杆；9、11、13、17—铸轴；10—挡轴；12、22—压板；14—螺母；15—导板；16—导程板；18、20、24—螺钉；19—盖板；22—刀头；23、26—内六角螺钉；25—支架

本装置可用于普通车床刀架上，加工圆柱螺纹和锥形管螺纹(锥度一般在 30° 以内)。其结构如图3-46所示，将刀排体1装夹于车床刀架上，导程板16用销轴17与导板15连结，再通过销轴13、螺母14与固定在尾架套筒上的支架25连结。

进刀时，移动大托板(手动、机动均可)，使顶杆4沿着导程板16滑动，由于小刀排3用螺钉固定在同顶杆4相联结的长方形滑块2上，从而使车刀进行仿形进给。导程板16可按照工件的锥度制备、更换。另外，导程板上有若干只插销轴17的调节孔，用以调整车刀的进给位置。车削圆柱形螺纹时，只需换用无斜度的导程板即可。

在导程板16下平面尾部处有一逐渐凸起的凸肩(见B-B视图)，当刀排体带着顶杆4沿导程板16完成进给运动后，凸肩便逐渐把杠杆8压下(即绕销轴9转动)，使联锁在一起的挡轴10迅速脱离导程板16，从而顶杆4在弹簧5作用下和导程板16一起向后弹出，完成退刀动作。

当刀架回到起始切削位置时，在弹簧7的作用下，杠杆8转动，使挡轴10顶上导程板16，自行恢复起始进刀状态。

支架25下平面铣有长槽，以便销轴13在槽内可以滑动，避免梗塞。

177 车削螺纹用自动进刀装置

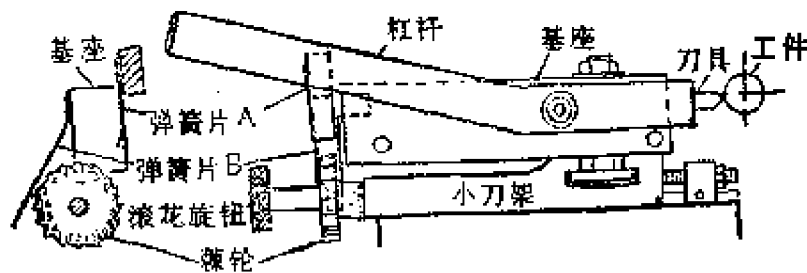


图3—47

图3—47所示的装置是切削单头螺纹用的自动进刀附件(为简单作图起见，一些细节如槽、螺孔等均未画出)。该装置的基座是一块矩形钢板，用螺栓固定在小刀架上。基座上制有螺孔，以便能用台肩螺栓将夹持着车刀的杠杆固定在底

板上。杠杆还作为操纵手柄使用。在基座的一侧装有两只销钉，一只装在杠杆的前端承担切削力，一只装在后面于杠杆被压下时起限位作用。在进给丝杠上，增设一只棘轮和一只滚花旋钮，这种棘轮机构的驱动由装在杠杆上的弹簧片A完成。装在基座另一侧面上的弹簧片B用以阻止棘轮逆转。

切削螺纹时，首次进刀按通常车削的方法进行，一车到末端，杠杆被压下，抬起切削中的刀头，这时拨动棘轮，使小刀架的进刀机构进刀，然后拖板返回至原始位置，随即抬起杠杆使之带着刀头回到切削位置。这个过程反复进行，直至螺纹被车到足够的深度为止。进给丝杠复位时，防转弹簧片从棘轮上抬起，刀架就得到了重新调整。

如有需要，可在小刀架上增加可调制动器，以帮助调整。棘轮上刻有数字，使用十分简便。棘轮的齿数由车床的大小和进给丝杠的螺距确定。台肩螺栓上的弹簧垫圈用来增加摩擦力，以确保杠杆所需要的位置。若条件许可，杠杆的二个行程可用于二倍的切削深度。而当附件被拆下时，棘轮和滚花旋钮可仍然留在小刀架上。

178 楔形双螺母的加工

图3—48所示是C620-1普通车床的横进刀丝杠螺母。为便于调整消除间隙，采用楔形双螺母结构。螺母拧到丝杠上应保证中间的间隔尺寸为16mm。一般的加工方法是将零件1与2铸成整体，加工完螺纹后再划线切开。切开的螺母

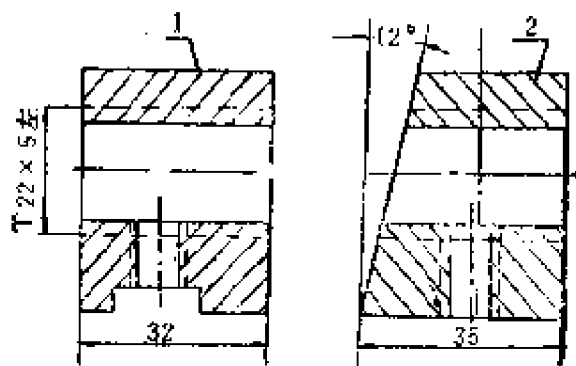


图3—48 楔形双螺母

应成对拴在一起，装配时不能互换。

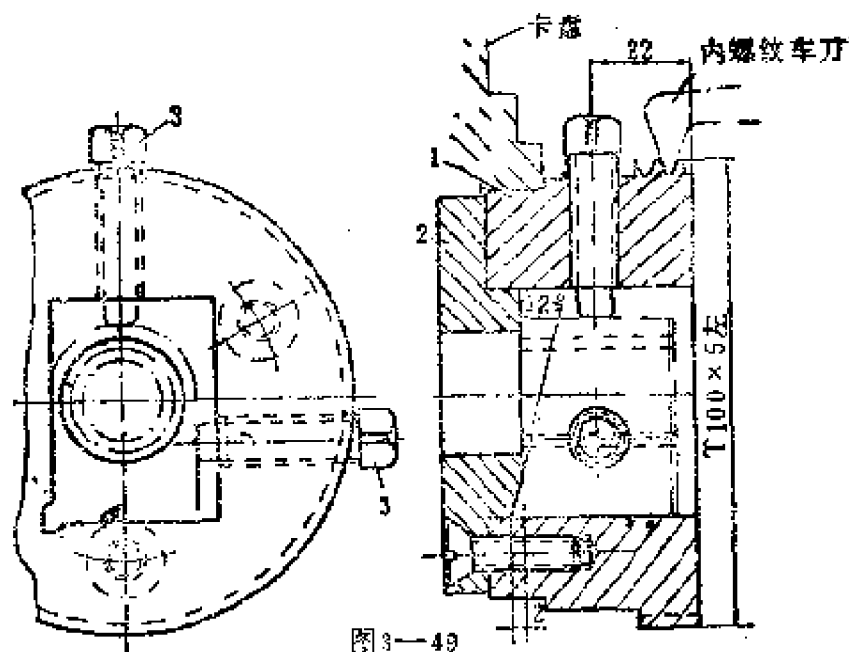


图3—49

1—夹具体，2—后盖，3—紧定螺钉

采用图3—49所示简易夹具加工的螺母，则可任意互换。加工时，先把夹具夹紧在车床卡盘上，再将外形加工完毕的单个螺母放入夹具体内，左端靠死，交替地逐渐紧固两个紧定螺钉3，经钻孔后按夹具外螺纹对刀（合上车床的对合螺母，用手移动小溜板，使内螺纹车刀正好落在夹具外螺纹齿沟中间），车削零件的内螺纹。在最后光车前，最好再对一次刀，以防刀架走动。

● 芯轴夹头 ●

179 盘类零件实现装夹自动化的夹具 ——电动弹簧芯轴

图3—50所示的电动弹簧芯轴与自动卡盘配套使用，可

大大减轻劳动强度，提高劳动生产率和加工质量，且使用寿命超过了手动弹簧芯轴。这种芯轴由电控箱、电动机、传动轴(这三部分与电动卡盘公用)、少齿差减速器及弹簧芯轴五部分组成。其工作原理如下：

启动电机，通过主轴孔内的传动轴 1 以高转速小扭矩传至少齿差减速器的偏心套 2，带动少齿差减速器转动。输出内齿轮 3 带动结合子 4 低速转动，并通过其内螺纹与滑块 5 的外螺纹拉动接头 6 作轴向移动，进而带动弹簧芯轴内拉杆 7 随之运动，实现弹簧芯轴 8 外径涨缩的目的。弹簧芯轴 8 用三个 M8 螺钉固定在壳体 9 上。在心轴 8 固定前，需先测量与壳体 9 配合的定位基面。如振摆超过 0.01mm，可将此面光一刀(一般每次光刀量均可小于 0.05mm)，然后再安装芯轴 8。为保证

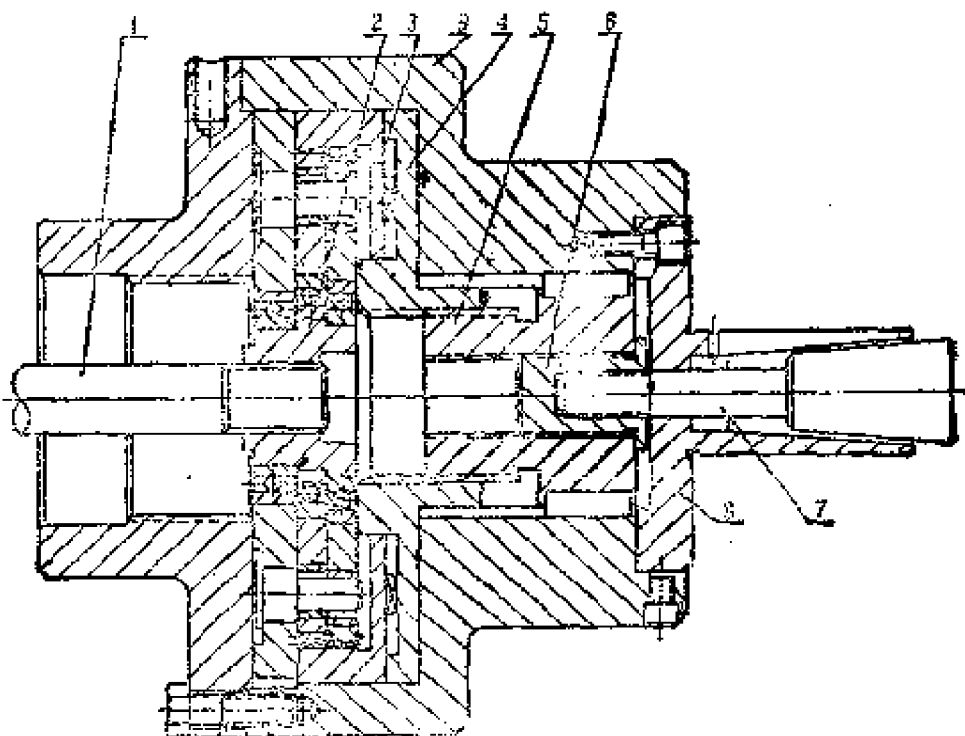


图3—50 自动弹簧芯轴

技术要求及注意事项：

1. 件 8 弹簧处外径振摆允差 0.03mm；
2. 不上工件时不允许随意夹紧，以免涨坏件 8；
3. 松开时行程不要过大，以控制件 7 与件 8 刚好脱离为宜。

该件的回转中心与主轴同心，壳体9 前端外径上的四个M8螺钉，可用来进行微量调整，使心轴8的径向跳动保证在0.01mm以内。这样加工出来的盘形零件外圆、端面与内孔的同心度和垂直度，均可在0.02mm左右。

180 圆柱圆锥合体式芯轴

图3—51所示是带轴颈式齿轮类零件，在机床齿轮中是很常见的，而且多数用于机床主传动，因此齿轮的精度等级均不低于7-D₁，内孔对轴颈外圆的跳动通常不大于0.02mm，一般 $L/D \geq 3$ 。对于这类零件，一般采用圆锥芯轴以孔定位来精加工外圆和齿部，但加工精度往往达不到设计要求。而采用图3—52所示的圆柱、圆锥复合式芯轴，通过试磨使用表明，零件轴颈外圆的跳动(检查也采用该芯轴)都没有超过0.015mm，且大部分(15件)在0.005~0.01mm之间。由于装配基准对加工基准跳动很小，齿轮精度也达到了设计要求。该芯轴结构的特点是：(1)芯轴的右端圆柱部分起定位作用，左端锥度起锁紧作用。为减小工件与心轴的间隙，圆柱部分可分2~3级制造。(2)该芯轴为外圆磨、磨齿机通用，其结构尺寸以满足磨齿机要求为原则。

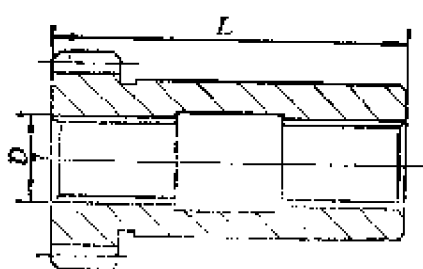


图3—51 带轴颈外圆的齿轮
 $L=175\text{mm}$ ；花键孔内 $6-40 \times 35 \times 10$ ；轴颈外圆对内孔跳动量允差0.02mm；齿轮精度7-D₁。(JB 179—80)

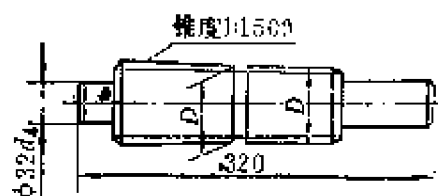


图3—52 圆柱、圆锥复合式芯轴

在采用锥度芯轴时，工件一端与芯轴锁紧以后，另一端

与芯轴的间隙(检查时即反映为外圆的跳动量) = 芯轴的锥度 × 工件的长度。若用1 : 400的锥度芯轴加工长为175mm的零件, 则外圆跳动量为0.044mm。采用复合式芯轴时, 特别是圆柱部分采用分级后, 工件一端与芯轴的锥度部分锁紧, 另一端与芯轴的圆柱部分间隙不超过0.01mm, 因而跳动很小。当孔径相差0.01mm时, 若用1 : 400锥度芯轴, 轴向位移40mm; 而用复合式芯轴, 轴向位移只有15mm。而且对于磨齿机, 不需经常调整砂轮的冲程, 使用方便。

181 代替划线的圆分度定位工具

法兰盘等零件上的圆周等分孔的加工, 一般多用划线、敲洋冲眼后再进行钻孔, 加工麻烦, 孔位精度不易保证。如果在钻床上加装一套如图3—53所示的分度定位工具, 也就是将工件先在此工具上用直径5mm的中心钻头钻出等分定位中心孔, 以代替划线打洋冲眼, 然后再在钻床上正式钻孔, 则可使工效

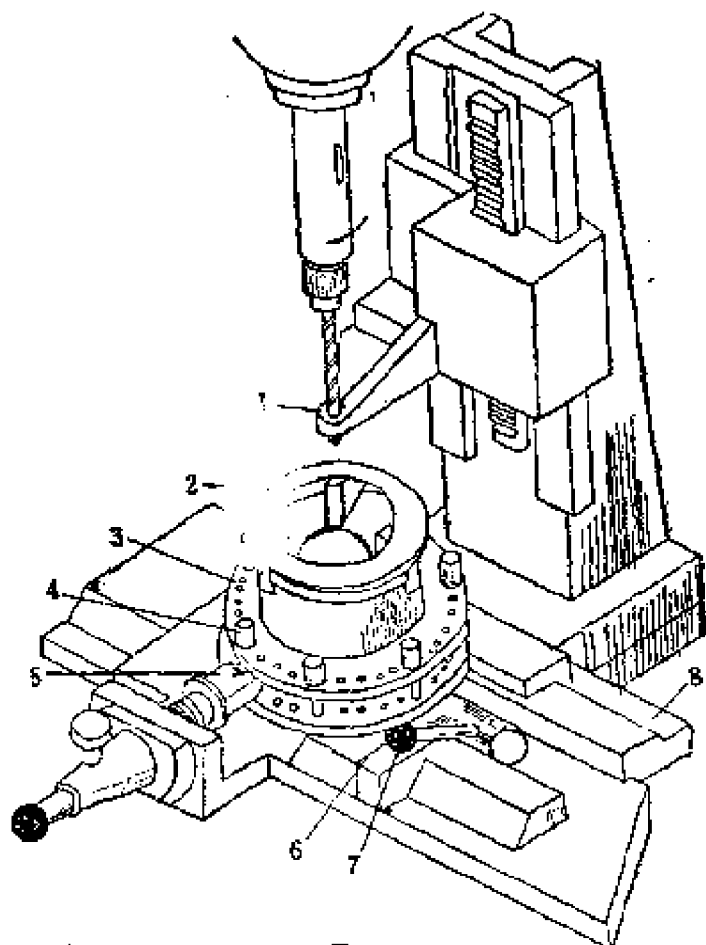


图3—53

- 1—定心钻套; 2—工件; 3—72等分分度盘;
4—选择插销; 5—分度定位叉; 6—游标尺;
7—半径固定手柄; 8—钻床工作台

提高 20 % 以上,且加工孔位精度也稳定,可在 0.05~0.1mm 以内。

本工具采用插销叉钳定位。使用时,可先按图纸要求的等分数,在分度孔盘上选好分度孔位,然后插上相应数量的插销,即构成所需要的等分度盘。分度圆周半径尺寸用一根 300mm 游标尺(用废游标卡尺改作,游标读数为 0.02mm)控制调节。

182 可控制左右卡爪开合量的夹头

当从斜向(或圆弧)装卸零件某一侧卡爪开合量受约束时,若采用图 3—54 所示装置,则可取得较好的效果。其结

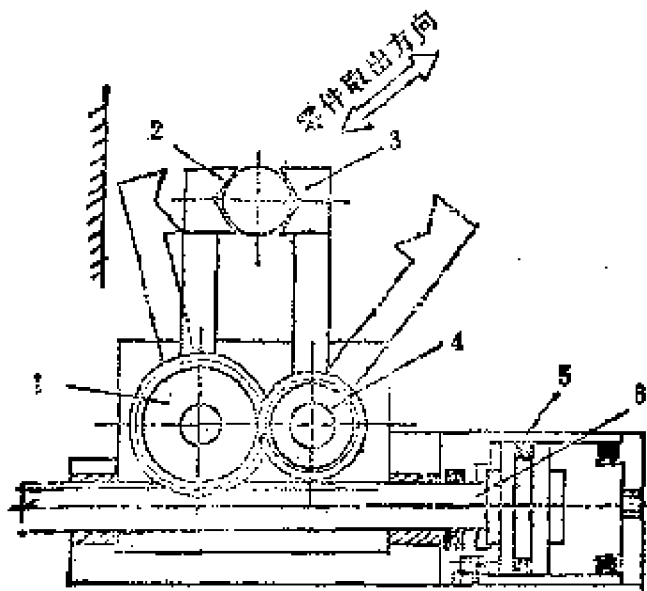


图 3—54

1—大齿轮;2、3—卡爪;4—小齿轮;
5—汽缸;6—圆形齿条

构是,大齿轮 1 与圆形齿条 6 啮合,当汽缸 5 带动齿条运动时,使大齿轮 1 作回转运动并带动连接在大齿轮上的卡爪 2 运动,同时带动与大齿轮 1 相啮合的小齿轮 4 的回转,而小齿轮的回转又带动与小齿轮相连的卡爪 3 运动。由于大小齿轮的齿数不同,故可控制卡爪 2 和卡爪 3 的开合量。

183 离心式自动夹头

图 3—55 所示离心式自动夹头,主要由集力圆盘、离心

球、弹簧、弹簧夹头等10个零件组成。调节螺母的内、外螺纹分别和调节螺丝及弹性夹头相连接。三个离心球均匀分布，每个球柄的中间各有一 $\phi 3\text{mm}$ 小孔，三根小弹簧分别通过小孔连接成环形束圈。它的束紧力不大，不影响离心球的扩张，其作用主要是在工件加工结束之后，配合弹簧使离心球快速恢复到原来静止位置。

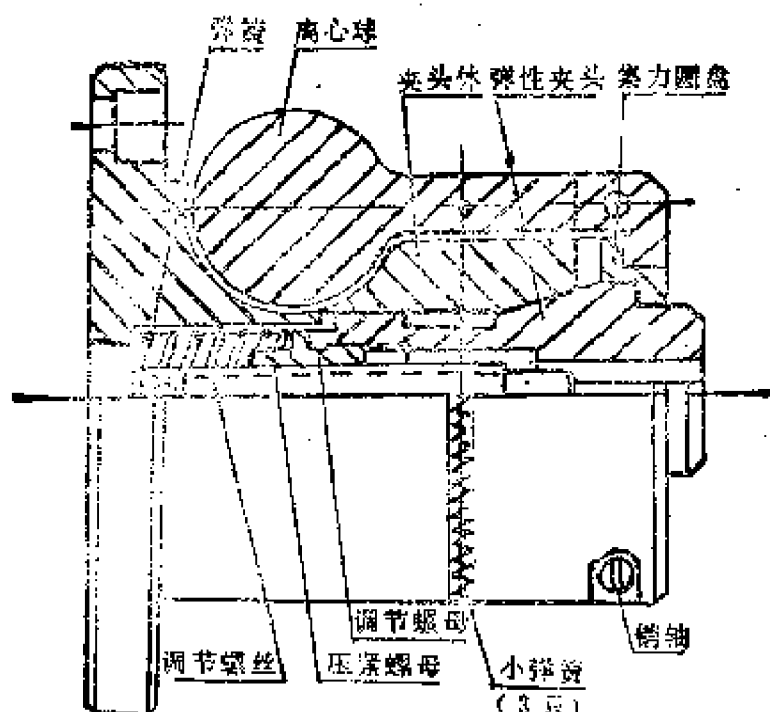


图3—55

使用时，将离心式自动夹头装在普通车床的四爪卡盘上，当把工件装入弹簧夹头后，开动机床，夹头随车床的卡盘旋转，由离心作用使离心球向外扩张，离心球的尾角向里压迫集力圆盘，推压弹性夹头，将工件夹紧。

为了安全，可加一罩壳。但考虑到离心球扩张后的角度并不太大，不加安全罩也可。该自动夹头与普通车床四爪（或三爪）卡盘相比，由于节省装夹辅助时间，可提高工效3倍。

184 使四爪卡盘的校正更方便迅速

在四爪卡盘上找正工件是很麻烦很费时的。但只要能在卡盘的端面上靠近卡爪安上四块刻度牌，就可迅速方便地进行找正。如图3—56所示，先用百分表校正好一根圆棒（最好用卡盘所能夹持的最小直径），然后把刻度牌固定到卡盘的端面上，使零点对正卡爪的某一标记线参考点。图中利用每一卡爪后端 45° 倒角所形成的棱作标记，把零点放在卡爪外侧（当夹持直径最小时），便能使标记在整个范围内起作用。这种方法不仅有助于迅速找正工件，而且对车偏心也极为有益。

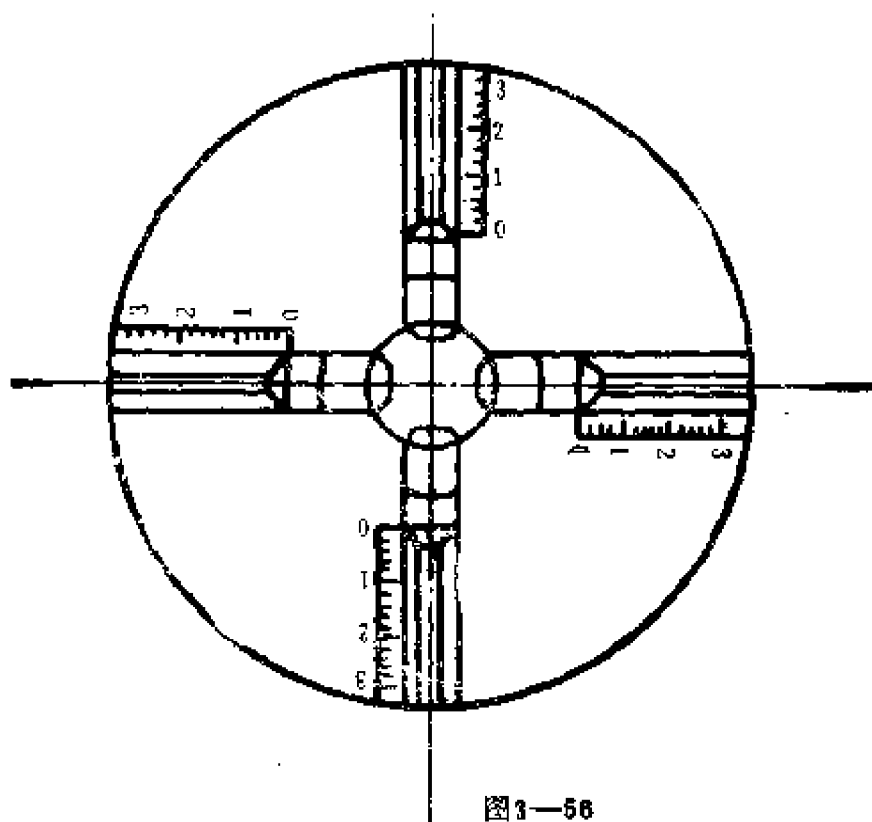


图3—56

185 填充密封胶的弹性夹头

弹性夹头在使用过程中，开槽处往往会掉进铁屑，尤其是弹性夹头处于垂直状态使用时，积存铁屑的机会就更多。

在这种情况下，就会影响夹头的弹性变量和使用精度，有时还会将夹头的配合面擦伤。为解决这一问题，可利用一种特殊性能的胶，填充在夹头的开槽处，如图3—57所示。填胶和夹头粘接在一起，使开槽处有密封性能；同时又利用密封胶的弹性，保持夹头的伸缩性能不变。这种填料的原料和配制方法是：密封胶(XM-22B)95；增粘剂4；硫化膏(11号)0.8；促进剂(22号)0.2。将配料按比例放入容器里搅拌均匀后，涂在弹性夹头的开槽里，在常温下使填料凝固。在放入填料之前，先将弹性夹头放在汽油里清洗，然后再放到丙酮里清洗一次，把弹性夹头开槽里的油污和杂质清除掉，方可往开槽处充填料，否则会影响填料和弹性夹头之间的粘接性能。如果其它部位有填料时，应清除干净，以免影响夹头的精度。用该法配制的密封胶工艺简便，并可耐高温110~130°C，低温-50°C。使用实践证明，这种密封胶耐油能力强，和弹性夹头粘接牢固，没有开裂现象。尤其在精密机床上应用这种弹性夹头时，能保持机床的使用精度，延长卡头的使用寿命。

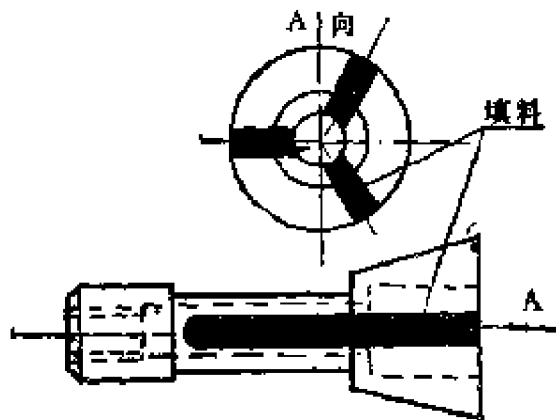


图3—57

186 无级等高垫铁

在龙门刨床或镗床上加工各种工件时，必须把工件压紧在工作台上才能加工。在一般情况下，压紧工件的方法如图3—58所示，是用螺钉、压板及垫铁利用杠杆原理把工件压

紧。尤其是在大型机床上有的压紧处高达1米多，高低不定，变化范围大，以致给操作者带来很多困难，花费很大的工作量和很长的辅助时间。无级等高垫铁可提高工效，减少辅助时间，现简介如下：

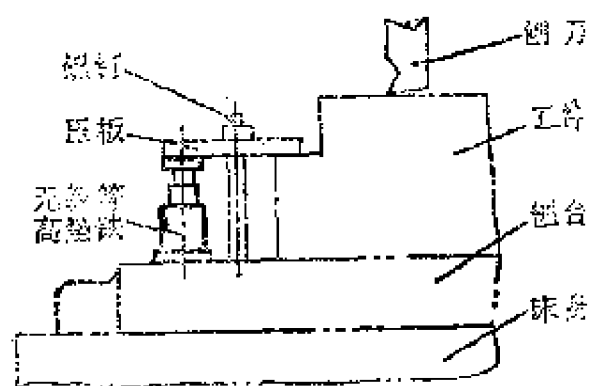


图3—58 无级等高垫铁使用例图

采用如图3—59所示的新的无级等高垫铁，可以省力、省时。它由螺帽、中间调节杆及底座等组成，可根据不同的机床和不同的加工工件设计成几种规格。一般设计成200~350mm、350~550mm、550~900mm和900~1600mm四种规格就能满足使用要求。大的调整量可以升降中间调节杆，该杆的外径为 $\phi 69\text{mm}$ ，并车有方螺纹，螺距为12mm，螺纹深6.5mm，在 180° 的两边铣成 90° 的扇形缺口螺纹（见B—B剖视图）。在调节杆的上端顶部车

的扇形缺口螺纹（见B—B剖视图）。在调节杆的上端顶部车

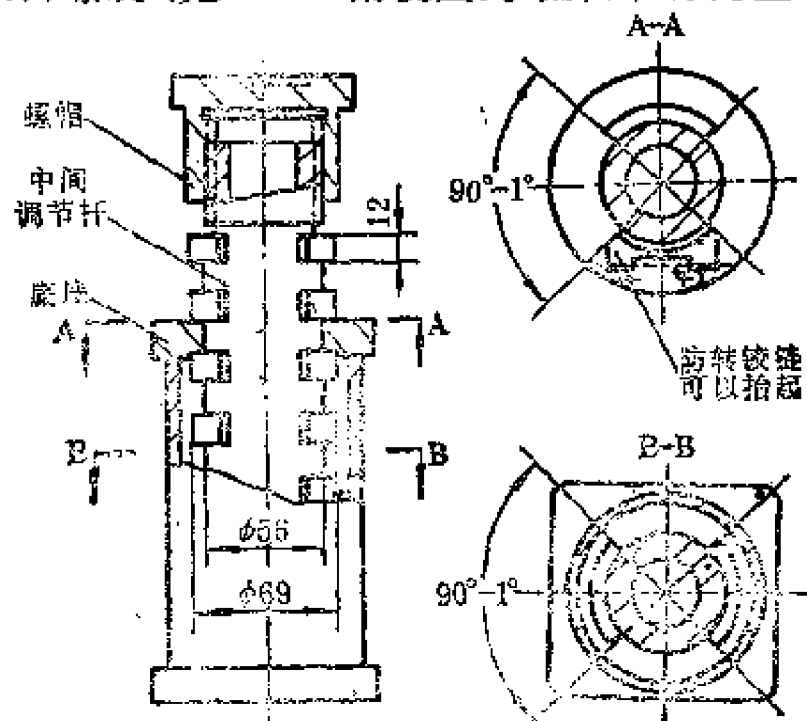


图3—59 无级等高垫铁组装图

有M56×2螺纹作微调用，转动调节杆上部的螺帽，就能升高或降低，其最大调节量为15mm。在底座上部与中间调节杆接合处的两边也要制成90°的扇形缺口螺纹（见A—A剖视图），以便装入中间调节杆。

为了保证使用安全，防止中间调节杆自动下滑和出现事故，在底座上部的扇形螺纹旁边，加一可转动的或可移动的防止中间调节杆转动的装置（见A—A剖视图），该装置在调节中间调节杆时，可以抬起。

187 芯轴两则

适于车、磨、铣和钻等工序用的胀套式芯轴如图3—60

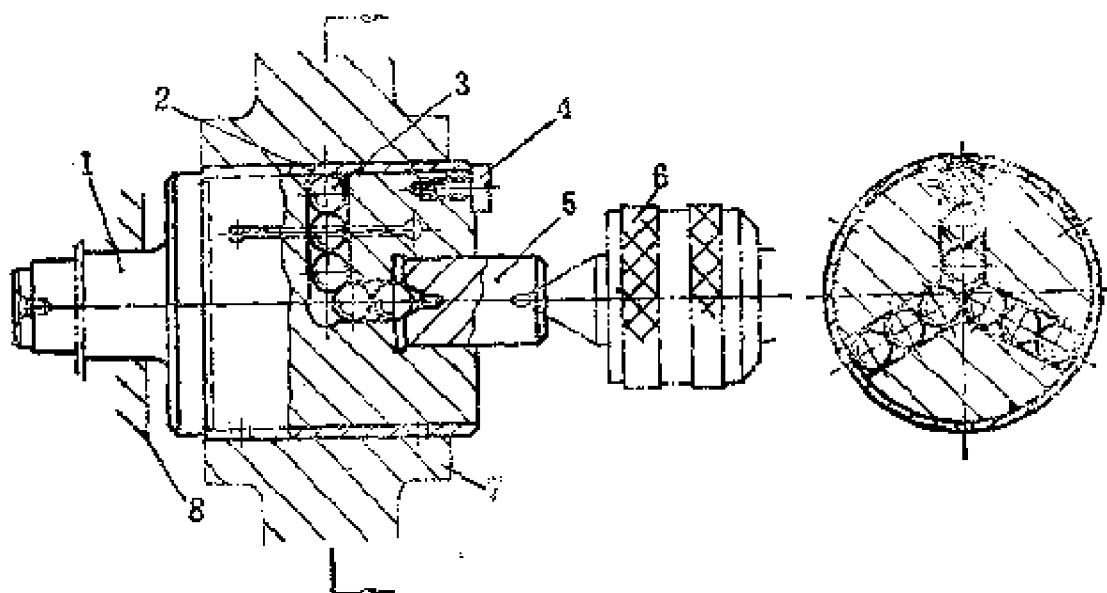


图3—60 胀套式芯轴

所示。主体1尾部为莫氏锥柄与机床主轴8联接，外圆柱表面与胀套2成过渡配合；轴内孔与径向三孔相通，钢球3在其孔中滚动。端孔与顶柱5滑配合。为具有弹性扩张作用，胀套2薄壁上均布有三个轴向开口，由螺钉4予以限定。为保证芯轴的同轴度要求，外圆定位表面要以工件定位孔径精度配

磨。顶柱5两端备有中心孔，一孔顶着钢球3，一孔利用机床尾座顶尖6支承并产生轴向力，使胀套2撑紧工件7。

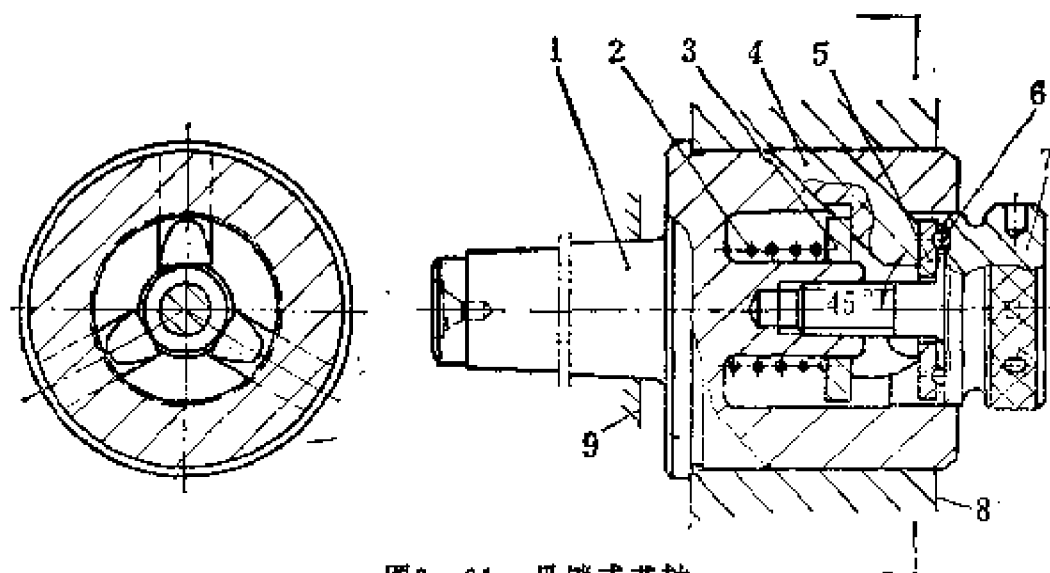


图3—61 爪销式芯轴

图3—61所示是爪销式芯轴。芯轴1与主轴9联接的一端为莫氏锥柄，另一端根据工件8定位要求配制圆柱面；与轴线呈 45° 的壁上斜孔中分别滑配三个爪销4。压紧螺钉7旋拧在芯轴1的内螺纹孔中，借其轴向位移，使钢球6、推圈5的轴向力同时推动三个爪销4产生径向作用力，使工件8在芯轴1上定位，然后紧固螺钉7，工件被夹紧。弹簧2、滑圈3穿套在芯轴1内圆柱上，为减少摩擦阻力，内腔注有甘油。由于工件的定位圆柱面与三个爪销端部弧面同位于一个圆柱表面上，因此要求芯轴装配好后应按工件定位孔径精度配磨。

●装卸工具●

188 用弹性芯轴取盲孔里的轴承

更换机壳中（特别是盲孔）的旧轴承时，使用弹性芯轴可

使卸取工作大大简化。

自制弹性芯轴时，如图 3—62 所示，先取一段外径比旧轴承内径大一些的冷轧钢棒料，在车床上车削，芯轴外圆一端的尺寸与旧轴承内径配车（大约比旧轴承内径小 $0.0025\sim 0.0051\text{mm}$ ）。然后，按图示在芯轴中心钻孔，孔口车 60° 内锥（见 A—A 剖面），

并开弹性槽长度约 25.4mm 。最后，用一只普通六角螺钉（或者内六角螺钉），在六角头部车 60° 外锥（此锥度与芯轴内锥度配车），螺钉比芯轴长些，要能穿出芯轴内孔并能拧上螺母。

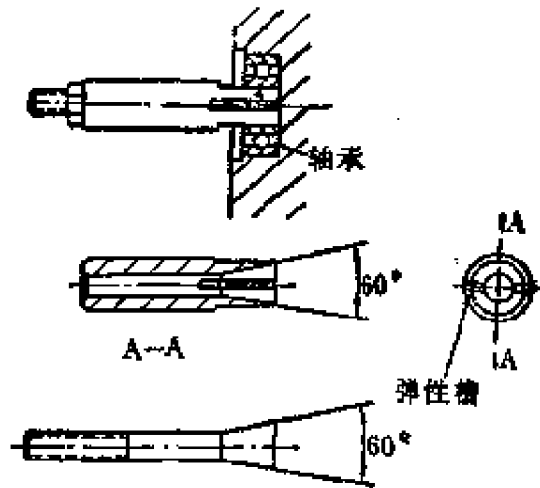


图 3—62

使用时，先将螺钉穿过芯轴内孔，并在螺钉出头的螺纹部分旋上螺母。然后，将芯轴放入旧轴承内孔中，旋紧螺母，使芯轴头部扩张，达到与旧轴承紧密配合的程度，便可取出旧轴承。

189 盲孔拆卸工具

图 3—63 所示是盲孔拆卸工具。对于小孔零件，如图 (a) 所示，按轴套 1 的原孔径选择适当的丝锥攻丝，然后拧上惯性锤接杆 2，用惯性锤把套拔出。对于大孔零件，如图 (b) 所示，把工具放在被拆的轴套 1 中，用定位环 3（根据工件大小可以更换）定位，按螺母体 5 上的通孔划线、钻孔、套扣，并用六角头螺钉 7 和轴套紧固成一体，再用扳手转动丝杆 4，

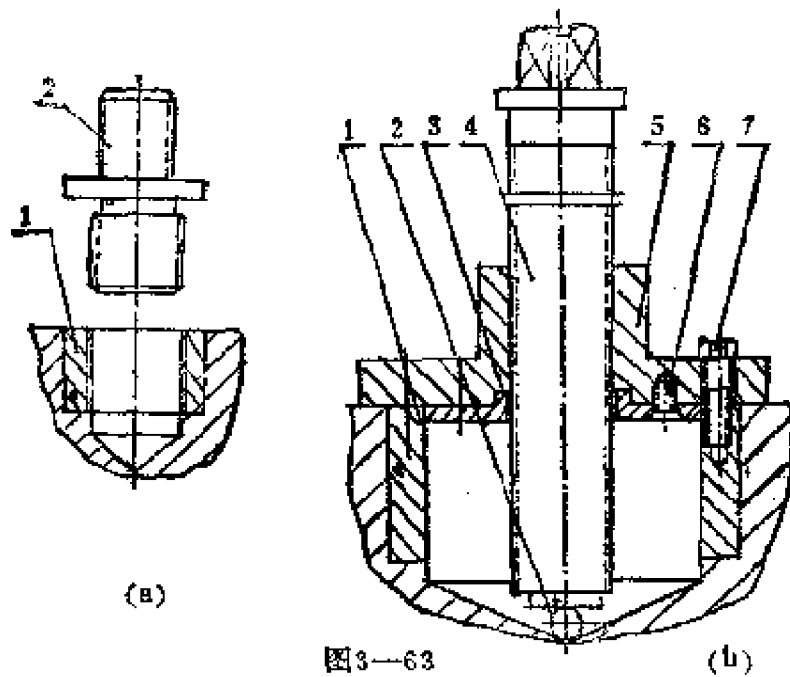


图3—63

直至丝杠头部抵住钢珠 2，这样就产生了轴向力，使螺母体带动轴套一起提出。

190 松动大螺母的方法

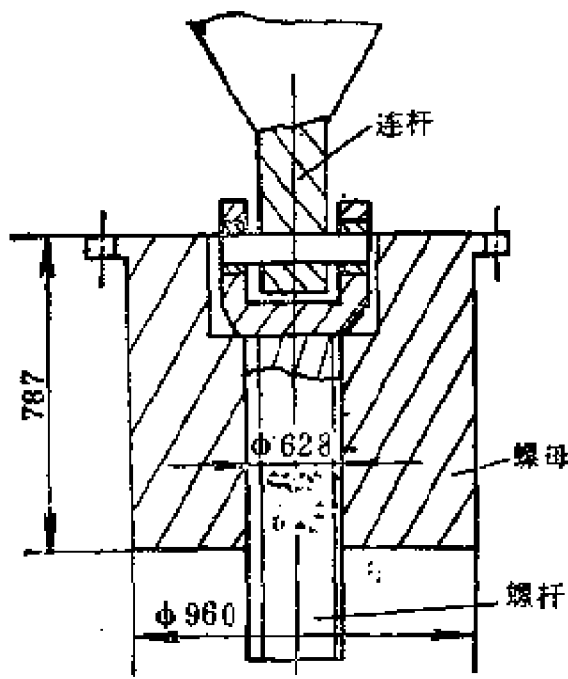


图3—64

类似图3—64所示(压力机滑块部分)的大螺母被卡死在螺杆上端时，可采用图3—65所示工具拆卸，即先把经过淬火的锯齿形块分别装在四分之一的半圆环上，再用8条螺栓把四分之一的半圆环连接卡紧在大螺母的外径上，并检查锯齿形块与螺母外圆柱面接触是否均匀，然后用两个3万千克的液压千斤顶分别顶在夹具的力臂

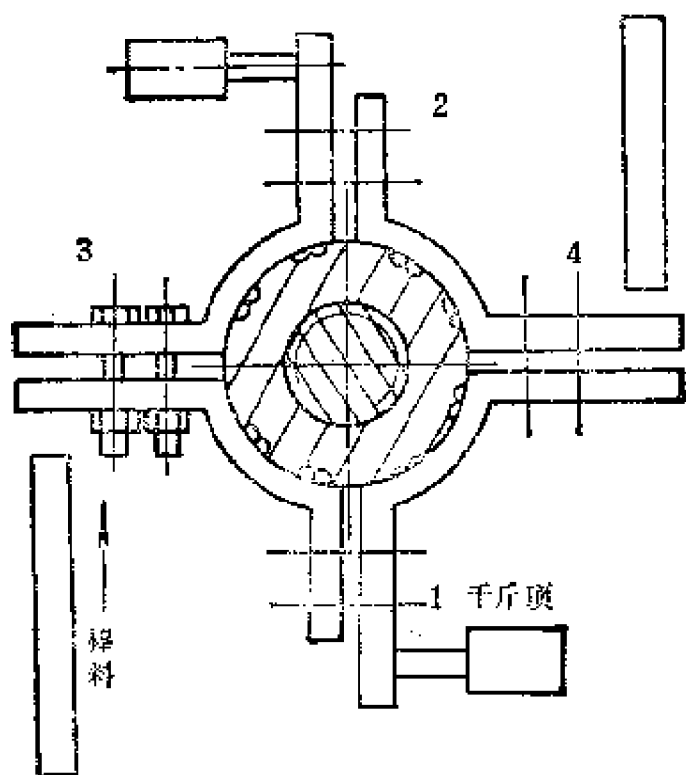


图3—65

1和2处，再次拧紧连接工具的螺母。最后用棒料撞击力臂3和4处，一边撞击加压，一边继续拧紧连接螺母，这样连续几次，大螺母便可逐渐松动。

191 装拆螺钉的一种简易工具

图3—66所示为一种用手难于接近螺钉位置的安装螺钉的工具。它由两段弹簧钢丝制成。一段长钢丝弯折成件1，其末端成V型开口，用来夹取安装的螺钉。另一段短钢丝弯成件2，可沿件1上滑动。此工具的确切尺寸可根据具体螺钉及安装情况而定。

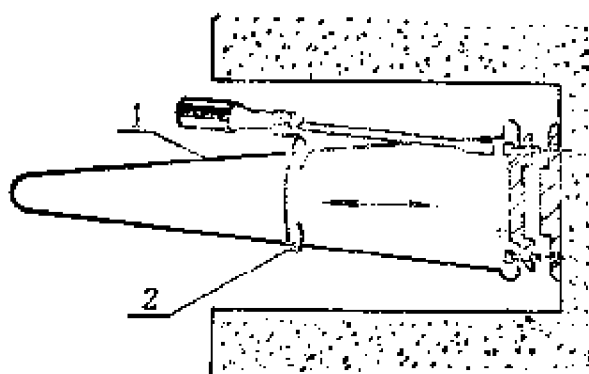


图3—66

192 取出断丝锥

普通的硬质合金镶片麻花钻，可用来取出断入工件内的丝锥。如图3—67所示，先用碳化硅砂轮修磨钻头的几何形状，然后根据断丝锥的大小来修磨钻头直径。用此钻头在断丝锥中心钻一合适的通孔，再用冲头将断丝锥击碎，将碎片取出即可。

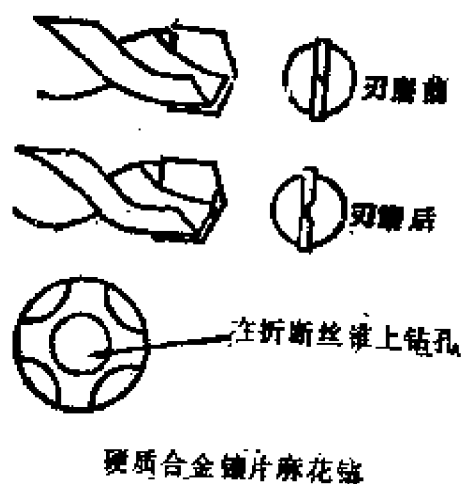


图3—67

193 橡胶嵌条安装小工具

有机玻璃和拉门铁皮的连接，是用汽车橡胶密封条镶嵌

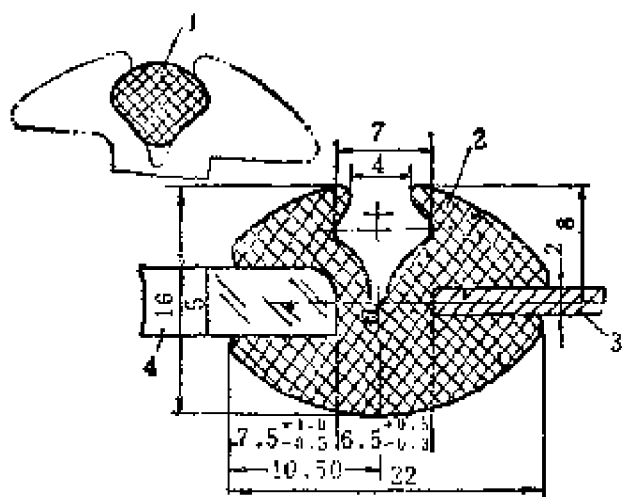


图3—68 鸡心形橡胶嵌条

1—鸡心形嵌条；2—橡胶密封条；3—拉门铁皮；4—有机玻璃

的方法，如图3—68所示。这种方法很难将有机玻璃窗、拉门铁皮安装得犹如一个整体，其关键是当铁皮拉门和有机玻璃嵌入橡胶密封条的狭槽内以后，要将鸡心形橡胶嵌条1装入橡胶密封条2的鸡心形槽内。使用图3—69所示

橡胶嵌条安装小工具，此困难可迎刃而解。

该工具是一根长约300mm的弯成半圆形的铁皮针，头部较尖细。镶装橡胶嵌条时，随着弯针向前推进，不断拨开

橡胶密封条鸡心形槽的两个牙形尖角，让该工具后面的橡胶嵌条很自然地进入鸡心槽内，而后又被复原回来的橡胶密封条鸡心形槽口的两个牙形尖角所包住。为了加快镶嵌速度。可以用滑石粉做润滑剂。

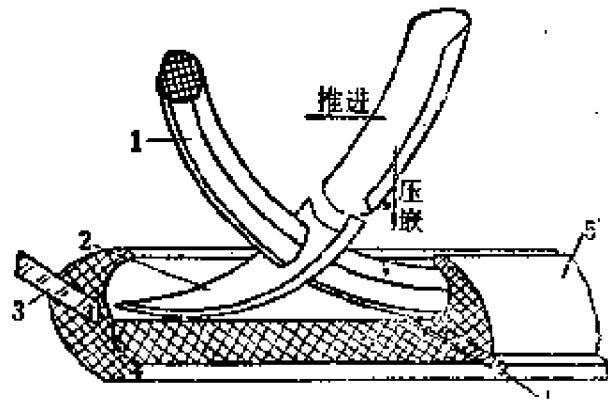


图3—69 橡胶嵌条安装小工具工作原理图
1—橡胶嵌条；2—橡胶嵌条安装小工具；3—有机玻璃；4—拉门铁点；5—橡胶密封条

194 镗床空心套与钢套温差装配法

大修镗床时，一般均采用修复镗杆，换配钢套的方法，如图3—70所示，钢套放在较长的空心套内，空心套与钢套以过盈联接承受转矩和轴向力。采用同时用二氧化碳气体

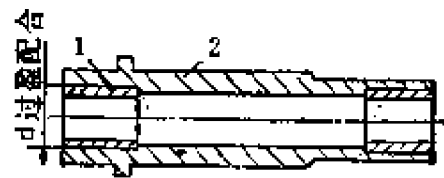


图3—70

1—钢套；2—空心套

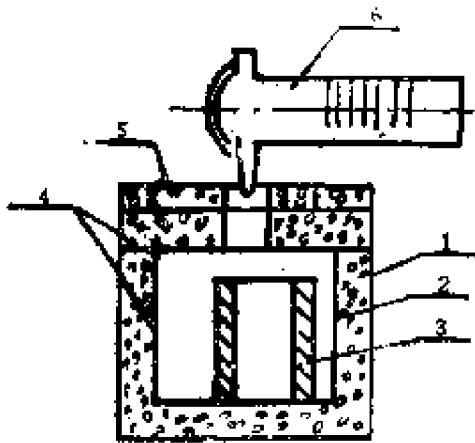


图3—71

1—外桶；2—内桶；3—钢套；4—保温材料；5—盖；6—灭火器

一般一瓶即可) 慢慢地喷入到桶内，桶内温度可达 -50°C 左

冷却钢套，用油加热空心套以提高温差的装配方法，具有周期短、费用少、装配方便又无变形等优点。其具体做法是：如图3—71所示，先将钢套放入能保温的桶内，然后将二氧化碳气体（用二氧化碳灭火器，

右；与此同时，将空心套的一端放入盛有机油的桶内加热。当达到所需温度后，手戴棉手套将桶内的钢套放入空心套内即可。其具体计算方法是：测量空心套与钢套配合的过盈量 Y_{max} ，计算出钢套冷却的收缩量 δ ，再确定油桶内油的加热温度 T 。

$$\delta = -[\text{冷却温度 (一般取 } -50) - \text{环境温度 } t] \times 8.5 \times 10^{-6} \times d \text{ (}\mu\text{m)} \quad (d - \text{钢套外径})$$

$$T = \frac{Y_{max} + \Delta - \delta}{11 \times 10^{-6} \times d} + t \text{ (}^\circ\text{C)}$$

式中， Y_{max} 为过盈量 (μm)； Δ 为装配间隙 (μm)，一般取 $\Delta = d/2000 + 10$ ； d 为空心套内径 (μm)； t 为环境温度 ($^\circ\text{C}$)； δ 为收缩量 (μm)。

例如： $d = 100\text{mm}$ ， $Y_{max} = 0.07\text{mm}$ ， $t = 20^\circ\text{C}$ 。则

$$\Delta = \frac{100 \times 10^3}{2000} + 10 = 60\mu\text{m}$$

$$\delta = -(-50 - 20) \times 8.5 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3 = 60\mu\text{m}$$

$$T = \frac{70 + 60 - 60}{11 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3} + 20 = 84^\circ\text{C}$$

第四章 维修

● 导轨 ●

195 机床导轨大面积咬伤的补焊

B2012A 龙门刨床由于断油造成整个V型导轨咬伤，其伤处长达1500mm、宽75mm、深3~3.5mm。对这种大面积咬伤，采用锡铋合金气焊修复的效果很好，现简介如下。

1. 焊条的制作：将纯锡55%（熔点231.85℃）、纯铋45%（熔点271℃）按重量比配好，一起放在坩埚或铁制容器中加热至完全熔化，并搅拌均匀（加热温度应控制在300℃以内，若温度过高，会使合金变脆，失去咬合力），然后将溶液倒在稍微倾斜的三角槽铁中凝固即可。焊条长度为300~400mm，宽为3~4mm。

2. 焊剂配方：氯化锌（ $ZnCl$ ）溶液按重量比配制，一分氯化锌加四至五分水。该溶液的浓度需严格控制。若浓度过高，补焊时则有锌盐析出，影响质量；浓度过低，因焊剂量少，不易焊牢。

3. 清洗工艺：先用干净的棉纱擦净导轨上要补焊处的油污，再用细钢丝刷刷去咬伤槽面的粉屑及污物，然后用脱脂棉蘸丙酮或四氯化碳清洗补焊的导轨，清洗到棉上不沾黑色

为止。

4. 补焊工艺：用特小号气焊枪(枪孔内径为1mm)，工作时氧气压力为430kPa左右(4~5kgf/cm²)；乙炔压力为氧气压力的1/10(可根据火焰情况具体调节；最好用瓶装乙炔，因为瓶装乙炔气流均匀，压力稳定)。清洗完毕，迅速用气焊枪在咬伤处预热，烧掉铸铁吸入的油渍，以免锡铋合金焊层的脱落。预热温度在300℃以内。先将锡铋合金在咬伤处融上薄薄一层，再用氧化锌溶液清理一次，然后将锡铋合金堆焊到略高于导轨平面。需要说明的是，为了防止热变形，补焊应分段进行，每段以100~150mm为宜。补焊时，当手摸导轨感到有点微热时就要停焊，等一会再进行。也可采用风扇等降温措施，防止导轨的热变形。

5. 修刮焊疤：当焊层完全冷却后，用平头刮刀修刮焊疤使其与原平面等高。若是大面积咬伤，在局部地方已找不到原来的V型基准面，可采用与工作台面V型导轨一起刨削的V型尺来研刮焊疤，使其与V型导轨的其它部位等高。

用锡铋合金气焊导轨大面积咬伤，不仅操作简易，修补迅速，而且对伤处的清洁工作要求不高，是较为行之有效的方法。

196 用铜铁合金铸铁板粘补车床托板槽

万能车床由于年久失修，导轨面与托板槽磨损量较大，本例达1.8mm，如果精刨，其尺寸差将达到2.5mm，无法再装合，必须换托板。这里，采用的是铜铁合金铸铁板粘补工艺，可以有效地予以修复。

1. 铜铁合金的配方和熔铸：铜60%，废钢10%，其余是灰

铸铁。熔铸采取分熔渗合法，即在开化铁炉的同时，用坩埚按铸件重量5%的比例先熔好铜水待用，当含废钢10%的铁水盛入铁水包后，立即把铜水倒入铁水，并用加热过的器具拌匀，然后倒入砂型铸成板条，冷却后便可进行加工。试验证明，这种铸铁具有较好的可塑抗弯性能，耐磨性好，能承受较强的冲力而不碎，很适用于作粘补车床导轨的材料。

2. 粘补合金板条的加工：如图4—1所示，先把大托板导轨槽刨去4mm左右，同时对车床导轨及尾座导轨、床头底座和其它各基准部位进行精刨，并按照车床设计规定的尺寸测算出托板和导轨精刨后的实际尺寸差。这个差数，就是需要粘补合金铸铁的厚度。然后根据各部分需要粘补的板条厚度的要求，把板条铸件在刨床上进行粗刨加工。在粗刨过程中，选一面作为粘合面，光洁度不需太高，但必须平整，以提高粘合效果。粘合面经粗刨之后，将板条翻转再半精刨另一面，并留出0.5mm的余量，以备精磨。精磨前，先把板条铣出2mm深的交叉形不通边油槽，并分布均匀地钻四个固定螺丝沉头孔，再把板条与导轨接触的滑动面放在平面磨床上进行最后精磨。板条加工好后，再用电钻按板条螺孔的位置在托板上钻孔攻牙，供安装用。

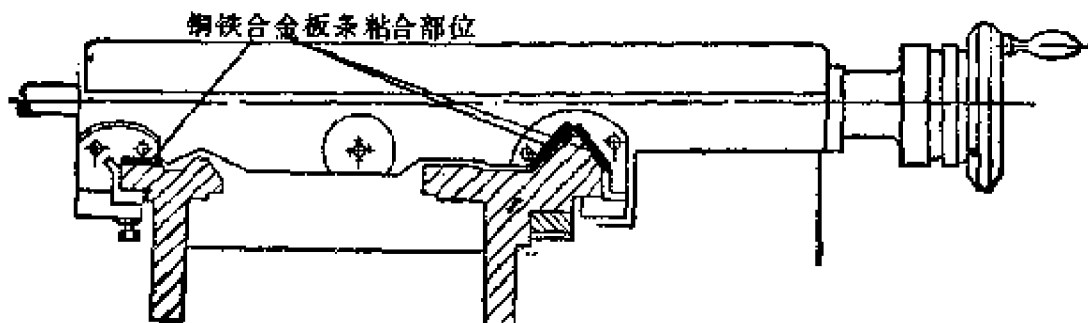


图4—1

3. 常用的粘结剂配方：(1)环氧树脂50%(长城牌)、环氧

漆（聚酰胺树脂）50%，并掺入适量的氧化铝粉做填料。（2）瓶装KH501胶粘剂，并掺入适量的氧化铝粉做填料。（3）环氧树脂6101按比例分量掺入10~20%磷酸三苯酯，6~8%无水乙二胺，并掺入适量的氧化铝粉做填料。这三种粘结剂配方可任意采用一种。

4. 粘结工艺：粘结前，先用汽油把被粘合物清洗一遍，再用棉纱布蘸丙酮进行最后清洗。为了增强粘合效果，在粘合面上涂匀粘合剂之后，还需将 $\phi 0.1\text{mm}$ 的漆包线用砂布擦去漆层，并用丙酮洗净，按“N”字形铺在托板槽面上，接着把合金板条与托板槽粘合在一起，用沉头螺丝固定紧，擦去溢出的胶液。最后把粘合的大托板翻转过来，扣入表面涂有一层薄黄油的车床导轨面上（黄油不得含杂物，导轨必须擦干净），并适当加压，经过24h待胶液固化后，进行最后刮铲，全部粘结工艺便告结束。此工艺亦可供其它机床导轨修补时参考使用。

5. 注意事项，粘结质量的优劣与清洗关系极大，因此粘结前的清洗一定要认真；为避免粘合后重创、重磨，在大托板刨粘合槽时，工件必须严格打表校正，以保证大托板粘合后的精度；由于粘合物之间垫入了 $\phi 0.1\text{mm}$ 的漆包线，粘合物的高度已相应增高，因此合金铸铁板条和拖板槽在加工时不需预留刮削量。

197 用锡铋锌镉合金钎焊机床导轨

用锡铋合金钎焊修补机床导轨时，若在锡铋合金中加入少量锌和镉，则可使焊条晶粒显著变细，钎焊易于掌握，没有气孔，而且焊接性能好，与导轨结合牢固，研铲时不易脱落，用大烙铁也能得到满意的效果。现简单介绍其配方及使

用情况。

1. 焊条的制作：锡50.9%，铋46.3%，锌0.9%，镉（按重量比，均用纯金属）。一般取锡550g，铋500g，锌10~20g，镉20~50g。先将锌溶化，再加镉，后加铋，最后加锡。全部溶化搅匀后，倒在20×20×1000mm角钢槽中，凝固成条状，每条长400~500mm。

2. 焊剂：用36~38%的试剂纯盐酸加10%蒸馏水，再加锌溶解后，即可使用。

3. 镀铜液的配制：参考《机床》杂志1977年第三期，36页。

4. 焊前清理与镀铜：先用汽油将需焊补的导轨部位擦净，再用烧碱水(NaOH)洗去油污（注意不要用手直接去洗，以免烧伤），也可用干净棉纱蘸四氯化碳或丙酮清洗（用丙酮效果较好），然后用废锯条磨尖到需要形状，刮光拉毛导轨，将沟槽清理至现出金属光泽。镀铜时，先用干净棉纱蘸1°镀铜液在拉伤部位反复涂擦，直到被镀表面现出一层均匀淡红色，擦干水分，再蘸2°镀铜液反复涂擦，直到成暗红色为止。最后检查镀层是否牢固。一般来说，如清洗干净，镀层不会脱落。

5. 钎焊：使用4.9N的火烙铁（或用紫铜棒敲成需要的形状）进行钎焊。由于焊条晶粒细，焊接性能好，又无气孔，所以容易掌握。焊好冷却后，即可按刮研要求进行修刮。

198 龙门刨床工作台导轨衬板的更换

龙门刨床床身导轨是机床主要部件之一，是相对位置和运动的基准。在更换工作台导轨衬板时，以床身导轨作为工艺基准，可以很容易地保证工作台面的精度和工作台齿条与主传动齿轮传动链的要求。为了使所换的导轨衬板与原导轨

衬板在精度方面相一致，尽量减少换导轨衬板的工作量，可采用预做样板与找正精刨成形的办法。

样板的制做与定位如图4—2所示。先调整机床的安装水平，使机床在纵、横两个方向上满足精度要求。再以床身导轨作为凹样板，将工作台分前、后两段自由放置在床身导轨上，使配合面A、B、C与床身导轨面用0.02塞尺塞不入为宜。然后在前、后两段工作台的两端面固定凸样板。因样板是刨削加工导轨衬板的唯一基准，所以制做时一定要保证精度。

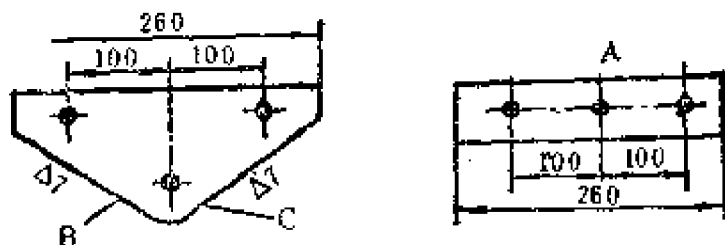


图4—2

换导轨衬板时，先将原导轨衬板编号后拆去，并按原样加工新导轨衬板成形。然后清洗工作台，将新导轨衬板粘接在工作台上，拧紧螺钉，压放48h。

精刨导轨衬板时，工作台分两段进行加工（因加工能力有限）。在精刨导轨衬板前，用样板找正工作台导轨面。其步骤是先直线找正前（后）段工作台两端凸样板B、C两面的直线度，

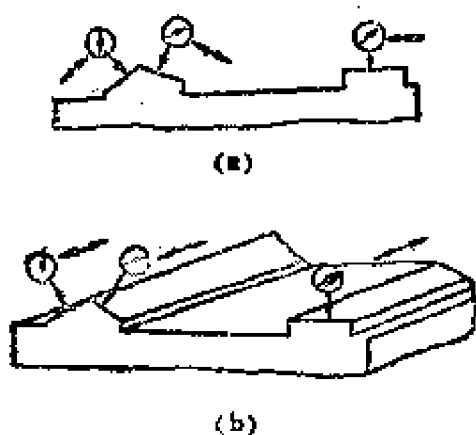


图4—3

如图4—3(a)所示，确定刀架刨削时进刀的角度，再找正前(后)工作台两端凸样板的等高度(图b)，以控制工作台导轨的直线度、倾斜度和平行度。此外，找正时还需注意：

(1)找正时需分析前(后)段工作台连接处的误差方向，使工

工作台两段在连接处误差同向；(2)装夹变形不可忽视，待工件夹紧后再用千分表检查。最后，精刨导轨。

刮研导轨衬板时，工作台前、后两段连接为一体，与床身导轨配研，铲研工作台导轨，保证接触面 $6\sim 10$ 点/ 25mm^2 。

按上述方法实施以后，机床运转情况良好，机床导轨副的发热现象明显改善。采用床身导轨作为更换工作台导轨衬板的基准，能够满足机床精度要求，工艺过程简单，加工方法简便，组装后工作台平面度能满足要求，工作台面无须精刨，适合机床使用部门设备维修的特点。以凸样板作为精刨工作台导轨衬板的测量和加工基准，可以随时发现刨削过程中的问题，可使整个工艺过程处于可控制状态。

199 车床导轨副的配磨

目前，导轨副的配磨主要有两种方式，一是用高效高精度的组合成形磨床来达到配磨要求；二是以高精度的普通导轨磨床配以精密的专用量具，严格控制导轨副磨削时的尺寸精度来达到配磨要求。在端面砂轮磨削的万能导轨磨床上，利用磨头的一次调整角补偿关系，代替上述比较费时的单独的角度控制工艺，效率高，适应性强，而且扩大了普通导轨磨床磨削多种导轨副的能力。

由图4—4可以看出，在磨削时利用导轨磨床的一次调整角分别磨出床身和溜板V型导轨的1—1'面和2—2'面，磨时不需对 90° 角作严格的控制，只要在精刨导轨的角度上对刀即可。这样磨出床身和溜板导轨的角度是一致的，1—1'和2—2'面分别平行，磨得的角度同样是 $90^\circ - \alpha$ 。磨削床身和溜板的平面导轨时，也是调整一次角度，如图4—5所示，两平面也彼此平行，它与V型导轨的组合转角 δ 在 $h = h'$ 时相同，因此必须对

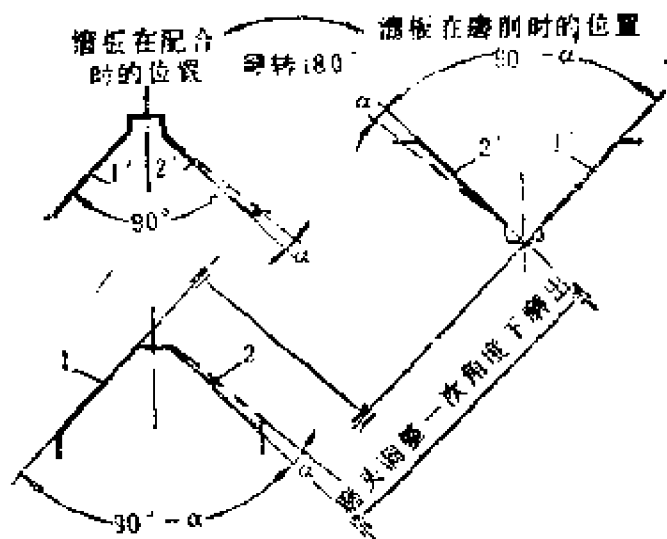


图4-4

工具胎上，如图4—6所示。此时溜板与床身的导轨面不要

平面和V型导轨的等高度作严格控制，使其相互补偿。

配磨的方法是：在磨削床身导轨的同时，将溜板按由原来的配合位置上沿横向翻转180°，移到床身的一端，安装在

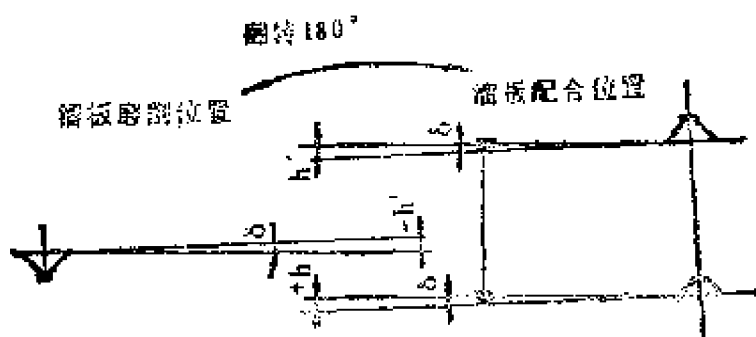


图4-5

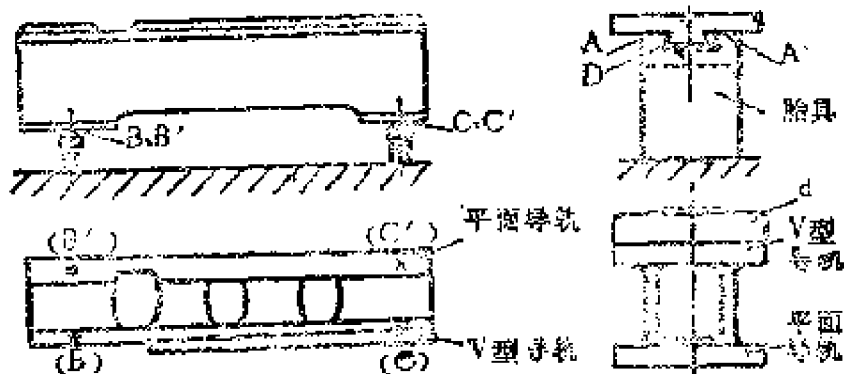


图4-6

求等高。床身经校正后即可进行磨削。先磨床身的两个平面导轨粗糙度达 $R_a 0.8 \mu m (\nabla 7)$ ，再移动导轨磨床的磨头磨溜

板的平面导轨。然后，调整磨头角度，如图4—7所示，磨床身V型导轨的 a_1 、 a_2 面粗糙度达到 $Ra\ 0.8\ \mu\text{m}$ ($\nabla 7$)后，磨溜板V型导轨的 a 面。最后，调整磨头磨床身V型导轨的 b_1 、 b_2 面粗糙度达 $Ra\ 0.8\ \mu\text{m}$ ($\nabla 7$)，检查导轨精度和V型导轨与平面

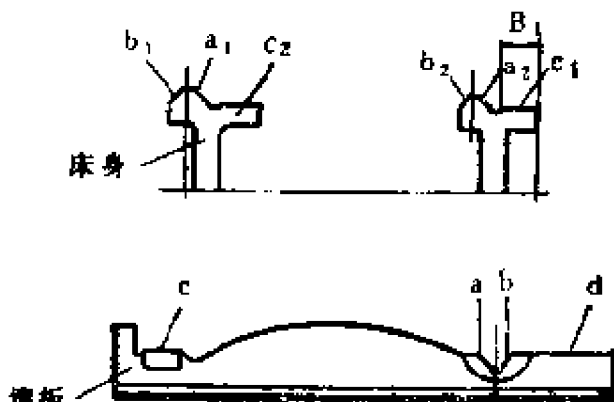


图4—7

面导轨的等高数，作好记录，再磨溜板V型导轨的 b 面，使V型导轨与平面导轨的等高数值符合要求，并进行合研检查。应该注意的事项如下：

1. 导轨磨床的行程应大于配磨床身、溜板磨削长度与三倍磨轮的越程长度之和。

2. 导轨磨床的精度在1m行程内必须保证纵向垂直平面内的直线度 $0.02/1000\text{mm}$ ；水平面内的直线度 0.01mm 以内，横向倾斜 $0.02/1000\text{mm}$ ，粗糙度达 $Ra\ 0.8\ \mu\text{m}$ ($\nabla 7$)；磨头在横臂上移动的直线性在500mm行程上小于 0.01mm 。

3. 导轨磨床的磨头必须调整与磨削表面近似垂直。当磨轮向一个行程方向磨削时，能见到工件表面呈网状刀花；向另一个行程方向只见到单纹刀花。这时磨削表面在横截面上是一条比较理想的直线，能避免中凸或中凹现象。

4. 安装床身和溜板的支承面(点)如图4—6所示，支承床身的 B 、 B' 及 C 、 C' 和溜板的 A 、 A' 及 D 面，在横向必须与导轨磨床的磨头横移方向平行。 A 、 A' 面在纵向与导轨磨床纵向移动方向平行，以利于控制等高和保证溜板刀架在成装后对床头箱主轴中心线的位置精度。为使配磨的溜板在装

配后滑动轻快平稳，溜板导轨面中凹 $0.01\sim 0.03\text{mm}$ ，合研时不接触。

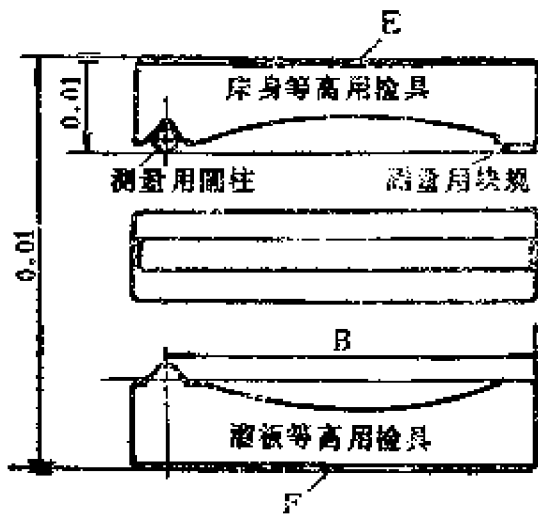


图 4—8

5. 检查 V 型导轨和平面导轨等高的检具如图 4—8 所示，其结构尺寸必须相对应，导轨面要对研，接触点每 $25 \times 25\text{mm}^2$ 内不少于 16 个，E 面与导轨面平行要求在 0.01mm 以内，F 面与 E 面对合后平行度要求在 0.01mm 以内。

6. V 型导轨与平面导轨不等高允差控制在 0.03mm 以内，相当于 $h/B < 0.0001$ ，使 C_1 平面在 B_1 宽度上有不大于 0.005mm 的偏差。为使平面导轨接触在外侧较重，允差要求控制方向，如图 4—5 所示，使 h 的代数和取正号。

● 轴承 ●

200 滑动轴承的修理工艺

1. 修理装配间隙的确定。根据如图 4—9 所示组合机件磨损曲线，确定适宜的初间隙。组合机件经过初磨时期后，只有在适当的初间隙 $S_{初}$ 时，磨损才正常地逐渐增加，当间隙达到最大值 S_{max} 以后，磨损又剧烈增长，出现事故磨损。间隙尺寸可根据经验确定：

$$S_{初} \leq (1 \sim 1.2)d/1000$$

$S_{初}$ 控制在 $(1.5 \sim 2.0)d/1000$ 以内。检修时，可先测量轴瓦的上间隙，然后将测得的间隙同原始记录的间隙相比较。如果实测间隙比原始间隙大 S ，即实际间隙等于 $S_{初} + S$ ，则要求检修或换轴瓦。

滑动轴承在修理过程中除顶间隙外，还有侧间隙，一般确定为顶间隙的一半，即 $b = S/2$ ，如图4—10所示。

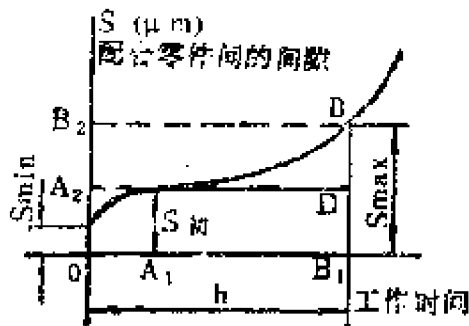


图4—9

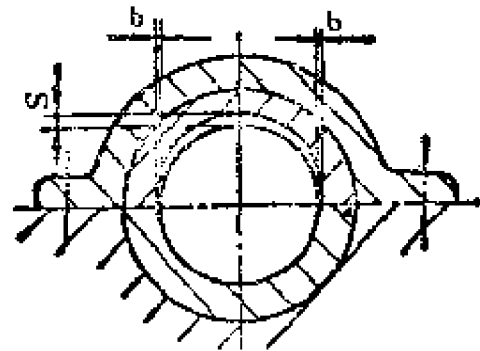


图4—10

顶间隙 $S_{初}$ 是保证液体摩擦的主要条件，侧间隙 b 则作为散热用。为了更好的起到散热作用，在侧间隙处要开冷却带（瓦口），如图4—11所示。瓦口尺寸不宜过小，且在轴向不能开通，否则易抱轴或漏油。瓦口尺寸常为：

$$h = \frac{2}{5} S = S (10 \sim 25) \delta$$

长时间的重载工作脉动负载，使得巴氏合金产生疲劳，同时造成裂纹，这些裂纹一直沿辐向扩张。当轴承继续工作时，因疲劳而产生的裂纹出现网状，导致轴瓦报废。在长期使用的轴承上可以观察到这类裂纹。

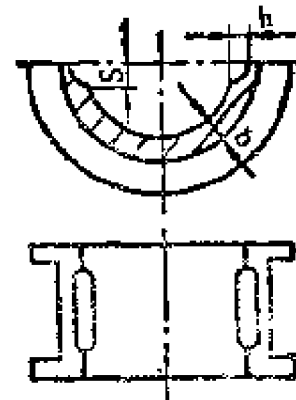


图4—11

2. 修理装配间隙的测量。在实际检修中，确定滑动轴承顶间隙的值，一般采用压铅法。

采用此法时，根据测量间隙的大小，选用直径为0.6~1mm的软铅丝或铅条（保险丝），按图4—12所示的位置安放。其顶间隙的平均值可按如下公式计算：

$$A_1 = \frac{a_1 + c_1}{2}; A_2 = \frac{a_2 + c_2}{2}$$

$$S_{\text{平均}} = \frac{(b_1 - A_1) + (b_2 - A_2)}{2}$$

用 $S_{\text{平均}}$ 减去理论计算的顶间隙 δ （或由经验确定的顶间隙），即为所需的垫片厚度。

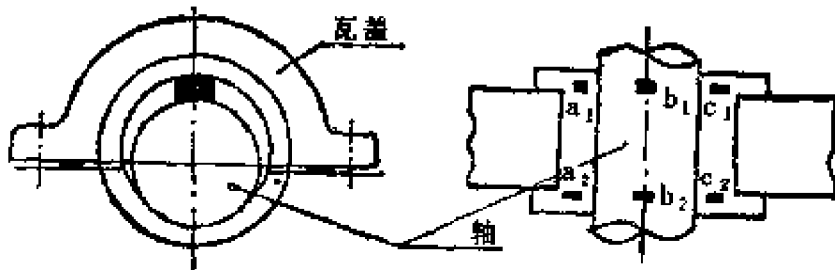


图4—12

除径向间隙外，工作时还存在有少量的轴向间隙。虽然大型减速器一般采用人字齿轮，轴向力是相互抵消的，但由于加工精度造成的齿倾斜角及齿厚的偏差，还因为设备运行时的振动和载荷的不平稳等原因，仍然存在少量轴向窜动。为此，应保持一定的轴向间隙，一般设备都采用轴肩定位，如图4—13所示。

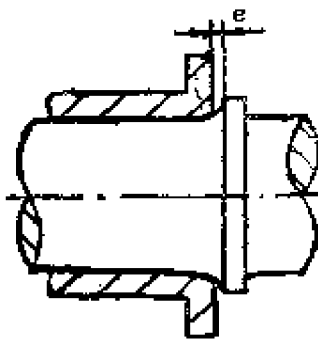


图4—13

但因长期使用，在齿轮副有误差时，轴向窜动加大，严重的可由高速轴传到主电机，引起转子轴向窜动而发生事故，因此轴肩的间隙也非常重要。装配时一般采用经验数值 $e = 0.1 \sim 0.8 \text{mm}$ 。如果超出此范围，就要对该瓦的端面进行

补焊并重新刮平，以达到上述间隙数值。

3. 轴瓦的找正。为使几个分置的轴承同心、平行，在检修中一般用拉线法进行检验。检查同一轴轴瓦的同心度，用一根直径0.25~0.5mm的钢丝系于固定的支架上，并使钢丝的紧固点能在水平面内移动，然后将钢丝按图纸尺寸与减速器找正，挂线后找其两孔同心。用这种方法可使精度达到0.01~0.04mm的范围内，如图4—14 (a) 所示。一根轴的轴瓦找正后，再找另一根轴的中心距L。轴瓦两内侧及轴颈的实际尺寸可用精密量具测量，见图 (b)。通过计算可确定中心距是否合乎要求：

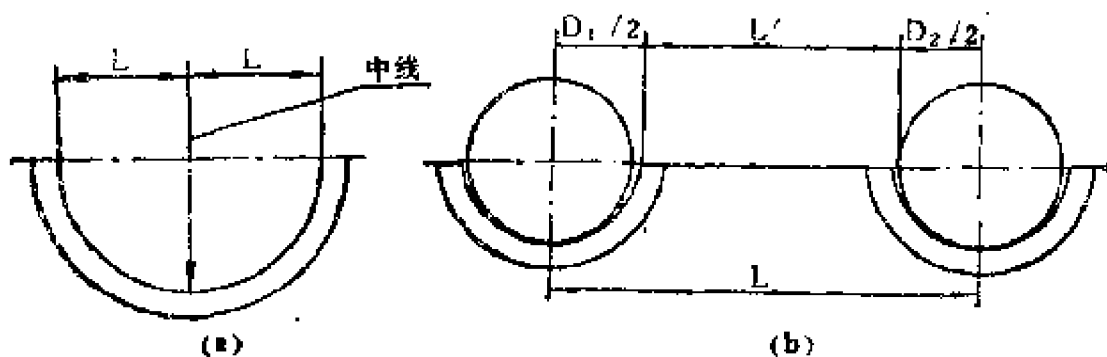


图4—14

$$L = L' + \frac{1}{2} D_1 + \frac{1}{2} D_2$$

在检修中，经常遇到两种情况：一是减速器的六对轴瓦全部换新；二是个别轴瓦失效，换单个轴瓦。这两种检修对轴瓦找正的要求各不相同。对于第一种情况，先以主机中心为基准线，并以此线找慢速轴轴瓦中心，然后逐步找中速轴及高速轴。第二种情况只找失效轴瓦中线平行对中即可。

4. 修理工艺要点。减速机中轴瓦刮研的部位，应根据齿轮旋转的方向来确定。所有承受载荷的轴瓦均须仔细刮研，并使轴瓦与轴的接触角控制在60~90°的范围内。这一

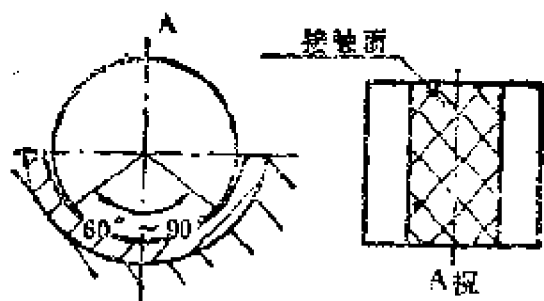


图4-15

范围与轴的转速、受力大小有关。对于高速轴一般控制在 60° 左右，对于中、慢速轴控制在 90° 以下，这样才能保证较好的运行状态，如图4-15所示。

理论上轴瓦的刮研标准为每 25mm^2 均匀分布如下数量的着色点：离电机最近的第一根轴有 $8\sim 10$ 点，其余的轴应有 $6\sim 8$ 点。刮完瓦后，在装配前要仔细测量轴径、瓦径。轴及轴瓦的尺寸要在规定的地带和方向测量。用内径千分表测量轴承时，长度方面要在两个或三个地带进行测量（防止大小头），并要在互相垂直的方向测量直径（防止椭圆）。通常两个地带选择在距瓦端 $5\sim 10\text{cm}$ 处，另一点在中间。用外径千分尺测量轴颈时，长度也在两、三个地带进行，其位置和轴瓦相同，直径也是在互相垂直的方向上测量，如图4-16所示。

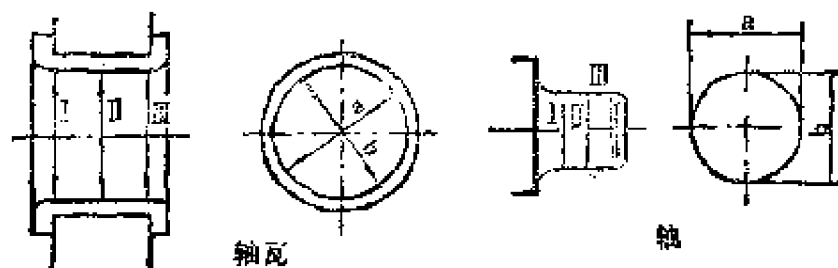


图4-16

轴瓦间隙的调整，一般是在轴瓦接缝处填入调整垫片。经压铅法计算出垫片的厚度后，将相同厚度的两组垫片放在轴瓦的两侧。为了防止垫片移动，应将垫片安装在定位销上。每组垫片不要超过3片，每一垫片的厚度为 $0.1\sim 1\text{cm}$ 。安置成套垫片时，要注意使厚的垫片接近轴承体，薄的接近轴承

盖。这样在装配中拧紧螺栓时，可以较快地调整间隙。调配调整垫片常用稍厚于计算厚度的钢条，用平面磨床磨制而成。

在全部完成轴瓦的找正、刮研、调整间隙后，必须用煤油清洗轴颈和轴瓦，再用毛刷涂油润滑，然后装上轴。拧紧螺帽时应对角拧紧。最初将所有螺栓拧到与支持面接触的位置，再最后拧紧，以保证接触合适（可用塞尺测量）。

5. 轴瓦局部缺陷的修补。在实际检修工作中，经常发现轴瓦上的巴氏合金层有局部缺陷，如直径在3cm以下的砂眼或运行后局部擦伤（研瓦）、裂纹。其总面积不超过滑动表面的30%，可不必重新浇铸，而采用汽焊补焊。补焊时，先用焊枪将有缺陷的巴氏合金熔化掉，并把瓦胎处理干净。预热后用氯化锌做焊接溶剂，进行局部挂锡，然后补焊巴氏合金。对瓦胎仔细地处理干净，补焊的巴氏合金是非常牢固的，基本能用6~10个月。

201 外锥内圆滑动轴承的修理

沿用传统修理工艺，修理较老式的外锥内圆滑动轴承效果很不理想。本文介绍的修理工艺，能较好的解决轴承的接触刚度问题，车出的外圆粗糙度达 $Ra0.8\mu m$ ($\nabla 7$)，端面粗糙度达 $Ra0.4\mu m$ ($\nabla 8$)。

新工艺的出发点，是要实现轴承内外圆在工作状态下接触情况的统一性，即当内孔刮配完毕，接触良好时，恰好也是外圆同基孔接触良好的时候，从而解决了轴承的接触刚度问题。其具体工

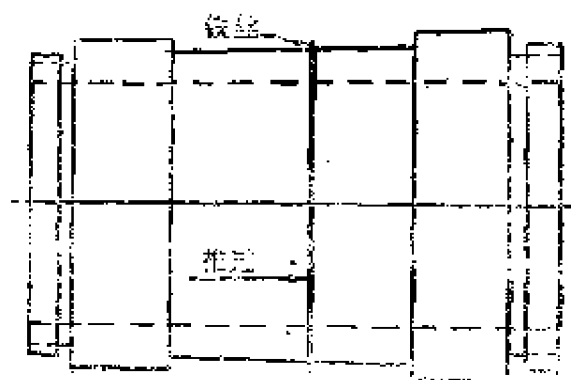


图4-17 收敛轴承示意

艺是：

1. 在轴承外锥面的低凹处捆上一根铁丝，如图 4—17 所示。铁丝直径以不超出接触面为限。

2. 将轴承套在修好的主轴轴径上，并将铁丝环向轴承大端移动（沿锥面推动即可），迫使轴承在轴径上收缩，至刚好能转动为止（没有活动间隙）。

3. 取下轴承，在此收紧状态下同基孔刮配。如发现过扁，可加工二槽，使其强迫弯曲，待矫形之后，再刮配至外圆接触良好为止。并在此状况下刮配好胶木垫。

4. 取下铁丝，将轴承置于基孔内，在轴承两端上好锁母，装入主轴，后端仍以滑套支承，调紧锁母、研磨、刮配内孔至刮好为止。

5. 内孔刮好后，再依照前面的做法反复修刮一次轴承外圆。修后再将内孔检验修刮一次，轴承刮配即结束。

202 M7130平面磨床磨头润滑方式的改善

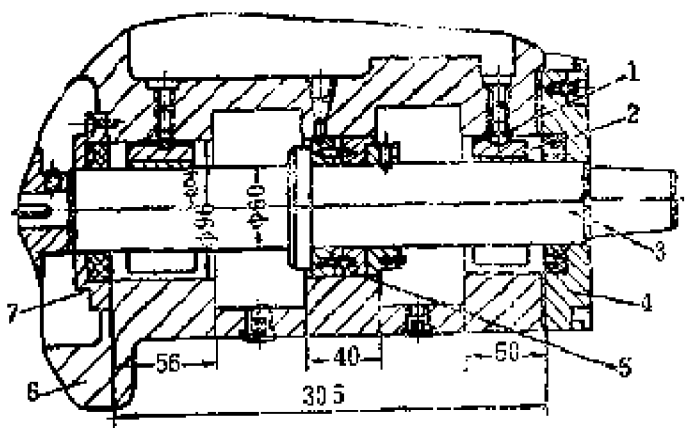


图 4—18

1—球头螺钉；2—轴瓦片；3—主轴；4—前端盖；5—平衡圈；6—磨头体；7—后端盖

发生抱轴。

M7130平面磨床磨头的原结构如图4—18所示，为短三轴瓦调位动压轴承，其润滑方式是定期加油注入式润滑，油面线在主轴中心线位置。该设备在使用中，经常

根据多次故障分析，其主要原因是润滑不良。而引起润滑不良的关键，则是润滑方式不合理。改进后的润滑方式如

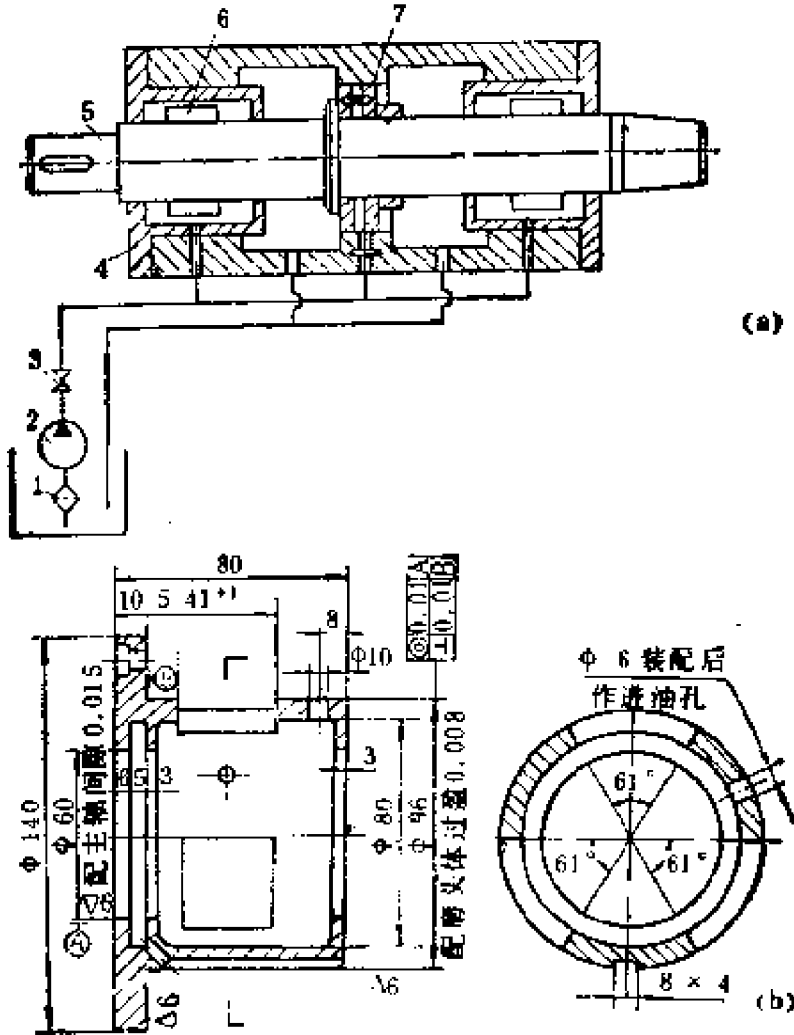


图4—19

1—过滤器；2—油泵；3—旋阀；4—独立油池；5—主轴；
6—轴瓦片；7—平衡圈

图4—19(a)所示的独立油池单独供油润滑系统。该方案不需改动原部件结构，只将原磨头两端盖去掉，分别改换成独立油池，另外增设一套简易的供油装置即可。供油油泵电源与机床总电源开关相接，当机床总开关接通时，油泵便启动供油。润滑油经旋阀调整后，分别进入前后独立油池和平衡圈。独立油池充满油后，油便从油池上部溢油孔从磨头体流回油箱，参见

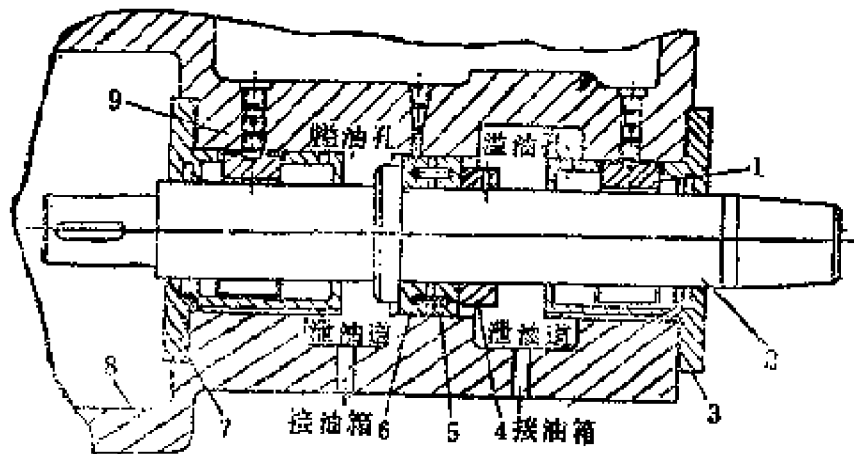


图4—20

1—轴瓦片；2—主轴；3—独立油池；4、6—固定阀；5—平衡
环；7—独立油池；8—磨头体；9—球头螺钉

图(b)。独立油池前封油边少量泄油(因为半径间隙只有0.015 mm)集于环形油槽从泄油道流回油箱。系统中由于设置了独立油池,一方面保证了轴瓦有充分的润滑,另一方面有利于消除泄漏,为循环润滑创造了条件;当发生突然停电时,独立油池的油尚能继续维持一段时间,因而保证了润滑的安全。改善后的磨头结构见图4—20所示。

203 自镗修复车床主轴轴承孔

车床主轴轴承孔松动或精度不够,常使被加工件出现椭圆或波纹。常用的修复方法是把孔镗大,然后镶套,但其精度要求很高。这里采用的是车床自镗修复的方法,可供不具备镗床的厂参考借鉴。

图4—21所示是C618 K车床前轴承孔自镗修复的具体结构。做法是把主轴与Ⅱ轴啮合的一对双联斜齿轮改成一对单联直齿轮,小齿轮1加宽至80mm,传动比不变($i = 0.25$)。走刀齿轮5加宽至60mm,齿数、模数不变,镗杆可利用废旧主轴改制。由镗杆3与芯棒11组成的镗杆副,其两头在后

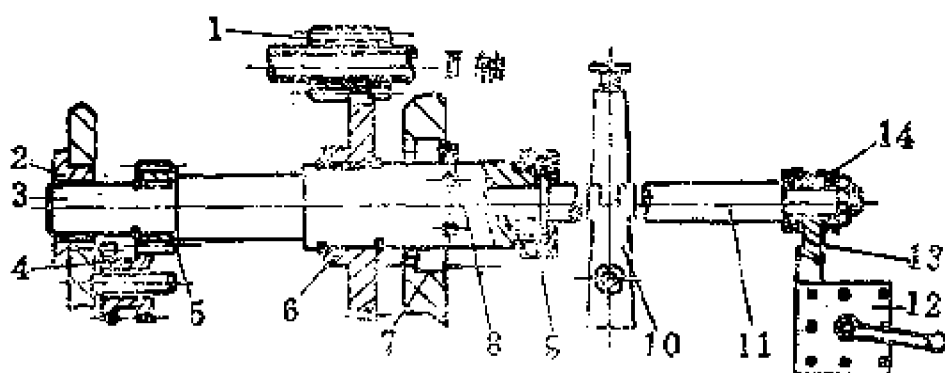


图4—21 主轴孔自镗结构图

1—齿轮($m=3, z=18$); 2—后轴承套; 3—镗杆; 4—走刀齿轮;
5—走刀齿轮($m=2, z=36$); 6—齿轮($m=3, z=72$); 7—
前轴承孔; 8—镗刀; 9—圆螺母; 10—中心架; 11—芯棒;
12—刀架; 13—驱动杆; 14—平面轴承8206

轴承套2和中心架10的支承下,由齿轮1、6驱动回转,再通过走刀齿轮5传动走刀传动链,最后由刀架上夹持的驱动杆13推动镗杆作轴向运动(行程不大于50mm)。修理工艺如下:

1. 按普通车床精度要求刮研床身,配好床鞍,修复传动链系统。
2. 做一根检验棒插入Ⅱ轴轴承孔中,露出250mm,校正检验棒侧母线与床身导轨平行,然后固紧床头箱。
3. 在床头箱中装入自镗工艺零件,调整中心架,粗校芯棒11上母线、侧母线与床身导轨平行,然后镗孔。镗杆转速125~160r/min,走刀量0.15~0.20mm/r。镗刀用YG8。
4. 压入镶套,精校芯棒与床身导轨平行。上母线0.015/200mm,只许上偏;侧母线0.01/200mm,只许前偏。精镗孔至要求尺寸。

按此工艺镗 $\phi 110\text{mm}$ 轴承孔,粗糙度可达 $R_{a}3.2\sim 1.6\mu\text{m}$ ($\nabla 5\sim \nabla 6$),椭圆度小于0.003mm,前后轴承孔不同轴度在R

0.01mm 以内。自镗工艺是在车床已基本修复的基础上进行的，床头箱装夹方便，镗杆校正容易，加工精度易保证，一种型号车床可以通用一套镗具，重复使用，利用率高。

204 外圆磨床床头箱轴瓦刮研及装配工具

JB218-77 高精度精密外圆磨床精度标准检验6 规定：床头主轴中心线的径向跳动在检验棒根部 0.003mm；在检验棒150mm 处 0.006mm。这里介绍可使床头主轴小于上述标准允差值的刮研与装配工具。

图4—22所示是高精度万能外圆磨床床头主轴箱结构。主轴4 前端为动压滑动轴承，中间是滚动止推轴承8、10，后面是滚针轴承14。由皮带轮3 和拨块1 带动主轴旋转。用

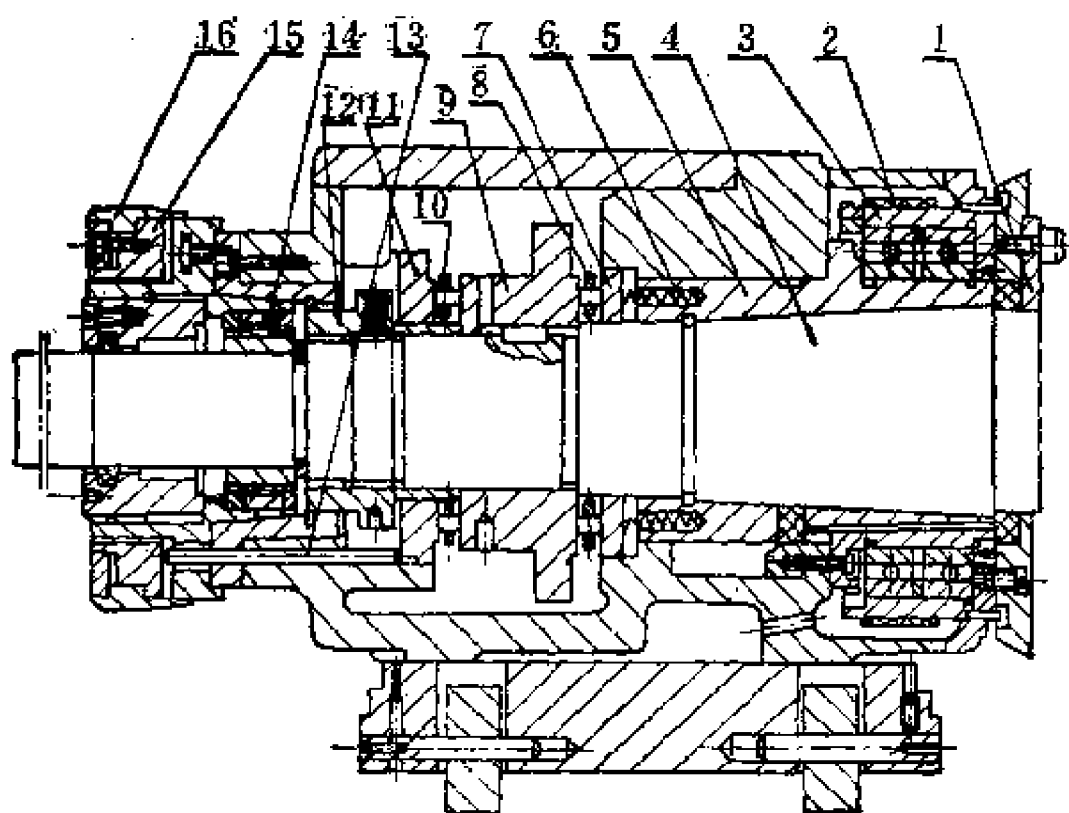


图4—22

度盘16及螺母15调整滑动轴承5的间隙。若向后转动螺母15，则可消除滑动轴承间隙。

滑动轴承5与径向滚针轴承14的同心度直接影响主轴的径向跳动。为保证前后轴承的同心度，在刮研轴承5的锥孔时，应采用与主轴4结构和精度相当的刮研工具——整体刮研工具，如图4—23(a)所示。刮研工具由长研棒1、后支承2及外环3组成。后支承2结构与图4—22中的径向滚针轴承14的区别，在于用支承2的外环3代替了滚针轴承14的外环。也就是刮研工具前支承是滑动支承，后支承是过盈配合的滚动支承。支承2的外环3形状如图(b)所示。用这种刮研工具刮研前轴承孔，能使主轴中心线的径向跳动检验棒根部达0.001mm，检验棒150mm处为0.003mm，远小于标准规定的允差值。

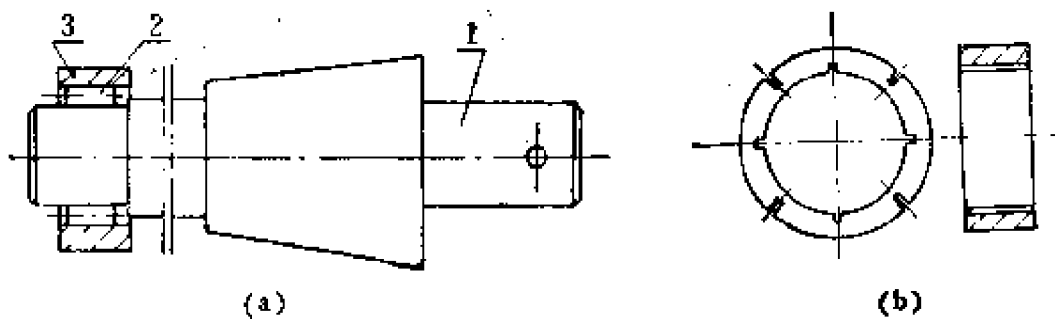


图4—23

在刮研箱体前后端面时，也应把研棒支承部位设计成滚动的，以提高端面对孔的跳动精度。

主轴部件的主要装配工序是：(1)刮研轴瓦；(2)装弹簧6、垫圈7；(3)装零件8、9、10、11。由于主轴箱体空间的限制，用垫圈7将弹簧6压缩后，才能进行第3道工序。图4—24所示的安装工具使用效果很好。把该安装工具从箱体右边放入铜瓦5，同时参考图4—22，使件4对准垫圈7，拧动左端带锥面

的螺钉 1，使其向左移动。借支轴 4 撑紧垫圈 7 的内孔，拧

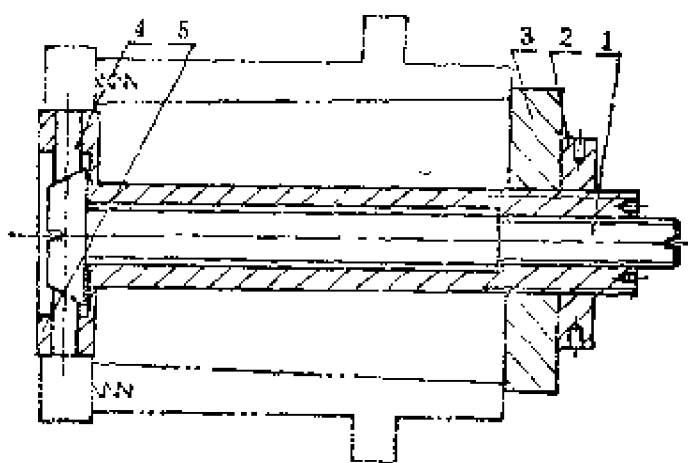


图4—24

动螺母 2 使件 5 带着支轴 4 (图 4—24) 螺钉 1 和垫圈 7 一起向右移，将弹簧压缩，使垫圈 7 暂时固定在所需位置后即可进行第 3 道工序。装配完毕，拧松螺钉 1 即可将

上述安装工具卸下，继续装配主轴 4 等其它零件。

205 机床传动轴中间支座的变形分析

在机床传动系统中，为了提高传动轴的刚性，减少弯曲变形，常在两端支座之间增加中间支座。如车床进给箱中，C620 的 III 轴和 C650 的 II 轴都采用三点支撑；C630 的 III 轴则采用四点支撑。虽然如此，在实际使用中仍不免产生较大的弯曲变形。这类机床到一个大修周期（8 年或 10 年）时上述多支座的轴必须更换；即使在中、小修或日常维护中，也经常发现因它们的变形而影响加工质量。如果不换这些多

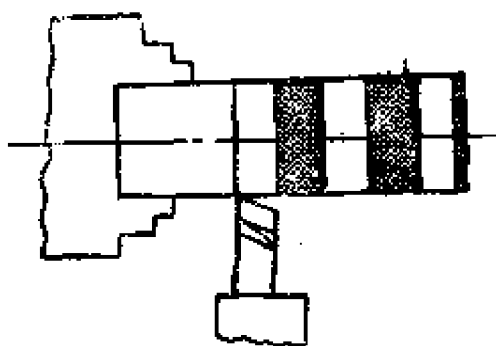


图4—25

支点的轴，在整机交验时，则往往发现溜板有爬行现象。用这样的机床精车的钢件外圆表面，沿轴向常会出现带状的明暗区，如图 4—25 所示，其宽窄随进给量的大小而变化。当把这些轴更换后，上述缺陷便随

之消失。

采用中间支座后，轴的变形为什么仍如此明显？其主要原因在于中间支座本身的结构。中间支座多采用轻型的单列向心球轴承，不加预紧，而且出于箱体孔加工或装配工艺的需要，还往往在轴承外圆与箱体孔之间或在轴承孔与轴径之间加一个中间隔套。对于这样的支座，除按常规计算轴径与轴承孔、箱体孔与轴承外径接触变形之外，还有些变形因素也不应忽略。

由于轻型轴承滚道横截面的面积很小，轴承孔径和外径尺寸又比较大，受载后将比其它轴承产生较为显著的径向变形：

$$\delta_{r_1} = K_e \left(\frac{D_o^3}{T_o} + \frac{D_i^3}{T_i} \right) F_r$$

式中， K_e 为与弹性模量有关的常数（钢： $K_e = 0.52 \times 10^{-8}$ ）； D_o 为轴承外环名义直径； T_o 为外滚道横截面积； D_i 为内滚名义直径； T_i 为内滚道横截面积； F_r 为径向力。

此外，由于轴承滚动体（钢球）直径较小，因而受载后相对于滚道的压入量比较大。虽然传动轴上装的多是直齿圆柱齿轮，但由于齿向加工误差和装配中的轴线偏移，在工作中使轴承受一定的轴向载荷后，钢球与滚道间便产生接触倾角（即接触点连线与轴承径向线的夹角），这都将引起轴线沿径向偏移。

对于无预加载荷的轻型轴承，钢球相对滚道的径向压入量是：

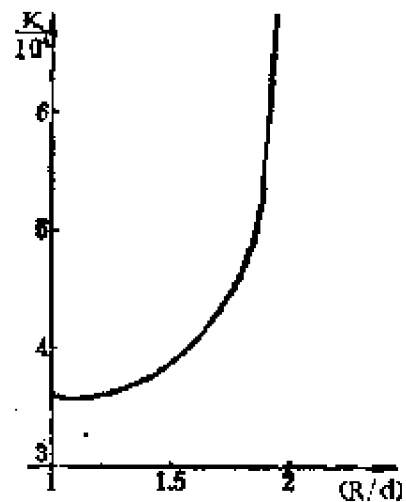


图4—28

$$\delta_{r2} = K \left(\frac{5}{N} \right)^{2/3} \left(\frac{1}{d} \right)^{1/8} F_r^{2/8}$$

此式用于接触倾角为零的情况。式中 K 是常量，可根据滚道槽的半径与钢球直径之比 (R/d) 由图 2 找到相应的 K/10⁴，然后乘以 10⁴；N 是钢球数；d 是钢球直径；F_r 是径向载荷。

上述变形如能在新产品设计或在机床大修时给予足够的重视，采取相应的措施，便可以使中间支座的刚性得以提高，使其真正起到应有的作用，弯曲变形可大为减小。

传动轴中间支座的结构是多种多样的，消除上述变形的办法也要按具体情况而定。一般说来，若沿轴承径向施以预加载荷效果较为明显。

● 其他 ●

206 平磨修理中如何消除接刀斑纹

卧轴矩台平面磨床在大修检验后试车磨削工件时，常常在工件表面出现接刀斑纹。这种斑纹是一些平行于工作台运动方向的明暗相间的条纹，其间隔的距离与磨头每次断续走刀的进给量相一致。这种现象特别在修理 M7120A 平磨时尤为突出。

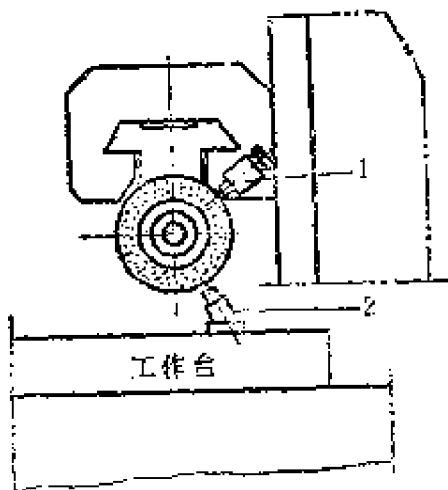


图4-27

平磨的磨头壳体有一个燕尾导轨和一个用于安装电主轴的大孔，导轨与孔中心线之间相互平

行精度应该要求较高。但由于机床总装精度检验中无该项目考核，修理中这一误差得不到应有的纠正，结果在加工的平面产生了上述条纹。

如图4—27所示，1是M 7120A平磨修整器安装在磨头壳体座的侧面，2是M 7130平磨修整器安装在工作台上。该机床工作台运动无手动机构，借助于液压来定砂轮与修整笔的中心位置。另外，磨头升降是手动的，当修整器的高度大大高于磨削工件的厚度时，如果不把沉重的磨架摇到修整笔之上，而在砂轮侧面进行修整，这时若存在砂轮轴中心线与其运动的导轨不平行，如图4—28(a)所示，则必然修整出

带 α 斜角的锥形砂轮。如图(b)所示，用带锥度的砂轮磨削工件，就使工件表面出现明暗相间的条纹，其间隔距离 t

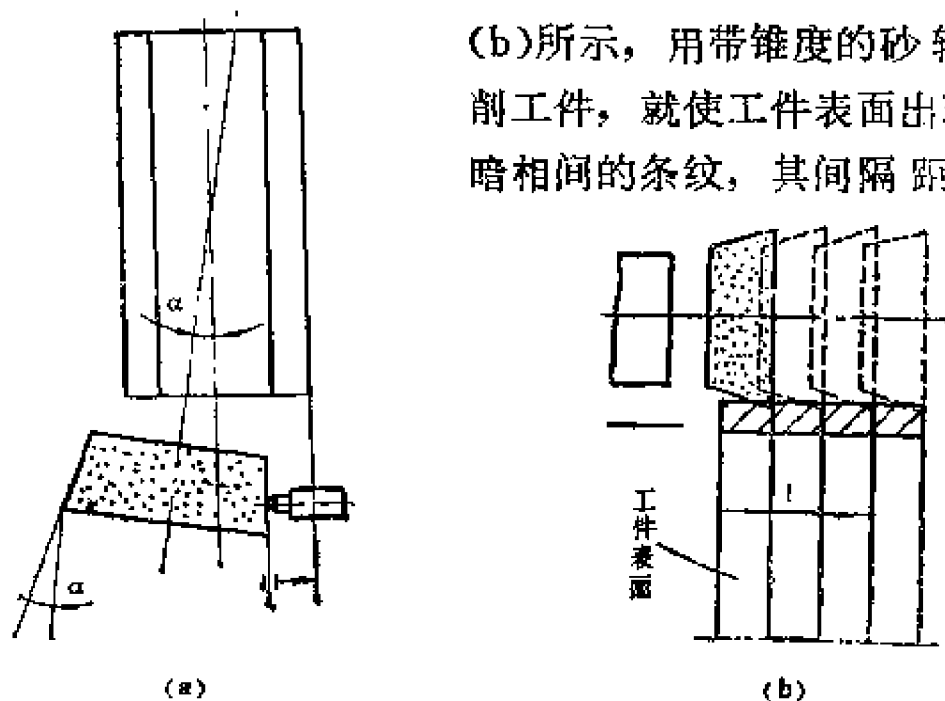


图4—28

正好是磨头断续走刀量。

综合以上情况，在砂轮修整的安排上无法使修整笔和砂轮的接触位置与磨削时工件和砂轮的接触位置相一致。因此，要对普通卧轴矩台平面磨床在砂轮轴向窜动、径向跳动

的检验项目之后，应增加一项“砂轮轴中心线对磨头导轨运动的不平行度”的检验，如图4—29所示。该项精度比较能

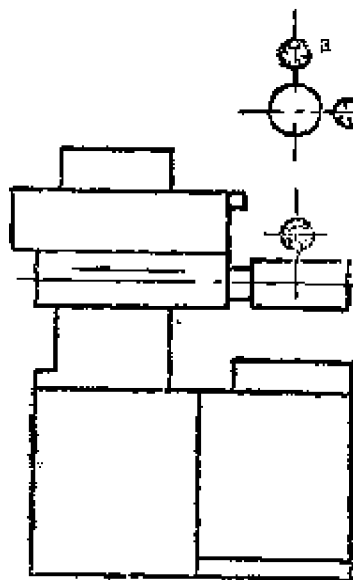


图4—29

体现机床的实际使用情况。其允差 a、b 定在200mm长度上为0.01mm。这样在M7120A 平磨的25mm宽度的砂轮上可能出现的斜度是0.00125mm，而在M7130平磨的40mm宽度的砂轮上可能出现斜度是0.002mm。

实践证明，按这一补充精度考核机床修理质量，能基本消除接刀斑纹，提高工件的表面质量。

以上所述这一误差，实质上是磨床在使用中的砂轮修形误差。除平磨外，一些专用磨床也会碰到这一问题，也应在机床总装精度检验项目中制定相应的综合考核运动精度的检验项目。

207 如何消除镗床镗杆轴向窜动

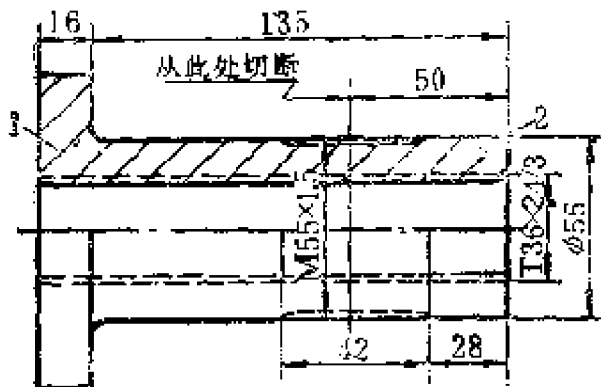


图4—30

T 68镗床因使用年限久，丝杆与螺母之间产生了轴向间隙，使镗杆轴向窜动达0.10mm，不能保证加工精度。若换制新的进给螺母比较困难，因而可在原螺母

的基础上采取消除间隙的方法予以解决。

机床原进给螺母如图4—30所示。先在距螺母右端约28mm处 $\phi 55\text{mm}$ 的外圆上车制一段长42mm的M55×1.5螺

纹，然后在新车螺纹的中间（即离右端 50mm 处）将原螺母切断，即形成螺母 1 和螺母 2。另外，按图 4—31(a) 所示，再做一螺母 3，套在螺母 1 和螺母 2 的上面，把二者联接起来，如图 (b) 所示。装配时，先将螺母 3 旋入螺母 1 内拧到头，并用两个 M6 紧定螺钉紧住，使螺母 1 和螺母 3 之间不再转动。再把螺母 2 旋入螺母 3，然后把丝杆 (T36×24/3) 也装进去。这时转动调节螺母 2（螺母 2 的外圆上可均布 4 个 $\phi 5$ 盲孔，作为调节螺母 2 之用），即可调整丝杆与螺母之间的间隙。间隙的大小可根据需要来调节，一般取 0.02mm 以内。间隙调整好之后，再用两个 M8 的紧定螺钉顶紧，这样就可以消除丝杆的轴向窜动。以后如需再调节，只要松开这两个 M8 紧定螺钉，并旋动螺母 2 即可。

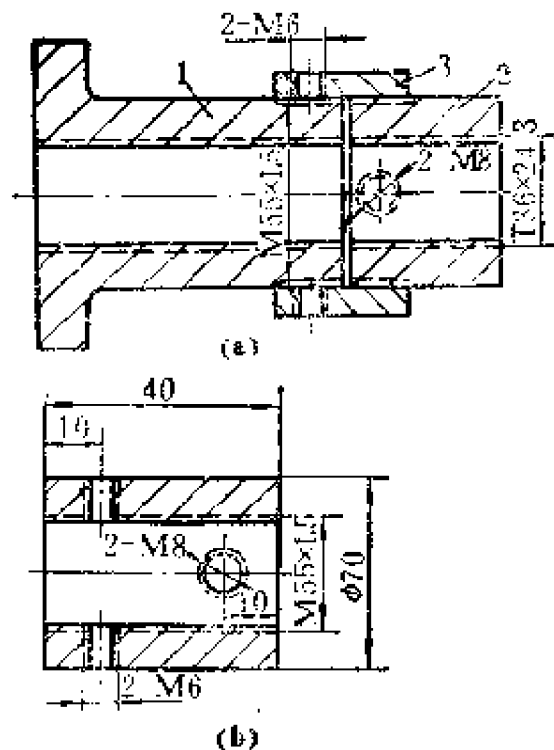


图 4—31

208 用变位法修换牛头刨床摇杆传动齿轮副

B665 型牛头刨床经长期使用，摇杆传动齿轮齿面会逐渐磨损，其中小斜齿轮严重，大斜齿轮稍轻，如图 4—32 所示。由于牛头刨床工作行程受力大，回程受力小，因而使大斜齿轮的一半齿数的齿面磨损严重，另一半齿数的齿面磨损较

轻。这样不但使啮合间隙增大，且间隙大小不均，增大机床噪音，影响加工质量，需在大修时换用这对齿轮副。

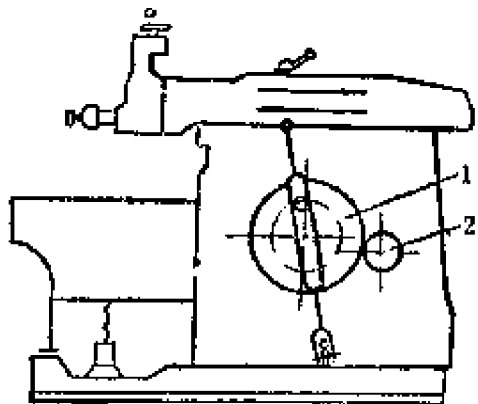


图4—32

1—大斜齿轮；2—小斜齿轮

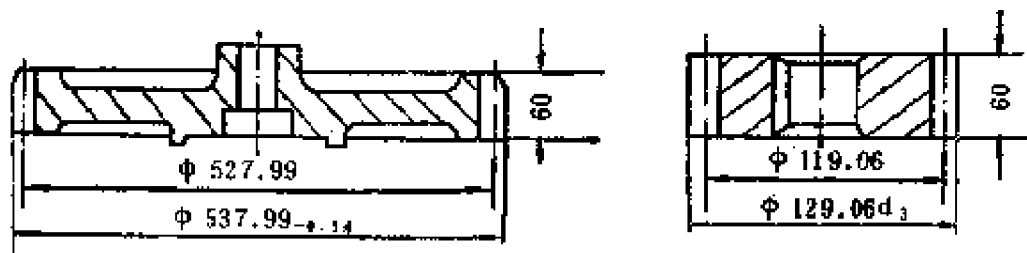
经多台实践证明，采用变位方法修复大斜齿轮(负变位)和换小斜齿轮(正变位)效果甚好，修后的机床传动平稳，噪音小，加工质量可达到出厂时的标准，而且可使齿轮副磨损减慢，延长了

机床的使用寿命。其具体做法简要总结如下：

图4—33所示是标准大、小斜齿轮简图。大修时，根据大斜齿轮齿面的磨损程度（或者说根据其齿面磨损后公法线变小情况），确定它的变位系数 ξ_n 。磨损严重者变位系数大（绝对值），磨损轻者变位系数小（绝对值）。它们之间的关系，可以用公法线变动量的公式表示，即

$$2\xi_n m_n \sin\alpha = \Delta L; \xi_n = \frac{\Delta L}{2m_n \sin\alpha}$$

这就是说，以公法线变动量 ΔL 来确定变位系数 ξ_n 。



(a)

(b)

$m_n = 2; z = 102; \alpha = 20^\circ; \beta = 15^\circ \text{左}$ $m_n = 5; z = 23; \alpha = 20^\circ; \beta = 15^\circ \text{右}$

精度等级：Ⅱ级； $L = 192.36 \begin{smallmatrix} -0.17 \\ -0.03 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 精度等级：Ⅱ级； $L = 38.66 \begin{smallmatrix} -0.09 \\ -0.10 \end{smallmatrix} \text{mm}$

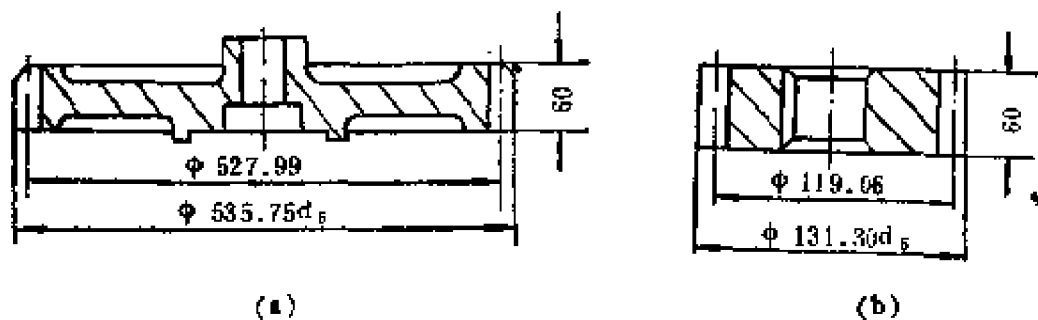
材料：HT20—40

mm；材料：45

图4—33

公法线变动量 ΔL 的确定, 要以能使全部齿面修光为准。可先在大斜齿轮上任意齿间多测量几处公法线的实际长度, 然后从滚齿工艺角度考虑, 使之保证全部齿面都能修光并得到较好的光洁度, 因此以其中最小的公法线值为基础, 再缩小 $0.40 \sim 0.50 \text{mm}$, 做为最小的滚齿加工余量。例如, 实际测量的公法线长度为 192.01mm 、 192.10mm 、 192.09mm 、 192.17mm ……, 其中 192.01mm 最小, 若缩小 0.4161mm (可以取 $0.40 \sim 0.50 \text{mm}$ 之间的任何值), 则修后的公法线 $L_{\xi} = 192.01 - 0.4161 = 191.5939 \text{mm}$ 。这样, 按上述公法线变动量 $\Delta L = 2\xi_n m_n \sin \alpha = L_{\xi} - L = 191.5939 - 192.36 = -0.7661 \text{mm}$, 则可计算出 $\xi_n = \Delta L / 3.42 \approx -0.224$, $D_e = 537.99 + 2\xi_n m_n = 535.75 \text{mm}$, 取 $L_{\xi} = 191.59 \text{mm}$ 。

根据上述计算结果, 大斜齿轮的齿形可以修到如图 4--34 (a) 所标注的尺寸。其工艺过程是: 先在车床上找正, 车



$m_n = 5$; $z = 102$; $\alpha = 20^\circ$; $\beta = 15^\circ$ $m_n = 5$; $z = 23$; $\alpha = 20^\circ$; $\beta = 15^\circ$ 右; 精
左; 精度等级: II 级; $L_{\xi} = 191.59$ 度等级: II 级; $L_{\xi} = 39.42 \begin{smallmatrix} 0.09 \\ -0.19 \end{smallmatrix} \text{mm}$;
 $\begin{smallmatrix} -0.17 \\ -0.88 \end{smallmatrix} \text{mm}$; $\xi_n = -0.224 \text{mm}$ 材料: 45; $\xi_n = +0.224 \text{mm}$;

图 4—34

外圆至 $\phi 535.75 d_s$, 然后再在滚齿机上修滚齿形至公法线 $L_{\xi} = 191.59 \begin{smallmatrix} 0.17 \\ -0.88 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 。小斜齿轮的齿部尺寸按图 (b) 制造即可, 即 $\xi_n = +0.224$, $D_e = 129.06 + 2\xi_n m_n = 131.30 \text{mm}$,

$$L_1 = L + 2\xi_m m_r \sin\alpha = 38.66 + 0.7661 \approx 39.42\text{mm}.$$

209 通用吊环螺钉

在车间里搬动一些重的装置（如车床卡盘、分度头、专用夹具、重虎钳等），常常需要吊环螺钉。如采用图4—35所示通用吊环螺钉，便能迅速应急，而且比标准吊环螺钉更有用，因为它可提供三种不同尺寸的螺钉（通常使用的为M10、M12、M16，可根据车间实际需要而定）。制作这种吊环螺钉非常简单，截一段适当长度的厚壁管子，钻三个螺钉通孔，装入三个六角头螺栓，在里面用焊接点固即可（损坏时容易换）。

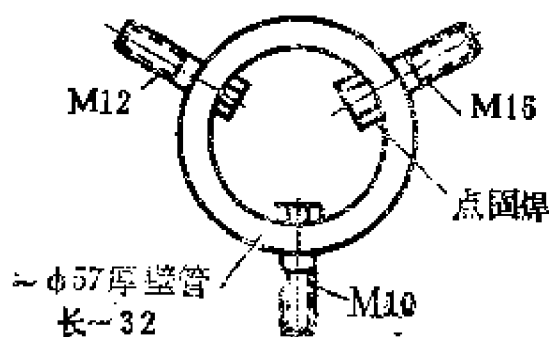


图4—35

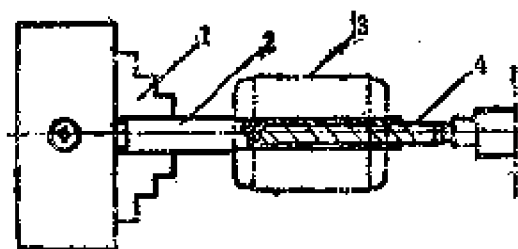


图4—36

1—卡盘；2—电机断轴；3—电机转子；4—钻头

210 巧卸电机断轴

如图4—36所示，为了压出1kW小电动机的断轴2，采用压床压出，易造成转子硅钢片3等的变形。若在车床上将转子轴轴向钻孔，轴壁厚留2~3mm，然后只需轻轻一压，断轴就可压出，既省力，又保护了线圈。

211 车床第一轴的修复

C620-1 车床的第一轴和传动皮带轮相联接部分的轴

端，原系花键联接。其键侧在交变冲击载荷作用下很容易损坏。而且由于花键轴颈的损坏，致使整根轴报废。为了减少浪费，可把报废的第一轴的花键部分，加工成直径为32mm、锥度为1:20，再配皮带轮套，并采用螺母旋紧增加预紧力的方法联接，这样，既简化了加工方法，而且平均使用寿命也可增加一倍以上。其具体结构见图4—37。

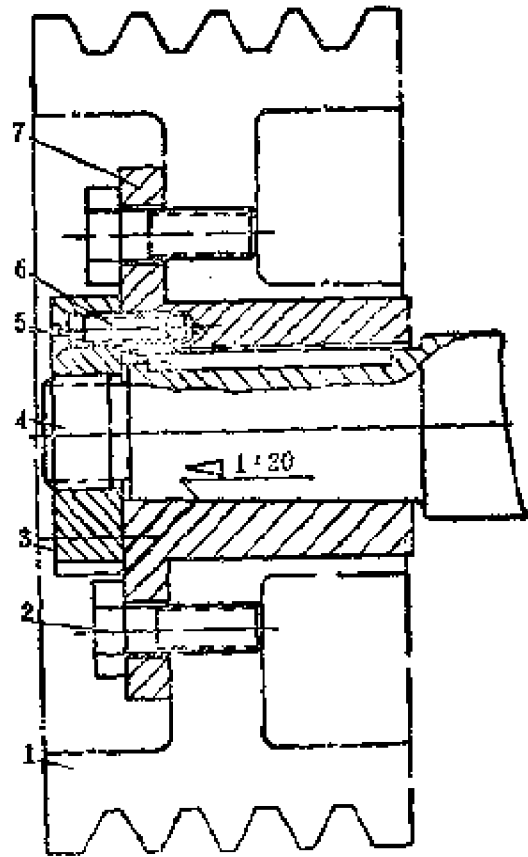


图4—37

1—皮带轮；2—联接螺钉M10×30；3—螺母M24×1.5；4—I轴；5—矩形键8×55；6—防松螺母M8×22；7—锥度套

212 在单臂刨床上加工大件端面

加工大件端面，如CD-1 蒸空两用锤的立柱端面时，可采用如图4—38所示的装夹方法（立柱长3m，重3500kg），将被加工的端面装夹在B1012 A单臂刨床上，另一端由刨床外侧的滚动支架支承。该支架放置在报废了的龙门刨床的工作台面上。为了保证加工精度，先把旧工作台面的平面度加工到0.04/1000mm，表面粗糙度 $R_a 3.2\mu\text{m}$ ($\nabla 5$)。支架由四只单列向心球轴承（6310）作为轮子。为了减少滚动摩擦力，在轮子行走的轨道上涂敷一层薄薄的黄油。工作图纸要

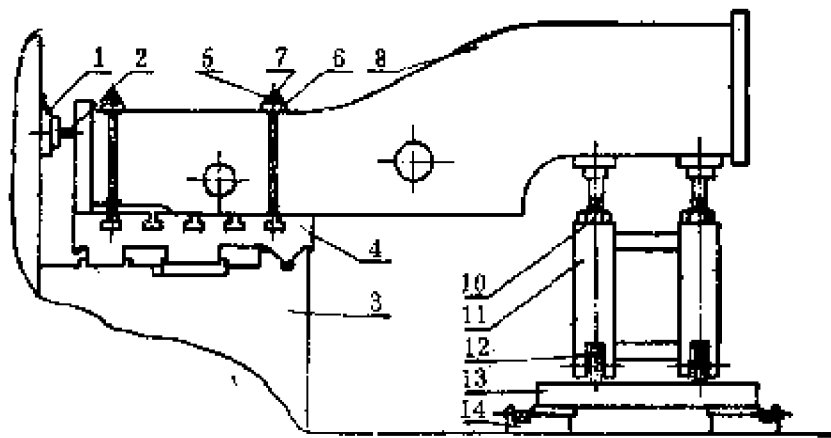


图4—38

1—刨床侧刀架；2—刨刀；3—刨床床身；4—刨床工作台；
5—螺母；6—T型螺栓；7—压板；8—工件；9—球头方牙
螺栓；10—锁紧螺母；11—小车立柱；12—轴承；13—旧工
作台；14—调整垫铁

求：端面的平面度在1000mm的长度上不得大于0.05mm，对导轨的垂直度在长度1000mm上不得大于0.15mm，表面粗糙度 $R_a 3.2\mu\text{m}$ 。用这种方法加工的端面，经检验各项精度均达到上述要求。

213 机床闷车的原因之一

在机械加工中，常出现机床的工作载荷还没有达到额定载荷却突然发生闷车的现象。实践证明，这有可能就是因为机床主电动机的皮带松弛，张紧力不够所致。一般认为，皮带张紧力不够只能出现皮带与皮带轮间打滑。但与实际情况恰好相反，在实际传动中，当皮带有一定程度的松弛时，张紧力 F_0 减小，最大有效圆周力 F_{max} 也相应减小。但这时三角皮带与皮带轮间的径向摩擦力，可使三角皮带退出皮带轮，如图4—39所示，于正常皮带传动的情况。这时小皮带轮包角 α_1 增大到 α'_1 ，最大有效圆周力 F_{max} 也随之增大。这就是说，在三角皮带传动中，皮带在一定范围内的松弛不会引起 F_{ma}

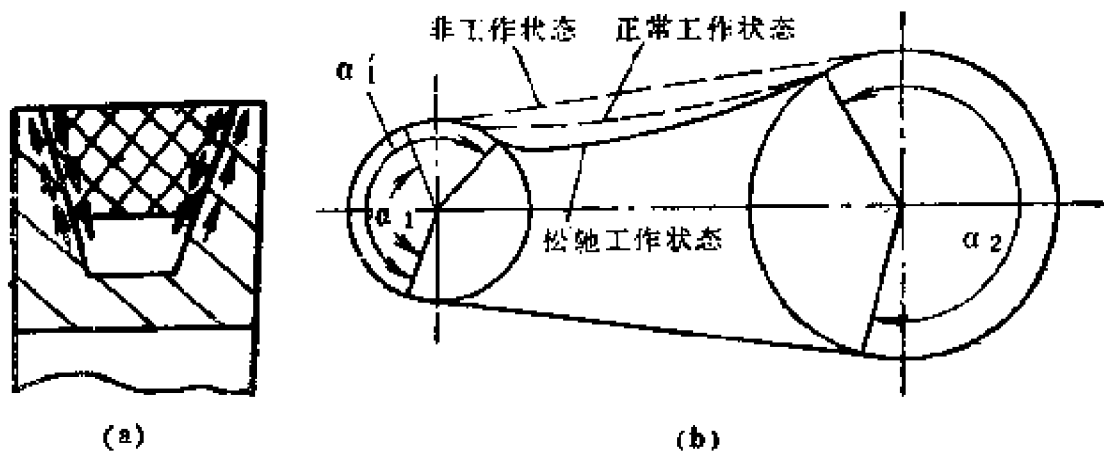


图4—33

的明显减小，但小皮带轮的包角 α_1 是不稳定的。当小皮带轮包角减小后的 F_{max} ，小于机床工作中所需要的最大有效圆周力时，就使得小皮带轮开始打滑。打滑时电动机的运动和动力就不能传递给机床，使机床在工作载荷的作用下很快停止运转。当皮带在偶然的振动后，由于松弛的皮带和皮带轮间的径向摩擦力，使小皮带轮的包角又增大时，最大有效圆周力也随着增大，于是小皮带轮与皮带间便停止打滑。但要恢复机床继续工作，电动机就必须克服机床的工作载荷而启动，也就是满载启动。这与一般机床的主电动机都在空载时启动不相符，势必发生闷车。这就是机床主电动机三角皮带松弛时，机床工作会突然发生闷车的原因。因为这一过程是在很短的时间内发生的，所以很难从表面上看出发生闷车的原因。

214 用双偏心套解决销孔错位问题

在换用或修理带有销孔的大型机件时，需要重新配钻、铰销孔。如果受位置或其它条件限制，可以利用双偏心套在一定范围内进行调整，使用原有销孔位置。其方法是：

1. 测绘机身原销孔位置，注意选好测量基准。一般以固定机座的螺孔为基准。

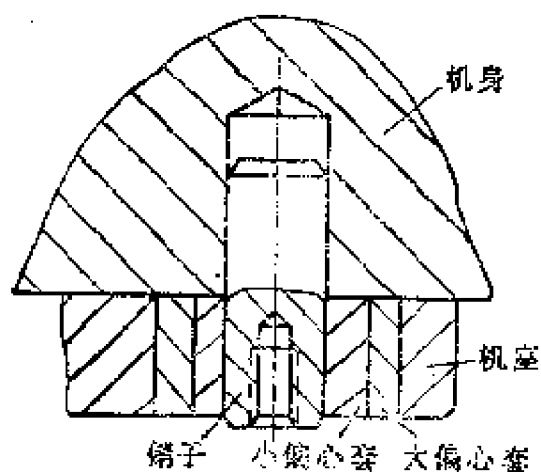


图4—40

2. 估计测绘销孔位置时的误差，以确定偏心套的偏心距。估计误差时，一定要保证机身原销孔中心落在以基座销孔为中心，估计误差为半径的圆平面内。

3. 确定偏心套的偏心距。可取两偏心套的偏心相等，且为估计误差之半。

等，且为估计误差之半。

4. 确定机座销孔扩大的尺寸，扩大后的销孔要能镶入大、小偏心套。在位置许可时，可把销孔扩大的尺寸选得稍大一些。

5. 确定偏心套各部尺寸。偏心套外径配合间隙取 $0.2 \sim 0.25\text{mm}$ 。

6. 加工机座的销孔，制造偏心套。

7. 装配时先固定住机座，将销子装入小偏心套和机身的销孔，调整大、小偏心套的相对位置，装入机座销孔，在偏心套以及机座间隙内滴入粘结剂粘牢即可。

圆锥销、小偏心套的销孔，是一锥孔，配磨锥孔时不仅要保证其配合精度，同时还要注意小偏心套装入锥销的位置，以保证小偏心套、机身销孔与锥销之间紧密配合。

第五章 测量

● 齿轮 ●

215 简易内齿轮量仪

一般齿轮量仪,诸如手携式周节仪、基节仪、公法线千分尺,乃至万能测齿仪等,都不能用于内齿轮检验。针对这种情况,下面介绍一种适用于生产现场的简易内齿轮周节仪、基节仪、公法线长度仪。

本文所述内齿轮量仪,是用北京量具刃具厂生产的杠杆千分表(分度值 $2\mu\text{m}$)直接安装在自制的底板上,经极简单的改装而成的(只须拆除一些外部的导条,而不动仪表的内部结构)。

图5—1所示是周节仪,底板用一般优质结构钢制成,最好经热处理、发蓝等工艺使其有较高的强度、刚性、稳定

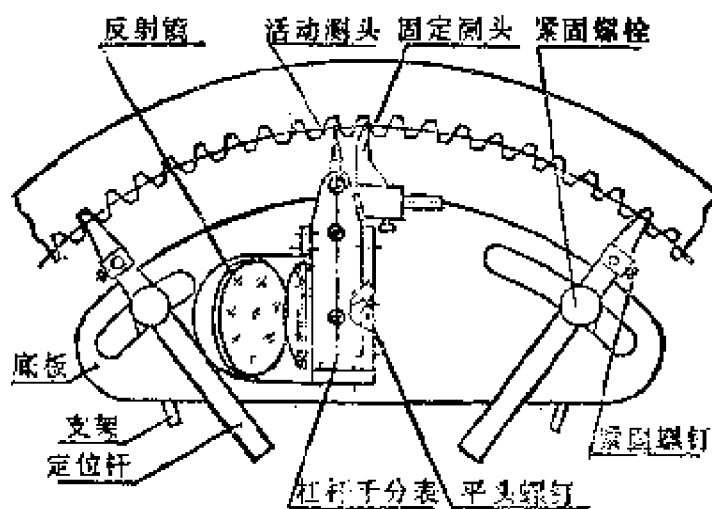


图5—1

性及防锈能力。其外形尺寸,可根据被测内齿轮的模数、齿圈直径大小等参数来设计,既可制成只测一种规格齿轮的专用仪器,也可制成对不同模数与齿圈直径有一定适应范围的通用仪器。图5—1所示仪器适用于齿顶圆直径为 $\phi 190\sim\phi 300$ mm或更大、模数为2~3的内齿轮。

测量时,一般是以齿根圆为基准定位,通过定位杆插入齿槽顶住齿根圆来实现的。该定位杆可在底板导槽内移动、伸缩并借助紧固螺栓来固定,以适应不同齿圈直径的要求。根据被测齿轮模数的不同,可将固定测头沿与底板连结的矩形导轨条移动至相应位置并固定;活动测量头则直接利用杠杆千分表本身之测量头代替,直接将测量位移显示在千分表刻度盘上,不必安装另外的传动机构,因而简化了量仪结构并有利于保证测量精度。为便于观察读数,通过一可调角度平面反射镜将光路折转 90° 。支架的高低可调节,依靠紧固螺钉来固定,除可作仪器座架以保证工作稳妥可靠外,还可反转 180° 兼作测量时轴向定位之用。

基节仪、公法线长度仪的结构如图5—2所示,更为简单,拆掉仪表原有导条(该导条是为了测量时仪表便于安装在测量架上而设置的),安装自制的导条、定位销、手柄即成。但公法线长度仪的杠杆千分表测头必须折转 90° 。

基节仪、公法线长度仪采用比较法测量。但需预制一量块夹(也可借用万能测齿仪或卧式测长仪的量块夹),用量块或自制的标准块,根据基节及公法线长度的公称值先定好零位,参见图(c),然后再用定好零位的量仪插入齿轮相应的部位,按住定位销,微微摆动杠杆千分表测头,在齿轮的轴向及端面方向这两个方向上寻找转折点,由表针转折时的示值读得基节及公法线长度的偏差等。

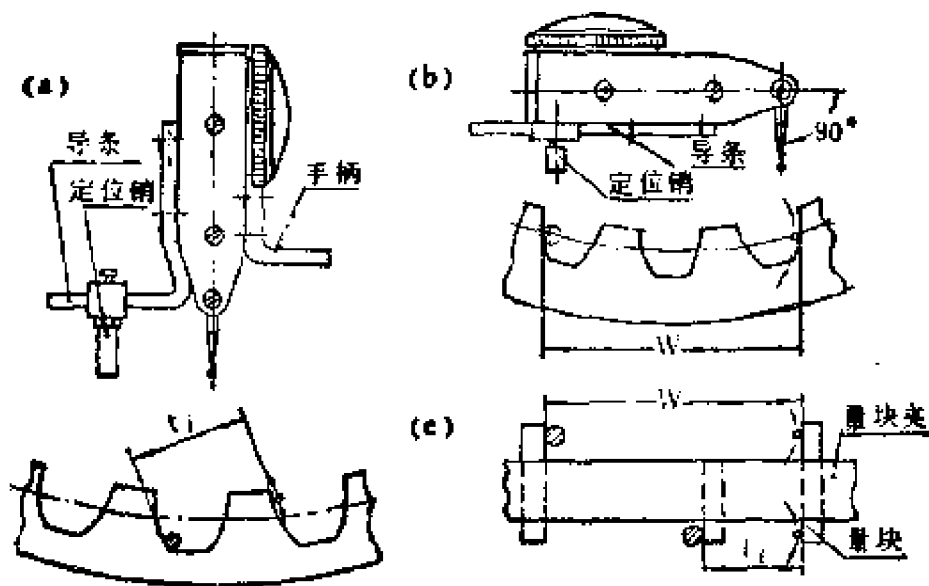


图5—2

上述基节及公法线长度测量方法的依据，如图5—3所示。根据渐开线的形成原理及特性得知：

$$AB = A'B' = t_j$$

$$CD = C'D' = W$$

由图可见， t_j 、 W 的尺寸显然都是两齿廓

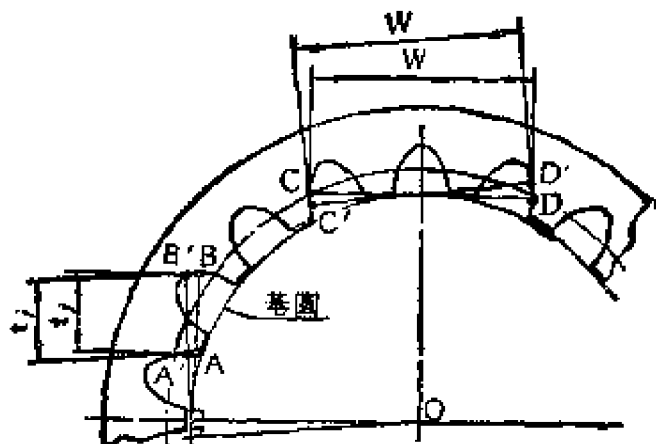


图5—3

(前者为两相邻的同名齿廓，后者为相隔数齿的两异名齿廓) 间的两平行切线间的距离，此一对平行切线又和基圆的切线，即两齿廓的公共法线垂直，故对于外齿轮来说，正如熟知的基节仪、公法线千分尺那样，是借助于两平行平面与齿廓相切来测量的；而对于内齿轮来说，则可以也只有通过寻找上述的两条切线上的二切点（对公法线为最大转折点，对基节为最小转折点）来实现直接测量。

周节仪的使用方法亦参见图5—1。首先根据任一齿距为固定测头和活动测头之间的距离，并使杠杆表测头预先有一适当的压缩量，再将千分表示值调零。然后逐齿测量各齿对该齿距的偏差，随之记录所得读数。为保证测量精度，应将仪器的两测头调整在分度圆附近的与齿轮同心的圆周上。测完一整圈后，再将所得数据进行处理，以求得周节偏差 Δf_{pt} 和周节累积误差 ΔF_p 等（参见新标准 JB179—81）。此外，还可用跨齿法测量。无论是单齿或跨齿测量，其数据处理的方法均与外齿轮相对测量法相同。

216 齿轮检测工具

在修理、修复和改造金属加工设备时，确定被磨损齿轮的法向模数和基圆齿距通常比较困难。齿距、模数和齿轮齿的倾斜角，多数是根据从齿轮直接测得的参数（直径、齿的长度和高度、公法线长度和齿数等等）用计算法来确定。而应用下述简便的工具，则可方便地进行检验。

图5—4所示为适用于一系列模数的样板规，用它可以确定齿轮1的法向模数和基圆齿距，样板2可在轴3上旋转。样板2制成齿条形，它们的原始齿形精度应与滚切相应模数（齿距）齿轮的滚刀的齿形精度一致。在每一样板片上都标有原始齿条的模数（齿距）。齿轮的法向模数（基圆齿距）应挑选能与齿轮进行啮合的样板来确定。样板用工具钢（Y8A、Y10A、XBF（相当于我国牌号 T8A、T10A和 CrWMn））制成，并要热处理到HRC50~55。

检测斜齿轮时，测定齿的倾斜角最为困难。图5—5所示介绍了由万能标准测角器（游标尺测量精度 $2'$ ）和一套有各种模数齿条组成的测量装置。选定的齿条3用夹持器5固定

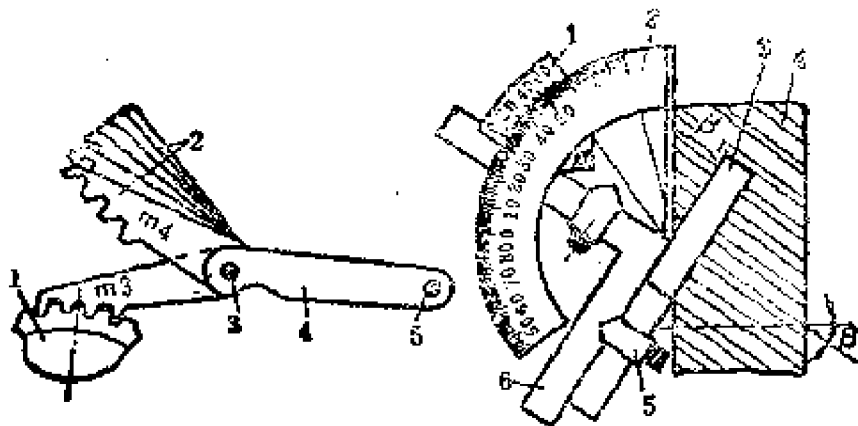


图5—4 用样板规测定齿

图5—5 用测角器测定圆柱

轮模数和齿距

斜齿轮齿的倾斜角

在直角尺6上。测齿时，使齿条3与被测齿轮4的齿啮合，然后根据游标尺1和扇形固定尺2上的刻度，确定齿轮与齿条侧面之间的夹角 β_1 ，此 β_1 即等于齿轮齿的倾斜角 β 。齿条由XBF钢制造（HRC50~60），它的模数（ $m=1\sim6$ ）与金属切削机床中所用的传动齿轮的模数相一致。齿条尾部的截面尺寸等于测角器上可换尺的截面尺寸，在换用可换尺时把它的尾部插入测角器中。齿条齿形的精度，两侧面的平行度不大于 0.006mm ，形成齿的表面相对于两侧面的垂直度不大于 0.005mm 。例如模数 $m=2$ 的齿条，它的轮廓尺寸所达到的精度为： $m=2\pm 0.01$ ， $t=6.28\pm 0.008\text{mm}$ ， $0.5t=3.14-0.008\text{mm}$ ； $2t=12.57\pm 0.01\text{mm}$ ； $3.5t=22-0.28\text{mm}$ 。

利用上述测量装置，能够在任何生产条件下简单、迅速、可靠和以很高的精度（ $\pm 2'$ ）测定圆柱斜齿轮齿的倾斜角。在实际修理工作中，经常需要在拆卸机构（部件）之前确定出齿轮的模数、齿距和齿的倾斜角。这种测量装置可以在最难以接近的部位测量轮齿，可大大缩短检验时间，而且不需要昂贵的检验装置。

217 电动记录式直齿齿向测量仪

电动记录式直齿齿向测量仪，对于提高齿轮加工精度和啮合质量，降低传动噪音，起到了很好的作用。

仪器底座的左端安装有立式顶尖架(采用立式顶尖架，主要便于被测件的安装)，下顶尖装有微调装置供测量前调整测量“零位”用。底座的右端是一可径向移动的滑板，该滑板上面是测量座和微型电机，测量座上有可上下移动的滑块，其上装有侧向传感器测头。该滑块由微型电机通过丝杠带动。

在测量齿轮齿向时，传感器测头沿齿面移动，实际齿向线由记录器记录。由于将传感器的移动和记录器的走纸速度直接连系起来，所以从所得到的齿向误差线能很容易地看出轮齿宽度的误差。

如图 5-6 所示，仪器的电感式测头由 90TYD₀₂ 型低速电机 ($n = 60r/min$) 带动，在被测齿轮齿面上作上、下移动。由于低速同步电机定子绕组上并接 RC 串联回路，所以改变电源的相位即可改变电机转动的方向。齿向误差经测头转换为电信号，经电感测微仪作各种放大、整流处理后，一方面通过表头显示，另一方面将信号输入到记录器记录。记录器的走纸电机受复式按钮 D_{A1} 、 D_{A2} 控制。当 D_{A1} 按下时，驱动电机正转，测头由上向下运动，同时记录器走纸电机接通进行记录，实现测头运动与走纸记录的同步。另外，由于走纸电机的速度可根据齿轮宽度灵活调整，这就为分析齿向误差提供了准确数据。当 D_{A1} 松开时，两电机都不动作。 D_{A2} 为反向按钮，动作原理同上。为防止电机损坏，线路中设有短路保护措施。

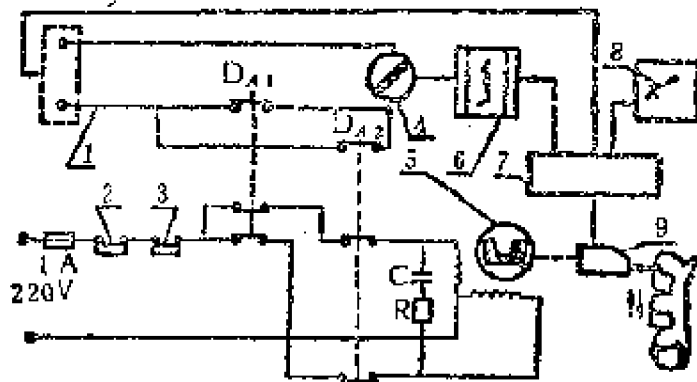


图5-6 电器原理图

1—记录机电源；2—上限位；3—下限位(JW-11型微动限位开关)；4—走纸电机；5—驱动电机(90TYD_{J3}型永磁式低速同步电机)；6—记录器；7—电感测微仪；8—读表；9—测头；DA₁、DA₂—LA18-22按钮

该仪器适用于较高精度直齿齿向误差的测量和记录，其测量精度与以下因素有关：(1)上、下顶尖同轴度误差；(2)传感器测头沿滑架移动的直线度误差；(3)电感记录器的综合误差；(4)其它误差，如齿面形状误差，传感器的重复性影响等。实际上，在各误差因素中，(1)、(2)两项对齿向测量的影响是综合的，即在与测头测力方向平行的平面内，该项误差不受压力角影响全部带入齿向误差中；在与测头测力方向垂直的平面内，该项误差受压力角影响，将其1/3带入齿向测量结果中(以齿形角 $\alpha = 20^\circ$ 为例， $\sin\alpha = 0.342$ ，故按1/3计)。仪器成装后，要求测头沿标准心轴两个母线方向上下移动误差不大于 $0.003/200\text{mm}$ 。按被测齿轮齿宽 50mm 计算，则

$$\Delta_{1a} = \pm \frac{50}{200} \times 0.003 = \pm 0.75\mu\text{m}$$

$$\Delta_{1b} = \pm \frac{1}{3} \times \frac{50}{200} \times 0.003 = \pm 0.25\mu\text{m}$$

记录器的误差，主要是记录器本身直线放大比不准确。按说明书规定，该误差不大于 $\pm 1\mu\text{m}$ 。若记录器测量记录范围选用 $\pm 25\mu\text{m}$ 挡，则

$$\Delta_1 = \pm \frac{1}{50} \times \frac{25}{1000} \approx \pm 0.5\mu\text{m}$$

其它误差主要是通过多次测量以其最大分散值计： $\Delta_3 = \pm 1.2\mu\text{m}$ ，故仪器测量齿向的最大测量误差为

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{仪}} &= \pm \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \\ &= \pm \sqrt{0.75^2 + 0.25^2 + 0.5^2 + 1.2^2} \\ &= \pm 1.52\mu\text{m} \end{aligned}$$

通过上述简单分析，该仪器可用来测量 JB179—83，4 级精度齿轮齿向误差。

218 直齿齿向检查仪

直齿齿向的检查关系到齿轮接触精度、齿轮局部磨损和齿轮产生的噪声。苏制 MB 型齿向检查仪经改造后，可成为一台专用的直齿齿向检查仪，使用效果很好。其外观如图 5-7 所示。把原有的测量装置取消，重新设计一个新测量装置，此装置的操作方向与原结构前后调转 180° ，使其顶尖座尽量靠近人身。顶针座也左右调转 180° ，便于顶尖座的移动和调整齿轮安装位置。

测量装置由精密导轨和专用表架组成。精密导轨必须满足测量过程中表架移动灵活、可靠，且在水平方向与垂直方向严格平行于齿轮安装轴线的要求。这里选用 V 型结构加钢球作为测量导轨。这种安装形式的最大优点是，可利用上 V 型滑板的自重来自动消除滑板运动过程的一切间隙，

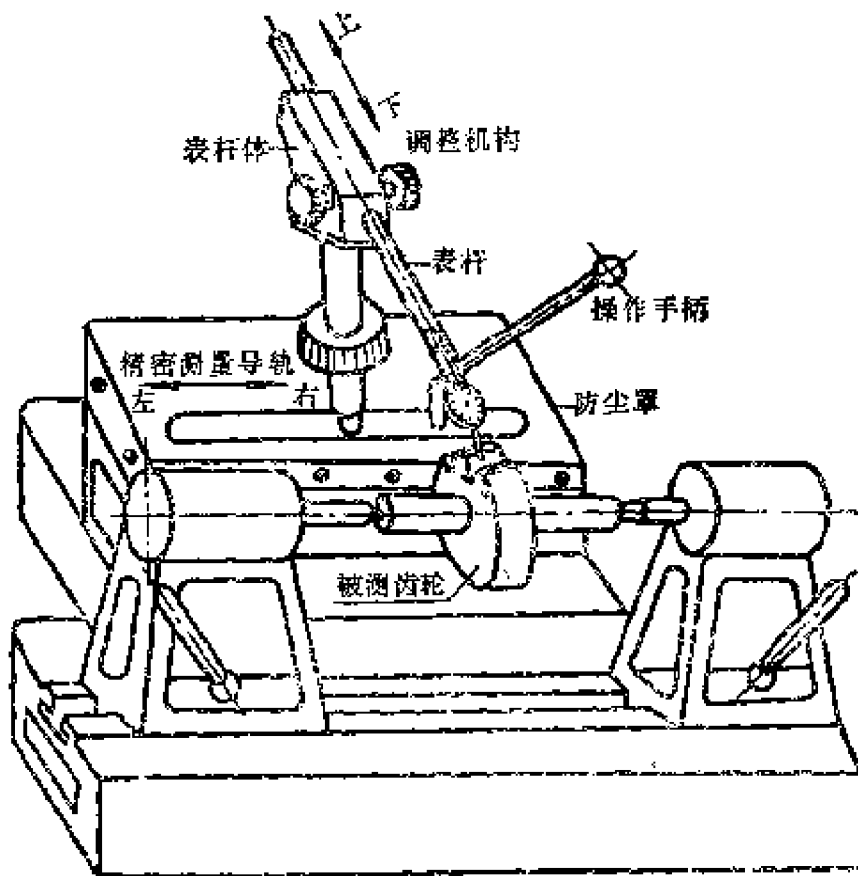


图5—7 直齿齿向检测仪外观图

从而保证测值的稳定和可靠。具体结构如图 5-8 所示。值得注意的是，采用这种导轨结构必须在工艺上采取特殊措施才能取得上、下 V 型角度的一致性，并保证钢球的良好接触（四点接触）。为此，在精磨好上、下滑板的基面后，应

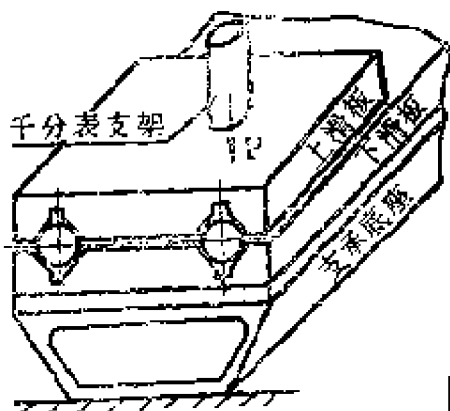


图5—8 导轨结构图

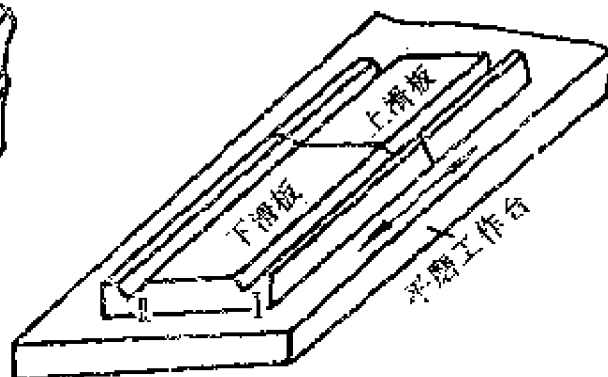


图5—9 上、下滑板 V 型沟加工图

把上、下滑板同向摆在精密平面磨床上，如图 5-9 所示，在修整 90° 成型砂轮后，逐刀进行磨削，磨完第一个 V 型沟，接着磨第二个 V 型沟，直至达到要求的尺寸。这种加工方法既可保证上、下滑板 V 型槽的一致性，又可保



图5-10 上、下滑板安装图

证两个 V 型沟的平行性。精磨之后，分别打上沟槽 I、II 的标记，装配时反扣安装，如图 5-10 所示，即可达到预期的效果。

表架结构应适应齿轮直径大小可随意调节，调节后能稳定地停留在某一位置上。测量过程中，表架不应有任何摆动而影响测值的稳定性。

图 5-11 所示是特制表架的主要结构。为了方便操作和读数，表杆体做成 45° 角。表杆体 1 内装表杆 2，表杆 2 实际上是一根轴齿条与一个传动齿轮 5 相啮合，转动手柄 6 时，可使表杆前后

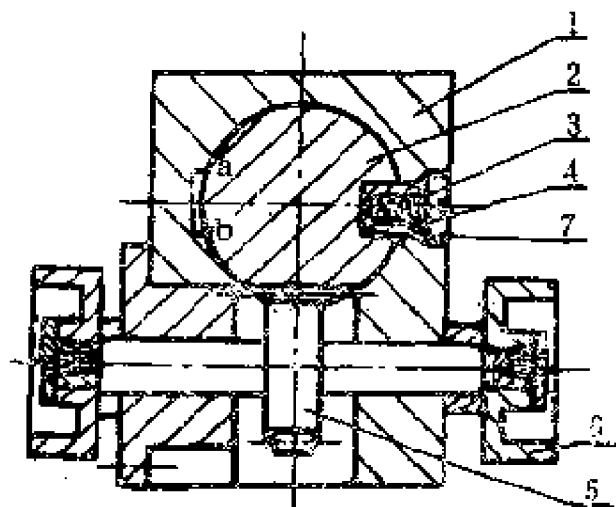


图5-11 表架结构图

移动，以此调节大、小直径齿轮的测量。表杆 2 移到一定位置后，不用螺丝紧固，而是用表架体内两个压簧 3，通过两个传力套 4 作用表杆 2 于表架体左侧 a、b 两点产生的摩擦力来实现紧固的。表杆 2 还开有一条沟槽与传力套相配，用它来防止表杆在移动过程中可能产生的转动。传力套的作用力由螺钉 7 来调节，其调节量大小应以表杆停住可靠为原则。

● 螺 纹 ●

219 内螺纹中径的简易测量

用车床加工内螺纹时，测量螺纹中径是一件很麻烦的事。在没有内螺纹百分尺的情况下，一般都先用三针测量体检测控制车制出外螺纹，再以外螺纹作为塞规，配制出内螺纹。在单件小批生产中，这种加工方法浪费极大。而鉴借外螺纹中径的三针测量法原理，用普通外径百分尺和标准钢球，则可解决内螺纹中径的测量。

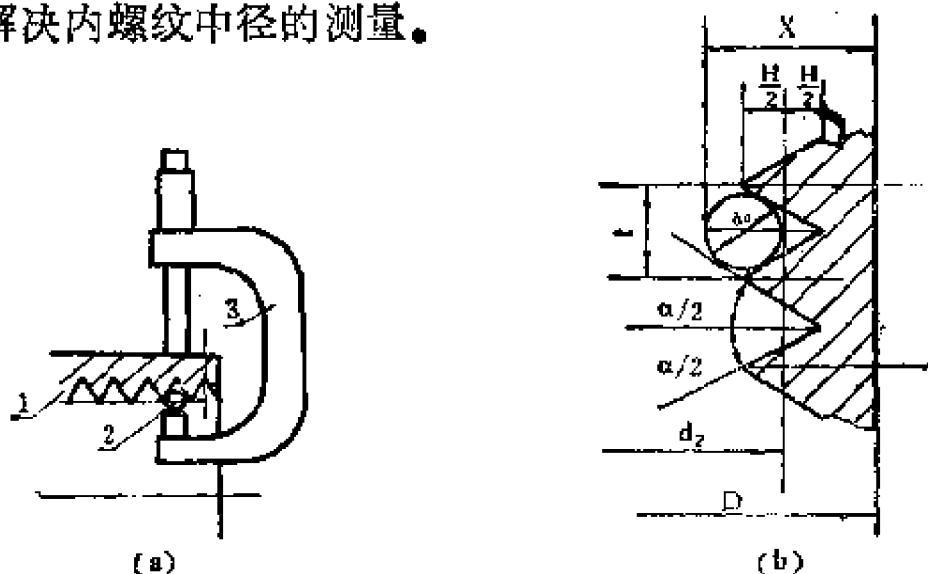


图5-12

1—工件；2—钢球；3—外径百分尺

具体测量原理和计算方法分别参见图5-12(a)、(b)。

计算公式如下：

$$d_2 = D - 2x + d_0 \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha/2} \right) - \frac{t}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

式中， D 为工件外径； d_2 为螺纹中径； t 为螺距； $\alpha/2$ 为牙形半角； d_0 为钢球直径； H 为牙全高； x 为外径百分表实测值。

对于公制螺纹($\alpha/2 = 30^\circ$)：

$$d_2 = D - 2x + 3d_0 = 0.866t$$

$$\text{或 } x = (D - d_2 + 3d_0 - 0.866t)/2$$

需要注意的是，工件外径 D 的测量值要准确，最好取相互垂直的位置测量两次，如图5—13所示，再取其平均值 $D = (D_1 + D_2)/2$ 进行计算；钢球直径 d_0 的选择要适当，一般取钢球直径 $d_0 \approx 0.572t$ ，也可参考外螺纹三针测量法中的量针直径进行选择。

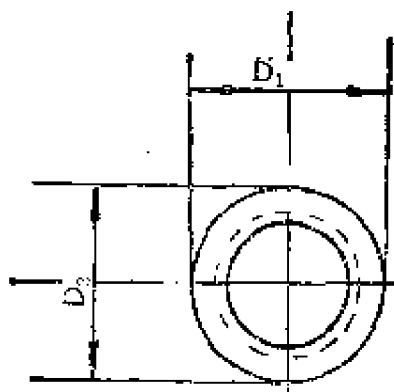


图5—13

例如：用车床车制一圆螺母 $M90 \times 3 - 2$ ，已测得圆螺母外圆直径 $D = 120\text{mm}$ ，查表得知螺纹中径 $d_2 = 88.052_0^{+0.22}\text{mm}$ ，选用钢球直径 $d_0 = 2.0\text{mm}$ ，试求用外径百分尺测量时的 x 值。

$$\text{解： } x = \frac{1}{2} (D - d_2 + 3d_0 - 0.866t) = 17.675\text{mm}$$

考虑到螺纹中径公差，则

$$x = 17.675_{-0.11}^0 \text{mm}$$

220 长丝杆螺距动态测量仪

使用长丝杆动态测量仪可比用静态比较测量法提高效率10倍。仪器的结构如图5—14所示。使用时将V型座1“骑”在被检测丝杠外圆上。调整螺母9，使螺杆10上的硬质合金测头13靠在丝杠螺纹中径的一个齿侧上。另一装在可灵活摆动的连杆7上的硬质合金测头14，则在弹簧6的作用下弹性地靠在第二齿的同侧，弹簧6的拉力调整在2000N左右。测量头13和14均安装在浮动托板3上，浮动托板3与V型座2之间使用钢

球滚动导轨，以使运动灵敏，在对称安装在托板3两侧的弹簧作用下，托板与V型座呈弹性联接。工作时，被检测丝杠以4~16r/min的转速转动(精度低的丝杠转速可高一点，精度高时宜用较低转速)，并由传动丝杠(螺距与被检测丝杠螺距相同)驱动托板移动，跟刀架顶在销钉11上，使V型座在工件外圆上与托板等速移动。这样，固定测量头13便可跟踪被检测丝杠螺旋面移动，但又不受机床丝杠与工件螺距不一致的影响。

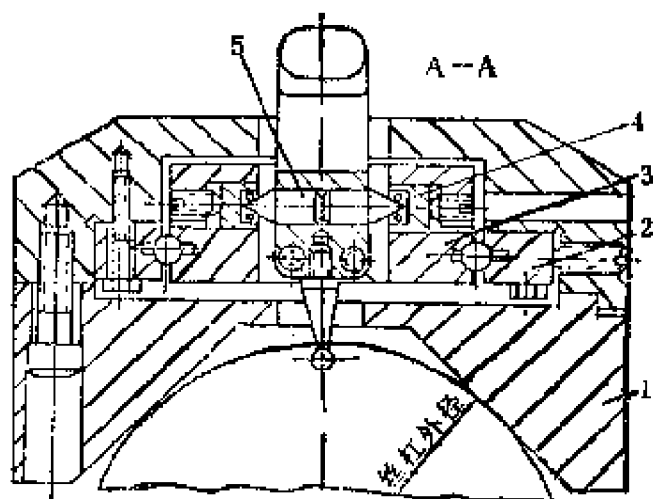


图5—14(a)

被检测丝杠螺距如果不均匀，测头14就会绕轴5产生摆动。支架8上可以同时固定测微计和电感测量头。测微计可用来直观地观测螺距不均匀性的粗略情况；电感测量头可将连杆7的摆动信号传

给自动记录仪，记录被检测丝杠的螺距不均匀性偏差。

为了使轴5摆动灵活而又无间隙，设计了紧凑可调且结构简单的轴承4。在轴承座4的平底盲孔内放入三个直径相同的钢球，盲孔的内径做成恰好等于三个钢球围成的外切圆的直径。轴5两端顶尖即插入三个钢球围成的内切圆中。调整轴承后面的螺钉，可以消除轴5与轴承之间的间隙。

测量时，工件上固定一个信号触点，使丝杠每转过一圈发送一个信号到记录仪里，并在记录曲线旁打上一个标记，将此标记划作横坐标线，以便能在记录曲线上找出丝杠某一截面的螺距不均匀性偏差。若以工件的某一扣为零，以后各

扣相对这一扣的偏差便是相对单扣误差，各扣相对单扣误差的代数和就是工件的相对螺距累积误差。然后对第一扣进行定标，即可求出第一扣的实际螺距误差，将这一扣的实际螺距误差加到以后各扣的相对单扣误差中去，得出各扣的实际单扣螺距误差，它们的代数和便是实际螺距累积误差。

经重复多次测量表明，其重复测量值不一致性不超过 $0.5\mu\text{m}$ 。用蔡氏万能工具显微镜作静态测量对比检验本仪器的测量精度，结果是：单扣螺距误差最大相差 $0.8\mu\text{m}$ ，累积误差最大相差 $1.5\mu\text{m}$ 。这些偏差都没有超过 6 级精度丝杠允差的 $1/3$ 。

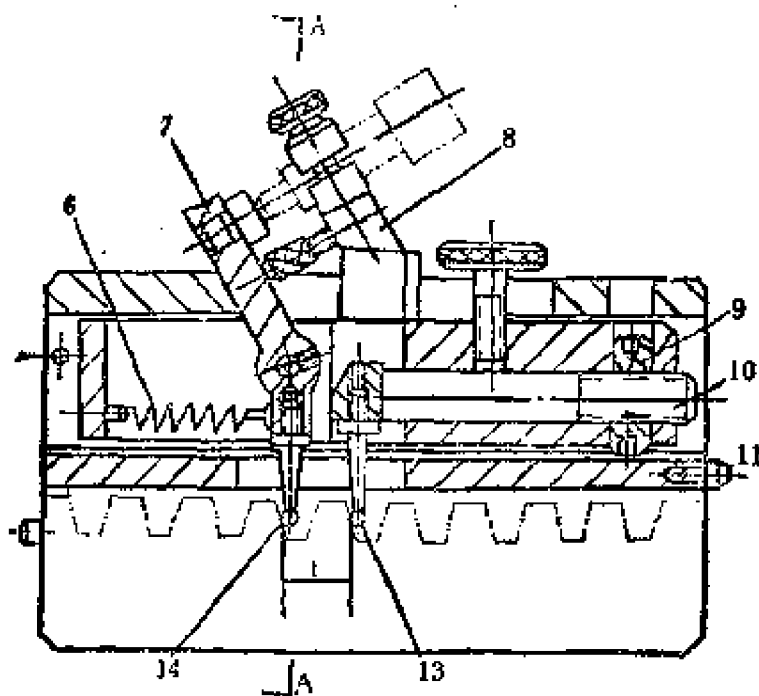


图 5—14(b)

221 用钢珠——千分尺测内螺纹中径

加工内螺纹时，一般利用钢珠进行测量。由于钢珠圆滑易滚动，不便在操作时应用。将钢珠焊在钢珠座上，钢珠座固定在千分尺测砧的定位套上，具有测量简便、可靠的特点。其结构如图 5—15 所示，定位套的内孔与千分尺测砧的间隙约 $0.2\mu\text{m}$ ，使用时用千分尺测量钢珠座端面至工件外径

之间的尺寸S。

$$S_{\max} = \frac{D - d_{\text{中}\min}}{2} + \alpha$$

$$S_{\min} = \frac{D - d_{\text{中}\max}}{2} + \alpha$$

$$\alpha = A - \frac{d}{2} - \frac{d/2}{\sin\alpha/2} - \frac{t}{4} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

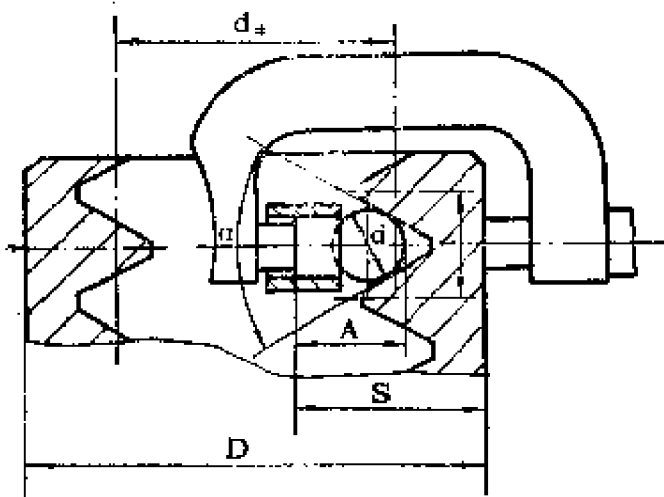


图5—15 内螺纹测量图

式中，D为外径； d_{ϕ} 为螺纹中径；d为钢珠直径；A为钢座尺寸； α 为螺纹角度；t为螺距。

从前两式可见，A是定值；S随螺纹中径变化而变化，这样就可以在加工中随时

测量、了解实际的螺纹中径，更好地控制尺寸精度。

222 螺纹千分尺校对用量规测量面间尺寸的测量

鉴于千分尺检定规程JJG25-79中提供的校对用量规测量面间尺寸L的测量用专用工具不易实现，如图5—16所示，为此，这里介绍一种在无立式测长仪和立式光学计的情况下，能在卧式测长仪和卧式光学计上测量的方法。如图5—17所示，先做两个小套管1、2分别装在卧式测长仪的活动和固定测头上。套管1上装一螺纹千分尺锥形插头（要选择锥角 60° 公差小于 $\pm 2'$ 的），另一端与套管2上的 60° 锥角的锥坑接触，用尾管的调节螺钉找出仪器读数的反折点后，在仪器上读取

h 值(作为仪器的零位)。然后将被检定的校对量规置于锥形插头和小锥坑之间,在仪器上读取 h' 值,则校对用量规测量面间的尺寸 $L = h' - h$ (mm)。

如果有立式测长仪,也可将带锥形插头的小套管1装在测头上,如图5—18所示,与带 60° 小锥坑的专用底座2接触,调整仪器并找出仪器读数的反折点后读取 h 值。然后将被检定的校对用量规置于

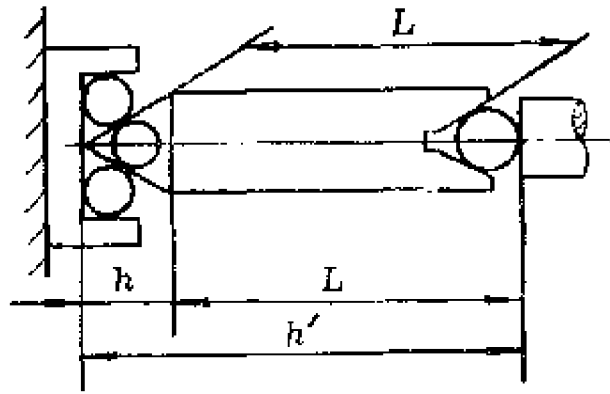


图5—16

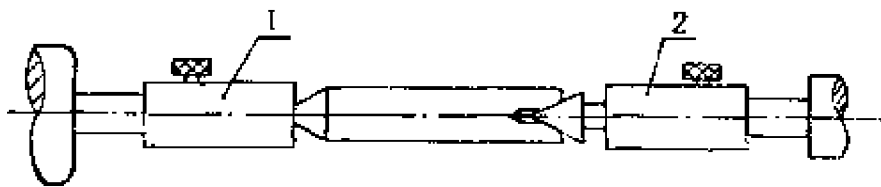


图5—17

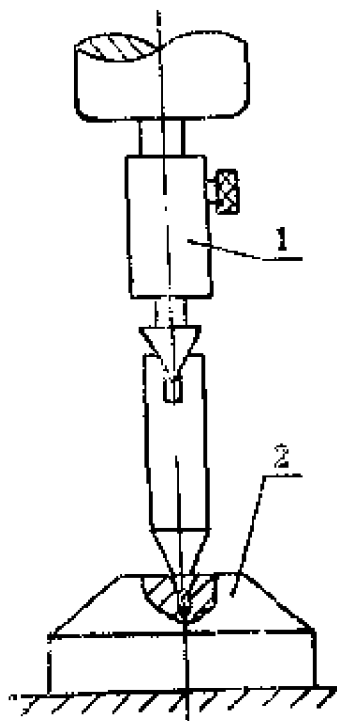


图5—18

锥形插头与专用底座的 60° 小锥坑之间,并读取 h' 值,则校对用量规测量面之间的尺寸 $L = h' - h$ (mm)。

在上述两种检定方法中,如果 60° 小锥坑直径过大或锥面过长,转动校对用量具时会造成测量头微动,故以锥坑直径为1mm、锥面长为0.1mm为宜。

● 孔径等 ●

223 锥孔直径测量仪

在加工锥孔过程中，通常使用游标卡尺或千分尺测量其锥孔直径。这种测量方法的误差较大。现提供一种制造简单、测量准确的仪器，它具有示值直观、操作方便等优点。

测量仪器的结构如图 5—19 所示，由圆锥体、垂直角架和百分表组成。使用时，先将圆锥体头轻轻地顶在工件的平面上，把百分表调零，然后移至锥孔中。读出的圆锥体头的下降数值的 4 倍，即是锥孔的直径。

测量原理如图所示，在直角三角形 ABC 中，AB 为圆锥孔的半径，BC 为圆锥体头下降数值。令

$$AB = 2BC$$

$$\angle ACB = \arctg \frac{AB}{BC}$$

$$= \arctg 2 = 63^{\circ}26'$$

所以圆锥体夹角为 $126^{\circ}52'$ 。

使用时应注意：测量仪器的精度取决于圆锥体的制造精度，即如何保证圆锥体夹角为 $126^{\circ}52'$ ；圆锥体需经过淬火、磨光。

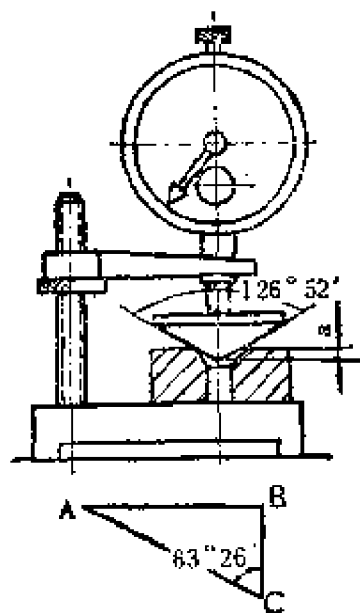


图 5—19

224 小于半圆的孔径测量

对于半圆孔或中开的带有压盖的孔，在压盖取下后，就难于精确测量孔径的实际尺寸。因半圆孔或中开孔的中开面不会正好通过孔的直径，如双吸中开水泵泵体上的轴承架和内部的密封环孔。中开面低于半径时，用一般通用量具测量，不但会产生误差，而且测量精度较低。现介绍一种量具及其测量方法。

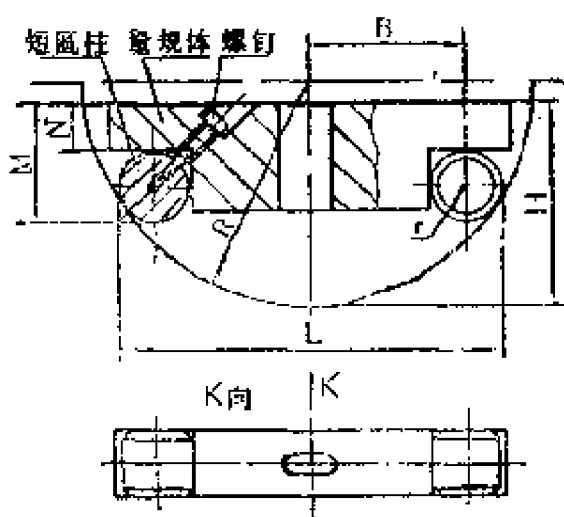


图5—20

如图5—20所示，两短圆柱固定在量规体上。其中，M、N、L、R为量具制造后的实测数据。用深度千分尺由量规体上面测量至工件孔底部的最大深度H后，代入下列公式，即可计算出工件孔径的实际尺寸。

实际尺寸。

$$D = 2R = H + \frac{B^2}{H - M} - N$$

式中，D为工件直径；R为工件半径；B等于 $\frac{L}{2} - R$ 。

量规体和短圆柱为此半圆孔量规的两个主要零件，其尺寸和形位公差应按一般量具制造精度设计。两短圆柱应保证等径，尺寸N应等厚。测量深度H的尺寸是自量规体上面至工件孔的最低点的距离，可以用深度千分尺直接测量，也可以用深度千分表间接测出。这样，量规完全由制造后的各有

关部位的尺寸实测值和H的测量值代入公式，计算出半圆孔径的实际尺寸。对于量规的尺寸制造误差(对图纸要求而言)则全然不会影响到测量精度。

量规制造完成，将各有关部位测出的实际尺寸M、N、L、R等值代入公式，并将此公式刻印在量规体上。

225 用自准平行光管检验轴孔配合研磨质量

在仪器装配中，经常要利用研磨法来保证轴孔配合，达到转动平滑、无卡滞且有一定的径向间隙的目的，此间隙可方便地用自准平行光管测量。如图5—21所示，先将轴套固定，在轴的上端固定一平面反射镜，对着平面反射镜安置一个自准平行光管。如果轴和轴套配合长度为L，在轴的一端加一径向力 F_1 ，使轴相对于轴套沿直径方向倾斜最大值，此时可在自准平行光管中读出一数值 φ_{x_1} (见图a)；再在轴的这一端加相反的径向力 F_1' ，使轴沿径向与上述相反方向倾斜最大值，此时，又可在自准平行光管中读得另一数值 φ'_{x_1} (见图b)。 φ_{x_1} 、 φ'_{x_1} 均为角值，两次读数之差为 $\Delta\varphi_1 = |\varphi_{x_1} - \varphi'_{x_1}|$ 。由图a、b、和光的反射性质可知：

$$\Delta\varphi_1 = |\varphi_{x_1} - \varphi'_{x_1}| = 2\alpha_1$$

$$\alpha_1 = \frac{\Delta\varphi_1}{2}$$

由图可计算出间隙 φ_1 为：

$$\delta_1 = L \operatorname{tg} \alpha_1 = L \operatorname{tg} \frac{\Delta\varphi_1}{2}$$

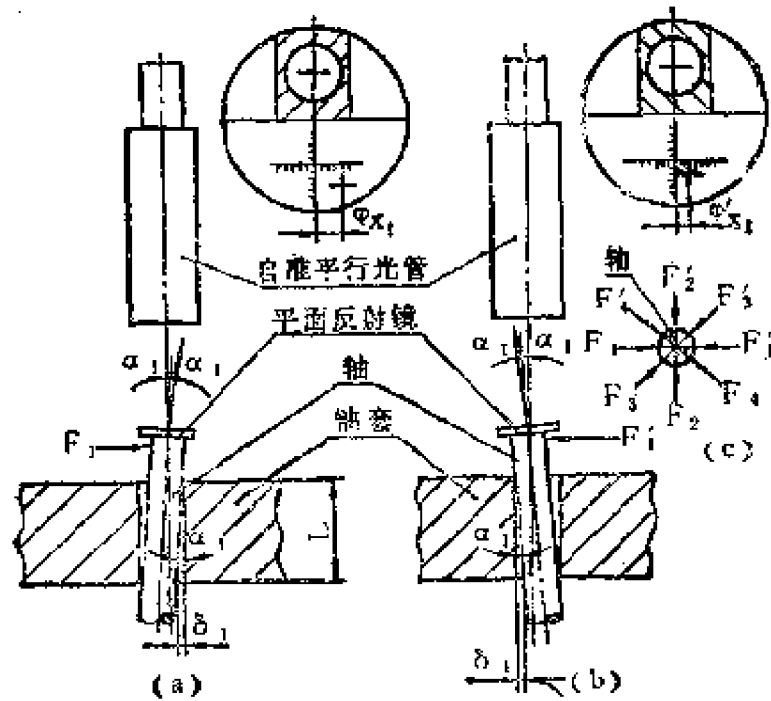


图5—21

按上述方法在轴的上端的不同角度处加径向力测 F_2 , F_2' ; F_3 , F_3' ; F_4 , F_4' (见图c) 进行检验 (当然, 点越多, 越能反应实际情况), 从而可得出 δ_1 , δ_2 , δ_3 , δ_4 , 取其中的最大值作为检验结果。

226 用弓形测头测内孔壁硬度值

用弓形测头直接测内孔硬度的方法如图 5—22 所示。为了使弓形测头主体受力时不产生或少产生变形, 减少其对示值的影响, 选E为1960MPa的材料, 可保证 C—D 处在最大力作用下所产生的弹性变形小于0.2mm, A—B 及 E—F 处弹性变形小于0.05mm。如40Cr或30CrMnSiA等刚度大的材料, 经调质处理(硬度为HRC28~32)即可。

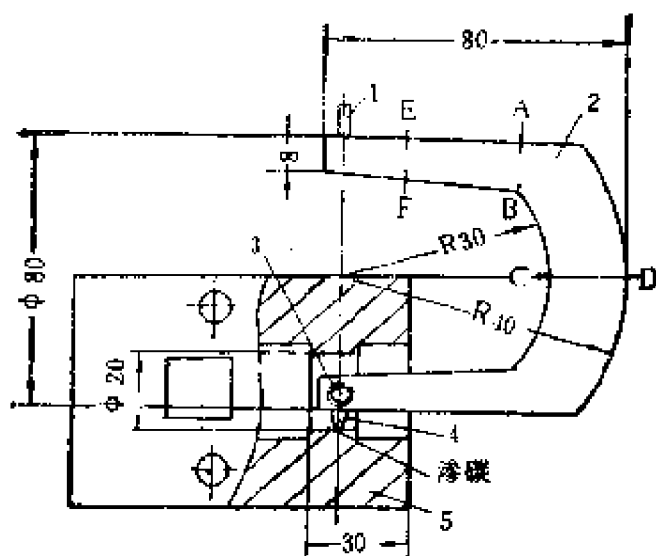


图5—22

1—压头柄；2—弓形测头主体；3—顶丝；4—金刚石；5—被
测工件

227 测量精密转台的简易方法

如图5—23所示，被测转台1的定位孔中插有心轴2，由螺钉3紧固。轴承4(36203)在装配时经预加负荷可消除间隙。摆杆5的有效半径为400mm，可绕心轴2旋转。测量时，将被测转台置于平板或工作台上，在摆杆5的有效半径两侧各固定一千分表(示值0.001mm)，转台在起始位置对零后，将摆杆一侧接触千分表，用螺钉6固定摆杆5，在千分表上读得数值 a_1 ，如图5—24所示。转台按 n 等分检查，则摆杆5随转台转过 $360^\circ/n$ 。调整另一侧千分表，使其接触摆杆5得出读数 b_1 。松开螺钉6，沿相反方向转动摆杆5与一侧千分表接触，紧固螺钉6后得读数 a_2 (a_1 与 a_2 不必相等)。转台再转 $360^\circ/n$ ，摆杆5与另一侧千分表接触得读数 b_2 。重复上述测量 $(n+1)$ 次，测得读数 $a_1, a_2, \dots, a_n, a_{n+1}$ ； $b_1, b_2, \dots, b_n, b_{n+1}$ 后作如下处理：设两千分表在零位时触头与转台中心夹角为 α ，转台按 $360^\circ/n$ 等分转过的实际角度为：

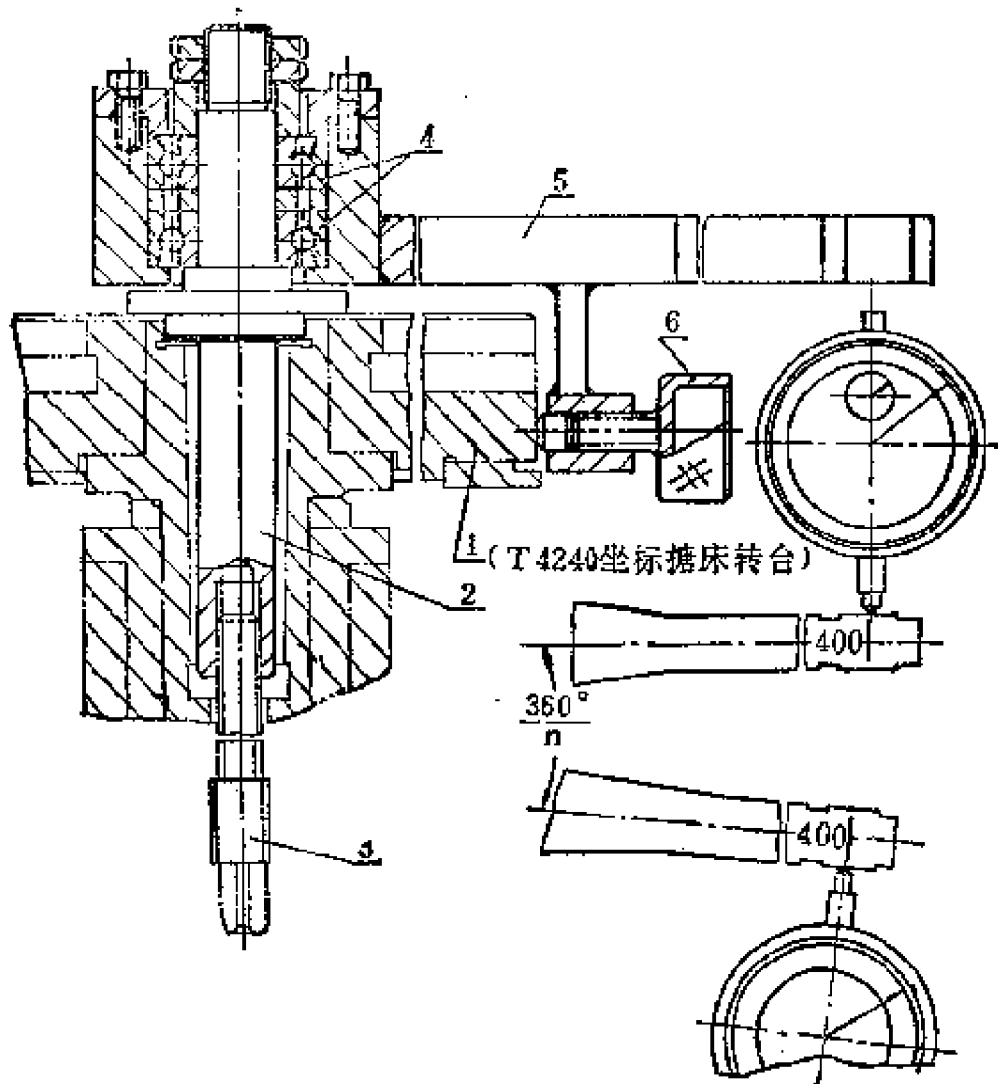


图5-28

$$\theta_1 = \alpha + \beta_1 - \gamma_1$$

.....

$$\theta_n = \alpha + \beta_n + \gamma_n \quad \text{①}$$

$$\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n = n\alpha +$$

$$(\beta_1 + \gamma_1) + (\beta_2 + \gamma_2) + \dots$$

$$+ (\beta_n + \gamma_n) = 360^\circ \quad \text{②}$$

$$\therefore \alpha = \frac{360^\circ}{n} - \left[\frac{(\beta_1 + \gamma_1) + (\beta_2 + \gamma_2)}{n} \right]$$

$$+ \frac{+ \dots + (\beta_n + \gamma_n)}{n} \quad \text{③}$$

设每个等分的误差为 $\Delta\theta$ ，则 $\Delta\theta = \theta - \frac{360^\circ}{n}$ ，即

$$\Delta\theta_1 = (\beta_1 + \gamma_1) - \left[\frac{(\beta_1 + \gamma_1) + (\beta_2 + \gamma_2)}{n} + \dots + \frac{(\beta_n + \gamma_n)}{n} \right]$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\Delta\theta_n = (\beta_n + \gamma_n) - \left[\frac{(\beta_1 + \gamma_1) + (\beta_2 + \gamma_2)}{n} + \dots + \frac{(\beta_n + \gamma_n)}{n} \right] \quad (4)$$

由于转台的分度允差很小($6'' \sim 10''$)，所以 β 及 γ 调整得很小($20''$ 左右)，此时 $\beta \approx \frac{a}{R}$ ， $\gamma = \frac{b}{R}$ ，代入上式则：

$$\Delta\theta_1 = \frac{(a_1 + b_1)}{R} - \left[\frac{(a_1 + b_1) + (a_2 + b_2)}{n \cdot R} + \dots + \frac{(a_n + b_n)}{n \cdot R} \right]$$

$$\dots \dots \dots$$

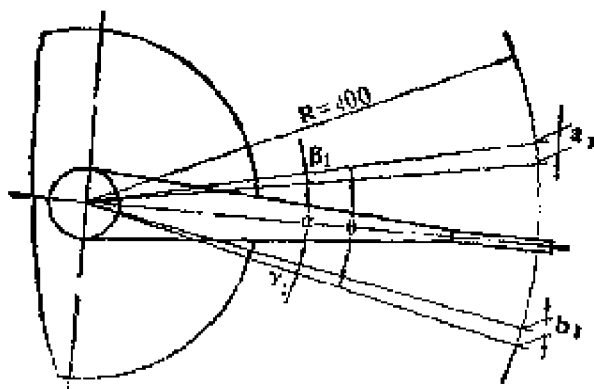


图5-24

$$\Delta\theta_n = \frac{(a_n + b_n)}{R} - \left[\frac{(a_1 + b_1) + (a_2 + b_2)}{n \cdot R} + \dots + \frac{(a_n + b_n)}{n \cdot R} \right] \quad (5)$$

将 $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2 \dots \Delta\theta_n$ 逐项累积,其极限值的代数差即为转台之分度误差。为简便起见, R值可在最后运算。

228 小孔中环槽尺寸的检测

这里介绍的方法,可以简单而迅速地测出环槽直径,其精度在0.025mm以内。

检验时,先测出小孔的直径,然后找一直径比槽宽小、而又比槽深略大的钢球,将其放入槽内。把适当尺寸的塞规塞入小孔,能在钢球与钢球相对的小孔壁之间挤紧时,塞规直径加钢球直径再减去小孔直径便是槽深。二倍槽深加小孔直径就是环槽的外径。

229 铸件内腔芯骨透视镜

该透视镜用于检查复杂铸件内腔是否存有芯骨。如图

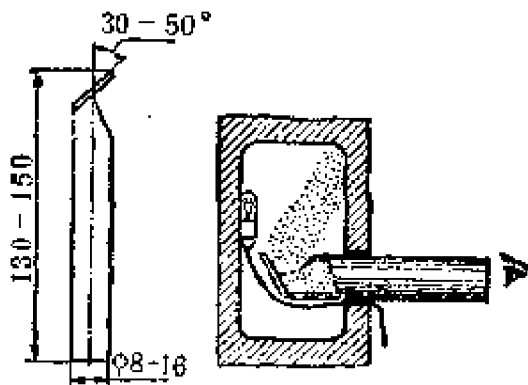


图5—25

5—25所示,它由一套直径为8~16mm的青铜管组成,在成 $30^\circ \sim 50^\circ$ 的管壁上焊一镜片,镜片为0.3~10mm厚的不锈钢。检查时先在被检铸件腔体内放一可移动的灯具(电压为24 V),然后再

放透视镜。其直径应比被检腔体孔小2~3mm。

230 直线度的测量基准

《无心外圆磨床精度》中有两项检验项目,即砂轮修整器移动的直线度和导轮修整器移动的直线度。检验方法是将专

用检验套筒安装在主轴上，将千分表固定在可移动的部件修整器上，使千分表测头垂直触及专用套筒圆柱表面，移动修整器检验，如图5—26所示。由于在这种条件下的测量基准是专用套筒圆柱面上任一条母线，这就要求千分表测头准确地沿该母线移动，这显然是很困难的；另外，千分表的杠杆不可能做成绝对刚性，这将引起千分表指针的抖动，而且，因为测头是触及圆弧面，又将引起在测量方向的位移，造成意外的读数误差。以往对于专用套筒的技术要求，仅规定粗糙度 $Ra0.4\mu m(\nabla 8)$ ，检具本身的直线度为 $0.002\sim 0.003mm$ ，工艺性比较差，因此精度不容易提高。

就目前国内生产的无心磨床来说，其主轴的支承大多数

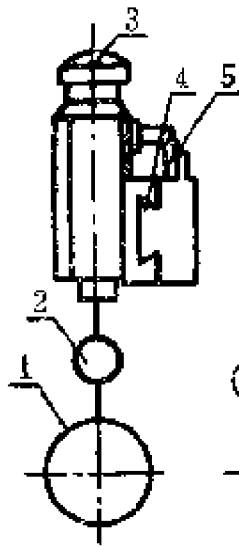


图5—26 以母线作基准的测量示意图
1—检验母线套筒；2—千分表；3—修整器；4—导轨；5—仿形板；6—主轴

是在砂轮单侧的悬臂式机床，都可以将原有的专用检验套筒加以改制。具体方法是：用V型铁及组合夹具一套，固定专

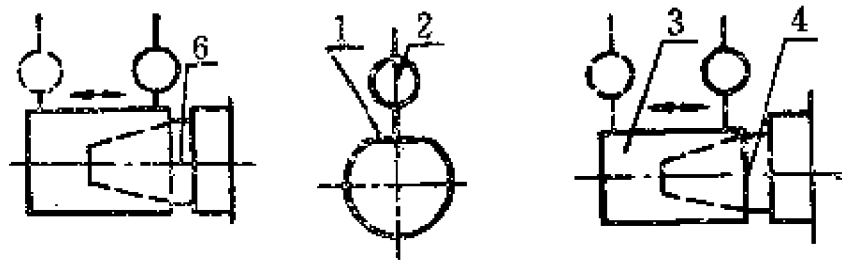


图5—27 以平面作基准的测量示意图
1—基准面；2—千分表；3—检验套筒；4—主轴

用检验套筒，在精密级平面磨床上直接磨出一个平面，面积为 $B \times L = 20 \times 150mm^2$ (B 为平面宽度； L 为原检验套筒的长度，相当于机床的砂轮宽度)，再经过人工研磨即可。

为了充分利用原有的检验专用套筒，采用上述方法，如

图5—27所示，在套筒上加工一扁平面1，经过研磨，基准面粗糙度达 $Ra0.1\mu m(\nabla 10)$ 以上，直线度达到 0.0003 至 0.0004 mm。检具本身精度的提高，使测量精确性更符合实际。采用上述两种不同检具实测数据见表5—1。

表5—1

序号	部 件 名 称	检 验 项 目	实测误差(μm)	
			母 线	平 面
1	砂轮修整器	沿导轨移动	1.0	0.5
2		沿导轨移动	1.0	0.5
3		沿仿形板移动	3.2	2.0
4		沿仿形板移动	2.6	2.0
5	导轮修整器	沿导轨移动	3.2	2.0
6		沿导轨移动	2.7	2.0
7		沿仿形板移动	1.2	0.5
8		沿仿形板移动	1.5	0.5

注：检验时修整器来回移动二次。

通过检测实践表明，修整器移动直线度的测量基准，由检验套筒的母线改成平面，精度有所提高。在测量过程中，虽然千分表杠杆的刚性差将引起抖动，但由于测量基准是一个平面(不存在最高点或最低点)，千分表不可能产生轴向位移量，所以千分表的指针比较平稳，读数也比较稳定，测量方便。此外，国家标准《无心外圆磨床精度》(报批稿)是等效采用ISO3875—1980(E)，对该检验项目规定直线度允差 0.003 mm。原来以检验套筒的母线为基准时几乎达到极限值，有时甚至超差。直线度的测量基准改用平面，误差反映比较真实，测量精确性也有了提高。

231 燕尾形导轨L尺寸的测量

燕尾形导轨广泛地应用在机械制造中。如图 5—28 所示燕尾形导轨的L尺寸，可用图 5—29 所示工具测量。该测量工具采用比较法进行测量。

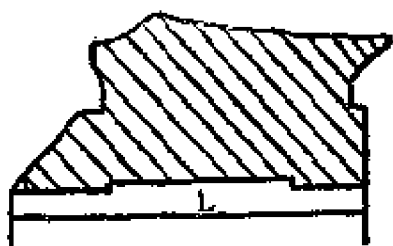


图5—28 燕尾形导轨

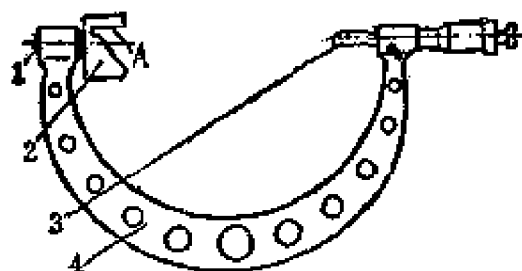


图5—29 专用测量工具

1—轴；2—V型转动测量砧；3—活动测杆；4—尺架

由于V型转动测量砧的A面与活动测杆的中心线平行，并可在一个平面内任意转动，因此该测量工具可以放在最合适的位置，使V型转动测量砧工作面、活动测杆工作面与燕尾形导轨工作面保持良好接触。

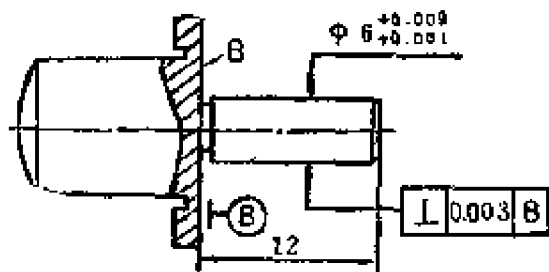


图5—30 轴

制造此测量工具时，先根据燕尾形导轨尺寸L选用适当规格的外径千分尺，再将原外径千分尺的固定测量砧取下，装配如图5—30所示的轴。为了使V型转动测量砧可以在一个平面内任意转动，即V型转动测量砧不能有径向摆动和轴向窜动，需将三个精密向心球轴承(13×6×3.5)沿轴线方向套装配在轴上。装配时，第一个轴承内圈的一端面与轴的端面B相靠，另一端面与第二个轴承内圈的一端面相靠，第二

个轴承内圈的另一端面与第三个轴承内圈的一端面相靠，然后将图 5—31 所示的 V 型测量砧装配在这三个轴承上，使第三个轴承内圈的另一端面与 V 型测量砧 C 面相靠。

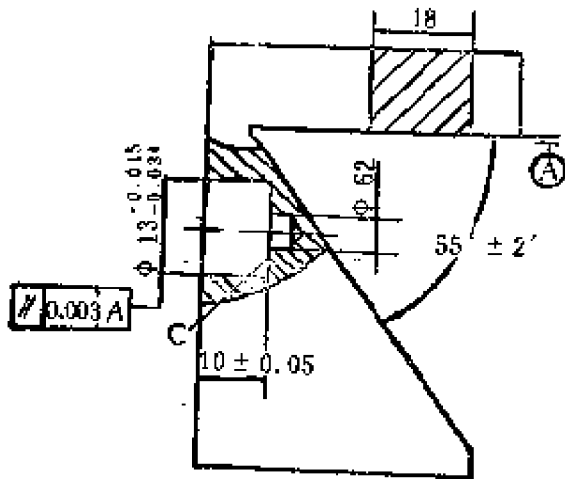


图5—31 V型测量砧

使用测量工具测量以前，应用图 5—32 所示的调整量具进行校准，读出测量工具的读数，然后再进行测

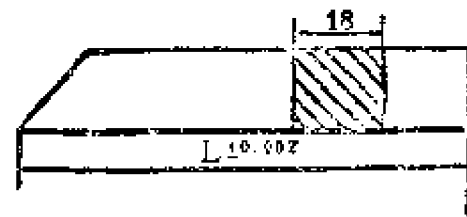


图5—32 调整量具

量。燕尾形导轨的 L 尺寸按下式算出：

$$L = L_{调} + (L_2 - L_1)$$

式中，L 为燕尾形导轨的尺寸； $L_{调}$ 为调整量具的尺寸； L_1 为千分尺校准后的读数； L_2 为燕尾形导轨测量后的读数。

该测量工具也可用于燕尾形导轨不平行度的测量。

232 用准直仪检测主轴回转轴线对工作台面的不垂直度

用准直仪测量主轴回转轴线对工作台面垂直度的优点是：(1)精度高(比抢表法测量精度高，累计测量误差在 $\pm 1.5 \mu\text{m}$ 范围内，适于大型立式精密机床上采用)；(2)工艺装备(如平面镜、圆锥柄等)简单，且精度要求不高；(3)可克服主轴轴向窜动或立式液压传动主轴下沉的影响，更适用于立式珩磨机上；(4)大型立式机床上主轴端面距工作台面远，测量时不需接杆，可以避免接杆弹性变形的影响，且测量方便；(5)

用准直仪和平面镜, 同时还可检测主轴箱体移动的直线性。

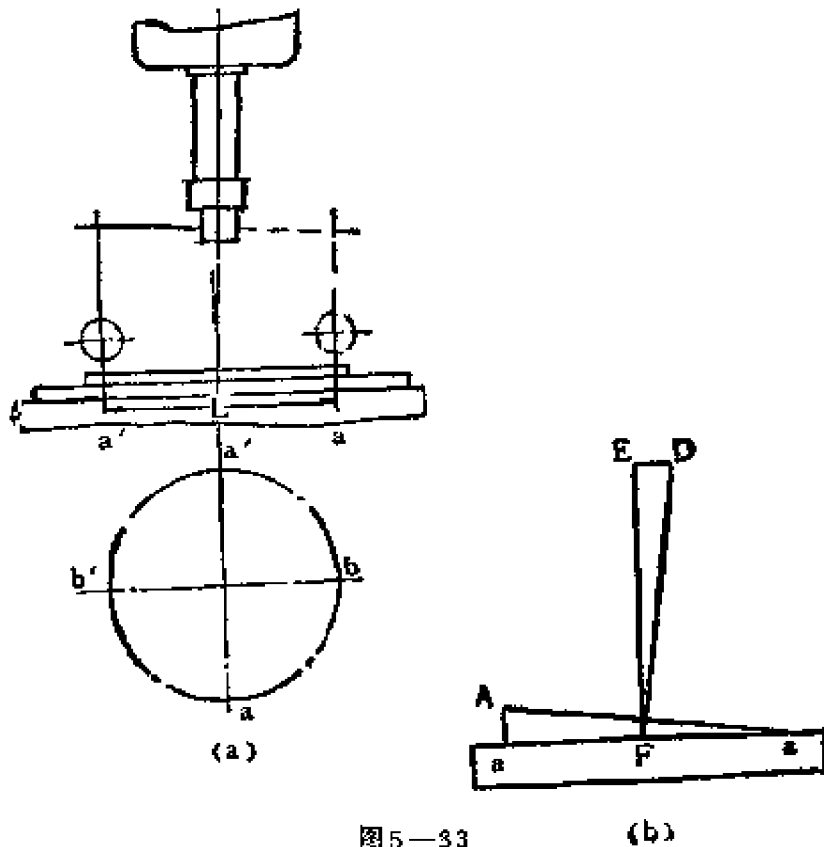


图5—33

aa' 正向读数测量位置, bb' 侧向读数测量位置

如图 5—33 所示, 用抡表法测量这项精度时, 百分表读数差就是 $\triangle aa'a$ 的 $a'A$ 边。DF 是主轴轴线, $DF \perp aA$; aa' 面平行工作台面, $EF \perp aa'$ 。取 $EF = aa' = 300\text{mm}$, 则 $\triangle DEF \cong \triangle Aa'a$, $\therefore a'A = DE$, $\angle a'aA = \angle EFD$ 。由此可以看出, 只要测出主轴回转轴线与工作台垂直的夹角 $\angle EFD$, 就可利用弧长(Δ)公式准确地算出误差值:

$$\Delta = 0.00000485 \times a \times L$$

$$(\alpha = \angle EFD; L = EF\text{mm})$$

利用准直仪的测量方法如图 5—34(a) 所示, 在工作台面上放一平尺, 平尺的长度等于或大于机床技术要求所规定的测量长度; 平尺的中间位置垂直放一准直仪; 反光平面镜用圆锥装在主轴上。当准直仪接通电源后, 调整准直仪的旋钮,

使目镜上出现亮光的“+”形状，对准目镜的十字刻线。当平尺处于图(b)上的OA位置时，目镜的读数为 ϕ_1 ，即图(b)中OC位置。将平尺转过 180° ，使平尺处于D'A'的位置，调整准直仪的旋钮，使目镜内出现亮光的“+”形对准十字刻线，此时目镜的读数为 ϕ_2 ，即图中OC₂位置。 ϕ_1 和 ϕ_2 的平均值(即OO')就是工作台面垂线的读数。

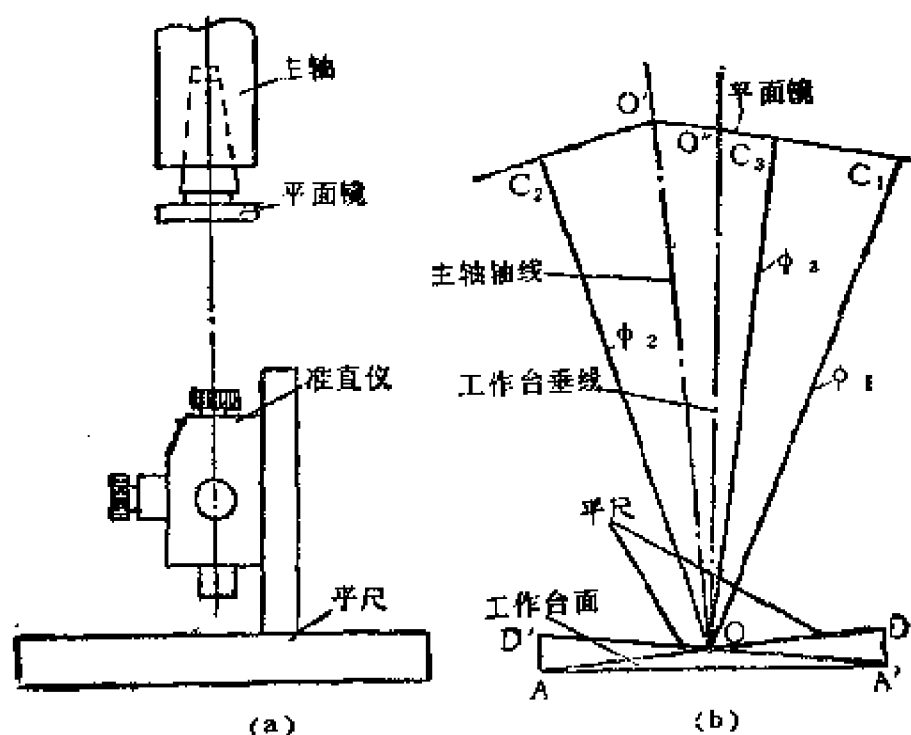


图5—24

找出工作台垂线之后，再找出主轴回转轴线的位置。即旋转主轴 180° ，平面镜也随之转动 180° 。调整准直仪，目镜读数为 ϕ_3 ，也就是图(b)中平面镜处于O'C₃位置的OC₃读数。 ϕ_2 和 ϕ_3 的平均值OO'的位置就是主轴回转轴线(平面镜垂直于主轴轴线越好， ϕ_2 和 ϕ_3 就越接近)。设 α 为主轴回转轴心线与工作台面垂线的夹角，则

$$\alpha = \frac{\phi_1 + \phi_2}{2} - \frac{\phi_2 + \phi_3}{2} = \frac{\phi_1 - \phi_3}{2}$$

在实际应用中，只要测量 ϕ_1 和 ϕ_3 。也就是平尺上的准直仪

对准主轴上的平面镜，读数为 ϕ_1 ；平尺转动 180° ，主轴及平面镜也转动 180° ，准直仪上的读数为 ϕ_2 。按求得的 α 就可以计算其不垂直度误差 (Δ) 为

$\Delta = 0.00000485 \times \alpha \times L$ (mm) (L—技术条件规定的测量长度)

[例]在Z 5163 立式钻床上检验主轴回转轴线对工作台面的不垂直度。

1. 用百分表“抡表”法检验测得正向和侧向不垂直度分别为 0.067mm 和 0.025mm 。

2. 用准直仪测量。

正向读数											(秒)
ϕ_1	-31	-35	-35	-35	-35	-33	-35	-35	-35	-33	$\phi_1 = -34.2$
ϕ_2	39	38	40	40	41	40	40	39	39	41	$\phi_2 = 39.6$

工作台垂线与主轴回转轴线夹角:

$$\alpha = \frac{\phi_1 - \phi_2}{2} = -36.9''$$

正向不垂直度

$$\Delta_a = 0.00000485 \times 300 \times 36.9 = 0.054\text{mm}$$

侧向读数											(秒)
ϕ_1	18	13	13	14	14	17	17	18	18	15	$\phi_1 = 16.5$
ϕ_2	-5	-5	-5	-5	-7	-7	-10	-10	-8	-8	$\phi_2 = -7$

工作台垂线与主轴回转轴线夹角

$$\alpha = (\phi_1 - \phi_2) / 2 = 11.25''$$

$$\begin{aligned} \text{侧向不垂直度 } \Delta_b &= 0.00000485 \times 300 \times 11.25 \\ &= 0.016\text{mm} \end{aligned}$$

精度误差

编 号	用准直仪	ϕ_1	ϕ_2	a	Δ (mm)	用检表法测量 (mm)	
8001	正向 侧向	20"	40"	10"	0.014	Δ 正	0.025
		30"	48"	9"	0.013	Δ 侧	0.015
8002	正向 侧向	80"	84"	2"	0.003	Δ 正	0.015
		84"	90"	3"	0.0044	Δ 侧	0.025

233 卧轴矩台平面磨床第G9项精度的控制

卧轴矩台平面磨床精度标准GB4022-83中第G9项规定：砂轮主轴中心线对中央或基准T形槽的垂直度在300mm长度上允差为0.015mm。该项精度可采用下述方法控制。

从图5—35中的几何关系可知，磨头横向移动轨迹与工作台纵向移动轨迹相垂直。若

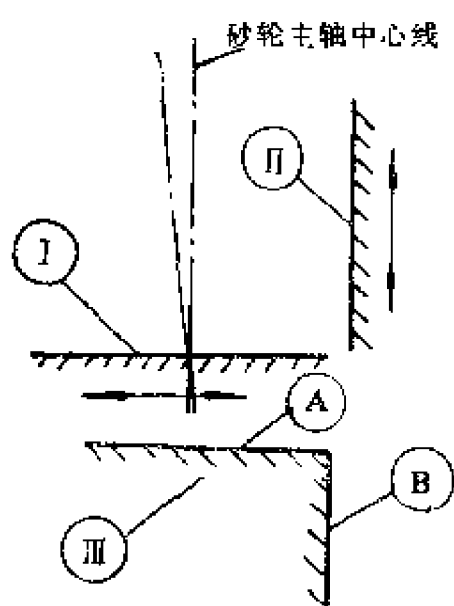


图5—35 几何关系分析图

I—工作台纵向移动轨迹，与A面平行；II—磨头横向移动轨迹，与B面平行；III—放置在工作台上的垂直检具，其中A和B面垂直

若砂轮主轴中心线与磨头导轨相平行，则与工作台纵向移动轨迹也相垂直，这时砂轮主轴中心线的位置处在正确的位置上。反之，若砂轮主轴中心线不处在正确位置上，则砂轮主轴中心线与工作台纵向移动轨迹就不垂直，此时砂轮主轴中心线与磨头导轨平行度的误差就是砂轮主轴中心线与工作台纵向移动轨迹的垂直度误差。因此，检测、调整砂轮主轴中心线使其在正确的位置

上，是保证该项精度的重要环节。

M7130平面磨床磨头的主轴部件结构，是将主轴置于前后两滑动轴承上，前后轴承由三块短轴瓦组成，分别由球面螺钉支承，轴承与主轴的间隙用此螺钉调整。其检测及调整方法见图5—36，用定心套将磨头主轴定心后，再将测量套装在主轴锥面上，用检具、千分表按图所示方法检测上、侧母线。经检测、调整在200mm长度上达到0.01mm，并把轴瓦间隙控制在0.005~0.02mm，则到总装时即可保证第G9项精度要求，且该项精度能在部件装配时加以控制。

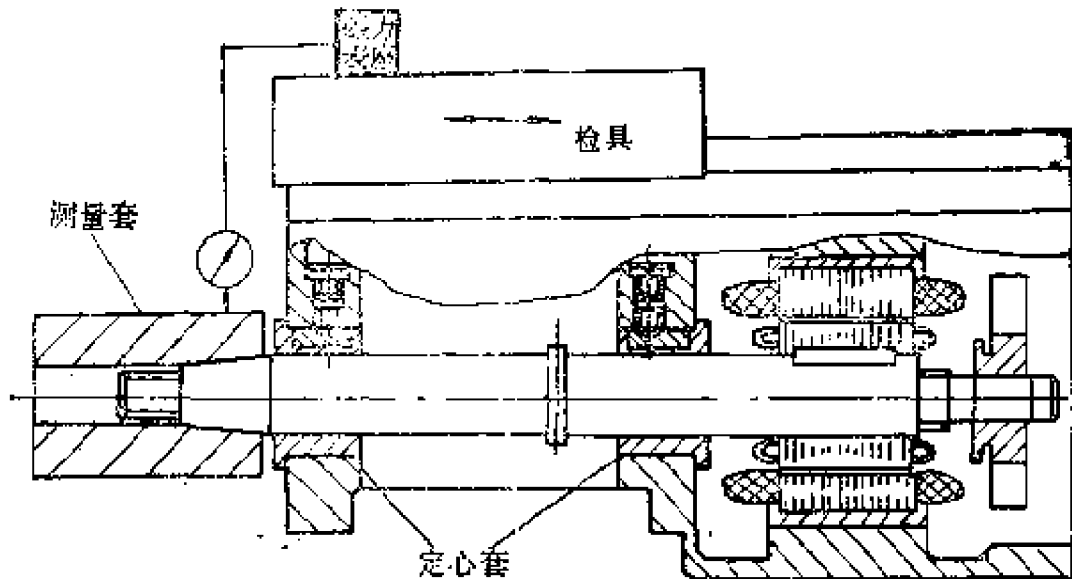


图5—36 检测调整示意图

234 刀杆方孔对称度的检查

浮动镗削刀杆的装刀孔多数为方型。为满足镗孔精度的要求，方孔除具有较高的尺寸、形状精度要求外，对刀杆母线的对称度也有较高的要求。而方孔的最后成型，又多为手工加工。为此，制做如图5—37所示简单检具，以便于边加工边测量。其操作方法是：在U型钢2的一端装测量表，

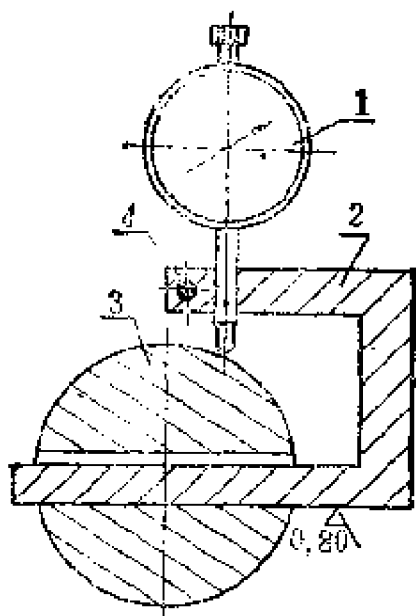


图5—37

将另一端插入刀杆方孔中，推拉U型钢打表，并记下打表值。将U型钢2从方孔内抽出，将工件3旋转180°后，再将U型钢2插入。两次打表值之差即为待加工量。

● 检具 ●

235 铣削轴键槽对中心仪

在轴类零件上铣削键槽时，不可避免地要找正中心。然而在生产现场往往由于方法不尽合理，使得找正工作既耗费时间，又得不到高的找正精度。下面推荐两种简单易行的工具，可以确保找正精度、提高找正速度。

图5—38所示是V型刀口尺对中心仪，它由V型刀口尺和7:24锥柄用两只螺钉固结而成。V型刀口尺用CrMn钢制造，经锻——退火——粗加工——淬火——冷处理——回火——半精加工——时效——精研等工序制成，硬度为HRC 60~64，对称度为0.005mm，粗糙度达 $R_a 0.025\mu\text{m} (\nabla 12)$ 。锥柄用45钢制造，表面硬度HRC 56~60，锥体与定心轴同轴度为

0.005mm,粗糙度达 $Ra0.025\mu m(\nabla 12)$,并保证7:24锥面能与铣床主轴孔良好配合,两者装配好后保证V型刀口与锥柄轴线的对称度达0.005mm。V型刀口尺的大小(包括V型角度的大小)可根据工件轴径的大小配制成套,使用时按实际工件轴径选取并装于刀具主轴孔中,然后上下前后移动工作台或主轴,使V型刀口逐渐贴合轴表面。找正时用手轻微摆动主轴,并观察V型刀口与轴切面的光隙量,使两刀口同时接触轴表面。这种方法可以满足0.01mm对称度的找正要求。

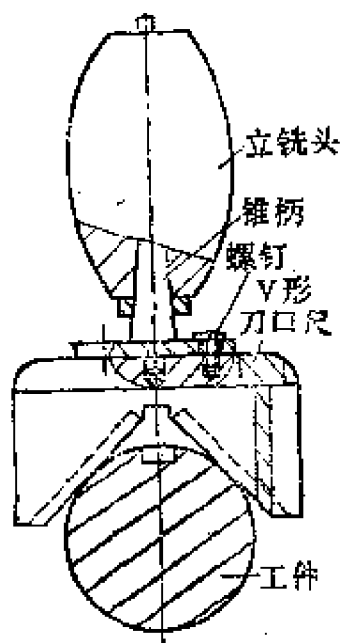


图5-38 V型刀口尺对中心仪

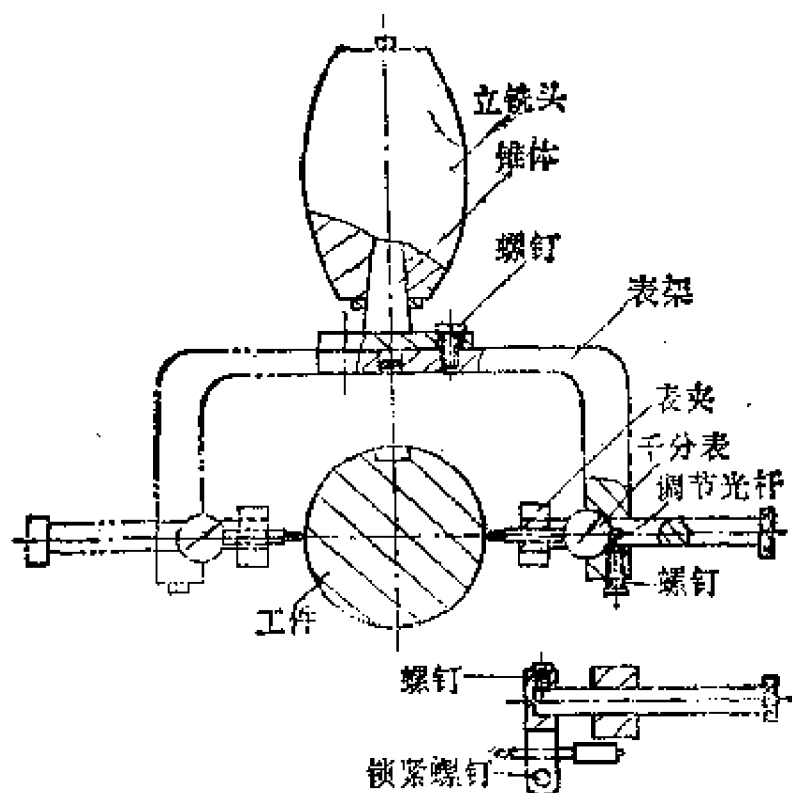


图5-39 单臂调节式对中心仪

图 5—39 所示是单臂调节式对中心仪。这种对中心仪只要保证表架有足够的刚性和锥体能与机床主轴孔良好配合即可。使用时，先从千分表读出工件一边侧母线最高点的读数值，然后把表架转过 180° ，读出另一边侧母线最高点的读数值，根据两读数值之差的一半进行中心移位后，可再复测一次，以保证找正精度。这种方法可保证找正精度达 0.01mm 。

当然，以上所述仅是找正精度，实际铣削对称度还应考虑其他因素的影响。

236 半圆瓣塞规

采用支承镗孔方式加工时，由于镗杆被镗模套支承，因此在镗削过程中使用常规量具（如内径表、游标卡尺或塞规等）检测被加工孔径很不便。为此，可以制作如图 5—40(a) 所示的半圆瓣塞规进行检测。塞规的前节为通端，中节为止端，后节为扶持部。根据需要，还可以加工成多节直径形式。塞规之半径 $R = (d/2) H6$ (d 为镗杆测量孔径处的实测直径值)。半圆瓣塞规材料采用 T10A，热处理淬硬 HRC 60~62。塞规的使用方法见图 (b) 所示：将其 R 面紧贴镗杆，轻轻推至被加工孔口进行检测。若塞规通端 R_1 能过，

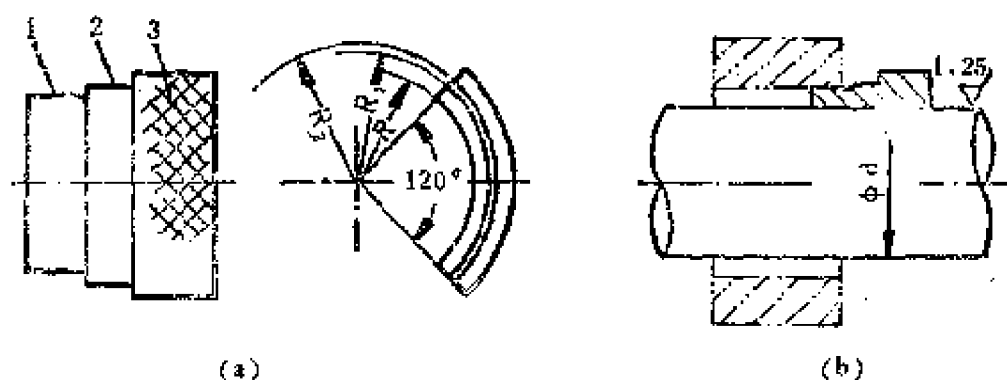


图 5—40

1—通端 R_1 ，2—止端 R_2 ，3—扶持部(外圆滚花)

而止端 R₂ 不能过，则孔为合格；若止端也能过，则孔已超差。测量时切忌重压镗杆，以免造成镗杆弯曲而影响检测的正确性。

