

数控龙门镗铣床 Z 轴平衡的几种形式

虞行国

(中国南车戚墅堰机车车辆厂, 江苏 常州 213011)

摘要:介绍了 6 个厂家 7 种数控龙门镗铣床 Z 轴平衡装置的结构, 分析各自的优缺点和在实际现场工作的应用效果。通过分析, 可以了解 Z 轴平衡装置的机械、电器调整应达到最佳的目的和状态。

关键词:数控龙门镗铣床 Z 轴平衡装置 调整

Several Modes of Axis Z Balance in CNC Gantry Type Boring - milling Machine

YU Xingguo

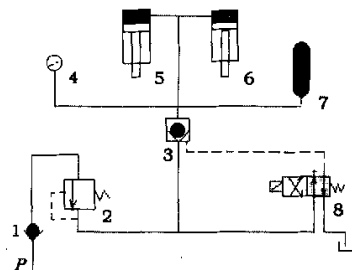
(Qishuyan Locomotive & Rolling Stock Works, CSR, Changzhou 213011, CHN)

数控龙门镗铣床设备的 Z 轴, 在加工产品时的运动量和不断定位的机率约占加工总时间的 42%, 所以 Z 轴平衡的好坏决定着 Z 轴的反向速度、动作的灵敏性和定位精确度。为此各制造厂家都采取了不同的方法和手段, 来解决因 Z 轴机械结构所带来的主轴主电动机、齿轮箱等机械机构的偏置造成对 Z 向导轨偏载所引起的附加力矩, 从而增大 Z 向电动机与滚珠丝杠传动副的负载。目前除采用液压平衡油路等措施外, 还有的采用大扭矩电动机和加大滚珠丝杠直径的结构, 来避免和克服因电气与液压机构调节不匹配的问题。下面具体分析 6 个厂家 7 种数控龙门镗铣床 Z 轴平衡装置的结构。

1 XH2430—80 龙门加工中心的 Z 轴平衡装置

济南第二机床厂的 XH2430—80 龙门加工中心的 Z 轴设计总重量约 6 t 左右, 所以 Z 轴在上下运动时, Z 轴电动机严重偏载。为了解决这个问题, 该公司采用了在 Z 轴两侧都装置单拉杆平衡油缸。通过液压系统的平衡油路比较好地解决了 Z 轴电动机的附加负荷问题。图 1 为该机床 Z 轴的平衡装置原理图。该液压系统始终处于供油状态。压力油 P 经单向阀 1, 由减压阀 2 调节使系统压力调至 14 MPa。当机床给定指令处于 Z 轴滑枕向上运动时, 电磁阀 8 不动作, 主油路经液控单向阀 3 进入平衡油缸 5、6 上腔, 这时系统压力油已经起到对 Z 轴上升的平衡作用。同时压力油进入蓄能器 7 下腔, 压缩气囊保持系统压力和停机时的保压。压力表 4 显示系统压力。当机床给定指令处于 Z 轴下降时, 在 Z 轴滚珠丝杠传动副的作用下, 油缸上腔排出的油在单向阀 3 的作用下无法回

油, 同时系统中的电磁阀 8 动作, 压力油经过控制油路打开液控单向阀, 使系统的压力油经减压阀 2 调节, 从而达到液压系统和 Z 轴重量相对平衡的作用。油路系统设计比较简单, 但是存在一定的缺陷, 就是 Z 轴在上下运动时, 整个油压系统始终处于调整的状态下。减压阀 2 调节的油压过高会使 Z 轴电动机扭矩和电流增大, 使 Z 轴在运行时产生爬行。反之, 减压阀 2 调节的油压过低会使 Z 轴在运行停止时产生过冲的现象。为了防止 Z 轴运动时的爬行和过冲现象, 减压阀 2 调节的油压压力大小应该根据 Z 轴电动机电流大小相应做调整。



1-单向阀; 2-减压阀; 3-液控单向阀; 4-压力表; 5、6-平衡油缸; 7-蓄能器; 8-电磁阀。

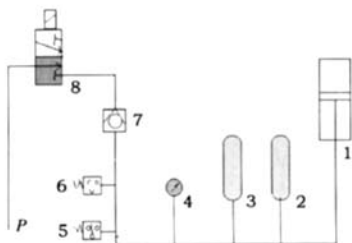
图 1 济二加工中心的 Z 轴平衡装置原理图

试验数据表明: Z 轴在运动速度 F100% 时, 上升的电流显示为 6.5%, 下降的电流显示为 7.2%。说明 Z 轴电流下降大于上升, Z 轴传动副有背压的情况出现。

2 X2125 × 80 动梁龙门加工中心的 Z 轴平衡装置(图 2)

武汉重型机床厂 X2125 × 80 动梁龙门加工中心

的Z轴设计总重量约5 t左右,所以Z轴在上下运动时,Z轴电动机有偏载的现象。为了解决这个问题,该公司采用了在主轴电动机和Z轴滑枕中间加装平衡油缸的装置,使平衡油缸的支点相对处于较好的位置状态。



1-平衡油缸; 2、3-蓄能器; 4-压力表;
5、6-压力继电器; 7-单向阀; 8-电磁阀。

图2 武汉重型Z轴平衡液压原理图

该液压系统的设计回路采用了与Z轴上下给定指令没有直接关系的思路。系统压力油经电磁阀8,打开单向阀7进入平衡油缸1,同时压力油进入两个较大容积的蓄能器2、3下腔,使系统从单向阀7到平衡油缸1的油路中保持一定的油压。压力表4显示系统总压力。在这段回路中有两个压力分别为6.3 MPa、7.2 MPa的压力继电器实行压力监控,当系统压力低于压力继电器5设定值时,就接通电磁阀8补充系统压力;当压力上升至压力继电器6设定值时就断开电磁阀8,此时系统处于保压状态。当Z轴给定指令向上时,油压由蓄能器2、3释放能量,压力不足时接通电磁阀8补充系统压力。当Z轴给定指令向下时,系统回路在单向阀7的作用下而关闭,压力油压缩蓄能器2、3下腔从而起到平衡Z轴的作用。

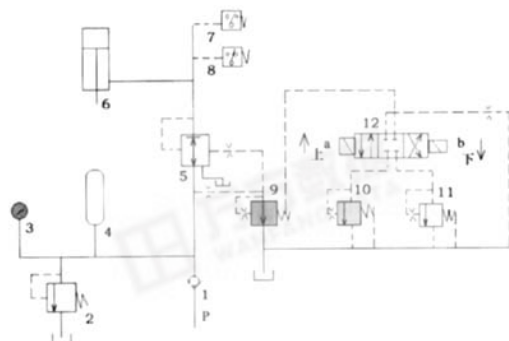
同样,该系统油路设计简单、所用器件不多,但存在着不足。因为两个压力继电器的压差调整在0.9 MPa,在结构内部易引起泄漏,Z轴部件不断地上下运动,系统就要不断地补充压力,因压力不断的变化而造成系统的不稳定。该系统压力的上下压差调整范围偏小,试验数据表明:Z轴在运动速度F100%时,上升的电流显示为14%,下降的电流显示为4.2%。上升的电流与下降电流的不等,说明电动机的运动功率和液压平衡不匹配,影响定位精度和加速丝杠的磨损。

3 北京一机床龙门加工中心的Z轴平衡装置

3.1 XHA2120×60 龙门加工中心(图3)

该机床的Z轴设计总重量约5 t左右,同样Z轴在上下运动时,Z轴电动机也有偏载的现象。平衡油缸设置在主轴电动机和主轴滑枕的中央。因为制造该

设备的技术是德国科堡,液压系统的基本设计思路大体相同,只是局部有些修改。



1-单向阀; 2、10、11-溢流阀; 3-压力表; 4-蓄能器; 5-平衡阀; 6-平衡油缸;
7、8-压力继电器; 9-压力阀; 12-电磁阀

图3 XHA2120×60龙门加工中心的Z轴平衡液压原理图

系统压力经单向阀1后,由溢流阀2控制压力在12 MPa,蓄能器4起保压,系统主油路经平衡阀5到平衡油缸6下腔,3 MPa的压力继电器7和10 MPa的压力继电器8作为信号源,时时监控系统油压的压力范围,低于3 MPa或者高于10 MPa这个压力区间都会有报警提示。如果发生这个提示报警,Z轴传动电动机将被封锁而不能运行。控制油路在压力阀9调定6 MPa的作用下,控制着主油路上平衡阀5回油路开口的大小,从而起到平衡油缸在Z轴上下运动的作用。但是控制平衡阀5开口的大小,是由压力阀9远程控制口的压力大小所控制,当机床给定指令处于Z轴上升时,接通电磁阀12中的a,回油路经溢流阀10产生5.5 MPa压力回油,此时主油路的系统压力为5.5 MPa。当机床给定指令处于Z轴下降时接通电磁阀12中的b,回油路经溢流阀11产生4.5 MPa的压力回油,此时主油路的系统压力为4.5 MPa。

该液压系统可以使Z轴滑枕在上下运动时的油压相对稳定,可以提供给Z轴在精确定位时,有一个良好的平衡效应。

3.2 XKA2850×280 动梁动龙门加工中心

目前,该机床安装在溜板上部的滑枕镗头进给箱,由带制动器装置的大型号交流伺服电动机驱动,通过高精度齿轮传送到大规格Z轴向滚珠丝杠副驱动滑枕镗头在溜板导轨上做Z轴垂向进给运动。取消了采用平衡油缸的装置,在变速箱内装有机机械碟簧过载保护装置,并带有电动机断电制动保护装置,可防止因系统突然断电,而造成Z轴滑枕下滑损坏产品的现象,大大改善了因机械调整和电器匹配调整的不和谐的状态。

4 17-10FP175NC 龙门加工中心的 Z 轴平衡装置(图 4)

德国科堡 17-10FP175NC 龙门加工中心的液压系统经过长期的运行和使用的考验,证明设计科学、定位精确、系统元器件应用及保护合理。

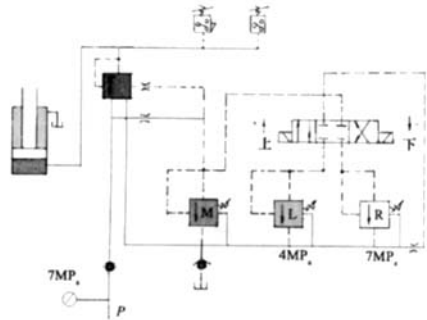


图4 科堡加工中心的Z轴平衡液压原理图

Z轴滑枕平衡油缸的主油路压力是由旁路控制油路控制。系统的工作状况与北京一机床的基本相同,就是在阀的压力调整上不同。它们分别调整总压力为10 MPa、下降压力为4 MPa、上升压力为7 MPa。在使用过程中,Z轴运行状态良好。

5 VR28/34D 龙门加工中心的 Z 轴平衡装置(图 5)

日本三菱 VR28/34D 龙门加工中心的 Z 轴滑枕平衡油缸放置在 Z 轴滑枕的右侧,而 Z 轴滑枕的左侧是 Z 轴滚珠丝杠传动副,与其他公司设计的理念有所不同。

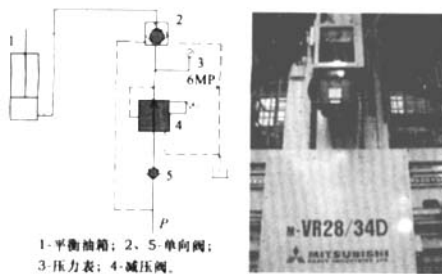


图5 日本三菱加工中心的Z轴平衡液压原理图及实体

Z轴滑枕平衡油缸液压系统所选用的元器件更少,主压力油P经单向阀5、减压阀4、液控单向阀2进入平衡油缸1的下腔。当机床给定指令处于Z轴上

升时,主油路打开所有阀直接供油到油缸,压力由减压阀4调整到6 MPa;当机床给定指令处于Z轴下降时,油缸回油在Z轴滚珠丝杠传动副的作用下,通过液控单向阀2,这时回油的压力会高于6 MPa。在这种情况下打开减压阀4,减压回油和减少进油量达到压力平衡。当机床关机时液控单向阀2关闭作保压功能。这种设计在Z轴滑枕下降时压力可能会波动,出现不稳定的现象。

6 定梁龙门加工中心的 Z 轴平衡装置(图 6)

西班牙尼古拉斯的定梁龙门加工中心的 Z 轴采用滑枕二侧安置两个平衡油缸和一组滚动丝杠进行平衡运动。采用的液压系统也是比较简单的。但是,在实际的应用中,可能因系统压力区间范围广而产生不稳定的现象。



图6 西班牙尼古拉斯加工中心的Z轴平衡装置结构图

在系统中油泵的压力由压力继电器控制,应用压力设定在2~22 MPa,系统由蓄能器保压,Z轴的运动精度同时受两个平衡油缸同步的作用而决定。当系统压力在最高和最低时,Z轴电动机因滑枕的自重上下运动的电流会有差别,并且当系统压力在最低时,上下运动的电流会不同,运动的反应速度和精确定位的速度也有差别和迟缓,从而造成有系统振荡现象。最好建议在压力系统中添加二位二通电磁阀,并且与Z轴电动机同步来控制油压,同时把压力继电器的设定压力范围调整到适当的范围,不使Z轴在上下运动时数值相差太大。

Z向液压平衡装置是目前较为普遍采用的一种克服因主轴箱结构偏置的措施,较之重锤平衡结构,其惯量小、体积小,但因机械的响应速度远远小于电气响应速度,而造成机械响应滞后于电气。随着技术的发展,一些厂家的伺服系统已带有平衡功能。因此,合理的选用电动机,利用系统的平衡功能,可以使Z向伺服达到更好的动态效果,并能达到简化机械结构的目的。

(编辑 徐洁兰)

(收稿日期:2007-10-10)

文章编号:71219

如果您想发表对本文的看法,请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。