

# X2020龙门铣床工作台进给装置的设计

郭红珍

(太原第一机床厂,山西 太原 030012)

【摘要】介绍了X2020龙门铣床工作台进给箱的设计计算的主要内容,包括传动设计、结构设计、电磁离合器选择、关键件校核等。通过实践表明,该龙门铣床进给箱的性能可靠。

【关键词】机床设计;龙门铣床;工作台进给

【中图分类号】TG542 【文献标识码】A 【文章编号】1003-773X(2008)06-0038-02

## Design on Work Feeder of X2020 Worktable

GUO Hong-zhen

(Taiyuan First Machine Tool Plant, Taiyuan 030012, Shanxi)

【Abstract】This paper introduced the main contents of design and calculation, including drive design, structure design, magnet clutch election and check of key parts. It is proved by practice that the work feeder designed is reliable.

【Key words】Design on machine tool; Milling planer; Worktable feeding

### 1 X2020龙门铣床概述

本机的主要用于金属零件的平面及倾斜面的加工,具有足够的刚性,铣头采用台湾产铣头,铣头配备灵活,主轴电机为变频电机,可进行无级调速;机床精度和加工精度有良好稳定性。本机具有效率高、操作方便、传动可靠、维修方便、耗电少、造型美观等特点,广泛用于机械制造行业。我们厂设计X2020龙门铣床工作台进给箱的主要参数为:工作台铣削进给速度:36~720 mm/min。工作台快移速度:5400 mm/min。已选出的蜗杆及蜗条轴向螺距为:36 mm。铣削进给时:36/36 r/min~720/36 r/min,快移时:5400/36 r/min。

### 2 进给电机的选用

工作台进给电机功率 $N_r$ ,按快速移动功率计算:移动部件重量 $G$ =工作台重量+最大载重=10+20=30 t=30 000 kg。移动部件与导轨摩擦系数 $f=0.05$ 。快移速度 $v=5.4$  m/min,传动效率 $\eta=0.2$ 。安全系数 $k=1.8$ 。 $N_r=kGf/v(6120\eta)=1.8 \times 30\ 000 \times 0.05 \times 5.4 / (6120 \times 0.2) = 12$  kW<sup>[1]</sup>。

进给电机选用L-112A型开关磁阻调速电机,特点是调速性能好,起动电流仅为额定值的30%,比较节能;控制电路简单,并且输出特性变化灵活,电动机转矩惯量大,能频繁正反转和起制动;在负载和转速大范围变化时,效率较高,而且适合恶劣环境工作;低速较平稳,高速噪音小,电机体积较小;主要技术参数见表1。

表1 工作台进给电机的主要技术参数

额定功率 kW	转速范围 r/min	额定转矩 Nm	过载能力 %	起动转矩 Nm	制动转矩 Nm
15	70~1500	95.5	20	143	95.5

### 3 进给传动的的设计

根据电机70~1 500 r/min调速稳定,我们选用75~1

500 r/min运行。由电机经进给箱减速后传给蜗杆/蜗条,实现工作台进给或快移运动。快移时总降速比为:1 500×36/5400=10;铣削时总降速比为1 500×36/720=75(或75×36/36=75)。快移与铣削的转换采用两套电磁离合器实现。当DLM5-100电磁离合器通电吸合时为快移运动,当DLM5-63电磁离合器通电吸合时为进给运动,两套电磁离合器互换由按钮站控制,操作简单方便。其传动系统见图1。相应的降速比为:快速移动24:82→31:75→48:58(三级降速)。进给24:82→31:75→49:57→28:78→28:78(五级降速)。相应的各轴转速为:电机轴即I轴75~1500 r/min。II轴22~439 r/min。III轴9~181 r/min。IV轴8~156 r/min。V轴3~56 r/min。VI轴(输出)快移150 r/min,进给1~20 r/min。

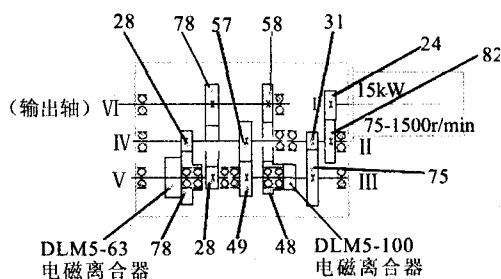


图1 进给箱的传动系统图

### 4 进给箱的结构设计

进给箱内有6条轴,轴心布置采用正三角形的结构,见图2。这样,不仅缩小箱体体积、结构紧凑,而且由于孔距相等,利于加工、测量和装配。

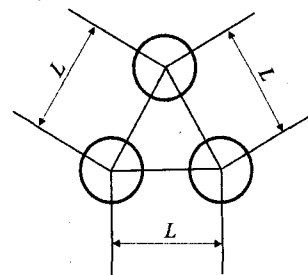


图2 箱体结构示简图

## 5 电磁离合器的选择<sup>[1]</sup>

1) 工作台快移时, III 轴上电磁离合器的扭矩为:  $M=974N\eta/n_i$ 。式中:  $M$  为离合器结合后静负载扭矩, 功率  $N_i=15$  kW, 为机械效率  $\eta_i=0.9$ , 功率  $n_i=181$  r/min, 于是  $M=974 \times 15 \times 0.9 / 181 = 72.6$  kgfm = 726 N.m。考虑到安全系数, 我们选离合器 DLM5-100 即可。这种离合器为湿式多片电磁离合器, 其额定静扭矩为 1600 Nm, 可见满足上述要求。这种离合器需在有润滑的条件下工作, 摩擦片磨损小, 使用寿命长, 径向尺寸小, 力矩大; 但是要求装配前必须清洗干净, 并使用清洁的润滑油。

2) 铣削进给时也选用湿式多片电磁离合器, 个离合器装在 V 轴上, 它的功率:  $N=k_0Qv/(6120\eta_0)$ , 扭矩  $M=974N\eta/n$ 。式中: 进给速度  $v=0.72$  m/min, 传动链总机械效率  $\eta_0=0.2$ , 安全系数  $k_0=1.8$ ,  $\eta$  为传动效率 (0.8),  $n$  为 V 轴上计算转速  $n=56$  r/min。驱动力  $Q=KP_x+f_0(P_z+G)$ 。式中:  $P_x$ —沿导轨运动方向的切削分力 (kN);  $K$ —虑颠覆力矩影响的系数 (取 1.15);  $f_0$ —在导轨上的当量摩擦系数 (取 0.11);  $P_z$ —铅垂方向的切削分力 (kN);  $G$ —移动部件的重量 (kN) (取 294 kN)。

本机床以加工铸铁件为主, 推荐使用  $\Phi 200$  的硬质合金端铣刀, 所以, 总切削力  $P=55a_e a_f^{0.74} d_i^{-1.0} a_p^{0.9} Z$ 。式中:  $a_e$  为铣削接触弧深 (mm),  $a_p$  为铣削深度 (mm),  $a_f$  为每齿进给量 (mm/齿),  $d_i$  为铣刀直径 (mm),  $Z$  为铣刀齿数。选取  $a_e=120$  mm,  $a_p=6$  mm,  $d_i=200$  mm,  $a_f=0.4$ ,  $Z=8$  代入公式得:  $P=55 \times 120 \times 0.4^{0.74} \times 200^{-1.0} \times 6^{0.9} \times 8 = 7.196$  kN。  $P_x=0.9P=0.9 \times 7.196 = 6.476$  kN。  $P_z=0.5P=0.5 \times 7.196 = 3.598$  kN。因此  $Q=1.15 \times 6.476 + 0.11 \times (3.598 + 30000) = 39.520$  kN。

$N = \frac{1.8 \times 4032.7 \times 0.72}{6120 \times 0.2} = 4.27$  kW。  $M=974 \times 4.27 \times 0.8 / 56 =$

594 N.m。考虑到安全因素与同类机床比较, 选用 DLM5-63 型离合器, 额定静扭矩为 1 000 Nm。

## 6 各轴承的选择

1) 箱体各轴轴承均选用普通的深沟球轴承, 结构简单、使用方便, 主要承受径向载荷, 也可承受一定的轴向载荷, 而且摩擦系数小、极限转速高, 能够满足进给箱的要求。

2) 进给箱内的轴承和齿轮均要有润滑, 离合器也要在有油状态下工作。常用的箱体内润滑是飞溅润滑,

但对油位高度和旋转件线速度有一定的要求, 存在不同程度的搅油损失, 箱内润滑油易发热。因此, 我们在箱内装了一个润滑油泵, 再由分配器将润滑油分到各个润滑点。

## 7 关键件的校核

### 7.1 进给电机的校核<sup>[2]</sup>

由于铣削进给和快速移动共用一个电机, 主要由快移功率决定。按照  $N_i=K(N_1+N_2)$ 。其中:  $N_1$  为克服惯性力所需功率;  $N_2$  为克服摩擦力所需功率;  $K$  为安全系数, 取  $K=1.8$ 。再按:  $N_i=KV/(6120\eta)$  其中:  $\eta$  为传动效率,  $\eta=0.2$ ;  $V$  为快移速度,  $V=5.4$  m/min;  $F=G \times a = G \times 5.4 / 60$  t = 2700 N (其中  $a$  为加速度,  $t$  为加速时间,  $t=1$  s)。所以  $N_1=2700 \times 5.4 / (6120 \times 0.2) = 1.2$  kW。  $N_2=Gf_0V/(6120\eta) = 30000 \times 0.05 \times 5.4 / (6120 \times 0.2) = 6.6$  kW。  $N=1.8 \times (1.2 + 6.6) = 14.04$  kW < 15 kW。满足要求。

### 7.2 传动齿轮的校核

传动中, 位于 I 轴上的小齿轮为最薄弱环节, 按照接触强度校核; 齿数  $Z=24$ , 模数  $m=4$ , 齿宽  $b=30$  mm。公

$$\text{式为: } [N_j] = [N_j]_0 \frac{2i}{i+1} \times \frac{\psi_m}{10} \times \frac{n_j}{1000} \times \frac{K_E k_{c_j} \Psi}{K_1 K_2 K_{s_j}}$$

式中:  $[N_j]$  主允许传递的最大功率;  $[N_j]_0$  为设定基本条件下齿轮允许传递的功率;  $i$  为齿数比;  $n_j$  为齿轮计算转速 (r/min);  $\psi_m$  为齿宽系数,  $\psi_m=b/m$ ;  $K_E$  为材料弹性系数;  $K_{c_j}$  为材料接触性能系数;  $K_1$  为载荷集中系数;  $K_2$  为动载荷系数;  $K_{s_j}$  为寿命系数;  $\Psi$  为啮合角对齿轮接触强度承载能力的影响系数。选取  $[N_j]_0=14.34$ ,  $i=1$ ,  $n_j=1500$ ,  $\psi_m=30/4=7.5$ ,  $K_E=1$ ,  $K_{c_j}=1$ ,  $K_1=1.1$ ,  $K_2=1.4$ ,  $\Psi=1$ ,  $K_{s_j}=0.75$  代

入公式得:  $[N_j] = 14.34 \times \frac{2 \times 1}{1+1} \times \frac{7.5}{10} \times \frac{1500}{1000} \times \frac{1 \times 1 \times 1}{1.1 \times 1.4 \times 0.75} = 13.96$  kW < 15 kW。满足要求。

## 8 结束语

上述为 X2020 工作台进给箱设计的主要项目, 经多年来的机床实际使用表明, 该进给箱性能可靠、稳定。

### 参考文献

- [1] 何伯吹. 机床设计手册 第 2 册 [M]. 北京: 机械工业出版社出版, 1979.
- [2] 汪星桥. 机床设计手册 第 3 册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1986.

## 简 讯

### 增速回落至 20% 左右机械工业拐点将现

2008 年一季度, 机械工业经济产销继续保持高位运行, 增幅回落; 出口交货值、新产品产值增长比 2007 年回落明显, 多数重点产品产量继续保持 2007 年的良好增势; 利润持续增长, 增值回落; 外贸进出口继续保持平稳增长。二季度初, 中国机械工业联合会专家委员会召开一季度经济运行分析会, 中机联副会长朱森第对 2008 年行业发展形势做出新的预测: 如果把 2007 年的高速增长看作行业发展的阶段性顶峰, 则 2008 年行业总量保持增长的情况下, 增速将出现回落, 预计回落至 20%~25%。这与此前“工业总产值增长 25%”的预测有些出入。

(转摘自《中国机械工程学会会讯》2008 年第 7 期第 31 页)