

X51 铣床工作台的改造

杨亚琴 许月琳 王勇

苏州工业职业技术学院, 中国·江苏 苏州 215000

摘要: 论文主要目的是优化 X51 型普通铣床的机械性能。针对原机床对工人的操作水平要求高, 不适应自动化生产要求, 生产效率低, 加工出来的零件的精度不高等情况, 对机床机械部分进行分析, 研究的基础上, 进行了机械本体 X 轴和 Z 轴的改造, 以满足自动化程度的需要, 从而使改造后的机床可以进行自动加工, 同时提高了生产效率; 提高了零件的加工精度。

关键词: 铣床; 机械性能; 生产效率; 加工精度

Transformation of X51 Milling Machine Worktable

Yang Yaqin Xu Yuelin Wang Yong

Suzhou Industrial Vocational and Technical College, Suzhou, Jiangsu, 215000, China

Abstract: The main purpose of this paper is to optimize the X51 type ordinary milling mechanical properties. Former machine operator level against the high demand for workers, suited to automated production requirements, low productivity, precision machined parts is not high, the mechanical part of the machine is analyzed on the basis of the study carried out mechanical body X-axis and Z-axis transformation to meet the required degree of automation, so that the machine can be carried out automatically after the transformation process, while improving the efficiency of production; improve the machining accuracy.

Keywords: Milling; Mechanical properties; Production efficiency; Precision

0 前言

中国还存在很多的普通机床, 这些传统的机床大多面临着淘汰, 但还有很大的利用价值, 对于很多企业来说, 购进新型数控设备成本太高, 因此都会将传统机床进行改造。

对于机床的改造, 要求不影响原有的功能, 同时最大限度节省人工用力, 还要尽量节约资源, 降低成本。改造好的机床都会进行安装和调试, 测试机床的性能, 尽量达到预期设想的标准^[1]。

X51 型普通铣床对工人的操作水平要求高, 生产效率低, 加工出来的零件的精度不高, 为此论文针对此状况, 对此机床进行分析, 研究的基础上, 进行了改造, 从而提高了机床的机械性能。

1 铣床的简介

1.1 铣床的分类

应用最多的是升降台铣床: 有万能式升降台铣床、卧式和立式升降台铣床等, 主要用于加工中小型零件^[2]。

大型龙门铣床: 适应于加工大型零件。

单柱铣床和单臂铣床: 适应于加工大型零件。

还有一些其他铣床: 仪表铣床、圆形工作台式和矩形工作台式不能升降铣床、工具铣床、键槽铣床、凸轮铣床、曲轴铣床、轧辊轴颈铣床和方钢锭铣床等, 这些铣床相对于前面三种应用比较少。

1.2 铣床的功能

铣床上可以加工平面、沟槽、齿轮、花键轴、螺纹、螺旋槽, 另外, 先进的数控铣床还可用于对立体曲面、内孔的加工及进行切削工作。

2 铣床的改造

2.1 X 轴方向的改造

在改造过程中, 为了降低成本要最大限度利用机床, 同时要保证机床的性能, 不能影响正常的零部件加工。工作台进给方向结构如图 1 所示。

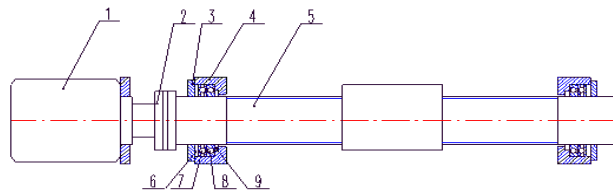


图 1 X 轴结构图

将原来的普通梯形丝杆拆下, 换成滚珠丝杠副, 在丝杠的两端装上两对深沟球轴承和推力球轴承, 固定在轴承座上连入工作台, 将电机固定在工作台上电机的通过联轴器与丝杠连接, 完成电机的旋转运动转化为工作台的进给运动。Y 轴与 X 轴同理垂直于 X、Z 轴方向^[3]。

2.1.1 丝杆的选择

图 1 中的 5 表示丝杆的选择:

计算名义直径, 来估算出应用丝杆的粗细, 丝杆的名义直径越大, 则承受能力和刚度越大, 当然, 选取太大的直径会影响机床的性能和效率, 滚珠丝杠直径按所承受的载荷来选择, 一般铣床不工作时承受最小载荷 F_{min} , 加工零件是承受最大载荷 F_{max} , 丝杆承受载荷在最大和最小载荷之间, 所以取平均载荷:

$$F_{avg} = (F_{max} + F_{min}) / 2 \quad (1)$$

①最小动载荷:

$$F_{min} = \mu(m_1 + m_2)g \quad (2)$$

式中, μ 为导轨间的摩擦系数; m_1 为工件的质量; m_2 为工作台质量; g 为重力加速度。

②铣床的最大动载荷发生在对工件进行端面铣时:

$$F_{max} = F_a + \mu[(m_1 + m_2)g + F_b] \quad (3)$$

式中, F_a 为主切削力沿进给方向切削分力; F_b 为主切削力沿垂直方向的切削分力。

③最大动载荷:

$$F = \sqrt[3]{L} F_{avg} \quad (4)$$

式中, L 为滚珠丝杠寿命系数为 $\frac{60 \times n \times T}{10^6}$; n 为滚珠丝杠平均转速; T 为要求使用的寿命系数。

估算出铣床的丝杠的最大动载荷后, 通过查阅相关资料, 比较最大动载荷来选择滚珠丝杠的型号。

因为工件的质量 m_1 具有不确定性, 材料也影响切削力 F_a 、 F_b 的大小, 所以我们可以选取比最大动载荷所对应的名义直径再大一点丝杠, 来保证机床的性能。

2.1.2 电机的选择

图 1 中的 1 表示的电机的选择:

①计算电机负载转矩 T_m :

$$T_m = \frac{360\delta_p F_m}{2\pi\theta_b\eta} \quad (5)$$

式中, δ_p 为脉冲当量; F_m 为进给牵引力 (N); θ_b 为步距角, 初选双拍制为 0.75° ; η 为电机——丝杠的传动效率, 为轴承、丝杠效率之积。

②估算步进电机起动转矩 T_q :

$$T_q = \frac{T_m}{0.3 \sim 0.5} \quad (6)$$

③计算电机最大静转矩 T_{max} :

$$T_{max} = \frac{T_q}{\lambda} \quad (7)$$

式中, λ 取 0.951 (以五项十拍记)。

④计算电机运行频率 f_e 和 f_k :

$$f_e = \frac{1000v_s}{60\delta_p} \quad (8)$$

$$f_k = \frac{1000v_{max}}{60\delta_p} \quad (9)$$

式中, v_s 为最大切削进给速度 (m/min); v_{max} 为最大快移速度 (m/min); δ_p 为脉冲当量, 取 0.01mm/step。

根据估算出的最大静转矩, 查阅相关资料选取能满足要求的电机型号, 对于步进电机要求配用合适的驱动器、编码器。

2.1.3 轴承的选择

图 1 中的 7、8 表示的轴承的选择: 轴承的作用是起支撑作用的, 如果直接将轴与孔配合, 会发生滑动摩擦, 影响轴的旋转, 使轴和孔都发生磨损, 轴承是自身的滚动来带动轴在孔中的旋转, 保护孔、轴的同时提高了效率。

图 1 中的 7、8 分别为推力球轴承和深沟球轴承, 推力球轴承只能承受单向轴向的载荷, 哪怕是双向推力球轴承也只能承受轴向力, 同时还存在一个严重缺陷——轴承转速不能太高。深沟球轴承最主要承受径向载荷也可以承受少量的轴向载荷, 深沟球轴承有以下两个优点: 可以适应于高速场合; 相比于其他轴承价格最便宜。

本次改造要求滚珠丝杠要短期变形, 有轴向和径向的载荷, 本来设计时是在丝杠的一端运用一个推力球轴承和深沟球轴承, 如图 1 中的 7、8 所示, 中间用垫片隔开, 然后将丝杠固定在轴承座上, 完成滚珠丝杠与工作台的链接。还有一种更好的方法, 就是直接安装两个角接触球轴承, 因为角接触球轴承可以承载轴向载荷, 也可以承载径向载荷, 角接触球轴承既适应于轴的高速运转, 又能满足高精度加工, 造价比前面两种轴承贵^[4]。

对于 Y 轴方向的改造与 X 轴类似, 只是垂直于 X 轴、Z 轴的方向。

2.2 Z 轴方向的改造

因受立式铣床的结构的影响, 所以与 X 轴不能相似, 如图 2 所示。

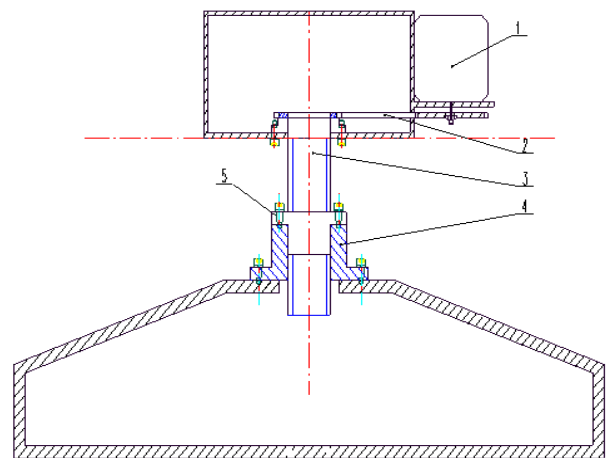


图 2 Y 轴结构图

为了不影响 Z 轴的行程, 电机不能通过联轴器和 Z 轴连接, 要想将电机的旋转转化为 Z 轴的上下进给运动, 必须通过带传动的转化^[5]。如图 2 中的 1 所表示的电机通过 2

所表示的齿轮同步带与滚珠丝杠链接电机固定在工作台下部箱体的右侧（箱体中为 Y 轴省略未画），滚珠丝杠的上部固定在箱体上，通过内六角铆钉连接在一起，滚珠丝杠通过 4 所表示的支撑座与机床底座连接在一起，丝杠的下部悬空。

当电机旋转时，齿轮同步带动滚珠丝杠的旋转，丝杠的旋转带动工作台的上下移动。

3 改造后的优点

改装后的铣床有以下优点：①安装了数控系统，可以进行自动加工，极大地节省了人工供力，同时提高了加工效率；②数控编程代替了手工摇动，可以减少用手摇动工作台产生的误差；③只是对工作台进行改动，然后连入数控系统，相比于出售旧铣床后购买新的数控铣床，花费更少的代价。

参考文献：

- [1] 陈泽宇.数控机床装调[M].武汉:华中科技大学出版社,2012.
- [2] 郝忠军,雷晓玲.综合作业指导书[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [3] 顾冠群,万德钧.机电一体化设计手册[M].南京:江苏科学技术出版社,1996.
- [4] 郭淳钦.机械设计基础[M].北京:中国建材工业出版社,2011.
- [5] 赵东福.UG NX数控编程技术基础[M].南京:南京大学出版社,2007.

作者简介：杨亚琴（1974-），女，中国江苏苏州人，研究生，副教授，从事机械工程研究。

基金项目：2023 年度江苏省高校哲学社会科学研究一般项目（项目编号：2023SJYB1591）。