

安徽工业大学

# 毕 业 设 计

课题名称：数控机床横向进给设计

## 摘 要

数控机床集中了传统的自动机床、精密机床和万能机床三者的优点，将高效率、高精度和高柔性集中于一体。而数控机床横向进给技术水平的提高首先依赖于进给和主轴驱动特性的改善以及功能的扩大，为此数控机床对进给伺服系统的位置控制、速度控制、伺服电机、机械传动等方面都有很高的要求。

数车床改造是指以机械位置作为控制对象的自动控制系统。在数控机床中，伺服系统主要指各坐标轴进给驱动的位置横向进给控制系统。伺服系统接受来自 CNC 装置的进给脉冲，经变换和放大，再驱动各加工坐标轴按指令脉冲运动。这些轴有的带动工作台，使刀具相对于工件产生各种复杂的机械运动，加工出所要求的复杂

## 数控机床横向进给设计

---

形状工件。

横向进给系统是数控装置和机床机械传动部件间的联系环节，是数控机床的重要组成部分。它包含机械、电子、电机(早期产品还包含液压)等各种部件，并涉及到强电与弱电控制，是一个比较复杂的控制系统。横向进给的确是一个相当复杂的任

务。提高伺服系统的技术性能和可靠性，对于数控机床具有重大意义，研究与开发高性能的伺服系统一直是现代数控机床的关键技术之一。

**关键词：** 横向进给数控化车床改造

### **Abstract**

Numerical control lathe have following outstanding superiority than traditional lathe include:

## 数控机床横向进给设计

---

Can process out complicated parts,such as the Landscape orientation curve coming out in traditional machine tooling,curved surface etc;Because computer have superb operation ability is can instantaneous to calculate out each coordinate axis instantaneous amount of exercise that should move accurate,Landscape orientation compound into the complicated curve or curved realize automation automatically etc;Therefore can realize that nobody guards and processes for a long time.

Numerical control lathe reform system,should reach in the design:There is high quiet dynamic rigidity;The coefficient of friction between the vice sport is little,the transmission has no interval;Landscape orientation to operate and maintenance.Lathe numerical control should try one's best and reach and require while being above-mention

ed when the transformation. Can't think and link numerical control device and ordinary lathe together and reach numerical control request of lathe, Also should carry on to main part corresponding transformation enable their reaching certain designing requirement, Purpose of transforming that could be expected

Landscape orientation the numerical control of lathe transforms the key step: The technology of the transformation I Whether the technology lay, circuit move towards and be regular, adjust components and parts position, seal and not essential to decorate etc . At last debugging it.

Key words: landscape orientation numerical control lathe reform

## 目 录

摘 要.....	2
Abstract .....	3
目 录.....	4

第一章 引言 .....	5
1.1 设计目的及方法 .....	5
1.2 进给系统概述 .....	6
第二章 进给传动设计 .....	7
2.1 主切削力计算及技术参数 .....	7
2.2 滚珠丝杠螺母副的选择与计算 .....	9
2.2.1 滚珠丝杠螺母副的选择 .....	9

2.2.2 丝杠螺母副的计算.....	10
2.2.3 滚珠丝杠螺母副的校核 .....	12
第三章 动力计算 .....	17
3.1 支撑轴承的设计 .....	17
3.2 伺服电机的选择 .....	17
结 论.....	18
致谢语.....	19
参考文献.....	20

## 第一章 引言

### 1.1 设计目的及方法

设计的目的是培养综合运用基础知识和专业知识，解决工程实际问题的能力，提高综合素质和创新能力，受到本专业工程技术和科学研究工作的基本训练，使工程绘图、数据处理、外文文献阅读、程序编制、使用手册等基本技能得到训练和提高，培养正确的设计思想、严肃认真的科学态度，加强团队合作精神。

在设计中，先通过参观及查阅等了解有关系统的工作原理，作用及结构特点。选择合适的算法，根据计算结果查阅手册，得出相关的结构或零件。在图纸的绘制中，充分利用软件的先进性。最后，完成硬件连接设计，编制典型零件的车削程序，撰写说明书。

机床结构可以布置成卧式、立式、倒立式及斜置式等，根据设计任务——加工轴类和直径不太大的盘、套类零件，采用卧式斜床身形式。主轴水平安装，横向成



45° 布置。根据纵横向长度定外观总长度，布局图如附录1.1所示。

数控机床的伺服系统是连接数控系统和机床主体的重要部分，在设计中，在伺服方式上选择最广泛应用的半闭环方式。采用螺旋传动，计算滚珠丝杠副尺寸规格，接着进行丝杠的校核并进行精度等验算，根据计算的扭矩选择伺服电机

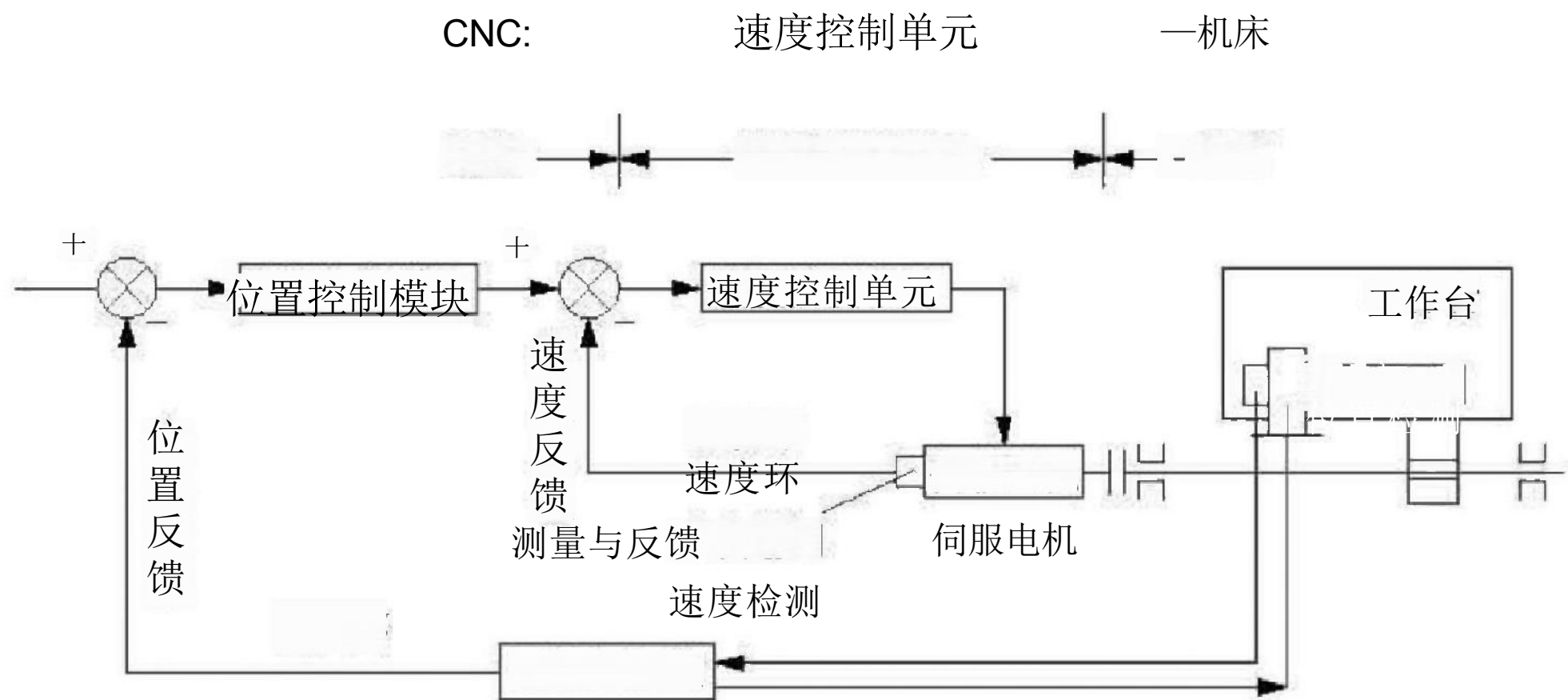


图1.1 伺服系统结构图

### 1.2 进给系统概述

从最低速到最高速电机都能平稳运转，转矩波动要小，尤其在低速如0.1r/min 或更低速时，仍有平稳的速度而无爬行现象。电机应具有大的较长时间的过载能力，以满足低速大转矩的要求。一般直伺服电机要求在数分钟内过载4-6倍而不损坏。

为了满足快速响应的要求，电机应有较小的转动惯量和大的堵转转矩，并具有尽可能小的时间常数和启动电压。电机应具有耐受 $4000\text{rad/s}^2$  以上的角加速度的能力，才能保证电机可在0.2s 以内从静止启动到额定转速。电机应能随频繁启动、制动和反转。

## 数控机床横向进给设计

---

随着微电子技术、计算机技术和伺服控制技术的发展，数控机床的伺服系统已开始采用高速、高精度的全数字伺服系统。使伺服控制技术从模拟方式、混合方式走向全数字方式。由位置、速度和电流构成的三环反馈全部数字化、软件处理数字 PID，使用灵活，柔性好。数字伺服系统采用了许多新的控制技

术和改进伺服性能的措施，使控制精度和品质大大提高[4]。

## 第二章 进给传动设计

### 2.1 主切削力计算及技术参数

切削力的大小可用各种测力仪测得，也可用实验得出的近似公式计算：

$$P=Cp_2tms^5rzk \quad (2.1)$$

$$k = k_{sp} k_{pz} k_{op} k_{\gamma} k_{npz} \quad (2.2)$$

$$P_2 = C_t n s^3 k_{pz} k_{rz} k_{or} k_{rz} k_{ur} \text{ (公斤力)} \quad (2.3)$$

式中  $C_p$ ——系数。决定于工件材料和加工方法，在一定的切削条件 ( $v$ 、 $s$ 、 $t$  固定) 下， $C$  为一常数。 $C$  大表示工件材料的加工性差； $C_p$  小表示工件材料的加工性好。

$k$ ——总的修正系数。决定于工件材料、切削用量和刀具几何形状等。错误! 未指定书签。

## 数控机床横向进给设计

$k_{pz}$ 、 $k_{\phi}$ 、 $k_{\gamma}$ 、 $k_{h}$ ——分别为工件材料、切削速度、主偏角、前角、刀具磨损限度对P的修正系数。

$X_{pz}$ 、 $Y_z$ ——指数。一般情况下 $X_{pz} > Y_z$ 。这说明吃刀深度对切削力的影响要比走刀量对切削力的影响大。

下表所列为的系数、指数和修正系数。这些系数在下列条件下制定：刀片材料为硬质合金，工件材料为碳素结构钢， $\sigma_s = 75$ 公斤力/毫米<sup>2</sup>， $v = 50$ 米/分， $\phi = 45^\circ$ ， $\gamma = +10^\circ$ ， $\lambda = 0^\circ$ ，后刀面磨损限度 $h = 0.9$ 毫米，切削时不用冷却液，车削外圆。

它们的系数、指数和修正系数之值也各有不同，可从有关手册中查得。

表 2 . 1

系 数 及 指 数							
工件材料		$C_{pz}$	$X_z$			$Y_{pz}$	
结构钢		167	1.0			0.75	
修 正 系 数							
工 件 材 料	$\sigma_s =$	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
	$k_{pz} =$	0.84	0.90	0.95	1.0	1.04	1.09
切 削 速 度	$v =$	50	100	200	300	400	500
	$k_{pz} =$	1.0	0.90	0.82	0.77	0.74	0.71
主 偏 角	$\phi =$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$90^\circ$	
	$k_{\phi} =$	1.08	1.0	0.94	0.94	0.89	
前 角	$\gamma =$	$+20^\circ$	$+10^\circ$	$0^\circ$	$-10^\circ$	$-20^\circ$	
	$k_{\gamma} =$	0.90	1.0	1.1	1.2	1.3	
后刀面磨 损限度	$h =$	0.9~1.2			1.5~2.0		
	$k_h =$	1.0			1.05		

切削功率是切削时在切削区内消耗的功率。当切削速度为已知时，切削功率可用下式计算：

$$N_{\text{切削}} = \frac{P_z v}{102 \times 60} = \frac{P_z v}{6120} \text{ kw}$$

取

在校验机床选用的电动机功率时应使

N=

$$N \leq N_{\text{电机}} k_{\text{过}}$$

11k

式中 N<sub>机</sub>——机床电动机名义功率(千瓦);

0

η——机床效率(一般齿轮机床 η=0.7~0.8);

已知技术参数  
:

k<sub>a</sub>——电动机超载时容许的系数(一般k=1.25)。

横向最大行程  
(X轴)  
)180  
mm;

如表1.3,取其中各参数的最大值进行估算:

取 C<sub>p</sub>=167, X<sub>pz</sub>=1.0, Y<sub>pz</sub>=0.75,

k\*<sub>pz</sub>=1.09, k<sub>0pz</sub>=1.08, k<sub>7pz</sub>=1.3, k<sub>pz</sub>=1.05, k<sub>7pz</sub>=0.9

取 切深 t=5mm, 进给量 s=0.3mm/r

则由公式(1.3.3):

$$P=167 \times 5 \times 0.3075 \times 1.09 \times 0.9 \times 1.08 \times 1.3 \times 1.05$$

$$=489.5 \text{ 公斤力}$$

$$=4797 \text{ N}$$

$$\approx 4800 \text{ N}$$

而 F:F<sub>x</sub>:F=1:0.25:0.4

$$\therefore F:F_x:F=4800:1200:1920$$

切削功率:取切削速度为105m/min,由公式(1.3.4)(1.3.5)得

$$N_{\text{切削}} = \frac{489.5 \times 105}{6120} = 8.4 \text{ kw}$$

$$N_{\text{电机}} \geq \frac{N_{\text{切削}}}{\eta k_{\text{过}}}$$

$$\geq \frac{8.4}{0.75 \times 1.25}$$

$$\geq 8.96 \text{ kw}$$





(2.4)

(2.5)

(2.6)

工作进给速度为8000mm/min;

横向快速进给速度: 8 m/min;

刀架估计质量: 150kg;

滑板的估计尺寸(长×宽×高): 400mm×200mm×80mm;

材料选为HT200。

## 2.2 滚珠丝杠螺母副的选择与计算

### 2.2.1 滚珠丝杠螺母副的选择

由文献[7, 8]可知, 查表选定丝杠为外循环插管式垫片预紧导珠管埋入型, 型号: CDM3206-3。丝杠公称直径为 $\Phi 32\text{mm}$ , 基本导程 $P=6\text{mm}$ , 其额定动载荷 $C_d=16917\text{N}$ , 额定静载荷 $C_s=45968\text{N}$ , 圈数×列数 $=1.5\times 2$ , 丝杠螺母副的接触刚度为 $K_c=1130\text{N}/\mu\text{m}$ , 丝杠底径 $27.9\text{mm}$ , 螺母长度为 $112\text{mm}$ , 取丝杠的精度为3级。在本设计中采用双螺母垫片预紧。两边轴承分别为 $\Phi 20\text{mm}$ 和 $\Phi 25\text{mm}$ 。

本设计中丝杠采用两端固定的支承方式。选用成对丝杠专用轴承组合。

滚珠丝杠支承用专用轴承:

轴承特点:

1. 刚性大。由于采用特殊设计的尼龙成形保持架, 增加了钢球数, 且接触角为 $60^\circ$  轴向刚性大。
2. 不需要预调整。对每种组合形式, 生产厂家已作好了能得到最佳预紧力的间隙, 故用户在装配时不需要再调整, 只要按厂家作出的装置序列符号(>)排列后,

装紧即可。

3. 起动力矩小。与圆锥滚子轴承、圆柱滚子轴承相比，起动力矩小。

### 2.2.2 滚珠丝杠螺母副的计算

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/107155144021006064>