



兰州理工大学

毕业设计(论文)

普通车床数控化改造

所在学院

专 业

班 级

姓 名

学 号

指导老师



兰州理工大学

毕业设计任务书

题目：《普通车床数控化改造》

学生姓名：_____

专业名称：机电一体化技术

指导教师：胡世军 副教授

年 月 日

兰 州 理 工 大 学

毕 业 设 计 任 务 书

一. 毕业设计题目：普通车床数控化改造

主要设计参数及技术指标

- 1、 X 轴(横向)、Z 轴(纵向)改为微机控制,采用步进电机或直流伺服电机驱动,滚珠丝杠传动。
X 轴(横向)脉冲当量: 0.005mm/脉冲
Z 轴(纵向)脉冲当量: 0.010mm/脉冲
- 2、 实现功能: 车削外圆、端面、圆弧、圆锥及螺纹加工
- 3、 操作要求: 起动、点动、单步运行、自动循环、暂停、停止

二. 毕业设计内容及工作量

(一) 设计计算说明书

一份 0.8~1.0 万字

- 1、数控技术的应用与发展
- 2、数控技术在机械工业中的进展
- 3、数控改造的必要性
- 4、数控改造的优点
- 5、数控改造的设计步骤
- 6、数控改造方案确定
- 7、机械部分改造设计与计算
- 8、电机的计算与选择
- 9、数控系统的选择
- 10、参考文献

(二)、图纸部分

- | | |
|----------------------|-------|
| 1、普通车床数控化改造总体方案图 | A0 一张 |
| 2、纵向进给 (Z 轴) 机械改造装配图 | A0 一张 |
| 3、横向进给 (X 轴) 机械改造装配图 | A0 一张 |

四. 毕业设计的基本要求:

能按时**独立**完成毕业设计规定的全部内容,方案选择正确,论据充分,对设计中的主要问题分析深入,解决合理,有独立见解,能很好运用所学理论和提供的资料解决设计中的问题,能独立查阅和正确引用中外文参考资料,说明书文字通顺、清楚、选用数据论证合理、计算准确,图面整洁。

五、 进程安排

| 序号 | 主 要 任 务 | 备注 |
|----|--------------|----|
| 1 | 查阅文献、调研、收集资料 | |
| 2 | 总体方案图 | |
| 3 | 纵向进给机械改造装配图 | |
| 4 | 横向进给机械改造装配图 | |
| 5 | 编写设计计算说明书 | |
| 6 | 准备答辩 | |

六、 主要参考文献：

| | | |
|-----------|-----------------|---------|
| 经济性数控系统设计 | 张新义主编 | 机械工业出版社 |
| 数控机床设计 | 陈婵娟 | 化学工业出版社 |
| 机械设计手册 | 机械工业出版社或化学工业出版社 | |
| 机床设计图册 | 上海科学技术出版社 | |

摘 要

随着当今工业设备对精密程度的要求越来越高，加工设备的机械加工设备的加工的精密程度也要求越来越高。而在中国的机械加工设备的车床中普通车床占了很大比例。这已经越来越制约着当今工业的发展。而数控机床由于价格昂贵，且需要较高技术的加工工人。所以对机床进行自动化改造很是必要。本篇论文是在对普通卧式车床的基础上对其进行自动化改造。

作者在搜索、查阅研究大量有关资料的基础上，对机床自动化改造技术进行了深入的研究和分析，并描述了机床控制系统的设计。整个改造过程主要对车床纵、横向进给系统进行改造，选用自动转位刀架，由脉冲发生器来加工所需要的螺纹。整个控制系统以 8031 型号的单片机为中心，通过编程对机床的驱动设备进行控制以达到所需要的加工程度。

关键词： 机床改造，自动化机床，控制系统

Abstract

With the development of industry equipment, the precision required of industry equipment is more and more high. The more and more precision of equipment which machined the industry equipment is required. But in China the common lathe have a very great comparison in the machined equipment, this already restrict the development of industrial nowadays. But the CN lathe is more expensive, and needed workers with higher technically. So it is a necessity very much to modify the common lathe to lathes automatic. This paper is in the foundation of the commonness horizontal lather and modified it to Lathes automatic.

The author has performed the further research and for the lathes automatic modification on the basis of the constant consultation of abundant relative documents, which focuses on describing the design of control of the machine. The main to modify the lathe is to modify the portrait, horizontal enter to the system in the Whole modification process and choose the automatic knife rest and be processed the thread need by pulser. The whole control system with the CPU of 8031 is to control the machine for center, through a plait distance drive tool machine an equipments to carry on control to attain need of process degree.

Key Words: Machinery Tool Reform, Lathes automatic, Servo system

(

目 录

| | |
|-----------------------------|-----|
| 摘 要..... | V |
| Abstract..... | VI |
| 目 录..... | VII |
| 第 1 章 绪论..... | 1 |
| 1.1 数控技术的应用与发展..... | 1 |
| 1.1.1 数控机床与发展趋势..... | 1 |
| 1.1.2 数控技术..... | 2 |
| 1.1.3 数控技术发展趋势..... | 4 |
| 1.1.4 数控技术在机械工业中的进展..... | 6 |
| 1.2 数控改造的必要性..... | 7 |
| 1.2.1 机床与生产线数控化改造的市场..... | 7 |
| 1.2.2 机床数控化改造的必要性..... | 8 |
| 1.3 数控化改造的内容及优缺点..... | 9 |
| 1.4 对我国数控技术和产业化发展的战略见解..... | 10 |
| 1.4.1 形势考虑..... | 10 |
| 1.5.2 发展策略..... | 11 |
| 1.5 本文的选题及主要研究内容..... | 11 |
| 1.5.1 本文的选题..... | 11 |
| 1.5.2 主要研究内容..... | 12 |
| 第 2 章 普通车床数控改造的设计步骤..... | 13 |
| 2.1 车床的数控改造概述..... | 13 |
| 2.1.1 数控机床工作原理及组成..... | 13 |
| 2.1.2 设计内容及任务..... | 13 |
| 2.1.3 数控部分的设计改造..... | 14 |
| 2.1.4 机械改造部分的设计..... | 15 |
| 2.2 可行性论证..... | 15 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 第 3 章 数控改造方案确定..... | 16 |
| 3.1 系统的运动方式与伺服系统的选择..... | 16 |
| 3.2 计算机系统..... | 16 |
| 3.3 机械传动方式..... | 16 |
| 3.4 运动方式的确定..... | 16 |
| 3.5 系统的选择..... | 16 |
| 3.6 机构传动方式的确定..... | 16 |
| 3.7 微机的选择..... | 17 |
| 3.8 总体方案框图..... | 17 |
| 第 4 章 机械部分改造设计与计算(含电机计算与选择)..... | 18 |
| 4.1 横向进给伺服系统机械部分计算与校核实例..... | 18 |
| 4.1.1 计算切削力..... | 18 |
| 4.1.2 杆螺母副的设计、计算与选型..... | 18 |
| 4.1.3 齿轮传动比计算..... | 22 |
| 4.1.4 横向步进电机的计算, 校核和选型..... | 22 |
| 5.2 纵向进给伺服系机械部分计算与校核..... | 28 |
| 5.2.1 计算切削力..... | 28 |
| 5.2.2 丝杆螺母副的计算和造型..... | 29 |
| 5.2.3 齿轮传动比计算..... | 32 |
| 5.2.4 步进电机的计算和选型..... | 33 |
| 第 5 章 数控系统的选择..... | 38 |
| 5.1 数控系统基本硬件组成..... | 38 |
| 5.2 单片机控制系统的设计..... | 40 |
| 总结与展望..... | 43 |
| 参考文献..... | 44 |
| 致 谢..... | 45 |

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

第 1 章 绪论

1.1 数控技术的应用与发展

1.1.1 数控机床与发展趋势

(1) 数控机床：1946 年诞生了世界上第一台电子计算机，这表明人类创造了可增强和部分代替脑力劳动的工具。它与人类在农业、工业社会中创造的那些只是增强体力劳动的工具相比，起了质的飞跃，为人类进入信息社会奠定了基础。

6 年后，即在 1952 年，计算机技术应用到了机床上，在美国诞生了第一台数控机床。从此，传统机床产生了质的变化。近半个世纪以来，数控系统经历了两个阶段和六代的发展。

①数控（NC）阶段（1952～1970 年）

早期计算机的运算速度低，对当时的科学计算和数据处理影响还不大，但不能适应机床实时控制的要求。人们不得不采用数字逻辑电路"搭"成一台机床专用计算机作为数控系统，被称为硬件连接数控（HARD-WIRED NC），简称为数控（NC）。随着元器件的发展，这个阶段历经了三代，即 1952 年的第一代--电子管；1959 年的第二代--晶体管；1965 年的第三代--小规模集成电路。

②计算机数控（CNC）阶段（1970 年～现在）

到 1970 年，通用小型计算机业已出现并成批生产。于是将它移植过来作为数控系统的核心部件，从此进入了计算机数控（CNC）阶段（把计算机前面应有的"通用"两个字省略了）。到 1971 年，美国 INTEL 公司在世界上第一次将计算机的两个最核心的部件--运算器和控制器，采用大规模集成电路技术集成在一块芯片上，称之为微处理器（MICROPROCESSOR），又可称为中央处理单元（简称 CPU）。

到 1974 年微处理器被应用于数控系统。这是因为小型计算机功能太强，控制一台机床能力有富裕（故当时曾用于控制多台机床，称之为群控），不如采用微处理器经济合理。而且当时的小型机可靠性也不理想。早期的微处理器速度和功能虽还不够高，但可以通过多处理器结构来解决。由于微处理器是通用计算机的核心部件，故仍称为计算

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

机数控。

到了 1990 年，PC 机（个人计算机，国内习惯称微机）的性能已发展到很高的阶段，可以满足作为数控系统核心部件的要求。数控系统从此进入了基于 PC 的阶段。

总之，计算机数控阶段也经历了三代。即 1970 年的第四代--小型计算机；1974 年的第五代--微处理器和 1990 年的第六代--基于 PC（国外称为 PC-BASED）。

还要指出的是，虽然国外早已改称为计算机数控（即 CNC）了，而我国仍习惯称数控（NC）。所以我们日常讲的"数控"，实质上已是指"计算机数控"了。

1.1.2 数控技术

随着计算机、微电子、信息、自动控制、精密检测及机械制造技术的高速发展，机床数控技术有了长足的进步。近几年一些相关技术的发展，如刀具及新材料的发展，主轴伺服和进给伺服、超高速切削等技术的发展，以及对机械产品质量的要求越来越高等，加速了数控机床的发展。目前数控机床正朝着高速度、高精度、高工序集中度、高复合化和高可靠性等方向发展。世界数控技术及其装备发展趋势主要体现在以下几个方面。

① 高速高效高精度

高生产率。由于数控装置及伺服系统功能的改进，主轴转速和进给速度大大提高，减少了切削时间和非切削时间。加工中心的进给速度已达到 $80\text{m/min} \sim 120\text{m/min}$ ，进给加速度达 $9.8\text{m/s}^2 \sim 19.6\text{m/s}^2$ ，换刀时间小于 1s。高加工精度。以前汽车零件精度的数量级通常为 $10\text{ }\mu\text{m}$ ，对精密零件要求为 $1\text{ }\mu\text{m}$ ，随着精密产品的出现，对精度要求提高到 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ ，有些零件甚至已达到 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ ，高精密零件要求提高机床加工精度，包括采用温度补偿等。微机电加工，其加工零件尺寸大小一般在 1mm 以下，表面粗糙度为纳米数量级，要求数控系统能直接控制纳米机床。

② 柔性化

柔性化包括两个方面的柔性：一是数控系统本身的柔性，数控系统采用模块化设计，功能覆盖面大，便于不同用户的需求；二是 DNC 系统的柔性，同一 DNC 系统能够依据不同生产流程的要求，使物料流和信息流自动进行动态调整，从而最大限度地发挥 DNC 系统的效能。

③ 工艺复合化和多轴化

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

数控机床的工艺复合化，是指工件在一台机床上装夹后，通过自动换刀、旋转主轴头或旋转工作台等各种措施，完成多工序、多表面的复合加工。已经出现了集钻、镗、铣功能于一身的数控机床，可完成钻、镗、铣、扩孔、铰孔、攻螺纹等多工序的复合数控加工中心，以及车削加工中心，钻削、磨削加工中心，电火花加工中心等。此外数控技术的进步也提供了多轴控制和多轴联动控制功能。

④ 实时智能化

早期的实时系统通常针对相对简单的理想环境，其作用是如何调度任务，以确保任务在规定期限内完成。而人工智能，则试图用计算模型实现人类的各种智能行为。科学发展到今天，实时系统与人工智能已实现相互结合，人工智能正向着具有实时响应的更加复杂的应用领域发展，由此产生了实时智能控制这一新的领域。在数控技术领域，实时智能控制的研究和应用正沿着几个主要分支发展，如自适应控制、模糊控制、神经网络控制、专家控制、学习控制、前馈控制等。例如，在数控系统中配置编程专家系统、故障诊断专家系统、参数自动设定和刀具自动管理及补偿等自适应调节系统；在高速加工时的综合运动控制中引入提前预测和预算功能、动态前馈功能；在压力、温度、位置、速度控制等方面采用模糊控制，使数控系统的控制性能大大提高，从而达到最佳控制的目的。

⑤ 结构新型化

20 世纪 90 年代一种完全不同于原来数控机床结构的新型数控机床被开发成功。这种新型数控机床被称为“6 条腿”的加工中心或称虚拟轴机床(有的还称为并联机床)，它能在没有任何导轨和滑台的情况下，采用能够伸缩的“6 条腿”(伺服轴)支撑并联，并与安装主轴头的上平台和安装工件的下平台相连。它可实现多坐标联动加工，其控制系统结构复杂，加工精度、加工效率较普通加工中心高 2~10 倍。这种数控机床的出现将给数控机床技术带来重大变革和创新。

⑥ 编程技术自动化

随着数控加工技术的迅速发展，设备类型的增多，零件品种的增加以及零件形状的日益复杂，迫切需要速度快、精度高的编程，以便于对加工过程的直观检查。为弥补手工编程和 NC 语言编程的不足，近年来开发出多种自动编程系统，如图形交互式编程系统、数字化自动编程系统、会话式自动编程系统、语音数控编程系统等，其中图形交互

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

式编程系统的应用越来越广泛。图形交互式编程系统是以计算机辅助设计(CAD)软件为基础，首先形成零件的图形文件，然后再调用数控编程模块，自动编制加工程序，同时可动态显示刀具的加工轨迹。其特点是速度快、精度高、直观性好、使用简便，已成为国内外先进的 CAD/CAM 软件所采用的数控编程方法。目前常用的图形交互式软件有 Master CAM、Cimatron、Pro/E、UG、CAXA、Solid Works、CATIA 等。

⑦ 集成化

数控系统采用高度集成化芯片，可提高数控系统的集成度和软、硬件运行速度，应用平板显示技术可提高显示器性能。平板显示器(FPD)具有科技含量高、质量小、体积小、功耗低、便于携带等优点，可实现超大规模显示，成为与 CRT 显示器抗衡的新兴显示器，是 21 世纪显示器主流。它应用先进封装和互连技术，将半导体和表面安装技术融于一体,通过提高集成电路密度，减小互连长度和数量来降低产品价格、改进性能、减小组件尺寸、提高系统的可靠性。

⑧ 开放式闭环控制模式

采用通用计算机组成的总线式、模块化、开放、嵌入式体系结构，便于裁减、扩展和升级，可组成不同档次、不同类型、不同集成程度的数控系统。闭环控制模式是针对传统数控系统仅有的专用型封闭式开环控制模式提出的。由于制造过程是一个有多变量控制和加工工艺综合作用的复杂过程，包括诸如加工尺寸、形状、振动、噪声、温度和热变形等各种变化因素，因此，要实现加工过程的多目标优化，必须采用多变量的闭环控制，在实时加工过程中动态调整加工过程变量。在加工过程中采用开放式通用型实时动态全闭环控制模式，易于将计算机实时智能技术、多媒体技术、网络技术、CAD/CAM、伺服控制、自适应控制、动态数据管理及动态刀具补偿、动态仿真等高新技术融于一体，构成严密的制造过程闭环控制体系，从而实现集成化、智能化、网络化。

1.1.3 数控技术发展趋势

(1) 数控技术装备工业的技术水平和现代化程度决定着整个国民经济的水平和现代化程度，数控技术及装备是发展新兴高新技术产业和尖端工业(如信息技术及其产业、生物技术及其产业、航空、航天等国防工业产业)的使能技术和最基本的装备。马克思曾经说过“各种经济时代的区别，不在于生产什么，而在于怎样生产，用什么劳动资料

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

生产”。制造技术和装备就是人类生产活动的最基本的生产资料，而数控技术又是当今先进制造技术和装备最核心的技术。当今世界各国制造业广泛采用数控技术，以提高制造能力和水平，提高对动态多变市场的适应能力和竞争能力。此外世界上各工业发达国家还将数控技术及数控装备列为国家的战略物资，不仅采取重大措施来发展自己的数控技术及其产业，而且在“高精尖”数控关键技术和装备方面对我国实行封锁和限制政策。总之，大力发展以数控技术为核心的先进制造技术已成为世界各发达国家加速经济发展、提高综合国力和国家地位的重要途径。

数控技术是用数字信息对机械运动和工作过程进行控制的技术，数控装备是以数控技术为代表的新技术对传统制造产业和新兴制造业的渗透形成的机电一体化产品，即所谓的数字化装备，其技术范围覆盖很多领域:(1)机械制造技术;(2)信息处理、加工、传输技术;(3)自动控制技术;(4)伺服驱动技术;(5)传感器技术;(6)软件技术等。

(2) 数控技术的发展趋势

数控技术的应用不但给传统制造业带来了革命性的变化，使制造业成为工业化的象征，而且随着数控技术的不断发展和应用领域的扩大，它对国计民生的一些重要行业(IT、汽车、轻工、医疗等)的发展起着越来越重要的作用，因为这些行业所需装备的数字化已是现代发展的大趋势。从目前世界上数控技术及其装备发展的趋势来看，其主要研究热点有以下几个方面。

①高速、高精加工技术是装备的新趋势

效率、质量是先进制造技术的主体。高速、高精加工技术可极大地提高效率，提高产品的质量和档次，缩短生产周期和提高市场竞争能力。为此日本先端技术研究会将其列为 5 大现代制造技术之一，国际生产工程学会(CIRP)将其确定 21 世纪的中心研究方向之一。

在轿车工业领域，年产 30 万辆的生产节拍是 40 秒/辆，而且多品种加工是轿车装备必须解决的重点问题之一;在航空和宇航工业领域，其加工的零部件多为薄壁和薄筋，刚度很差，材料为铝或铝合金，只有在高切削速度和切削力很小的情况下，才能对这些筋、壁进行加工。近来采用大型整体铝合金坯料“掏空”的方法来制造机翼、机身等大型零件来替代多个零件通过众多的铆钉、螺钉和其他联结方式拼装，使构件的强度、刚度和可靠性得到提高。这些都对加工装备提出了高速、高精和高柔性的要求。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注: 样稿, 论文不完整, 勿抄袭

目前高速加工中心进给速度可达 80m/min, 甚至更高, 空运行速度可达 100m/min 左右。目前世界上许多汽车厂, 包括我国的上海通用汽车公司, 已经采用以高速加工中心组成的生产线部分替代组合机床。美国 CINCINNAT 工公司的 HyperMach 机床进给速度最大达 60m/min, 快速为 100m/min, 加速度达 2g, 主轴转速已达 60000r/min。加工一薄壁飞机零件, 只用 30min, 而同样的零件在一般高速铣床加工需 3h, 在普通铣床加工需 8h;德国 DMG 公司的双主轴车床的主轴速度及加速度分别达 12000r/mm

在加工精度方面, 近 10 年来, 普通级数控机床的加工精度已由 10 μ m 提高到 5 μ m, 精密级加工中心则从 3 μ m 提高到 1—1.5 μ m, 并且超精密加工精度已开始进入纳米级。

在可靠性方面, 国外数控装置的 MTBF 值已达 6 000h 以上, 伺服系统的 MTBF 值达到 30000h 以上, 表现出非常高的可靠性。为了实现高速、高精加工, 与之配套的功能部件如电主轴、直线电机得到

了快速的发展, 应用领域进一步扩大。

②智能化、开放式、网络化成为当代数控系统发展的主要趋势

21 世纪的数控装备将是具有一定智能化的系统, 智能化的内容包括在数控系统中的各个方面:为追求加工效率和加工质量方面的智能化, 如加工过程的自适应控制, 工艺参数自动生成;为提高驱动性能及使用连接方便的智能化, 如前馈控制、电机参数的自适应运算、自动识别负载自动选定模型、自整定等;简化编程、简化操作方面的智能化, 如智能化的自动编程、智能化的人机界面等;还有智能诊断、智能监控方面的内容、方便系统的诊断及维修等。

③数控设备更注重安全性、操作性

数控设备是集机电一体化的产品, 由于其自动化程度高, 所以对其安全性和可操作性有了更高的要求。

1.1.4 数控技术在机械工业中的进展

近年来我国企业的数控机床占有率逐年上升, 在大中企业已有较多的使用, 在中小企业甚至个体企业中也普遍开始使用。

2001 年国内数控金切机床产量已达 1.8 万台, 比上年增长 28.5%, 机床行业产值

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

数控化率从 2000 年的 17.4% 提高到 2001 年的 22.7%。

2001 年，我国机床工业产值已进入世界第 5 名，机床消费额在世界

排名上升到第 3 位，达 47.39 亿美元，仅次于美国的 53.67 亿美元，消费

额比上一年增长 25%。但由于国产数控机床不能满足市场的需求，使我国机床的进口额呈逐年上升态势，2001 年进口机床跃升至世界第 2 位，达 24.06 亿美元，比上年增长 27%。

近年来我国出口额增幅较大的数控机床有数控车床、数控磨床、数控特种加工机床、数控剪板机、数控成形折弯机、数控压铸机等，普通机床有钻床、锯床、插床、拉床、组合机床、液压压力机、木工机床等。出口的数控机床品种以中低档为主。

1.2 数控改造的必要性

1.2.1 机床与生产线数控化改造的市场

(1) 机床数控化改造的市场

我国目前机床总量 380 余万台，而其中数控机床总数只有 11.34 万台，即我国机床数控化率不到 3%。近 10 年来，我国数控机床年产量约为 0.6~0.8 万台，年产值约为 18 亿元。机床的年产量数控化率为 6%。我国机床役龄 10 年以上的占 60% 以上；10 年以下的机床中，自动/半自动机床不到 20%，FMC/FMS 等自动化生产线更屈指可数（美国和日本自动和半自动机床占 60% 以上）。可见我们的大多数制造行业和企业生产、加工装备绝大多数是传统的机床，而且半数以上是役龄在 10 年以上的旧机床。用这种装备加工出来的产品普遍存在质量差、品种少、档次低、成本高、供货期长，从而在国际、国内市场上缺乏竞争力，直接影响一个企业的产品、市场、效益，影响企业的生存和发展。所以必须大力提高机床的数控化率。

(2) 进口设备和生产线的数控化改造市场

我国自改革开放以来，很多企业从国外引进技术、设备和生产线进行技术改造。据不完全统计，从 1979~1988 年 10 年间，全国引进技术改造项目就有 18446 项，大约 165.8 亿美元。

这些项目中，大部分项目为我国的经济建设发挥了应有的作用。但是有的引进项目由于种种原因，设备或生产线不能正常运转，甚至瘫痪，使企业的效益受到影响，严重

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

的使企业陷入困境。一些设备、生产线从国外引进以后，有的消化吸收不好，备件不全，维护不当，结果运转不良；有的引进时只注意引进设备、仪器、生产线，忽视软件、工艺、管理等，造成项目不完整，设备潜力不能发挥；有的甚至不能启动运行，没有发挥应有的作用；有的生产线的产品销路很好，但是因为设备故障不能达产达标；有的因为能耗高、产品合格率低而造成亏损；有的已引进较长时间，需要进行技术更新。种种原因使有的设备不仅没有创造财富，反而消耗着财富。

这些不能使用的设备、生产线是个包袱，也是一批很大的存量资产，修好了就是财富。只要找出主要的技术难点，解决关键技术问题，就可以最小的投资盘活最大的存量资产，争取到最大的经济效益和社会效益。这也是一个极大的改造市场。

1.2.2 机床数控化改造的必要性

(1) 微观看改造的必要性

从微观上看，数控机床比传统机床有以下突出的优越性，而且这些优越性均来自数控系统所包含的计算机的威力。

可以加工出传统机床加工不出来的曲线、曲面等复杂的零件。

由于计算机有高超的运算能力，可以瞬时准确地计算出每个坐标轴瞬时应该运动的运动量，因此可以复合成复杂的曲线或曲面。

可以实现加工的自动化，而且是柔性自动化，从而效率可比传统机床提高 3~7 倍。

由于计算机有记忆和存储能力，可以将输入的程序记住和存储下来，然后按程序规定的顺序自动去执行，从而实现自动化。数控机床只要更换一个程序，就可实现另一工件加工的自动化，从而使单件和小批生产得以自动化，故被称为实现了"柔性自动化"。

加工零件的精度高，尺寸分散度小，使装配容易，不再需要"修配"。

可实现多工序的集中，减少零件 在机床间的频繁搬运。

拥有自动报警、自动监控、自动补偿等多种自律功能，因而可实现长时间无人看管加工。

由以上五条派生的好处。

如：降低了工人的劳动强度，节省了劳动力（一个人可以看管多台机床），减少了工装，缩短了新产品试制周期和生产周期，可对市场需求作出快速反应等等。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

以上这些优越性是前人想象不到的，是一个极为重大的突破。此外，机床数控化还是推行 FMC（柔性制造单元）、FMS（柔性制造系统）以及 CIMS（计算机集成制造系统）等企业信息化改造的基础。数控技术已经成为制造业自动化的核心技术和基础技术。

（2）宏观看改造的必要性

从宏观上看，工业发达国家的军、民机械工业，在 70 年代末、80 年代初已开始大规模应用数控机床。其本质是，采用信息技术对传统产业（包括军、民机械工业）进行技术改造。除在制造过程中采用数控机床、FMC、FMS 外，还包括在产品开发中推行 CAD、CAE、CAM、虚拟制造以及在生产管理中推行 MIS（管理信息系统）、CIMS 等等。以及在其生产的产品中增加信息技术，包括人工智能等的含量。由于采用信息技术对国外军、民机械工业进行深入改造（称之为信息化），最终使得他们的产品在国际军品和民品的市场上竞争力大为增强。而我们在信息技术改造传统产业方面比发达国家约落后 20 年。如我国机床拥有量中，数控机床的比重（数控化率）到 1995 年只有 1.9%，而日本在 1994 年已达 20.8%，因此每年都有大量机电产品进口。这也就从宏观上说明了机床数控化改造的必要性。

1.3 数控化改造的内容及优缺点

（1）国外改造业的兴起

在美国、日本和德国等发达国家，它们的机床改造作为新的经济增长行业，生意盎然，正处在黄金时代。由于机床以及技术的不断进步，机床改造是个"永恒"的课题。我国的机床改造业，也从老的行业进入到以数控技术为主的新的行业。在美国、日本、德国，用数控技术改造机床和生产线具有广阔的市场，已形成了机床和生产线数控改造的新的行业。在美国，机床改造业称为机床再生（Remanufacturing）业。从事再生业的著名公司有：Bertsche 工程公司、ayton 机床公司、Devlieg-Bullavd（得宝）服务集团、US 设备公司等。美国得宝公司已在中国开办公司。在日本，机床改造业称为机床改装（Retrofitting）业。从事改装业的著名公司有：大隈工程集团、岗三机械公司、千代田工机公司、野崎工程公司、滨田工程公司、山本工程公司等。

（2）数控化改造的内容

机床与生产线的数控化改造主要内容有以下几点：

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

其一是恢复原功能，对机床、生产线存在的故障部分进行诊断并恢复；

其二是 NC 化，在普通机床上加数显装置，或加数控系统，改造成 NC 机床、CNC 机床；

其三是翻新，为提高精度、效率和自动化程度，对机械、电气部分进行翻新，对机械部分重新装配加工，恢复原精度；对其不满足生产要求的 CNC 系统以最新 CNC 进行更新；

其四是技术更新或技术创新，为提高性能或档次，或为了使用新工艺、新技术，在原有基础上进行较大规模的技术更新或技术创新，较大幅度地提高水平和档次的更新改造。

(3) 数控改造中主要机械部件改装探讨

一台新的数控机床，在设计上要达到：有高的静动态刚度；运动副之间的摩擦系数小，传动无间隙；功率大；便于操作和维修。机床数控改造时应尽量达到上述要求。不能认为将数控装置与普通机床连接在一起就达到了数控机床的要求，还应对主要部件进行相应的改造使其达到一定的设计要求，才能获得预期的改造目的。

①滑动导轨副

对数控车床来说，导轨除应具有普通车床导向精度和工艺性外，还要有良好的耐摩擦、磨损特性，并减少因摩擦阻力而致死区。同时要有足够的刚度，以减少导轨变形对加工精度的影响，要有合理的导轨防护和润滑。

②齿轮副

一般机床的齿轮主要集中在主轴箱和变速箱中。为了保证传动精度，数控机床上使用的齿轮精度等级都比普通机床高。在结构上要能达到无间隙传动，因而改造时，机床主要齿轮必须满足数控机床的要求，以保证机床加工精度。

③滑动丝杠与滚珠丝杠

丝杠传动直接关系到传动链精度。丝杠的选用主要取决于加工件的精度要求和拖动扭矩要求。被加工件精度要求不高时可采用滑动丝杠，但应检查原丝杠磨损情况，如螺距误差及螺距累计误差以及相配螺母间隙。一般情况滑动丝杠应不低于 6 级，螺母间隙过大则更换螺母。采用滑动丝杠相对滚珠丝杠价格较低，但难以满足精度较高的零件加工。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

滚珠丝杠摩擦损失小，效率高，其传动效率可在 90%以上；精度高，寿命长；启动力矩和运动时力矩相接近，可以降低电机启动力矩。因此可满足较高精度零件加工要求。

④安全防护

必须以安全为前提。在机床改造中要根据实际情况采取相应的措施，切不可忽视。滚珠丝杠副是精密元件，工作时要严防灰尘特别是切屑及硬砂粒进入滚道。在纵向丝杠上也可加整体铁板防护罩。大拖板与滑动导轨接触的两端面要密封好，绝对防止硬质颗粒状的异物进入滑动面损伤导轨。

1.4 对我国数控技术和产业化发展的战略见解

1.4.1 形势考虑

我国是制造大国，在世界产业转移中要尽量接受前端而不是后端的转移，即要掌握先进制造核心技术，否则在新一轮国际产业结构调整中，我国制造业将进一步“空芯”。我们以资源、环境、市场为代价，交换得到的可能仅仅是世界新经济格局中的国际“加工中心”和“组装中心”，而非掌握核心技术的制造中心的地位，这样将会严重影响我国现代制造业的发展进程。

我们应站在国家安全战略的高度来重视数控技术和产业问题，首先从社会安全看，因为制造业是我国就业人口最多的行业，制造业发展不仅可提高人民的生活水平，而且还可缓解我国就业的压力，保障社会的稳定；其次从国防安全看，西方发达国家把高精尖数控产品都列为国家的战略物质，对我国实现禁运和限制，“东芝事件”和“考克斯报告”就是最好的例证。

1.5.2 发展策略

从我国基本国情的角度出发，以国家的战略需求和国民经济的市场需求为导向，以提高我国制造装备业综合竞争能力和产业化水平为目标，用系统的方法，选择能够主导 21 世纪初期我国制造装备业发展升级的关键技术以及支持产业化发展的支撑技术、配套技术作为研究开发的内容，实现制造装备业的跨跃式发展。

强调市场需求为导向，即以数控终端产品为主，以整机(如量大面广的数控车床、铣床、高速高精高性能数控机床、典型数字化机械、重点行业关键设备等)带动数控产

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

业的发展。重点解决数控系统和相关功能部件(数字化伺服系统与电机、高速电主轴系统和新型装备的附件等)的可靠性和生产规模问题。没有规模就不会有高可靠性的产品;没有规模就不会有价格低廉而富有竞争力的产品;当然,没有规模中国的数控装备最终难以有出头之日。

在高精尖装备研发方面,要强调产、学、研以及最终用户的紧密结合,以“做得出、用得上、卖得掉”为目标,按国家意志实施攻关,以解决国家之急需。

在竞争前数控技术方面,强调创新,强调研究开发具有自主知识产权的技术和产品,为我国数控产业、装备制造业乃至整个制造业的可持续发展奠定基础。

1.5 本文的选题及主要研究内容

1.5.1 本文的选题

用普通卧式车床去加工有时一个人加工的东西都会误差很大,这样给所造设备带来很多的小问题。而如果要新买一台新的数控车床,一是总体成本太高,因为性价比不是太高,容易浪费资源,二是建材厂没有工人精通数控车床,所以要培训工人一定又要花费很多时间影响生产进度。

所以设想决定对其数控改造,改造的同时让操作人员一直在旁边学习,学习怎么改装,怎么安装,并讲解如何使用。

把所要加工的零件程序输入到存储器中,用到时直接调用即可,这样一个人即可操作两台机床,而且效率提高了好大,精度也会提高很高,会为厂带来很大经济利益。

1.5.2 主要研究内容

1、车床数控化改造总体机械部件设计。

2、进给系统的设计和选用。包括了进给滚珠丝杠的设计与选用,消除减速齿轮系的设计计算与校核,进给用步进电机的选择与校核。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

第2章 普通车床数控改造的设计步骤

对于普通车床的经济型数控改造，在考虑总体设计方案时，应遵循的原则是：在满足设计要求的前提下，对机床的改动应尽可能的少，以降低成本。

2.1 车床的数控改造概述

2.1.1 数控机床工作原理及组成

(1) 数控机床工作原理：

数控机床加工零件时，首先应编制零件的加工程序，这是数控机床的工作指令。将加工程序输入到数控装置，再由数控装置控制机床主运动的变化、起停，进给运动的方向、速度和位移量以及其它如刀具选择交换、工件夹紧松开和冷却润滑的开、关等动作，

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

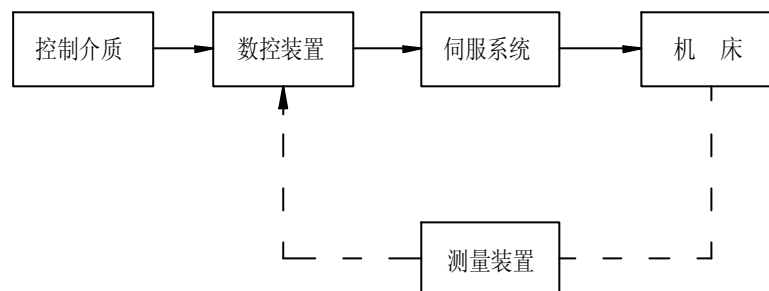
使刀具与工件及其它辅助装置严格的按照加工程序规定的顺序、轨迹和参数进行工作，从而加工出符合要求的零件。

(2) 数控装置的组成

类

或

框图如



2.1.2 设计内容及任务

普通车床的数控改造设计内容包括：总体方案的确定和验证、机械改造部分的设计计算（包括纵向、横向进给系统的设计与计算）、主运动自动变速原理及改造后的机床传动系统图的设计、机床调速电动机控制电路的设计。

本设计任务是对卧式车床进行数控化改造，实现微机对车床的数控化控制。利用微机对车床的纵向、横向进给系统进行数字控制，并要达到纵向最小运动单位为 0.01 mm/ 脉冲，横向最小运动单位 0.005 mm/ 脉冲，主运动要实现自动变速，刀架要改造成自动控制的自动转位刀架，要能自动的切削螺纹。

2.1.3 数控部分的设计改造

(1) 数控系统运动方式的确定

数控系统按其运动轨迹可分为：点位控制系统、连续控制系统。点位控制系统只要求控制刀具从一点移到另外一点的位置，而对于运动轨迹原则上不加控制。连续控制系统能对两个或两个以上坐标方向的位移进行严格的不间断的控制。由于车床要加工复杂

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

轮廓零件，所以本微机数控系统采用连续控制系统。

(2) 伺服进给系统的设计改造

数控机床的伺服进给系统按有无位置检测和反馈可分为开环伺服系统、半闭环伺服系统、闭环伺服系统。

闭环控制方案的优点是可以达到高的机床精度，能补偿机械传动系统中的各种误差，消除间隙、干扰对加工精度的影响。但他结构复杂、技术难度大、调式和维修困难、造价高。

半闭环控制系统由于调速范围宽，过载能力强，又采用反馈控制，因此性能远优于以步进电动机驱动的开环控制系统。但是，采用半闭环控制其调式比开环要复杂，设计上也要有其自身的特点，技术难度较大。

开环控制系统中没有位置控制器及反馈线路，因此开环系统的精度较差，但其结构简单，易于调整，所以常用于精度要求不高的场合。

经过上序比较，由于所改造的车床的目标加工精度要求不高，所以决定采用开环控制系统。

(3) 数控系统的硬件电路设计

数控系统都是由硬件和软件两部分组成，硬件是控制系统的基础，性能的好坏直接影响整体数控系统的工作性能。

数控装置的设计方案通常有：

- a) 可以全部自己设计制作
- a) 可以采用单板机或 STD 模块或工控机改制
- b) 可以选用现成的数控装置作少量的适应化改动

跟据本次设计的要求采用第一种设计方案。

2.1.4 机械改造部分的设计

(1) 主传动部分的改造设计

将原机床的主轴电动机换成变频调速电动机，无级调速部分由变频器控制。将原机床的主轴手动变速换成有电磁离合器控制的主轴变速机构。改造后使其主运动和进给运动分离，主轴电动机的作用只是带动主轴旋转。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

(2) 进给机构的改造

将原机床的挂轮机构、进给箱、溜板箱、滑动丝杠、光杠等全部拆除。纵向、横向进给以步进电动机作为驱动元件经一级齿轮减速后，由滚珠丝杠传动。

2.2 可行性论证

根据《自动化制造系统》，可行性论证使用户建造自动化制造系统项目所进行的技术和经济性分析报告，是上级主管部门审定和批准立项的基本依据。同样，在进行普通车床的经济型数控改造之前进行合理的、科学的可行性论证是必要的。

根据传统的论证方法，普通车床的经济型数控改造的可行性论证应围绕以下几个方面进行，即企业生产经营现状及存在的问题分析，企业生产经营目标，改造的基础条件、目标、技术方案、投资概算、效益分析，改造后车床的实施计划，结论等。

由于本设计仅作为大学本科生的毕业设计，故在此，设计者仅对改造的投资概算作一简要的可行性论证。

本改造设计是对普通车床进行经济型数控改造。在改造设计中，采用自己设置的数控装置，加上两台伺服电机，两套滚珠丝杠副和相配的传动部分以及齿轮副，一台变频调速电动机，四个电磁离合器以及主传动部分的齿轮副。这样设备改造费用和旧设备费用总计不会超过 8 万元。因此，对普通车床作经济型数控改造适合我国国情，是国内企业提高车床的自动化能力和精密程度的有效选择。它具有一定的典型性和实用性。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

第 3 章 数控改造方案确定

3.1 系统的运动方式与伺服系统的选择

由于改造后的经济型数控车床应具有定位、直线插补、顺圆和逆圆插补、暂停、循环加工公英螺纹加工等功能，故应选择连续控制系统。考虑到属于经济型数控机床加工精度要求不高，为了简化结构、降低成本，采用步进电机开环控制系统。

3.2 计算机系统

根据机床要求，采用 8 位微机。由于 MCS—51 系列单片机具有集成度高，可靠性好、功能强、速度快、抗干扰能力强、性能价格比高等特点，决定采用 MCS—51 系列的 8031 单片机扩展系统。

控制系统由微机部分、键盘及显示器、I/O 接口及光隔离电路、步进电机功率放大电路等组成。系统的加工程序和控制命令通过键盘操作实现，显示器采用数码管显示加工数据及机床状态等信息。

3.3 机械传动方式

为实现机床所要求的分辨率，采用步进电机经齿轮减速再传动丝杆。为了保证一定的传动精度跟平稳性，尽量减少摩擦力。选用滚珠丝杆螺母副。同时，为了提高传动刚度和消除间隙，采用有预加负荷的结构。齿轮传动也要采用消除齿侧间隙的结构。

3.4 运动方式的确定

数按系统运动方式可分为点位控制系统、点位/直线系统和连续控制系统。由于车床要加工复杂轮廓零件，所以本次设计采用连续控制系统。

3.5 系统的选择

伺服系统可分为开环控制系统、半闭环控制和闭环控制系统。经过比较，由于车床加工精度要求不高，所以决定采用开环控制系统。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

3.6 机构传动方式的确定

为确保数控系统的传动精度和工作平稳性，在设计机械传动装置时，通常提出低摩、低惯量、高刚度、无间隙、高谐振以及有适宜尼比的要求。在设计中应考虑以下几点：

- (1) 尽量采用低磨擦的传动和导向元件。如采用滚珠丝杠螺母传动副、滚动导轨、贴塑导轨等。
- (2) 尽量消除传动间隙。例如采用隙齿轮等。
- (3) 提高系统刚度。缩短传动链可以提高系统的传动刚度，减小传动链误差。可采用预紧的方法提高系统刚度。例如采用预加负载导轨和滚珠丝杠副等。

3.7 微机的选择

微机数控系统由 CPU、存储器扩展电路、I/O 接口电路、伺服电机驱动电路、检测电路等几部分组成。

.....

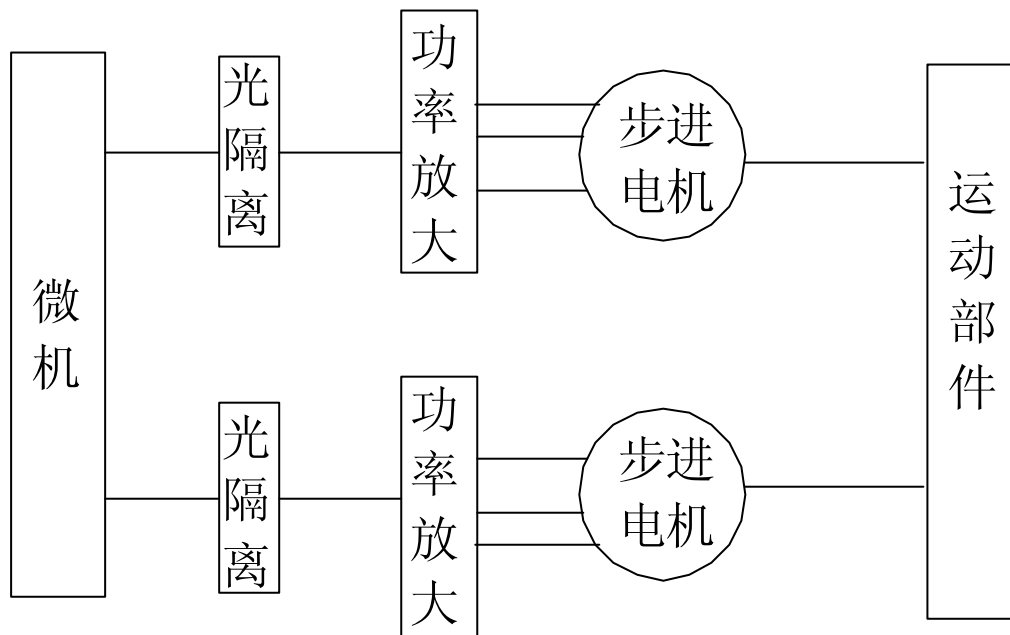


图 3-1

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注: 样稿, 论文不完整, 勿抄袭

第4章 机械部分改造设计与计算(含电机计算与选择)

4.1 横向进给伺服系统机械部分计算与校核实例

4.1.1 计算切削力

横切端面: $F_Z = 0.67 D_{\max}^{1.5}$ 查《综合作业指导书》P13 页

式中 D_{\max} —— 车床床身上加工最大直径横切端面时主切削力 F_Z 可取纵切时 F_Z 的 $\frac{1}{2}$

$$F_Z = 0.67 D_{\max}^{1.5} = 0.67 \sqrt{630^3} = 10594.63(N)$$

$$F'_Z = \frac{1}{2} \times 10594.63 = 5297.31(N)$$

$$F'_Z : F'_x : F'_y = 1 : 0.25 : 0.4$$

式中 F'_x —— 走刀方向的切削力 (N)

F'_y —— 垂直走刀方向的切削力 (N)

$$F'_x = 0.25 \times 5297.31 = 1059.46(N)$$

$$F'_y = 0.4 \times 5297.31 = 2118.92(N)$$

4.1.2 杆螺母副的设计、计算与选型

(1) 计算牵引力

横向进给选为三角型或综合导轨

参考《机床设计手册.2》6.2-2; 6.2-3 表

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

5.2 纵向进给伺服系机械部分计算与校核

5.2.1 计算切削力

主切削力 F_z (N) 按经验公式估算：

$$F_z = 0.67 D_{\max}^{1.5}$$

F_z —走刀方向的切削分力 (N)

D_{\max} —车床身上加工最大直径 (mm) $D_{\max} = 630\text{mm}$

$$F_z = 0.67 D_{\max}^{1.5} = 0.67 \times 630^{1.5} = 10594.63 \text{ (N)}$$

$$F_z : F_x : F_y = 1 : 0.25 : 0.4$$

F_x —走刀方向的切削力

F_y —垂直走刀方向的切削力

$$F_x = F_z \times 0.25 = 2648.66 \text{ (N)}$$

$$F_y = F_z \times 0.4 = 4237.85 \text{ (N)}$$

5.2.2 丝杆螺母副的计算和造型

(1) 计算进给牵引力

纵向进给选为综合导轨。参考表 6.2—2，6.2—3 两表 (《机床设计手册.3》)

查书《综合作业指导书》P22

$$F_m = kf_x + f'(F_z + G)$$

在正常情况下：

k —考虑颠复力矩影响的实验系数，综合导轨取 $K=1.15$

f' —滑动导轨磨擦系数 0.15~0.18

G —溜板及刀架重力查《综合作业指导书》表 1—1，取 $G=800\text{N}$

$$F_m = kf_x + f'(F_z + G) = 1.15 \times 2648.66 + 0.16 \times (4237.85 + 500) = 2175.94 \text{ (N)}$$

(2) 计算最大动负载 C

$$C = \sqrt[3]{L f_w F_m}$$

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注: 样稿, 论文不完整, 勿抄袭

$$L = \frac{60nT}{10^6}$$

$$n = \frac{1000 v_s}{L_0}$$

参考《机床设计手册.3》P185~P210 选用滚珠丝杆导轨

式中: L_0 —滚珠丝杆导程。 初选 $L_0 = 8mm$

v_s —为最大切削力条件下的进给速度, 可取最高进给速度的 $1/2 \sim 1/3$

取 $v_s = 1m/min$

T_0 —使用寿命 (h), 对于数控机车取 $=15000h$

f_w —运转系数, 按一般运转取 $1.2 \sim 1.5$ (查表 3—14《综合作业指导》取 f_w 为 1.2

L —寿命以 10^6 转为 1 单位

n —丝杆转速 r/min

$$n = \frac{1000 v_s}{L_0} = \frac{1000 \times 1}{8} = 125$$

$$L = \frac{60nT}{10^6} = \frac{60 \times 125 \times 15000}{10^6} = 113$$

$$C = \sqrt[3]{L f_w F_m} = 19512.57$$

(3) 滚珠丝杆螺母副的选型

可采用 WD6008 外循环螺纹调整预紧的双螺母珠丝杆副, 1 列 2.5 圈, 其额定功动负载为 18200 (N), 精度等级按表《综合作业指导书》表 3-17 选为 3 级。

(4) 传功效率计算:

$$\eta = \tan r / \tan(r + \varphi)$$

式中: r —螺旋升角, WD6008 $r = 3^\circ 25'$

φ —磨擦角取 $10'$ 滚动磨擦系数 $0.003 \sim 0.004$

$$\eta = \frac{\tan r}{\tan(r + \varphi)} = \frac{\tan(3^\circ 25')}{\tan(3^\circ 25' + 10')} = 0.953$$

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

(5) 刚度验算

先画出此纵向进给滚珠丝杠支承方式草图如 A 图所示，最大牵引力 2175.94(N)。支承 $L=1500\text{mm}$ ，丝杆螺母及轴承均进行预紧，预紧力为最大轴向负荷 1/3。

① 丝杠的拉伸或压缩变形量 δ_1

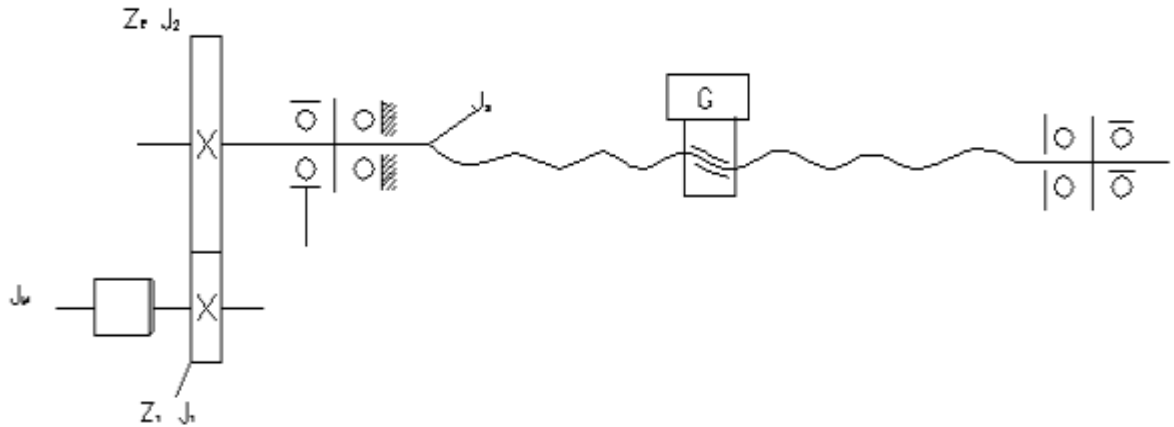


图 3-5

查《综合作业指导书》图 3-4，根据

$$F_m = 2175.94(\text{N}), \quad D_0 = 60\text{mm}$$

查出 $\frac{\delta_L}{L} = 0.65 \times 10^{-5}$ 可算出

$$\delta_1 = \frac{\delta_L}{L} = (0.65 \times 10^{-5} \times 1500)\text{mm} = 0.975 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

由于两端均采用向心推力球轴承，且丝杆进行了预拉伸，故其拉压刚度可以提高 4 倍。其实际变形量 $\delta'_1(\text{mm})$ 为

$$\delta'_1 = 1/4 \delta_1 = 0.975 \times 10^{-2} / 2 = 0.244 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

② 滚珠与螺纹滚道间接接触变形 δ_2

查《综合作业指导书》图 3-5，W 系列 1 列 2.5 圈滚珠和螺纹滚道接触变形量 δ_\varnothing

$$\delta_\varnothing = 6.0\mu\text{m}$$

因进行预紧

$$\delta_2 = 1/2 \delta_\varnothing = 1/2 \times 6.0 = 3.0\mu\text{m}$$

③ 支承滚珠丝杆轴承的轴向接触变形 δ_3

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

采用 D8208 型推力球轴承， $d_1=35\text{mm}$,滚动体直径 $d_g=6.35\text{mm}$,滚动体数量 $Z=18$,

$$\delta_c = 0.000523 \sqrt[3]{\frac{F_m^2}{d_g Z}} = 0.000523 \sqrt[3]{\frac{3296.65^2}{6.35 \times 18^2}} = 0.009056\text{mm}$$

注意此公式中单位应为 N

因施加预紧力，故

$$\delta_3 = 1/2 \times \delta_c = 1/2 \times 0.009065 = 0.004528\text{mm}$$

根据以上计算

$$\delta = \delta_3 + \delta_2 + \delta_1 = 0.00244 + 0.0030 + 0.004528 = 0.009968 < \text{定位精度}$$

因为查表达 1-1 《综合作业指导书》定位精度为 ± 0.01

(6) 稳定性校核

滚珠丝杆两端采用推力球轴承，不会产生失稳现象不需作稳定性校核。

(7) 纵向滚珠丝杆副几何参数

表 3：WD6008 滚珠丝杆副几何参数

| 参数名称 | | 符号 | 关系式 | WD6008 |
|--------|------------|---------|-------------|--------|
| 螺 纹 | 公称直径 | d_0 | | 60 |
| | 导 程 | L_0 | | 8 |
| | 接触角 | β | | 2.183 |
| | 钢球直径 | d_g | | 3.969 |
| | 滚道法面半 径 | R | $R = 0.52d$ | 2.064 |

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

| | | | | |
|----|------|-------|---|----------------|
| 滚道 | 偏心距 | e | $e = \left(R - \frac{d_p}{2} \right) \sin \beta$ | 0.0030 |
| | 螺纹升角 | r | $r = \arctan \frac{L_0}{\pi d_0}$ | $3^{\circ}25'$ |
| 螺杆 | 外径 | d | $d = d_0 - (0.2 \sim 0.25) d_q$ | 59.2 |
| | 内径 | d_1 | $d_1 = d_0 + 2e - 2R$ | 55.878 |
| | 接触直径 | d_2 | $d_2 = d_0 - d_q \cos \beta$ | 56.034 |
| 螺母 | 螺纹直径 | D | $D = d_0 - 2e + 2R$ | 64.122 |
| | 内径 | D_1 | $D_1 = d_0 + (0.2 \sim 0.25) d_q$ | 60.7938 |

5.2.3 齿轮传动比计算

已知纵向进给脉冲当量=0.01mm/step,滚珠丝杆导程 $L_0=8\text{mm}$ ，初选步进电动机步距角 0.75° ，可计算出传动比 i ：

$$i = \frac{360\delta_p}{\theta_b L_0}$$

δ_p — 脉冲当量 (mm/step)

L_0 — 滚珠丝杆的基本导程 (mm)

θ_b — 步进电机的步距角

$$i = \frac{360\delta_p}{\theta_b L_0} = \frac{360 \times 0.01}{0.75 \times 8} = 3/8$$

因为可进定齿轮齿数为

$$i = Z_1 / Z_2 = 24/64$$

$$Z_1 = 24, Z_2 = 64$$

根据《机械设计》，又因进给给运动齿轮受力不大，模数 m 取 2，则有关参数如下表所示(见表 4)：

表 4：传动齿轮几何参数

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

| | | | |
|-----|---------------------------|------|-------|
| 齿 数 | Z | 24 | 64 |
| 分度圆 | $d = m \times Z$ | 48 | 128 |
| 齿顶圆 | $d_a = d + 2m$ | 52 | 132 |
| 齿根圆 | $d_f = d - 2 \times 1.25$ | 46.5 | 126.5 |
| 齿 宽 | $(6 \sim 10) m$ | 20 | 20 |
| 中心距 | $A = (d_1 + d_2)/2$ | 88 | |

5.2.4 步进电机的计算和选型

(1)初选步进电机

① 计算步进电机负载转矩 T_m

$$T_m = \frac{36\delta_p F_m}{2\pi\theta_b\eta}$$

δ_p —脉冲当量 (mm/step) 取 $\delta_p = 0.01\text{mm/step}$

F_m —进给牵引力 (N) 取 $F_m = 2175.94\text{N}$

θ_b —步距角，初选双拍制为 0.75°

η —电机—丝杆的传动效率，为齿轮、轴承、丝杆效率之积，分别为 0.98、0.99、0.99 和 0.94。

$$T_m = \frac{36\delta_p F_m}{2\pi\theta_b\eta} = \frac{36 \times 0.01 \times 2175.94}{2 \times 3.14 \times 0.75 \times 0.98 \times 0.99 \times 0.99 \times 0.94} = \frac{783.338}{4.295} = 182.36\text{N.cm}$$

② 算步进电机启动转矩

根据负载转矩除以 T_m 一定的安全系数来估算步进电机启动转矩 T_q

$$T_q = T_m / 0.3 \sim 0.5$$

一般纵向进给伺服系统的安全系数取 0.3~0.4

$$T_q = T_m / 0.4 = 182.36 / 0.4 = 455.9\text{N.mm}$$

③ 计算最大静扭矩

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注: 样稿, 论文不完整, 勿抄袭

查《综合作业指导书》表 3-22, 如取五相十拍, 则 $\lambda = \frac{T_q}{T_{j\max}} = 0.951$

$$T_{j\max} = T_q / 0.951 = 455.9 / 0.951 = 479.39 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

4 计算步进电机运行的频率和最高起动频率 f_k

$$f_e = \frac{1000\nu_s}{60\delta_p} = \frac{1000 \times 1}{60 \times 0.01} = 1666.7 \text{ Hz}$$

$$f_k = \frac{1000\nu_{\max}}{60\delta_p} = \frac{1000 \times 2}{60 \times 0.01} = 3333 \text{ Hz}$$

式中: ν_s — 最大切削进给速度 m/min, $\nu_s = 1 \text{ m/min}$

ν_{\max} — 最大快移速度 m/min, $\nu_{\max} = 2 \text{ m/min}$

δ_p — 脉冲当量, $\delta_p = 0.01 \text{ mm/step}$

根据估算出的最大的静转矩 $T_{j\max} = 479.39 \text{ N}\cdot\text{mm}$ 在表 3-23 中查出 130BF001 最大静转矩为 $931 \text{ N} > 479.39 \text{ N}$ 可以满足要求,, 但从表中看出 130BF001 步进电机最高空载起动频率为 3000 Hz , 不能满足 $f_k = 3333 \text{ Hz}$ 的要求, 此项指标可暂不考虑, 可以采用软件开降速程序来解决。

(2) 校核步进电机转矩

前面所初步电机的转矩计算, 均为估算, 初选之后, 应该进行校核计算。

①效转动惯量计算

计算简图如前 (a) 所示, 根据《综合作业指导书》表 3-24, 传动系统计算到电机轴上的总的转动惯量 J_Σ 可由下式计算:

$$J_\Sigma = J_m + J_1 + \left(\frac{Z_1}{Z_2}\right)^2 [(J_2 + J_s) + \frac{G}{g} \left(\left(\frac{L_0}{2\pi}\right)^2\right)]$$

J_m — 步进电机转子转动惯量 ($\text{kg}\cdot\text{cm}^2$)

$J_1 \cdot J_2$ — 矢轮 Z1Z2 的转动惯量 ($\text{kg}\cdot\text{cm}^2$)

J_s — 滚珠丝杆转动惯量 ($\text{kg}\cdot\text{cm}^2$)

参考同类型机床, 初步反应式步进电机 BF1,

作台质量折算到电机轴上的转动惯量:

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注: 样稿, 论文不完整, 勿抄袭

$$I_4 = \left(\frac{180\delta p}{\pi\phi} \right)^2 w = \left(\frac{180 \times 0.01}{3.14 \times 0.75} \right)^2 \times 80 = 0.468 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 = 4.68 \text{ N} \cdot \text{cm}^2$$

齿轮转动惯量:

$$J_1 = 7.8 \times 10^{-4} \times 4.8^4 \times 2 = 8.281 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 = 82.81 \text{ N} \cdot \text{cm}^2$$

$$J_2 = 7.8 \times 10^{-4} \times 12.8^4 \times 2 = 53.678 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$$

丝杆传动惯量:

$$J_3 = 7.8 \times 10^{-4} \times 6^4 \times 140 = 141.52 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 = 1415.2 \text{ N} \cdot \text{cm}^2$$

电机转动惯量很小, 可以忽略。

因此, 总的转动惯量:

$$\begin{aligned} J &= \frac{1}{i^2} (J_3 + J_2) + J_1 + J_4 \\ &= \frac{1}{1.25^2} (141.52 + 53.68) + 0.468 + 8.281 \\ &= 130.52 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 = 1305.2 \text{ N} \cdot \text{cm}^2 \end{aligned}$$

(1) 所需转动力矩计算。

快速空载启动所需力矩: $M = M_{a\max} + M_f + M_a$

最大切削力负载时所需力矩: $M = M_{af} + M_f + M_o + M_t$

式中: $M_{a\max}$ ——空载启动时折算到电机轴上的加速度力矩

M_f ——折算到电机轴上的摩擦力矩

M_o ——由于丝杆预紧所引起, 折算到电机轴上的附加摩擦力矩

M_{af} ——切削时折算到电机轴上的加速度力矩

M_t ——折算到电机轴上的切削负载力矩

$$M_a = \frac{Jn}{9.6T} \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{M}$$

当 $n = n_{\max}$ 时, $M_{\max} = M_a$

$$n_{\max} = \frac{V_{\max} \cdot i}{L_o} = 2000 \times 2.67 / 8 = 667.5 \text{ r/min}$$

$$M_{\max} = \frac{130.25 \times 667.5}{9.6 \times 0.025} \times 10^{-4} = \frac{36.3 \text{ Nm}}{363 \text{ kgfcm}}$$

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注: 样稿, 论文不完整, 勿抄袭

当 $n = n_i$ 时, $M_a = M_{at}$

$$n_i = \frac{n f_i}{L_0} = \frac{\frac{1000v}{\pi D} f_i}{L_0} = \frac{1000 \times 100 \times 0.3 \times 1.25}{3.14 \times 80 \times 8} = 18.66$$

$$M_{at} = \frac{130.52 \times 18.66}{9.6 \times 0.025} \times 10^{-4} = 1.015 N \cdot m = 1.015 kgf \cdot m$$

$$M_f = \frac{F_0 L_0}{2\pi n i} = \frac{f' w L_0}{2\pi n i}$$

当 $\eta = 0.8$, $f' = 0.16$ 时,

$$M_f = \frac{0.16 \times 80 \times 0.8}{2 \times 3.14 \times 0.8 \times 2.67} = 0.7633 N \cdot cm$$

$$M_0 = \frac{P_0 L_0}{2\pi n i} (1 - \eta)$$

当 $\eta = 0.9$ 时, 预加载荷 $P_0 = \frac{F_x}{3}$ 则

$$M_0 = \frac{62.85 \times 0.8 \times (1 - 0.9^2)}{6 \times 3.14 \times 0.8 \times 2.67} = 0.2373 kgf \cdot cm = 2.373 N \cdot cm$$

$$M_t = \frac{F_x L_0}{2\pi \eta i} = \frac{62.85 \times 0.8}{2 \times 3.14 \times 0.8 \times 2.67} = 3.7483 kg \cdot f \cdot cm = 37.483 N \cdot CM$$

所以, 快速空载启动所需力矩:

$$M = M_{a \max} + M_f + M_0 = 363 + 0.7633 + 0.2373 = 340.0006 kgf \cdot cm = 3400.06 N \cdot cm$$

快速进给时所需力矩:

$$M = M_f + M_0 = 0.7633 + 0.2373 = 1.0006 kgf \cdot cm = 10.006 N \cdot cm$$

切削时所需力矩:

$$\begin{aligned} M &= M_{at} + M_f + M_0 + M_t \\ &= 10.15 + 0.7633 + 0.2373 + 3.7483 \\ &= 14.89 kgf \cdot cm = 148.9 N \cdot cm \end{aligned}$$

由以上分析计算可知:

所需最大力矩 M_{\max} 发生快速启动时: $M_{\max} = 3400 N \cdot cm$, 所以选择型号 WD6008

③ 校核步进电机起动矩频特性和运行矩频特性。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

已计算出机床最大快移时需步进电机的最高起动频率 f_k 为 3333Hz，切削进入时需步进电机运行频率 f_e 为 1335.2Hz。

从《综合作业指导书》表 3—23 中查出型步进电机允许的最高空载起动频率为 3000Hz，运行频率为 16000Hz，再从《综合作业指导书》图 3—15，3—16 查出 BF1-160 步进电机起动矩频特性和运行矩频特性曲线如（C）图所示，当步进电机起动时， $f = 2500\text{Hz}$ 时， $M = 100\text{N}\cdot\text{cm}$ ，不能满足此机床所要求的空载起动力矩 222.916N.cm。直接使用则会施行失步现象，所以必须采取开降进控制（用软件实现），将起动频率到 1000Hz 起动转矩可增高到 588.4N.cm，然后电路上再采用高低压驱动电路，可将电机输出转矩扩大一倍左右。

当快速运动和切削进给时，BF1-160 型步进电机运行矩频特性（D）图完全可以满足要求：

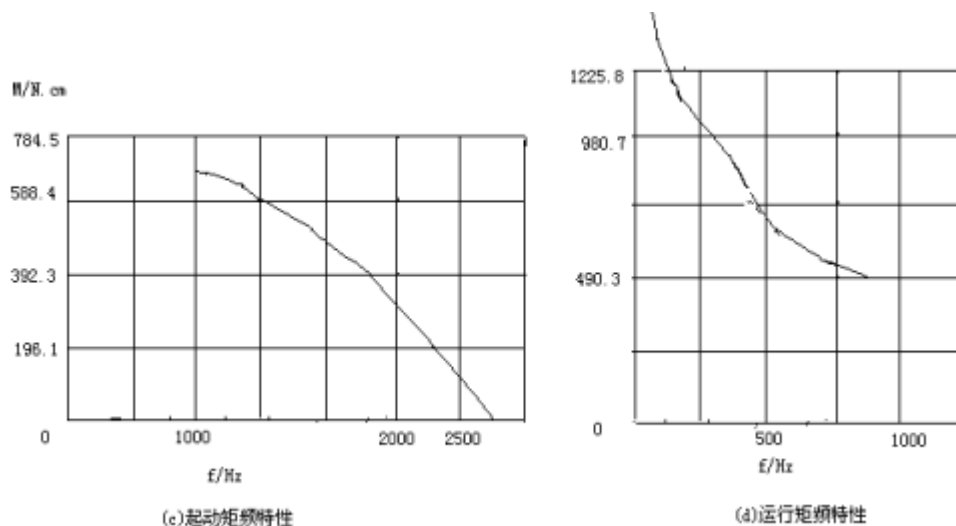


图 5-6

第 5 章 数控系统的选择

5.1 数控系统基本硬件组成

任何一个数控系统都由硬件和软件两部分组成，硬件是数控机床的基础，其性能的好坏，直接影响整个系统的工作性能，有了硬件，软件就能发挥作用。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

机床数控机床的硬件电路概括起来又以下四部分组成：

- (1) 中央处理单元 CPU。CPU 是数控系统的核心。
- (2) 总线。包括数据总线 (DB) 地址总线 (AB) 和控制总线 (CB)。
- (3) 存储器。包括只读可编程存储器和随机读写存储器。
- (4) I/O 输入输出接口电路。

由于 8031 只有 P1 口和 P3 口部分能提供用户作为 I/O 口使用，不能满足输入输出口的需要，因而系统必须扩展输入输出接口电路。从附录 H 图 H—2 可以看出，系统扩展了一片 8155 和一片 8255 可编程 I/O 接口芯片。8155 的片选信号 CE 接 74LS138 的 Y0，8255 芯片片选信号 CS 接到 74LS138 的 Y2 端。74LS138 三—八译码器有三个输入 A、B、C 分别接到 8031 的 P2.5、P2.6、P2.7，输出 Y0~Y7 8 个输出，低电平有效。Y0~Y7 对应输入 A、B、C 的 000 至 111 的 8 种组合，其中 Y0 对应 A、B、C 为 000，Y7 对应 A、B、C 为 111。74LS138 还有三个使能端，其中 2 个 (GA 和 GB) 为低电平使能，另一个 G1 为高电平使能。吸有当使能端均处于有效电平时，输出才能产生，否则输出处于高电平无效状态。

I/O 接口芯片与外设的连接是这样安排的：8155 芯片 PA0~PA7 作为显示器段选信号输出，PB0~PB7 是显示器的位选信号输出，PC0~PC4 5 根线是键盘扫描输入。8155 芯片的 IO/M 引脚接 8031 芯片的 P2.0，因为使用 8155 的 I/O 口故 P2.0 高电平。

8255 芯片 PA0~PA6 接 X 向、Y 向和 Z 向步进电机硬件环形分配器，为输出，PB0~PB7 为三个方向的点动及回零输入，PC0~PC5 为面板上的选择开关是输入，设有编辑、单步运行、单段运行、自动、手动 I、手动 II 等方式。

系统各芯片采用全地址译码，各存储器及 I/O 接口芯片的地址编码如表 4—19 所示：

X 向，Y 向步进电机硬件环形分配器采用 YB015，3—2 相通电五相十拍方式工作，故 A0、A1 引脚均接+5V，Z 向步进电机配件环形分配采用 YB014，是以 2—3 相通电四相八拍方式工作。A0、A1 接高电平。三个芯片的选通输出控制 E0 分别接 8255 的 PA0、PA3、PA5，清零 R 接 8255 的 PA1，正、反转控制端分别接 8255 的 PA2、PA4、PA6，时钟输入端 CP 接 8155 芯片的 TIMROUT，用以决定脉冲分配器输出脉冲分配器输出脉冲的频率。为实现插补时不同的进给速度，可给 8155 芯片的定时/计数器中设置不同的时间常数。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

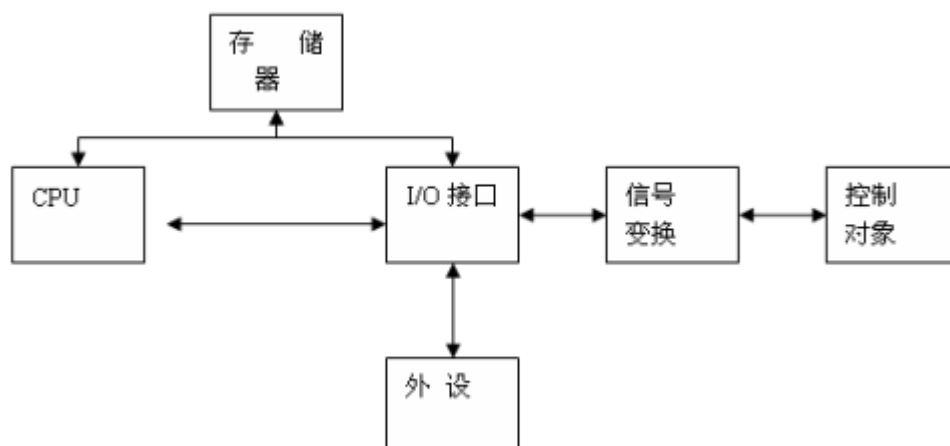
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

表 5

| 芯 片 | | 接 74LS138 引脚 | | 地址选择线 | 片内地址 单元（B） | 地址编码 |
|---------|---------|------------------|--|------------------|---------------|------------------|
| 2764（1） | | $\overline{Y_0}$ | | 000xxxxxxxxxxxxx | 8K | 0000H ~ 1FFFH |
| 2764（2） | | $\overline{Y_1}$ | | 001xxxxxxxxxxxxx | 8K | 2000H ~ 3FFFH |
| 6264 | | $\overline{Y_2}$ | | 010xxxxxxxxxxxxx | 8K | 4000H ~ 5FFFH |
| 8155 | RA M | $\overline{Y_4}$ | | 10011110xxxxxxxx | 6 | 61009EFFH |
| | I/O | $\overline{Y_4}$ | | 100111111111xxx | 6 | 9FF8H ~ 9FFDH |
| 8255 | | $\overline{Y_2}$ | | 0101111111111xx | 4 | 5FFCH ~ 5FFFH |

作用是进行数据运算处理和控制各部分电路协调工作，存储器用于存放系统软件，应用程序和运行中所需要的各种数据，I/O 输入输出接口是系统与外界进行交换的桥梁。总线则是 CPU 与存储器，接口以及其它转换的纽带，是 CPU 与部分电路进行交换和通讯的必由之路。

数控系统的硬件框图为：



5.2 单片机控制系统的设计

- 1 向和 X 向进给伺服系统运动
- 2 键盘显示
- 3 自动转位刀架控制
- 4 螺纹加工控制
- 5 面板控制
- 6 行程控制
- 7 其他功能 报警电路、急停电路、复位电路、光隔离电路、功能电路等。

采用 MCS-5 系列单片机组成的控制系统硬件电路原理图。电路的组成如下:

- a) 采用 8031 作 CPU
- b) 扩展了两片 2764 芯片、一片 6264 芯片
- c) 两片 8155 可编程并行 I/O 接口。
- d) CPU、存储器及 I/O 接口

CPU 采用 8031 芯片, 选用 6MHz 晶体振荡器。它的 P_0 作为数据总线和地址共用。

16 位地址线由 P_0 经地址锁存器 74LS373 提供 8 位地址 $A_0 - A_7$, 高 8 位地址 $A_8 - A_{15}$ 由 8031 的 P_2 口直接提供。ALE 为地址锁存允许。 \overline{PSEN} 为低电平时选通外部存储器 (EPROM), 相应的指令字节出现在 EPROM 的数据线 ($D_0 - D_7$) 上, 输入到 P_0 口, 8031 将指令读入。RESET 为复位控制, 当 RESET 输入端出现高电平时, 8031 被初始化复位, 在复位有效期向 ALE、 \overline{PSEN} 也输出高电平。当 RESET 输入端返回低电平后, CPU 从 0 地址开始执行程序。(故设计中一定有一片 2764 芯片连到 74LS138 的 $\overline{Y_0}$) 设计中采用上电复位和开关复位。另外, 两片 8155 的 RESET 也与 8031 的 RESET 管脚相连, 它们可同时复位。

8031 的 T_0 是片内的定时器/计数器溢出中断申请, 由主轴后面的光电编码器输入。当车床车螺纹时, 主轴光电编码器向 8031 T_0 发出进给脉冲, 用以控制不同导程的螺纹加工。光电编码器还发出一个零位螺纹信号, 输入 8155(1) 的 PB_6 , 用以防止车螺纹乱扣。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

8155(1)主要用于功能键的控制，刀架转位控制以及报警等。其中 PA 口为输入口， $PA_0 - PA_5$ 作为功能键的控制管理，刀架控制编辑、空运行、自动、手动 I，手动 II 和回零。PB 口也是输入口， $PB_0 - PB_4$ 由面板上的按键分别控制起动、暂停、单段、连续、急停等功能。 PB_5 是换刀回答，当自动转位刀架按指令转位、夹紧，刀架电机停转之后，发出此信号，开始执行进给指令。 PB_6 接光电编码器输出的零位螺纹信号。PC 口是输出口， $PC_0 - PC_3$ 控制自动转位刀架四个刀位的选刀。 PC_4 用于报警显示，系统正常工作时，输出低电平，绿色发光二极管亮，当系统出现异常情况时，输出高电平，经反向后，红色发光二极管亮，实现报警功能。

8155(2)控制步进电机，行程控制，以及键盘，显示电路。其中 $PA_0 - PA_7$ 为输出口，用于控制 Z 向、X 向步进电机运转，Z 向步进电机为五相，X 向为三相。此系统采用软件分配。键盘显示电路为 4×6 键和 6 位显示器。 $PC_0 - PC_5$ 作为键盘的 6 条列线，是键盘扫描线，是输出口。 $PB_0 - PB_3$ 接行线作为键盘输入口。 $PC_0 - PC_5$ 是 6 位数码显示器的位选信号，8031 的 P_1 口是数码显示器的段选信号。 $PB_4 - PB_7$ 接越程限位控制电路，当床鞍或拖板在 Z 向或 X 向越程时，即向计算机输入此信号，使进给系统停止。

表 6：数控车床控制系统芯片地址分配

| 芯片 | 接 74LS138 引脚 | 地址选择线 | 片内地址单元 | 地址编码 |
|------------|------------------|------------------|--------|-------------|
| 2764(1) | \overline{Y}_0 | 000xxxxxxxxxxxxx | 8K | 0000H-1FFFH |
| 2764(2) | \overline{Y}_1 | 001xxxxxxxxxxxxx | 8K | 2000H-3FFFH |
| 6264 | \overline{Y}_2 | 010xxxxxxxxxxxxx | 8K | 4000H-5FFFH |
| 8155(1)I/O | \overline{Y}_4 | 0110000100000xxx | 6 | 6100H-6105H |
| 8155(2)I/O | \overline{Y}_4 | 1000000100000xxx | 6 | 8100H-8105H |

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

总结与展望

通过几个月的努力，本课题的学习终于到了最后。做毕业设计的过程学到了很多课

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

本上没有学到的知识，也通过本论文的准备，查资料把大学四年的知识整理了一番。以前好多遗忘的知识又回到了大脑。

本篇论文是关于普通机床的自动化改造，通过这次学习在机床改造中获的了意想不到的快乐与成就感。会为以后的工作积累下丰富的经验。

但是本篇论文还有不禁如意的地方：

- 1) 所研究的东西只是停留在理论方面，很多东西现在还不是很明白。
- 2) 在零件的设计计算过程中，还有些是不明白之处，设计的依据和其中的很多术语。
- 3) 对车床的改造还不是很彻底，只是对其中的一些主要部件进行了改造，如时间在宽裕一些，我想我可以做的更好。

但本次毕业论文，在指导教师教授的精心指导下，掌握了设备自动化改造的主要技术关键环节，对数控设备、数控技术有了更进一步的了解和掌握，了解了数控设备、数控技术的发展趋势，指明了以后的发展方向，必将为以后的学习和工作起到很大的作用。

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

参考文献

- [1]李洪 实用机床设计手册 北京：机械工业出版社 1997
- [2]杜君文 邓广敏 数控技术 天津：天津大学出版社 2002 年
- [3]成大先 机械设计图册 北京：化学工业出版社 2003
- [4]王炳实 机床电气控制 北京：机械工业出版社 2005
- [5]李福生 实用数控机床技术手册 北京：北京出版社 1993
- [6]上海纺织工学院等 机床设计图册 上海：上海科学技术出版社 1979
- [7]余英良 机床数控改造设计与实例 北京：机械工业出版社 1997
- [8]陈绍廉 数控机床改造技术 北京：航空工业出版社 1988
- [9] 于淘 C6132 普通机床的数控改造 . 北华大学学报
- [10]谷风金 C6140 车床的数控改造与设计 . 煤矿机械
- [11]赵美林 CA6140 车床的改造 . 机床与液压
- [12]陈继振 CA6140 车床数控改造的安装及调试 . 设备与维护
- [13]白文庆 普通车床的数控改造 . 机械产品与科技
- [14]张丽芳 普通车床的数控改造设计 . 船电技术
- [15]贾传圣 普通机床的数控改造与应用 . 改装与维修
- [16]李朝阳 单片机原理及接口技术 北京：北京航空航天大学 2005
- [17]林平勇 高嵩 电工电子技术 北京：高等教育出版社 2000
- [18]张建明 机电一体化系统设计 北京：高等教育出版社 2001
- [19]张树森 机械制造工程学 沈阳：东北大学出版社 2005
- [20]顾维邦 金属切削机床概论 北京：机械工业出版社 2005
- [21]大连组合机床研究所 组合机床设计 北京：机械工业出版社 1975
- [22]牛大年 机械原理 北京：高等教育出版社 1994
- [23]胡汉才 单片机原理及其接口技术 北京：清华大学出版社 1995
- [24]吴道全 金属切削原理及刀具 重庆：重庆大学出版社 2003
- [25]L.Meivovitch,“Elements of Vibration analysis”, MCGRAW—HILL, 1995
- [26]INTERNATIONAL STANDARD ISO0286—1 ISO0286—2 1988

订做机械设计(有图纸CAD和WORD论文)

QQ 1003471643 或QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

[27]Yoram Koren, Computer Control of Manufacturing System, McGram Hill Book Co.1983

致 谢

本文是在我的导师 XX 老师的亲切关怀和悉心指导下完成的。XX 老师以其严谨求实的治学态度、高度的敬业精神、兢兢业业、精益求精的工作作风，深深地感染和激励着我。在论文（设计）的选题、资料查询及定稿过程中，老师都始终给予我无私的帮助和悉心的指导，并在他的正确引导下，我最终顺利完成了毕业论文，在此谨向 老师致以诚挚的谢意和崇高的敬意。

大学的学习过程中，XX 老师以实实在在的敬业精神认真授课、不断丰富课堂内容以及对我们的热心帮助，并在他们求真务实的教导下，通过自己的努力系统地学习和掌握了较为扎实的专业基础知识，我将会学以致用，把所学知识运用到以后的工作实践当中，在这里请接受我诚挚的谢意！在此，我还要感谢在一起愉快的度过大学生活的同学们，正是由于你们的帮助和支持，我才能克服一个一个的困难和疑惑，直至本文的顺利完成。