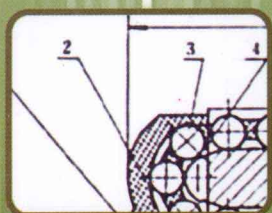
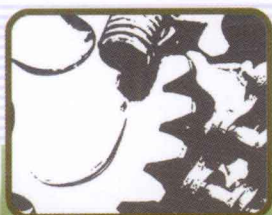




高等院校“十二五”示范性建设成果

数控机床机械装调技术

主 编。陈志平 章 鸿 主 审。李登万



高等院校“十二五”示范性建设成果

数控机床机械装调技术

主 编 陈志平 章 鸿
副主编 赵定勇 尹存涛 杨金鹏
主 审 李登万

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材以常见的数控车床、数控铣床和数控加工中心的典型机械零部件为贯穿全书的载体,为“数控机床机械装调技术”课程提供了校企合作、工学结合课程实施的整体解决方案,融入了理念、内容、方法、载体、师资、环境、评价等要素。

本教材按照数控机床机械装调真实工作过程,结合数控机床装调与维修工职业标准和典型企业岗位技能标准的相关要求,以数控机床机械装配调试生产案例教学形式,阐述数控机床的结构组成、检验标准和装配工艺文件;进给运动、主运动、辅助运动机械部件的装配、调试的工艺要求、步骤和注意事项;整机装配、调试、测量的工艺要求、步骤和注意事项等内容,是一本针对性和实用性很强的教材。

本书将理论与实践紧密结合,是体现教、学、做合一的工学结合教材,适合高等院校数控设备应用与维护及相关机电类专业的学生和教师使用,也适合一般数控技术培训机构使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控机床机械装调技术/陈志平,章鸿主编. —北京:北京理工大学出版社,2011.7

ISBN 978 - 7 - 5640 - 4740 - 5

I. ①数… II. ①陈…②章… III. ①数控机床-安装②数控机床-调试方法 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 124431 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市兆成印刷有限责任公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 21.75

字 数 / 510 千字

版 次 / 2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

印 数 / 1~1500 册

定 价 / 46.00 元



责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

数控机床是装备制造业的工业母机，是机电一体化的典型产品，它综合了机械、计算机网络、电机拖动、自动控制、自动检测和测量等技术。我国机床的数控化率逐年提高，数控机床的市场前景十分广阔。随着数控技术的普及应用，在高等院校数控设备应用与维护专业及相关机电专业普及数控机床装调技术，提高学生的数控机床维护能力就显得十分必要。

在教材的编写过程中，以“理论实践结合、融入行企标准”的理念，以“真设备、真项目、真要求”为课程支撑，设计职业技能及职业素养的训练体系，使课程教学内容与就业岗位职业要求同步，采用基于工作过程的课程开放理念，由浅入深，循序渐进。根据机械装配调试的真实工作过程，设计五个教学情境：数控机床机械装调基础、进给传动装置的装调、主传动装置的机械装调、辅助装置的机械装调、数控机床调试与精度测量。在每个教学情境里安排装调任务分析、零部件装调要点、组件装调、工程素质和操作技能实训和企业链接等学习任务。

本教材的编写力求以下特点：

1. 按资讯、计划、决策、实施、检查、评价的完整工作过程设计教材内容，体现教、学、做合一的工学结合特点，项目导向、任务驱动，与典型企业深度校企合作开发，突出机床机械装配工艺内容和整机测量方法，以岗位分析和具体工作过程为基础设计课程。
2. 选取具有代表性的企业的典型机械装配和拆卸案例，按照数控机床装配、调试实际工作过程，以具有典型代表性的数控车床、铣床为贯穿全书的载体，为“数控机床机械装调技术”课程提供了基于真实工作过程，工学结合课程实施的整体解决方案，融入了理念、内容、方法、载体、师资、环境、评价等要素。
3. 采用企业岗位技能标准、数控机床装调与维修职业标准和数控机床机械装调课程标准相融合，按照够用、实用的原则编写，遵循人才成长规律及对事物的认知规律，注重技能操作，删除烦琐的理论公式推导和枯燥的纯理论说教。

本教材参考学时 96 学时，可根据学生的具体情况选修部分内容，也可以适当增加实训课时。

本教材语言通俗易懂，图文并茂，翔实的工作过程知识描述和行动化的学习任务设计，可以指导学习者自主、有效地学习。

本教材可供高等院校数控设备应用与维护专业及机电类相关专业的学生和教师使用，也可供一般数控技术培训机构使用。

本书由李登万担任主审，根据四川长征机床集团提供的相关素材，章鸿老师编写 1.4 节和 4.4 节内容，赵定勇老师编写 1.1 节和 2.2 节内容，尹存涛老师编写 1.2 节和 2.3 节内容，杨金鹏老师编写 3.1 节和 4.1 节内容，其余内容由陈志平老师编写并统稿，本书在编写过程中得到宝鸡机床集团有限公司张宗祥高级工程师的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于作者学识和经验有限，错误与不妥之处在所难免，恳请使用者批评指正！

编者

目 录

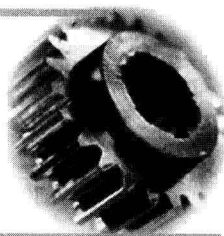
学习情境 1 数控机床机械装调基础	1
1.1 机械装配岗位分析	2
1.1.1 课程的性质和作用	2
1.1.2 课程的主要内容以及与前后课程的衔接	2
1.1.3 学习方法	3
1.1.4 数控机床机械装配岗位分析	3
1.2 数控机床	4
1.2.1 数控机床的演变历程	4
1.2.2 数控机床机械装调技术需求分析	9
1.2.3 数控机床机械装调任务	10
1.2.4 数控机床的机械结构	12
1.2.5 小型数控铣床本体组装套件	17
1.2.6 小型数控车床本体组装套件	19
1.3 机械装配基础	21
1.3.1 常用装配工具	21
1.3.2 常用测量仪器仪表	27
1.3.3 装配术语	40
1.3.4 装配工艺规程	42
1.3.5 装配中的 5S 操作规范	50
1.4 工程素质和操作技能训练	58
1.4.1 机械装调安全注意事项	58
1.4.2 零件的清洗工艺实训	59
1.4.3 轴孔类零件的测量实训	67
1.4.4 轴孔类防松元件的装配实训	81
1.4.5 锥齿轮轴组件的装配工艺实训	86
1.4.6 螺纹连接装配实训	88
1.4.7 技能训练总结	88
企业链接 中国成世界机床第一大国, 80% 高档数控机床将国产	89
思考题	90

学习情境 2 进给传动装置的装调	91
2.1 进给传动装置的装调基础	92
2.1.1 进给传动装置	92
2.1.2 滚珠丝杠副的装调	93
2.1.3 机床导轨副的装调	102
2.1.4 其他传动部件的装调	112
2.1.5 滚动轴承、滑动轴承的装调	124
2.1.6 基础支承件的装调	132
2.2 进给直线运动模块的机械装调	137
2.2.1 数控车床 X、Z 轴进给直线运动模块的装调要点	137
2.2.2 数控铣床 Z 轴进给直线运动模块的装调要点	140
2.2.3 密封件的装调要点	142
2.2.4 联轴器的装调要点	150
2.2.5 离合器的装调	152
2.2.6 螺旋机构的装调	153
2.3 三坐标进给传动机构总装	155
2.3.1 装配准备	155
2.3.2 数控机床进给传动机构的装配精度	158
2.3.3 滚动直线导轨的安装与几何精度检测	160
2.3.4 立柱的装调要点	166
2.4 工程素质和操作技能实训	168
2.4.1 滚动轴承的装配测量实训	168
2.4.2 装配件的密封与润滑实训	169
2.4.3 平导轨装配实训	173
2.4.4 滚珠丝杠螺母副装配实训	177
2.4.5 数控铣床十字滑工作台装配实训	181
2.4.6 数控车床 Z 轴装调实训	184
2.4.7 夹紧环联轴器的装配与拆卸实训	186
2.4.8 直线滚动导轨副的装调测量实训	187
2.4.9 技能训练总结	197
企业链接 沈阳机床企业文化及用工信息	198
思考题	199
学习情境 3 主传动装置的机械装调	200
3.1 主传动装置的装调	200
3.1.1 主传动装置	200
3.1.2 主轴结构	201

3.1.3 主轴部件的支承	208
3.1.4 主轴刀具夹紧装置	213
3.1.5 主轴准停装置	216
3.2 主轴模块的机械装调	218
3.2.1 主轴模块的机械装调要点	218
3.2.2 典型机床组件装调要点	225
3.2.3 镗床的润滑和维护保养	234
3.3 工程素质和操作技能实训	236
3.3.1 同步带的装调测量实训	236
3.3.2 齿轮传动机构的装调实训	238
3.3.3 THK6380 型加工中心主轴部件的拆卸与调整	241
3.3.4 卧式车床总装配和工艺要点实训	244
3.3.5 CK7815 数控车床主轴的拆卸与调整实训	246
3.3.6 立式镗铣床主轴部件的拆卸与调整	248
3.3.7 技能训练总结	249
企业链接 改造技术装配机床 大连机床集团生产再次满负荷	249
思考题	250
学习情境4 辅助装置的机械装调	251
4.1 润滑系统	252
4.1.1 自动润滑系统的构成和作用	252
4.1.2 自动润滑系统的装调要点	254
4.2 回转刀架换刀装置	258
4.2.1 四工位刀架的构成和作用	258
4.2.2 六角回转刀架的构成和作用	260
4.2.3 定位销式分度工作台	261
4.2.4 齿盘定位式分度工作台	262
4.3 自动换刀系统	265
4.3.1 刀具交换机构	265
4.3.2 工件交换机构	277
4.3.3 自动排屑装置	278
4.4 工程素质和操作技能实训	280
4.4.1 四工位刀架的安装与调试实训	280
4.4.2 主轴头换刀装置的安装与调试实训	283
4.4.3 气动系统的维护和检查实训	284
4.4.4 技能训练总结	286
企业链接 大连机床 CKA 系列平床身数控车床特点	287

思考题	287
学习情境 5 数控机床调试与精度测量	288
5.1 数控机床精度要求	289
5.1.1 整机联调和功能测试要点	289
5.1.2 数控铣床检验标准	300
5.1.3 数控车床检验标准	304
5.1.4 卧式加工中心检验标准 (见表 3-2)	309
5.2 整机位置精度检测	313
5.2.1 数控铣床位置精度常用的测量要点	313
5.2.2 数控机床验收要点	315
5.2.3 数控机床位置精度标准与级别	320
5.3 工程素质和操作技能实训	321
5.3.1 数控车床切削精度检验实训	321
5.3.2 数控机床水平调整实训	326
5.3.3 数控机床整机位置精度测量实训	327
5.3.4 技能训练总结	334
企业链接 机床安装新技术	334
思考题	338
参考文献	339

学习情境 1 数控机床机械装调基础



本部分的学习和工作任务书见表 1-1。

表 1-1 学习/工作任务书

岗位工作过程描述	数控机床机械装配工接受机械作业任务书后,对机床机械部件装调进行规划,包括确定装配部件、装配部位和调整精度,制订工作步骤,如备齐机床机械装配图纸、流程文件、作业工具、测量仪器等,去仓库领料,安排安装进度、调试步骤等
学习目标	明确数控机床机械装配要求,确立数控机床机械装配整体方案,获得数控机床机械装配的总体目标印象 能对机械装配与调试做出规划,确定机械装配所需材料、仪器仪表、工具量具 能描述数控机床机械装配岗位工作内容与流程,明确就业方向,初步进行职业规划
学习方法	资讯:接受任务,根据引导问题,通过工作过程知识教材、数控机床机械结构图、机械装配技术文件等引导文、网络信息,获取机床机械装配的有关信息及工作目标总体印象 规划:与小组成员、老师、师傅讨论其功能、任务、机床机械装配调整内容及步骤 决策:与老师或师傅进行专业交流,确定机械装配的工作步骤和涉及的工具,粗略拟定检查、评价标准 实施:为完成一份数控机床机械装配规划报告,完成行动化学习任务,发现问题,共同分析,遇到无法解决的问题时请老师或师傅帮助解决 检查:(1) 生产文件准备好了吗? (2) 工具、材料准备好了吗? (3) 安全防护事项准备好了吗? 评价:与同学、老师、师傅进行专业交流,有改进的建议吗?
行动化学习任务	第一部分:机械装配岗位分析 任务 1:课程的性质和学习方法 任务 2:机械装配岗位能力要求和职业特点 任务 3:机械装配岗位就业市场需求 第二部分:了解数控机床 任务 4:数控机床的演变历程及发展趋势,通过查询咨询了解数控机床 任务 5:数控机床机械装配技术需求分析,理解技术要求知识点及面临的主要作业任务,会使用装配工具、量具,编制典型零部件的装配工艺 任务 6:数控机床的结构,会识别数控车床、数控铣床的典型结构,了解数控机床的装调过程 任务 7:总结装配作业的安全注意事项 任务 8:提出数控机床机械安装与调试工作内容及工作步骤,通过相应的实训操作,达到理论知识与实践紧密结合,快速适应岗位操作技能要求,同时将良好职业习惯和素质培养贯穿在整个教学过程
学习成果提供	数控机床机械装调规划报告

1.1 机械装配岗位分析

1.1.1 课程的性质和作用

本课程是数控设备应用与维护专业及其他相关专业职业能力模块的一门重要专业方向课。本课程的作用：使学生系统地掌握零部件的常规测量、装配、调试方法及机械装配的有关理论知识，熟练掌握高精度装配、调试的操作技能技巧、常用测量仪器仪表的使用方法，树立质量品质意识，培养良好的职业规范。

本课程针对的工作岗位：数控机床机械装调。

1. 技能要求

① 按照数控机床机械装配图及工艺文件，安排装配工艺流程，完成数控机床机械部件及整机装配。

② 根据国家标准对数控机床进行几何精度检测与调整。

2. 职业能力要求

① 熟悉机械安装调试的安全操作规范及其应急措施。

② 具备识读、分析机械装配图、液压与气动原理图、润滑与冷却原理图等能力，具有机械安装工艺实施能力。

③ 会使用常用仪器、仪表、检具检验机械零部件，具备基本修配机械零部件能力。

④ 熟悉机械安装工艺及相关标准，能选择正确的测量器具，完成数控机床几何精度、装配精度的检测。

⑤ 具备团队协作与技术交流能力。

3. 典型工作任务

① 熟悉理解机械安装图纸及其他技术文件。

② 准备仪器、仪表、检具。

③ 领取准备零部件。

④ 按照工艺和标准进行安装、修配、调试。

⑤ 安装精度，自检。

⑥ 填写文件，交付，待联调。

1.1.2 课程的主要内容以及与前后课程的衔接

1. 课程的主要内容

学习情境1 数控机床机械装调基础

学习情境2 进给传动装置的装调

学习情境3 主传动装置的机械装调

学习情境4 辅助装置的机械装调

学习情境5 整机机械装调与精度测量

2. 要求

① 掌握数控机床装配测量的基本常识；可根据数控机床及数控系统配置情况，编制典

型零部件的装配工艺。

② 熟悉常见数控机床结构、布局及主要部件,了解常用装配工具、测试仪表的使用方法;掌握数控机床装配中的注意事项;具备采用装配工具、测试仪表进行机械部件装配、拆卸、测试的操作技能。

③ 熟悉常用的技术文件,能编制简单的整机装配工艺,并在机床上独立测试调整,检测机床整机性能。

包括机械测量装配技术基础常识,与装配测量相关的新知识、新工艺和新技术。轴套类零件、盘类零件、螺纹、键与花键、导轨、传动机构、箱体类零件的测量与装配。数控机床整机的测量装配,数控机床几何精度、位置精度、加工精度的检验与测量计算方法,以及相关量具、仪器的使用和保养常识。

3. 与前后课程的衔接

① 先修课程:机械制图、机械基础、机械制造技术、机械制图测绘实训、钳工实训、电工基础等。

② 后续课程:生产实习(下厂)、数控加工实训、数控机床电气控制实训、PLC实训、数控机床故障诊断与维护实训、专业综合设计、顶岗实习。

1.1.3 学习方法

1. 课程教学目标

(1) 知识目标

- ① 懂得机械装配的有关理论知识。
- ② 懂得零部件的常用测量方法。

(2) 能力目标

- ① 掌握常用工具、量具、仪器的使用和保养常识。
- ② 熟练掌握测试装配的操作技能技巧。
- ③ 熟练识读机械装配图纸,制定装配工艺文件。
- ④ 掌握数控机床整机的测量装配方法。

2. 学习方法

- ① 本课程采用一体化教学,教、学、做三合一,理论与实践紧密结合,学生边学边练。
- ② 在教学过程中以具有典型结构的立式数控铣床为教学载体,教师精讲,学生多练,提高装配操作技能。
- ③ 以学生为主体,按资讯、计划、决策、实施、检查、评价的完整的工作过程设计教学内容,由数控机床装配技术人中和专业课程教师共同完成教学任务。

1.1.4 数控机床机械装配岗位分析

数控机床装调维修工是我国劳动和社会保障部于2005年确定的新职业岗位,该职业典型的工作任务有:数控机床机械部件装配与调整(简称机械装配)、数控机床电气系统安装与调试(简称电气装调)、数控机床机械维修、数控机床电气维修、数控机床用户服务等。数控机床机械部件装配与调整是机械装配的重要部分,下面说明机械装配这一典型工作任务的情形。

数控机床职业行动能力包括:机床结构及功能分析能力、机电设备的测绘能力、机电设

备的组装及检查能力、机床精度的检验能力、机电联调能力。

1. 工作任务说明

为使数控机床达到精准位置控制和全自动化运行,必须正确装配调试机械部件。用常规钳工工具和测量仪器,按照与制造合同规定的机床技术参数要求一致的机械装配图纸进行机床各机械组件的装配调试,如工作台的装配调试、主轴箱的装配等,按照调试规程,参阅国家标准、数控机床手册等技术资料,完成合同规定的各技术参数如数控机床的行程、定位精度、重复定位精度、直线度、平行度等的调试。

数控机床的装调过程:

- ① 进给传动系统机械装调→进给传动系统电气连接→进给传动系统联调和参数设置。
- ② 主轴传动系统机械装调→主轴传动系统电气连接→主轴传动系统联调和参数设置。
- ③ 自动换刀系统机械装调→自动换刀系统电气连接→自动换刀系统联调和参数设置。
- ④ 整机联调和机械精度测量→试切加工和精度测量。

车间生产人员多以班组形式组织生产,每个员工独立完成各自的生产任务,组内协作,最终完成产品的机械装配与调试。

从事该工作时,要严格按照企业装配工艺卡规定的质量要求进行,如装配规范美观、机械间隙合理、机械控制精度的确定和评价等。当精度超差时,必须对调整措施进行计划、准备并最后实施,以满足客户要求。对已完成的工作进行记录存档,遵守事故防护规章,具有机械伤害安全防护知识,具备企业行业安全意识、责任意识、质量意识、规范意识、成本意识。

需要有机床结构、机械组件特征、装配钳工方面的知识,基本工作技术有零件尺寸检验、零件清洗、装配间隙调整、润滑和密封、贴合面刮研、装配过程质量控制检验、能使用英文的相关资料等。

与客户进行工作业务方面和技术方面的沟通,为客户提供机械系统技术咨询和服务。

2. 涉及的业务领域

数控机床制造、数控设备维护、数控设备装配、数控设备营销及售后服务。

3. 就业企业特质

数控机床生产厂的装配钳工可以承担机械装配任务,机械厂的设备改造人员也会从事这项工作,数控机床使用厂家也需要数控机床装配维修的工作人员。

4. 其他说明

与这一典型工作任务相关的工作任务包括数控机床电气系统安装与调试、精度检验、性能优化、用户验收、数控机床用户服务等。

1.2 数控机床

1.2.1 数控机床的演变历程

1. 基本概念

(1) 数控机床

给机床配上一台计算机,用数字代码形式的信息(程序指令),控制刀具按给定的工作

程序、运动速度和加工轨迹完成自动加工。用以对机床进行数字化控制的机床简称数控机床。

(2) 数字控制 (Numerical Control)

简称数控,是一种自动控制技术,是用数字化信号对机床的运动及加工过程进行控制的一种方法。

(3) 数控系统 (Numerical Control System)

它是一种程序控制系统,即采用数字控制的系统。

(4) 计算机数控系统 (Computer Numerical Control System, CNC)

它由装有数控系统程序的专用计算机、输入/输出设备、可编程控制器、存储器、主轴驱动及进给驱动装置等组成,用计算机控制实现数控功能的系统。

(5) 数控技术

它是用数字量及字符发出指令并实现自动控制的技术。目前,计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM)、柔性制造单元 (FAM)、柔性制造系统 (FMS)、计算机集成制造系统 (CIMS)、敏捷制造 (AM) 和智能制造 (IM) 等先进制造技术都建立在数控技术基础上。

(6) 数控加工技术

数控加工技术是指高效、优质地实现产品零件特别是复杂零件加工的技术,它是自动化、柔性化、敏捷化和数字化制造加工的基础与关键技术。

(7) 计算机辅助设计和制造

简称 CAD/CAM,是以计算机作为主要技术手段,处理各种数字信息与图形信息,辅助完成从产品设计到加工制造整个过程中的各项活动。

2. 与普通机床的区别

- ① 任何数控机床最基本的功能是具有自动、精确、一致的运动控制。
- ② 普通机床需通过旋转摇柄和手轮产生运动,而数控机床通过编程指令产生运动。
- ③ 各种数控设备有两个或多个运动方向,称为轴。这些轴沿着其长度方向精确、自动定位。最常用的两类轴是直线轴 (沿直线轨迹) 和回转轴 (沿圆形轨迹)。

3. 数控机床的演变历程

数控机床 (Numerical Control Machine Tools) 是用数字代码形式的信息 (程序指令),控制刀具按给定的工作程序、运动速度和轨迹进行自动加工的机床,简称数控机床。数控机床是在机械制造技术和控制技术的基础上发展起来的,其过程大致如下:

1948 年,美国帕森斯公司接受美国空军委托,研制直升机螺旋桨叶片轮廓检验用样板的加工设备。由于样板形状复杂多样,精度要求高,一般加工设备难以适应,于是提出采用数字脉冲控制机床的设想。

1949 年,该公司与美国麻省理工学院 (MIT) 开始共同研究,并于 1952 年试制成功第一台三坐标数控铣床,当时的数控装置采用电子管元件。

1959 年,数控装置采用了晶体管元件和印刷电路板,出现带自动换刀装置的数控机床,称为加工中心 (Machining Center, MC),使数控装置进入了第二代。

1965 年,出现了第三代的集成电路数控装置,不仅体积小,功率消耗少,且可靠性提高,价格进一步下降,促进了数控机床品种和产量的发展。

20 世纪 60 年代末,先后出现了由一台计算机直接控制多台机床的直接数控系统

(DNC), 又称群控系统; 采用小型计算机控制的计算机数控系统 (CNC), 使数控装置进入了以小型计算机化为特征的第四代。

1974 年, 研制成功使用微处理器和半导体存储器的微型计算机数控装置 (MNC), 这是第五代数控系统。

20 世纪 80 年代初, 随着计算机软、硬件技术的发展, 出现了能进行人机对话式自动编制程序的数控装置; 数控装置愈趋小型化, 可以直接安装在机床上; 数控机床的自动化程度进一步提高, 具有自动监控刀具破损和自动检测工件等功能。

20 世纪 90 年代后期, 出现了 PC + CNC 智能数控系统, 即以 PC 机为控制系统的硬件部分, 在 PC 机上安装 NC 软件系统, 此种方式系统维护方便, 易于实现网络化制造。

基于个人计算机 (PC) 平台的数控系统 (称为 PC 数控系统) 应运而生, 数控系统的发展进入第六代。现在市场上流行和企业普遍使用的仍然是第五代数控系统, 其典型代表是日本的 FANUC - 0 系列和德国的 SINUMERIK810 系列数控系统。

我国数控机床及数控技术起步于 1958 年, 一直到 20 世纪 60 年代中期还处在研制、开发时期。

1965 年, 国内开始研制晶体管数控系统。20 世纪 60 年代末至 70 年代初研制成功 X53K - 1G 立式数控铣床、CJK - 18 数控系统和数控非圆齿轮插齿机。

从 20 世纪 70 年代开始, 由于打破国外的技术封锁以及我国的基础条件不断改善, 数控技术在车、铣、钻、镗、磨、齿轮加工、电加工等领域全面展开, 数控加工中心在上海、北京研制成功。

20 世纪 80 年代我国从日本 FANUC 公司引进了部分数控系统和直流伺服电动机、直流主轴电机技术, 以及从美国、欧洲等发达国家引进一些新的技术, 并进行了国产商品化生产。

1995 年以后, 我国国产数控装备的产业化取得了实质性进步。

现在, 我国已经建立了以中、低档数控机床为主的产业体系。20 世纪 90 年代开始了高档数控机床的研发和生产。

数控机床的发展趋势:

- ① 高速、高效和高精度;
- ② 高可靠性;
- ③ 模块化、智能化、柔性化和集成化;
- ④ 开放性;
- ⑤ 出现新一代数控加工工艺与装备。

4. 数控机床的组成

数控机床通常由程序载体、CNC 装置、伺服系统、检测与反馈装置、辅助装置、机床本体组成, 如图 1-1 所示。

5. 数控机床的分类

数控机床的分类方法很多, 如低档、中档、高档、全功能等。

(1) 按工艺用途分类

1) 切削加工类数控机床。

主要有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控镗床、数控平面磨床和加工中心等。

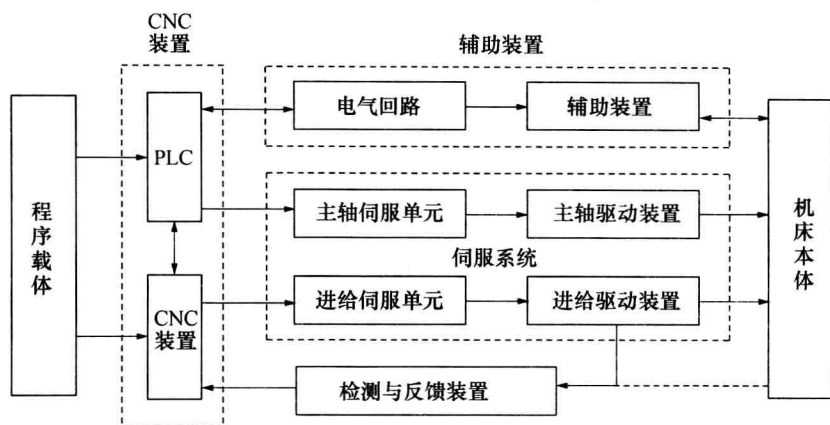


图 1-1 数控机床的组成框图

① 数控车床。数控车床是目前使用最广泛的数控机床之一，主要用于加工轴类、盘类等回转体零件。

按主轴位置可分为立式数控车床和卧式数控车床。

按加工零件的基本类型可分为卡盘式数控车床和顶尖式数控车床。

按功能分为经济型数控车床、普通数控车床和车削加工中心。

按数控系统的不同控制方式分为直线控制数控车床、轮廓控制数控车床等。

按性能可分为多主轴车床、双主轴车床、纵切式车床、刀塔式车床、排刀式车床等。

② 数控铣床。数控铣床也称作数控铣削机床，是一种用途广泛的机床。主要用于加工平面类零件：加工平行或垂直于水平面或其他加工面与水平面的夹角为定角的零件称为平面类零件。它的特点是各个加工单元面是平面或可以展开为平面；变斜角类零件：加工面与水平面的夹角呈连续变化的零件称为变斜角类零件；曲面类零件：加工面为空间曲面的零件称为曲面类零件，又称立体类零件，其特点是加工面不能展开为平面，加工面始终与铣刀点接触。

按照数控铣床的主轴布置形式分为立式数控铣床、卧式数控铣床、立卧两用数控铣床。

按照数控系统控制的坐标轴数量分为 2.5 坐标联动数控铣床（机床只能进行 X 、 Y 、 Z 三个坐标中的任意两个坐标轴联动加工）、3 坐标联动数控铣床（机床能进行 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴联动加工，目前 3 坐标数控立式铣床仍占大多数）、4 坐标联动数控铣床（机床主轴可以绕 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴和其中一个轴做数控摆角运动）、5 坐标联动数控铣床（机床主轴可以绕 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴和其中两个轴做数控摆角运动）。

2) 成型加工类数控机床。

主要有数控折弯机、数控弯管机、数控冲床、数控转头压力机等。

3) 特种加工类数控机床。

主要有数控电火花线切割机床、数控电火花成型机床、数控激光切割机床、数控激光热处理机床等。

4) 其他类数控机床。

主要有数控三坐标测量机、数控装配机、机器人等。

(2) 按机床运动轨迹分类

1) 点位控制数控机床。

点位控制数控机床的特点是只控制运动部件从一个位置到另一个位置的准确定位，无论中间的移动轨迹如何，在移动的过程中不进行切削加工。对两点之间的移动速度及运动轨迹没有严格要求。

2) 直线控制数控机床。

直线控制数控机床除了具有控制点与点之间的准确定位功能，还要保证两点之间按直线运动进行切削加工。刀具相对于工件移动的轨迹是平行于机床各坐标轴或两轴同时移动构成 45° 的斜线。

3) 轮廓控制数控机床。

轮廓控制数控机床能够对两个或两个以上的坐标轴进行连续相关的控制，不但控制机床移动部件的起点和终点坐标，而且还要控制整个加工过程中每一点的速度和位移，也即控制刀具移动的轨迹，以加工出任意斜线、圆弧、抛物线及其他函数关系的曲线或曲面。

(3) 按伺服系统控制方式分类

1) 开环控制数控机床。

开环控制数控机床的特点是不带测量反馈装置，数控装置发出的指令信号单向传递，指令发出后不再反馈回来。因为无位置反馈，所以精度不高，其精度主要取决于伺服驱动系统的性能。开环伺服控制多采用步进电动机作为执行元件。图1-2所示为开环伺服控制系统简图，步进电动机将指令脉冲变为角位移，通过齿轮驱动丝杆，使工作台产生位移，步进电动机的角位移与指令脉冲数成正比，其转速与脉冲频率成正比。

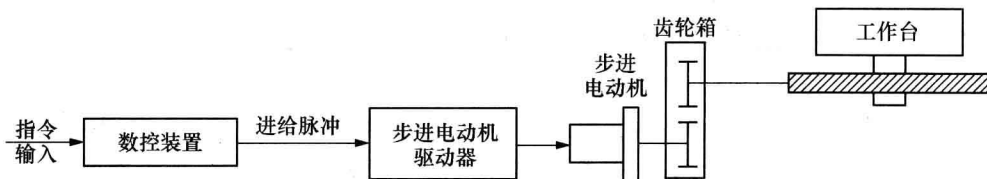


图1-2 开环伺服控制系统简图

2) 半闭环控制数控机床。

半闭环控制数控机床是从伺服电机或丝杠的端部引出，通过检测电机和丝杠旋转角度来间接检测工作台的实际位置或位移。控制原理如图1-3所示，从检测装置来的反馈信号与指令脉冲信号进行比较，得到位置偏差控制信号，经伺服放大器对偏差信号进行调节运算和功率放大，控制工作台修正偏差，按照指令脉冲运动。反馈信号可通过对角位移测量，再经信号变换得到。

3) 全闭环控制数控机床。

全闭环控制数控机床是采用点从机床的运动部件上直接引出，通过采样工作台运动部件的实际位置，即对实际位置进行检测，可以消除整个传动环节的误差和间隙，因而具有很高的位置控制精度。控制原理如图1-4所示，闭环控制系统在机床运动部件或工作台上直接安装直线位移检测装置，将检测到的实际位移反馈到数控装置的比较器中，与程序指令值进行比较，用差值进行控制，直到差值为零。