



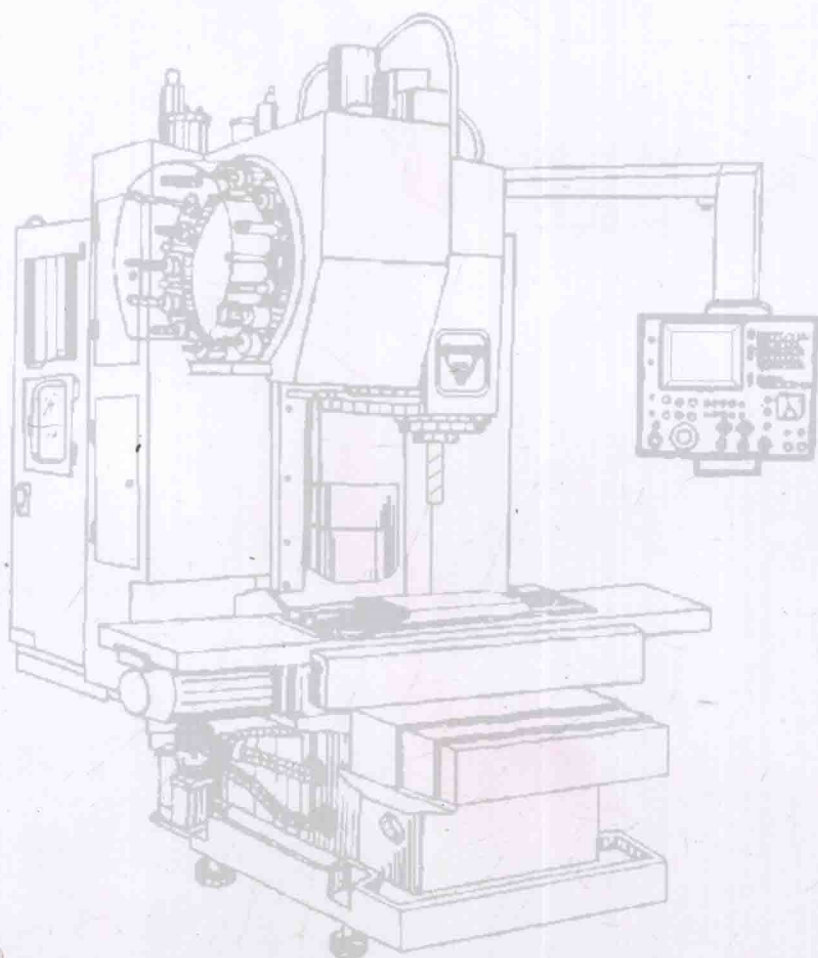
国家级精品课程配套教材

全国高职高专机械设计制作类工学结合“十二五”规划系列教材
QUANGUO GAOZHIGAOZHUAN JIXIESHEJIZHIZAO LEI GONGXUEJIEHE SHIERWU GUIHUAXILIEJIAOCAI

丛书顾问 陈吉红

数控机床装调

主编◎ 陈泽宇



SHUKONG JICHUANG ZHUANGTIAO.....

JIXIESHEJIZHIZAO



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

国家级精品课程配套教材

全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材

丛书顾问 陈吉红

数控机床装调

主 编 陈泽宇

副主编 陈子珍 于向和 张秀玲 闫瑞涛

廖强华 徐安林 孙志平

参 编 (排名不分先后)

成图雅 张 鑫 文丽丽 王达斌

周 敏 黄文汉 石金艳 王守志

王伟军 王 磊 李日森 杨云兰

张泽华 朱洪雷 程豪华

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书按数控机床装调的全过程提炼出数控机床机械装调、电气装调的典型工作任务,内容涵盖数控机床机械装调、数控机床电气装调、数控机床机电联调及数控机床精度重整四部分。其中:机械部分的装调按生产过程分为进给传动链装调、主传动链装调、刀辅传动链装调、整机机械装调及位置精度检测与补偿等;电气部分的装调按生产过程分为基本控制逻辑的调试与数控系统基本参数的调试;机电联调部分根据工厂提供的 PLC 程序,完成机床限位、回零、急停、刀架动作、手持单元等的调试;精度重整部分介绍用专用量具和工装、工具对数控机床坐标轴的平均反向差值、重复定位精度和定位精度进行检测和补偿,完成机床位置精度检测报告。另外,试切件加工部分根据国家标准的要求,对试切件图纸进行手工编程,完成试切件加工,实测试切件的精度,完成试切件的主要精度检测报告。

本书附录部分附有《数控机床装调维修工国家职业资格标准》、《数控技术专业(数控机床装调维修方向)教学计划》、《数控机床装调学习领域课程标准》等教学文件,供有关学校相关专业参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床装调/陈泽宇 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.6
ISBN 978-7-5609-7898-7

I. 数… II. 陈… III. ①数控机床-安装-高等职业教育-教材 ②数控机床-调试方式-高等职业教育-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 069299 号

数控机床装调

陈泽宇 主编

策划编辑:严育才

责任编辑:刘 飞

封面设计:范翠璇

责任校对:张 琳

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:14.5

字 数:300千字

版 次:2012年6月第1版第1次印刷

定 价:35.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材

编委会

丛书顾问:

陈吉红(华中科技大学)

委员(以姓氏笔画为序):

万金宝(深圳职业技术学院)

王平(广东工贸职业技术学院)

王兴平(常州轻工职业技术学院)

王连弟(华中科技大学出版社)

王怀奥(浙江工商职业技术学院)

王晓东(长春职业技术学院)

王凌云(上海工程技术大学)

王逸民(贵州航天工业职业技术学院)

王道宏(嘉兴职业技术学院)

牛小铁(北京工业职业技术学院)

毛友新(安徽工业经济职业技术学院)

尹霞(湖南化工职业技术学院)

田鸣(大连职业技术学院)

刑美峰(包头职业技术学院)

吕修海(黑龙江农业工程职业学院)

朱江峰(江西工业工程职业技术学院)

刘敏(烟台职业学院)

刘小芹(武汉职业技术学院)

刘小群(江西工业工程职业技术学院)

刘战术(广东轻工职业技术学院)

孙慧平(宁波职业技术学院)

杜红文(浙江机电职业技术学院)

李权(滨州职业学院)

李传军(承德石油高等专科学校)

吴新佳(郑州铁路职业技术学院)

秘书:季华 万亚军

何晓凤(安徽机电职业技术学院)

宋放之(北京航空航天大学)

张勃(漯河职业技术学院)

张健(十堰职业技术学院)

张焕(郑州牧业工程高等专科学校)

张云龙(青岛职业技术学院)

张俊玲(贵州工业职业技术学院)

陈天凡(福州职业技术学院)

陈泽宇(广州铁路职业技术学院)

罗晓晔(杭州科技职业技术学院)

金濯(江苏畜牧兽医职业技术学院)

郑卫(上海工程技术大学)

胡翔云(湖北职业技术学院)

荣标(宁夏工商职业技术学院)

贾晓枫(合肥通用职业学院)

黄定明(武汉电力职业技术学院)

黄晓东(九江职业技术学院)

崔西武(武汉船舶职业技术学院)

阎瑞涛(黑龙江农业经济职业学院)

葛建中(芜湖职业技术学院)

董建国(湖南工业职业技术学院)

窦凯(广州番禺职业技术学院)

颜惠庚(常州工程职业技术学院)

魏兴(六安职业技术学院)

全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材

序

目前我国正处在改革发展的关键阶段,深入贯彻落实科学发展观,全面建设小康社会,实现中华民族伟大复兴,必须大力提高国民素质,在继续发挥我国人力资源优势的同时,加快形成我国人才竞争比较优势,逐步实现由人力资源大国向人才强国的转变。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》提出:发展职业教育是推动经济发展、促进就业、改善民生、解决“三农”问题的重要途径,是缓解劳动力供求结构矛盾的关键环节,必须摆在更加突出的位置。职业教育要面向人人、面向社会,着力培养学生的职业道德、职业技能和就业创业能力。

高等职业教育是我国高等教育和职业教育的重要组成部分,在建设人力资源强国和高等教育强国的伟大进程中肩负着重要使命并具有不可替代的作用。自从1999年党中央、国务院提出大力发展高等职业教育以来,培养了1300多万高素质技能型专门人才,为加快我国工业化进程提供了重要的人力资源保障,为加快发展先进制造业、现代服务业和现代农业作出了积极贡献;高等职业教育紧密联系经济社会,积极推进校企合作、工学结合人才培养模式改革,办学水平不断提高。

“十一五”期间,在教育部的指导下,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会根据《高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会章程》,积极开展国家级精品课程评审推荐、机械设计与制造类专业规范(草案)和专业教学基本要求的制定等工作,积极参与了教育部全国职业技能大赛工作,先后承担了“产品部件的数控编程、加工与装配”、“数控机床装配、调试与维修”、“复杂部件造型、多轴联动编程与加工”、“机械部件创新设计与制造”等赛项的策划和组织工作,推进了双师队伍建设和课程改革,同时为工学结合的人才培养模式的探索 and 教学改革积累了经验。2010年,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会数控分委会起草了《高等职业教育数控专业核心课程设置及教学计划指导书(草案)》,并面向部分高职高专院校进行了调研。根据各院校反馈的意见,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会委托华中科技大学出版社联合国家示范(骨干)高职院校、部分重点高职院校、武汉华中数控股份有限公司和部分国家精品课程负责人、一批层次较高的高职院校教师组成编委会,组织编写全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材。

本套教材是各参与院校“十一五”期间国家级示范院校的建设经验以及校企



结合的办学模式、工学结合的人才培养模式改革成果的总结,也是各院校任务驱动、项目导向等教学做一体的教学模式改革的探索成果。因此,在本套教材的编写中,着力构建具有机械类高等职业教育特点的课程体系,以职业技能的培养为根本,紧密结合企业对人才的需求,力求满足知识、技能和教学三方面的需求;在结构上和内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出职业教育特色。

具体来说,力图达到以下几点。

(1) 反映教改成果,接轨职业岗位要求。紧跟任务驱动、项目导向等教学做一体的教学改革步伐,反映高职高专机械设计制造类专业教改成果,引领职业教育教材发展趋势,注意满足企业岗位任职知识、技能要求,提升学生的就业竞争力。

(2) 创新模式,理念先进。创新教材编写体例和内容编写模式,针对高职高专学生的特点,体现工学结合特色。教材的编写以纵向深入和横向宽广为原则,突出课程的综合性,淡化学科界限,对课程采取精简、融合、重组、增设等方式进行优化。

(3) 突出技能,引导就业。注重实用性,以就业为导向,专业课围绕高素质技能型专门人才的培养目标,强调促进学生知识运用能力,突出实践能力培养原则,构建以现代数控技术、模具技术应用能力为主线的实践教学体系,充分体现理论与实践的结合,知识传授与能力、素质培养的结合。

当前,工学结合的人才培养模式和项目导向的教学模式改革还需要继续深化,体现工学结合特色的项目化教材的建设还是一个新生事物,处于探索之中。随着这套教材投入教学使用和经过教学实践的检验,它将不断得到改进、完善和提高,为我国现代职业教育体系的建设和高素质技能型人才的培养作出积极贡献。

谨为之序。

教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会主任委员

国家数控系统技术工程研究中心主任

华中科技大学教授、博士生导师

陈吉红

2012年1月于武汉

前 言

作者收集了十多年来在工厂进行数控机床设计、装配与调试的资料,结合现代高等职业技术学校基于工作过程的开发理念,集合全国各地在数控机床装调维修从事教学的一线教师,历时三年有余,配合国家精品课程“数控机床装调”的开设与深入,编写了《数控机床装调》一书。

本书适合高等职业技术学院开设机电设备维修专业、机电一体化专业、数控技术专业的学生使用,适合本科学校机械制造及自动化专业、机电一体化专业的学生进行课程设计与毕业设计使用,也适合工程技术人员使用。

本书以数控机床装调全过程为依据,选取数控机床机械装调典型工作任务,引入数控机床电气装调真实工作过程。具体有如下特点。

引入入教 书中所选取实例,如床身、立柱、工作台、弧面分度凸轮刀库机械手等,都是已经在市场上出现并正在销售的产品;有些产品还是作者已经申请新型实用专利的。引入的检测标准,是目前数控机床制造企业正在使用的国家标准或国际标准。引入的装调操作规范,是企业的能工巧匠多年积累的经验总结。引入的设计与校核理论,是经典机电传动设计理论与现代模拟仿真软件相结合的典范。

项目导向 本书按数控机床装调的生产过程编排,是数控机床实际装调过程在书本上的映射。本书共分为七大项目,内容涵盖数控机床机械装调、数控机床电气装调、数控机床机电联调及数控机床精度重整四部分。其中:机械部分的装调按生产过程分为进给传动链装调、主传动链装调、刀辅传动链装调、整机机械装调及位置精度检测与补偿等部分;电气部分的装调按生产过程分为基本控制逻辑的调试与数控系统基本参数的调试两部分。

教学做一体 本书贯彻教学做一体、行动导向等现代高职教学组织原则。“教”是指书中既有能工巧匠的操作示范,又有行动之后的理论讲授;“学”是指学生操作演练的实际步骤与注意事项及模拟软件仿真装调;“做”是指学生参与数控机床部件装调及精度检测。

理实一体 本书每一项目都划分为项目教学单元设计(学习目标、教学内容)与项目内容设计(项目载体介绍、基础理论、实例分析、装配与检测、操作技能)等两部分,后一部分既包括机床装调操作所需要的基础理论,又包括理论支撑下的装配与检测及精度分析与调整。

本书由陈泽宇(高级工程师,广州铁路职业技术学院)主编。具体编写分工如下:陈子珍(宁波职业技术学院)编写项目一;于向和(长春职业技术学院)编写



项目二;张秀玲(内蒙古机电职业技术学院)编写项目三;闫瑞涛(黑龙江农业经济职业学院)编写项目四;廖强华(深圳职业技术学院)编写项目五;徐安林(无锡职业技术学院)编写项目六;孙志平(河北机电职业技术学院)编写项目七。全书由陈泽宇统稿、定稿。参与本书编写和讨论的老师还有:成图雅(内蒙古机电职业技术学院);张鑫(长春职业技术学院);文丽丽(广州科贸职业学院);王达斌(广州岭南职业技术学院);周敏(中山职业技术学院);黄文汉(河源职业技术学院);石金艳(湖南铁道职业技术学院);王守志(威海职业技术学院);王伟军(广西机电职业技术学院);王磊(云南机电职业技术学院);李日森(广东水利电力职业技术学院);杨云兰(茂名职业技术学院);张泽华(广州大学市政技术学院);朱洪雷(广州番禺职业技术学院);程豪华(广州市机电高级技工学校)等。在此对以上人员表示衷心的感谢!同时感谢中山鑫辉汽车模具有限公司夏炎总工程师的大力支持!

由于基于“行动导向、理实一体”的创新教材的编写在我国还是一个崭新的课题,尚处于探索阶段,加之作者水平有限,书中肯定存在问题。欢迎国内同行不吝赐教,以便本书得到不断改进和提高。

本书的电子资源可链接国家精品课程资源网 <http://course.jingpinke.com/zhuanke>。

编 者

2011 年 12 月

目 录

项目一 进给传动机械功能部件装调	(1)
任务1 项目教学单元设计	(1)
任务2 项目内容设计	(1)
知识点1 进给传动机械功能部件	(1)
知识点2 机械功能部件的选择与计算	(13)
知识点3 进给传动链的装配与检测	(29)
实训项目 进给传动链的装配与检测	(38)
项目二 主传动机械装调	(41)
任务1 项目教学单元设计	(41)
任务2 项目内容设计	(41)
知识点1 主轴传动功能部件及特征	(41)
知识点2 主轴刚度、轴承游隙分析及主轴功率计算	(46)
知识点3 机械主轴的装配与检测	(50)
知识点4 电主轴	(56)
实训项目 机械主轴的装配与检测	(59)
项目三 刀辅传动机械装调	(61)
任务1 项目教学单元设计	(61)
任务2 项目内容设计	(61)
知识点1 刀库分类及刀库总成	(61)
知识点2 弧面分度凸轮刀库机械手的设计与计算机模拟	(67)
知识点3 圆盘型刀库的装配与检测	(75)
实训项目 四工位转位刀架的装配与检测	(76)
项目四 数控工作台机械装调	(84)
任务1 项目教学单元设计	(84)
任务2 项目内容设计	(84)
知识点1 直线工作台及回转工作台结构	(84)
知识点2 回转工作台分度原理	(86)
知识点3 直线进给工作台的装配与检测	(89)
实训项目 直线(回转)工作台的装配与检测	(91)
项目五 数控机床整机机械装调	(93)
任务1 项目教学单元设计	(93)



任务 2 项目内容设计	(93)
知识点 1 加工中心整机组成及布局特点	(93)
知识点 2 主要支承件的加工及工艺特点	(98)
知识点 3 主要组件的装配与检测	(103)
实训项目 数控车床及加工中心的装配与检测	(105)
项目六 数控机床位置精度检测与补偿	(123)
任务 1 项目教学单元设计	(123)
任务 2 项目内容设计	(123)
知识点 1 步距规与双频激光干涉仪	(123)
知识点 2 传动误差分析及测量补偿	(125)
知识点 3 滚珠丝杠副的螺距补偿与反向间隙补偿	(132)
实训项目 滚珠丝杠副的精度检测与补偿	(133)
项目七 电气系统的连接与调试	(134)
任务 1 项目教学单元设计	(134)
任务 2 项目内容设计	(134)
知识点 1 数控机床电气系统的总体连接	(134)
知识点 2 基本控制逻辑的连接及调试	(136)
知识点 3 电气系统连接与调试的基本要求	(159)
实训项目 数控车床电气系统的连接与调试	(162)
附录	(171)
附录 A 自测试题	(171)
附录 B 数控技术专业(数控机床装调维修方向)教学计划	(179)
第一部分 序言	(179)
第二部分 教育任务	(179)
第三部分 教学组织原则	(180)
第四部分 与专业相关的说明	(180)
第五部分 行动领域	(181)
第六部分 学习领域	(185)
附录 C 数控机床装调学习领域课程标准	(194)
一、学习领域定位	(194)
二、学习领域目标	(194)
三、学习情境设计	(195)
四、考核方式	(199)
五、教学媒体资源	(200)
附录 D 数控机床装调维修工国家职业资格标准	(201)
附录 E 对工作过程系统化的课程体系构建途径的思考	(216)



一、前言	(216)
二、成熟的课程体系源于调研	(216)
三、按循序渐进、关联驱动、有所突破的原则构筑课程体系	(218)
四、建立课程载体与专业载体	(218)
五、注重“软技能”(soft skill)的培养.....	(219)
参考文献	(220)

项目

进给传动机械功能部件装调

任务 1 项目教学单元设计

【学习目标】

- (1) 会选用典型零部件进行数控机床进给传动链的装配与调整。
- (2) 会运用工夹量具对进给传动链进行精度检测。
- (3) 能对进给传动链的关键零部件进行计算与校核。

【教学内容】

数控机床机械传动部件和支承部件,如滚珠丝杠螺母副、滚动导轨副、贴塑导轨、无间隙传动联轴器、带传动等的认识与选用,进给传动链滚珠丝杠螺母副的设计与校核,进给传动链伺服电动机的选型与校核。

任务 2 项目内容设计

知识点 1 进给传动机械功能部件

数控机床是柔性化制造系统和敏捷化制造系统的基础装备,它的总的发展趋势是高精度、高速化、高效化、柔性化、智能化和集成化,并注重工艺适用性和经济性,其中高精度是数控机床发展中永远追求的目标。从 1950 年至 2000 年的 50 年内加工精度提升了 100 倍左右,当前的普通精度加工已达 20 世纪 50 年代的精密加工水平。以加工中心加工典型件的尺寸精度和形位精度为例,对比国内外的水平,国内大致为 $0.008\sim 0.010\text{ mm}$,而国际先进水平为 $0.002\sim 0.003\text{ mm}$ 。无论哪种类型的数控机床,其进给系统装配精度都对整机的加工精度起着

决定性的作用。进给传动链机械结构组成环节大致如图 1-1 所示。

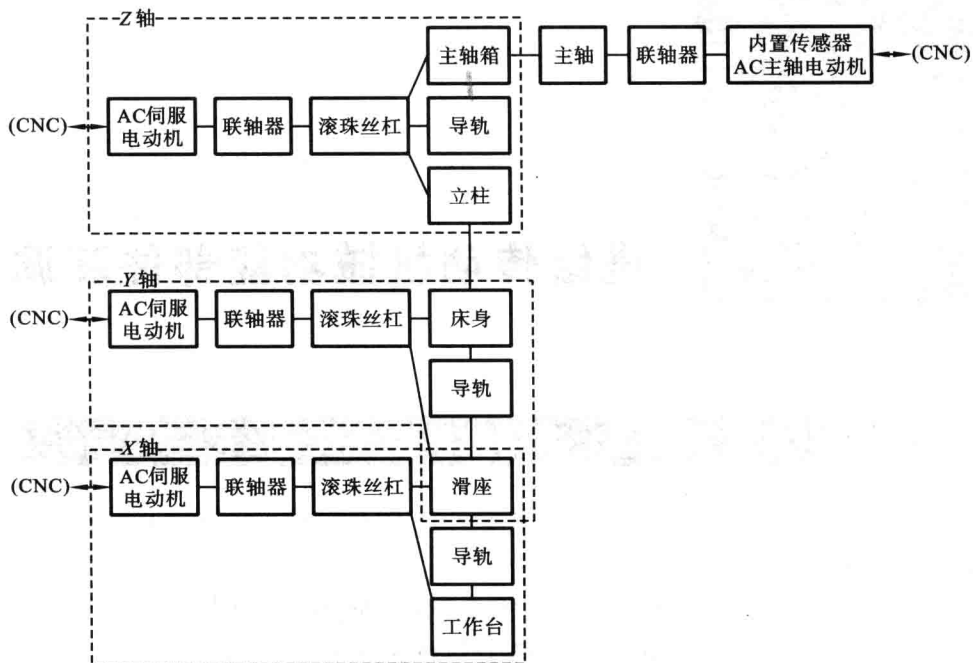


图 1-1 数控机床进给传动链机械结构组成环节

某加工中心工作台进给轴功能部件如图 1-2 所示。

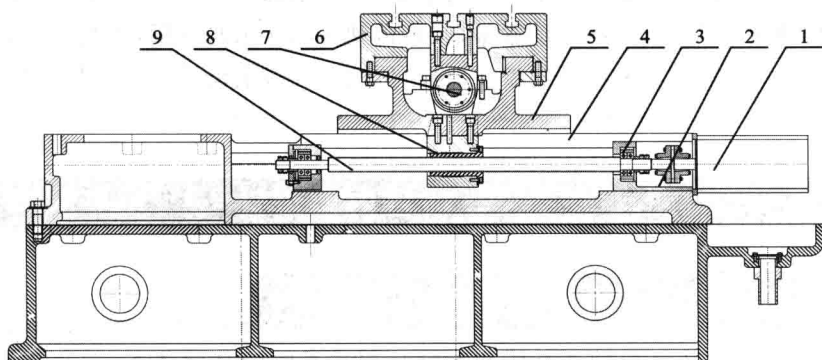


图 1-2 某加工中心工作台进给轴功能部件

1—伺服电动机；2—联轴器；3—轴承；4—防护罩；5—滑座；6—工作台；7、9—滚珠丝杠副；8—螺母座

1. 数控机床对数控机械的要求

1) 静刚度好

机床在静态力作用下所表现出的刚度称为静刚度，在动态力作用下所表现出的刚度称为动刚度。在机床的性能测试中常用刚度的倒数（称为柔度）来描述



机床的该项性能。

机床的静刚度为 $k = P/\delta$

机床的动刚度为 $k_d = k \sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2 + 4\xi^2 \frac{\omega^2}{\omega_n^2}}$

式中: k ——机床结构系统的静刚度(N/ μm);

k_d ——机床结构系统的动刚度(N/ μm);

P ——机床的静负荷(N);

δ ——机床在静负荷作用下所产生的变形量(μm);

ω ——外加激振力的激振频率(Hz);

ω_n ——机床结构系统的固有频率(Hz), $\omega_n = \sqrt{k/m}$, 其中 m 为结构系统质量;

ξ ——机床的阻尼比。

由上式可以看出,机床结构系统在动态力作用下的动刚度 k_d 与静刚度 k 、频率比 ω/ω_n 及阻尼比 ξ 有关。在频率比相等时,静刚度与动刚度成正相关关系。数控机床也要求如此。数控机床要求有高的静、动刚度及较强的抗振性。其动刚度比普通机床要高 50%。提高数控机床结构刚度的常用措施是:提高机床构件的静刚度和固有频率;改善薄弱环节的结构或布局;合理设计构件的截面形状及尺寸,使其在较小质量下具有较高的静刚度和适当的固有频率;设置卸荷装置以减少有关零部件的静力变形;提高构件间的接触刚度;改善机床结构的阻尼特性;采用新材料和钢板焊接结构等。

2) 热变形小

机床受热产生变形是影响机床加工精度的重要因素之一,因此对高速、高效的数控机床为减少热变形而采取的措施应予以特别重视。在进行机床结构布局设计时可采用热对称结构、斜床身结构,或分析热源,采取热平衡措施和热补偿技术以控制机床的温升。

3) 传动系统结构简单

机床主传动系统一般采用变频调速电动机,以便在额定转速以下时保证恒扭矩输出,在额定转速以上时保持恒功率输出。选用足够大的电动机,取消主轴变速机构,可保证主轴有足够大的输出扭矩,同时大大简化主传动系统。当前,在数控机床中出现的电主轴就是将主轴电动机和主轴合成而得到的一个部件,将主轴与电动机合为一体进一步简化了机床的主轴箱。进给传动系统一般采用交流伺服电动机或步进电动机,直接驱动滚珠丝杠螺母结构,实现直线进给运动。当前在数控机床中又出现了用直线电动机来直接驱动工作台移动的设计:数控机床的工作台相当于直径无穷大的电动机转子,底座就是定子,这样就取消了滚珠丝杠螺母副,大大简化了进给传动机构,提高了传动系统的刚度。



2. 几种典型机床部件

1) 滚珠丝杠螺母副

滚珠丝杠螺母副(见图 1-3)是数控机床的核心部件之一,它可将伺服电动机的旋转运动转换为拖板或工作台的直线运动(运动可逆)。滚珠丝杠传动系统是一个以滚珠作为滚动媒介的滚动螺旋传动体系。其传动形式分为两种:①将回转运动转化成直线运动;②将直线运动转化成回转运动。滚珠丝杠螺母副由滚珠、丝杠、反向器、螺母等组成,其关键在于反向器结构。最普通的反向结构是通过一个反向器在单圈内进行滚珠的循环运动。反向器为金属材料,以使其表面耐磨、寿命持久。反向器可分为外循环与内循环两种结构,反向器使滚珠返回顺畅,加之在螺母体内只有一个滚珠进出通道,从而运行更加平稳。滚珠数量越多,丝杠的承载力越大。图 1-4 所示为常用的内循环回珠器。

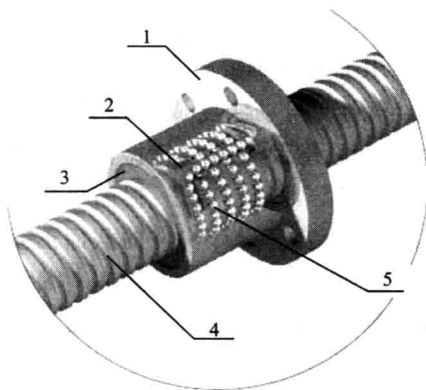


图 1-3 滚珠丝杠螺母副结构

1—螺母;2—反向器;3—防尘圈;
4—丝杠;5—滚珠

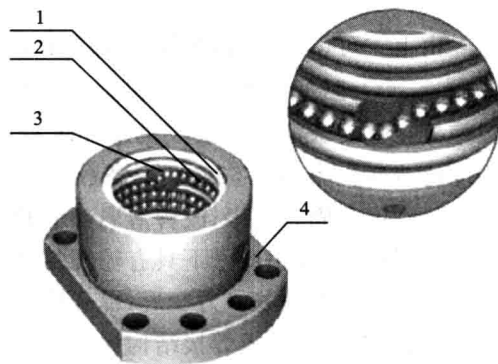


图 1-4 内循环回珠器

1—防尘圈;2—滚珠;3—反向器;4—螺母

滚珠丝杠螺母副传动具有以下特点。

(1) 传动效率高 滚珠丝杠传动系统的传动效率高达 90%~98%,为传统的滑动丝杠系统的 2~4 倍(见图 1-5),所以能以较小的扭矩得到较大的推力,亦可将直线运动转换为旋转运动(运动可逆)。扭矩和推力的转换公式为

$$F = \frac{2\pi\eta M}{S}$$

式中: F ——丝杠(或螺母)转动产生的推力(N);

M ——丝杠或螺母转动时的扭矩(N·m);

S ——丝杠导程(mm);

η ——传动效率,一般取 0.9。

(2) 运动平稳 滚珠丝杠传动系统为点接触滚动运动(见图 1-6),工作中摩擦阻力小、灵敏度高、启动时无颤动、低速时无爬行现象,因此可精密地控制微量

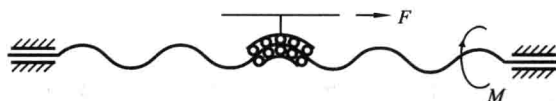


图 1-5 丝杠与螺母力的变换关系

进给。

(3) 高精度 滚珠丝杠传动系统在运动中的温升较小,并可预紧消除轴向间隙和对丝杠进行预拉伸以补偿热伸长,因此可以获得较高的定位精度和重复定位精度。

(4) 耐用性高 钢球滚动接触处均经硬化(58~63HRC)处理,并经精密磨削,循环体系运动过程属纯滚动,相对磨损甚微,故具有较高的使用寿命和精度保持性。

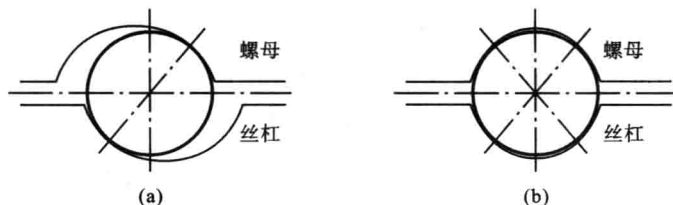


图 1-6 丝杠受力特性及预紧

(5) 同步性好 由于运动平稳、反应灵敏、无阻滞、无滑移,用几套相同的滚珠丝杠传动系统同时传动几个相同的部件或装置,可以获得很好的同步效果。

(6) 可靠性高 与其他传动机械的液压传动系统相比,滚珠丝杠传动系统故障率很低,维修保养也较简单,只需进行一般的润滑和防尘,而且在特殊场合可在无润滑状态下工作。

在此特别说明,采用歌德式(Gothic arch)沟槽形状,轴向间隙可调整得很小(见图 1-7),也能轻便地传动,无须背隙与预紧。若加入适当的预紧载荷,消除轴向间隙,可使丝杠具有更佳的刚性,在承载时减少滚珠和螺母、丝杠间的弹性变形,可使传动达到更高的精度。

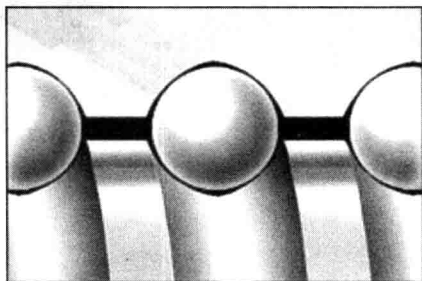


图 1-7 丝杠沟槽

滚珠丝杠螺母副与普通丝杠螺母副不同的是前者通过循环钢球将滑动摩擦改变为滚动摩擦,由此减少了摩擦损失并提高了传动效率。由于滚珠丝杠螺母副之间的摩擦是滚动摩擦,在螺母、钢球和丝杠之间允许施加预紧力,可以消除正反向传动的间隙并提高传动刚度,使静、动摩擦系数的变化减少,从而改善了



进给传动系统的动态特性。

2) 滚动导轨副

滚动导轨的低摩擦力特点可使机床的响应更迅速,移动速度更高,对复杂曲面工件的高速加工更有利,且其动、静摩擦系数很接近,可避免低速爬行,得到较高的定位精度。但是,在实际应用中发现,滚动导轨也存在着诸如刚性、吸振性、阻尼性等方面的不足。滚动导轨对脏物比较敏感,必须有良好的防护装置,在发生冲撞时,直线滚动导轨更容易受到损坏,且在现场条件下不易修复。滚动导轨副的结构形式很多,其共同特点是利用滚动体(钢球或钢柱)的滚动将导轨副的滑动摩擦改变为滚动摩擦(摩擦系数一般在 0.003 左右)以减少摩擦阻力。滚动导轨允许施加预紧力,这就可以消除运动副之间的传动间隙,同时也可以提高传动刚度。由于滚动导轨副之间的运动是滚动摩擦,所以它的静、动摩擦系数变化小,可以改善运动副的动态特性。滚动导轨的运行速度可大于 240 m/min。

滚动导轨副是由导轨、滚动体和滑块三个主要零件组成的。目前数控机床上使用最多的滚动导轨副是双“V”形(或称矩形)直线滚动导轨副,如图 1-8(a)所示。受力较小时也可以使用圆柱形直线滚动导轨副,如图 1-8(b)、(c)所示。



(a) 双“V”形直线滚动导轨副

(b) 底部支承

(c) 两端支承

图 1-8 圆柱形滚动导轨副

以上形式的直线滚动导轨的滚动体都是钢球。还有一种直线滚动导轨,它的滚动体是圆柱体,称为滚子导轨块,如图 1-9 所示。