



职业技术教育结合竞赛课程改革新规划教材
数控技术应用专业



控车床 编程与竞技

丛书主编 张伦玠

本书主编 邓集华

副主编 岑清 欧阳刚 何爱华 宁志良



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



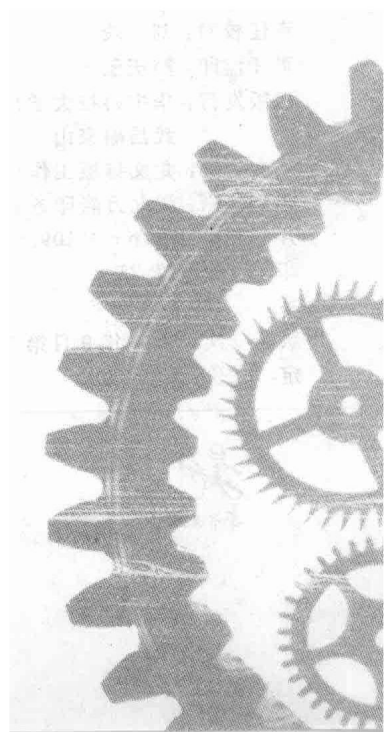


职业技术教育结合竞赛课程改革新规划教材
数控技术应用专业



控车床 编程与竞技

华中科技大学出版社
(中国·武汉)



内 容 简 介

本书基于华中数控车床 HNC-21/22T 系统,“以职业标准为依据,以企业需求为导向,以职业技能竞赛为核心”的理念,采用学习任务的教学模式,按数控职业技能竞赛竞技训练过程分为五个大项目进行编写。主要内容包括数控车削基础、数控车削编程、典型零件加工工艺及操作、数控技能大赛典型加工方案、中高级考证实操题加工工艺解析,以及参考资料等。

本书注重理论与实践一体化的教学模式,在学习任务中,首先引入相关理论知识,然后按照实践现场操作模式进行学习开展,在期间穿插“知识链接”、“知识总结”、“安全操作”、“注意事项”等多个小环节,丰富学习任务的知识面,突出重要操作环节,使理论与实践更完善地揉合在一起。

本书可作为中等职业学校数控技术应用专业教材及竞赛指导用书,也可作为职业技术学院机电一体化、机械制造类专业教材及机械类工人岗位培训和自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床编程与竞技/邓集华 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2010.9
ISBN 978-7-5609-6381-5

I. 数… II. 邓… III. 数控机床:车床-程序设计-习题 IV. TG519.1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 127745 号

数控车床编程与竞技

邓集华 主编

策划编辑:王红梅

责任编辑:刘万飞

封面设计:秦 茹

责任校对:刘 竣

责任监印:熊庆玉

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:龙文排版工作室

印 刷:湖北万隆印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17.25

字 数:418 千字

版 次:2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:27.80 元



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



职业技术教育结合竞赛课程改革新规划教材
数控技术应用专业

编 委 会

主 任：

张伦玠（教授，广东技术师范学院）

副主任：（按拼音排序）

曹永浩	邓庆宁	丁左发	龚志雄	韩亚兰	黄境城	兰 林
李保俊	李木杰	李伟东	梁东明	宁国富	潘洪楠	彭志斌
苏炯川	谭志平	王寒里	王震洲	伍小平	杨柏弟	曾昭贵
张 侃	张 敏	钟肇光	周炳权			

编 委：（按拼音排序）

蔡兴剑	岑 清	陈天金	陈天玺	陈学利	陈移新	邓集华
邓志翔	杜文林	傅 伟	龚永忠	关焯远	郭志强	何爱华
何生明	黄桂胜	黄新宇	李国东	李金龙	李 军	李 立
梁炳新	梁伟东	梁 宇	廖建华	廖振超	林志峰	刘根才
刘永锋	刘玉东	罗建新	缪遇春	莫石满	宁志良	欧阳刚
彭 彬	彭国民	谭国荣	向科星	肖福威	薛勇尧	杨景欢
杨丽华	杨世龙	杨新强	袁长河	张方阳	张铺标	张正强
赵汝其	郑如祥	钟光华	周燕峰	周裕章	周忠红	朱慧霞
卓良福	祖红珍	黄可亮				

总序

自 20 世纪末开始,随着我国改革开放政策的不断深入,产业结构调整与先进技术应用的步伐不断加快,各行各业都发生了巨大的变化,制造业的发展尤为突出。随着我国制造业迅速而全面地与世界接轨,一方面以数控技术为标志的先进制造技术大量应用于制造业;另一方面,制造业成为吸纳新增劳动力的重要领域。制造业就业人数整体上大幅增加,造成数控技术人才出现大量缺口。一直处于改革开放前沿地带的广东珠三角地区,更是成为高薪难聘数控高技能人才呼声最高的地区之一。这种局面促进了数控职业技术教育的进一步发展,数控技能人才的数量逐年增加。然而,数控技能型人才质量参差不齐的状况始终是社会和企业关注的话题,努力提高数控技能型人才职业素质同时也成为职业院校进行教学改革의强劲动力。广东作为全国制造业的重要基地,从 20 世纪末到现在一直独占数控职业技能鉴定人员数量的鳌头,职业教育的蓬勃发展带动了数控职业技能教育的大规模普及。但是,这仅仅解决了人才培养的数量问题,未能从根本上改变人才培养质量参差不齐的状况。

职业技术教育教学质量的评价应该由企业的岗位需求来确定。由于企业的产品对象和职业岗位等具有自身的复杂性和相对特殊性,难以制订较为统一的评价标准,无法适应教育所要求的相对普遍性。数控职业技能竞赛作为完善职业技术教育教学质量评价机制的一种重要手段,虽然不能完全等同于企业评价,但已经在很大程度上起到了企业评价的功能。

本世纪初,广东的数控职业技能竞赛蓬勃兴起,为职业技术教育领

域数控技能型人才培养水平的提高搭建了一个平台,形成探索、交流的良好氛围。目前,在全国各地,各种级别、各种类型和各种规模的数控职业技能竞赛方兴未艾,希望通过技能竞赛这个平台,实现以赛促教、以赛促学、以赛促改,有效地促进职业院校的教学改革与专业建设工作。但是,目前存在的设备场地投入大、实训材料消耗高和双师型师资缺乏等因素,严重制约了数控职业技术教育的平衡发展;同时,数控职业技能竞赛发展过快带来的一系列问题,让许多地方和院校不同程度地存在为竞赛而竞赛的趋势。有一些职业院校将教学的主要目标建立在参赛成绩上,忽视了基础建设和基本功训练,甚至出现拔苗助长的做法。因此,将技能竞赛作为引领,深入探讨其选拔、培养机制,对于促进职业技术教育有序、健康地发展,促进人力资源强国的建设具有重大的现实意义。

2009年广东省哲学社会科学“十一五”规划教育学、心理学重点项目《数控技能大赛选拔机制与职业技术教育发展研究》的立项,就是希望立足于数控职业技能竞赛的引领作用,带动和促进职业院校数控职业技术教育发展。本项目研究的重要举措之一,是组织广东省中等职业技术学校编写、出版将竞赛要求和内容融入教学过程的系列教材。以竞赛为导向,结合教学的实际编写教材,具有覆盖面广、针对性强以及符合教学规律的特点,是推动竞赛选拔机制与教学普及相结合的有效途径。此外,根据近几年竞赛所暴露出来的问题整合资源,形成模块化编写方案,也具有针对性强、方便实用的特点。

总之,教材是实施教学的有效媒介,也是教学内容的有效载体,更是提高教学效率和质量的可靠保障。编写、出版数控职业技术教育系列教材,旨在通过数控职业技能竞赛的有效平台来促进教学质量提高,这是利用先进教学资源带动职业院校共同发展的有效手段,必将为推动我国的数控人才培养作出应有的贡献。

广东省中职数控竞赛 总裁判长
广东技术师范学院自动化学院 教授
学术委员会秘书长
张伦玠

2010年5月

前言

数控加工技术在机械制造行业的广泛应用,给机械制造业的生产方式、产品结构、产业结构带来了巨大的变化,也给广大职业院校数控技术专业人才培养模式带来了新的挑战。近年来,各种数控技能大赛层出不穷,充分展示了职业院校及企业数控专业人才欣欣向荣的竞技风采,从而推动职业教育课程新一轮的改革大潮。本书以华中数控车床 HNC-21/22T 系统为主体,以职业成长的各个学习任务为载体,按职业竞技模式设计教材的结构与内容。

本书内容具有以下主要特点。

(1) 以职业能力为核心,突出竞技技巧。本书依据国家职业标准,结合企业实际,反映岗位需求,突出新知识、新材料、新技术、新工艺,注重职业能力培养与竞技技巧的运用。

(2) 采用学习任务的课题形式编写。以人的职业成长过程划分不同的学习任务,每个学习任务突出理论与实践一体化的教学模式。

(3) 注重服务于职业培训和技能鉴定。根据职业发展的实际情况和培训需求,本书重点体现职业培训的规律,反映职业技能鉴定考核的基本要求,满足培训对象参加数控车床中高级工鉴定考试的需求。

参加本书编写的有:广州市交通运输职业学校的邓集华、李应丽,广东省轻工职业学校的宁志良、梁伟东,佛山市梁銓琚职业技术学校的陈移新,顺德陈村职业技术学校的何爱华,广州市黄埔职业技术学校的项旭东、关焯远,鹤远市职业技术高级中学的欧阳刚,肇庆市工业贸易学校的陈天金,惠州商业学校的张正强,南海信息技术学校的岑清和广州市工贸学院的黄奕等中等职业学校数控专业的一线教师。本书由邓集

华任主编，编写了项目二任务 6、任务 7，项目三任务 1，项目四任务 1、任务 2、任务 3 等内容；岑清为副主编，编写了项目二任务 1、任务 2、任务 3 等内容；欧阳刚为副主编，编写了项目二任务 4、任务 5 等内容；何爱华为副主编，编写了项目四任务 4 的内容；宁志良为副主编，编写了项目五的内容；关焯远编写了项目一任务 1；项旭东编写了项目一任务 2；陈移新编写了项目一任务 3；黄奕编写了项目一任务 4；黄焕飞参与了项目二任务 4、任务 5 的编写工作；陈天金编写了项目三任务 2、任务 3 等内容；张正强编写了项目三任务 4、任务 5 等内容；李应丽编写了项目三任务 6；梁伟东编写了项目三任务 7；李华负责附录的整理及编写工作。全书由邓集华负责统稿、修正。

由于编者水平和经验有限，书中欠妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正，以使本书修订时更加完善。

编 者

2010 年 4 月

目 录



项目一 数控车削基础

任务 1 安全文明实训	(2)
任务 2 认识数控车床	(3)
任务 3 车削刀具的选用	(9)
任务 4 数控车削编程基础	(15)

项目二 数控车削编程

任务 1 阶梯轴加工	(26)
任务 2 球头轴加工	(35)
任务 3 成形面加工	(42)
任务 4 宽槽轴加工	(49)
任务 5 螺纹轴加工	(57)
任务 6 多槽件加工	(65)
任务 7 椭圆件加工	(72)

项目三 典型零件加工工艺及操作

任务 1 把手零件加工	(84)
-------------------	------

任务 2	球头轴零件加工	(92)
任务 3	旋鈕零件加工	(101)
任务 4	多阶套零件加工	(109)
任务 5	内锥体零件加工	(119)
任务 6	复杂槽轴零件加工	(129)
任务 7	端面槽零件加工	(140)

项目四 数控技能大赛典型加工方案

任务 1	两零件圆弧、螺纹配合	(150)
任务 2	两零件圆锥、螺纹配合	(168)
任务 3	三零件配合加工	(187)
任务 4	三零件复杂配合	(209)

项目五 中高级考证实操题加工工艺解析

任务 1	中级考证技能工艺解析 1	(230)
任务 2	中级考证技能工艺解析 2	(232)
任务 3	中级考证技能工艺解析 3	(235)
任务 4	中级考证技能工艺解析 4	(238)
任务 5	中级考证技能工艺解析 5	(241)
任务 6	中级考证技能工艺解析 6	(244)
任务 7	中级考证技能工艺解析 7	(247)
任务 8	高级考证技能工艺解析 8	(250)
任务 9	高级考证技能工艺解析 9	(253)

附录	(257)
----------	-------

附录 A	操作汇总表	(257)
附录 B	各数控系统 G 功能	(263)

参考文献	(266)
------------	-------



【项目描述】

本项目从初学者的角度展开学习过程：首先是进入实训车间进行安全文明实训，认识数控车床，并对数控车削刀具进行选择及使用；然后引入数控车削编程的基础知识，使初学者对数控车削有一个感性的认识与了解。

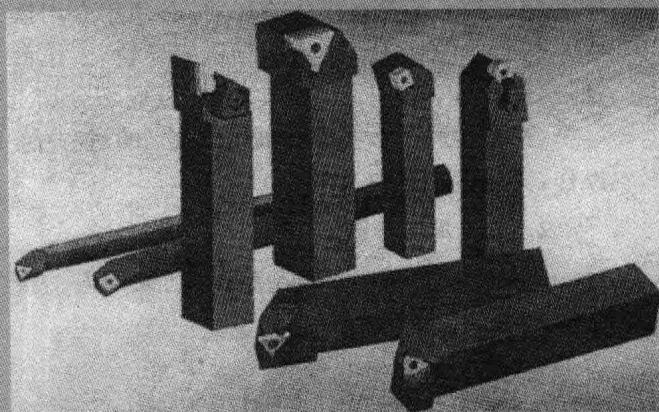
【学习目标】

- (1) 培养安全文明实训的意识；
- (2) 对数控车床有一个整体的认识；
- (3) 了解数控车削刀具的选用；
- (4) 为以后进行数控车削编程的学习打好基础。

【能力目标】

- (1) 能规范着装与安全操作；
- (2) 认识数控车床各部分结构；
- (3) 合理的选择数控车床加工刀具；
- (4) 理解并运用数控车床编程的相关规定。

数控车削基础



任务1 安全文明实训

活动情景

安全与文明生产是现代企业管理中一项至关重要的内容,直接影响着员工的人身安全、产品的质量与设备的使用寿命,关系着企业的稳定生产与长远发展。

任务要求

- (1) 知道数控车床理论与实操加工知识。
- (2) 掌握实操加工过程中的注意事项并在实操中加以应用。

任务思考

- (1) 操作数控车床应注意哪些事项?
- (2) 数控车床的安全文明生产规定有哪些?
- (3) 如何使用数控车床相关资料进行学习?

基本知识

1. 安全文明生产守则

- (1) 进入实训室必须穿工作服、工作鞋,女生必须戴工作帽。
- (2) 不得在实训室追逐、打闹,不得擅自离岗、串岗。
- (3) 严格遵守“先培训,后上岗”制度,未经指导教师允许不得随便开机操作。
- (4) 操作时为防止铁屑飞入眼睛,必须戴防护眼镜。
- (5) 严禁戴手套、吊饰、围巾等进行操作。
- (6) 机床防护门、工作台、刀架与卡盘上不得放置任何东西,特别是卡盘扳手使用后必须随手取下,以免造成人身伤亡与设备损坏。
- (7) 加工过程中,必须关上防护门。
- (8) 加工过程中,操作者站立姿势要规范,不得倚靠机床。
- (9) 不可用手直接清除切屑,必须用专用铁钩或刷子。
- (10) 加工完毕,必须清除机床导轨、工作台、刀架、卡盘、尾座及机床内壁上的铁屑及冷却液,用棉纱将车床擦拭干净后在金属部分加上机油。
- (11) 在进行数控车床操作、加工的过程中,只允许一人操作,严禁两人或两人以上同时操作,其他人只能在旁指导或者学习。

2. 紧急事故应急处理

- (1) 要及时躲避,保证自身和他人的人生安全。

- (2) 马上按“进给保持”键或“急停”按钮,制止机床继续动作。
- (3) 马上向老师报告,不能擅自解决问题。

3. 要求

操作者在进行加工、操作机床时,为了保障自身与他人的人身安全和设备安全,必须严格按照机器说明书上的指导进行操作,禁止做出违反说明书、车床文明生产规则的行为,以免发生意外。

思考与训练

- (1) 在操作加工时,会发生哪些安全事故? 应如何避免?

- (2) 在数控机床操作或者加工的过程中,若发生了事故,应怎样处理?

任务2 认识数控车床

活动情景

在日常加工中,为了更合理地运用数控车床(如图 1-2-1 所示),更好地维护与保养数控车床,需要先对数控车床的种类、工作原理、加工类型等基本知识有一个全面的了解。



图 1-2-1 数控车床

任务要求

- (1) 了解数控车床加工适用的范围。
- (2) 学会对数控车床进行基本检测。
- (3) 学会对数控车床进行日常维护。

任务思考

- (1) 什么是数控车床?
- (2) 数控车床的结构由哪几部分组成?
- (3) 数控车床适合加工哪些类型的零件?

基本知识

1. 数控车床组成

1) 数控车床的基本组成

如图 1-2-2 所示,数控车床一般由数控装置、床身、主轴箱、刀架进给系统、尾座、液压系统、冷却系统、润滑系统、排屑器等部分组成。

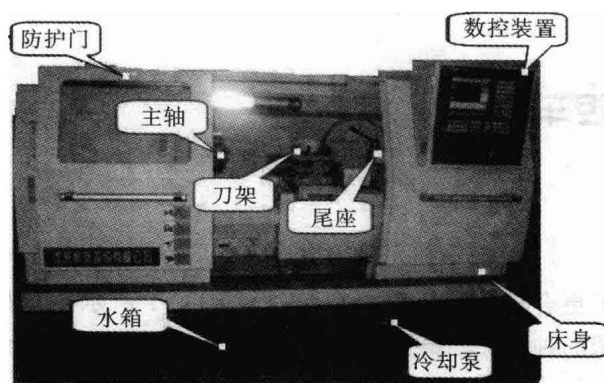


图 1-2-2 数控车床结构

2) 数控车床的布局

数控车床的主轴、尾座等部件相对床身的布局形式与普通车床基本一致,而床身结构和导轨的布局形式则发生了根本变化,这是由车床的结构和外观所决定的,并直接影响数控车床的使用性能。

数控车床的床身结构和导轨布局有多种形式,主要有水平床身、倾斜床身、水平床身斜滑板及立床身等,其布局形式如图 1-2-3 所示。

水平床身的工艺性好,便于导轨面的加工。水平床身配上水平放置的刀架可提高刀架的运动精度,一般可用于大型数控车床或小型精密数控车床的布局。但是,水平床身由于下

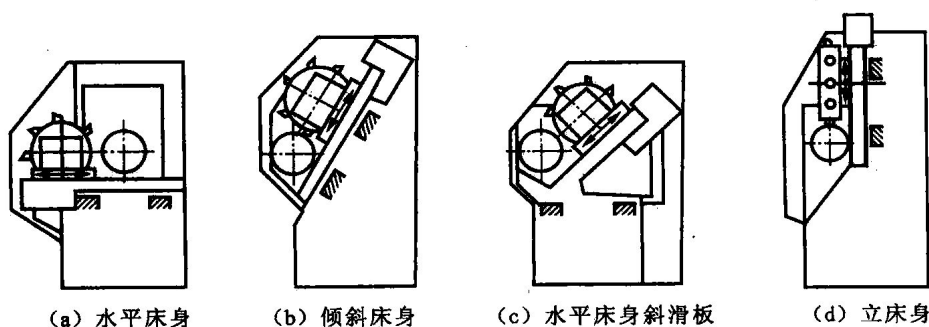


图 1-2-3 数控车床床身结构

部空间小,故排屑困难。从结构尺寸上看,刀架水平放置使得滑板横向尺寸较长,从而加大了机床宽度方向的结构尺寸。

水平床身配上倾斜放置的滑板,并配置倾斜式导轨防护罩,这种布局形式一方面有水平床身工艺性好的特点,另一方面机床宽度方向的尺寸较水平配置滑板的小,且排屑方便。

中、小型数控车床普遍采用水平床身配上倾斜放置的滑板和倾斜床身配置斜滑板布局形式。这两种布局形式排屑容易,热铁屑不会堆积在导轨上,便于安装自动排屑器;操作方便,易于安装机械手,以实现单机自动化;机床占地面积小,外形简洁、美观,容易实现封闭式防护。

倾斜床身的倾斜角一般有 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 90° (称为立式床身),常用的是倾斜角为 45° 、 60° 和 75° 的倾斜床身。

2. 数控车床的分类

数控车床品种繁多、规格不一,可按如下方法进行分类。

1) 按车床主轴位置分类

(1) 立式数控车床:立式数控车床简称为数控立车,其车床主轴垂直于水平面,拥有一个直径很大的圆形工作台,用来装夹工件。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件。

(2) 卧式数控车床:卧式数控车床又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性,并易于排除切屑。

2) 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床:这类车床没有尾座,适合车削盘类(含短轴类)零件。夹紧方式多为电动或液动控制,卡盘结构多具有可调卡爪或不淬火卡爪(即软卡爪)。

(2) 顶尖式数控车床:这类车床配有普通尾座或数控尾座,适合车削较长的零件及直径不太大的轴类零件。

3) 按刀架数量分类

(1) 单刀架数控车床:数控车床一般都配有各种形式的单刀架,如四工位卧动转位刀架或多工位转塔式自动转位刀架。

(2) 双刀架数控车床:这类车床的双刀架配置多是平行分布,也可以是相互垂直分布。

4) 按功能分类

(1) 经济型数控车床:是采用步进电动机和单片机对普通车床的进给系统进行改造后形成的简易型数控车床,成本较低,但自动化程度和功能都比较差,车削加工精度也不高,适用于要求不高的回转类零件的车削加工。

(2) 普通数控车床:是根据车削加工要求在结构上进行专门设计并配备通用数控系统而形成的数控车床,数控系统功能强,自动化程度和加工精度也比较高,适用于一般回转类零件的车削加工。这种数控车床可同时控制两个坐标轴,即 X 轴和 Z 轴。

(3) 车削加工中心:是在普通数控车床的基础上,增加了 C 轴和铣削动力头的数控车床,也称加工中心。更高级的数控车床加工中心带有刀库,可控制 X 、 Z 和 C 三个坐标轴,联动控制轴可以是 (X/Z) 、 (X/C) 或 (Z/C) 。由于增加了 C 轴和铣削动力头,这种数控车床加工中心的加工功能大大增强,除可以进行一般车削外,还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削,以及中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削等加工。

3. 数控车床的工作原理

数控车床是集加工数据处理、自动控制和传感器反馈等为一体的现代制造设备,主要通过数据编程,运用自动控制的原理来达到控制车刀的移动和切削。

数控车床由输入装置、数控装置、伺服驱动及位置检测装置、辅助控制装置、机床本体等几部分组成,其工作原理如图 1-2-4 所示。

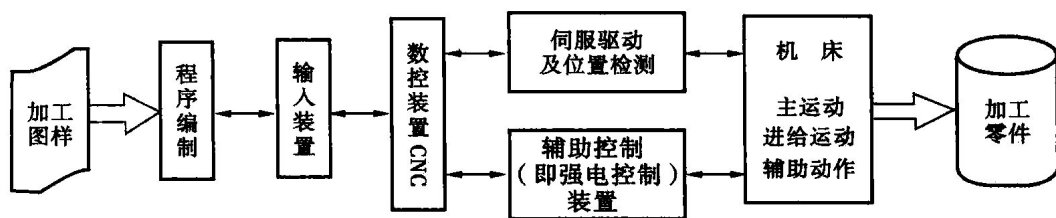


图 1-2-4 数控车床工作原理

1) 程序编制及程序载体

数控程序是数控车床自动加工零件的工作指令。在对加工零件进行工艺分析的基础上,确定零件在机床上的安装位置、刀具与零件相对运动的尺寸参数、零件加工的工艺路线、切削加工的工艺参数以及辅助装置的动作等。得到零件的所有运动轨迹、尺寸、工艺参数等加工信息后,用由文字、数字和符号组成的标准数控代码,按规定的方法和格式,编制零件加工的数控程序单。编制程序的工作可由人工进行;对于形状复杂的零件,则要在专用的编程机或通用计算机上进行自动编程。

编好的数控程序,存放在便于输入数控装置的存储载体上,它可以是穿孔纸带、磁带和磁盘等;采用哪一种存储载体,取决于数控装置的设计类型。

2) 输入装置

输入装置的作用是将程序存储载体(信息载体)上的数控代码传递并存入数控系统。根据存储载体介质的不同,输入装置可以是光电阅读机、磁带机或软盘驱动器等。数控机床加工程序也可通过键盘用手工方式直接输入数控系统,还可由编程计算机用 RS232C 或采用

网络通信方式传送到数控系统中。

零件加工程序输入过程有两种不同的方式:一种是边读入边加工(数控系统内存较小时);另一种是将零件加工程序一次性全部读入数控装置内部的存储器,加工时再从内部存储器中逐段调出进行加工。

3) 数控装置

数控装置是数控机床的核心。数控装置从内部存储器中取出或接受输入装置送来的一段或几段数控加工程序,经过数控装置的逻辑电路或系统软件进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种控制信息和指令,控制机床各部分的工作,使其进行规定、有序的运动和动作。

数控装置主要通过操作平台实现数据的输入与输出,如图 1-2-5 所示。

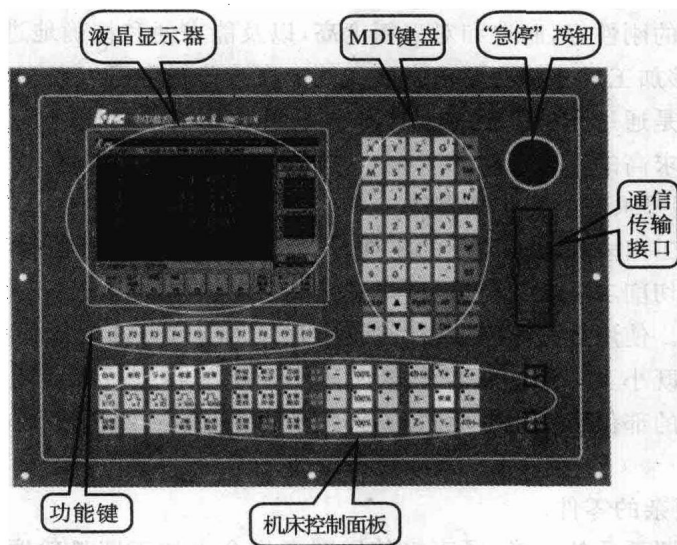


图 1-2-5 数控装置操作台

4) 驱动装置和位置检测装置

驱动装置接受来自数控装置的指令信息,经功率放大后,严格按照指令信息的要求驱动机床移动部件,以加工出符合图样要求的零件。因此,它的伺服精度和动态响应性能是影响数控机床加工精度、表面质量和生产率的重要因素之一。驱动装置包括控制器(含功率放大器)和执行机构两大部分。目前,大都采用直流或交流伺服电动机作为执行机构。

位置检测装置将数控机床各坐标轴的实际位移量检测出来,经反馈系统输入机床的数控装置之后,数控装置将反馈回来的实际位移量与设定值进行比较,控制驱动装置按照指令设定值运动。

5) 辅助控制装置

辅助控制装置的主要作用是接收数控装置输出的开关量指令信号,经过编译、逻辑判别和运动,再经功率放大后驱动相应的电机,带动机床的机械、液压、气动等辅助装置完成指令规定的开关量动作。这些控制包括:主轴运动部件的变速、换向和启停,刀具的选择和交换,冷却、润滑装置的启停,工件和机床部件的松开、夹紧,分度工作台转位分度,等等。

由于可编程逻辑控制器具有响应快,性能可靠,易于使用,编程和修改程序方便,并可直