

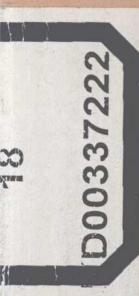


教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校数控技术应用专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

数控车削编程 与操作训练

高 枫 肖卫宁 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校数控技术应用专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

数控车削编程与操作训练

高 枫 肖卫宁 主编
葛金印 吴联兴 主审

高等教育出版社

内容简介

本书是教育部推荐的数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部 2003 年 12 月颁发的《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》中核心教学与训练项目的基本要求,并参照相关的国家职业标准和行业的职业技能鉴定规范及初、中级技术工人等级考核标准编写的。

本书主要内容有:数控车削编程基础、轴套类零件加工程序的编制、成形面类零件加工程序的编制、螺纹加工程序的编制、CKA6150 数控车床的操作、数控车削编程与操作入门实训及数控车削编程与操作中高级实训。

本书可作为中等职业学校数控技术应用专业及相关专业的教学用书,也可作为有关行业的岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削编程与操作训练 / 高枫,肖卫宁主编. —北京:高等教育出版社,2005.6
ISBN 7-04-016721-2

I. 数... II. ①高... ②肖... III. ①数控机床:车床-车削-程序设计-技术培训-教材②数控机床:车床-车削-加工-技术培训-教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 027490 号

策划编辑 李新宇 责任编辑 张春英 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 王艳红 责任校对 胡晓琪 责任印制 杨明

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	国防工业出版社印刷厂		http://www.landaco.com.cn
开 本	787×1092 1/16	版 次	2005 年 6 月第 1 版
印 张	14.75	印 次	2005 年 11 月第 3 次印刷
字 数	360 000	定 价	19.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16721-00

出版说明

2003年12月教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。为了配合该项工程的实施,高等教育出版社开发编写了数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。该系列教材已纳入教育部职业教育与成人教育司发布实施的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定,作为教育部推荐教材出版。

高等教育出版社出版的教育部推荐数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材(以下简称推荐系列教材),是根据教育部办公厅、国防科工委办公厅、中国机械工业联合会最新颁布的《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。推荐系列教材力图体现:以培养综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出数控技术应用专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。推荐系列教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新尝试,主要特色有:

1. 以就业为导向,定位准确,全程设计,整体优化。

2. 借鉴国内外职业教育先进教学模式,突出项目教学,顺应现代职业教育教学制度的改革趋势,适应学分制。

3. 理论基础知识教材,以职业技能所依托的理论知识为主线,综合了多门传统的专业基础课程的理论知识。知识点以必需、够用为度。

4. 理论实践一体化教材,缩短了理论与实践教学之间的距离,内在联系有效,衔接与呼应合理,强化了知识性和实践性的统一。

5. 操作训练和实训指导教材,参照国家职业资格认证标准,成系列按课题展开,考评标准具体明确,直观实用,可操作性强。

推荐系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需求不断完善和提高。

查阅推荐系列教材的相关信息,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

高等教育出版社

2004年12月

前 言

本书是根据2003年12月教育部办公厅、国防科工委办公厅和中国机械工业联合会颁布的《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》的核心课程与训练项目“数控车削编程与操作训练”教学内容与教学要求,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及相关国家职业标准的中、初级技术工人考核标准编写的。在编写过程中,注重结合我国数控技术应用专业领域技能型紧缺人才需求的实际情况,借鉴了国内外先进职业教育的理念、模式和方法,对数控技术应用专业教学内容和教学方法进行了改革。本书是中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。

本书坚持以服务为宗旨,以就业为导向的办学思想,突出了职业技能教育。本书的主要特点为:

1. 打破了学科体系,突出了以能力为本位的要求,在基础知识选择上,以“必需、够用”为原则,体现了针对性和实践性。

2. 在教材的编写过程中注重把理论知识和技能训练相结合,教学实训和生产实际相结合,以能生产出合格的产品为标准。

3. 将数控车削入门、中级技术工人等级考核标准引入教学实训,将数控车削编程与操作训练职业技能鉴定的内容和国家职业标准相结合、相统一,满足上岗前培训和就业的需要。

本书由天津市第一轻工业学校高枫、天津冶金职业技术学院肖卫宁任主编,天津市第一轻工业学校刘振强、林颖参编。其中,高枫编写第1、5章;肖卫宁编写第2章;刘振强编写第4章;林颖编写第3章;第6、7章由集体编写。教育部聘请无锡机电高等职业技术学校高级讲师葛金印和天津冶金职业技术学院副教授吴联兴审阅了本书,他们对本书提出很多宝贵建议。此外,在本书编写过程中,还得到了广东顺德梁铨琚中学曾凡亮、赵汝其的帮助。在此一并致谢。

由于编者学术水平有限,难免有错漏之处,敬请批评指正。

编 者

2004年10月

目 录

第 1 章 数控车削的编程基础	1
1.1 数控车床简介	1
1.1.1 数控车床	1
1.1.2 数控车床型号代码的含义	2
1.1.3 数控车削的加工过程	2
1.2 数控车削加工工艺	3
1.2.1 数控车削加工工艺的主要内容	3
1.2.2 数控车削加工工序的划分原则	3
1.2.3 数控车削加工路线的确定	3
1.2.4 数控车削刀具的选择	4
1.2.5 数控车削切削用量的选择	5
1.2.6 数控车削加工中对刀点、换刀点及 刀位点的确定	6
1.2.7 数控加工工艺技术文件的编写	7
1.3 数控车削编程的基本知识	7
1.3.1 数控编程的内容及步骤	7
1.3.2 数控编程的方法	8
1.3.3 数控编程的基本知识	9
1.3.4 程序的结构与格式	10
1.3.5 FANUC Oi Mate - TB 系统的指令 代码	12
习题一	14
第 2 章 轴套类零件加工程序的 编制	16
2.1 阶梯轴加工程序的编制	16
2.1.1 阶梯轴加工编程的工艺知识	16
2.1.2 阶梯轴加工的编程方法	17
2.2 外圆锥面加工程序的编制	21
2.2.1 外圆锥面加工编程的工艺知识	21
2.2.2 外圆锥面加工编程方法	22
2.3 循环指令	27
2.3.1 简单固定循环指令(G90 指令)	27
2.3.2 复合固定循环指令(G71、G73、G70 指令)	31
2.4 槽与切断加工程序的编制	36
2.4.1 槽加工编程的工艺知识	36
2.4.2 槽加工的编程方法	37
2.5 套类零件的编程方法	42
2.5.1 通孔加工编程示例	42
2.5.2 阶梯孔加工编程示例	45
2.5.3 内锥面加工编程示例	48
2.5.4 内沟槽加工编程示例	51
习题二	55
第 3 章 成形面类零件加工程序 的编制	61
3.1 成形面加工编程基础	61
3.1.1 成形面加工编程的工艺知识	61
3.1.2 刀具的选择	63
3.2 成形面加工编程方法	63
3.2.1 加工圆弧的顺、逆方向判断	63
3.2.2 G02/G03 的指令格式	65
3.2.3 G40/G41/G42 指令在成形面加工 中的应用	66
3.3 成形面加工编程示例	67
3.3.1 凸圆弧面加工编程示例	67
3.3.2 凹圆弧面加工示例	69
3.3.3 内圆弧面编程示例	72
3.3.4 成形面加工编程示例	74
习题三	79
第 4 章 螺纹加工程序的编制	82
4.1 螺纹加工编程的工艺知识	82
4.1.1 螺纹加工的基础知识	82
4.1.2 螺纹加工尺寸分析	83
4.1.3 切削用量的选用	86
4.2 螺纹加工的编程方法	88
4.2.1 单行程螺纹切削指令 G32	88
4.2.2 螺纹切削循环指令 G92	94

4.2.3 螺纹切削复合循环指令 G76	98	十三	157
习题四	102	6.14 数控车削编程与操作入门实训	
第 5 章 CKA6150 数控车床的		十四	158
操作	108	第 7 章 数控车削编程与操作	
5.1 数控车削实训安全操作规程	108	中级实训	159
5.2 CKA6150 数控车床的主要技术指标	108	7.1 数控车削编程与操作中级实训一	159
5.3 CKA6150 数控车床的操作面板介绍		7.2 数控车削编程与操作中级实训二	165
(FANUC 0i Mate - TB 系统)	109	7.3 数控车削编程与操作中级实训三	171
5.4 CKA6150 数控车床的操作		7.4 数控车削编程与操作中级实训四	177
(FANUC 0i Mate - TB 系统)	113	7.5 数控车削编程与操作中级实训五	184
习题五	116	7.6 数控车削编程与操作中级实训六	192
第 6 章 数控车削编程与操作		7.7 数控车削编程与操作中级实训七	204
入门实训	117	7.8 数控车削编程与操作中级实训八	220
6.1 数控车削编程与操作入门实训一	117	7.9 数控车削编程与操作中级实训九	221
6.2 数控车削编程与操作入门实训二	122	7.10 数控车削编程与操作中级实训十	222
6.3 数控车削编程与操作入门实训三	128	7.11 数控车削编程与操作中级实训	
6.4 数控车削编程与操作入门实训四	134	十一	223
6.5 数控车削编程与操作入门实训五	140	7.12 数控车削编程与操作中级实训	
6.6 数控车削编程与操作入门实训六	145	十二	224
6.7 数控车削编程与操作入门实训七	150	7.13 数控车削编程与操作中级实训	
6.8 数控车削编程与操作入门实训八	152	十三	225
6.9 数控车削编程与操作入门实训九	153	7.14 数控车削编程与操作中级实训	
6.10 数控车削编程与操作入门实训十	154	十四	226
6.11 数控车削编程与操作入门实训		7.15 数控车削编程与操作中级实训	
十一	155	十五	227
6.12 数控车削编程与操作入门实训		7.16 数控车削编程与操作中级实训	
十二	156	十六	228
6.13 数控车削编程与操作入门实训		参考文献	229

第 1 章

数控车削的编程基础

数控车削加工是数控加工中使用最广泛、最基本的加工方法,主要包括内外圆柱面、端面、沟槽、内外圆锥面、成形面、螺纹等回转面的车削加工。

本章主要介绍以下几个方面的内容:

1. 常见数控车床的型号及各代码的含义,数控车削的加工过程。
2. 数控车削加工工艺的主要内容以及常用刀具和切削用量的选择方法。
3. 数控编程的主要内容和方法以及程序的结构与格式。

1.1 数控车床简介

1.1.1 数控车床

数控是数字控制(Numerical Control, NC)的简称,是用数字化信号进行自动控制的技术,一般把用这种技术实现的数控车床称为 NC 车床。随着数控技术的发展,现代数控系统采用微处理器中的系统程序(软件)来实现逻辑控制,实现全部或部分数控功能,称为计算机数控(Computer Numerical Control)系统,简称 CNC 系统,具有 CNC 系统的车床称为 CNC 车床。目前人们提及数控车床一般是指 CNC 车床。

图 1-1 是卧式数控车床外形图。

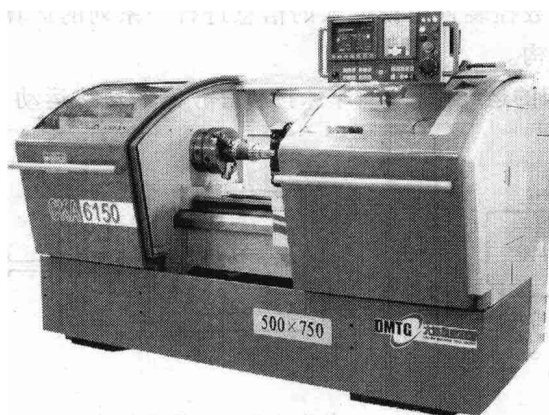
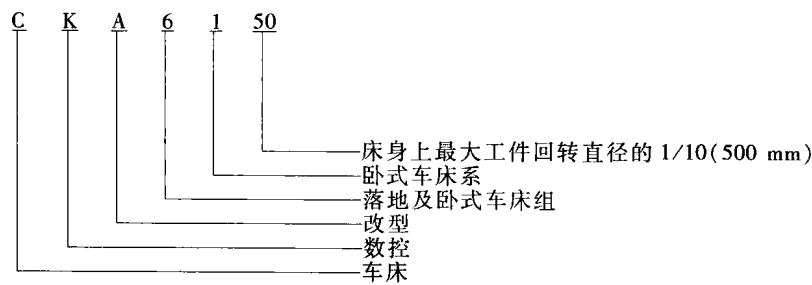


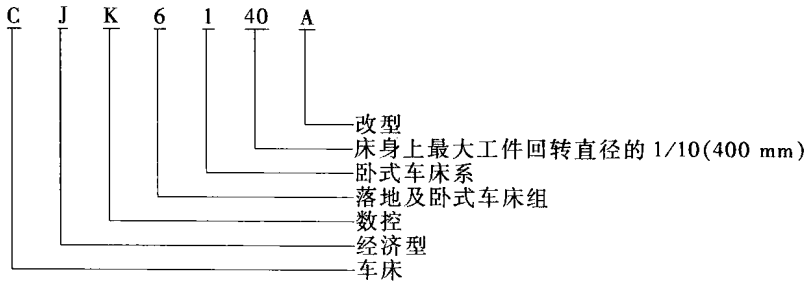
图 1-1 卧式数控车床外形图

1.1.2 数控车床型号代码的含义

1. 数控车床 CKA6150 各代码的含义说明



2. 数控车床 CJK6140A 各代码的含义说明



1.1.3 数控车削的加工过程

数控车削的加工过程如图 1-2 所示。其主要步骤是：

- ① 根据被加工零件的零件图所规定的零件形状、尺寸、材料及技术要求等,制定零件加工的工艺过程、刀具相对零件的运动轨迹、切削参数以及辅助动作顺序等。
- ② 按规定的代码和程序格式,用手工编程或计算机自动编程的方法,编写零件加工程序。
- ③ 通过车床操作面板将加工程序输入数控装置,或通过接口传送。
- ④ 数控车床启动后,数控装置根据输入的信息进行一系列的运算和控制处理,将结果以脉冲形式送入车床的伺服机构。
- ⑤ 伺服机构驱动车床的运动部件,使车床按程序预定的轨迹运动,加工出合格的零件。

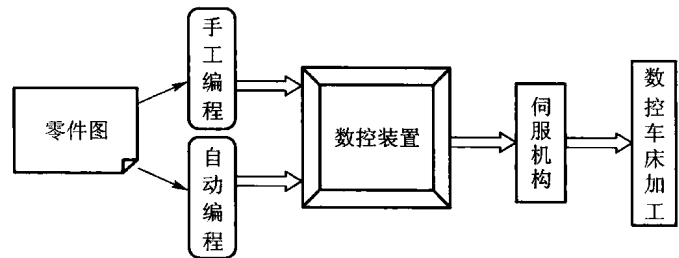


图 1-2 数控车床加工过程示意图

1.2 数控车削加工工艺

1.2.1 数控车削加工工艺的主要内容

- ① 确定零件坯料的装夹方式与加工方案。
- ② 刀具的选择。
- ③ 切削用量的选择。
- ④ 数控车削加工中对刀点与换刀点的确定。
- ⑤ 数控车削加工工艺技术文件的编写。

1.2.2 数控车削加工工序的划分原则

工序的划分可以采用两种不同的原则,即工序集中和工序分散的原则。

1. 工序集中原则

在一道工序中加工尽可能多的内容,使工序的总数量减少。这样不仅减少了夹具数量和零件装夹次数,而且还保证了各表面间的相互位置精度。

2. 工序分散原则

加工零件的过程分散在较多的工序中进行,每道工序的加工内容很少。优点是采用的加工设备结构简单,设备调整和维修方便,有利于选择合理的切削用量。

1.2.3 数控车削加工路线的确定

加工路线是刀具在整个加工工序中相对于零件的运动轨迹。它是编写程序的主要依据。加工顺序一般按先粗后精、先近后远的原则确定。先粗后精即按照粗车、半精车、精车的顺序进行,在粗加工中先切除较多毛坯余量。如图 1-3 所示切除双点画线部分,为精加工留下较少且均匀的加工余量;当粗车后所留余量的均匀性不满足精加工的要求时,则需安排半精车。一般精车要按图样尺寸一次切出零件轮廓,并保证精度要求。先近后远即离对刀点最近的部位先加工,远的部位后加工。如图 1-4 所示精加工顺序依次是 $\phi 28 \rightarrow \phi 32 \rightarrow \phi 36$,这种加工方法便于缩短刀具的移动距离,减少空行程。

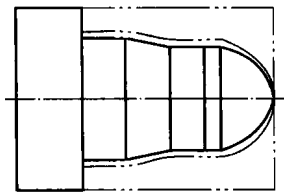


图 1-3 先粗后精

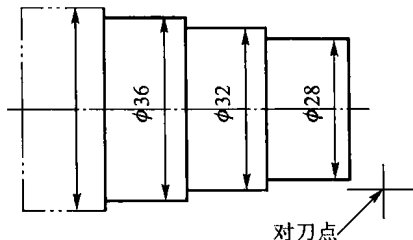


图 1-4 先近后远

1.2.4 数控车削刀具的选择

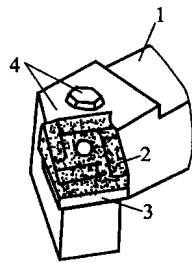
刀具的选择是数控车削加工工艺设计的重要内容之一。数控车削加工对刀具的要求较普通车床高,不仅要求其刚性好、切削性能好、耐用度高,而且安装调整方便。根据刀头与刀体的连接方式,车刀主要分为焊接式与机械夹紧(机夹)式可转位车刀两大类。

1. 常用数控车刀的种类和用途

常用数控车刀的种类和用途见表 1-1。

2. 机夹可转位车刀的选择

数控车床一般使用标准的机夹可转位车刀(如图 1-5 所示)。其主要目的是为了减少换刀时间和对刀方便,便于实现标准化。



1—刀杆;2—刀片;3—刀垫;4—夹紧元件
图 1-5 机夹可转位车刀结构

3. 机夹可转位车刀

机夹可转位车刀结构如图 1-6 所示。

表 1-1 常用数控车刀的种类和用途

常用焊接车刀	外圆精车刀	外圆粗车刀	端面车刀	切槽车刀	螺纹车刀	内孔车刀
常用机夹可转位车刀	外圆右偏精车刀	外圆右偏粗车刀	45°端面车刀	外圆切槽车刀	外圆螺纹车刀	
内孔车刀	中心钻		麻花钻	粗镗孔车刀		精镗孔车刀

4. 机夹可转位车刀刀片形状的选择

刀片形状主要根据被加工零件的表面形状、切削方法、刀具寿命和刀片的转位次数等因素选取。被加工表面形状与适用的刀片,刀片型号组成见国家标准 GB/T 2076—1987《切削刀具可转位刀片型号表示规则》。

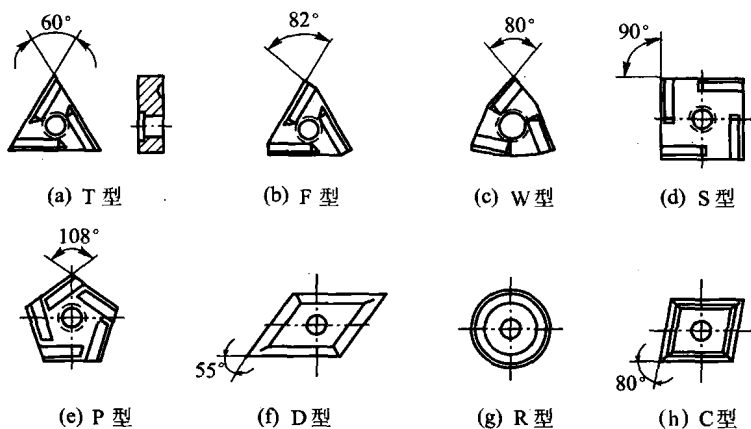


图 1-6 常用硬质合金车刀刀片

1.2.5 数控车切削用量的选择

选择切削用量的目的是在保证加工质量和刀具耐用度的前提下,使切削时间最短,生产率最高,成本最低。

切削用量包括背吃刀量(切削深度) a_p 、进给量 f 和主轴转速 n (切削速度 v)。

1. 背吃刀量(切削深度) a_p 的确定

零件上已加工表面与待加工表面之间的垂直距离称为背吃刀量。

背吃刀量主要根据车床、夹具、刀具、零件的刚度等因素决定。粗加工时,在条件允许的情况下,尽可能选择较大的背吃刀量,以减少走刀次数,提高生产率;精加工时,通常选较小的 a_p 值,以保证加工精度及表面粗糙度。

2. 进给量 f 的确定

进给量是切削用量中的一个重要参数。粗加工时,进给量在保证刀杆、刀具、车床、零件刚度等条件的前提下,选用尽可能大的 f 值;精加工时,进给量主要受表面粗糙度的限制,当表面粗糙度要求较高时,应选较小的 f 值。

3. 主轴转速 n 的确定

在保证刀具的耐用度及切削负荷不超过机床额定功率的情况下选定切削速度。粗加工时,背吃刀量和进给量均较大,故选较低的切削速度;精加工时,则选较高的切削速度。主轴转速要根据允许的切削速度 v 来选择。

由切削速度 v 计算主轴转速的公式如下:

$$n = 1\,000v/(\pi d)$$

式中 d ——零件直径,mm;

n ——主轴转速,r/min;

v ——切削速度, $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

切削用量的具体数值可参阅机床说明书、切削用量手册,并结合实际经验而确定,表 1-2 是参考了切削用量手册并结合学生实习的特点而确定切削用量选择参考表。

表 1-2 切削用量选择参考表

零件材料及 毛坯尺寸	加工内容	背吃刀量 a_p/mm	主轴转速 $n/(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$	进给量 $f/(\text{mm} \cdot \text{r}^{-1})$	刀具材料
45 钢, 直径 $\phi 20 \sim \phi 60$ 坯料, 内孔直径 $\phi 13 \sim \phi 20$	粗加工	1 ~ 2.5	300 ~ 800	0.15 ~ 0.4	硬质合金 (YT 类)
	精加工	0.25 ~ 0.5	600 ~ 1 000	0.08 ~ 0.2	
	切槽、切断 (切刀宽度 3 ~ 5mm)		300 ~ 500	0.05 ~ 0.1	
	钻中心孔		300 ~ 800	0.1 ~ 0.2	高速钢
	钻孔		300 ~ 500	0.05 ~ 0.2	高速钢

1.2.6 数控车削加工中对刀点、换刀点及刀位点的确定

1. 对刀点

对刀点是指在数控车床上加工零件时,刀具相对于零件运动的起点。由于程序从该点开始执行,所以对刀点又称为“程序起点”或“起刀点”。对刀点可选在零件上,也可选在零件外面(如选在夹具上或机床上),但必须与零件的定位基准有一定的尺寸关系。为了提高加工精度,对刀点应尽量选在零件的设计基准或工艺基准上,如图 1-7 所示。坐标原点 $O(0,0)$,对刀点 X 向取毛坯直径, Z 向一般在距离零件 2 mm 处。

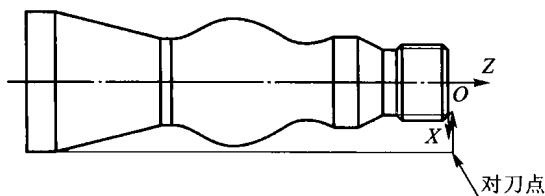


图 1-7 对刀点示意图

2. 换刀点

换刀点是指刀架转位换刀的位置。换刀点应设在零件或夹具的外部,以刀架转位时不碰零件及其他部件为准。

3. 刀位点

刀位点是指在加工程序编制中,用以表示刀具位置的点,各类车刀的刀位点如图 1-8 所示。每把刀的刀位点在整个加工中只能有一个位置。

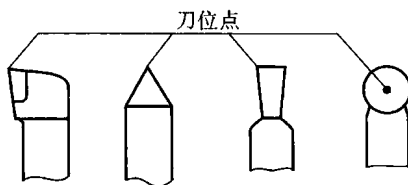


图 1-8 刀位点

1.2.7 数控加工工艺技术文件的编写

数控加工工艺文件既是数控加工、产品验收的依据,又是操作者应遵守、执行的规程,还为重复使用做必要的工艺资料积累。该文件主要包括数控加工工序卡、数控刀具卡、零件加工程序单等。

1. 数控加工工序卡

数控加工工序卡是编制加工程序的主要依据和操作人员数控加工的指导性文件。数控加工工序卡包括:工步顺序、工步内容、各工步使用的刀具和切削用量等,见 1-3。

表 1-3 数控加工工序卡片

单位名称		产品名称或代号		零件名称		零件图号	
工序号		程序编号		夹具名称		使用设备	
001						车间	
工步号	工步内容	刀具号	刀具规格 R/mm	主轴转速 n/(r·min ⁻¹)	进给量 f/(mm·r ⁻¹)	背吃刀量 a _p /mm	备注
编制	审核	批准		日期		共 1 页	第 1 页

2. 刀具卡

数控加工对刀具的要求十分严格,一般要在机外对刀仪上调整好刀具位置和长度。刀具卡主要反映刀具编号、刀具名称、刀具数量、刀具规格等内容,见 1-4。

表 1-4 数控加工刀具卡片

产品名称或代号		零件名称		零件图号			
序号	刀具号	刀具名称	数量	加工表面	刀尖半径 R/mm	刀尖方位 T	备注
编制		审核	批准		共 1 页	第 1 页	

3. 数控加工程序单

数控加工程序单是操作者根据工艺分析,经过数值计算,按照机床指令代码特点编制的。它是记录数控加工工艺过程、工艺参数、位移数据的清单,是手动数据输入(MDI)实现数控加工的主要依据。不同的数控机床和数控系统,程序单的格式是不一样的。

1.3 数控车削编程的基本知识

1.3.1 数控编程的内容及步骤

1. 数控编程的主要内容

数控编程的主要内容及说明见表 1-5。

表 1-5 数控程序编制的主要内容及说明

内 容	说 明
分析零件图,确定零件加工工艺过程	要根据图样中零件的形状、尺寸、技术要求选择加工方案,确定加工顺序、加工路线、装夹方式、刀具及切削参数,正确选择对刀点、换刀点,减少换刀次数
数值计算	计算零件粗、精加工各运动轨迹。当零件图样坐标系与编程坐标系不一致时,需要对坐标进行换算。对于形状比较简单的零件(直线和圆弧组成的零件)的轮廓加工,需要计算出几何元素的起点、终点、圆弧的圆心、两几何元素的交点或切点的坐标值
编写零件加工程序单	根据数控系统的功能指令代码及程序段格式,编写加工程序单,填写有关的工艺文件,如数控加工工序卡、数控刀具卡、数控加工程序单等
输入程序	手动数据输入或通过计算机传送至机床数控系统
程序校验与首件试切	在数控仿真系统上仿真加工过程,空运行观察走刀路线是否正确,但这只能检验出运动是否正确,不能检验出被加工零件的加工精度。因此,有必要进行零件的首件试切

2. 数控编程的主要步骤

数控编程的主要步骤如图 1-9 所示。

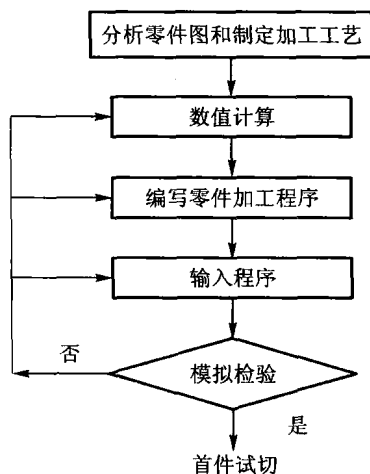


图 1-9 数控编程步骤

1.3.2 数控编程的方法

数控编程分为手工编程和自动编程两种。

1. 手工编程

对于加工形状简单的零件,手工编程比较简单,程序不复杂,而且经济、及时。因此,在点定位加工及由直线与圆弧组成的轮廓加工中,手工编程仍广泛应用。

2. 自动编程

自动编程就是用计算机及相应编程软件编制数控加工程序的过程。常见软件有

MasterCAM、UG、Pro/E、CAXA 制造工程师等。

1.3.3 数控编程的基本知识

1. 数控车床的坐标系

(1) 坐标系的建立

对于数控机床坐标轴名称及其正负方向,我国已制定了 JB 3051—1982《数控机床坐标和运动方向的命名》的数控标准,它与 ISO 标准相同。标准坐标系采用右手直角笛卡儿坐标系,如图 1-10 所示。

在坐标系中车床主轴纵向方向是 Z 轴,平行于横向运动方向为 X 轴,车刀远离零件的方向为正向,接近零件的方向为负向。卧式车床坐标系如图 1-11 所示。

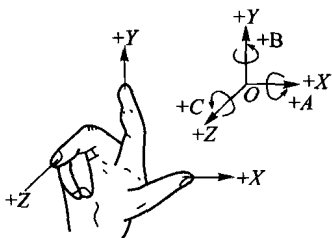


图 1-10 右手直角笛卡儿坐标系

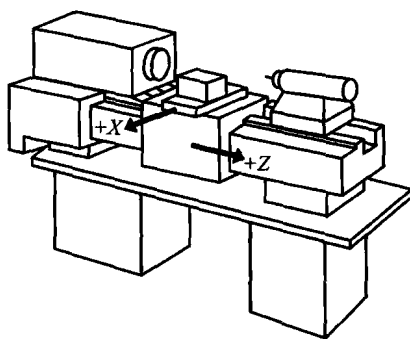


图 1-11 卧式车床坐标系

(2) 编程坐标系与编程原点

为了方便编程,首先要在零件图上适当地选定一个编程原点,该点应尽量设置在零件的工艺基准与设计基准上,并以这个原点作为坐标系的原点,再建立一个新的坐标系,称编程坐标系或零件坐标系。

编程坐标系用来确定编程和刀具的起点。在数控车床上,编程原点一般设在右端面与主轴回转中心线交点 O 上(如图 1-12b 所示),也可设在零件的左端面与主轴回转中心线交点 O 上(如图 1-12a 所示)。坐标系以机床主轴线方向为 Z 轴方向,刀具远离零件的方向为 Z 轴的正方向。 X 轴位于水平面且垂直于零件旋转轴线的方向,刀具远离主轴轴线的方向为 X 轴正向,如图 1-12 所示。

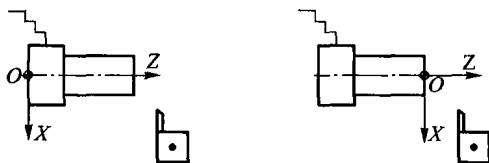
2. 编程方式的选择

(1) 绝对坐标方式与增量(相对)坐标方式

① 绝对坐标系 所有坐标点的坐标值均从编程原点计算的坐标系,称为绝对坐标系。

② 增量坐标系 坐标系中的坐标值是相对刀具前一位置(或起点)来计算的,称为增量(相对)坐标。增量坐标常用 U 、 W 表示,与 X 、 Z 轴平行且同向。

例 1-1 如图 1-13 中, O 为坐标原点, A 点绝对坐标为 $(D_3, -L_2)$, A 点相对 B 点的增量坐标为 (U, W) ,其中 $U = D_3 - D_2$; $W = -(L_2 - L_1)$ 。



(a) 零件原点在左端面 (b) 零件原点在右端面

图 1-12 零件原点及零件坐标系

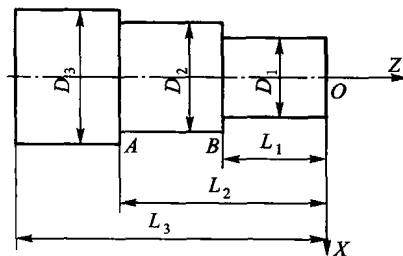


图 1-13 绝对坐标系示意图

编程中可根据图样尺寸的标注方式及加工精度要求选用,在一个程序段中可采用绝对坐标方式或相对坐标方式编程,也可采用两者混合编程。

(2) 直径编程与半径编程

在数控车削编程中, X 坐标值有两种表示方法,即直径编程和半径编程。

① 直径编程 在绝对坐标方式编程中, X 值为零件的直径值,增量坐标方式编程中, X 为刀具径向实际位移量的两倍。由于零件在图样上的标注及测量多为直径表示,所以大多数数控车削系统采用直径编程。常见 FANUC 系统是采用直径编程。

② 半径编程 采用半径编程,即 X 值为零件半径值或刀具实际位移量。

1.3.4 程序的结构与格式

1. 程序结构

一个完整的程序由程序号、程序内容和程序结束三部分组成。

例 1-2

O0001;	程序号
N0010 G40 G97 G99 M03 S600 F0.25;	程序内容
N0020 T0101;	
N0030 M08;	
N0040 G00 X44.0 Z2.0;	
N0050 G01 Z -66.0;	
N0060 X46.0;	
N0070 G00 Z2.0;	
N0080 M09;	程序结束
N0090 M30;	

(1) 程序号

在数控装置存储器中通过程序号查找和调用程序。程序号在程序的最前端,由地址码和 1~9999 范围内的任意数字组成,在 FANUC 系统中一般地址码为字母 O,其他系统用 P 或 % 等。

(2) 程序内容