



全国高职高专教育“十一五”规划教材
数控技术专业教改成果系列教材

典型零件的 数控加工工艺编制

主编 蒋兆宏



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

TH13

JZH

全国高职高专教育“十一五”规划教材
数控技术专业教改成果系列教材

要容内

典型零件的数控加工工艺编制

Dianxing Lingjian de Shukong Jiagong Gongyi Bianzhi

主 编 蒋兆宏

编 著 (910) 目 录 编 著 件 图



宁波大学007180212



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书以企业真实案例为蓝本,根据企业的实际生产特点设计典型的工作任务,通过七个典型案例的讲解,详细介绍机械零件数控加工工艺设计的全过程,案例选择由简单到复杂,从零件的材料、热处理、生产批量、结构形式等多方面阐述数控加工工艺设计的要点,并对影响机械产品加工质量的工艺装备、切削用量等因素进行详细讲解。为检验对所学知识的掌握程度,在每个学习情境后面增加了任务拓展与课后练习,便于巩固所学知识点与技能点。

本书的案例均基于一个完整的工作过程,内容翔实,通俗易懂,适合目前职业院校以工作过程为导向的项目教学,同时也适合机械类工程技术人员自学参考,通过学习可提高机械产品数控加工工艺的编制能力。

图书在版编目(CIP)数据

典型零件的数控加工工艺编制/蒋兆宏主编. —北京:
高等教育出版社,2010.10

ISBN 978-7-04-030343-8

I. ①典… II. ①蒋… III. ①机械元件-数控机床-加工工艺-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TH13
②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 175287 号

策划编辑 徐进 责任编辑 贺玲 封面设计 于涛 责任绘图 尹莉
版式设计 王莹 责任校对 杨雪莲 责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×1092 1/16
印 张 9.25
字 数 210 000

版 次 2010年10月第1版
印 次 2010年10月第1次印刷
定 价 15.20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

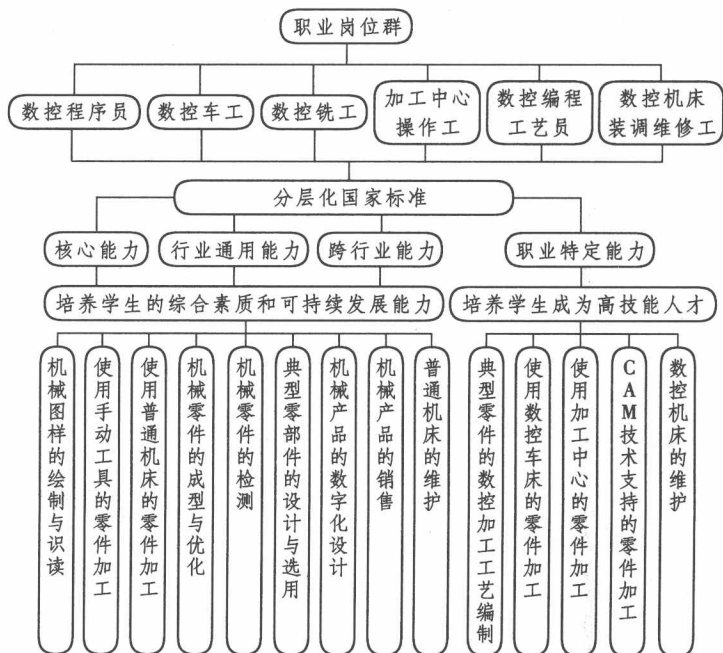
物料号 30343-00

序

胡锦涛总书记在 2010 年全国教育工作会议上强调,要按照优先发展、育人为本、改革创新、促进公平、提高质量的工作方针,切实落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》,确保到 2020 年我国基本实现教育现代化,基本形成学习型社会,进入人力资源强国行列。这对高职教育进一步改革与发展提出了新的更高要求,高职教育必须全面提高人才培养质量。

课程建设是高职院校教学内涵建设的重点,是提高教学质量的核心。常州轻工职业技术学院通过校企合作、工学结合,以区域经济发展需要为依据,根据数控技术领域和职业岗位(群)的任职要求,与企业专家共同分析数控技术专业就业岗位(群)所需人才的素质、知识与能力,结合国家职业技能鉴定中心提出的分层化国家职业标准,确定以职业岗位为基础,将职业岗位的工作任务转化为任务引领的课程体系,建立工作过程系统化的、以职业资格标准为基础的“双证融通”专业课程体系。在新的专业课程体系中,核心能力(即关键能力)、行业通用能力和跨行业能力的培养充分体现了高职教育提高学生的综合职业素质及可持续发展能力的思路;职业特定能力的培养满足了高技能人才培养的特色和职业资格的标准要求。

数控技术专业课程体系



前 言

数控技术是提高产品质量和劳动生产率必不可少的手段,随着科学技术的迅速发展,我国的制造业已广泛使用先进的数控技术。

一直以来,很多课堂教学采用传统的“先理论,后实践”的教学方式,使学生完全处于被动接受的地位。有的教师在教授过程中只强调书本知识,导致学生根本无法做到学以致用,在实际操作中常感到不知所措。在这种传统的教学方式下,教学过程缺少对实践结果的监控和评价,致使学生仅具备基础理论和专门知识,而不能真正掌握该专业领域所需的基本技能,从而难以适应工作岗位的要求。

在本书的编写过程中,编者根据企业的生产特点设计典型工作任务,同时根据典型的工作任务对技能与知识的需求以及生产任务的流程,构建若干学习情境,并把知识点穿插到任务执行的过程中,以使學生更好的掌握知识点,并提高实践能力。

本书选择数控加工中常见的典型零件,根据高职学生的学习认知规律,以工作过程为导向,以任务驱动的方法介绍数控加工工艺的基础知识。具体包括数控加工的内容、特点,机械加工工艺规程设计的基本方法和步骤,工艺尺寸的确定,切削用量的选择,工件安装和定位及夹具等相关知识。读者可通过实例的学习掌握典型零件数控加工工艺规程的编制方法,从而提高机械产品数控加工工艺的编制能力。

本书由蒋兆宏担任主编,方长福、周威铎任副主编,王志平担任主审。全书由蒋兆宏提出编写大纲并统稿,葛天林参与了本书的编写工作。

本书在编写过程中参考了许多文献和教学科研成果,在此谨对原作者表示感谢。

由于编者水平和经验有限,本书难免有一些错误和不足之处,敬请批评指正。编者联系方式:jump19682003@sina.com。

编者

2010年7月

目 录

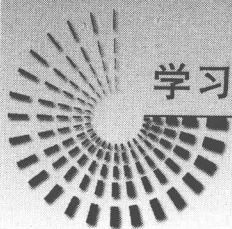
学习情境一 支轴的加工工艺	1
1.1 任务引入	1
1.2 任务分析	2
1.3 相关知识	2
一、生产过程和工艺过程	2
二、机械加工工艺过程的组成	3
三、生产纲领和生产类型	4
四、机械加工工艺规程	6
五、零件的结构工艺性分析	9
六、数控车床及其加工对象	10
七、数控车削常用刀具	11
八、数控车床通用夹具	13
1.4 任务实施	14
一、加工工艺性分析	14
二、制定加工工艺	14
1.5 任务拓展与课后练习	15
学习情境二 齿轮轴加工工艺	17
2.1 任务引入	17
2.2 任务分析	18
2.3 相关知识	18
一、毛坯的确定	18
二、基准及基准的选择	19
三、加工顺序的确定	23
四、工序尺寸	25
2.4 任务实施	31
一、轴的技术要求分析	31
二、零件的毛坯设计	31
三、齿轮轴加工工艺分析	31
四、数控车削工序尺寸设计	33



五、填写加工技术文件	33
2.5 任务拓展与课后练习	34
学习情境三 支架套的加工工艺	35
3.1 任务引入	35
3.2 任务分析	36
3.3 相关知识	36
一、套类零件的结构特点及技术要求分析	36
二、零件的内孔加工方法选择	37
三、保证套类零件表面相对位置精度的方法	43
3.4 任务实施	44
一、支架套的加工技术分析	44
二、支架套的加工工艺分析	44
三、填写支架套的加工技术文件	45
3.5 任务拓展与课后练习	46
学习情境四 连杆加工夹具设计	47
4.1 任务引入	47
4.2 任务分析	48
4.3 相关知识	48
一、工件的定位方法	48
二、工件定位的基本原理	49
三、定位方式与定位元件	52
四、机床夹具概述	60
五、数控机床夹具	62
六、机床专用夹具设计的方法和步骤	64
4.4 任务实施	66
一、确定定位方案	66
二、定位、夹紧元件的选择	67
三、绘制夹具总图	67
4.5 任务拓展与课后练习	68
学习情境五 集成块加工机床及刀具的选择	70
5.1 任务引入	70
5.2 任务分析	71
5.3 相关知识	71
一、数控铣削机床及其加工范围	71
二、数控铣削零件的结构工艺性	75



三、数控铣削常用刀具	78
5.4 任务实施	83
一、机床的选择	83
二、铣刀的选择	83
5.5 任务拓展与课后练习	86
学习情境六 泵盖的加工工艺	88
6.1 任务引入	88
6.2 任务分析	89
6.3 相关知识	89
一、铸造毛坯的确定	89
二、加工方法的选择	90
三、切削用量的选择原则	92
四、铣削零件的定位及装夹原则	93
五、机械加工精度	94
6.4 任务实施	101
一、泵盖的加工工艺性分析	101
二、泵盖的加工工艺设计	102
三、泵盖的数控加工工艺设计	104
四、切削用量的设计	105
五、填写数控加工技术文件	107
6.5 任务拓展与课后练习	109
学习情境七 蜗轮减速器箱体孔加工工艺	111
7.1 任务引入	111
7.2 任务分析	112
7.3 相关知识	112
一、数控孔加工常用刀具	112
二、箱体加工常见方法和工艺特点	116
三、零件加工的表面质量	117
7.4 任务实施	119
一、减速器箱体的加工技术分析	119
二、减速器箱体加工工艺设计	119
三、编制数控加工工序流程卡	121
四、编制数控加工工序卡	123
7.5 任务拓展与课后练习	134
参考文献	135



学习情境一

支轴的加工工艺

1.1 任务引入

生产如图 1-1 所示支轴,该零件材料为 45 钢,生产数量为 20 件。

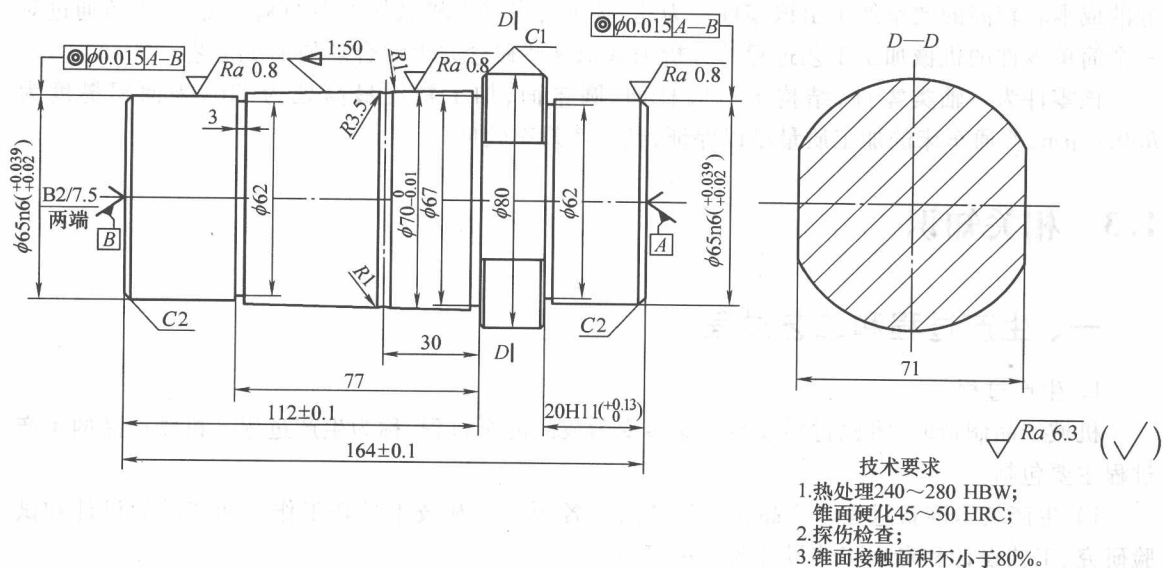


图 1-1 支轴

现为加工该零件制订有关技术文件。



任务说明

- 1) 掌握机械加工中的机械加工工艺过程的基本概念。
- 2) 了解机械加工工艺规程及格式。



3) 为加工该零件制订有关技术文件。



知识点、技能点

- 1) 零件机械加工工艺过程的组成。
- 2) 机械加工工艺过程的基本概念。
- 3) 工序、工步、装夹、工位的基本概念。
- 4) 生产纲领的概念及计算、生产类型及工艺特点。
- 5) 机械加工工艺规程。
- 6) 数控车床的分类、加工对象。
- 7) 数控车削常用刀具、夹具。

1.2 任务分析

在对一个零件进行机械加工前,必须首先制订该零件的工艺规程,这样才能有效地保证用较低的成本和较高的效率加工出该零件。为此,必须首先掌握机械加工中的基本概念,本节通过对一个简单零件的机械加工工艺过程的分析来认识这些概念并编制合理的加工工艺。

该零件为一轴类零件,结构上有圆柱面、圆锥面,加工精度最高处为 IT6,表面粗糙度为 $Ra0.8\ \mu\text{m}$,普通车床的加工质量难以保证,且生产效率较低。

1.3 相关知识

一、生产过程和工艺过程

1. 生产过程

机械产品制造时,将原材料或半成品转变为成品的全过程,称为生产过程。机械产品的生产过程主要包括:

- 1) 生产技术准备过程 产品投入生产前的各项生产和技术准备工作。如产品的设计和试验研究、工艺设计和专用工装设计与制造等。
- 2) 毛坯的制造过程 如铸造、锻造和冲压等。
- 3) 零件的各种加工过程 如机械加工、焊接、热处理和其他表面处理。
- 4) 产品的装配过程 如部件装配、总装配、调试等。
- 5) 各种生产服务活动 如生产中原材料、半成品和工具的供应、运输、保管以及产品的包装和发运等。

2. 工艺过程

在机械产品的生产过程中,那些与原材料变为成品直接相关的过程,如毛坯制造、机械加工、热处理和装配等,称为工艺过程。

3. 机械加工工艺过程

采用机械加工的方法直接改变生产对象的尺寸、形状和表面质量,使之成为产品零件的过程称为机械加工工艺过程。本节主要的研究对象就是机械加工工艺过程中的有关问题。

二、机械加工工艺过程的组成

在机械加工工艺过程中,根据被加工对象的结构特点和技术要求,常需要采用各种不同的加工方法和设备,并通过一系列加工步骤,才能将毛坯变成零件。因此,机械加工工艺过程是由一个或几个顺次排列的工序组成的,而工序又可细分为若干工步、安装和进给。

1. 工序

一个(或一组)工人在一台机床(或一个工作地)对一个(或同时对几个)零件所连续完成的那一部分工艺过程,称为工序。工序是组成机械加工工艺过程的基本单元。

区分工序的主要依据是看工作地是否变动和加工过程是否连续。加工中设备是否变化很容易判断,但连续性是指加工过程的连续而非时间上的连续。例如,支轴加工过程中的车端面和外圆,如果加工中是先加工完一端后马上调头加工另一端,则此加工内容为一个工序;如果把一批工件的一端全部加工完后再加工全部工件的另一端,那么同样这些加工内容,由于对每个工件而言是不连续的,应算作两道工序。

2. 工步与进给

在加工表面、加工工具和切削用量中的转速与进给量都不变的情况下,所连续完成的那部分工序内容称为工步。一个工序可包括一个工步,也可包括几个工步。

构成工步的任一因素(加工表面、切削工具或切削用量)改变后,一般即变为另一工步。有关工步的特殊情况有以下几种:

在一次安装中连续进行的若干相同的工步,为简化工序内容的叙述,通常多看作是一个工步。例如,对于图 1-2 所示零件上 4 个 $\phi 15$ mm 孔的钻削,可写成一个工步。

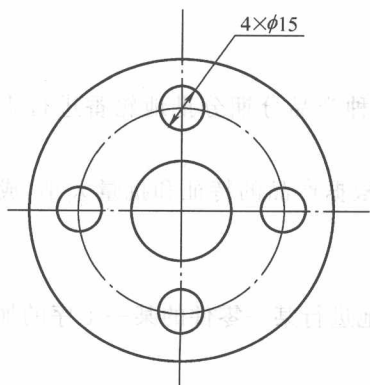


图 1-2 包括 4 个相同表面加工

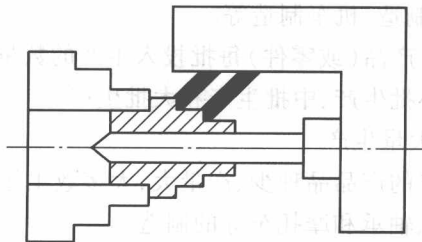


图 1-3 复合工步

为了提高生产率,用几把刀具同时加工几个表面的工步,称为复合工步(图 1-3)。在工艺文件上,复合工步应视为一个工步。



在数控机床加工中,往往将用同一把刀加工出不同表面的全部加工内容看作是一个工步。

在一个工步中,若被加工表面需切去的金属层很厚,需要几次切削,则每一次切削就叫一次进给。一个工步包括一次或几次进给。

3. 装夹与工位

在工件的加工过程中,为了保证被加工零件的几何参数正确,必须保证加工过程中工件与刀具的相对位置关系正确,为此工件在加工之前首先应保证其位置正确,找出工件正确位置的过程叫定位。其次,在加工过程中切削力产生后,为保证工件在该力作用下不改变其定位确定的正确位置,应对工件进行固定,该过程叫夹紧。工件在加工前将其在机床或夹具中定位、夹紧的过程称为装夹。在一个工序中,工件可能只需要装夹一次,也可能需要装夹几次。工件在一次装夹后,其在机床上占据的每一个加工位置称为一个工位。

三、生产纲领和生产类型

产品(或零件)的生产纲领是指企业在计划期内生产的产品产量和进度计划。计划期一般为一年。对于零件而言,除了制造机器所需的数量外,还应包括一定数量的备用品和废品。

零件的生产纲领可按式计算:

$$N = Qn(1+a+b)$$

式中 N ——零件的生产纲领;

Q ——产品的生产纲领;

n ——每台产品中的零件数;

a ——备品百分率, %;

b ——废品百分率, %。

生产类型是指工厂或车间生产专业化程度的分类,通常分为以下三种类型:

1. 单件生产

生产的产品品种繁多,每种产品仅制造一个或少数几个,而且很少再重复生产。例如,重型机械产品制造和新产品试制。

2. 成批生产

生产的产品品种较多,每种产品均有一定的数量,各种产品分期分批地轮番进行生产。例如,机床制造、机车制造等。

同一产品(或零件)每批投入生产的数量称为批量。根据产品的特征和批量大小,成批生产可分为小批生产、中批生产和大批生产。

3. 大量生产

生产的产品品种少、产量大,大多数工作地长期重复地进行某一零件的某一工序的加工。例如,汽车、轴承和摩托车等的制造。

生产类型不同,产品制造的工艺方法、所用的设备和工艺装备以及生产的组织均不相同。各种生产类型的工艺特征见表 1-1。

表 1-1 各种生产类型的工艺特征

生产类型 工艺特征	单件生产	成批生产	大量生产
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模手工造型;锻件用自由锻。毛坯精度低、加工余量大	部分铸件用金属模;部分锻件用模锻。毛坯精度中等,加工余量中等	锻件广泛采用金属模锻及其他高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高,加工余量小
机床设备及其布置形式	采用通用机床。机床按类型和规格大小采用“机群式”排列布置;也可用数控机床、加工中心等	部分采用通用机床和高效机床。按工件类别分工段排列设备;也可用数控机床和加工中心等	广泛采用高效专用机床及自动机床。按流水线和自动线排列设备
零件的互换性	用修配法。钳工修配缺乏互换性	大部分具有互换性。装配精度要求高时,可用分组装配法和调整法,同时保留某些修配法	具有广泛的互换性。少数装配精度较高处,采用分组装配法和调整法
工艺装备	大多采用通用夹具标准附件、通用刀具和万能量具。靠划线和试切达到精度要求	广泛采用夹具,部分靠找正装夹。较多采用专用刀具和量具	广泛采用高效夹具、复合刀具、专用量具或自动检测装置。靠调整法达到精度要求
对工人的技术要求	需技术水平较高的工人	需一定技术水平的工人	对调整工的技术水平要求高,对操作工的技术水平要求低
工艺文件	有简单的工艺过程卡	有工艺过程卡,关键工序要有工序卡	有工艺过程卡和工序卡,关键工序要有调整卡和检验卡

生产类型的判别要根据零件的生产数量(生产纲领)及其自身特点,具体情况见表 1-2。

表 1-2 生产类型与生产纲领的关系

同 类 零 件 的 年 产 量,件			
生产类型	重 型 (零件质量大于 2 000 kg)	中 型 (零件质量为 100 ~ 2 000 kg)	轻 型 (零件质量小于 100 kg)
单件生产	≤5	≤20	≤100
小批生产	5 ~ 100	20 ~ 200	100 ~ 500
中批生产	100 ~ 300	200 ~ 500	500 ~ 5 000
大批生产	300 ~ 1 000	500 ~ 5 000	5 000 ~ 50 000
大量生产	>1 000	>5 000	>50 000



例如,前述工件加工实例中工件为轻型零件,生产数量为 20 件,应属于单件生产。

四、机械加工工艺规程

机械加工工艺规程是规定零件制造工艺过程和操作方法的技术文件。

1. 工艺规程的作用

工艺规程是指导生产的主要技术文件。工艺规程的制订首先要确保其科学性与合理性,并在生产实践中不断改进和完善,而在生产中,则必须严格地执行既定的工艺规程,这是产品质量、生产效率和经济效益的保障。

工艺规程是生产组织和管理工作的基本依据。产品投产前原材料及毛坯的供应、通用工艺装备的准备、机床负荷的调整、专用工艺装备的设计与制造、作业计划的编排、劳动力的组织以及生产成本的核算等,都是以工艺规程为依据的。

工艺规程是工厂基础建设的基本资料。

2. 工艺规程的类型和格式

在机械制造的工厂里,常用的工艺文件的类型有机械加工工艺过程卡片和机械加工程序卡片。

1) 机械加工工艺过程卡片 机械加工工艺过程卡片是以工序为单位,说明零件整个机械加工过程的一种工艺文件。在这种卡片中,由于各工序的说明不够具体,故一般不能直接指导工人操作,而多作为生产管理方面使用。但在单件和小批生产中,通常不编制其他较详细的工艺文件,而用该卡片指导零件加工,其格式见表 1-3。

2) 机械加工程序卡片 机械加工程序卡片是用来具体指导工人进行操作的一种工艺文件,多用于大批大量生产中的重要零件。工序卡片中详细记载了该工序加工所必需的工艺资料,如定位基准的选择,工件的装夹方法,工序尺寸及公差以及机床、刀具、量具、切削用量的选择和工时定额的确定等,其格式见表 1-4。

3. 制定工艺规程的步骤

1) 分析研究零件图样,了解该零件在产品或部件中的作用,找出其要求较高的主要表面及主要技术要求,并了解各项技术要求制定的依据,审查其结构工艺性。

2) 选择和确定毛坯。

3) 拟订工艺路线。

4) 详细拟订工序具体内容。

5) 对工艺方案进行技术经济分析。

6) 填写工艺文件。

另外,在制订数控加工工艺规程时,制订的方法、原则和制订一般机械加工工艺规程是非常相似的,但在制订时的具体操作上有一些区别,最后的工艺文件也有所不同。数控工艺规程的格式除了上述的工艺过程卡片和工序卡片外,还需要有一份数控加工刀具卡片,其格式见表 1-5,该表为数控车床用加工刀具卡片,数控铣床和加工中心的刀具卡片形式与之略有差别。

