



全国高职高专教育“十一五”规划教材

数控技术及应用专业系列

数控车削技术

周保牛 编著



高等教育出版社

全国高职高专教育“十一五”规划教材

数控车削技术

周保牛 编著

高等教育出版社

内容提要

本书主要内容有：项目一数控车削阶梯轴类零件、项目二数控车削曲面轴类零件、项目三数控车削轴套类零件、项目四数控车削配合件和数控车床维护保养、车工（数控车工）国家职业技能鉴定标准两个附录。每个项目中有数控车削工艺、编程、车削加工和思考与练习题四个模块。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院数控技术、机电一体化技术、机械制造与自动化等专业的教材，也可用于成人教育以及数控技术培训、进修的教学用书，并可作为从事数控加工工程技术人员、工人和管理人员的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

数控车削技术 / 周保牛编著. —北京：高等教育出版社，
2007.8

ISBN 978-7-04-021665-3

I. 数… II. 周… III. 数控机床：车床—车削—高等学校—教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 104777 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 王艳红 责任校对 杨凤玲 责任印制 尤 静

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 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 22.75
字 数 540 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 8 月第 1 版
印 次 2007 年 8 月第 1 次印刷
定 价 28.40 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 21665-00

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

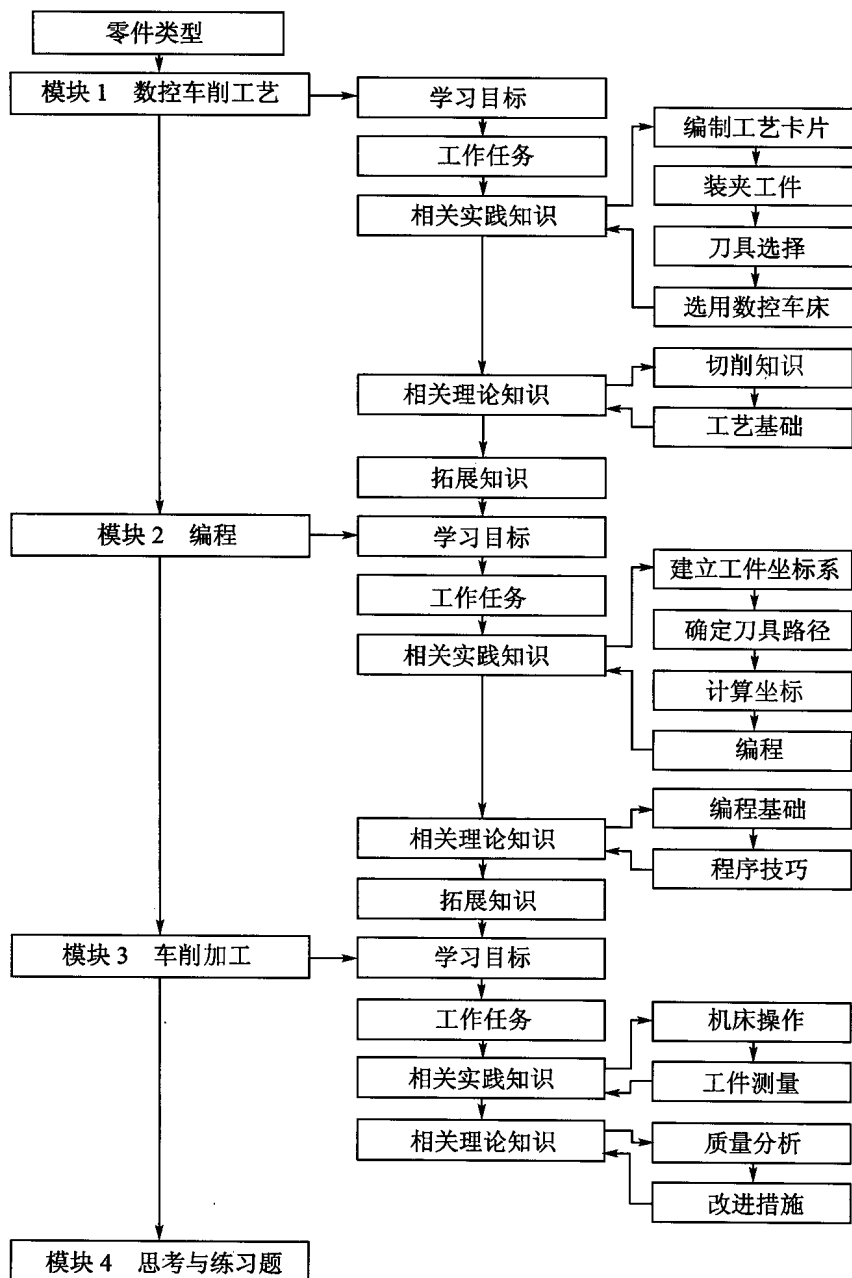
购书请拨打电话：(010)58581118

前 言

2003 年以来,为了培养适合社会需要的高等技术应用性人才,我们以数控技术专业为试点,依托常州机电职业技术学院郝超主持的江苏省教育科学“十五”规划重点课题,开展高职课程模式改革系列工程。经过 4 年的努力,在华东师范大学课程专家徐国庆博士的指导下,我们从岗位工作任务分析着手,通过课程分析、知识和能力分析,打破了传统的高职学科性课程模式,构建了“以工作任务为中心,以项目课程为主体”的高职数控技术专业课程体系,编写了机械制图、机械制造基础、数控机床故障诊断与维修、CAD/CAM 应用、数控车削技术、数控铣削与加工中心技术 6 门项目课程教材。本系列教材的主要特点是:在结构设计上,都由若干项目组成,项目按照典型零件为逻辑主线来设计,项目内设模块,项目和模块按照由易到难的顺序递进;在内容选择上,以岗位(群)需求和职业能力为依据,以工作任务为中心,以技术实践知识为焦点,以技术理论知识为背景,以拓展知识为延伸,充分体现了高职教材的“职业性”和“高等性”的统一。

本书由阶梯轴类零件、曲面轴类零件、轴套类零件、配合件四类典型零件项目,数控车床维护保养、车工(数控车工)国家职业技能鉴定标准两个附录组成。每个项目中有数控车削工艺、编程、车削加工和思考与练习题四个模块,内容涵盖了数控车床、车刀的选用,工件的装夹定位,工艺卡片、刀具卡片、工序质量控制书的制定,数控车削编程,数控车削操作加工等,系统地介绍了数控车削工艺编制、程序设计、操作加工的方法和手段。编程和操作加工以 SINUMERIK-802S/C、BEIJING-FANUC0iMate-TB(A 型)系统数控车床为主,数控仿真为辅,突出解决实际问题的方法和能力,充分体现“能力本位、知行合一”的教学理念,形成了富有新意、别具一格的教材内容体系(详见“项目内容设计流程图”)。

项目内容设计流程图



在课题研究和教材编写的过程中,得到了课题组其他成员蒋庆斌、柴建国、张秋玲等以及华东师范大学石伟平教授的大力支持和帮助,也听取了无锡职业技术学院张铮副教授、常州工程职业技术学院陈瑄副教授等同志的宝贵建议,周岳老师给予了大力帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于时间仓促,书中难免有错误与不当之处,恳请读者批评指正。

周保牛

2007年4月

目 录

项目一 数控车削阶梯轴类零件 1	
一、学习目标	1
二、工作任务	1
模块 1 编制阶梯轴类零件数控车削工艺 2	
一、学习目标	2
二、工作任务	2
三、相关实践知识..... 2	
(一) 编制工艺文件	2
(二) 工件装夹	3
(三) 选用车刀	6
(四) 选用数控车床	19
四、相关理论知识..... 21	
(一) 切削基本知识	21
(二) 机械加工工艺基础	25
五、拓展知识	32
模块 2 阶梯轴类零件简单数控编程 38	
一、学习目标	38
二、工作任务	38
三、相关实践知识..... 38	
四、相关理论知识..... 41	
五、拓展知识	60
(一) G、M、F、S、T 功能	
(FANUC 系统)	60
(二) 程序结构三要素	62
(三) 基本编程指令	62
模块 3 阶梯轴类零件的数控车削加工 64	
一、学习目标	64
二、工作任务	65
三、相关实践知识..... 65	
(一) 机床简介	65
(二) 启闭机床	68
(三) 手动操作	69
(四) 编辑程序	70
(五) 对刀及数据设定	73
(六) 自动操作方式	77
(七) 刀具的安装	81
(八) 游标量具	83
四、相关理论知识	87
模块 4 思考与练习题 88	
项目二 数控车削曲面轴类零件 92	
一、学习目标	92
二、工作任务	92
模块 1 编制曲面轴类零件数控车削工艺 92	
一、学习目标	92
二、工作任务	93
三、相关实践知识	93
(一) 编制工艺文件	93
(二) 工件的定位原则及	
定位方式	96
(三) 选用刀具	104
(四) 切削液的选择	117
四、相关理论知识	119
五、拓展知识	130
模块 2 曲面轴类零件数控车削编程 134	
一、学习目标	134
二、工作任务	134
三、相关实践知识	134
四、相关理论知识	138
五、拓展知识	152
模块 3 曲面轴类零件的数控车削加工 153	
一、学习目标	153
二、工作任务	154
三、相关实践知识	154
(一) 操作 CK7525A 型	
数控车床	154

(二) 工件的装夹	156
(三) 测微螺旋量具	158
四、相关理论知识	163
模块 4 思考与练习题	164
项目三 数控车削轴套类零件	170
一、学习目标	170
二、工作任务	170
模块 1 编制轴套类零件数控车削工艺	171
一、学习目标	171
二、工作任务	171
三、相关实践知识	171
(一) 填写轴承套数控车削	
工艺卡片	171
(二) 圆孔定位及定位元件	177
(三) 孔加工刀具	180
(四) 数控车床的加工能力	192
四、相关理论知识	195
五、拓展知识	209
模块 2 轴套类零件的数控车削编程	210
一、学习目标	210
二、工作任务	210
三、相关实践知识	211
(一) 编写加工程序	211
(二) 试切检验修改完善	217
四、相关理论知识	217
五、拓展知识	225
模块 3 轴套类零件的数控车削加工	237
一、学习目标	237
二、工作任务	237
三、相关实践知识	237
(一) 操作加工	237
(二) 对刀	238
(三) 面板操作	240
(四) 操作区域和主菜单	242
(五) 程序的通信	243
四、拓展知识	246
模块 4 思考与练习题	248

项目四 数控车削配合件	253
一、学习目标	253
二、工作任务	253
模块 1 编制配合件数控车削工艺	254
一、学习目标	254
二、工作任务	254
三、相关实践知识	254
(一) 填写配合件数控车削	
工艺卡片	254
(二) 工件夹紧与常用夹紧	
机构	255
(三) 工艺附图及夹具中	
零件的画法	262
四、相关理论知识	263
(一) 基准选择原则	263
(二) 加工余量的选择	268
(三) 工艺尺寸链	271
(四) 工序尺寸及公差的确 定	273
五、拓展知识	278
模块 2 配合件的数控车削编程	282
一、学习目标	282
二、工作任务	282
三、相关实践知识	282
四、相关理论知识	288
五、拓展知识	293
(一) 变量	293
(二) 用户宏程序 B	294
模块 3 配合件的数控车削加工	299
一、学习目标	299
二、工作任务	300
三、相关实践知识	300
(一) 操作加工配合件	300
(二) 机械式量仪	300
四、相关理论知识	303
五、拓展知识	308
(一) BEIJING-FANUC0iMate-	
TB 车床面板	308
(二) 手动操作	311

(三) 程序编辑	314
(四) 自动操作	315
(五) 对刀	319
模块 4 思考与练习题	327
附录 A 数控车床维护保养	335
一、报警信息显示与常见故障排除	335
二、数控车床的日常维护和保养	336

三、数控车床的安全操作规程	338
附录 B 车工 (数控车工) 国家职业 技能鉴定标准	339
一、职业概况	339
二、基本要求	341
三、工作要求	342
参考文献	352

项目一

数控车削阶梯轴类零件

一、学习目标

终极目标：会数控车削阶梯轴类零件。

促成目标：

- 1) 会制订阶梯轴类零件数控加工工艺。
- 2) 会用 SINUMERIK-802S/C 数控系统的 G54~G57、G90/G91、G70/G71、G22/G23、G00/G01、CHF/RND、G02/G03、G17/G18/G19、G94/G95、S、F、M 等编程。
- 3) 会操作 SINUMERIK-802S/C 系统数控车床 CK7525A 型加工出合格的阶梯轴类零件。

二、工作任务

编制图 1-1 所示阶梯轴数控车削工艺。

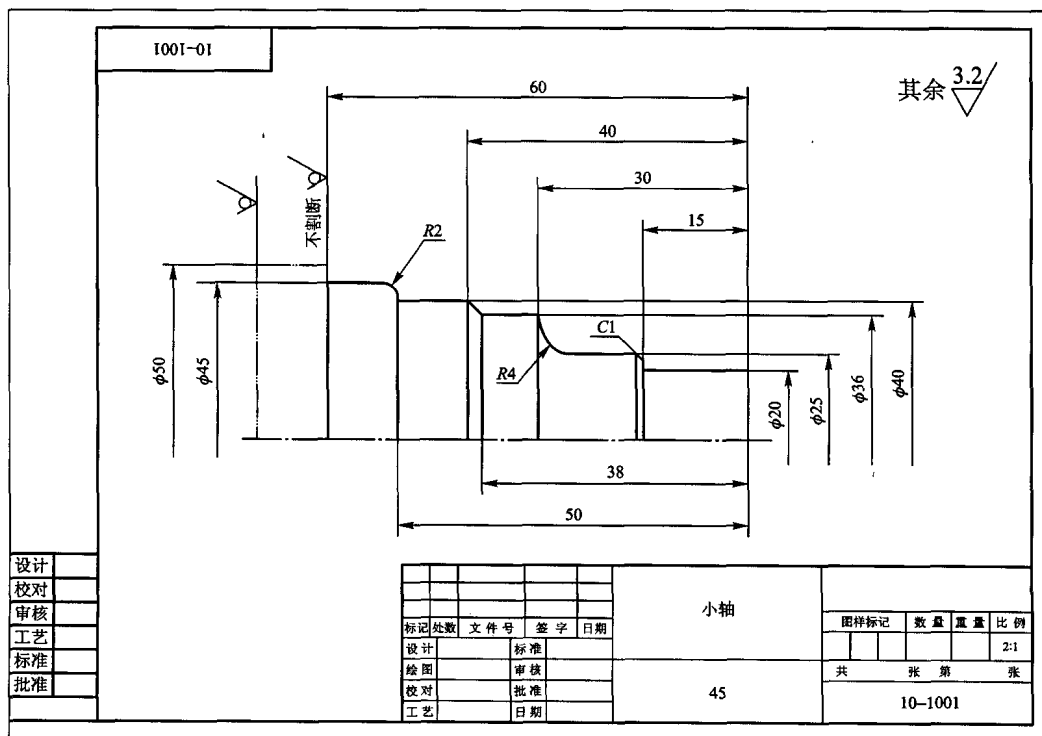


图 1-1 小轴

1. 零件图样

零件图样如图 1-1 所示。

2. 生产纲领

试制 5 件。

模块 1 编制阶梯轴类零件数控车削工艺

一、学习目标

终极目标：会编制阶梯轴类零件数控车削工艺。

促成目标：

- 1) 会分析零件工艺性能，选定数控加工内容。
- 2) 会选用零件毛坯，确定加工方案。
- 3) 会使用三爪自定心卡盘正确定位夹紧工件。
- 4) 会合理选用常用外圆车刀。
- 5) 会确定加工顺序及进给路线。
- 6) 会确定切削用量。

二、工作任务

编制图 1-1 所示阶梯轴数控车削工艺。

三、相关实践知识

(一) 编制工艺文件

1. 分析零件工艺性能

从图 1-1 可以看出，该零件表面由圆柱、内外圆弧表面组成。所有尺寸精度都是自由尺寸精度，表面粗糙度要求均是 $Ra3.2$ 。尺寸标注完整，轮廓描述清楚。

2. 选定数控车削内容

内、外圆弧表面适合在数控车床上加工，其他表面与圆弧面相切、光滑过渡，难以分配在不同机床上加工，因此决定所有加工内容在同一台数控车床上完成。

3. 选用毛坯或明确来料状况

该零件的最大外形尺寸是 $\phi 45\text{ mm} \times 60\text{ mm}$ ，考虑到车左、右两端面和预留装夹长度 40 mm ，车外圆轮廓预留加工余量，选用毛坯尺寸 $\phi 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 。

4. 选用数控机床

该零件是典型的轴类零件，带有较大的圆弧，需要二轴联动数控车床车削成形，零件尺寸不大，加工所需刀具也不多。综合上述原因，利用现有生产设备，选用数控实训中心的 CK7525A 型卧式左手数控车床加工。

5. 确定装夹方案

零件毛坯外形规则，用三爪自定心卡盘夹紧毛坯外圆 $\phi 50$ ，轴向外露 70 mm 长。以毛坯外

圆作为定位基面,其轴心线作为定位基准。所有加工部位都充分裸露,采用工序高度集中原则,粗定位基准定位一次一直用到加工完毕,定位误差完全与加工精度剥离。

6. 确定加工方案

零件经一次装夹加工就能完成全部加工工序。根据零件形状及加工精度要求,本零件以一次装夹所能进行的加工作为一道工序,分粗、精两个工步完成全部轮廓加工,精车采用恒切削速度功能。

7. 确定加工顺序及进给路线

车端面(手动)→从右端到左端+从大圆到小圆粗车外圆→从右端到左端+从小圆到大圆精车外圆。

8. 选择刀具

粗车选用“装 80° CNMG160608EN-TMP 型菱形刀片的 95°复合压紧式可转位外圆车刀 MCLNL2525M16W”,刀尖圆弧半径 $r=0.8\text{ mm}$ 。

精车选用“装 55° DNMG150604EN-CF 型菱形刀片的 93°复合压紧式可转位外圆车刀 MDJNL2525M15W”,刀尖圆弧半径 $r=0.4\text{ mm}$;主、副偏角都不会发生碰撞工件的现象。

9. 确定切削用量

1) 粗车 背吃刀量 $a_p=1\text{ mm}$,进给量 $f=0.15\text{ mm/r}$,切削速度 $v_c=100\text{ m/min}$,主轴转速 $S=680\text{ r/min}$ 。

2) 精车 背吃刀量 $a_p=0.1\text{ mm}$,进给量 $f=0.1\text{ mm/r}$,切削速度 $v_c=120\text{ m/min}$,主轴转速 $S=810\text{ r/min}$ 。

10. 填写工艺卡片

阶梯轴数控加工工序卡片见表 1-1,阶梯轴数控加工刀具卡片见表 1-2。

(二) 工件装夹

1. 夹具分类

用以固定工件,使之占有确定位置以接受加工或检测的工艺装备统称为机床夹具,简称夹具。夹具常用三种分类方法:

(1) 按专门化程度分类

1) 通用夹具 通用夹具是指已经标准化、无需调整或稍加调整就可用于装夹不同工件的夹具。如三爪自定心卡盘、平口钳、回转工作台、分度头等。这类夹具主要用于单件、小批量生产。

2) 专用夹具 专为某一工件的某道工序加工而设计制造的夹具。其结构紧凑、操作方便,主要用于大批量生产。

3) 可调夹具 可调夹具是指加工完一种工件后,通过调整或更换个别元件就可加工形状相似、尺寸相近的工件。多用于中小批量生产。

4) 组合夹具 组合夹具是指按一定的工艺要求,由一套预先制造好的通用标准元件和部件组合而成的夹具。这种夹具使用完以后,可进行拆卸或重新组装,具有缩短生产周期、减少专用夹具的品种和数量的优点。适用于新产品试制及多品种、小批量生产。

5) 随行夹具 随行夹具是在自动线加工中针对某一种工件所采用的一种夹具。除了有装夹工件的功能以外,它还担负着自动线输送工件的任务。

表 1-1 阶梯轴数控加工工序卡片

(单位)		数控加工工序卡片		产品名称或代号	零件名称	材料	零件图号	
工序号	程序编号	夹具名称	夹具编号	使用设备		车 间		10-1001
				CK7525A 数控车		数 控 实 训 中 心		
工步号	工步内容	刀具号	刀具规格 /mm	主轴转速 /(r/min)	进给量 /(mm/r)	背吃刀量 /(mm)	量具	备注
	备料: $\phi 50 \times 100$ 共 5 根							
	对刀: 三爪自定心卡盘夹毛坯外圆, 外露 70 mm 长, 机上试切对刀						0-125 卡尺	
1	平端面	T01	95°外圆车刀	500				手动
2	粗车外轮廓, 留精车余量 0.2 mm	T01		680	0.15	1		自动
3	精车外轮廓至图样要求	T02	93°外圆车刀	810	0.1	0.1		自动
编	制	审	核	批 准		共 页		第 页

表 1-2 阶梯轴数控加工刀具卡片

(单 位)		数控加工刀具卡片		产品名称或代号	零件名称	材料	零件图号
				阶梯轴类零件	阶梯轴	45	10-1001
工序号	程序编号	夹具名称	夹具编号	使用设备		车 间	
				CK7525A 数控车		数控实训中心	
序号	刀具			刀片			备注
	刀具号	规格名称	型号	名称	型号	刀尖半径	
1	T01	95°复合压紧式可转位外圆车刀	MCLNL2525M16W	80°菱形刀片	CNMG160608EN-TMP	0.8	
2	T02	93°复合压紧式可转位外圆车刀	MDJNL2525M15W	55°菱形刀片	DNMG150604EN-CF	0.4	
编	制	审	核		批	准	共 页
第	页						第 页

(2) 按使用机床类型分类

对应于所用的机床分为车床夹具、铣床夹具、钻床夹具、镗床夹具、加工中心夹具和其他机床夹具等六类。

(3) 按动力源分类

按驱动夹具工作的动力源可分为手动夹具、气动夹具、液压夹具、电动夹具、磁力夹具、真空夹具以及自夹紧夹具等七类。

2. 工件定位与夹紧

(1) 基本概念

定位和夹紧是装夹的两个过程。为了保证被加工零件的技术要求,必须使工件相对刀具(或机床)处于一个正确的加工位置。在使用夹具的情况下,就要使同一工序中的所有同种工件都能在夹具中占据同一正确位置,这就是工件的定位问题。在工件定位以后,为了保证工件在切削力作用下保持既定位置不变,这就需要将工件夹紧。因此,定位是让工件有(处于)一个正确加工位置,而夹紧是固定(保持)正确位置,两者是不同的。若认为把工件夹紧不能动就是定位正确了,这是错误的。

(2) 卡盘

卡盘多数是数控车床的随机附件,属于通用夹具。图 1-2 是三爪自定心卡盘,三爪同时开、合,定位和夹紧两个过程同时完成,是典型的同步运动定心夹紧机构。三爪已经淬火,硬度较高,为防止夹伤工件,必要时在工件表面包铜皮后夹紧。三爪自定心卡盘适合于装夹轴套类、圆盘类零件。图 1-3 是四爪单动卡盘,四爪分别开、合,互不影响,没有定心作用,适合于装夹非圆盘类零件。

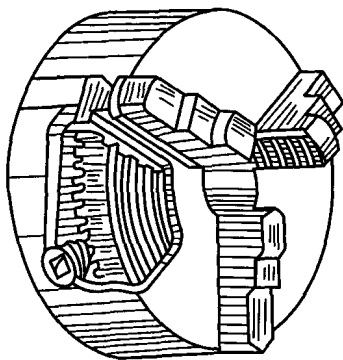


图 1-2 三爪自定心卡盘

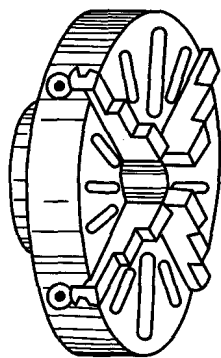


图 1-3 四爪单动卡盘

(3) 装夹方式

仅用卡盘装夹零件,适用于装夹长度尺寸不大的零件,利于提高装夹刚度。三爪可以正装,也可以卸下来反装;可以夹外圆,也可以撑内孔;正装时可以用工件轴阶实现轴向定位,反装时可以用工件端面定位,图 1-4 是三爪自定心卡盘常用的装夹工件方式。

(三) 选用车刀

车削使用的切削刀具称为车刀。加工工件时,车刀自身不转,仅沿着回转的工件轮廓移动进给,切削出回转体类零件,这是车床有别于其他机床加工零件的最大成形特点。

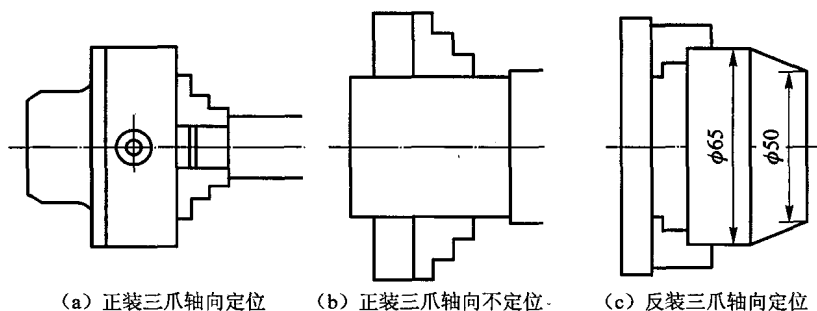


图 1-4 常见的装夹方式

1. 选择车刀类型

(1) 按用途选择

车外圆选用外圆车刀，依此类推，依据不同加工用途还可选用端面车刀、螺纹车刀、镗孔刀、切断刀及成形刀等，各车刀用途如图 1-5 所示。图 1-5 所示为焊接式车刀的种类，其他结构形式的车刀名称、用途与其基本一致。

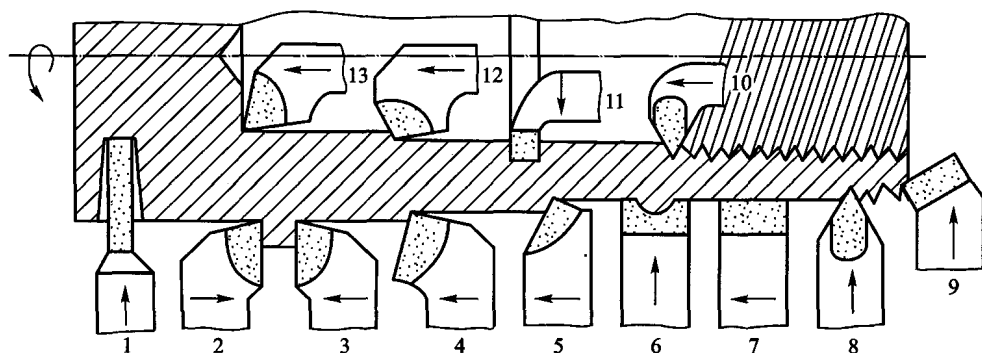


图 1-5 焊接式车刀的种类

1—切断刀；2—90°左偏刀；3—90°右偏刀；4—弯头车刀；5—直头车刀；
6—成形车刀；7—宽刃精车刀；8—外螺纹车刀；9—端面车刀；
10—内螺纹车刀；11—内槽车刀；12—通孔车刀；13—盲孔车刀

(2) 按结构选择

1) 焊接式车刀 硬质合金刀片常通过铜焊与刀柄连接成不可拆卸的整体，其结构如图 1-5 所示。焊接式车刀的结构简单、制造方便、刚性较好，但由于存在焊接应力，影响刀具的使用性能，甚至出现裂纹，一般情况下刀杆不重复使用，硬质合金刀片不能回收，造成浪费。但是，大批量使用焊接式车刀时，刀杆经适当修整加工后可重复使用。

2) 机夹车刀 机夹车刀的硬质合金刀片或刀头组件通过机械夹持的方法与刀柄连接成可拆卸的组合物，其结构如图 1-6 所示。机夹车刀的刀片不用焊接、可以卸下来重磨、刀具寿命长、换刀时间短、生产率高，有些压紧刀片的压板可起断屑作用。

3) 可转位硬质合金刀片车刀 可转位硬质合金刀片车刀的

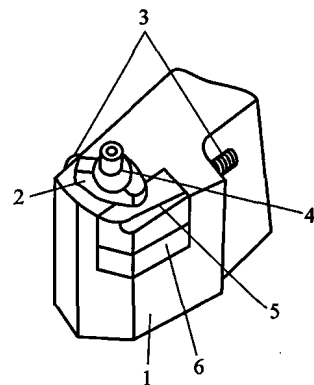


图 1-6 上压机夹车刀
1—刀杆；2—压板；3—调节螺钉；
4—压紧螺钉；5—刀片；6—刀垫