

高等职业教育国家骨干院校建设教育改革成果教材
高等职业教育“十二五”规划教材



数控加工工艺

潘冬 编著

SHUKONG JIAGONG GONGYI



西北农林科技大学出版社

高等职业教育国家骨干院校建设教学改革成果教材
面向“十二五”高等职业教育规划教材

数控加工工艺

主 编:潘 冬

副主编:赵 熹 王晓磊

主 审:侯晓方 高会文

西北农林科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺 / 潘冬主编. — 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2012. 12

ISBN 978 - 7 - 81092 - 523 - 5

I. ①数… II. ①潘… III. ①数控机床 - 加工
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 312134 号

数控加工工艺

潘冬 主编

出版发行	西北农林科技大学出版社	
地 址	陕西杨凌杨武路 3 号	邮 编:712100
电 话	总编室:029 - 87093105	发行部:87093302
电子邮箱	press0809@163.com	
印 刷	西安华新彩印有限责任公司	
版 次	2012 年 12 月第 1 版	
印 次	2012 年 12 月第 1 次	
开 本	787 mm × 1092 mm 1/16	
印 张	18.5	
字 数	445 千字	

ISBN 978 - 7 - 81092 - 523 - 5

定价:35.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系

前言

随着数控机床应用的日益普遍,企业急需大量的数控编程员和数控工艺员。数控加工工艺编制是数控技术中的一项重要工作,也是数控技术高端技能型人才必须掌握的技能。

数控加工工艺是数控技术专业的一门专业核心课程。本书根据企业生产的实际需要,以数控加工工艺编制为主线设计教学内容。全书共分为八个教学项目,项目一介绍了数控加工工艺基础知识;项目二讲解数控加工工艺装备,包括数控加工刀具及切削用量选择、数控机床夹具、量具、机外对刀仪、三坐标测量机等数控加工工艺装备的应用;项目三,轴类零件加工工艺编制及实施;项目四,盘套类零件加工工艺编制及实施;项目五,凸轮类零件加工工艺编制及实施;项目六,壳体类零件加工工艺编制及实施;项目七,支架类零件加工工艺编制及实施;项目八,箱体零件加工工艺编制及实施。每个项目后面都有“思考与练习”,供读者练习,将所学知识融会贯通。

本书的特色是结合生产实例讲解工艺,根据理论内容设计“项目训练”内容,边学边练,将理论与实际操作融合到一起,适合一体化教学的需要。

本书可作为高职、技校、中职等职业院校数控技术应用专业的教材和从事数控工作的工程技术人员参考用书,也可作为模具和机电一体化专业的工具书。

本书由陕西国防工业职业技术学院潘冬主编,陕西国防工业职业技术学院赵熹与陕西航空职业技术学院王晓磊任副主编,陕西国防工业职业技术学院甘代伟、姚艳、刘武、王坤峰、李娜等老师参编。

陕西国防工业职业技术学院潘冬老师编写绪论、项目二(2.1~2.2)、项目八、项目二、五、六、七、八的习题等内容,并完成全书的编写提纲、统稿等工作;陕西国防工业职业技术学院赵熹老师编写项目一(1.1~1.5)、项目四的内容;陕西航空职业技术学院王晓磊老师编写项目一(1.6~1.11)的内容;陕西国防工业职业技术学院王坤峰老师编写项

目二(2.3~2.5)的内容;项目三、五、六、七的内容分别由陕西国防工业职业技术学院的姚艳、李娜、刘武和甘代伟老师编写。

全书由陕西国防工业职业技术学院侯晓方副教授和西北工业集团高会文高级工程师主审,他们对本书提出了很多宝贵意见,编者在此表示衷心感谢。在编写过程中,作者参阅和引用了相关院校、工厂、科研院所的一些资料和文献,并到企业进行了调研、培训,得到了许多同行专家、教授、工程技术人员的支持和帮助,在此深表感谢!对编写过程中参考的多部数控加工技术、数控加工工艺、数控加工编程及相关著作的作者表示深深的谢意!

由于编者水平所限,书中必有不足之处,敬请使用本书的师生与读者批评指正,以便修订时改进。如读者在使用本书的过程中有其他意见或建议,恳请向编者(pandong1224@tom.com)提出。

编 者

2012 年 12 月

目 录

绪 论	1
项目一 数控加工工艺基础知识	4
1.1 数控加工工艺概述	4
1.2 数控加工工艺的基本概念	5
1.2.1 生产过程和工艺过程	5
1.2.2 机械加工工艺过程的组成	6
1.2.3 机械加工的生产纲领、生产类型及工艺特征	10
1.3 工件获得加工精度的方法	13
1.3.1 获得尺寸精度的方法	13
1.3.2 获得形状精度的方法	14
1.3.3 获得位置精度的方法	15
1.4 加工余量的确定	16
1.4.1 加工余量的概念	16
1.4.2 工序加工余量的影响因素	18
1.4.3 确定加工余量的计算方法	20
1.5 零件图分析	23
1.5.1 分析零件图样	23
1.5.2 零件的结构工艺性分析	23
1.6 零件毛坯的确定	25
1.6.1 毛坯的种类	25
1.6.2 毛坯的选择	26
1.6.3 零件—毛坯综合图的绘制方法	26

1.7	数控加工工艺路线拟定	28
1.7.1	工件定位基准的选择	28
1.7.2	工艺路线的拟定	35
1.8	工序尺寸及公差确定	48
1.8.1	基准重合时,工序尺寸和公差的计算	48
1.8.2	基准不重合时,工序尺寸和公差的计算	49
1.9	数控加工工艺规程制定	57
1.9.1	工艺规程的概念、制定的作用原则、主要依据和步骤	57
1.9.2	数控加工工艺文件的格式	58
1.10	数控加工走刀路线、工件原点、对刀点、换刀点等的确定	64
1.10.1	刀具走刀路线的确定	64
1.10.2	机床原点、工件原点、对刀点、换刀点等的确定	66
1.11	数控加工工艺技术的新发展	68
1.11.1	CAPP 技术的概念	68
1.11.2	CAPP 技术的发展	68
1.11.3	CAPP 系统的分类	70
1.11.4	CAPP 系统的基本结构	71
	思考与练习	77
项目二	数控加工工艺装备	82
2.1	数控刀具选用	82
2.1.1	数控机床刀具的特点	82
2.1.2	数控刀具的类型	82
2.1.3	数控刀具的选择	99
2.1.4	切削用量及切削液的合理选择	100
2.2	数控机床夹具使用	104
2.2.1	数控机床夹具概述	104
2.2.2	夹具的组成	105
2.2.3	定位原理	107
2.2.4	定位元件分析	110
2.2.5	加紧装置要求	119
2.2.6	常用的数控机床夹具	123
2.3	量具使用	130
2.3.1	常用检测工具	130

2.3.2	量具选择	131
2.4	机外对刀仪使用	131
2.4.1	快速启动	133
2.4.2	PSC 控制 & 功能	133
2.4.3	PSC 控制操作	135
2.4.4	维护保养	139
2.5	三坐标测量机	139
2.5.1	开关机注意事项	140
2.5.2	AC - DMIS 测量软件	141
	思考与练习	153
项目三	轴类零件加工工艺编制及实施	156
3.1	轴类零件的结构工艺性分析	156
3.1.1	轴类零件的功用	156
3.1.2	轴类零件的技术要求	157
3.1.3	轴类零件的结构、工艺性分析	157
3.2	毛坯确定	158
3.2.1	毛坯类型的选择	158
3.2.2	轴类零件毛坯尺寸确定	159
3.2.3	轴类零件毛坯图绘制	159
3.3	拟定工艺路线	160
3.3.1	轴类零件表面加工方法	160
3.3.2	轴类零件的装夹	161
3.3.3	轴类零件工序设计	162
3.4	轴类零件加工工艺装备的选择	163
3.4.1	轴类零件加工常用设备	163
3.4.2	轴类零件的加工刀具及切削用量的确定	163
3.4.3	轴类零件的装夹	164
3.4.4	轴类零件的测量	164
3.5	填写工艺文件	165
3.5.1	机械加工工艺过程卡	165
3.5.2	工序卡及工序附图的绘制	166
3.5.3	刀具卡	177
3.5.4	走刀路线图	177

3.6 拓展知识	177
思考与练习	181
项目四 盘套类零件加工工艺编制及实施	182
4.1 盘套类零件的工艺分析	182
4.1.1 零件分析	182
4.1.2 零件加工内容分析	183
4.2 毛坯选择	184
4.3 拟定工艺路线	184
4.4 工艺过程设计	185
4.5 工装选择及数控加工工艺文件制定	187
4.6 拓展知识	201
思考与练习	203
项目五 凸轮类零件加工工艺编制及实施	205
5.1 凸轮类零件的结构工艺性分析	205
5.1.1 凸轮类零件的功用	206
5.1.2 凸轮类零件的技术要求	207
5.1.3 凸轮类零件的结构、工艺性分析	207
5.2 毛坯确定	208
5.2.1 毛坯类型的选择	208
5.2.2 凸轮类零件毛坯尺寸确定	209
5.2.3 凸轮类零件毛坯图绘制	209
5.3 拟定工艺路线	210
5.3.1 凸轮类零件表面加工方法	210
5.3.2 凸轮类零件的装夹	215
5.3.3 凸轮类零件工序设计	215
5.4 工序设计	219
5.4.1 凸轮类零件加工常用设备	219
5.4.2 凸轮类精简的加工刀具及切削用量的确定	219
5.4.3 凸轮类零件的测量	220
5.5 填写工艺文件	220
5.5.1 工序卡的填写	220
5.5.2 刀具卡	220
5.5.3 走刀路线图	221

思考与练习	223
项目六 壳体类零件加工工艺编制及实施	224
6.1 壳体类零件的结构工艺性分析	224
6.1.1 壳体类零件的功用及工艺性	224
6.1.2 壳体类零件的技术要求	226
6.1.3 壳体类零件加工注意事项	227
6.2 毛坯的制造形式及工艺过程	227
6.3 拟定工艺路线	227
6.3.1 壳体类零件表面加工方法	227
6.3.2 壳体类零件的装夹	228
6.3.3 壳体类零件工序设计	228
6.4 工序设计	232
6.4.1 壳体类零件加工设备	232
6.4.2 壳体类精简切削的用量及加工刀具的确定	232
6.4.3 壳体类零件的装夹	233
6.4.4 壳体类零件的测量	236
6.5 填写工艺文件	237
6.5.1 机械加工工艺过程卡	237
6.5.2 工序卡	237
思考与练习	243
项目七 支架类零件加工工艺编制及实施	244
7.1 支架类零件的结构工艺性分析	244
7.1.1 推动架零件的作用	244
7.1.2 推动架零件的结构、工艺性分析	245
7.2 毛坯确定	245
7.2.1 毛坯类型的选择	245
7.2.2 毛坯尺寸的确定	245
7.3 拟定工艺路线	246
7.3.1 基面的选择	246
7.3.2 制定机械加工工艺路线	246
7.4 推动架零件加工工艺装备的选择	248
7.4.1 选择加工设备与工艺设备	248
7.4.2 确定工序尺寸	249

7.4.3 确定切削用量及基本时间	250
7.5 填写工艺文件	251
7.5.1 机械加工工艺过程卡	251
7.5.2 工序卡	251
思考与练习	264
项目八 箱体零件加工工艺编制及实施	265
8.1 箱体零件的结构工艺性分析	265
8.1.1 箱体零件精度要求	265
8.1.2 箱体结构工艺性分析	267
8.2 箱体的材料及毛坯	268
8.3 箱体零件机械加工工艺过程分析	268
8.4 箱体零件工艺过程设计	272
8.5 箱体检验	274
8.6 拓展知识	274
8.6.1 箱体平面的加工方法	274
8.6.2 箱体孔系的加工方法	275
8.6.3 主轴孔加工	281
8.6.4 箱体零件的高效自动化加工	282
思考与练习	284
参考文献	285

绪 论

1. 数控加工的定义

随着社会生产和科学技术的不断发展,机械产品日趋精密、复杂,人们对机械产品的质量和生产率也提出了越来越高的要求。尤其是航空航天、军事、船舶重工等领域所需要的零件,精度要求越来越高,形状也越来越复杂,这些零件用普通机床是难以加工的。

数控机床(Numerical Control Machine Tool)是用数字化信号对机床的运动及其加工过程进行控制的机床,或者说是装备了数控系统的机床。它是一种技术密集度及自动化程度很高的机电一体化加工设备,是数控技术与机床相结合的产物。

数控加工则是根据被加工零件的图样和工艺要求,编制出以数码表示的程序,输入到机床的数控装置或控制计算机中,以控制工件和工具的相对运动,使之加工出合格零件的方法。在数控加工过程中,如果数控机床是硬件的话,数控工艺和数控程序就相当于软件,两者缺一不可。数控加工工艺是伴随着数控机床的产生、发展而逐步完善的一种应用技术。实现数控加工,编程是关键。编程前必须要做好必要的准备工作,编程后还要进行必要的善后处理工作。严格来说,数控编程也属于数控加工工艺的范畴。

2. 什么是数控加工工艺

数控加工工艺是采用数控机床加工零件时所运用各种方法和技术手段的总和,应用于整个数控加工工艺过程。数控加工工艺是伴随着数控机床的产生、发展而逐步完善起来的一种应用技术,它是大量数控加工实践活动经验的总结。

数控加工工艺是数控编程的前提和依据,没有符合实际的又科学合理的数控加工工艺,就不可能有真正可行的数控加工程序。数控编程即是将制定的数控加工工艺内容程序化。

3. 数控加工工艺的特点

(1)数控加工的工艺内容明确而具体。进行数控加工时,数控机床接受数控系统的指令,完成各种运动,实现加工要求。因此,在编制加工程序之前,需要对影响加工过程的各种工艺因素,如切削用量、进给路线、刀具的几何形状,甚至工步的划分与安排等一一作出定量描述,对每一个问题都要给出确切的答案和选择,而不能像用通用机床加工那样,在大多数情况下,许多具体的工艺问题是由操作工人依据自己的实践经验和习惯自行考虑和决定的。也就是说,本来由操作工人在加工中灵活掌握,并可通过适时调整来处理的许多工艺问题,在数控加工过程中就转变为编程人员必须事先具体设计和明确安排的内容。

(2) 数控加工的工艺要求准确而严密。数控加工不能像通用机床加工那样,可以对加工过程中出现的问题由操作者根据自己的经验自由地进行调整。比如加工内螺纹,在普通机床上操作时可以随时根据孔中是否挤满了切屑而决定是否需要退一下刀或先清理一下切屑;而数控机床并不知道孔中是否挤满了切屑以及何时需要退一次刀以待清除切屑后再进行加工。因此,在数控加工的工艺设计中必须注意加工过程中的每一个细节,做到万无一失。在实际工作中,一个字符、一个小数点或一个逗号的差错都有可能酿成重大机床事故和质量事故。因为数控机床比同类的普通机床价格高很多,其加工的也往往是一些形状比较复杂、价值较高的工件,所以万一损坏机床或工件报废都会造成很大损失。

根据大量加工实例分析,数控工艺考虑不周和计算及编程时粗心大意是造成数控加工失误的主要原因。因此,要求编程人员除必须具备扎实的工艺基本知识和丰富的实际工作经验外,还必须具有耐心和严谨的工作作风。

(3) 数控加工的工序相对集中。一般来说,在普通机床上是根据机床的种类进行单工序加工,而在数控机床上往往是在工件的一次装夹中完成钻、扩、铰、铣、镗、攻螺纹等多工序的加工。这种“多序合一”的现象也属于“工序集中”的范畴,极端情况下,在一台加工中心上可以完成工件的全部加工内容。

4. 本课程性质、学习内容及主要任务

“数控加工工艺”是高职高专和本科院校机械类、机电类,特别是数控技术专业的专业核心课程,它的实践性、综合性、灵活性均较强。

本课程主要介绍数控机床加工中的有关工艺问题。由于数控机床的加工工艺与普通机床的加工工艺有许多相同之处,加之数控加工的工艺路线不是指从毛坯到成品的整个工艺过程,而仅是穿插于零件加工整个工艺过程中的几道数控加工工艺过程的具体描述,这就要求数控加工工艺要与普通加工工艺衔接好,因而要真正学好数控加工工艺,必须首先掌握好普通机床的加工工艺。

在数控机床加工前,要将机床的运动过程、零件的工艺过程、刀具的形状、切削用量和走刀路线等都编入程序,这就要求程序设计人员要有多方面的知识基础。因此,本课程的内容主要有:金属切削原理、机械制造工艺理论基础、机械加工工艺装备(刀具与夹具)、典型零件加工工艺及工艺分析等。

通过学习本课程,希望学生既能解决数控加工现场施工中的一般工艺技术问题,又初步具备编制中等复杂程度零件的普通机械加工工艺和数控机床加工工艺的能力。

5. 本课程的特点和学习方法

本课程是一门专业技术课,其特点是涉及面广、实践性强、灵活性大。它不仅包括金属切削原理、刀具、夹具和机械加工工艺等内容,还要运用到以前学过的机械制图、金属材料与热处理、公差配合、机械设计、机械制造基础和数控机床等有关知识,而且需要灵

活掌握、综合运用这些知识。

由于数控加工工艺同生产实际紧密相连,其理论是前人长期生产实践的总结,因而学习中必须将理论知识与生产实际相结合。只有通过生产实际和实践性教学环节的配合,才能掌握有关知识,提高解决实际问题的能力。

数控加工工艺具有很大的灵活性。同一个问题,加工同一个零件,不同的人有不同的解决办法;即使是同一个人,随着生产条件的不同,解决问题的方法也不一样。因此,对本课程的所有内容都必须牢固掌握、熟练应用,才能熟能生巧,达到灵活运用目的。

项目一 数控加工工艺基础知识

1.1 数控加工工艺概述

1. 数控加工工艺的概念

数控加工前对工件进行工艺设计是必不可少的准备工作。无论是手工编程还是自动编程,在编程前都要对所加工的工件进行工艺分析、拟订工艺路线、设计加工程序。因此,合理的工艺设计方案是编制加工程序的依据。如果工艺设计不合理,会造成工艺设计的反复,造成机械加工材料、零件等的浪费,大量增加加工成本。编程人员必须首先搞好工艺设计,再考虑数控加工程序的编制。

数控加工工艺是使用数控机床加工零件的一种工艺方法。数控技术的应用使机械加工工艺过程产生了巨大的变化,它不仅涉及数控加工设备,还包括了工艺规程、工装和加工过程的控制等内容。其中,数控加工工艺的制定是核心工作。

2. 数控加工工艺设计的主要内容

由于数控机床的控制方式与普通机床存在根本的不同,实践证明,数控加工工艺设计主要包括以下几方面:

- ①选择适合在数控机床上加工的零件,确定工序内容。
- ②分析被加工零件图样,明确加工内容及技术要求,在此基础上确定零件的加工方案,制定数控加工工艺路线,如工序的划分、加工顺序的安排、与传统加工工序的衔接等。
- ③设计数控加工工序。如工步的划分、零件的定位与夹具、刀具的选择、切削用量的确定等。
- ④调整数控加工工序的程序。如对刀点、换刀点的选择、加工路线的确定、刀具的补偿。
- ⑤分配数控加工中的容差。
- ⑥处理数控机床上部分工艺指令。
- ⑦编制数控加工工艺技术文件,如数控加工工序卡、刀具卡、程序说明卡和走刀路线图等。

3. 数控加工工艺与普通加工工艺的区别

(1) 数控加工工艺是建立在普通加工工艺基础之上的,数控加工工艺与普通加工工艺的共同点主要有以下3点:

- ①包括的知识范围宽,不仅包括金属切削原理、刀具、夹具和加工工艺等,还涉及毛坯制造、金属材料、热处理、公差配合、零件表面加工方法和加工设备等多方面知识。
- ②工艺设计的步骤基本相同,都包括有零件图纸的分析、毛坯的确定、定位基准的选

择,获得各表面加工方案的确定、加工工艺路线的拟订、加工余量及工序尺寸的确定、刀量夹具的选择、切削参数的选择等。

③每一个零件的加工,不管是在数控机床上加工还是在普通机床上加工。如果生产条件不同,就会有不同的加工工艺方案,在所拟订的多个加工工艺方案中,其具体选择的原则是:在确保加工质量的前提下,尽可能提高生产率,尽可能降低生产成本。

(2)数控加工工艺与普通加工工艺的区别:

①普通工艺在设计时比较注重时间定额的确定。时间定额的确定是对零件加工过程中控制和成本核算的主要依据,确定的要合理,要能够保证零件的加工质量。而数控工艺设计对该内容的确定不是那么的严格,因为数控机床加工零件主要是自动完成的,尺寸的一致性程度比较好,工人的劳动强度也大大地降低了。

②数控工艺比普通工艺的内容更为具体。在数控加工工艺中,加工工艺内容相对比较集中,所以必须对工步内容进行划分、走刀路线、对刀点、换刀点和切削用量等具体的工艺问题作出正确的选择。

③数控工艺比普通工艺设计更为严密。数控加工工艺的设计必须注意加工过程中的每一个细节,如冷却状况、排屑情况等。对工件图形进行数学处理和编程时,都要准确无误。

④数控工艺比普通工艺更注重加工的适应性。要根据数控加工工艺的特点正确地选择加工方法和加工对象。由于数控机床的特点,适合采用数控加工的零件主要是:形状复杂、加工精度要求高,用普通机床无法完成或难以完成的零件;用数学模型描述的复杂曲线或曲面轮廓零件;难以测量、控制尺寸的内型腔零件;必须在一次装夹中完成多工序加工内容的零件。

数控加工工艺过程与普通加工工艺过程之间应做好相互的衔接。数控加工工序前后一般都穿插有其他普通加工工序,如果衔接不好就容易产生矛盾。因此,在熟悉整个加工工艺内容的同时,要清楚数控加工工序与普通加工工序各自的技术要求、加工目的、加工特点。如:要不要留加工余量,留多少;定位面与孔的精度要求及形位公差;对各工序的技术要求;对毛坯的热处理状态等。这样才能使各工序相互满足加工需要,质量目标及技术要求明确,交接验收有依据。

1.2 数控加工工艺的基本概念

1.2.1 生产过程和工艺过程

1. 生产过程

生产过程是指将原材料转变为成品的全过程。对机械产品的制造而言,其生产过程主要包括下列过程。

①生产的准备工作,如产品的开发设计和工艺设计,专用装备的设计与制造,各种生产的组织及其他生产所需物资的准备工作。

②原材料及半成品的运输和保管。

- ③毛坯的制造过程,如铸造、锻造和冲压等。
- ④零件的各种加工过程,如机械加工、焊接、热处理和表面处理等。
- ⑤部件和产品的装配过程,包括组装、部装等。
- ⑥部件和产品的检验、调试、油漆和包装等。

需指出的是:上述的“原材料”和“产品”的概念是相对的。一个工厂的“产品”可能是另一个工厂的“原材料”,而另一个工厂的“产品”又可能是其他工厂的“原材料”。因为在现代制造业中,组织专业化生产的程度越来越高,即一种产品的生产是分散在若干个专业化工厂进行,最后集中由一个工厂制造成完整的机械产品。例如,汽车上的轮胎、仪表、电器元件、标准件等许多零件都是由其他专业厂生产的,汽车制造厂只生产一些关键部件和配套件,并最后装配成完整的产品(即汽车)。

2. 工艺过程和机械加工工艺过程

在机械产品的生产过程中,毛坯的制造、机械加工、热处理和装配等,这些与原材料变为成品直接有关的制造过程称为工艺过程。在工艺过程中,用机械加工的方法直接改变毛坯形状、尺寸和表面质量,使之成为合格零件的那部分工艺过程称为机械加工工艺过程(以下简称为工艺过程),零件的机械加工工艺过程占有十分重要的地位。

1.2.2 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程往往比较复杂。在工艺过程中,根据被加工零件的结构特点、技术要求,在不同的生产条件下,需要采用不同的加工方法及加工设备,并通过一系列加工步骤,才能使毛坯成为零件。因此,深入仔细地分析工艺过程十分必要。机械加工工艺过程一般由一个或若干个工序组成。而工序又可分为安装、工位、工步和行程,它们按一定顺序排列,逐步改变毛坯的形状、尺寸和材料的性能,使之成为合格的零件。

1. 工序

工序是指一个(或一组)工人,在一个工作地点(如一台设备)对一个(或同时对一批)工件连续完成的加工过程,称为一道工序。工序是工艺过程的基本单元,划分工序的主要依据是零件加工过程中工作地点(设备)是否变动,该工序的工艺过程是否连续完成。如图1-1所示的阶梯轴零件,在生产批量较小时其工序的划分如表1-1所示;加工批量较大时,可按表1-2划分工序。

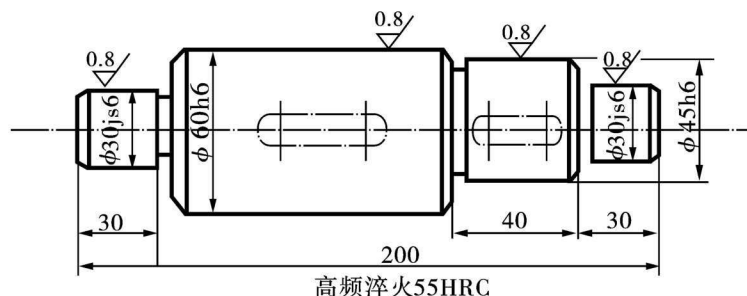


图 1-1 阶梯轴零件