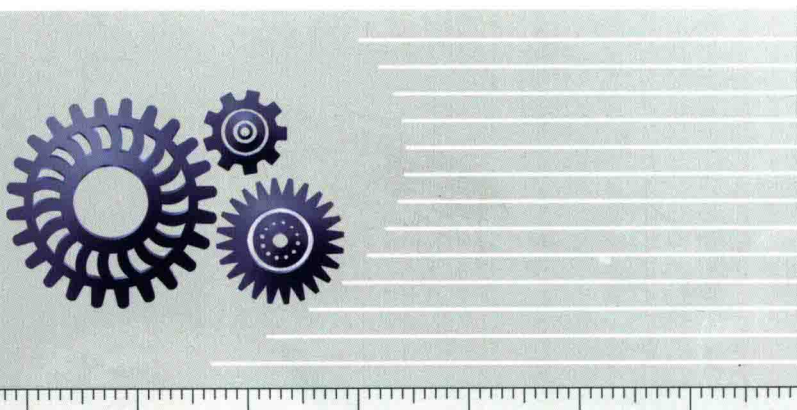




河南职业技术学院国家骨干高职院校建设项目成果

机械制造工艺

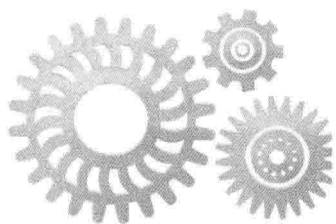


王 宣 尚连勇 主编

中国科学技术大学出版社



河南职业技术学院国家骨干高职院校建设项目成果



机械制造工艺

主 编 王 宣 尚连勇

副 主 编 汤 萍 薛正堂

编写人员（以姓氏笔画为序）

王 宣 付新武 刘志达

汤 萍 李玉琴 何 伟

尚连勇 薛正堂

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书面向普通机床操作员、数控机床操作员、机械加工工艺员等相关职业岗位,以培养学生专业技能和职业素养为目标,选择典型零件为载体,创设学习情境,通过项目教学,强化实践应用。全书包括普通机床加工工艺规程编制、数控机床加工工艺规程编制、机械装配工艺规程编制三个学习情境,共十个教学项目,涉及内容以机械制造工艺基本知识、基本理论为主,以刀具、机床、夹具等相关知识为辅。

本书可作为高职院校及各类培训学校机械专业教材,也可供工程技术人员、数控机床编程与操作人员培训和自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺/王宣,尚连勇主编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2014. 11
ISBN 978-7-312-03613-2

I. 机… II. ①王…②尚… III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 255188 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
印刷 合肥市宏基印刷有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 787 mm×1092 mm 1/16
印张 20.25
字数 518 千
版次 2014 年 11 月第 1 版
印次 2014 年 11 月第 1 次印刷
定价 37.00 元

阜陽職業技術學院

国家骨干高职院校建设项目成果

数控技术专业系列教材编委会

主 任 田 莉 李 平

副 主 任 杨 辉 徐 力 王子彬

委 员 万海鑫 许光彬 王 宣

戴永明 刘志达 张宣升

张 伟 亓 华 刘青山

任文涛 张朝国 黄东宇

特邀委员 衡传富(阜阳轴承有限公司)

王子彬(安徽临泉智创精机有限公司)

靳培军(阜阳华峰精密轴承有限公司)

总 序

邹 斌

(阜阳职业技术学院院长、第四届黄炎培职业教育杰出校长)

职业院校最重要的功能是向社会输送人才,学校对于服务区域经济和社会发展的重要性和贡献度,是通过毕业生在社会各个领域所取得的成就来体现的。

阜阳职业技术学院从1998年改制为职业院校以来,迅速成为享有较高声誉的职业学院之一,主要就是因为她培养了一大批德才兼备的优秀毕业生。他们敦品励行、技强业精,为区域经济和社会发展做出了巨大贡献,为阜阳职业技术学院赢得了“国家骨干高职院校”的美誉。阜阳职业技术学院迄今已培养出近3万名毕业生,有的成为企业家,有的成为职业教育者,还有更多人成为企业生产管理一线的技术人员,他们都是区域经济和社会发展的中坚力量。

2012年阜阳职业技术学院被列为国家百所骨干高职院校建设单位,学校通过校企合作,推行了计划双纲、管理双轨、教育“双师”、效益双赢,人才共育、过程共管、成果共享、责任共担的“四双四共”运行机制。在建设中,不断组织校企专家对建设成果进行总结与凝练,收获了一系列教学改革成果。

为反映阜阳职业技术学院的教学改革和教材建设成果,我们组织一线教师及行业专家编写了这套“国家骨干院校建设项目成果系列丛书”。这套丛书结合SP-CDIO人才培养模式,把构思(Conceive)、设计(Design)、实施(Implement)、运作(Operate)等过程与企业真实案例相结合,体现专业技术技能(Skill)培养、职业素养(Professionalism)形成与企业典型工作过程相结合。经过同志们的通力合作,并得到阜阳轴承有限公司等合作企业的大力支持,这套丛书于2014年9月起陆续完稿。我觉得这项工作很有意义,期望这些成果在职业教育的教学改革中发挥出引领与示范作用。

成绩属于过去,辉煌须待开创。在学校未来的发展中,我们将依然牢牢把握育人是学校的第一要务,在坚守优良传统的基础上,不断改革创新,提高教育教

学质量,培养造就更多更好的技术技能人才,为区域经济和社会发展做出更大贡献。

我希望丛书中的每一本书,都能更好地促进学生职业技术技能的培养,希望这套丛书越编越好,为广大师生所喜爱。

是为序。

2014 年 10 月

前 言

本书是为满足当前高职教育人才培养模式改革的需要,在学习借鉴国际CDIO工程教育经验的基础上,由专业教师与企业技术人员合作开发和编写的。课程内容参照了相关的国家职业标准。

本书面向普通机床操作员、数控机床操作员、机械加工工艺员等相关职业岗位,以培养学生专业技能和职业素养为目标,选择典型零件为载体,创设学习情境,通过项目教学,强化实践应用。全书包括普通机床加工工艺规程编制、数控机床加工工艺规程编制、机械装配工艺规程编制三个学习情境,共十个教学项目,涉及内容以机械制造工艺基本知识、基本理论为主,以刀具、机床、夹具等相关知识为辅。

本书采用任务驱动的项目教学单元编写结构,每个项目设置若干个循序渐进的任务,而每个任务又按照构思(基础知识、理论)、设计(应用实例)、实施(任务实施)、运作(任务结果评价)环节编排,结构新颖、图文并茂、通俗易懂,具有明确的操作示范性和合理的过程控制性,较有利于项目教学活动设计。本书可作为高职院校及各类培训学校机械专业教材,也可供工程技术人员、数控机床编程与操作人员培训和自学使用。

本书由阜阳职业技术学院王宣、尚连勇担任主编,由安徽水利水电职业技术学院汤萍、阜阳轴承有限公司薛正堂担任副主编。参加编写的还有安徽水利水电职业技术学院李玉琴、何伟,阜阳职业技术学院刘志达及江淮汽车有限公司付新武。全书由王宣统稿,由阜阳职业技术学院专业建设合作委员会企业专家审核。

本书在编写过程中,参考了同行的教材和技术文献,在此谨向所涉及的作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2014年9月

目 录

总序	(i)
前言	(iii)

学习情境 1 普通机床加工工艺规程编制

项目 1 轴类零件加工工艺规程编制	(3)
任务 1.1 分析传动轴的工艺过程组成	(3)
任务 1.2 分析传动轴零件图的工艺要求	(9)
任务 1.3 拟定传动轴的工艺路线	(16)
任务 1.4 确定传动轴的工序内容	(28)
任务 1.5 填写传动轴的工艺规程文件	(39)
项目作业	(48)
项目 2 套筒类零件加工工艺规程编制	(51)
任务 2.1 分析轴承套零件图的工艺要求	(51)
任务 2.2 拟定轴承套的加工工艺路线	(59)
任务 2.3 确定轴承套的工序内容,填写工艺规程文件	(71)
项目作业	(79)
项目 3 箱体零件加工工艺规程编制	(80)
任务 3.1 分析齿轮箱体零件图的工艺要求	(80)
任务 3.2 确定齿轮箱体加工的工艺路线	(90)
任务 3.3 确定齿轮箱体的工序内容,填写工艺规程文件	(100)
项目作业	(113)
项目 4 连杆零件加工工艺规程编制	(115)
任务 4.1 分析连杆零件图的工艺要求	(115)
任务 4.2 拟定连杆的加工工艺过程	(119)
任务 4.3 填写连杆的工艺规程文件	(126)
项目作业	(133)
项目 5 齿轮零件加工工艺规程编制	(134)
任务 5.1 分析齿轮零件图的工艺要求	(134)
任务 5.2 拟定齿轮加工的工艺路线	(141)
任务 5.3 确定齿轮加工的工序内容	(145)

任务 5.4 填写齿轮的工艺规程文件	(151)
项目作业	(156)

学习情境 2 数控机床加工工艺规程编制

项目 6 轴类零件数控车削工艺规程编制	(159)
任务 6.1 拟定轴的加工工艺路线	(159)
任务 6.2 设计轴的工序内容	(165)
任务 6.3 确定轴的进给路线	(174)
任务 6.4 填写轴的数控加工工艺规程文件	(184)
项目作业	(189)
项目 7 盘套类零件数控车削工艺规程编制	(191)
项目作业	(201)
项目 8 盖板类零件数控铣削工艺规程编制	(202)
任务 8.1 拟定凸轮槽加工工艺路线	(202)
任务 8.2 设计凸轮槽的工序内容,填写工艺规程文件	(212)
任务 8.3 确定凸轮槽的进给路线	(223)
项目作业	(231)
项目 9 箱体类零件加工中心工艺规程编制	(233)
任务 9.1 拟定箱体加工的工艺路线	(233)
任务 9.2 确定箱体的工序内容	(246)
任务 9.3 填写箱体的数控加工工艺规程文件	(257)
项目作业	(275)

学习情境 3 机械装配工艺规程编制

项目 10 减速器装配工艺规程编制	(279)
任务 10.1 绘制装配工艺系统图	(280)
任务 10.2 分析减速器的装配尺寸链	(287)
任务 10.3 分析减速器的装配方法	(294)
任务 10.4 制订减速器的装配工艺规程	(302)
项目作业	(312)
参考文献	(314)

学习情境 1

普通机床加工工艺规程编制

项目 1 轴类零件加工工艺流程编制

图 1.1 为某机床主轴箱传动轴,现大批量生产,试分析其加工工艺,完成任务要求。

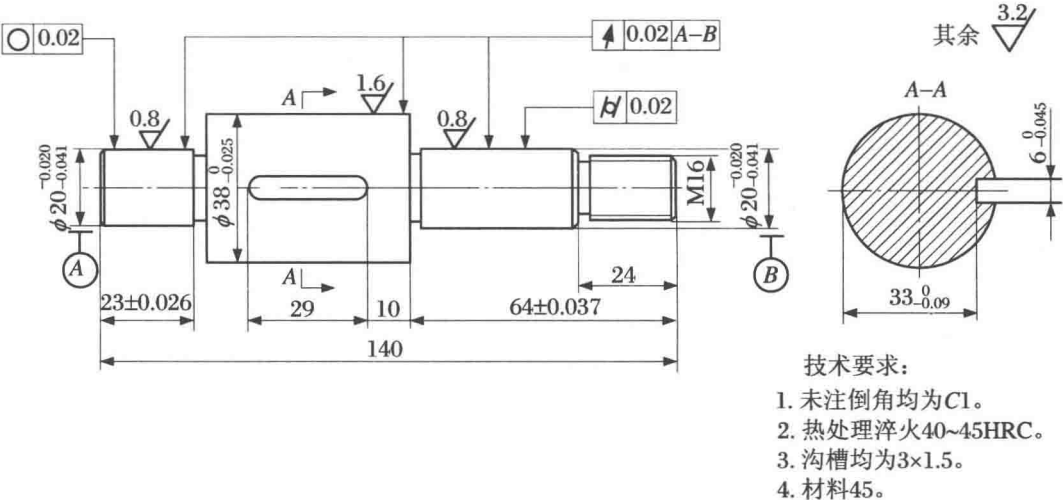


图 1.1 传动轴

任务 1.1 分析传动轴的工艺过程组成

1.1.1 构思

1. 生产过程和工艺过程

(1) 生产过程

产品的生产过程是指把原材料转变为成品的全过程。包括以下过程：

- ① 生产技术准备过程。如产品开发调研、工艺设计和专用工艺装备的设计和制造、生产计划的编制、生产资料的准备等。
- ② 毛坯的制造。如铸造、锻造、冲压等。
- ③ 零件加工与热处理。如切削加工、热处理等。
- ④ 产品的装配与调试。如总装、部装、调试检验、油漆与包装等。
- ⑤ 生产服务。如原材料、外购件和工具的供应、运输、保管等。

(2) 工艺过程

在生产过程中,改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使其成为成品或半成品的过程,称为工艺过程。包括毛坯制造工艺过程、机械加工工艺过程和装配工艺过程等。

(3) 机械加工工艺过程

机械加工工艺过程是指用机械加工方法改变毛坯形状、尺寸、相对位置和性质,使其成为零件的过程。

2. 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一系列顺序排列的工序组成的,工序是工艺过程的基本单元,它又包括工步、走刀、安装和工位。

(1) 工序

一个或一组工人,在一个工作地点,对一个或几个工件所连续完成的那一部分工艺过程,称为工序。

工序的划分因生产批量的不同而不同。图 1.2 所示的阶梯轴就有三种不同的工艺过程,见表 1.1、表 1.2、表 1.3。

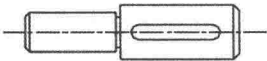


图 1.2 阶梯轴简图

表 1.1 单件生产阶梯轴的工艺过程

工序号	工 序 内 容	设备
1	车一端面,钻中心孔;调头,车另一端面,钻中心孔;车大端外圆及倒角;调头,车小端外圆、切槽及倒角	车床
2	铣键槽;去毛刺	铣床

表 1.2 小批量生产阶梯轴的工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	车一端面,钻中心孔;调头,车另一端面,钻中心孔	车床
2	车大端外圆及倒角;调头,车小端外圆、切槽及倒角	车床
3	铣键槽;去毛刺	铣床

表 1.3 大批大量生产阶梯轴的工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	铣两端面,钻中心孔	专用机床
2	车大端外圆及倒角	车床
3	车小端外圆、切槽及倒角	车床
4	铣键槽	铣床
5	去毛刺	钳工

(2) 工步

在加工表面不变、切削刀具不变、进给量和切削速度不变的情况下,连续完成的那部分工序内容称为工步。一道工序包括一个或几个工步。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,常被看作一个工步。如在加工中心上,不同刀具同时加工箱体的多个孔为复合工步。

(3) 走刀

刀具对加工表面切削一次所完成的工步内容,称为一次走刀。在一个工步中,若需切去的金属层很厚,则可分为几次走刀。一个工步可以包括一次或几次走刀。

(4) 安装

在加工前,首先使工件在机床上或夹具中占有正确的位置即定位,之后将工件固定,使

其在加工过程中位置不变即为夹紧,将工件在机床或夹具中定位、夹紧一次所完成的那一部分工序内容称为安装。一道工序中工件可能被安装一次或多次。

(5) 工位

为了减少由于多次安装带来的误差和时间损失,加工中常采用回转工作台、回转夹具或移动夹具,使工件在一次安装中,先后处于几个不同的位置进行加工,工件在机床上所占据的每一个工作位置称为工位。图 1.3 为利用回转工作台一次安装依次完成装卸工件、钻孔、扩孔、铰孔四个工位加工的例子。多工位加工是生产中减少安装次数和提高生产率的有效途径。

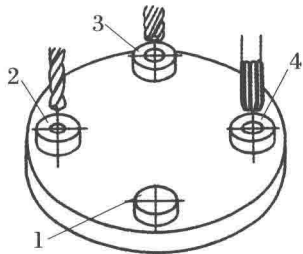


图 1.3 多工位加工

1. 装卸工件; 2. 钻孔; 3. 扩孔;
4. 铰孔

3. 机械加工工艺规程

机械加工工艺规程,简称工艺规程,是指将机械零件的加工工艺过程 and 操作方法以一定格式固定下来的工艺文件。它是机械制造企业用来指导生产的主要技术文件。具体类型在任务 1.5 中说明。

(1) 工艺规程的作用

① 组织和管理生产的基本依据。为科学编制产品生产计划,合理调度原材料、毛坯、机床和及时准备工艺装备提供依据。

② 指导生产的主要技术文件。工艺规程是依据加工工艺原理和工艺试验,结合现场生产实践经验制订的法规性技术文件,工人必须严格按照工艺规程进行生产,才能保证产品质量,提高生产效率。

③ 新建和扩建工厂的原始资料。根据工艺规程,可以确定生产所需的技术工人、机械设备、车间面积以及生产资源等。

④ 进行技术交流,开展工艺革新的基本资料。

(2) 制订工艺规程的原则

① 保证可靠地加工出符合图纸要求的零件。

② 保证良好的劳动条件,提高劳动生产率。

③ 在保证产品质量的前提下,尽可能降低成本、降低劳动消耗。

④ 在充分利用现有生产条件的基础上,尽可能采用国内外先进的工艺技术。

由于工艺规程是直接指导生产和操作的技术文件,因此要求工艺规程合理、清晰、完整、规范,所用编码、术语、符号、计量单位等应符合相关标准。

(3) 制订工艺规程的原始资料

① 产品的零件图和装配图。

② 产品的生产纲领。

③ 现有的生产条件。具体包括毛坯的生产条件、加工车间的机床及工艺装备条件、工艺装备及专用设备的制造能力、工人的技术水平等方面。

④ 相关工艺手册及标准。

⑤ 国内外同类产品的工艺技术发展情况。

(4) 制订工艺规程的步骤

① 收集分析制订工艺规程的原始资料。

② 计算零件的生产纲领,确定生产类型。

③ 分析零件的工艺性。主要包括研究零件图和装配图,分析零件的技术要求和结构工

艺性。

④ 选择毛坯。主要包括确定毛坯类型和形状等内容。

⑤ 拟定工艺路线。具体包括选择定位基准,确定表面的加工方法,划分加工阶段,安排加工顺序,确定工序的集中与分散等内容。

⑥ 设计工序内容。具体包括确定加工余量,计算工序尺寸,确定机床及工艺装备,确定切削用量及时间定额、检验方法等内容。

⑦ 填写工艺规程文件。

1.1.2 设计

(1) 分析图 1.4 中阶梯轴的工艺过程组成。

零件简图

单件生产工艺过程

工序	安装	工位	工步	走刀	
1 车	1	1	1	1	
			2	1	
	2	1	1	1	
			2	1	
	3	1	1	2	
			2	1	
	4	1	1	2	
			2	1	
			3	1	
	2 铣槽	1	1	1	1

成批生产工艺过程

工序	安装	工位	工步	走刀
1 铣端面打中心孔	1 (三工位专用机床)	1 装卸	1	1
		2 铣端面	1	1
		3 钻中心孔	1	1
2 车	1	1	1	2
3 车	1	1	1	2
			2	1
			3	1
2 铣槽	1	1	1	1

1.1.4 运作

评价见表 1.4。

表 1.4 任务评价参考表

项目		任务		姓名		完成时间		总分	
序号	评价内容及要求		评价标准	配分	自评(20%)	互评(20%)	师评(60%)	得分	
1	识图能力			20					
2	工艺过程的理解			10					
3	工序的理解			10					
4	安装的理解			10					
5	工位的理解			10					
6	工步的理解			10					
7	走刀的理解			10					
8	学习与实施的积极性			10					
9	交流协作情况			10					

1.1.5 知识拓展

1. 生产纲领

生产纲领是指企业在计划期内应生产的产品产量。生产纲领一般指年产量。它是制订工艺规程的重要依据。

零件的生产纲领应包括一定的备品和废品，因此零件的生产纲领应按下式计算：

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

式中： N ——零件的生产纲领(件/年)；

Q ——产品的年产量(台/年)；

n ——每台产品中该零件的数量(件/台)；

$a\%$ ——该零件的备品率；

$b\%$ ——该零件的废品率。

2. 生产类型

生产类型是指企业生产专业化程度的分类。一般按照产品的生产纲领，可将企业生产分为单件生产、批量生产和大量生产三种类型。

(1) 单件生产

产品种类较多，同一产品的产量很小，很少重复生产，工作地点和加工对象经常改变。如新产品试制、维修车间的配件制造和重型机械制造等都属于单件生产。

(2) 批量生产

一年中分批轮流制造几种不同的产品，每种产品都有一定的数量，工作地点和加工对象

周期性地重复。同一产品(或零件)每批投入生产的数量称为批量。根据生产批量的大小,批量生产分为小批生产、中批生产和大批生产三种。

- ① 小批生产:批量不稳定,生产连续性不明显,生产特点类似单件生产。
- ② 中批生产:批量有限,生产有一定的周期性,例如通用机械厂、造纸机械厂的产品生产。
- ③ 大批生产:批量大,连续性生产,生产特点类似大量生产。

(3) 大量生产

连续大量地生产同一种产品,大多数工作地点经常重复进行某一零件的某一工序的加工。如汽车、拖拉机、自行车、轴承厂等多属大量生产。

根据零件生产纲领,参考表 1.5 可确定生产类型。不同的生产类型具有不同的工艺特征,参见表 1.6。

表 1.5 生产类型和生产纲领的关系

生产类型		生产纲领(件/年或台/年)		
		重型(30 kg 以上)	中型(4~30 kg)	小型(4 kg 以下)
单件生产		<5	<20	<100
批量生产	小批生产	5~100	20~200	100~200
	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

表 1.6 各种生产类型的工艺特征

工艺特征	单件生产	批量生产	大量生产
零件互换性	无需互换、互配零件可成对制造,广泛用修配法装配	大部分零件有互换性,少数用修配法装配	全部零件有互换性,某些要求精度高的配合,采用分组装配
毛坯的制造及加工余量	铸件用木模手工造型,锻件用自由锻,加工余量大	铸件用金属模造型,部分锻件用模锻,加工余量较大	铸件广泛用金属模机器造型,锻件用模锻,加工余量小
机床设备及布置	采用通用机床;按机床类别和规格采用“机群式”排列	部分采用通用机床,部分专用机床;按零件加工分“工段”排列	广泛采用生产率高的专用机床和自动机床;按流水线形式排列
夹具	很少采用专用夹具,由划线和试切法达到设计要求	广泛采用专用夹具,部分用划线法进行加工	广泛采用专用夹具,用调整法达到精度要求
刀具和量具	采用通用刀具和万能量具	较多采用专用刀具和专用量具	广泛采用高生产率的刀具和量具
工人技术	需要技术熟练的工人	需要一定熟练程度的技术工人	对机床调整工人技术要求高,对机床操作工人技术要求低
工艺规程	只有简单的工艺过程卡	有详细的工艺过程卡或工艺卡,零件的关键工序有详细的工序卡	有工艺过程卡、工艺卡和工序卡等详细的工艺文件