

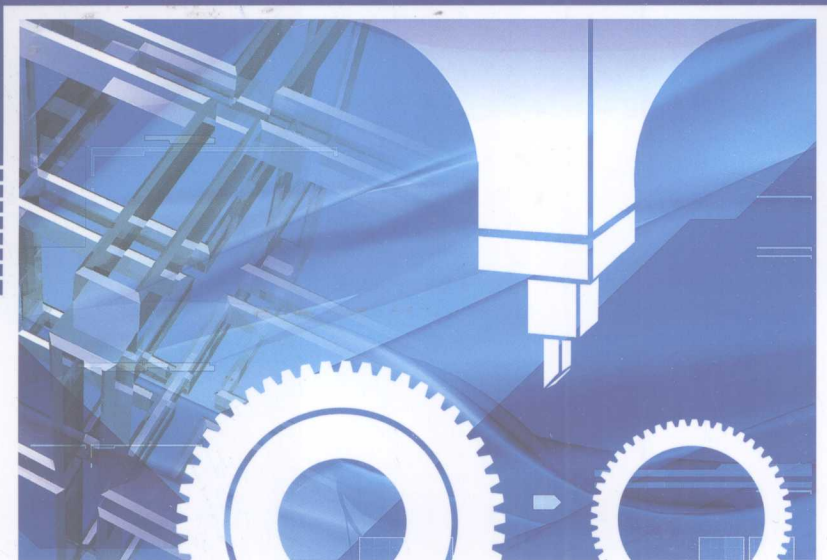


21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

机械加工工艺编制

jixie jiagong gongyi bianzhi

■ 主 编 徐海枝
■ 副主编 林 琳



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

机械加工工艺编制

主 编 徐海枝

副主编 林 琳

参 编 梁 庆 赵北中 徐颂恩 梁文爵

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分8个部分,包括机械加工工艺组成及规程、工件的定位与夹紧、工艺尺寸链的计算、轴类零件机械加工工艺编制、盖类零件机械加工工艺编制、叉架零件机械加工工艺编制、箱体零件机械加工工艺编制、机械产品装配工艺编制。

本书可以作为高等院校机类、近机类相关专业的教材,也可以作为工程技术人员的参考用书。

版权专用 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械加工工艺编制/徐海枝主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009. 9

ISBN 978-7-5640-2076-7

I. 机… II. 徐… III. 机械加工-工艺-高等学校-教材 IV. TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第165700号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www. bitpress. com. cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市南阳印刷有限公司

开 本/710毫米×1000毫米 1/16

印 张/16.25

字 数/301千字

版 次/2009年9月第1版 2009年9月第1次印刷

印 数/1~1500册

定 价/29.00元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代, 面临这个难得的机遇和挑战, 本着“科教兴国”的基本战略, 我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求, 满足社会对高校毕业生的技能需要, 北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写, 以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材面向机电类相关专业。作者在编写之际, 广泛考察了各校应用型学生的学习实际, 本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格, 以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点, 力求提高学生的实际运用能力, 使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✚ 以就业为导向, 培养学生的实际运用能力, 以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则, 以使教材符合机电类课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础, 充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心, 注重形式的灵活性, 以便学生易于接受。

二、编写原则

- ✚ 定位明确。本系列教材所列案例均贴合工作实际, 以满足广大企业对于机电类专业应用型人才实际操作能力的需求, 增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据机电类专业实践性要求, 在完成基础课的前提下, 使学生掌握先进的机电类相关操作软件, 培养学生的实际动手能力。

三、丛书特色

- ✚ 系统性强。丛书各教材之间联系密切, 符合各个学校的课程体系设置, 为学生构建牢固的知识体系。
- ✚ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深, 循序渐进的原则, 重点、

难点突出，以提高学生的学习效率。

-  先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例，使学生对当前专业发展方向有明确的了解，并提高创新能力。
-  操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力，以使理论来源于实践，并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

本教材是立体化特色教材国家示范建设项目，教材的编写贯彻落实了教育部的文件精神，以学生专业应用能力为核心，突出培养学生的能力和综合素质，采用典型企业的真实机械加工工艺编制实例作为编写素材，参考机械加工工艺管理标准，具有鲜明的特色。

参加本教材编写的人员均为资深行业专家和企业高级工程师，以及在高等院校任教多年的企业教师，理论基础扎实，机械加工工艺实践能力强，又具有丰富的教学经验。他们在教材编写过程中勇于探索，彻底摒弃了按学科内容排布的传统教材编写方式，采用基于机械加工工艺编制工作过程的任务驱动式现代教学方法，其鲜明的特点如下：

1. 以具体工作任务的编制过程为主线，适时、适量、适用地插入“相关知识”和“知识链接”，将枯燥抽象的机械加工工艺理论知识有机地融合在“任务”完成的过程中，有利于提高学生的学习兴趣，降低学习难度。

2. 教材案例全部源于企业真实典型实例，具有极强的参考性和可操作性。学生通过参考借鉴教材中的各案例，完成对应的同步练习，在做中学习理论知识，在做中培养机械加工工艺编制的能力。

3. 工艺编制依赖于实践经验，而高职学生接触实际生产少，缺乏企业实践经验。为此，教材大量采用 CAD 图形，直观形象地表达了机械加工工艺的过程，力求提高学习效果。

4. 突出学生应用能力的培养，教会学生参考、借鉴同类零件的机械加工工艺，以及查阅和选用工艺手册和标准的方法，特别适用于高职高专院校机械类各专业机械加工工艺相关课程基于工作过程的教学。

本教材由徐海枝任主编，林琳任副主编，模块一、三、五由徐海枝编写，模块二由林琳编写，模块四由梁庆编写，模块六由赵北中编写，模块七由徐颂恩编写，模块八由梁文爵编写，全书由徐海枝统稿并主审。在教材编写过程中，得到学院有关部门和领导以及许多行业、企业一线专家的大力支持和帮助，在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免出现不当和错误之处，敬请广大读者谅解，并真诚欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

模块一 机械加工工艺组成及规程	1
任务1 认识生产过程和工艺过程	1
任务2 认识机械加工工艺过程的组成	3
任务3 认识机械加工工艺规程的格式	9
任务4 识读机械加工工艺文件	17
模块二 工件的定位与夹紧	25
任务1 认识工件的基准和定位	25
任务2 认识工件的定位原理	28
任务3 选择工件的定位基准	36
任务4 认识工件的夹紧方式	39
模块三 工艺尺寸链的计算	43
任务1 认识工艺尺寸链	43
任务2 基准不重合时的工艺尺寸链计算	46
任务3 中间工序的工艺尺寸链计算	53
任务4 表面处理的工艺尺寸链计算	56
模块四 轴类零件机械加工工艺编制	60
任务1 分析轴类零件的技术资料	62
任务2 确定轴类零件的生产类型	64
任务3 确定轴类零件的毛坯类型及其制造方法	66
任务4 选择轴类零件的定位基准和加工装备	68
任务5 拟定轴类零件的工艺路线	74
任务6 设计轴类零件的加工工序	80
任务7 填写轴类零件的机械加工工艺文件	83
模块五 盖类零件机械加工工艺编制	88
任务1 分析盖类零件的技术资料	90
任务2 确定盖类零件的生产类型	93
任务3 确定盖类零件的毛坯类型及其制造方法	94

任务4 选择盖类零件的定位基准和加工装备	97
任务5 拟定盖类零件工艺路线	100
任务6 设计盖类零件加工工序	105
任务7 填写盖类零件的机械加工工艺文件	116
模块六 叉架零件机械加工工艺编制	126
任务1 分析叉架零件的技术资料	128
任务2 确定叉架零件的生产类型	132
任务3 确定叉架零件的毛坯类型及其制造方法	133
任务4 选择叉架零件的定位基准和加工装备	135
任务5 拟定叉架零件工艺路线	138
任务6 设计叉架零件加工工序	144
任务7 填写叉架零件的机械加工工艺文件	148
任务8 设计夹具	154
模块七 箱体零件机械加工工艺编制	165
任务1 分析箱体零件的技术资料	170
任务2 确定箱体零件的生产类型	173
任务3 确定箱体零件的毛坯类型及其制造方法	174
任务4 选择箱体零件的定位基准和加工装备	175
任务5 拟定箱体零件工艺路线	178
任务6 设计箱体零件加工工序	181
模块八 机械产品装配工艺编制	194
任务1 分析机械产品的技术资料	194
任务2 确定机械产品的生产类型	198
任务3 划分产品装配单元及制定装配顺序	199
任务4 编制装配工艺过程卡	203
附 录	213
参考文献	252

模块一 机械加工工艺组成及规程

任务1 认识生产过程和工艺过程

教学目标

- 掌握生产过程、工艺过程和辅助过程的概念。
- 掌握机械加工工艺过程和装配工艺过程的概念。

任务引入

图 1-1 是某产品的生产过程图，图 1-2 是某产品零、部件工艺路线图，通过分析这两个图，来理解生产过程和工艺过程的基本含义，以及工艺过程中的机械加工工艺过程和装配工艺过程的概念。

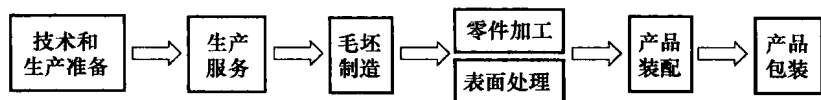


图 1-1 产品的生产过程



图 1-2 产品零、部件工艺路线

任务分析

机械产品的制造过程包括产品设计、生产、经销、售后服务、信息反馈和改进设计等环节，其中产品的生产是整个制造过程的核心，也是机械产品由设计向产品转化的过程，这一过程将直接影响产品的质量。

任务实施

一、生产过程

- (1) 机械产品经过图 1-1 所示的过程，即可将原材料或半成品转变为成品，

这一全过程称为产品的生产过程。机械产品的生产过程一般包括如下几项内容。

①技术和生产准备，如工艺编制、专用工艺装备的设计和制造、生产计划的制订、生产资料的准备等。

②生产服务，如原材料、外购件、外协件和工艺装备的供应、运输、保管等。

③毛坯制造，如铸造、锻造、冲压等。

④零件机械加工。

⑤热处理及表面处理。

⑥产品装配，如部装、总装、试验、检验和油漆等。

⑦产品的包装、入库。

(2) 在现代化生产中，为了便于组织专业化生产，一种产品的生产过程可能由多个工厂联合完成，一个工厂的生产过程又可以分为多个车间的生产过程，即一种产品的生产分散在若干个工厂或生产车间进行。例如，柴油机的生产，机体、曲轴、气缸盖、凸轮轴、齿轮室盖、飞轮等柴油机零、部件均为外协件，由专业配套厂协作生产，柴油机厂只完成柴油机的装配、调试等生产过程，这样更有利于保证产品质量，降低生产成本，提高生产效率。因此，一个工厂或生产车间的生产过程可能只是整个产品生产过程的一部分。

(3) 各个车间的生产过程具有不同的特点，同时又相互关联。如图 1-2 所示，铸造车间或锻造车间的成品是机械加工车间的“原材料”，而机械加工车间的成品又是装配车间的“原材料”。由此可知，机械产品的生产过程是一个复杂的过程，只有组织专业化的生产，才能保证加工质量，提高生产效率和降低成本。

二、工艺过程

(1) 图 1-1 所示的整个生产过程中，毛坯制造、零件加工和产品装配过程均直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置、物理或化学性质和性能等，使其成为成品或半成品，这个过程称为工艺过程。因此，工艺过程可根据其具体工作内容分为铸造、锻造、焊接、冲压、机械加工、热处理、表面处理、装配等不同的工艺过程。

(2) 工艺过程是生产过程的主体，是机械产品由设计向产品转化的过程，这一过程将直接影响产品的质量，所以是整个生产过程的核心。本课程重点学习机械加工工艺过程和装配工艺过程。

①表 1-1 中的阶梯轴加工工艺过程，均采用机械加工的方法（主要是切削或磨削）直接改变毛坯的形状、尺寸、相对位置、物理或化学性质和性能等，使其

成为合格的零件，这个过程称为机械加工工艺过程。

②表 1-1 中的气缸盖总成按规定的技术要求，将加工好的零件或部件进行配合和装配，使其成为成品或半成品，这个过程称为装配工艺过程。

表 1-1 工艺过程示例

阶梯轴机械加工工艺过程		气缸盖总成装配工艺过程	
工序号	工序名称	工序号	工序名称
1	铣端面、钻中心孔	1	压装气门座和气门导管
2	车外圆和端面	2	镗气门座 45°锥面
3	铣键槽	3	研磨气门座 45°锥面
4	热处理	4	清洗
5	磨外圆	5	装配进排气门、弹簧及弹簧座、摇臂轴座等

三、辅助过程

图 1-1 所示的生产过程中，生产和技术准备、生产服务过程以及产品包装过程与原材料变成成品间接有关，这些过程称为辅助过程。

练习题

1. 什么叫生产过程、工艺过程和辅助过程？
2. 机械加工工艺过程和装配工艺过程有何差别？

任务2 认识机械加工工艺过程的组成

教学目标

- 理解常用机械加工工艺基本术语的含义。
- 认识机械加工工艺过程的组成。

任务引入

图 1-3 所示为端盖零件图，表 1-2 和表 1-3 分别为端盖小批生产和大量生产的机械加工工艺过程，分析端盖的机械加工工艺过程，理解常用的机械加工工艺基本术语的含义，认识机械加工工艺过程的组成。

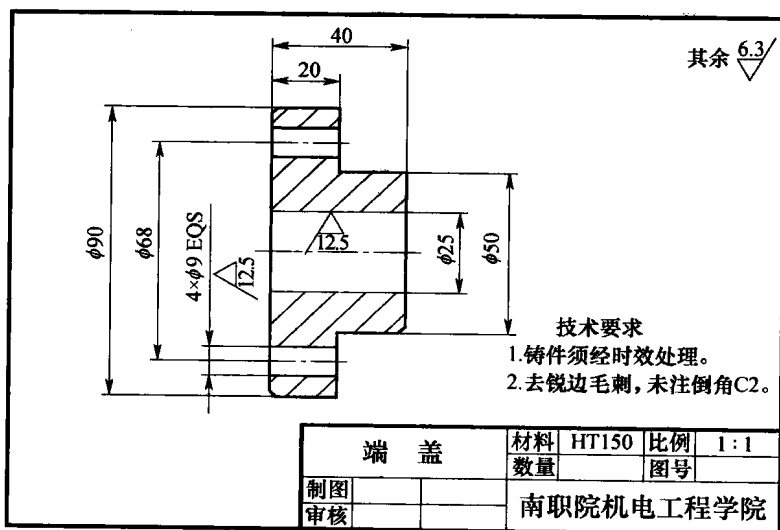


图 1-3 端盖零件图

表 1-2 端盖小批生产的机械加工工艺过程

工序号	工序名称	安装	工位	工步	工序内容	走刀	设备
1	车削	I	1		(用三爪自定心卡盘夹紧毛坯小端外圆, 如图 1-4 所示)		CA6140
				1	车大端端面	2	
				2	车大端外圆至 $\phi 90 \text{ mm}$	2	
				3	钻 $\phi 25 \text{ mm}$ 内孔	1	
				4	车大端外圆倒角 $C2$	1	
		II	1		(工件调头, 用三爪自定心卡盘夹紧毛坯大端外圆, 如图 1-4 所示)		
				1	车小端面, 保证尺寸 40 mm	2	
				2	车小端外圆至 $\phi 48 \text{ mm}$	2	
				3	车大端另一端面, 保证尺寸 20 mm	2	
				4	车小端外圆倒角 $C2$	1	
2	钻削	I	4		(用专用夹具装夹, 如图 1-5 所示)		Z525
				1	依次逐个钻 $4 \times \phi 8 \text{ mm}$ 孔	1	
				2	取下工件后修去 4 个孔口的毛刺		锉刀

任务分析

零件从毛坯变为成品是一个比较复杂的工艺过程，根据其技术要求和结构特点，在不同的生产条件下，常常需要采用不同的加工方法和设备，通过一系列的加工步骤，才能使毛坯变成零件。为了便于描述，需对工艺过程的组成给予科学地定义。

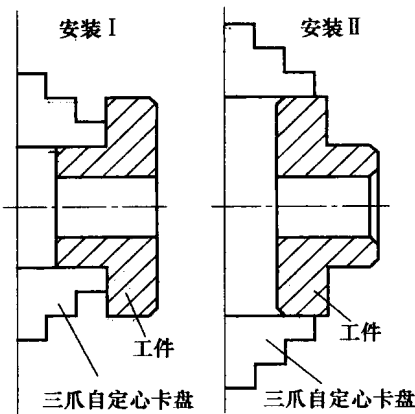


图 1-4 车削工序的安装

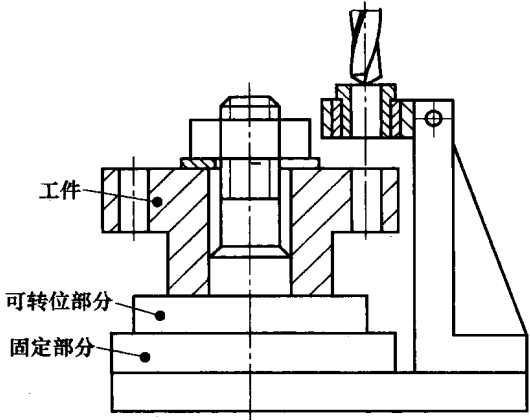


图 1-5 钻削工序的安装

表 1-3 端盖大量生产的机械加工工艺过程

工序号	工序名称	安装	工位	工步	工 序 内 容	走刀	设备
1	车削	I	1		(用气动三爪自定心卡盘正爪夹紧毛坯小端外圆，如图 1-6 所示)		CA6140 (第 1 台)
				1	车大端端面	2 次	
				2	车大端外圆至 $\Phi 90\text{ mm}$	2 次	
				3	钻 $\Phi 25\text{ mm}$ 内孔	1 次	
				4	车大端外圆和内孔倒角 $C2$		
2	车削	I	1		(用气动三爪自定心卡盘反爪夹紧毛坯大端外圆，如图 1-6 所示)		CA6140 (第 2 台)
				1	车小端面，保证尺寸 40 mm	2 次	
				2	车小端外圆至 $\Phi 48\text{ mm}$	2 次	
				3	车大端另一端面，保证尺寸 20 mm	2 次	
				4	车小端外圆和内孔倒角 $C2$	2 次	
3	钻削	I	1		(用气动专用夹具装夹，如图 1-7 所示，钻床上配四轴头)		Z525
				1	同时钻 $4 \times \Phi 8\text{ mm}$ 孔	1 次	
4	钳工				修去 4 个孔口的毛刺		风砂轮

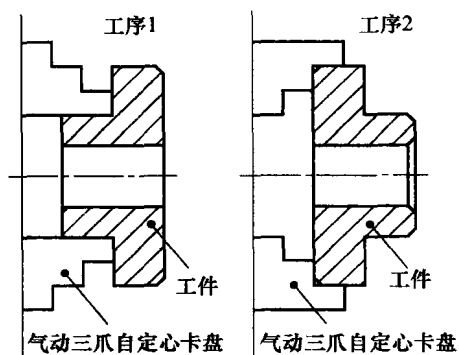


图 1-6 工序 1 和工序 2 的安装

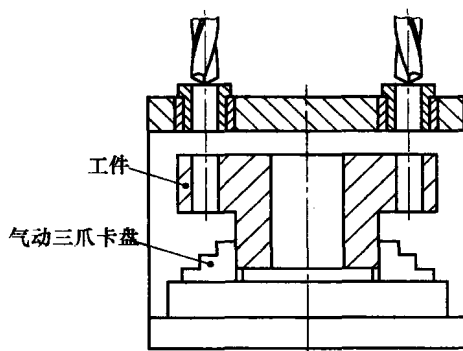


图 1-7 工序 3 的安装

任务实施

一、常用的机械加工工艺的基本术语

1. 工件

加工过程中的生产对象称为工件。

2. 毛坯

根据零件（或产品）所要求的形状、工艺尺寸等而制成的供进一步加工用的生产对象称为毛坯。

3. 机械加工

利用机械力对各种工件进行加工的方法称为机械加工。

4. 切削加工

利用切削工具从工件上切除多余材料的加工方法称为切削加工。

二、机械加工工艺过程的组成

表 1-2 中，端盖小批生产的机械加工工艺过程有两道工序，工序 1 有两个安装，每个安装都有一个工位、四个工步，车端面和外圆工步因加工余量大需分两次车削，所以都有两次走刀；而工序 2 只有一个安装、四个工位、一个工步、一次走刀。

表 1-3 中，端盖大量生产的机械加工工艺过程有四道工序，工序 1 和工序 2 有一个安装、一个工位、四个工步，同理，车端面和外圆工步都有两次走刀，钻孔只有一次走刀；而工序 3 只有一个安装、四个工位、一个工步、一次走刀。

由此可知，机械加工工艺过程均由若干个按顺序排列的工序组成，毛坯依次通过各工序而逐渐成为成品。而工序又可划分为若干个安装、工位、工步和走刀。图 1-8 清楚地表示了机械加工工艺过程的组成，以及工序、安装、工位、工

步和走刀之间的关系。

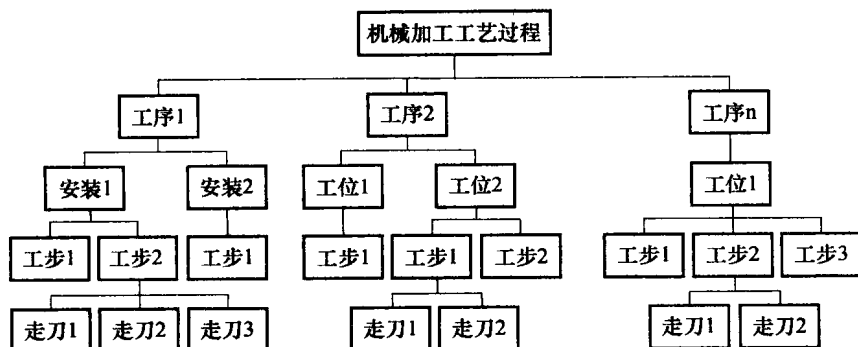


图 1-8 机械加工工艺过程的组成

1. 工序

由表 1-2 可知，端盖小批生产的机械加工工艺过程由车削和钻削两道工序组成，因为这两道工序的操作工人和加工设备不同，故划分为两道工序。而在车削工序中，虽然工件安装了两次，有多个加工表面和多种加工方法（如车、钻等），但其操作工人、加工设备及加工连续性（划分工序的要素）均未改变，所以属于同一工序。在钻削工序中，工步 2（修去 4 个孔口的毛刺）虽然使用的加工设备与工步 1（依次逐个钻 $4 \times \Phi 8$ mm 孔）的不同，但操作工人、工作地和加工连续性均未改变，故与工步 1 仍属同一工序。

表 1-3 中的端盖大量生产的机械加工工艺过程与小批生产不同，虽然工序 1 和工序 2 同为车削，但由于操作工人、加工设备及加工连续性均已改变，因此划分为两道工序。工序 3（钻削）与工序 4（钳工）也因为操作工人、使用设备和工作场地均不相同，因此划分为两道工序。

一个或一组工人，在一个工作地对同一个工件或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程称为工序。工序的区分主要依据工作场地（或加工设备）是否变动，以及完成的那部分工艺过程是否连续。工序不仅是组成工艺过程的基本单元，也是配备操作工人和加工设备、安排作业、进行质量检验和制订时间定额的基本单元。

2. 安装

表 1-2 中的工序 1，先用三爪自定心卡盘夹紧毛坯小端外圆完成 4 个工步的加工后，将工件调头，再用三爪自定心卡盘夹紧毛坯大端外圆，该工序共安装工件两次，共有两个安装。而工序 2 采用的是回转夹具，只安装一次就能完成工序 2 的全部工序内容。

工件加工前，在机床或夹具上先放置在一个正确的位置（定位）后再夹紧的过程称为装夹。工件（或装配单元）经一次装夹后所完成的那一部分工序内

容称为安装。在一道工序中可以有一个或多个安装。

工件加工中应尽量减少装夹次数，因为多一次装夹就多一次装夹误差，而且增加了辅助时间。因此，生产中常用各种分度头、回转工作台、回转夹具或移动夹具等，以便在工件一次装夹后，可使其处于不同的位置加工。

3. 工位

图 1-5 所示采用可转位夹具装夹工件，一次装夹工件后，可在四个位置钻孔，当钻完一个孔后，端盖连同夹具的可转位部分一起转过 90° ，然后钻另一个孔，依次完成 4 个孔的钻削，共有 4 个工位。

为了完成一定的工序内容，一次装夹工件后，工件（或装配单元）与夹具或设备的可动部分相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。一道工序可以只有一个工位，也可以有多个工位。

4. 工步

表 1-2 中的工序 1，在安装 I 中完成大端面、外圆的车削、钻 $\Phi 25$ 孔、车倒角等加工，由于其加工表面和使用刀具均已不同，故划分为 4 个工步。

在加工表面（或装配时的连接表面）和加工（或装配）工具不变的情况下所连续完成的那一部分工序内容称为工步。一道工序可以只有一个工步，也可以有多个工步。

一般来说，构成工步的任一要素（加工表面、刀具及加工连续性）改变后，即成为另一个工步。但下面指出的情况应视为一个工步：

（1）一次装夹中连续进行的若干相同的工步时，应视为一个工步。表 1-2 中的工序 2，一次装夹中连续完成钻 4 个 $\Phi 8$ mm 孔，应作为一个工步。

（2）为了提高生产率，有时用多把刀具同时加工多个表面或采用复合刀具加工，如图 1-9 所示，此时也应视为一个工步，称为复合工步。

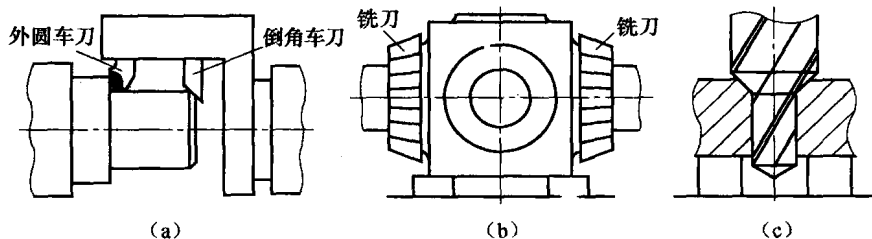


图 1-9 复合工步

(a) 同时车外圆和倒角；(b) 同时铣削两侧面；(c) 复合钻加工

5. 走刀

表 1-2 中的车削工序，车削端面和外圆时因切削余量较大，考虑到机床功率、刀具强度、切削振动等问题，所以分二次切削。

在一个工步内,若被加工表面的切削余量较大,需分几次切削,则每进行一次切削就称为一次走刀。一个工步可以包括一次走刀或多次走刀。

练习题

如图 1-10 (a) 所示零件,毛坯为 32 mm 棒料,其机械加工工艺过程如下:在锯床上下料;上车床车端面钻中心孔;在另一台车床上车外圆至 $\Phi 30$ mm 和 $\Phi 18$ mm;在第三台车床上车 $\Phi 20$ mm 外圆、车倒角、车 M20-6h 螺纹;在铣床上采用回转工作台、用两把刀铣四方头。试将其工艺过程划分为若干工序、安装、工位和工步。

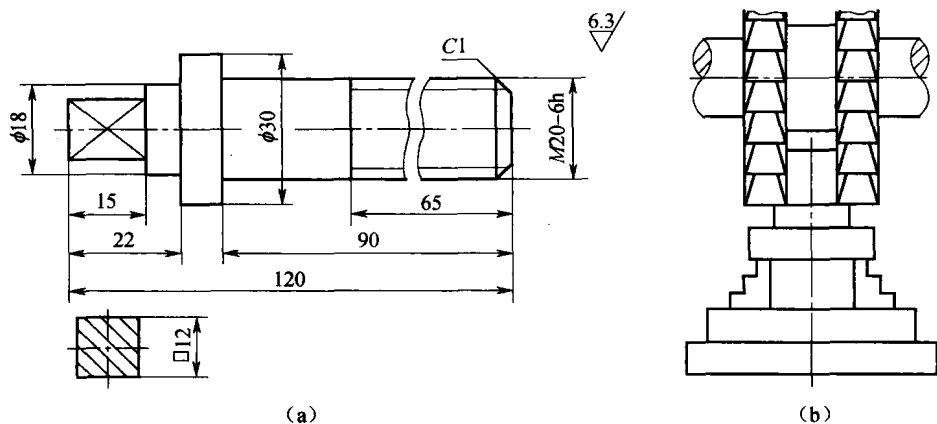


图 1-10 练习题图
(a) 零件图; (b) 铣削工序图

任务3 认识机械加工工艺规程的格式

教学目标

- 认识机械加工工艺规程的作用。
- 认识工艺过程卡片和工序卡片的格式和填写的内容。

任务引入

表 1-4 ~ 表 1-8 均为机械加工工艺规程的格式,认识机械加工工艺规程的格式和内容要求。

任务分析

零件的工艺过程,往往是根据其不同的结构、不同的材料、不同的技术要求,采用不同的加工方法、加工设备、夹具、刀具和量具等。为确保零件的制造质量、生产效率和低成本,这些过程的各有关内容须用文字的形式规定并形成文