



21世纪高职高专规划教材·机电类

机械加工

技能实训

■ 主 编 袁梁梁 张晓松

Jixie jiagong jineng shixun



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高职高专规划教材·机电类

机械加工技能实训

主 编 袁梁梁 张晓松

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要介绍机械加工入门知识、钳工实训、车工实训、铣工实训、刨工实训、磨工实训、特种加工与精密加工。突出机械加工技术应用能力培养及基本操作技能训练。

本书可作为高职高专机电专业学生学习、上岗前培训教材、职业技能鉴定培训用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械加工技能实训/袁梁梁, 张晓松主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2007. 5

21 世纪高职高专规划教材·机电类

ISBN 978-7-5640-0946-5

I. 机… II. ①袁…②张… III. 机械加工-高等学校: 技术学校-教材 IV. TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 051776 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 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 17.25

字 数 / 343 千字

版 次 / 2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 5000 册

定 价 / 25.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

当前，高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的重要标志之一，成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。

如今，中国已成为制造业大国，但还不是制造业强国。我们要从制造业大国走向制造业强国，必须大力发展以数控技术为主的先进制造技术，提高计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）的技术水平。

制造业要发展，人才是关键。尽快培养一批高技能人才和高素质劳动者，是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求，高等职业教育既担负着培养高技能人才的任务，也为自身的发展提供了难得的机遇。

为适应制造业的深层次发展和数控技术的广泛应用，根据高等职业教育发展与改革的新形势，北京理工大学出版社组织知名专家、学者，与生产制造企业的技术人员反复研讨，以教育部《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求为指导思想，确立了“满足制造业对人才培养的需求，适应行业技术改革，紧跟前沿技术发展”的思路，编写了这套高职高专教材。本套教材力图实现：以培养综合素质为基础，以能力为本位，把提高学生的职业能力放在突出位置，加强实践性教学环节，使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者；以企业需求为依据，以就业为导向，增强针对性，又兼顾适应性；课程设置和教学内容适应技术发展，突出机电一体化、数控技术应用专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法；教学组织以学生为主体，提供选择和创新的空間，构建开放、富有弹性、充满活力的课程体系，适应学生个性化发展的需要。

本套教材的主要特色有：

1. 借鉴国内外职业教育先进教学模式，顺应现代职业教育教学制度的改革趋势；

2. 以就业为导向，进行了整体优化；

3. 理论与实践一体化，强化了知识性和实践性的统一。

本套教材适合作为高职高专院校机电一体化、数控技术、机械制造及自动化、模具设计与制造等专业的课程教学和技能培训用书。

北京理工大学出版社

前 言

近几年来，高等教育的规模迅速扩大，特别是高等职业教育呈现出前所未有的发展势头，学生规模已占我国受高等教育人数的 50% 左右，成为高等教育的一支重要的生力军；办学理念上，“以就业为导向”成为高等职业教育改革和发展的主旋律，也意味着必须树立向市场靠拢的理念，探索全新的教学模式。近两年来，教育部召开了三次产学研交流会，并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”，同时成立 35 所示范性软件职业技术学院，进行两年制教学改革试点。这些举措都表明高职高专教育正在向深层次发展，以期实现新的突破。

对于职业院校而言，技能培训才是职业教育的主题，理论教学应该围绕着专业技能的需要而展开，这不仅是就业市场的需求，也是高职办学理念上的回归。因此，国家要求高等职业院校构建理论教学体系和实践教学体系的办学格局，指明了高等职业教育改革前进的方向。本教材力求体现国家倡导的“以就业为导向，以能力为本位”的精神，结合职业技能鉴定和高等职业院校双证书的需求，注重实训教学，强化上岗前培训，教材内容统筹规划，合理安排知识点、技能点，避免重复，教学形式生动活泼，以符合高等职业院校学生的认知规律。

随着机电一体化技术的迅猛发展，各工种之间的联系也越来越广泛。机器制造中有相当一部分中小型零件采用冷挤压、精密铸造等方法制造，但绝大部分大、中型零件仍然需要机械加工（金属切削加工）。所以，一般机械厂都配备有铸工、锻工、焊工、车工、铣工、刨工、磨工、钳工和热处理等工种。其中钳工是操作技能要求较高且最基础的工种，是机电类

及相关专业不可或缺的重要技能，本书模块二将重点讲解。

本书是根据我国现代制造技术迅速发展的现状和教育部高教司《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求，从现代机械制造工作的人员的实际要求出发，总结机械加工专业人才培养的教学经验基础上，对传统机械加工技术的实训内容进行了改革，加强了技能训练，并结合大量的实例进行操作训练。本书的特点是模块化教学，共分为七个模块，内容包括机械加工入门知识、钳工实训、车工实训、铣工实训、刨工实训、磨工实训、特种加工与精密加工。本书突出机械加工技术应用能力培养及基本操作技能训练。

本书可作为高职高专院校模具、机械、数控、机电等专业以及电类和近机类专业的实训教材，也可以作为毕业生上岗前的培训用书，更是参加职业技能鉴定通过中级钳工的一本培训用书。

本书的模块二 钳工实训，模块四 铣工实训由江苏城市职业学院武进校区袁梁梁老师编写；模块一 机械加工入门知识，模块三 车工实训，模块五 刨工实训，由江苏广播电视大学武进学院张晓松老师编写；模块六 磨工实训，由江苏省武进高级技工学校的王协老师（本书副主编）编写；模块七 特种加工和精密加工，由江苏城市职业学院武进校区王立新老师（本书副主编）编写；此外，在本教材编写中还得到了江苏电大武进学院曾锡琴、冯伟和中国矿业大学钱耀强老师的参与帮助，作者在此一并感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

模块一 机械加工入门知识

第1章 机械加工工艺流程	(2)
第一节 机械加工工艺流程和特征	(2)
第二节 定位基准的选择	(6)
第三节 工艺路线的拟定	(7)
第四节 加工精度与表面质量	(11)
第2章 常用量具及测量练习	(13)
第一节 测量概述	(13)
第二节 常用量具及其使用	(14)
第3章 常用金属材料与热处理	(22)
第一节 常用金属材料	(22)
第二节 金属材料的热处理	(25)
第4章 金属切削与刀具知识	(29)
第一节 金属切削的基本知识	(29)
第二节 金属切削过程及切削液	(31)

模块二 钳工实训

第1章 钳工入门知识	(36)
第2章 划线	(43)
第一节 划线概述	(43)
第二节 平面划线和立体划线	(47)
第3章 锯削	(50)
第一节 锯削工具和锯削方法	(51)

第二节 各种材料的锯削方法及常见问题	(55)
第4章 錾削	(58)
第一节 錾削工具	(58)
第二节 錾削姿势及要领	(60)
第三节 錾削的方法	(62)
第5章 锉削	(65)
第一节 锉刀	(65)
第二节 锉削姿势和锉削方法	(71)
第三节 平面锉削	(73)
第四节 曲面锉削和角度锉削	(78)
第五节 锉刀的修复和利用	(81)
第6章 孔加工	(83)
第一节 钻孔	(83)
第二节 扩孔	(91)
第三节 铰孔	(92)
第四节 铰孔	(96)
第7章 锉配	(98)
第一节 四方开口配	(98)
第二节 凹凸体锉配	(102)
第三节 燕尾体锉配	(105)
第8章 攻螺纹与套螺纹	(106)
第一节 攻螺纹	(106)
第二节 套螺纹	(111)
第9章 刮削与研磨	(114)
第一节 刮削	(114)
第二节 研磨	(120)
第10章 装配	(125)
第一节 装配工艺规程	(125)
第二节 固定连接的装配	(127)
第三节 传动机构的装配	(134)
第四节 轴承的装配	(137)

第 11 章 综合技能训练	(140)
第一节 90°刀口角尺的制作	(140)
第二节 銼口榔头的制作	(141)
第三节 六角螺母的制作	(142)

模块三 车 工 实 训

第 1 章 车工入门知识	(145)
第 2 章 车刀知识	(150)
第一节 车刀的组成和结构	(150)
第二节 车刀的刃磨和安装	(154)
第 3 章 车床的夹具	(157)
第一节 通用夹具和专用夹具	(157)
第二节 车床常用附件的应用	(158)
第 4 章 车削加工基本方法	(162)
第一节 普通车加工	(162)
第二节 特形面和螺纹加工	(168)
第 5 章 数控车床编程与操作	(172)
第一节 数控加工概述	(172)
第二节 程序段格式及其代码指令	(173)
第三节 数控机床操作	(178)

模块四 铣 工 实 训

第 1 章 铣工入门知识	(181)
第 2 章 铣刀	(187)
第一节 铣刀的种类和安装	(187)
第二节 铣刀的改进及刃磨	(189)
第 3 章 铣削加工	(194)
第一节 铣平面	(194)
第二节 铣台阶面	(200)

第三节 铣沟槽	(201)
第四节 铣螺旋槽	(205)
第4章 齿轮齿形加工	(208)
第一节 铣齿	(208)
第二节 插齿	(209)
第三节 滚齿	(211)
第5章 数控铣床简介	(213)

模块五 刨工实训

第1章 刨工入门知识	(219)
第2章 刨削加工	(223)
第一节 刨刀	(223)
第二节 刨削平面	(226)
第三节 刨削沟槽类工件	(230)

模块六 磨工实训

第1章 磨工入门知识	(237)
第2章 磨具及磨削液	(243)
第一节 磨具	(243)
第二节 磨削液	(245)
第3章 磨削加工	(247)
第一节 外圆磨削	(247)
第二节 平面磨削	(249)

模块七 特种加工和精密加工

第1章 特种加工	(253)
第一节 电火花加工	(253)
第二节 电解加工	(255)

第三节 超声波加工	(256)
第四节 激光加工	(257)
第2章 精密加工	(259)
第一节 高速精车	(259)
第二节 精密磨削	(260)
主要参考文献	(262)

模块一 《《》

机械加工入门知识

一个国家要实现工业、农业、国防、科学技术现代化，必须具有强大的机械制造业。本模块主要介绍了机械加工一般过程和机械加工的基本知识，通过本模块的学习，培养学生对机械制造业的兴趣，懂得一般理论知识。

第 1 章

机械加工工艺过程

【学习要求】

- (1) 掌握工件的加工工艺过程。
- (2) 了解各种生产类型的工艺特征。
- (3) 合理选择定位基准, 包括粗、半精、精加工时基准的选用。
- (4) 能简单制定工艺路线, 懂得加工顺序的安排。

第一节 机械加工工艺过程和特征

一、机械加工工艺过程及组成

用金属切削的方法逐步改变毛坯的形状、尺寸和表面质量, 使之成为合格零件所进行的劳动过程, 称为机械加工工艺过程。在机械制造业中, 机械加工过程是最主要的工艺过程。

机械加工过程由一系列按顺序的工序组成。通过这些工序对工件进行加工, 将毛坯逐步加工为合格的零件。工序是工艺过程的基本单位, 也是编制生产计划和进行核算的基本依据。工序又可细分为装夹、工步等。

1. 工序

工序是由一个工人或一组工人在不更换工作地点的情况下对同一个或几个工件同时进行加工并连续完成的那一部分工艺过程。划分工序的主要依据是工作地是否变动和工作是否连续。

图 1-1 所示为阶台轴零件, 按单件生产制定的主要工艺过程如表 1-1 所示。

按成批生产零件指定的工艺过程如表 1-2 所示。单件生产时, 所有车削与磨削内容分别集中在一台机床与一台磨床上进行。成批生产时, 车削的内容被分配到三台车床上进行, 三个外圆的磨削也分别由三台磨床完成。由于后者工作地点发生了变动, 因此, 车削与磨削各有三个工序。

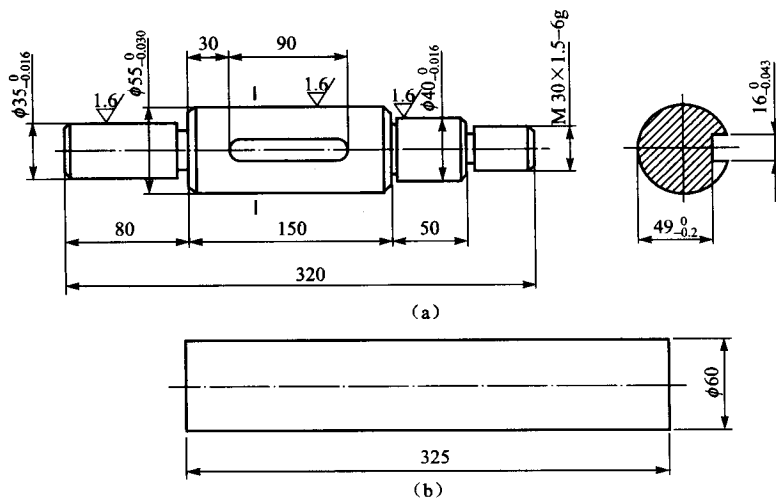


图 1-1 阶台轴

(a) 阶台轴; (b) 毛坯

表 1-1 单件生产阶台轴的加工工艺过程

工序号	工序名称	工序内容	工作地
1	毛坯	下料 $\phi 80 \text{ mm} \times 325 \text{ mm}$	锯床
2	车工	车两端面及钻中心孔, 车外圆, 切槽及倒角, 车螺纹	卧式车床
3	热处理	调质 28 ~ 32HRC	热处理车间
4	磨工	磨各外圆至图示尺寸要求	外圆磨床
5	铣工	铣键槽, 去毛刺	立式铣床
6	检验	按图示要求检查	检验台

表 1-2 成批生产阶台轴的加工工艺过程

工序号	工序名称	工序内容	工作地
1	毛坯	下料 $\phi 80 \text{ mm} \times 325 \text{ mm}$	锯床
2	车工	车两端面至总长, 钻中心孔	中心孔机床
3	车工	车右端三个外圆 (两外圆留磨量), 切槽及倒角	仿形机床

续表

工序号	工序名称	工序内容	工 作 地
4	车工	车左端一个外圆（留磨量），切槽及倒角	卧式机床
5	热处理	调质 28 ~ 32HRC	热处理车间
6	钳工	研磨中心孔	钻床
7	磨工	磨外圆 $\phi 55_{-0.030}^0 \text{ mm}$	外圆磨床
8	磨工	磨外圆 $\phi 44_{-0.016}^0 \text{ mm}$	外圆磨床
9	磨工	磨外圆 $\phi 35_{-0.016}^0 \text{ mm}$	外圆磨床
10	铣工	铣键槽	键槽铣床
11	铣工	铣螺纹	螺纹铣床
12	钳工	去毛刺	钳工台
13	检验	按图示尺寸检查	检验台

2. 工步

一个工序可以只有一个工步，也可以包括若干个工步。工步是在加工表面和加工工具不变的情况下所连续完成的那一部分工作。如表 1-1 中的工序 2，需要车削 2 个端面，2 个中心孔，4 个外圆表面，3 个沟槽连倒角，2 个倒角及车螺纹，共分 14 个工步。

在批量生产中，为了提高生产率，常采用多刀多刃或复合刀具同时加工工件的几个表面，这样的工步称为复合工步。复合工步亦视为一个工步。

3. 安装

工件加工前使其在机床上或夹具中获得一个正确而固定位置的过程称为装夹。装夹包括工件定位和夹紧两部分内容。工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。在一个工序中可以包括一个或数个安装。

二、生产类型及其特征

1. 生产类型

生产类型是指企业生产专业化程度的分类。一般分为单件生产、成批生产和大量生产三种类型。

(1) 单件生产。产品的种类繁多，数量极少，少至一件或几件，多则几十件，工作地的加工对象经常改变，很少重复，这种生产类型称为单件生产。如新产品试制、专用设备制造、专用工具制造、重型机械制造等都属单件生产类型。

(2) 成批生产。产品的种类比较少，但同一产品的产量比较大，一年中产品周期地成

批投入生产,工作地的加工对象周期性地更换,这种生产类型称为成批生产。一次投入或产出的同一产品的数量称为生产批量。根据批量的大小,成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产的特点与单件生产相似,大批生产特点与大量生产相似,中批生产的特点则介于单件、小批生产与大批、大量生产之间。如机床制造属于中批生产、飞机、航空发动机制造大多属于小批生产。

(3) 大量生产。产品的产量很大,大多数工作地经常重复地进行某一零件的某一工序的加工,这种生产类型称为大量生产。如汽车、轴承等的制造通常属大量生产类型。

2. 生产类型的工艺特征 (如表 1-3 所示)

表 1-3 各种生产类型的工艺特征

类 型 措 施	单件、小批生产	中批生产	大批、大量生产
毛坯制造	锻件用自由锻,铸件用木模手工造型、毛坯精度低,加工余量大	部分锻件用模锻,部分铸件用金属模造型。毛坯精度中等,加工余量中等	锻件广泛采用模锻,铸件广泛采用金属模及机器造型、压力铸造等高效方法。毛坯精度高,加工余量小
机床设备	采用通用机床	采用部分通用机床和部分高生产率机床或专用机床	广泛采用高生产率的专用机床、自动机床、组合机床
刀、夹、量具	采用通用的刀、夹、量具	采用部分通用刀、夹、量具和部分专用刀、夹、量具	广泛采用高生产率的专用刀、夹、量具
对工人的技术要求	需要技术熟练、水平较高的工人	需要具有一定熟练程度的技术工人	需要技术熟练的调整工,对一般操作工人技术要求较低
车间平面布置	按照机床的种类及大小,采用机群式排列布置	按加工零件类别,分工段排列布置	按流水线或生产自动线形式排列布置
工艺技术文件	有简单的工艺过程卡片	有工艺规程	有详细的工艺过程
零件的互换性	没有互换性,一般配对制造,采用修配方法	大部分有互换性,少数用钳工修配	全部要求互换性,对精度要求高的配合件,采用分组选配
生产率	低	较高	高
经济性	生产成本高	生产成本较低	生产成本低