



普通高等学校机械基础课程规划教材

# 工程基础与训练

◎ 主 编 夏绪辉 王 蕾



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

# 工程基础与训练

主 编 夏绪辉 王 蕾  
副主编 周幼庆 刘 翔 谢良喜  
曹建华 刘长生

华中科技大学出版社  
中国·武汉

## 内 容 简 介

编写本书的宗旨是为了适应科学技术的不断发展及教学改革的不深入。全书共分 6 大部分 22 章,包括:工程训练背景知识与安全规范、工程材料及其热处理工艺、铸造工艺、锻压工艺、焊接工艺、非金属材料成形、切削加工基础知识、车削工艺、铣削工艺、刨削工艺、磨削工艺、钳工工艺、数控基础知识、数控车削工艺、数控铣削工艺、特种数控加工工艺、现代快速成形技术、电子元器件与焊接技术、表面贴装技术、印制电路板设计与制造、电子实训案例及综合工程训练理论与实践等。

本书可作为高等学校机械类、非机械类专业的机电综合工程训练教材,也可供相关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程基础与训练/夏绪辉,王蕾主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.12

普通高等学校机械基础课程规划教材

ISBN 978-7-5680-1476-2

I. ①工… II. ①夏… ②王… III. ①机械工程-高等学校-教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 305432 号

### 工程基础与训练

夏绪辉 王 蕾 主编

Gongcheng Jichu yu Xunlian

策划编辑:俞道凯

责任编辑:王 晶

封面设计:原色设计

责任校对:何 欢

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:19.75

字 数:500 千字

版 次:2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:39.00 元



华中大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

# 前 言

工程训练是理工类高校中普遍开设的实践性教学课程。该课程面向本科各专业,以低年级学生为主,具有通识性工程基础实践教学特征。其教学目标是学习工艺知识,增强实践能力,提高工程素质,培养创新意识和创新能力,通过工程训练,使学生对工业制造有所了解,对工业文化有所体验,其作用是其他课程无法替代的。

随着科学技术的快速发展,科学知识的更新日益加快,制造技术日新月异,新材料、新技术、新工艺不断涌现,使工程训练课程的教学内容不断更新和丰富。同时,在市场经济条件下,社会对人才的需求也发生了很大变化,这就要求学生在学到较宽的现代科学技术基础理论和必需的专业知识的同时,必须进行综合工程实践能力的训练。由于工程训练教学内容的不断增多与有限的教学学时之间存在较大的矛盾,有必要对工程训练的教学内容、教学方法进行改革,传统的工程训练已经开始向现代工程训练转化,传统的训练内容不断减少,先进制造技术的训练内容不断增多。为了适应课程改革的需要,配合柔性模块化工程训练教学,我们组织编写了这本教材。

本书在编写过程中遵循“实用为主,够用为度”的指导原则,强调知识面的宽度,着重介绍实践操作指导及工艺设备的作用。在满足教学知识点要求的基础上,注重理论与实际相结合、设计与工艺相结合、分散与集成相结合;编写中,力求书中内容与现场相对应,强调简练、实用、便于自学;在内容组织上,注意优化传统制造技术内容,强化先进制造技术、综合工程训练的地位和确定适当的内容比例。每章后还附有复习思考题,便于学生明确训练要求与章节重点。

参加本书编写的有:夏绪辉、王蕾、周幼庆、刘翔、曹建华、刘长生、谢良喜、杜辉、杨永强、郑常菁、龚园等。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批证指正。

编 者

2015 年 7 月

# 目 录

## 第一部分 工程训练概述

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 第 1 章 工程训练背景知识与安全规范 ..... | (1)  |
| 1.1 制造技术与系统 .....         | (1)  |
| 1.2 机械制造 .....            | (4)  |
| 1.3 电子制造工艺 .....          | (6)  |
| 1.4 工程训练基本要求与安全规范 .....   | (7)  |
| 复习思考题 .....               | (10) |

## 第二部分 材料成形技术

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 第 2 章 工程材料及其热处理工艺 ..... | (11) |
| 2.1 工程材料 .....          | (11) |
| 2.2 热处理的概念及分类 .....     | (17) |
| 2.3 钢的热处理工艺 .....       | (18) |
| 2.4 其他热处理 .....         | (22) |
| 2.5 训练案例:弹簧的制作 .....    | (23) |
| 复习思考题 .....             | (23) |
| 第 3 章 铸造工艺 .....        | (24) |
| 3.1 铸造设备 .....          | (24) |
| 3.2 砂型铸造 .....          | (28) |
| 3.3 金属熔炼 .....          | (31) |
| 3.4 浇注工艺 .....          | (31) |
| 3.5 特种铸造 .....          | (32) |
| 3.6 常见铸件缺陷分析 .....      | (33) |
| 3.7 训练案例:手工造型及制芯 .....  | (34) |
| 复习思考题 .....             | (36) |
| 第 4 章 锻压工艺 .....        | (37) |
| 4.1 锻压的基本概念及分类 .....    | (37) |
| 4.2 常见锻压设备 .....        | (38) |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 4.3 锻坯的加热和锻件的冷却 .....    | (40) |
| 4.4 自由锻造 .....           | (42) |
| 4.5 模型锻造 .....           | (45) |
| 4.6 板料冲压 .....           | (46) |
| 4.7 锻压新技术、新工艺 .....      | (47) |
| 4.8 训练案例:齿轮坯的锻造 .....    | (47) |
| 复习思考题 .....              | (48) |
| <b>第5章 焊接工艺</b> .....    | (50) |
| 5.1 手工电弧焊 .....          | (50) |
| 5.2 气焊与气割 .....          | (59) |
| 5.3 特种焊接简介 .....         | (69) |
| 5.4 训练案例:手工电弧焊操作 .....   | (70) |
| 复习思考题 .....              | (71) |
| <b>第6章 非金属材料成形</b> ..... | (72) |
| 6.1 塑料成形 .....           | (72) |
| 6.2 橡胶制品成形 .....         | (75) |
| 6.3 复合材料成形 .....         | (76) |
| 复习思考题 .....              | (78) |

### 第三部分 机械切削加工技术

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| <b>第7章 切削加工基础知识</b> ..... | (79)  |
| 7.1 切削运动与切削用量 .....       | (79)  |
| 7.2 零件技术要求 .....          | (80)  |
| 7.3 切削刀具与量具 .....         | (81)  |
| 复习思考题 .....               | (85)  |
| <b>第8章 车削工艺</b> .....     | (86)  |
| 8.1 普通车床 .....            | (86)  |
| 8.2 基本车削工作 .....          | (92)  |
| 8.3 训练案例:车削 .....         | (100) |
| 复习思考题 .....               | (100) |
| <b>第9章 铣削工艺</b> .....     | (101) |
| 9.1 常用铣床 .....            | (101) |
| 9.2 铣床的加工范围 .....         | (103) |
| 9.3 铣刀及其安装 .....          | (104) |
| 9.4 铣床的主要附件与应用 .....      | (105) |
| 9.5 基本铣削工作 .....          | (108) |
| 9.6 训练案例:铣削 .....         | (113) |

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| 复习思考题 .....              | (113)        |
| <b>第 10 章 刨削工艺 .....</b> | <b>(115)</b> |
| 10.1 牛头刨床及其调整 .....      | (115)        |
| 10.2 基本刨削工作 .....        | (117)        |
| 10.3 其他刨削设备 .....        | (118)        |
| 10.4 训练案例:刨削 .....       | (119)        |
| 复习思考题 .....              | (120)        |
| <b>第 11 章 磨削工艺 .....</b> | <b>(121)</b> |
| 11.1 磨床的种类 .....         | (121)        |
| 11.2 平面磨床 .....          | (123)        |
| 11.3 砂轮 .....            | (123)        |
| 11.4 基本磨削工作 .....        | (125)        |
| 11.5 训练案例:平面磨削 .....     | (127)        |
| 复习思考题 .....              | (127)        |
| <b>第 12 章 钳工工艺 .....</b> | <b>(128)</b> |
| 12.1 钳工特点及工作台 .....      | (128)        |
| 12.2 划线 .....            | (129)        |
| 12.3 锯削 .....            | (132)        |
| 12.4 锉削 .....            | (133)        |
| 12.5 孔加工 .....           | (134)        |
| 12.6 螺纹加工 .....          | (137)        |
| 12.7 装配 .....            | (138)        |
| 12.8 训练案例:立体划线 .....     | (141)        |
| 复习思考题 .....              | (142)        |

## 第四部分 先进机械加工技术

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| <b>第 13 章 数控基础知识 .....</b> | <b>(143)</b> |
| 13.1 数控机床概述 .....          | (143)        |
| 13.2 数控编程技术基础 .....        | (150)        |
| 复习思考题 .....                | (156)        |
| <b>第 14 章 数控车削工艺 .....</b> | <b>(157)</b> |
| 14.1 数控车床 .....            | (157)        |
| 14.2 数控车床操作基础 .....        | (158)        |
| 14.3 指令的格式及应用 .....        | (163)        |
| 14.4 训练案例:数控机床编程 .....     | (164)        |
| 复习思考题 .....                | (167)        |
| <b>第 15 章 数控铣削工艺 .....</b> | <b>(168)</b> |
| 15.1 数控铣床与数控加工中心 .....     | (168)        |

|                                |                               |              |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------|
| 15.2                           | 数控铣床操作基础 .....                | (171)        |
| 15.3                           | 指令的格式及应用 .....                | (174)        |
| 15.4                           | 训练案例:典型零件数控铣削 .....           | (183)        |
|                                | 复习思考题 .....                   | (189)        |
| <b>第 16 章</b>                  | <b>特种数控加工工艺 .....</b>         | <b>(190)</b> |
| 16.1                           | 数控电火花线切割 .....                | (190)        |
| 16.2                           | 数控电火花线切割机床数控程序的编程方法 .....     | (193)        |
| 16.3                           | 训练案例:数控电火花线切割穿丝指令与子程序举例 ..... | (193)        |
|                                | 复习思考题 .....                   | (194)        |
| <b>第 17 章</b>                  | <b>现代快速成形技术 .....</b>         | <b>(195)</b> |
| 17.1                           | 快速成形基本原理 .....                | (195)        |
| 17.2                           | 快速成形工艺 .....                  | (196)        |
| 17.3                           | 典型快速成形技术——3D 打印 .....         | (198)        |
| 17.4                           | 典型快速成形设备简介 .....              | (201)        |
| 17.5                           | 训练案例:3D 打印 .....              | (203)        |
|                                | 复习思考题 .....                   | (208)        |
| <br><b>第五部分 电子工艺技术</b><br><br> |                               |              |
| <b>第 18 章</b>                  | <b>电子元器件与焊接技术 .....</b>       | <b>(209)</b> |
| 18.1                           | 分立元器件 .....                   | (209)        |
| 18.2                           | 半导体元件 .....                   | (221)        |
| 18.3                           | 集成电路元件 .....                  | (227)        |
| 18.4                           | 电子焊接工艺 .....                  | (231)        |
| 18.5                           | 手工焊接技术 .....                  | (237)        |
| 18.6                           | 焊点质量标准与缺陷分析 .....             | (241)        |
| 18.7                           | 拆焊与维修 .....                   | (243)        |
|                                | 复习思考题 .....                   | (243)        |
| <b>第 19 章</b>                  | <b>表面贴装技术 .....</b>           | <b>(244)</b> |
| 19.1                           | 表面贴装技术及其特点 .....              | (244)        |
| 19.2                           | 表面贴装元器件 .....                 | (245)        |
| 19.3                           | 表面贴装材料 .....                  | (250)        |
| 19.4                           | SMT 工艺与设备 .....               | (251)        |
|                                | 复习思考题 .....                   | (256)        |
| <b>第 20 章</b>                  | <b>印制电路板设计与制造 .....</b>       | <b>(257)</b> |
| 20.1                           | 印制电路板概述 .....                 | (257)        |
| 20.2                           | 印制电路板基材 .....                 | (258)        |
| 20.3                           | 印制电路板的设计基础 .....              | (260)        |



---

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| 20.4 印制电路板的制造基础 .....      | (261)        |
| 复习思考题 .....                | (263)        |
| <b>第 21 章 电子实训案例 .....</b> | <b>(264)</b> |
| 21.1 焊接技术训练 .....          | (264)        |
| 21.2 印制电路板制作训练 .....       | (265)        |
| 21.3 SMT 训练 .....          | (270)        |
| 21.4 整机装调训练 .....          | (272)        |

## 第六部分 综合工程训练

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| <b>第 22 章 综合工程训练理论与实践 .....</b> | <b>(278)</b> |
| 22.1 综合工程训练 .....               | (278)        |
| 22.2 综合工程训练创新实践方法 .....         | (280)        |
| 22.3 综合工程训练项目案例 .....           | (288)        |
| 复习思考题 .....                     | (302)        |
| <b>参考文献 .....</b>               | <b>(303)</b> |

## 第一部分 工程训练概述

# 第 1 章 工程训练背景知识与安全规范

## 1.1 制造技术与系统

### 1.1.1 制造的概念

传统地理解,人们一般将“制造”理解为产品的机械工艺过程或机械加工过程。例如著名的朗文词典对“制造”(manufacture)的解释为“通过机器进行(产品)制作或生产,特别适用于大批量生产”。

随着人类生产力的发展,“制造”的概念和内涵在“范围”和“过程”两个方面大大拓展。在范围方面,制造所涉及的工业领域远非局限于机械制造,它包括了机械、电子、化工、轻工、食品、军工等国民经济的各行各业。制造业已被定义为将可用资源(包括物料、能源等)通过相应过程转化为可供人们使用和利用的工业品或生活消费品的产业。在过程方面,制造不仅指具体的工艺过程,而且包括市场分析、产品设计、生产工艺过程、装配检验、销售服务等产品整个生命周期过程,如国际生产工程学会 1990 年给“制造”下的定义是:制造是一个涉及制造工业中产品设计、物料选择、生产计划、生产过程、质量保证、经营管理、市场销售和服务的一系列相关活动和工作的总称。

综上所述,“制造”目前有两种理解:一种是通常制造概念,指产品的“制作过程”或称为“小制造概念”,如机械加工过程;另一种是广义制造概念,包括产品整个生命周期过程,又称为“大制造概念”。本书中涉及的制造,主要是指的小制造概念。

### 1.1.2 现代制造模式与技术

#### 1. 现代制造模式

制造模式(manufacturing mode)是制造企业经营管理方法的模型,是提供关于制造系统通用的和全局的样板,制造模式可以被理解为“制造系统实现生产的典型方式”。现代制造模式可定义为:现代制造模式是以市场需求为驱动,以先进制造技术为基础,运用先进的制造管理理念,对制造系统进行设计、组织和运作的方式。它以获取生产有效性为首要目标,以制造资源快速有效集成为基本原则,以“人—组织—技术”相互结合为实施途径,使制造系统获得精益、敏捷、优质高效的特征,以适应市场变化对时间、质量、成本、服务和环境的新要求。

对于现代制造模式的类型,不同的分类标准有不同的分类结果。例如按照制造过程来

分,可分为刚性制造模式、柔性制造模式、可重构制造模式三种;按照信息流与物流运动方向来分,可分为精益制造模式与信息化制造模式两种;按制造过程利用资源的范围来分,可分为集成制造系统、敏捷制造系统、智能制造系统三种。

系统总结国内外出现的各种先进制造模式,对目前存在的 63 种先进制造模式和方法技术通过层次进行区分,主要包括以下三层。

(1) 技术与方法层 主要是相对独立的技术与方法,如工业智能技术、优化设计等。

(2) 系统方法层 侧重于整个系统,强调方法与技术的综合集成、如单元集成制造系统、基于统计的质量管理系统等。

(3) 哲理层 强调的是一种思想或理念,如精益生产、柔性制造系统等。

尽管现在制造模式可分为多种不同的类型,但均具有如下四个共同特点。

(1) 综合性 强调技术、管理方法和人的有效综合和集成。

(2) 普适性 其概念、哲理和结构,适用于不同企业,其核心思想和观念具有普遍指导意义。

(3) 协同性 强调“人一机”协同、“人—人”协同因素的重要性,技术和管理是两个平行推进的车轮。

(4) 动态性 强调与社会及其生产力发展水平相适应的动态发展过程。

## 2. 现代制造技术

制造技术,通常包括机械加工技术和非机械加工技术两大部分,如图 1-1 所示。

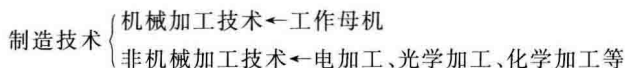


图 1-1 制造技术

先进制造技术,是将机械、电子、信息、材料、能源和管理等方面的技术进行交叉、融合和集成为一体,所产生的技术、设备和系统的总称。

现代制造技术,如图 1-2 所示,包括机械设计技术、现代成形和改性技术、现代加工技术以及制造系统和管理技术等。

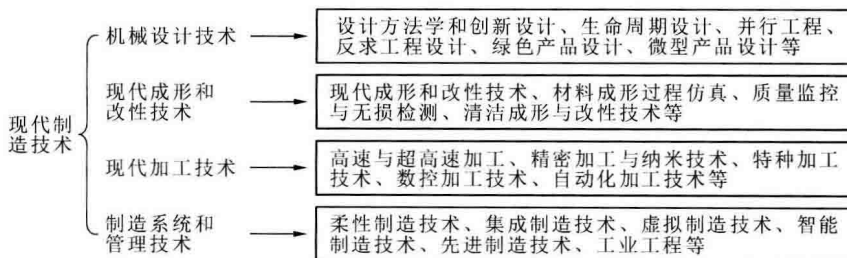


图 1-2 现代制造技术

### 1.1.3 制造系统与制造系统工程

#### 1. 制造系统

英国著名学者帕纳比于 1989 年对“制造系统”给出的定义为:制造系统是工艺、机器系统、人、组织结构、信息流、控制系统和计算机的集成组合,其目的在于取得产品制造的经济性和产品性能的国际竞争力。

国际生产工程学会(CIRP)于 1990 年公布的“制造系统”的定义是:制造系统是制造业

中形成制造生产(简称生产)的有机整体。在机电工程产业中,制造系统具有设计、生产、运输和销售的一体化功能。

美国麻省理工学院(MIT)教授 Chryssolouris 于 1992 年对“制造系统”的定义为:制造系统是人、机器和装备以及物料流和信息流的一个组合体。

国际著名制造系统工程专家、日本京都大学人见胜人教授于 1994 年指出,制造系统可从以下三个方面来定义。

(1) 制造系统的结构方面 制造系统是一个包括人员、生产设施、物料加工设备和其他附属装置等各种硬件的统一整体。

(2) 制造系统的转变特性 制造系统可定义为生产要素的转变过程,特别是将原材料以最大生产率转变成为产品。

(3) 制造系统的过程方面 制造系统可定义为生产的运行过程,包括计划、实施和控制。

综合上述的几种定义,可将制造系统定义如下。

由制造过程及其所涉及的硬件,包括人员、生产设备、材料、能源和各种辅助装置,以及有关软件,包括制造理论、制造技术(制造工艺和制造方法等)和制造信息等,组成的一个具有特定功能的有机整体,称为制造系统。以上定义可看成是制造系统的基本定义。根据所研究的问题的侧重面的不同,借鉴人见胜人教授的观点,制造系统还可有以下三种特定的定义。

(1) 制造系统的结构定义 制造系统是制造过程所涉及的硬件(包括人员、设备、物料流等)及其相关软件所组成的一个统一整体。

(2) 制造系统的功能定义 制造系统是一个将制造资源(如原材料、能源等)转变为产品或半成品的输入/输出系统。

(3) 制造系统的过程定义 制造系统可看成是制造生产的运行全过程,包括市场分析、产品设计、工艺规划、制造实施、检验出厂、产品销售、回收处理等各个环节的制造全过程。

由上述制造系统的定义可知,机械加工系统可看成是一种制造系统,它由机床、夹具、刀具、被加工工件、操作人员、加工工艺等组成。机械加工系统输入的是制造资源(如毛坯或半成品、能源和劳动力等),它们经过机械加工过程制成产品或零件输出,这个过程就是制造资源向产品(成品)或零件的转变过程。一个正在制造产品的生产线、车间乃至整个工厂可看成是不同层次的制造系统;柔性制造系统和计算机集成制造系统均是典型的制造系统;另外,一个新产品的开发,一个技术改造项目,一个与制造有关的工程项目、科研课题以及它们所涉及的硬件和软件,从某种角度说,也可以看成是不同的制造系统。

## 2. 制造系统工程

“制造系统工程(manufacturing systems engineering, MSE)”的概念最初是由日本京都大学人见胜人教授于 20 世纪 70 年代末提出的。80 年代以后,西方国家对 MSE 的理论、方法、技术和应用进行了大量研究。

### 1) 制造系统工程的内涵

在基本了解系统的概念基础上,现分析制造系统工程的定义和内涵。综合现有的文献和作者们的研究成果,制造系统工程的定义和内涵一般应包括以下几点。

(1) 制造系统工程是制造领域内的系统工程,它从系统的角度、应用系统的理论和方法来研究和处理制造过程的有关问题。制造系统工程的研究对象是各类具体的制造系统,如

机械制造系统、电气制造系统等。其主要内容是制造系统的分析、决策、规划、设计、管理、运筹和评价等,重点是研究和处理制造过程中的综合性技术问题及相关的管理问题,从整体的角度和系统的角度研究制造系统。

(2) 由于制造过程所涉及的硬件和软件,特别是现代制造设备、制造理论和制造技术,绝非单一学科的知识足以支撑,一般涉及多门学科知识;而制造系统工程是从整体的角度和系统的角度研究制造系统的,因此它必然是一门多学科交叉的工程学科;而且它涉及的多学科不是简单的结合,而是以系统工程的理论和方法为纽带,以制造系统为结合对象而形成的多学科密切结合、融会贯通的有机整体。

(3) 它追求的总目标是制造过程的整体最优。

## 2) 制造系统工程的基本内容

由前面制造系统工程的内涵、特点可知,制造系统工程学科的基本内容是研究制造系统的有关理论,以及如何基于这些理论,从整体性、综合性、最优性的角度来研究制造系统的分析、决策、建模、规划、设计、运行和管理的方法,以取得制造过程的最佳效益。图 1-3 概括了制造系统工程的基本内容以及制造系统工程的问题域与具体内容之间的对应关系。

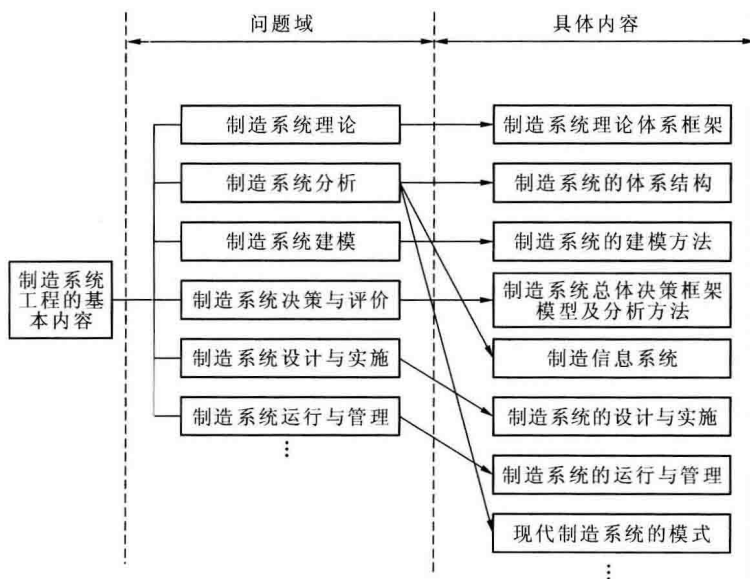


图 1-3 制造系统工程的基本内容

## 1.2 机械制造

### 1.2.1 机械制造技术

机械制造技术是各种机械制造过程所涉及的技术的总称,包括零件制造、整机装配等一系列的工作。它包括毛坯生产(如铸造、焊接、锻造、冲压、粉末冶金加工和注塑等)、切削加工(如车削、铣削、磨削、钻削、钳工等)、机械装配技术、其他技工技术(如电火花加工、

电解加工、超声波加工、激光加工、电子束加工、水刀加工、快速成形技术等)和表面工程技术,并且它们之间相互交叉。简单理解,机械制造技术是指用机械来加工零件或制造机械的技术。

机械零件的加工实质是零件表面的成形过程,这些成形过程是由不同的加工方法来完成的。在一个零件上,被加工表面类型不同,所采用的加工方法也就不同;同一个被加工表面,精度要求和表面质量要求不同,所采用的加工方法及其组合也不同。

### 1.2.2 机械制造工艺

任何机械或部件都是由许多零件按照一定的设计要求制造和装配而成的。机械制造工艺是各种机械制造方法和过程的总称,涉及将原材料转变为成品的各种加工过程,主要包括生产和技术准备、毛坯制造、零件加工、装配和试验以及产品检验等。机械制造的常见工艺工程如图 1-4 所示。

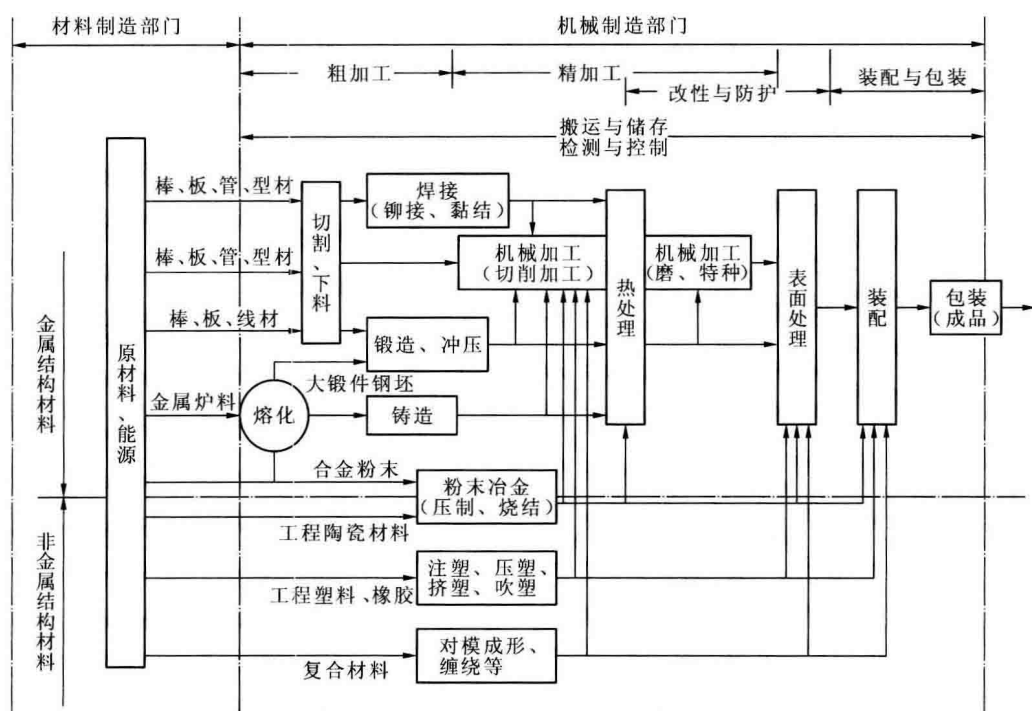


图 1-4 机械制造的常见工艺工程

机械制造工艺过程是机械产品生产过程的组成部分。机械产品生产过程是指产品由原材料到成品之间的各个相互联系的生产过程的总和,包含了机械制造工艺过程和机械制造辅助过程。

机械制造工艺过程是指生产过程中按一定加工(如铸造、锻造等)顺序逐渐改变生产对象的形状、尺寸、位置和性质,使其成为预期产品的过程,或者是与原材料变为成品直接有关的过程,可具体分为铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、热处理、电镀、装配等工艺过程。机械制造工艺系统由机床、刀具、夹具及工件组成。

机械制造辅助过程,包括备料、包装、运输、保管、刃磨、设备维护等。

机械制造工艺过程与机械产品生产过程的的关系如图 1-5 所示。

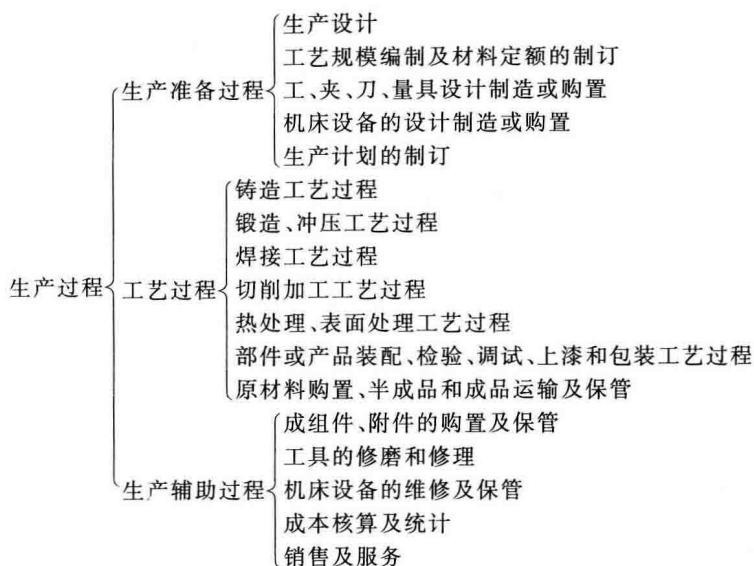


图 1-5 机械制造工艺过程与机械产品生产过程的树状图

## 1.3 电子制造工艺

### 1.3.1 电子制造技术

电子制造技术是近代以来逐步发展起来的一门新兴现代制造技术。尽管它与已经历过上万年风雨洗礼的人类制造史相比只有短短一百多年的时间,但就在这短短的百年时间里,电子制造技术却取得了长足的发展。从导线安装到印制电路板(PCB,简称印制板)安装,从电子管元件到晶体管元件,从分立元器件到集成元器件,从通孔安装方式(THT)到表面安装方式(SMT)……电子制造技术的每一次进步都推进了电子科学技术进一步的发展,也改变了作为电子产品消费者的人类的生活方式。

广义的电子制造包括电子产品从市场分析、经营决策、整体方案、电路原理设计、工程结构设计、工艺设计、零部件检测加工、组装、质量控制、包装运输、市场营销直至售后服务的电子产业链全过程,也称为电子制造系统或大制造观念,可以用图 1-6 来表示电子制造系统。

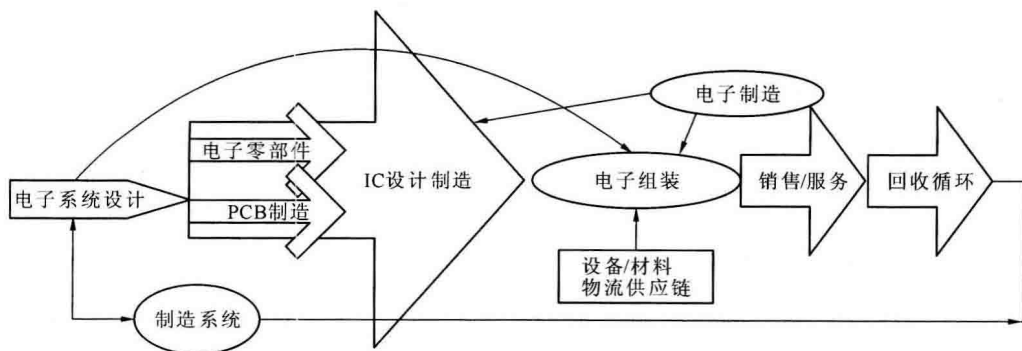


图 1-6 电子制造系统

### 1.3.2 电子制造工艺

工艺是伴随着制造一起出现,并同步发展的一种生产应用技术,是制造业发展的核心技术。广义的电子制造工艺包括基础电子制造工艺和电子产品制造工艺两个部分。

基础电子制造工艺包括电子信息技术核心的微电子制造工艺和其他元器件制造工艺以及印制板制造工艺。也有人把印制板制造工艺归入电子元器件制造工艺,但由于印制板在电子产品中的重要性和普遍性,在电子制造行业中习惯上把它单列为一个门类。而微电子制造工艺又可分为芯片制造工艺和电子封装工艺两个部分。

电子产品制造工艺,也称为整机制造工艺或电子组装工艺,包括印制板组件制造工艺、其他零部件制造工艺和整机组装工艺。电子产品制造工艺中最关键的是印制板组件制造工艺及整机组装工艺,这两个工艺衔接紧密,并且一般在同一企业完成,通常又称为电子组装或电子装联。其他零部件,即印制板组件之外的以机械结构为主的零部件制造工艺作为电子产品中的机械部分单独考虑。电子制造工艺的组成如图 1-7 所示。

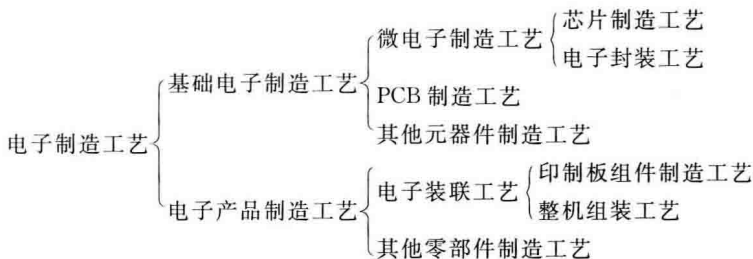


图 1-7 电子制造工艺的组成

## 1.4 工程训练基本要求与安全规范

工程训练注重学生参与性、项目设计性和教学开放性。

### 1.4.1 工程训练的目的和意义

工程,是指在各种约束的条件下,寻求一种解决问题的、可以实行的方法,并将该方法实现,以解决人类的问题的过程。“工程状态”的概念相对的是“理想状态”的概念。在工程问题中所谓考虑“现实”即是考虑来自于各方面的约束条件。约束条件考虑越多,越接近工程实际。在各种约束条件中寻求一种解决问题的方法,该方法与前人解决问题的方法不同,就是“创新”。创新的两个先决条件:① 了解各种工程约束条件,② 了解前人解决问题的方法。

工程训练,是指以制造过程为主线,通过对材料进行加工,掌握基本的加工技术,并生产出具有一定尺寸精度的零件,组装成产品。在训练的过程中贯彻“做”、“悟”、“异”、“用”四个字所体现的学习原则。

工程训练的目的,是培养学生的工程实践能力、协作精神和创新意识,通过对机电工艺知识的学习,了解制造工程的基础工艺过程;体会、了解工程的概念;培养工程思维能力和通过动手实践掌握知识的能力。具体而言是了解项目的实现途径,训练项目的实现能力。



### 1.4.2 工程训练的内容

#### 1. 工程训练的内容

机械工程加工制造的内容包括成形(如铸造、锻压、焊接等)、改性(如热处理、表面加工等)、切削(如锉削、钻削、车削、铣削、磨削等)、先进制造(如数控车削、数控铣削、数控电火花加工等)。

电子加工制造的内容包括电子焊接(如手工焊接、回流焊等)、印制电路板设计与制作、电子产品安装与调试等。

#### 2. 工程训练的模式

机械工程训练教学模式:以任务为核心,通过完成工程项目的任务,了解机械工程和制造工程,使学生建立工程概念,培养通过实践动手掌握知识与技能的能力。

机械工程训练教学层次:工程基础认知→基础制造项目任务→创新制造项目任务,每个层次都包含以动手为主的训练和以交流为主的研讨。

### 1.4.3 工程训练安全法规

安全,是工程实践教学永恒的主题。

#### 1. 基本要求

(1) 严守各项安全法规;坚持安全第一,预防为主的观点;养成安全行为习惯;严禁不安全行为;杜绝人身伤害事故及设备损毁事故隐患。

(2) 进入现场前,应了解具体的不安全因素,熟悉该现场的安全规范,了解具体的安全事故处理方案。

(3) 在现场中,必须按照其中具体的安全要求着装、站位、行走、操作、学习,服从现场教学及管理人員的管理、调度。

(4) 熟悉并严格遵守实习中涉及的各项安全操作规程。实际操作前必须经过规定时间的安全训练,在经现场教学及管理人员安全操作考核合格后,方有资格进行相应安全等级允许的实际操作。

(5) 学生进入现场后,首先应到现场教学及管理人员处登记,安全分等于或低于规定分者不得进入实习现场。允许进入实习现场的学生,只可操作经现场教学及管理人员指定许可的设备,并完成经现场教学及管理人员进行安全审核后许可的操作任务,完成任务后应及时清理现场,使设备保持安全、清洁的状态,经现场教学及管理人员检查,通过签字后,方可离开现场。

(6) 一旦发生安全事故或故障,必须做到首先用安全的方法切断事故或故障源,对伤员进行及时救助,同时通知现场教学及管理人员,消除事故或故障隐患。其次尽量保护事故或故障现场,以便分析事故或故障的原因,依据法律和事实分清责任和处理事故或故障。操作中发现异常应立即按安全规程停止操作、关断设备,通知现场教学及管理人员处理异常情况。

#### 2. 着装要求

(1) 严禁穿拖鞋、凉鞋、软底鞋进入实习现场,以防止被切屑划伤。手工电弧焊操作时应穿符合绝缘要求和防烫伤要求的工作鞋袜,以防止触电和烫伤。

(2) 应正确地穿着符合安全要求的服装进入现场。注意袖口、衣服下摆的安全性,以防