

高等学校教材

机械制造基础

宋昭祥 主编

机械

机械工业出版社

高等学校教材

机械制造基础

主 编 宋昭祥
副主编 陆名彰 胡忠举 夏海南
主 审 徐允长 任孝天



机械工业出版社

本书是根据国家教委高教司 1995 年 82 号通知颁布的《高等工科学学校金工实习教学基本要求》并结合高等工科学学校实际情况编写而成的。

全书分上、下两篇共二十章，上篇为“机械制造实践基础”，主要内容有铸造，锻压，焊接，切削加工基础知识，车、铣、刨、磨削加工，钻削与镗削加工，光整、特种加工和微机数控车床，钳工共十一章。下篇为“机械制造理论基础”，主要内容有工程材料，金属材料的改性工艺基础，热加工工艺基础，毛坯的选用，金属切削加工工艺基础，典型表面的加工方法分析，机械零件的制造工艺过程及其技术经济分析，机械制造自动化概论，质量、安全与环境保护共九章。本书内容具有综合性、实践性、科学性和先进性的特点。

本书是高等工科院校近机械工程类、非机械工程类专业的基本教材，也可供职业大学、职工大学、电视大学、成人高等教育、函授大学、夜大学等相关专业选用。

机械制造基础

宋昭祥 主编

*

责任编辑：杨 燕 冯宗青 版式设计：霍永明

封面设计：文 心 责任校对：林去菲

责任印制：路 琳

机械工业出版社出版（北京市百万庄大街 22 号）

邮政编码：100037

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

北京机工印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 17.25·字数 413 千字

1998 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

印数 0001—5500 定价：22.00 元

*

ISBN 7-111-06229-9/TG·1202（课）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

前 言

为探索教学和教材建设的改革,贯彻国家教委颁布的课程教学基本要求,在总结各高等院校教学经验和我校多年教学实践的基础上,根据课程教学的需要,编写了近机械类(非机械类亦适用)各专业的机械制造基础教材,以期扩大课程类型,增加教材品种,提高教学和教材质量。

本书由机械制造实践基础和机械制造理论基础两部分组成。“实践基础”主要涉及机械制造一般过程,机械零件的常用加工方法及其所用主要设备、工夹量具的结构和工作原理。“理论基础”是在实践教学的感性知识的基础上,综合介绍:常用工程材料的种类、成分、组织、性能和改性方法;分析各种成形方法的工艺基础、工艺设计、工艺特点和应用,以及有关新材料、新工艺、新技术等内容。

为了提高教材质量,在编写本教材时力图表现出以下特点:

1. 调整知识能力结构,培养学生的综合工程能力,强调理论与实践的结合,技术与经济的结合,技术与管理的结合,突出对各种工艺的综合论述与横向比较,使之初步达到具有选择材料、毛坯和零件加工方法的能力。

2. 提高起点、拓宽知识面,力求反映近年来在工程材料和制造工艺方面的最新成果。

3. 根据近机类、非机类专业的特点,加强对非金属材料的介绍,使学生对现代工程材料有较全面的了解。

4. 力求内容精练,从培养学生实践能力出发,结合生产实际,在精选普通生产工艺和操作的基础上,对工艺操作中的难点和常见问题的处理方法作了介绍,并适当介绍各种工艺方法的理论基础,以提高学生的独立思考和分析与解决实际问题的能力。

5. 在叙述上,图文并茂,力求深入浅出、通俗易懂、文字简练、直观形象,以便于教学。

6. 本书在使用新国标规定的术语时,考虑到贯彻新国标应有的历史延续性,所以也兼顾了长期沿用的名称和定义,并尽可能使两者达到和谐的结合。

本书由宋昭祥任主编,陆名彰、胡忠举、夏海南任副主编。参加本书编写工作的有岳文辉、梁洁萍、卢绍海、刘平、毛征宇、廖先禄、齐涤非、廖文庆、赵正江、胡斌梁、胡小平。

本书由天津大学徐允长教授、任孝天教授担任主审。两位主审对本书的体系、内容和文字提出了许多宝贵的意见和精辟的见解,在此表示衷心的感谢。

在本教材的编写过程中,得到了湘潭工学院(原湘潭矿业学院)各级领导的大力支持,在此表示深切的感谢。

由于编者的水平与经验所限,书中的缺点与错误请同行与读者批评指正。

目 录

前言		二、锻件的冷却方法	27
绪论	1	第二节 自由锻造	27
一、机械制造系统的概念	1	一、自由锻设备——空气锤	27
二、技术与经济的关系	2	二、自由锻造的基本工序	28
三、生产类型	2	三、自由锻锻件结构工艺性及锻件图	31
四、机械制造技术的发展趋势	3	四、自由锻锻件常见缺陷	33
五、《机械制造基础》课程的性质和任务	3	第三节 锤上模锻和胎模锻	33
		一、锤上模锻	33
		二、胎模锻	35
		第四节 板料冲压	36
		一、冲压设备	36
		二、冲压的基本工序	36
		三、冲压模具	37
		第五节 挤、轧、拉工艺简介	38
		一、挤压	38
		二、轧制	39
		三、拉拔	39
		复习思考题	39
		第三章 焊接	41
		第一节 手工电弧焊	41
		一、焊接过程	41
		二、手工电弧焊设备	42
		三、焊条	43
		四、焊接工艺参数	46
		五、手弧焊基本操作要领	47
		六、常见焊接缺陷	48
		第二节 焊接件结构工艺性	48
		一、焊缝布置	48
		二、焊接接头及坡口形式的选择	48
		三、焊接位置及工艺特点	50
		四、对接平焊的操作步骤	51
上篇 机械制造实践基础			
第一章 铸造	7		
第一节 砂型制造	8		
一、砂型铸型的组成	8		
二、型砂和型芯砂	8		
三、造型及造芯的方法	9		
四、浇注系统和冒口	15		
第二节 铸铁的熔炼及浇注	15		
一、铸铁的熔炼	15		
二、浇注	17		
三、铸件的落砂、清理和缺陷分析	17		
第三节 铸件结构工艺性及铸件图	18		
一、砂型铸件结构工艺性	18		
二、铸件图的绘制	19		
第四节 特种铸造	21		
一、熔模铸造	21		
二、金属型铸造	22		
三、压力铸造(简称压铸)	23		
四、离心铸造	23		
复习思考题	24		
第二章 锻压	25		
第一节 金属的加热与锻件的冷却	25		
一、金属的加热	25		

第三节 气焊和气割	52	三、花盘、弯板及压板装夹	78
一、气焊	52	四、心轴装夹	78
二、氧气切割	54	五、中心架与跟刀架的应用	80
第四节 其他焊接方法	55	第四节 车削工作	80
一、其他熔焊	55	一、车削的步骤	80
二、电阻焊	56	二、外圆车削	81
三、钎焊	58	三、车端面与台阶	82
复习思考题	58	四、钻孔与镗孔	83
第四章 金属切削加工的基础知识	59	五、切槽与切断	83
第一节 切削加工的基本概念	59	六、车锥面	84
一、刀具和工件的运动	59	七、车螺纹	85
二、加工中的工件表面	59	八、车成形面	87
三、切削用量	60	九、车削加工的工艺特点和应用	88
四、切削层参数	61	十、车削加工示例	89
第二节 零件的技术要求	62	复习思考题	91
一、加工精度	62	第六章 铣削加工	92
二、表面质量	65	第一节 铣床	92
第三节 常用量具及其使用	66	一、X6132 型万能升降台铣床的型号	93
一、游标卡尺	66	二、X6132 型万能升降台铣床的组成	93
二、千分尺	67	第二节 铣刀	93
三、百分表	68	一、铣刀的种类及用途	93
四、万能角度尺	69	二、铣刀的安装	94
五、量规	70	第三节 铣床的装夹方式和铣床附件	96
六、量具的使用	72	一、铣床常用的装夹方式	96
复习思考题	72	二、铣床附件	96
第五章 车削加工	73	第四节 铣削工作	98
第一节 卧式车床	74	一、铣平面	98
一、C6132 型卧式车床的型号	74	二、铣斜面	99
二、C6132 型卧式车床的组成	74	三、铣沟槽	100
第二节 车刀	75	四、铣削加工的工艺特点和应用	100
一、车刀的种类及用途	75	五、铣削加工示例	101
二、车刀的刃磨与安装	76	复习思考题	102
第三节 车削时工件的装夹方式和 车床附件	77	第七章 刨削加工	103
一、卡盘装夹	77	第一节 刨床	103
二、顶尖装夹	77	一、刨床的型号	103
		二、刨床的组成	103

第二节 刨刀.....	105	二、钻削加工所用刀具.....	122
一、刨刀的种类和用途.....	105	三、钻削时所用附件.....	124
二、刨刀的安装.....	105	四、钻削工作.....	125
第三节 刨床的装夹方式和刨床附件.....	106	第二节 镗削.....	128
一、用平口钳装夹工件.....	106	一、镗削的加工设备.....	128
二、用工作台装夹工件.....	106	二、镗刀.....	128
三、用角铁装夹工件.....	107	三、镗床上所用的附件.....	129
第四节 刨削工作.....	107	四、镗孔工作.....	130
一、水平面刨削方法.....	107	复习思考题.....	131
二、垂直面刨削方法.....	108	第十章 光整、特种和微机数控	
三、斜面刨削方法.....	108	车床加工.....	132
四、刨削加工的工艺特点和应用.....	108	第一节 光整加工.....	132
五、刨削加工示例.....	108	一、常用光整加工工艺概述.....	132
复习思考题.....	110	二、光整加工的特点与应用.....	133
第八章 磨削加工.....	111	第二节 特种加工.....	134
第一节 磨床.....	112	一、常用的特种加工工艺.....	135
一、M1432A 型万能外圆磨床的型号.....	112	二、特种加工工艺特点与应用.....	136
二、M1432A 型万能外圆磨床的组成及其作用.....	112	第三节 微机数控车床加工.....	137
三、M7120A 卧轴矩台平面磨床的组成及其作用.....	113	一、经济型微机数控车床的组成.....	137
第二节 砂轮.....	114	二、经济型微机数控车床的工作原理.....	138
一、砂轮的组成.....	114	三、加工程序编制方法和格式.....	139
二、砂轮的平衡、安装和修整.....	114	四、经济型微机数控车床的操作方法.....	141
第三节 磨床的装夹方式和磨床附件.....	115	复习思考题.....	143
一、外圆磨削的工件装夹.....	115	第十一章 钳工.....	144
二、平面磨削的工件装夹.....	116	第一节 划线.....	144
第四节 磨削工作.....	116	一、划线过程.....	144
一、磨削外圆.....	116	二、划线方法.....	146
二、磨削平面.....	117	第二节 锯切.....	147
三、磨削加工的工艺特点和应用.....	117	一、手锯.....	147
四、零件磨削加工实例.....	118	二、锯切方法.....	148
复习思考题.....	120	第三节 锉削.....	148
第九章 钻削与镗削加工.....	122	一、锉刀.....	148
第一节 钻削.....	122	二、锉削方法.....	149
一、钻削的加工设备.....	122	第四节 攻螺纹和套螺纹.....	150
		一、攻螺纹.....	150
		二、套螺纹.....	151

三、废品及其产生的原因	151	二、正火	183
第五节 装配	151	三、淬火	183
一、概述	151	四、回火	183
二、装配工艺过程	152	第二节 钢的表面强化工艺	184
三、装配操作	153	一、表面热处理	184
复习思考题	154	二、表面形变强化	185
		三、表面覆层强化	185
		第三节 铸铁的强化工艺	186
		一、铸铁的组织与性能	186
		二、铸铁的强化	187
		复习思考题	189
		第三章 热加工工艺基础	190
		第一节 铸造工艺基础	190
		一、合金的铸造性能	190
		二、常用合金铸件的铸造工艺特点	193
		第二节 金属锻造工艺基础	194
		一、金属的塑性变形	194
		二、金属的锻造性能	197
		三、合金钢和有色合金的锻造工艺特点	198
		第三节 焊接工艺基础	199
		一、电弧焊的冶金过程特点	199
		二、焊接接头的组织和性能	200
		三、焊接变形与应力	201
		四、常用金属材料的焊接性能	202
		复习思考题	203
		第四章 毛坯的选用	205
		第一节 毛坯选用的原则	205
		一、满足材料的工艺性能要求	205
		二、满足零件的使用性能要求	206
		三、降低制造成本	207
		四、符合生产条件	208
		第二节 典型机械零件毛坯的选用	208
		一、轴杆类零件毛坯的选择	208
		二、盘套类零件毛坯的选择	209
		三、机架箱体类零件的毛坯选择	210
下篇 机械制造理论基础			
第一章 工程材料基础	157		
第一节 工程材料的主要性能	157		
一、工程材料的力学性能	157		
二、工程材料的物理、化学性能	160		
三、工程材料的工艺性能	160		
第二节 金属的结晶与合金的结构	161		
一、金属的晶体结构	161		
二、金属的结晶	162		
三、金属的同素异构转变	163		
四、合金的结构	163		
第三节 铁碳合金的组织与状态图	164		
一、铁碳合金的基本组织	164		
二、铁碳合金状态图	164		
第四节 常用金属材料	167		
一、钢	167		
二、铸铁	172		
三、有色金属及其合金	172		
第五节 其他工程材料	176		
一、塑料	176		
二、橡胶	177		
三、复合材料	177		
第六节 机械零件的选材	178		
一、选材的一般原则	178		
二、典型零件的选材举例	180		
复习思考题	181		
第二章 金属材料的改性工艺基础	182		
第一节 钢的整体热处理改性工艺	182		
一、退火	182		

复习思考题	210	及其技术经济分析	237
第五章 金属切削加工工艺基础	211	第一节 机械零件制造工艺过程的	
第一节 金属切削刀具	211	基本概念	237
一、刀具材料	211	第二节 零件的机械加工艺过程	238
二、刀具切削部分的几何参数	212	一、零件的机械加工结构工艺性	238
第二节 金属切削过程及其基本规律	216	二、零件的机械加工艺过程示例	240
一、切屑的形成及其种类	216	第三节 制造工艺过程的经济分析	242
二、积屑瘤	216	一、工艺方案的经济分析	242
三、加工硬化和残余应力	217	二、价值分析	244
四、切削力和切削功率	217	第四节 提高机械制造生产率的措施	245
五、切削热和切削温度	219	一、提高机械制造生产率的常用措施	245
六、切削液	219	二、成组技术简介	246
七、刀具的磨损及其使用寿命	219	三、机械制造自动化	248
八、金属材料的切削加工性	221	复习思考题	248
九、选择切削用量的一般原则	221	第八章 机械制造自动化概论	250
复习思考题	222	第一节 机械制造自动化的发展	250
第六章 典型表面的加工方法	223	第二节 刚性自动化	251
第一节 外圆表面的加工	223	第三节 柔性自动化与柔性制造系统	252
一、外圆表面的加工方法	223	第四节 计算机集成制造系统与无人	
二、外圆表面加工方案的选择	224	化工厂	254
第二节 内圆表面的加工	225	第五节 机械手与工业机器人	255
一、内圆表面的加工方法	225	复习思考题	257
二、常用的孔加工方案的选择	225	第九章 质量、安全与环境保护	258
第三节 平面的加工	226	第一节 产品质量管理概述	258
一、平面的加工方法	227	一、质量管理的由来与发展	258
二、平面加工方案的选择	228	二、全面质量管理的特点	258
第四节 成形面及其他表面的加工	229	三、建立和健全质量保证体系	259
一、圆锥面加工	229	四、质量管理的数理统计方法	261
二、回转成形面的加工	229	第二节 工业安全与环境保护	261
三、螺纹加工	230	一、工业安全	261
四、齿轮的齿形加工	233	二、环境保护	262
复习思考题	235	复习思考题	264
第七章 机械零件的制造工艺过程		参考文献	265

绪 论

一、机械制造系统的概念

制造业是将制造资源（物料、能源、设备工具、资金、技术、信息和人力等），通过制造过程，转化为可供人们使用或利用的工业品，或生活消费品的行业。它涉及到国民经济的各个部门，是国民经济和综合国力的产业支柱。制造系统是制造业的基本组成实体。

制造系统是制造过程及其所涉及的硬件（物料、设备、工具和能源等）、软件（包括制造理论、制造工艺和制造信息等）和人员组成的一个将制造资源转变为产品（含半成品）的有机整体。

制造系统的基本特性包括：①集合性：制造系统是由两个或两个以上的可以相互区别的要素（或环节、子系统）所组成的集合体。它确定了制造系统的组成要素。②相关性：制造系统内各要素是相互联系的。它说明了这些组成要素之间的关系，这种关系构成了制造系统的结构，而结构又决定了制造系统的性质。制造系统的基本结构体现为组织、技术和管理三方面。制造系统中任一要素与存在于该制造系统中的其他要素是互相关联和互相制约的。③目的性：一个实际的制造系统是一个整体，要完成一定的制造任务，或者说要达到一个或多个目的，就是要把资源转变为财富或产品。④环境适应性：一个具体的制造系统，必须具有对周围环境变化的适应性。外部环境的变化与系统是互相影响的，两者之间必然要进行物质、能量或信息的交换。制造系统应是具有动态适应性的系统，表现为以最少的代价和时间去适应变化的环境，使系统接近理想状态。⑤动态性：制造系统的动态性主要表现在以下几个方面：a. 总是处于生产要素（原材料、能量、信息等）的不断输入和有形财富（产品）的不断输出这样一种动态过程中。b. 系统内部的全部硬件和软件也是处于不断的动态变化发展之中。c. 为适应生存的环境，总是处于不断发展、不断更新、不断完善的运动中。⑥反馈特性：制造系统在运行过程中，其输出状态如产品质量信息和制造资源利用状况总是不断地反馈回制造过程的各个环节中，从而实现产品生命周期中的不断调节，改进和优化。⑦随机特性：制造系统中有很多随机因素，从而使制造系统的某些性质具有随机特性。

机械制造系统就是一种典型的、具体的制造系统。其框图如图 0-1 所示。

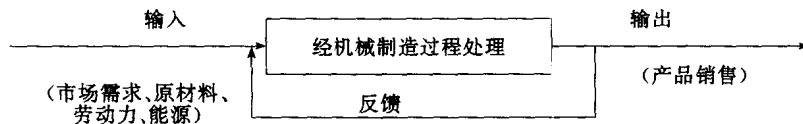


图 0-1 机械制造系统的组成

它具有制造系统所具有的一切基本特性。图 0-2 为机械制造过程，它就是一个资源向产品或零件的转变过程。

这个过程是不连续的（或称离散性），其系统状态是动态的，故机械制造系统是离散的动态系统。

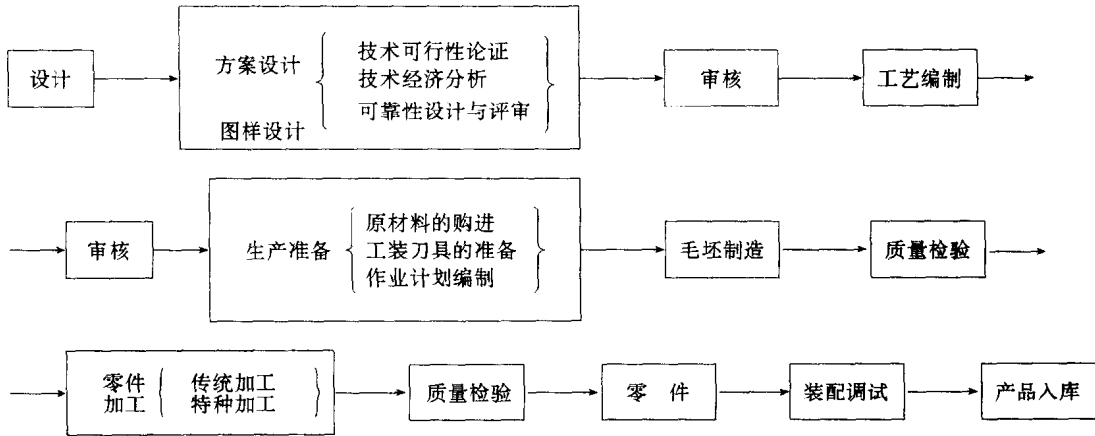


图 0-2 机械制造过程

在一段很长的时期里，人们习惯于孤立地、分别地研究机械制造中所涉及的各种问题。尽管在机床、工具和制造工艺等各个方面都取得了长足的进步，而且成功地应用于大批量生产，但在大幅度提高各种因素非常复杂的小批量生产的生产率方面，长时间未能取得大的突破。直至 60 年代末期，人们才逐步认识到，必须运用系统的观点来认识机械产品制造的全过程，将其视为系统，进而运用系统工程的理论和方法，根据制造系统的目的，从整体与部分，部分与部分，整体与外部环境之间的相互联系、相互作用与相互制约的关系中综合地、准确地分析和研究制造系统，才能获得技术先进、经济合理、效率高以及整体协调运转的最佳效果。

二、技术与经济的关系

机械制造系统是一个以生产率最高为优化目标的技术—经济系统。技术和经济之间具有十分密切的关系，是人类进行物质生产的两个必不可少的方面。孤立的技术或孤立的经济在实际生产中是不存在的。生产过程反映着经济的规律，经济的规律性寓于人们具体的生产活动和过程之中。两者始终是同时存在、紧密联系的统一体，既相互促进，又相互制约。学会从实际具体的生产技术活动中抽象出经济问题，进行技术经济分析，进一步落实到管理方法上和生产技术上，就既能脚踏实地，又能从认识的更高层次、从总体上去理解和把握制造生产本身发生、发展和运动的规律，达到技术与经济的最优结合。

任何生产的最重要法则是用最少的投入获得最大的产出。对于机械产品的制造来说，用于制造各种机件的材料种类繁多，加工方法各异，技术上的先进程度不一，经济效益的高低亦不相同。因此，对于在特定的条件下生产特定的机件来说，应该通过认真的技术经济分析，综合考虑产品的使用性能要求，经济性要求，零件的形状与大小，生产批量，加工设备与能源，现场条件等各种因素，比较各种可能的方案的经济性和先进性，以根据最后选定的优化方案，形成一个可以高质量、高效率、高效益地生产所需产品的制造过程。

三、生产类型

生产类型是指企业（或车间、工段、班组、工作地）生产专业化程度的分类。按照产品零件的生产数量（即企业在计划期内应当生产的产品产量），可以分为三种不同的生产类型。

1. 单件生产 是指单件地制造某一种零件，不重复或很少重复的生产。例如重型机器制造、专用设备制造和新产品试制等。
2. 成批生产 是指一次成批地制造相同的零件，每隔一定时间又重复进行的生产。每一

次制造的相同零件的数量称为批量。根据批量的大小，又可将成批生产分为小批生产、中批生产和大批生产。

3. 大量生产 是指同一产品的制造数量很多，大多数工作地经常重复地进行某一个零件的某一道工序的加工生产。例如，汽车、拖拉机和轴承的制造等通常属于大量生产。

成批生产中，小批生产的工艺特点与单件生产相似，大批生产的工艺特点与大量生产相似，因而在实际生产中常相提并论，称为单件小批生产和大批大量生产。成批生产通常是指中批生产，一般机床制造多属于成批生产。

由于生产类型不同，拟定零件的工艺过程时所选用的工艺方法、机床设备、工模夹量具、毛坯及对工人的技术要求都有很大的差别。各种生产类型的特征与要求见表 0-1。

表 0-1 各种生产类型的特征与要求

生产类型 特征和要求	单件生产	成批生产	大量生产
工件的互换性	没有互换性，采用钳工修配	大部分有互换性，少数采用钳工修配	全部有互换性
毛坯	手工砂型铸造和自由锻，精高低、加工余量大	部分用机器造型和模锻、精度和加工余量中等	广泛采用金属模具的机器造型和模锻及其他高效方法，精度高，加工余量小。
机床设备	通用设备	部分通用设备，部分专用设备	广泛采用高效专用设备和自动线
夹具	通用标准附件	广泛采用专用夹具	广泛采用高效专用夹具
刀具与量具	通用刀具和量具	部分采用专用刀具和量具	广泛采用高效专用刀具和量具
对工人的要求	技术熟练	技术上较熟练	对操作工人的技术要求较低，对调整工人的技术要求较高
工艺规程	有简单的工艺路线卡	有工艺规程，对关键零件有详细的工艺规程	有详细的工艺规程

四、机械制造技术的发展趋势

随着现代科学技术的发展，传统的制造观念不断被更新，机械制造技术已经而且将继续发生很大的变化。当前机械制造技术的发展主要沿着两个方向发展：

一个是以加工效率和加工精度提高为鲜明特点，向纵深方向发展，如微型机械、特种加工、新型表面技术、快速激光造型技术和超高速切削、磨削等。

另一个是以机械制造与设计一体化、机械制造与微电子一体化、机械制造与管理一体化为特征，向综合方向发展，如计算机辅助制造（CAM），计算机集成制造系统（CIMS），智能制造技术（IMI），工业工程（IE），精益生产（LP），独立制造岛技术等。

五、《机械制造基础》课程的性质和任务

机械制造基础是一门实践性的技术基础课，是近机类、非机类有关专业教学计划中重要的实践性课程。本课程包括两个部分：一是以实践教学为主，在学生进行独立操作的同时讲授相关的机械制造实践基础；二是在实践基础上辅以专题讲授的机械制造理论基础。通过本课程的学习，使学生获得机械制造工艺的基本知识，建立机械制造生产过程的概念，使之对机械制造系统有一个初步而又完整的，比较清晰、系统的认识；培养学生有一定的操作技能，使其在劳动观点、理论联系实际和科学作风等基本素质方面受到培养和锻炼，为后续课程的学习和今后的工作打下一定的实践基础。

上 篇

机械制造实践基础

第一章 铸 造

铸造生产是指熔炼金属，制造铸型，并将熔融（或液态）金属浇入铸型，凝固后获得一定形状和性能的铸件的成形方法。铸件通常作为毛坯，经机械加工制成零件。

铸造方法一般分为砂型铸造和特种铸造。其中砂型铸造应用最为普遍。

砂型铸造是用型砂紧实成型的铸造方法。砂型在取出铸件后便已损坏，所以砂型铸造亦称为一次型铸造。

砂型铸造的工艺流程如图 1.1-1 所示。它主要包括：制造模样和型芯盒；制备型砂和型芯砂；造型、造型芯；砂型和型芯的烘干；合箱；金属的熔炼及浇注；落砂，清理、检验等。

铸造是毛坯成型的主要工艺方法之一。在机械制造中占有很重要的地位。按重量计算，在一般机械设备中铸件约占 40%~90%；在农业机械中占 40%~70%；在金属切削机床中占 70%~80%；在重型机械，矿山机械中占 85% 以上。铸造能得到如此广泛的应用，是它具有一系列的优点：

- 1) 铸造可以生产形状复杂，特别是内腔复杂的铸件。铸件的重量可由几克到数百吨；轮廓尺寸可从几毫米至几十米。例如：机床床身，内燃机的缸体和缸盖、阀体、箱体，以及水压机横梁等的毛坯均为铸件。
- 2) 铸造可用各种合金来生产铸件。如：铸铁、铸钢、合金钢、铜合金、铝合金等各种金属材料都能用于铸造，尤其对于脆性金属材料（如灰铸铁）和难以锻造和切削加工的合金材料，都可用铸造方法来生产零件和毛坯。
- 3) 铸造既可用于单件生产，也可用于批量生产。
- 4) 铸件与零件的形状，尺寸很接近，因而铸件的加工余量小，可以节约金属材料和加工工时。
- 5) 铸件的成本低。铸造所用的设备费用较低，原材料价格低廉，在铸造生产中，各类金属废料（如浇冒口，废机器，废铸件）都可以再次利用。此外，在大多数情况下，生产准备简单，生产周期短。

但是，铸造生产工艺过程复杂，工序多，一些工艺过程难以控制，易出现铸造缺陷，铸件质量不够稳定，废品率较高；铸件内部组织粗大、不均匀，使其力学性能不如同类材料的锻件高。此外，目前铸造生产还存在劳动强度大，劳动条件差等问题。不过，随着铸造技术

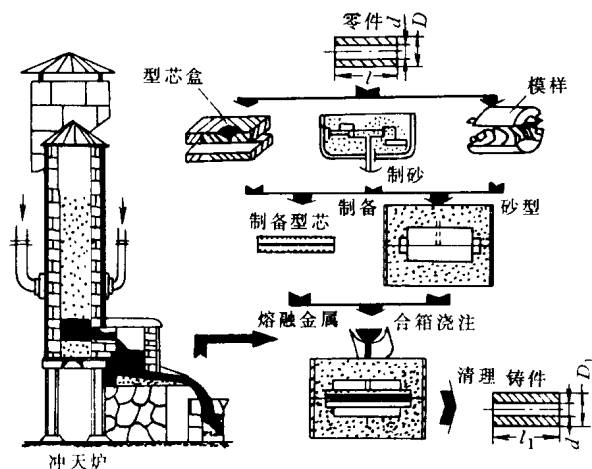


图 1.1-1 砂型铸造的工艺流程

的迅速发展,新材料、新工艺、新技术和新设备的推广和使用,铸造生产面貌将大大改观,铸件质量和铸造生产率会得到很大提高,劳动条件也会显著改善。

第一节 砂型制造

一、砂型铸型的组成

砂型制造的任务是获得质量合格的铸型。它应使砂型从最适当的面分开(即分型面),以方便取出模样并获得清晰的型腔;模样周围应留有足够的砂层厚度(称为吃砂量),以承受金属液流的压力,并且砂型的紧实度应随所受金属的压力而变化;还应考虑金属液流进入型腔的通道—浇注系统及型腔中气体逸出的通道—通气孔等。一般砂型铸型的组成如图 1.1-2 所示。

二、型砂和型芯砂

砂型铸造的铸型是由型砂做成的。型砂是按一定比例配合的造型材料,经过混制成符合造型、造芯要求的混合料。它们是由原砂、粘结剂、水和附加物混制而成,如图 1.1-3 所示。

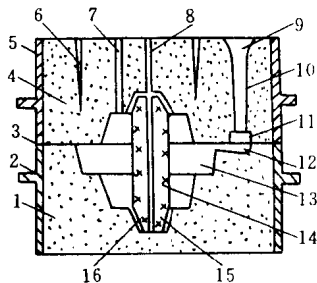


图 1.1-2 砂型铸型的组成

1—下砂型 2—下砂箱 3—分型面 4—上砂型 5—上砂箱
6—通气孔 7—出气口 8—型芯通气孔 9—外浇道 10—直浇道
11—横浇道 12—内浇道 13—型腔 14—型芯 15—型芯头 16—型芯座

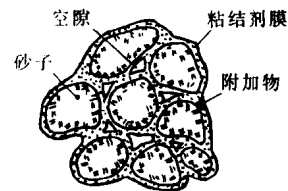


图 1.1-3 砂型的组成示意图

(一) 型砂应具备的性能

铸型在浇注、凝固过程中要承受金属熔液的冲刷、静压力和高温的作用,并要排除大量气体,型芯还要承受铸件凝固时的收缩压力等,因而为获得优质铸件,型砂应满足如下的性能要求:

1. 强度 型砂,芯砂抵抗外力破坏的能力称为型砂强度,包括湿强度、干强度、热强度等。型砂强度高,在搬运和浇注过程中就不易变形、掉砂和塌箱。型砂中粘结剂含量的提高,砂粒细小、形状不圆整且大小不均匀,以及紧实度高等均可使型砂强度提高。

2. 透气性 型砂能让气体透过的能力称为透气性。浇注过程中,型腔中的气体和砂型在高温金属液作用下产生的气体,都必须透过型砂排出型外,否则,就可能残留在铸件内而形成气孔。原砂颗粒越粗大、均匀,粘结剂含量越低,含水量适当(4%~6%),或加入易燃的附加物(如型、芯砂中加入锯末等)均能使型砂的透气性提高。

3. 耐火性 型砂经高温金属液作用后,不被烧焦、不被熔融和软化的能力称为耐火性。耐火性低的型砂,易使铸件产生化学粘砂。型砂中 SiO_2 含量越高,砂粒粗大而圆整,粘土及碱性化合物含量越少,则型砂的耐火性越高。在湿型砂中添加少量煤粉,或在型腔表面覆盖一层耐高温的石墨涂料,可有效地防止铸件表面粘砂。