



职业教育规划教材

# 金属成形加工基础

王英杰 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



职业教育规划教材

职业教育规划教材

职业教育规划教材

# 金属成形加工基础

职业教育规划教材

主 编 王英杰  
 副主编 安宏宇 李云峰  
 参 编 王美玉 同金叶  
 主 审 王中才

职业教育规划教材

职业教育规划教材

职业教育规划教材

职业教育规划教材

职业教育规划教材

职业教育规划教材

江苏工业学院图书馆  
 藏书章



职业教育规划教材

职业教育规划教材

职业教育规划教材

职业教育规划教材

职业教育规划教材

本书是为了适应职业技术教育的发展需要,由机械工业出版社组织编写的系列教材之一。

全书共10单元,主要阐述了铸造成形、锻压成形、焊接成形、金属切削加工基础知识、金属切削机床基础知识、各种表面加工方法、钳工、特种加工与数控加工、切削加工工艺过程的制订、机械装配等内容。

本书具有以下特点:第一,注重在理论知识、素质、能力、技能等方面对学生全面的培养;第二,注重汲取现有相关教材的优点,充实新知识、新工艺、新技术等内容,简化过多的理论介绍,采用最新标准;第三,突出职业技术教育特色,做到图解直观形象,理论联系实际,加强学生实践技能和综合应用能力的培养;第四,通过教学活动培养学生的工程意识、经济意识、管理意识和环保意识;第五,注重文字叙述精炼,通俗易懂,总结归纳提纲挈领;第六,每单元配备了综合训练题,培养学生观察、探索、分析以及应用理论知识的能力。

本书主要面向高等职业技术教育的工科学生。此外,还可作为机械类、近机类等中等职业教育和职工培训用教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

金属成形加工基础/王英杰主编. —北京:机械工业出版社,2007.7

职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-21931-6

I. 金… II. 王… III. 金属材料-成型-加工-高等学校:技术学校-教材 IV. TG39

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第111042号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张祖凤 崔占军 责任编辑:张祖凤 齐志刚

版式设计:霍永明 责任校对:陈立辉

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京富生印刷厂印刷

2007年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11.5印张·274千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-21931-6

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379182

封面无防伪标均为盗版

绪论 0-1 表

学习对象	元 单	学习对象	元 单	学习对象	元 单
1	元单八章	<b>前 言</b>	元单五章	0	元单一章、二章
2	元单十章		0	元单六章	元单二章
3	综合		0	元单十章	元单三章
4			0	元单八章	元单四章

本书是根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的若干意见》等文件，以及高职高专教育人才培养目标的要求而编写的。为了贯彻落实教育部要求课程教材改革要适应素质教育、创新教育和创业教育的需要，建立具有中国特色的现代化高等职业教育课程体系的精神，针对目前高等职业技术教育缺少相应的金属工艺学课程教材的状况，并针对目前金属工艺学教学过程中出现的新要求、新情况以及某些教材中存在的问题，我们认真查阅了大量的参考资料，编写了《金属成形加工基础》教材。知识经济时代迫切需要具有综合素质高、实践能力强和创新能力突出的职业技术人才。突出能力教育必须以人的素质与能力为基础和核心，强调重视学生学习和掌握知识，引导学生掌握获取知识的方法，学会运用知识进行创造性的思考和实践，学会把知识有效地转化为素质和能力。同时，对于技术与职业教育要加强基础的认知学习，使学生有更大的“柔性”。“柔性”就是给予每个学生更大的发展空间和深层的受教育机会和能力，以适应今后工作中的需求和岗位变换。

本书的教学目标是：

- 1) 比较系统地介绍金属成形加工的过程和方法，注重培养素质高，知识面宽的应用型人才。
- 2) 突出实践技能培养，提高学生的动手能力。
- 3) 引导学生学会应用所学的知识解决一些实际问题，做到触类旁通，融会贯通；
- 4) 引导学生深入社会，了解企业的状况，培养不断创新和积极进取的创业精神。
- 5) 培养学生团结合作，相互交流，相互学习，勇于探讨问题的学习风气。
- 6) 适应信息社会发展需要，培养学生的信息素养，引导学生善于利用现代信息技术，拓宽知识面，了解更多的相关知识。

新编《金属成形加工基础》在内容上尽量做到布局合理、丰富、新颖；在文字方面做到精炼、准确、通俗易懂和插图形象生动；在内容组织上注意逻辑性、系统性和层次分明，突出实践性和使用性，注重理论与实际相结合；在时代性上尽量反映金属成形加工方面的新技术、新材料、新工艺和新设备，使师生的认识在一定层次上能跟上现代科技发展与职业技术教育的新要求。每单元配有综合训练题，供学生自学时自我检查是否掌握和理解了所学的基础知识。

本书除供高等职业技术教育学校使用外，还可作为工科中等职业教育、成人教育和机械类与近机类中高级技术工人的培训教材，也可作为有关技术人员的参考书。

本书建议课时（总课时 50 学时）分配见表 0-1。



表 0-1 课时分配

单 元	建议学时	单 元	建议学时	单 元	建议学时
绪论、第一单元	6	第五单元	4	第九单元	2
第二单元	6	第六单元	6	第十单元	2
第三单元	6	第七单元	6	实验	4
第四单元	4	第八单元	4		
小计	22		20		8
总计	50(包括实验4学时)				

本书主编：王英杰；副主编：安宏宇、李云峰。全书由王英杰拟定编写提纲和统稿。绪论、第七单元由山西大学职业技术学院王英杰编写；第一单元至第四单元由山西交职业技术学院李云峰编写；第五单元和第六单元由太原铁路机械学校同金叶编写；第八单元和第九单元由张家口职业技术学院安宏宇编写；第十单元由太原职工培训中心王美玉编写。

本书由王中才审稿；最后由《金属成形加工基础》教材编写组审定通过。由于编写时间及编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。同时，本书在编写过程中参考了大量的文献资料，在此向这些文献资料的作者致以诚挚的谢意。

编 者

# 目 录

前言	1
绪论	1
<b>第一单元 铸造成形</b>	<b>3</b>
模块一 铸造概述	3
模块二 砂型铸造	4
模块三 铸造工艺图	12
模块四 金属铸造性能	15
模块五 铸件结构工艺性	18
模块六 特种铸造简介	20
模块七 铸造新技术简介	22
综合训练	24
<b>第二单元 锻压成形</b>	<b>26</b>
模块一 锻压概述	26
模块二 金属锻压加工基础知识	27
模块三 金属锻造工艺	31
模块四 自由锻造工艺过程设计	36
模块五 锻造结构工艺性	38
模块六 冲压	40
模块七 锻压新技术简介	43
综合训练	46
<b>第三单元 焊接成形</b>	<b>49</b>
模块一 焊接概述	49
模块二 焊条电弧焊	50
模块三 气焊与气割	56
模块四 其他焊接方法简介	60
模块五 常用金属材料的焊接	64
模块六 焊接应力与焊接变形	67
模块七 焊接结构工艺性	70
模块八 焊接新技术简介	72
综合训练	74
<b>第四单元 金属切削加工基础知识</b>	<b>76</b>

模块一	金属切削加工概述 .....	76
模块二	切削加工运动分析及切削要素 .....	77
模块三	切削刀具 .....	79
模块四	金属切削过程中的物理现象 .....	82
综合训练	.....	85
<b>第五单元</b>	<b>金属切削机床基础知识</b> .....	87
模块一	金属切削机床的分类和编号 .....	87
模块二	车床 .....	88
模块三	钻床和镗床 .....	93
模块四	刨床和插床 .....	95
模块五	铣床 .....	96
模块六	磨床 .....	97
综合训练	.....	100
<b>第六单元</b>	<b>各种表面加工方法</b> .....	101
模块一	外圆表面加工方法 .....	101
模块二	孔加工方法及工艺特点 .....	106
模块三	平面加工方法 .....	107
模块四	圆柱齿轮齿形加工方法 .....	111
模块五	精密加工简介 .....	114
模块六	零件结构切削加工工艺性 .....	117
综合训练	.....	118
<b>第七单元</b>	<b>钳工</b> .....	119
模块一	钳工概述 .....	119
模块二	划线 .....	120
模块三	錾削 .....	126
模块四	锯削 .....	129
模块五	锉削 .....	131
模块六	钻孔、扩孔和铰孔 .....	134
模块七	攻螺纹和套螺纹 .....	137
模块八	刮削 .....	139
模块九	弯曲、矫正和铆接 .....	141
综合训练	.....	144
<b>第八单元</b>	<b>特种加工与数控加工简介</b> .....	146
模块一	特种加工概述 .....	146
模块二	常用特种加工方法简介 .....	146
模块三	数控加工简介 .....	150
模块四	典型数控机床简介 .....	153
综合训练	.....	155
<b>第九单元</b>	<b>切削加工工艺过程的制订</b> .....	157

---

模块一  切削加工工艺流程概述·····	157
模块二  零件的安装与定位基准·····	159
模块三  零件切削加工工艺流程的制订·····	163
综合训练·····	165
<b>第十单元  机械装配·····</b>	<b>167</b>
模块一  机械装配概述·····	167
模块二  机械装配方法·····	169
模块三  机械装配工艺规程的制订·····	171
综合训练·····	174
<b>参考文献·····</b>	<b>175</b>



## 绪 论

金属成形加工方法的不断改进是人类社会发展的重要标志。随着金属成形加工工艺水平的提高,降低了机械制造成本,提高了机械产品的使用性能。同时,随着科学技术的发展,在机械零件的加工工艺方面也出现了日新月异的发展。例如,激光技术与计算机技术在机械零件加工过程中的应用,使得机械零件加工设备不断创新,零件的加工质量和效率不断提高,如计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)和生产管理信息系统(MIS)的综合应用,突破了传统的机械零件加工方法,产生了巨大的变革。因此,作为一名工程技术人员或管理人员,了解金属材料和非金属材料的性能、应用、加工工艺过程以及与之相关的先进的加工技术是非常重要的。掌握这方面的知识不仅可以使机械工程设计更合理、更具有先进性,而且还会培养机械零件生产的质量意识、经济意识、环保意识、创新意识,做到机械生产过程高质、高效、清洁和安全,并合理地降低生产成本。同时,对于从事现代机械制造行业的技术人员来讲,学习本课程的有关知识对于提高自身素质,更好地适应现代化生产以及知识经济社会也具有很好的指导意义和必要性。

回顾历史,我国在金属成形加工方面具有辉煌的一页。在商代(公元前1562~前1066年)就有了高度发达的青铜加工技术。例如,河南安阳出土的司母戊大方鼎,带耳高1.37m,横1.1m,宽0.77m,重达875kg。这是商殷时代祭器,体积庞大,花纹精巧,造型精美。要制造这么精美的青铜器,需要经过雕塑、制造模样与铸型、冶炼等工序,可以说司母戊大方鼎是古代雕塑艺术与金属冶炼技术的完美结合。在当时的条件下要浇铸这样庞大的器物,如果没有大规模的严密的劳动分工和精湛的雕塑艺术与铸造技术,是不可能完美地制造成功的。

1965年在湖北省出土的越王勾践青铜剑,虽然在地下深埋了2400多年,但是这把剑在出土时却没有一点锈斑,完好如初,说明当时不仅已掌握了金属冶炼、锻造、热处理工艺技术,而且还掌握了金属材料的防腐蚀技术。

在唐朝(约公元7世纪)时期,我国已应用锡焊和银焊技术,而此项技术在欧洲直到公元17世纪才出现。

根据文字记载,公元1668年我国已使用直径6.6m的镶片铣刀,该铣刀由牲畜带动旋转,用来加工天文仪上的铜环。

明朝宋应星所著《天工开物》一书中详细记载了古代冶铁、炼钢、铸钟、锻铁、淬火等多种金属材料的加工工艺方法。书中介绍的锉刀、针等工具的制造过程与现代制作工艺几乎一致,可以说《天工开物》一书是世界上有关金属加工工艺方法最早的科学著作之一。

历史充分说明,我国古代劳动人民在金属成形加工工艺方面取得了辉煌的成就,为人类文明作出了巨大的贡献。

新中国成立后,我国在金属成形加工理论研究方面取得了很多成果,有利地推动了机

械制造、矿山冶金、交通运输、石油、电子仪表、航空航天等现代化工业的发展。原子弹、氢弹、导弹的试验成功，人造地球卫星的发射等，标志着我国在金属成形加工工艺方面达到了先进水平。

可以这样说，金属成形加工工艺技术水平的高低，在某种程度上代表着一个国家机械制造的水平，与国民经济的快速发展有着密切的关系。只有机械制造工艺水平的不断提高，并保持先进水平，才会有力地促进现代工业、农业、航天事业等飞速发展和科学技术的不断进步，加快国民经济的发展步伐；才会很好地保护好环境，达到清洁生产；会在知识经济 and 世界经济一体化进程中保持发展优势。但是，目前我国机械制造的整体工艺水平还比较落后，尤其是在广泛应用机械制造自动化方面，与工业先进国家相比还有明显的差距，非常需要我们深入地研究有关金属成形加工工艺理论，不断地学习和认识新技术、新工艺、新设备和新材料，为进一步提高我国机械制造工艺水平而努力。

《金属成形加工基础》教材比较系统地介绍了金属成形加工过程及方法知识，是融汇多种专业基础知识为一体的专业技术基础课，是培养从事机械制造行业应用型、管理型、操作型与复合型人才的一门必修课程。机械产品的生产其核心与目的是为了获得优质的产品，而机械产品的质量问题的发生，主要发生在产品的制造过程中，其中60%~70%是由于加工工艺因素造成的。产品质量差，会造成制造成本增加，资源、人力和物力的严重浪费，产品竞争力低；相反，产品质量好，会给企业带来活力、效益和信誉，为国家创造出更多的财富，并为社会带来更多的就业机会。通过学习该课程可以促进我们高度重视产品质量与社会效益关系、环境保护与清洁生产的关系等，同时，该课程对于培养学生的综合工程素质、技术应用能力、经济意识、环保意识、创业意识和创新能力也是非常有益的。

“金属成形加工基础”教材具有内容广、实践性和综合性突出的特点。在内容编写方面体现通俗易懂，在教学方式上注重对学生积极进行启发和引导，培养其探索精神和学习归纳能力。同学们在学习本课程时，要多联系自己在金属成形加工方面的感性知识和生活经验，要多讨论、多交流、多分析和多研究，特别是在实习中要多观察，勤于实践，做到理论联系实际，这样才能更好地综合学好教材中的基础知识，做到全面发展。

学习本课程的基本要求是：

- 1) 了解金属零件的各种加工工艺方法的基本原理和工艺特点，并初步具有选择毛坯和编制零件加工工艺规程的基本能力。
- 2) 了解各种主要加工方法所用设备（工具）的工作原理和使用范围，掌握一些主要设备（工具）的基本操作和使用方法。
- 3) 了解各种加工工艺对零件结构工艺性的一般要求，做到灵活应用。
- 4) 重视零件制造成本的经济性和生产过程的合理性，树立环境保护意识，贯彻清洁生产思想，使零件制造最大限度地体现社会效益。

# 第一单元 铸造成形

## 【教学目标】

本单元主要介绍了铸造生产的方法与应用、金属铸造性能、铸件结构工艺性等。学完之后，第一，要了解铸造方法的特点，不要孤立地去死记硬背，要结合具体实例加深对工艺特点的认识和理解；第二，对于金属铸造性能要结合铁碳相图等知识加深对有关性能的认识；第三，认识铸件结构工艺性的一般原则要做到一般原则与灵活应用相结合，不要死搬硬套；第四，本单元内容实践性强，学习时要利用模型、挂图、实物、电教片等媒体，对照学习，要仔细地对所学内容进行分类、归纳和总结，提高学习效果。

## 模块一 铸造概述

铸造是指熔炼金属，制造铸型，并将熔融金属浇入与零件形状相适应的铸型中，待熔融金属凝固后获得一定形状、尺寸和性能的金属零件或毛坯的成形方法。用铸造成形方法得到的毛坯称为铸件，多数铸件还需经过切削加工后才能成为零件。铸造成形是零件毛坯成形加工的主要工艺方法之一。

### 一、铸造成形特点

#### 1. 适应性广

铸造成形可制造形状复杂且不受工件尺寸、质量和生产批量限制的铸件。生产中常用的金属材料，如非合金钢、低合金钢、合金钢、非铁金属等，都可用于铸造成形。对于一些不易进行压力加工和焊接的零件，铸造成形是一种较好的成形加工方法。铸造成形可以生产出质量从几克到数百吨、壁厚为0.5~500mm的各种铸件。

#### 2. 具有良好的经济性

铸造成形不需要昂贵的设备，投资较少；由于铸件的形状和尺寸接近于零件，因此，能够节省金属材料 and 切削加工工时；金属材料来源广泛，可以利用废旧机件、废料等进行回炉熔炼。

#### 3. 铸件力学性能较低

由于铸造成形工序较多，而且部分工艺过程难以控制，因此，铸件质量不够稳定，废品率较高。而且铸件内部偏析、缩孔、缩松、气孔、砂眼等缺陷较多，铸件的铸态组织晶粒粗大，所以，铸件的力学性能较差。铸件常用于制造承受静载荷及压应力的结构件，如箱体、床身、支架、缸体等。此外，一些有特殊性能要求的构件，如球磨机的衬板、犁铧、轧辊、履带以及难加工的金属材料等也常采用铸造成形方法制造。

### 二、铸造成形方法分类

铸造成形方法较多，主要分为砂型铸造和特种铸造两类。在砂型中生产铸件的铸造方



法,称为砂型铸造,与砂型铸造不同的其他铸造方法,称为特种铸造。

砂型铸造是一种古老而又需要继续发展的基本铸造方法,该方法具有成本低、灵活性大、适应广的特点,而且操作技术也比较成熟,应用范围较广。

特种铸造包括金属型铸造、压力铸造、离心铸造、熔模铸造、低压铸造、陶瓷型铸造、连续铸造和挤压铸造等。特种铸造具有铸件的尺寸精度和表面质量高,金属材料利用率高,劳动条件好,环境污染小,便于实现机械化和自动化生产的特点。目前,特种铸造正逐步得到广泛的应用。

现在随着科学技术和精密铸造工艺的发展,计算机在铸造生产上已得到应用,其中部分铸造成形工艺过程已实现了机械化和自动化,铸件的质量与生产率得到较大的提高,工人的劳动环境和条件也得到进一步的改善。

## 模块二 砂型铸造

砂型铸造的工艺过程如图 1-1 所示。图 1-2 为齿轮毛坯的砂型铸造工艺过程简图。铸件的形状与尺寸主要取决于造型和制芯,而铸件的化学成分则取决于熔炼。所以,造型、制芯和熔炼是铸造生产中的重要工序。

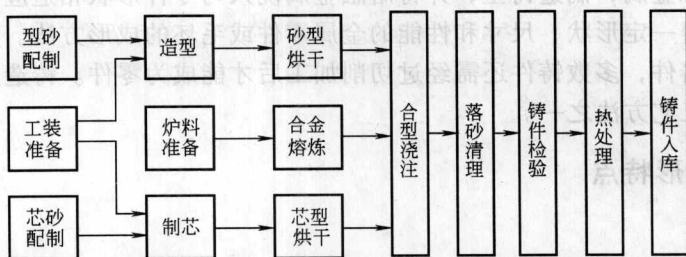


图 1-1 砂型铸造工艺过程简图

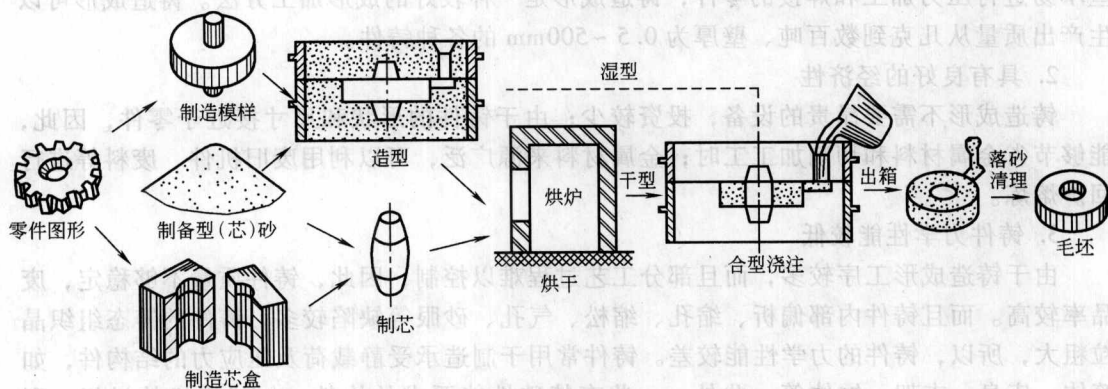


图 1-2 齿轮毛坯的砂型铸造工艺过程简图

### 一、造型材料、造型工具及砂型组成

#### 1. 造型材料



制造铸型用的材料称为造型材料。造型材料主要包括型砂和芯砂。型砂和芯砂主要由原砂 ( $\text{SiO}_2$ )、粘结剂 (多用粘土和膨润土, 有时也用水玻璃、植物油、树脂等)、附加物 (煤粉或木屑等)、旧砂和水组成。为了获得合格的铸件, 造型材料应具备一定的强度、可塑性、耐火度、透气性、退让性和溃散性等性能。

### 2. 造型工具

制造铸型用的工具称为造型工具。造型常用的工具是砂箱及底板、砂春、通气针、起模针、皮老虎、镘刀、秋叶、提钩、半圆等, 如图 1-3 和图 1-4 所示。

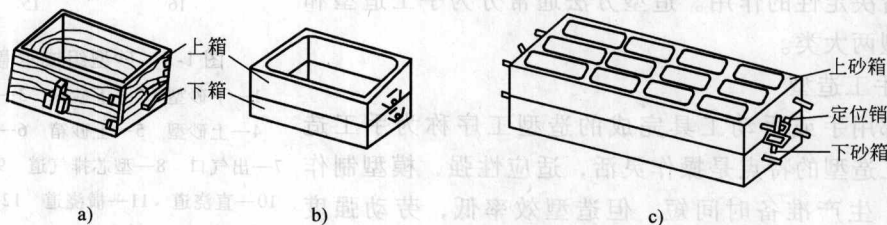


图 1-3 砂箱示意图

a) 可拆砂箱 b) 无档砂箱 c) 有档砂箱

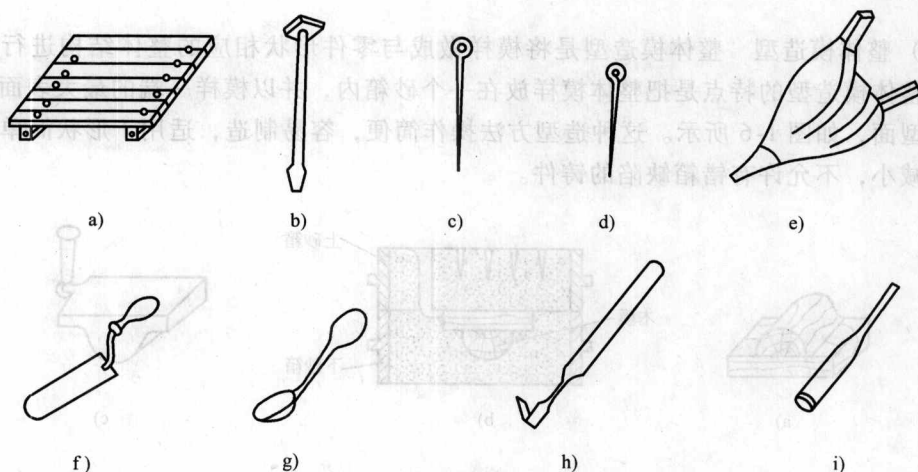


图 1-4 造型工具

a) 底板      b) 砂春      c) 通气针      d) 起模针      e) 皮老虎  
 用于放置模样    用于春砂和紧砂    在砂型上扎通气孔    用于起模    用于吹净型腔中的散砂  
 f) 镘刀      g) 秋叶      h) 提钩      i) 半圆  
 用于修平面和挖沟    用于修凹形面    用于修底部和侧面    用于修圆柱形内壁和内圆角

### 3. 砂型组成

如图 1-5 所示, 型砂被春紧在上砂箱和下砂箱中, 连同砂箱一起, 分别称为上砂型和下砂型。从砂型中取出模样后形成的空腔称为型腔, 在浇注后形成铸件的外部轮廓。上砂型和下砂型的分界面称为分型面。图中有阴影线的部分表示型芯, 型芯用于形成铸件的孔。型芯上的延伸部分称为型芯头, 用于安放和固定型芯。型芯头位于砂型的型芯座上。型芯中设有通气孔, 用于排出型芯在受热过程中产生的气体。型腔的上方开设出气口, 用

于排出型腔中的气体。另外，利用通气针在砂型中还扎有多个通气孔。金属液从浇口杯中浇入，经直浇道、横浇道、内浇道流入型腔中。

## 二、造型方法

用型砂及模样等工艺装备制造砂型的方法和过程，称为造型。在造型过程中造型材料的好坏，对于铸件的质量起着决定性的作用。造型方法通常分为手工造型和机器造型两大类。

### 1. 手工造型

全部用手或手动工具完成的造型工序称为手工造型。手工造型的特点是操作灵活，适应性强，模型制作成本低，生产准备时间短。但造型效率低，劳动强度大，劳动环境差，主要用于单件小批量生产。造型时如何将木模顺利地从小砂型中取出，而又不致于破坏型腔的形状，是一个很关键的问题。因此，围绕如何起模这一问题，就形成了各种不同的造型方法。

(1) 整体模造型 整体模造型是将模样做成与零件形状相应的整体结构进行造型的方法。整体模造型的特点是把整体模样放在一个砂箱内，并以模样一端的最大表面作为造型的分型面，如图 1-6 所示。这种造型方法操作简便，容易制造，适用于形状简单的横截面依次减小，不允许有错箱缺陷的铸件。

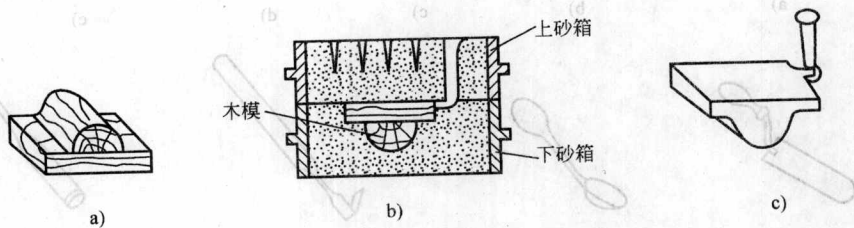


图 1-6 整体模造型示意图

a) 模样 b) 造型 c) 落砂后的铸件

(2) 分开模造型 模型分为两半，造型时模型分别在上、下砂箱内进行造型的方法，称为分开模造型，如图 1-7 所示。此方法主要用于某些没有平整的表面，而且最大断面在模型中部，难以进行整体造型的铸件，可将模型在最大断面处分开，进行分开模造型。这种造型方法操作简便，应用广泛，适用于生产形状较复杂的铸件以及带孔的铸件，如套筒、阀体、管子、箱体等铸件。

(3) 挖砂造型 模型虽是整体的，但铸件的分型面为曲面，为了能起出模型，造型时用手挖去阻碍起模型砂的造型方法，称为挖砂造型。图 1-8 为手轮铸件的挖砂造型过程。此方法适用于小批量生产整体模，分型面不平的铸件。

(4) 假箱造型 利用预先制备好的半个铸型简化造型操作的方法，称为假箱造型，

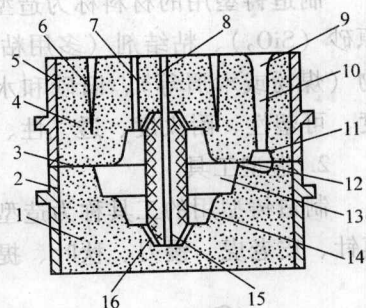


图 1-5 砂型组成示意图

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—型芯排气道 9—浇口杯  
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

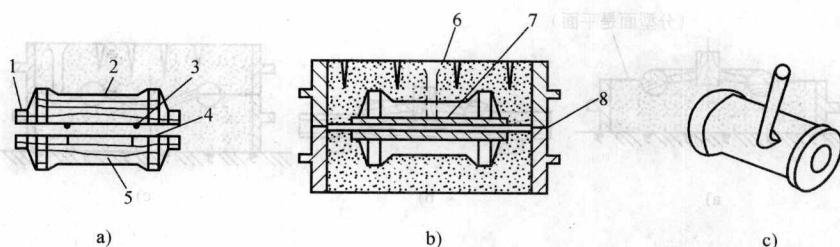


图 1-7 分开模造型示意图

a) 模型分成两半 b) 造型 c) 落砂后的铸件

1—型芯头 2—上半模 3—销钉 4—分型面 5—下半模 6—浇口杯 7—型芯 8—砂箱

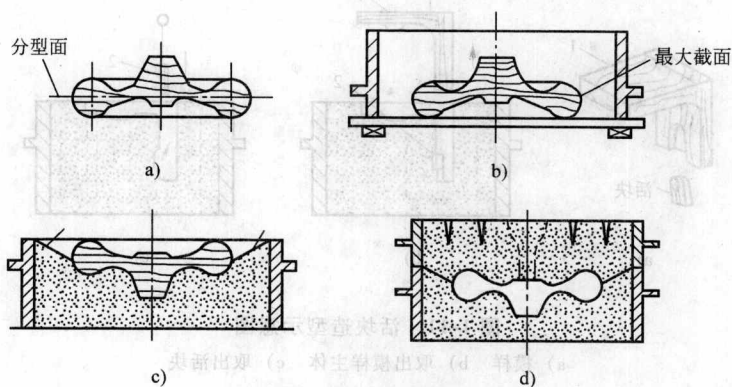


图 1-8 挖砂造型示意图

a) 手轮坯模样，分型面不平，不能分成两半 b) 放置模样，造下砂型

c) 翻转，挖出分型面 d) 造上砂型，起模，合型

如图 1-9 和图 1-10 所示。假箱造型的特点是比挖砂造型操作简便，且分型面整齐。此方法适应于小批或成批生产整体模，分型面不是平面的铸件。

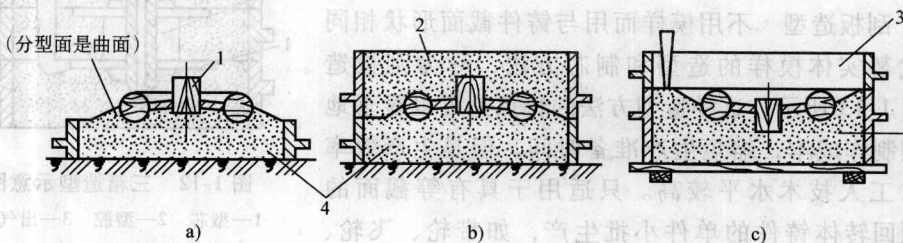


图 1-9 假箱造型示意图

a) 模样放在假箱上 b) 造下砂型 c) 翻下砂型造上砂型

1—模样 2—下砂型 3—上砂型 4—假箱

(5) 活块造型 有些铸件上有一些小的凸台、肋条等，造型时，妨碍起模，这时可将模样的凸出部分作成活块，起模时，先将主体模起出，然后再从侧面取出活块的造型方法，称为活块造型，如图 1-11 所示。但必须注意的是活块的总厚度不得大于模样主体部分的厚度，否则，活块将取不出来。

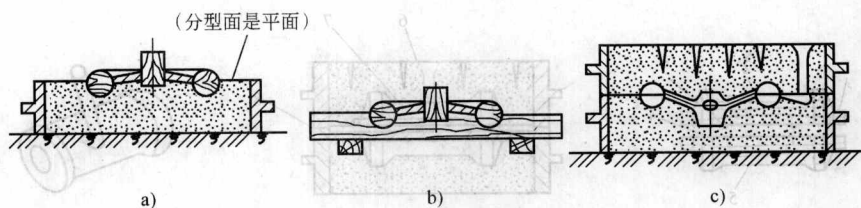


图 1-10 成型底板示意图

a) 假箱 b) 成型底板 c) 合型图

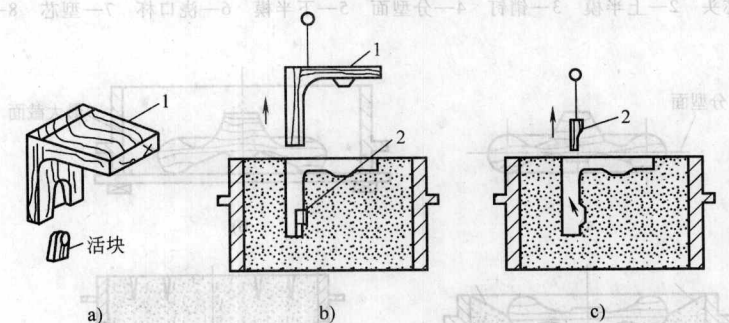


图 1-11 活块造型示意图

a) 模样 b) 取出模样主体 c) 取出活块

1—模样主体 2—活块

(6) 三箱造型 当铸件的外形具有两端截面大而中间截面小时，只用一个分型面取不出模型，此时需要从小截面处分开模型，并用两个分型面，三个砂箱进行造型，这种方法称为三箱造型，如图 1-12 所示。三箱造型操作比较繁琐，要求工人操作技术较高。

(7) 刮板造型 不用模样而用与铸件截面形状相同的刮板代替实体模样的造型和制芯方法，称为刮板造型，如图 1-13 所示。这种造型方法的特点是可以显著地降低模型制作成本，缩短生产准备时间。但是生产效率低，要求工人技术水平较高。只适用于具有等截面的大、中型回转体铸件的单件小批生产，如带轮、飞轮、齿轮、弯管等。

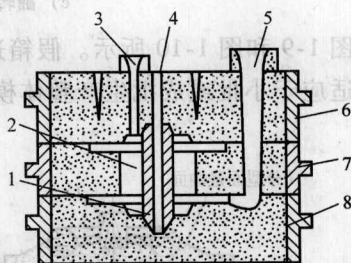


图 1-12 三箱造型示意图

1—型芯 2—型腔 3—出气口  
4—排气道 5—浇口杯

6—上砂箱 7—中砂箱 8—下砂箱

## 2. 机器造型

用机器全部地完成或至少完成紧砂操作的造型工序称为机器造型。机器造型的实质就是机器代替了手工紧砂和起模，它是现代化铸造车间的基本造型方法。特点是生产率高，铸件尺寸精度高和表面质量好，改善了劳动条件，很适合于成批大量生产铸件。

(1) 紧砂方法 常用的紧砂方法有震实、压实、振压、抛砂、压射等几种形式。其中以振压式应用最广，图 1-14 为振压式紧砂方法。



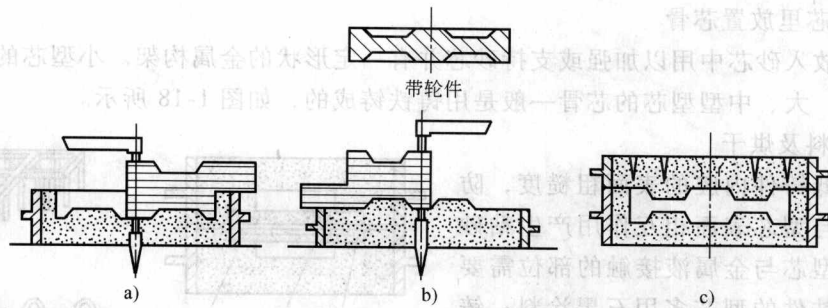


图 1-13 刮板造型示意图

a) 刮制下型 b) 刮制上型 c) 合型、浇注

(2) 起模方法 常用的起模方法有顶箱、漏模、翻转三种。图 1-15 为顶箱起模方法。

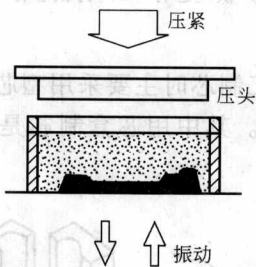


图 1-14 振压式紧砂方法

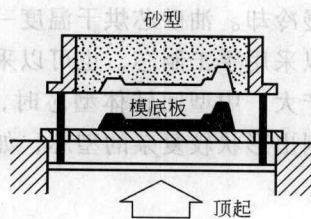


图 1-15 顶箱起模方法

随着生产的发展，新的造型设备会不断出现，从而使整个造型和制芯过程逐步地实现自动化，并逐步提高生产效率。

### 三、制芯

制造型芯的过程称为制芯。型芯的主要作用是用来获得铸件的内腔，但有时也可作为铸件难以起模部分的局部铸型。浇注时，由于型芯受金属液的冲击、包围和烘烤，因此，与砂型相比，型芯必须具有较高的强度、耐火度、透气性、退让性和溃散性。满足上述性能主要是靠合理配制芯砂和正确的制芯工艺来保证的。在制芯过程中，应采取下列一些措施：

#### 1. 在型芯上开设通气孔

形状简单的型芯，可以用通气针扎出通气孔，如图 1-16 所示。形状复杂的型芯，可在型芯内放入蜡线，待烘干时蜡线被烧掉，从而形成通气孔，如图 1-17 所示。

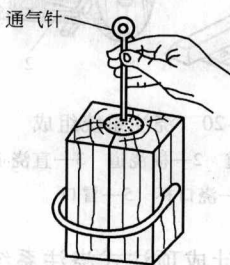


图 1-16 用通气针扎出型芯通气孔

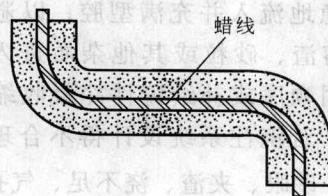


图 1-17 用蜡线作型芯通气道