21世纪高等院校创新型项目成果

机械制造工艺

Jixie Zhizao Gongyi

◎主编　孙希禄　曹丽娜　◎主审　刘温聚

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

21 世纪高等院校创新型项目成果

机械制造工艺

主　编　孙希禄　曹丽娜
副主编　史向坤　翟　建
参　编　卢坤媛　吴　娟　吴金梅
　　王鹏飞　马晓霞
主　审　刘温聚

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

内 容 简 介

本书根据高等学校教育人才培养目标，结合编者多年教学经验编写而成。全书共分七个项目，内容包括：毛坯加工、金属切削加工原理、金属切削加工、机械加工工艺规程的编制、典型零件的加工、机械加工质量、机械装配工艺基础；本书内容丰富，理论阐释简明扼要、由浅入深，注重理论与实践相结合。

本书可作为高等学校机械制造与自动化、机电一体化等专业教学用书。

版权专有　侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

机械制造工艺/孙希禄，曹丽娜主编. —北京：北京理工大学出版社，2012.8

ISBN 978-7-5640-6395-5

Ⅰ.①机…　Ⅱ.①孙…②曹…　Ⅲ.①机械制造工艺-高等学校-教材　Ⅳ.①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 179676 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 / 天利华印刷装订有限公司
开　　本 / 787 毫米 ×1092 毫米　1/16
印　　张 / 16.5
字　　数 / 380 千字　　责任编辑 / 多海鹏
版　　次 / 2012 年 8 月第 1 版　2012 年 8 月第.1 次印刷　　张慧峰
印　　数 / 1 ~ 1 500 册　　责任校对 / 陈玉梅
定　　价 / 42.00 元　　责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题，本社负责调换

前　言

本书在具体内容的取舍及深度的把握上，尽量避免理论过深、专业太强以及与实际应用关系不大的内容，重点突出机械制造工艺的特点，符合机械类相关专业高等学校教育培养目标的要求和特点。

本书编写的指导思想是：

（1）在全书内容的组织上，以机械加工工艺为基础，精选经典传统机械制造的内容，把充分反映现代机械制造的新技术、新设备、新材料和新工艺的内容编入本书中，并且十分注重内容的实用性；在阐明基本概念、基本理论的前提下，力求与生产实际相结合。

（2）注意把体现当代科学技术发展特征的多学科间的知识交叉与渗透反映到本书的内容中，注重教给学生科学的思维方法、提高学生综合运用知识解决实际问题的能力。

（3）以国家标准为依据，使内容符合国家标准的相关要求。

（4）以任务实施、案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写方式，降低项目难度；从职业分析入手，构建培养计划，确定教学目标。

本课程的实践性很强，课程的教学需要与金工实习、生产实习、实验教学以及课程设计等多种教学环节密切配合；要求更新教育思想和观念，努力运用现代化的教育手段与教学方法。

本书由孙希禄、曹丽娜担任主编，史向坤、翟建担任副主编，参加编写的人员还有：卢坤媛、吴娟、吴金梅、王鹏飞、马晓霞。具体编写分工如下：曹丽娜、马晓霞负责编写项目一，吴娟负责编写项目二，卢坤媛负责编写项目三，孙希禄负责编写项目四，王鹏飞负责编写项目五，吴金梅负责编写项目六，史向坤、翟建负责编写项目七。刘温聚副教授审阅了全书，并提出了很多有建设性的修改意见。

本书在编写过程中参考了相关书籍及其他有关珍贵资料，得到了同行的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免存在不当或错误之处，敬请广大读者批评与指正。

编　者

目　录

项目概论 …… 1

项目一　毛坯加工 …… 4

任务一　铸造加工 …… 4

任务二　金属压力加工 …… 24

任务三　焊接加工 …… 39

项目二　金属切削加工原理 …… 54

任务一　基本定义 …… 54

任务二　金属切削的过程 …… 61

任务三　刀具磨损与工件材料的切削加工性 …… 67

任务四　金属切削条件的选择 …… 72

项目三　金属切削加工 …… 80

任务一　车削加工 …… 80

任务二　铣削加工 …… 87

任务三　钻削与镗削加工 …… 98

任务四　刨削与拉削加工 …… 107

任务五　磨削加工 …… 116

任务六　圆柱齿轮加工 …… 123

项目四　机械加工工艺规程的编制 …… 133

任务一　基本概念 …… 133

任务二　机械加工工艺规程编制的内容、原则、步骤 …… 138

任务三　零件的结构工艺性分析及毛坯的选择 …… 142

任务四　定位基准的选择 …… 145

任务五　工艺路线的拟定 …… 150

任务六　加工余量的确定 …… 155

任务七　工艺尺寸链 …… 158

任务八　时间定额与生产效率 …… 167

项目五　典型零件的加工 …… 178

任务一　轴类零件加工 …… 178

任务二　套类零件加工 …… 189

任务三　箱体类零件加工 …… 194

任务四　圆柱齿轮加工 …… 200

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

项目六　机械加工质量…… 211
任务一　机械加工质量概论…… 211
任务二　机械加工表面质量…… 224
项目七　机械装配工艺基础…… 232
任务一　装配概述…… 232
任务二　装配尺寸链…… 235
任务三　保证装配精度的方法…… 239
任务四　装配工艺规程的制定…… 250

项目概论

一、机械制造定义

机械制造是各种机械产品制造生产过程的总称。机械制造技术是研究制造机械产品所采用的加工原理、制造工艺和相应工艺装备的一门工程技术，最终达到制造出高质量、低成本、低消耗和高生产率的机械产品的目的。

随着国民经济的不断发展，各行各业都需要大量的机器、设备和交通运输工具等机械产品，这些产品都是由很多零件、部件装配而成。要想装配出合格的产品，必须先加工出合格的零件。铸造、锻造、焊接只能得到形状、尺寸比较粗糙的成品或半成品，是一种毛坯加工，机械中的大部分零件，特别是质量要求高的，还需要经过金属切削加工。因此，正确地进行切削加工，对保证零件质量、提高生产率和降低成本有着重要意义。

金属切削加工是使用切削刀具或磨具从工件上去除多余的材料，以获得几何形状、尺寸精度和表面粗糙度等都符合质量要求的加工方法。

二、机械制造技术的发展现状

机械制造业是国民经济的基础产业和支柱，为人们的生产、生活提供各种装备，其他产业的发展均有赖于制造业提供高水平的设备；从一定意义上讲，机械制造技术的发展水平决定着其他产业的发展水平。“经济的竞争归根结底是制造技术和制造能力的竞争”，同时制造业对科学技术的发展，尤其是现代高新技术的发展起着重要的推动作用。制造技术是当代科学技术发展最为重要的领域之一，经济发达国家纷纷把先进制造技术列为国家的高新关键技术和优先发展项目，对其给予了极大的关注。美国于1994年提出了《21世纪制造企业战略》报告，其核心就是要使美国的制造业在2006年以前处于世界领先地位。而日本自20世纪50年代以来经济的高速发展，在很大程度上也是得益于在制造技术领域研究成果的支持。

新中国成立以来，我国的机械制造业也取得了很大的成就。我国机械工业努力追赶世界制造技术的先进水平，积极开发新产品、研究推广先进制造技术，在引进、消化和吸收国外先进制造技术的基础上有了快速的发展。我国制造业从传统的普通机床到航空航天技术装备，从国计民生日常用具的生产到国防尖端产品的制造；特别是近几年，伴随着“神舟八号”与“天宫一号”的对接成功，机械制造技术都提供了重要的技术装备方面的保障。目前，高性能的数控机床和柔性制造系统、计算机集成制造、人工智能制造系统、虚拟制造、敏捷制造和网络制造工程等先进制造技术日新月异，为机械制造的发展提供了无限的开阔空间，从此宣告了机械制造业永远不会成为夕阳产业。

中国是机械制造业大国，但制造产品附加值和技术含量还较低，真正在全球市场上处于领先水平的制造业企业则更少，从制造业的人均劳动生产率看，还远远落后于发达国家。据统计，目前我国优质低耗工艺的普及率不足10%，数控机床、精密设备不足5%，90%以上高档数控机床、97%的光纤制造装备、85%的集成电路制造设备、80%的石化设备和70%

的轿车工业装备依赖进口，我国制造业“大而不强”的现状令人忧虑。“走自主创新的道路，建设创新型国家”是高屋建瓴的规划，更是残酷的国际竞争环境的产物。

三、现代制造的特点

现代制造业是以制造业吸收信息技术、新材料技术、自动化技术和现代管理技术等高新技术，并与现代服务业互动为特征的新型产业。

先进制造技术与传统制造技术相比，其显著特点是：以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产，提高产品对动态多变市场的适应能力和竞争力为目标；不仅包括制造工艺，而是覆盖了市场分析、产品设计、加工和装配、销售、维修、服务，以及回收再生的全过程；强调技术、人员、管理和信息的四维集成，不仅涉及物质流和能量流，还涉及信息流和知识流。

四维集成和四流交汇是先进制造技术的重要特点，同时更加重视制造过程组织和管理的合理化，它是硬件、软件、脑件（人）与组织的系统集成。先进制造技术其实就是“制造技术”加“信息技术”加“管理技术”，再加上相关的“科学技术”交融而成的制造技术。

随着电子、信息等高新技术的不断发展及市场个性化与多样化的需求，世界各国都把机械制造的研究和开发作为国家的关键技术进行优先发展，并将其他学科的高技术成果引入机械制造业中。因此，机械制造业的内涵与水平已不同于传统制造，归纳起来有以下特征：

（1）现代机械制造技术集机械、计算机、信息、材料、自动化等技术于一体，具有柔性、集成、并行工作的特点，能够制造生产成本与批量无关的产品，能按订单制造，满足产品的个性要求。

（2）制造智能化。智能制造系统能发挥人的创造能力和具有人的智能和技能，能够代替熟练工人的技艺，具有学习工程技术人员多年实践经验和知识的能力，并用以解决生产实际问题。

（3）设计与工艺一体化。传统的制造工程设计和工艺分步实施，造成了工艺从属于设计、工艺与设计脱离等现象，影响了制造技术的发展。产品设计往往受到工艺条件的制约，受到制造可靠性、加工精度、表面粗糙度、尺寸等限制。因此，设计与工艺必须密切结合，以工艺为突破口，形成设计与工艺的一体化。

（4）精密加工技术是关键。精密和超精密加工技术是衡量先进制造技术水平的重要指标之一，纳米加工技术代表了机械制造业的最高精度水平。

（5）贯穿产品生命周期的全过程。现代制造是一个从产品概念开始，到产品形成、使用，一直到处理报废的集成活动和系统。在产品的设计中，不仅要进行结构设计、零件设计和装配设计，而且特别强调拆卸设计，使产品报废处理时，能够进行材料的再循环。节约能源，保护环境。

（6）做到了人、组织、技术三结合。现代制造技术强调人的创造性和作用的永恒性；提出了由技术支撑转变为人、组织和技术的集成，以加强企业新产品开发时间（T）、质量（Q）、成本（C）、服务（S）和环境（E）；强调了经营管理和战略决策的作用。在制造工业战略决策中，提出了市场驱动、需求牵引的概念，强调用户是核心，用户的需求是企业成功的关键，并且强调快速响应市场需求的重要性。提高企业的市场应变能力和竞争能力。

因此，现代制造不仅仅是要求精密加工、高速加工和自动化加工，更主要体现在观念上

的革新，现在比较统一的认识有绿色制造、计算机集成制造、柔性制造、虚拟制造、智能制造、敏捷制造和网络制造等。

四、本课程的特点和任务

机械产品的制造包括毛坯的加工，零件的加工和装配；零件加工是在机床、刀具、夹具和工件本身相互共同作用下完成，因此，机械制造涉及机床、刀具和夹具方面的知识。本课程综合考虑，以机械制造的基本理论为基础，以加工技能训练为主线，介绍各种加工方法及相应的工艺装备；介绍毛坯制造方法、金属切削加工原理、机械制造工艺规程编制和机械加工质量控制的方法等，并以典型零件加工的综合分析为落脚点，增强知识与技术的综合运用。

实践性、综合性和应用性是本课程的三大特点，学习中要重视理论联系实际，金工实习、机械装配图课程和机械基础课程设计都可以很好地帮助学习本课程，而且有利于将理论知识转化为机械制造应用能力。

通过本课程学习，能够掌握机械制造常用的加工方法、加工原理和制造工艺，熟悉各种加工设备及装备，初步具有分析、解决机械制造加工质量问题的能力，具有编制机械加工工艺规程的能力。

项目一　毛坯加工

【知识目标】

（1）了解铸造加工、压力加工和焊接加工的工作原理、工艺过程。

（2）了解毛坯成型加工所用各种设备、原材料和工具。

（2）理解和掌握毛坯成型加工工艺过程和主要工艺参数。

【技能目标】

（1）能够完成毛坯成型加工的操作过程。

（2）能够根据零件图纸的要求，选择合适的毛坯成型方法。

（3）能够根据毛坯产品质量状况，进行质量分析，提出质量改进措施。

任务一　铸造加工

【任务目标】

（1）了解铸造加工原理和工艺过程。

（2）了解铸造过程中设备和工具的使用。

（3）理解、掌握砂型铸造工艺过程和工艺参数。

（4）了解特种铸造加工原料和工艺过程。

一、概述

1. 铸造的特点、方法及应用

将熔化的金属浇注到铸型的空腔中，待其冷却凝固后，得到一定形状和性能的毛坯或零件的加工方法称为铸造。由铸造得到的毛坯或零件称为铸件。铸件一般作为零件的毛坯，要经过切削加工后才能成为零件，但若采用精密铸造方法或对零件的精度要求不高时，铸件也可不经切削加工而使用。

铸造与其他金属加工方法相比，具有以下一些特点：

① 可铸造出形状比较复杂的铸件，铸件的尺寸和重量几乎不受限制；

② 铸造所用的原材料价格低廉，铸件的成本较低；

③ 铸件的形状和尺寸与零件很接近，所以节省了金属材料及加工工时。

铸造也存在一定的缺点，具体如下：

① 铸件的力学性能较低，又受到最小壁厚的限制，所以铸件较笨重，从而增加了机器的重量；

② 铸造的工序多，铸件质量不稳定，废品率较高。

铸造生产的方法很多，主要分为砂型铸造和特种铸造两类。砂型铸造是用砂型紧实成型

的铸造方法。除砂型铸造外，其他的铸造方法称为特种铸造，如金属型铸造、压力铸造、离心铸造和熔模铸造等。砂型铸造具有较大的灵活性，对不同的生产规模，不同的铸造合金都能适用，因此应用最为广泛。

2. 砂型铸造的工艺过程、砂型的组成、模样及芯盒

（1）砂型铸造的工艺过程

砂型铸造的主要工序为制造模样和芯盒、制备型砂及芯砂、造型、造芯、合型、熔化金属及浇注、铸件凝固后开型落砂、表面清理和质量检验，大型铸件的铸型及型芯，在合型前还需烘干。图 1－1 为压盖铸件的生产过程。

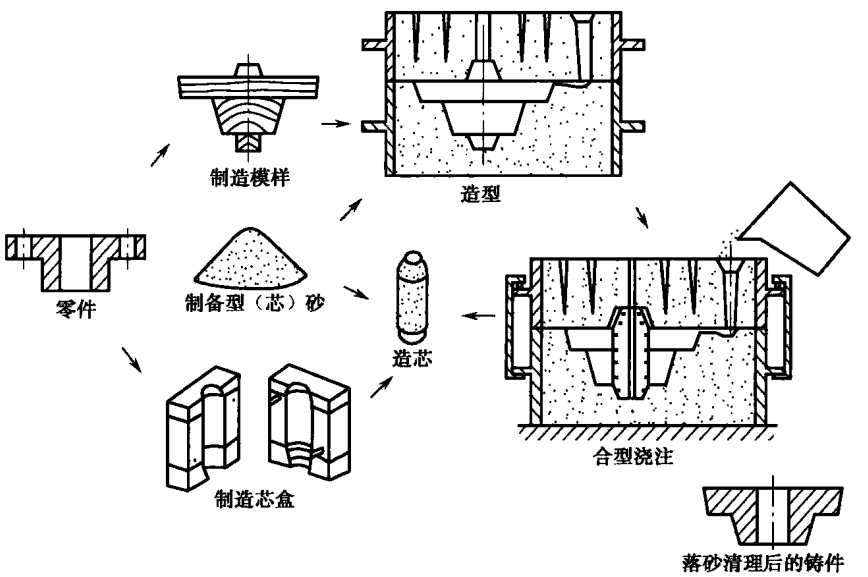

图 1－1　压盖铸件的生产过程

（2）砂型组成简介

图 1－2 为合型后的砂型。型砂被春紧在上、下砂箱之中，连同砂箱一起称作上砂型和下砂型。砂型中取出模样后留下的空腔称为型腔。上下砂型间的结合面称为分型面。使用芯的目的是为了获得铸件的内孔，芯的外伸部分称为芯头，用以定位和支撑芯子。铸型中专为放置芯头的空腔称为芯座。

金属液从外浇口浇入，经直浇道、横浇道和内浇道而流入型腔。型砂及型腔中的气体由通气孔排出，而被高温金属液包围后芯中产生的气体则由芯通气孔排出。

（3）模样和芯盒

模样和芯盒是造型和造芯用的模具。模样用来造型，以形成铸件的外形，芯盒用来造芯，以形成铸件的内腔。小批量生产时，模样和芯盒常用木材制造，大批量生产时常用铝合金或塑料制造。

在制造模样和芯盒之前，要以零件图为依据，考虑铸造工艺特点，绘制铸造工艺图。在绘制铸造工艺图时，要考虑如下几个问题：

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

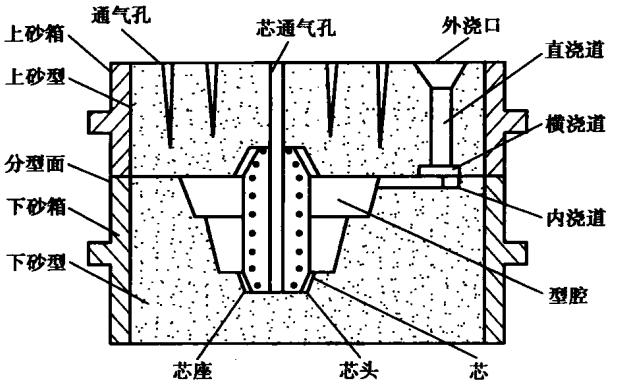

图 1-2 砂型

① 分型面。

分型面的选择必须使造型、起模方便，同时应保证铸件质量。分型面的位置在铸造工艺图上用线条标出，并加箭头以表示上型和下型。

② 加工余量。

铸件上有些部位需要进行加工，切削加工时从铸件上切去的金属层厚度称为加工余量。因此，铸件上凡需要切削加工的表面，制造模样时，都要相应地留出加工余量。加工余量的大小根据铸件的尺寸、铸造合金种类、生产量、加工面在浇注时的位置等来确定。一般小型铸铁件的加工余量为3～5 mm。此外，铸件上直径小于25 mm的孔，一般不予铸出，应待切削加工时用钻孔方法钻出。

③ 起模斜度。

为便于起模或从芯盒中取出砂芯，模样垂直于分型面的壁应该有向着分型面逐渐增大的斜度，该斜度称为起模斜度。木模的起模斜度为1°～3°。

④ 铸造圆角。

铸件上各相交壁的交角，在制作模样时应做成圆角过渡，以改善铸件质量，这可以防止应力集中和起模时损坏砂型。

⑤ 芯头和芯座。

为便于安放和固定芯子，在模样和芯盒上应分别做出芯座和芯头。芯座应比芯头稍大，两者之差即下芯时所需要的间隙。对于一般中小芯，此间隙为0.25～1.5 mm。

⑥ 收缩余量。

液态金属在砂型里凝固时要收缩，为了补偿铸件收缩，模样尺寸比铸件图样尺寸增大的数值，称为收缩余量。收缩余量主要根据合金的线收缩率来确定。各种合金的线收缩率是：灰铸铁约为1%，铸钢约为2%，铜、铝合金约为1.5%。例如，有一灰铸铁的长度为100 mm，线收缩率为1%，则收缩余量为1 mm，模样长度为101 mm。制造模样时，应采用已考虑了收缩率的缩尺来进行度量，以简化制模时尺寸的折算。缩尺是按照合金的线收缩率放大而做成的，如收缩率为1%的缩尺上的1 mm代表实际尺寸1.01 mm。常用的尺寸有1%、1.5%和2%。

图1-3为联轴节的零件图、铸件简图和模样图。

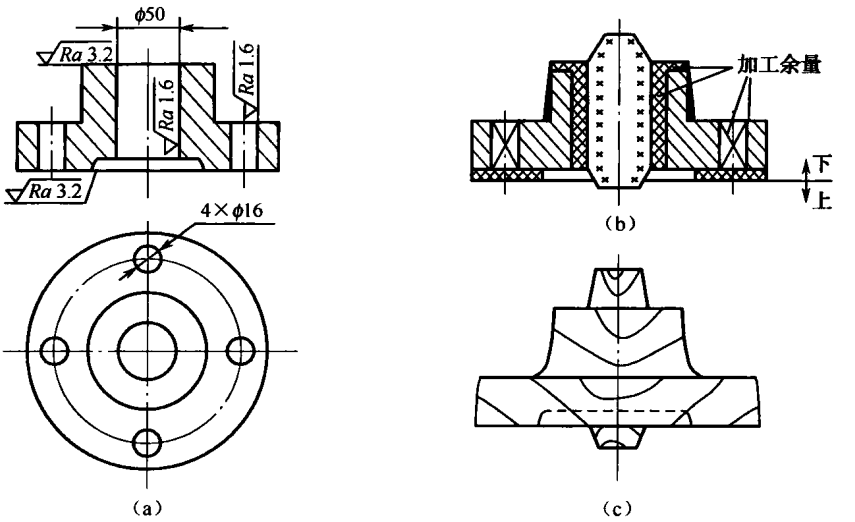

图 1－3　联轴节的零件图、铸件简图和模样图

（a）零件图；（b）铸件简图；（c）模样图

二、型砂和芯砂

砂型和芯是用型砂和芯砂制造的。型（芯）砂是由砂、黏结剂、水和附加物按一定比例混合制成的。黏结剂种类很多，有黏土、水玻璃、桐油、合脂等，应用最广的是价廉而丰富的黏土。用黏土作为黏结剂的型（芯）砂称为黏土砂，用其他黏结剂的型（芯）砂则分别称为水玻璃砂、油砂、合脂砂等。图 1－4 为黏土砂结构示意图。

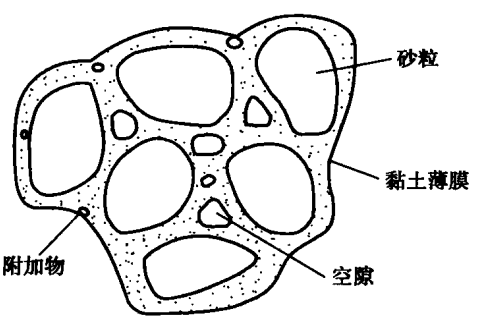

图 1－4　黏土砂结构示意图

1. 型（芯）砂的组成

（1）*砂*

原砂（即新砂）的主要成分是石英（SiO_2）。铸造用砂，要求原砂中二氧化硅含量为 85% ~97% 。砂的颗粒以圆形、大小均匀为佳。

为了降低成本，对于已用过的旧砂，经过适当处理后，还可以掺在型砂中使用。对一般手工生产的小型铸造车间，则往往只将旧砂过筛一下以去除砂团、铁块、木片等杂物。

（2）*黏结剂*

能使砂粒相互黏结的物质称为黏结剂，常用的黏结剂是黏土。黏土主要分为普通黏土和膨润土两类。湿型（造型后砂型烘干）型砂普遍采用黏结性较好的膨润土，而干型（造型后将砂型不烘干）型砂多用普通黏土。

（3）*附加物*

为了改善型（芯）砂性能而加入的物质称为附加物。常用的附加物有煤粉、木屑等。加入煤粉能防止铸件黏砂，使铸件表面光洁；加入木屑可以改善铸型和芯的透气性。

（4）水

通过水使黏土和原砂混成一体，并具有一定的强度和透气性。水分过多，易使型砂湿度过大，强度低，造型时易黏模，使造型操作困难；水分过少，型砂则干而脆，造型、起模困难。因此，水分要适当，当黏土和水的质量比为3∶1时，强度可达最大值。此外，为防止铸件表面粘砂并使铸件表面光滑，常在铸型型腔表面覆盖一层耐火材料，称为扑料。通常在铸铁件的湿型表面扑撒一层石墨粉或滑石粉，而在铸钢件的湿型表面扑撒石英粉。对于干型和芯的表面，则可以刷一层涂料，而铸铁件可用石墨粉加黏土水剂，铸钢件则常用石英粉和黏土水剂。

2. 型（芯）砂应具备的主要功能

（1）透气性

透气性是指紧实砂样的空隙度。若透气性不好，易在铸件内部形成气孔缺陷。型（芯）砂的颗粒应粗大、均匀且为圆形，黏土含量要少，型（芯）砂舂得不要过紧，这些均可使透气性提高。含水量过少时，砂粒表面黏土膜不光滑，透气性不高，而含水量过多，空隙被堵塞，又会使透气性降低。

（2）流动性

流动性是指型（芯）砂在外力或本身重力的作用下，沿模样表面和砂粒间的相对移动的能力。流动性不好的型（芯）砂不能造出轮廓清晰的铸件。

（3）强度

型（芯）砂抵抗力破坏的能力称为强度。型（芯）砂强度过低，易造成塌箱、冲砂和砂眼等缺陷；而强度过高，则易使型（芯）砂透气性变差。型（芯）砂的强度随黏土的含量和砂型紧实度的增加而增加。砂子的颗粒越细，强度越高。含水量过多或过少均可使型（芯）砂的强度降低。

（4）韧性

韧性是指型（芯）砂吸收塑性变形能量的能力。韧性差的型（芯）砂在造型（芯）起模（脱芯）时，易损坏。韧性不好的型（芯）砂，在铸件凝固和成型后的收缩过程中，将产生收缩应力，可能导致铸件产生裂纹。

（5）溃散性

型（芯）砂在浇注后易溃散的性能称为溃散性。溃散性对清砂率和劳动强度有显著影响。

（6）耐火性

耐火性是指型（芯）砂抵抗高温热作用的能力。耐火性差，铸件易产生粘砂现象，使铸件清理和切削加工过于困难。砂中二氧化硅含量越多，砂子的颗粒越大，耐火性越好。

型（芯）砂除了应具备上述主要性能外，还有一些其他性能要求，如耐用性、发气性、吸湿性等。

3. 型砂和芯砂的制备

（1）型（芯）砂组成物配制

型（芯）砂组成物需按一定的比例配制，以保证一定的性能。型（芯）砂有多种配比方案，现举两例供参考。

小型铸铁件湿型型砂的配比：新砂10%～20%，旧砂70%～80%，另加膨润土2%～3%、煤粉2%～3%、水4%～5%

铸铁中小件芯砂的配比：新砂 40%，旧砂 50%，另加黏土 5% ~7%、纸浆 2% ~3%、水 7.5% ~8.5%。

在同一砂型内，与液态金属接触的面层型砂比背部型砂要求高，因此，型砂又有面砂和背砂（又称填充砂）之分。

（2）型（芯）砂的制备方法

型（芯）砂的性能不仅决定于其配比，还与配砂的工艺操作有关。混碾越均匀，型（芯）砂的性能越好。

型（芯）砂的混制工作是在混砂机中进行的，目前工厂常用的是碾轮式混砂机（如图 1-5 所示）。混砂工艺：按比例将新砂、旧砂、黏土、煤粉等加入混砂机中，先干混 2 ~3 min，混拌均匀后再加水或液体黏剂（水玻璃、桐油等）湿混 10 min 左右，即可出砂。混制好的型砂应堆放 2 ~4 h，使水分分布得更均匀，这一过程叫调匀。砂型在使用前还需经行松散处理，使砂块松开、空隙增加。

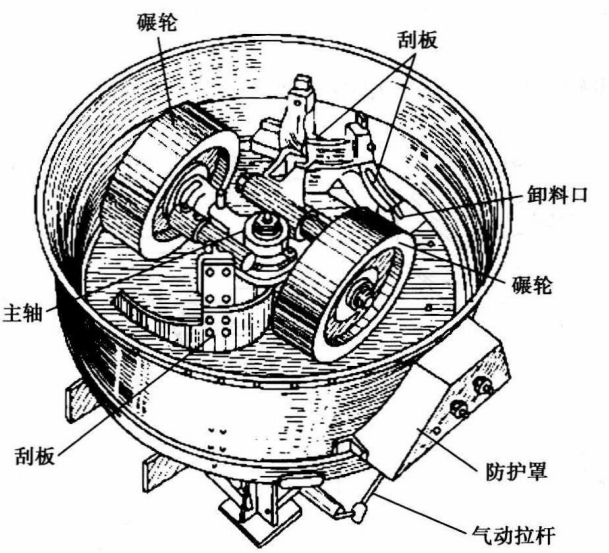

图 1-5　碾轮式混砂机

型（芯）砂的性能应用型砂性能试验仪检测。单件小批量生产时，可用手捏检验法（如图 1-6 所示）检测，即当型砂湿度适当时可用手把型砂捏成团，手放后它也不松散，手上也不会粘砂，抛向空中则砂团应散开。

图 1-6　型砂性能手捏检验法

三、整模造型及造芯

造型和造芯是铸造生产中最主要的工序，对于保证铸件尺寸精度和提高铸件质量有着重要的影响。

造型方法可分为手工造型和机器造型两大类。手工造型主要用于单件或小批生产，机器造型主要用于大批或大量生产。

手工造型灵活多样，主要有整模造型、分模造型、挖砂造型、假箱造型、刮板造型等。本节介绍整模造型。

1. 整模造型

(1) 砂箱及造型工具

如图 1－7 所示，砂箱常用铝合金或灰铸铁制成，它的作用是在造型、运输和浇注时支撑砂型，防止砂型变形或损坏。底板用于放置模样。春砂锤用于春砂，用尖头春砂，用平头打紧砂型顶部的砂。手风箱（又称皮老虎）用于吹去模样上的分型砂及散落在型腔中的散砂。墁刀（砂刀）用于修平面及挖沟槽。秋叶（圆勺、压勺）用于修凹曲面。砂钩（提钩）用于修深而窄的底面或侧面以及勾出砂型中的散砂。

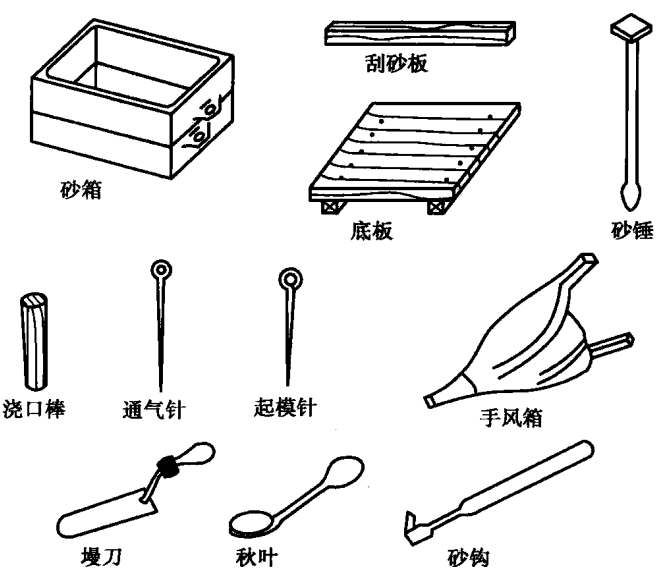

图 1－7　砂箱及造型工具

(2) 整模造型方法

整模造型的模样是一个整体，其特点是造型时模样全部放在一个砂箱（下箱）内，分型面为平面。

图 1－8 为整模造型工艺过程，其表述如下：

① 把模样放在地板上（如图 1－8（a）所示）；

② 放好下砂箱，撒上厚度约 20 mm 的面砂，再加填充砂（如图 1－8（b）所示）；

③ 均匀捣实每层型砂，刮去多余型砂（如图 1－8（c）所示）；

④ 翻转下砂箱，用于墁刀修光分型面（如图 1－8（d）所示）；

⑤ 套上上砂箱，撒分型砂（如图 1－8（e）所示）；

⑥ 放浇口棒加填充砂，并舂紧，刮平多余砂，扎通气孔，拔出浇口棒，在直浇道上部挖出外浇口，划合型线（如图 1－8（f）所示）；

⑦ 把上砂箱拿下（如图 1－8（g）所示）；

⑧ 在下砂箱上挖出内浇道，用毛笔蘸水把模样边缘润湿（如图 1－8（h）所示）；

⑨ 用起模针起出模样（如图 1－8（i）所示）；

⑩ 修型，吹去多余砂粒、石墨粉（如图 1－8（j）所示）；

⑪ 合型，紧固上、下砂型或上压铁（如图 1－8（k）所示）；

⑫ 通过浇注，凝固冷却，待落砂后，得到带浇注系统的铸件（如图 1－8（l）所示）。

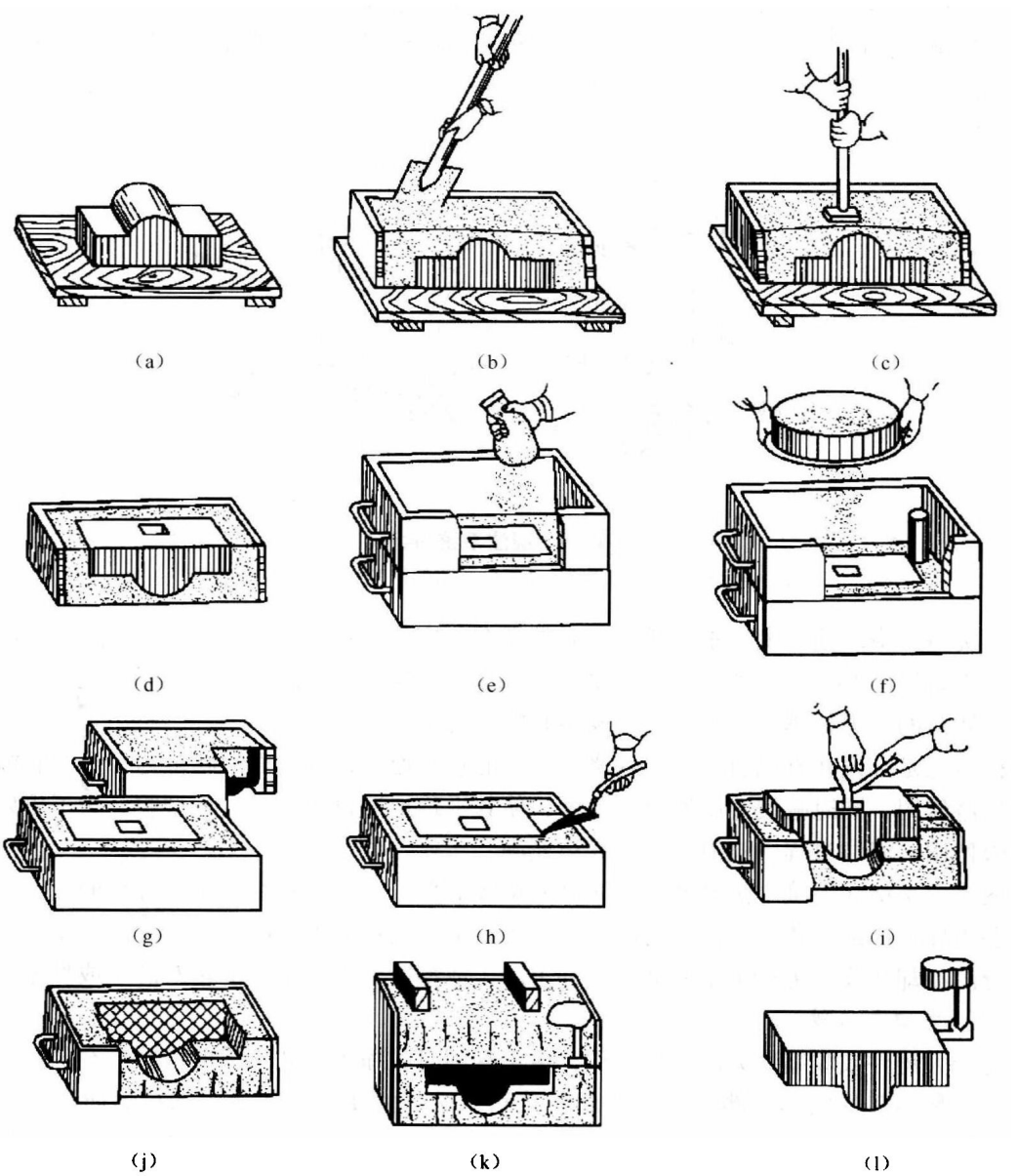

图 1－8　整模造型过程示意图

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com