



全国中等职业技术学校机械类通用教材

机械制造工艺基础

(第五版)



中国劳动社会保障出版社

2) 锥齿轮轴向位置的确定。如图 14—84 所示, 先在蜗轮轴上安装带齿轮 4, 再将装配好的锥齿轮轴—轴承套组件装入箱体, 调整两锥齿轮的轴向位置, 使其正确

全国中等职业技术学校机械类通用教材

(图 14—77 中件 29 和件 50) 的修整。

3) 装配蜗轮轴组件和装入带齿轮轴—轴承套组件。

如图 14—77 所示, 将带有轴承内圈和平键的轴 26 放入

机械制造工艺基础

承 42、压盖 47 和螺母 45, 用螺母 20 和螺钉

46 紧固。最后将蜗轮轴组件装入箱体, 用螺母 20 和螺钉 46 紧固。

蜗轮轴组件装入箱体后, 用螺母 20 和螺钉 46 紧固。

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

5) 安装箱盖

6) 运转试验。装配完成后, 减速器部件应进行运转试验, 首先集清箱体内部, 润滑油, 用拨动联轴器, 使润滑油均匀流至各润滑点。然后装上箱盖, 连接电动机, 用手动联轴器使减速器运转, 在一切符合要求后, 接通电源进行空载试车。运转中应无明显噪声, 传动性能符合要求, 运转 30 min 后检查轴承温度应不超过规定要求。

习题

1. 什么是钳加工? 主要内容有哪些? 钳加工有什么特点?

2. 什么是划线? 划线分哪几种? 划线的主要作用是什么?

中国劳动社会保障出版社

(北京市惠新东街 1 号 邮编 100029)

3. 什么是装配? 装配分哪几种? 装配的主要内容是什么?

4. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

5. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

6. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

7. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

8. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

9. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

10. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

11. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

12. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

13. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

14. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

15. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

16. 什么是装配工艺规程? 装配工艺规程的主要内容是什么?

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺基础/陈海魁主编. —5版. —北京:中国劳动保障出版社, 2007

全国中等职业技术学校机械类通用教材

ISBN 978-7-5045-6172-5

I. 机… II. 陈… III. 机械制造工艺-专业学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 048427 号

中国劳动保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人 : 张梦欣

*

北京乾沣印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.25 印张 408 千字

2007 年 5 月第 5 版 2007 年 5 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

本书封面轧有我社社标和英文缩写的暗纹

否则即为盗版, 请读者举报

举报电话: 010-64911344

前言

为了更好地适应全国中等职业技术学校机械类专业的教学要求，劳动保障部教材办公室组织全国有关学校的职业教育研究人员、一线教师和行业专家，对中等职业技术学校机械类专业部分教材进行了修订。这次教材修订工作的重点主要体现在以下几个方面：

第一，坚持以能力为本位，重视实践能力的培养，突出职业技术教育特色。根据机械类专业毕业生所从事职业的实际需要，合理确定学生应具备的能力结构与知识结构，对教材内容的深度、难度做了较大程度的调整。同时，进一步加强实践性教学内容，以满足企业对技能型人才的需求。

第二，根据科学技术发展，合理更新教材内容，尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，力求使教材具有鲜明的时代特征。同时，在教材编写过程中，严格贯彻国家有关技术标准的要求。

第三，努力贯彻国家关于职业资格证书与学历证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求使教材内容涵盖有关国家职业标准（中级）的知识和技能要求。

第四，在教材编写模式方面，尽可能使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来，力求给学生营造一个更加直观的认知环境。同时，针对相关知识点，设计了很多贴近生活的导入和互动性训练等，意在拓展学生思维和知识面，引导学生自主学习。

第五，强调教辅资源的开发，力求为教学工作的开展构建一个更加完善的辅助平台，为教师提供更多的方便。本套教材除配有习题册、教学参考书、教学挂图外，还重点开发了多媒体教学光盘、机械专业考试题组卷系统等。

本次修订的教材包括：《机械制图（第五版）》《工程力学（第四版）》《电工学（第四版）》《机械基础（第四版）》《机械制造工艺基础（第五版）》《金属材料

料与热处理（第五版）》《极限配合与技术测量基础（第三版）》《数控加工基础（第二版）》。

本次教材的修订工作得到了天津、河北、江苏、上海、山东、四川、陕西、广西、广东等省、自治区、直辖市劳动和社会保障厅（局）及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

《机械制造工艺基础（第五版）》的主要内容有：铸造，锻压，焊接，切削加工基础知识，车削，刨削、插削及拉削，钻削与镗削，铣削，磨削，齿面加工，精密加工和特种加工简介，机械加工工艺过程，典型零件的加工，钳加工与装配等。

本书由陈海魁主编，刘玲娣副主编；陈立群审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2007年5月

目 录

绪论	(1)
第一章 铸造	(4)
§ 1—1 概述	(4)
§ 1—2 砂型的制作	(6)
§ 1—3 浇注、落砂和清理	(14)
§ 1—4 特种铸造简介	(16)
习题	(19)
第二章 锻压	(20)
§ 2—1 概述	(20)
§ 2—2 金属的加热和锻件冷却	(22)
§ 2—3 自由锻	(24)
§ 2—4 模锻	(29)
§ 2—5 冲压	(32)
习题	(35)
第三章 焊接	(36)
§ 3—1 概述	(36)
§ 3—2 焊条电弧焊	(37)
§ 3—3 气焊与气割	(44)
§ 3—4 其他焊接方法简介	(48)
习题	(51)
第四章 切削加工基础知识	(52)
§ 4—1 切削运动与切削用量	(53)
§ 4—2 刀具几何形状和材料	(54)
§ 4—3 切削力和切削温度	(57)
§ 4—4 切削液	(59)
§ 4—5 加工精度和加工表面质量	(60)
习题	(61)

第五章 车削	(63)
§ 5—1 车床	(63)
§ 5—2 车床附件及工件的装夹方法	(67)
§ 5—3 车削方法	(71)
§ 5—4 车削的工艺特点和车削实例	(82)
习题	(84)
第六章 刨削、插削及拉削	(85)
§ 6—1 刨削	(85)
§ 6—2 插削	(90)
§ 6—3 拉削	(92)
习题	(95)
第七章 钻削与镗削	(96)
§ 7—1 钻削	(96)
§ 7—2 镗削	(104)
习题	(110)
第八章 铣削	(111)
§ 8—1 铣床	(112)
§ 8—2 铣床附件及工件的一般装夹方法	(115)
§ 8—3 铣刀、铣削用量和铣削方式	(119)
§ 8—4 铣削方法	(125)
§ 8—5 铣削的工艺特点与铣削实例	(134)
习题	(136)
第九章 磨削	(137)
§ 9—1 砂轮	(138)
§ 9—2 磨床	(142)
§ 9—3 外圆磨床的磨削方法	(145)
§ 9—4 平面磨床的磨削方法	(149)
§ 9—5 磨削的工艺特点和磨削实例	(149)
习题	(152)
第十章 齿面加工	(153)
§ 10—1 概述	(153)
§ 10—2 滚齿	(157)
§ 10—3 插齿	(159)

习题.....	(161)
第十一章 精密加工和特种加工简介	(162)
§ 11—1 精密加工	(162)
§ 11—2 特种加工	(168)
习题.....	(174)
第十二章 机械加工工艺过程	(175)
§ 12—1 机械加工工艺过程的组成和特征	(175)
§ 12—2 定位基准的选择	(179)
§ 12—3 工艺路线的拟定	(184)
§ 12—4 毛坯选择	(189)
§ 12—5 加工余量和工序尺寸及其公差确定	(190)
§ 12—6 制定工艺规程的技术依据和步骤	(194)
习题.....	(196)
第十三章 典型零件的加工	(198)
§ 13—1 轴类零件的加工	(198)
§ 13—2 套类零件的加工	(205)
§ 13—3 直齿圆柱齿轮类零件的加工	(212)
§ 13—4 箱体类零件的加工	(217)
习题.....	(226)
第十四章 钳加工与装配	(228)
§ 14—1 钳加工	(228)
§ 14—2 装配工艺过程与装配精度	(239)
§ 14—3 可拆连接的装配	(244)
§ 14—4 传动机构的装配	(251)
§ 14—5 轴承的装配	(257)
§ 14—6 装配实例——减速器的装配	(263)
习题.....	(267)

绪论

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。机械制造的工艺过程如图 0—1 所示。

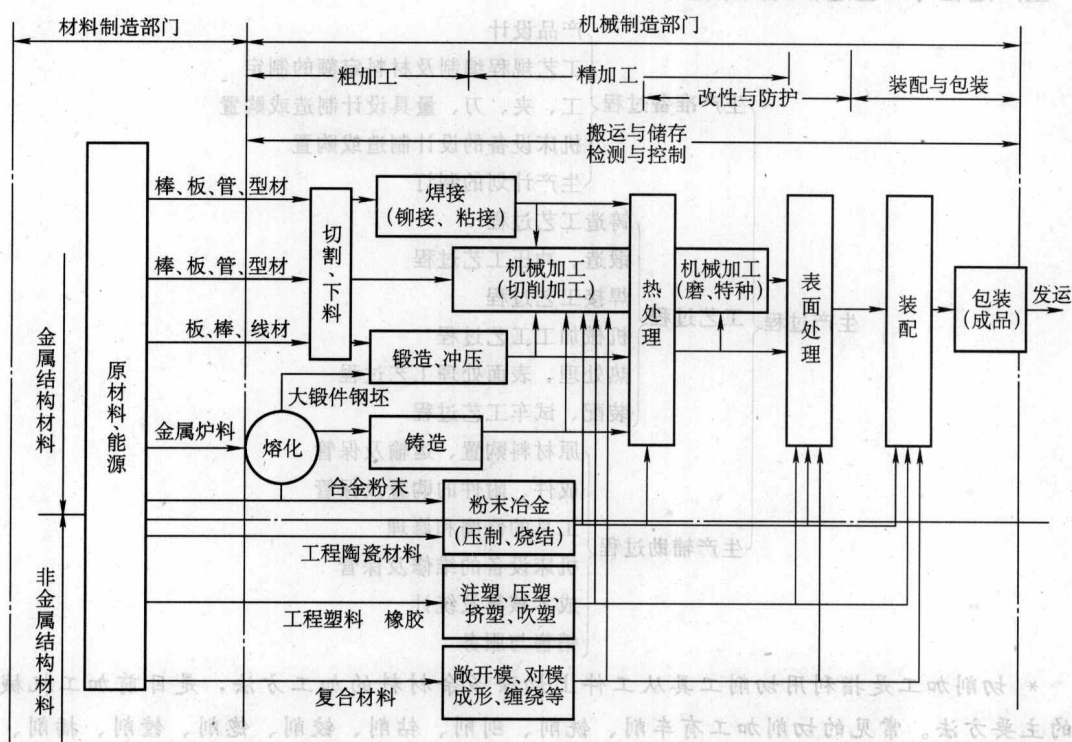


图 0—1 机械制造的工艺过程

机械制造工艺是各种机械的制造方法和过程的总称，是一门研究机械制造的工艺方法和工艺过程的学科，涉及将原材料转变为成品的各种劳动，主要有：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。

机械制造工艺基础是机械类专业的基础课，涉及传统机械制造工艺的基础知识，主要包括毛坯制造工艺（俗称热加工工艺）、零件切削加工工艺（俗称冷加工工艺）、机械加工工艺规程的制定和装配四部分。通过本课程的学习，可以获得机械制造的常用工艺方法和零件加工工艺过程及装配的基础知识，对机械制造工艺过程形成一个完整的认识。

在学习本课程前，需要了解机械制造工艺过程涉及的一些基本概念。

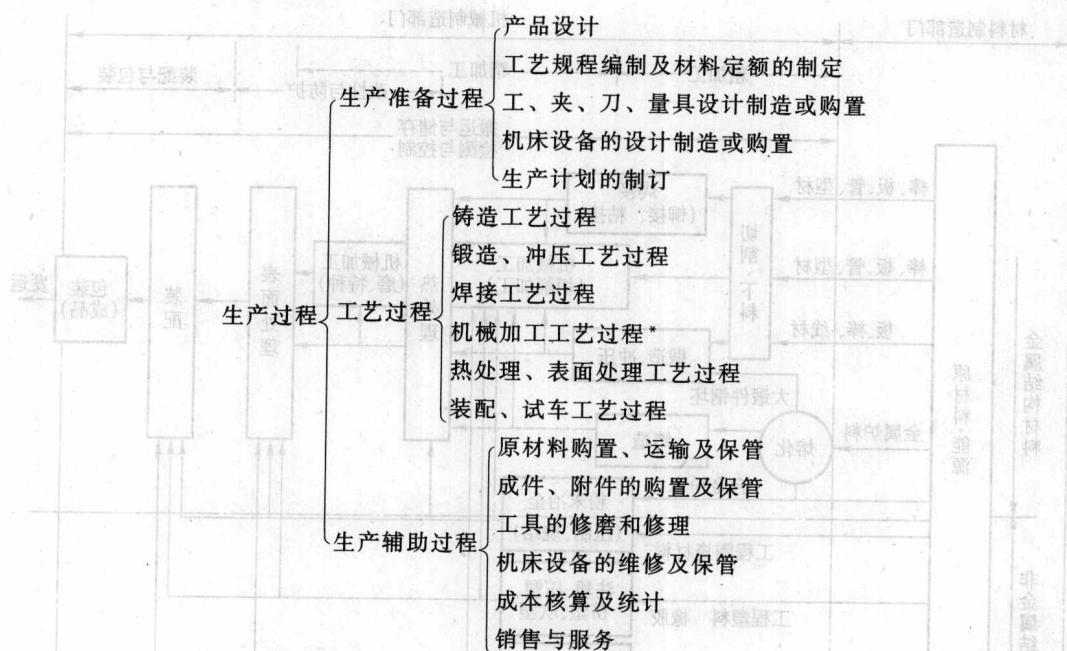
1. 生产过程与工艺过程

(1) 生产过程 将原材料转变为成品的全过程称为生产过程。生产过程包括产品设计，生产组织准备和技术准备，原材料购置、运输和保存，以及毛坯制造、零件加工、产品装配和试验、销售和服务等一系列工作。生产过程是错综复杂的，它不仅包括直接作用于生产对象上的工作，还包括生产准备工作和生产辅助工作。

(2) 工艺过程 改变生产对象的形状、尺寸及相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。工艺过程包括毛坯制造、零件加工、热处理，以及产品的装配和试验等。

由于工艺过程是指直接作用于生产对象上的那部分劳动过程，所以工艺过程在生产过程中占有重要的地位。

生产过程与工艺过程的关系如下：



* 切削加工是指利用切削工具从工件上切除多余材料的加工方法，是目前加工机械零件的主要方法。常见的切削加工有车削、铣削、刨削、钻削、铰削、镗削、插削、拉削、磨削等。切削加工工艺过程传统习惯称为机械加工工艺过程，是最主要的工艺过程。

2. 工艺规程

(1) 工艺文件 指导工人操作和用于生产、工艺管理等的各种技术文件称为工艺文件。工艺文件的种类很多，常用的有工艺路线表、车间分工明细表、工艺过程卡片、工艺卡片、工序卡片、调整卡片、检验卡片、工艺附图、工艺守则、工位器具明细表、材料消耗工艺定额明细表等。各类工艺文件的选用根据产品的生产性质、生产类型和产品的复杂程度不同而有所区别。

(2) 工艺规程 工艺规程是规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件。工艺规程是应用最多、最主要的工艺文件。

(3) 工艺规程的重要性 工艺规程是规定的工艺过程的书面文件，在生产中有着极为重

要的作用。

- 1) 指导、计划和组织生产, 保持和稳定正常生产秩序, 作为各项生产组织和管理工作的基本依据。

- 2) 保证产品质量和获得高的生产率及好的经济效益。

- 3) 发挥和提高设备的利用率。

- 4) 作为新建或扩建工厂、生产线的主要基础资料。

在正常条件下，必须按照规定的工艺过程组织生产，以建立和保持正常的生产秩序。在生产过程中，工艺规程是全体有关生产人员都必须认真贯彻和严格执行的纪律性文件。

习题

1. 什么是生产过程？生产过程包括哪些主要工作？
2. 什么是工艺过程？为什么工艺过程在生产过程中占有重要的地位？
3. 什么是切削加工？常见的切削加工有哪些？
4. 什么是工艺规程？为什么说工艺规程是纪律性文件？

第一章

铸造

§ 1—1 概述

将熔融金属浇注、压射或吸入铸型型腔中，待其凝固后而得到一定形状和性能铸件的方法称为铸造（图 1—1）。铸造所得到的金属工件或毛坯称为铸件（图 1—2）。

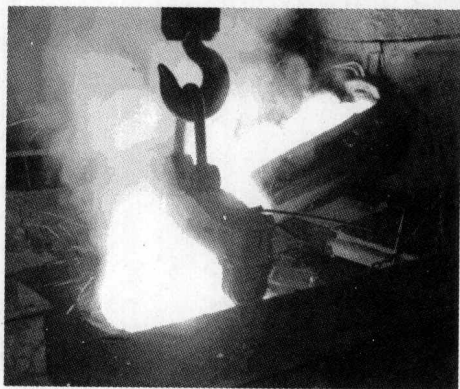


图 1—1 铸造

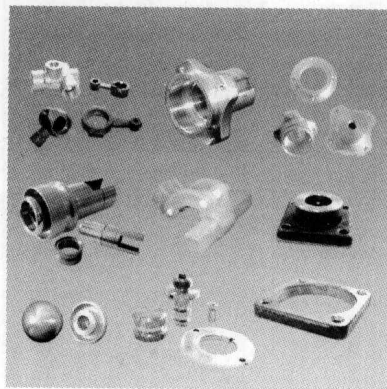


图 1—2 铸件

一、铸造的分类

铸造方法很多，按生产方法不同，铸造可分为砂型铸造和特种铸造两大类。但任何铸造方法都包括以下几步：

- (1) 制造具有和零件形状相适应空腔的铸型。
- (2) 制备成分、温度都合格的液态金属。
- (3) 将液态金属浇注入铸型的空腔内。
- (4) 凝固后取出铸件并清理它的表面和内腔。

1. 砂型铸造

砂型铸造是用型砂紧实成形的铸造方法。砂型铸造的工艺过程一般由造型（制造砂型）、造芯（制造砂芯）、烘干（用于干砂型铸造）、合型（合箱）、浇注、落砂、清理及铸件检验

等组成。图 1—3 所示为齿轮毛坯的砂型铸造工艺过程。

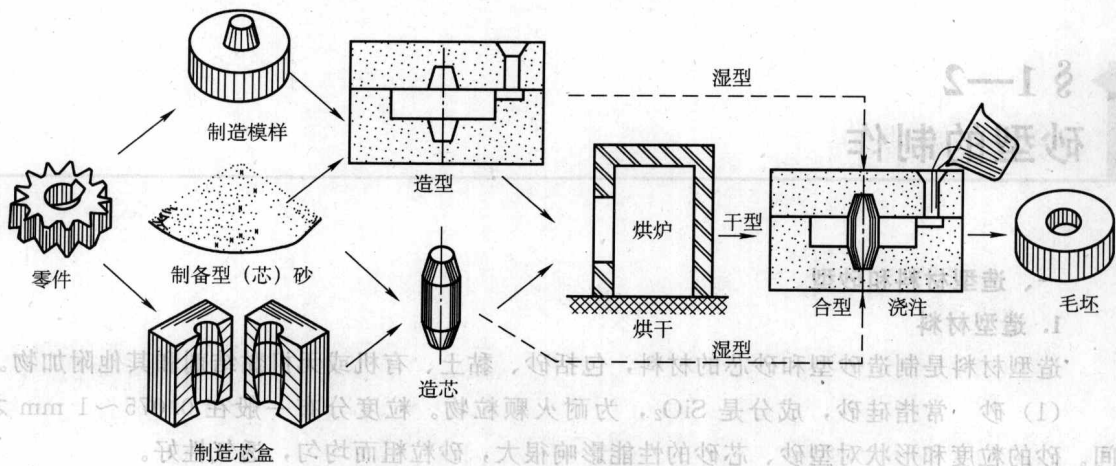


图 1—3 齿轮毛坯的砂型铸造工艺过程

由于砂型铸造简单易行，原材料来源广，铸造成本低，见效快，因而在目前的铸造生产中仍占主导地位，用砂型铸造生产的铸件，约占铸件总质量的 90%。

2. 特种铸造

砂型铸造以外的其他铸造方法一般称为特种铸造。

常用的特种铸造有：金属型铸造、压力铸造、离心铸造和熔模铸造等。此外，特种铸造还包括低压铸造、壳型铸造、陶瓷型铸造、密封铸造和连续铸造等。

二、铸造的特点

1. 优点

- (1) 可以铸造各种形状（外形、内腔）复杂的铸件，如箱体、机架、床身、气缸体等。
- (2) 铸件的尺寸与质量几乎不受限制，小至几毫米、几克，大至十几米、数百吨的铸件均可铸造。
- (3) 可以铸造任何金属和合金铸件。
- (4) 铸造生产设备简单，投资少，铸造用原材料来源广泛，因而铸件成本低廉。
- (5) 铸件的形状、尺寸与零件接近，因此减少了切削加工的工作量，可节省大量金属材料。

由于铸造具有上述优点，所以被广泛应用于机械零件的毛坯制造，在各种机械和设备中，铸件在质量上占有很大的比例。如拖拉机及其他农业机械，铸件的质量比达 40%~70%，金属切削机床、内燃机达 70%~80%，重型机械设备则可高达 90%。

2. 缺点

- (1) 铸造生产工序繁多，工艺过程较难控制，因此铸件易产生缺陷。
- (2) 铸件的尺寸均一性差，尺寸精度低。
- (3) 与相同形状、尺寸的锻件相比，铸件内在质量差，承载能力不及锻件。
- (4) 铸造生产的工作环境差，温度高，粉尘多，劳动强度大。

§ 1—2

砂型的制作

一、造型材料和砂型

1. 造型材料

造型材料是制造砂型和砂芯的材料，包括砂、黏土、有机或无机黏结剂和其他附加物。

(1) 砂 常指硅砂，成分是 SiO_2 ，为耐火颗粒物。粒度分布一般在 $0.075 \sim 1 \text{ mm}$ 之间。砂的粒度和形状对型砂、芯砂的性能影响很大，砂粒粗而均匀，透气性好。

(2) 黏土 二维层状构造水化硅酸铝，其颗粒尺寸小于 $2 \mu\text{m}$ 。

(3) 黏结剂 加入黏结剂的作用是使型砂、芯砂具有一定的强度和可塑性。

(4) 附加物 附加物是除黏结剂以外能改善型砂、芯砂性能而加入的物质。如加入煤粉可以防止铸件表面粘砂，加入木屑可以改善透气性和退让性。

2. 型砂和芯砂

按一定比例配合的造型材料，经过混制，符合造型要求的混合料称为型砂。

按一定比例配合的造型材料，经过混制，符合造芯要求的混合料称为芯砂。

砂型在浇注和凝固过程中要承受熔融金属的冲刷、静压力 and 高温的作用，并要排出大量气体，型芯则要承受凝固时的收缩压力，因此型砂、芯砂应具有以下几方面的性能要求：

(1) 可塑性 型砂、芯砂在外力作用下可以成形，外力消除后仍能保持其形状的性能称为可塑性。可塑性好，易于成形，可获得型腔清晰的砂型，从而保证铸件具有精确的轮廓尺寸。

(2) 强度 型砂、芯砂抵抗外力破坏的能力称为型砂强度。砂型应具有足够的强度，在浇注时能承受熔融金属的冲击和压力而不致发生变形和毁坏（如冲砂、塌箱等），从而避免铸件产生夹砂、结疤、砂眼等缺陷。

(3) 耐火性 型砂在高温熔融金属的作用下不软化、不熔融烧结及不黏附在铸件表面上的性能称为耐火性。耐火性差会造成铸件表面粘砂，使清理和切削加工困难，严重时会使铸件报废。

(4) 透气性 熔融金属浇入砂型后，在高温的作用下，砂型中会产生大量气体，熔融金属内部也会分离出气体。如果透气性差，部分气体就会留在熔融金属内不能排出，导致铸件产生气孔等缺陷。

(5) 退让性 铸件冷却收缩时，砂型与型芯的体积可以被压缩的性能称为退让性。退让性差时，铸件收缩时会受到较大阻碍，使铸件产生较大的内应力，甚至产生变形或裂纹等缺陷。

在铸造过程中，型芯被熔融金属包围，工作条件恶劣，因此，芯砂比型砂应具有更高的强度、耐火性、透气性和退让性。

3. 砂型

用型砂制成, 包括形成铸件形状的空腔、型芯和浇冒口系统的组合整体称为砂型。当砂型用砂箱支承时, 砂箱也是铸型的组成部分。

砂型的制作是砂型铸造工艺过程中的主要工序。制造砂型即是使用造型材料, 借助模样和芯盒造型造芯, 以实现铸件的外形和内形的要求。

二、模样与芯盒

1. 模样与芯盒

用来形成铸型型腔的工艺装备称为模样。制造砂型时, 使用模样可以获得与零件外部轮廓相似的型腔。

用来制造型芯或其他种类耐火材料芯所用的工艺装备称为芯盒。芯盒的内腔与型芯的形状和尺寸相同。在铸型中, 型芯形成铸件内部的孔穴。

模样与芯盒多用木材制造, 大批量生产时, 模样与芯盒则常用金属制造。

2. 制造模样与芯盒的注意事项

(1) 分型面 分型面是指铸型组元间的接合面 (图 1—4)。选择分型面时, 应使分型面具有最大水平投影尺寸; 尽量满足浇注位置的要求; 应起模方便, 简化造型工艺。

1) 分型面尽量为平面, 不用或少用曲面。

2) 分型面数量应尽可能少。

3) 分型面应能使整个铸件或铸件的重要表面、基准面在铸型的同一组元 (最好为下型) 内。

4) 分型面的选择应避开活块, 减少型芯或使型芯安置方便、稳固。

(2) 收缩余量 收缩余量是指为了补偿铸件收缩, 模样比铸件图样尺寸增大的数值。

(3) 加工余量 加工余量是指为保证铸件加工面尺寸和零件精度, 在铸造工艺设计时预先增加而在机械加工时切去的金属层厚度。一般小型铸件的加工余量为 2~6 mm。

(4) 起模斜度 起模斜度是指为使模样容易从铸型中取出或型芯从芯盒中脱出, 在模样或芯盒上平行于起模方向所设的斜度。起模斜度可用倾斜角 α 表示, 也可用因起模斜度使铸件增加 (或减少) 的尺寸 a 表示 (图 1—5)。一般 $\alpha=0.5^{\circ}\sim 3^{\circ}$ 。

(5) 铸造圆角 制造模样时, 凡相邻两表面的交角, 都应作成圆角 (图 1—6)。铸造圆角的作用是使造型方便, 防止浇注时铸型尖角被冲坏而引起铸件粘砂, 以及防止铸件尖角处因应力集中而产生裂纹。

(6) 芯头 为了保证型芯在铸型中得到正确定位和支承, 模样与型芯均应设有芯头。在模样上, 芯头是模样的突出部分, 造型时在铸型内形成芯座 (铸型中专为放置型芯芯头的空腔), 以放置型芯的芯头; 在型芯上, 芯头是型芯的外伸部分, 不形成铸件的轮廓, 只是落入芯座内, 用以定位和支承型芯 (图 1—4)。

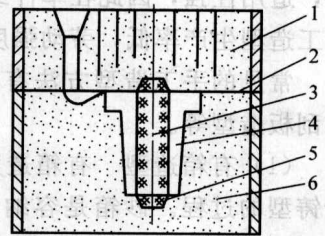


图 1—4 零件支座的铸型

1—上型 2—分型面 3—型芯
4—支座型腔 5—芯头 6—下型

三、造型

用造型混合料及模样等工艺装备制造铸型的过程称为造型。造型可分为手工造型、机器造型和自动化造型。

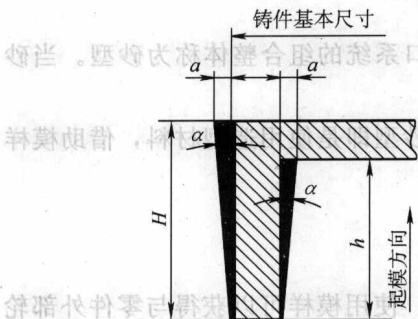


图 1—5 起模斜度

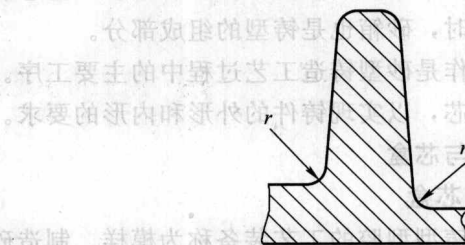


图 1—6 铸造圆角 (r 为铸造圆角半径)

1. 手工造型

全部用手工或手动工具完成的造型工序称为手工造型。手工造型方法简便，工艺装备简单，适用性强，因此在单件或小批量生产，特别是大型铸件和复杂铸件生产中应用广泛。但手工造型生产率低，劳动强度大，铸件质量不稳定。

常见的手工造型方法有有箱造型、脱箱造型、地坑造型和刮板造型等。

(1) 有箱造型 有箱造型是用砂箱作为铸型组成部分制造铸型的过程。砂箱是容纳和支承砂型的刚性框，常见的砂箱结构如图 1—7 所示。手工造型时，常用的手工造型工具如图 1—8 所示。

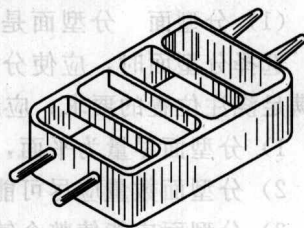


图 1—7 砂箱

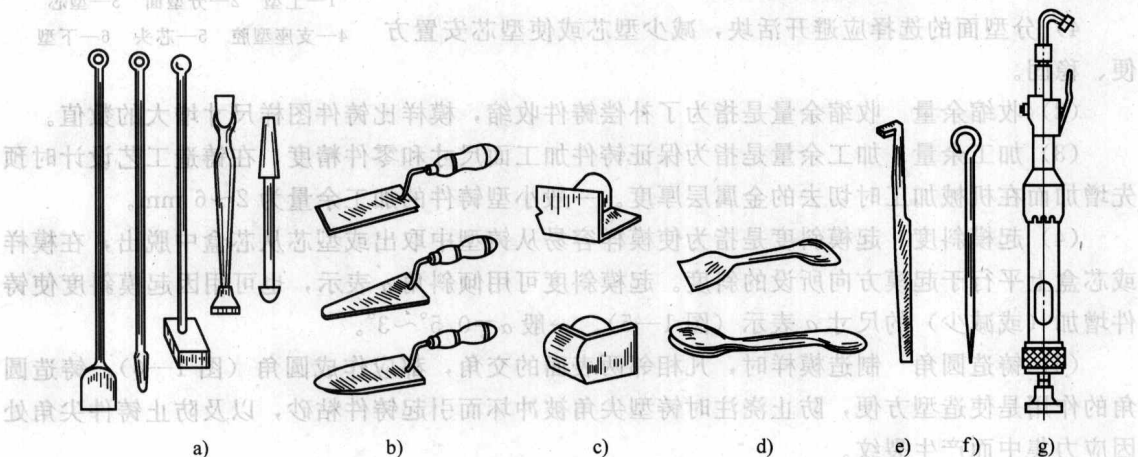


图 1—8 手工造型工具

a) 捣砂锤 b) 摸刀 c) 成形摸刀 d)、e) 砂钩 f) 拔模针 g) 风动锤

有箱造型分整体模造型和分开模造型。

1) 整体模造型方法简单，适用于形状简单的铸件。模样没有分模面，造型时，型腔全部在半个铸型（通常为下型）内，另半个铸型为平箱，分型面为一平面。图 1—9 所示为整体模造型过程。

2) 分开模造型主要用于形状较复杂的铸件。有分模面的模样称为分开模。模样分模面的数量应尽可能少，通常为一个分模面，模样被分成两部分，分别制造上型和下型，型腔则

位于上型和下型之间。图 1—10 所示为法兰管铸件的两箱分开模造型过程。

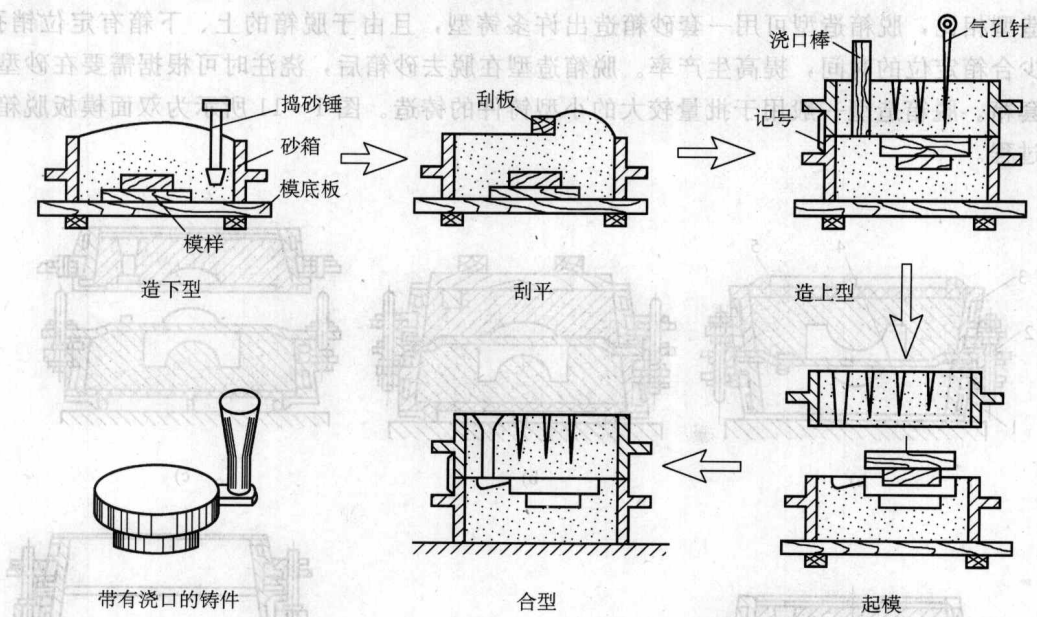


图 1—9 整体模造型过程

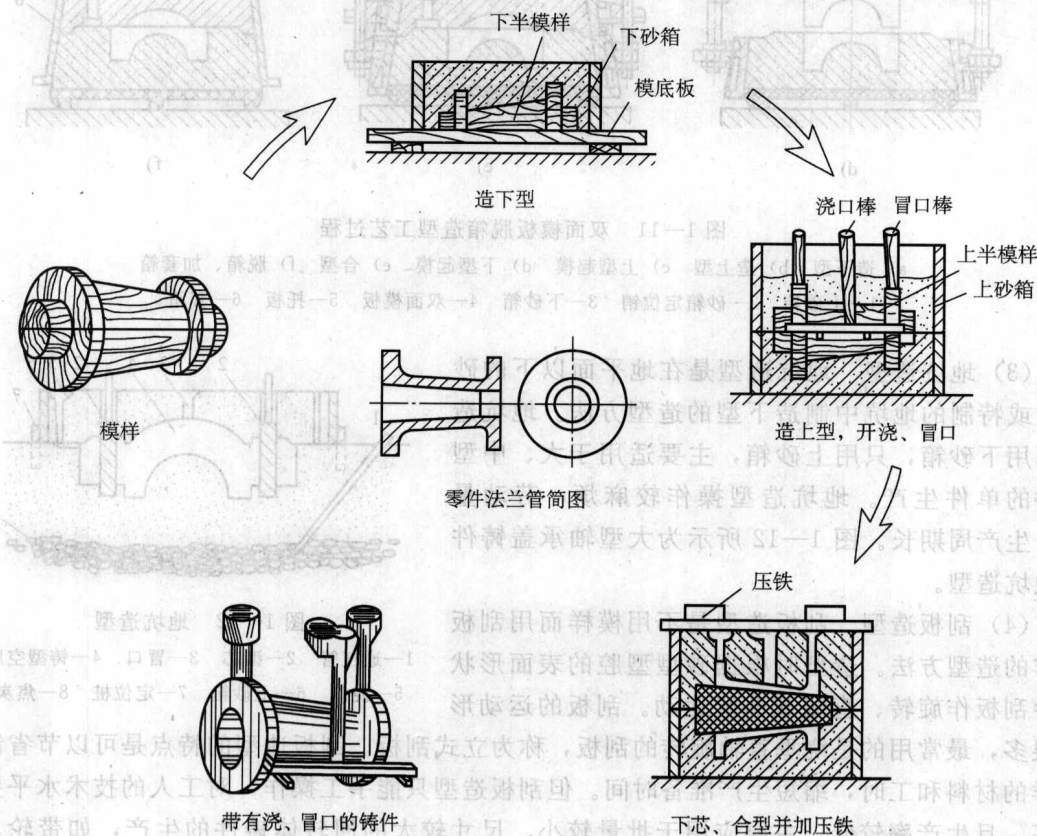


图 1—10 两箱分开模造型过程