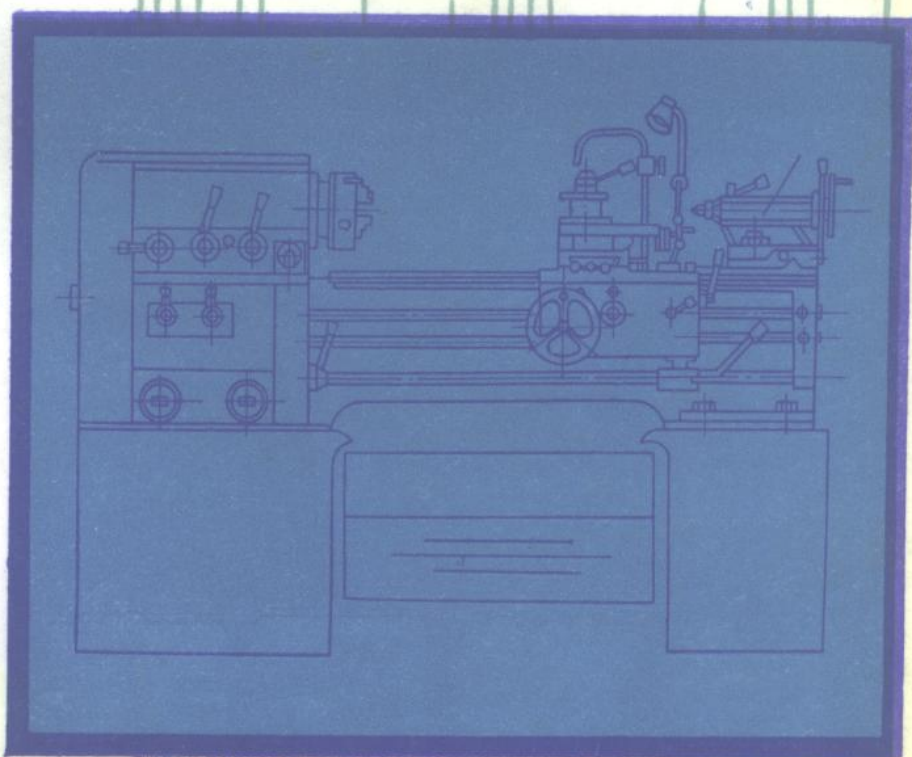


金工实习教材

李卓英 尹锦云 檀 萍 任秀华 编



北京理工大学出版社

TG-43

L40

金工实习教材

李卓英 尹锦云 檀萍 任秀华 编

北京理工大学出版社

(京) 新登字 149 号

M:4/02

内 容 简 介

本书由北京理工大学金工教研室主持编写, 适合于高等工科院校机械类和近机械类专业 4~6 周实习所用, 亦可供工科非机械类专业学生和技术工人学习参考。

全书共分十二章, 包括铸造、锻压、焊接、热处理、金属切削加工基础知识、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钻削加工和镗削加工、钳工及数控机床简介。

图书在版编目 (CIP) 数据

金工实习教材/李卓英等编. —北京: 北京理工大学出版社, 1995. 1

ISBN 7-81013-971-1

I. 金…

II. 李…

III. 金属加工-实习-高等学校-教材

IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 15205 号

北京理工大学出版社出版发行

各地新华书店经售

北京理工大学印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 16.25 印张 396 千字

1995 年 1 月第一版 1995 年 1 月第一次印刷

印数: 1-7000 册 定价: 11.00 元

前 言

“金工实习”在许多工科院校已被定为一门独立的必修课程，我校 80 年代中期即已单独设课，单独记学分。实践证明这样做是对的，它充分考虑了各相关课程对金工实习的要求，效果很好。

本书在 1989 年版的基础上，根据国家教委“工程材料与机械制造基础”课程教学指导小组提出的对金工实习的基本要求，结合编者所在教研室广大教师的多年教学经验及对原教材提出的许多宝贵意见，对教材进行了改写，内容变动较多。在编写过程中得到了许多老师的帮助，这里对他们表示深深的谢意。对于多年来使用本教材的同学们及他们的宝贵意见表示深深的感谢。

本教材在改编中，始终坚持少而精的原则，强调以实际操作为主，重视培养学生的动手能力。在编写方法上力求深入浅出，突出重点，注意引导学生多方面思考。各章之末都附有复习思考题，以帮助学生总结和巩固实习收获，也可作为指导教师和辅导师傅检查学生学习情况时参考。

本教材适用于机械类及近机械类各专业学生使用，其它专业亦可参考。内容篇幅是按我校四大组轮换的实习形式编写的。大体是热加工占 1/4；车工占 1/4；铣、刨、磨三个工种占 1/4；钳工内容为 1/4。各工种不平均使用时间，热加工突出铸造，冷加工突出车工和钳工。

本书编者为：热加工部分（第 1~4 章）由尹锦云主编；冷加工部分由李卓英任主编并编写第 5~6 章，第 7~9 章由檀萍编写，第 10~12 章由任秀华编写。

本书主审：热加工部分为朱铁保教授；冷加工部分为李绍明教授。

由于编者水平有限，书中错误及不妥之处在所难免，恳请广大老师及读者指正。

编 者

1993 年 12 月

目 录

第一章 铸 造

§ 1-1 砂型铸造	1
§ 1-2 常用铸造合金及熔炼	16
§ 1-3 特种铸造	19
复习思考题	24

第二章 锻 压

§ 2-1 锻造概述	25
§ 2-2 金属坯料加热	25
§ 2-3 自由锻造	28
§ 2-4 模锻	34
§ 2-5 板料冲压	35
复习思考题	38

第三章 焊 接

§ 3-1 手工电弧焊	39
§ 3-2 气焊与气割	45
§ 3-3 其他焊接方法	49
复习思考题	54

第四章 热处理

§ 4-1 钢热处理常用方法	55
§ 4-2 热处理加热设备	57
复习思考题	59

第五章 金属切削加工基础知识

§ 5-1 概述	60
§ 5-2 刀具的几何角度	62
§ 5-3 常用刀具材料	65
§ 5-4 零件加工的技术要求	69
§ 5-5 金属切削机床基础知识	77
§ 5-6 常用量具	83
§ 5-7 工件安装与夹具基础知识	91
复习思考题	97

第六章 车削加工

§ 6-1 概述	98
§ 6-2 车床	99
§ 6-3 车刀	108
§ 6-4 工件安装及附件应用	111
§ 6-5 车削加工基础方法	116
§ 6-6 典型零件车削过程举例	127

复习思考题	131
第七章 铣削加工	
§ 7-1 概述	132
§ 7-2 铣床	133
§ 7-3 铣刀及其安装	137
§ 7-4 铣床的主要附件	138
§ 7-5 主要铣削工作	142
§ 7-6 齿形加工	147
复习思考题	152
第八章 刨削加工	
§ 8-1 概述	153
§ 8-2 牛头刨床	154
§ 8-3 刨刀	156
§ 8-4 刨床工件的安装	157
§ 8-5 刨削方法	159
§ 8-6 其它刨削类机床	161
§ 8-7 拉削加工简介	163
复习思考题	165
第九章 磨削加工	
§ 9-1 概述	166
§ 9-2 砂轮	167
§ 9-3 外圆磨床及其磨削工作	171
§ 9-4 内圆磨床及其磨削工作	177
§ 9-5 平面磨床及其磨削工作	179
复习思考题	181
第十章 钻削加工和镗削加工	
§ 10-1 概述	182
§ 10-2 钻削加工	182
§ 10-3 扩孔与铰孔	187
§ 10-4 镗孔	190
复习思考题	193
第十一章 钳工	
§ 11-1 概述	195
§ 11-2 划线	195
§ 11-3 錾削	201
§ 11-4 锯削	204
§ 11-5 锉削	207
§ 11-6 刮削	211
§ 11-7 攻丝和套扣	214
§ 11-8 装配与维修的基本知识	218
复习思考题	235
第十二章 数控机床简介	
§ 12-1 概述	238

§ 12-2 微机数控线切割机床简介	239
复习思考题	242
附录	
附录 I 标准公差数值	243
附录 II 金属切削机床型号表 (摘录)	244
附录 III 机床传动系统中常用的符号	248
附录 IV 中心孔尺寸	249
附录 V 莫氏圆锥	249

第一章 铸 造

铸造是将熔炼合格的液态金属注入铸型，冷却凝固后获得铸件的成形加工方法。

铸件一般尺寸精度不高，表面粗糙，达不到零件的要求，需要经过切削加工才能成为零件，故生产中常把铸件称为毛坯。如果零件的尺寸和表面要求不高，某些铸件也可以不经过加工直接使用。

铸造方法可分为砂型铸造和特种铸造两大类，其中砂型铸造应用最广泛。特种铸造常用的有金属型铸造、熔模铸造、压力铸造等。

铸型一般是用与零件的形状相当的模样并用造型材料制成。用型砂制成的铸型称为砂型，也有用金属制成的铸型，称为金属型。

用于铸造的金属统称为铸造合金。常用的铸造合金有铸铁、铸钢、铸铝和铸铜等。

铸造的适应性广，工业生产中常用的金属材料都可用于铸造。用铸造方法可制成外形和内腔都极复杂的毛坯，如：箱体、气缸体、机床床身和各种叶轮等。

铸造用的原材料来源广泛，价格低廉、废旧机件可重熔使用。因此，铸造是制造毛坯的主要方法，它在机械制造中占有重要地位。在机床零件中铸件占的比重按质量计约达80%。

我国铸造工艺具有悠久的历史，三千年前就能铸各种复杂和精致的铜器，如河南安阳出土的殷朝青铜祭器“司母戊鼎”。

§ 1-1 砂型铸造

把熔炼好的金属液注入砂型中得到铸件的方法称为砂型铸造。

一、砂型铸造生产过程

套筒的砂型铸造生产过程如图1-1所示。

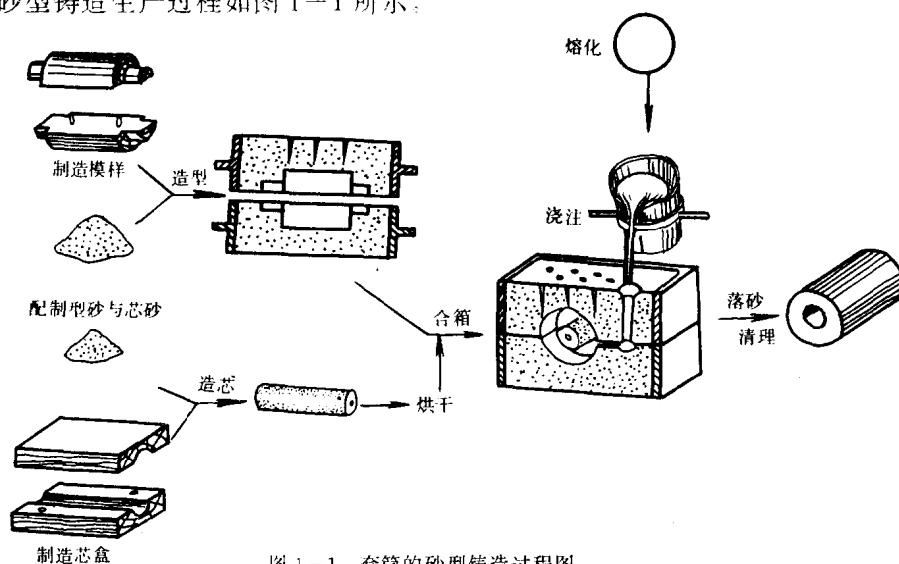


图1-1 套筒的砂型铸造过程图

砂型铸造的主要生产工序有：制造模样和芯盒、配制型（芯）砂、制造铸型和型芯（包括烘干、合箱）、熔炼金属、浇注、落砂、清理、检验。

二、砂 型

砂型是用型砂制成，它由形成铸件的型腔、型芯和排气孔等组成。合格的砂型是获得形状完整、轮廓清晰、无缺陷的优质铸件的关键。图 1-2 是铸造有空腔的铸件的砂型及浇注示意图。

型腔 用于获得铸件的外形。

砂芯 用于获得铸件的内腔，用芯砂制成。

排气孔 供浇注时排出气体，防止铸件产生气孔。

分型面 铸型的上下两型的分界面，便于造型时取出模样。

三、造型材料

砂型铸造的造型材料主要有型砂和芯砂。型（芯）砂的质量直接影响铸件的质量。使用质量不合格的造型材料，铸件会产生气孔、粘砂和砂眼等缺陷，铸件会成为次品或废品。

1. 型（芯）砂的性能

型（芯）砂必须具备可塑性、强度、耐火性、透气性和退让性等。具备了上述性能的型（芯）砂，才能保障造型造芯过程顺利进行；才能保证砂型（芯）经得住外力作用和高温金属液体的冲刷、烘烤。

(1) 可塑性 型（芯）砂在外力作用下能成型，外力除去后仍能保持已成型的能力叫可塑性。可塑性好，不但造型、修型容易，而且有利于制造形状复杂的铸型。

(2) 强度 紧实后的型（芯）砂抵抗外力破坏的能力叫强度。强度包括湿强度和干强度，湿强度是湿砂试样在室温时的强度；干强度是按一定规范烘干的干试样冷至室温后的强度。强度好的铸型能在搬运和浇注过程中不变形，不破裂。

(3) 耐火性（耐火度） 型（芯）砂能经受高温的能力叫耐火性。它表示造型材料在高温作用下不软化、不熔化、不被烧结的性能。砂中氧化硅的含量愈高，耐火性愈好。耐火性不好，铸件容易产生粘砂等缺陷。

(4) 透气性 紧实后的型（芯）砂能让气体通过的能力叫透气性。透气性是由紧实砂样的空隙度决定的。透气性好，浇注时铸型中的气体容易排出；透气性差，气体不容易排出，铸件容易产生气孔等缺陷。

(5) 退让性 铸件冷却凝固收缩时，型（芯）砂能相应地减小自己的体积，以减小对铸件收缩的阻碍。这种性能称为退让性。退让性差，铸件收缩受阻，容易产生应力 and 裂纹等缺陷。退让性主要取决于型（芯）砂的高温强度。配制型（芯）砂时，加入木屑、焦炭末等有

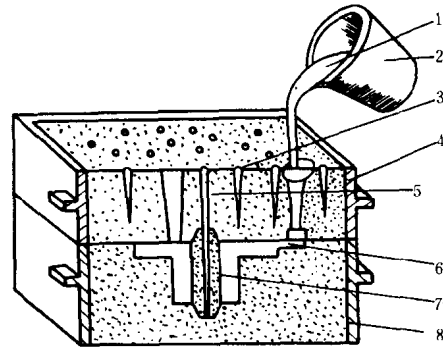


图 1-2 砂型及浇注示意图
1—液态金属；2—浇包；3—排气孔；4—上砂型；
5—总排气孔；6—型腔；7—型芯；8—下砂型

助于提高型(芯)砂的退让性。

2. 型(芯)砂的组成

型(芯)砂是由石英砂、粘结剂、水和附加物组成。

(1) 石英砂 石英砂是型(芯)砂的主体。石英砂的主要成分是氧化硅。熔点约为1700℃。石英砂中氧化硅的含量、砂粒的形状、大小和均匀度对砂的性能影响极大。圆形、粒大、粒度均匀、氧化硅含量高的砂透气性好,耐火性高。

(2) 粘结剂 能使砂粒相互粘结的物质叫粘结剂。它均匀包覆在砂粒表面,型(芯)砂就具有一定的强度和可塑性。常用的无机粘结剂有粘土(耐火度大于1350℃)、膨润土(耐火度1250~1350℃)和水玻璃。膨润土是一种粘结力强的粘土,是当前造型材料的主要粘结剂。水玻璃的主要成分为硅酸钠。常用的有机粘结剂有干性油、树脂、淀粉和纸浆残液等。

(3) 附加物 为改善型(芯)砂的性能而加入的其他物质,统称为附加物。例如:焦炭末、木屑、煤粉等。

(4) 水 水可使粘土形成具有粘结力的粘土膜。水的加入量应当适量。水过多或过少都会降低型(芯)砂的强度、透气性和可塑性。

常用型(芯)砂配比示例:

型砂:旧砂90~95%、新砂10~5%、膨润土4~6%、煤粉4~5%、水5~7%。

芯砂:旧砂70~80%、新砂20~30%、粘土3~4%、膨润土0~4%、水7~10%。

3. 型(芯)砂的配制

型(芯)砂的质量除和它的组成、配比有关外,配制方法也直接影响它的质量。型(芯)砂一般用混砂机混制。混砂,是将砂、粘结剂、附加物和水,通过混砂机的搅拌挤压,使各组分均匀分布,使粘结剂在砂粒上形成薄膜,从而达到质量要求。

常用的混砂机为碾轮式混砂机。图1-3为碾轮式混砂机图。

型(芯)砂的混制过程是将新砂、旧砂和粘土在混砂机内先干混均匀后加适量水再搅拌均匀即可出砂。

由于浇注时型芯被高温金属液包围,砂芯受到更严重的冲刷和烘烤,砂芯必须具备更高的强度、耐火性、透气性和退让性,所以型砂和芯砂应该分别配制,不应混用。

四、砂型(芯)的制造

利用型(芯)砂、模样、芯盒和其他工艺装备,制造砂型、砂芯的过程简称造型和造砂芯。造型按紧实型(芯)砂的方法分为手工造型和机器造型。全部用手工和手动工具完成造型工序叫手工造型。用机器全部地或至少完成紧砂操作的造型称机器造型。手工造型投资少、转产灵活,常用于单件或小批量生产。机器造型效率高、质量好,多用于大批量或专业化生产。

1. 手工造型(芯)

(1) 手工造型(芯)工艺装备 手工造型的工艺装备主要有模样、芯盒和砂箱等。

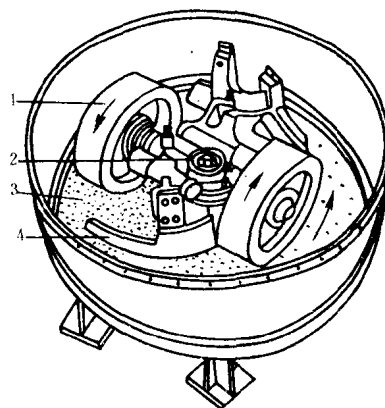


图1-3 碾轮式混砂机

1—碾轮; 2—中心轴; 3—碾盘; 4—刮板

① 模样：模样用于形成砂型的型腔。在模样上面及周围填砂并紧实，然后起出模样就得到型腔。模样具有铸件的外形轮廓，但是尺寸比铸件大（增加了收缩余量）。铸件上的空腔和孔在模样上的对应部位不仅是实心无孔，反而作成向外突出的芯头（此芯头在砂型上形成型芯座）。

没有分模面的模样叫整体模。有分模面的模样叫分开模，分开模通常为一个分模面，模样被分成两部分。带有活块的模样称为活块模。

② 芯盒：芯盒是用于制造砂芯的工艺装备。它的内腔与砂芯的形状、尺寸相同。芯盒的内腔也显示出铸件的内部形状和尺寸，但不是完全一样。因为还要作出芯头和收缩余量。

③ 砂箱：砂箱是容纳和支承砂型的刚性框。为了便于砂型的紧实和搬运，防止浇注时铸型被金属液冲坏，砂型一般要在砂箱中制造。砂箱是否合适，对生产效率、铸型质量影响很大，应根据模样的结构形状和大小来制造和选用砂箱。砂箱通常用木材或金属制造。砂箱上应有定位装置，便于上、下砂型的准确配合。

(2) 手工造型常用方法 手工造型常用方法按模样特征分为整模造型、分模造型、活块造型、挖砂造型、假箱造型和刮板造型。按砂箱特征分为两箱造型、三箱造型和地坑造型。

① 整模造型：使用整体模样造型即为整模造型。整模造型的特点是型腔基本位于一个砂型中，分型面可以是平面或曲面。图 1-4 所示为联轴节整模两箱造型过程。

整模造型操作简便，所得型腔形状和尺寸精确。它适用于制造外形轮廓简单、最大截面位于一端的铸件，如齿轮坯、轴承座、皮带轮等。

② 挖砂造型：有的整体模样造型时需要将妨碍起模的型砂挖掉，以模样的最大截面处作为分型面，这种造型方法称为挖砂造型。挖砂造型适用于铸件的最大截面不在端部的单件或小批生产。图 1-5 为手轮的挖砂两箱造型过程示意图。

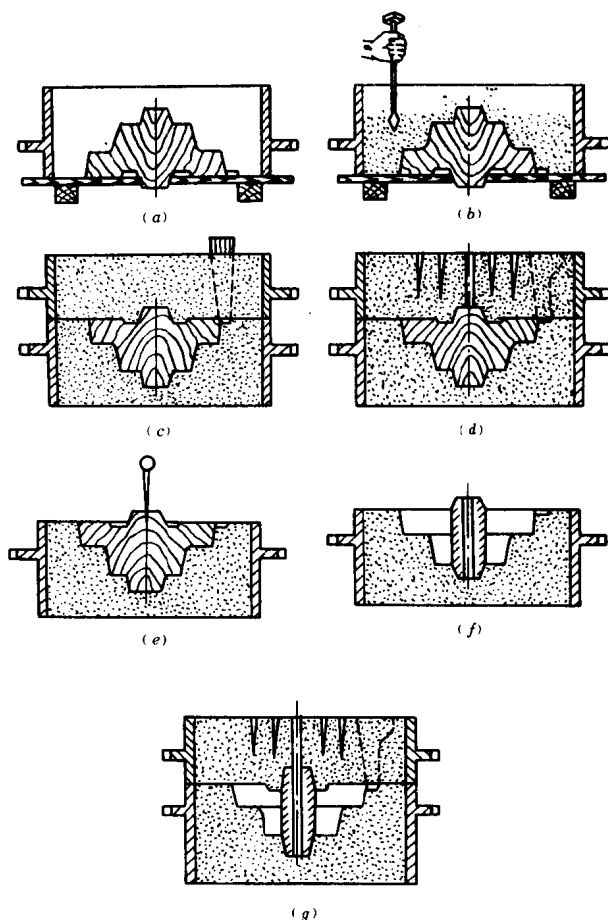


图 1-4 联轴节整模两箱造型示意图
(a) 放模样；(b) 加砂，造下箱；(c) 放浇口模，造上箱；
(d) 取出浇口模，开外浇口，扎排气孔
(e) 起出模样，制内浇口；(f) 放置型芯；(g) 合箱

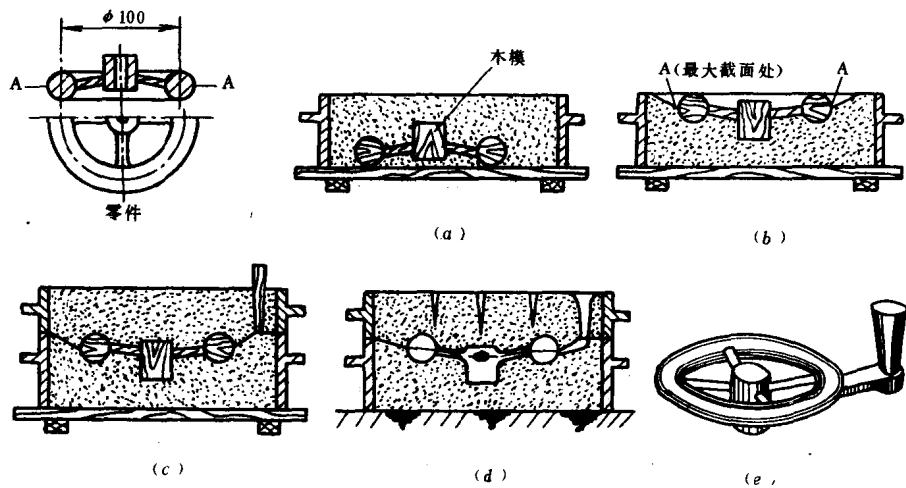


图 1-5 手轮挖砂两箱造型示意图

(a) 造下箱；(b) 挖修分型面；(c) 造上箱；(d) 合箱；(e) 带浇口的铸件

挖砂造型操作麻烦，生产效率低。如果生产数量较多，可用成形底板代替平面底板进行造型，以省略挖砂操作。成形底板可根据铸件的数量多少，分别用金属、木材制作。数量不多时，也可以用含粘土较多的型砂，在砂箱内制成高紧实度的砂质成形底板作为假箱进行造型，此即假箱造型。假箱只供造型用，不用来组成铸型。图 1-6 为手轮的假箱造型和所用的成形底板。

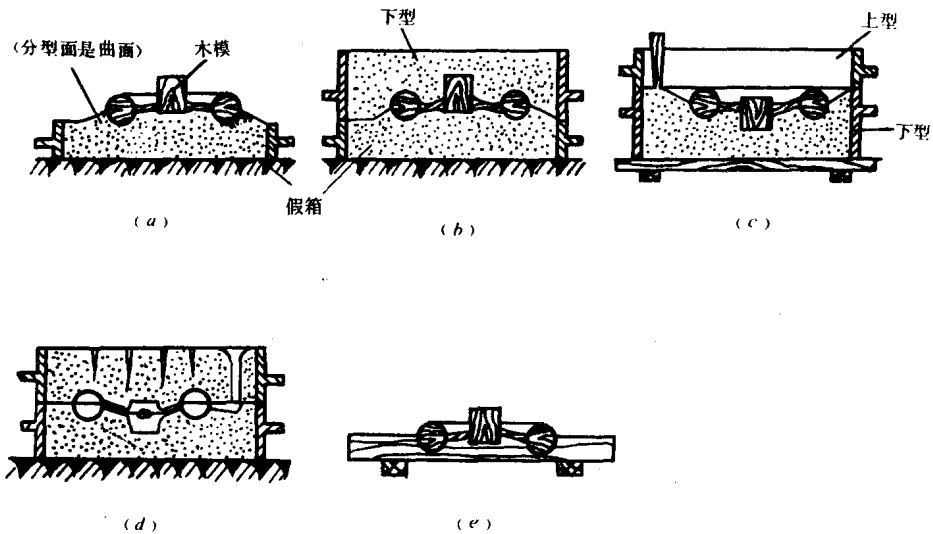


图 1-6 手轮假箱造型和成形底板

(a) 模样放在假箱上；(b) 造下型；(c) 翻转下型，造上型；(d) 合箱；(e) 成型底板

③ 分模造型：用分开模造型(即分模造型)时，型腔由上、下两个半型构成，所以两半型的定位配合必须准确牢固。定位不准，铸件容易产生错箱。分模造型操作简便、应用广泛。适合铸造管子、阀体、箱体等有孔腔的铸件。图 1-7 为套筒的分模造型过程图。

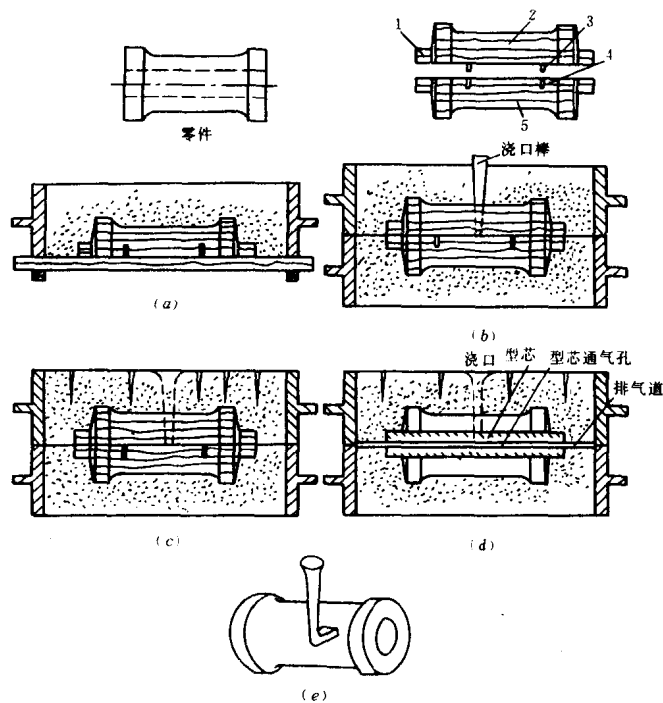


图 1-7 套筒分模造型示意图

(a) 造下箱；(b) 造上箱；(c) 开外浇口，扎排气孔；(d) 下型芯，合箱；(e) 铸件
 模样：1—型芯头；2—上半模；3—销钉；4—销孔；5—下半模

④ 活块模造型：有些模样侧面有凸出部分，造型时，侧面的凸出部分妨碍起模，为便于造型，常将它做成与主体模样活动连接的活块。用带有活块的模样造型（即活块模造型）时，需要先取出主体模样，后取出活块。图 1-8 为拖板的活块模造型过程。

活块模造型操作难度大，技术要求高，效率低，仅适用于单件或小批生产。如果数量较多，或者凸出部分大，活块取不出来，可用外壁砂芯铸造出凸出部分。图 1-9 为用外壁砂芯铸出弯板的凸出台。

⑤ 三箱造型：有些铸件具有两端截面比中间大的外形（例如槽轮），必须使用三个砂箱、分开模造型。砂型从模样的两个最大截面处分型，形成上、中、下三个砂型才能起出模样。这种用三只箱、铸型有两个分型面的造型方法叫三箱造型。图 1-10 为三箱造型过程图。

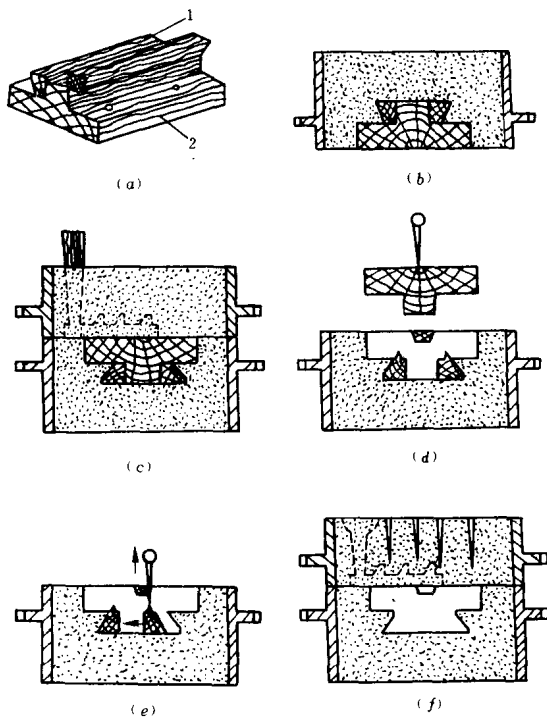


图 1-8 拖板活块模造型示意图

(a) 拖板活块模样 (1—活块、2—主体模)；(b) 造下箱；
 (c) 造上箱；(d) 起出主体模；(e) 起出活块；(f) 合箱

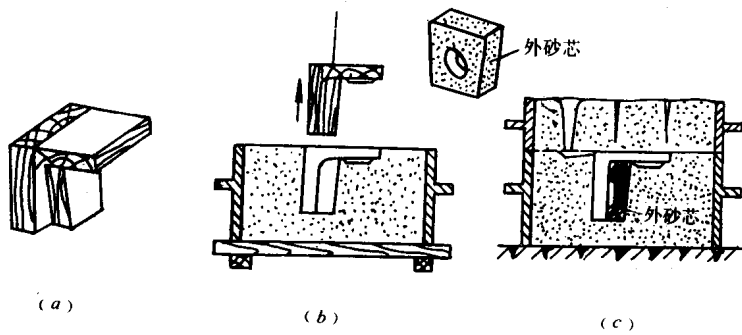


图 1-9 用外壁砂芯铸出弯板凸台的示意图
(a) 模样; (b) 起出模样, 下芯; (c) 合箱

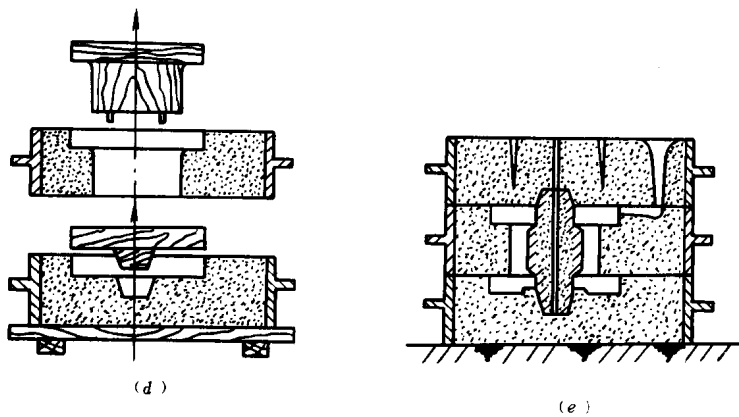
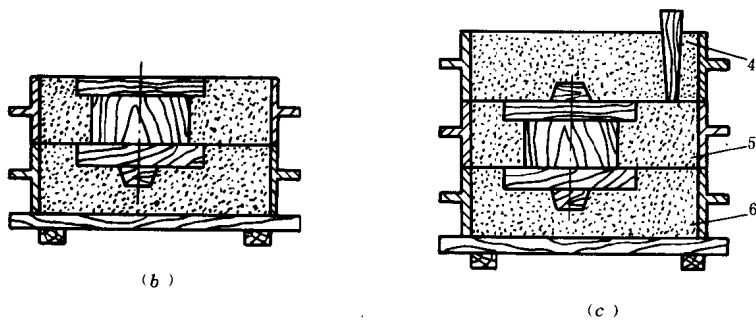
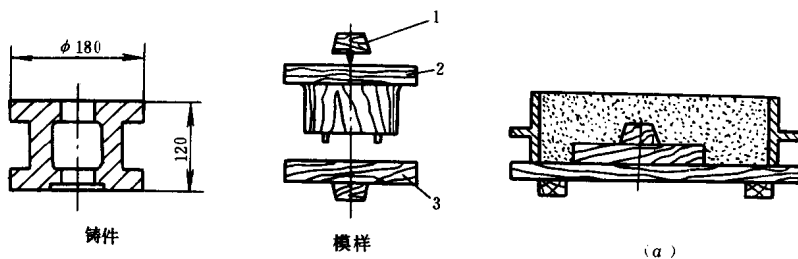


图 1-10 三箱造型示意图

(a) 造下箱; (b) 造中箱; (c) 造上箱; (d) 起模; (e) 合箱
1—上箱模样; 2—中箱模样; 3—下箱模样; 4—上型; 5—中型; 6—下型

三箱造型比两箱造型多一个分型面，容易产生错箱。它操作复杂、效率低，只适合单件或小批生产。如果数量多，可使用砂芯将三箱改为两箱造型。图 1-11 是利用环状砂芯将三箱造型改为两箱造型图。

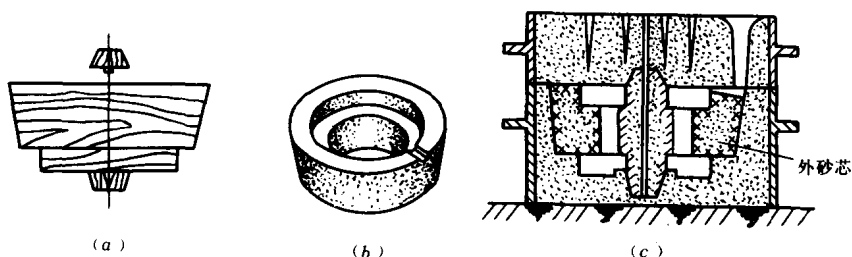


图 1-11 利用环状砂芯取代三箱造型

(a) 模样；(b) 环状砂芯；(c) 合箱图

⑥ 刮板造型：铸造回转体铸件时，如果生产数量太少，为节省制造模样的费用，用刮板代替实体模样造型叫刮板造型。刮板是和铸件外形轮廓相应的木板。造型时，根据砂型型腔的表面形状，引导刮板作旋转、直线或曲线运动，刮制成砂型。由于刮板造型得到的铸型型腔是手工刮制，故生产效率低，铸件的尺寸精度也较低。图 1-12 为皮带轮的刮板造型过程图。

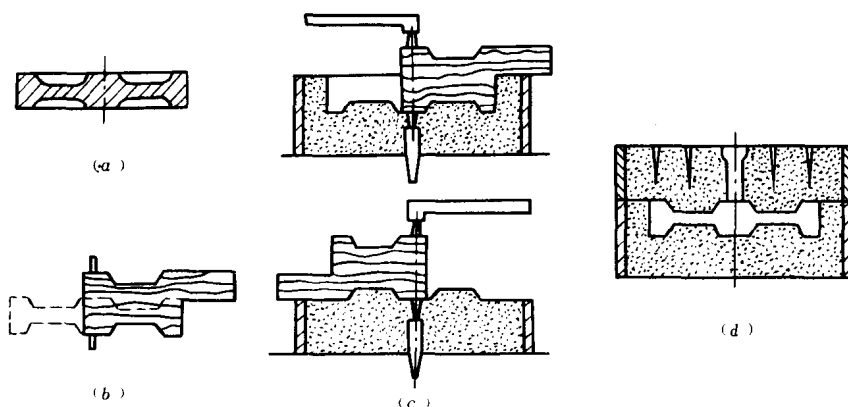


图 1-12 皮带轮刮板造型示意图

(a) 皮带轮；(b) 刮板；(c) 刮制上、下型；(d) 合箱

⑦ 地坑造型：用车间地面的砂坑或特制的砂坑制造下型的造型方法叫地坑造型。地坑造型制造大铸件时，常用焦炭垫底，再埋入数根通气管有利于气体排出。地坑造型可以节省砂箱，降低工装费用。地坑造型效率低，故主要用于中、大型铸件的单件或小批量生产。图 1-13 为地坑造型的铸型图。

综观上述，手工造型的方法很多，每种方法各有特点，各自适合制造某类铸件。生产中，铸件的形状多种多样，数量也不相同，同一个铸件有多种造型方法。应当根据铸件的结构形状、尺寸大小、生产数量、技术要求，结合现有的生产条件综合分析确定其造型方法，以达到保证质量、提高效率、减少消耗和降低成本的目的。

(3) 手工造芯

① 提高砂芯质量的工艺措施：

砂芯需要有比砂型更高的强度、耐火性、透气性、退让性和落砂时容易溃散的性能。造芯时除使用性能好的芯砂外，通常多采取下列工艺措施：

a. 在砂芯内放置芯骨以加强砂芯的强度。小的芯骨用铁丝制作，大、中型的芯骨用铸铁铸成。

b. 在砂芯内开设排气道以提高砂芯的透气性。排气道是为浇注时排气设置的沟槽，下芯时应将砂芯的排气道与砂型的排气孔连通。排气道一般用工具控制。形状复杂的砂芯，可在砂芯内埋入腊质线绳，腊绳在砂芯烘干时焚化，形成排气道。

c. 烘干砂芯，以提高砂芯的强度和透气性；并减少浇注时砂芯的产气量，有利于提高铸件的质量。砂芯可用电阻加热炉或用远红外烘干炉烘干。粘土砂芯的烘干温度为 $250^{\circ}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 。

d. 在砂芯表面刷耐火涂料以提高砂芯的耐火性和表面光滑度。铸铁件常用石墨粉、膨润

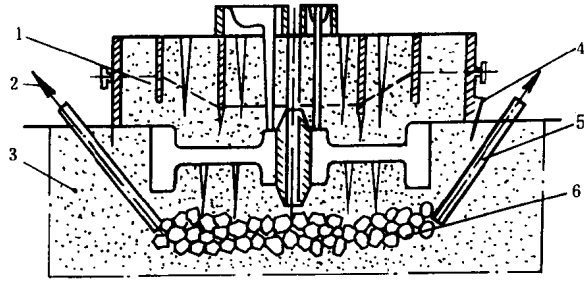


图 1-13 地坑造型铸型图

1—上砂型；2—气体；3—地坑；4—定位楔；5—排气管；6—焦炭

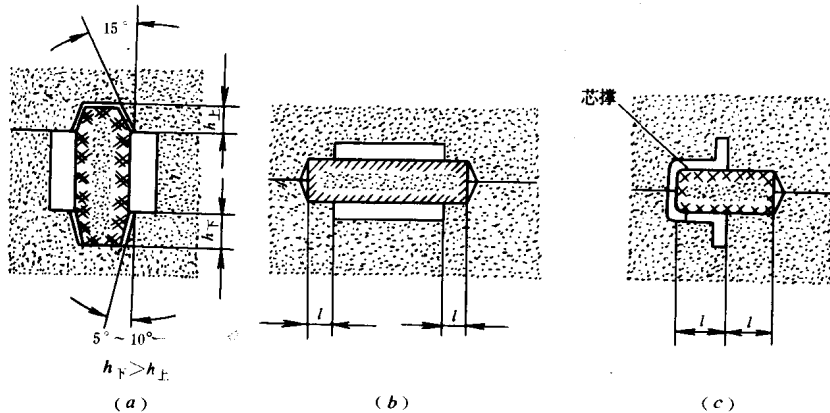


图 1-14 型芯头的类型和芯撑形状图

(a) 垂直式；(b) 水平式；(c) 特殊式（悬臂芯头）；(d) 芯撑放置示意；(e) 各种芯撑外形

土加水配制的涂料。铸钢件常用石英粉、粘土、煤焦油加糖稀制成的涂料。

② 型芯的组成及其种类：砂芯由芯体和芯头组成。芯体用于形成铸件的空腔。芯头是砂芯的外伸部分。下芯后，芯头落入砂型的芯座内，用于定位和支承芯体。砂芯的芯头必须具备合适的斜度和足够的尺寸，必须与芯座相配合。为便于下芯和合型，芯头与芯座间要有适当的配合间隙（芯头间隙）。

根据砂芯在砂型中的安放位置不同，芯头可大致分为垂直芯头、水平芯头和特殊芯头。有些砂芯（例悬臂砂芯）单靠芯头固定不稳，常常使用芯撑。芯撑是铸型组装中用以支撑砂芯的金属件。芯撑的材料应与铸件相同，它浇注后熔合在铸件中。图 1-14 是芯头的类型和部分芯撑形状图。

③ 砂芯制造方法：

a. 整体式芯盒造芯：芯盒是整体，为便于从芯盒中取出砂芯，芯盒内腔需有斜度。这种方法用于制造形状简单的中、小型砂芯。

b. 可拆式芯盒造型：芯盒为两半或几部分组装成，砂芯造好后，拆开芯盒取出砂芯。常用于制造形状复杂的砂芯。图 1-15 为用两半芯盒粘合制造砂芯的方法图。

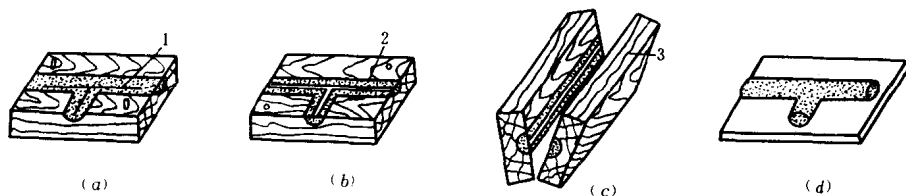


图 1-15 两半芯盒粘合造芯图

(a) 放置芯骨制半芯；(b) 制另一半芯并挖出通气沟；(c) 刷粘剂并粘合砂芯；(d) 取出砂芯；
1—型芯骨；2—通气沟；3—粘合

(4) 浇注系统与冒口

① 浇注系统：浇注系统是铸型上供液体金属填充型腔和冒口而开的一系列通道。浇注系统能平稳地将金属液导入铸型型腔，还可挡渣、排气及控制铸件的凝固顺序。它对保证铸件质量极重要。浇注系统通常由浇口杯（外浇口）、直浇道、横浇道和内浇道组成，如图 1-16 所示。

a. 浇口杯：浇口杯是直接承接铁水位于直浇道顶部的扩大部分。它既可方便浇注又能减缓金属液对铸型的冲击。可单独制造或直接在铸型内制出。

b. 直浇道：它是连接横浇道与浇口杯的垂直通道。盛满金属液后，垂直的液柱形成充型压力，使金属液迅速自动充满型腔。改变它的高度，可改变金属液的充型能力或速度。

c. 横浇道：连接内浇口和直浇道的水平通道。位于内浇口的上方，主要起挡渣作用。

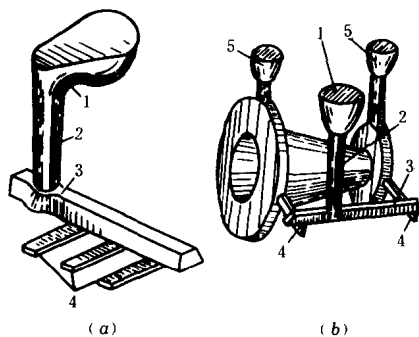


图 1-16 浇注系统和冒口图

(a) 浇注系统；(b) 铸件及浇注系统
1—外浇口；2—直浇口；3—横浇口；
4—内浇口；5—冒口