



高职高专“十一五”规划教材

机械制造基础 工程实训

韩春鸣 主编 ■

刘小宁 林昌杰 主审 ■



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

机械制造基础工程实训

韩春鸣 主编

张红卫 叶四合 李有才 副主编

刘小宁 林昌杰 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是为适应培养高等技术应用型、技能型人才的需求,强化高职高专学生的实践动手能力与提升创新能力而组织编写的。本书根据国家劳动和社会保障部制定的工种分类为主线编写,作为高职高专教育机电类(机械类和近机械类)、管理类专业的机械制造实训和相关工种等级技能培训教材,并与韩春鸣主编的《机械制造基础》及《机械制造基础实验与课程设计》配套使用。

本书主要内容有:铸工、锻工(含冲压工)、焊工、热处理工、钳工、车工、铣工及数控机床操作工相关工种。各章后配有一定数量的复习思考题。

本书主要适于高等职业技术学院、高等专科学校的学生在机械制造实训和参加国家劳动部门相关技能等级证书考试的培训中使用,也可供各类成人高校和中等职业技术学校选用,有关工程技术人员、企业管理人员参考及作为相关培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础工程实训/韩春鸣主编. —北京:化学工业出版社, 2007.7
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-5025-9669-9

I. 机… II. 韩… III. 机械制造-高等学校: 技术学院-教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 104336 号

责任编辑: 高 钰
责任校对: 李 林

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17½ 字数 470 千字 2007 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

为了适应现代生产制造对高职高专学生“一专多能”的要求，拓宽知识点，强化技能面，迎接 21 世纪社会对高职高专学生提出的“会管理、懂技术、有技能、爱环保”的新挑战，借鉴国内外相关教材，树立“大材料、大机械、大制造”的理念，我们编写了此书，以期在夯实基础的同时，使学生加强技能训练与机械工种训练。为了适应机械制造行业的分工，本书针对教育部门与劳动部门对学生的不同要求，将教学实习与技能培训相结合，把铸工、锻工、焊工、热处理工、车工、铣工以及数控机床操作工等工种的知识点与技能面有机结合起来，使学生对各专业工种有明晰的感性认知并得到扎实的实习训练，为培养具有毕业证、技能等级证的“双证”型的合格人才奠定坚实的基础。本书是与韩春鸣主编的《机械制造基础》、《机械制造基础实验与课程设计》配套使用的。

参加本书编写的有：叶四合、刘金铁、李有才、张红卫、韩春鸣、谭焱、李智。全书由韩春鸣担任主编并统稿，张红卫、叶四合、李有才任副主编。

本书由刘小宁教授、林昌杰教授担任主审，胡成龙、廖传林、张玲、吴元祥老师也参加了本书的审阅工作，他们对本书的编写提出了许多宝贵的意见与建议；陈帆老师制作了本书的部分插图；王志海教授对本书的编者给予了系统的指导；书中参考了国内外的相关文献资料。在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中不足之处敬请读者不吝赐教。

编者

2007 年 7 月

目 录

第1章 铸工	1	2.2.4 典型自由锻工艺	54
1.1 砂型铸造	1	2.3 胎模锻	57
1.1.1 型(芯)砂的制备	1	2.3.1 胎模的种类、结构与应用	57
1.1.2 涂料及敷料的制备	2	2.3.2 胎模锻工艺	58
1.2 造型	2	2.4 冲压工	58
1.2.1 手工造型	2	2.4.1 常见冲压设备及用途	58
1.2.2 机器造型	16	2.4.2 常见冲模及其结构	59
1.3 制芯	22	2.4.3 冲压工序	60
1.3.1 制芯方法	22	2.4.4 冲压工艺举例	62
1.3.2 整体式芯盒制芯	24	2.5 锻件质量控制	62
1.3.3 对开式芯盒制芯	25	2.5.1 锻件的质量控制	62
1.3.4 可拆式芯盒制芯	26	2.5.2 冲压件的质量控制	63
1.3.5 砂芯涂料和支撑	27	2.6 锻工和冲压工安全技术规程	63
1.4 熔炼与浇注	27	2.6.1 锻工安全技术规程	63
1.4.1 熔炼	27	2.6.2 冲压工安全技术规程	64
1.4.2 浇注	30	复习思考题	64
1.5 落砂与清理	32	第3章 焊工	65
1.5.1 落砂	32	3.1 手工电弧焊	65
1.5.2 清理	32	3.1.1 焊接电弧	65
1.6 铸件质量控制	33	3.1.2 电弧焊机	66
1.6.1 铸件常见缺陷	33	3.1.3 焊条	66
1.6.2 铸件缺陷的控制措施	37	3.1.4 焊缝	68
1.7 铸造工艺及模样制造	37	3.1.5 焊接接头形式与坡口形式	71
1.7.1 铸造工艺	37	3.1.6 焊接位置	73
1.7.2 模样制造	37	3.1.7 焊接工艺参数的选择	82
1.8 铸工安全技术规程	38	3.1.8 焊接器材与劳保用品	84
复习思考题	38	3.1.9 手工电弧焊基本操作	85
第2章 锻工	40	3.2 气焊与热切割	89
2.1 锻造生产过程	40	3.2.1 气焊	89
2.1.1 下料	40	3.2.2 热切割	92
2.1.2 加热	41	3.3 气体保护电弧焊	94
2.1.3 成形	42	3.3.1 氩弧焊	94
2.1.4 冷却	43	3.3.2 CO ₂ 气体保护焊	96
2.1.5 热处理	43	3.4 焊接件质量控制	99
2.2 自由锻	43	3.4.1 焊接应力、变形的预防与 矫正	99
2.2.1 自由锻的常用工具	43	3.4.2 焊接缺陷的产生原因及控制 措施	105
2.2.2 自由锻的设备	44		
2.2.3 自由锻的工序	48		

3.4.3 焊接检验	106	第6章 车工	159
3.5 典型焊接工艺	107	6.1 概述	159
3.5.1 桁架的焊接工艺	107	6.2 车床及其类型	160
3.5.2 压力容器的焊接工艺	108	6.2.1 普通卧式车床	160
3.6 焊工安全技术规程	108	6.2.2 其他类型车床	163
复习思考题	110	6.2.3 转塔车床	163
第4章 热处理工	112	6.2.4 立式车床	163
4.1 钢的热处理工艺	112	6.3 车刀及其安装	164
4.1.1 退火与正火	112	6.3.1 车刀的分类	164
4.1.2 淬火与回火	113	6.3.2 车刀的组成和主要角度	166
4.1.3 表面热处理	115	6.4 车床工件的安装及所用附件	168
4.2 热处理加热设备	117	6.4.1 三爪自定心卡盘安装工件	168
4.2.1 箱式电阻炉	117	6.4.2 四爪单动卡盘安装工件	169
4.2.2 井式电阻炉	118	6.4.3 顶尖装夹工件	169
4.2.3 盐浴炉	119	6.4.4 中心架和跟刀架	171
4.3 热处理件质量控制	120	6.4.5 芯轴装夹工件	172
4.3.1 加热缺陷及其控制	121	6.4.6 用花盘安装工件	172
4.3.2 正火、退火缺陷及其控制	121	6.4.7 用花盘-弯板安装工件	173
4.3.3 淬火、回火缺陷及其控制	122	6.5 切削液及其选用	173
4.4 典型件热处理工艺	126	6.5.1 切削液的分类	173
4.4.1 轴类件热处理工艺	126	6.5.2 切削液的作用	173
4.4.2 齿轮件热处理工艺	128	6.5.3 切削液的选择和使用	174
4.5 热处理的安全技术规程	128	6.6 车床操作要点	175
复习思考题	129	6.6.1 刻度盘及刻度盘手柄的 使用	175
第5章 钳工	130	6.6.2 粗车	176
5.1 测量与划线	130	6.6.3 精车	176
5.1.1 钳工的常用量具及其使用	130	6.6.4 试切的方法与步骤	177
5.1.2 划线	132	6.7 工件表面的车削	177
5.2 钳工基本操作	134	6.7.1 车外圆和台阶	177
5.2.1 錾削	134	6.7.2 车端面	178
5.2.2 锯削	136	6.7.3 内孔加工	179
5.2.3 锉削	137	6.7.4 切槽与切断	180
5.2.4 钻孔、扩孔、铰孔	140	6.7.5 车锥面	180
5.2.5 攻螺纹、套螺纹	141	6.7.6 车成形面	182
5.2.6 刮削、研磨	144	6.7.7 车螺纹	182
5.3 装配与拆卸	148	6.7.8 滚花	183
5.3.1 设备的装配	148	6.8 典型零件的车削加工工艺	184
5.3.2 零部件的拆卸	154	6.8.1 制定零件加工工艺的要求	184
5.4 设备管理	155	6.8.2 短轴的车削加工工艺	185
5.4.1 设备的保养	155	6.8.3 盘套类零件的车削工艺	187
5.4.2 设备的维修	156	6.9 车床安全操作规程	189
5.5 钳工安全技术规程	157	复习思考题	189
复习思考题	158		

第7章 铣工	191	8.2.2 操作面板与菜单树	232
7.1 概述	191	8.2.3 数控铣刀及安装	236
7.2 铣床及其种类	192	8.2.4 对刀与换刀	239
7.2.1 卧式铣床	192	8.2.5 数控铣床/加工中心的工件 安装及所用附件	242
7.2.2 立式铣床	194	8.2.6 数控铣床/加工中心的基本 操作	243
7.2.3 龙门铣床	195	8.2.7 典型工件的数控铣削加工 工艺	246
7.3 铣刀及其安装	195	8.3 数控电火花机床操作工	251
7.3.1 铣刀的种类	195	8.3.1 数控电火花机床操作系统	251
7.3.2 铣刀的安装	197	8.3.2 数控电火花机床的基本 操作	258
7.4 铣床附件及工件安装	199	8.3.3 典型零件加工	260
7.4.1 铣床附件	199	8.4 数控电火花线切割机床操作工	262
7.4.2 铣削工件的安装	202	8.4.1 数控电火花线切割机床 操作系统	262
7.5 工件表面的铣削	203	8.4.2 数控电火花线切割机床的 基本操作	263
7.5.1 铣平面	203	8.5 数控机床工的安全技术规程	270
7.5.2 铣斜面	205	8.5.1 数控车工的安全规程	270
7.5.3 铣沟槽	206	8.5.2 数控铣工(加工中心操作工) 的安全规程	270
7.5.4 铣削加工示例	208	8.5.3 数控电火花机床操作工的安全 规程	271
复习思考题	209	8.5.4 数控线切割机床操作工的安全 规程	271
第8章 数控机床工	210	8.6 数控机床的维护保养规程	272
8.1 数控车工	210	复习思考题	273
8.1.1 常见数控系统	210	参考文献	274
8.1.2 数控面板与菜单树	212		
8.1.3 数控车刀及安装	214		
8.1.4 对刀	219		
8.1.5 数控车床的工件安装及 所用附件	222		
8.1.6 数控车床的基本操作步骤	223		
8.1.7 典型工件的数控车削加工 工艺	226		
8.2 数控铣工(加工中心操作工)	231		
8.2.1 常见数控系统	231		

第 1 章 铸 工

1.1 砂型铸造

1.1.1 型（芯）砂的制备

型（芯）砂的制备，是根据工艺要求对造型用砂进行配制和混制的过程，这个过程也叫砂处理。砂处理一般分两部分，第一部分是原材料的准备，它包括新砂、旧砂、黏结剂、附加物等的处理；第二部分是型砂的制备。黏土砂的砂处理工艺流程如图 1-1 所示。

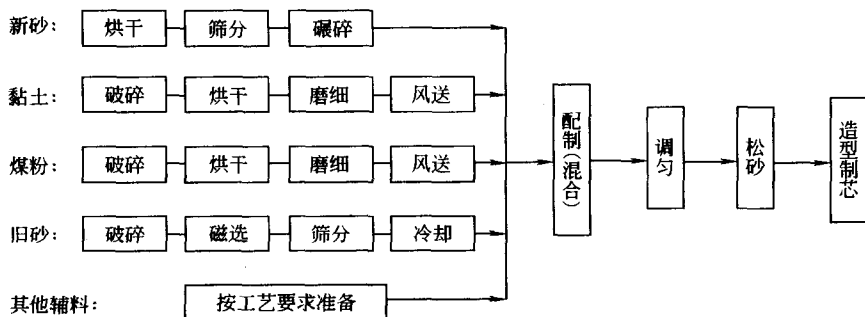


图 1-1 砂处理工艺流程

新砂、旧砂、黏结剂、附加物等经过处理合格后，就可进行混制。混制好的型（芯）砂，经过调匀、松砂处理，即可进行造型。

（1）混砂

型（芯）砂在混制过程中，各种材料必须均匀混合，使黏结剂均匀地包覆在砂粒表面，形成一层薄膜，致使型砂具有良好的性能。为此，在混制型（芯）砂时，必须有搅拌、挤压、揉搓等动作，以提高型（芯）砂的性能。一般型（芯）砂的混制工作是在混砂机中进行的。生产中常用碾轮式混砂机混砂，它具有搅拌、碾压和揉搓等动作，型砂质量较高。

（2）型（芯）砂的调匀和松散

① 调匀 混制好的型（芯）砂，需放置一定时间后再使用。因为混碾后的型（芯）砂，很难在混制过程中把水分混合得很均匀，所以，在混制后将型（芯）砂放置 2~4h，使水分向其周围渗透而分布均匀。经过调匀的型（芯）砂，其湿强度和韧性都有明显的提高，而且不易粘模样。

② 松散 型（芯）砂在使用前必须进行松散处理，使其中的砂团松开，进一步提高透气性、湿强度等。型（芯）砂的松散处理，一般是在松砂机上进行。

（3）经验法判断型（芯）砂性能

已配制好的型（芯）砂必须经过性能检验，符合要求后才能使用。在小型生产的铸造场地，没有专设的型砂试验设施，一般是通过经验法（看、捏、闻）来判断型（芯）砂的种类或性能。

1.1.2 涂料及敷料的制备

普通型(芯)砂通常难以承受高温金属液的直接热作用,为了增加其抵抗金属液的冲刷和高温作用的能力,常在砂型(芯)表面刷敷一层涂料或敷料,以提高砂型(芯)表面的耐火度;同时,也使砂型腔表面光洁,防止铸件表面产生粘砂、夹砂等缺陷。另外也减少了落砂清理的工作量。

1.1.2.1 涂料

涂料主要用于干型和表面干型,敷料主要用于铸铁件和非铁合金铸件的湿型。涂料有两种,一种是普通用的悬浊状水涂料,另一种是作特殊用途的膏状涂料。敷料为粉状物,如石墨粉、滑石粉等。

涂料是由防粘砂的耐火材料、黏结剂、悬浮稳定剂、稀释剂等组成。

(1) 铸钢件砂型(芯)使用的涂料

铸钢件砂型(芯)所使用的涂料,有水涂料、快干涂料、涂膏等。

① 水涂料 水涂料的配制方法是所有干料混碾2~4min后,加入液态黏结剂和适量的水,根据情况混碾均匀。

② 快干涂料 快干涂料的配制方法是先将松香压碎,放入酒精或汽油中溶解,再加入糊精、石英粉或镁砂粉搅拌均匀即可使用。

③ 涂膏 配制涂膏时,先加干料混匀,再加液态黏结剂和水,混碾均匀即可。

(2) 铸铁件砂型(芯)用涂料

① 水涂料 水涂料的配方是:将粉状物料干混2~3min,再加入液态黏结剂及适量水,继续混碾成膏状存放,使用前用水稀释到所需密度即可。

② 快干涂料 在配制铸铁件表面干型涂料时,如为以石墨粉、酒精为主要成分的涂料,则应先将松香溶于酒精中,再加入糊精,搅拌均匀,最后再加入石膏粉。如以石墨粉、汽油为主要成分的快干涂料的配制方法是:先将沥青加热熔化,加入糊精和松香进行搅拌,再加入汽油搅拌均匀,最后加入石墨粉继续搅拌均匀即可。

(3) 非铁合金铸件砂型(芯)用涂料

① 铜合金铸件砂型(芯)用涂料和涂膏 铜合金铸件砂型(芯)用涂料配制方法是将粉状料在干态混制均匀后,加入纸浆搅拌均匀,用热水稀释,并不断搅拌至均匀。

涂膏的配制方法是先将粉状料与糊精混匀,再加入热水,并搅拌呈均匀膏状。

② 铝合金铸件砂型(芯)用涂料 铝合金铸件砂型(芯)用涂料的配制方法是应先将干粉状物混合均匀,倒入容器中。成分中含有亚硫酸纸浆废液或水玻璃时,分别将其与热水制成水溶液,然后倒入盛有干态混合物的容器中,并不断搅拌,直至均匀。

1.1.2.2 敷料

敷料主要用于铸铁件和非铁合金铸件湿型型腔的表面,以防铸件表面粘砂。铸铁件湿型表面常用的敷料是石墨粉,而非铁合金铸件的湿型表面常用滑石粉作敷料。使用时,将敷料装入粉袋,在砂型型腔上方抖动,使粉状敷料均匀地敷在型腔表面上。

1.2 造型

1.2.1 手工造型

1.2.1.1 手工造型常用工具

目前单件小批生产的铸件广泛采用手工造型。下面分别介绍手工造型所用工具、辅具的使用方法。

(1) 造型工具及其使用

手工造型常用的工具有铁铲、筛子、砂春、刮板、通气针、起模针和起模钉、掸笔、排笔、粉袋、皮老虎、钢丝钳和活扳手、风动捣固器等。

① 铁铲 手工造型常用铁铲拌和型砂，铲起型砂送入砂箱内，也可用来挖掘造型坑、松散地面上的型砂等。

② 筛子 筛子有长方形和圆形两种。常用长方形筛来筛分和松散型砂，清除砂内的夹杂物等。使用时，由两人分别握住筛子两端的把手，抬起后让筛子前后移动，将砂子筛下。

③ 砂春 春砂时，应先用扁头春砂，最后用平头春平。填入砂箱内的型砂，用扁头分层次春实，砂型紧实度要适当，当填入砂箱内的型砂已满时，可用平头砂春春平。

④ 刮板 它是用平直的木板或钢板制成，又称刮尺，其长度要比所用砂箱宽度稍长。当型砂春实后，用刮板刮去高出砂箱的型砂。

⑤ 通气针 通气针有直、弯两种，用它在砂型中扎出通气的孔眼，以弥补型砂透气性的不足，使砂型浇注时产生的大量气体及时逸出，防止铸件产生气孔。通气针一般用铁丝或钢条制成，它的直径随被扎砂型的大小而定，生产、实训中常用直径为 $\phi 2\sim 8\text{mm}$ 的通气针。扎通气孔眼时，姿势要正确，所扎深度要适当，孔眼分布和数量合理。

⑥ 起模针和起模钉 起模针的工作端为尖锥形，起模时，用锤子将起模针钉进模样的适当位置，并左右轻轻地敲击起模针、松动模样，然后小心地提起模样，完成起模工作。起模针是用来起出小型模样；起模钉的工作端为螺纹，用来起出较大的模样。

⑦ 掸笔 常用的掸笔有扁头和圆头两种，掸笔是用来润湿模样边缘的型砂，以便起模和修型，有时也用来对狭小型腔部分涂刷涂料。

⑧ 排笔 排笔的用途主要是扫除模样上的分型砂，对型腔和砂芯表面涂刷涂料。

⑨ 粉袋 使用时，将石墨粉（炭灰、铅粉）装入粉袋中，轻轻抖动，可将石墨粉抖敷在湿型型腔表面，以防止铸件表面粘砂，提高铸件的表面质量。

⑩ 皮老虎 皮老虎是用来吹去散落在型腔内的型砂。使用时，不能用力过猛或碰到砂型，以免损坏砂型。

⑪ 钢丝钳和活扳手 钢丝钳可用来夹断或弯曲芯骨、砂沟等。活扳手是用来紧固和松开螺母等。

⑫ 风动捣固器 风动捣固器是通过压缩空气进行工作。用来春实大的砂型和砂芯。春砂时，先打开控制手柄，使压缩空气经橡皮管相接的管接头进入，通过进气阀与自动换向阀，使锤头不断迅速地上下运动，完成春砂工作。

(2) 修型工具及其使用

修型常用的工具有慢刀、提钩、圆头、半圆、法兰梗、成形慢刀、压勺、双头铜勺等。

① 慢刀 慢刀又称为刮刀，它是用来修理砂型（芯）的较大平面。慢刀是在修型中使用最多最广的工具。慢刀有平头、圆头和尖头等几种。

用慢刀刮平较大平面时，要用手握住刀柄，并用食指压住，然后慢慢地横向移动。运行时，刀体的前侧部分，应稍微抬高，以免刮起型砂，损坏型腔表面。

慢刀还可以用来开挖浇冒口，切割沟槽和铸肋、修整砂坯及软硬砂床，把砂型表面的加强钉撤入砂型等。

② 提钩 它主要用于修理砂型（芯）中深而窄的底面和侧壁，提取散落在型腔深窄处的型砂等。使用时，要垂直修型和提砂，以防修理的型面和型壁形状及尺寸不准确，或提砂时碰坏砂型。

提钩是用工具钢制成的，常用的有直提钩和带后跟提钩。一套提钩按提头宽窄和提柄长短

不同分为几种,修型时,根据被修型腔部分的尺寸和深度选用。

③ 圆头 圆头是用来修整圆形、弧形凹槽、法兰面等,使用范围较广。

④ 半圆 半圆用来修理垂直弧形的内壁和它的底面。使用时,用手握住半圆柄部压迫砂型修整部分内壁或底面即可。

⑤ 法兰梗 法兰梗是用来修理砂型(芯)的深窄弧面、管类铸件两端法兰的窄边等。

⑥ 成形慢刀 成形慢刀是用来修整光滑砂型型腔的内外圆角、方角、圆形和弧形面等。成形慢刀是一组慢刀,它的工作面形状多样,体积较小,使用方便,可根据实训、生产中所修表面形状选用。

⑦ 压勺 压勺是用来修整砂型型腔的较小的平面,开设浇注系统等。

⑧ 双头铜勺 双头铜勺又称秋叶,它的两头均为匙形,用来修整砂型型腔的曲面或窄小凹面。

1.2.1.2 整模造型

砂箱造型是在适合的砂箱内填砂和紧实,并在起模后仍用砂箱支撑砂型,以便吊运和浇注。使用砂箱造型操作方便,适应性强,可以制作各种铸件的砂型,砂箱造型使用最广。

制造形状简单的铸件,可将模样做成整体。造型时,模样全部在一个砂箱内,只有一个分型面。起模时,模样可一次从砂型中起出。这种整体模的砂箱造型,操作简便,所得型腔的形状正确、尺寸准确,适用于生产各种形状简单的铸件,如轴承座齿轮坯、垫块及盖板等。

(1) 整模造型的操作顺序

造型过程中各工序的安排是否得当,对提高劳动生产率和保证铸件质量有重要意义。整模造型的操作顺序,如图 1-2 所示。

① 造型准备工作 造型前的准备工作,主要是清整好工作场地,准备好型砂,看懂铸造工艺文件,按铸造工艺图准备模样、芯盒及所需工具,根据铸件的铸造工艺图,正确选用砂箱。

② 安放平板、模样及砂箱 按铸造工艺方案将模样安放在造型平板的适当位置,如图 1-2 中 1 所示。套上下砂箱,使模样与砂箱内壁之间有足够的吃砂量。若模样容易粘砂,可撒(或涂)一层防粘模材料,如石英粉等。如图 1-2 中 2 所示。

③ 填砂和紧实 在已安放好的模样表面筛上或铲上一层面砂,将模样盖住,如图 1-2 中 3 所示。

在面砂上面铲加一层背砂,用砂春扁头将分批填入的型砂逐层春实,如图 1-2 中 4、5 所示,图 1-2 中 6 是填入最后一层背砂,要用砂春的平头春实。图 1-2 中 7 是用刮板刮去砂型上多余的型砂。

④ 修整和翻型 刮去砂型上面多余的背砂后,使其表面与砂箱四边平齐,再用通气针扎出分布均匀、深度适当的出气孔,如图 1-2 中 8 所示。将已造好的下砂型翻转 180° ,如图 1-2 中 9 所示。

⑤ 修整分型面 用慢刀将分型面模样周围的砂型表面压光修平,撒上一层分型砂,再用皮老虎吹去落在模样上的分型砂,如图 1-2 中 10、11 所示。

⑥ 放置上型砂箱及撒防粘模材料 将与下砂箱配的上砂型箱安放下砂型上,再均匀地撒上防粘模材料,如图 1-2 中 12、13 所示。

⑦ 填砂和紧实 先放置浇冒口。浇冒口的位置要合理可靠,并先用面砂固定它们的位置,其填砂和春砂操作与下砂型相同。如图 1-2 中 14、15、16、17、18 所示。

⑧ 修整上砂型面及开型 先用刮板刮去多余背砂,使砂型表面与砂箱四边平齐,再用慢刀光平浇冒口处的型砂。用通气针扎出气孔,取出浇冒口模样,在直浇道上端开挖浇口盆。如

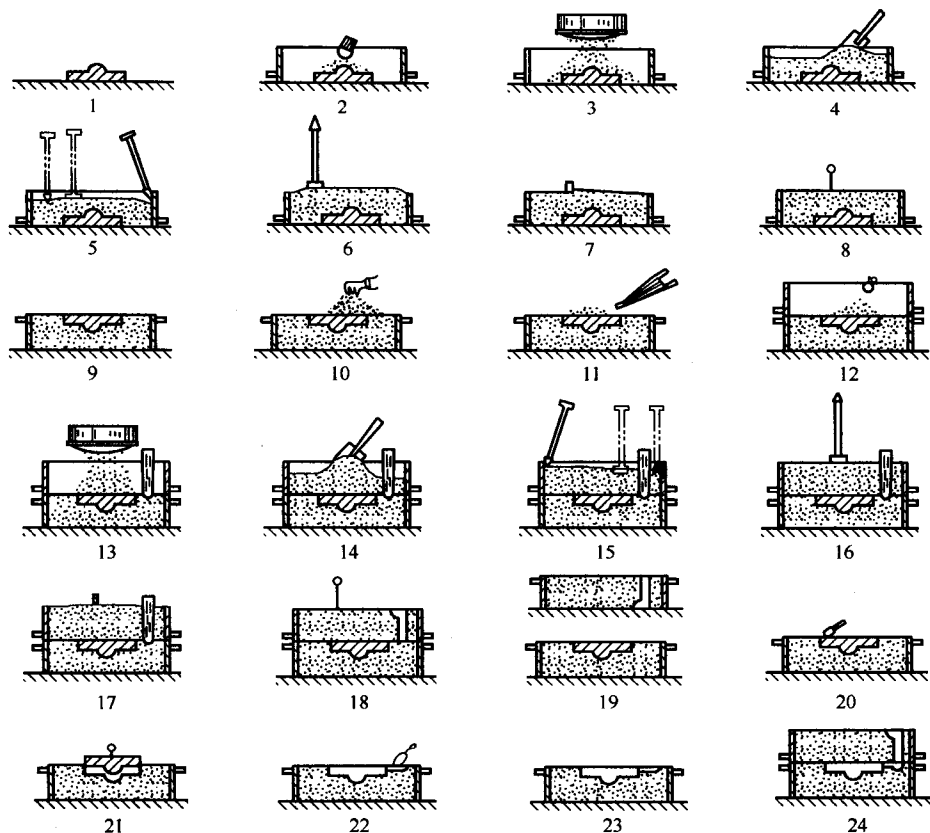


图 1-2 整模造型操作顺序

砂箱没有定位装置,则还需要在砂箱外壁上下型相接处,做出定位记号(如泥号、粉号)。再取去上型,将上型翻转 180° 后放平,如图1-2中19、20所示。

⑨ 修整分型面 扫除分型面上的分型砂,用掸笔润湿靠近模样周围处的型砂,准备起模,如图1-2中21所示。

⑩ 敲模和起模 将模样向四周轻轻松动,再用起模针或起模钉将模样从砂型中起出,如图1-2中22所示。

⑪ 修型 先开挖浇注系统的横浇道和内浇道,如图1-2中22为光浇冒口系统表面。将砂型型腔损坏处修好,最后修整光平全部型腔表面,如图1-2中23所示。

⑫ 合型 按定位标记将上砂型合在下砂型上,放置适当重量的压铁,合型后的砂型如图1-2中24所示。

(2) 整模造型的操作技术

在实际铸造生产、实训中,手工造型的方法较多,但造型时都具有共同的操作技术和要点。下面介绍造型各主要工序的操作技术。

① 模样放置 放模样时,应注意模样的起模斜度方向,使模样容易从砂型中起出,并不损坏砂型或模样;应考虑好浇冒口的安放位置,特别是在春制下型时要留出浇冒口的位置。铸件的重要加工面,处在浇注位置的底面或侧面,尽量避免加工面处于顶面以保证主要加工面的质量,防止在铸件重要面上产生气孔、夹杂等缺陷。模样与砂箱内壁和顶面之间,必须留有 $30\sim 100\text{mm}$ 的距离。

② 填砂和舂砂

a. 填砂 填入砂箱中的型砂，常分面砂和背砂两种。贴模样的一层是面砂，要求其性能比背砂好，面砂的厚度，随铸件的壁厚而定，一般舂实后为 20~60mm。其余部分可用背砂分层填入和舂实。

填砂时为了防止模样移动，应先用手将模样按住（指小型模样），随即用手将模样周围的型砂按紧。填入砂箱的型砂，应经松散处理，这样有利于舂砂，从而获得合格的砂型。

b. 舂砂 舂砂是造型过程中最基本的操作之一，它的技术性很强。舂砂的目的，是使砂型达到合理的紧实度。

③ 撒分型砂 分型砂只能撒在分型面的砂面上，而撒落在模样上的分型砂，要用掸笔仔细地扫去，特别是模样的凹角处要清扫干净，否则将影响铸件的质量。

如果分型面有较大的倾斜度时，则撒上的分型砂不容易停留在倾斜度较大的分型面上。对需要烘干的砂型，可以在斜坡分型面上先喷刷一些水，再撒上细干砂，这样就容易将细砂粒粘住。对于湿砂型，可在斜坡分型面上铺一层纸来隔离。

④ 砂型的排气 浇注时，砂型中会产生大量气体。这些气体必须及时排出砂型外，否则将使铸件产生气孔等缺陷。虽然可以从型砂颗粒间的空隙中排出一部分气体，但这还不够，必须采取其工艺措施，增加砂型的透气性和排气能力，其具体措施如下。

a. 扎出气孔 在砂型中扎出气孔是增加透气性最常用的方法。砂型舂实刮平后，用通气针扎出出气孔，气体可通过这些出气孔顺畅地排出砂型外。

b. 设置出气冒口 铸件浇注时，在砂型型腔的高部分，会积聚大量的气体，造成较大的反压力，阻碍金属液充满型腔，尤其是对一些细薄部分影响很大，致使铸件产生浇不到等缺陷，在铸件浇注位置的最高处，设置一个出气冒口，可消除上述的浇不到现象。

c. 将砂型放在疏松的砂地上 砂型与结实的地面接触，使气体排出困难。将砂型放在疏松的砂地上，有利于气体的排出，特别是下砂型气体的排出。对较大的砂型，还可以在地面上开设通气沟槽，进一步加强砂型的排气。

⑤ 砂型定位 合型时，上砂型必须准确地合在下砂型上，否则浇出的铸件将产生错型缺陷。因此，造型时必须考虑砂型的定位工作。生产、实训中常用的砂型定位方法有定位销定位、泥号定位、内箱销锥定位和靠山定位。

⑥ 开型方法 常用的开型方法有直接开型法、活动砂型开型法、转动开型法、带模开型法、紧固模样开型法、翻转开型法和导向开型法等。

⑦ 起模方法 起模的准备有刷水、敲模、插钉。对小型铸件，起模方法是起模针扎在模样的重心上，用一只手垂直向上提起模针，用另一只手拿木锤轻轻敲击模样，边敲边向上提模样，开始向上提的速度要慢，当模样快起出时提速要快；对中大型模样起模时，要用起重机起模，吊钩要对准模样的重心，吊挂模样的钢丝绳要松紧一致。

⑧ 修型 对砂型进行补平或插钉加强等。

⑨ 插钉 砂型型腔中的薄弱部分，如转角处、砂型凸台、浇冒口附近、较大的平面、砂型损坏的修补处以及大型厚壁铸件的型腔等。为了增加这些部分砂型的强度，生产、实训中常用铁钉来增强。

⑩ 开设冒口系统 冒口主要起排气作用或补缩作用，其通常开设在铸件浇注位置的最高处。

⑪ 刷涂料或敷料 舂制好的砂型，如果是湿砂型，需要用粉袋在型腔表面撒一层均匀的石墨粉或滑石粉等敷料。如果是干砂型，需要在型腔表面刷一层或两层液状涂料。在砂型腔表面撒敷料或刷涂料的目的是防止铸件表面粘砂。

⑫ 合型和紧固 合型是一项非常细致的操作,如果合型工作疏忽,将使铸件产生气孔、砂眼、错型、偏芯等缺陷。

1.2.1.3 分模造型

在生产、实训中,有很多模样的“凸点”的封闭连线不在模样的一端,或者模样的尺寸较大,结构形状也较复杂时,常将模样分成几部分,采用分模造型。

为了不让模样分开后的各部分产生错位,应在分模面上设置圆销或方榫等定位装置。销孔或榫孔一般设置在下半模上,与其相应配合的圆销或方榫设置在上半模上,合模时,上、下半模样靠此装置,以防合型时上、下砂型错位,使铸件产生错型等缺陷。

分模造型的基本操作过程与整模造型相同,它的具体操作过程如下。

① 把分开模的下半模样(带有销孔的一半)安放在造型平板上,放置吃砂量足够的砂箱,进行填砂和舂实,如图 1-3(a) 所示。

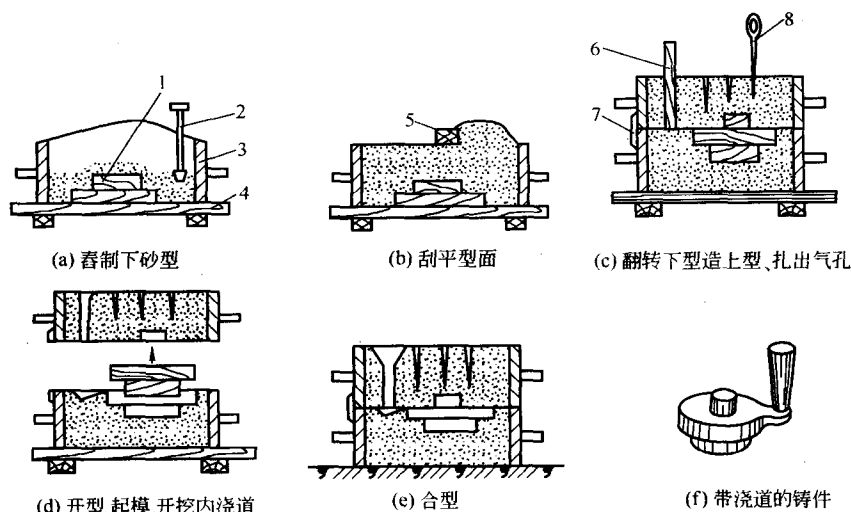


图 1-3 分模造型的操作过程

1—下半型模样; 2—砂舂; 3—下型砂箱; 4—造型平板; 5—刮板;
6—直浇道模样; 7—合型泥号; 8—通气针

② 用刮板刮平下砂型的底面,并用通气针扎出适当深度和数量的出气孔,如图 1-3(b) 所示。

③ 翻转下砂型,修整好分型面,撒上分型砂,吹去散落在下半模表面上的分型砂,要特别注意不要将分型砂撒入模样的定位销孔中,必要时可用小纸团将销孔堵上。根据销孔的位置安放上半模样,配放好上砂箱,将直浇道模样安放在适当位置,铲入型砂并舂实,刮平上平面,扎出出气孔,做出合型泥号,如图 1-3(c) 所示。

④ 拔去直浇道模样,修挖出浇口盆,抬起上砂型并翻转 180° 。平放在垫板或松软平整的砂地上,分别起出上、下半模样,再开挖内浇道和修整型腔表面,如图 1-3(d) 所示。

⑤ 将上砂型按合型泥号合到下砂型上,如图 1-3(e) 所示。图 1-3(f) 所示为该砂型浇注出的带浇注系统的铸件。分模造型特别适用于各种管子、套筒、阀体及箱体类铸件的生产、实训。

1.2.1.4 活块模造型

在模样侧面有较小的凸起部分,如凸台等。这些凸起部分妨碍起模操作,故需将模样侧面的凸起部分做成活动的。活块模就是带有活块的模样。

图 1-4(a) 所示角铁的两个内侧上, 都各有一个圆形凸台, 造型时不管怎样放置模样, 总有一个凸台妨碍起模。将模样一个侧面上的凸台做成活动的, 如图 1-4(c) 所示, 这样起模就方便了。

(1) 活块模造型的操作要点

图 1-5 所示是角铁铸件的活块模造型, 其造型操作过程与整模造型相似, 所不同的是以下几个方面。

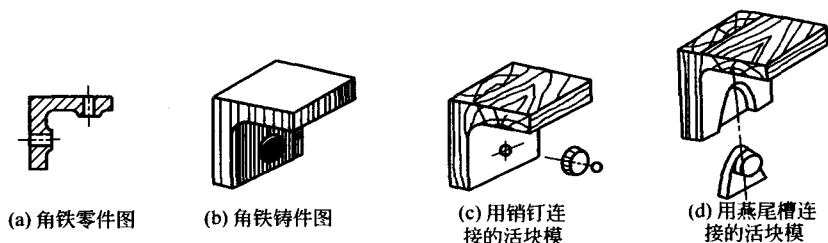


图 1-4 活块模造型 (一)

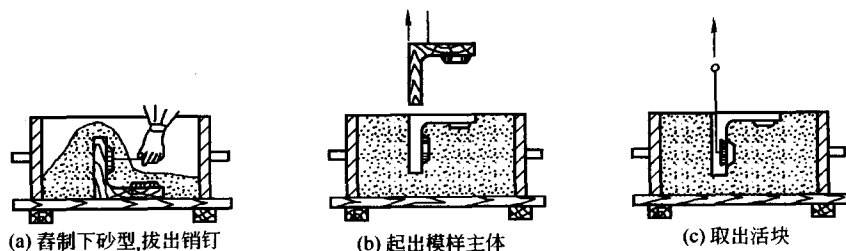


图 1-5 活块模造型 (二)

① 采用带有销钉的活块模造型时, 当活块被型砂固定后, 要将固定活块的销钉及时拔出, 否则模样无法起出, 如图 1-5(a) 所示。

② 起模时, 先起出模样的主体部分, 再用弯曲的起模针取出活块, 如图 1-5(b)、(c) 所示。

(2) 活块模造型的注意事项

① 造型前应检查活块与模样主体的定位是否准确, 配合的松紧程度是否适当。若太紧则活块不易脱离模样主体, 造成起模困难; 太松则活块容易错位, 影响铸件的质量。

② 舂砂至活块处时, 要特别注意, 不要使活块移位。

③ 连接活块的销钉不要过早拔出, 以免舂砂时活块错位。

④ 起模后要将活块与模样本体按规定及时安装好, 切勿将活块乱丢, 以防活块受压、受潮发生变形、损坏或丢失。活块模造型的优点是可以减少砂型分型面数目, 以及不必要的挖砂操作。其缺点是造型操作复杂, 生产效率较低, 实训及生产过程中常因活块位移而影响铸件尺寸的准确性。故活块模造型只用于单件小批生产的铸件。

1.2.1.5 挖砂造型

有些模样“凸点”的封闭连线不在模样的一端, 按其结构形状的特点, 需要采用分模造型, 但为了制造模样方便, 或避免模样分成两半制造后结构不牢, 容易变形和损坏, 常将模样做成整体的, 造型时, 采用挖砂造型的方法。

挖砂造型是将妨碍起模的那部分型砂挖去, 并将挖砂面修光, 使挖去的那部分砂型, 在上砂型中形成。

(1) 挖砂造型的操作过程

挖砂造型的操作过程如图 1-6 所示。除了在制造下砂型时，多了一个挖砂操作工序，使其上砂型的分型面多出吊砂部分外，其他基本与分模造型相同。

① 将模样安放在造型平板上，放置下砂箱，先用手塞实模样下挖砂部位的型砂，再舂制下砂型、扎出气孔、刮平，如图 1-6(a) 所示。

② 翻转下砂型，将妨碍起模部分的型砂挖去，修整挖砂面和分型面，如图 1-6(b) 所示。

③ 撒分型砂，吹去撒落在模样上的分型砂，安放上砂箱，在适当位置安放浇冒口模样，舂制上砂型。

④ 刮平上砂型面，扎出气孔，做好合型泥号，起出浇冒口模样，修挖出浇口盆。

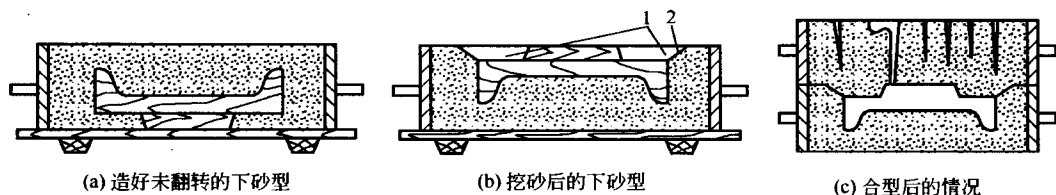


图 1-6 挖砂造型的过程

1—挖砂的部位；2—挖砂面

⑤ 开型、敲模和起模、修整型腔后的合型工作，如图 1-6(c) 所示。

(2) 挖砂造型的注意事项

① 挖砂时，一定要使所挖的分型面，与模样“凸点”封闭连线构成的平面或曲面相连接，以免妨碍起模，这是挖砂造型的要点，否则就失去挖砂造型的意义。

② 分型面应修得光滑平整，挖砂部位的坡度应适当，可用纸做分型面处的隔离材料，以免造成起模困难。

③ 由于下砂型挖去了一部分型砂，分型面不再是一个平面，而变成了曲面，在上砂型形成了吊砂。所以，在开型和合型时，应特别仔细，以防损坏型腔。

挖砂造型的生产效率较低，对学生、工人的技术水平要求较高。它只适用于单件少量生产的小型铸件，当铸件的生产数量较多时，可采用假箱造型代替挖砂造型。

1.2.1.6 假箱造型

假箱造型是利用预先制备好的半个铸型，起承托模样的作用，以利于制造另半个砂型。由于预先制好的半个铸型不是用来浇注铸件的，故称为假箱。

假箱造型的特点是造型前先做一个特制的铸型，用它来代替造型用的底板，并使模样上的“凸点”都处在分型面处，如图 1-7(a) 所示，这样在假箱上舂制砂型，模样就能方便地起出。

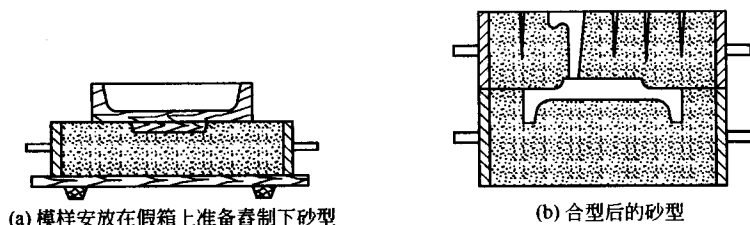


图 1-7 假箱造型

(1) 假箱造型的操作过程

下面以图 1-8(a) 所示的托板铸件为例，介绍假箱造型的操作过程。托板铸件的两端为圆

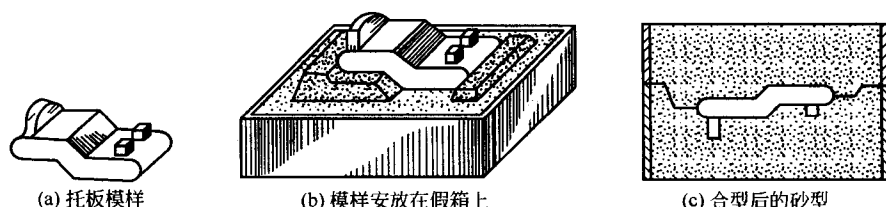


图 1-8 托板的假箱造型

弧形部分, 因此需采用假箱造型。

① 首先舂制一个平砂型, 根据托板模样的结构特点, 将砂型需要填砂部位的表面用提钩或压勺划毛, 填上型砂, 舂制出合适的砂托, 如图 1-8(b) 所示, 这个带有砂托的砂型, 就是制造托板铸件的假箱。

② 在假箱上安放上砂箱, 并舂制下砂型。

③ 将下砂型和假箱一起翻转 180° , 移去假箱, 使模样留放在下砂型, 如下砂型有损坏处, 应进行修补。

④ 在下砂型上安放上砂箱, 放置浇冒口模样, 填砂并舂实、刮平、扎出气孔, 做好合型泥号, 起出浇冒口模样, 挖出浇口盆并修光滑。

⑤ 开型起模, 修整型腔和分型面, 再按合型泥号合好砂型, 如图 1-8(c) 所示。

(2) 假箱造型的注意事项

① 因为假箱不进行浇注, 制作时不需要考虑排气问题, 紧实度要求较高, 以便多次使用。

② 假箱上砂托的高度, 要准确地达到模样的“凸点”处。为了使开型方便, 砂托侧面要做成一定的斜度。

③ 假箱的分型面应做得正确而光滑。

④ 制造假箱所用的材料, 除型砂外, 还可用石膏、水泥或黏土等材料。在大批量生产时, 为了延长假箱的使用寿命和便于保管, 常用木材或金属材料制成的成形模底板来取代假箱。假箱造型免去了挖砂造型过程中的挖砂操作, 提高了劳动生产率, 适用于大批量生产的铸件。

1.2.1.7 车板造型

除了用与铸件形状相似的模样进行造型外, 在制造旋转体或等截面形状的铸件时, 还可以采用与铸件截面形状相适应的车板来造型。车板造型就是不用实样模, 而用车板操作的造型、造芯方法。它是根据砂型的型腔和砂芯的表面形状, 引导车板作旋转、直线或曲线运动, 从而刮制出砂型或砂芯的一种造型造芯方法。

车板造型是车板绕一固定轴线旋转的造型方法。它是刮板造型中使用最广泛的一种方法, 其中又以绕垂直轴旋转的车板造型使用较多。在车制砂芯时, 则常用绕水平轴旋转的车板造芯。

(1) 车板造型用的工装辅具

① 车板 用旋转方法刮制砂型时, 所使用的木板模样叫车板。车板有与铸件形状、尺寸相对应的工作面, 如图 1-9 所示。从图中可以看出, 铸件断面上的 $A \sim J$ 各点, 在车板上有着相对应的 $A' \sim J'$ 点, 所以, 车板的工作面在旋转过程中, 就能车制出所需要的砂型。

车板的结构如图 1-10 所示。工作面刮砂的一边做成直棱, 背面倒成斜角, 这样可减少工作面和砂型的接触面积, 从而减小刮砂阻力, 使刮出的砂型表面光滑。为了提高车板的强度, 延长其使用寿命, 可在刮砂面的边缘钉上 $1 \sim 2\text{mm}$ 厚的铁皮, 如图 1-10(a) 所示。

大型车板是用螺钉固定在车板架的转动臂上来车制砂型的。为此, 在车板上做有螺栓孔。为了使车板在径向便于调节, 可将螺栓孔做成长条形的槽。