

金 工 实 习

北京航空学院

西北工业大学

合编

国防工业出版社

前 言

本书是根据全国高等工业学校金属工艺学教学大纲的基本要求及航空院校各专业的特点, 由北京航空学院和西北工业大学金属工学教研室合编。

书中选材既考虑到航空工业的特点, 也照顾到其它专业的需要, 具有一定的通用性。编写时力求文字简练, 内容与教学实习密切结合, 并与金属工艺学互相衔接。为了便于学生对教学实习内容的巩固, 每章后附有习题。本书可作为高等工业院校机械类及接近机械类各专业学生实习的教材。适用于 4~6 周的集中教学实习或每周一天共 20 周的分散教学实习。

本书采用了新国标和国际通用的名词和代号。关于计量单位, 采用了国际单位制。但考虑到我国当前旧单位制仍在使用的实际情况, 为了方便读者阅读, 有些重要数据使用新单位的同时, 也注明了相当于旧单位制的数值。

本书共分十二章: 其中: 第一章铸造, 由沈纫秋编写; 第二章锻压, 由沈荣华编写; 第三章焊接, 由彭德一编写; 第四章钢及铝合金的热处理, 由高炳章编写; 第五章金属切削加工基本知识, 由王荣新编写; 第六章车削加工及第七章钻削和镗削加工, 由薛振林编写; 第八章刨削和拉削加工, 由蔡传杰编写; 第九章铣削加工, 由张登耘编写; 第十章磨削加工, 由朱恩科编写; 第十一章齿轮加工, 由范惠珍编写; 第十二章钳工, 由钱文荣和梁培寿编写。

最后, 由高炳章对全书作了文字加工。

由于时间仓促, 我们的水平有限, 书中难免存在缺点与错误。恳请读者指正。

序

金工实习是工科教学计划中的一个重要环节,也是培养工程技术人员必不可少的基础技术训练之一。并且与金属工艺学课程有着密切的关系,是金属工艺学课程的一个重要教学环节。

金工实习的内容,包括毛坯制造和成品加工的工艺过程。即铸造、锻压、焊接、切削加工和与各种加工密切相关的、旨在改变材料组织和性能的热处理方法等。这些基本加工方法在机器制造业中又是有机地联系在一起的。零件和机器的制造,常常要综合利用上述各种加工方法才能完成。

随着航空工业的不断发展,对加工工艺提出愈来愈高的要求。不难看出,一架优质飞机的诞生,除与设计、材料等多种因素有关外,还与加工工艺有着密切关系。工艺水平落后,加工方法陈旧是不能制造出高质量产品来的;同样,设计与制造脱节,设计不考虑各种加工方法特点,再好的设计也无法变为现实。从事航空工业的技术人员,必须熟悉和了解各种加工方法,才能更好地为国防现代化贡献力量。

通过金工实习,使学生接触零件制造的全过程,初步学习某些工种的加工方法,为金属工艺学课堂教学打下基础,也为日后担任制造和设计工作奠定初步的实践基础。

金工实习是实践性很强的课程。说它实践性强,是因为在实习期间每个学生必须学会独立操作,参照教学大纲要求,完成一定的零件生产任务;同时,它又是一门课程,因为它不同于徒工的培养和一般的劳动,根据教学大纲规定,学生在短期内要学习较广泛的生产工艺知识和必要的基本工作原理,掌握各种加工方法的特点及应用范围。因此,可以说,金工实习是离开课堂的另一种学习方式。学生在实践的基础上,在工人师傅、技术人员和教师指导下,通过观察、操作、思考、讨论把感性认识提高到理性认识;又在理性认识的指导下正确的去实践、尽快掌握操作要领。所以,实习的时间虽然只有几周,学习的内容却十分丰富。抓紧短暂的时间学习,可获得工程师完整的基础训练。

我国素来十分重视工科学生的工业基础技术训练,绝大多数高等工业学校都设有专供学生教学实习用的校办机械工厂或车间,而且还配备有一批既有较高技术水平,又熟悉教学业务的技术工人队伍,为学生进行金工实习提供了良好的条件。这充分体现了我国社会主义教育制度的优越性。

本教材共分十二章,包括冷、热加工的基本方法,实习操作和基础知识并重。实习与课堂学习的学习方式不同,学生必须注意学习方法,要善于观察、对比,及时总结,方能达到实习目的和要求。

目 录

第一章 铸 造

§ 1-1 概述	1
§ 1-2 砂型铸造	2
一、造型材料	2
二、模型与芯盒的制造	4
三、造型方法	5
四、型芯的制作与固定	10
五、浇冒口系统	12
§ 1-3 铸造合金的熔炼与浇注	14
一、铝合金的熔炼	14
二、铸铁的熔化	16
三、铸钢的熔化	17
四、浇注	18
§ 1-4 铸件的清理、检验及其 主要缺陷	19
一、清理	19
二、检验	19
三、常见的铸造缺陷	20
§ 1-5 特种铸造	21
一、熔模铸造	21
二、金属型铸造	23
三、压力铸造	24
四、低压铸造	25
五、壳型铸造	25
六、离心铸造	26
习题	27

第二章 锻 压

§ 2-1 概述	29
§ 2-2 金属的加热	29
一、锻造温度范围	29
二、碳钢及铝合金加热特点	30
三、加热方法及加热设备	30
§ 2-3 自由锻	31

一、空气锤	31
二、自由锻基本工序	32
三、手钳及其使用方法	35
四、铝合金锻造特点	37
§ 2-4 模锻	37
一、胎模锻	37
二、摩擦压力机上模锻	37
§ 2-5 冲压	39
一、冲床	40
二、冲压基本工序	40
习题	41

第三章 焊 接

§ 3-1 概述	42
一、什么是焊接?	42
二、焊接方法的分类	42
三、焊接的优缺点和应用	42
§ 3-2 气焊和气割	42
一、气焊所用的气体	43
二、气焊的设备	43
三、气焊火焰	44
四、气焊工艺	45
五、气割	45
§ 3-3 手工电弧焊	46
一、手工电弧焊机	46
二、电焊条	47
三、手工电弧焊的基本操作	47
四、焊接规范	48
五、焊接接头	48
§ 3-4 氩弧焊	49
一、手工钨极氩弧焊的焊接过程	49
二、手工钨极氩弧焊的焊接电源和极性	49
§ 3-5 熔焊件常见的缺陷和变形	50
一、熔焊件常见的缺陷	50
二、熔焊件的变形	50
§ 3-6 点、滚焊	50

一、点、滚焊及其焊接过程	51
二、点、滚焊的特点和应用	51
§ 3-7 埋弧自动焊	52
一、埋弧自动焊的过程	52
二、埋弧自动焊的特点和应用	52
§ 3-8 CO ₂ 气保护焊	52
一、CO ₂ 气保护焊的过程	52
二、CO ₂ 气保护焊的特点和应用	53
习题	53

第四章 钢铁及铝合金的热处理

§ 4-1 概述	54
§ 4-2 钢的热处理	54
一、热处理操作的基本工序	54
二、热处理工艺	55
三、化学热处理	57
四、钢热处理常见的缺陷及防止措施	58
§ 4-3 铝合金的热处理	58
一、铝合金的淬火	58
二、铝合金的时效	59
习题	59

第五章 金属切削加工基本知识

§ 5-1 加工精度和表面光洁度	60
一、加工精度	60
二、表面光洁度	61
§ 5-2 金属切削加工的主要方法及切削运动	61
§ 5-3 切削用量	62
一、切削速度 v	63
二、进给量 f	63
三、切削深度 a_p	63
§ 5-4 刀具的几何形状	64
一、刀具的组成部分	64
二、辅助平面	64
三、刀具几何角度的名称及定义	65
四、刀具主要角度的作用及其选择	66
§ 5-5 常用量具	68
一、游标卡尺	68
二、千分尺 (分厘卡)	70
三、百分表	71

四、量规	72
习题	73

第六章 车削加工

§ 6-1 普通车床	76
一、车床的主要组成部分	76
二、车床的型号简介	77
三、常见传动副及其传动比	77
四、C 618K-1 普通车床的主运动分析	81
§ 6-2 车刀	81
一、车刀的种类和用途	81
二、车刀切削部分的材料	81
三、车刀的刃磨	82
§ 6-3 工件在车床上的装夹方法	83
一、三爪卡盘装夹工件	83
二、四爪卡盘装夹工件	84
三、花盘与角铁装夹工件	84
四、用顶尖装夹工件	84
五、用中心架和跟刀架加工细长轴	85
§ 6-4 各种表面的车削方法	86
一、车外圆	86
二、车端面	87
三、车台阶	87
四、车锥面	88
五、车螺纹	88
六、切槽与切断	89
七、车内孔	90
八、滚花	91
§ 6-5 其他车床简介	91
一、六角车床	91
二、立式车床	91
三、自动、半自动车床	92
习题	92

第七章 钻削与镗削加工

§ 7-1 钻削	94
一、钻床	94
二、钻孔、扩孔和铰孔	95
§ 7-2 镗削	97
习题	98

第八章 刨削和拉削加工

§ 8-1 B 665型牛头刨床	99
一、B 665型牛头刨床的主要部件	100
二、B 665型牛头刨床的传动	100
三、B 665型牛头刨床的调整	101
§ 8-2 刨刀	103
一、刨刀的结构特点	103
二、刨刀的种类及应用	103
§ 8-3 工件在刨床上的装夹方法	104
一、用平口钳装夹工件	104
二、在工作台上装夹工件	104
三、用夹具装夹工件	105
§ 8-4 各种表面的刨削方法	105
一、刨水平面	105
二、刨垂直面	105
三、刨斜面	105
四、刨沟槽	106
§ 8-5 龙门刨床	106
§ 8-6 插床	107
§ 8-7 拉削加工	107
习题	109

第九章 铣削加工

§ 9-1 铣床和立铣头	110
一、卧式铣床	110
二、立式铣床	111
三、万能立铣头	112
§ 9-2 铣刀	112
一、铣刀的种类和用途	112
二、铣刀的安装	114
§ 9-3 铣削用量及其选择	115
一、铣削要素	115
二、铣削用量的选择	116
§ 9-4 工件在铣床上的安装方法	117
一、用铣床附件安装	117
二、用专用夹具安装工件	118
三、用组合夹具安装工件	119
§ 9-5 顺铣和逆铣	119
§ 9-6 铣削的加工方法	121

一、铣平面	121
二、铣斜面	122
三、铣键槽	123
四、铣成形表面	125
五、铣螺旋槽	126
习题	127

第十章 磨削

§ 10-1 砂轮	128
一、砂轮的特性和砂轮选择	128
二、砂轮的使用	130
§ 10-2 磨床	130
一、外圆磨床	130
二、内圆磨床	132
三、平面磨床	132
四、无心磨床	133
§ 10-3 磨削工作法	133
一、磨削时的运动	133
二、磨削方法	134
习题	138

第十一章 齿轮加工

§ 11-1 齿轮的种类	139
§ 11-2 齿轮的精度	139
一、运动精度	140
二、工作平稳性精度	140
三、接触精度	140
四、齿侧间隙	140
§ 11-3 齿轮的齿形	140
§ 11-4 齿轮的加工方法	141
一、滚齿	141
二、插齿	143
§ 11-5 滚齿与插齿的比较	144
习题	144

第十二章 钳工

§ 12-1 划线	145
一、划线的作用	145
二、划线前的准备工作	145
三、划线工具	146
四、划线基准	148

五、划线方法	148	§ 12-5 攻丝及套丝	157
§ 12-2 錾削	149	一、攻丝	157
一、錾子	149	二、套丝	159
二、錾削的基本操作	150	§ 12-6 刮削	161
三、錾削方法	151	一、刮削的作用	161
§ 12-3 锯削	152	二、刮削工具	161
一、锯削工具	152	三、刮削操作和检验方法	162
二、锯削的基本操作	152	§ 12-7 装配	163
三、锯削方法	153	一、装配的作用	163
§ 12-4 锉削	154	二、装配的组合形式	163
一、锉刀的种类及选用	154	三、紧固件的装配和使用的工具	163
二、锉削的基本操作	155	四、机器的拆卸和修理	165
三、锉削方法	156	习题	165

第一章 铸 造

§ 1-1 概 述

铸造是将金属熔化并浇注到具有与零件形状相适应的铸型空腔中，待其冷却凝固后，获得毛坯与零件的方法。

铸造所得的毛坯与零件统称铸件，铸造后，还需加工者称毛坯，不需加工直接使用者称零件。

铸造的方法很多，主要分砂型铸造与特种铸造两大类。最基本的是砂型铸造，其工艺过程如图 1-1 所示。主要工艺过程为制模、配砂、造型制芯、熔化金属、合箱浇注与清理检验等。

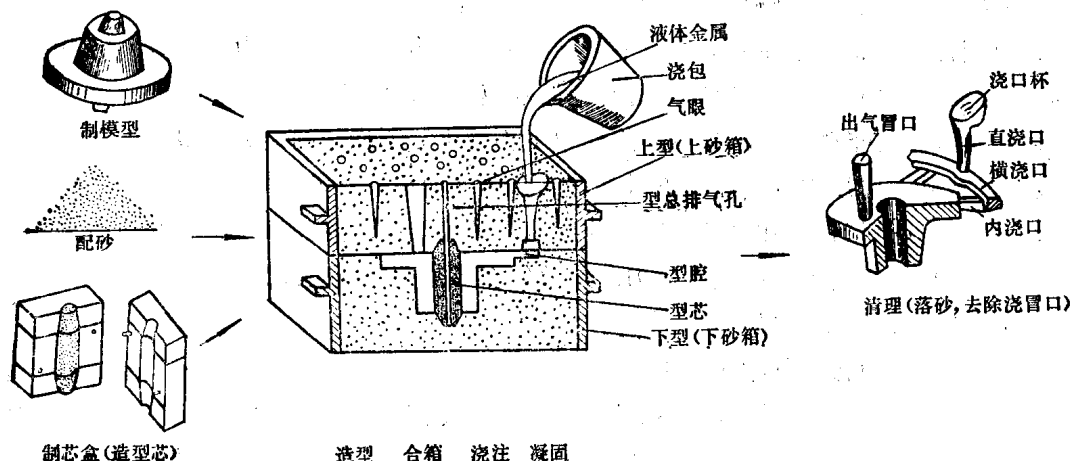


图1-1 砂型铸造工艺过程

特种铸造主要有熔模精铸、金属型铸造、压力铸造、离心铸造以及壳型铸造等。

铸造的特点是金属在液态下成形，即熔化的液体金属在一定的压力作用下充满铸型而获得铸件。因此，铸造是制造各类机器零件与毛坯的主要方法（见表1-1）。

铸造生产适应性广，几乎可以铸造各种合金、任何形状的零件；铸件的重量可轻仅几克，重至数百吨，壁厚也可由 0.5 毫米到 1 米左右；铸造所用原材料来源广泛、生产设备简单、成本低廉。但铸造过程工序多，对铸件的质量较难精确控制，其机械性能一般不如锻件高，因此凡承受动载荷或交变载荷的重要受力件，目前很少使用铸件。

表1-1 各类机械中铸件的重量比

机 械 类 别	%
机床、内燃机、重型机器	70~90
风机、压缩机	60~80
拖拉机	50~70
农机	40~70
汽车	20~30

§ 1-2 砂 型 铸 造

砂型铸造是将液体金属浇入砂质铸型中，待铸件冷凝后，将铸型破坏取出铸件的方法。

一、造 型 材 料

用来制造砂型与型芯的材料，统称造型材料。用于制造砂型的称型砂，用于制造型芯的称芯砂。造型材料的好坏，对造型工艺、铸件质量等都有很大的影响。

(一) 对型砂与芯砂的要求

1. 强度 是指铸型在制造、搬运及浇注时，不致破坏的能力。型砂强度不好，则可能发生塌箱、掉砂、甚至被液体金属冲毁、造成砂眼、夹砂等缺陷。

2. 透气性 是指型砂由于本身各砂粒间存在着空隙所具有让气体通过的能力。当液体金属浇入铸型后，在高温作用下，铸型中的水分和有机物质蒸发、分解与燃烧，产生大量气体；液体金属在冷凝过程中，将熔化时吸入的气体大量析出；铸型空腔时存在的气体和浇注时随金属流卷入型腔的气体等在金属充满铸型的过程中都要全部溢出，此时砂型的透气性如不良，气体就不能顺利排出，使铸件产生气孔。

3. 可塑性 是指型砂在外力作用下，能形成一定的形状，当外力去掉后，仍能保持此形状的能力。可塑性好，可使铸型清楚地保持模型外形的轮廓。

4. 耐火性 是指砂型在承受高温的作用下不软化、不烧结的能力。型砂耐火性不好，铸件表面易粘砂，清理困难。这一点对高熔点金属（如铸钢）尤为重要。

5. 可让性 是指铸件在冷却、凝固收缩时，铸型能被压溃而不阻碍收缩的能力。可让性不好时，铸件收缩受阻，产生内应力，使铸件变形甚至出现裂纹。

(二) 型砂与芯砂的组成

基本组成是：原砂+粘结剂+水+附加物。

1. 原砂 以石英砂为基础，其颗粒坚硬，耐火度高（可达 1710°C ）。石英砂含 SiO_2 量愈高，粒度愈大，耐火性愈好。形状为圆形、粒度均匀而大者，透气性好。形状为多角形、粒度不均匀而细者，则透气性差。

2. 粘结剂 主要起粘结作用。加入粘结剂后，可使型砂具有一定的可塑性与强度。常用的粘结剂有粘土与特殊粘合剂两大类：

(1) 粘土（包括陶土）是型砂的主要粘结剂。原砂、粘土和水按一定比例配制、混合后，粘土与水形成粘土胶体以薄膜

形式覆盖在砂粒表面把砂粒联结起来，并使各砂粒之间具有一定的空隙。这样，型砂不仅有了塑性、便于造型，而且制成的铸型还具有一定的强度与良好的透气性。图 1-2 为型砂的结构，可以看出粘土与水分不宜过多，砂粒形状以圆形为好，否则影响型砂的透气性。

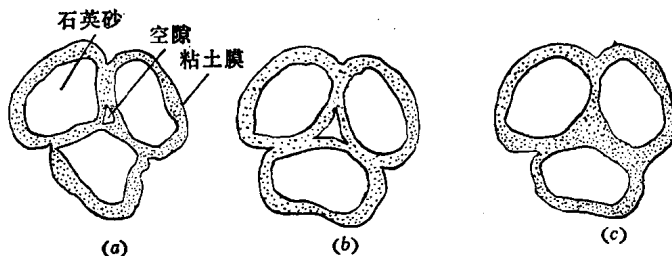


图 1-2 型砂结构

(a) 粘土与水适量，砂粒呈多角形；(b) 粘土与水适量，砂粒呈圆形；(c) 粘土或水过量，砂粒呈圆形。

(2) 特殊粘结剂 是芯砂的主要粘结剂。由于型芯置于铸型型腔之中, 浇注后, 四周被金属液包围, 故芯砂应具有比型砂更高的透气性与强度。除一般用粘土粘结剂外, 对尺寸小、形状复杂的型芯最好采用特殊粘结剂, 常用的有桐油、合脂油以及由松香、合脂油、亚麻仁油的混合物组成的 4ry 粘结剂等。以桐油为例说明粘结剂的作用: 在型芯烘干过程中, 覆在砂粒上的桐油被氧化, 形成坚固的薄膜, 它具有比粘土膜更高的强度与透气性, 而当浇入液体金属后, 薄膜被烧枯, 型芯砂可具有良好的退让性, 使之既不妨碍金属的收缩, 又便于清理掉, 所以是很好的粘结剂。但由于桐油价高, 目前常用的是合脂油。铝、镁合金铸件常采用 4ry 粘结剂。

除以上各粘结剂外, 还有水玻璃、纸浆废液, 糖浆及糊精等。有的已代替粘土用于型砂。

3. 附加物 是为使型砂具有某种特殊性能而加入的少量其他物质。如:

为提高铸铁件表面光洁度、在湿型砂中加煤粉;

为提高铸型透气性及可让性, 在干型砂中加锯末;

为防止镁合金在型腔中氧化和燃烧, 在型砂中加氟填料, 在芯砂中加硫磺和硼酸的混合物等, 使之与镁反应形成保护性气氛。

4. 涂料 为提高铸件表面光洁度, 防止型砂与高温金属液发生化学反应, 形成低熔点化合物而造粘砂, 在铸型和型芯表面常涂上一层涂料, 如铸铁件造湿型时, 撒铅粉(石墨粉、焦炭粉), 干型时涂上一层石墨粉、粘土与水的混合涂料。而铸铝件由于铝合金浇注温度较低(70~740℃)一般很少用涂料。

(三) 型砂与芯型的配制

根据铸造合金的种类和铸件的大小, 造型材料组成物具有不同的配比, 表1-2和表1-3分别表示几种铸造用型砂与芯砂的成分与性能的关系。

表1-2 型砂成分与性能(湿型)

型砂用途	石英砂		粘土 (陶土)	水	氟填料	硫磺	煤粉	透气性	湿强度 牛顿/厘米 ²
铝合金	30 (70/140)①	70 (100/200)	1~2	5~6				>40	5~8
镁合金	40 (70/140)	60 (100/200)	2	5~6	6~8 (20/30)	1.0~2.0 (40/70)		>40	5~8
铸铁	40~50 (70/140)	50~60 (100/150)	4~5	4~5.5			3~4	>60	6~10

① (××/×××) 表示粒度, 单位为目。

表1-3 芯砂成分与性能(小型复杂型芯)

芯砂用途	石英砂	4ry油	糖浆	水	硫磺	硼酸	透气性	干强度 牛顿/厘米 ²
铝合金	100 (70/140)①	2~3	1.5~0	3~4			100	6~10
镁合金	100 (70/140)	1.5	2.0	适量	1.0 (40/70)	0.5 (40/70)	>50	5~8
铸铁	100 (70/140)	桐油 2~2.5		1~1.5			>100	10~15

① (××/×××) 表示粒度, 单位为目。

型砂的配制是在混砂机里进行的, 先干混, 然后加液体粘结剂与水再混压约10分钟左右。混合后的砂, 需放置一段时间后方可使用。

为节约用砂, 一般在型砂配制中渗入部分旧砂。并将配制的砂作面砂加在木模表面, 约20~30毫米厚, 其余用旧砂填充, 称之填砂。

二、模型与芯盒的制造

模型是用来形成铸型型腔的, 其形状应与铸件外形相似。

芯盒是用来制造型芯的, 型芯是形成铸件内腔的, 其形状应与铸件内腔相似。

模型与芯盒的材质, 主要用木材, 故常称木模, 批量多者, 也可用金属模型。

(一) 制模设备与工具

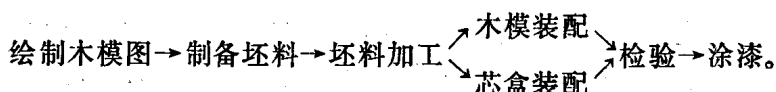
设备 有锯床、车床、刨床与铣床等。

工具 有各种手锯、手刨、铲子、钻头、斧头与车刀等。

量、划具 有直角尺、缩尺、划线规等。

(二) 制模工艺与要点

制模工艺过程:



制模时, 首先要根据铸造工艺图、考虑木模的结构, 用“缩尺”在木板或胶合板上, 按实际尺寸绘制木模图, 图1-3为铸件衬套的零件图、铸造工艺图与木模图。

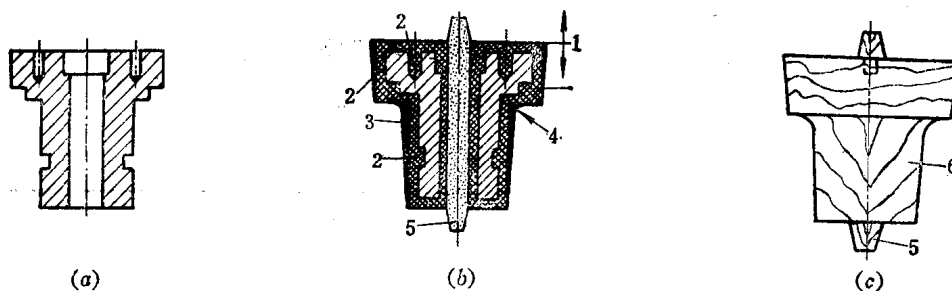


图 1-3

(a) 铸件衬套的零件图; (b) 铸造工艺图; (c) 木模图。

1—浇注位置与分型面; 2—加工余量; 3—拔模斜度; 4—铸造圆角; 5—泥芯头; 6—放收缩率。

由图可见, 要制造一个模型, 由零件图到木模图要考虑铸造工艺的特点与木模如何能方便地从铸型中取出来的问题。其中主要有以下六个要点:

1. 浇注位置与分型面

浇注位置是指铸件在铸型中按放的位置。分型面是指上砂型与下砂型的分界面。两者的选择不仅关系到铸件的质量, 而且还关系到操作复杂和困难与否的问题。其一般的选择原则:

- (1) 铸件上要求高的及主要的加工面, 应朝下, 或处于垂直的侧面。
- (2) 尽可能使整个铸件, 置于同一砂箱内, 尽量减少型芯、活块数量、避免吊芯。
- (3) 分型面应起模方便, 合适的分模面应有利于型芯的定位、固定与排气, 并应便

于检查铸件的壁厚，不易错箱等。

2. 切削加工余量 是铸件为进行机加切削而增大的尺寸，铸件上凡需加工的 表面均需留有适当的切削加工余量。

此外，铸件上的小孔，直径在20~30毫米以下者一般均不铸出，留待加工。铸件上如有小的凹槽与台阶，也不铸出，留待机械加工时加工出来。

3. 拔模斜度 为便于模型从砂型中取出，不致破坏砂型，模型侧壁，凡顺着拔出方向均应留有斜度，称拔模斜度。垂直壁愈高，斜度愈小。

4. 铸造圆角 模型上一个表面与相邻的另一表面之间的交角应尽可能做成圆角(见图1-4)。这样就可以：

(1) 防止铸件应力集中而引起裂纹；

(2) 消除砂型上较难捣实的、脆弱的、易于损坏的尖锐角。

5. 坭芯头 高度较大的孔，必须采用型芯，型芯上一般都设有芯头，作为在砂型中固定坭芯之用。这样在模型上相应的地方应做出凸出的部分，使得在铸型中形成固定坭芯头的孔腔，这孔腔称坭芯座。

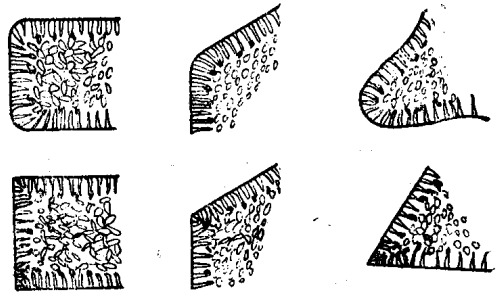


图1-4 圆角的作用

6. 收缩余量 木模图与铸造工艺图外形相似，但尺寸不同，这是因为金属流入铸型后，冷凝时发生收缩，所以模型上的尺寸应加上收缩余量。

收缩余量，用收缩率%来表示。不同的合金具有不同的收缩率，并专门制有不同的“缩尺”。如：

铸铁：1%；钢：1.5~2.2%；铝：1.0~1.5%；铜：1.25~1.5%。制成的模型与芯盒，最后还须按照铸件工艺图用收缩尺仔细检验尺寸、表面质量及配合情况，检验后，在模型表面涂一层酒精漆片（虫胶）以使表面光滑，不易吸潮。此外用线条或颜色标出芯头及活块部分，以便于区分。

三、造型方法

造型是砂型铸造中重要的工艺过程。

造型时首先要考虑的问题，是如何将模型从砂型中取出来，形成铸件的型腔，以便浇注。

为了取出模型，铸型必须有分型面，并按铸件外形复杂程度、批量大小以及配合木模的结构与分模面来考虑选用何种造型方法。

一般造型可用手工操作，大批量或大量生产时可用机器造型。具体造型方法如下：

(一) 手工造型法

1. 整体模造型(见图1-5)

特点：采用整体模型，整个模型基本上在一个砂箱内形成。故铸型简单，操作方便，不会错箱。

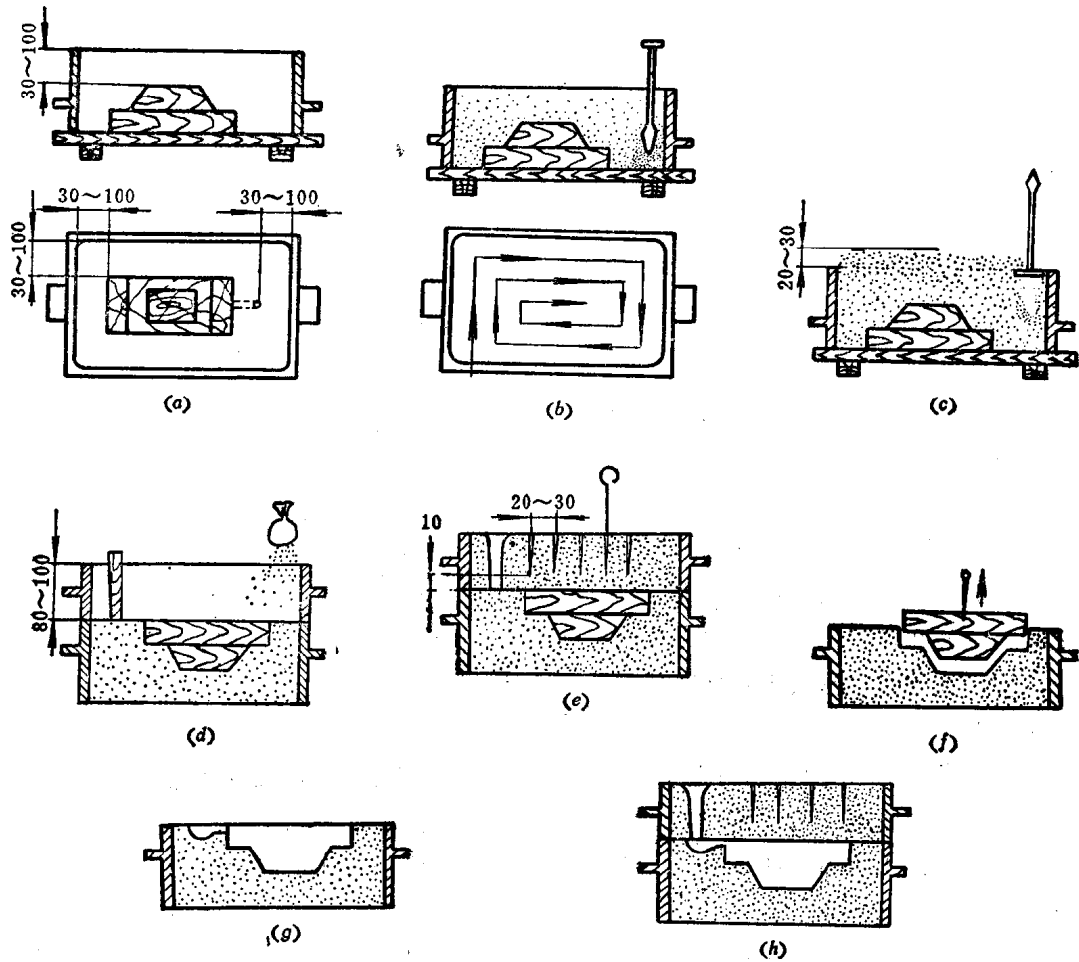


图1-5 整体模两箱造型

(a)把木模放在底板上，套上合适的下砂箱；(b)加砂，用桩砂锤尖头按图示路线桩砂；(c)用桩砂锤平头桩紧，用刮板刮平；(d)翻转，用慢刀修光。放上砂箱，撒分型砂，放直浇口棒；(e)桩砂后刮平，拔出直浇口棒，开浇口杯，扎气眼，開箱；(f)向木模四周刷水起模；(g)修整，开内浇口；(h)合箱。

2. 分离模造型 (见图1-6)

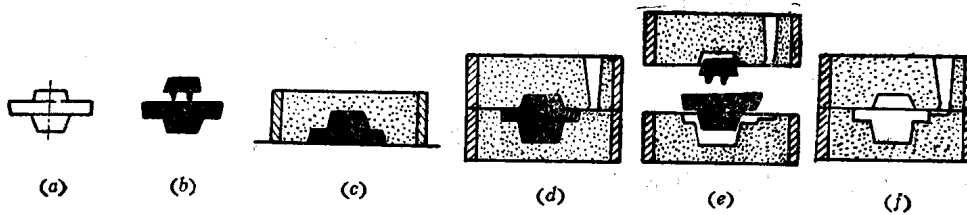


图1-6 分离模造型

(a)零件；(b)模型；(c)造下箱；(d)造上箱；(e)取模；(f)合箱。

特点：当铸件的最大截面不在端面时，为了从铸型中起出模型，常将模型沿最大截面处分成两半，并用销钉将其定位，以保证两半模型形成完整的铸件轮廓，模型被分割的平面称分模面，分模面常常就是分型面。

3. 切挖造型 (见图1-7)

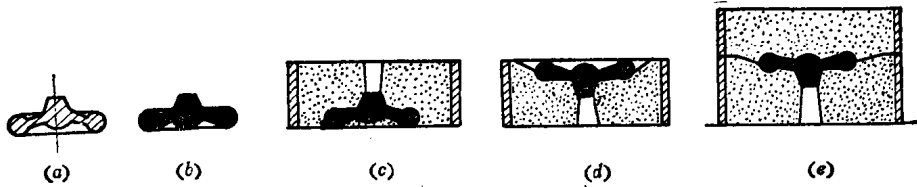


图1-7 切挖造型

(a)零件; (b)模型; (c)造上箱; (d)切挖; (e)造下箱。

特点: 铸件上下都不是平面, 而木模又不便于分成两半, 只好用整体模造好上箱后, 在分型面上切挖阻碍模型取出的型砂, 然后再造下箱。

4. 假箱造型 (图1-8)

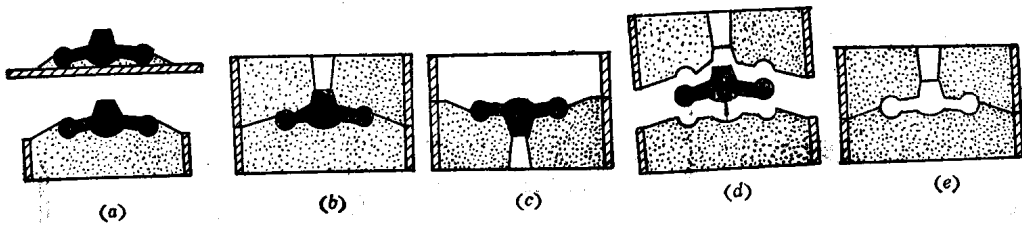


图1-8 假箱造型

(a)在假箱(或型板)上放模型; (b)造上箱; (c)造下箱; (d)取模; (e)合箱。

特点: 挖砂造型时, 每造一个铸件就要挖砂一次, 生产率很低, 且操作技术要求高, 只适用于单件和小批量生产。在成批生产时, 可借一假箱(如同挖砂造型的下箱)或型板, 做出弯曲分型面, 这样便省却了切挖工序。

5. 活块模造型 (见图1-9)

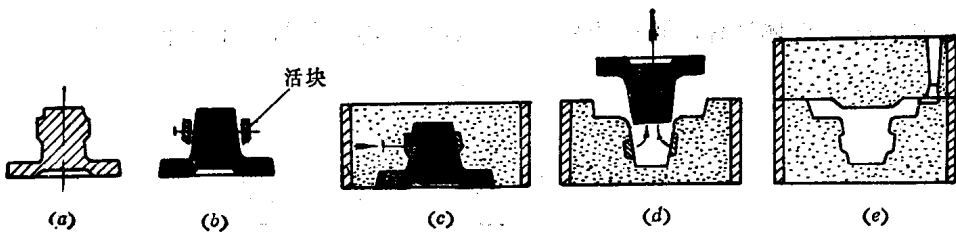


图1-9 活块模造型

(a)零件; (b)模型; (c)造下箱; (d)取模; (e)合箱。

特点: 铸件的侧面有局部凸起, 阻碍取模, 可将此凸起部分与模型本体分开, 叫做活块。在取模时, 先取出模型本体, 然后再从模型所留下的较大空间中取出活块。由于取活块过程较为困难, 因而此部分铸件精度较差。

6. 三箱造型 (见图1-10)

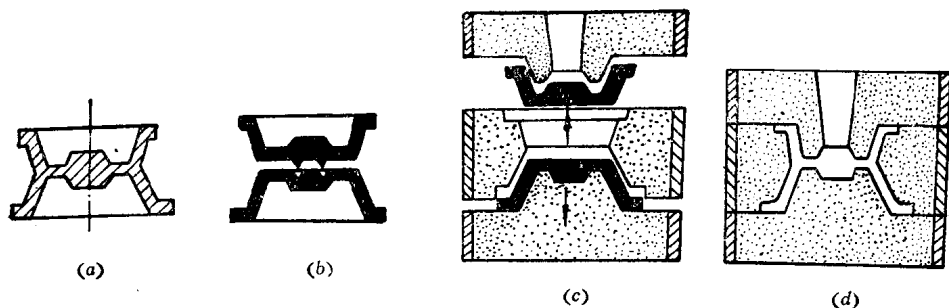


图1-10 三箱造型

(a) 零件; (b) 模型; (c) 取模; (d) 合箱。

特点: 铸件两端较大而中间较小, 如采用一个分型面时, 模型就无法取出, 这时需用两个分型面三个砂箱造型。造型时, 可先将模型放在中箱, 造好中箱后, 再造下箱, 然后两箱一起翻转 180° , 再造上箱。取模时, 先打开上箱, 取上半模, 再打开中箱, 取另一半模型。模型的分模面应在模型的最小截面上, 否则无法取模。

7. 利用坭芯造型 (见图1-11)

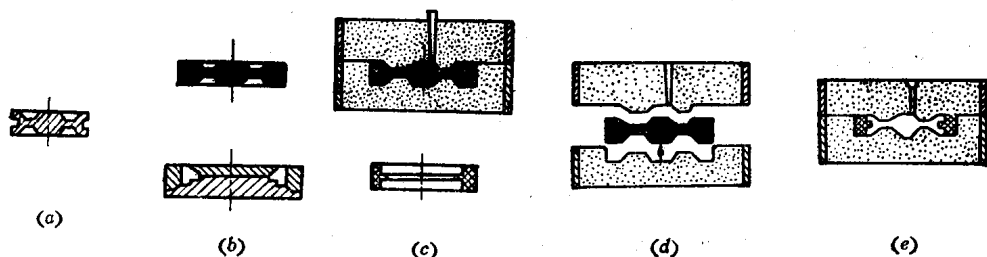


图1-11 利用坭芯造型

(a) 零件; (b) 模型与芯盒; (c) 造型与造芯; (d) 起模; (e) 合箱。

特点: 铸件形状也是两端大而中间小, 但铸件无法用三箱造型, 因为铸件高度小, 无法将其置于中箱造型 (这样矮的铸型, 造好后也会塌箱), 故采用一型芯代替中箱。

8. 刮板造型

直径大的旋转体铸件, 可采用由中心轴定位并绕着轴旋转的刮板造型 (见图1-12); 截

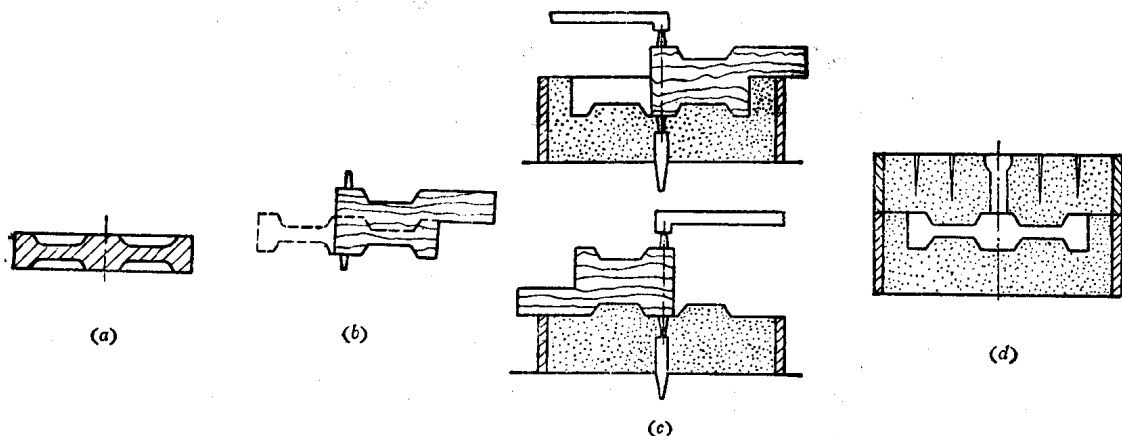


图1-12 中心轴刮板造型

(a) 零件; (b) 刮板; (c) 造型; (d) 合箱。

面形状没有变化的管子或管子弯头等铸件，可采用导向刮板造型（见图1-13）。

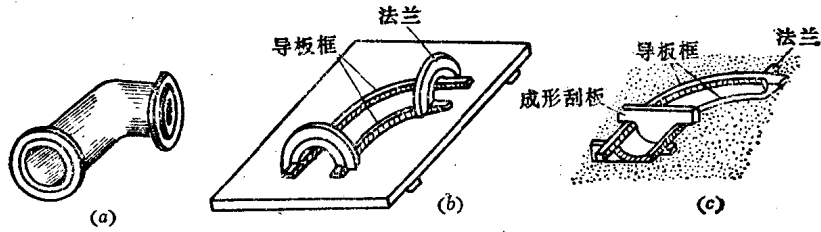


图1-13 导向刮板造型

(a)零件；(b)导向刮板框；(c)刮板造型。

特点：形状是回转体或截面不变的较大铸件，当产量极少时，用刮板造型，可简化其模型制作，大大节省木材与制模时间，但造型复杂，不宜成批生产。

(二) 机械造型法 (见图1-14)

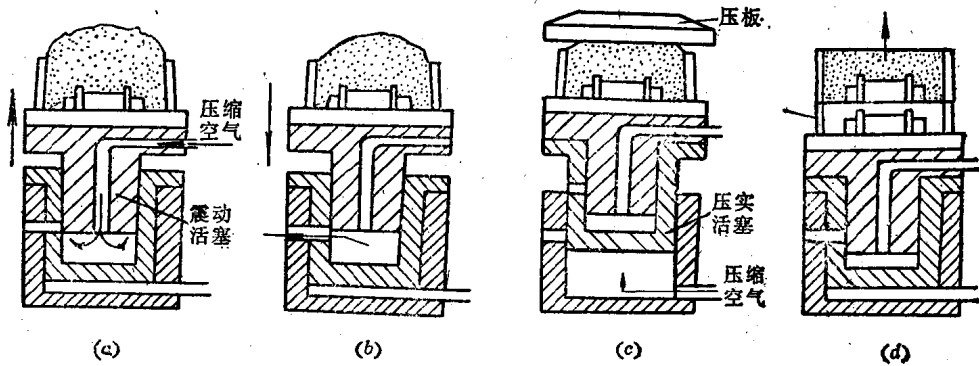


图1-14 震压式造型机工作原理图

(a)震动 (上升)；(b)震动 (下落)；(c)压实；(d)起模。

特点：机器造型主要是将手工造型中的紧砂与起模操作由机器来完成。较为完善的造型机能使整个造型过程（包括填砂、搬动和翻转砂箱等操作）都是自动进行。其动力大都是压缩空气。

紧砂 除图1-14所示采用震压紧砂外，其它造型机还有采用抛砂与压实等方法，压实头亦是多样的，除平板外还有橡皮膜与多触头等形式的压实头。图1-15为几种紧砂方法示意。

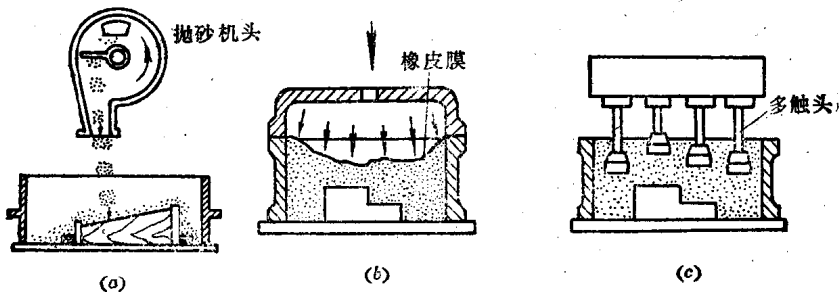


图1-15 造型机紧砂方法示意图

(a)抛砂；(b)橡皮膜压实；(c)多触头压实。

起模 造型机大部分具有起模机构，其模型主要使用型板。即将铸件与浇冒口的模型预先固定在一块底板上。型板有定位销，使与砂箱定位。也有在型板上，另加一块具有与分型面外轮廓空洞的漏板，使在起型时，可以托住砂箱中的型砂称之漏模。造型机起模的方法主要有顶箱、漏模与翻转三种（见图1-16）。

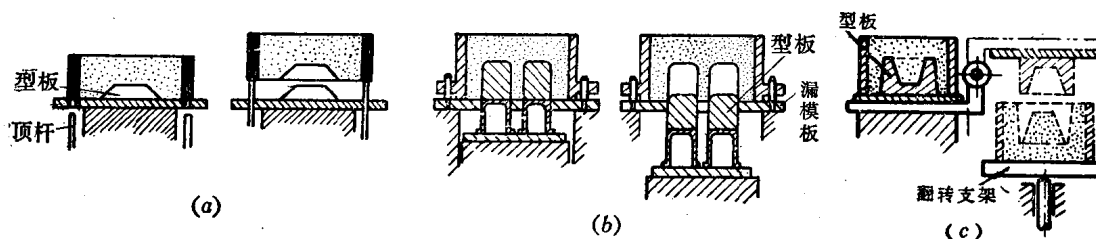


图1-16 造型机起模方法示意图

(a) 顶箱；(b) 漏模；(c) 翻转。

四、型芯的制作与固定

型芯的作用是与铸型配合以形成铸件内腔，有时可作为模型难起部位的活砂块，也有全部用型芯拼组的铸型。

(一) 对型芯的技术要求

由于型芯受到高温液体金属的冲击与包围，因此除要求芯砂具有更高的性能外，制芯时还需采取以下措施：

1. 放置型芯骨 以提高型芯的强度，图1-17为常用的几种型芯骨。

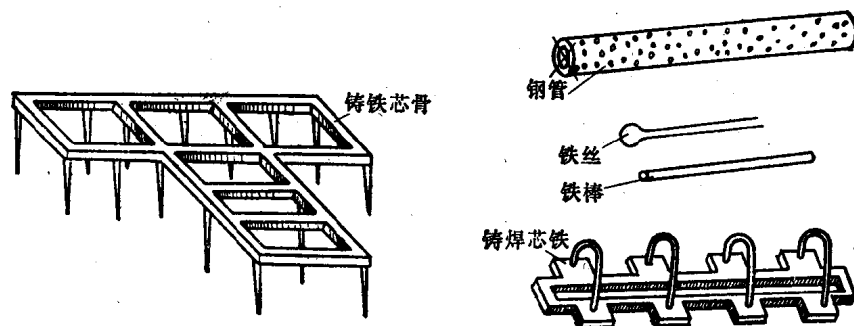


图1-17 型芯骨

2. 开通气孔 以利于型芯中气体的排出，图1-18为常见的几种型芯通气方法。

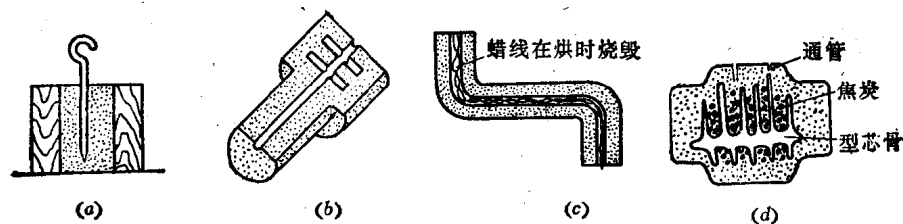


图1-18 型芯的通气孔

(a) 通气针扎气孔；(b) 挖通气沟；(c) 埋蜡线；(d) 放焦炭与钢管。