

李弘英 赵成志 编著

铸造工艺设计

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



铸造工艺设计

李弘英 赵成志 编著



机械工业出版社

本书包含铸铁件、铸钢件和非铁合金铸件的铸造工艺设计内容及工艺参数、浇注系统设计、补缩系统设计、出气孔设计、激冷系统设计、特种铸造工艺(部分)及铸造工艺新技术等内容。

全书理论联系实际,书中的工艺举例均采用经过生产验证的实例,图、文并茂,为工艺设计提供了理论依据和实用手段。

本书在介绍传统铸造工艺设计方法的基础上,又介绍了较先进、较成熟的凝固模数法铸造工艺设计。在模数法上有所发展,在铸造工艺 CAD 上有所前进。该书适用于不同层次的铸造工作者阅读,也可供从事材料研究的科研人员 and 高等院校材料专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

铸造工艺设计/李弘英,赵成志编著. —北京:机械工业出版社, 2005.2

ISBN 7-111-16033-9

I. 铸… II. ①李…②赵… III. 铸造-工艺设计
IV. TG24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 004085 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:余茂祚

责任编辑:余茂祚 版式设计:霍永明 责任校对:姚培新

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·29 印张·714 千字

定价:50.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

前 言

铸件在机械产品中所占的重量大致是：在机床、内燃机、重型机械中占 70%~90%；在风机、压缩机、动力机械中占 60%~80%；在农业机械中占 40%~70%；在交通、运输车辆中占 15%~70%。可见，在国民经济各行业中，铸件得到广泛应用。据估算，目前我国年产铸件一千多万吨，从业人员一百多万。我国自加入 WTO 以后，正逐步成为世界制造业中心之一。随着国民经济和世界经济的发展，对铸件的需求将越来越多，铸件的优质化程度将越来越高。铸造工艺设计水平对提高铸件内外质量、提高工艺出品率、降低废品率、提高经济效益上，起着非常重要的作用。

本书包含了铸铁件（灰铸铁件、球墨铸铁件、可锻铸铁件）、铸钢件（碳钢铸件、合金钢铸件、高锰钢铸件）和非铁合金铸件（铝合金铸件、镁合金铸件、铜合金铸件）的浇注系统设计、补缩系统设计、出气孔设计和激冷系统设计以及铸造工艺计算机辅助设计及铸件的强制冷却等内容。为提高部分重力铸造的铸件质量，还纳入了部分特种铸造工艺。

此书不同于铸造工艺手册（工具书），理论占有一定篇幅，理论性强，以深入浅出的理论写出了为什么（工具书通常是只写是什么，不写为什么），为工艺设计提供理论依据和实用手段；它不同于教科书，教科书受授课学时约束，篇幅受到界定，本书部分内容的理论比同类教科书写得透，理论联系实际，它不但实例多，而且均采用经过生产实践检验的实例，有计算方法与计算过程，有参照价值，不会让人读后感到不知所措，摸不着头脑。

本书在介绍传统铸造工艺设计方法的基础上，又介绍了较先进、较成熟的凝固模数法铸造工艺设计，在模数法上有所发展，在铸造工艺 CAD 上有所前进，它适合于不同层次的铸造工作者阅读。

本书最大的特点是：以理论为依据，以实用的大量参数和图表为手段，理论联系实际，用不同的计算方法和计算实例阐述了铸造工艺设计的步骤和方法。全书内容既反映了国内外在铸造工艺设计理论和实践方面已取得的成就和动向，又反映了作者多年从事铸造工艺设计和现场生产技术工作所取得的部分实践的认识与科研成果。

本书的理论性强，实践内容丰厚，多以高质量要求的铸件为实例，可供从事铸造专业的技术人员阅读，也可供科研人员和高等院校材料专业的师生参考。

本书在成稿过程中，得到了全国百佳编辑余茂祚教授级高级工程师的指导和大力支持，他从百忙中抽出时间对全书稿进行了精心、认真地审阅，提出了很多宝贵意见，使本书内容更加完善和准确。我们表示衷心感谢！

本书的第 1~6 章由李弘英编著（赵成志参加了部分工作），第 7 章由赵成志编著。由于我们的水平所限，缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

目 录

前言

第 1 章 铸造工艺设计内容及相关

资料 1

1.1 铸造工艺设计内容 1

1.2 铸造工艺符号及其表示方法 1

1.3 铸造工艺方案的确定 7

1.3.1 浇注位置的选择 7

1.3.2 分型面的选择 8

1.4 铸造工艺参数 11

1.4.1 铸件最小铸出壁厚 11

1.4.2 铸件最小铸出孔 11

1.4.3 铸件尺寸公差 12

1.4.4 机械加工余量 15

1.4.5 铸造收缩率 17

1.4.6 起模斜度 19

1.4.7 非加工壁厚负余量 21

1.4.8 反变形量 21

1.4.9 工艺补正量 22

1.4.10 分型负数 23

1.4.11 收缩肋 24

1.4.12 浇冒口的切割余量 26

1.4.13 铸件在砂型内的冷却时间 27

1.4.14 压铁重量的计算及去

压铁载荷时间 29

1.4.15 起吊重量的计算和

铸件上吊轴的设计 31

1.5 砂芯设计 32

1.5.1 芯头的基本尺寸 33

1.5.2 砂芯的定位结构 37

1.5.3 压环、防压环和集砂槽芯头

结构 38

1.5.4 砂芯负数 38

1.5.5 芯骨 39

1.5.6 砂芯的排气 40

1.5.7 芯撑 42

1.6 铸件重量公差 52

1.7 铸件表面粗糙度 52

第 2 章 浇注系统设计 54

2.1 浇注系统的组成及其作用 54

2.2 浇注系统的类型和应用范围 57

2.3 浇注系统的设计 62

2.3.1 灰铸铁件浇注系统的设计 62

2.3.2 可锻铸铁件浇注系统的设计 104

2.3.3 球墨铸铁件浇注系统的设计 108

2.3.4 铸钢件浇注系统的设计 115

2.3.5 非铁合金铸件浇注系统的

设计 129

2.4 金属液过滤技术 139

2.4.1 纤维过滤网 139

2.4.2 陶瓷过滤器 140

第 3 章 补缩系统设计 143

3.1 铸钢件补缩系统设计 143

3.1.1 铸钢的收缩 143

3.1.2 铸钢件中的缩孔和缩松 145

3.1.3 缩孔形成机理 146

3.1.4 缩松形成机理 146

3.1.5 缩孔和缩松的分配规律 149

3.1.6 缩孔位置的确定 150

3.1.7 冒口的设计和计算 182

3.2 铸铁件补缩系统设计 284

3.2.1 灰铸铁件冒口的设计 284

3.2.2 可锻铸铁件冒口的设计 290

3.2.3 球墨铸铁件冒口的设计 294

3.2.4 工艺举例 300

3.3 非铁合金铸件补缩系统设计 302

3.3.1 冒口补缩距离 303

3.3.2 冒口计算 303

3.3.3 工艺举例 305

第 4 章 出气孔设计 310

4.1 出气孔的作用及设置的原则 310

4.2 出气孔的分类及尺寸 310

第 5 章 激冷系统设计 313

5.1 铸钢件激冷系统设计 313

5.1.1 直接外冷铁及其激冷系统设计	313	6.5 石膏型铸造	397
5.1.2 间接外冷铁及其激冷系统设计	332	6.5.1 石膏型铸造应用范围	397
5.1.3 内冷铁及其激冷系统设计	334	6.5.2 工艺过程	397
5.2 铸铁件激冷系统设计	352	6.5.3 工艺参数	398
5.2.1 灰铸铁件的激冷	352	6.5.4 熔模法用模样的制造	399
5.2.2 球墨铸铁件的激冷	352	6.5.5 石膏型用原材料	401
5.2.3 激冷系统设计实例	354	6.5.6 石膏浆料的配方	402
5.3 非铁合金铸件的激冷	357	6.5.7 石膏浆料的制备	403
第 6 章 特种铸造工艺	359	6.5.8 灌浆	405
6.1 离心铸造	359	6.5.9 石膏型的蒸汽处理、干燥和脱蜡	405
6.1.1 铜合金套类铸件的离心铸造	361	6.5.10 石膏型的焙烧	406
6.1.2 轴瓦的离心铸造	364	6.5.11 浇注	407
6.1.3 铜合金叶轮离心铸造	367	6.5.12 铸件清理	409
6.2 低压铸造	368	6.6 陶瓷型铸造	409
6.2.1 铸件工艺设计	368	6.6.1 硅酸乙酯陶瓷型铸造	409
6.2.2 铸型设计	373	6.6.2 硅溶胶陶瓷型铸造	421
6.2.3 低压铸造工艺	380	第 7 章 铸造工艺新技术	425
6.3 差压铸造	389	7.1 铸件凝固过程的计算机数值模拟	425
6.3.1 差压铸造工作原理	389	7.1.1 铸件凝固温度场的数值模拟	425
6.3.2 差压铸造工艺的的优点	390	7.1.2 铸件缩孔和缩松的预测	429
6.3.3 差压铸造应用范围	390	7.1.3 金属液充型过程数值模拟	431
6.3.4 铸型与工艺设计	390	7.2 铸造工艺的计算机辅助设计	435
6.3.5 差压铸造浇注工艺	390	7.2.1 铸造工艺 CAD 的任务	435
6.3.6 差压铸造设备	393	7.2.2 铸件的实体和视图处理	439
6.4 增压铸造	395	7.3 强制冷却技术的应用	442
6.4.1 基本原理及应用范围	395	7.3.1 强制冷却技术的原理及其方式	443
6.4.2 增压铸造设备	396	7.3.2 强制冷却的计算和应用实例	447
6.4.3 增压铸造工艺	397	参考文献	453

第 1 章 铸造工艺设计内容及相关资料

1.1 铸造工艺设计内容

按铸件生产批量的大小, 铸造工艺的设计内容有繁简之分, 见表 1-1。随着科学技术的发展, 铸造工艺计算机辅助设计已得到广泛应用; 它容易补充、修改, 容易实现标准化和建立工艺文件档案, 提取迅速, 应用方便, 是铸造工艺设计的发展方向, 这部分内容将在第 7 章介绍。

表 1-1 铸造工艺设计内容及应用范围

项 目	内 容	用途及应用范围
铸造工艺图	<p>在零件图样上用铸造工艺规定的符号及颜色表示出: 浇注位置、分型面、加工余量、线收缩率、起模斜度、反变形量、分型负数、工艺补正量、浇注系统、冒口、补贴、冷铁、铸肋, 砂芯形状、数量、芯头尺寸和砂芯负数等</p> <p>如果单件、小批生产, 不另绘墨线工艺卡时, 则需加上铸件重量、浇注重量和工艺要点</p>	<p>制造模样、模板、芯盒等用, 并作生产准备和模样验收依据</p> <p>适用于各种批量的生产</p> <p>无铸造工艺卡时, 用作单件小批造型、制芯、配型生产的指导性工艺文件及铸件尺寸验收依据</p>
铸件图	<p>绘制按零件图样添加加工余量(含不铸孔)以后的墨线铸件图样</p>	<p>验收铸件和机械加工夹具设计的依据</p> <p>适用于成批、大量生产或长年性生产的定型铸件</p>
铸型装配图	<p>表示出: 浇注位置, 砂芯数量、固定、排气和下芯顺序, 浇注系统、冒口、冷铁等的尺寸和位置, 验型尺寸, 砂型(箱)结构和尺寸的墨线图样</p>	<p>生产准备、合型、检验、工艺调整的依据</p> <p>适用于成批、大量生产的重要件、单件生产的重型件</p>
铸造工艺卡	<p>附有工艺简图。说明造型、制芯、浇注、开箱、清理、热处理、验收等工序操作要点或要求</p>	<p>各生产工序及生产管理的重要依据</p> <p>根据批量大小或不同的生产工序填写有关内容</p>

1.2 铸造工艺符号及其表示方法

按 JB/T2435—1978 规定使用的铸造工艺符号及其表示方法, 见表 1-2。

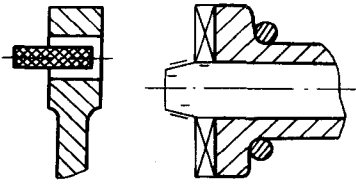
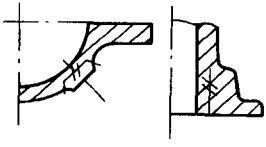
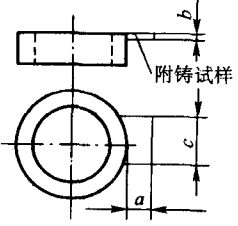
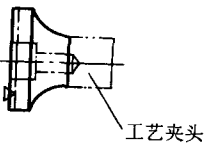
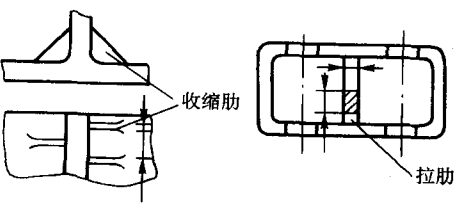
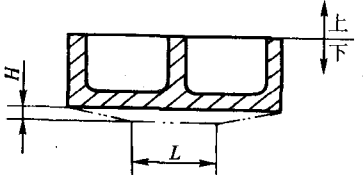
表 1-2 铸造工艺符号及其表示方法

名 称	符 号	说 明
分型线		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示,并写出“上、中、下”红色字样</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细墨线表示,并写出“上、中、下”黑色字样</p>
分模线		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示,可在任一端画红色“<”符号</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实线表示,可在任一端划“<”符号</p>
分型分模线		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实线表示</p>
分型负数		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示,并注明减量数值</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实墨线表示,并注明减量数值</p>
不铸出的孔和槽		<p>绘制在零件图样上时,用红色线打叉,如图 a</p> <p>绘制墨线工艺图样时,在图样中不画出,如图 b</p>

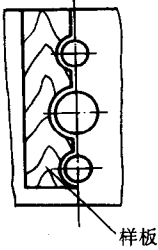
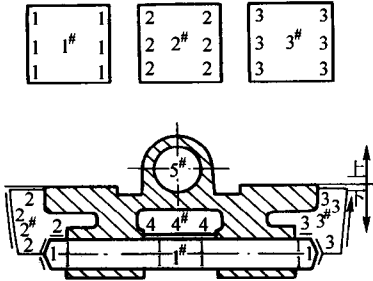
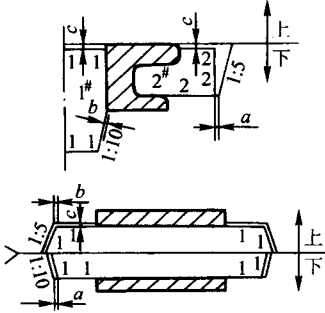
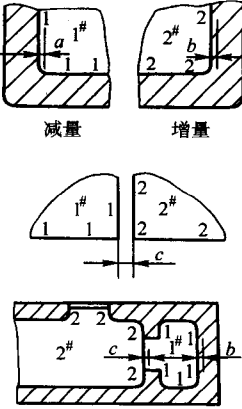
(续)

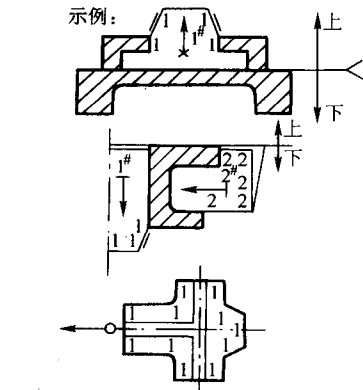
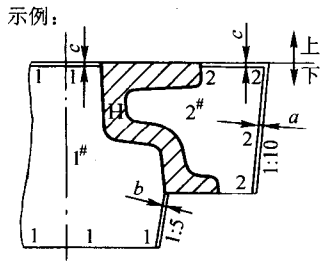
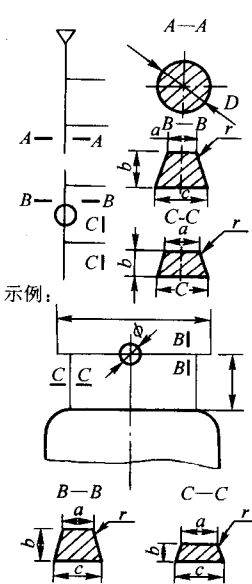
名称	符号	说明
工艺补正量		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示,并注明正或负补正量的值,如图 a 所示</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用粗实墨线表示毛坯轮廓,双点画墨线表示零件形状,并注明正或负工艺补正量的值,如图 b 所示</p>
冒口		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示,有采用斜度表示之处,则注明斜度,用序号 1[#]、2[#]…区分冒口,注明冒口尺寸</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实墨线表示冒口,注明尺寸,有采用斜度表示之处则注明斜度,用序号 1[#]、2[#]…区分冒口</p>
冒口切割余量		<p>绘制在零件图样上时,用红色虚线表示,注明切割余量数值</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用虚墨线表示,注明切割余量数值</p>
补贴		<p>绘制在零件图样上时,用红色实线表示,注明尺寸</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实墨线表示,注明尺寸</p>
出气孔		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示,注明尺寸</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实墨线表示,注明尺寸</p>

(续)

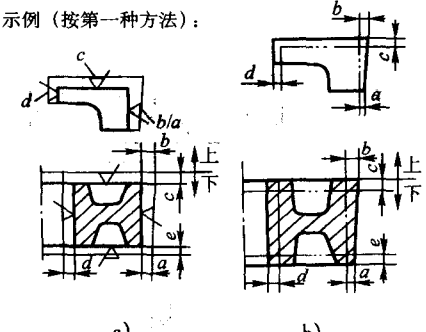
名称	符号	说明
冷铁		<p>绘制在零件图样上时,用蓝色线表示,圆钢杆冷铁涂淡蓝色,成形冷铁打叉</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实线表示,圆钢杆冷铁涂淡黑色,成形冷铁打叉</p>
模样活块		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示,并在此线上画两条平行短线</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实墨线表示,并在此线上画两条平行短线</p>
附铸试块		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示,注明尺寸,写出“附铸试块”字样</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实墨线表示,注明尺寸,写出“附铸试块”字样</p>
工艺夹头		<p>绘制在零件图样上时,用红色线画出轮廓,写出“工艺夹头”字样</p> <p>绘制工艺图样时,用双点画线画出轮廓,写出“工艺夹头”字样</p>
拉肋、收缩肋		<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示;注明尺寸,写出“拉肋”或“收缩肋”字样</p> <p>绘制墨线工艺图样时,用细实墨线表示,注明尺寸,写出“拉肋”或“收缩肋”字样</p>
反变形量		<p>绘制在零件图样上时,用红色双点画线;绘制墨线工艺图样时,用细双点画墨线表示;注明反变形量数值</p>

(续)

名称	符号	说明
<p>样 板</p>		<p>绘制在零件图样上时,用蓝色线画出轮廓及木材剖面纹理;绘制墨线工艺图样时,用细实墨线画出轮廓及木材纹理;写出“样板”字样 专门绘制样板图样时,在检验位置注明样板标记</p>
<p>砂芯编号、边界符号及芯头边界</p>		<p>绘制在零件图样上时,芯头边界用蓝色线表示;绘制墨线工艺图样时,用细实墨线表示;砂芯编号用1#、2#...等标注;边界符号一般只在芯头及芯头交界处用与砂芯编号相同的小号阿拉伯字表示,铁芯需写出“铁芯”字样</p>
<p>芯头斜度及间隙</p>		<p>绘制在零件图样上时,用蓝色线表示;绘制墨线工艺图样时,用细实线表示;注明斜度及间隙数值</p>
<p>砂芯增减量与砂芯间的间隙</p>		<p>绘制在零件图样上时,用蓝色线表示;绘制墨线工艺图样时,用细实墨线表示;注明增减量与间隙数值,或在工艺说明中说明</p>

名称	符号	说明
砂芯舂砂、 出气及紧 固方向	<p style="text-align: center;">捣砂方向↑ 出气方向↑ 紧固方向↑</p> <p>示例:</p> 	<p>绘制在零件图样上时,用蓝色线表示;绘制墨线工艺图样时,用粗实墨线表示;箭头表示方向,箭尾画出不同代表符号</p>
芯 撑	<p>示例:</p> 	<p>绘制在零件图样上时,用红色线表示;绘制墨线工艺图样时,用粗实墨线表示;特殊结构的芯撑写出“芯撑”字样</p>
浇注系统	<p>示例:</p> 	<p>在零件图样上绘制工艺图样时,用红色单线或红色双线表示;绘制墨线工艺图样时,用细实单墨线或细实双墨线表示;注明尺寸</p>

(续)

名称	符号	说明
机械加工余量	<p>示例 (按第一种方法):</p> 	<p>在零件图样上绘制工艺图样时,用红色实线表示;绘制墨线工艺图样时,用粗实线表示铸件轮廓,双点画线表示零件形状,如图 b 所示;对各加工面的加工余量,可采用下述两种方法之一表示;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 按 GB/T6414 查得的数值分别标注在各加工面上 2. 在工艺说明中写明按 GB/T6414 查得的加工余量等级或该等级对不同加工面的加工余量数值,其标注方法按本章 1.4.4

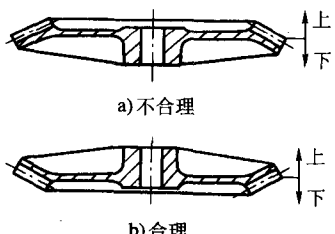
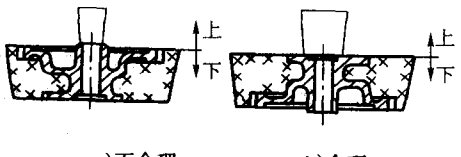
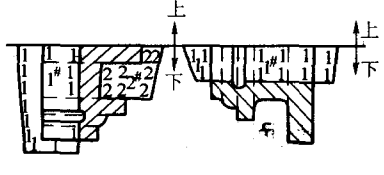
注:本表的机械加工余量表示方法按 GB/T6414—1999 规定。该标准对 GB/T11350 及 JB/T2435—1978 作了部分改动。

1.3 铸造工艺方案的确定

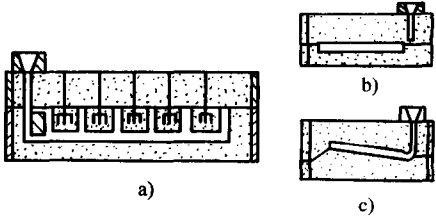
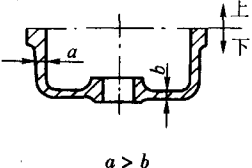
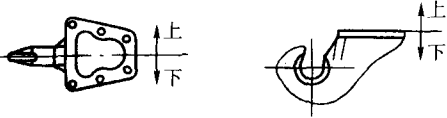
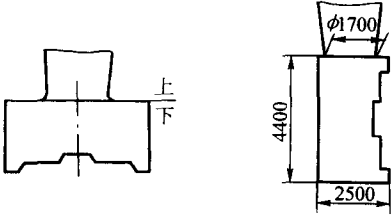
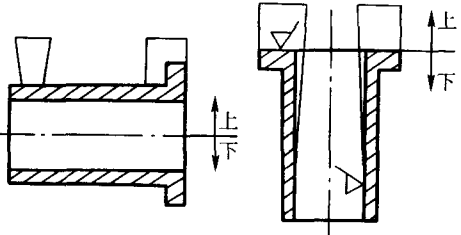
铸造合金的种类、零件的结构与技术要求、生产批量的大小和生产条件是确定铸造工艺方案的依据。确定铸造工艺方案主要是选择合理的浇注位置和分型面。

1.3.1 浇注位置的选择 (见表 1-3)

表 1-3 确定浇注位置的一般原则

序号	一般原则	简图
1	<p>铸件的主要加工面、主要工作面和受力面应尽量放在底部或侧面,以防止产生砂眼、气孔、夹渣等缺陷。简图中齿轮的轮齿是重要的加工面和工作面,应将其朝下,保证组织致密和防止产生铸造缺陷</p>	
2	<p>对于凝固收缩率较大的铸造合金,应满足顺序凝固的原则,铸件厚实部分应尽可能置于上方,利于设置冒口补缩</p>	
3	<p>有利于砂芯的定位、固定和排气,尽量避免吊芯和悬臂砂芯。简图 a 的浇注位置改为图 b 后,对于凝固收缩率大的合金,既减少砂芯数量、利于砂芯固定和排气,又利于设置冒口补缩</p>	

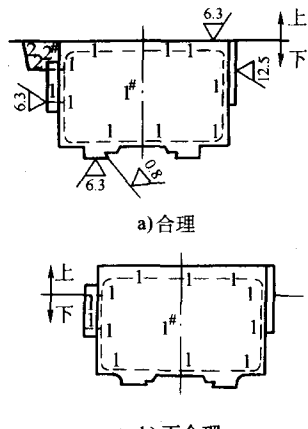
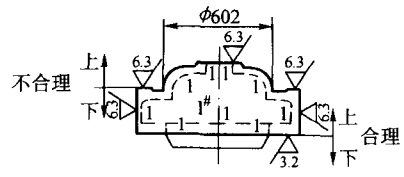
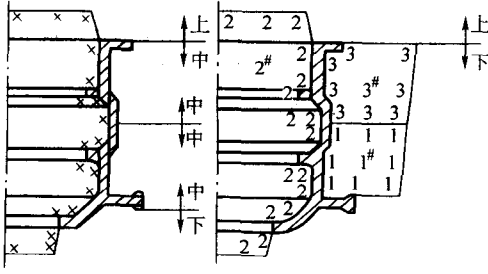
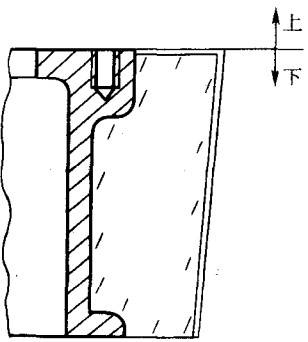
(续)

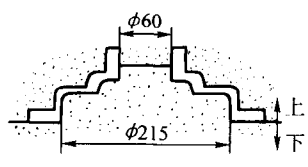
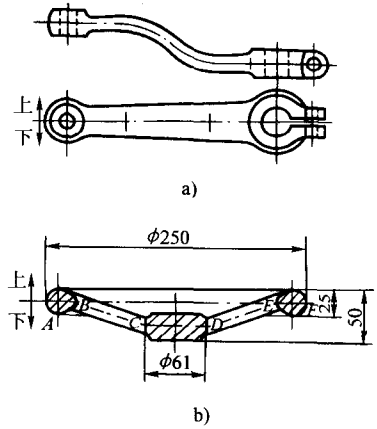
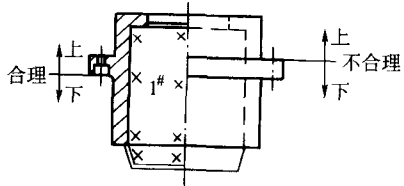
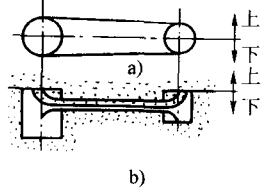
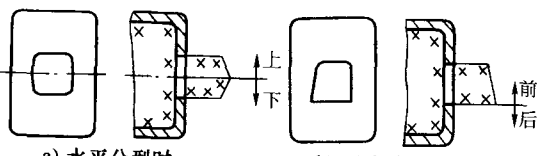
序号	一般原则	简图
4	<p>大平面应置于下部或倾斜位置,以防夹砂等缺陷。有时为了方便造型,可采用“横做立浇”、“平做立浇”的方法。图 a 为平台浇注位置,大平面朝下;图 b、c 为平板件的浇注位置,图 b 不合理,图 c 合理</p>	
5	<p>铸件的薄壁部分应置于铸件的底部或侧面,以防浇不到、冷隔等缺陷。图为铝电动机端盖的浇注位置</p>	 <p style="text-align: center;">$a > b$</p>
6	<p>在大批量生产中,应使铸件的飞翅、毛刺最少与易于清除</p>	 <p style="text-align: center;">a)不合理 b)合理</p>
7	<p>要避免厚实铸钢件冒口下面的受力面产生偏析</p>	 <p style="text-align: center;">a)不合理 b)合理</p>
8	<p>尽量使冒口置于加工面上,以减少铸件清整工作量。冒口设在加工面上的立浇方案(图 b),既有利于冒口补缩,又可减少砂眼、气孔、夹渣等缺陷产生的可能</p>	 <p style="text-align: center;">a)不合理 b)合理</p>

1.3.2 分型面的选择

分型面的选择应尽量与浇注位置一致,以避免合型后翻转砂型。表 1-4 是选择分型面的一般原则。

表 1-4 分型面的选择原则

序号	选择原则	例图
1	<p>尽量将铸件的全部或大部分放在同一箱内,以减少错型和不便验型造成的尺寸偏差;图 a 方案虽然增加了一个砂芯,但可保证尺寸精度</p>	 <p>a) 合理</p> <p>b) 不合理</p>
2	<p>尽量将加工定位面和主要加工面放在同一箱内,以减少加工定位的尺寸偏差,图示 $\phi 602$ 处为定位面</p>	 <p>不合理</p> <p>合理</p>
3	<p>尽量减少分型面数量,在机器造型中一般采用一个分型面,如图所示铸件,利用 1#、3# 两个砂芯可将方案 a 的三个分型面变为方案 b 的一个分型面</p>	 <p>a) 不合理</p> <p>b) 合理</p>
4	<p>在机器造型中,应尽量不使用活块,必要时用砂芯取代模样拆活。图为飞轮壳的一例</p>	

序号	选择原则	例图
5	尽量减少砂芯数量,如例图中 $\phi 60$ 孔由上、下砂型分别做出,可不用砂芯	
6	尽量使分型面为平面,必要时也可不做成平面。图 a 为起动脉的平面分型,图 b 为大手轮的曲面(ABCDEF 面)分型	
7	为了方便起模,分型面应在铸件的最大截面处。对于较高的铸件,尽量使铸件在一箱内不过高。图中的合理方案可避免模样在一箱内过高,利于机器造型和适应已有砂箱高度	
8	在大量生产时,分型面的选择应有利于铸件的清整,方案 a 产生较多的飞翅,方案 b 的飞翅少且位置易于清理	
9	选择分型面应考虑到造型方法的不同。高压造型与震击造型和射压造型相比砂型紧实度较高,狭小吊砂处易损坏,故在高压造型中应避免狭小吊砂。图示为采用水平分型和垂直分型(如挤压造型)时,所采用的不同分型面	 <p>a) 水平分型时分型面的位置</p> <p>b) 垂直分型时分型面的位置</p>

1.4 铸造工艺参数

铸造工艺参数是指铸造工艺设计时需要确定的工艺参数，工艺参数的选择是铸造工艺设计的重要内容，对指导铸造工艺设计与铸造生产具有重要作用。主要包括以下内容：

1.4.1 铸件最小铸出壁厚

合金液的流动性、铸件的轮廓尺寸和铸造方法，决定了合金液的充型能力。为了避免铸件浇不到和冷隔等缺陷，应要求铸件壁厚不小于最小壁厚。对于砂型铸造各类铸造合金铸件的最小壁厚可参考表 1-5。铸件的内壁厚度应小于外壁厚度，可参考表 1-6。

表 1-5 砂型铸件最小壁厚 (单位: mm)

铸件轮廓尺寸	铸件材质						
	铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铝合金	镁合金	铜合金
≤200×200	8	≈6	6	5	3	—	3~5
>200×200~500×500	10~12	6~10	12	8	4	3	6~8
>500×500	15~20	15~20	—	—	6	—	—

表 1-6 砂型铸件之内、外壁厚相差值

合金类别	铸铁	铸钢	铸铝	铸铜
内壁比外壁厚度应减少的相对值(%)	10~20	20~30	10~20	15~20

注：铸件内壁尺寸大的取下限值。

1.4.2 铸件最小铸出孔

通常，零件图样上较大的孔应铸出，以节约金属和机械加工工时；较小的孔和槽，或铸件的壁很厚，则不宜铸出，直接用机械加工成孔反而方便。对中心线位置要求高的孔，不宜铸出，这是因为铸出后很难保证中心度精确，用钻头扩孔无法纠正其中心位置。表 1-7 和表 1-8 是最小铸出孔的数值，可供参考。

表 1-7 铸铁件和非铁合金铸件最小铸孔尺寸 (单位: mm)

铸件材质	壁厚	最小孔径
铸 铁	8~10	6~10
	20~25	10~15
	40~50	15~30
	50~100	35~50
铝合金、镁合金	—	20
铜 合 金	—	25

注：球墨铸铁件取上限。

无法用机械加工形成的弯曲孔及铸件的薄窄内腔，一定要想办法铸出，可采用树脂砂或水溶性芯砂制作砂芯。孟爽芬教授等人研制的水溶性砂芯能铸出很小的铸孔和很薄的铸件内腔，其方法如下：

1. 用于铝合金铸件的水溶性砂芯 芯砂的配比（质量分数）是：食盐（NaCl）60%~