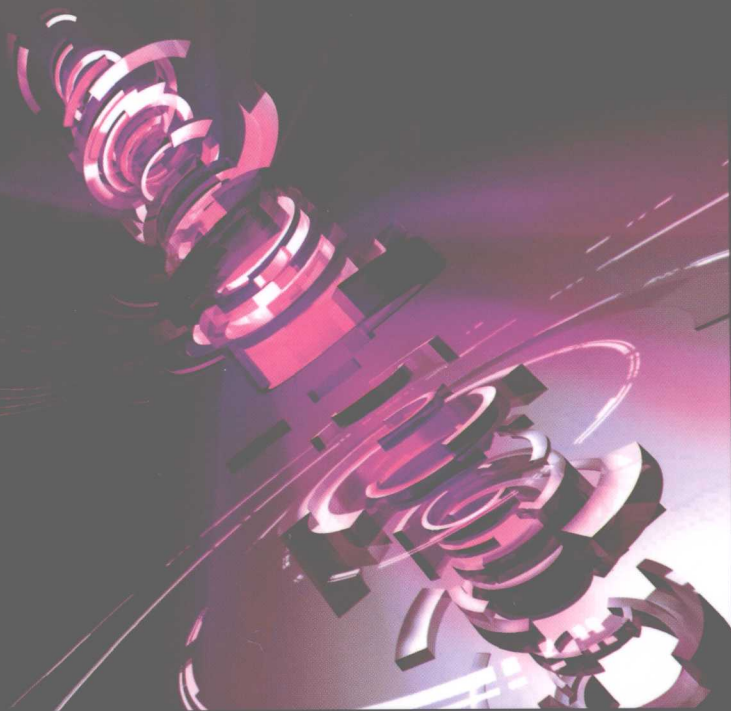


高等学校教材

铸造工艺学

◎ 董选普 李继强 编

ZHUZAO GONGYIXUE



化学工业出版社

高等学校教材

铸造工艺学

董选普 李继强 编



化学工业出版社

·北京·

本书为铸造专业的系列教材之一。全书涵盖了铸造工艺设计的全部内容,并增加了消失模铸造工艺设计、计算机在铸造工艺中的应用等最新内容,通过去粗取精、整编精简,力求体现现代铸造工艺实践性强的特色。本书主要论述了铸造工艺设计的基本概念、铸造工艺方案、浇注系统设计、铸件凝固与补缩的基本原则、消失模铸造工艺设计的特点,对计算机技术在铸造工艺方法和设计中的应用也做了简要介绍。本书在叙述上力求深入浅出、重视理论基础,并密切联系实际,反映当代先进技术,注意培养学生分析问题、归纳问题和解决问题的能力。

全书分为7章:铸造工艺设计的基本概念、铸造工艺方案的确定、浇注系统设计、铸件的凝固与补缩、铸造工装设计、消失模铸造工艺设计、计算机技术在铸造工程中的应用。

本书可作为高等院校材料成型及控制工程铸造方向学生和高等院校铸造专业本专科生教材。亦可供相关铸造行业的工程技术人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

铸造工艺学/董选普,李继强编. —北京:化学工业出版社, 2009. 8
高等学校教材
ISBN 978-7-122-06316-8

I. 铸… II. ①董…②李… III. 铸造-工艺学-高等学校-教材 IV. TG24

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第122478号

责任编辑:彭喜英 陶艳玲
责任校对:蒋宇

文字编辑:颜克俭
装帧设计:韩飞

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)
印装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张11¼ 字数297千字 2009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: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

我国铸造技术已经有 4000 多年的辉煌历史，在世界铸造历史中占有相当重要的地位。进入 21 世纪以来，又取得了新的成就，铸件年产量已跃居世界第一，约占全世界年产量的 30%，成为名副其实的铸造大国，但从铸造生产的综合技术经济指标和效益来看，我们与世界铸造强国相比，还有较大的差距。

历史发展到今天，我们的生活已经离不开铸造，铸造产品无处不在。小到日常的锅碗瓢盆，大到数百吨的电站和轧钢设备铸件；从普通的五金工具，到尖端的如航天飞机发动机部件等，都少不了铸件。因此，铸造生产是先进制造技术和日常生活中必不可少的重要组成部分。今后，发展铸造生产的重点不是在数量上，而是在质量和效益上下工夫，要全面提高铸造生产的技术经济指标，增加高端铸件产品的比例，最大限度地提高效益，降低能源消耗和环境污染，完成由“铸造大国”向“铸造强国”的过渡。

我们的先辈在很早以前就总结了“刑（型）范正，工冶巧，然后可铸”的铸造口诀。“刑（型）范正”就是指铸造工艺技术要合理准确、正确，“工冶巧”就是说金属冶炼技术和浇注过程技术巧妙得当，才能得到优质铸件。由此可见，自古至今铸造工艺就是铸造生产的核心，是生产优质铸件的关键。现代铸造生产不再是工匠的活计，而应是科学的、可持续发展的生产方式。铸件在生产之前必须进行合理的铸造工艺设计，使得铸件的生产工艺过程能够实现科学操作、规范管理、有效控制，达到优质、高产、低耗的效果。铸造工艺设计师需要一定的基本理论知识和丰富的实际经验，需要掌握大量的生产数据，了解生产条件，注意环保、节能、成本等因素，使企业能够可持续发展。本书就是为了培养未来铸造工程师的需要而编写的，希望借本书的学习而交给学子们一把打开铸造之门的钥匙。

本书除了全面地介绍了铸造工艺的传统内容（铸造工艺设计基本概念、铸造工艺方案的确定、浇注系统设计、铸件的凝固与补缩、铸造工装设计等），还特别增加了消失模铸造新技术的工艺设计特点和原则，并扼要介绍了铸造工艺计算机辅助设计基本知识以及快速成型技术在铸造工艺中的应用等最新科技成果，目的就是让大家在掌握铸造工艺基本理论、计算方法的同时，对现代科技在铸造生产中应用的新成果也有所了解。本书既可供高等学校学生（包括专科生、本科生及研究生）使用，也可供从事铸造生产的工程技术人员参考。

本书由华中科技大学的董选普教授编写第 1、2、6、7 章，宁波理工学院的李继强博士编写第 3~5 章。全书由董选普统稿及整理。由于本书是教科书，对于经典的理论、最新的成果、实际生产中的新老例证本书都有所收录。感谢大家为我国的铸造人才教育作出的贡献！

由于本书涉及的面广，内容繁多，作者水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正，不吝赐教。

编者

2009 年 6 月

于武汉喻园

目 录

第 1 章 铸造工艺设计的基本概念	1	2.5.5 起模斜度	42
1.1 铸造工艺符号及其表示方法	1	2.5.6 最小铸出孔及槽	45
1.2 铸造工艺图概述	6	2.5.7 工艺补正量	45
1.2.1 铸造工艺图及其绘制程序	6	2.5.8 分型负数	45
1.2.2 铸造工艺图示实例	8	2.5.9 反变形量	46
1.3 工艺卡及其他	8	2.5.10 砂芯负数(砂芯减量)	47
1.4 铸造工艺设计与环境保护的关系	11	2.5.11 非加工壁厚的负余量	47
1.4.1 铸造业的主要环境问题简述	12	2.5.12 分芯负数	48
1.4.2 铸造工艺和环境的关系	13	习题与思考题	48
习题与思考题	16	第 3 章 浇注系统设计	50
第 2 章 铸造工艺方案的确定	17	3.1 浇注系统基本组元中的水力学特点	50
2.1 零件结构及其技术条件的审查	17	3.1.1 液态金属流动的水力学特性	50
2.1.1 从避免缺陷方面审查铸件结构	17	3.1.2 液态金属在浇口杯中的流动	51
2.1.2 从简化铸造工艺方面改进零件 结构	19	3.1.3 液态金属在直浇道中的流动	52
2.2 造型、造芯方法和浇注位置的确定	23	3.1.4 液态金属在横浇道中的流动	52
2.2.1 造型、造芯方法的选择	23	3.1.5 液态金属在内浇道中的流动	55
2.2.2 浇注位置的选择	28	3.2 浇注系统的基本分类	56
2.3 分型面的选择	30	3.2.1 按浇注系统各单元截面积的比例 分类	56
2.3.1 铸件全部或大部分置于同一 半型内	30	3.2.2 按金属液导入铸件型腔的位置 分类	57
2.3.2 尽量减少分型面的数目	31	3.3 浇注系统设计	61
2.3.3 分型面应尽量选用平面	31	3.3.1 浇注系统位置的选择	61
2.3.4 便于下芯、合箱和检查型腔尺寸	31	3.3.2 浇注系统的计算	62
2.3.5 不使砂箱过高	32	3.4 各种合金铸件浇注系统特点	68
2.3.6 受力件的分型面的选择不应削弱 铸件结构强度	32	3.4.1 可锻铸铁件的浇注系统	68
2.3.7 注意减轻铸件清理和机械加 工量	32	3.4.2 球墨铸铁件的浇注系统	69
2.4 砂芯设计	33	3.4.3 铸钢件的浇注系统	69
2.4.1 确定砂芯形状(分块)及分盒面 选择的基本原则	33	3.4.4 轻合金铸件浇注系统	71
2.4.2 芯头设计	35	3.4.5 铜合金的浇注系统	72
2.5 铸造工艺设计参数	38	习题与思考题	73
2.5.1 铸件尺寸公差	38	第 4 章 铸件的凝固与补缩	74
2.5.2 铸件重量公差	40	4.1 铸件的凝固	74
2.5.3 机械加工余量	40	4.1.1 铸件的凝固特性及其影响因素	74
2.5.4 铸造收缩率(模样放大率)	42	4.1.2 凝固方式与铸件质量的关系	76
		4.2 铸件的缩孔和缩松	76
		4.2.1 缩孔	77
		4.2.2 缩松	78

4.2.3 缩孔与缩松的分配规律	79	第6章 消失模铸造工艺设计	126
4.2.4 防止铸件产生缩孔和缩松的措施	80	6.1 消失模铸造工艺特点	126
4.3 冒口的种类及补缩原理	82	6.1.1 消失模铸造分类	126
4.3.1 冒口的种类和形状	82	6.1.2 消失模铸造特点	128
4.3.2 常用冒口补缩原理	83	6.2 泡沫模样成型工艺	129
4.4 铸钢件冒口的设计	87	6.2.1 消失模铸造对模样的要求	130
4.4.1 模数法	87	6.2.2 模样材料种类及其性质	130
4.4.2 模数-周界商法	88	6.2.3 泡沫模样成型方法及步骤	133
4.5 铸铁件实用冒口设计	89	6.2.4 泡沫模样发泡模具设计要点	136
4.5.1 铸铁件的凝固特性	89	6.3 消失模铸造浇注系统	146
4.5.2 铸铁件实用冒口设计	90	6.3.1 消失模铸造浇注系统的作用	146
4.5.3 铸铁件的均衡凝固	92	6.3.2 浇注系统的结构形式	146
4.6 提高通用冒口补缩效率的措施和特种 冒口	94	6.3.3 浇注系统各组元尺寸的确定	148
4.6.1 大气压力冒口	94	6.3.4 空心直浇道及浇注系统与模样的 连接	150
4.6.2 发热保温冒口	95	6.3.5 冒口的设计	152
4.6.3 易割冒口	97	6.4 消失模铸造干砂造型	153
4.7 冷铁	98	6.4.1 砂箱和干砂	153
4.7.1 外冷铁	98	6.4.2 加砂和紧实	156
4.7.2 内冷铁	100	6.4.3 干砂循环系统简介	159
4.8 铸肋	102	习题与思考题	159
4.8.1 收缩肋	102	第7章 计算机技术在铸造工程中的 应用	160
4.8.2 拉肋	104	7.1 铸造工艺 CAD 基本概念	160
习题与思考题	105	7.1.1 概述	160
第5章 铸造工装设计	106	7.1.2 铸造工艺 CAD 研究与开发	161
5.1 模样及模板	106	7.1.3 铸造工艺 CAD 特点	161
5.1.1 模样	106	7.2 铸造工艺 CAD 技术基础	164
5.1.2 模板	112	7.2.1 图形处理的软件系统	164
5.2 砂箱	115	7.2.2 铸造成型过程数值模拟	165
5.2.1 设计和选用砂箱的基本原则	115	7.3 铸造工艺 CAD 实例	166
5.2.2 砂箱类型的选择	116	7.3.1 托轮铸件的仿真模拟	166
5.2.3 砂箱结构	117	7.3.2 防喷器双闸板壳体铸造工艺	168
5.3 芯盒	120	7.3.3 防喷器四通铸造工艺仿真	169
5.3.1 金属芯盒的种类及特点	121	7.3.4 铝合金进气歧管铸造工艺研究	171
5.3.2 芯盒结构设计	122	7.4 数字化快速铸造技术	172
5.4 其他工艺装备	123	7.4.1 快速成型技术原理	172
5.4.1 高压造型用直浇道模和浇口 杯模	123	7.4.2 快速成型技术分类和比较	173
5.4.2 压砂板和成型压头	124	7.4.3 数字化铸造技术	173
5.4.3 砂芯检验用具	124	习题与思考题	180
5.4.4 烘干机(板)	124	参考文献	181
5.4.5 工装图样的通用技术条件	125		
习题与思考题	125		

第 1 章 铸造工艺设计的基本概念

铸造生产是一个诸多工序集成的复杂过程,包括金属熔炼、型砂配制和处理、造型制芯、合型浇注、落砂清理和旧砂回用等。人们往往把铸件的生产过程称为铸造工艺过程,对于某一个铸件,编制出其铸造生产工艺过程的技术文件就是铸造工艺设计。

铸造工艺设计技术根据对铸造零件的要求、生产批量和生产条件,以及对铸件结构的工艺性分析等,用文字、图样及表格说明零件的生产工艺过程和指导生产作业的技术资料,确定铸造工艺方案、工艺参数,绘制铸造工艺图、编制工艺规程和工艺卡等技术文件的过程。

在进行铸造工艺设计前,设计者应充分掌握客户的要求,熟悉企业和工厂的生产条件,这些是铸造工艺设计的基本依据。此外,要求设计者有一定的生产经验和设计经验,并应对铸造先进技术有所了解,具有经济观点和可持续发展观点,才能很好地完成任务。

1.1 铸造工艺符号及其表示方法

工艺文件的格式和内容,因铸件生产性质、生产类型和生产条件不同而有所区别。各种工艺文件所反映的主要内容和应用范围见表 1-1 所列。

表 1-1 铸造工艺设计的内容和常规程序

项目	内容	用途及应用范围	设计程序
铸造工艺图	在零件图上,用《铸造工艺符号及表示方法》(JB/T 2435—78)规定的红、蓝色符号表示出:浇注位置和分型面,加工余量,铸造收缩率(说明),起模斜度,模样的反变形量,分型负数,工艺补正量,浇注系统和冒口,内外冷铁,铸肋,砂芯形状、数量和芯头大小等	用于制造模样、模板、芯盒等工艺装备,也是设计这些金属模具的依据,还是生产准备和铸件验收的根据,适用于各种批量的生产	1. 零件的技术条件和结构工艺性分析 2. 选择铸造及造型方法 3. 确定浇注位置和分型面 4. 选用工艺参数 5. 设计浇冒口,冷铁和铸肋 6. 砂芯设计
铸件图	反映铸件实际形状、尺寸和技术要求。用标准规定符号和文字标注,反映内容:加工余量,工艺余量,不铸出的孔槽,铸件尺寸公差,加工基准,铸件金属牌号,热处理规范,铸件验收技术条件等	是铸件检验和验收、机械加工夹具设计的依据,适用于成批、大量生产或重要的铸件	7. 在完成铸造工艺图的基础上,画出铸件图
铸型装配图	表示出浇注位置,分型面、砂芯数目,固定和下芯顺序,浇注系统、冒口和冷铁布置,砂型结构和尺寸等	是生产准备、合箱、检验、工艺调整的依据,适用于成批、大量生产的重要件,单件生产的重要件	8. 通常在完成砂箱设计后画出
铸造工艺卡	说明造型、造芯、浇注、开箱、清理等工艺操作过程及要求	用于生产管理和经济核算,依批量大小,填写必要内容	9. 综合整个设计内容

铸造工艺符号是表达设计者设计意图与要求的专用符号。根据 JB/T 2435—1978 标准规定,铸造工艺符号可采用甲、乙两类形式表示。甲类形式是在零件的图样上用红蓝两色线条绘制的工艺图;乙类形式是用墨线绘制的工艺图。这两类形式均适用于砂型铸钢件、铸铁件和铸造非铁合金铸件。表 1-2 为甲类形式的常用工艺符号和表示方法。

图 1-1 是衬套的零件图、铸造工艺图和铸件图的比较。图 1-1(a) 是零件图,是根据机器的工作需要设计出来的结构,有孔洞、螺纹、沟槽等,是一个完整的零件设计图。图 1-1(b) 是铸造工艺图,根据铸造工艺的特点,有造型的分型面、不铸出位置、砂芯、拔模斜

表 1-2 铸造工艺符号及表示方法

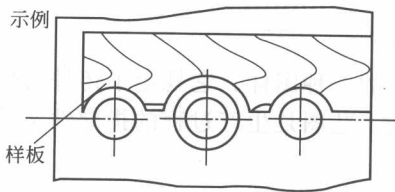
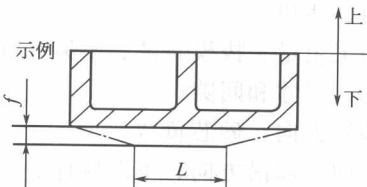
序号	名称	工艺符号及示例	表示方法
1	分型线		<p>用红色线表示,并用红色写出“上、中、下”字样</p>
2	分模线		<p>用红色线表示,在任意一端画“<”号</p>
3	分型分模线		<p>用红色线表示</p>
4	分型负数		<p>用红色线表示,并注明减量数值</p>
5	不铸出的孔或槽		<p>不铸出的孔或槽在图上用红笔打叉</p>
6	机械加工余量		<p>加工余量分两种方法可任选其一 1. 用红色线表示,在加工符号附近注明加工余量数值 2. 在工艺说明中写出上、侧、下加工余量数值 特殊要求的加工余量可将数值标在加工符号附近,凡带斜度的加工余量应注明斜度</p>
7	工艺补正量		<p>用红色线表示,注明正、负工艺补正量的数值</p>
8	冒口		<p>各种冒口均用红色线表示,注明斜度和各部尺寸,并用序号 1#、2# 区分</p>

续表

序号	名称	工艺符号及示例	表示方法
9	冒口切割余量		用红虚线表示, 注明切割余量数值
10	补贴		用红色线表示并注明各部尺寸
11	出气孔		用红色线表示, 注明各部尺寸
12	砂芯		芯头边界用蓝色线表示, 编号用阿拉伯数字 1#、2# 等标注; 边界符号一般只在芯头及砂芯交界处用与砂芯编号相同的小号数字表示; 铁芯需写出“铁芯”字样
13	芯头斜度与间隙		用蓝色线表示并注明斜度及间隙数值
14	砂芯增减量芯间间隙		用蓝色线表示, 注明增减量与间隙数值, 或在工艺说明中注明
15	捣砂出气和紧固方向		用蓝色线表示, 箭头表示方向, 箭尾划出不同符号

序号	名称	工艺符号及示例	表示方法
16	芯撑		<p>一般芯撑用红色线表示, 结构特殊的芯撑要写出“芯撑”字样</p>
17	模样活块		<p>用红色线表示, 并在此线上画两条平行短线</p>
18	冷铁		<p>用蓝色线表示, 圆钢冷铁涂淡蓝色, 成型冷铁打叉</p>
19	拉肋收缩肋		<p>用红色线表示, 注明各部尺寸, 并写出“拉肋”或“收缩肋”字样</p>
20	浇注系统		<p>用红色线或红色双线表示并注明各部尺寸</p>
21	本体试样		<p>用红色线表示, 注明各部尺寸, 并写出“本体试样”字样</p>
22	工艺夹头		<p>用红色线描(划)出工艺夹头的轮廓, 并写出“工艺夹头”字样</p>

续表

序号	名称	工艺符号及示例	表示方法
23	样板		用蓝色线划出样板轮廓及木材剖面纹理,并写出“样板”字样。专门绘制样板图时,应在检验位置注明样板标记
24	反变形量		用红色双点划线表示,并注明反变形量的数值

度、加工余量等工艺参数都在图中按规定标出,是一个完整的铸造工艺图。图 1-1(c) 是根据铸造工艺图浇注的金属零件图,也叫铸件图。铸件的整体尺寸比零件图的设计尺寸有所放大,且很多部位没有铸出,需要进行机械加工后才能得到图 1-1(a) 的零件。在机械行业中,图 1-1(c) 的铸件一般称为毛坯,图 1-1(a) 称为零件产品。

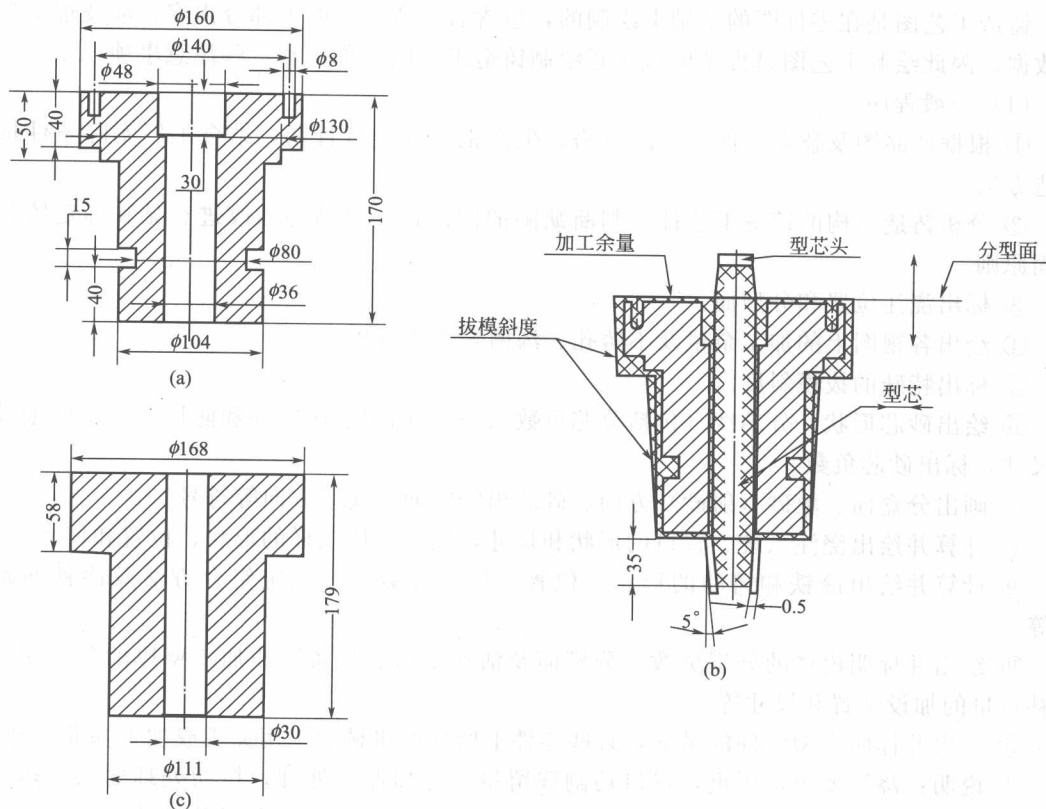


图 1-1 零件图、铸造工艺图和铸件图的比较

1.2 铸造工艺图概述

1.2.1 铸造工艺图及其绘制程序

铸造工艺图是铸造行业所特有的一种图样。它规定了铸件的形状和尺寸，也规定了铸件的基本生产方法和工艺过程。铸造工艺图是生产过程的指导性文件，它为设计和制造铸造工艺装备提供了基本依据。

铸造工艺图表达的内容：

- ① 浇注位置、分型面、分模面、活块；
- ② 模样的类型和分型负数、加工余量、拔模斜度、不铸孔和沟槽；
- ③ 砂芯个数和形状、芯头形式、尺寸和间隙；
- ④ 分盒面、芯盒的填砂（射砂）方向、砂芯负数；
- ⑤ 砂型的出气孔、砂芯出气方向、起吊方向、下芯顺序、芯撑的位置、数目和规格；
- ⑥ 工艺补正量、收缩肋（割肋）和拉肋形状、尺寸和数量和铸件同时铸造的试样、铸造（件）收缩率；
- ⑦ 砂箱规格、造型和制芯设备型号、铸件在砂箱内的布置，并列几种不同名铸件同时铸出、几个砂芯公用一个芯盒以及其他方面的简要技术说明等。

上述这些内容并非在每一张铸造工艺图上都要表示，而是与铸件的生产批量、产品性质、造型和制芯方法，铸件材质和结构尺寸，废品倾向等具体情况有关。

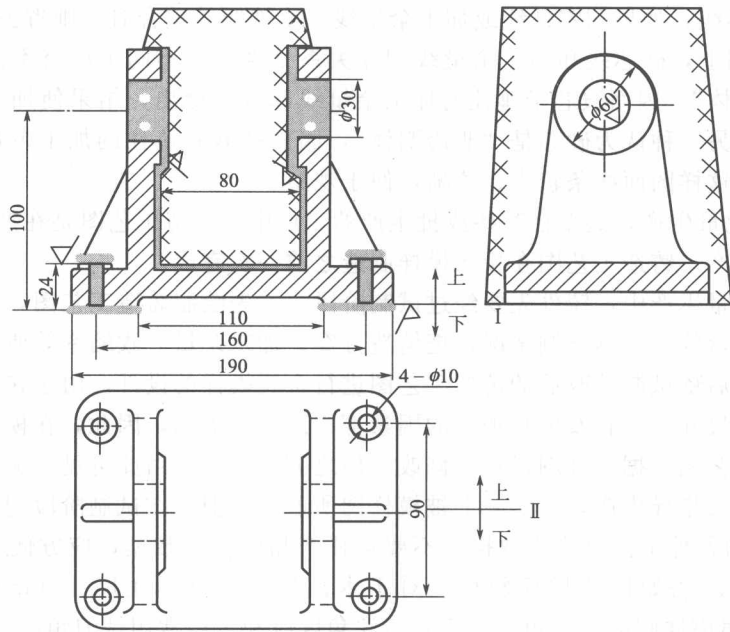
铸造工艺图是在零件图的基础上绘制的，包含有铸造工艺的大部分内容，涉及很多参数和数据，因此绘制工艺图过程中应该注意绘制铸造工艺图的程序和一些注意事项。

（1）一般程序

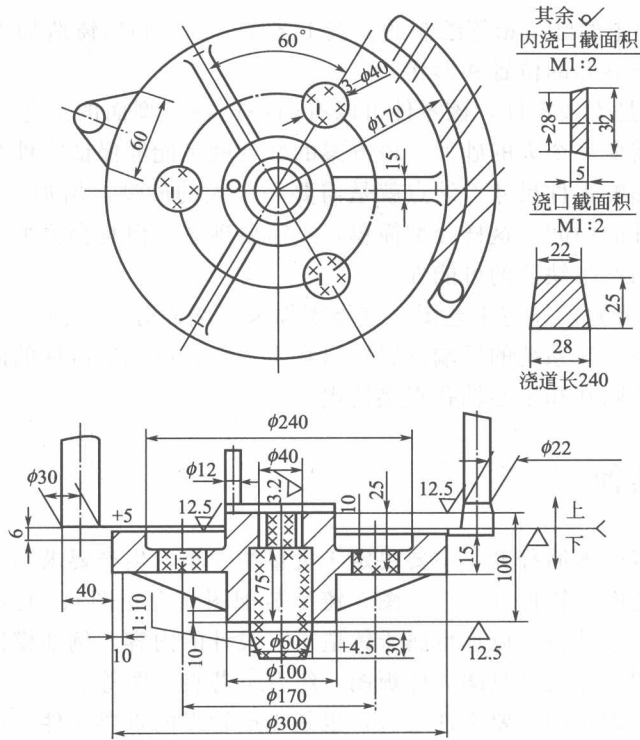
- ① 根据产品图及技术条件、产品价格、生产批量及交货日期，结合工厂实际条件选择铸造方法。
- ② 分析铸造结构的铸造工艺性，判断缺陷的倾向，提出结构的改进意见和确定铸件的凝固原则。
- ③ 标出浇注位置和分型面。
- ④ 绘出各视图上的加工余量及不铸孔、沟槽等工艺符号。
- ⑤ 标出特殊的拔模斜度。
- ⑥ 绘出砂芯形状、分芯线（包括分芯负数）、芯头间隙、压紧环和防压环、积砂槽及有关尺寸，标出砂芯负数。
- ⑦ 画出分盒面、填砂（射砂）方向、砂芯出气方向、起吊方向等符号。
- ⑧ 计算并绘出浇注系统、冒口的形状和尺寸，绘出本体试样的形状、位置和尺寸。
- ⑨ 计算并绘出冷铁和铸肋的形状、位置、尺寸和数量，固定组合方法及冷铁间距大小等。
- ⑩ 绘出并标明模样的分型负数，分模面及活块形状、位置，非加工壁厚的负余量，工艺补正量的加设位置和尺寸等。
- ⑪ 绘出并标明大型铸件的吊柄，某些零件上所加的机械加工用夹头或加工基准台等。
- ⑫ 说明：浇注要求，压重，冒口切割残留量，冷却保温处理，拉肋处理要求，热处理要求等。技术条件中还需说明：铸造（件）收缩率（缩尺），一箱布置几个铸件或与某名称铸件同时铸出，选用设备型号及砂箱尺寸等。

(2) 注意事项

① 每项工艺符号只在某一视图或剖视图上表示清楚即可。不必在每个视图上反映所有工艺符号，以免符号遍布图样、互相重叠。



(a) 支架



(b) 飞轮

图 1-2 典型的铸造工艺图

② 加工余量的尺寸，如果顶面、孔内和底面、侧面数值相同时，图面上不标注尺寸，可写在图样背面的“木模工艺卡”中，也可写在技术条件中。

③ 相同尺寸的铸造圆角、等角度的拔模斜度，图形上可不标注，只写在技术条件中。

④ 砂芯边界线，如果和零件线或加工余量线、冷铁线等重合时，则省去砂芯边界线。

⑤ 在剖视图上，砂芯线和加工余量线相互关系处理上，不同工厂有不同做法：一种认为砂芯是“透明体”，因而被芯子遮住的加工余量线部分亦绘出，结果使加工余量红线贯穿整个砂芯剖面；另一种认为砂芯是“非透明体”，因而被砂芯遮住的加工余量线不绘出；推荐后一种方法，这样图面线条较少、清晰，便于观察。

⑥ 单件小批量生产，甚至在某些成批生产的工厂中，铸造工艺图是在产品图上绘制的，直接用于指导生产。铸造工艺图在投入模样制造之前一次完成。

在大批、大量生产中，铸件先要经过试制阶段。首先绘制铸造工艺图，并按图样制造试制用的模样、芯盒等。根据试制情况，把铸造方案、加工余量、收缩率等所有工艺因素进行变更和调整。最后依试制修改后的铸造工艺图进行金属模样的设计。由于在试制阶段不可能把铸件的每一个尺寸、形状及模具加工的因素都详细地考虑到，因此，在模样设计以后，还要对原有铸造工艺图依据模样图样加以修改，使之前后统一。由此可见，大量生产的铸造工艺图，往往不直接指导生产，它实际上被模样图所取代，但它在试制阶段起主导作用。

⑦ 所标注的各种工艺尺寸或数据，不要盖住产品图上的数据，应方便工人操作，符合生产的实际条件。例如标注拔模斜度，对于木模样，则应标注尺寸（mm）或比例（如1/50）；对于金属模样则应标注角度，而且所注角度应和工厂常用铣刀角度相对应。

1.2.2 铸造工艺图示实例

图 1-2 为实际应用中的红蓝铅笔绘制的铸造工艺图，红笔画出铸造加工余量、浇注系统等工艺参数，蓝笔画出砂芯的位置和形状。

图 1-2(a) 所示的是支架零件，该零件可以有两种选择分型面的工艺方法，方案 I 的分型方式为底部分型，需要一个大的砂型。该方案的好处就是能够保证零件的尺寸精度，分型面在零件的底面，不影响零件尺寸。缺点就是需要一个大的砂型，增加了工序和材料成本。方案 II 的分型面在零件的中间，这样分型简单，不需要砂芯。但是会增加尺寸的误差，同时也增大了零件因错箱而产生缺陷的可能性。

图 1-2(b) 是一个飞轮的铸造工艺图，该类零件采用端面分型。浇注系统采用弧形横浇道、多个内浇道，并在浇注系统的远端设置冒口和出气口，以保证铸件的内部致密性和轮廓的完整性。飞轮的三个圆孔和中心轴孔直接铸出。

1.3 工艺卡及其他

铸造工艺设计内容的繁简程度，主要决定于批量的大小、生产要求和生产条件。一般包括下列内容：铸造工艺图，铸件（毛坯）图、铸型装配图（合箱图）、工艺卡及操作工艺流程。广义地讲，铸造工艺装备的设计也属于铸造工艺设计的内容，例如模样图、模板图、芯盒图、砂箱图、压铁图、专用量具图和样板图、组合下芯夹具图等。

工艺卡是铸造工艺设计的重要文件之一，也是生产管理的重要文件。铸造工艺卡一般以表格形式，说明所用金属牌号及各种非金属材料（如型砂、芯砂）的要求，造型、制芯操作等注意事项，浇注规范，使用砂箱，各种原材料消耗及工时定额等。根据工艺操作需要，附

以合箱简图或工艺简图。它和铸造工艺图一样，都是铸件在铸造生产过程中最基本、最重要的技术资料 and 工艺文件，也是施工单位编制生产计划、调整劳动组织、安排物资供应、进行质量检验和经济核算的主要凭据。铸造工艺卡具体内容的详略因生产条件、生产性质和类型而异。通常，对于需成批、大量生产的定型产品，其工艺卡内容应详尽；单件、小批生产的铸件工艺卡内容可以适当简化。

由于各工厂生产批量不同、生产条件不同，所使用的工艺卡形式有很大差异。对于单件、小批生产性质的工厂，指导（木模）制造及造型、制芯、浇注操作的工艺卡，大都采用图章的形式盖印在铸造工艺图的背面，工艺卡和铸造工艺图同时应用，铸造工艺图是直接指导操作的文件，因此，这类工艺卡都只要填写简明数据。表 1-3 是单件小批生产、手工造型常用的铸造工艺卡的样式。

表 1-3 铸造综合性工艺卡片格式（铸铁件工艺卡片）

零件号		零件名称				每台件数							
材料													
铸件重量/kg		净重		毛重		浇注系统重		铸件材质		炉料		每个毛坯可切零件数	
造型													
砂型名称	砂型类别 (干型或湿型)		造型方法		砂箱编号		砂箱内部尺寸/mm			备 注			
							长	宽	高				
上箱													
下箱													
中箱													
砂型	面砂		填砂		涂料		干燥前		干燥后		芯 撑		
	编号	重量	编号	重量			编号	次数	编号	次数			
浇注系统													
内浇道		横浇道		直浇道		浇口杯编号		过滤网编号		冒口数量		出气孔数量	
数量	截面积	数量	截面积	数量	截面积								
浇注													
铁液出炉温度/℃		浇注温度		每箱铁液消耗/kg		浇注时间/s		冷却时间/h					
铸件落砂与清理													
名称		落砂		落芯		铸件清铲		热处理					
方法													
使用设备													
备注													

大量生产的定型产品，铸造工艺图只在产品试制和模样设计时起作用，而对造型、制芯、浇注等操作直接起作用的一般只有铸造工艺卡，因此这种工艺卡除了要求的数据外，一般还附有合型装配简图、工艺草图，以便造型和下芯时使用。如图 1-3 的前轮毂零件，铸造工艺图一般都是指导模样工制造模样，其余的工部都采用工艺卡片，见表 1-4 所列。

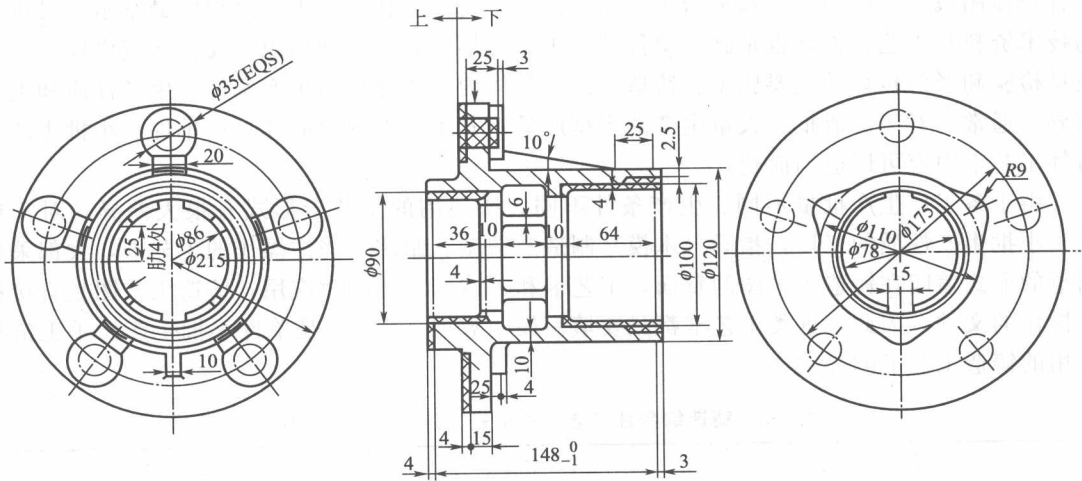


图 1-3 前轮毂的铸造工艺

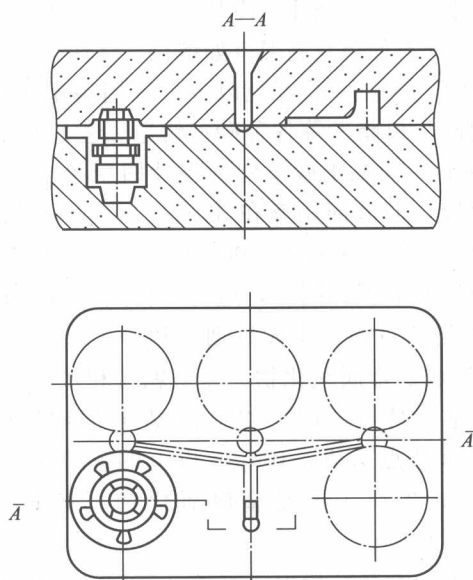
表 1-4 铸造综合性工艺卡片格式 (大批量生产的铸铁件工艺卡片)

材料	重量			材料及规格							
	净重	毛重	浇冒口重	本厂牌号	标准牌号	硬度					
	13.6kg				HT200						
造型	造型方法			砂箱内部尺寸/mm			砂箱重量/kg	定位销			
	砂型部别	砂型类别	使用设备	长	宽	高		图号	规格		
	上型		ZB 148B	800	600	170					
	中型										
	下型		ZB 148B	800	600	230					
	造型材料	砂型部别	面砂		填充砂		涂料及覆料		冷铁		
			编号	重量	编号	重量	编号	名称	方法	图号	数量
		上型	小线单一砂								
		中型									
	下型	小线单一砂									
	模样				模板		模板上模样数				
	部别	编号	数量	轮廓尺寸	编号	尺寸	5				
上模样				212-T 116-1		活块数量					
中模样											
下模样				212-T 116-2							
浇冒口系统	浇口杯		直浇道	横浇道	内浇道		冒口				
					压边浇道 长度 40mm 宽度 4mm						
	数量	个	数量	个	数量	个	数量		5 个	数量	个
	面积	cm ²	面积	cm ²	面积	9.8cm ²	面积		1.6×5=8cm ²	面积	cm ²

续表

材料	重 量			材料及规格		
	净重	毛重	浇冒口重	本厂牌号	标准牌号	硬度
	13.6kg				HT200	
合型	下芯次序		样板	芯撑		砂型重 kg
			总数量	总数量	上型 下型	紧固方法
			所属图号	所属图号		压铁重 340kg
浇注	浇注方法	浇注温度	浇注时间	铁液耗量	冷却时间	
		>1250℃	s	kg	>26min	
辅助材料	材料名称	规格	损 耗	定 额	备 注	
厂 名	铸造工艺卡		产品型号	铁牛-55		
			零件号	45-3103015		
零件名称	前轮轮毂		每台件数	2		

合型图



特殊要求

1.4 铸造工艺设计与环境保护的关系

我国铸件产量从2000年起超越美国已连续8年位居世界第一位，其中2008年为3200万吨，铸件年产值超过2500亿元，铸件产量占世界总产量的1/4之多，已成为世界铸造生产基地。根据全球主要铸件生产国2008年的产量统计可以看出，十大铸件生产国可分为两类。一类是发展中国家，虽然产量大，但铸件附加值低，小企业多，从业人员队伍庞大，黑