

李晨希 主编

ZHUZAO GONGYI SHEJI JI  
ZHUJIAN QUEXIAN KONGZHI

# 铸造工艺设计 及铸件缺陷控制



化学工业出版社

# 铸造工艺设计及铸件缺陷控制

李晨希 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从工程实际出发,详细地阐述了砂型铸造工艺设计原理和方法,并介绍了生产常见铸件缺陷的形成原因和防止方法。书中既收集了国内外行之有效的技术成果和经验,也简要介绍了对提高铸件质量有借鉴意义的研究成果。

本书提供了大量实用图表、数据和工程实例,以供铸造工艺设计人员及生产技术人员参考,同时本书还可用作高等院校铸造专业的教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

铸造工艺设计及铸件缺陷控制/李晨希主编. —北京:化学工业出版社,2009.1  
ISBN 978-7-122-04524-9

I. 铸… II. 李… III. ①铸造-工艺设计②铸件缺陷-防治 IV. TG24

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第213668号

---

责任编辑:丁尚林

文字编辑:徐雪华

责任校对:陈静

装帧设计:杨北

---

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:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张21½ 字数538千字 2009年4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:49.00元

版权所有 违者必究

# 前 言

铸造在机械工业中占有极其重要的地位，从铸件占各类机械重量的比例可以看出铸造的重要性。在机床、内燃机、重型机器中占 70%~90%；在风机、压缩机中占 60%~80%；在拖拉机中占 50%~70%；在农业机械中占 40%~70%；在汽车中占 20%~30%。

在国民经济的各行各业中，铸件得到了广泛的应用，这是因为铸造生产有两个明显的优点：

(1) 适应性强。铸造生产的铸件重量小至几克，大至数百吨；壁厚从 0.5mm 到 1m 左右；长度从几毫米到十几米，可以说，铸造方法不受零件大小、形状和结构复杂程度的限制。铸造方法又可以适用于各种合金，如常用的铸铁、铸钢、铝合金、铜合金、镁合金、锌合金以及高温合金等。

(2) 成本低。铸件重量在一般机器中占 40%~80%，但它的成本仅占总成本的 25%~30%。

目前我国正在逐步成为世界制造业中心，随着国民经济和世界经济的发展，在对铸件数量需求越来越多的同时，对铸件质量的要求也越来越高。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、提高经济效益等起着非常重要的作用。为了促进铸造生产的发展，我们编写了本书。

本书从工程实际出发，详细地介绍了砂型铸造工艺设计和铸件缺陷控制方法。上篇内容包括砂型铸造工艺设计的基本内容和一般步骤，铸件浇注位置、分型面以及铸造工艺参数的选择，铸钢、铸铁、铸造有色合金的浇注系统、冒口、冷铁等的设计方法，书中提供了大量的图表，数据和工程实例供铸造工艺设计参考。下篇分析了常见铸件缺陷缩孔、缩松、气孔、非金属夹杂物、粘砂、夹砂、胀砂、砂眼、应力、变形、冷裂、热裂等的形成机理及影响因素，详细地论述了防止这些缺陷的途径。

本书由沈阳工业大学组织编写。上篇由沈阳工业大学的李晨希、曲迎东、王宏编写；下篇由沈阳工业大学的李晨希、于惠舒和沈阳铸造研究所的王彦鹏编写。全书由李晨希统稿。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编 者  
2009 年 1 月

## 化学工业出版社铸造专业图书推荐

| 书号    | 书 名                        | 定价/元   |
|-------|----------------------------|--------|
|       | 等温淬火球墨铸铁(ADI)生产及应用实例(即将出版) |        |
|       | 金属材料计算机凝固模拟基础与应用(即将出版)     |        |
| 03758 | 铸造金属材料中外牌号速查手册             | 38.00  |
| 02347 | 金属型铸件生产指南                  | 48.00  |
| 03436 | V法铸造生产及应用实例                | 25.00  |
| 02417 | 铸造振动机械设计与应用                | 20.00  |
| 02012 | 铸钢件生产指南                    | 32.00  |
| 01728 | 铸铁件生产指南                    | 30.00  |
| 01765 | 有色金属铸件生产指南                 | 29.00  |
| 00913 | 砂型铸造生产技术 500问(上册)          | 38.00  |
| 00972 | 砂型铸造生产技术 500问(下册)          | 39.00  |
| 00737 | 熔模精密铸造技术问答                 | 35.00  |
| 02262 | 铸铁感应电炉熔炼及应用实例              | 25.00  |
| 01018 | 铸铁及其熔炼技术问答                 | 25.00  |
| 01206 | 呋喃树脂砂铸造生产及应用实例             | 20.00  |
| 00129 | 压铸件生产指南                    | 22.00  |
| 00320 | 消失模铸造生产及应用实例               | 19.00  |
| 9853  | 液态模锻与挤压铸造技术                | 62.00  |
| 9856  | 铸铁                         | 38.00  |
| 9337  | 铸钢                         | 38.00  |
| 9720  | 铸造铝、镁合金                    | 39.00  |
| 9907  | 铸造钛、轴承合金                   | 29.00  |
| 9192  | 铸造锌、铜合金                    | 32.00  |
| 7320  | 中国材料工程大典·第18卷,材料铸造成形工程·上   | 170.00 |
| 7321  | 中国材料工程大典·第19卷,材料铸造成形工程·下   | 135.00 |

以上图书由化学工业出版社机械-电气分社出版。如需要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 [www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn)。如果出版新著,请与编辑联系。

地址:北京市东城区青年湖南街13号(100011)

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

编辑:010-64519283(刘丽宏), [editor2044@sina.com](mailto:editor2044@sina.com)

# 目 录

## 上篇 砂型铸造工艺设计

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| <b>第 1 章 铸造工艺设计概述</b> .....    | 1  |
| 1.1 铸造工艺设计的依据 .....            | 1  |
| 1.2 铸造工艺设计内容 .....             | 1  |
| 1.3 铸造工艺设计的一般步骤 .....          | 2  |
| 1.4 铸造工艺符号及其表示方法 .....         | 3  |
| <b>第 2 章 铸造工艺方案的确定</b> .....   | 14 |
| 2.1 零件结构的铸造工艺性 .....           | 14 |
| 2.1.1 从避免铸造缺陷方面确定铸件的合理结构 ..... | 14 |
| 2.1.2 从简化铸造工艺方面确定铸件的合理结构 ..... | 23 |
| 2.2 造型和制芯方法的选择 .....           | 27 |
| 2.3 浇注位置的确定 .....              | 29 |
| 2.4 分型面的确定 .....               | 31 |
| <b>第 3 章 铸造工艺参数</b> .....      | 35 |
| 3.1 铸造收缩率 .....                | 35 |
| 3.2 铸件尺寸公差和机械加工余量 .....        | 38 |
| 3.2.1 铸件尺寸公差 .....             | 38 |
| 3.2.2 机械加工余量 .....             | 40 |
| 3.3 最小铸出孔和槽 .....              | 42 |
| 3.4 起模斜度 .....                 | 44 |
| 3.5 工艺补正量 .....                | 45 |
| 3.6 分型负数和反变形量 .....            | 47 |
| 3.6.1 分型负数 .....               | 47 |
| 3.6.2 反变形量 .....               | 48 |
| 3.7 砂芯负数、分芯负数和非加工壁厚的负余量 .....  | 50 |
| 3.7.1 砂芯负数 .....               | 50 |
| 3.7.2 分芯负数 .....               | 50 |
| 3.7.3 非加工壁厚的负余量 .....          | 51 |
| <b>第 4 章 砂芯设计</b> .....        | 52 |
| 4.1 砂芯设置的基本原则 .....            | 52 |
| 4.2 砂芯的固定和定位 .....             | 55 |
| 4.2.1 垂直砂芯 .....               | 56 |
| 4.2.2 水平砂芯的固定 .....            | 57 |
| 4.2.3 砂芯的定位 .....              | 58 |
| 4.3 芯头的尺寸和间隙 .....             | 60 |
| 4.3.1 芯头的结构 .....              | 60 |

|            |                         |            |
|------------|-------------------------|------------|
| 4.3.2      | 芯头承压面积的核算 .....         | 65         |
| 4.4        | 芯撑和芯骨 .....             | 65         |
| 4.4.1      | 芯撑 .....                | 65         |
| 4.4.2      | 芯骨 .....                | 75         |
| 4.5        | 砂芯的排气 .....             | 76         |
| <b>第5章</b> | <b>浇注系统设计</b> .....     | <b>78</b>  |
| 5.1        | 浇注系统的组成和作用 .....        | 78         |
| 5.1.1      | 浇口杯 .....               | 78         |
| 5.1.2      | 直浇道和浇口窝 .....           | 80         |
| 5.1.3      | 横浇道 .....               | 81         |
| 5.1.4      | 内浇道 .....               | 85         |
| 5.2        | 浇注系统的类型和适用范围 .....      | 87         |
| 5.2.1      | 按断面积比例关系分类 .....        | 88         |
| 5.2.2      | 按内浇道的位置分类 .....         | 88         |
| 5.3        | 浇注系统结构尺寸的设计 .....       | 92         |
| 5.3.1      | 公式法设计的基本原理 .....        | 93         |
| 5.3.2      | 对浇注系统设计结果的校核 .....      | 99         |
| 5.4        | 灰铸铁件浇注系统尺寸设计 .....      | 101        |
| 5.4.1      | 浇注时间的确定 .....           | 101        |
| 5.4.2      | 浇注系统截面尺寸计算 .....        | 102        |
| 5.5        | 可锻铸铁件浇注系统设计 .....       | 108        |
| 5.5.1      | 浇注时间的计算 .....           | 109        |
| 5.5.2      | 浇注系统设计 .....            | 109        |
| 5.6        | 球墨铸铁件浇注系统设计 .....       | 112        |
| 5.6.1      | 浇注时间的确定 .....           | 112        |
| 5.6.2      | 浇注系统设计 .....            | 113        |
| 5.7        | 铸钢件浇注系统设计 .....         | 115        |
| 5.7.1      | 用转包浇注时浇注系统的设计 .....     | 116        |
| 5.7.2      | 用底注包浇注时浇注系统的设计 .....    | 118        |
| 5.7.3      | 浇注系统设计工程实例 .....        | 119        |
| 5.8        | 有色合金铸件浇注系统设计 .....      | 123        |
| 5.8.1      | 铝合金铸件、镁合金铸件浇注系统设计 ..... | 123        |
| 5.8.2      | 铜合金铸件浇注系统设计 .....       | 128        |
| <b>第6章</b> | <b>冒口设计</b> .....       | <b>135</b> |
| 6.1        | 概述 .....                | 135        |
| 6.1.1      | 冒口的种类 .....             | 135        |
| 6.1.2      | 冒口的形状 .....             | 136        |
| 6.1.3      | 冒口的位置 .....             | 137        |
| 6.1.4      | 冒口的有效补缩距离 .....         | 139        |
| 6.2        | 补贴 .....                | 140        |
| 6.2.1      | 均匀壁上的补贴 .....           | 140        |
| 6.2.2      | 局部热节的补贴 .....           | 143        |
| 6.3        | 铸钢件冒口设计 .....           | 145        |
| 6.3.1      | 铸钢件冒口的补缩距离 .....        | 145        |

|                        |               |     |
|------------------------|---------------|-----|
| 6.3.2                  | 模数法设计铸钢件冒口    | 148 |
| 6.3.3                  | 补缩液量与热节圆法计算冒口 | 190 |
| 6.3.4                  | 比例法计算冒口尺寸     | 201 |
| 6.4                    | 铸铁件冒口设计       | 207 |
| 6.4.1                  | 灰铸铁件冒口设计      | 207 |
| 6.4.2                  | 可锻铸铁件冒口设计     | 213 |
| 6.4.3                  | 球墨铸铁件冒口设计     | 213 |
| 6.5                    | 有色合金铸件冒口设计    | 219 |
| 6.5.1                  | 铜合金铸件冒口设计     | 219 |
| 6.5.2                  | 铝合金铸件冒口设计     | 224 |
| <b>第7章 冷铁、拉筋和出气孔设计</b> |               | 229 |
| 7.1                    | 冷铁的分类与作用      | 229 |
| 7.2                    | 铸钢件用冷铁        | 230 |
| 7.2.1                  | 铸钢件外冷铁设计      | 230 |
| 7.2.2                  | 铸钢件内冷铁设计      | 238 |
| 7.3                    | 铸铁件冷铁设计       | 247 |
| 7.3.1                  | 铸铁件外冷铁设计      | 247 |
| 7.3.2                  | 铸铁件内冷铁设计      | 250 |
| 7.4                    | 铝合金、铜合金铸件冷铁设计 | 252 |
| 7.4.1                  | 外冷铁           | 252 |
| 7.4.2                  | 铝合金、铜合金铸件的内冷铁 | 253 |
| 7.5                    | 铸筋的设计         | 253 |
| 7.6                    | 出气孔设计         | 256 |

## 下篇 砂型铸造铸件缺陷控制

|                      |                  |     |
|----------------------|------------------|-----|
| <b>第8章 缩孔和缩松缺陷</b>   |                  | 261 |
| 8.1                  | 铸造合金的收缩          | 261 |
| 8.1.1                | 铸造合金收缩的一般规律      | 261 |
| 8.1.2                | 铸钢的收缩            | 262 |
| 8.1.3                | 铸铁的收缩            | 263 |
| 8.2                  | 铸件中缩孔与缩松的形成及影响因素 | 265 |
| 8.2.1                | 铸件中的缩孔           | 266 |
| 8.2.2                | 铸件中的缩松           | 268 |
| 8.2.3                | 灰铸铁和球铁件的缩孔和缩松    | 269 |
| 8.3                  | 防止铸件产生缩孔和缩松的途径   | 271 |
| 8.3.1                | 控制铸件的凝固方式        | 271 |
| 8.3.2                | 采用合理的铸造工艺        | 274 |
| <b>第9章 气孔和非金属夹杂物</b> |                  | 275 |
| 9.1                  | 概述               | 275 |
| 9.1.1                | 金属中气体的来源         | 275 |
| 9.1.2                | 气体在金属中的存在形式      | 275 |
| 9.1.3                | 气体在金属中的溶解度       | 276 |
| 9.1.4                | 气孔的分类            | 277 |



|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 9.2 侵入性气孔的形成和防止措施 .....         | 279        |
| 9.2.1 侵入性气孔的形成 .....            | 279        |
| 9.2.2 影响侵入性气孔形成的因素 .....        | 279        |
| 9.2.3 防止侵入性气孔的措施 .....          | 281        |
| 9.3 析出性气孔的形成和防止措施 .....         | 281        |
| 9.3.1 金属液中析出气泡的条件 .....         | 281        |
| 9.3.2 气体溶质再分配和析出气孔的关系 .....     | 283        |
| 9.3.3 影响析出性气孔形成的因素 .....        | 285        |
| 9.3.4 防止和消除析出性气孔的途径 .....       | 285        |
| 9.4 反应性气孔的形成和防止 .....           | 287        |
| 9.4.1 内生式反应气孔的形成和防止 .....       | 287        |
| 9.4.2 外生式反应气孔的形成和防止 .....       | 289        |
| 9.5 非夹杂物的形成和防止 .....            | 296        |
| 9.5.1 概述 .....                  | 297        |
| 9.5.2 一次非金属夹杂物的形成和防止 .....      | 298        |
| 9.5.3 二次氧化夹杂物的形成和防止 .....       | 299        |
| <b>第 10 章 粘砂、夹砂、胀砂与砂眼 .....</b> | <b>300</b> |
| 10.1 粘砂的分类及防止措施 .....           | 300        |
| 10.1.1 粘砂的分类 .....              | 300        |
| 10.1.2 机械粘砂 .....               | 301        |
| 10.1.3 化学粘砂 .....               | 307        |
| 10.2 夹砂的形成及其防止措施 .....          | 309        |
| 10.2.1 概述 .....                 | 309        |
| 10.2.2 夹砂缺陷的形成 .....            | 310        |
| 10.2.3 防止夹砂缺陷的措施 .....          | 312        |
| 10.3 胀砂缺陷的形成及防止措施 .....         | 315        |
| 10.4 砂眼的形成及防止措施 .....           | 315        |
| <b>第 11 章 应力、变形和开裂 .....</b>    | <b>317</b> |
| 11.1 铸造应力 .....                 | 317        |
| 11.1.1 铸造应力的分类 .....            | 317        |
| 11.1.2 热应力 .....                | 317        |
| 11.1.3 相变应力 .....               | 320        |
| 11.1.4 机械阻碍应力 .....             | 320        |
| 11.1.5 减小或消除铸造应力的途径 .....       | 321        |
| 11.2 铸件的变形和冷裂 .....             | 321        |
| 11.2.1 铸件的变形 .....              | 321        |
| 11.2.2 铸件的冷裂 .....              | 323        |
| 11.2.3 防止铸件产生变形和冷裂的途径 .....     | 324        |
| 11.3 铸件的热裂 .....                | 325        |
| 11.3.1 概述 .....                 | 325        |
| 11.3.2 热裂的形成机理及影响因素 .....       | 326        |
| 11.3.3 防止热裂的途径 .....            | 331        |
| <b>参考文献 .....</b>               | <b>334</b> |

# 上篇 砂型铸造工艺设计

## 第 1 章 铸造工艺设计概述

铸件的生产过程要经过很多道工序，涉及合金熔炼，造型、制芯材料的配制，工艺装备的准备，铸型的制造、合箱、浇注、落砂和清理等多道工序。编制出某一个铸件生产工艺过程的技术文件就是铸造工艺设计。这些技术文件以图形、文字和表格的形式，对铸件的生产工艺过程加以规定，它是生产的直接指导性文件，也是技术准备和生产管理的依据。

### 1.1 铸造工艺设计的依据

在进行铸造工艺设计之前，设计人员要了解生产任务和要求，掌握工厂和车间的生产条件，这些是设计的基本依据。此外，设计人员应对国内外铸造工艺的先进技术和发展方向有所了解，以便达到较高的设计水平。

#### (1) 生产任务和要求

① 提供的零件图必须清晰无误，有完整的尺寸和各种标记。经审查认为有必要进行修改时，须与设计单位或订货单位共同研究，以修改后的图纸作为铸造工艺设计的依据。

② 铸造工艺设计人员应对零件的技术要求有详细了解，如金属的牌号与金相组织，力学性能要求，铸件重量和尺寸允许偏差，是否经过水压和气压试验，零件在机器上的工作条件，允许缺陷存在的部位和程度等，在铸造工艺设计时应注意满足技术要求。

③ 铸件生产数量及生产期限。根据铸件生产数量可划分为三种生产类型。

大量生产：年产量在 5000 件以上。生产中应尽量采用先进的技术和专用的设备生产。

成批生产：年产量在 500 至 5000 件。生产中尽量采用通用设备生产。

单件小批生产：制造一件或几十件产品。应使用可靠的、易掌握的技术，应尽可能简化工艺装备。

#### (2) 生产条件

① 铸造车间的厂房高度、面积和大门尺寸，起重运输设备的最大起重重量和高度，熔炼设备的吨位、生产率和台数，造型和制芯机的型号和机械化程度，烘干炉的大小，地坑的尺寸，热处理炉的型号及大小等。

② 铸造生产车间工人的技术水平和经验，模样等工艺装备制造车间的加工能力和生产效率。

③ 车间现有原材料的库存情况，市场供应情况。

### 1.2 铸造工艺设计内容

铸造工艺设计一般包括下列内容：铸造工艺图，铸件（毛坯）图，铸型装配图（合箱

图)和工艺卡。广义地讲,铸造工艺装备设计也属于铸造工艺设计的内容,例如模样图、模板图、砂箱图、芯盒图、压铁图、专用量具图及组合下芯夹具图等。

由于每种铸件的生产批量、要求和生产条件不同,因此铸造工艺的内容也不相同。对于不太重要的单件小批量生产的铸件,铸造工艺设计就比较简略,一般只限于绘制铸造工艺图和填写有关工艺卡,即可投入施工生产;而对于要求较重要的大量生产的铸件,除了要详细绘制铸造工艺图,填写工艺卡以外,还应绘制铸件图、铸型装配图以及大量的工装图,有的情况下还要规定出造型材料和铸件金属材质的要求,铸件热处理规范和铸件验收条件等。

#### (1) 铸造工艺图

各种批量的铸件生产都要绘制铸造工艺图,它是制造模样、模板、芯盒等工装,进行生产准备和验收的依据。铸造工艺图是铸造生产所特有的一种图纸,它规定了铸件的形状和尺寸及铸件的生产方法和主要工艺过程。在单件小批生产的情况下,铸造工艺图是直接指导施工的文件。

在零件图上用规定的红、蓝色符号表示出浇注位置和分型面、加工余量、收缩率、拔模斜度、反变形量、分型负数、工艺补正量、浇注系统、内外冷铁、铸筋、砂芯形状、数量及芯头大小等。

#### (2) 铸造工艺卡

铸造工艺卡是以表格的形式扼要地说明铸件在生产过程中所涉及的主要数据和要求。铸造工艺卡也是主要的技术文件之一。在单件、小批生产的情况下,铸造工艺图和工艺卡常常构成全部的技术文件。同时工艺卡也是管理生产的基本文件。因此,在一般情况下,铸造工艺卡都是必须要有的。大量成批生产时的工艺卡要比单件小批的详尽,比较严格地规定了每一工艺操作。

#### (3) 铸型装配图

它是依据铸造工艺图绘制的,它表明铸型的合箱、装配情况,可以清楚地表示铸件在砂箱中的位置、砂芯数量和位置、浇冒口、冷铁、砂箱结构等。因此,铸型装配图使造型工人便于下芯、合箱和检查上述工序;对于复杂铸件可防止下错砂芯、冷铁及芯撑。由于铸型装配图的作用,完全可以用铸造工艺图所取代,所以我国大多数工厂都不绘制,必要时只在工艺卡上绘制铸型合箱简图。

#### (4) 铸件图

根据铸造工艺图绘制的铸件图,它反映了铸件的形状和尺寸,机械加工余量、拔模斜度和工艺夹头,也反映了内浇口、冒口、分型面和浇注位置,机械加工时的夹紧点和定位点,以及铸件的验收要求等。铸件图一般只在大量生产中绘制。

### 1.3 铸造工艺设计的一般步骤

- (1) 审查零件图纸,进行铸造工艺性分析;
- (2) 选择铸造方法,确定铸造工艺方案;
- (3) 绘制铸造工艺图;
- (4) 绘制铸件图;
- (5) 填写铸造工艺卡,绘制铸型装配图。

以铸造工艺图为主要依据设计各种工装。金属模具多用于大量生产,一般都经试生产阶段。在试生产阶段中,对铸造工艺方案、各种工艺参数以及浇冒系统设计等,用木模、木芯

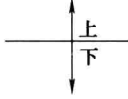
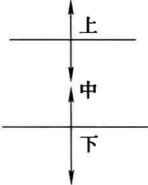
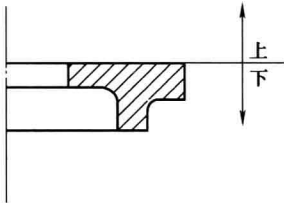
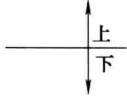
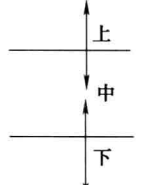
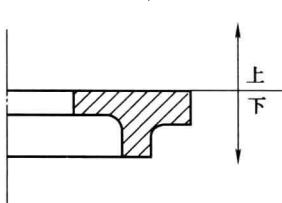
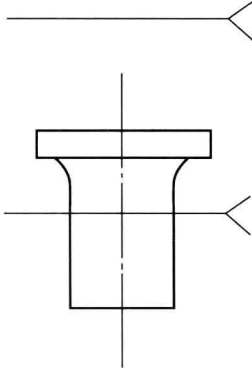
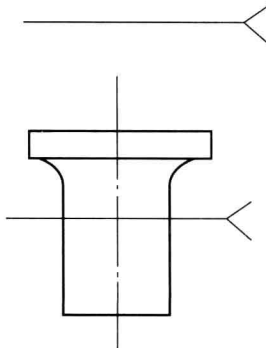
盒进行反复调试和修改，直到符合要求为止。在此基础上绘出正式铸造工艺图和铸件图。依照正式铸造工艺图和铸件图进行各种工装设计。机器造型、制芯用的模板、砂箱、芯盒及成型压头等，还应满足铸造设备的要求。

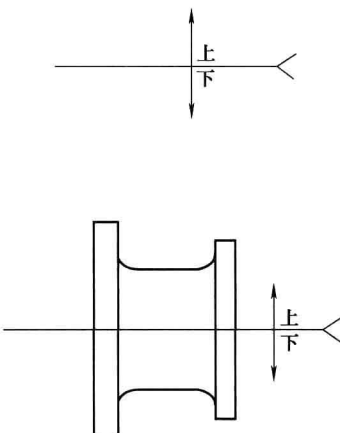
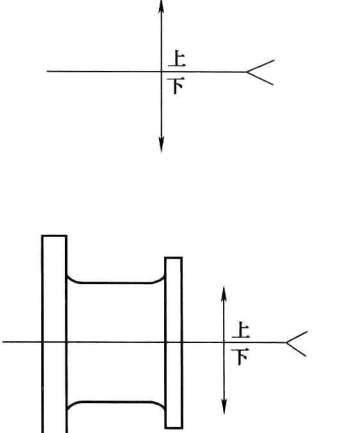
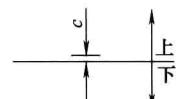
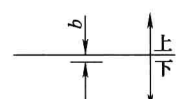
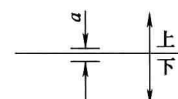
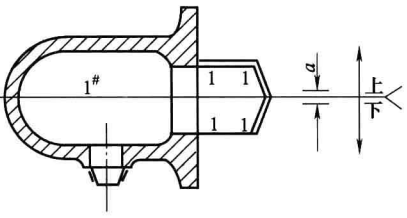
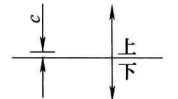
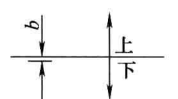
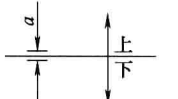
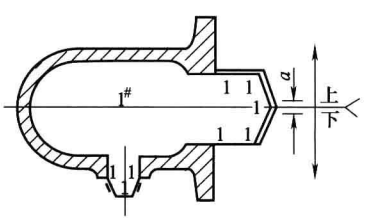
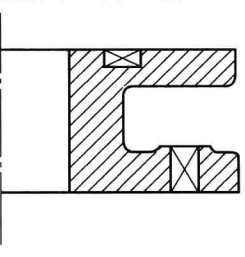
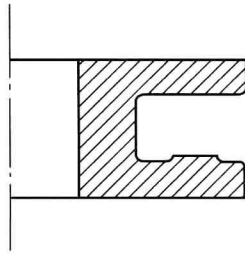
#### 1.4 铸造工艺符号及其表示方法

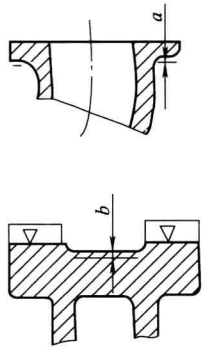
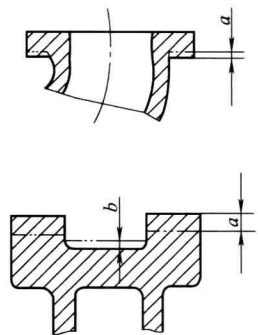
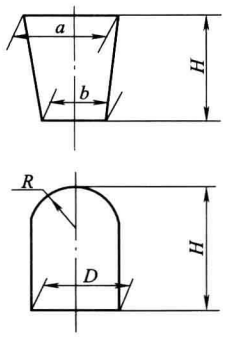
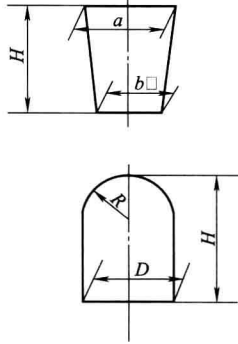
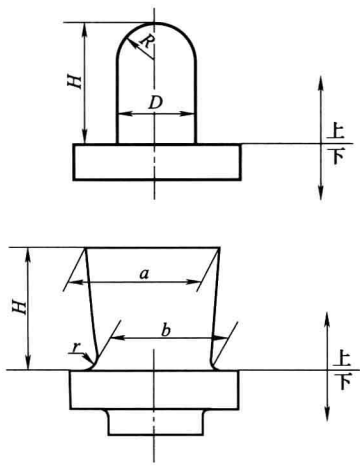
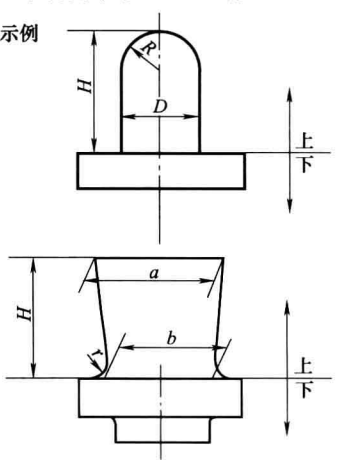
绘制铸造工艺图，除了要正确掌握一般机械制图的规则外，还必须按照有关标准规定，使用铸造工艺设计符号及表示方法。

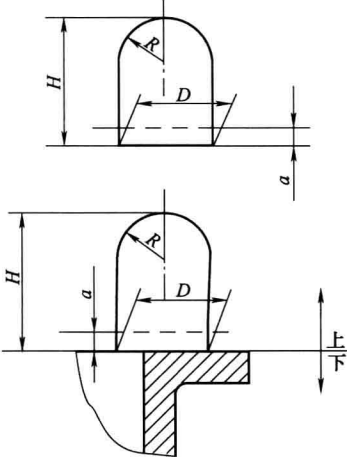
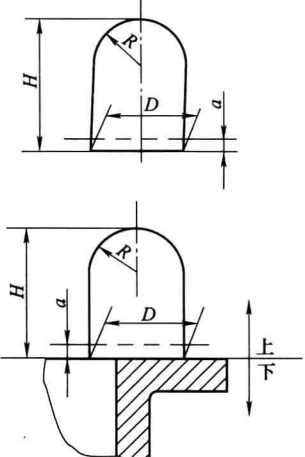
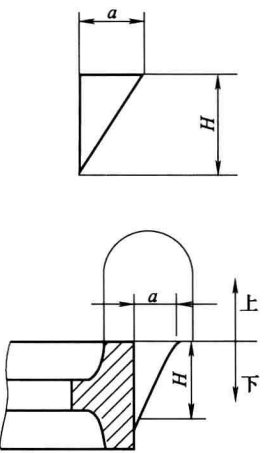
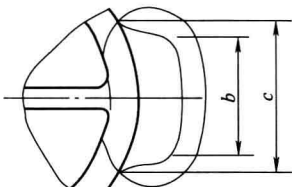
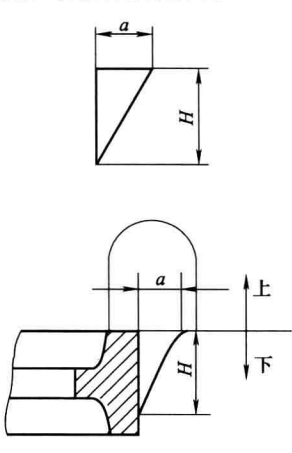
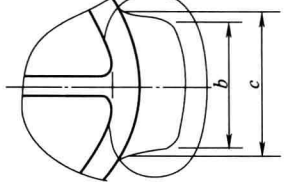
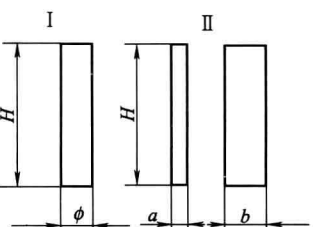
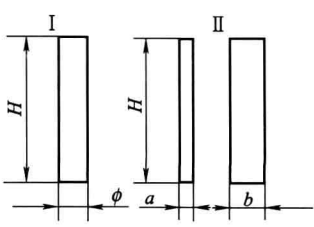
在铸造工艺设计时，为表达设计意图与要求，需要在铸件图、铸造工艺图及有关工艺文件中，标明代表铸造工艺要求的符号。这些符号必须在工装设计、制造以及造型、制芯等生产过程中被有关人员正确理解。因此，原机械工业部对铸造工艺符号以及表示方法作了统一规定，见表 1-1。表中对各种工艺符号及表示方法均分为甲、乙两类。甲类用于在蓝图上绘制的铸造工艺图，其表示颜色规定为红、蓝两色；乙类用于墨线绘制的铸造工艺图。此两类表示方法适用于砂型铸钢件、铸铁件及有色合金铸件。

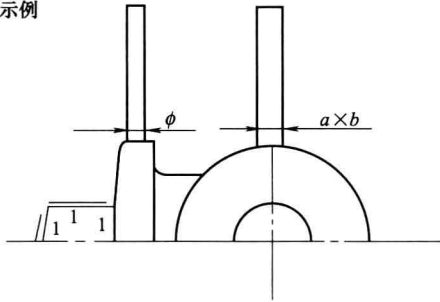
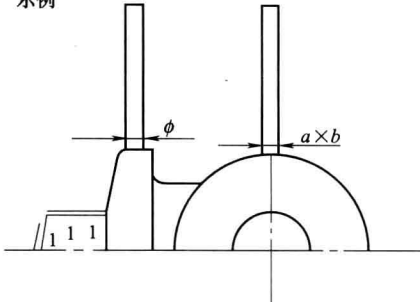
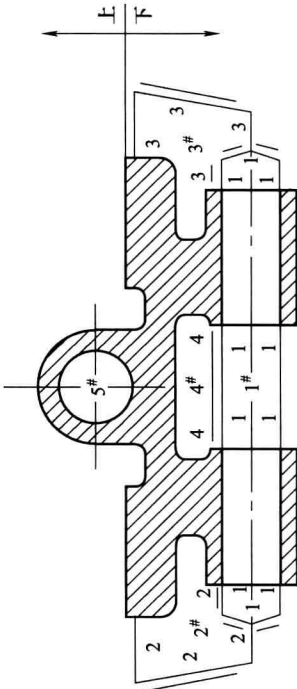
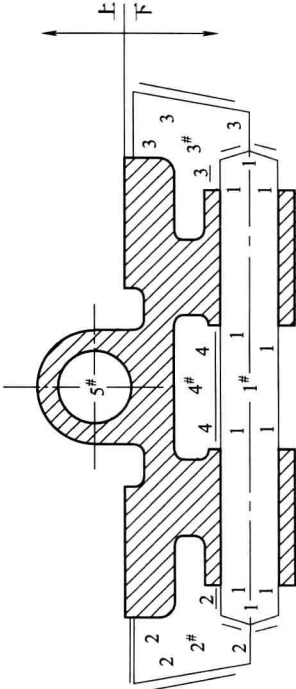
表 1-1 铸造工艺符号及表示方法 (JB/T 2435—1978)

| 名称  | 铸造工艺图(甲)   | 铸造工艺图(乙)   |
|-----|--|--|
| 分型线 | <p>用红色线表示，并用红色写出“上、中、下”字样</p> <p>两开箱 </p> <p>三开箱 </p> <p>示例 </p> | <p>用细实线表示，并写出“上、中、下”字样</p> <p>两开箱 </p> <p>三开箱 </p> <p>示例 </p> |
| 分模线 | <p>用红色线表示，在任一端划“&lt;”号</p> <p>示例 </p>   | <p>用细实线表示，在任一端划“&lt;”号</p> <p>示例 </p>  |

| 名称      | 铸造工艺图(甲)   | 铸造工艺图(乙)  |
|---------|--|---|
| 分型分模线   | <p>用红色线表示</p>   | <p>用细实线表示</p>   |
| 分型负数    | <p>用红色线表示,并注明减量数值</p> <p>上减量 </p> <p>下减量 </p> <p>上下减量 </p> <p>示例 </p> | <p>用细实线表示,并注明减量数值</p> <p>上减量 </p> <p>下减量 </p> <p>上下减量 </p> <p>示例 </p> |
| 不铸出的孔和槽 | <p>不铸出的孔或槽在图上用红线打叉</p>    | <p>不铸出的孔或槽在铸件图上不画出</p>    |

| 名称    | 铸造工艺图(甲)   | 铸造工艺图(乙)  |
|-------|--|---|
| 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> <p>示例</p>                     | <p>粗实线表示毛坯轮廓, 双点划线表示零件形状, 注明正、负工艺补正量的数值</p> <p>示例</p>     |
| 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> <p>示例</p>   | <p>各种冒口均用细实线表示, 注明斜度和各部尺寸, 并用序号 1#、2# 区分</p> <p>示例</p>   |
| 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> <p>示例</p>  | <p>各种冒口均用细实线表示, 注明斜度和各部尺寸, 并用序号 1#、2# 区分</p> <p>示例</p>  |

| 名称     | 铸造工艺图(甲)  | 铸造工艺图(乙)  |
|--------|---|---|
| 冒口切割余量 | <p>用红虚线表示,注明切割余量数值</p>  <p>示例</p>  | <p>用虚线表示,注明切割余量数值</p>  <p>示例</p>  |
| 补贴     | <p>用红色线表示,并注明各部分尺寸</p>  <p>示例</p>  | <p>用细实线表示,并注明各部分尺寸</p>  <p>示例</p>  |
| 出气孔    | <p>用红色线表示,并注明各部分尺寸</p>  <p>示例</p>  | <p>用细实线表示,并注明各部分尺寸</p>  <p>示例</p>   |

| 名称                    | 铸造工艺图(甲)   | 铸造工艺图(乙)  |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
|-----------------------|--|---|---|---|----|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|----|---|---|--|---|---|---|----|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|----|---|---|
| <p>出气孔</p>            | <p>用红色线表示,并注明各部分尺寸</p> <p>示例</p>    | <p>用细实线表示,并注明各部分尺寸</p> <p>示例</p>  |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| <p>砂芯编号、边界符号及芯头边界</p> | <p>芯头边界用蓝色线表示,砂芯编号用阿拉伯数字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,铁芯须写出“铁芯”字样</p> <table border="1" data-bbox="301 887 431 1015"> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1#</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="471 887 602 1015"> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2#</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="642 887 772 1015"> <tr><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>3#</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td></tr> </table> <p>示例</p>  | 1   | 1 | 1 | 1# | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2# | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3# | 3 | 3 | <p>芯头边界用细实线表示,砂芯编号用阿拉伯数字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,铁芯须写出“铁芯”字样</p> <table border="1" data-bbox="825 887 955 1015"> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1#</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="964 887 1095 1015"> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2#</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="1104 887 1235 1015"> <tr><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>3#</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td></tr> </table> <p>示例</p>  | 1 | 1 | 1 | 1# | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2# | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3# | 3 | 3 |
| 1                     | 1  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 1                     | 1#   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 1                     | 1  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 2                     | 2  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 2                     | 2#   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 2                     | 2  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 3                     | 3  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 3                     | 3#   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 3                     | 3  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 1                     | 1  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 1                     | 1#   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 1                     | 1  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 2                     | 2  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 2                     | 2#   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 2                     | 2  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 3                     | 3  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 3                     | 3#   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |
| 3                     | 3  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |  |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |    |   |   |



| 名称            | 铸造工艺图(甲)                 | 铸造工艺图(乙)   |
|---------------|--------------------------|--|
| 芯头斜度<br>及芯头间隙 | <p>用蓝色线表示,并注明斜度及间隙数值</p> | <p>用细实线表示,并注明斜度及间隙数值</p>   |
|               | 砂芯增减量与砂芯间的间隙             | <p>用蓝色线表示,注明增减量与间隙数值,或在工艺图中说明</p> <p>示例</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>减量</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>增量</p> </div> </div> |