

铸造行业权威专家鼎力打造

# 铸造技术 应用手册

## 第④卷 铸造工艺 及造型材料

中国铸造协会 组编  
李传栻 李魁盛 编著



 中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 铸造技术 应用手册

- 第1卷 铸铁
- 第2卷 铸钢
- 第3卷 铸造有色金属
- 第4卷 铸造工艺及造型材料
- 第5卷 特种铸造

ISBN 978-7-5123-1375-0



9 787512 313750 >

定价：88.00元

上架建议：机械

# 铸造技术 应用手册

## 第④卷 铸造工艺 及造型材料

中国铸造协会 组编  
李传栻 李魁盛 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

全书共分 2 篇：第 1 篇铸造工艺，包括铸造工艺过程概要，砂型铸造工艺设计基础，铸造工艺设计总体考虑，浇注系统设计，冒口和冷铁，铸造工艺装备设计，铸造工艺符号、铸造工艺图及设计实例，计算机技术的应用；第 2 篇造型材料，包括概述，原砂，黏土湿型砂，水玻璃黏结砂，树脂黏结砂，铸造涂料。

本手册可供机械行业技术人员、铸造企业技术人员和骨干工人、大专院校师生参考和使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

铸造技术应用手册. 第 4 卷, 铸造工艺及造型材料/李传斌, 李魁盛  
编著; 中国铸造协会组编. —北京: 中国电力出版社, 2011. 2

ISBN 978-7-5123-1375-0

I. ①铸… II. ①李…②李…③中… III. ①铸造-技术-技术手册  
②铸造-造型材料-技术手册 IV. ①TG24-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 018218 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

策划编辑: 周 娟 责任编辑: 杨淑玲 责任印制: 蔺义舟 责任校对: 丁秋慧

北京盛通印刷股份有限公司印刷·各地新华书店经售

2012 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·29.25 印张·870 千字·1 插页

定价: 88.00 元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

## 《铸造技术应用手册》编委会

主任：张立波

副主任：姜不居 温平 吕志刚

委员：马敬仲 毛卫民 唐靖林 李传栻 李魁盛 荣丽辉 高岩

# 序

铸造是制造业的基础，也是国民经济的基础产业。近年来，随着国民经济的高速发展，我国铸造业也迅猛发展，各类铸件的产量持续增长，截至 2008 年底，铸件总产量已连续 9 年稳居世界首位。众所周知，我国是一个铸造大国，但远不是一个铸造强国，与当前各工业发达国家相比，我国铸造业在工艺技术水平、生产管理水平、装备水平、产品技术含量（附加值）、平均生产规模、铸件生产效率、各项经济指标、设备利用率、能耗、环境治理和从业人员培训等方面仍存在较大差距。鉴于此，中国铸造协会特组织编写行业系列丛书，旨在提高从业人员素质，致力于中国铸造业的发展与振兴。

为了满足广大铸造从业人员的需求，特别是铸造专业技术人员的强烈要求，中国铸造协会组织有关专家编写了《铸造技术应用手册》，希望能够得到读者的厚爱。全书共分 5 卷：

- |       |           |         |
|-------|-----------|---------|
| 第 1 卷 | 铸铁        | 马敬仲     |
| 第 2 卷 | 铸钢        | 毛卫民     |
| 第 3 卷 | 铸造有色合金    | 唐靖林     |
| 第 4 卷 | 铸造工艺及造型材料 | 李传斌 李魁盛 |
| 第 5 卷 | 特种铸造      | 姜不居 吕志刚 |

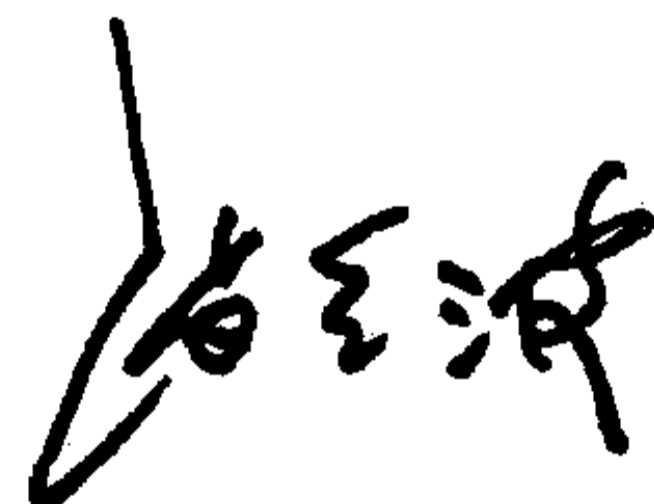
手册内容从生产实际出发，立足国内外铸造生产现状，面向未来，贯彻“现代、简明、实用”的编写原则。手册以实用图表数据为主，辅以必要而适当的文字说明，具有很强的实用性和可读性，便于技术人员使用。本手册是铸造专业技术人员的工具书，也是铸造技术工人和涉及铸造技术的各界人士的参考书。

各卷由主编统稿，并分别由姜不居、黄惠松、钟雪友、曾大本、李传斌主审。

此书的编写得到了有关专家的大力支持和帮助，在此一并感谢！

由于编者水平有限、时间仓促，书中缺点、疏漏及错误在所难免，恳请读者批评指正。

《铸造技术应用手册》编委会主任



# 前 言

铸造是金属的液态成形工艺，所有的铸造企业，每时每刻都要面对有关铸造工艺和造型材料方面的问题，这些问题又都会直接影响生产效率、产品质量、生产成本乃至企业的可持续发展。

随着科学技术的发展，在铸造生产方面，各种新工艺、新材料竞相发展，与时俱进。但是，迄今为止，铸造行业中采用砂型铸造工艺的企业仍占绝大多数，而且，在可以预见的将来仍将继续保持这种状况，由于各种特种铸造工艺项目繁多，且另有专著介绍，本书只涉及适用于砂型铸造的工艺和造型材料。

在砂型铸造的工艺和造型材料方面，也不断有创新和发展，总体而言，我国铸造生产的面貌可以说是日新月异。本书编写的指导思想是：立足于我国铸造行业的具体条件，面向将来。考虑到今后生产企业是我国创新的主体，力求本书能对企业生产的发展和技术的进步有所帮助，因此，书中除按手册的一般要求提供常用的参考资料外，也提出一些未必成熟的观点，供读者分析、研究，希望能有助于大家在技术方面的创新。但是，由于编写人的水平有限，恐怕是立意虽好，却不能如愿。希望铸造行业的同仁惠予关怀，不吝指正。

本书由中国铸造协会组织编写。第1篇铸造工艺部分由李魁盛执笔，第2篇造型材料部分由李传棻执笔，全书由李传棻统稿。之所以要把分工的情况向大家交待清楚，是为了便于读者有问题时直接和相关的编写者交流、讨论，而这正是我们所期盼的。

编 者

# 目 录

序	
前言	
<b>第1篇 铸造工艺</b> .....	1
<b>第1章 铸造工艺过程概要</b> .....	3
1.1 砂型的种类及其特点 .....	3
1.1.1 黏土砂型 .....	4
1.1.2 水玻璃砂型 .....	5
1.1.3 树脂自硬砂型 .....	5
1.2 造型 .....	6
1.2.1 手工造型 .....	7
1.2.2 普通机器造型 .....	11
1.2.3 水平分型高压造型 .....	11
1.2.4 垂直分型无箱高压造型 .....	16
1.2.5 其他造型方法 .....	20
1.3 制芯 .....	25
1.3.1 砂芯的分级 .....	25
1.3.2 砂芯的基本结构 .....	25
1.3.3 手工制芯 .....	27
1.3.4 机器制芯 .....	29
1.3.5 热芯盒制芯 .....	29
1.3.6 制造壳芯 .....	30
1.3.7 冷芯盒制芯 .....	31
1.4 铸型的合箱与浇注 .....	32
1.4.1 合箱 .....	32
1.4.2 铸型抬箱力计算 .....	33
1.4.3 浇注铸型 .....	34
1.5 铸件的落砂与清理 .....	36
1.5.1 铸件的落砂 .....	36
1.5.2 铸件的清理 .....	38
1.5.3 铸件的热处理 .....	43
1.5.4 铸件的涂装 .....	43
1.6 铸件质量检验与缺陷修补 .....	45
1.6.1 铸件质量的概念 .....	45
1.6.2 铸件缺陷分析 .....	45
1.6.3 铸件质量检验 .....	45
1.6.4 铸件缺陷的修补和矫正 .....	49
<b>第2章 砂型铸造工艺设计基础</b> .....	52
2.1 铸件的凝固方式与铸件质量的关系 .....	52
2.1.1 铸造合金的凝固方式 .....	52
2.1.2 影响凝固方式的因素 .....	54
2.1.3 凝固方式与铸件质量的关系 .....	56
2.1.4 灰铸铁和球墨铸铁的凝固方式 .....	57
2.2 铸件的收缩与收缩缺陷 .....	57
2.2.1 铸钢、铸铁的收缩 .....	58
2.2.2 铸件凝固以后的线收缩 .....	61
2.2.3 缩孔和缩松 .....	62
2.2.4 消除缩孔类缺陷的途径 .....	65
2.2.5 铸件的热裂和冷裂 .....	66
2.2.6 铸造应力 .....	69
2.3 铸件中的气体和非金属夹杂物 .....	69
2.3.1 铸件中的气体 .....	69
2.3.2 铸件中的非金属夹杂物 .....	72
<b>第3章 铸造工艺设计总体考虑</b> .....	74
3.1 工艺设计的依据 .....	74
3.1.1 了解客户的要求 .....	74
3.1.2 熟悉企业的具体生产条件 .....	74
3.1.3 对该项产品的生产作概略 的经济分析 .....	74
3.1.4 节能和环保 .....	74
3.2 设计内容和程序 .....	74
3.3 审查零件结构的铸造工艺性 .....	75
3.3.1 从避免缺陷方面审查铸件结构 .....	76
3.3.2 从简化工艺方面改进零件结构 .....	81
3.4 造型、造芯方法的选择 .....	84
3.5 浇注位置的确定 .....	85
3.5.1 浇注位置应有利于所确定 的凝固顺序 .....	85
3.5.2 铸件的重要部分应尽量置于 下部 .....	85
3.5.3 重要加工面应朝下或呈直立 状态 .....	85
3.5.4 使铸件的大平面朝下, 避免 夹砂结疤类缺陷 .....	85
3.5.5 应保证铸件能充满 .....	86
3.5.6 避免用吊砂、吊芯或悬臂式砂芯, 便于下芯、合箱及检验 .....	86
3.5.7 应使合箱位置、浇注位置和 铸件冷却位置相一致 .....	86
3.6 分型面的选择 .....	86



3.6.1 应使铸件全部或大部置于 同一半型内 .....	86	4.3.1 浇口杯 .....	125
3.6.2 应尽量减少分型面的数目 .....	87	4.3.2 直浇道 .....	128
3.6.3 分型面应尽量选用平面 .....	87	4.3.3 直浇道窝 .....	129
3.6.4 分型面通常选在铸件的最大 截面处, 尽量不使砂箱过高 .....	88	4.3.4 横浇道及末端延长段 .....	129
3.6.5 便于下芯、合箱和检查型腔 尺寸 .....	88	4.3.5 强化横浇道阻渣的措施 .....	130
3.6.6 受力件的分型面的选择不 应削弱铸件结构强度 .....	88	4.3.6 内浇道 .....	131
3.6.7 注意减轻铸件清理和机械加 工量 .....	88	4.4 计算浇注系统 $A_{阻}$ 的水力学公式 .....	132
3.7 砂箱(型)中铸件的数量及排 列状况 .....	88	4.5 转包浇注系统的设计 .....	133
3.7.1 砂箱(型)中铸件数量的 确定原则 .....	88	4.5.1 快浇和慢浇 .....	133
3.7.2 吃砂量的确定 .....	89	4.5.2 合适的浇注时间 .....	134
3.7.3 铸件在砂箱中的排列 .....	90	4.5.3 金属液在型内的上升速度 .....	134
3.8 工艺设计参数 .....	90	4.5.4 流量系数 $\mu$ 的确定 .....	135
3.8.1 铸件尺寸公差 .....	91	4.5.5 设计浇注系统的步骤 .....	136
3.8.2 铸件重量公差 .....	94	4.5.6 灰铸铁件浇注系统 .....	137
3.8.3 机械加工余量 .....	95	4.5.7 球墨铸铁件的浇注系统 .....	139
3.8.4 铸造收缩率(模样放大率、 缩尺) .....	96	4.5.8 可锻铸铁件的浇注系统 .....	142
3.8.5 起模斜度 .....	99	4.5.9 铸钢用转包浇注时浇注系统 的尺寸计算 .....	144
3.8.6 最小的铸出孔及槽 .....	100	4.5.10 轻合金铸件的浇注系统 .....	145
3.8.7 工艺补正量 .....	101	4.5.11 铜合金铸件的浇注系统 .....	152
3.8.8 工艺筋 .....	104	4.6 底注包铸钢的浇注系统 .....	153
3.8.9 反变形量 .....	106	4.6.1 底注包的容量及塞座砖 孔径的选择 .....	153
3.8.10 非加工壁厚的负余量 .....	107	4.6.2 其他组元的截面积 .....	153
3.8.11 分型负数 .....	108	4.6.3 补浇冒口的专用浇道 .....	154
3.8.12 砂芯负数(砂芯减量) .....	109	4.7 其他形式的浇注系统 .....	155
3.9 砂芯设计 .....	109	4.7.1 压边浇口 .....	155
3.9.1 砂芯设计的基本原则 .....	109	4.7.2 雨淋浇口 .....	157
3.9.2 芯头结构、芯头尺寸、 芯撑和芯骨 .....	110	4.7.3 带离心式集渣包的浇注系统 .....	157
3.9.3 砂芯的排气 .....	117	4.7.4 阶梯式浇注系统 .....	158
3.9.4 砂芯的组合及预装配 .....	117	4.7.5 垂直分型浇注系统 .....	159
<b>第4章 浇注系统设计</b> .....	119	4.8 金属液的过滤技术 .....	161
4.1 对浇注系统的基本要求 .....	119	4.8.1 对过滤元器件的质量要求 .....	161
4.2 浇注系统的基本类型 .....	119	4.8.2 过滤技术的最新进展 .....	163
4.2.1 按浇注系统各单元截面 的比例分类 .....	119	<b>第5章 冒口和冷铁</b> .....	166
4.2.2 按内浇道在铸件上的位置分类 .....	120	5.1 铸件的凝固 .....	166
4.3 浇注系统的基本组元 .....	125	5.1.1 凝固区域 .....	166
		5.1.2 凝固方式和影响凝固方式 的因素 .....	166
		5.2 通用冒口 .....	166
		5.2.1 冒口的种类 .....	166
		5.2.2 通用冒口的选用 .....	167
		5.3 铸钢件冒口的设计与计算 .....	173
		5.3.1 模数法 .....	173
		5.3.2 模数-周界商法(模数法的	

最新发展) .....	176	6.6 其他工艺装备 .....	241
5.3.3 补缩液量法 .....	178	6.6.1 高压造型用直浇道模和 浇口杯模 .....	241
5.3.4 比例法 .....	179	6.6.2 压砂板和成型压头 .....	241
5.3.5 铸件工艺出品率的校核 .....	183	6.6.3 砂芯检验用具 .....	241
5.4 铸铁件的实用冒口 .....	185	6.6.4 烘干机(板) .....	242
5.4.1 铸铁的体积变化 .....	185	6.6.5 工装图样的通用技术条件 .....	242
5.4.2 铸铁件实用冒口的设计 .....	185	<b>第7章 铸造工艺符号、铸造     工艺图及设计实例</b> .....	243
5.4.3 无冒口补缩法的应用条件 .....	187	7.1 铸造工艺符号及表示方法 .....	243
5.5 冷铁的设计和计算 .....	189	7.2 铸造工艺图 .....	248
5.5.1 外冷铁 .....	189	7.3 铸造工艺设计实例 .....	248
5.5.2 内冷铁 .....	192	7.3.1 4146 柴油机飞轮壳(机后盖) .....	248
<b>第6章 铸造工艺装备设计</b> .....	195	7.3.2 $\phi 25\text{mm} \times 25\text{mm}$ 铸钢阀体 .....	252
6.1 模样(pattern)设计 .....	195	7.3.3 球墨铸铁汽车后桥壳 .....	255
6.1.1 材质 .....	195	<b>第8章 计算机技术的应用</b> .....	258
6.1.2 金属模的结构 .....	197	8.1 铸造工艺的计算机辅助设计 .....	258
6.1.3 模样(芯盒)的尺寸标注 .....	199	8.1.1 铸件的模数和重量计算 .....	259
6.2 模板设计 .....	200	8.1.2 铸件实用冒口的设计计算 .....	261
6.2.1 模板种类 .....	200	8.1.3 铸件浇注系统设计计算 .....	264
6.2.2 模底板结构 .....	202	8.1.4 其他功能模块内容简介 .....	264
6.2.3 模板的定位 .....	202	8.2 铸件充型及凝固的模拟 .....	265
6.2.4 注意事项 .....	206	8.2.1 模拟步骤 .....	265
6.3 芯盒 .....	207	8.2.2 应用实例 .....	266
6.3.1 类型和材质 .....	207	8.3 快速成形技术 .....	267
6.3.2 芯盒结构设计 .....	207	8.3.1 快速成形技术的概念 .....	267
6.3.3 活块、镶块 .....	209	8.3.2 快速成形技术原理 .....	267
6.3.4 定位、夹紧结构 .....	210	8.3.3 典型的快速成形技术 .....	267
6.3.5 芯盒的辅件 .....	213	8.3.4 快速成形技术(RP)的应用 .....	270
6.3.6 一般金属芯盒的精度 .....	214	8.3.5 各种快速成形技术的比较 .....	274
6.4 热芯盒工艺和壳芯工艺用芯盒 .....	215	8.3.6 RP应用举例 .....	274
6.4.1 芯盒材质 .....	215	<b>参考文献</b> .....	278
6.4.2 选择分盒面 .....	215	<b>第2篇 造型材料</b> .....	279
6.4.3 热芯盒的壁厚 .....	217	<b>第9章 概述</b> .....	281
6.4.4 射砂口的设计 .....	217	9.1 造型材料的发展 .....	281
6.4.5 热(壳)芯盒的加热方式 .....	218	9.1.1 纵向竞相发展,呈多元化 的态势 .....	281
6.4.6 工作内腔尺寸 .....	219	9.1.2 认识不断深化 .....	282
6.4.7 芯盒的定位 .....	219	9.2 更新观念的必要性 .....	283
6.4.8 排气方式 .....	221	9.2.1 关于型砂的透气性 .....	283
6.4.9 出芯方式 .....	223	9.2.2 关于对原砂粒度分布的要求 .....	284
6.4.10 加热方式 .....	227	9.2.3 不宜再将“活性黏土”称之 “有效黏土” .....	285
6.5 砂箱及附件 .....	228	9.2.4 关于煤粉的粒度 .....	285
6.5.1 设计和选用砂箱的基本原则 .....	228		
6.5.2 类型 .....	228		
6.5.3 砂箱结构 .....	233		
6.5.4 搬运、翻转砂箱的结构 .....	240		
6.5.5 砂箱的紧固 .....	240		

9.3 本书在造型材料方面的基本内容 .....	285	11.2.3 伊利土 .....	334
<b>第 10 章 原砂</b> .....	287	11.2.4 凹凸棒土 .....	334
10.1 概况 .....	287	11.3 黏土湿型砂中的各种辅助材料 .....	336
10.2 硅砂 .....	287	11.3.1 铸造用煤粉 .....	336
10.2.1 硅砂的基本特性 .....	288	11.3.2 黏土湿型砂中的其他辅助材料 .....	340
10.2.2 硅砂的品种 .....	289	11.4 黏土湿型砂的结构和组成 .....	342
10.2.3 硅砂中的杂质 .....	291	11.4.1 黏土湿型砂的砂粒结构 .....	342
10.2.4 我国沉积砂的资源条件和 供应体系 .....	291	11.4.2 黏土湿型砂中的主要组分 .....	343
10.3 非硅质砂 .....	293	11.4.3 型砂组成与铸件质量之间 的关系 .....	343
10.3.1 锆砂 .....	293	11.4.4 各组分含量的测定方法 .....	344
10.3.2 铬铁矿砂 .....	294	11.5 黏土湿型砂的强度 .....	345
10.3.3 镁橄榄石砂 .....	294	11.5.1 强度的测定 .....	345
10.3.4 硅酸铝砂 .....	295	11.5.2 黏土膏的含水量与型砂的 强度 .....	346
10.4 各种人造砂 .....	295	11.5.3 原砂粒度对强度的影响 .....	347
10.4.1 碳粒砂 .....	295	11.5.4 其他附加物的影响 .....	348
10.4.2 顽辉石砂 .....	296	11.6 黏土湿型砂应经常检测的各种性能 及其影响 .....	348
10.4.3 莫来石陶粒 .....	298	11.6.1 水分 .....	348
10.4.4 我国的宝珠砂 .....	299	11.6.2 黏土湿型砂的可紧实性 .....	349
10.5 原砂的粒度及粒度分布 .....	299	11.6.3 黏土湿型砂的透气性 .....	350
10.5.1 ISO 和一些工业国家规定的 铸造砂用标准筛 .....	300	11.6.4 供分析、研究的检测项目 .....	352
10.5.2 我国的铸造用试验筛 .....	300	11.7 加热对黏土湿型砂性能的影响 .....	352
10.5.3 原砂的粒度 .....	301	11.7.1 加热对黏土黏结能力的影响 .....	352
10.5.4 原砂的粒度分布 .....	305	11.7.2 黏土黏结砂的干强度、热强度、 保留强度和落砂性能 .....	356
10.5.5 原砂的平均细度 .....	308	11.7.3 型表层膨胀造成的铸件缺陷 .....	358
10.6 原砂的颗粒形状 .....	311	11.7.4 型壁运动及有关问题 .....	362
10.6.1 对砂粒形状的分析 .....	311	11.8 混砂和型砂的质量控制 .....	365
10.6.2 砂粒形状对型砂性能的影响 .....	312	11.8.1 浇注、落砂后回收砂的处理 .....	365
10.6.3 砂粒形状的评定方法 .....	314	11.8.2 混砂 .....	366
10.7 原砂的含泥量及砂粒的表面性状 .....	320	11.9 废弃黏土湿型砂的再生处理和 再利用 .....	371
10.7.1 原砂的含泥量 .....	321	11.9.1 废弃砂的再生 .....	371
10.7.2 砂粒的表面性状 .....	321	11.9.2 废弃砂的再利用 .....	371
10.8 原砂的加工处理 .....	323	<b>第 12 章 水玻璃黏结砂</b> .....	373
10.8.1 关于原砂干法净化的设想 .....	325	12.1 概况 .....	373
10.8.2 防止原砂产生粒度偏析 的储砂斗 .....	325	12.1.1 水玻璃砂的发展过程 .....	373
<b>第 11 章 黏土湿型砂</b> .....	326	12.1.2 水玻璃砂的优点 .....	374
11.1 概况 .....	326	12.1.3 水玻璃砂的缺点 .....	374
11.1.1 黏土湿型砂的优点 .....	326	12.1.4 新的起点 .....	375
11.1.2 黏土湿型砂的不足之处 .....	327	12.2 水玻璃 .....	375
11.1.3 面临的新问题 .....	328	12.2.1 制取水玻璃的方法 .....	375
11.2 黏土 .....	329	12.2.2 水玻璃的组成 .....	376
11.2.1 膨润土 .....	329		
11.2.2 耐火黏土 .....	334		

12.2.3 硅酸钠的水解和胶凝 .....	378	13.1.5 树脂砂中的耦联剂 .....	408
12.2.4 水玻璃的密度 .....	378	13.2 铸造行业中常用的树脂 .....	409
12.2.5 水玻璃的规格 .....	379	13.2.1 对树脂黏结剂的要求 .....	409
12.3 水玻璃的黏结作用 .....	379	13.2.2 酚醛树脂 .....	410
12.3.1 黏结膜和黏结桥 .....	379	13.2.3 呋喃树脂 .....	412
12.3.2 水玻璃的胶凝 .....	380	13.2.4 尿烷树脂 .....	414
12.4 水玻璃砂的热强度、保留强度 和落砂性能 .....	382	13.3 树脂自硬砂 .....	415
12.4.1 水玻璃砂的热强度 .....	382	13.3.1 树脂自硬砂的几个工艺要素 ...	415
12.4.2 水玻璃砂的保留强度 .....	383	13.3.2 呋喃树脂自硬砂 .....	416
12.4.3 水玻璃砂的落砂性能 .....	384	13.3.3 酸硬化的甲阶酚醛树脂自 硬砂 .....	420
12.4.4 改善落砂性能的途径 .....	385	13.3.4 酯硬化的甲阶酚醛树脂自 硬砂 .....	422
12.5 水玻璃砂的脱水硬化 .....	386	13.3.5 尿烷树脂自硬砂 .....	424
12.5.1 为什么不宜叫“快干砂” .....	386	13.3.6 树脂自硬砂的混制 .....	425
12.5.2 脱水硬化的特点 .....	386	13.4 加热硬化的树脂砂 .....	425
12.5.3 有关常用脱水硬化工艺的 几个问题 .....	387	13.4.1 壳型(壳芯)工艺 .....	425
12.6 吹 CO <sub>2</sub> 硬化 .....	388	13.4.2 热芯盒工艺 .....	428
12.6.1 吹 CO <sub>2</sub> 时气流与水玻璃膜的 作用 .....	388	13.4.3 温芯盒工艺 .....	429
12.6.2 吹 CO <sub>2</sub> 时水玻璃砂中发生 的变化 .....	389	13.5 吹气(雾)硬化的树脂砂 .....	429
12.6.3 吹 CO <sub>2</sub> 硬化水玻璃砂的强度 ...	390	13.5.1 尿烷树脂冷芯盒工艺 .....	429
12.6.4 对吹 CO <sub>2</sub> 硬化工艺的综合 看法 .....	391	13.5.2 呋喃树脂吹 SO <sub>2</sub> 硬化的工艺 ...	430
12.6.5 如何改善吹 CO <sub>2</sub> 硬化的工艺 ...	392	13.5.3 自由基硬化的冷芯盘工艺 .....	432
12.6.6 冬季使用吹气硬化工艺的 问题 .....	393	13.5.4 环氧树脂吹 SO <sub>2</sub> 硬化的工艺 ...	432
12.6.7 真空置换硬化工艺 .....	393	13.5.5 酯硬化酚醛树脂冷芯盒工艺 ...	433
12.7 水玻璃自硬砂 .....	396	13.5.6 吹 CO <sub>2</sub> 硬化的聚丙烯酸钠 工艺 .....	433
12.7.1 硅铁粉自硬砂 .....	397	13.5.7 吹 CO <sub>2</sub> 硬化的酚醛树脂冷芯盒 工艺 .....	434
12.7.2 硅酸二钙自硬砂 .....	398	13.6 用树脂砂时常见的铸件缺陷及 其防止措施 .....	434
12.7.3 水玻璃流态自硬砂 .....	398	13.6.1 气孔 .....	434
12.7.4 有机酯自硬水玻璃砂 .....	398	13.6.2 粘砂 .....	435
12.8 水玻璃砂的再生 .....	400	13.6.3 铁毛刺 .....	435
12.8.1 离心撞击式再生装置 .....	401	13.6.4 冲砂 .....	436
12.8.2 加热再生 .....	401	13.6.5 铸件表面的光亮碳缺陷 .....	436
12.8.3 湿法再生 .....	402	13.6.6 用树脂自硬砂工艺生产铸 钢件时常见的一种裂纹 .....	438
<b>第 13 章 树脂黏结砂</b> .....	403	<b>第 14 章 铸造涂料</b> .....	439
13.1 概况 .....	403	14.1 概况 .....	439
13.1.1 树脂黏结剂的发展 .....	403	14.1.1 铸造涂料的组成及其分类 .....	439
13.1.2 采用树脂砂的效益 .....	404	14.1.2 涂料的发展 .....	440
13.1.3 采用树脂砂时在环保和作业 条件方面的考虑 .....	405	14.2 铸造涂料所用的主要原材料 .....	441
13.1.4 有关树脂砂的几个基本术语 ...	406	14.2.1 耐火骨料 .....	441
		14.2.2 载体 .....	443

14.2.3 水基涂料中的其他组分 .....	444	14.3.3 对铸造涂料的流变性的 初步认识 .....	451
14.2.4 醇基及氯代烃基涂料中的 其他组分 .....	446	14.4 有关使用涂料的两个问题 .....	453
14.3 涂料的流变性能 .....	447	14.4.1 施涂方法 .....	453
14.3.1 涂料随铸造工艺的发展 不断改进 .....	447	14.4.2 涂料的用量 .....	454
14.3.2 与涂料流变性有关的概念 .....	448	<b>参考文献</b> .....	456

# 第 1 篇

# 铸 造 工 艺



# 第1章 铸造工艺过程概要

铸造是金属材料的液态成形工艺。将经熔炼及必要的炉前处理的液态金属，浇注到与铸件要求相适应的铸型中，使其凝固、冷却而生产铸件的过程称为铸造。铸件成形后还需经多道后处理工序，如落砂、清理、精整、热处理及必要的涂

装，才能得到符合要求的成品铸件。

随着科技进步，铸造工艺有了很大发展，现代砂型铸造已不同于古代的传统工艺，其工艺流程如图 1-1 所示。

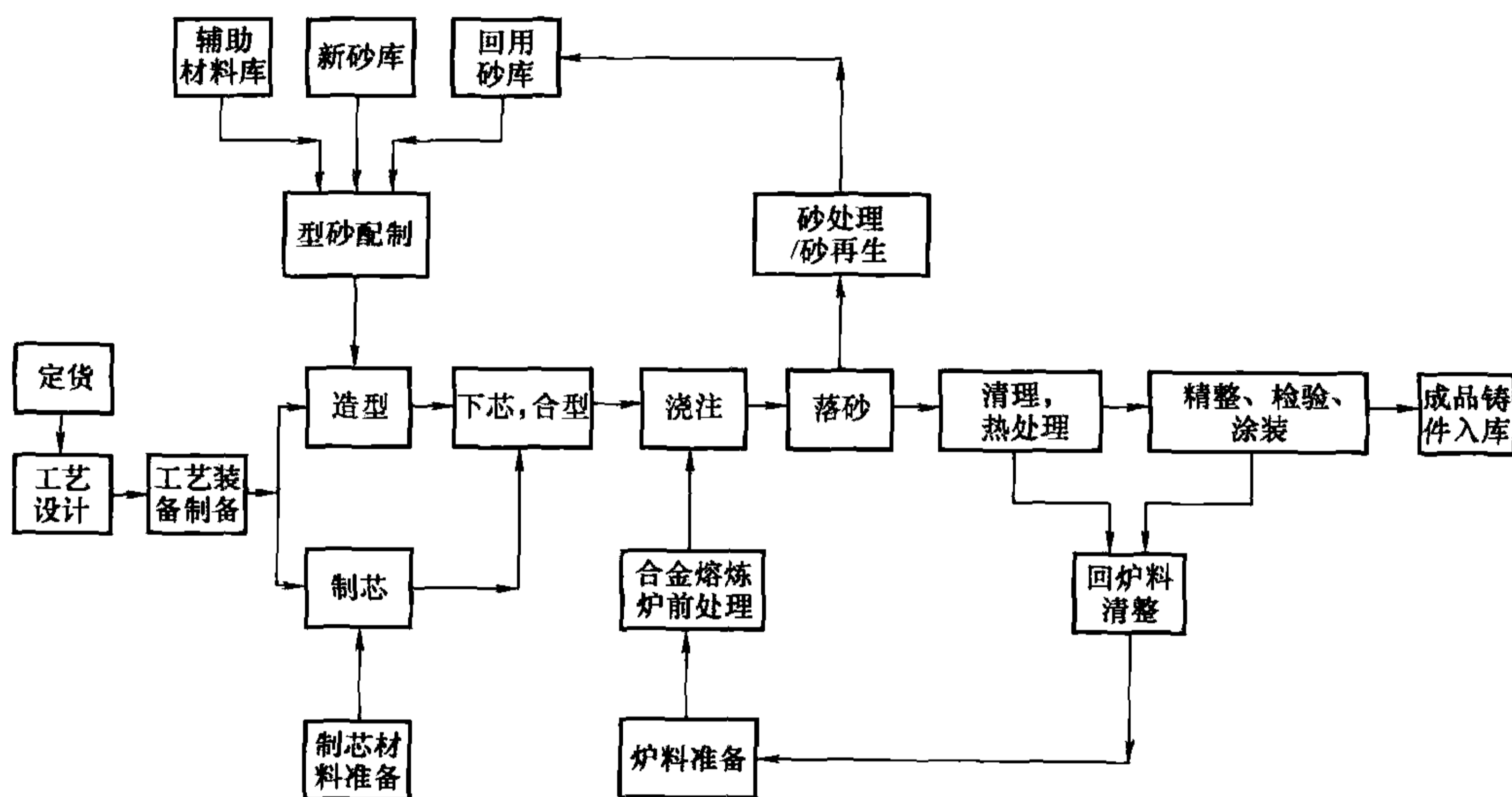


图 1-1 砂型铸造工艺流程图

从订货开始，到铸件成品检验合格、入库为止，要经过许多道工序。为了高效地生产优质铸件，铸造工作者对各个环节进行着不断地研究和改进，新的铸型制造方法不断出现。但迄今为止，砂型铸造法仍占铸件产量的 70%。

砂型铸造的优点是：不受零件形状、大小及复杂程度的限制，几乎所有的合金铸件都可生产；制造铸型的原材料来源广泛，生产周期短，成本低。缺点是：劳动条件较差，工序较多，影响铸件质量的因素较多。

以法兰铸件为例，图 1-2 表示砂型的构成。砂型由上砂型、下砂型和砂芯组成。用法兰的模样造出上下砂型的型腔，形成铸件的外轮廓。制造上下砂型的过程称为造型；砂芯形成法兰的内孔。制造砂芯的过程称为制芯。为了保证铸件的尺寸精度和内在质量，还必须采取许多工艺措施，如

图 1-2 中的浇注系统是为了充填熔融合金的、出气孔是为了砂型的排气等。

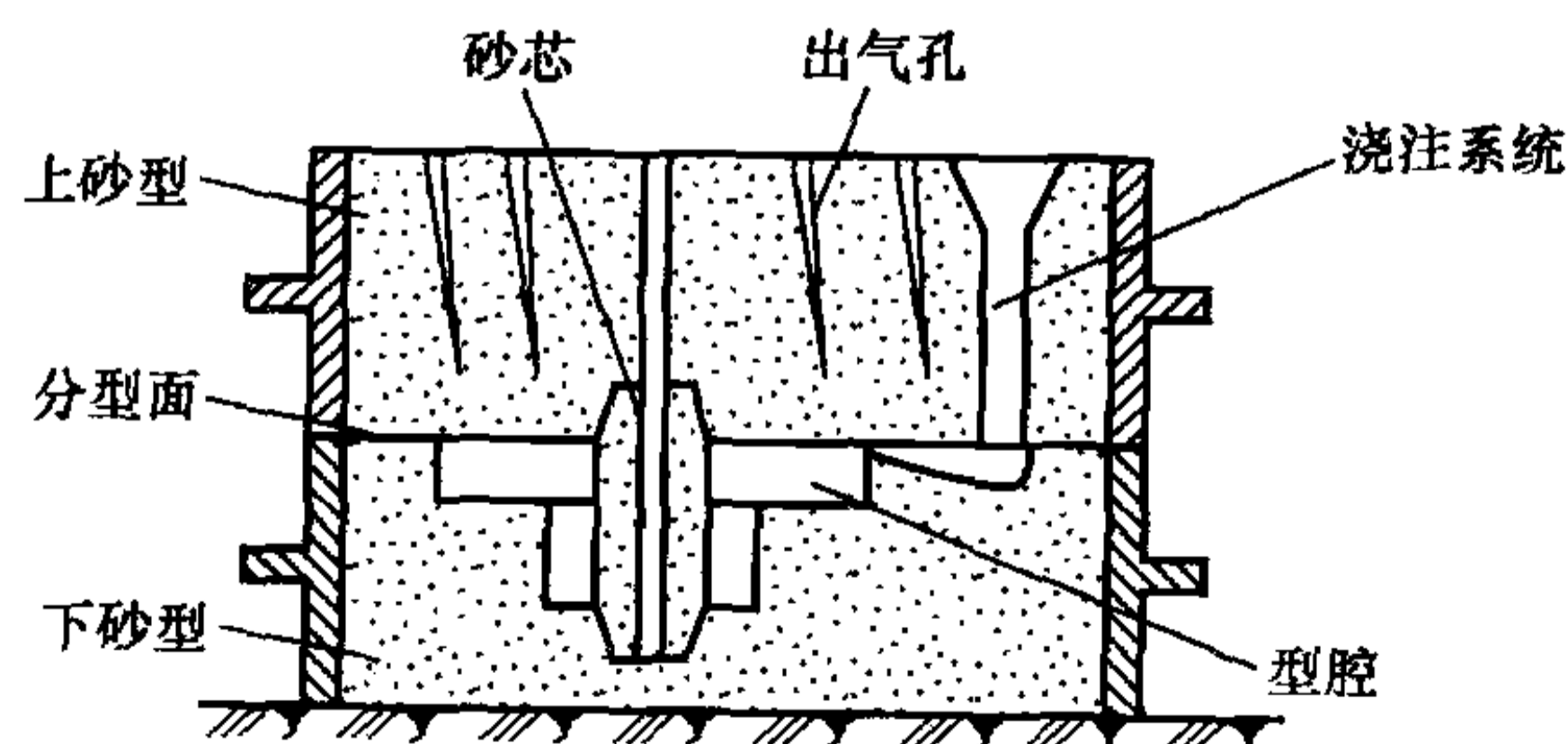


图 1-2 法兰铸型装配图

## 1.1 砂型的种类及其特点

制造砂型所用的混合料称为型砂。型砂中的耐火骨料是砂粒，还要加入黏结剂和一些辅助材料，以保证其性能指标。



作为耐火骨料的砂粒，品种很多：天然砂类有硅砂、镁橄榄石砂、铬铁矿砂、锆砂、硅酸砂等；人造砂类有碳粒砂、顽辉石砂、莫来石陶粒等。应用最广的是硅砂，其用量在各种原料总用量中占95%以上。其他砂种只是在有特殊要求时，少量应用。

型砂的黏结剂，目前主要有三大类：即黏土类、各种树脂和水玻璃。通常，砂型都按其所用的黏结剂分类。

此外，还有一些特殊的造型工艺，如：真空密封造型，型砂被包覆在塑料薄膜内，抽真空后，由大气压力将其固定成型，不需要任何黏结剂；冷冻造型，只加少量的水，填充到砂箱以后，借助于低温致冷剂使其冻结成型，基本上不需要加入其他黏结剂。

### 1.1.1 黏土砂型

目前，在现有生产条件下使用的黏土砂型，基本上都是黏土砂湿型，而且这是全世界铸造行业使用最为广泛的铸型。尽管近年来各种特种铸造工艺发展很快，即使就砂型铸造而言，以化学方式硬化的新型黏结剂层出不穷，但各国用黏土砂湿型生产的铸件大体上都在其铸件总产量的50%以上。

黏土砂湿型所用的黏结剂，严格来讲，并不是单纯的黏土，而是黏土和水混匀后形成的黏土膏。正是因为用这种黏度很高的黏土膏作黏结剂，黏土砂湿型有许多无与伦比的优点，同时，也存在不少棘手的问题。

下面就这两方面作简单的概述。

1. 黏土砂湿型的优点 主要优点有：

(1) 使用的黏结剂（黏土和水）蕴藏丰富，无匮乏之虞，而且价格低廉。

(2) 黏结剂无毒、无害、无味，是最佳的环境友好型物料。

(3) 铸型浇注、落砂以后，绝大部分旧砂经适当的处理后都可以循环使用，是资源节约型工艺。

(4) 由于黏土膏的黏度高，将型砂舂实后制成的小型铸型，不需要任何使其进一步强化的措施，即可耐受浇注金属液时的冲刷，因而生产过程简单。

对于湿型黏土砂，因其处理过程简单，且制成的铸型不必烘干即可浇注金属液，因而早期英国人称之为“Green Sand（生砂）”。时至今日，却

可以因其环境友好、节省资源而称之为“绿色型砂（Green Sand）”。这种妙用，倒是当年命名人始料未及的。

2. 黏土砂湿型的问题及解决方案 黏土砂湿型铸造是历史最悠久的铸造工艺，而且，随着科学技术的发展，总是不断地与时俱进，因而具有旺盛的生命力。但是，目前仍然存在不少问题，有待进一步的改进。从另一方面来看，这也表明黏土砂湿型铸造工艺还有广阔的发展空间。

(1) 黏土砂湿型的强度毕竟较低，而且受热会形成低强度的水分凝聚层，因而不能承受大量金属液的作用，只能因此生产小型，以及中型偏小的铸件。

过去大、中型铸件不得不采用黏土砂烘干型。这样，生产车间不得不装备大型烘干设备，或效率很低就地干燥的设施。这样的作业方式，不仅生产效率低、能耗高，而且落砂时粉尘飞扬。目前，由于水玻璃黏结砂和各种树脂砂的推广应用，黏土砂烘干型工艺已被淘汰。

早些时候，对于一些重要的小型铸件，为确保铸件产品的质量，还曾经采用表面烘干型工艺。随着各种高压造型机的推广应用，铸型的紧实度大为提高，也就没有采用表面烘干型的必要。

(2) 由于黏土膏的黏度很高，黏土湿型砂的流动性不好，用手工造型和老式震压造型机造型，很难使砂型有较高的紧实度，当然会影响铸件的尺寸精度和表面质量。

各种高压造型机的研发，主要目标都是为了提高黏土砂型的紧实度。

(3) 由于黏土膏的黏度很高，制造黏土砂湿型的能耗极高，当前，这是各国铸造行业都十分关注的问题。

近年来，日本新东公司研发了一项流态化填砂工艺。在造型机上方储砂斗的斗壁上钻有很多小孔，往砂箱内填砂之前，先从小孔向砂斗内吹压缩空气，使型砂流态化，然后将其射入砂箱。由于填砂紧实而且均匀，可使造型的能耗减少50%以上，造型机的尺寸也大大缩小。

(4) 用于生产铸铁件的型砂中，还需加入煤粉以改善铸件的表面质量。铸型浇注以后，煤粉受热分解而散发的气体是有害的，目前还没有找到有效而且无害的替代材料，这是世界各国都十分关注的问题，都安排了相关的课题。