

铸造手册

造型材料

4

中国机械工程学会铸造分会 组编
黄天佑 主编

第3版



铸造手册

第4卷

造型材料

第3版

中国机械工程学会铸造分会 组编

黄天佑 主编



机械工业出版社

《铸造手册》共分铸铁、铸钢、铸造非铁合金、造型材料、铸造工艺和特种铸造6卷出版。本书为第4卷《造型材料》。

第3版在第2版基础上,进行了全面修订,更新和完善了许多技术内容。本书共有绪论、原砂与耐火材料、粘土型砂、水玻璃砂、树脂黏结剂型砂与芯砂、油砂及其他有机黏结剂砂、涂料、过滤网、发热—保温冒口套与覆盖剂、其他辅助材料、造型材料测试方法共11章,分别论述了砂型铸造使用的各种材料发展与现状、选择和应用造型材料过程中所必须掌握的知识、各种造型材料的最新国家及行业相关标准。附录中列出了我国造型材料主要生产厂家一些主要产品的型号、技术参数,供读者选用时参考。

本书主要供广大铸造工作者使用,也可供科研人员及高等院校师生、造型材料销售商参考。

图书在版编目(CIP)数据

铸造手册. 第4卷, 造型材料/黄天佑主编. —3版.

—北京: 机械工业出版社, 2011. 10 (2014. 11 重印)

ISBN 978-7-111-36115-2

I. ①铸… II. ①黄… III. ①铸造—手册②造型材料—手册 IV. ①TG2-62②TG221-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第207721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: 刘秀丽 吴美英

责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2014年11月第3版·第2次印刷

184mm×260mm·29.75印张·3插页·975千字

3 001—5 000册

标准书号: ISBN 978-7-111-36115-2

定价: 118.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

铸造手册第3版编委会

顾问 周尧和 柳百成
编委会主任 李新亚 李荣德
副主任 姜延春 李奇
委员 张伯明 姜延春 戴圣龙
黄天佑 李新亚 姜不居
李超群 苏仕方 余茂祚

造型材料卷第3版编委会

主编 黄天佑
副主编 李远才 祝建勋 谢华生
编委 王红宇 吕德志 王致明
主审 周静一
总策划 余茂祚

铸造手册第2版编委会

顾 问 陶令桓 周尧和 柳百成

主任委员 赵立信 李新亚

副主任委员 房贵如

委 员 (按姓氏笔画为序)

王君卿 刘兆邦 刘伯操

张伯明 余茂祚 (常务)

范英俊 钟雪友 姚正耀

黄天佑

造型材料卷第2版编委会

主 编 黄天佑

副 主 编 黄乃瑜 田秀全

编 委 谢方文 顾国涛 关 键

主 审 谢明师

总 策 划 余茂祚

第3版前言

建国以来,我国铸造行业获得了很大发展,年产量超过3500万t,位居世界第一;从业人员超过300万人,是世界规模最大的铸造工作者队伍。为满足行业及广大铸造工作者的需要,机械工业出版社于1991年编辑出版了《铸造手册》,2002年出版了第2版,手册共6卷813万字。自第2版手册出版发行以来,先后分别重印4~6次,深受广大铸造工作者欢迎。两院院士、中国工程院副院长师昌绪教授,科学院院士、上海交通大学周尧和教授,科学院院士、机械科学研究院名誉院长雷天觉教授,工程院院士、中科院沈阳金属研究所胡壮麒教授,工程院院士、西北工业大学张立同教授,工程院院士、清华大学柳百成教授等许多著名专家、学者都曾对这套手册的出版给予了高度评价,认为手册内容丰富、数据可靠,具有科学性、先进性、实用性。这套手册的出版发行对跟踪世界先进技术,提高铸件质量,促进我国铸造技术进步起到了积极推进作用,在国内外产生较大影响,取得了显著的社会效益及经济效益。第1版手册1995年获机械工业出版社科技进步(暨优秀图书)一等奖,1996年获中国机械工程学会优秀工作成果奖,1998年获机械工业部科技进步二等奖。

第2版手册出版后的近10年来,科学技术迅猛发展,先进制造技术不断涌现,标准及工艺参数不断更新,特别是高新技术的引入,使铸造行业的产品及技术结构发生了很大变化,手册内容已不能适应当前生产实际及技术发展的需要。应广大读者要求,我们对手册进行了再次修订。第3版修订工作由中国机械工程学会铸造分会和机械工业出版社负责组织和协调。

修订后的手册基本保留了第2版的风格,仍由铸铁、铸钢、铸造非铁合金、造型材料、铸造工艺、特种铸造共6卷组成。第3版除对第2版已显陈旧落后的内容进行删改外,着重增加了近几年来国内外涌现出的新技术、新工艺、新材料、新设备的相关内容,并以最新的国内外技术标准替换已作废的旧标准,同时采用法定计量单位,修改内容累计达40%以上。第3版手册详细介绍了先进实用的铸造技术,数据翔实,图文并茂,基本反映了21世纪初的国内外铸造领域的技术现状及发展趋势。新版手册将以崭新的面貌为铸造工作者提供一套完整、先进、实用的技术工具书,对指导生产、推进21世纪我国铸造技术进步,使我国从铸造大国向铸造强国转变将发挥积极作用。

第3版铸造手册的编写班子实力雄厚,共有来自工厂、研究院所及高等院校40多个单位的110名专家教授参加编写,而且有不少是后起之秀。各卷主编是:

第1卷铸铁 中国农业机械化科学研究院原副院长张伯明研究员。

第2卷铸钢 沈阳铸造研究所所长娄延春研究员。

第3卷铸造非铁合金 北京航空材料研究院院长戴圣龙研究员。

第4卷造型材料 清华大学黄天佑教授。

第5卷铸造工艺 机械研究院院长李新亚研究员。

第6卷特种铸造 清华大学姜不居教授。

本书为《铸造手册》的第4卷《造型材料》,编写组织工作得到清华大学的大力支持,并在本书编委会的主持下,经过许多同志辛勤工作完成的。主编黄天佑教授全面负责,汇同编委完成各章的编写工作。全书共11章,各章编写分工如下:

第1~3章 清华大学:黄天佑教授

第4章 江苏宜兴市合兴化工有限公司：王红宇高工

第5~7章 华中科技大学：李远才教授

第8章 济南圣泉集团股份有限公司：祝建勋高工，张科峰高工，王致明博士，刘敬浩工程师，王国栋工程师，陈海生高工，赵远明工程师，杨淑金工程师

第9章 济南圣泉集团股份有限公司：祝建勋高工，刘烨高工，王致明博士，李恒峰工程师，李金峰工程师，陈海生高工

第10章 济南圣泉集团股份有限公司：祝建勋高工，赵秀娟工程师，王致明博士

第11章 沈阳铸造研究所：谢华生研究员，尹绍奎研究员，吕德志研究员，王岩高工

附录 清华大学：黄天佑教授

本书统稿工作由主编黄天佑教授与责任编辑余茂祚研究员级高工共同完成。

本书由沈阳铸造研究所周静一教授级高工担任主审。

本书在编写过程中得到各编写人员所在单位的大力支持，也得到了济南圣泉集团股份有限公司、苏州市兴业铸造材料有限公司的大力支持，在此一并表示感谢。由于编者水平有限，错误之处在所难免，敬请读者指正。

中国机械工程学会铸造分会
机械工业出版社

第2版前言

建国以来,我国铸造行业获得很大发展,年产量超过千万吨,位居世界第二;从业人员超过百万人,是世界规模最大的铸造工作者队伍。为满足行业及广大铸造工作者的需要,机械工业出版社于1991年编辑出版了《铸造手册》,共6卷610万字。第1版手册自出版发行以来,先后分别重印3~6次,深受广大铸造工作者欢迎。两院院士、中国工程院副院长师昌绪教授,科学院院士、上海交通大学周尧和教授,科学院院士、机械科学研究院名誉院长雷天觉教授,工程院院士、中科院沈阳金属研究所胡壮麒教授,工程院院士、西北工业大学张立同教授等许多著名专家、学者都对这套手册的出版给予了高度评价,认为手册内容丰富、数据可靠,具有科学性、先进性、实用性。这套手册的出版发行对跟踪世界先进技术、提高铸件质量、促进我国铸造技术进步起到了积极推进作用,在国内外产生较大影响,取得了显著的经济效益及社会效益。手册1995年获机械工业出版社科技进步(暨优秀图书)一等奖,1996年获中国机械工程学会优秀工作成果奖,1998年获机械工业部科技进步二等奖。

第1版手册出版后的近十年来,科学技术迅猛发展,先进制造技术不断涌现,标准及工艺参数不断更新,特别是高新技术的引入,使铸造行业的产品及技术结构发生很大变化,手册内容已不能适应当前生产实际及技术发展的需要。应广大读者要求,我们对手册进行了修订。第2版修订工作由中国机械工程学会铸造分会和机械工业出版社负责组织和协调。

修订后的手册基本保留了第1版风格,仍由铸铁、铸钢、铸造非铁合金、造型材料、铸造工艺、特种铸造共6卷组成。为我国进入WTO,与世界铸造技术接轨,并全面反映当代铸造技术水平,第2版除对第1版已显陈旧落后的内容进行删改外,着重增加了近十几年来国内外涌现出的新技术、新工艺、新材料、新设备的相关内容,并以最新的国内外技术标准替换已作废的旧标准,同时采用新的计量单位,修改内容累计达40%以上。第2版手册详细介绍了先进实用的铸造技术,数据翔实,图文并茂,基本反应了20世纪90年代末至21世纪初国内外铸造领域的技术现状及发展趋势。新版手册将以崭新的面貌为铸造工作者提供一套完整、先进、实用的技术工具书,对指导生产、推进21世纪我国铸造技术进步将发挥积极作用。

第2版手册的编写班子实力雄厚,共有来自工厂、研究院所及高等院校40多个单位的109名专家教授参加编写。各卷主编是:

第1卷 铸铁 中国农业机械化研究院副院长张伯明研究员。

第2卷 铸钢 中国第二重型机械集团公司总裁姚正耀研究员级高工。

第3卷 铸造非铁合金 北京航空材料研究院院长刘伯操研究员。

第4卷 造型材料 清华大学黄天佑教授。

第5卷 铸造工艺 沈阳铸造研究所总工程师王君卿研究员。

第6卷 特种铸造 中国新兴铸管集团公司董事长范英俊研究员级高工。

本书为《铸造手册》的第4卷《造型材料》,在该卷编委会的主持下,经过许多同志辛勤劳动完成的。在主编黄天佑教授全面负责的基础上(并分工负责原砂、无机黏结剂原材料及混合料部分的统稿),与副主编黄乃瑜教授(分工负责有机黏结剂原材料、混合料及涂料部分的统稿)、田秀全高工(分工负责检测方法部分的统稿)共同主持编写、修订工作。参加第2版各章编写、修订工作的分工如下:

第1章 清华大学黄天佑教授, 华中科技大学黄乃瑜教授。

第2章 原砂部分: 福建省机械科学研究院谢方文研究员级高工。

粘土部分: 清华大学黄天佑教授。

水玻璃部分: 上海交通大学朱纯熙教授, 上海沪东重机公司王红宇高工。

有机黏结剂部分: 济南圣泉集团股份有限公司祝建勋高工, 华中科技大学徐正达副教授、黄乃瑜教授。

辅助材料部分: 一汽铸造有限公司王德茂高工, 清华大学黄天佑教授、石晶玉副教授。

第3章 粘土砂部分: 清华大学黄天佑教授、石晶玉副教授。

水玻璃砂部分: 上海交通大学朱纯熙教授, 上海沪东重机公司王红宇高工, 华中科技大学樊自田副教授。

有机黏结剂型芯砂部分: 华中科技大学黄乃瑜教授、徐正达副教授, 北京仁创铸造有限公司秦升益研究员级高工、刘琦高工, 柳州第二空压机总厂蔡教战高工, 一汽铸造有限公司王德茂高工。

特种型芯砂部分: 戚墅堰机车车辆工厂张致洵高工, 沈阳铸造研究所谢明师研究员级高工, 福建省机械科学研究院谢方文研究员级高工。

涂料部分: 上海汽轮机有限公司顾国涛高工。

第4章 沈阳铸造研究所田秀全高工、关键研究员级高工、刘伟华高工。

附录 清华大学黄天佑教授、胡永沂高级实验师。

东风汽车公司研究员级高工彭元享参加了本书的审稿。

本书的最后统稿工作由主编、副主编、责任编辑余茂祚研究员级高工以及石晶玉副教授共同完成。主审为沈阳铸造研究所谢明师研究员级高工。

本书在编写过程中得到清华大学、华中科技大学、沈阳铸造研究所、福建省机械科学研究院、上海交通大学、济南圣泉集团股份有限公司、北京仁创铸造有限公司、广西柳州市柳江造型材料厂、上海汽轮机有限公司、戚墅堰机车车辆工厂、一汽铸造有限公司、柳州第二空压机总厂、上海沪东重机公司等单位的支持和帮助, 在此一并表示感谢。由于编者水平有限, 错误之处在所难免, 敬请读者指正。

中国机械工程学会铸造分会编译出版工作委员会

目 录

第3版前言

第2版前言

第1章 绪论..... 1

1.1 造型材料的重要性 1

1.2 我国造型材料的发展概况 1

1.3 造型材料发展趋势与展望 4

参考文献..... 5

第2章 原砂与耐火材料 6

2.1 概述 6

2.2 硅砂 6

2.2.1 性状和用途 6

2.2.2 来源和分类 6

2.2.3 石英的结构转变特性 6

2.2.4 矿物组成和杂质成分的影响 7

2.2.5 硅砂粒度控制和表示方法 8

2.2.6 硅砂的表面状态和颗粒形状 10

2.2.7 硅砂的加工 11

2.2.8 铸造用硅砂的技术指标 14

2.2.9 鉴定铸造黏结剂用标准砂的技术指标 15

2.3 特种砂 15

2.3.1 锆砂 15

2.3.2 镁砂 16

2.3.3 橄榄石砂 17

2.3.4 铬铁矿砂 18

2.3.5 钛铁矿砂 18

2.3.6 钛渣砂、铬渣砂、钒渣砂 19

2.3.7 刚玉砂 19

2.3.8 耐火熟料（铝矾土砂、焦宝石砂、煤矸石砂） 20

2.3.9 陶粒砂 21

2.3.10 碳质砂（石墨和焦炭） 22

2.3.11 石灰石砂 25

2.4 原砂技术指标汇总 25

参考文献 26

第3章 粘土型砂 28

3.1 概述 28

3.2 粘土 28

3.2.1 铸造用粘土 29

3.2.2 铸造用膨润土 30

3.3 煤粉及其他辅助材料 33

3.3.1 煤粉及其复合添加剂 33

3.3.2 重油和渣油 36

3.3.3 淀粉类材料 36

3.4 湿型砂的特点 37

3.5 粘土砂各种材料的选用 37

3.6 湿型砂的配比和性能 38

3.6.1 配比 38

3.6.2 型砂性能及其对铸件质量的影响 43

3.7 型砂性能检测频率和检测结果整理分析 51

3.7.1 型砂性能检测频率 51

3.7.2 检测结果的整理 51

3.8 各种湿型砂对性能的基本要求 52

3.9 砂处理系统 54

3.10 混砂机及混砂工艺 56

3.10.1 混砂机 56

3.10.2 混砂工艺 59

3.11 型砂性能的在线检测与控制 67

3.12 湿型砂循环使用中的问题 70

3.12.1 热砂问题 70

3.12.2 粉尘的积累问题 73

3.12.3 废砂的排放问题 74

3.13 粘土旧砂的再生 75

3.13.1 旧砂再生后用于湿型砂 76

3.13.2 旧砂再生后用于制芯 76

3.13.3 热—机械再生法 77

3.13.4 烘干—机械再生法 79

3.13.5 分别落砂—机械再生法 80

3.13.6 废砂和粉尘的再利用 80

参考文献 81

第4章 水玻璃砂 83

4.1 概述 83

4.2 水玻璃 83

4.2.1 概述 83

4.2.2 水玻璃的硬化 84

4.2.3 水玻璃的粘结强度 84

4.2.4 水玻璃的制法和规格 84

4.2.5 水玻璃模数和浓度的调整	86	5.3.7 覆膜砂热法再生与质量控制	179
4.2.6 水玻璃的老化和物理改性	87	5.4 热(温)芯盒黏结剂砂	180
4.2.7 助粘剂	89	5.4.1 概述	180
4.2.8 水玻璃的化学改性剂	90	5.4.2 热(温)芯盒用树脂黏结剂	180
4.2.9 水玻璃的复合改性	90	5.4.3 热芯盒法工艺	184
4.2.10 水玻璃砂溃散剂	91	5.4.4 热芯盒法存在的主要问题及解决途径	185
4.2.11 水玻璃硬化剂——有机酯	91	5.4.5 温芯盒法制芯	185
4.3 以水玻璃为黏结剂的型砂和芯砂	93	5.5 气硬冷芯盒黏结剂砂	185
4.3.1 CO ₂ 吹气硬化水玻璃砂	93	5.5.1 概述	185
4.3.2 水玻璃自硬砂	104	5.5.2 胺法冷芯盒黏结剂砂	186
4.3.3 有机酯水玻璃砂冷芯盒工艺	111	5.5.3 SO ₂ 硬化法黏结剂砂	190
4.3.4 烘干硬化水玻璃砂	111	5.5.4 低毒、无毒气硬冷芯盒法黏结剂砂	191
4.4 水玻璃旧砂再生	113	5.6 自硬树脂砂的再生	193
4.4.1 砂块破碎	114	5.6.1 概述	193
4.4.2 旧砂表面水玻璃膜的去除	114	5.6.2 自硬树脂砂干法再生	194
4.4.3 水玻璃旧砂干法再生	114	5.6.3 自硬树脂砂热法再生	200
4.4.4 水玻璃旧砂热法再生	116	5.6.4 自硬树脂砂湿法、化学法和组合法再生	202
4.4.5 水玻璃旧砂湿法再生	117	5.6.5 自硬树脂砂再生性能及控制	203
4.4.6 水玻璃旧砂热湿法干法联合再生	121	参考文献	208
4.4.7 关于水玻璃旧砂的化学再生	121	第6章 油砂及其他有机黏结剂砂	211
4.4.8 水玻璃旧砂再生方法的选择	122	6.1 油砂	211
参考文献	123	6.1.1 植物油砂	211
第5章 树脂黏结剂型砂与芯砂	125	6.1.2 塔油砂	216
5.1 概述	125	6.1.3 合脂砂	220
5.1.1 树脂黏结剂砂的特点	125	6.1.4 渣油砂	222
5.1.2 自硬冷芯盒法	125	6.1.5 乳化沥青砂	226
5.1.3 热(温)芯盒法	126	6.2 聚乙烯醇砂	227
5.1.4 壳法	126	6.2.1 聚乙烯醇黏结剂	227
5.1.5 冷芯盒法	127	6.2.2 聚乙烯醇型(芯)砂	227
5.2 自硬冷芯盒黏结剂砂	127	6.3 JD复交芯砂	228
5.2.1 概述	127	6.3.1 JD复交黏结剂	228
5.2.2 自硬呋喃树脂砂	127	6.3.2 JD—2型复交芯砂	229
5.2.3 自硬酚醛树脂砂	144	参考文献	230
5.2.4 自硬碱性酚醛树脂砂	146	第7章 涂料	231
5.2.5 自硬酚尿酸树脂砂	156	7.1 概述	231
5.2.6 自硬树脂砂混砂装置及混砂工艺	166	7.1.1 涂料的主要组成	231
5.3 覆膜砂	170	7.1.2 铸造涂料的分类	231
5.3.1 概述	170	7.1.3 铸造涂料的功能和作用	232
5.3.2 覆膜砂用原材料	172	7.2 涂料主要组分及选用	232
5.3.3 覆膜砂配方及混制工艺	175	7.2.1 耐火粉料	232
5.3.4 覆膜砂的标准与分类	176	7.2.2 黏结剂(增稠剂)	233
5.3.5 覆膜砂型(芯)的制造	177	7.2.3 悬浮剂	238
5.3.6 覆膜砂型(芯)铸件缺陷	178		

7.2.4 载体	240
7.3 涂料的配制工艺及设备	241
7.3.1 涂料的配制	241
7.3.2 涂料的配制设备	242
7.4 涂料的施涂方法及设备	244
7.4.1 概述	244
7.4.2 刷涂法	244
7.4.3 浸涂法	245
7.4.4 喷涂法	245
7.4.5 流涂法	247
7.4.6 粉末涂料施涂法和静电喷涂 法	247
7.4.7 非占位涂料	248
7.5 涂料的干燥	248
7.5.1 水基涂料的几种干燥方式的 比较	248
7.5.2 醇基涂料的点燃干燥	248
7.6 几种典型砂型(芯)铸造涂料	248
7.6.1 树脂砂型(芯)涂料	248
7.6.2 湿砂型涂料	252
7.6.3 水玻璃砂型(芯)用涂料	253
7.7 涂料常规性能的检测	254
7.7.1 涂料工艺性能的测定	254
7.7.2 涂料烘干态性能的测定	256
7.7.3 涂料高温性能的检测	257
参考文献	257
第8章 过滤网	258
8.1 概述	258
8.1.1 过滤网的发展历史	258
8.1.2 过滤机理及其功效	258
8.1.3 过滤网的种类及综合性能 对比	260
8.2 纤维过滤网	261
8.2.1 纤维过滤网的品种	261
8.2.2 纤维过滤网的主要规格及 性能	262
8.2.3 适用范围及应注意的问题	262
8.3 直孔陶瓷过滤网	262
8.3.1 品种规格及主要性能参数	262
8.3.2 适用范围及应注意的问题	266
8.4 泡沫陶瓷过滤网	266
8.4.1 品种规格及适用范围	266
8.4.2 主要性能及参数	268
8.5 过滤网的应用及设计	270
8.5.1 过滤网的选择	270

8.5.2 过滤网安放位置的选择	270
8.5.3 过滤网的尺寸及片数确定	270
8.5.4 过滤节的设计	271
8.5.5 过滤网的组合使用	272
8.5.6 应用实例	273
参考文献	275
第9章 冒口套及覆盖剂	277
9.1 概述	277
9.1.1 冒口套的发展历史	277
9.1.2 冒口套的种类	277
9.1.3 冒口套的组成及主要性能	278
9.1.4 冒口套的效能	279
9.2 冒口套用原材料	279
9.2.1 保温材料	279
9.2.2 发热材料	282
9.2.3 耐火骨料	282
9.2.4 黏结剂	284
9.3 保温冒口套	284
9.3.1 保温冒口套的组成	284
9.3.2 保温冒口套的性能指标	285
9.3.3 保温冒口套规格型号	286
9.3.4 保温冒口套的应用范围	286
9.4 发热—保温冒口套	287
9.4.1 发热—保温冒口套的组成	287
9.4.2 发热—保温冒口套的主要性能	287
9.4.3 发热—保温冒口套的应用范围	287
9.4.4 主要尺寸规格	287
9.5 发热冒口套	296
9.5.1 发热冒口套的组成及主要 性能	296
9.5.2 发热冒口套的特点及应用 范围	296
9.5.3 主要尺寸规格	297
9.6 发热—保温覆盖剂	298
9.6.1 发热—保温覆盖剂的作用	299
9.6.2 发热—保温覆盖剂的材料组成	299
9.6.3 发热—保温覆盖剂的使用	300
9.7 易割片	300
9.7.1 易割片的作用	300
9.7.2 易割片所用材料	300
9.7.3 易割片的规格	301
9.7.4 易割片的使用方法	301
9.8 冒口套的设计及应用	301
9.8.1 冒口套的选用	301
9.8.2 冒口套的设计方法	301

9.8.3 发热—保温冒口套应用实例	305	11.1.12 热芯盒树脂	376
参考文献	307	11.1.13 三乙胺硬化酚尿烷冷芯盒 树脂	380
第10章 其他辅助材料	309	11.1.14 SO ₂ 固化树脂	380
10.1 脱模剂	309	11.1.15 CO ₂ 固化或甲酸甲酯固化酚醛 树脂	380
10.1.1 自硬树脂砂用脱模剂	309	11.1.16 CO ₂ 固化聚丙烯酸树脂或聚乙 烯醇树脂	380
10.1.2 冷芯盒用脱模剂	310	11.1.17 自硬砂用呋喃树脂	381
10.1.3 热芯盒、覆膜砂造型制芯用脱 模剂	311	11.1.18 磺酸类固化剂	382
10.1.4 粘土砂专用脱模剂	312	11.1.19 水玻璃黏结剂	383
10.1.5 水玻璃砂专用脱模剂	312	11.1.20 煤粉及其代用材料	385
10.2 砂芯胶合剂	313	11.2 型(芯)砂性能测试方法	391
10.2.1 烘干型胶合剂	313	11.2.1 粘土砂	391
10.2.2 常温自硬快干型胶合剂	314	11.2.2 水玻璃砂	405
10.2.3 常温自干型胶合剂	315	11.2.3 覆膜砂	407
10.2.4 热熔胶	316	11.2.4 热芯盒砂	410
10.3 封箱泥条(膏)及密封圈	318	11.2.5 冷芯盒树脂砂	411
10.3.1 封箱泥条	318	11.2.6 自硬树脂砂	412
10.3.2 封箱泥膏	319	11.3 涂料	415
10.3.3 密封圈(垫)	320	11.3.1 取样和制备(JB/T 9226— 2008)	415
10.4 铸造用透气绳	321	11.3.2 涂料性能测定	415
10.5 防脉纹添加剂	321	11.4 过滤网	420
10.5.1 脉纹缺陷预防的常用措施	321	11.4.1 过滤网外观测定	420
10.5.2 防脉纹添加剂的使用指南	322	11.4.2 过滤网性能测定	421
10.5.3 防脉纹添加剂的检测指标	322	11.5 冒口套	422
10.6 修补膏	323	11.5.1 密度(GB/T 5071—1997)	422
10.7 浇注管	323	11.5.2 常温耐压强度(GB/T 5072— 2008)	423
10.7.1 浇注管材质	323	11.5.3 常温抗折强度(GB/T 3001— 2007)	424
10.7.2 常用浇注管的规格(以长安造型 耐火材料厂产品为例)	323	11.5.4 热导率试验(YB/T 059— 1994)	425
参考文献	325	11.5.5 耐火度试验(GB/T 7322— 2007)	426
第11章 造型材料测试方法	326	11.5.6 含水量试验(YB/T 5120— 1993)	426
11.1 原材料的测试方法	326	参考文献	426
11.1.1 取样规则	326	附录 造型材料产品性能数据	427
11.1.2 原砂性能测试方法	327	附录A 铸造用硅砂	427
11.1.3 原砂的化学成分分析	335	附录B 特种砂	430
11.1.4 粘土和膨润土	345	附录C 铸造用膨润土	432
11.1.5 粘土和膨润土的成分分析(JB/T 9225—1999)	355	附录D 水玻璃及有机酯	433
11.1.6 桐油、植物油	363	附录E 铸造用煤粉	433
11.1.7 合脂、渣油	368		
11.1.8 纸浆废液、亚硫酸盐木浆废液及 糖浆	370		
11.1.9 淀粉、糊精	370		
11.1.10 松香(GB/T 8146—2003)	371		
11.1.11 覆膜砂树脂	374		

附录 F 铸造用树脂	434
附录 G 树脂砂用固化剂	440
附录 H 覆膜砂	444
附录 I 铸造用涂料	448
附录 J 过滤网	454

附录 K 冒口套	455
附录 L 其他辅助材料	457
附录 M 造型材料检测仪器	458
附录 N 造型材料检测仪器生产厂家	459

造型材料。造型材料对铸件质量提出更高的要求,并且
铸造生产中的重要地位。

“绿色铸造”,保护环境,实现可持
续发展,成为铸造业的重要课题。造型材料对铸造厂的清
洁生产有着重要的作用。据统计,我国目前每年铸造
生产的一吨铸件需要消耗一吨砂,全国每年共消
耗砂约 200 万吨。同时,铸造业大量废弃的旧
砂、废型砂、废芯砂等,如果不经处理,必
然会对环境造成污染。因此,在铸造过程中,必须
采取有效措施,减少废砂的产生,并对废砂进行
回收和再利用。废砂回收和再利用,是铸造业
实现绿色生产的重要途径。废砂回收和再利用,可
以减少废砂对环境的污染,降低铸造成本,提高
铸造企业的经济效益。废砂回收和再利用,还可
以节约资源,保护环境,实现可持续发展。

2 我国造型材料的发展概况

我国是一个铸造生产的大国,但过去
很长一段时间内,造型材料的发展滞后于工
业生产的发展。随着工业生产的快速发展,铸
造业对造型材料的需求日益增加,造型材料
的发展也日益受到重视。我国造型材料的发展
概况如下:

我国造型材料的发展,经历了从传统
型砂到现代造型材料的过程。传统型砂主要
由天然砂和粘结剂组成,其性能较差,且对
环境造成污染。现代造型材料则采用各种
合成材料,其性能优越,且对环境友好。我
国造型材料的发展,主要经历了以下几个阶
段:

1. 传统型砂阶段: 传统型砂主要采用
天然砂和粘土作为粘结剂,其性能较差,且
对环境造成污染。随着工业生产的发
展,传统型砂已无法满足生产需求。

2. 合成型砂阶段: 合成型砂是采用
各种合成材料制成的,其性能优越,且对
环境友好。合成型砂的发展,主要经历了
以下几个阶段:

(1) 普通合成型砂: 普通合成型砂
是采用各种合成材料制成的,其性能优越,
且对环境友好。普通合成型砂的发展,主
要经历了以下几个阶段:

(2) 特种合成型砂: 特种合成型砂
是采用各种合成材料制成的,其性能优越,
且对环境友好。特种合成型砂的发展,主
要经历了以下几个阶段:

(3) 环保型合成型砂: 环保型合成
型砂是采用各种合成材料制成的,其性能
优越,且对环境友好。环保型合成型砂的
发展,主要经历了以下几个阶段:

3. 绿色造型材料阶段: 绿色造型材
料是采用各种环保材料制成的,其性能优
越,且对环境友好。绿色造型材料的发展,
主要经历了以下几个阶段:

(1) 环保型合成型砂: 环保型合成
型砂是采用各种环保材料制成的,其性能
优越,且对环境友好。环保型合成型砂的
发展,主要经历了以下几个阶段:

(2) 环保型型砂: 环保型型砂是采
用各种环保材料制成的,其性能优越,且
对环境友好。环保型型砂的发展,主要经
历了以下几个阶段:

(3) 环保型造型材料: 环保型造型
材料是采用各种环保材料制成的,其性能
优越,且对环境友好。环保型造型材料的
发展,主要经历了以下几个阶段:

第1章 绪论

1.1 造型材料的重要性

从广义上讲,凡是用来制造铸型(包括砂芯、涂料等)的材料统称为造型材料。铸造生产中使用的铸型有砂型、金属型、陶瓷型、石膏型、石墨型等,其中最普遍和大量使用的是砂型。在我国或世界范围内,应用砂型生产的铸件占应用各种铸型生产铸件产量的60%~80%,因此,本卷仅叙述砂型铸造范畴的造型材料。

造型材料在铸造生产中占有重要的地位,其质量好坏直接影响铸件的质量、生产效率和成本。据统计,铸造生产中往往由于造型材料质量低劣或使用不当而造成铸件报废的约占总废品率的50%以上。造型、制芯费用占铸件生产总成本的1/2左右,金属熔炼费用占1/4,其余1/4的成本花费在铸件清理及其后处理工序上;铸件清理、精整工序成本中的大约70%与造型材料有着密切的关系。由此可见,铸件生产总成本中的70%左右和一半以上的质量问题都与造型材料有关。

一些高效造型、制芯材料和工艺的出现,往往会给铸造车间面貌带来大的变化。譬如,造船、机床厂采用自硬树脂砂代替原先的粘土干型砂,铸件的尺寸精度可达CT9~CT10级,比粘土砂工艺生产的铸件高2级;铸件表面粗糙度可达 $Ra=12.5\sim50\mu\text{m}$,比粘土砂铸件高1~2级;铸件废品率稳定在3%以下;车间单位面积的铸件产量比粘土砂铸造翻一番;铸件的清理效率提高3倍。再如,汽车制造厂采用的冷芯盒制芯工艺,它与热法制芯工艺相比,能耗约为壳型工艺的1/7,热芯盒的1/5,油芯的1/10;劳动生产率为热法工艺的1.5倍,油芯的10~20倍;铸件的尺寸精度提高到CT6~CT8级。

显然,研究开发造型材料的新品种,生产供应符合铸造生产需要的造型材料,以及合理选用各种造型材料,对于提高铸件质量、降低成本、提高劳动生产率和改变铸造生产面貌有着现实和深远的意义。毛坯精化及近无余量铸造,洁净以及高效生产一直是世界各国铸造工作者追求的共同目标。随着我国机械工业的发展以及越来越多的外国企业将原来在其他国家生产的铸件转移到中国来;使铸件的需求量不断增加,对铸件质量(包括内在质量和表面质量)的要求也

越来越高,这必将对造型材料提出更高的要求,并且将进一步显示出造型材料在铸造生产中的重要地位。

21世纪呼唤“绿色铸造”,保护环境、实现可持续发展是我们的基本国策,造型材料对铸造厂的清洁化生产起着重要的作用。据统计,我国目前砂型铸造生产中每吨铸件需消耗0.5~1t新砂,全国每年共消耗新砂1000万t以上。同时,将排放大量废弃的旧砂,如不能对旧砂进行再生处理及再利用,必定给工厂周围的自然环境带来污染和破坏。此外,铸造厂的砂处理工部产生的灰尘,造型、制芯、浇注过程中有机物的挥发,分解出的有毒、有害废气,酸碱物质溶解在水中等都是污染的来源。因此,采用少污染和无污染的先进造型材料和工艺,达到国家相关的环境排放标准意义重大,甚至成为铸造厂生存的关键。

1.2 我国造型材料的发展概况

我国虽然是一个铸造生产的古国和大国,但过去铸造技术的水平一直比较落后,主要采用粘土砂手工造型和进窑烘干的干型工艺,新的、先进的造型、制芯工艺所占的比例很低。改革开放以来,这个面貌有了较大的改观,已经有了一批先进铸造企业,其装备和技术水平接近或达到国际先进水平。

砂型铸造中造型材料的原材料主要是硅砂。我国铸造用硅砂资源丰富,从内蒙古自治区的通辽、赤峰,到河北省的围场一带广大地区蕴藏有大量的天然沉积硅砂,虽然二氧化硅含量大多只稍高于90%,但粒形较圆,含泥量较低,适合于生产铸铁件。此外,江西省鄱阳湖、河南省境内的黄河流域也蕴藏丰富的天然硅砂。我国已有越来越多的型砂厂能供应含泥量小于0.3%的擦洗砂。生产铸钢件用硅砂的二氧化硅含量要求在95%以上。这种硅砂主要产于福建省的沿海,此外广东省新会、台山一带和海南省也有适合于铸钢件生产的高二氧化硅含量的天然硅砂。由于我国南方沿海近年来铸钢用天然硅砂的大量不断开采,加上各地出于对环境保护的重视,加强了对沿海砂源开采的限制,铸钢用硅砂资源已逐渐短缺。砂型铸造用原砂中的特种砂的应用,如铬铁矿砂、橄榄石砂、锆砂等的使用量近年来有增无减,特别是在大型铸钢件的生产中尤为突出。除了天然的原砂之外,近年来人造砂的生产和应用也越来越多。例如,碳粒

砂、顽辉石砂、莫来石陶粒砂在日本、美国早有应用,我国的使用也逐渐增加。我国河南省洛阳一带,高铝矾土资源丰富,十多年前一些企业和研究单位合作开发了高铝质人造砂,如“宝珠砂”、“钇珠砂”等。此类原砂具有天然硅砂和特种砂所没有的优良性能,如耐热温度高、粒形圆、不易破碎等,价格又低于特种砂,所以近年来开始用于制芯、造型、消失模铸造、熔模铸造。除了供应国内铸造厂外,大部分出口。

铸造用粘土和膨润土遍布我国各地,蕴藏量丰富,膨润土矿床绝大多数属天然钙基。由于采用干型和半干型生产大型铸件的比例越来越少,所以普通粘土在砂型和砂芯中的使用量已经很少。原有黑山、九台、信阳、江宁、余杭、宣化等的钙基膨润土经过钠化处理,基本上能满足一般湿型砂铸造的要求。1974年,我国首次在浙江省临安县发现和开采了平山钠基膨润土,之后又相继探明了辽宁黑山、吉林刘房子、辽宁凌源、吉林鸡西刘房、新疆托克逊等钠基膨润土矿藏。目前公认的我国质量最好的膨润土矿当属辽宁省建平。其蒙脱石含量在80%以上。美国的维科公司和德国的南方化学公司都在建平建有独资膨润土生产厂,人工钠化膨润土的年产量都在10万t以上,其中一半出口。由于膨润土质量稳定,我国一些铸铁件大量生产企业都采用。优质钠基膨润土在湿型铸造上的应用表明,它在成批大量生产铸铁中、小零件以及一些具有大平面的铸件生产中,能有效地防止铸型塌箱和铸件的夹砂缺陷等,从而显著提高铸件的质量和内在质量。

水玻璃是我国自20世纪50年代以来用量仅次于粘土和膨润土的一种无机化学黏结剂,尤其是铸钢行业广泛采用水玻璃 CO_2 砂、水玻璃自硬砂和水玻璃石灰石砂。我国2008年铸钢件产量约460万t,其中70%以上是采用 CO_2 硬化水玻璃砂工艺。20世纪六七十年代,我国出现的石灰石水玻璃砂(“七0”砂)工艺,由于所生产的铸钢件质量差,以及所释放的CO对人身体的危害,使用的企业越来越少,趋于淘汰。水玻璃砂由于水玻璃的加入量高、落砂性能差和再生困难一直困扰着铸造工作者。近年来越来越多的铸钢件生产企业采用了酯硬化水玻璃砂自硬工艺和真空置换硬化法(VRH法)造型、制芯,不但减少了水玻璃用量,同时大大改善了型砂的溃散性,也易于旧砂再生和回用。近年来,铸造工作者对水玻璃黏结剂的基本性能和老化现象的认识不断深化,采用了物理和化学改性来消除老化现象。铸造用水玻璃黏结剂的质量也不断得到提高;采用新型高质量的改性

水玻璃和酯硬化工艺,可使型(芯)砂中水玻璃的质量分数由传统方法的7.0%~8.0%降低到2.5%~3.5%,从而使水玻璃砂的溃散性得到明显改善,也使水玻璃砂的再生和回用成为可能。与煤粉粘土砂、各种有机黏结剂砂比较,水玻璃砂对工人的健康危害小,也对工厂周围的环境污染最少,从这个意义上讲,水玻璃砂是一种绿色铸造工艺。

20世纪50年代研究成功的一系列取代植物油的有机黏结剂,如亚硫酸盐纸浆残液、渣油和20世纪60年代初我国发明的合脂黏结剂,目前仍在一些中小铸造企业应用,但趋势是越来越少,因为这些黏结剂的砂芯都采用芯盒外加热硬化工艺,所以砂芯精度差,还有效率低、污染大的缺点,因此,这些黏结剂趋于淘汰。

近30年,我国在人工合成树脂黏结剂的试验研究和推广应用方面有了较大的进展。济南圣泉集团有限公司、北京仁创集团公司、江苏苏州兴业铸造材料公司、重庆长江造型材料(集团)有限公司、上海市机械制造工艺研究所有限公司、华中科技大学、沈阳汇亚通铸造材料有限责任公司、大专院校和工厂都做了大量的试验研究及推广工作。目前我国已经能够系列生产各类自硬树脂砂、冷芯盒、热芯盒、壳型(芯)等工艺所用树脂。

自硬树脂砂工艺已被许多铸铁、铸钢和非铁合金铸造厂广泛采用,已用自硬树脂砂生产了形状复杂、尺寸精度要求高、表面粗糙度值低、质量达几百吨的大型铸钢件;许多机床厂已采用树脂砂生产出口机床铸件。我国现有成套的自硬树脂砂生产线约300多条,已广泛应用在机床、水泵、阀门、船用柴油机、机车车辆等行业中。在树脂砂工艺中目前以呋喃自硬树脂砂为主,但酯硬化碱性酚醛树脂砂和酚尿烷树脂砂工艺也在越来越多的铸钢厂得到应用。

覆膜砂制芯、热芯盒制芯工艺仍然是目前我国铸造厂的主要制芯工艺。三乙胺法冷芯盒和 SO_2 法冷芯盒制芯工艺也在一些工厂中得到应用,特别是三乙胺法冷芯盒法制芯在这30年中应用的工厂越来越多。同时也出现了一些无污染、低污染的有机黏结剂制芯工艺。目前我国已能生产出高强度、低膨胀、低发气量、速硬、耐热和易溃散的覆膜砂以及离心铸造用覆膜砂等数十个品种。覆膜砂不仅用于铸铁件,还用于铸钢件和非铁合金铸件,也用于大批量生产的复杂铸件如缸盖、水套、进排气歧管和泵体等。

在砂型铸造的涂料方面,近几年来为提高铸件质量和适应树脂砂工艺的要求,国内也加强和重视涂料的试验研究工作。例如,应用流变力学的理论指导,

研制和生产了各种适合于铸钢、铸铁、非铁合金铸件以及实型铸造的水基和醇基烘干涂料,有些涂料性能和使用效果已接近或达到国际同类涂料的水平,对改善铸件表面粗糙度、减少铸造缺陷起了重要的作用。涂料的效用也由单一的防粘砂作用向多功能化发展。20世纪50~70年代,我国许多铸造企业自己配制涂料使用,但往往质量得不到保证。许多人并不了解,铸造涂料的生产从原材料的进厂到涂料出厂,需要掌握许多知识,包括物理学、化学、冶金、矿物学、流变学等,还要有严格的生产过程管理和先进的工艺技术。

近年来,随着社会对环境保护的要求越来越高,型砂和芯砂的再生技术越来越受到重视。水玻璃砂的干法摩擦再生、湿法再生可使水玻璃砂的旧砂的回用率达到60%~80%;树脂黏结剂的型砂或芯砂经过机械摩擦再生,90%以上可用于自硬树脂砂造型。以上这两种旧砂再生成套装置在我国的铸造设备生产厂都已能够制造,并已在一些工厂应用。粘土砂旧砂的再生用于制芯在我国只是最近三五年的事情。对于汽车、拖拉机铸件的生产厂,如果能将过去大量芯砂和粘土煤粉混合的废弃旧砂用于制芯,特别是用于冷芯盒工艺制芯,就有可能大大减少这些工厂的旧砂废弃量,从而减少对环境,特别是对水源的污染。这项技术还有待于进一步的完善,另外,还需要与各地的铸造工业园区、铸造产业集群建设的工作加以统筹考虑,才能真正受到实效。“减量化—循环使用—少排放—再利用”是造型材料应用中必须遵循的原则,“零排放”是我们追求的目标。

砂型铸造中为了净化金属液的杂质,以及提高冒口的补缩效果,往往需要在浇注和补缩系统中放置各种形式用耐火材料制成的过滤器,以及各种形式的保温冒口套。因此,过滤器和冒口套也属于造型材料。

从20世纪60年代初起,陆续出现了硅酸铝纤维质、玻璃纤维、高硅氧玻璃纤维质等二维结构型内过滤网,并在生产中得到应用。自从1978年铝合金用泡沫陶瓷过滤器首次研究成功以来,泡沫陶瓷过滤技术得到了迅速发展。

在发达国家,各种材质、各种工艺、各种大小的铸件的生产已普遍采用过滤网,大大提高了铸件的质量和工艺出品率。随着我国铸造技术和铸件质量的不断提高,人们对过滤技术认识的不断深入,过滤网已被越来越多的人所认同。目前,我国的泡沫陶瓷过滤器的生产和应用从科研到生产已基本形成体系,济南圣泉集团有限公司已能大量生产包括陶瓷泡沫过滤器在内的各种陶瓷过滤器,并已出口。这种过滤器在镁

合金、铝合金、铜合金以及铸铁等领域已获得大规模的应用,取得了巨大的经济效益。

20世纪60年代,保温冒口套开始在国外的一些铸造厂使用,70年代,在欧美、日本得到了推广使用。我国从20世纪70年代开始研究、生产、应用保温冒口套,并开发出了多种产品,已逐渐得到了广泛应用,特别是在铸铝、球墨铸铁、铸钢树脂自硬砂造型工艺生产中的应用取得了很好的效果。目前为止,使用效果较好的主要是漂珠型保温冒口套和纤维型保温冒口套。

为综合利用发热和保温双重作用,铸造工作者们又开发出了以膨胀珍珠岩、漂珠等为保温材料,并添加耐火骨料和发热剂的发热/保温冒口套,大大提高了冒口套的补缩效率。目前,发热/保温冒口套得到了广泛的应用,针对不同的用途已有多种系列的产品,实现了商品化和产业化。现在的发热/保温冒口套可采用类似于下芯的方式在造型后放入,有时在树脂砂造型过程中将冒口套安置在模板上,造型后就固定在砂型内。另外,随着发热/保温冒口技术的进一步发展,又出现了冒口盖、保温板、易割片等产品。易割片与发热/保温冒口套配合使用可以简化冒口的去除和清理过程。

近年来,因为具有很好的“点补缩”效果,高铝热剂的发热冒口套在小型铸件上的应用优势逐渐得到了人们的认可,尤其是在只有有限冒口应用空间的情况下。而且发热冒口的骨料一般为硅砂,黏结剂采用水玻璃或树脂,所以冒口的强度高,可以在造型前将冒口放在模板上直接造型在砂型中。在模板上采用弹簧立柱,造型时将发热冒口套放置其上,解决了紧实过程中冒口与易割片压裂及冒口根部铸件表面质量不好的问题。

自我国改革开放以来,一些国际上著名的造型材料生产厂商,如美国的阿什兰公司、英国的福士科公司、德国的南方化学公司和欧区爱公司等,在我国合资或独资建立了造型材料生产企业,大大促进了中国造型材料技术水平的提高。

随着造型材料和工艺的发展,我国造型材料的测试技术也有较大的发展,在沈阳铸造研究所、清华大学、华中科技大学、邯郸市自动化仪表厂、常德仪器厂、无锡三峰仪器厂等单位的共同努力下,造型材料测试仪器已由原来测试型砂性能的老8件发展到近百个品种,而且在仪器的测试精度、可靠性和智能化方面都有了明显改进,基本上满足了造型材料的测试要求。除了实验室的测试仪器之外,还自行开发和引进了一些造型材料在线检测控制系统,如水分、紧实率