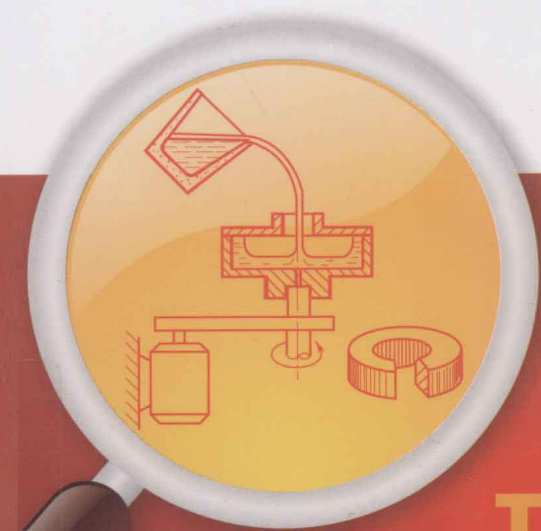




铸造工人学技术必读丛书

特种铸造

中国铸造协会◎组织编写
姜不居◎编著



TEZHONG
ZHUZAO



化学工业出版社



铸造工人学技术必读丛书

特种铸造

中国铸造协会◎组织编写

姜不居◎编著



化学工业出版社

·北京·

本书是《铸造工人学技术必读丛书》之一。书中主要介绍了四种特种铸造生产技术：熔模铸造从制模到热处理各工序工艺、操作要点及铸件缺陷分析；消失模铸造制模、上涂料、造型、浇注各工序工艺、操作要点及特有缺陷分析；压铸合金、压铸机、压铸模、压铸工艺、压铸工操作要点及铸件缺陷分析；离心铸造机、离心铸型、各种典型件工艺要点。

本书可作为铸造技术人员、工人培训和自学用书，也可作为职业院校铸造相关专业的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

特种铸造/姜不居编著. —北京: 化学工业出版社,
2010. 4

(铸造工人学技术必读丛书)

ISBN 978-7-122-07794-3

I. 特… II. 姜… III. 铸造-技术 IV. TG249

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 027743 号

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 孙思晨

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 刘丽华

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: 北京市彩桥印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 6 $\frac{3}{4}$ 字数 175 千字

2010 年 5 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: 25.00 元

版权所有 违者必究

《铸造工人学技术必读丛书》编委会

主 任：张立波

副主任：姜不居 温 平 吕志刚

委 员：张立波 姜不居 温 平 吕志刚
芮争家 胡汉起 李双寿 蔡震升
林家骝 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，各行各业都离不开铸件。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，截止到 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。有鉴于此，中国铸造协会特组织编写行业系列图书，旨在提高从业人员素质，致力于中国铸造业的发展与振兴。

高效传播实用知识和技能是中国铸造协会的重要职责。《铸造工人学技术必读丛书》（以下简称《丛书》）就是为了满足广大铸造从业人员的需求，特别是生产一线工人和初学者的强烈要求而编辑出版的，希望能够得到读者的厚爱。《丛书》共分 6 册：

- | | | |
|----------------|-----|--------|
| 《铸铁及其熔炼技术》 | 芮争家 | 编著 |
| 《铸钢及其熔炼技术》 | 胡汉起 | 编著 |
| 《铸造有色金属及其熔炼技术》 | 李双寿 | 唐靖林 编著 |
| 《造型材料及砂处理》 | 蔡震升 | 编著 |
| 《造型制芯及工艺基础》 | 林家骥 | 编著 |
| 《特种铸造》 | 姜不居 | 编著 |

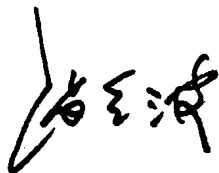
《丛书》从基础写起，内容简明、通俗易懂，紧密联系生产实际应用，力求使读者通过学习，短期内迅速掌握铸造的基本知识和应用技能，从而达到快速上岗和熟练操作的目的。

《丛书》既可作为工人培训用书和自学教材，也可作为职业院校等学校铸造专业的教材。

《丛书》中各分册由主编统稿，由黄惠松、胡汉起、曾大本、蔡震升、姜不居、吕志刚等专家进行了主审。

《丛书》的编写得到了有关专家的大力支持和帮助，在此一并感谢！

中国铸造协会执行副理事长兼秘书长

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Huang Huisong, the Vice Chairman and Secretary General of the China Foundry Association.

前 言

本书是《铸造工人学技术必读丛书》之一。

众所周知，特种铸造生产技术有别于传统砂型铸造，特种铸造的方法多种多样，而本书所介绍的重点是四种在工业生产中得到广泛应用、发展迅速、铸造产品精密且质量好、均属先进金属零件成型工艺技术的特种铸造方法，即熔模铸造、消失模铸造、压力铸造和离心铸造。

本书针对我国铸造工人学习技术之需，全面系统而又简明扼要地讲述了特种铸造生产技术及方法。书中内容密切结合我国工业生产现状，紧扣铸造工人应掌握的最基本的特种铸造生产技能和生产知识，同时注意反映本专业的新进步、新技术和新知识，图文并茂、通俗易懂。编者希望并确信，学习本书，将有助于生产第一线的工人及有关人员较快地掌握有关特种铸造方法的工艺知识和实际操作技能。

本书可作为技术人员、工人培训和自学用书，也可作为职业院校铸造相关专业的教材。

全书由姜不居编著，吕志刚主审。编写过程中曾参考了周泽衡、梁光泽、耿鑫明、张伯明等人所写的资料，在此表示感谢！

限于编者水平，时间仓促，书中不当之处难免，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 绪论

1.1 特种铸造	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 对铸件的新要求	1
1.1.3 特种铸造特点	4
1.2 主要特种铸造方法及比较	5
1.2.1 主要特种铸造方法简介	5
1.2.2 特种铸造方法比较	8

第 2 章 熔模铸造技术

2.1 概述	9
2.1.1 熔模铸造工艺及特点	9
2.1.2 熔模铸造发展	10
2.1.3 应用	11
2.2 熔模制造	11
2.2.1 模料种类及配制	12
2.2.2 蜡（熔）模的制造	15
2.2.3 模料的处理	20
2.3 型壳的制造	22
2.3.1 水玻璃型壳制造	22
2.3.2 硅溶胶型壳制造	32
2.3.3 脱蜡焙烧	38
2.4 合金的熔炼及浇注	40
2.4.1 合金的熔炼	40

2.4.2	浇注	48
2.5	铸件清理和热处理	52
2.5.1	铸件清理	52
2.5.2	铸件修补	61
2.5.3	铸件精整	63
2.5.4	铸件热处理	64
2.6	熔模铸件缺陷分析	65
2.6.1	缺陷种类	65
2.6.2	多肉类缺陷	66
2.6.3	孔洞类缺陷	69
2.6.4	其他缺陷	71

第3章 消失模铸造技术

3.1	概述	73
3.1.1	消失模铸造工艺及特点	73
3.1.2	消失模铸造发展	74
3.1.3	应用	74
3.2	泡沫塑料模制造	74
3.2.1	模样材料	75
3.2.2	模样制造方法	77
3.2.3	发泡成型设备	77
3.2.4	发泡模具	79
3.2.5	发泡成型	80
3.2.6	模型熟化	84
3.2.7	模样的粘接(组装)	84
3.3	涂料及涂挂	86
3.3.1	涂料	86
3.3.2	涂料的涂覆及干燥	89
3.4	造型	92

3.4.1	干砂振动造型	92
3.4.2	有黏结剂的型砂造型	94
3.5	浇注	97
3.5.1	浇注温度	97
3.5.2	真空度 (负压)	98
3.5.3	浇注速度	99
3.5.4	浇注过程的反喷现象	100
3.6	消失模铸件缺陷及其防止措施	101
3.6.1	铸铁件表面皱皮	101
3.6.2	铸铁件炭黑	103
3.6.3	铸钢件增碳	104
3.6.4	粘砂	105
3.6.5	气孔	106

第4章 压力铸造技术

4.1	概述	108
4.1.1	压力铸造工艺及特点	108
4.1.2	压力铸造发展	109
4.1.3	压力铸造应用	109
4.2	压铸合金	110
4.2.1	各种压铸合金	110
4.2.2	压铸铝合金	111
4.3	压铸机	113
4.3.1	压铸机的种类及特点	113
4.3.2	压铸机的主要结构	120
4.3.3	压铸机的选用	121
4.3.4	压铸机保养和安全操作规程	123
4.4	压铸模	125
4.4.1	压铸模结构	125

4.4.2	成型部分	127
4.4.3	浇注系统及排溢系统	129
4.4.4	抽芯机构	130
4.4.5	压铸模的安装与维护	132
4.5	压铸工艺	133
4.5.1	压力参数	134
4.5.2	速度参数	136
4.5.3	温度参数	137
4.5.4	时间参数	138
4.5.5	其他工艺参数	139
4.5.6	压铸涂料	140
4.6	压铸生产	141
4.6.1	金属液的供给	142
4.6.2	模具预热	143
4.6.3	涂料喷涂	144
4.6.4	浇注	145
4.6.5	取件	146
4.6.6	压铸件的清理与后处理	147
4.6.7	压铸工艺安全操作规程	150
4.7	压铸新工艺、新技术	151
4.7.1	真空压铸	151
4.7.2	加氧压铸	152
4.7.3	定向抽气加氧压铸	153
4.7.4	精速密压铸	153
4.8	铸件缺陷分析	155
4.8.1	缺陷种类	155
4.8.2	表面缺陷	156
4.8.3	表面损伤	157
4.8.4	内部缺陷	158

4.8.5	裂纹缺陷	159
4.8.6	几何形状与图样不符	159
4.8.7	材料性能与要求不符	160
4.8.8	杂质缺陷	161

第5章 离心铸造技术

5.1	概述	162
5.1.1	离心铸造工艺及特点	162
5.1.2	离心铸造技术的发展	163
5.1.3	应用	164
5.2	离心铸造中铸件成型、凝固特点	164
5.2.1	离心铸造中铸件成型特点	164
5.2.2	离心铸造中铸件凝固特点	168
5.3	离心铸造机	170
5.3.1	立式离心铸造机	170
5.3.2	卧式离心铸造机	171
5.4	离心铸造用铸型	174
5.4.1	概况	174
5.4.2	水冷金属铸型	174
5.4.3	其他离心铸造用铸型	175
5.4.4	铸型结构	175
5.5	离心铸造球墨铸铁管工艺	178
5.5.1	概述	178
5.5.2	水冷金属型球墨铸铁管工艺	179
5.5.3	热模法离心球墨铸铁管工艺	187
5.6	离心铸造灰铸铁管工艺	191
5.6.1	工艺流程	191
5.6.2	铁液制备	192
5.6.3	主要工艺参数	192

5.7 离心铸造缸套工艺	193
5.7.1 概述	193
5.7.2 离心铸造工艺	194
5.8 离心铸造轧辊工艺	196
5.8.1 概述	196
5.8.2 离心铸造轧辊的工艺	196

参考文献

第 1 章 绪 论

1.1 特种铸造

1.1.1 概述

铸造是将金属液浇入（一定形状）铸型中，使之成型、凝固，而获得（一定形状）金属零件的一种成型方法。铸型的材料不同、制作工艺不同、浇注和冷却凝固条件不同，从而形成各种铸造方法。应用最普遍的是以型（芯）砂制备铸型，采用重力浇注的砂型铸造方法。

随着科学技术的发展，要求铸件更精、更薄、更强，从而出现了多种铸造方法。特种铸造是指砂型铸造外的各种铸造方法。常用的特种铸造方法有熔模铸造、石膏型铸造、陶瓷型铸造、消失模铸造、金属型铸造、压力铸造、低压铸造、差压铸造、真空铸造、挤压铸造、离心铸造、连续铸造、V 法铸造和 20 世纪末出现的与高科技结合的快速铸造等。

特种铸造方法已得到日益广泛的应用，特种铸件的产值也从 20 世纪 80 年代占铸件总产值的 10%~20%，发展到今天的 20%~30%。

1.1.2 对铸件的新要求

随着制造业发展和环保要求越来越高，对铸件日益提出了新的要求，简单归纳为：更轻、更薄、更强、更精密。例如汽车重量减

轻10%，燃烧效率可提高7%，污染可减少10%。为此汽车中钢铁材料用量在大幅度减少，铝及镁合金用量在显著增加。而铝镁合金汽车零件的主要生产方法压力铸造也将随之发展。又如航空工业发展要求大幅度提高发动机性能，提高发动机推力、减少燃料消耗，发动机涡轮叶片结构从实心发展为空心，因而熔模铸造应用增加，技术也在不断提高。

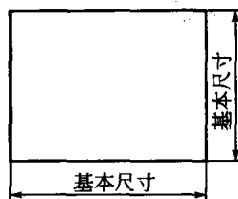


图 1-1 铸件基本尺寸

(1) 铸件的精度 (尺寸公差) 生产的一批铸件其每个基本尺寸 (见图 1-1) 的变化范围可以用铸件尺寸公差来表示，公差越小则铸件越精。铸件尺寸公差值共分为 16

级，见表 1-1，从 CT1~CT16。从表 1-1 可看出，CT1 时铸件公差最小、最精确，CT16 铸件尺寸公差最大，即尺寸变化最大，也就最不精确。生产的铸件其公差大小与生产批量、合金种类和生产的铸造方法有关，见表 1-2、表 1-3。

表 1-1 铸件尺寸公差

铸件基本尺寸/mm		公差等级 CT ^①															
大于	至	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 ^②	14 ^②	15 ^②	16 ^{②③}
—	10	0.09	0.13	0.18	0.26	0.36	0.52	0.74	1.0	1.5	2.0	2.8	4.2				
10	16	0.1	0.14	0.20	0.28	0.38	0.54	0.78	1.1	1.6	2.2	3.0	4.4				
16	25	0.11	0.15	0.22	0.30	0.42	0.58	0.82	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	6.0	8.0	10.0	12.0
25	40	0.12	0.17	0.24	0.32	0.46	0.64	0.90	1.3	1.8	2.6	3.6	5.0	7.0	9.0	11.0	14.0
40	63	0.13	0.18	0.26	0.36	0.50	0.70	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8.0	10.0	12.0	16.0
63	100	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2	3.2	4.4	6.0	9.0	11.0	14.0	18.0
100	160	0.15	0.22	0.30	0.44	0.62	0.88	1.2	1.8	2.5	3.6	5.0	7.0	10.0	12.0	16.0	20.0
160	250	—	—	0.34	0.50	0.70	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8.0	11.0	14.0	18.0	22.0
250	400	—	—	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2	3.2	4.4	6.2	9.0	12.0	15.0	20.0	25.0
400	630	—	—	—	0.64	0.90	1.2	1.8	2.6	3.6	5.0	7.0	10.0	14.0	18.0	22.0	28.0
630	1000	—	—	—	—	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	6.0	8.0	11.0	16.0	20.0	25.0	32.0

续表

铸件基本尺寸/mm		公差等级 CT ^①															
大于	至	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 ^②	14 ^②	15 ^②	16 ^{②③}
1000	1600	—	—	—	—	—	1.6	2.2	3.2	4.6	7.0	9.0	13.0	18.0	23.0	29.0	37.0
1600	2500	—	—	—	—	—	—	2.6	3.8	5.4	8.0	10.0	15.0	21.0	26.0	33.0	42.0
2500	4000	—	—	—	—	—	—	—	4.4	6.2	9.0	12.0	17.0	24.0	30.0	38.0	49.0
4000	6300	—	—	—	—	—	—	—	—	7.0	10.0	14.0	20.0	28.0	35.0	44.0	56.0
6300	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.0	16.0	23.0	32.0	40.0	50.0	64.0

① CT1~CT15 中, 对壁厚采用粗一级公差。

② 对于不超过 16mm 的尺寸, 不采用 CT13~CT16 的一般公差, 对于这些尺寸应注个别公差。

③ 等级 CT16 仅适用于一般公差规定为 CT15 的壁厚。

表 1-2 成批和大量生产铸件的尺寸公差等级 CT

工艺方法		铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铜合金	锌合金	轻金属合金	镍、钴基合金
砂型铸造手工造型		11~14	11~14	11~14	10~14	10~13	10~13	9~12	11~14
砂型机器造型、壳型		8~12	8~12	8~12	8~12	8~10	8~10	7~9	8~12
金属型、低压铸造			8~10	8~10	8~12	8~10	7~9	7~9	
压力铸造						6~8	4~6	4~7	
熔模铸造	水玻璃	7~9	7~9	7~9		5~8		5~8	7~9
	硅溶胶	4~6	4~6	4~6		4~6		4~6	4~6

表 1-3 小批和单件生产铸件的尺寸公差等级 CT

造型材料	铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铜合金	轻金属合金
干、湿砂型	13~15	13~15	13~15	13~15	13~15	11~13
自硬砂	12~14	11~13	11~13	11~13	10~12	10~12

从表 1-2、表 1-3 可以知道，特种铸造方法如金属型铸造、低压铸造、压力铸造、熔模铸造所生产的铸件比砂型铸件精度要高。

(2) **铸件表面粗糙度** 指铸件表面高低不平的程度，我国通常用表面轮廓高低不同的算术平均偏差 R_a 作为评定参数。如图 1-2 所示，它是在取样长度 L 内，轮廓偏差绝对值的算术平均值，即

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i| \quad (1-1)$$

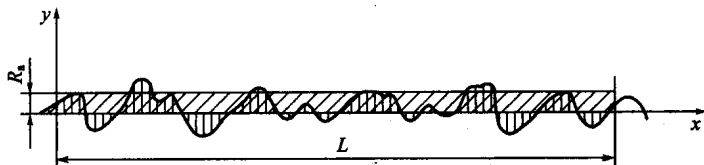


图 1-2 轮廓算术平均偏差 (R_a)

同样，特种铸造方法所生产的铸件表面粗糙度也远低于砂型铸件，即特种铸造生产的铸件表面更光洁。

1.1.3 特种铸造特点

特种铸造的主要优点为：

- ① 铸件尺寸精确、表面粗糙度低，铸件更接近于零件的最后尺寸，从而减少机加工或不需机加工；
- ② 铸件内部质量好，力学性能高，从而可减薄铸件壁厚；
- ③ 降低金属消耗量和铸件废品率；
- ④ 简化铸造生产工序（除熔模铸造外），便于实现生产过程的机械化、自动化；
- ⑤ 改善劳动条件，提高生产效率。可以说一些特种铸造方法：熔模铸造、消失模铸造、压力铸造、离心铸造等都是铸造中的先进工艺。

但每种铸造方法也都存在着一些缺点和局限性，它们各自应用