

ZHUZAO SHIYONG SHUJU

铸造实用数据 速查手册

SUCHA SHOUCHE

刘瑞玲 范金辉 编

第2版

内容实用
标准最新
查阅方便



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



铸造实用数据 速查手册

第 2 版

刘瑞玲 范金辉 编



机械工业出版社

本书是一本铸造实用数据速查工具书。其主要内容包括：造型材料、砂型铸造工艺、铸铁及其熔炼、铸钢及其熔炼、铸造有色合金及其熔炼、特种铸造及铸件质量。书中包含了砂型铸造、特种铸造中涉及的各种铸造材料、铸造工艺的技术数据，这些数据主要是铸造实际生产中经常需要查阅的实用数据。本书采用最新的相关标准，内容全面，数据翔实可靠，实用性强；书中的数据主要以表格形式给出，便于读者查找。

本书可供铸造工程技术人员、工人使用，也可供相关专业的在校师生及研究人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

铸造实用数据速查手册/刘瑞玲，范金辉编. —2版.

—北京：机械工业出版社，2014.4

ISBN 978-7-111-45819-7

I. ①铸… II. ①刘…②范… III. ①铸造—数据—手册 IV. ①TG24-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 026151 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：陈保华 责任编辑：陈保华

版式设计：霍永明 责任校对：李锦莉

封面设计：陈沛 责任印制：刘岚

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 5 月第 2 版 · 第 1 次印刷

148mm × 210mm · 16.25 印张 · 536 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-45819-7

定价：52.00 元

刘秀丽



凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

策划编辑电话：(010) 88379734

社服务中心：(010) 88361066

网络服务

销售一部：(010) 68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

读者购书热线：(010) 88379203

机工微博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

前 言

《铸造实用数据速查手册》出版7年了，在这7年的时间里，很多技术标准进行了修订，该书已经不能满足铸造工作者的需求。为了与时俱进，适应铸造行业发展和读者需要，我们决定对《铸造实用数据速查手册》进行修订，出版第2版。手册第2版仍继续坚持第1版的特点：全书没有原理介绍、理论推导、计算过程等，叙述简捷明了，以直观的图表格式给出了常用标准和经验数据，便于现场快速查阅。

全书共7章内容，书中内容涉及铸造生产的各个工序、各种铸造方法、各种铸造材料。第1章造型材料，内容包括砂型铸造使用的各种型（芯）砂所用原材料、主要配方、性能要求，各种涂料及常用配方。第2章砂型铸造工艺，内容包括砂型铸造中各种工艺参数，各种浇注系统和冒口的经验数据。第3章铸铁及其熔炼，内容包括各种铸铁的牌号、化学成分和金相组织，炉前处理工艺，炉前检验方法，熔炼和浇注中常用的数据，热处理工艺规范。第4章铸钢及其熔炼，内容包括各种铸钢的牌号、化学成分和力学性能，熔炼用各种原材料及熔炼工艺要点，热处理工艺规范。第5章铸造有色合金及其熔炼，内容包括各种铸造有色合金的牌号、化学成分和力学性能，熔炼工艺，热处理工艺规范。第6章特种铸造，内容包括熔模铸造、金属型铸造、压力铸造、离心铸造、消失模铸造、挤压铸造、低压铸造、陶瓷型铸造、石膏型铸造、真空吸铸、连续铸造。第7章铸件质量，内容包括铸件的重量公差、尺寸公差、表面粗糙度、缺陷检验等内容。另外，附录部分提供了我国铸造行业相关标准目录、铸造生产中常用的有色合金相图、常用几何图形的计算公式、元素周期表及一些元素的物理性能，以便读者查阅。

修订时，全面贯彻了铸造技术相关最新标准，更新了相关内容；修正了第1版中的错误，调整了章节结构，更加方便读者阅读使用。其中，第2章补充了基于大孔出流理论的浇注系统数据；第3章增加了等温淬火球墨铸铁等内容；第6章的内容作了较大调整和补充。本

书内容全面，数据翔实可靠，实用性强；书中的数据主要以表格形式给出，便于读者查找。

本书由刘瑞玲、范金辉编写，其中，第1章、第2章、第3章、第4章由刘瑞玲编写，第5章、第6章、第7章及附录由范金辉编写。

在编写过程中，力求简洁、全面、实用、便于速查，但由于编者水平所限，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 造型材料	1
1.1 原材料	1
1.1.1 原砂	1
1.1.2 黏土	4
1.1.3 水玻璃	5
1.1.4 油类粘结剂	7
1.1.5 合成树脂粘结剂	8
1.1.6 其他粘结剂	12
1.1.7 辅助材料	13
1.2 黏土砂配制	14
1.2.1 湿型砂	14
1.2.2 干型(芯)砂和表面烘干型砂	18
1.3 化学粘结剂砂的配制	24
1.3.1 水玻璃砂	24
1.3.2 油类粘结剂砂	26
1.3.3 树脂粘结剂砂	27
1.4 涂料	32
1.4.1 涂料的主要性能	32
1.4.2 涂料的组成	33
1.4.3 涂料牌号的表示方法	35
1.4.4 涂料的配方	35
1.4.5 涂料的涂敷	45
第2章 砂型铸造工艺	47
2.1 通用工艺参数	47
2.1.1 铸造收缩率	47
2.1.2 机械加工余量(RMA)	48
2.1.3 起模斜度	49
2.1.4 最小铸出孔和槽	52

2.1.5	非加工壁厚的负余量	53
2.1.6	分型负数	54
2.1.7	铸件最小壁厚	54
2.1.8	工艺肋	54
2.1.9	反变形量	57
2.1.10	工艺补正量	58
2.1.11	砂芯负数	61
2.2	芯头尺寸和间隙	61
2.3	浇注系统	65
2.3.1	灰铸铁件浇注系统	65
2.3.2	可锻铸铁件浇注系统	75
2.3.3	球墨铸铁件浇注系统	77
2.3.4	铸钢件浇注系统	81
2.3.5	有色合金铸件的浇注系统	85
2.3.6	垂直分型浇注系统	87
2.4	冒口	92
2.4.1	铸钢件的冒口	92
2.4.2	灰铸铁件的冒口	98
2.4.3	球墨铸铁件的冒口	103
2.4.4	可锻铸铁件的冒口	106
2.4.5	铝合金铸件的冒口	108
2.4.6	铜合金铸件的冒口	111
第3章	铸铁及其熔炼	115
3.1	铸铁的基本知识	115
3.1.1	铁碳相图	115
3.1.2	铸铁的种类、代号及其牌号	116
3.2	灰铸铁	118
3.2.1	灰铸铁的牌号和力学性能	118
3.2.2	灰铸铁的金相组织	124
3.2.3	灰铸铁的化学成分	126
3.2.4	灰铸铁的孕育处理	128
3.2.5	灰铸铁的冶金质量指标	131
3.2.6	灰铸铁的热处理	132
3.2.7	灰铸铁的炉前控制与检测	133
3.3	球墨铸铁	134

3.3.1 球墨铸铁的牌号和力学性能	134
3.3.2 球墨铸铁的金相组织	142
3.3.3 球墨铸铁的化学成分	145
3.3.4 球化处理和孕育处理	146
3.3.5 球墨铸铁的热处理与表面强化	152
3.3.6 球墨铸铁的炉前检验	154
3.3.7 等温淬火球墨铸铁	154
3.4 蠕墨铸铁	159
3.4.1 蠕墨铸铁的牌号和力学性能	159
3.4.2 蠕墨铸铁的金相组织	160
3.4.3 蠕墨铸铁的化学成分	162
3.4.4 蠕化处理及孕育处理	163
3.4.5 蠕墨铸铁的热处理	166
3.4.6 蠕墨铸铁的炉前检验	166
3.5 可锻铸铁	167
3.5.1 可锻铸铁的牌号和力学性能	167
3.5.2 可锻铸铁的金相组织	170
3.5.3 可锻铸铁的化学成分	172
3.5.4 可锻铸铁的石墨化退火	173
3.5.5 可锻铸铁的孕育处理	175
3.5.6 可锻铸铁的炉前检验	177
3.6 特种性能铸铁	178
3.6.1 抗磨铸铁	178
3.6.2 冷硬铸铁	183
3.6.3 耐热铸铁	189
3.6.4 耐蚀铸铁	191
3.7 熔炼与浇注	195
3.7.1 冲天炉熔炼	195
3.7.2 感应电炉熔炼	207
3.7.3 铁液脱硫	210
3.7.4 铁液浇注	213
第4章 铸钢及其熔炼	215
4.1 铸钢牌号的表示方法及力学性能测试用试块	215
4.2 铸造碳钢	217
4.2.1 一般工程用铸造碳钢	217

4.2.2 焊接结构用铸造碳钢	218
4.3 铸造低合金钢	219
4.4 微量合金化铸钢	229
4.5 铸造不锈钢	230
4.5.1 一般用途耐蚀铸钢	230
4.5.2 工程结构用中、高强度马氏体不锈钢	233
4.6 铸造耐热钢	235
4.7 铸造耐磨钢	238
4.7.1 奥氏体锰钢	238
4.7.2 耐磨中铬钢	240
4.7.3 耐磨低合金钢	241
4.8 低温用铸钢	243
4.9 铸造工具钢	244
4.10 铸钢的熔炼与浇注	245
4.10.1 炼钢用原材料	245
4.10.2 电弧炉	264
4.10.3 碱性电弧炉炼钢	265
4.10.4 酸性电弧炉炼钢	268
4.10.5 感应电炉炼钢	269
4.10.6 铸钢的浇注	273
4.11 铸钢的热处理	274
4.11.1 碳钢铸件的热处理	274
4.11.2 中、低合金钢铸件的热处理	276
4.11.3 奥氏体锰钢铸件的热处理	279
4.11.4 不锈钢铸件的热处理	280
4.11.5 耐热钢铸件的热处理	281
4.11.6 铸造工、模具钢铸件的热处理	282
第5章 铸造有色合金及其熔炼	285
5.1 铸造有色金属和合金的牌号表示方法	285
5.2 铸造铝合金	288
5.2.1 铸造铝合金的化学成分及力学性能	288
5.2.2 铸造铝合金中外牌号对照	295
5.2.3 铸造铝合金的熔炼和浇注	297
5.2.4 铸造铝合金的变质处理和晶粒细化	302
5.2.5 铝合金铸件的热处理	304

5.3 铸造铜合金	310
5.3.1 铸造铜合金的化学成分及力学性能	310
5.3.2 铸造铜合金中外牌号对照	318
5.3.3 铸造铜合金的熔炼和浇注	321
5.3.4 铸造铜合金的热处理	324
5.4 铸造镁合金	325
5.4.1 铸造镁合金的化学成分及力学性能	325
5.4.2 铸造镁合金中外牌号对照	327
5.4.3 铸造镁合金的熔炼和浇注	329
5.4.4 铸造镁合金的热处理	333
5.5 铸造锌合金	333
5.5.1 铸造锌合金的化学成分及力学性能	333
5.5.2 铸造锌合金中外牌号对照	335
5.5.3 铸造锌合金的熔炼和浇注	336
5.5.4 铸造锌合金的热处理	337
5.6 铸造钛合金	337
5.6.1 铸造钛合金的化学成分及力学性能	338
5.6.2 铸造钛合金中外牌号对照	339
5.6.3 铸造钛合金的熔炼和浇注	343
5.6.4 铸造钛合金的热处理	343
5.7 铸造轴承合金	344
5.7.1 铸造轴承合金的化学成分及力学性能	344
5.7.2 铸造轴承合金中外牌号对照	348
5.7.3 铸造轴承合金的熔炼和浇注	349
5.8 铸造高温合金	350
5.8.1 铸造高温合金的化学成分及力学性能	350
5.8.2 铸造高温合金中外牌号对照	361
5.8.3 铸造高温合金的熔炼和浇注	361
5.8.4 铸造高温合金的热处理	363
第6章 特种铸造	366
6.1 特种铸造方法的比较	366
6.2 熔模铸造	367
6.2.1 模料与制模工艺	367
6.2.2 型壳材料与制壳工艺	371
6.2.3 熔模铸造工艺参数	380

6.3 金属型铸造	384
6.3.1 金属型设计	385
6.3.2 金属型铸造工艺	388
6.3.3 金属型铸造工艺参数	397
6.4 压力铸造	398
6.4.1 压铸合金	398
6.4.2 压铸机参数	408
6.4.3 压力铸造工艺	412
6.4.4 压力铸造工艺参数	415
6.5 离心铸造	418
6.5.1 离心铸造铸型	419
6.5.2 离心铸造工艺	420
6.5.3 离心铸造工艺参数	426
6.6 消失模铸造	428
6.6.1 模样材料及制模技术	428
6.6.2 消失模铸造工艺	429
6.6.3 消失模铸造工艺参数	431
6.7 挤压铸造	433
6.7.1 挤压铸造铸型	433
6.7.2 挤压铸造工艺	434
6.8 低压铸造	437
6.8.1 低压铸造机及铸型	437
6.8.2 低压铸造工艺	440
6.9 陶瓷型铸造	443
6.9.1 陶瓷型的制造	443
6.9.2 陶瓷型铸造工艺参数	445
6.10 石膏型铸造	446
6.10.1 石膏型的制造	446
6.10.2 石膏型铸造工艺参数	450
6.11 真空吸铸	451
6.11.1 水冷结晶器真空吸铸	451
6.11.2 熔模真空吸铸	453
6.12 连续铸造	456
6.12.1 水平连续铸造铸铁型材	456
6.12.2 垂直半连续铸造铸铁管	457

第7章 铸件质量	462
7.1 铸件的尺寸公差	462
7.2 铸件的重量公差	464
7.3 铸件的表面粗糙度	466
7.4 铸件缺陷的检测	467
7.5 铸件缺陷的修补	470
7.5.1 铸钢件的焊补	470
7.5.2 铸铁件的焊补	471
7.5.3 铸铝件的焊补	472
7.5.4 浸渗修补	473
7.6 铸件的质量等级	474
7.7 铸件的缺陷分析	478
附录	483
附录 A 我国铸造行业相关标准目录	483
附录 B 铸造生产中常用的有色合金相图	485
附录 C 常用几何图形的计算公式	495
附录 D 元素周期表	501
附录 E 一些元素的物理性能	502
参考文献	505

第1章 造型材料

1.1 原材料

1.1.1 原砂

1. 硅砂

GB/T 9442—2010《铸造用硅砂》规定了铸造用硅砂的分级方法、筛号和筛孔尺寸，见表1-1～表1-4。

表1-1 铸造用硅砂按二氧化硅含量分级和各级的化学成分（GB/T 9442—2010）

分级代号	SiO ₂ (质量分数,%)	杂质化学成分（质量分数,%）			
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO + MgO	K ₂ O + Na ₂ O
98	≥98	<1.0	<0.3	<0.2	<0.5
96	≥96	<2.5	<0.5	<0.3	<1.5
93	≥93	<4.0	<0.5	<0.5	<2.5
90	≥90	<6.0	<0.5	<0.6	<4.0
85	≥85	<8.5	<0.7	<1.0	<4.5
80	≥80	<10.0	<1.5	<2.0	<6.0

表1-2 铸造用硅砂按含泥量分级（GB/T 9442—2010）

分级代号	最大含泥量（质量分数,%）	分级代号	最大含泥量（质量分数,%）
0.2	0.2	0.5	0.5
0.3	0.3	1.0	1.0

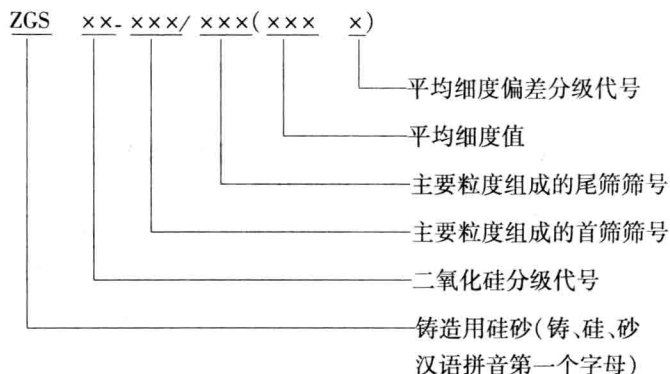
表1-3 铸造用硅砂按颗粒形状和角形系数分级（GB/T 9442—2010）

形状	分级代号	角形系数	形状	分级代号	角形系数
圆形	○	≤1.15	方角形	□-△	≤1.63
椭圆形	○-□	≤1.30	尖角形	△	>1.63
钝角形	□	≤1.45			

表 1-4 铸造用试验筛与筛号尺寸的关系 (GB/T 9442—2010)

筛号	6	12	20	30	40	50
筛孔尺寸/mm	3.350	1.700	0.850	0.600	0.425	0.300
筛号	70	100	140	200	270	底盘
筛孔尺寸/mm	0.212	0.150	0.106	0.075	0.053	—

铸造用硅砂的牌号表示方法如下:



例: ZGS 90-50/100 (54A) 表示该牌号的最小二氧化硅含量为 90% (质量分数), 主要粒度组成为 3 筛, 其首筛筛号为 50, 尾筛筛号为 100, 平均细度值为 54, 平均细度偏差为 ± 2 。

平均细度的计算如下:

$$\text{平均细度} = \frac{\sum P_n X_n}{\sum P_n}$$

式中 P_n —— n 号筛上停留砂粒质量占总量的百分数;

X_n —— n 号筛相应的细度因数 (见表 1-5);

n ——筛号。

表 1-5 细度因数

筛号	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	底盘
细度因数	3	5	10	20	30	40	50	70	100	140	200	300

铸造用硅砂按平均细度偏差分级见表 1-6。

表 1-6 铸造用硅砂按平均细度偏差分级

分级代号	偏差值	分级代号	偏差值
A	±2	C	±4
B	±3	D	±5

2. 特种砂

除硅砂以外的各种铸造用砂均称为特种砂。表 1-7 为铸造中常用特种砂的技术指标。

表 1-7 特种砂的技术指标

原砂类别	主要组成	密度 /(g/cm ³)	莫氏硬度	耐火度 /℃	热导率		线胀系数	
					温度 /℃	热导率 /[W/(m·K)]	温度 /℃	线胀系数 /(10 ⁻⁵ /K)
石灰石砂	CaCO ₃	约 2.8	3	约 2300 (700~900 开始分解)	1200	7.117	20~1200	1.36
锆砂	ZrSiO ₄	4.0~4.7	7~8	2430 (1500 开始分解)	1000	2.09~3.30	20~1200	0.55
镁砂	MgO	3.35~3.58	6~7	2000	1200	2.554~5.86	20~1400	1.4
刚玉砂	Al ₂ O ₃	3.8~3.9	9	2000~2050	1200	2.38~5.275	20~1580	0.8
耐火熟料	3Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂	2.4~2.45	5~6	1750	1200	2.68~3.433	20~1320	0.45
石墨 (电极)	C	2.01~2.58	1	2100~3000	1000	43.96 (117.23)	0~1000	0.14 (0.26)
铬铁矿砂	FeO·Cr ₂ O ₃	4~4.8	5.5~6	1900	—	—	100~1100	0.82
橄榄石砂	(MgFe) ₂ SiO ₄	3.2~3.6	6~7	1700~1800	1000	1.67	—	—
钛铁矿砂	FeTiO ₃	约 4.6	4~6	1450	—	—	—	—

1.1.2 黏土

黏土是铸造生产中广泛使用的一种粘结剂。根据其矿物组成不同,可分为铸造用黏土和铸造用膨润土两类,见表1-8。

表 1-8 铸造用黏土和膨润土特性对比

特 性	普通黏土	膨 润 土
主要矿物组成	高岭石 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	蒙脱石 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n \text{H}_2\text{O}$
颗粒/ μm	较粗: 直径 0.3 ~ 0.4	较细: 直径 0.02 ~ 0.2
吸水膨胀特性	小	大
加热体积变化	小	大
粘结性	小	大
熔化温度/ $^{\circ}\text{C}$	1650 ~ 1775	1200 ~ 1300

1. 铸造用黏土

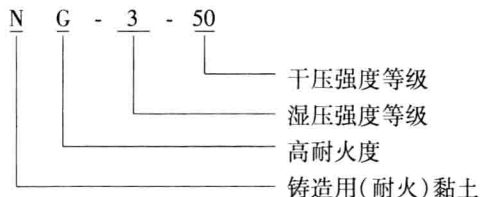
铸造用黏土又分成白泥、甘子土、陶土、瓷土、高岭土等,根据 JB/T 9227—1999《铸造用黏土和膨润土》的规定,铸造用黏土分级见表1-9。

表 1-9 铸造用黏土分级 (JB/T 9227—1999)

按耐火度分级		按湿压强度分级		按干压强度分级	
等级代号	耐火度/ $^{\circ}\text{C}$	等级代号	湿压强度/kPa	等级代号	干压强度/kPa
G 耐火度高	>1580	5	>50	50	>500
		3	>30 ~ 50	30	>300 ~ 500
D 耐火度低	1350 ~ 1580	2	20 ~ 30	20	200 ~ 300

注: 混合料配制: 标准砂 2kg, 黏土 200g, 加水量按紧实率为 45% 控制, 干混 2min, 湿混 8min。干压强度试样在 $180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 保温 1h, 在干燥器中冷却至室温后测定。

铸造用黏土的牌号表示方法如下:



2. 铸造用膨润土

铸造生产中常用的膨润土有钙基膨润土、钠基膨润土以及一些混合基膨润土。钙基膨润土与钠基膨润土工艺性能比较见表1-10。

表 1-10 钙基膨润土与钠基膨润土工艺性能比较

性 能	钠基膨润土	钙基膨润土
吸水膨胀、胶体分散性	大	中等
混砂时强度增长率	中等	快
型砂流动性	中等	好
型砂韧性	好	中等
湿压强度	高或稍低	高
热湿拉强度	高	较低
抗膨胀缺陷能力	好	较低
回用性	好	较差
落砂性	较差	好

根据 JB/T 9227—1999《铸造用黏土和膨润土》的规定,铸造用膨润土可分为 4 类,见表 1-11,其分级见表 1-12。

表 1-11 铸造用膨润土分类(JB/T 9227—1999)

代 号	类 别	代 号	类 别
PNa	钠膨润土	PNaCa	钠钙膨润土
PCa	钙膨润土	PCaNa	钙钠膨润土

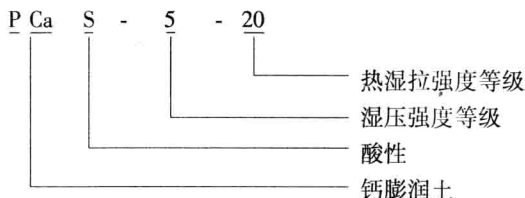
注:根据膨润土的 pH,又可分为酸性和碱性两类,分别用“S”和“J”表示。

表 1-12 铸造用膨润土分级(JB/T 9227—1999)

按湿压强度值分级		按热湿拉强度值分级	
等级代号	湿压强度值/kPa	等级代号	热湿拉强度值/kPa
10	> 100	25	> 2.5
7	> 70 ~ 100	20	> 2.0 ~ 2.5
5	> 50 ~ 70	15	> 1.5 ~ 2.0
3	30 ~ 50	5	0.5 ~ 1.5

注:标准砂 2kg,膨润土 100g,加水量按紧实率为 45% 控制;干混 2min,湿混 8min。

膨润土牌号的表示方法如下:



1.1.3 水玻璃

铸造用水玻璃专业标准技术指标见表 1-13。