

中外有色金属 及 合金铸件标准

北京有色金属铸造厂 编



机械工业出版社

中外有色金属及合金铸件标准

北京有色金属铸造厂 编

李传祯 张九民 主编



机械工业出版社

(京)新登字 054 号

本书全面地汇集了国内外关于有色金属及合金铸件的现行标准。

就范围来讲,收录了我国现行的有关国家标准和行业标准、现行的国际标准和一些主要工业国(美国、日本、英国、德国、原苏联和法国)的相关标准。

就内容来讲,包括有关有色金属铸件的综合性标准、铜及铜合金、铝及铝合金、镁合金、锌合金、轴承合金、镍基合金、钛及钛合金、铅合金和锡合金。

我国的国家标准和行业标准基本上都全文刊出,以便于查阅和贯彻实施。

为节省篇幅,国际标准和其他国家标准均摘要录入,但充分考虑了满足现场应用的要求。

对于与有色金属铸件相关的科研工作者、设计人员、生产现场的技术人员、管理干部和营销人员,本书都是实用而方便的工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

中外有色金属及合金铸件标准/北京有色金属铸造厂编.
北京:机械工业出版社,1995
ISBN 7-111-04548-3

I. 中… II. 北… III. 有色金属铸件-标准-世界
IV. TG29-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 04080 号

出版人: 马九荣 (北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 劳瑞芬 版式设计: 杨丽华 责任校对: 罗利华
封面设计: 郭景云 责任印制: 侯新民

北京市昌平精工印刷厂印刷,新华书店北京发行所发行

1995 年 8 月第 1 版 • 1995 年 8 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16 • 191/4 印张 • 466 千字
0 001—3 150 册
定价 25.00 元

前 言

80年代以来,我国有色金属铸造行业有了很大的发展。1992年,有色金属及其合金铸件(以下简称有色合金铸件)的产量为669500t,低于独联体、美国和日本,居世界第4位。在此期间,铸件的品种不断增多,产品质量也不断有所提高。近年来,逐渐面向国际市场,我国有色合金铸件的出口也日见其多。

但是,我们也应注意到另一方面。1992年我国各类铸件的总产量达11615500t,仅次于独联体居世界第2位,而有色合金铸件的产量却居第4位,这种情况表明,我国有色合金铸件的产量仍是偏低的。

在工业发达国家,有色合金铸件的产量一般都占其铸件总产量的10%以上,例如,日本为17.1%、美国为16.6%、德国为15.4%,法国为13.1%。按1992年的统计,我国有色合金铸件产量只占铸件总产量的5.7%。可见,目前我国有色合金铸件的生产还相当落后,今后随着国民经济的增长,应该有更大的发展。

标准是从事科研、设计、生产和经营的依据,不依标准,各行业内部以及行业间的交往就没有共同的语言。自1985年前国家标准局(现国家技术监督局)组建“全国铸造标准化技术委员会”以来,经过10年的努力,对我国铸造行业的标准,做了大量整理、修订和增补工作,逐步建立了新的、与世界技术发展趋势相适应的标准体系。这对于促进我国铸造生产的发展,有不可低估的意义。

然而,目前标准的出版和发行工作与铸造生产的发展很不适应。已发布实施的标准,往往很难买到,许多小型企业,无从得到现行国家标准的文本,或仍沿用已过时的旧标准,或只依据技术手册上的摘录,甚至无标准可依、全按用户的要求办理。我国自己的标准尚且如此,更不用说了解外国的标准了。在这种情况下,生产上诸多不便还是小事,重要的是不利于我国铸造生产的发展和提高。

北京有色金属铸造厂,基于对标准促进生产发展的理解,了解到许多同行企业迫切希望得到我国及其他国家的相关标准,因而在生产、经营之余组织力量编成本书,以期对行业的工作有所帮助。

本书力求全面地汇集国内外关于有色合金铸件的现行标准。

就范围来讲,收集了我国有关有色合金铸件的全部现行国家标准和行业标准、现行的国际标准及一些主要工业国家(如美国、日本、英国、德国、原苏联和法国)的相关标准。

就标准的内容来讲,包括有关有色合金铸件的综合性标准、铜及铜合金、铝及铝合金、镁合金、锌合金、轴承合金、镍基合金、钛及钛合金、铅合金和锡合金等。虽然近年来钴基合金铸件的生产发展很快,但目前一些主要工业国家都还未制订国家级的标准,故暂不列入。

全书共载入我国现行的国家标准和行业标准37种,除9种供配料用的合金锭的标准摘要列出外,均全文刊出,以便读者查阅、应用和贯彻实施。

对于国际标准和其他国家的标准(共101种),全部以摘要的方式收载,以节省篇幅。这里所谓的“摘要”,是略去标准中的程式语言和套话,摘录出与生产和验收相关的要点,例如:

IV 、

1. 在列出化学成分和力学性能数据的情况下，若原标准说明了哪些是验收时必须考核的、哪些只在经双方商定后才作为验收依据，本书也一律加以说明。

2. 若原标准对试样、试棒的尺寸有规定，乃至于对试棒的铸造工艺有规定，本书也相应地列出。

3. 对铸件缺陷修复的限定。

近年来，一些工业国家的标准中以附录的方式列出了一些重要的合金的热物理性能和其他性能。考虑到这些数据来之不易，且对科研、产品设计、工艺改进都大有裨益，本书一般都加以收载，希望读者尽量利用。

由于脱稿的限期紧迫、编者的水平有限，遗漏、讹误之处在所难免，望同行专家不吝指正。

编 者

1994 年 12 月

目 录

前 言

第一章 综合性标准	1
一、我国标准	1
(一) 铸造有色金属及其合金牌号表示方法——GB8063—报批稿 (代替 GB8063—87)	1
(二) 铸造铝、镁及其合金热处理状态的名称、定义及代号——GB××××—报批稿	3
(三) 压铸有色金属试样——GB/T13822—92	4
二、ISO 标准	7
轻金属及其合金——以元素的化学符号表示牌号的规则——ISO2092—1981 (E)	7
三、美国 ASTM 标准	8
(一) 金属和合金的统一编号系统 (UNS) ——ASTM E527—83 (1991 年重审) (摘要)	8
(二) 铸态有色金属及合金, 测定化学成分的取样方法——ASTM E88—91 (摘要)	9
第二章 铜及铜合金	10
一、我国标准	10
(一) 铸造铜合金技术条件——GB1176—87	10
(二) 铜合金铸件——GB/T13819—92	20
(三) 压铸铜合金——GB/T××××—报批稿	25
(四) 铜合金压铸件——GB/T××××—报批稿	26
(五) 通用阀门 铜合金铸件技术条件——GB 12225—89 (摘要)	29
(六) 铸造黄铜 金相——JB/T5108—91	32
(七) 船舶螺旋桨用铜合金金相含量 金相测定方法——CB1196—88	34
(八) 铸造黄铜锭——GB8737—88 (摘要)	38
(九) 铜中间合金锭——GB8736—88 (摘要)	39
(十) 铸造青铜锭——GB8739—88 (摘要)	39
(十一) 铜铍中间合金——GB6897—86 (摘要)	39
二、ISO 标准	41
(一) 铜和铜合金牌号表示方法	41
(二) 铸造铜合金 化学成分和力学性能——ISO1338—1977 (摘要)	42
三、美国 ASTM 标准	52
(一) 铜基合金 (砂型铸造、金属型铸造、离心铸造和连续铸造) 拉伸试样的制备 ——ASTM B208—91 (摘要)	52
(二) 铜合金铸件通用技术条件——ASTM B824—93 (摘要)	57
(三) 一般用途的铜合金砂型铸件——ASTM B584—93a (摘要)	58
(四) 一般用途的铜合金金属型铸件——ASTM B806—93a (摘要)	61
(五) 铜合金压铸件——ASTM B176—93a (摘要)	63
(六) 铜基合金离心铸件——ASTM B271—91 (摘要)	63
(七) 铜合金连续铸件——ASTM B505—93a (摘要)	64
(八) 阀用铜合金砂型铸件——ASTM B763—93a (摘要)	68

(九) 铝青铜砂型铸件——ASTM B148—92a (摘要)	72
(十) 一般用途的铜铍合金砂型铸件——ASTM B770—93 (摘要)	73
(十一) 齿轮用青铜铸件——ASTM B427—93a (摘要)	74
(十二) 阀用青铜铸件——ASTM B61—93 (摘要)	75
(十三) 锡锌铅青铜铸件——ASTM B62—93 (摘要)	75
(十四) 蒸汽机车磨损件用的青铜铸件——ASTM B66—93a (摘要)	75
(十五) 桥梁和转台用的青铜铸件——ASTM B22—93a (摘要)	77
(十六) 铜镍合金铸件——ASTM B369—93 (摘要)	77
四、日本 JIS 标准	79
(一) 纯铜铸件——JIS H5100—90 (摘要)	79
(二) 黄铜铸件——JIS H5101—88 (摘要)	79
(三) 高强度黄铜铸件——JIS H5102—88 (摘要)	80
(四) 青铜铸件——JIS H5111—88 (摘要)	82
(五) 硅青铜铸件——JIS H5112—88 (摘要)	82
(六) 磷青铜铸件——JIS H5113—88 (摘要)	82
(七) 铝青铜铸件——JIS H5114—88 (摘要)	83
(八) 铝青铜铸件——JIS H5115—88 (摘要)	84
五、英国 BSI 标准	85
(一) 铜合金锭、铜合金和高导纯铜铸件——BS1400—85 (摘要)	85
(二) 抗脱锌黄铜压铸件及其合金锭的规格——DD 187—90 (摘要)	96
六、德国 DIN 标准	97
(一) 纯铜及低合金铜铸件——DIN 17655—81 (摘要)	97
(二) 锡青铜和炮铜铸件——DIN 1705—81 (1984 年增补) (摘要)	97
(三) 黄铜铸件——DIN 1709—81 (摘要)	99
(四) 铝青铜铸件——DIN 1714—81 (摘要)	101
(五) 铅青铜铸件——DIN 1716—81 (摘要)	102
(六) 铜镍合金铸件——DIN 17658—73 (摘要)	102
七、法国 NF 标准	103
(一) 重力铸造和压铸黄铜铸件——NF A53—703—82 (摘要)	103
(二) 青铜铸件——NF A53—707—87 (摘要)	105
(三) 铝青铜铸件——NF A53—709—87 (摘要)	107
(四) 铜镍合金和铜镍锌合金铸件——NF A53—715—88 (摘要)	108
八、原苏联 ГОСТ 标准	109
(一) 铸造锡青铜——ГОСТ613—79 (摘要)	109
(二) 铸造无锡青铜——ГОСТ493—79 (摘要)	110
(三) 铸造黄铜——ГОСТ17711—80 (1983 年增补) (摘要)	112
九、铜合金牌号对照表	114
第三章 铝及铝合金	116
一、我国标准	116
(一) 铸造铝合金技术条件——GB1173—86	116
(二) 铝合金铸件技术条件——GB9438—88	124
(三) 压铸铝合金——GB/T××××—报批稿	132

(四) 铝合金压铸件——GB/T××××—报批稿	134
(五) 铸造铝合金变质——GB10849—89	137
(六) 铸造铝合金过烧——GB10850—89	139
(七) 铸造铝合金针孔——GB10851—89	141
(八) 铸造铝铜合金晶粒度——GB10852—89	142
(九) 铝合金铸件 X 射线照相检验 针孔 (圆形) 分级——GB11346—89	143
(十) 铸造铝合金锭——GB8733—88 (摘要)	145
(十一) 铝中间合金锭——GB8735—88	149
(十二) 铸造铝硅合金锭——GB8734—88	149
二、ISO 标准	149
(一) 重力铸造 (砂型或金属型) 或用相关工艺生产的铝合金铸件 交货及验收的 通用技术条件——ISO7722—85 (E) (摘要)	149
(二) 铝合金砂型铸件的标准试样——ISO2379—72 (E) (摘要)	152
(三) 铝合金金属型铸件的标准试样——ISO2378—72 (E)	152
(四) 铸造铝合金的化学成分和力学性能——ISO3522—84 (E) (摘要)	152
三、美国 ASTM 标准	156
(一) 铝合金砂型铸件——ASTM B26—92a (摘要)	156
(二) 铝合金永久型铸件——ASTM B108—92a (摘要)	161
(三) 铝合金压铸件——ASTM B85—92a (摘要)	166
(四) 铝合金熔模精密铸件——ASTM B618—92a (摘要)	167
(五) 高强度铝合金铸件——ASTM B686—92a (摘要)	169
四、日本 JIS 标准	171
(一) 铝合金铸件——JIS H5202—92 (摘要)	171
(二) 铝合金压铸件——JIS H5302—90 (摘要)	174
五、英国 BSI 标准	177
一般工程用纯铝及铝合金铸件——BS 1490—88 (摘要)	177
六、德国 DIN 标准	184
铸造铝合金——DIN1725—86 (摘要)	184
七、法国 NF 标准	191
(一) 纯铝、铝合金金属型和砂型铸件——NF A57—702—81 (摘要)	191
(二) 纯铝和铝合金压铸件——NF A57—703—84 (摘要)	194
(三) 烹调 and 食品容器用纯铝及铝合金铸件——NF A57—105—88 (摘要)	197
八、原苏联 ГОСТ 标准	198
铸造铝合金技术条件——ГОСТ1583—89 (1992 年修订) (摘要)	198
九 铝合金的牌号对照表	213
第四章 镁合金	214
一、我国标准	214
(一) 铸造镁合金——GB/T1177—91	214
(二) 镁合金铸件——GB/T13820—92	218
(三) 压铸镁合金技术条件——JB3070—82	226
二、ISO 标准	227

(一) 镁合金砂型铸件的标准试棒——ISO2377—72 (E) (摘要)	227
(二) 镁铝锌合金锭及铸件——ISO 121—80 (E) (摘要)	227
(三) 含锆的镁合金铸件——ISO 3115—81 (E) (摘要)	229
三、美国 ASTM 标准	230
(一) 镁合金砂型铸件——ASTM B80—91 (摘要)	230
(二) 镁合金压铸件——ASTM B94—92 (摘要)	234
(三) 镁合金金属型铸件——ASTM B199—87 (摘要)	234
(四) 镁合金熔模铸件——ASTM B403—90 (摘要)	235
四、日本 JIS 标准	236
(一) 镁合金铸件——JIS H5203—92 (摘要)	236
(二) 镁合金压铸件——JIS H5303—91 (摘要)	238
五、英国 BSI 标准	239
镁合金锭及铸件——BS 2970—89 (摘要)	239
六、德国 DIN 标准	246
铸造镁合金——DIN1729—73 (摘要)	246
七、法国 NF 标准	246
(一) 砂型和金属型铸造的镁合金铸件——NF A57—704—81 (摘要)	246
(二) 镁合金压铸件——NF A57—705—84 (摘要)	246
八、原苏联 ГОСТ 标准	247
(一) 铸造镁合金技术条件——ГОСТ2856—79 (摘要)	247
九、镁合金的牌号对照表	250
第五章 锌合金	251
一、我国标准	251
(一) 铸造锌合金——GB1175—74	251
(二) 压铸锌合金——GB/T13818—92	251
(三) 锌合金压铸件——GB/T13821—92	253
(四) 铸造锌合金锭——GB8738—88 (摘要)	257
二、ISO 标准	257
供制造铸件用的锌合金锭——ISO301—81 (E) (摘要)	257
三、美国 ASTM 标准	258
(一) 锌合金压铸件——ASTM B86—88 (摘要)	258
(二) 锌铝合金铸件和压铸件——ASTM B791—91 (摘要)	258
(三) 配制压铸锌合金用的铝合金增硬剂——ASTM B327—92 (摘要)	259
四、日本 JIS 标准	259
锌合金压铸件——JIS H5301—90 (摘要)	259
五、英国 BSI 标准	260
(一) 锌合金压铸件——BS1000—72 和 BS5338—76 (摘要)	260
(二) 锌铝合金锭及铸件的规格——DD139—86 (摘要)	261
六、德国 DIN 标准	262
高纯铸造锌合金——DIN 1743—78 (摘要)	262
七、法国 NF 标准	264

锌合金压铸件——NF A55-0100—87 (摘要)	264
八、原苏联 ГОСТ 标准	264
铸造锌合金——ГОСТ25140—82 (摘要)	264
九、锌合金的牌号对照表	265
第六章 轴承合金	266
一、我国标准	266
(一) 铸造轴承合金——GB/T 1174—92	266
(二) 铸造轴承合金锭——GB8740—88 (摘要)	275
二、ISO 标准	275
滑动轴承用铜合金——ISO4382—91 (摘要)	275
三、美国 ASTM 标准	278
(一) 白合金 (轴承合金) ——ASTM B23—83 (1988 年重审) (摘要)	278
(二) 车辆用双金属轴颈轴承——ASTM B67—93a (摘要)	278
四、日本 JIS 标准	278
白合金——JIS H5401—58 (1971 年重审) (摘要)	278
五、英国 BSI 标准	283
整体轴承用的铝基合金——BS5812—79 (摘要)	283
六、德国 DIN 标准	283
铅基轴承合金——DIN1703—74 (摘要)	283
第七章 钛及钛合金	286
一、我国标准	286
(一) 铸造钛及钛合金 牌号和化学成分——GB/T15073—94	286
(二) 钛及钛合金铸件——GB6614—94	286
二、美国 ASTM 标准	289
钛和钛合金铸件——ASTM B367—87 (摘要)	289
三、德国 DIN 标准	290
钛及钛合金铸件——DIN17865—90 (摘要)	290
第八章 镍及镍合金	392
一、美国 ASTM 标准	292
镍和镍合金铸件——ASTM A494M—92 (摘要)	292
二、日本 JIS 标准	294
镍和镍合金铸件——JIS H5701—91 (摘要)	294
三、英国 BSI 标准	295
镍铜合金铸件——BS3071—86 (摘要)	295
四、德国 DIN 标准	296
镍和镍铜合金铸件——DIN17730—71 (摘要)	296
第九章 铅基及锡基合金	297
一、美国 ASTM 标准	297
铅基和锡基合金压铸件	297

二、日本 JIS 标准	297
硬铅铸件——JIS H5601—90 (摘要)	297
三、德国 DIN 标准	298
(一) 压铸用铅合金——DIN1741—74 (摘要)	298
(二) 压铸用锡合金——DIN1742—71 (摘要)	298

第一章 综合性标准

本章编录适用于两类以上(含两类)合金的标准。

一、我国标准

(一)铸造有色金属及其合金牌号表示方法——GB8063—报批稿(代替 GB8063—87)

1 主题内容与适用范围

本标准规定了铸造有色金属及其合金牌号用化学元素符号和百分含量的表示方法。

本标准适用于铝、镁、钛、铜、镍、钴、锌、锡、铅等铸造有色金属及其合金的牌号表示。

2 引用标准

GB8170—87 数值修约规则

3 铸造有色纯金属牌号表示方法

铸造有色纯金属牌号由“Z”和相应纯金属的化学元素符号及表明产品纯度百分含量的数字或用一短横加顺序号组成。

4 铸造有色合金牌号表示方法

4.1 铸造有色合金牌号由“Z”和基体金属的化学元素符号、主要合金化元素符号(其中混合稀土元素符号统一用 RE 表示)以及表明合金化元素名义百分含量的数字组成。

4.2 当合金化元素多于两个时,合金牌号中应列出足以表明合金主要特性的元素符号及其名义百分含量的数字。

4.3 合金化元素符号按其名义百分含量递减的次序排列。当名义百分含量相等时,则按元素符号字母顺序排列。当需要表明决定合金类别的合金化元素首先列出时,不论其含量多少,该元素符号均应紧置于基体元素符号之后。

4.4 除基体元素的名义百分含量不标注外,其他合金化元素的名义百分含量均标注于该元素符号之后。当合金化元素含量规定为大于或等于 1% 的某个范围时,采用其平均含量的修约化整值。必要时也可用带一位小数的数字标注。合金化元素含量小于 1% 时,一般不标注。只有对合金性能起重大影响的合金化元素,才允许用一位小数标注其平均含量。

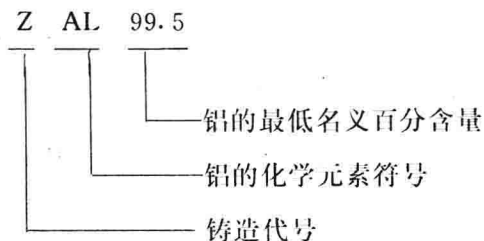
4.5 数值修约按 GB8170 的规定执行。

4.6 对具有相同主成分,需要控制低间隙元素的合金,在牌号后的圆括弧内标注 ELI。

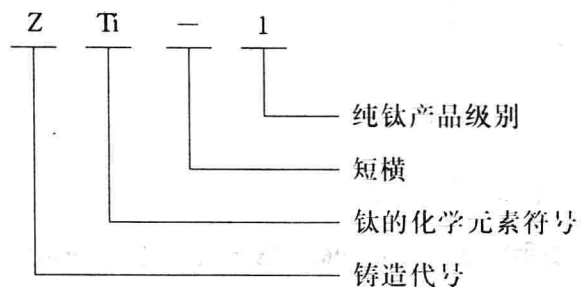
4.7 对杂质限量要求严,性能高的优质合金,在牌号后面标注大写字母“A”表示优质。

5 牌号表示示例:

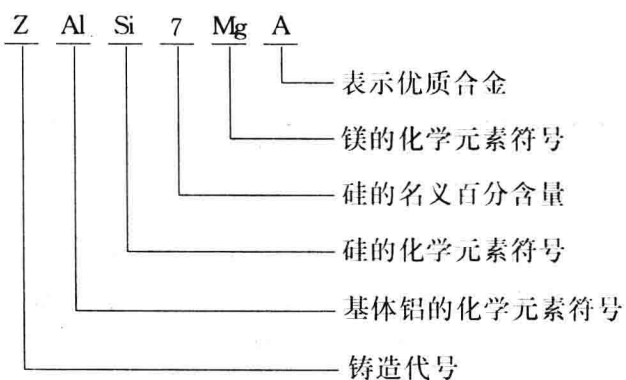
a. 铸造纯铝



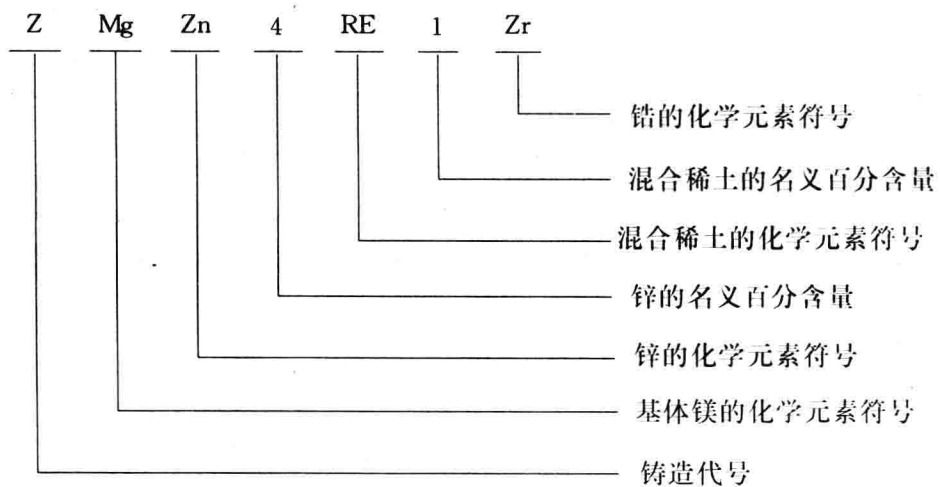
b. 铸造纯钛



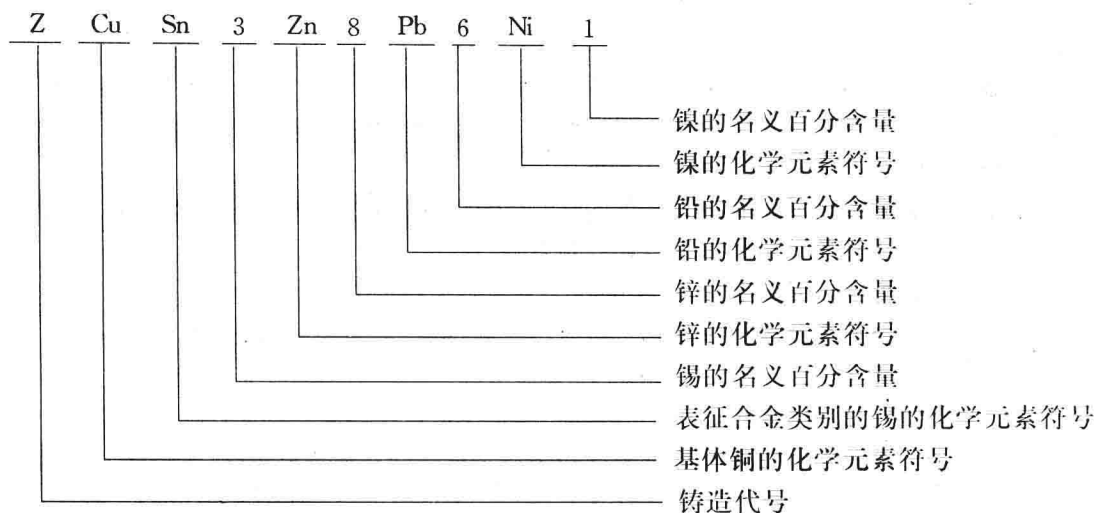
c. 铸造优质铝合金



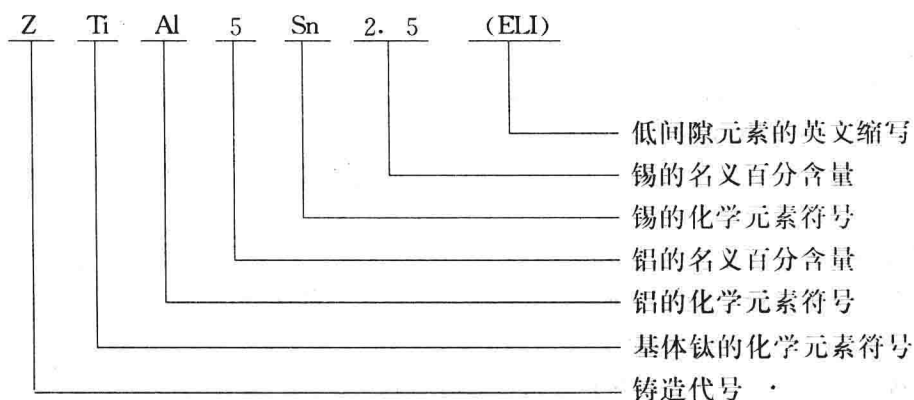
d. 铸造镁合金



e. 铸造锡青铜



f. 铸造钛合金



(二) 铸造铝、镁及其合金热处理状态的名称、定义及代号——GB××××—报批稿

1 主题内容和适用范围

本标准规定了铸造铝、镁及其合金的状态符号。以及与状态有关的热处理方法的名称和定义。

本标准适用于铸造铝镁及其合金。

2 引用标准

GB7232—87 金属热处理工艺术语

GB5611—85 铸造名词术语

3 状态名称及定义

3.1 铸态 as cast

金属或合金在铸造成形后自然冷却到室温的状态

3.2 热处理状态 heat treated

将固态金属或合金以适当的方式加热到适宜温度，保温一定时间，以一定的方式冷却后的状态。目的是通过改变组织来达到所需性能。

3.3 退火 annealing

将合金以一定速度加热到固相线以下的适宜温度。保持足够时间，然后以一定速度冷却的热处理工艺。其目的是消除内应力。稳定组织，使合金软化。

3.4 固溶热处理 solution heat-treatment

将合金以一定速度加热到接近固相线的适宜温度，保持足够时间。使可溶组元溶入固溶体中，然后快冷。形成均匀过饱和固溶体的热处理。

3.5 自然时效处理 natural aging treatment

合金在室温或室外自然温度下保持足够时间。通过过饱和固溶体中可溶组元的析出。使合金强化的自然处理。

3.6 人工时效处理 artificial aging treatment

将合金加热到高于室温的某一适宜温度，保持一定时间，通过过饱和固溶体中可溶组元的析出而强化合金的热处理。

3.6.1 不完全人工时效处理 incomplete artificial aging treatment

通过这种处理，过饱和固溶体中可溶组元有一定程度的析出。从而使合金获得较好的综合力学性能。

3.6.2 完全人工时效处理 complete artificial aging treatment

通过这种处理，过饱和固溶体中的可溶组元充分析出，使合金强度、硬度达到最高。

3.7 稳定化处理 stabilizing treatment

稳定合金组织。充分消除内应力，改善合金在使用条件下的几何形状与尺寸稳定性的热处理。

3.8 软化处理 softening treatment

提高合金塑性，降低硬度，使合金获得高尺寸稳定性的热处理。

4 状态代号

用下列代号表示铸造铝、镁及其合金所处的状态。

F 铸态

T 热处理状态

T₁ 人工时效处理

T₂ 退火

T₄ 固溶热处理加自然时效处理

T₅ 固溶热处理加不完全人工时效处理

T₆ 固溶热处理加完全人工时效处理

T₇ 固溶热处理加稳定化处理

T₈ 固溶热处理加软化处理

(三) 压铸有色合金试样——GB/T13822—92

1 主题内容与适用范围

本标准规定了压铸有色合金的试样类型、尺寸以及试样要求。

本标准适用于压铸有色合金力学性能的测定。

2 试样类型和尺寸

2.1 拉力试样

2.1.1 A 型拉力试样

A 型拉力试样的形状与尺寸应符合图 1-1 的规定, 适用于测定抗拉强度和伸长率。

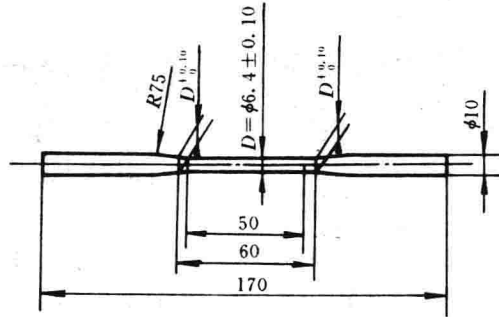


图 1-1 A 型拉力试样

2.1.2 B 型拉力试样

B 型拉力试样的形状与尺寸应符合图 1-2 的规定, 适用于抗拉强度比较试验和硬度测定。

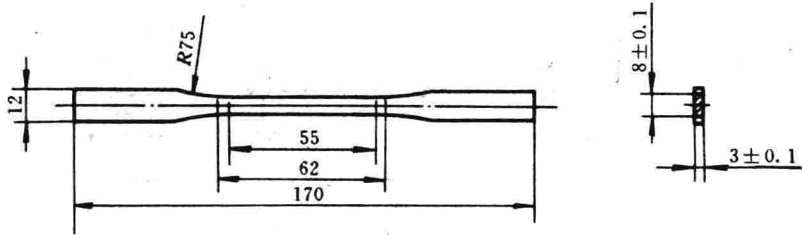


图 1-2 B 型拉力试样

2.2 冲击韧性试样

冲击韧性试样的形状与尺寸应符合图 1-3 的规定, 适用于冲击韧性试验, 试验前截为两根。试验时摆锤冲击在试样最窄面。

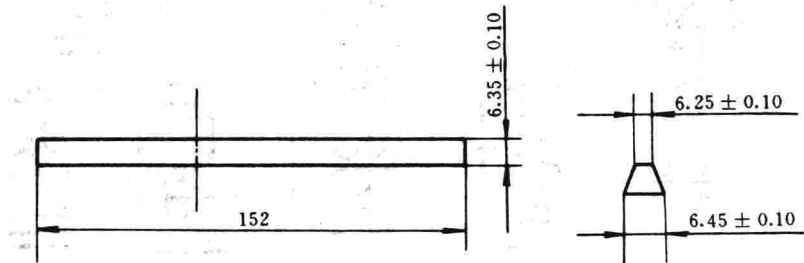


图 1-3 冲击韧性试样

3 试样要求

3.1 试样在专用压铸型内压铸, 压铸试样工艺示意图和工艺参数表见附录 A 和附录 B。

3.2 试样应清理毛刺, 不得弯曲和矫直。

3.3 试样非夹持部分不得有顶杆印痕，擦伤、麻面、冷隔、裂纹、夹杂和孔穴等缺陷。

附录 A

压铸试样工艺示意图 (图 1-4)

(参考件)

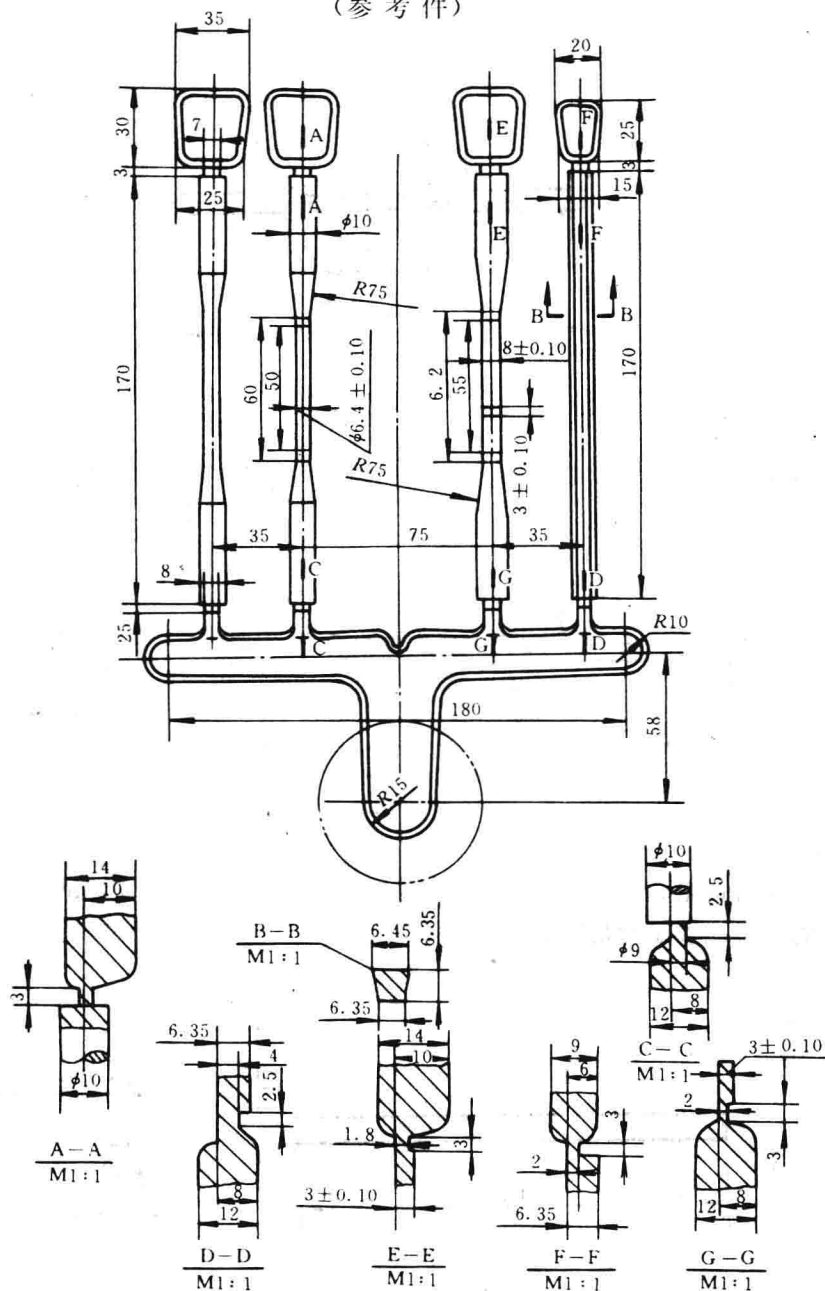


图 1-4 压铸试样工艺示意图