



中华人民共和国国家标准

GB/T 1348—2019
代替 GB/T 1348—2009

球 墨 铸 铁 件

Spheroidal graphite iron castings

(ISO 1083:2018, Spheroidal graphite cast irons—Classification, MOD)

2019-12-31 发布

2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 球墨铸铁牌号	2
5 订单信息	3
6 生产方法和化学成分	3
7 技术要求	3
8 试样制备	7
9 试验方法	11
10 检验规则	13
11 标志和质量证明书	14
12 防锈、包装和储存	14
附录 A (资料性附录) 本标准与 ISO 1083:2018 相比的结构变化情况	15
附录 B (资料性附录) 固溶强化铁素体球墨铸铁补充信息	16
附录 C (资料性附录) 铸件本体试样的力学性能指导值	19
附录 D (规范性附录) $L_0=5d$ 和 $L_0=4d$ 时测得的伸长率的差别	21
附录 E (资料性附录) 按硬度分类	22
附录 F (资料性附录) 球化率(或球状石墨比率)	24
附录 G (资料性附录) 球墨铸铁材料的力学及物理性能	25
附录 H (资料性附录) 切取试样的步骤	27
附录 I (资料性附录) 国内外球墨铸铁牌号对照表	28

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 1348—2009《球墨铸铁件》，与 GB/T 1348—2009 相比，主要技术变化如下：

- 修改了适用范围(见第 1 章, 2009 年版的第 1 章)；
- 增加了术语和定义(见 3.1, 3.2, 3.5~3.9)；
- 修改了球墨铸铁的低温冲击性能指标(见表 2, 2009 年版的表 4)；
- 增加了三个球墨铸铁的牌号(见表 1)；
- 增加了固溶强化铁素体球墨铸铁的拉伸性能(见表 3)；
- 增加了并排浇铸试块(见 8.2.4)。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 1083:2018《球墨铸铁 分类》。

本标准与 ISO 1083:2018 相比, 在结构上有所调整, 附录 A 中列出了本标准与 ISO 1083:2018 的章条编号对照一览表。

本标准与 ISO 1083:2018 的技术性差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件, 本标准做了具有技术性差异的调整, 以适应我国的技术条件, 调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中, 具体调整如下：

- 用修改采用国际标准的 GB/T 229 代替 ISO 148-1；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 9441 代替 ISO 945-1；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 231.1 代替 ISO 6506-1；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 228.1 代替 ISO 6892-1；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 5612 代替 ISO/TR 15931；
- 增加引用了 GB/T 223.3、GB/T 223.4、GB/T 223.60、GB/T 223.72、GB/T 223.83、GB/T 223.86、GB/T 5611、GB/T 5677、GB/T 6060.1、GB/T 6414、GB/T 9443、GB/T 9444、GB/T 11351、GB/T 24234、GB/T 34904。

——为方便使用, 删除了 GB/T 5611 中重复的术语, 增加了术语“固溶强化”(见 3.7)。

——为符合产品标准的结构, 增加了铸件外观质量技术条件(见 7.4~7.8)。

——为满足产品检测需要, 保证检测的准确性, 增加了铸件质量性能试验方法(见 9.3~9.10)。

——为满足用户需要, 增加了铸件标志、随行文件及储运要求(见第 11 章和第 12 章)。

本标准由全国铸造标准化技术委员会(SAC/TC 54)提出并归口。

本标准起草单位: 沈阳铸造研究所有限公司、广东中天创展球铁有限公司、合肥江淮铸造有限责任公司、安徽神剑科技股份有限公司、天润曲轴股份有限公司、中车集团戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司、宁夏共享集团股份有限公司、莱州新忠耀机械有限公司、烟台市产品质量监督检验所、江苏吉鑫风能科技股份有限公司、山东隆基机械有限公司、潍坊市长胜管业有限公司、长葛市富兴汽配有限公司、江西樟树市福铃内燃机配件有限公司、禹州市恒利来合金有限责任公司、苏州东亚机械铸造有限公司、山东汇金股份有限公司、安徽省机械科学研究所有限责任公司、河海大学、上海宏钢电站设备铸锻有限公司、上海大众汽车有限公司、宁夏维尔铸造有限责任公司。

本标准起草人: 张寅、陈永成、宋量、丛建臣、赵永福、王泽华、叶天汉、裴兵、薛蕊莉、俞旭如、钱坤才、吴宝成、蒋田芳、吴铁明、阮建刚、原晓雷、杨金铭、张士鹏、赵学龙、杨红生、陈涛、柯志敏、冯梅珍、李洪、张守全、崔兰芳、王美喜、周洪涛、王迎战、钱东方、冷爱平、柳红蕾、刘洋、孙琳琳、张杰、王小宁。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 1348—1978、GB/T 1348—1988、GB/T 1348—2009。

球 墨 铸 铁 件

1 范围

本标准规定了球墨铸铁件的牌号、订单信息、生产方法和化学成分、技术要求、试样制备、试验方法、检验规则、标志和质量证明书、防锈、包装和储存。

本标准适用于砂型或导热性与砂型相当的铸型中铸造的普通或低合金铁素体珠光体球墨铸铁件以及固溶强化的铁素体球墨铸铁件,特种铸造方法生产的球墨铸铁件也可参照使用。

本标准不适用于球墨铸铁管、球墨铸铁管件、配件和接头;

本标准不适用于奥氏体球墨铸铁;

本标准不适用于奥氏体球墨铸铁(等温淬火球墨铸铁)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量

GB/T 223.4 钢铁及合金 锰含量的测定 电位滴定或可视滴定法

GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量

GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法

GB/T 223.83 钢铁及合金 高硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法(GB/T 223.83—2009, ISO 13902:1997, IDT)

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法(GB/T 223.86—2009, ISO 9556:1989, IDT)

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法(GB/T 228.1—2010, ISO 6892-1:2009, IDT)

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法(GB/T 229—2007, ISO 148-1:2006, MOD)

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 231.1—2018, ISO 6506-1:2014, MOD)

GB/T 231.2 金属材料 布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准(GB/T 231.2—2012, ISO 6506-2:2005, MOD)

GB/T 231.3 金属材料 布氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定(GB/T 231.3—2012, ISO 6506-3:2005, MOD)

GB/T 5611 铸造术语

GB/T 5612 铸铁牌号表示方法(GB/T 5612—2008, ISO/TR 115931:2004, MOD)

GB/T 5677 铸件 射线照相检测(GB/T 5677—2018, ISO 4993:2015, MOD)

GB/T 6060.1 表面粗糙度比较样块 第1部分:铸造表面

GB/T 6414 铸件 尺寸公差、几何公差与机械加工余量(GB/T 6414—2017, ISO 8062-3:2007, MOD)

GB/T 9441 球墨铸铁金相检验(GB/T 9441—2009, ISO 945-1:2008, MOD)

GB/T 9443 铸钢件渗透检测(GB/T 9443—2007, ISO 4987:1992, IDT)

GB/T 9444 铸钢件磁粉检测(GB/T 9444—2007, ISO 4986:1992, IDT)

GB/T 11351 铸件重量公差

GB/T 24234 铸铁 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)

GB/T 34904 球墨铸铁件 超声检测

3 术语和定义

GB/T 5611 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

球墨铸铁 **spheroidal graphite cast iron**

以铁、碳和硅为基本元素,碳主要以球状石墨形式存在的铸铁。

3.2

铁素体珠光体球墨铸铁 **ferritic to pearlitic spheroidal graphite cast iron**

含有铁素体或珠光体或铁素体和珠光体的混合基体的球墨铸铁。

3.3

石墨球化处理 **graphite spheroidizing treatment**

球化处理

在铁液中加入球化剂,使铁液凝固过程中,碳主要以球状石墨形态析出的工艺过程。

3.4

铸件的主要壁厚 **relevant wall thickness**

代表铸件材料力学性能的铸件断面厚度。

3.5

铸造试块 **cast sample**

代表铸件材料性能的试块,包括单铸试块、并排试块和附铸试块。

3.6

并排试块 **side-by-side cast sample**

和铸件用同一浇注系统,与铸件并排浇注的试块。

3.7

固溶强化 **solid solution strengthened**

溶质原子溶入金属基体而形成固溶体,使金属的强度和硬度提高的现象。

3.8

固溶强化铁素体球墨铸铁 **solid solution strengthened ferritic spheroidal graphite cast iron**

主要通过硅固溶强化,以铁素体基体为主的球墨铸铁。

3.9

检验批次 **test unit; inspection lot; test batch**

检测铸件时,用于一并被接受或拒收的铸件数量或吨位数。

4 球墨铸铁牌号

4.1 球墨铸铁的牌号表示方法按 GB/T 5612 的规定,分为铁素体珠光体球墨铸铁和固溶强化铁素体球墨铸铁两类:

a) 按铁素体珠光体球墨铸铁的力学性能分为 14 个牌号,见表 1 的规定。

b) 按固溶强化铁素体球墨铸铁的力学性能分为 3 个牌号,见表 3 的规定。

4.2 铸件材料牌号是通过测定下列试样的力学性能而确定的:

——单铸试样:从单铸试块上截取加工而成的试样。

——并排试样:从并排试块上截取加工而成的试样。

——附铸试样：从附铸试块上截取加工而成的试样。
——本体试样：从铸件本体上截取加工而成的试样。
铸件材料牌号等级是依照从试样测出的力学性能而定义的。

5 订单信息

- 5.1 下列订货信息应由铸件需方提供：
- a) 铸件材料牌号；
 - b) 任何特殊要求(包括主要壁厚的位置)由供需双方商定。
- 5.2 所有的订货要求应在接受订单的同时由供需双方协商确定。

6 生产方法和化学成分

- 6.1 球墨铸铁的生产方法和化学成分由供方自行确定，球墨铸铁的化学成分不作为铸件验收的依据。
- 6.2 对铁素体珠光体球墨铸件，其力学性能等级取决于铁素体珠光体的比例，一般通过调整合金含量或采用热处理的方式来调整铁素体和珠光体的比例。
- 6.3 固溶强化铁素体球墨铸铁的力学性能取决于铁素体基体的固溶强化程度。固溶强化程度主要取决于硅的含量。固溶强化铁素体球墨铸铁的化学成分、物理性能可参考附录 B。

7 技术要求

7.1 总则

- 7.1.1 本标准中所列性能指标值是用砂型或导热性能与砂型相当的铸型浇铸的球墨铸铁的性能值。经供需双方同意，也可用于其他方法浇铸的球墨铸铁。
- 7.1.2 铸件材料牌号是依据厚度或直径 25 mm 的试块的最小力学性能确定的，牌号和试块的类型无关。

7.2 铁素体珠光体球墨铸铁

7.2.1 铸造试样

7.2.1.1 拉伸性能

铁素体珠光体球墨铸铁试样的拉伸性能应符合表 1 的规定。

表 1 铁素体珠光体球墨铸铁试样的拉伸性能

材料牌号	铸件壁厚 <i>t</i> mm	屈服强度 <i>R</i> _{p0.2} (min.) MPa	抗拉强度 <i>R</i> _m (min.) MPa	断后伸长率 <i>A</i> ^a (min.) %
QT350-22L	<i>t</i> ≤ 30	220	350	22
	30 < <i>t</i> ≤ 60	210	330	18
	60 < <i>t</i> ≤ 200	200	320	15
QT350-22R	<i>t</i> ≤ 30	220	350	22
	30 < <i>t</i> ≤ 60	220	330	18
	60 < <i>t</i> ≤ 200	210	320	15
QT350-22	<i>t</i> ≤ 30	220	350	22
	30 < <i>t</i> ≤ 60	220	330	18
	60 < <i>t</i> ≤ 200	210	320	15

表 1 (续)

材料牌号	铸件壁厚 t mm	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min.) MPa	抗拉强度 R_m (min.) MPa	断后伸长率 A^a (min.) %
QT400-18L	$t \leq 30$	240	400	18
	$30 < t \leq 60$	230	380	15
	$60 < t \leq 200$	220	360	12
QT400-18R	$t \leq 30$	250	400	18
	$30 < t \leq 60$	250	390	15
	$60 < t \leq 200$	240	370	12
QT400-18	$t \leq 30$	250	400	18
	$30 < t \leq 60$	250	390	15
	$60 < t \leq 200$	240	370	12
QT400-15	$t \leq 30$	250	400	15
	$30 < t \leq 60$	250	390	14
	$60 < t \leq 200$	240	370	11
QT450-10	$t \leq 30$	310	450	10
	$30 < t \leq 60$	供需双方商定		
	$60 < t \leq 200$			
QT500-7	$t \leq 30$	320	500	7
	$30 < t \leq 60$	300	450	7
	$60 < t \leq 200$	290	420	5
QT550-5	$t \leq 30$	350	550	5
	$30 < t \leq 60$	330	520	4
	$60 < t \leq 200$	320	500	3
QT600-3	$t \leq 30$	370	600	3
	$30 < t \leq 60$	360	600	2
	$60 < t \leq 200$	340	550	1
QT700-2	$t \leq 30$	420	700	2
	$30 < t \leq 60$	400	700	2
	$60 < t \leq 200$	380	650	1
QT800-2	$t \leq 30$	480	800	2
	$30 < t \leq 60$	供需双方商定		
	$60 < t \leq 200$			
QT900-2	$t \leq 30$	600	900	2
	$30 < t \leq 60$	供需双方商定		
	$60 < t \leq 200$			
注 1: 从试样测得的力学性能并不能准确地反映铸件本体的力学性能,铸件本体的拉伸性能指导值参考附录 C。 注 2: 本表数据适用于单铸试样、附铸试样和并排铸造试样。 注 3: 字母“L”表示低温;字母“R”表示室温。				
^a 伸长率在原始标距 $L_0=5d$ 上测得, d 是试样上原始标距处的直径,其他规格的标距见 9.1 和附录 D。				

7.2.1.2 冲击吸收能量

表 2 给出了室温和低温下的冲击吸收能量值。如果需方要求时,可以做冲击试验。三个试样的平均值和个别值应符合表 2 的规定。

表 2 铁素体球墨铸铁试样上加工的 V 型缺口试样的最小冲击吸收能量

牌号	铸件壁厚 t /mm	最小冲击吸取能量/J					
		室温(23±5)℃		低温(−20±2)℃		低温(−40±2)℃	
		三个试样平均值	单个值	三个试样平均值	单个值	三个试样平均值	单个值
QT350-22L	$t \leq 30$	—	—	—	—	12	9
	$30 < t \leq 60$	—	—	—	—	12	9
	$60 < t \leq 200$	—	—	—	—	10	7
QT350-22R	$t \leq 30$	17	14	—	—	—	—
	$30 < t \leq 60$	17	14	—	—	—	—
	$60 < t \leq 200$	15	12	—	—	—	—
QT400-18L	$t \leq 30$	—	—	12	9	—	—
	$30 < t \leq 60$	—	—	12	9	—	—
	$60 < t \leq 200$	—	—	10	7	—	—
QT400-18R	$t \leq 30$	14	11	—	—	—	—
	$30 < t \leq 60$	14	11	—	—	—	—
	$60 < t \leq 200$	12	9	—	—	—	—
注 1：这些材料牌号也可用于压力容器。 注 2：从试样上测得的力学性能并不能准确地反映铸件本体的力学性能。 注 3：该表数据适用于单铸试样、附铸试样和并排浇铸试样。 注 4：字母“L”表示低温；字母“R”表示室温。							

7.2.2 铸件本体试样

7.2.2.1 铸件本体试样的取样位置及要达到的力学性能指标，由供需双方商定。

7.2.2.2 铸件本体试样的最小力学性能值或允许范围值参考附录 C。

注 1：铸件本体试样的性能值无法统一一致，因其取决于铸件的复杂程度以及铸件壁厚的变化。

注 2：铸件本体试样的力学性能值不仅仅受到材料性能的影响，还受到取样部位缺陷的影响。

7.2.3 硬度分类

经供需双方协商一致，可按硬度进行分类，参考附录 E。

7.2.4 石墨形态

7.2.4.1 石墨以Ⅵ型和 V 型形态为主，球化级别不低于 GB/T 9441 规定的球化级别 3 级。更精确的石墨形态、球化级别由供需双方商定。

7.2.4.2 石墨形态可以通过观察金相试样或无损检测的方法确定。当有异议时，以金相检测法为准。

注：附录 F 给出了更多有关球化率的参考资料。

7.2.5 基体组织

基体组织的要求一般由供方确定，如有特殊要求，则由供需双方商定。附录 G 中表 G.1 给出了基体组织的参考资料。

7.3 固溶强化铁素体球墨铸铁

7.3.1 铸造试样

固溶强化铁素体球墨铸铁的铸造试样的拉伸性能应符合表 3 的规定。

表 3 固溶强化铁素体球墨铸铁铸造试样的拉伸性能

材料牌号	铸件壁厚 t mm	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min.) MPa	抗拉强度 R_m (min.) MPa	断后伸长率 A (min.) %
QT450-18	$t \leq 30$	350	450	18
	$30 < t \leq 60$	340	430	14
	$60 < t \leq 200$	供需双方商定		
QT500-14	$t \leq 30$	400	500	14
	$30 < t \leq 60$	390	480	12
	$60 < t \leq 200$	供需双方商定		
QT600-10	$t \leq 30$	470	600	10
	$30 < t \leq 60$	450	580	8
	$60 < t \leq 200$	供需双方商定		
注 1: 从铸造试样测得的力学性能并不能准确地反映铸件本体的力学性能,铸件本体的拉伸性能指导值参考附录 D。 注 2: 本表数据适用于单铸试样、附铸试样和并排浇铸试样。				

7.3.2 铸件本体试样

7.3.2.1 铸件本体试样的取样位置及要达到的力学性能指标,由供需双方商定。

7.3.2.2 铸件本体试样的力学性能的最小值或允许范围值参考附录 C。

注 1: 铸件本体试样的性能值无法统一一致,因其取决于铸件的复杂程度以及铸件壁厚的变化。

注 2: 铸件本体试样的力学性能值不仅仅受到材料性能的影响(本标准包括的),还受到取样部位缺陷的影响。

7.3.3 按硬度分类

经供需双方协商一致,可按硬度进行分类,参考附录 E。

7.3.4 石墨形态

7.3.4.1 石墨以Ⅵ型和Ⅴ型形态为主,球化级别不低于 GB/T 9441 规定的球化级别 3 级。更精确的石墨形态、球化级别由供需双方商定。

7.3.4.2 石墨形态可以通过观察金相试样或无损检测的方法确定。当有异议时,以金相检测法为准。

注: 附录 F 给出了更多有关球化率的参考资料。

7.3.5 基体组织

基体组织的要求由供需双方商定。附录 G 中表 G.1 给出了主要基体组织的参考资料。

7.4 几何形状及其尺寸公差

7.4.1 铸件的几何形状及其尺寸应符合图样的规定。

7.4.2 铸件的尺寸公差按 GB/T 6414 的规定执行。有特殊要求的可按图样或有关技术要求执行。

7.5 重量偏差

铸件的重量偏差按 GB/T 11351 的有关规定执行。有特殊要求的可按图样或有关技术要求执行。

7.6 铸件表面质量

7.6.1 铸件应清理干净,修整多余部分。

- 7.6.2 浇冒口残余、粘砂、氧化皮及内腔残余物等去除要求应符合技术规范或供需双方订货协定。
- 7.6.3 采用等离子方法切割铸件后,应加工掉热影响区。
- 7.6.4 铸件表面粗糙度应符合 GB/T 6060.1 的规定,或需方图样和产品技术标准的要求。
- 7.6.5 铸件交付时应符合需方的防锈要求。

7.7 铸件的缺陷及修补

- 7.7.1 不应有影响铸件使用性能的铸造缺陷(如裂纹、冷隔、缩孔等)存在。
- 7.7.2 铸件允许存在能加工去除的表面缺陷。
- 7.7.3 铸件非加工面上及铸件内部允许的缺陷种类、数量、范围,应符合需方图样、技术规范的要求或者供需双方订货协议的规定。
- 7.7.4 不影响铸件使用性能的缺陷可以修补,修补技术要求由供需双方商定。

7.8 特殊要求

需方对磁粉探伤、超声波检验、射线检验等有要求时,供方应按需方的技术要求进行检查;由供需双方商定检测的频次和数量。

8 试样制备

8.1 总则

- 8.1.1 制备的试样应能代表生产的铸件。
- 8.1.2 根据铸件的重量和壁厚所选取的试样型式(单铸试样、附铸试样、并排浇铸试样、本体试样)。除非另有协议,试样的选取由供方确定。
- 8.1.3 当铸件重量超过 2 000 kg 且主要壁厚超过 60 mm 时,应优先采用附铸试块或并排浇铸试块。试块的尺寸和位置由供需双方商定。
- 8.1.4 型内球化处理时,不应采用单铸试块。
- 8.1.5 所有的试块都应有明显的标记以确保可追溯性。
- 8.1.6 需热处理时,试块应与所代表的铸件进行相同的热处理,热处理后再制取试样。

8.2 铸造试块

8.2.1 铸造试块的尺寸

- 8.2.1.1 铸造试块的尺寸应与铸件的主要壁厚相对应,见表 4。
- 8.2.1.2 若采用其他尺寸,由供需双方商定。

表 4 与铸件主要壁厚对应的铸造试块的型式、尺寸和拉伸试样的尺寸

铸件的主要壁厚 t	试块型式			附铸试块 (见图 4、表 7)	拉伸试样首选 直径 d /mm
	选项 1 U 型(见图 1)	选项 2 Y 型(见图 2、表 5)	选项 3 圆棒(见图 3、表 6)		
$t \leq 12.5$	—	I	b、c 型	A	7 (选项 3)14 mm
$12.5 < t \leq 30$	—	II	a、b、c 型	B	14
$30 < t \leq 60$	*	III	—	C	14
$60 < t \leq 200$	—	IV	—	D	14
* 试块的冷却速度和 40 mm 厚壁的冷却速度一致。					

8.2.2 检测频次和数量

8.2.2.1 代表铸件材料的试块的取样应与供需双方商定的质量控制体系要求一致。

8.2.2.2 若供需双方无质量控制体系要求或其他协议,应按照供需双方商定的频次来取样,最少应浇铸一个试块能检测材料的拉伸性能。

8.2.2.3 若要求冲击试验,试块的取样频次由供需双方商定。

8.2.3 单铸试块

8.2.3.1 单铸试块应在与铸件相同的铸型或导热性能相当的铸型中单独浇铸。也可选择和浇注铸件相似的浇注系统中浇注单铸试块。试块的落砂温度和铸件的落砂温度相当,一般不应超过 500 ℃。

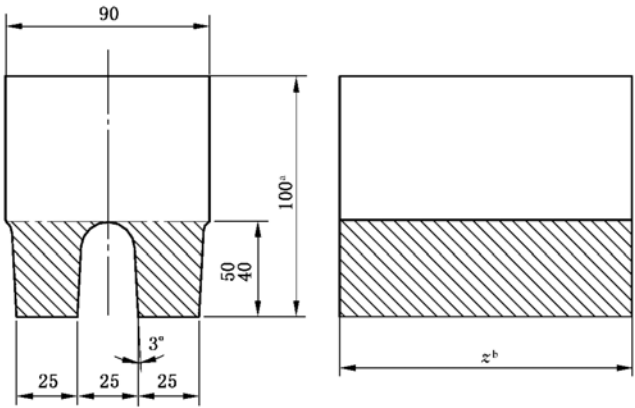
8.2.3.2 单铸试块应与它代表的铸件用同一批次的末期铁液浇注。

8.2.3.3 试块的形状和尺寸可从图 1 或图 2、表 5 或图 3、表 6 中选择。

8.2.3.4 型内球化处理时,试块可以在与铸件有共同的浇注系统的型腔内浇注,或在和铸件工艺相似的带有反应室的型内单独浇注。

8.2.3.5 铸件需要热处理时,试块应与其所代表的铸件进行相同的热处理。

单位为毫米



注: 试块最小吃砂量为 40 mm。对薄壁铸件或金属型铸件,经供需双方协商,拉伸试样也可以从壁厚 u 小于 12.5 mm 的试块上加工。

^a 该尺寸仅供参考。

^b 根据图 5 所示不同规格的拉伸试样的总长度确定。

图 1 单铸试块或并排试块(U 型)

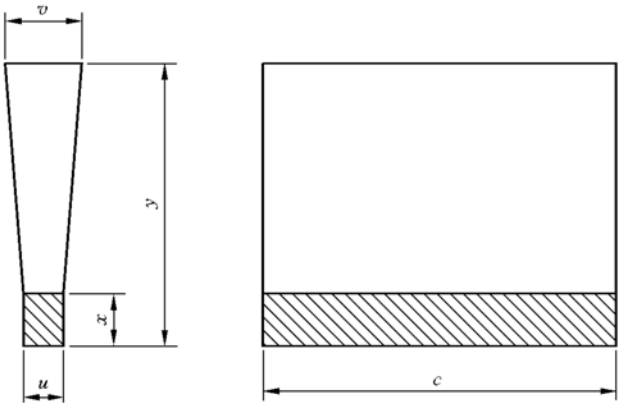


图 2 单铸试块或并排试块(Y 型)

表 5 单铸试块或并排试块(Y 型)尺寸

试块类型	试块尺寸/mm					试块的最小吃砂量 /mm
	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>x</i>	<i>y</i> ^a	<i>c</i> ^b	
I	12.5	40	25	135	根据图 5 所示 不同规格拉伸 试样的总长 确定	40
II	25	55	40	140		80
III	50	100	50	150		
IV	75	125	65	175		
^a “y”尺寸供参考。 ^b 对薄壁铸件或金属型铸件,经供需双方商定,拉伸试样也可以从壁厚 <i>u</i> 小于 12.5 mm 的试块上加工。						

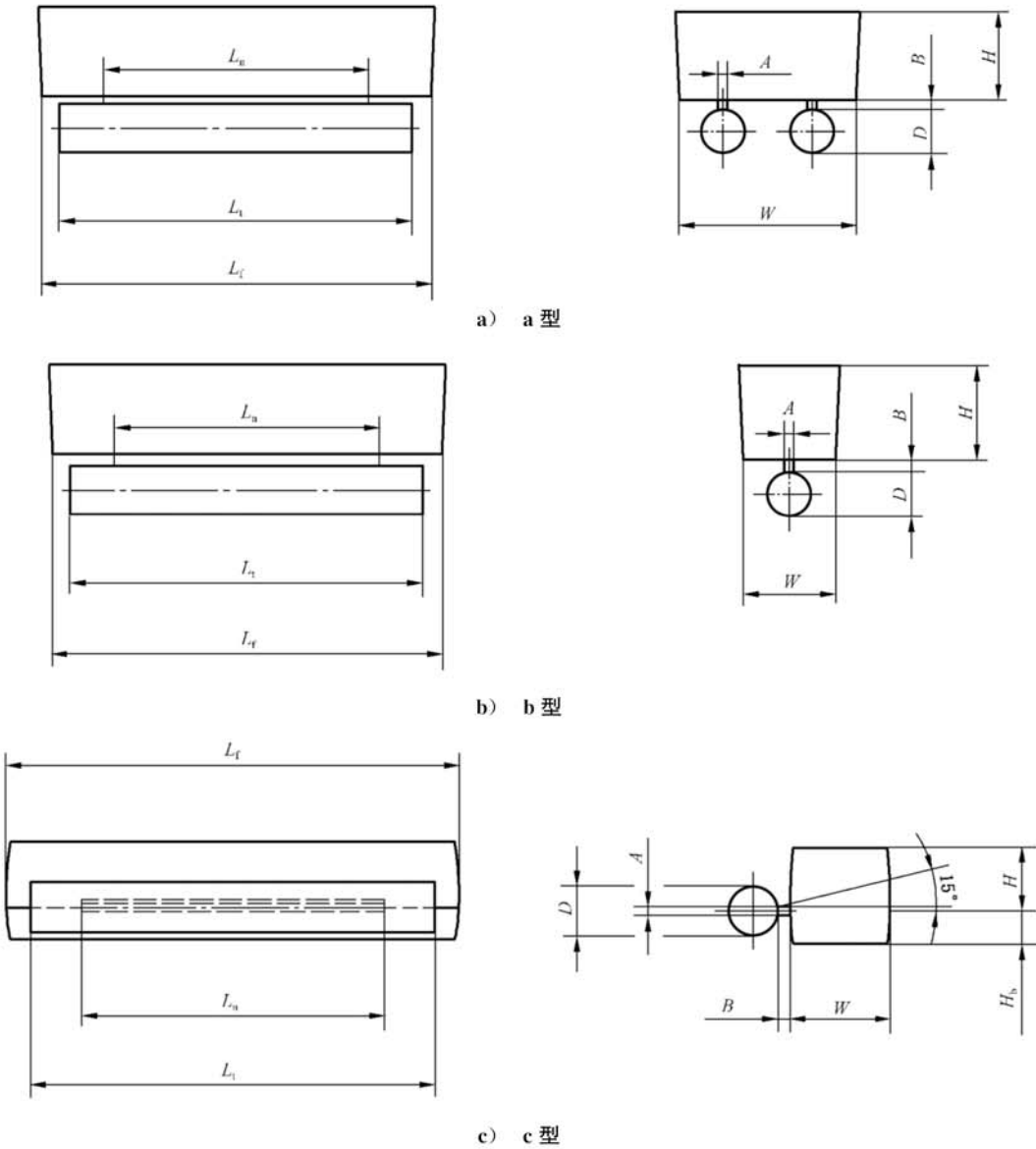


图 3 单铸试块或并排试块(圆棒)

表 6 单铸试块或并排试块(圆棒)尺寸

单位为毫米

类型	A	B	D	H	H _b	L _f	L _n	L _t	W
a	4.5	5.5	25	50	—	L _t +20	L _f -50	根据图 5 所示不同规格拉伸试样的总长度	100
b	4.5	5.5	25	50	—	L _t +20	L _f -50		50
c	4.0	5.0	25	35	15	L _t +20	L _f -50		50
注: 试块最小吃砂量为 40 mm。									

8.2.4 并排试块

8.2.4.1 并排试块代表与其同时浇注的铸件,也代表所有与其有相同主要壁厚的同批次铸件。

8.2.4.2 代表同批次同类型所有铸件力学性能的并排浇铸试块应最后浇注。

8.2.4.3 并排试块如图 1、图 2 和表 5 或图 3 和表 6 所示。

8.2.5 附铸试块

8.2.5.1 附铸试块代表与其连在一起的铸件,也代表所有与其有相同主要壁厚的同批次铸件。

8.2.5.2 代表同批次系列铸件力学性能的附铸试块应最后浇注。

8.2.5.3 附铸试块在铸件上的位置由供需双方商定,应考虑到铸件形状和浇注系统的结构形式,以避免对邻近部位的各项性能产生不良影响,并以不影响铸件的结构性能、铸件外观质量以及试块致密性为原则。

8.2.5.4 除非供需双方另有特殊规定,附铸试块的形状和尺寸如图 4、表 7 所示。

8.2.5.5 如铸件需热处理,除非供需双方另有特殊规定,试块应在铸件热处理后再从铸件上切开。

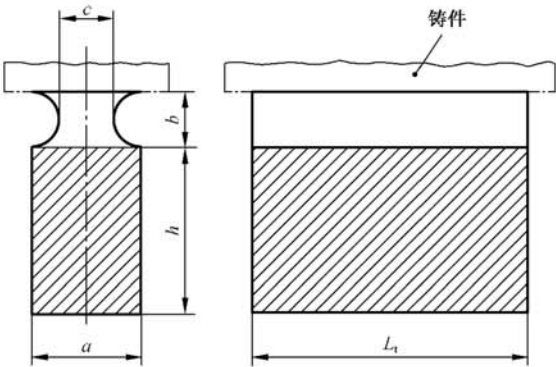


图 4 附铸试块

表 7 附铸试块尺寸

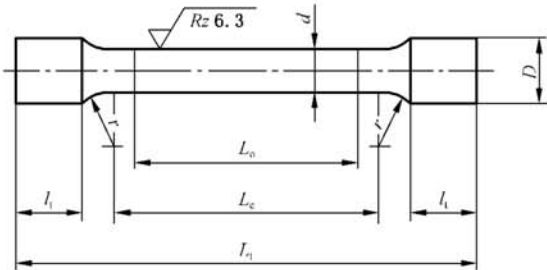
单位为毫米

类型	铸件的主要壁厚 t	a	b (max.)	c (min.)	h	最小吃砂量	L_t
A ^a	$t \leq 12.5$	15	11	7.5	20~30	40	根据图 5 所示不同规格拉伸试样的总长确定
B	$12.5 < t \leq 30$	25	19	12.5	30~40	40	
C	$30 < t \leq 60$	40	30	20	40~65	80	
D	$60 < t \leq 200$	70	52.5	35	65~105	80	
^a 如选用比 A 型更小尺寸的附铸试块时,应采用下式计算关系: $b=0.75a$, $c=0.5a$ 。							

8.2.6 试样

8.2.6.1 拉伸试样(见图 5)和冲击试样取自试块(见图 3)或试块的剖面线部位(见图 1、图 2 和图 4)。取样方法参考附录 H。

8.2.6.2 除非另有规定,拉伸试样的形状和尺寸如图 5、表 8 所示。



说明:
 L_0 —— 原始标距长度;此处 $L_0=5d$;
 d —— 试样标距长度处的直径;
 L_e —— 平行段长度; $L_e>L_0$ (原则上, $L_e-L_0\geq d$);
 L_1 —— 试样总长(取决于 L_e 和 l_1)。
注: 试样夹紧的方法及夹持端的长度 l_1 ,可由供方和需方商定。

图 5 拉伸试样

表 8 拉伸试样尺寸 单位为毫米

d	L_0	L_e (min.)
5±0.1	25	30
7±0.1	35	42
10±0.1	50	60
14±0.1	70	84
20±0.1	100	120

注: 表中黑体字表示优先选用的尺寸。

8.3 本体试样

8.3.1 铸件本体取样的位置、试样尺寸及所要求的本体力学性能(参考附录 C),由供需双方商定。若需方未规定取样位置,供方可自行选择取样位置和试样尺寸。

8.3.2 试样的中心线应位于铸件壁厚的表面到中心的中间。

注: 若试样的直径范围内包含铸件最后凝固的区域,则不测断后伸长率。

8.3.3 对于大尺寸单个铸件,套孔取样的位置,由供需双方商定。

9 试验方法

9.1 拉伸试验

9.1.1 拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定执行。拉伸试样应优先采用直径 $\phi 14$ mm 的试样,如果因技术原因,或者从铸件本体上取样,也可以采用其他直径的试样(见图 5、表 8)。采用其他直径的试样,其原始标距长度应符合下列公式:

$$L_0 = 5.65 \sqrt{S_0} \text{ 或 } L_0 = 5d$$

式中：

L_0 —— 试样原始标距长度；

S_0 —— 试样原始截面积；

d —— 试样原始标距直径。

9.1.2 经供需双方协商，也可以采用不同的标距长度。对拉伸试样， $L_0 = 4d$ 见表 D.1，伸长率可以转换成 $L_0 = 5d$ 时的伸长率。

9.2 冲击试验

9.2.1 冲击试验用 3 个 V 型缺口冲击试样，冲击试验按 GB/T 229 的规定执行。

9.2.2 冲击试验应采用半径为 2 mm 的摆锤刀刃。冲击试块的形状和尺寸如图 6 所示。

9.2.3 做冲击试验时，每一批次取三个冲击试样进行试验，三个试样的平均值应符合表 2 的规定，单个试样的最小值不应低于规定值。

单位为毫米

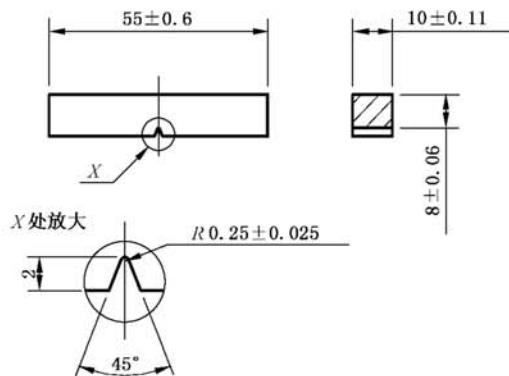


图 6 冲击试样

9.3 硬度试验

9.3.1 布氏硬度试验应按 GB/T 231.1、GB/T 231.2 和 GB/T 231.3 的规定执行。

9.3.2 铸件硬度试验的部位、频次和数量由供需双方商定。

注：更多有关硬度的信息参考附录 E。

9.4 金相检验

金相检验按 GB/T 9441 的规定执行。铸件金相组织的检测部位和频次由供需双方商定。

9.5 表面质量

铸件表面用目测方法按 7.6 的要求逐件进行检验。

9.6 几何尺寸、尺寸公差

9.6.1 铸件的几何形状及尺寸公差按 7.4 的要求进行检查。

9.6.2 首批铸件，应按图样规定逐件检查尺寸和几何形状。采用能保证尺寸稳定性方法生产出来的铸件可以抽查，抽查频次和数量由供需双方商定。

9.6.3 批量生产的铸件，检测频次和数量由供需双方商定。

9.7 化学成分分析

9.7.1 当需方对铸件化学成分有要求时，则应按需方技术要求的规定执行，如需方技术要求中无规定

时,化学成分由供方自行确定。

9.7.2 光谱化学分析按 GB/T 24234 的规定执行。

9.7.3 铸件常规化学成分分析方法按 GB/T 223.3、GB/T 223.4、GB/T 223.60、GB/T 223.72、GB/T 223.83、GB/T 223.86 的规定执行。

9.8 无损检测

9.8.1 磁粉检测按 GB/T 9444 的规定执行。

9.8.2 渗透检测按 GB/T 9443 的规定执行。

9.8.3 超声波检测按 GB/T 34904 的规定执行。

9.8.4 射线检测按 GB/T 5677 的规定执行。

9.9 缺陷

9.9.1 铸件表面缺陷,可目视检查。当需方有特殊要求时,也可采用磁粉探伤或渗透检测方法检查。

9.9.2 铸件的内部缺陷,可用射线或超声波等方法检查。

9.10 可选的测试方法

经供需双方同意,也可以选择运用等效的测定抗拉强度、布氏硬度、金相组织的其他方法。

10 检验规则

10.1 取样批次的构成

10.1.1 由同一包球化处理的铁液浇注的铸件为一个批量,构成一个取样批次。

10.1.2 连续浇注时,每一取样批次铸件的最大重量为 2 000 kg 或 2 h 浇注的铸件作为一个批次。供需双方同意,取样的批次可以变动。

10.1.3 如果单个铸件的重量大于 2 000 kg 时,单独构成一个取样批次。

10.1.4 在某一时间间隔内,如发生炉料的改变、工艺条件的变化、或要求的化学成分有变化时,在此期间连续熔化的铁液浇注的所有铸件,无论时间间隔有多短,都作为一个取样批次。

10.1.5 除 10.1.1 规定外,经供需双方商定,也可把若干个批次的铸件并成一组进行验收。在此情况下,生产过程中应有其他连续检测方法,如金相检验、无损检验、断口检验、弯曲检验等,并确实证明各次球化处理稳定、符合要求。

10.1.6 经过热处理的铸件,以同一取样批次检测,除非该批次中的铸件结构明显不同。在此情况下这些结构明显不同的铸件构成一个取样批次。

10.2 检验批次的数量

取样和试验应符合第 8 章~第 10 章的相关规定。每个取样批次都要进行试验,除非生产过程的质量控制体系为取样批次合并,并预先采取保证措施。当型内球化处理时,取样批次和试验数量的大小应在接受订单时由供需双方商定。

10.3 复验

10.3.1 复验的条件

如果首次测试的结果不能满足材料的力学性能要求,允许进行重复试验。

10.3.2 试验的有效性

10.3.2.1 由于下列原因之一造成试验结果不符合要求时,则试验无效:

- a) 试样在试验机上的装卡不当或试验机操作不当;
- b) 试样表面有铸造缺陷或试样切削加工不当(如试样尺寸、过渡圆角、粗糙度不符合要求等);
- c) 拉伸试样在标距外断裂;
- d) 拉伸试样断口上存在明显的铸造缺陷。

10.3.2.2 在上述情况下,应在同一试块上重新取样或者从同一批次浇注的试块上重新取样再试验,复试的结果代替无效试验的结果。

10.3.2.3 复验的结果作为最终试验结果。

10.4 试验结果的评定

10.4.1 检验力学性能时,先用一根拉伸试样进行试验,如果符合要求,则该批铸件在材质上即为合格;若试验结果达不到要求,而不是由于 10.3.2.1 所列原因引起的,则可从同一批的试样中取另两根进行复验。

10.4.2 冲击试验时,若三个冲击试样的冲击吸收能量均符合要求,则该批铸件的冲击性能即为合格;若有一个试样的试验结果达不到最小值时,则从同一批次中加倍取三个备用的冲击试样进行试验,该结果与原结果相加重新计算平均值。若新计算平均值符合表 2 的规定,其中允许最多只有一个试样的值可低于规定值,且不低于规定值的三分之二,则该批铸件的冲击值仍为合格。否则供方应按 10.5 处理。

10.4.3 复验结果都达到要求,则该批铸件的材质仍为合格。若复验结果中仍有一根达不到要求,则该批铸件初步判为材质不合格。这时,可选取该批次最后浇注的一型中的铸件,在供需双方商定的部位从铸件本体上切取试样,再进行力学性能试验。若试验结果达到要求,则仍可判定该批铸件材质合格;若本体试样的试验结果仍然达不到要求,则最终判定该批铸件材质为不合格。

10.5 试块和铸件的热处理

10.5.1 除有特殊要求外,如果铸件以铸态供货,其力学性能不符合本标准时,经供需双方同意后,供方可将该批铸件和其代表的试块一起进行热处理,然后再重新试验。

10.5.2 铸件经过热处理且力学性能不合格的情况下,生产方可以将铸件及代表铸件的试块一起进行再次热处理。并再次提交验收。如果从热处理后的试块上加工的试样性能合格,则认为重复热处理的该批铸件性能合格。

10.5.3 为复验而进行的重复热处理的次数不得超过两次。

11 标志和质量证明书

11.1 铸件应有供方标志。标志的位置、尺寸(字号、字高、凸凹)和方法由供需双方商定。

11.2 铸件出厂应附有供方检验部门签章的质量证明书,证明书应包括下列内容:

- a) 供方名称或标识;
- b) 零件号或订货合同号;
- c) 材质牌号;
- d) 批次号;
- e) 各项检验结果;
- f) 标准号。

12 防锈、包装和储存

12.1 铸件经检验合格后,其防锈、包装和储存方式由供需双方商定。

12.2 对于长途运输的铸件,应按运输条例的规定,由双方商定包装与运输工具。

附 录 A
(资料性附录)

本标准与 ISO 1083:2018 相比的结构变化情况

本标准与 ISO 1083:2018 的章条编号对照情况见表 A.1。

表 A.1 本标准与 ISO 1083:2018 的章条编号对照情况

本标准章条编号	对应的 ISO 1083:2018 章条编号
1	1
2	2
3.1~3.2,3.5	3.1~3.2,3.5
3.3	3.4
3.4	3.10
3.6	3.7
3.7	—
3.8	3.3
3.9	3.11
—	3.6,3.8,3.9
4	4
5	5
6	6
7.1~7.3	7.1~7.3
7.4~7.8	—
8.1~8.3	8.1~8.3
10.1~10.2	8.4.1~8.4.2
9.1~9.4	9.1~9.4
9.5~9.10	—
10.3.1~10.3.2	10.1~10.2
10.4~10.5	10.3~10.4
11	—
12	—
附录 A	—
附录 B	附录 A
附录 C	附录 D
附录 D	附录 B
—	附录 C
附录 E	附录 E
附录 F	附录 F
附录 G	附录 G
附录 H	附录 H
附录 I	附录 I

附 录 B
(资料性附录)
固溶强化铁素体球墨铸铁补充信息

B.1 材料性能

B.1.1 化学成分

为满足力学性能要求,固溶强化铁素体球墨铸铁中,推荐的硅含量可参考表 B.1。

表 B.1 硅含量指导值

材料牌号	硅含量/% ^{a,b}
QT450-18	≈3.20
QT500-14	≈3.80
QT600-10	≈4.20
注 1: 高硅化学分析的取样方法对硅含量的检测值有较大影响。为保证获得准确的结果,建立取样方法规程从而获得白口组织和选择化学分析方法至关重要。	
注 2: 需注意过高的硅含量可能对冲击韧性产生不利影响。	
^a 由于其他合金化元素,或者对厚壁件,硅含量可以降低。	
^b 随着硅含量的增加,碳含量应相应地降低。	

B.1.2 基体组织

基体组织以铁素体为主,珠光体数量不应超过 5%。游离渗碳体或碳化物数量不应超过 1%。

B.1.3 石墨形态

B.1.3.1 石墨形状以球状为主。

B.1.3.2 由于硅含量增加,在固溶强化铁素体球墨铸铁件的厚壁处石墨可能有变异。因此,由于硅固溶强化的铁素体基体和大量珠光体强化的铸铁相比,大大降低了对球化率的影响。

B.1.3.3 在满足本标准中最低抗拉强度的情况下,以球状石墨或团球状石墨为主,存在一定比例的蠕虫状石墨是可以接受的。

B.2 补充信息

B.2.1 应用

固溶强化铁素体球墨铸铁适用于要求具有良好切削性能、较高韧性和强度适中的铸件。

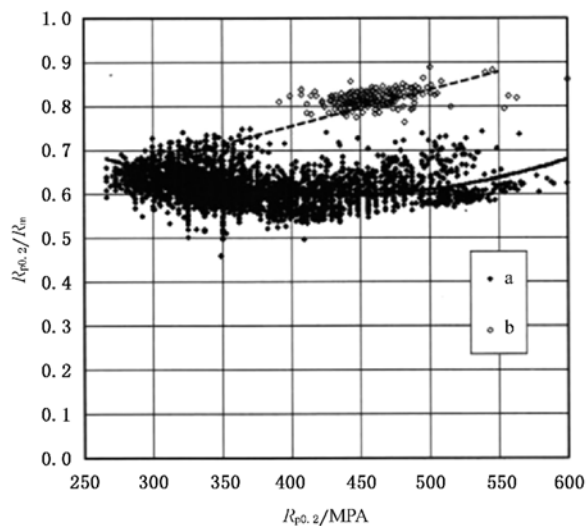
B.2.2 力学性能

B.2.2.1 0.2%屈服强度

B.2.2.1.1 固溶强化铁素体球墨铸铁的典型性能之一是“0.2%屈服强度/抗拉强度($R_{p0.2}/R_m$)比”高达

75%~85%，对铁素体珠光体球墨铸铁，这个比值较低，为 55%~65%，参考图 B.1。同时，固溶强化铁素体球墨铸铁的断后伸长率较高，延展性较好(对比表 1 和表 3)。

B.2.2.1.2 固溶强化铁素体球墨铸铁的另一个典型性能是硬度相同的情况下，屈服强度值较高，(对比表 1、表 3 和表 F.1)如图 B.2 所示。



说明：

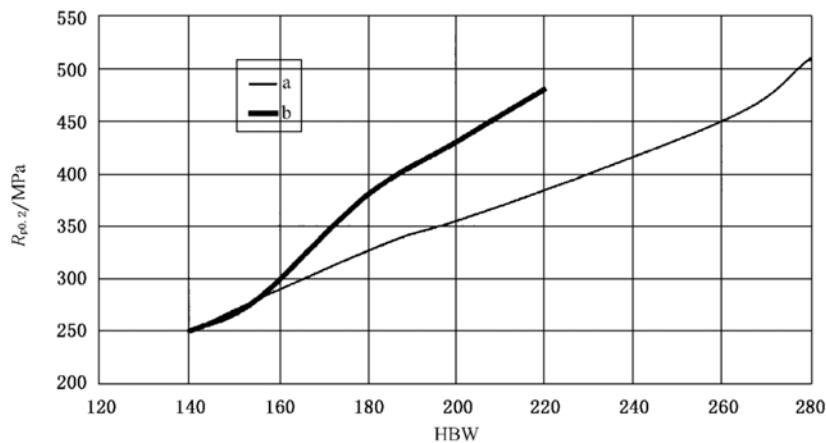
a —— 铁素体、铁素体珠光体和珠光体球墨铸铁；

b —— 固溶强化铁素体球墨铸铁；

R_m —— 抗拉强度；

$R_{p0.2}$ —— 0.2%屈服强度。

图 B.1 球墨铸铁“0.2%屈服强度/抗拉强度”比值(25 mm 试棒,室温下准静态加载)



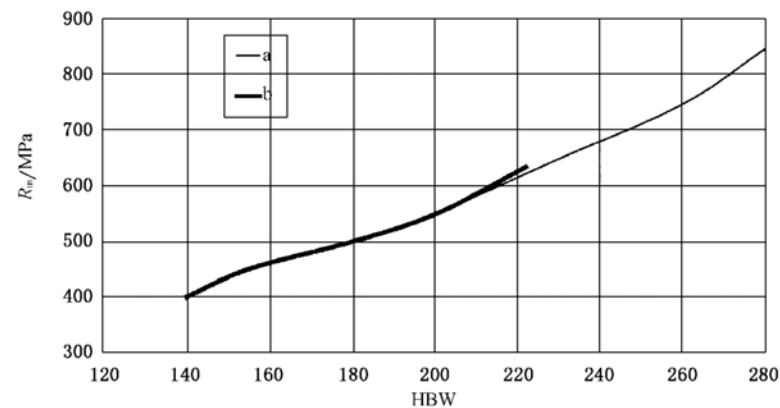
说明：

a —— 铁素体、铁素体珠光体和珠光体球墨铸铁；

b —— 固溶强化铁素体球墨铸铁。

图 B.2 球墨铸铁布氏硬度和 0.2%屈服强度的关系图

球墨铸铁的抗拉强度和硬度的关系和球墨铸铁的牌号等级有关,参考图 B.3。



说明：

- a——铁素体、铁素体珠光体和珠光体球墨铸铁；
- b——固溶强化铁素体球墨铸铁。

图 B.3 球墨铸铁布氏硬度和抗拉强度的关系图

B.2.2.2 其他力学性能和物理性能

其他力学性能和物理性能参考附录 G。

B.2.3 机械加工性能

和相对应的铁素体珠光体牌号相比较,固溶强化铁素体球墨铸铁材料的硬度偏差小,这是由于其单一的基体组织。这种硬度均匀性和极少量的珠光体使其在相同的平均硬度值下具有良好的机加工性能和尺寸稳定性。

附 录 C
(资料性附录)

铸件本体试样的力学性能指导值

表 C.1 和表 C.2 给出了从铸件本体试样的力学性能指导值。

表 C.1 铁素体珠光体球墨铸铁本体试样的力学性能指导值

材料牌号	铸件壁厚 t mm	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min.) MPa	抗拉强度 R_m (min.) MPa	伸长率 A (min.) %
QT350-22L/C	$t \leq 30$	220	340	20
	$30 < t \leq 60$	210	320	15
	$60 < t \leq 200$	200	310	12
QT350-22R/C	$t \leq 30$	220	340	20
	$30 < t \leq 60$	210	320	15
	$60 < t \leq 200$	200	310	12
QT350-22/C	$t \leq 30$	220	340	20
	$30 < t \leq 60$	210	320	15
	$60 < t \leq 200$	200	310	12
QT400-18L/C	$t \leq 30$	240	390	15
	$30 < t \leq 60$	230	370	12
	$60 < t \leq 200$	220	340	10
QT400-18R/C	$t \leq 30$	250	390	15
	$30 < t \leq 60$	240	370	12
	$60 < t \leq 200$	230	350	10
QT400-18/C	$t \leq 30$	250	390	15
	$30 < t \leq 60$	240	370	12
	$60 < t \leq 200$	230	350	10
QT400-15/C	$t \leq 30$	250	390	12
	$30 < t \leq 60$	240	370	11
	$60 < t \leq 200$	230	350	8
QT450-10/C	$t \leq 30$	300	440	8
	$30 < t \leq 60$	供方提供指导值		
	$60 < t \leq 200$			
QT500-7/C	$t \leq 30$	300	480	6
	$30 < t \leq 60$	280	450	5
	$60 < t \leq 200$	260	400	3
QT550-5/C	$t \leq 30$	330	530	4
	$30 < t \leq 60$	310	500	3
	$60 < t \leq 200$	290	450	2
QT600-3/C	$t \leq 30$	360	580	3
	$30 < t \leq 60$	340	550	2
	$60 < t \leq 200$	320	500	1
QT700-2/C	$t \leq 30$	410	680	2
	$30 < t \leq 60$	390	650	1
	$60 < t \leq 200$	370	600	1
QT800-2/C	$t \leq 30$	460	780	2
	$30 < t \leq 60$	供方提供指导值		
	$60 < t \leq 200$			
注：若需方要求特定位置的最小力学性能值，由供需双方商定。				

表 C.2 固溶强化铁素体球墨铸铁件本体试样的力学性能指导值

材料牌号	铸件壁厚 t mm	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min,) MPa	抗拉强度 R_m (min,) MPa	伸长率 A (min,) %
QT450-18/C	$t \leq 30$	350	440	16
	$30 < t \leq 60$	340	420	12
	$60 < t \leq 200$	供方提供指导值		
QT500-14/C	$t \leq 30$	400	480	12
	$30 < t \leq 60$	390	460	10
	$60 < t \leq 200$	供方提供指导值		
QT600-10/C	$t \leq 30$	450	580	8
	$30 < t \leq 60$	430	560	6
	$60 < t \leq 200$	供方提供指导值		
注：若需方要求特定位置的最小力学性能值,由供需双方商定。				

附 录 D
(规范性附录)

$L_0=5d$ 和 $L_0=4d$ 时测得的伸长率的差别

在供需双方协商同意时可选择标距 $L_0=4d$ 替代标距 $L_0=5d$ 的测试试样。
如果选用标距 $L_0=4d$ 的试样,试样尺寸如图 D.1 所示。
表 D.1 给出了两种试样的伸长率的差别。

表 D.1 $L_0=5d$ 和 $L_0=4d$ 时测得的伸长率的差别

伸长率 $A/\%(L_0=5d)$	伸长率 $A/\%(L_0=4d)$
22	23
18	19
15	16
10	11
7	8
5	6
3	3.5
2	2.5

标距 $L_0=4d$ 时伸长率的计算式应符合:

$$A(L_0=4d) = A(L_0=5d) \times 1.047 + 0.39 \quad \cdots\cdots\cdots (D.1)$$

注: 表 D.1 所给计算式是从单铸试样测得值的回归统计计算式。

单位为毫米

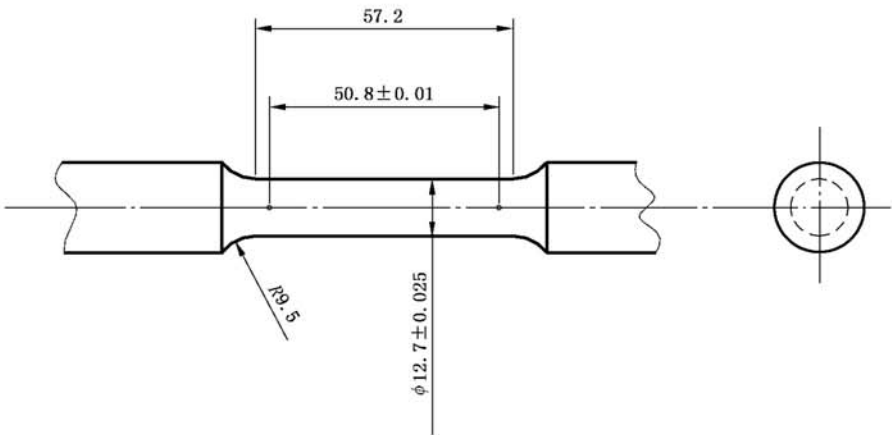


图 D.1 标距为 $L_0=4d$ 的拉伸试样

附录 E
(资料性附录)
按硬度分类

注：当供需双方同意时才能使用本附录。

E.1 总则

- E.1.1 对硬度有要求时，布氏硬度值参考表 E.1。
E.1.2 除了对抗拉强度有要求外还对硬度有要求时，布氏硬度值参考表 E.1，推荐的硬度的测定步骤参考 E.3。

E.2 分类

- E.2.1 铁素体珠光体球墨铸铁材料的硬度等级参考表 E.1，固溶强化铁素体球墨铸铁材料的硬度等级参考表 E.2。

表 E.1 铁素体珠光体球墨铸铁材料的硬度等级

材料牌号	布氏硬度范围 HBW	其他性能 ^{a, b}	
		抗拉强度 R_m (min.)/MPa	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min.)/MPa
QT-HBW130	<160	350	220
QT-HBW150	130~175	400	250
QT-HBW155	135~180	400	250
QT-HBW185	160~210	450	310
QT-HBW200	170~230	500	320
QT-HBW215	180~250	550	350
QT-HBW230	190~270	600	370
QT-HBW265	225~305	700	420
QT-HBW300 ^c	245~335	800	480
QT-HBW330 ^c	270~360	900	600
^a 当硬度作为检验项目时，这些性能值仅供参考。 ^b 除了对抗拉强度有要求外还对硬度有要求时，推荐的硬度的测定步骤参考 E.3。 ^c HBW300 和 HBW330 不适用于厚壁铸件。			

表 E.2 固溶强化铁素体球墨铸铁材料的硬度等级

材料牌号	布氏硬度范围 HBW	其他性能 ^a	
		抗拉强度 R_m (min.)/MPa	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min.)/MPa
QT-HBW175	160~190	450	350
QT-HBW195	180~210	500	400
QT-HBW210	195~225	600	470
^a 当硬度作为检验项目时，这些性能值仅供参考。 ^b 除了对抗拉强度有要求外还对硬度有要求时，推荐的硬度的测定步骤参考 E.3。			

E.2.2 经供需双方同意,可采用较低的硬度范围,硬度差范围在 30~40 可以接受,但对铁素体-珠光体基体的球墨铸铁件,其硬度差范围应略宽一些。

E.2.3 全铁素体球墨铸铁的硬度与硅固溶强化效果成正比例关系,关系式为 $HBW = 54 + (37 \times w_{Si})$ 。该公式也适用于全铁素体球墨铸铁常规硅元素的控制或通过降低硅含量来降低冲击吸收能量值的计算,可参考表 E.1。

E.3 确定满足抗拉强度性能要求的球墨铸铁的硬度范围

E.3.1 以下程序主要适用于铸件的批量生产。

E.3.2 对于表 E.1 的材料牌号和上述特定的铸造过程,用以下程序来确定符合表 1 或表 3 各抗拉强度性能要求材料的硬度范围:

- a) 从表 E.1 中选择硬度等级。
- b) 按表 E.1 中各硬度牌号所列出的抗拉强度和屈服强度,在表 1 或表 3 中选择相应的材料牌号。
- c) 只保留硬度值符合表 E.1 规定的硬度范围的试样。
- d) 围绕相差最接近 10 HBW 的硬度值,测定每一个试样的抗拉强度、屈服强度、伸长率和布氏硬度。当供需双方为获得希望的统计置信度,对应于每个布氏硬度值,为得到一个最小抗拉强度,可以进行多次试验。
- e) 绘制抗拉强度性能柱状图,作为硬度的函数之一。
- f) 对每一个布氏硬度值,选取对应的最小抗拉强度值作为过程能力的指标。
- g) 逐一列出满足表 1 和表 3 抗拉强度和屈服强度值的各牌号材料的最小硬度值。
- h) 逐一列出满足表 1 和表 3 伸长率的各牌号材料的最大硬度值。

最大和最小布氏硬度值的硬度范围按以上步骤确定。

E.4 取样要求

每一种硬度测试可以在试棒上测试,也可以在供需双方商定的铸件本体位置上测试。如双方没有协议时,由供方选择在铸件有代表性的位置上取样。

E.5 测试方法

E.5.1 硬度的试验方法按 GB/T 231.1 的规定执行。

E.5.2 如果不能在铸件本体上测试硬度,经供需双方商定,也可以在附铸试块或单铸试块上测试硬度。

E.5.3 如果铸件需要热处理,附铸试棒(块)应在铸件热处理后再切下。

E.5.4 如果从单铸试块上切取试样测试硬度,当铸件有任何热处理要求时,试块则应和它所代表的铸件一起进行热处理。

E.6 硬度测试的频次和数量

硬度测试的频次和数量由供需双方商定。

E.7 金相组织

E.7.1 铁素体基体具有最低的硬度,硬度随着基体中珠光体数量的增加而增加。

E.7.2 共晶碳化物可以增加硬度,但通常不希望出现共晶碳化物,或者只允许出现极少量的共晶碳化物。

附录 F

(资料性附录)

球化率(或球状石墨比率)

球墨铸铁的球化率定义为球状石墨和团球状石墨所占的百分数。球化率可以通过以下三种方法来确定:

——对照 GB/T 9441 石墨颗粒形态示意图,估算 V 型和 VI 型石墨球所占的百分数。

——在金相显微镜下用目测法比较球墨铸铁石墨形态图谱。

——自动图像分析确定 V 型和 VI 型石墨面积占有所有石墨颗粒面积的百分数。

这个百分数通常是在断面上切取试样后抛光放大 100 倍下观察所得到的;也可以在较高的放大倍数下通过图像分析而得到;也可预先校准后,通过测量穿过材料的超声波声速而得到的。

球化等级不仅取决于生产工艺(炉料、残余镁量、孕育方式等),也取决于铸件断面的冷却模数。此外,一些恶化的石墨和铸型有关。

即使对给定冷却模数的材料,也不可能准确的确定产生临界球化等级的最小特征值。因为球化等级的变化不仅与所用的测定方法有关,而且与铸件的材料牌号(特别是材料的化学成分)、单位面积上石墨的数量有关。

然而,80%~85%或更高的球化率通常就能保证标准规定的(更高的屈服强度 $R_{p0.2}$)最小拉伸性能值。15%~20%的石墨中多数不是球状和团状石墨而是团絮状石墨,有些可能是蠕虫状石墨。

铸件要承受多种载荷,特别是在疲劳状态下要求有较高的球化率(包括球状和团状石墨所占百分数)。对于特殊的铸件和材料牌号,更高球化率的要求应通过实验研究来评定。

附录 G
(资料性附录)
球墨铸铁材料的力学及物理性能

球墨铸铁材料牌号及其力学性能和物理性能参考表 G.1 和表 G.2(除此之外的信息见表 1~表 3)。本标准中的球墨铸铁材料牌号和国外球墨铸铁材料牌号对照情况可参考附录 I。

表 G.1 球墨铸铁材料的力学性能和物理性能

特性值	单位	材料牌号											
		QT350-22	QT400-18	QT450-10	QT500-7	QT550-5	QT600-3	QT700-2	QT800-2	QT900-2	QT450-18	QT500-14	QT600-10
剪切强度	MPa	315	360	405	450	500	540	630	720	810	—	—	—
抗拉强度	MPa	315	360	405	450	500	540	630	720	810	—	—	—
弹性模量 E(拉伸和压缩)	GPa	169	169	169	169	172	174	176	176	176	170	170	170
泊松比 ν	—	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.28~0.29	0.28~0.29	0.28~0.29
抗压强度	MPa	—	700	700	800	840	870	1 000	1 150	—	—	—	—
断裂韧性 K_{IC}	MPa $\cdot\sqrt{m}$	31	30	28	25	22	20	15	14	14	—	—	—
300 ℃时的热传导率	W/(K $\cdot$ m)	36.2	36.2	36.2	35.2	34	32.5	31.1	31.1	31.1	—	—	—
20 ℃~500 ℃的比热容量	J/(kg $\cdot$ K)	515	515	515	515	515	515	515	515	515	—	—	—
20 ℃~400 ℃的线性膨胀系数 $\mu m/(m\cdot K)$		12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	—	—	—
密度	kg/dm ³	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	7.0	7.0
最大磁导率	$\mu H/m$	2 136	2 136	2 136	1 596	1 200	866	501	501	501	—	—	—
磁滞损耗(B=1 T)	J/m ³	600	600	600	1 345	1 800	2 248	2 700	2 700	2 700	—	—	—
电阻率	$\mu\Omega\cdot m$	0.50	0.50	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.54	0.54	—	—	—
主要基体组织	—	铁素体	铁素体	铁素体	铁素体-珠光体	铁素体-珠光体	珠光体-铁素体	珠光体 ^a	珠光体或索氏体	回火马氏体或索氏体+屈氏体 ^a	铁素体	铁素体	铁素体
无缺口试样——对于抗拉强度是 370 MPa 的球墨铸铁件,退火铁素体球墨铸铁件的疲劳极限强度大约是抗拉强度的 0.5 倍。在珠光体球墨铸铁和(淬火+回火)球墨铸铁中这个比率随着抗拉强度的增加而减少,疲劳极限强度大约是抗拉强度的 0.4 倍。当抗拉强度超过 740 MPa 时这个比率将进一步减少。 有缺口试样——对直径 $\phi 10.6$ mm 的 45°R0.25 mm 圆角的 V 型缺口试样,退火球墨铸铁件的疲劳极限强度降低到无缺口球墨铸铁件(抗拉强度是 370 MPa)疲劳极限的 0.63 倍。这个比率随着铁素体球墨铸铁件抗拉强度的增加而减少。对中等强度的球墨铸铁件、珠光体球墨铸铁件和(淬火+回火)球墨铸铁件,有缺口试样的疲劳极限大约是无缺口试样疲劳极限强度的 0.6 倍。 注:除非另有说明,本表中所列数值都是常温下的测定值。 ^a 对大型铸件,也可能是珠光体,也可能是回火马氏体或屈氏体+索氏体。													

表 G.2 铸件本体试样($\phi \leq 25$ mm)的力学性能指导值(主要壁厚 $t \leq 30$ mm)

特性值		单位	材料牌号										
			QT350-22	QT400-18	QT450-10	QT500-7	QT600-3	QT700-2	QT800-2	QT900-2	QT450-18	QT500-14	QT600-10
抗拉强度 R_m		MPa	350	400	450	500	600	700	800	900	450	500	600
	平均疲劳强度值 σ_w^b (标准差约为 22.3%) ^b	MPa	150	168	185	200	228	252	272	288	185	200	228
	强度比 σ_w/R_m 约为 0.50—0.000 2 $\times R_m$	—	0.43	0.42	0.41	0.40	0.38	0.36	0.34	0.32	0.41	0.40	0.38
脉冲拉伸 $\sigma_{\max}=2 \times \sigma(R=0)^{b,a}$													
平均疲劳强度 $\sigma_{\min}$ (标准差约为 9%) ^b 关系式 $\sigma(R=0)/\sigma(R=-1)$ 约为 0.7		MPa	210	235	259	280	319	353	381	403	259	280	319
交变扭转	平均扭转疲劳强度值 τ_w^b (标准差约为 14%) ^b	MPa	138	152	166	180	204	224	240	252	166	180	204
	强度比 τ_w/R_m 约为 0.46—0.000 2 $\times R_m$	—	0.39	0.38	0.37	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.37	0.36	0.34
旋转弯曲	平均疲劳强度值 σ_w^b (标准差约为 14.2%) ^b	MPa	168	188	207	225	258	287	312	333	207	225	258
	强度比 σ_w/R_m 约为 0.55—0.000 2 $\times R_m$	—	0.48	0.47	0.46	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	0.46	0.45	0.43
旋转弯曲	平均疲劳强度值 σ_w^b (标准差约为 21.8%) ^c	MPa	115	128	139	150	168	182	192	198	139	150	168
	强度比 $\sigma_{\text{bwk}}(R=-1)/R_m$ 约为 0.40—0.000 2 $\times R_m$	—	0.33	0.32	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.31	0.30	0.28
^a 应力控制疲劳测试。													
^b 无缺口——无缺口试样($\phi \leq 25$ mm)在高循环次数为 100 万转($N=10^7$)下的平均疲劳强度和失效概率 $P=50\%$ 。相应的疲劳强度比随着抗拉强度的减小而增大。													
^c 缺口——缺口试样($K_t \leq 3$)在高循环次数为 100 万转($N=10^7$)下的平均旋转弯曲疲劳强度和失效概率 $P=50\%$ 。相应的疲劳强度比随着抗拉强度的减小而增大。													

附 录 H
(资料性附录)
切取试样的步骤

图 H.1 和图 H.2 给出了 Y 型试块和附铸试块切取试样的步骤。

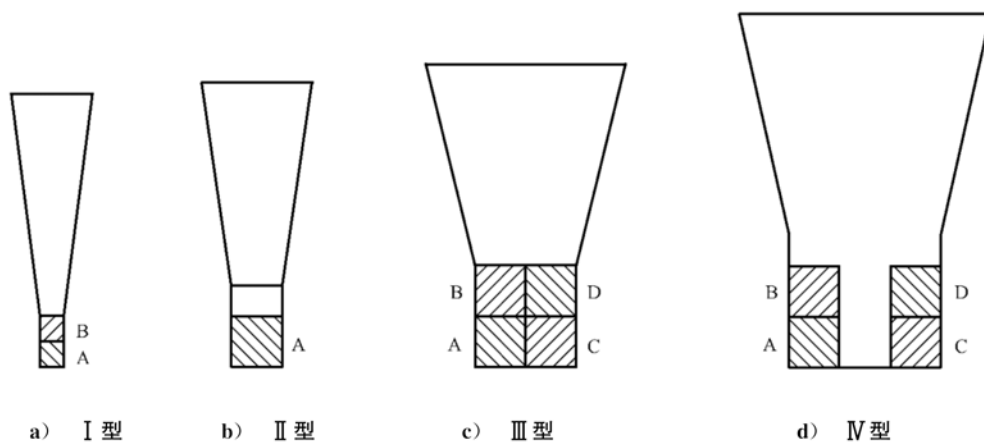


图 H.1 Y 型试块的取样位置(见图 2)

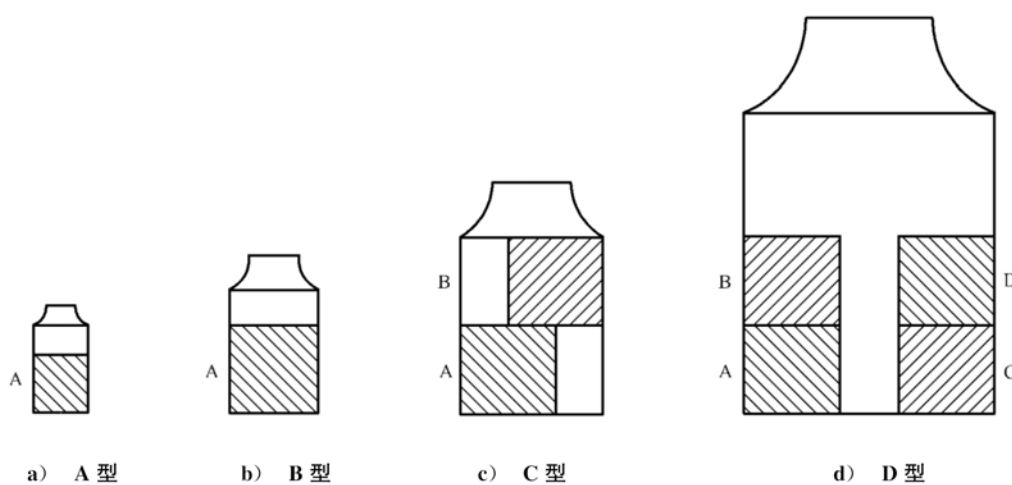


图 H.2 附铸试块的取样位置(见图 4)

附录 I
(资料性附录)

国内外球墨铸铁牌号对照表

表 I.1 列出了国内外球墨铸铁材料牌号的对照。用表 I.1 进行球墨铸铁材料牌号替换,应考虑各国牌号技术要求的差异。

表 I.1 国内外球墨铸铁牌号对照表

GB/T 1348	ISO 1083:2018	EN 1563:2012	ASTM A536	SAE J434
QT350-22L	ISO1083/JS/350-22-LT	EN-GJS-350-22-LT	—	—
QT350-22R	ISO1083/JS/350-22-RT	EN-GJS-350-22-RT	—	—
QT350-22	ISO1083/JS/350-22	EN-GJS-350-22	—	—
QT400-18L	ISO1083/JS/400-18-LT	EN-GJS-400-18-LT	—	—
QT400-18R	ISO1083/JS/400-18-RT	EN-GJS-400-18-RT	—	—
QT400-18	ISO1083/JS/400-18	EN-GJS-400-18	60-40-18	D400
QT400-15	ISO1083/JS/400-15	EN-GJS-400-15	—	—
QT450-10	ISO1083/JS/450-10	EN-GJS-450-10	65-45-12	D450
QT500-7	ISO1083/JS/500-7	EN-GJS-500-7	—	D500
QT550-5	ISO1083/JS/550-5	—	80-55-06	D550
QT600-3	ISO1083/JS/600-3	EN-GJS-600-3	—	—
QT600-10	—	—	—	—
QT700-2	ISO1083/JS/700-2	EN-GJS-700-2	100-70-03	D700
QT700-8	—	—	—	—
QT800-2	ISO1083/JS/800-2	EN-GJS-800-2	120-90-02	D800
QT800-6	—	—	—	—
QT900-2	ISO1083/JS/900-2	EN-GJS-900-2	—	—
QT900-5	—	—	—	—
QT450-18	ISO1083/JS/450-18	EN-GJS-450-18	—	—
QT500-14	ISO1083/JS/500-14	EN-GJS-500-14	—	—
QT600-10	ISO1083/JS/600-10	EN-GJS-600-10	—	—

