



中华人民共和国国家标准

GB/T 1348—2008

代替 GB/T 1348-1988

球墨铸铁件

spheroidal graphite iron castings

(idt ISO 1083:2004)

(草案稿-A 版)

2008-××-××发布

2008-××-××实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

前 言

本标准等同采用国际标准ISO 1083:2004《球墨铸铁-分类》及ASTM A536-2005《球墨铸铁件标准规范》和JIS G5502-2002《球墨铸铁件》的相关条款。在主要技术内容上与ISO 1083:2004完全相同，编写结构基本相同，但增加一些条款。

本标准是原国家标准GB/T 1348-1988《球墨铸铁件》的修订版。对原标准以下方面的技术内容进行了较大修订和补充：

- 增加前言；
- 增加引用标准；
- 增加了球墨铸铁牌号；
- 增加球墨铸铁的低温冲击性能指标；
- 增加附铸试块和试样规格；
- 增加取样批次的规定；
- 增加高硅球墨铸铁规范；
- 增加不同标距下延伸率的差别规范；
- 增加球墨铸铁韧性的资料性附录；
- 增加铸件本体的屈服强度值；
- 增加球墨铸铁球化率的资料性附录；
- 增加球墨铸铁的硬度和抗拉强度的关系图；
- 增加球墨铸铁物理性能；

自本标准实施之日起，代替并废止GB/T 1348-1988《球墨铸铁件》。

本标准的附录A、附录B、附录E为规范性附录。

本标准的附录C、附录D、附录F为资料性附录。

本标准由国家标准化管理委员会提出。

本标准由全国铸造标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：沈阳铸造研究所。

本标准参加起草单位：

本标准起草人：

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

GB/T 1348-1978、GB/T 1348-1988。

球墨铸铁件

1 范围

- 1.1 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和低合金球墨铸铁件（以下简称球铁件）。
- 1.2 对于特种铸造方法的球铁件，可参照使用。
- 1.3 本标准不适用于球墨铸铁管件和连续铸造的球墨铸铁件，本标准也不适用于高合金化奥氏体球墨铸铁件和奥铁体球墨铸铁件。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 223.1-223.5 钢铁及合金化学分析方法
GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法
GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法
GB/T 231.1-231.3 金属布氏硬度试验
GB/T 5611 铸造术语
GB/T 5612 铸铁牌号表示方法
GB/T 5677 铸钢件射线照相及底片等级分类方法
GB/T 6060.1 表面粗糙度比较样块 铸造表面
GB/T 6414 铸件 尺寸公差与机械加工余量
GB/T 7216 球墨铸铁 金相检验
GB/T 7233 铸钢件超声探伤及质量评级方法
GB/T 9444 铸钢件磁粉探伤及质量评级方法
GB/T 11351 铸件重量公差

3 术语和定义

本标准所用的术语，定义如下：

3.1 球墨铸铁

球墨铸铁是以铁和碳为基体，碳主要以球状石墨形态存在的铸铁材料。

3.2 石墨球化处理

在液态铁水中加入球化剂，使铁水在凝固过程中形成以球状石墨为主的工艺过程。

3.3 铸件的主要壁厚

铸件的主要壁厚是决定铸件材料力学性能的铸件断面厚度，由生产方和用户共同确定。

本标准中所用的其他术语和定义，符合GB/T 5611 《铸造术语》。

4 球墨铸铁牌号

球墨铸铁的性能决定于它的金相组织。

铸件材料的力学性能是通过测定取自下列试块的加工试样的性能而确定的：

- 单铸试块；
- 附铸在铸件上的试块或浇注系统，下文称为附铸试块。
- 从铸件本体上切取的试块（只有当供需双方协商同意时选取）。

铸件材料牌号等级是依照从单铸试块、附铸试块或从铸件本体上切取的试块加工后的试样上测出的力学性能而定义的。

球铁的牌号表示方法符合GB/T 5612《铸铁牌号表示方法》的规定，并分为单铸和附铸试块两类。

- a) 按单铸试块的力学性能分为十个牌号，见表1和表2的规定。
- b) 按附铸试块的力学性能分为十个牌号，见表3和表4的规定。

5 订单信息

下列订货信息应由铸件采购方提供：

- a) 铸件材料牌号；
- b) 任何特殊要求应由供需双方协商确定。

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

球墨铸铁的生产方法和化学成分由生产方自行决定，生产方法和化学成分的选取必须要保证所订购的铸件材料牌号满足本标准所规定的性能指标。本标准规定的球墨铸铁牌号及相应的力学性能指标是铸件验收的主要指标。

当球墨铸铁用于特殊用途时，材料的化学成分和热处理方式应由供需双方协商确定。

7 技术要求

7.1 从单铸试块上制备试样

7.1.1 总则

球墨铸铁的力学性能见表1，使用性能应符合7.1.2及表2的要求。

QT500-10的性能要求见附录A的规定。

1. 表1 单铸试块上加工的试样的力学性能

材料牌号	抗拉强度 R_m (min) N/mm ²	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min) N/mm ²	延伸率 (min) A%	布氏硬度 HBW	主要金相组织
QT350-22L	350	220	22	≤160	铁素体
QT350-22	350	220	22	≤160	铁素体
QT400-18L	400	240	18	130-175	铁素体
QT400-18	400	250	18	130-175	铁素体
QT400-15	400	250	15	135-180	铁素体
QT450-10	450	310	10	160-210	铁素体
QT500-7	500	320	7	170-230	铁素体+珠光体
QT550-5	550	350	5	180-250	铁素体+珠光体
QT600-3	600	370	3	190-270	铁素体+珠光体
QT700-2	700	420	2	225-305	珠光体
QT800-2	800	480	2	245-335	珠光体或回火马氏体
QT900-2	900	600	2	280-360	回火马氏体

- 注1：字母“L”表示该牌号具有在低温下的性能值。
- 注2：性能值适用于砂型铸造的铸件或导热性与砂型相当的铸型中铸造的铸件。
- 注3：无论采用哪种工艺生产铸件，材料牌号都是按照由砂型或热扩散性与砂型相当的铸型中铸造的单铸试块上

测得的力学性能确定的。

- 注4：材料的力学性能值是从图1、图2、图3的单铸试块上加工的试样测得的。
- 注5：延伸率是从原始标距Lo=5d上测得的，d是试样上原始标距处的直径。其他规格的标距，见9.1及附录B。
- 注6：1N/mm²=1MPa。

球墨铸铁件的力学性能以抗拉强度和延伸率两个指标为验收指标。

抗拉强度和硬度是相互关联的，当采购方认为硬度性能对使用很重要时，硬度指标也可作为检验项目。硬度的检验按附录E的规定执行。

当需方对屈服强度有要求时，经供需双方商定，屈服强度也可作为验收指标。

7.1.2 冲击试验

表2给出了室温和低温下的抗冲击值。如果客户有订货要求时，可以做冲击试验。

2. 表 2 单铸试块上加工的 V 型缺口试样的最小抗冲击值

牌号	最小冲击值 J					
	室温 (23±5) °C		低温 (-20±2) °C		低温 (-40±2) °C	
	三个试样平均值	个别值	三个试样平均值	个别值	三个试样平均值	个别值
QT350-22	17	14	—	—	—	—
QT350-22L	—	—	—	—	12	9
QT400-18	14	11	—	—	—	—
QT400-18L	—	—	12	9	—	—
<p>注1：字母“L”表示该牌号具有在低温下的冲击值。</p> <p>注2：抗冲击值是从砂型铸造的铸件或者导热性与砂型相当的铸型中铸造的铸件上测得的。用其他方法生产的铸件的冲击值应满足经双方协商同意后的订单中的修正值。</p> <p>注3：不管用什么方法生产铸件，材料牌号等级是按砂型中铸造或者导热性与砂型中相当的单铸试块上加工的试样的力学性能而确定的。</p> <p>注4：这些材料牌号适用于压力容器。见附录C。</p>						

冲击试验只适用于表 2 和表 4 所规定的牌号，并且仅在需方要求做冲击试验时，冲击值才作为验收依据。

7.2 从附铸试块上制备试样

7.2.1 总则

球墨铸铁的力学性能见表3，使用性能应符合7.2.2及表4的要求。

球铁QT500-10的性能要求见附录A。

3. 表 3 附铸试块上加工的试样力学性能

材料牌号	铸件壁厚 mm	抗拉强度Rm (min) N/mm ²	屈服强度R _{p0.2} (min) N/mm ²	延伸率 (min) A%	布氏硬度 HBW	主要金相组织
QT350-22L	≤30	350	220	22	≤160	铁素体
	>30-60	330	210	18		
	>60-200	320	200	15		
QT350-22	≤30	350	220	22	≤160	铁素体
	>30-60	330	210	18		
	>60-200	320	200	15		
QT400-18L	≤30	400	250	18	130-175	铁素体
	>30-60	390	250	15		
	>60-200	370	240	12		

4. 续表 3 附铸试块上加工的试样力学性能

材料牌号	铸件壁厚 mm	抗拉强度Rm (min) N/mm ²	屈服强度R _{p0.2} (min) N/mm ²	延伸率 (min) A%	布氏硬度 HBW	主要金相组织
QT400-18	≤30	400	250	18	130-175	铁素体
	>30-60	390	250	15		
	>60-200	370	240	12		
QT400-15	≤30	400	250	15	135-180	铁素体
	>30-60	390	250	14		
	>60-200	370	240	11		
QT450-10	≤30	450	310	10	160-210	铁素体+珠光体
	>30-60					
	>60-200					
QT500-7	≤30	500	320	7	170-230	铁素体+珠光体
	>30-60	450	300	7		
	>60-200	420	290	5		
QT550-5	≤30	550	350	5	180-250	铁素体+珠光体
	>30-60	520	330	4		
	>60-200	500	320	3		
QT600-3	≤30	600	370	3	190-270	铁素体+珠光体
	>30-60	600	360	2		
	>60-200	550	340	1		
QT700-2	≤30	700	420	2	225-305	珠光体
	>30-60	700	400	2		
	>60-200	650	380	1		
QT800-2	≤30	800	480	2	245-335	珠光体或回火马氏体
	>30-60					
	>60-200					
QT900-2	≤30	900	600	2	280-360	回火马氏体
	>30-60					
	>60-200					
注1：从附铸试块上加工的试样测得的力学性能并不能准确的反映铸件本体的力学性能, 但比单铸试棒上测得的值相比更接近于铸件的实际性能值。						
注2：延伸率在原始标距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及附录B。						
注3：1N/mm ² =1MPa。						

7.2.2 冲击试验

表4给出了室温和低温下的抗冲击值。如果客户有订货要求时, 可以做冲击试验。

5. 表 4 附铸试块 V 型缺口试样的冲击值

牌号	铸件壁厚 mm	最小冲击值 J					
		室温（23±5）℃		低温（-20±2）℃		低温（-40±2）℃	
		三个试样平均值	个别值	三个试样平均值	个别值	三个试样平均值	个别值
QT350-22	≤60	17	14	—	—	—	—
	>60-200	15	12	—	—	—	—
QT350-22L	≤60	—	—	—	—	12	9
	>60-200	—	—	—	—	10	7
QT400-18	≤60	14	11	—	—	—	—
	>60-200	12	9	—	—	—	—
QT400-18L	≤60	—	—	12	9	—	—
	>60-200	—	—	10	7	—	—
<p>注1:字母“L”表示该牌号在低温时的冲击值。</p> <p>注2:冲击值适用于壁厚在30-200之间重量在2000kg以下的铸件。</p> <p>注3:从附铸试块上加工的试样测得的力学性能并不能准确的反映铸件本体的力学性能,但它比单铸试棒上测得的值相比更接近于铸件的实际性能值。</p> <p>注3:这些材料牌号以较好的断裂韧性更适用于压力容器。</p>							

冲击试验只适用于表 2 和表 4 所规定的牌号,并且仅在需方要求做冲击试验时,冲击值才作为验收依据。

7.3 从铸件本体上加工试样

经供需双方协商,可以从铸件本体上切取试样,试样的力学性能值见附录D。

- 1. 注1:铸件本体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:表1至表4用于铸件力学性能的指导值,铸件本体性能值也许等于或低于表1至表4所给定的值。表1和表2适用于小铸件,表3和表4适用于大铸件。附录D给出了屈服强度的指导值。
- 如果是在铸件本体上取样,取样部位及要达到的性能指标,由供需双方商定。

7.4 按硬度分类

只有供需双方协商一致后,可以按硬度进行分类,见附录E。

如果采购方把硬度作为重要要求,那么硬度的检验方法见附录E的规定执行。

7.5 石墨结构

石墨主要以球状为主,石墨结构要符合GB/T 9441《球墨铸铁 金相检验》的规定。球化级别一般不得低于4级。金相组织的检验次数和取样位置由供需双方商定。

球化级别和基体组织可以通过金相学的方法或者无损检测的方法进行检验。如有争议时可以用金相显微镜检查裁定。

7.6 基体组织

基体组织见表G1。

注:附录F给出更多有关球化率的资料。

7.7 球铁件的几何形状及其尺寸公差

7.7.1 球铁件的几何形状及其尺寸应符合球铁件图样的规定。

7.7.2 球铁件的尺寸公差应按 GB/T 6414 《铸件尺寸公差及加工余量》标准的规定执行。有特殊要求的可按图纸或有关技术要求的规定执行。

7.8 球铁件表面质量

铸件的表面质量包括外表面和内表面质量。

7.8.1 球铁件表面的粘砂、氧化皮等应清除干净。

7.8.2 铸件应清理干净,修整多“肉”,去除浇冒口残余、芯骨、粘砂及内腔残余物等。铸件允许的浇冒口残留量、出气孔、多肉、飞翅、披缝飞刺残余、内腔清洁度等,应符合需方图纸、技术规范的要求或供需双方订货协定。

7.8.3 球铁件表面粗糙度应符合 GB/T 6060.1《表面粗糙度比较样块 铸造表面》的规定,或需方图纸和产品技术标准的要求。

7.8.4 铸件交付过程中应符合需方的包装防锈规范,并由供需双方在订货协议中商定。

7.9 球铁件的缺陷及修补

7.9.1 不允许有影响铸件使用性能的铸造缺陷(如裂纹、冷隔、缩孔、夹渣等)存在。

7.9.2 铸件的加工面上允许存在加工余量范围内的表面缺陷。

7.9.3 铸件非加工面上及铸件内部允许的缺陷种类、数量、范围,应符合需方图纸、技术规范的要求或者供需双方订货协议的规定。

7.9.4 不影响铸件使用性能的缺陷可以修补(焊补和其它方法)修补技术要求由供需双方商定。

经补焊后的球铁件应进行消除内应力热处理。

7.10 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;需方无此特殊要求时,由供需双方商定检测的频次和数量。

8 取样

8.1 总则

试样要能够代表铸件。

试样要和它所代表的铸件具有相同的材料。

使用某种试样(单铸、附铸、本体试样),取决于铸件的重量和铸件的壁厚。当铸件重量超过2000kg且壁厚超过200mm时,优先选用附铸试块或者从铸件本体上取样。

8.2 单铸试块

8.2.1 取样的频次和数量

单铸试块的取样频次应符合生产方的质量保证文件的规定。

如果生产商和客户没有任何协议或者生产商没有生产过程的质量保证程序,则每个检测频次中应至少检测一次材料的抗拉强度,检测频次应在接受订单时由生产商和客户协商。

订货要求做冲击试验时,检测频次应在接受订单时由生产商和客户协商。

8.2.2 单铸试块

试块的形状和尺寸由供需双方商定,可从图1、表5、图2、表6或图3中选择。图1、图2的斜影线部位为切取试样的位置。

单铸试块可以和铸件相同的铸型中单独铸造,单铸试块的铸型和铸件铸型的导热性能要相当。

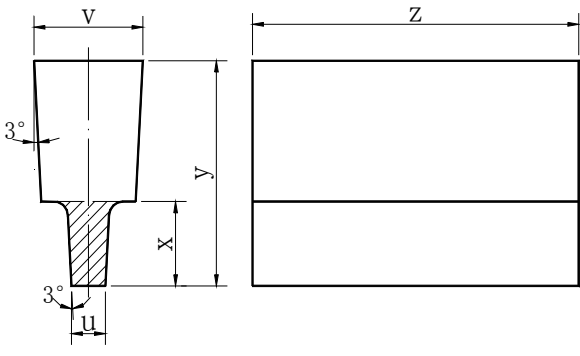
单铸试块应与它所代表的铸件用同一批次的铁水浇注,并在该批次铁水的后期浇注。

试块的冷却条件与所代表的铸件大致相同,试块的落砂温度不应超过500℃。

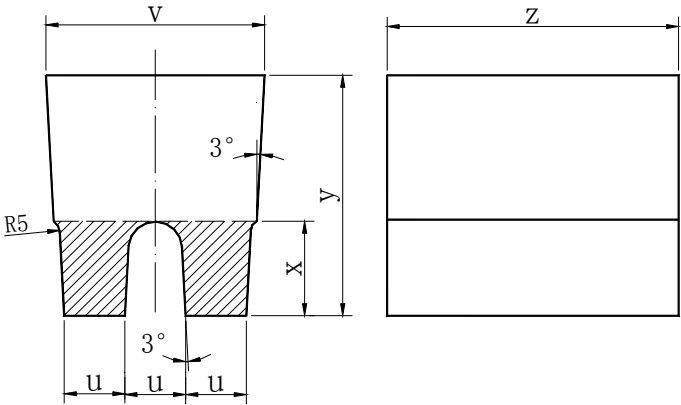
如果在型腔内进行球化处理时,试块可以与铸件有共同的浇冒口系统的型腔内浇注,或在装有与铸件工艺接近的带有反应室的型腔内单独浇注。

需热处理时,试块应与铸件同炉热处理。

单铸试块尺寸见图1、图2和图3。



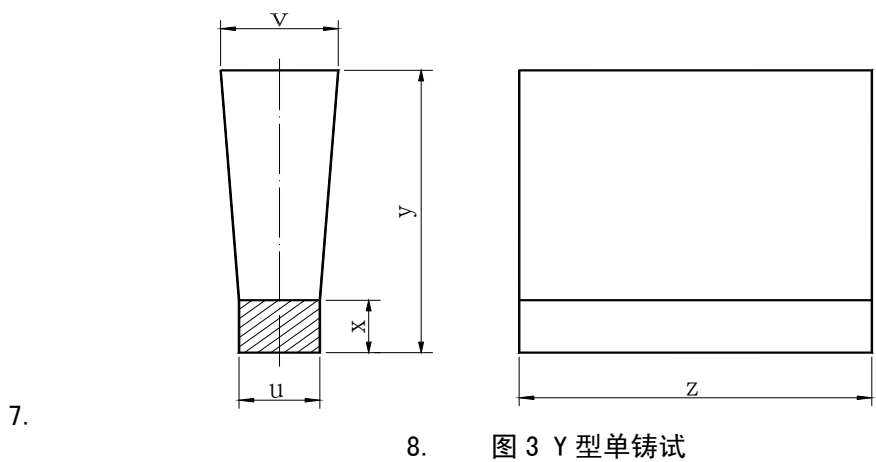
1. 图 1 U 型单铸试块 I、II a、III、IV 型



2. 图 2 U 型单铸试块 II b 型

6. 表 5 U 型单铸试块尺寸

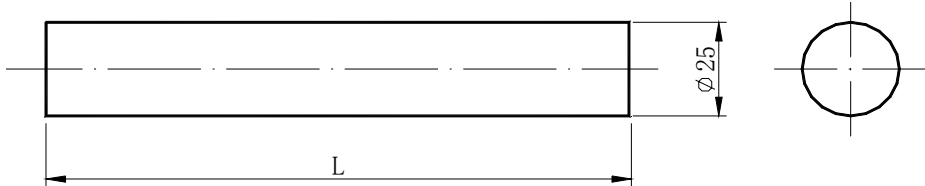
试块类型	试 块 尺 寸, mm					试块的吃砂量
	U	V	X	Y	Z	
I	12.5	40	30	80	根据图4所示试样的总长确定	对 I、II a和 II b型试块最小吃砂量为40mm。 对III和IV型试块最小吃砂量为80mm。
II a	25	55	40	100		
II b	25	90	40-50	100		
III	50	90	60	150		
IV	75	125	65	165		
注1: “Y”尺寸数值供参考。						
注2: 对薄壁铸件或金属型铸件, 经供需双方协商, 拉力试棒也可以从壁厚 “U”小于12.5mm的试块上加工。						



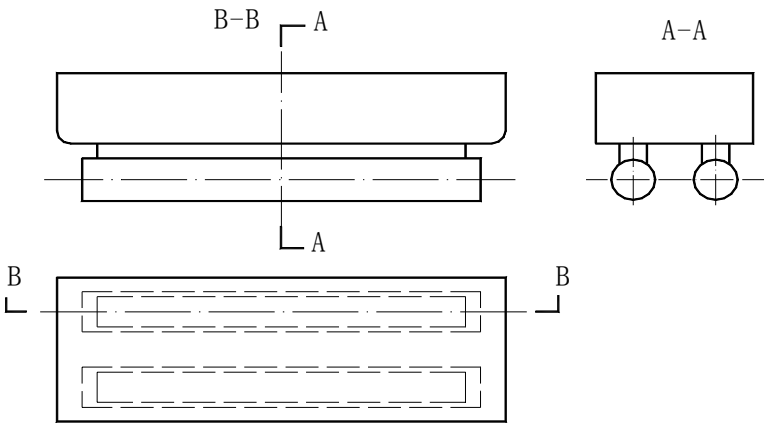
8. 图 3 Y 型单铸试

9. 表 6 Y 型单铸试块尺寸

试块类型	试 块 尺 寸, mm					试块的吃砂量
	U	V	X	Y	Z	
I	12.5	40	25	135	根据图4所示试样的总长确定	对 I 和 II 型试块最小吃砂量为40mm。
II	25	55	40	140		
III	50	100	50	150		对 III 和 IV 型试块最小吃砂量为80mm。
IV	75	125	65	175		
注1: “Y”尺寸数值供参考。						
注2: 对薄壁铸件或金属型铸件, 经供需双方协商, 拉力试棒也可以从壁厚 “U”小于12.5mm的试块上加工。						



a) 试棒最小长度L=150mm



b) 铸型示意图

3. 图 3 单铸试块 (棒)

8.3 附铸试块

8.3.1 取样的频次和数量

附铸试块附铸在它所代表的铸件上并且和铸件用同一批次的铁水浇注，取样频次应符合生产方的质量保证文件的规定。

如果生产商和客户没有任何协议或者生产商没有生产过程的质量保证程序，则应按生产商和客户在订单中商定的检测频次进行检测，每个检测频次中应至少检测一次材料的抗拉强度，订货要求做冲击试验时，检测频次应在接受订单时由生产商和客户协商。

当订货要求做冲击试验时，试块的制备及试验频次由供需双方协商。

8.3.2 附铸试块

制备抗拉试样或冲击试样的附铸试块，可以附铸在铸件上或形成铸件的浇注系统中。当铸件质量等于或超过2000kg, 而且壁厚在30-200mm范围时，一般采用附铸试块，附铸试块的位置由生产厂自行确定或者和用户协商确定。

当铸件质量超过2000kg且壁厚大于200mm时，要优先采用附铸试块。附铸试块的尺寸由供需双方协商。

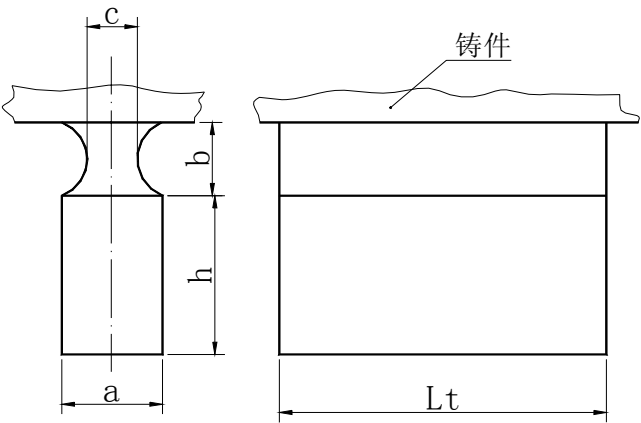
附铸试块在铸件上的位置应由供需双方商定，应考虑到铸件形状和浇注系统的结构形式，以避免对邻近材料的各项性能产生任何不良影响, 以不影响铸件的使用性能, 铸件外观质量以及试块致密为原则。

除非有特殊商定，否则附铸试块的形状和尺寸如图4、表7所示。

如铸件需热处理时，附铸试块不应与铸件分开，应和铸件同炉热处理后再从铸件上切开。

拉伸试样的形状、尺寸见图6、表8。

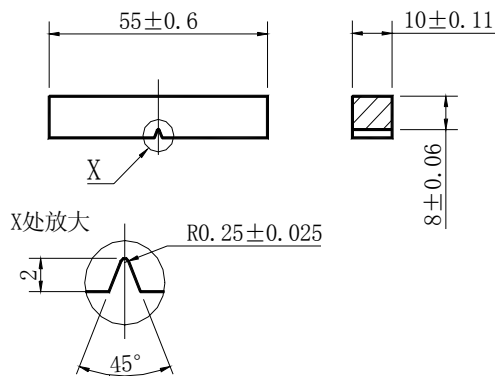
冲击试样形状、尺寸见图5。



4. 图 4 附铸试块

10. 表 7 附 铸 试 块 尺 寸
mm

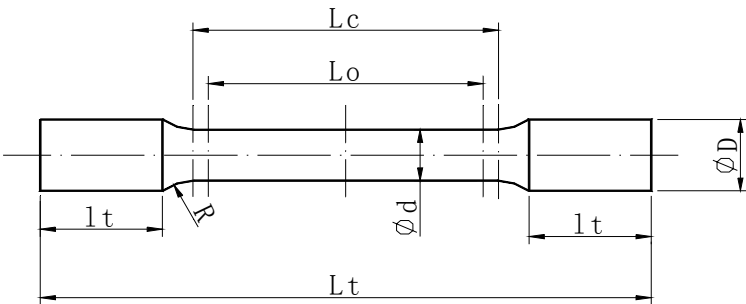
类型	铸件的主要壁厚	a	b max.	c min.	h	Lt
A	$t \leq 12.5$	15	11	7.5	20-30	根据图4所示 试样的 总长确定
B	$12.5 < t \leq 30$	25	19	12.5	30-40	
C	$30 < t \leq 60$	40	30	20	40-65	
D	$60 < t \leq 200$	70	52.5	35	65-105	
注1：在特殊情况下,表中Lt可以适当减少,但不得小于125mm。						
注2：如用较少尺寸的附铸试块时应按下式规定： $b=0.75a, \quad c=a/2$						



11.

5. 图 5 冲击试块

- 8.4 试样
- 8.4.1 拉伸试样均在单铸试块的剖面线部位或铸件本体上切取。
- 8.4.2 拉伸试样的形状和尺寸如图 6 所示。



6. 图 6 拉伸试样

12. 表 8 拉伸试样尺寸

d	Lo	Lc min.
5	25	30
7	35	42
10	50	60
14	70	84
20	100	120
注：表中黑体字表示优先选用的尺寸。		

注 1：试样夹紧的方法及夹持端的长度 Lt, 可由供方和需方商定。

注 2：Lo—原始标距长度;这里 Lo=5d;
d——试样标距长度处的直径;
Lc—平行段长度;Lc>Lo(原则上, Lc-Lo>d);
Lt—试样总长(取决于 Lc 和 lt)。

- 8.5 从铸件本体上取样
- 8.5.1 总则
- 本体取样的位置和本体的力学性能, 供需双方可以协商, 本体的力学性能由本体上取样的位置及试样的力学性能所确定。本体试样的直径可以等于或小于1/3壁厚且大于1/5壁厚。
- 8.5.2 其它条件
- 本体取样的位置也可以是铸件的平均壁厚处。

需方可以向生产商指明铸件的重要截面,如果需方没有指定重要截面,生产商可以自行确定本体试样的直径。

8.6 取样批次的构成和检测容量的大小

8.6.1 取样批次的构成

8.6.1.1 由同一包铁水浇注的铸件为一个批量,构成一个取样(试验)批次。

8.6.1.2 每一取样(试验)批次铸件的最大重量为清理好的 2000Kg 的铸件。经供需双方协商同意,取样(试验)的批次可以变动。

8.6.1.3 如果一个铸件的重量大于 2000kg 时,就单独成为一个取样(试验)批次。

8.6.1.4 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水浇注的所有铸件,无论时间间隔有多短,都作为一个取样(试验)批次。

8.6.1.5 当连续不断地熔化大量同一牌号的铁水时,每一个取样(试验)批次的最大重量不得超过 2h 内所浇注的铸件重量。

8.6.1.6 当球化处理的铁水重量小于 2000kg 时,该批铁水浇注的铸件可以作为一个取样(试验)批次。

8.6.1.7 除 8.6.1.1 条规定外,如经供需双方商定同意,也可把若干个批次的铸件并成一组进行验收。

在此情况下,生产过程中应有其它连续检测方法,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。

注: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。

8.6.2 每个检测批次的容量大小

取样和试验应符合本标准第8、9、10章。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预先采取保证措施。当在铸型内进行球化处理时,取样批次和试验容量的大小应在接受订单的同时由供需双方协商。

9 试验方法

9.1 拉伸试验

拉伸试验应符合 GB/T 228《金属材料 室温拉伸试验方法》的规定。拉伸试样应优先选取用直径 ϕ 14mm 的试样,如果因技术原因,或者从铸件本体上取样,也可以选取其它直径的试样(见图 4)。采用其它直径的试样,其原始标距长度应符合下列公式:

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

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

经供需双方协商,也可以采用不同的标距长度。对抗拉试样, $L_0 = 4d$ 见表 B1,延伸率可以转换成 $L_0 = 5d$ 时的延伸率。

9.2 冲击试验

冲击试验在 3 块 V 型缺口冲击试块(见图 5)上进行,冲击试验按 GB/T 229《金属夏比缺口冲击试验方法》的规定进行。实验时应选用能量同球铁性能相适应的试验机。

9.3 硬度试验

布氏硬度试验应按 GB/T 231.1《金属布氏硬度试验》的规定进行。

硬度试验应按供需双方的协定,可在铸件上或试块上的一个部位或几个部位上进行试验。

如果协议的项目中不包含检测点,则由生产厂选择检测部位。

更多的有关硬度的信息见附录 E。

9.4 金相检验

铸件金相检验按 GB/T 7216 的规定进行。铸件金相组织的检测部位和频率由供需双方在订货时商定。

10 复验

10.1 复验的条件

如果试验过程是无效的，则应重复试验

如果测试的结果不能满足材料牌号的力学性能，则应重复试验。

10.2 试验的有效性

如果不是由于铸件本身的质量问题，而是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的操作不当。
- b) 试样有铸造缺陷或试样切削加工不当。
- c) 拉伸试样在标距外断裂。
- d) 试样拉伸，断口上存在明显的铸造缺陷。

在上述情况下，应在同一试块上重新制取新的试样或者从该批次的同一批次浇注的试块上重新加工试样重新试验，复试的结果代替无效试验的结果。

复验的结果作为最终试验结果。

10.3 重复试验

如果试验结果不符合规定的要求，但不属于10.2条中所述的原因，那么，对于每个失败的试验，均可进行两次重复试验。

如果两次重复试验的结果都合格，则该批铸件被视为合格。

但是，如果两次重复试验中有一次不合格，则该批铸件应被视为不合格。

10.4 试块和铸件的热处理

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，经需方同意后，供方可以将铸件和其代表的试块一起进行热处理，然后再重新试验。

铸件经过热处理且力学性能不合格的情况下，生产厂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所加工的试样性能合格，则认为重复热处理的铸件性能符合本标准。

为复验而进行的重复热处理的次数不得超过两次。

11 铸件的检验

11.1 表面质量

铸件外观表面用目测方法逐件进行检验或抽验。

铸件的表面质量按 7.8 条的要求进行检查。

11.2 几何尺寸、形状公差

铸件的几何形状及尺寸按7.7条的要求进行检查。

首批铸件和重要铸件，应按图纸规定逐件检查尺寸和几何形状。一般铸件及保证尺寸稳定性方法生产出来的铸件可以抽查，抽查频次和数量按双方商定进行。

批量生产的铸件，应按供需双方商定的检测频次和容量进行检测。

11.3 尺寸公差

铸件的尺寸公差按7.7条的要求进行检查。

11.4 化学分析

当需方对铸件化学有要求时，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。

铸件化学成分按GB/T 223.1—223.5的规定执行。

11.5 金相检验

铸件金相检验按GB/T 7216的规定进行。铸件金相组织的检测部位和频率由供需双方在订货时商定。

11.6 表面粗糙度

铸件的铸造表面粗糙度检验按GB/T 6060.1的规定执行。

11.7 无损检验

11.7.1 磁粉探伤按 GB/T 9444 的规定进行。

11.7.2 超声波检验按 GB/T 7233 的规定进行。

11.7.3 射线检验按GB/T 5677的规定进行。

11.8 重量偏差

铸件的重量偏差如需方无特殊要求时,按GB/T 11351 《铸件重量公差》的规定执行。

11.9 缺陷

a) 铸件表面可见的缺陷,应以目视方式进行检查。

b) 铸件不可见表面的缺陷,可用内窥镜检查。

c) 铸件的内部缺陷,可用X射线、超声波、磁粉探伤等方式检查。

应逐件目测检查铸件的外观缺陷,但对几何形状、内腔形状复杂的铸件内在缺陷的检查,可按双方商定的检测频次、检测数量、检测方式进行抽检。

11.10 可选的测试方法

经供需双方协商同意,也可以选择运用等效的测定抗拉强度、布氏硬度、石墨结构的其他方法。

经供需双方协商同意,也可以用测定楔形抗挤压强度来代替抗拉强度。

12 标志和质量证明书

12.1 铸件应有制造厂的标志。

12.2 标志的位置、尺寸和方法应由供需双方商定。要注意不使铸件质量受到损伤。

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

- a) 制造厂名或工厂标志
- b) 零件号或订货合同号
- c) 材质牌号
- d) 各项检验结果
- e) 标准号

13 包装和储存

13.1 铸件经检验合格后,应合理的包装和储存。

13.2 对于长途运输的铸件,应按运输条例的规定,双方协商妥善包装与运输。

附录 A
(规范性附录)
高硅球墨铸铁

A.1 范围

本附录只适用于高硅含量且最小抗拉强度 $R_m=500\text{N/mm}^2$ 的QT500-10 和HBW200 的球墨铸铁件。
球墨铸铁QT500-10相对于QT500-7而言, 具有较好的机械加工性能(见A4.2)。

A.2 材料要求

A.2.1 力学性能

力学性能见表A.1。

表 A1 力学性能

材料牌号	铸件壁厚 t mm	抗拉强度 R_m (min) N/mm^2	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min) N/mm^2	延伸率 (min) A%
单铸试棒				
QT500-10	—	500	360	10
附铸试棒				
QT500-10	$t \leq 30$	500	360	10
	$30 < t \leq 60$	490	360	9
	$60 < t \leq 200$	470	350	7

A.2.2 按硬度分类

布氏硬度见表A.2。

表 A2 布氏硬度

材料牌号	硬度HBW	抗拉强度 R_m (min) N/mm^2	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min) N/mm^2
HBW200	185-215	500 ^a	360 ^a
a 仅供参考。			

A.3 金相组织

金相组织应符合GB/T 7216 《球墨铸铁金相检验》, 石墨形状以球形为主, 基体组织以铁素体为主, 珠光体含量不超过5%, 渗碳体不超过1%。

A.4 补充信息

A.4.1 应用

QT500-10适用于要求具有良好切削性能、高延展性和强度适中的材料。

A.4.2 机械加工性能

和QT500-7相比较, QT500-10材料的硬度偏差小, 这种硬度均匀性使其在相同的平均硬度值下具有良好的机加工性能。

A.4.3 化学成分

本标准不规定球墨铸铁的化学成分, 化学成分是可变的, 它取决于生产方法(如炉料、铸件尺寸等)。表A3所示为了满足抗拉强度、延伸率和硬度要求的QT500-10的一种化学成分。

表 A3 化学成分示例

C	Si	Mn	P	S	Mg	Cu
$\approx 3.3\%$	$\approx 3.7\%$	$\leq 0.3\%$	$\leq 0.05\%$	$\leq 0.02\%$	$\approx 0.04\%$	$\leq 0.1\%$

附录 B
(规范性附录)

Lo=5d 和 Lo=4d 时测得的延伸率的差别

在供需双方协商同意时可选择标距Lo=4d替代标距Lo=5d的测试试样。
如果选用标距Lo=4d的试样，试样尺寸如图B1所示。
表B1给出了两种试样的延伸率的差别。

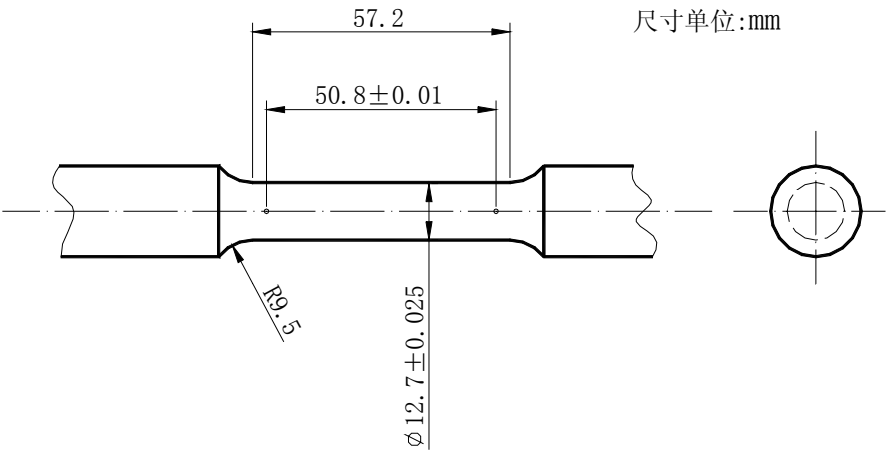
表 B1 Lo=5d 和 Lo=4d 时测得的延伸率的差别

延伸率A% (Lo=5d)	延伸率A% (Lo=4d)
22	23
18	19
15	16
10	11
7	8
5	6
3	3.5
2	2.5

标距Lo=4d时延伸率的计算式应符合：

$$A(Lo=4d) = A(Lo=5d) \times 1.047 + 0.39$$

2. 注：表B. 1所给计算式是从单铸试样测得值的回归统计计算式。



B1 标距为 Lo=4d 的拉伸试棒

附录 C
(资料性附录)
韧 性

C.1 总则

铁素体球墨铸铁件的使用,要考虑到铸件材料的抗拉强度和韧性性能相对于工作温度和加载速率之间的关系,以防止在一定的工作条件下铸件断裂,以保证安全。

除了别的因素以外,铸件设计是基于强度计算和测定公称应力为基础的。对于承受动力负荷的零件不仅要保证不能因脆性断裂而导致失效,而且在提高脆性断裂强度的条件下有可能使零件的初始应力低于屈服强度。这样就可能导致通过不稳定的裂纹扩展而产生零件断裂。只有当具有足够高的且已知材料断裂韧性或延展性能的材料可以保证众所周知的“断裂前渗漏”的零件要求。

C.2 确定韧性的方法

C2.1 冲击韧性

夏比(V型缺口)冲击试验在GB/T 229 《金属夏比缺口冲击试验方法》中有描述,这是测定金属抗脆性断裂最常用的方法。吸收冲击能(或缺口韧性或切口冲击能)最广泛的应用于测定韧度。这些方法,不适用于测定单个零件的冲击能(塑性变形,初始裂纹和裂纹扩展)。可以用缺口冲击试样或者其他断裂力学的方法,后者的方法尤其适用于大型零件。

C2.2 断裂力学

在断裂力学概念中,裂纹尺寸和零件应力是量化值,它和材料性能密切关联,这些构成抗裂纹扩展的特征值。其目的就是确定临界裂纹尺寸或导致不稳定裂纹扩展的应力及零件的突然失效。

线性弹性断裂力学帮助定量的获得裂纹失效零件在静载荷下不稳定裂纹扩展或循环加载情况下稳定裂纹扩展的结果。断裂韧性 K_{IC} 值取决于测定的方法,材料的抗不稳定裂纹扩展导致了材料的脆性断裂。对球墨铸铁件,这个概念仅适用于在低温下或者导致材料变脆的环境等等,举例来说,就是通过金相组织的变化或者厚大壁厚处而断裂。

屈服断裂力学应用于是否在产生裂纹征兆前出现弹性变形,也就是出现弹塑性变形。测定的方法可以通过CTOD(裂纹crack征兆tip显现开始opening位移displacement)法,此法中损坏机构由裂纹开始时的临界变形量控制。

对J积分概念围绕裂纹开始做了定义。和原来的概念相类似,材料的特征值是按抗初始裂纹性能的定义而确定的。

C.3 铸铁材料和铸钢材料的韧性比较

在上述内容中能理解到铁素体球墨铸铁的缺口冲击能并不适用于测定和比较铸钢件的韧性和延展性能值,这是因为难以用文字来描述材料的塑性变形和裂纹的表现特征。

铁素体球墨铸铁具有12J(焦耳)到20J(焦耳)的缺口冲击功,具有和碳钢件和低合金钢件(约50焦耳的缺口冲击功)相似的初始裂纹特征。铁素体球墨铸铁即使在 -60°C 下也会导致弹塑性断裂产生。也就是说,铁素体球墨铸铁具有和碳钢件和低合金铸钢件相同水平的断裂韧性特征值 K_{IC} (见图C1和C2)。

C.4 测试方法

铁素体球墨铸铁断裂力学测试方法表明,和钢件和铸钢件相比较,铁素体球墨铸铁断裂力学性能值比钢件和铸钢件预期的缺口冲击功要高。

当选用铁素体球墨铸铁件的牌号时,即使应用于在低温条件下,铸件精确的承载量和铸件中任何潜在的凹痕都要充分考虑。在大多数的应用条件下,当不能完全保证缺口冲击功时,铁素体型球墨铸铁QT400-18和QT400-15比QT400-18更适用。相同的应用条件也适用于不同类型的QT350-22。

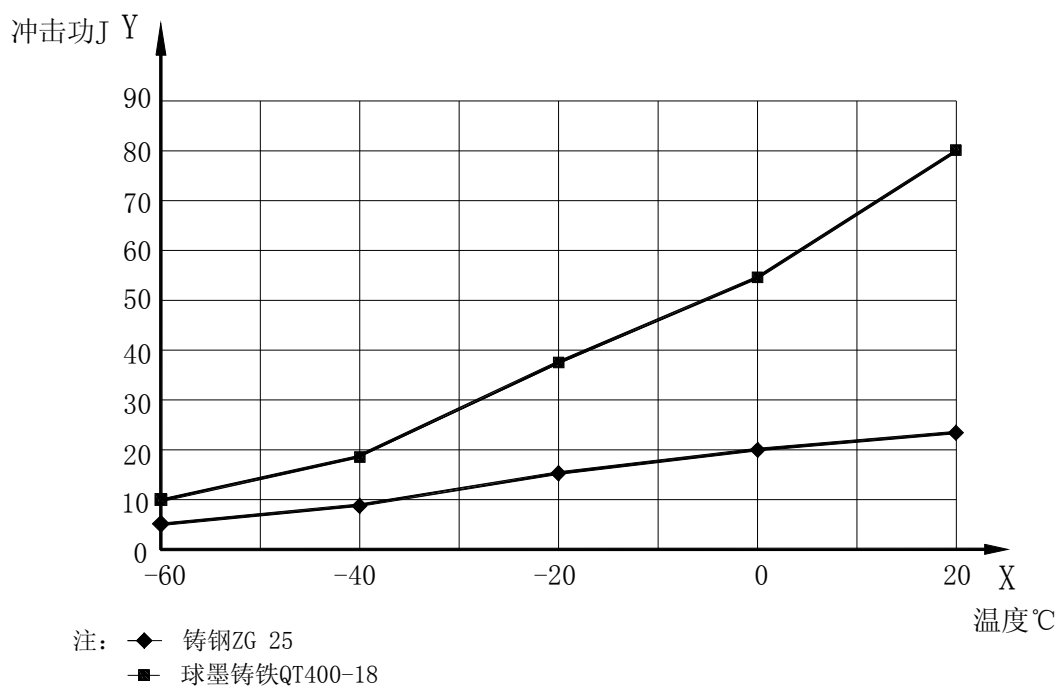


图 C1 铁素体球墨铸铁和铸钢件的冲击强度

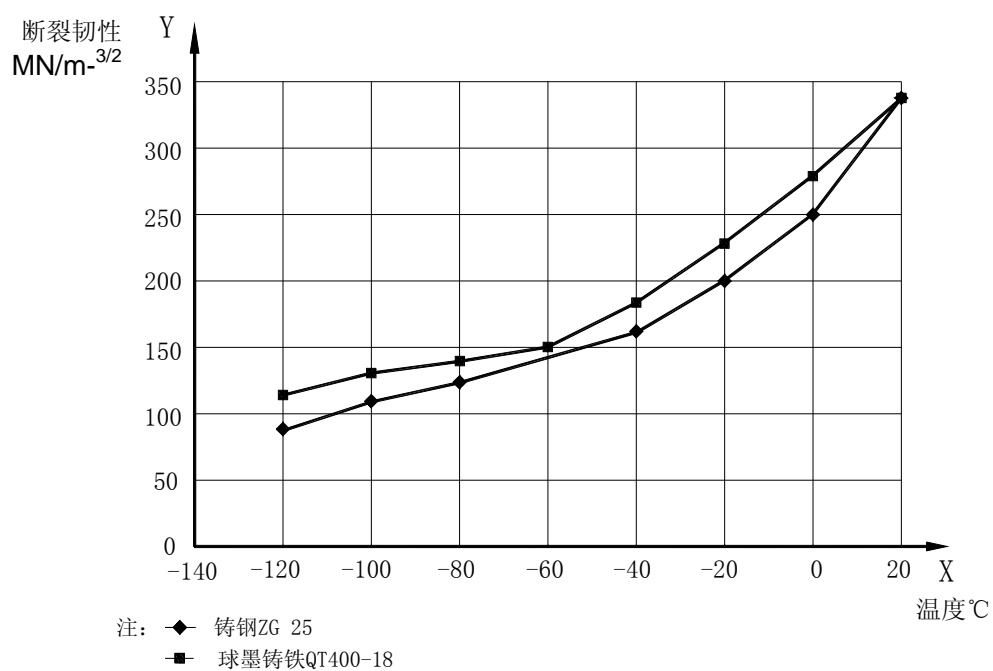


图 C2 铁素体球墨铸铁和铸钢件的断裂韧性边界下线

附录D

(资料性附录)

从铸件本体上切取试样的屈服强度指导值

表 D1 铸件本体屈服强度

材料牌号	不同壁厚 t 下的0.2%时的屈服强度, $R_{p0.2}$ N/mm ² min.			
	$T \leq 50\text{mm}$	$50\text{mm} < T \leq 80\text{mm}$	$80\text{mm} < T \leq 120\text{mm}$	$120\text{mm} < T \leq 200\text{mm}$
QT400-15	250	240	230	230
QT500-7	290	280	270	260
QT550-5	320	310	300	290
QT600-3	360	340	330	320
QT700-2	400	380	370	360

附 录 E
(规范性附录)
按硬度分类

3. 注：当供需双方协商同意时才能使用本附录。

E1 总则

对硬度有要求时, 布氏硬度值见表E1。

除了对抗拉强度有要求外还对硬度有要求时, 布氏硬度值应符合表C1, 硬度的测定见C3。

E2 分类

材料的硬度等级见表E1。

表 E1 按硬度分类

材料牌号	布氏硬度范围 HBW	其他性能 ^a	
		抗拉强度 R_m (min) N/mm ²	屈服强度 $R_{p0.2}$ (min) N/mm ²
HBW130	<160	350	220
HBW150	130-175	400	250
HBW155	135-180	400	250
HBW185	160-210	450	310
HBW200	170-230	500	320
HBW215	180-250	550	350
HBW230	190-270	600	370
HBW265	225-305	700	420
HBW300	245-335	800	480
HBW330	270-360	900	600
注：1N/mm ² =1MPa。			
a 只有当硬度作为检验项目时, 这些性能值仅参考。			
c HBW300 和 HBW33 不适用于壁厚铸件。			

经供需双方协商同意, 可采用较低的硬度范围, 30-40个硬度差的范围可以普遍接受, 这个硬度公差范围对铁素体加珠光体基体的材料而言是较宽的。

E3 满足抗拉强度性能要求的材料硬度范围的确定

这个过程主要适用于系列铸件产品, 因为从中可获取需要的取样数量。

这个过程应用于确定符合表1或表3规定抗拉强度的铸件材料和符合表E1中的等级牌号的铸件材料及对于特定的铸造工艺方法的铸件材料的硬度范围。

- a) 从表E1中选择硬度等级。
- b) 在表1或表3中选取相对应的牌号和试样型式, 指定硬度范围的试样的抗拉强度值和屈服强度值如表E1所示。
- c) 只保留在所选牌号的硬度等级范围内的试样。
- d) 测定每一个试样的抗拉强度、屈服强度、延伸率和布氏硬度。最接近的硬度值相差在10HBW范围内。当供需双方协商同意时, 为了获得所希望的可靠的统计数据, 对每个HBW值试样进行测定以获取最小的抗拉强度值。

- 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HBW值，选取对应的最小的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要求的抗拉强度和屈服强度值的各牌号的最小硬度值。
 - h) 逐一列出满足表1和表3要求的延伸率值的各牌号的最大硬度值。
- 最大和最小HBW值的硬度范围按以上步骤确定。

E4 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。

E5 测试方法

硬度的试验方法按GB/T 231.1-231.3 《金属布氏硬度试验》的规定执行。

如果不能在铸件本体上测试硬度，按供需双方的协议，也可以在附铸试块或单铸试块上测试硬度。

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。

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先行进行热处理。

E6 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订货时协商确定。

E7 金相组织

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。

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(GB/T 7216 中的IV型和V型石墨)。

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,也可以在预先校准后,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,在本标准中也不可能的准确的确定产生临界球化等级的最小特征值的。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)、珠光体的含量、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本标准规定的(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VI型和V型而是IV型,有些有可能是III型石墨。

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VI型和V型石墨所占百分数)。这种要求已经过了对指定的铸件和材料牌号实验研究的评定。

附录 G
(资料性附录)
球墨铸铁的力学及物理性能

球墨铸铁的力学及物理性能见表G1 (除此之外的信息见表 1 至表 4)

球墨铸铁的布氏硬度和抗拉强度 R_m 的关系见图G1。

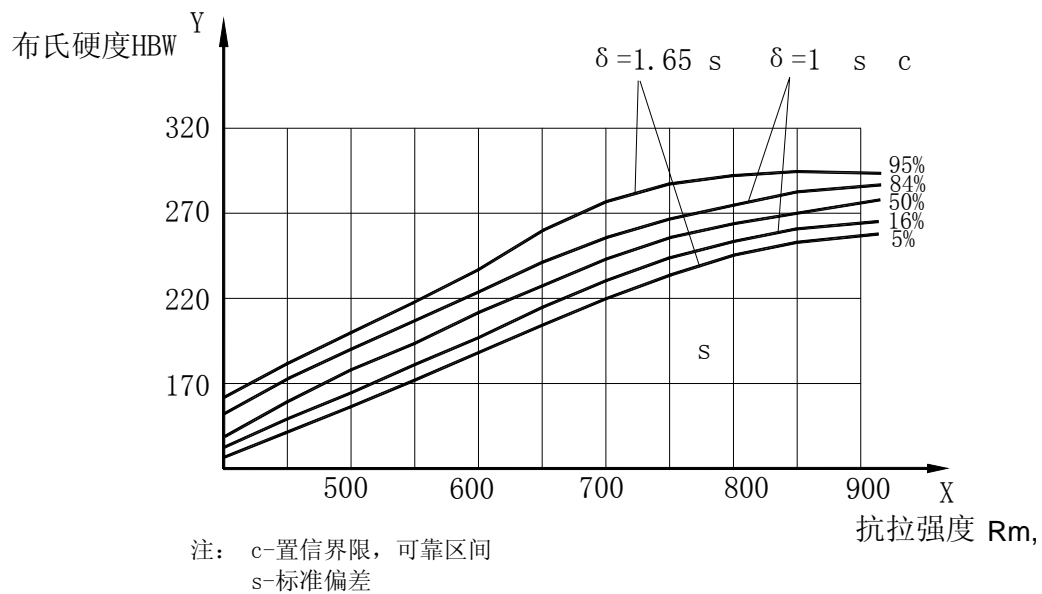


图 G1 球墨铸铁件的布氏硬度和抗拉强度关系图

表 G1 球墨铸铁的物理性能

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	QT500-10
剪切强度	N/mm ²	315	360	405	450	500	540	630	720	810	未定
扭转强度	N/mm ²	315	360	405	450	500	540	630	720	810	未定
弹性模量E(拉伸和压缩)	Gn/m ²	169	169	169	169	172	174	176	176	176	170
泊松比 v	—	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.28-0.029
无凹口 ^a 疲劳极限 ^c (旋转弯曲) (Φ 10.6mm)	N/mm ²	180	195	210	224	236	248	280	304	304	225
有凹口 ^b 疲劳极限 ^c (旋转弯曲) (Φ 10.6mm)	N/mm ²	114	122	128	134	142	149	168	182	182	140
抗压强度	N/mm ²	—	700	700	800	840	870	1000	1150	—	未定
断裂韧性K _{IC}	MPa · √m	31	30	28	25	22	20	15	14	14	28
300℃时的热传导率	W/(K·m)	36.2	36.2	36.2	35.2	34	32.5	31.1	31.1	31.1	未定
20℃-500℃时的比热容量	J/(kg·K)	515	515	515	515	515	515	515	515	515	未定
20℃-400℃时的线性膨胀系数	μm/(m·K)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	未定
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
最大渗透性	μH/m	2136	2136	2136	1596	1200	866	501	501	501	未定
磁滞损耗(B=1T)	J/m ³	600	600	600	1345	1800	2248	2700	2700	2700	未定
电阻率	μΩ·m	0.50	0.50	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.54	0.54	未定
主要组织		铁素体	铁素体	铁素体	铁素体-珠光体	铁素体-珠光体	铁素体-珠光体	珠光体	珠光体或回火马氏体	回火马氏体 ^d	铁素体
注1. 1N/mm ² =1MPa。											
注2. 除非另有说明, 本表中所列数值都是常温下的测定值。											
a. 无缺口试样-对于抗拉强度是370N/mm ² 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。在珠光体球铁和淬火球铁和回火球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 N/mm ² 时这个比率将进一步减少。											
b. 有缺口试样-对直径Φ 10.6mm的45度R0.25mm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 N/mm ²)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和珠光体球墨铸铁件和淬火和退火球墨铸铁件, 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。											
c. 疲劳极限强度测试试样。											
d. 对大型铸件, 也可能是珠光体。也可能是贝氏体加奥铁体组织。											