

铸 铁

灰铸铁机械性能试验方法

GB 977—84

Methods for testing the mechanical
properties of grey cast iron

代替 GB 977—67

本标准适用于在常温静力条件下，测定灰铸铁的下列机械性能：

抗拉强度： σ_b N/mm² (kgf/mm²)；

抗弯强度： σ_{bb} N/mm² (kgf/mm²)；

挠度： f mm；

抗压强度： σ_{bc} N/mm² (kgf/mm²)；

压缩率： ε_c %。

1 拉力试验

1.1 拉力试验测定灰铸铁抗拉强度 σ_b ，按下式进行计算：

$$\sigma_b = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中： σ_b ——抗拉强度，N/mm² (kgf/mm²)；

F ——最大拉伸载荷，N (kgf)；

A ——试验前，试样平行段的最小横断面积，mm²；

1 kgf = 9.80665 N。

1.2 拉力试样用毛坯为圆柱形 ($d = 30^{+2}_0$ mm) 单铸试棒或附铸试棒。单铸试棒用与铸件同一批铁水浇铸。单铸试棒在干砂型或具有相仿导热性能的砂型中立浇。如供需双方有协议时，也可用湿型。同一铸型内可同时浇铸若干根试棒，各试棒之间的距离不小于50mm (见图1)。试棒的长度 L 根据拉力试样形状和尺寸规定。

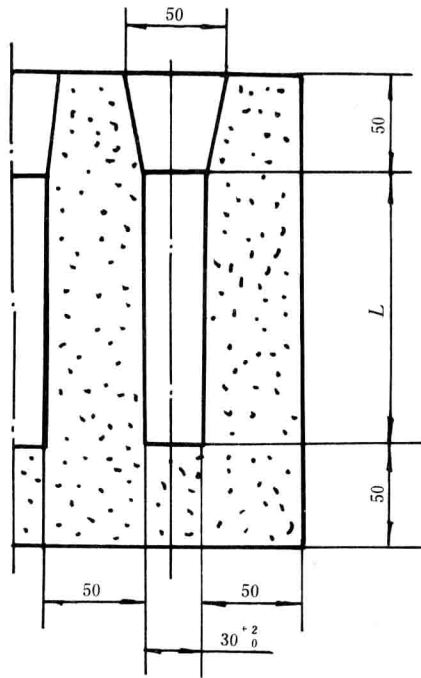
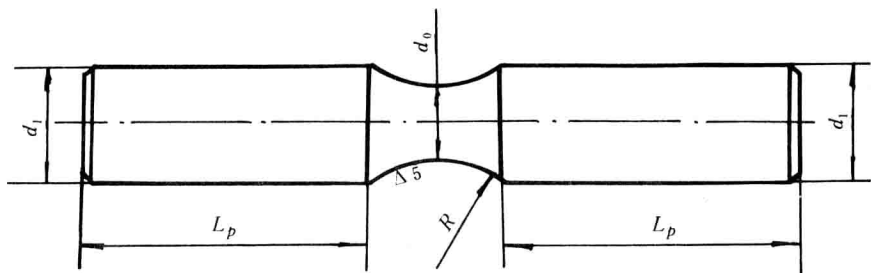


图 1

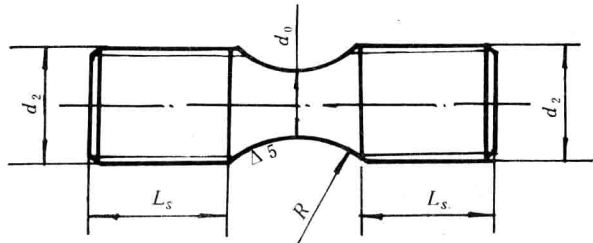
1.3 灰铸铁标准拉力试样形状和尺寸如图 2、图 3 和表 1。

其余▽4



A₁型

其余▽4



A₂型

图 2

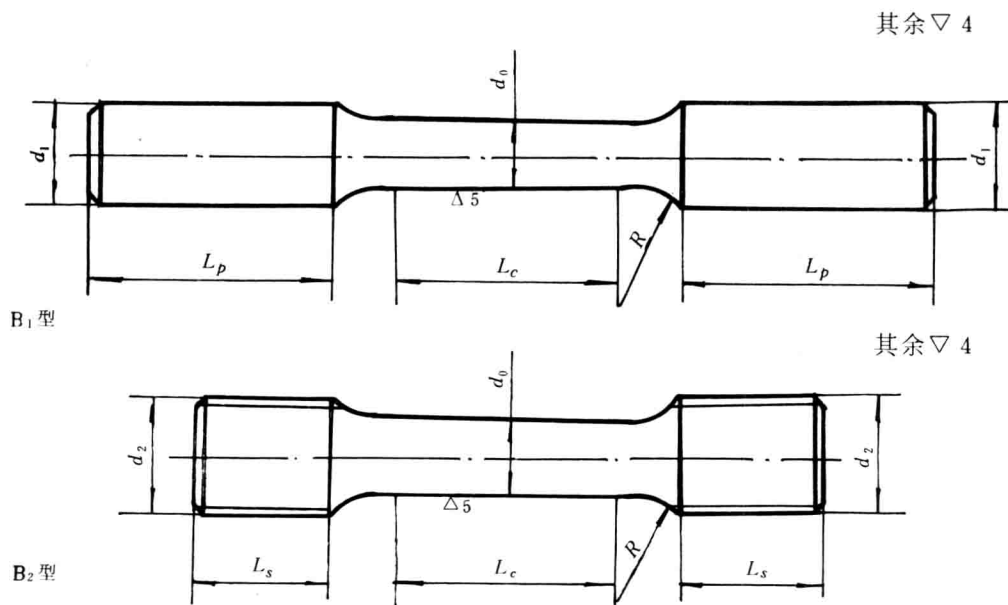


图 3

表 1

mm

名 称			尺 寸	加 工 公 差
最小的平行段长度 L_c			60	
试样直径 d_0			20	± 0.5
过渡圆弧半径 R			25	$+5$ 0
夹 持 端 部	圆 柱 状	最小直径 d_1	25	
		最小长度 L_p	65	
	螺 纹 状	螺纹直径与螺距 d_2	M30×3.5	
		最小长度 L_s	30	

检查灰铸铁牌号时，用图 1 所示的单铸试棒，加工成图 2 或图 3 所示的拉力试样进行试验。如供需双方有协议时，可用附录 A（补充件）所列的辅助拉力试样。

1.4 拉力试样平行段直径的最低测量精度为 0.05mm。

1.5 拉力试验速度规定为应力增加速度小于或等于 $30 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}$ ($3 \text{ kgf/mm}^2 \cdot \text{s}$)。仲裁试验时，应力增加速度不超过 $10 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}$ ($1 \text{ kgf/mm}^2 \cdot \text{s}$)。

1.6 灰铸铁拉力试验可在任何形式的试验机上进行。测力示值误差不大于 $\pm 1\%$ 。拉力试验机的夹具应保证试样轴线对正中心，使载荷作用在试样轴线上。

1.7 试验时的环境温度为 $20 \pm 10^\circ\text{C}$ 。当温度超出规定范围时，应在试验报告中注明。

1.8 抗拉强度测定值应保留三位有效数字。其后的数字按 GB 1.1—81《标准化工作导则、编写标准的一般规定》中附录 C 的规定进行修约。

1.9 试验报告内容应包括：

- a. 试样号；
- b. 试棒毛坯的类型，如单铸或附铸，干型或湿型；
- c. 抗拉强度；
- d. 断口情况，如夹渣、缩孔、气孔、断口位置；
- e. 辅助试样应注明试样直径和取样部位。

2 弯曲试验

2.1 灰铸铁弯曲试验是使试样承受横向集中载荷，如图 4 所示，测定抗弯强度和挠度。抗弯强度 σ_{bb} 按下式计算：

$$\sigma_{bb} = \frac{8 \cdot l}{\pi \cdot d^3} \cdot F$$

$$= KF \dots\dots\dots (2)$$

式中： σ_{bb} ——抗弯强度，N/mm² (kgf/mm²)；

d ——试样直径，mm；

l ——支点间距离，mm；

K ——抗弯系数（见表 3）；

F ——试样断裂载荷，N (kgf)。

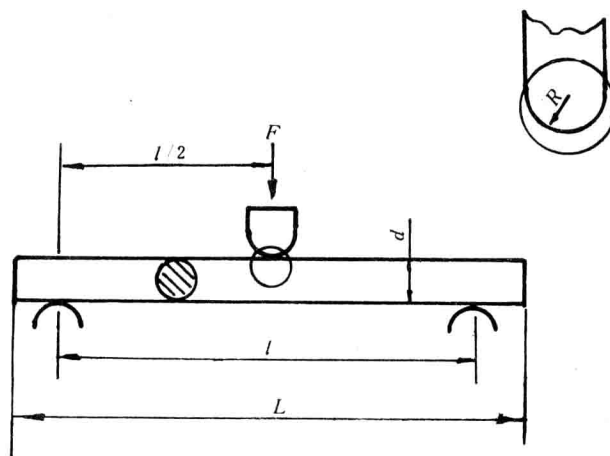


图 4

2.2 挠度 f 是试样受载处，从承受初载荷增至最大载荷（试样断裂）为止的位移量。

2.3 试验条件和测量精度见表 2。

表 2

试样直径 d	最短长度 L	支点距离 l	初载荷 F_0	测量精度	
				F N (kgf)	f mm
30 ± 1	340	300	400 ~ 600 (40 ~ 60)	200 (20)	0.2

表 3

实际直径 d mm	K	实际直径 d mm	K	实际直径 d mm	K
29.0	0.0313	29.7	0.0292	30.4	0.0272
29.1	0.0310	29.8	0.0289	30.5	0.0269
29.2	0.0307	29.9	0.0286	30.6	0.0267
29.3	0.0304	30.0	0.0283	30.7	0.0264
29.4	0.0301	30.1	0.0280	30.8	0.0261
29.5	0.0298	30.2	0.0277	30.9	0.0259
29.6	0.0295	30.3	0.0275	31.0	0.0256

2.4 弯曲试样用干型立浇顶注或底注铸造。如供需双方有协议时，可用湿型。

2.5 标准弯曲试样的直径 $d = 30\text{mm}$ ，长为 340mm ，不经机械加工的单铸试棒。抗弯系数 K 见表3。如供需双方有协议时，可用附录B（参考件）中给出的其他尺寸的辅助的灰铸铁弯曲试样。

2.6 不加工的试样表面应光洁、平直，不允许有肉眼可见缺陷；加工试样的表面光洁度为 $\nabla 5$ ，表面不得有划痕。

2.7 试样同一横断面上的最大直径与最小直径的偏差不应大于最小直径的3%。

2.8 试验机测力示值误差不大于 $\pm 1\%$ 。

2.9 挠度可用任何型式的挠度计测定。测量精度应符合表2规定。

2.10 试验装置的支承滚柱和压头的半径 R ，按试样直径 d 的大小规定如下：

$d \leq 20\text{mm}$ ， $R < 15\text{mm}$ ；

$d > 20\text{mm}$ ， $R = 15 \sim 25\text{mm}$ 。

2.11 计算直径的测量方法，试验前，在试样中段 20mm 范围内，或断裂后在断面上测互相垂直的两个方向的直径尺寸，取其算术平均值为计算直径。

2.12 弯曲试验时，试样放置在支承滚柱的中部，滚柱轴线与试样中心线应保持互相垂直。

2.13 试验速度，从试样承受初载荷到断裂的时间 t ，按试样直径 d 的大小规定如下：

$d = 30\text{mm}$ ， $t > 30\text{s}$ 。

2.14 试验应在 $20 \pm 10^\circ\text{C}$ 温度下进行，如超过这一温度范围时，应在试验报告中注明。

2.15 抗弯强度数值应保留三位有效数字；其数字修约规则同本标准1.8。

2.16 试验报告内容包括：

- 试样号；
- 抗弯强度 σ_{bb} ；
- 挠度 f ；
- 断口情况，如夹渣、缩孔、气孔、断口位置等；
- 辅助的灰铸铁弯曲试样应注明直径尺寸和取样部位。

3 压缩试验

3.1 灰铸铁压缩试验测定抗压强度 σ_{bc} ，按下式计算：

$$\sigma_{bc} = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (3)$$

式中: σ_{bc} ——抗压强度, N/mm^2 (kgf/mm^2);

F ——压缩断裂载荷, N (kgf);

A ——试验前, 试样横断面积。

3.2 灰铸铁试样的塑性, 以压缩时的相对压缩率 ε_c 表示, 按下式计算:

$$\varepsilon_c = \frac{h_0 - h_k}{h_0} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中: h_0 ——试验前试样高度, mm ;

h_k ——试验后试样高度, mm 。

3.3 压缩试样取直径 $D = 30mm$ 的单铸试棒毛坯。一般将毛坯加工成直径 $d = 6 \sim 25mm$, 高等于直径的试样。对于壁厚大于 $30mm$ 的铸件, 取样部位和试样尺寸由供需双方协议规定。

3.4 规定压缩试样圆柱面光洁度 $\nabla 5$, 两端面光洁度 $\nabla 7$ 。两端面不平行度 $0.02mm$, 圆柱面与两端面互相垂直。直径和高度的尺寸偏差 $\pm 0.1mm$ 。

3.5 试样尺寸测量精度 $0.01mm$ 。

3.6 压缩速度为应力增加速度 $10 \sim 20 N/mm^2 \cdot s$ ($1 \sim 2 kgf/mm^2 \cdot s$)。当测力指针出现反转时, 表示试样开始压裂, 此时停止试验, 记录压缩载荷。

3.7 试验时, 可在试样两端面涂以润滑油脂, 并在试样周围加防护装置。

3.8 试验应在 $20 \pm 10^\circ C$ 温度下进行。如超过这温度范围时, 应在试验报告中注明。

3.9 测定性能数字应保留三位有效数字, 其数字修约方法与本标准 1.8 相同。

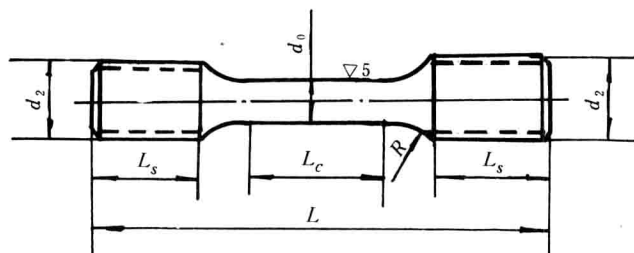
3.10 试验报告内容包括:

- a. 试样号;
- b. 抗压强度;
- c. 压缩率;
- d. 断口情况。

附 录 A
辅助的灰铸铁拉力试样
(补充件)

A.1 试样形状如下图。

其余▽4



A.2 试样尺寸如下表。

mm					
试样直径 d_0	平行段长度 L_c	过渡圆弧半径 $R \geq$	螺纹长度 L_s	直径螺距 d_2	总长 $L \approx$
6 ± 0.1	13	$1.5d_0$	15	M10×1.5	60
8 ± 0.1	25	$1.5d_0$	15	M12×1.75	70
13 ± 0.2	40	$1.5d_0$	24	M18×2.5	115
30 ± 0.5	90	$1.5d_0$	50	M42×4.5	230

附 录 B
辅助的灰铸铁弯曲试样
(参考件)

B.1 试样的形状见图 B 1。试样尺寸、试验条件和测试精度见表 B 1。弯曲试样为毛坯试棒或机械加工的试样。

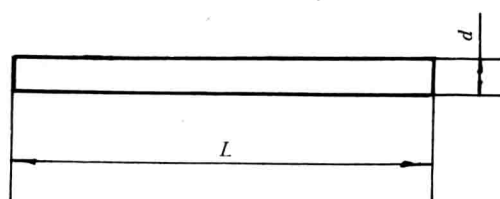


图 B 1

表 B 1

试样直径 d mm	最短长度 L mm	支点距离 l mm	初 载 荷 F_0 N (kgf)	测 量 精 度	
				F N (kgf)	f mm
10 ± 1	130	100	20~60 (2~6)	20 (2)	0.1
13 ± 1	160	130	60~80 (6~8)	40 (4)	0.1
20 ± 1	240	200	200~400 (20~40)	100 (10)	0.1
45 ± 1.4	500	450	600~800 (60~80)	500 (50)	0.5

注：机械加工的试样直径 $d_0 \pm 0.1 \text{ mm}$ 。

B.2 弯曲试验速度，按不同试样直径 d ，由初载荷到断裂的时间 t 规定如下：

$d < 20 \text{ mm}$ ， $t > 20 \text{ s}$ ； $d = 45 \text{ mm}$ ， $t > 45 \text{ s}$ 。

B.3 辅助的弯曲试样的抗弯系数见表 B 2。

表 B2

直 径							
$d_{10\text{mm}}$		$d_{13\text{mm}}$		$d_{20\text{mm}}$		$d_{45\text{mm}}$	
实际直径 d	K	实际直径 d	K	实际直径 d	K	实际直径 d	K
mm		mm		mm		mm	
9.0	0.349	12.0	0.189	19.0	0.074		
9.1	0.338	12.1	0.187	19.1	0.073		
9.2	0.327	12.2	0.181	19.2	0.072		
9.3	0.316	12.3	0.178	19.3	0.071	43.6	0.0138
9.4	0.306	12.4	0.173	19.4	0.070	43.8	0.0136
9.5	0.297	12.5	0.169	19.5	0.069	44.0	0.0134
9.6	0.288	12.6	0.166	19.6	0.068	44.2	0.0132
9.7	0.279	12.7	0.161	19.7	0.067	44.4	0.0131
9.8	0.270	12.8	0.157	19.8	0.066	44.6	0.0129
9.9	0.262	12.9	0.154	19.9	0.065	44.8	0.0128
10.0	0.255	13.0	0.151	20.0	0.064	45.0	0.0126
10.1	0.247	13.1	0.147	20.1	0.063	45.2	0.0124
10.2	0.240	13.2	0.144	20.2	0.062	45.4	0.0122
10.3	0.233	13.3	0.141	20.3	0.061	45.6	0.0121
10.4	0.226	13.4	0.138	20.4	0.060	45.8	0.0120
10.5	0.220	13.5	0.135	20.5	0.059	46.0	0.0118
10.6	0.214	13.6	0.132	20.6	0.058	46.2	0.0116
10.7	0.208	13.7	0.129	20.7	0.057	46.4	0.0114
10.8	0.202	13.8	0.126	20.8	0.056		
10.9	0.197	13.9	0.123	20.9	0.055		
11.0	0.191	14.0	0.120	21.0	0.054		

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由沈阳铸造研究所归口。

本标准由沈阳铸造研究所、大连造船厂、武汉铸造厂和沈阳铸造厂等单位负责起草。

本标准主要起草人张正德、都兴进、王星聚、于深。

本标准于1967年首次发布。

球 墨 铸 铁 件

Spheroidal graphite iron castings

1 引言

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，除特殊要求通过供需双方商定外，可参照使用。

1.3 本标准不适用于球铁管件和连续铸造的球铁件。

2 牌号

球铁的牌号应符合 GB 5612—85《铸铁牌号表示方法》的规定，并分为单铸和附铸试块两类。

a. 单铸试块的机械性能分为八个牌号，见表 1 和表 2 的规定。

b. 附铸试块的机械性能分为五个牌号，见表 3 和表 4 的规定。

表 1 单铸试块的机械性能

牌 号	抗拉强度 σ_b N/mm ² (kgf/mm ²)	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ N/mm ² (kgf/mm ²)	延伸率 δ (%)	供 参 考	
	最 小 值			布氏硬度 HB	主要金相组织
QT 400—18	400 (40.80)	250 (25.50)	18	130~180	铁素体
QT 400—15	400 (40.80)	250 (25.50)	15	130~180	铁素体
QT 450—10	450 (45.90)	310 (31.60)	10	160~210	铁素体
QT 500—7	500 (51.00)	320 (32.65)	7	170~230	铁素体 + 珠光体
QT 600—3	600 (61.20)	370 (37.75)	3	190~270	珠光体 + 铁素体
QT 700—2	700 (71.40)	420 (42.85)	2	225~305	珠光体
QT 800—2	800 (81.60)	480 (48.98)	2	245~335	珠光体或回火组织
QT 900—2	900 (91.80)	600 (61.20)	2	280~360	贝氏体或回火马氏体

表 2 单铸试块 V 型缺口试样的冲击值

牌 号	最小冲击值 a_k J/cm ² (kgf·m/cm ²)			
	室温 23 ± 5 °C		低温 -20 ± 2 °C	
	三个试样平均值	个别值	三个试样平均值	个别值
QT 400-18	14 (1.43)	11 (1.12)	—	—
QT 400-18L	—	—	12 (1.22)	9 (0.92)

注：字母“L”表示该牌号在低温时的冲击值。

表 3 附铸试块的机械性能

牌 号	铸件壁厚 mm	抗拉强度 σ_b N/mm ² (kgf/mm ²)	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ N/mm ² (kgf/mm ²)	延伸率 δ %	供 参 考	
		最 小 值			布氏硬度 HB	主要金相组织
QT 400-18 A	>30~60	390 (39.80)	250 (25.50)	18	130~180	铁素体
	>60~200	370 (37.75)	240 (24.48)	12		
QT 400-15 A	>30~60	390 (39.80)	250 (25.50)	15	130~180	铁素体
	>60~200	370 (37.75)	240 (24.48)	12		
QT 500-7 A	>30~60	450 (45.90)	300 (30.60)	7	170~240	铁素体 + 珠光体
	>60~200	420 (42.85)	290 (29.60)	5		
QT 600-3 A	>30~60	600 (61.20)	360 (36.70)	3	180~270	珠光体 + 铁素体
	>60~200	550 (56.10)	340 (34.70)	1		
QT 700-2 A	>30~60	700 (71.40)	400 (40.80)	2	220~320	珠光体
	>60~200	650 (66.30)	380 (38.77)	1		

注：牌号后面的字母 A 系表示该牌号在附铸试块上测定的机械性能，以区别表 1 的单铸试块测定的性能。

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 a_k J/cm ² (kgf·m/cm ²)			
		室温 23 ± 5 °C		低温 -20 ± 2 °C	
		三个试样平均值	个别值	三个试样平均值	个别值
QT 400-18 A	>30~60	14 (1.43)	11 (1.12)	—	—
	>60~200	12 (1.22)	9 (0.92)	—	—
QT 400-18 AL	>30~60	—	—	12 (1.22)	9 (0.92)
	>60~200	—	—	10 (1.02)	7 (0.71)

3 技术要求

3.1 生产方法、化学成分和热处理

生产方法、化学成分和热处理工艺，可由供方自行决定。但必须保证协议书、技术条件上所规定的球铁牌号或达到本标准规定的机械性能指标。

对于化学成分，热处理方法有特殊要求的球铁件由供需双方商定。

3.2 机械性能

3.2.1 球铁件的机械性能以抗拉强度和延伸率两个指标作为验收依据。

3.2.2 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。

3.2.3 对屈服强度、硬度有要求时，经供需双方商定，可作为验收依据。

3.2.4 如果以硬度作为验收指标时，按附录 A 的规定进行。

3.2.5 如果是在铸件本体上取样时，取样部位及要达到的性能指标，由供需双方规定。

3.3 金相组织

如果需方要求进行金相组织检验时，可按 GB 9441—88《球墨铸铁金相检验》的规定进行，球化级别一般不得低于 4 级。其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，可用无损检测方法进行检验，如有争议时，应用金相检验法裁决。

3.4 球铁件的几何形状及其尺寸公差

3.4.1 球铁件的几何形状及其尺寸应符合球铁件图样的规定。

3.4.2 球铁件的尺寸公差应按 GB 6414—86《铸件尺寸公差》的规定执行。有特殊要求的可按图样或有关技术要求的规定进行。

3.5 球铁件表面质量

3.5.1 球铁件表面的粘砂、氧化皮等应清除干净。

3.5.2 球铁件的浇冒口、出气孔、多肉、飞翅和毛刺等应符合图样的规定除掉其残根。

3.5.3 球铁件表面粗糙度应按 GB 6060.1—85《表面粗糙度比较样块 铸造表面》的规定，由供需双方商定标准等级。

3.6 球铁件的缺陷及修补

3.6.1 球铁件的加工面上允许存在加工余量范围内的表面缺陷。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。

球铁件非加工面上及铸件内部允许的缺陷由供需双方按铸件的要求商定。

- 3.6.2 不影响球铁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。

4 试验方法

4.1 试块制备

4.1.1 单铸试块

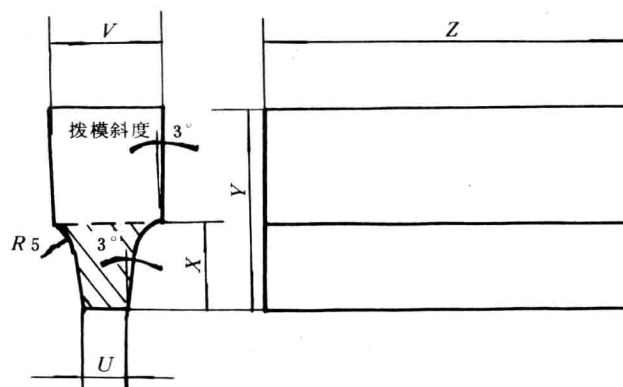
试块的形状和尺寸由供需双方商定，可从图1、表5、图2、表6或图3中选择。图1、图2的斜影线部位为切取试样的位置。

单铸试块应与该批铸件以同一批量的铁水浇注，并在每包铁水的后期浇注。

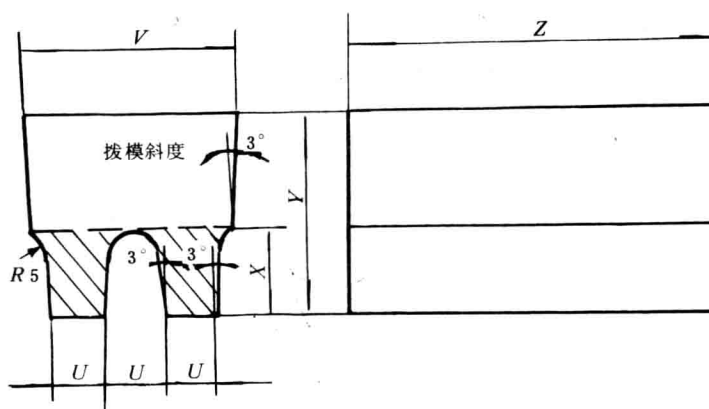
试块的冷却条件与所代表的铸件大致相同，试块的开箱温度不应超过500℃。

如果在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腔内单独浇注。

需热处理时，试块应与铸件同炉热处理。



I、IIa、III、IV型



IIb型

图1 U型单铸试块

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
	<i>U</i>	<i>V</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	
I	12.5	40	30	80	根据试样的 总长确定	对 I、II a 和 II b 型最小为 40 mm。 对 III 和 IV 型最小为 80 mm
II a	25	55	40	100		
II b	25	90	40	100		
III	50	90	60	150		
IV	75	125	65	165		

注：① “Y” 尺寸数值供参考。

② U型单铸试块中较小数值的 I 型试块尺寸一般只用于薄壁件。

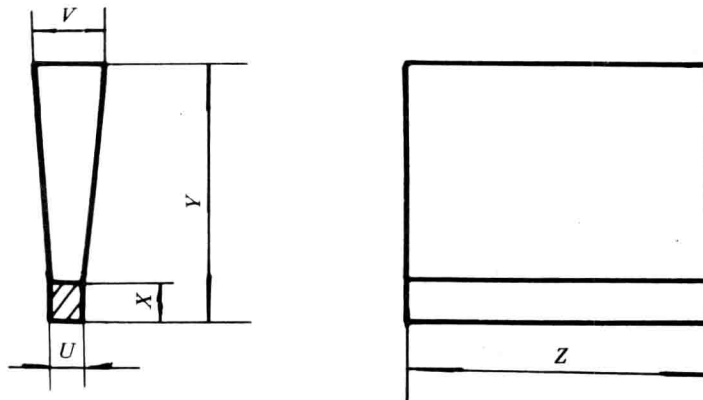


图 2 Y型单铸试块

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
	<i>U</i>	<i>V</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	
I	12.5	40	25	135	根据试样的 总长确定	对于 I 和 II 型最小为 40 mm。 对 III 和 IV 型最小为 80 mm
II	25	55	40	140		
III	50	100	50	150		
IV	75	125	65	175		

注：“Y” 尺寸数值仅供参考。