

ICS 77.140.99

H 54

**YB**

# 中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T 092—2019

代替 YB/T 092—2005

---

## 合金铸铁磨球

Alloyed cast iron grinding balls

2019-05-02 发布

2019-11-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 YB/T 092—2005《合金铸铁磨球》。本标准与 YB/T 092—2005 相比,主要技术变化如下:

- 修改了铬系铸铁磨球代号表示方法;
- 增加了直径小于 20mm 和大于 125mm 铸铁磨球尺寸及允许偏差;
- 删除了铬系合金铸铁磨球、球墨铸铁磨球化学成分的要求;
- 修改了铬系合金铸铁磨球力学性能的技术要求;
- 修改了检验规则表示方法;
- 将落球冲击疲劳寿命试验中“试验机为 MQ 型,落程为 3.5m”修改为“落程不低于 3.5m”。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国生铁及铁合金标准化技术委员会(SAC/TC 318)归口。

本标准起草单位:国家钢铁及制品质量监督检验中心、安徽省凤形耐磨材料股份有限公司、山东伊莱特重工股份有限公司、山东华民钢球股份有限公司、山东中天重工有限公司、铜陵有色金属集团控股有限公司金神耐磨材料有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人:黄飞、陈晓、张久峰、牛余刚、张娟、侯宇岷、甘正斌、侯松涛、汪有才、高杰、高玉和、臧华硕、张强、何晓洁、沈茂林、卢春生。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- YB/T 092—1996、YB/T 092—2005。

# 合金铸铁磨球

## 1 范围

本标准规定了合金铸铁磨球的术语和定义、分类、代号、尺寸及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输、贮存和质量证明书。

本标准适用于球磨机、半自磨机等作磨矿介质用的合金铸铁磨球。

## 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 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 5611 铸铁术语

YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定

## 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标准。

### 3.1

**高铬铸铁磨球 high chromium cast iron grinding balls**

铬含量 $\geq 10\%$ 的铸铁磨球。

### 3.2

**中铬铸铁磨球 middle chromium cast iron grinding balls**

铬含量 $5\% \sim 10\%$ 的铸铁磨球。

### 3.3

**低铬铸铁磨球 low chromium cast iron grinding balls**

铬含量 $1.0\% \sim 5.0\%$ 的铸铁磨球。

### 3.4

**贝氏体球墨铸铁磨球 bainite nodule cast iron grinding balls**

基体组织主要是贝氏体的球墨铸铁磨球,简称贝氏体球铁磨球。

### 3.5

**马氏体球墨铸铁磨球 martensite nodule cast iron grinding balls**

基体组织主要是马氏体的球墨铸铁磨球,简称马氏体球铁磨球。

### 3.6

**直径允许偏差 diameter tolerance**

在同一铸铁磨球上测得的最大直径或最小直径与公称直径之差。

3.7

**碎球率 breakage rate of ball**

碎球是指破碎面积超过磨球面积三分之一以上的,使用过程中发生碎球的质量与总用球质量的百分比,称为碎球率。

3.8

**冲击疲劳寿命 impact fatigue life**

落球试验中铸铁磨球冲击疲劳失效时所受冲击的次数。

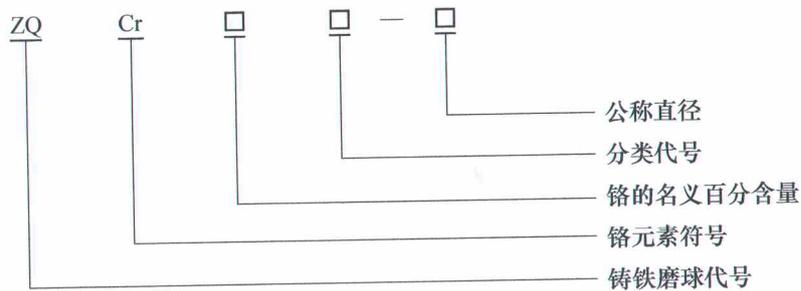
4 分类、代号

4.1 铬系合金铸铁磨球按铬含量分为高铬铸铁磨球(代号为 G)、中铬铸铁磨球(代号为 Z)和低铬铸铁磨球(代号为 D)三类。

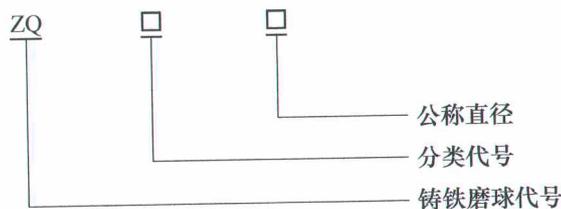
球墨铸铁磨球分为:贝氏体球墨铸铁磨球(代号为 B)和马氏体球墨铸铁磨球(代号为 M)两类。

4.2 铸铁磨球代号表示方法

4.2.1 铬系合金铸铁磨球代号表示方法如下:



4.2.2 球墨铸铁磨球代号表示方法如下:



4.2.3 铸铁磨球代号表示举例:直径 100mm 铬的名义含量为 12%的高铬合金铸铁磨球表示为 ZQCr12G-100。

直径 100mm 的贝氏体球墨铸铁磨球表示为 ZQB100。

5 尺寸及允许偏差

铸铁磨球的公称直径及允许偏差、最大直径与最小直径差值应符合表 1 规定。

表 1 外形允许偏差

单位为毫米

公称直径	<20	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	125	>125
直径允许偏差	+1.0 -1.0		+2.0 -1.0				+3.0 -1.0				+3.5 -1.5			+4.0 -2.0		+4.5 -2.5
最大直径与最小直径差值	≤1.2	≤1.8	≤2.4	≤3.0			≤3.6			≤4.2			≤4.6			≤5.4

## 6 技术要求

6.1 铬系合金铸铁磨球的化学成分应符合表 2 的规定。

表 2 铬系合金铸铁磨球的化学成分

牌 号	化学成分(质量分数)/%									
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Cu	V	Ti	P	S
ZQCr26G	2.0~3.2	≤1.0	≤2.5	>22.0~28.0	≤3.0	≤1.0	≤0.3	≤0.15	≤0.10	≤0.06
ZQCr20G				>16.0~22.0						
ZQCr12G				≥10.0~16.0						
ZQCr8Z				7.0~10.0						
ZQCr2D	2.2~3.6	≤1.5	≤1.5	1.0~3.0	≤1.0	≤0.8				≤0.10

6.2 球墨铸铁磨球的化学成分应符合表 3 的规定。

表 3 球墨铸铁磨球的化学成分

牌号	化学成分(质量分数)/%										
	C	Si	Mn	P	S	RE	Mg	Cr	Cu	Mo	B
ZQB	3.2~3.8	2.0~3.5	≤3.0	≤0.1	≤0.03	0.03~0.06	0.03~0.06	—	—	—	微量
ZQM	3.2~4.0	2.2~3.0	≤1.5	≤0.1	≤0.03	0.03~0.06	0.03~0.06	≤1.2	≤0.8	≤0.5	—

## 6.3 力学性能

6.3.1 铬系合金铸铁磨球的力学性能应符合表 4 的规定。

表 4 铬系合金铸铁磨球的力学性能

牌 号	表面硬度(HRC)	冲击吸收能量/J	冲击疲劳寿命(落球次数)
ZQCr26G	≥59	≥3	≥8000
ZQCr20G	≥59		
ZQCr12G	≥59	≥3	≥8000
ZQCr8Z	≥48		
ZQCr2D	≥45	≥2	≥8000

注 1: 落球冲击疲劳试验采用直径 100mm 的铸铁磨球;在标准高度 3.5m 试验机上试验的结果。其他直径磨球的冲击疲劳次数参照附录 B 式(B.2)进行换算。

注 2: 冲击吸收能量和冲击疲劳寿命指标一般不做交货依据,如用户需要,由供需双方自行商定。

注 3: 直径大于 100mm 的高铬铸铁磨球,其表面硬度≥58HRC。

6.3.2 球墨铸铁磨球的力学性能应符合表 5 的规定。

表 5 球墨铸铁磨球的力学性能

名 称	牌号	表面硬度(HRC)	冲击吸收能量/J	冲击疲劳寿命(落球次数)
贝氏体球墨铸铁磨球	ZQB	≥50	≥8	≥10000

表5 球墨铸铁磨球的力学性能(续)

名称	牌号	表面硬度 (HRC)	冲击吸收能量 /J	冲击疲劳寿命(落球次数)
马氏体 球磨铸铁磨球	ZQM	≥52	≥8	≥10000
注1: 落球冲击疲劳试验应采用直径100mm的铸铁磨球;在标准高度3.5m试验机上试验的结果。其他直径磨球的冲击疲劳次数参照附录B式(B.2)进行换算。 注2: 冲击吸收能量和冲击疲劳寿命指标一般不做交货依据,如用户需要,由双方商定。				

6.3.3 铸铁磨球沿通过浇口中心和球心直径方向的硬度差不得超过3HRC。关于磨球硬度的均匀性也可采用磨球平均体积硬度的计算方法,平均体积硬度的技术要求根据供需双方协商确定。

6.4 高铬铸铁磨球碎球率应不大于1%,其他合金铸铁磨球碎球率不大于2%。

### 6.5 表面质量

6.5.1 铸铁磨球不允许有裂纹、缩松和明显可见的夹渣、冷隔、皱皮等铸造缺陷。

6.5.2 铸铁磨球允许的表面缺陷应符合表6的规定。

表6 表面缺陷

公称直径 /mm	允许的表面缺陷,不大于					
	浇口处多肉/mm	粘砂面积/mm <sup>2</sup>	局部残留飞边/mm	深度/mm	单孔面积/mm <sup>2</sup>	总面积/mm <sup>2</sup>
<20	1.0	9	1.0	1.0	8	15
20~35	1.5	16	1.5	1.5	12	25
40~60	2.0	25	2.0	2.0	16	35
70~90	2.5	36	3.0	2.5	20	50
100~125	3.0	49	3.0	2.5	25	65
>125	3.5	64	3.0	2.5	30	80

### 6.6 内部质量

在通过浇口中心和球心的剖切面上不允许有明显可见的缩孔、缩松、气孔、夹渣和其他孔洞缺陷。

## 7 试验方法

### 7.1 尺寸和外形

铸铁磨球直径允许偏差、最大直径和最小直径差值(公差)和铸铁磨球允许的表面缺陷,用精度不低于0.1mm的测量工具测量。

### 7.2 化学方法

按附录A规定的方法进行。

### 7.3 力学性能

#### 7.3.1 冲击试验

采用在产品球本体上通过浇口切割10mm×10mm×55mm无缺口试样,按GB/T 229规定进行。

#### 7.3.2 落球冲击疲劳寿命

按附录B规定的方法进行。

#### 7.3.3 洛氏硬度

按GB/T 230.1进行。测量表面硬度时,应将表面磨成平台后检验,磨去厚度为2mm~5mm。测试

硬度差和体积硬度时,试样制备采用线切割或合适的方法切割,剖切面应通过浇口中心和球心,剖切表面应至少磨去 0.5mm。磨球平均体积硬度的检测方式如图 1 所示。

$$AVH=0.009HRC_{\text{心部}}+0.063HRC_{r/4}+0.203HRC_{r/2}+0.437HRC_{3r/4}+0.289HRC_{\text{表面}}$$

式中:

AVH ——磨球平均体积硬度(HRC);

$HRC_{\text{心部}}$  ——磨球心部测量点硬度值,图 1 中的 A 点(HRC);

$HRC_{r/4}$  ——磨球半径 1/4 处测量点硬度值,图 1 中的 B 点(HRC);

$HRC_{r/2}$  ——磨球半径 1/2 处测量点硬度值,图 1 中的 C 点(HRC);

$HRC_{3r/4}$  ——磨球半径 3/4 处测量点硬度值,图 1 中的 D 点(HRC);

$HRC_{\text{表面}}$  ——磨球表面处测量点硬度值,图 1 中的 E 点(HRC);

$r$  ——磨球半径代号。

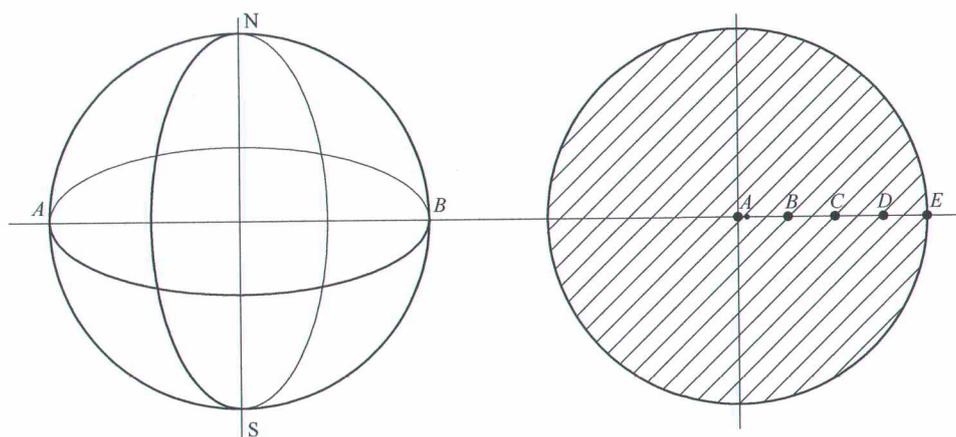


图 1

#### 7.4 碎球率

按附录 C 的规定进行。

#### 7.5 表面质量

目测。

#### 7.6 内部质量

目测。

### 8 检验规则

8.1 铸铁磨球应由生产企业质检部门检验合格后方可出厂。

#### 8.2 抽样

8.2.1 尺寸及允许偏差、外形和表面质量按 GB/T 2828.1 中正常二次抽样方案,一般检验水平 I、AQL=6.5 进行抽样。

8.2.2 在尺寸及允许偏差、外形和表面质量检验合格的产品中随机抽取 5 个进行力学性能检验;再在 5 个中随机抽取 1 个进行化学成分检验。

#### 8.3 检验

8.3.1 检验分为出厂检验和型式检验。

8.3.2 出厂检验项目为尺寸及允许偏差、外形、化学成分、表面硬度和表面质量。

##### 8.3.3 型式检验

8.3.3.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或者产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产中,如材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时；
- c) 长期停产后恢复生产时；
- d) 正常生产,按周期进行型式检验；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

8.3.3.2 型式检验项目为第5章和第6章规定的全部项目。

#### 8.4 判定规则

型式检验所有项目符合要求,判该批产品合格;若化学成分、表面硬度、内部质量检验不合格,则应加倍抽样复验,其中仍有不合格,则该次为不合格。

#### 8.5 数值修约及极限值判定

按 YB/T 081 规定进行。

### 9 包装、标志、运输、贮存和质量证明书

9.1 铸铁磨球可采用铁桶、编织袋包装或散装。

9.2 以整车散装长途运输时,应在车厢内以标牌标明铸铁磨球的代号。包装运输时,在包装物表面上应标明:

- a) 需方名称、地址及到站；
- b) 铸铁磨球代号；
- c) 装箱号；
- d) 毛质量及净质量；
- e) 供方名称和地址。

9.3 每批出厂产品应附质量证明书,注明:

- a) 供方名称及商标；
- b) 代号；
- c) 批号与批量；
- d) 检验结果；
- e) 采用的标准编号。

## 附录 A

## (规范性附录)

## 钢铁及合金化学分析方法标准

- 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 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
- GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钒含量
- GB/T 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量
- GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法  $\alpha$ -安息香肟重量法测定钼量
- GB/T 223.46 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定镁量
- GB/T 223.49 钢铁及合金化学分析方法 萃取分离-偶氮氯膦 mA 分光光度法测定稀土总量
- GB/T 223.53 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定铜量
- GB/T 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 钼磷钼蓝分光光度法和铈磷钼蓝分光光度法
- 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 223.61 钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量
- GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量
- GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量
- GB/T 223.64 钢铁及合金 锰含量的测定 火焰原子吸收光谱法
- GB/T 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
- GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量
- GB/T 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法
- GB/T 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
- GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法
- GB/T 223.74 钢铁及合金化学分析方法 非化合碳含量的测定
- GB/T 223.75 钢铁及合金 硼含量的测定 甲醇蒸馏-姜黄素光度法
- GB/T 223.76 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钒量
- GB/T 223.78 钢铁及合金化学分析方法 姜黄素直接光度法测定硼含量
- GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
- GB/T 24234 铸铁 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规方法)

**附 录 B**  
**(规范性附录)**

**落球冲击疲劳寿命试验方法**

落球冲击疲劳寿命试验(以下简称落球试验)是使用落球冲击疲劳试验机(以下简称落球试验机),在实验室条件下,模拟铸球在球磨机中的冲击过程。冲击次数由计数器实现。铸球冲击疲劳失效的冲击次数反映了铸铁磨球在该种情况下的冲击疲劳寿命。

**B.1** 落球机落程不低于 3.5m。

**B.2** 落球试验的试样为直径 100mm 铸铁磨球。

**B.3** 落球试验的试样应从检查批中任取 16 个铸球为试验球,另取三个以上的铸球作替换球,在替换球表面上记号。

**B.4** 落球试验在常温下进行。

**B.5 铸球失效判断及试验程序**

**B.5.1 铸球失效判断**

**B.5.1.1** 铸球表面上落层平均直径(最大直径和最小直径的平均值)为 20mm~50mm,中部厚度为 5mm~10mm。

**B.5.1.2** 铸球沿中部断裂。

**B.5.2 试验程序**

**B.5.2.1** 将试验球和替换球的棱边打磨光滑或在清理滚筒中作表面清理。检查试验机工作状态。

**B.5.2.2** 先将 12 个试验球放入弯管内,启动试验机,将余下的 4 个试验球由下滑道逐个放入循环输送系统。

**B.5.2.3** 打开计数器,将计数器清零、清警,数字拨盘拨至预定数。

**B.5.2.4** 试验人员在现场应认真观察,当发现有一个试验球失效情况符合 B.5.1.1 条和 B.5.2.2 条的规定时,取出失效球,并放入一个替换球,直到出现第三个失效球为止,分别记录 3 个试验球失效数指标时,加入的替换球已发生破坏,应不计入失效球数。

**B.6 落球冲击疲劳寿命的确定**

**B.6.1** 落球冲击疲劳试验寿命按式(B.1)确定:

$$N_f = \frac{2B_t}{B_s} \times \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$N_f$ ——该批铸球冲击疲劳试验寿命(次数);

$N_1$ ——第一个试球失效时,计数器记录的次数;

$N_2$ ——第二个试球失效时,计数器记录的次数;

$N_3$ ——第三个试球失效时,计数器记录的次数;

$B_t$ ——弯管中的铸球数;

$B_s$ ——试验系统内的总铸铁球数。

**B.6.2** 数据处理时,小数部位按四舍五入取整填入试验报告。在试验报告中应注明失效情况,并记录试验温度,落程高度。

**B.6.3 不同磨球直径落球冲击疲劳次数的确定**

在直径非 100mm 磨球情况下,其他直径的磨球冲击疲劳寿命(次数)可按式(B.2)换算

$$N_x = N \times \frac{100}{D} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$D$  ——被测磨球直径,单位为毫米(mm)；

$N_x$  ——该直径磨球的冲击疲劳试验寿命(落球次数)；

$N$  —— $\phi 100\text{mm}$  直径磨球冲击疲劳试验寿命(落球次数 8000 或 10000)。



附 录 C  
(规范性附录)  
碎球率的测定与计算

磨矿正常生产作业条件下,球磨机运转 2000h 以上,累计球磨机运转期间排出的碎球量,称重。然后停机将留在球磨机内的碎球拣出,称重,计量在此期间的用球总量。

碎球率按式(C.1)计算:

$$\rho = \frac{Q_1 + Q_2}{Q + Q'} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- $\rho$  —— 碎球率(%);
- $Q$  —— 初装球磨机内磨球质量,单位为吨(t);
- $Q'$  —— 正常运转中添加的磨球质量,单位为吨(t);
- $Q_1$  —— 正常运转中球磨机排出的碎球质量,单位为吨(t);
- $Q_2$  —— 停机检测时,在球磨机内的碎球质量,单位为吨(t)。

中华人民共和国黑色冶金  
行业标准  
合金铸铁磨球  
YB/T 092—2019

\*

冶金工业出版社出版发行  
北京市东城区嵩祝院北巷39号  
邮政编码:100009

北京建宏印刷有限公司印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 25 千字  
2019 年 10 月第一版 2019 年 10 月第一次印刷

\*

统一书号:155024·1635 定价:30.00 元

155024·1635



9 715502 416358 >