

# YB

## 中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T 091—2005

代替 YB/T 091—1996

---

### 锻(轧)钢球

Forging (rolling) steel grinding balls

2005-07-26 发布

2005-12-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

## 前 言

本标准参照各企业标准和国外的有关企业技术数据,在 YB/T 091—1996《锻(轧)钢球》的基础上修订而成。

本标准代替 YB/T 091—1996《锻(轧)钢球》。

本标准此次修订对下列主要技术内容进行了修改:

- 新增高碳低合金钢锻(轧)钢球的内容;
- 删除了原标准中有关贝氏体空冷钢球的内容;
- 调整了原牌号的某些化学成分;
- 调整了某些力学性能;
- 增加了附录 A“落球冲击疲劳寿命试验方法”。

本标准的附录 A 和附录 B 为规范性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由冶金工业信息标准研究院归口。

本标准起草单位:中国冶金矿业总公司北京金发工贸公司、四川省西昌龙形钢厂、鞍钢矿山研究所、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人:周鲁生、刘机、程绍良、周平安、张瑞香、王桂娟、李纲。

本标准 1996 年首次发布。

# 锻(轧)钢球

## 1 范围

本标准规定了锻(轧)钢球的技术术语、分类、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。本标准适用于冶金工业湿式(或干式)磨矿用的锻(轧)钢球。

## 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 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替吡啶甲烷磷钼酸重量法测定磷量
- GB/T 223.5 钢铁及合金化学分析方法 还原型硅钼酸盐光度法测定酸溶硅含量
- GB/T 223.11 钢铁及合金化学分析方法 过硫酸铵氧化容量法测定铬量
- GB/T 223.13 钢铁及合金化学分析方法 硫酸亚铁铵滴定法测定钒含量
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒含量
- GB/T 223.15 钢铁及合金化学分析方法 重量法测定钽
- GB/T 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钽量
- GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替吡啶甲烷光度法测定钽量
- 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 钢铁及合金化学分析方法 铈磷钼蓝光度法测定磷量
- 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 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定锰量
- GB/T 223.67 钢铁及合金化学分析方法 还原蒸馏-次甲基蓝光度法测定硫量
- 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 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量
- 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 钢铁及合金化学分析方法 氧化铝层分离-硫酸钡重量法测定硫量
- 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 229 金属夏比缺口冲击试验方法
- GB/T 230.1 金属洛氏硬度试验 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)  
[GB/T 230.1—2004, ISO 6508—1; 1999 Metallic materials—Rockwell hardness test—Part 1; Test method(scales A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T), MOD]
- 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 8170 数值修约规则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

## 3.1

中、高碳低合金钢锻(轧)钢球 middle and high carbon low alloyed forging(rolling) steel balls  
在中、高碳碳素钢中含有少量合金元素(锰、硅、铬、镍、铜、钼、钒、钛、稀土等)的锻(轧)钢球。

## 3.2

直径允许偏差 diameter tolerance

在同一锻(轧)钢球上测得的最大直径或最小直径与公称直径之差。

## 3.3

圆度 roundness

所测锻(轧)钢球最大直径、最小直径之差与公称直径的比率。

## 3.4

碎球率 breakage rate of balls

碎球是指破碎面积超过磨球面积三分之一以上。使用过程中发生碎裂的钢球重量占总用球重量的百分比,称为碎球率。

## 4 分类、代号

4.1 锻(轧)钢球按碳含量分为中碳低合金钢锻(轧)钢球(代号为Z)、高碳低合金钢锻(轧)钢球(代号为G)两类。

4.2 钢球代号表示方法如下:



举例:直径100mm的高碳低合金钢锻(轧)钢球代号为D(Z)QG100。

## 5 尺寸及允许偏差、外形

锻(轧)钢球的公称直径及允许偏差、圆度应符合表1规定。

表1

单位为毫米

公称直径	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	125	150
允许偏差	±2				+3		+4				+5	
					-2		-3				-4	
圆度,%	≤2				≤3		≤4				≤5	

## 6 技术要求

6.1 钢球所用钢材化学成分应符合表2规定。

表2

代号	化学成分(质量分数),%							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Ti
D(Z)QG	0.70~0.95	0.75~1.25	0.75~0.95	≤0.035	≤0.035	0.5~0.2	微量	微量
D(Z)QZ	0.40~0.65	0.35~1.25	0.35~0.95	≤0.035	≤0.035	0.5~0.2	—	—

## 6.2 钢球的力学性能指标应符合表3规定。

表3

代号	公称直径 mm	冲击试验 $A_k, J$	落球冲击疲劳寿命 (落球次数)	硬度, HRC	
				表面	心部
D(Z)QG	$\leq 90$	$> 12$	$\geq 10000$	$\geq 58$	$\geq 50$
	$> 90$			$\geq 56$	$\geq 48$
D(Z)QZ	$\leq 90$	$\geq 12$	$\geq 10000$	$\geq 52$	$\geq 42$
	$> 90$			$\geq 50$	$\geq 40$

注1:落球冲击疲劳试验采用直径100mm的钢球;在标准高度3.5m试验机上试验的结果。其它直径钢球的冲击疲劳次数参照附录A公式(A.2)进行换算。

注2:冲击韧度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。

## 6.3 关于钢球硬度均匀性也可采用磨球平均体积硬度的计算方法,计算公式如下:

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

式中:

AVH——钢球硬度均匀性;

HRC——硬度;

$r$ ——钢球半径。

## 6.4 碎球率

碎球率应小于1%。

## 6.5 钢球表面质量

6.5.1 钢球表面不允许有裂纹与严重的折迭、缺肉、过烧。

6.5.2 钢球表面局部存在的结疤、麻点、凹陷、擦伤,其允许的深度不应大于表1规定的直径公差。

## 7 试验方法

7.1 锻(轧)钢球直径允许偏差、圆度和钢球允许的表面缺陷,用刻度读数不超过0.1mm的量具测量。

7.2 化学分析按 GB/T 223.3、GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.13、GB/T 223.14、GB/T 223.15、GB/T 223.16、GB/T 223.17、GB/T 223.58、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.61、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.64、GB/T 223.67、GB/T 223.68、GB/T 223.69、GB/T 223.71、GB/T 223.72、GB/T 223.76规定的方法或通用方法进行,但仲裁分析时应按 GB/T 223 有关规定进行。

7.3 冲击试验,采用在产品本体上切割的10mm×10mm×55mm无缺口试样,按 GB/T 229 规定进行。

7.4 落球冲击疲劳寿命试验,按本标准附录A规定的方法进行。

7.5 硬度(HRC)试验按 GB/T 230.1 进行。试样制备时,采用线切割或电火花切割,应将球表面磨成平台后检验,磨去厚度为2mm~5mm。

7.6 碎球率的检测和计算按本标准附录B规定进行。

7.7 钢球不允许有的表面缺陷,用肉眼进行观察检验。

7.8 数值修约方法按 GB/T 8170 进行。

## 8 检验规则

8.1 产品质量由生产厂技术监督部门负责检验。

8.2 钢球的直径允许偏差、圆度、表面缺陷均按 GB/T 2828.1 规定进行抽样检查。

8.3 钢球化学成分测定,按钢球批次抽检,如抽检不合格,应加倍抽样复验,其中仍有不合格,则该批为

不合格。

8.4 钢球表面硬度检验,按每个工作班随机取样,个数不少于5个。经检验有1个锻(轧)球不合格,则应任取双倍的钢球进行复验,若仍有1个钢球不合格,而全部硬度数值平均值仍符合表3规定,应判为合格,否则该批为不合格。

8.5 钢球心部硬度的检验,同类同规格锻(轧)钢球每连续生产200t,抽取表面硬度为表3规定下限的钢球进行检验。如检验不合格,则应在该批中加倍复验。如化学成分合格,可允许重新热处理。仍有不合格,则该批为不合格。

## 9 包装、标志、运输、贮存和质量证明书

9.1 钢球可采用铁桶、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球的类型和规格。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) 钢球类型、规格;
- 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;
- b) 类型与规格;
- c) 批号与批量;
- d) 检验结果;
- e) 本标准编号。

## 附录A

## (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,模拟钢球在球磨机中的冲击过程。冲击次数由计数器实现。钢球冲击疲劳失效的冲击次数反映了钢球在该种情况下的冲击疲劳寿命。

A.1 落球机型号为MQ型,落程为3.5m。

A.2 落球试验的试样为直径100mm钢球。

A.3 落球试验的试样应从检查批中任取16个钢球作为试验球,另取3个以上的钢球作为替换球,在替换球表面上记号。

A.4 落球试验在常温下进行。

A.5 钢球失效判断及试验程序规定如下:

## A.5.1 钢球失效判断

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

A.5.1.2 钢球沿中部断裂。

## A.5.2 试验程序

A.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。

A.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。

A.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。

A.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A.5.1.1条和A.5.1.2条规定时,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。分别记录三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。

## A.6 落球冲击疲劳寿命的确定

A.6.1 落球冲击疲劳试验寿命按下式确定:

$$N_f = \frac{2B_1}{B_s} \times \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$N_f$ ——该批钢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;

$B_1$ ——弯管中的钢球数;

$B_s$ ——试验系统内的总钢球数。

A.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。

## A.6.3 不同磨球直径落球冲击疲劳试验次数的确定

在直径非100mm情况下,其它直径的磨球冲击疲劳寿命(次数)可按以下经验公式换算:

$$N = 10000 \times \frac{100}{D} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

$D$ ——被测磨球直径；

$N$ ——该直径磨球的冲击疲劳试验寿命(落球次数)。



**附录B**  
**(规范性附录)**  
**碎球率的测定与计算**

在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。

碎球率按下式计算:

$$\rho = \frac{Q_1 + Q_2}{Q + Q'} \times 100\%$$

式中:

- $\rho$ ——碎球率(%);
  - $Q$ ——初装球磨机内球量(t);
  - $Q'$ ——正常运转中添加的球量(t);
  - $Q_1$ ——正常运转中球磨机排出的碎球量(t);
  - $Q_2$ ——停机检测时,在球磨机内的碎球量(t)。
-