

GB/T 17445—1998

## 前 言

本标准参照国内外有关标准制订的,适用于建材行业标准 JC/T 533—1994《建材工业用铬合金铸造磨球》所规定的干磨工况;同时也适用于黑色冶金行业标准 YB/T 092—1996《合金铸铁球》所规定的湿磨工况。

由于铸钢磨球的产品经济技术指标有待进一步完善和提高,本标准未将铸钢磨球列入。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是标准的附录。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国铸造标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:清华大学、广州有色金属研究院耐磨材料机械研究所、安徽宁国耐磨材料总厂、山西晋城抗磨材料厂、马鞍山矿友耐磨材料集团股份有限公司、云南大姚铜矿楚雄星泰公司。

本标准主要起草人:吴德海、李卫、姚永茂、张继爱、梁吉、董满林、李京隆。

## 中华人民共和国国家标准

## 铸造磨球

GB/T 17445 1998

Cast grinding balls

## 1 范围

本标准规定了铬系合金(高铬、中铬、低铬)白口铸铁和贝氏体球墨铸铁磨球的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和运输。

本标准适用于选矿、火力发电、建材和化工等领域,用以粉碎和研磨矿石、煤和水泥等相关物料的铬系合金(高铬、中铬、低铬)白口铸铁和贝氏体球墨铸铁磨球。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 223.1—81 钢铁及合金中碳量的测定
- GB 223.2—81 钢铁及合金中硫量的测定
- GB 223.3—88 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 223.4—88 钢铁及合金化学分析方法 硝酸铵氧化容量法测定锰量
- GB/T 223.5—1997 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 223.12—91 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 223.18—94 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 223.23—94 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟分光光度法测定镍量
- GB 223.26—89 钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐直接光度法测定钼量
- GB 223.46—89 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—94 钢铁及合金化学分析方法 萃取分离-偶氮氯膦 mΛ 分光光度法测定稀土总量
- GB/T 229—1994 金属夏比缺口冲击试验方法
- GB/T 230—91 金属洛氏硬度试验方法
- GB 2828—87 逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批的检查)
- GB 5611—1998 铸造术语
- GB 5612—85 铸铁牌号表示方法
- GB 6414—86 铸件尺寸公差
- GB 7216—87 灰铸铁金相
- GB 9441—88 球墨铸铁金相检验
- GB/T 13298—91 金属显微组织检验方法

国家质量技术监督局 1998-07-30 批准

1999-07-01 实施

GB/T 17445—1998

3 定义

本标准采用下列定义。

- 3.1 铸造术语按 GB 5611 的规定;铸铁牌号参照 GB 5612 的规定。
- 3.2 高铬铸铁磨球:含铬量大于 10%,共晶碳化物主要为 $(Cr,Fe)_7C_3$  的铸造磨球。
- 3.3 中铬铸铁磨球:含铬量 5%~10%,共晶碳化物主要为 $(Cr,Fe)_7C_3$  和 $(Cr,Fe)_3C$  的铸造磨球。
- 3.4 低铬铸铁磨球:含铬量 0.5%~5%,共晶碳化物主要为 $(Cr,Fe)_3C$  的铸造磨球。
- 3.5 贝氏体球墨铸铁磨球:基体组织中主要是贝氏体的球墨铸铁磨球,简称贝氏体球铁磨球。
- 3.6 碎球率:碎球是指破碎面积超过磨球面积 1/3 以上者,使用过程中发生碎裂的铸造磨球总量与总用球量的百分比称为碎球率。
- 3.7 落球冲击疲劳寿命:落球试验中磨球冲击疲劳失效时承受的冲击次数。

4 产品分类

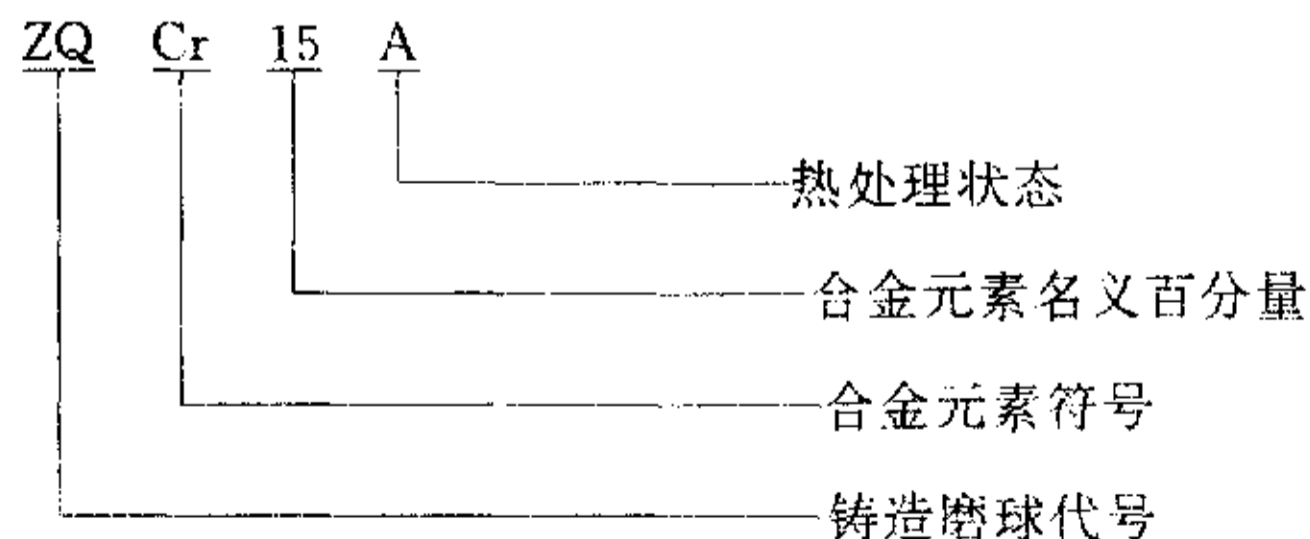
- 4.1 铬系合金铸铁磨球按铬含量分为高铬铸铁磨球、中铬铸铁磨球和低铬铸铁磨球 3 种类型,有 5 种牌号。合金球墨铸铁磨球有 1 种牌号,即贝氏体球墨铸铁磨球。
- 4.2 按铸造磨球直径分为 15 种规格,相应的直径偏差以及最大直径与最小直径差值,参照 GB 6414—86 中的 9 级精度给出,见表 1。

表 1 铸造磨球规格 mm

项目	规格														
	φ10	φ15	φ20	φ25	φ30	φ40	φ50	φ60	φ70	φ80	φ90	φ100	φ110	φ120	φ125
直径偏差	-1.0			+2.0			-3.0			+3.5					
	-0.5			-1.0			-1.0			-1.5					
最大直径与最小直径差值	≤1.0			≤2.0			≤3.0			≤4.0					

4.3 铸造磨球牌号的表示方法

- 4.3.1 按 GB 5612—85 规定,合金元素含量大于或等于 1%时,用整数表示。常规元素(硅、锰)超过一般含量,并且有特殊作用时,则标注其元素符号及含量。
- 4.3.2 用代号 ZQ 表示铸造磨球。
- 4.3.3 本标准所规定的牌号只规定主加合金元素和含量。
- 4.3.4 对高铬系铸造磨球有 A、B 之分,它们分别代表淬火态和非淬火态。
- 4.3.5 铸造磨球牌号 ZQCr15A 表示方法举例如下



4.4 代号

在铸造磨球牌号后面附加直径(mm),并以“-”号分开,则表示该铸造磨球的代号,如牌号 ZQCr15A,直径为 100 mm 的铸造磨球,其代号表示为 ZQCr15A-100。

GB/T 17445--1998

5 技术要求

- 5.1 铸造磨球的直径偏差,最大直径与最小直径差值应符合表 1 规定。
- 5.2 各种牌号的铸造磨球的化学成分应符合表 2 规定。

表 2 铸造磨球的化学成分 %

名称	牌号	化 学 成 分								
		C	Si	Mn	Cr	Mo	Cu	Ni	P	S
高铬铸铁磨球	ZQCr26	2.0~2.8	≤1.0	0.5~1.5	22~28	0~1.0	0~2.0	0~1.5	≤0.10	≤0.06
高铬铸铁磨球	ZQCr20	2.0~2.8	≤1.0	0.5~1.5	18~22	0~2.5	0~1.2	0~1.5	≤0.10	≤0.06
高铬铸铁磨球	ZQCr15	2.0~3.0	≤1.0	0.5~1.5	13~17	0~3.0	0~1.0	0~1.5	≤0.10	≤0.06
中铬铸铁磨球	ZQCr8	2.1~3.2	0.5~2.2	0.5~1.5	7~10	0~1.0	0~0.8	0~1.5	≤0.10	≤0.06
低铬铸铁磨球	ZQCr2	2.2~3.6	≤1.2	0.5~1.5	1.5~3.0	0~1.0	0~0.8	—	≤0.10	≤0.10
贝氏体球墨铸铁磨球	ZQSi3	3.2~3.8	2.0~3.5	2.0~3.0	—	—	—	—	≤0.10	≤0.03

5.3 力学性能

- 5.3.1 铸造磨球的力学性能应符合表 3 的规定。

表 3 力学性能

名称	牌号	表面硬度(HRC)		落球冲击疲劳寿命(次数)
		淬火态(A)	非淬火态(B)	
高铬铸铁磨球	ZQCr26	≥56	≥45	≥8 000
高铬铸铁磨球	ZQCr20	≥56	≥45	≥8 000
高铬铸铁磨球	ZQCr15	≥56	≥49	≥8 000
中铬铸铁磨球	ZQCr8	—	≥48	≥8 000
低铬铸铁磨球	ZQCr2	—	≥45	≥8 000
贝氏体球墨铸铁磨球	ZQSi3	≥50	—	≥8 000

5.3.2 铸造磨球沿通过浇口至球心的直径方向的硬度差不得超过 3HRC。可用机械加工或线切割技术制取磨球剖切面。关于磨球硬度的均匀性也可采用磨球体积硬度的计算方法。

5.3.3 除有特殊情况外,碎球率原则上应小于或等于 1%。具体指标由供需双方商定。

5.3.4 铸造磨球的冲击韧度和落球冲击疲劳寿命是否作为验收标准,由供需双方商定。

5.4 铸造磨球不允许有裂纹和影响使用性能的夹渣、砂眼、缩孔、缩松、气孔、冷隔等铸造缺陷。

5.5 金相组织

金相组织是铸造磨球生产过程中必要的质量检验内容,不作为产品的验收标准,如有特殊需要由供需双方商定。金相组织的组成、碳化物或石墨的形态、磷共晶的数量等检验方法按 GB/T 13298、GB 7216和 GB 9441 进行。

6 试验方法

6.1 铸造磨球直径偏差采用精度不低于 0.1 mm 的量具测量。

6.2 化学成分的分析方法按 GB 223.1,GB 223.2,GB 223.3,GB 223.4,GB/T 223.5,GB/T 223.12,GB/T 223.18,GB/T 223.23,GB 223.26,GB223.46,GB/T 223.49 规定进行。

6.3 冲击韧度试验采用 10 mm×10 mm×55 mm 无缺口试样按 GB/T 229 规定进行。

6.4 洛氏硬度试验按 GB/T 230 进行。

## GB/T 17445—1998

- 6.5 落球冲击疲劳试验按附录 A(标准的附录)规定的方法进行。  
 6.6 碎球率的测定与计算按附录 B(标准的附录)规定进行。  
 6.7 球耗的计算按附录 C(标准的附录)规定进行。

## 7 检验规则

- 7.1 铸造磨球由生产厂质量检验部门检验。  
 7.2 采用电炉熔炼时,每炉均应进行化学成分检验;采用冲天炉熔炼时,每 2 小时应抽验取样 1 个进行化学成分检验。如果检验 1 个试样不合格应加倍取样复验,其中仍有 1 个试样不合格,则该炉为不合格。  
 7.3 表面硬度检验时,抽样按 GB 2828 中规定的 S-2 水平进行。对于大于  $\phi 70$  mm(含  $\phi 70$  mm)铸造磨球,每吨随机抽取的磨球数量为 3 个,若有 1 个铸造磨球硬度不合格,则再随机抽取同样数量的磨球进行复验,两次取样不合格磨球数量大于、等于 2,则该批为不合格。对于小于  $\phi 70$  mm 的铸造磨球,每吨随机抽取的磨球数量为 5 个,若有 1 个铸造磨球硬度不合格,则再随机抽取同样数量的磨球进行复验,两次取样不合格磨球数量大于、等于 2,则该批为不合格。在检验表面硬度时,应把铸造磨球的上、下表面各磨去 3 mm。若硬度不合格时,允许重复热处理。  
 7.4 磨球体积硬度的计算方法:  

$$AVH = 0.009HRC_{\text{心部}} + 0.063HRC_{r/4} + 0.203HRC_{r/2} + 0.437HRC_{3r/4} + 0.289HRC_{\text{表面}}$$
  
 7.5 冲击韧度的试验:应采用与铸造磨球同一包液体金属浇注的试样,并与铸造磨球同炉热处理后进行试验。试样可取自铸造磨球本体;或者单铸;或由供需双方商定。

## 8 包装、标志、运输

- 8.1 铸造磨球可采用容器(铁桶或编织袋)包装或散装。  
 8.2 以整体散装运输时,或以集装箱散装运输时,应在相应位置以标牌标明铸造磨球的牌号和规格。包装运输时在包装物表面上应注明:  
 a) 需方名称、地址和到站;  
 b) 铸造磨球牌号与规格;  
 c) 装箱号;  
 d) 毛质量与净质量;  
 e) 供方名称和地址。  
 8.3 每批出厂产品应附质量合格证明书,其中注明:  
 a) 供方名称;  
 b) 牌号与规格;  
 c) 批号与批量;  
 d) 检验结果;  
 e) 本标准编号。

## GB/T 17445-1998

## 附录 A

(标准的附录)

## 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,模拟铸造磨球在球磨机中的冲击过程。冲击次数由计数器显示。冲击疲劳失效的冲击次数反映了铸造磨球在该种情况下的冲击疲劳寿命。

A1 落球机型号为 MQ 型,落程 3.5 m。

A2 落球试验的试样为  $\phi 100$  mm 磨球。

A3 落球试验的试样应从所检查的批次中任取 16 个铸造磨球为试验球,另外取三个以上的铸造磨球作替换球,在替换球表面打上记号。

A4 落球试验在常温下进行。

A5 铸造磨球失效判断及试验程序规定如下:

## A5.1 铸造磨球失效判断

a) 铸造磨球表面上剥落层平均直径(最大直径和最小直径的平均值)大于 20 mm,中部厚度大于 5 mm。

b) 铸造磨球沿中部断裂。

## A5.2 试验程序

A5.2.1 将试验球和替换球的棱边打磨或在清理滚筒中作表面清理,检查试验机工作状态。

A5.2.2 先将 12 个试验球放入弯管内,启动试验机,由下滑道逐步将余下的 4 个试验球放入循环运输系统。

A5.2.3 打开计数器,将计数器清零、清警,数字拨盘拨至预定数(8 000)。

A5.2.4 试验人员在现场应认真观察,当发现有 1 个试验球失效情况符合 A5.1 中 a) 或 b) 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 个试验球失效时在落球机系统中受到冲击的累计数。如果在试验失效球数未达到失效球数指标时,加入的替换球已发生破坏,应不计入失效球数。

## A6 落球冲击疲劳试验寿命的规定

A6.1 落球冲击疲劳试验寿命按下式确定:

$$N_f = \frac{2B_1 N_1 + N_2 + N_3}{3}$$

式中:  $N_f$ ——该批磨球落球冲击疲劳试验寿命(次数);

$N_1$ ——第一个试验球失效时,计数器记录的次数;

$N_2$ ——第二个试验球失效时,计数器记录的次数;

$N_3$ ——第三个试验球失效时,计数器记录的次数;

$B_1$ ——弯管中的铸造磨球数;

$B_2$ ——试验系统内的铸造磨球总数。

A6.2 数据处理时,小数部位按四舍六入五单双取整值填入试验报告。在试验报告中应注明失效球的失效情况,并记录试验温度。

## GB/T 17445—1998

## 附录 B

(标准的附录)

## 碎球率的测定与计算

在球磨机正常生产作业条件下,球磨机运转 2 000 h 以上,累计球磨机运转期间排出的碎球质量,称质量。然后停机将留在球磨机内的碎球拣出,称质量,计量在此期间的用球总质量。

碎球率按下式计算:

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

式中: $\rho$ ——碎球率,%;

$Q$ ——初装球磨机内的磨球质量,t;

$Q'$ ——正常运转中添加的磨球质量,t;

$Q_1$ ——正常运转中球磨机排出的碎球质量,t;

$Q_2$ ——停机检测时,在球磨机内的碎球质量,t。

## 附录 C

(标准的附录)

## 铸造磨球的球耗计算

在球磨机正常生产作业条件下,球磨机运转 2 000 h 以上(运转时间也可由供需双方商定),铸造磨球的球耗计算公式如下:

$$M = \frac{(Q + Q' - Q_h) \times 10^6}{N}$$

式中: $M$ ——铸造磨球的球耗,g/t;

$Q$ ——初装球磨机内的磨球质量,t;

$Q'$ ——正常运转中添加的磨球质量,t;

$Q_h$ ——可回用的磨球质量,t;

$N$ ——研磨过程中,投入的物料总质量,t。