ICS 77.140.80
CCS J 31

中华人民共和国国家标准

GB/T 17445—2022
代替 GB/T 17445—2009

铸造磨球

Cast grinding balls

Grinding Media
Grinding Ball
中耐
Zonai
Where durability Spins
于此转动

2022-03-09 发布　　2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　次

前言 …… Ⅰ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　牌号和代号 …… 2
5　技术要求 …… 3
6　试验方法 …… 4
7　检验规则 …… 5
8　标志、合格证、包装和运输 …… 5
附录A（规范性）　磨球冲击疲劳寿命试验方法 …… 7
附录B（规范性）　碎球率的测定与计算 …… 9
附录C（规范性）　铸造磨球的球耗计算 …… 10

表1　铸造磨球规格及直径公差 …… 2
表2　主要化学成分 …… 3
表3　铸造磨球表面硬度 …… 4

Grinding Media
Grinding Ball
Zonai
Where Durability Spins
耐久，于此转动

铸 造 磨 球

1 范围

本文件规定了筒式磨机用铬合金白口铸铁磨球和球墨铸铁磨球的牌号和代号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、合格证、包装和运输。

本文件适用于冶金、电力、建材和化工等行业，用以破碎和研磨矿石、煤和水泥等相关物料的铬合金白口铸铁磨球和球墨铸铁磨球(以下简称“磨球”)。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 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 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法

GB/T 223.18 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 223.23 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 223.60 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 223.63 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 223.71 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 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 5611 铸造术语

GB/T 5612 铸铁牌号表示方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 9441—2009 球墨铸铁金相检验

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 24234 铸铁 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)

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文件。

3.1

铬合金白口铸铁磨球 chromium alloy white cast iron grinding ball

以铬为主要合金元素的白口铸铁铸造的磨球。

3.2

球墨铸铁磨球 ductile iron grinding ball

球墨铸铁铸造的磨球。

3.3

碎球率　breakage ratio of ball

碎球总重量与用球总重量的百分比。

注：碎球是指磨机正常生产作业中磨球破碎面积超过磨球表面积1/3以上的磨球。

3.4

磨球冲击疲劳寿命　impact fatigue life of grinding ball

落球试验中测定的磨球冲击疲劳失效时承受的冲击次数。

3.5

球耗　ball consumption

磨机正常生产作业中破碎和研磨每吨物料所消耗的磨球总重量。

4　牌号和代号

4.1　磨球规格

磨球以其公称直径表示规格。磨球公称直径应符合表1的规定。

表1　铸造磨球规格及直径公差

单位为毫米

公称直径 ϕ	$\phi \leqslant 30$	$30 < \phi \leqslant 60$	$60 < \phi \leqslant 80$	$80 < \phi \leqslant 100$	$100 < \phi \leqslant 120$	$\phi > 120$
直径公差	$^{+1.0}_{-1.0}$	$^{+1.5}_{-1.0}$	$^{+2.0}_{-1.0}$	$^{+2.5}_{-1.0}$	$^{+3.0}_{-1.0}$	$^{+3.5}_{-2.0}$

4.2　牌号

4.2.1　铬合金白口铸铁磨球按含铬量分为7个牌号，如表2所示。

4.2.2　球墨铸铁磨球为1个牌号，如表2所示。

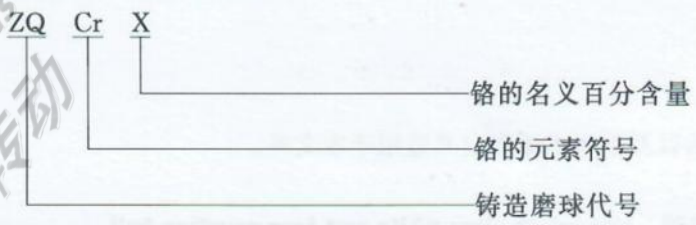
4.3　铸造磨球牌号的表示方法

4.3.1　磨球的牌号表示方法符合GB/T 5612的规定。

4.3.2　用代号ZQ表示铸造磨球。用代号CADI表示含碳化物的等温淬火球墨铸铁。

4.3.3　铬合金白口铸铁磨球牌号用ZQ(铸造磨球代号)后加主加合金铬元素及其含量来表示。按GB/T 5612的规定，合金元素含量大于或等于1%时，用整数表示。

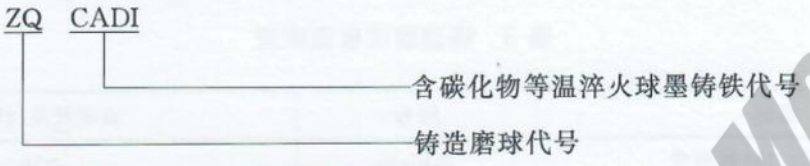
4.3.4　铬合金白口铸铁磨球牌号表示方法如下：



示例：ZQCr12表示主加合金铬元素为12%的铬合金白口铸铁磨球。

4.3.5　球墨铸铁磨球牌号表示方法如下：

Zonray Grinding Media
Where Durability Spins
耐久，在此转动



示例：ZQCADI 表示含有碳化物的等温淬火球墨铸铁磨球。

4.4 铸造磨球代号的表示方法

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。

注：如牌号 ZQCr12，直径为 100 mm 的铸造磨球，其代号表示为 ZQCr12-100。

5 技术要求

5.1 磨球的直径公差

磨球的直径公差应符合表 1 的规定。

5.2 化学成分

各种牌号的铸造磨球的主要化学成分应符合表 2 规定。

表 2 主要化学成分

%

名称	牌号	主要化学成分								
		C	Si	Mn	Cr	Mo	Cu	Ni	P	S
铬合金白口铸铁磨球[a]	ZQCr26	2.1～3.3	≤1.2	0.2～1.5	23.0～30.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤0.06	≤0.06
铬合金白口铸铁磨球[a]	ZQCr20	2.1～3.5	≤1.2	0.2～1.5	18.0～23.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤0.06	≤0.06
铬合金白口铸铁磨球[a]	ZQCr15	2.1～3.6	≤1.2	0.2～1.5	14.0～18.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤0.06	≤0.06
铬合金白口铸铁磨球[a]	ZQCr12	2.1～3.6	≤1.2	0.2～1.5	10.0～14.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤0.06	≤0.06
铬合金白口铸铁磨球[a]	ZQCr8	2.1～3.6	≤2.2	0.2～1.5	7.0～10.0	≤1.0	≤0.8	—	≤0.06	≤0.06
铬合金白口铸铁磨球[a]	ZQCr5	2.1～3.6	≤1.5	0.2～1.5	4.0～6.0	≤1.0	≤0.8	—	≤0.08	≤0.08
铬合金白口铸铁磨球[a]	ZQCr2	2.1～3.6	≤1.5	0.2～1.5	1.0～3.0	≤1.0	≤0.8	—	≤0.10	≤0.10
含碳化物球墨铸铁磨球[b]	ZQCADI	3.2～3.8	2.0～3.0	0.5～3.5	0.2～1.5	≤1.0	≤1.0	—	≤0.05	≤0.03

[a] 铬合金白口铸铁磨球允许加入少量或微量 V、Ti、Nb、B 和 RE 等元素。

[b] 球墨铸铁磨球允许加入少量 Mg、RE 等元素。

5.3 力学性能

5.3.1 磨球的表面硬度应符合表 3 的规定。

Zoneli Grinding Media Grinding Ball
Where Durability Spins
耐久，于此转动

表 3　铸造磨球表面硬度

名称	牌号	表面硬度/HRC
铬合金白口铸铁磨球	ZQCr26	≥58
铬合金白口铸铁磨球	ZQCr20	≥58
铬合金白口铸铁磨球	ZQCr15	≥58
铬合金白口铸铁磨球	ZQCr12	≥58
铬合金白口铸铁磨球	ZQCr8	≥48
铬合金白口铸铁磨球	ZQCr5	≥47
铬合金白口铸铁磨球	ZQCr2	≥45
含碳化物球墨铸铁磨球	ZQCADI	≥50

5.3.2　磨球的浇口中心和球心直径上的硬度差不应超过 3HRC。公称直径大于 90 mm 的 ZQCr2 磨球硬度差以及特殊情况下磨球硬度差由供需双方商定。

5.3.3　ZQCr26、ZQCr20、ZQCr15、ZQCr12 磨球和 ZQCADI 磨球碎球率应小于或等于 1%，其他牌号磨球碎球率应小于或等于 2%。特殊情况下具体指标由供需双方商定。

5.3.4　磨球冲击疲劳寿命和球耗是否作为验收项目，由供需双方商定。

5.4　表面质量

磨球不应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

5.5.1　铬合金白口铸铁磨球和球墨铸铁磨球金相组织不作为产品的验收项目。如有特殊需要，由供需双方商定。

5.5.2　球墨铸铁磨球石墨球化级别不低于 GB/T 9441—2009 规定的 3 级。石墨球数不低于 100 个/mm^2。如有特殊要求，球化级别由供需双方商定。其他金相组织不作为产品的验收项目，如有特殊需要，由供需双方商定。

6　试验方法

6.1　磨球直径采用精度不低于 0.1 mm 的量具测量。

6.2　化学成分分析方法按 GB/T 223.3、GB/T 223.4、GB/T 223.11、GB/T 223.18、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.71 和 GB/T 223.72 的规定进行。

6.3　化学成分分析用试样的制备和取样方法应符合 GB/T 20066 的规定。光谱分析试样的制备和取样应符合 GB/T 24234 的规定。

6.4　洛氏硬度试验按 GB/T 230.1 的规定执行。表面硬度允许用便携式硬度计测试。

6.5　表面硬度应在磨球表面下 2 mm～3 mm 处测试。硬度测试面应经机械加工、线切割或电火花加工制取，线切割或电火花加工面应经机械加工去掉热影响区。

6.6　按附录 A 进行磨球冲击疲劳试验。

6.7　碎球率的测定与计算应符合附录 B 的规定。

6.8　球耗的计算应符合附录 C 的规定。

7 检验规则

7.1 检验批次

下列情况之一分别构成一个检验批次：

a) 化学成分检验批次，采用电炉熔炼时，每炉作为一批；采用冲天炉熔炼时，每 2 h 作为一批；

b) 磨球直径和硬度检验批次，同一牌号的磨球在熔炼工艺稳定的条件下，多个炉次浇铸的并经相同热处理工艺（如果需要进行热处理），用间歇式热处理炉热处理的磨球，以每炉次相同公称直径磨球为一批；用连续式热处理炉热处理的磨球，以每 10 t 相同公称直径磨球为一批。

7.2 判定规则

7.2.1 每批取 1 个试样进行化学成分检验。取样采取切屑时，应取去除掉铸造表面以下至少 6 mm 的切屑。如果检验结果为不合格，可加倍取样复验，若其中仍有 1 个试样不合格，则可判定该批磨球化学成分为不合格。

7.2.2 每批随机抽取 3 个磨球检验直径和硬度，若有 1 个磨球的直径或硬度不合格，则再随机抽取同样数量的磨球进行复检，两次检验不合格磨球数大于或等于 2 时，则可判定该批磨球的直径或硬度为不合格。若第一次取样即有 2 个磨球的直径或硬度不合格，则可判定该批磨球直径或硬度为不合格。若磨球硬度不合格时，允许重新热处理。

7.2.3 化学成分、硬度和直径的检验结果，按照 GB/T 8170 的规定进行修约。

8 标志、合格证、包装和运输

8.1 标志和合格证

8.1.1 每批磨球应有可以进行质量追溯的标志。

8.1.2 每批磨球出厂时，应附有产品合格证或质量证明书。其内容至少应包括：

a) 供方名称和地址；

b) 商标；

c) 磨球名称、牌号及规格，或者磨球代号；

d) 检验批号；

e) 检验结果（检验报告）；

f) 订货合同号；

g) 执行标准编号；

h) 出厂日期。

8.2 包装和运输

8.2.1 磨球在检验合格后应进行包装，包装应符合订货合同的规定。也可采用容器（铁桶或编织袋）包装或散装。

8.2.2 运输时应在包装物表面上或散装运输时附于每批磨球的标牌上标识：

a) 需方名称、地址和到站；

b) 磨球名称、牌号与规格，或者磨球代号；

c) 装箱号；

d) 重量；

e) 供方名称和地址；
f) 产品序列号；
g) 供方标记。

Grinding Media
Grinding Ball
中耐
Zonai
Where Durability Spins
耐久，于此转动

附 录 A
（规范性）
磨球冲击疲劳寿命试验方法

A.1 试验原理

落球法磨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，模拟铸造磨球在筒式磨机中的冲击过程，计算铸造磨球在冲击疲劳失效时的冲击次数，以出现疲劳失效时的冲击次数代表铸造磨球的冲击疲劳寿命。

冲击次数由计数器显示，铸造磨球冲击疲劳寿命应不低于 8 000 次。

A.2 落球机型

落球机型为 MQ 型，落程为 3.5 m。

A.3 试样

落球试验的试样为 ϕ100 mm 磨球。

A.4 落球试验磨球数量

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 3 个以上的铸造磨球作替换球，在替换球表面标上记号。

A.5 落球试验温度

落球试验在常温下进行。

A.6 铸造磨球失效判断及试验程序

A.6.1 试验程序

A.6.1.1 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。

A.6.1.2 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 个试验球放入循环输运系统。

A.6.1.3 打开计数器，将计数器清零、清警，数字拨盘拨至预定数（8 000）。

A.6.1.4 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 A.6.2 中的 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。

A.6.2 失效判断

出现下列情况之一时，即可判断铸造磨球失效：

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，同时中部厚度大于 5 mm；

b） 铸造磨球沿中部断裂。

A.7 磨球冲击疲劳试验寿命

磨球冲击疲劳试验寿命按式(A.1)确定：

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

式中：

N_f ——该批磨球冲击疲劳试验寿命(次数)；

B_t ——弯管中的铸造磨球数；

B_s ——试验系统内的铸造磨球总数；

N_1 ——第 1 个试验球失效时，计数器记录的次数；

N_2 ——第 2 个试验球失效时，计数器记录的次数；

N_3 ——第 3 个试验球失效时，计数器记录的次数。

A.8 数据处理

数据处理时，小数部位按 GB/T 8170 数值修约规则取整数值填入试验报告。

A.9 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。

Grinding Media
Grinding Ball
中材
Zonai
Where Durability Spins
耐久，于此转动

附 录 B
（规范性）
碎球率的测定与计算

在筒式磨机正常生产作业条件下，筒式磨机运转 720 h～3 000 h（依照使用工况，由供需双方商定具体时间），累计筒式磨机运转期间排出的碎球重量，称重。然后停机将留在筒式磨机内的碎球拣出，称重。计量在此期间的总用球重量。

碎球率按式（B.1）计算：

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

式中：

ρ ——碎球率；

Q ——初装筒式磨机内的磨球重量，单位为吨（t）；

Q' ——正常运转中添加的磨球重量，单位为吨（t）；

Q_1 ——正常运转中筒式磨机排出的碎球重量，单位为吨（t）；

Q_2 ——停机检测时，在筒式磨机内的碎球重量，单位为吨（t）。

Zonai Where Durability Spins 耐久，于此转动 中耐 Grinding Media Grinding Ball

附 录 C
（规范性）
铸造磨球的球耗计算

在筒式磨机正常生产作业条件下，筒式磨机运转 720 h～3 000 h（依照使用工况，由供需双方商定具体时间），铸造磨球的球耗按式（C.1）计算：

$$M=\frac{(Q+Q'-Q_h)\times 10^6}{N} \quad \cdots\cdots (C.1)$$

式中：

M ——铸造磨球的球耗，单位为克每吨（g/t）；

Q ——初装筒式磨机内的磨球重量，单位为吨（t）；

Q' ——正常运转中添加的磨球重量，单位为吨（t）；

Q_h ——可回用的磨球重量，单位为吨（t）；

N ——研磨过程中，投入的物料总重量，单位为吨（t）。

Zonai 中材 Grinding Media Grinding Ball Where Durability Spins 耐久，于此转动

GB/T 17445—2022

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
铸 造 磨 球
GB/T 17445—2022
*
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销
*
开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 27 千字
2022年3月第一版 2022年3月第一次印刷
*
书号:155066·1-69093 定价 22.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

GB/T 17445-2022

码上扫一扫 正版服务到

Grinding Media
Grinding Ball
Zonai
Where Durability Spins
耐久 开始转动