

# 贝氏体钢球的工业试验与应用探讨

李贵斗  
(首钢矿业公司)

摘 要 介绍了首钢矿业公司为提高钢球质量,降低钢球消耗所进行的工业试验和应用情况,探讨了采用贝氏体钢球代替普通碳钢球的可行性。

关键词 钢球 贝氏体 磨矿

首钢矿业公司有大石河铁矿、水厂选矿厂老、新 3 座大型选矿厂,设计年处理铁矿石 2 700 万 t,磨选工艺流程均为阶段磨矿、阶段选别流程,其中一段球磨机与螺旋分级机形成闭路磨矿,二段球磨机与细筛形成自循环磨矿方式。多年来,一段球磨机一直使用首钢 97 mm 等外钢坯生产的普通  $\phi 127$  mm 钢球。在这期间,虽然经过多次对钢球的加工工艺和过程进行改造和完善,提高钢球的耐磨性能,但由于应用的钢坯材质较差,钢球消耗与国内先进水平相比仍有较大差距。1998 年钢球消耗为 0.99 kg/t,比国内先进水平高了将近 1 倍,影响了选矿加工成本的进一步降低。特别是由于首钢总公司对钢坯的轧制工艺改造为连铸后,加工钢球用料,将由目前的 97 mm 等外钢坯改为 120 mm 的成品钢坯,使矿业公司各选矿厂面临着钢球价格上升,选矿加工费用升高的问题。在这一前提下,矿业公司在水厂选矿厂老厂组织了贝氏体钢球与普通钢球的工业生产应用试验工作,取得了较好效果。

## 1 钢球的加工工艺及过程

### 1.1 普通碳钢球

钢坯用气割法切断成 1 m 长的用料,在锻造连续式加热炉内加热,加热温度为 1 200℃,后用热剪机进行热剪。始锻温度 1 150 ~ 1 200℃,终锻温度不低于 950℃,在加工成  $\phi 127$  mm 的球形后,进行淬火处理,淬火方式采用锻后余热淬火,淬火温度 900℃,时间 1.5 min,淬火水温 50℃,出水后返回温度不低于 150℃,然后散放自然冷却。

### 1.2 贝氏体钢球

贝氏体钢球采用从唐山贝氏体钢总厂购入的 75 mm × 75 mm 贝氏体钢坯,由矿业机械厂在现有生产设备和工艺条件下,在唐山贝氏体钢总厂专业

技术人员的指导下加工而成的。

钢坯用气割法切断成 1 m 长的用料,在锻造连续式加热炉内加热,加热温度 1 200℃,用热剪机进行热剪。始锻温度 1 000 ~ 1 100℃,终锻温度不低于 840 ~ 860℃。加工成  $\phi 110$  mm 的球形后,进行淬火处理。淬火方式采用锻后余热淬火,淬火温度为 840 ~ 860℃,时间 2 min,淬火水温为 60 ~ 65℃,淬火后自回火温度 230 ~ 250℃,钢球出水后进行保温缓冷,以桶装 5 t 计需 8 h,球温降至 70 ~ 90℃时散放自然冷却。

## 2 钢球的物理、化学性能

### 2.1 钢球的化学成分

普通钢球和贝氏体钢球主要化学成分分别见表 1 和表 2。

表 1 普通钢球主要化学成分

$\omega/\%$

元 素	C	Si	Mn	P
含 量	0.22	0.45	1.31	0.022

表 2 贝氏体钢球主要化学成分

$\omega/\%$

元 素	C	Si	Mn	Cr
含 量	0.59	1.68	0.58	0.84

### 2.2 物理机械性能

(1) 对普通钢球只进行了表面硬度的测试,其硬度 HRC 在 36.5 左右。

(2) 贝氏体钢球从表层直到心部逐层进行了测试,其 HRC 结果为 54、50、49、48、46、45、44。金相组织属于贝氏体 + 马氏体。冲击韧性在 20 J/cm<sup>2</sup> 以上。因此贝氏体钢球有硬度高,表层至心部硬度衰减小,冲击韧性高等优点。

李贵斗,首钢矿业公司生产技术处,工程师,064404 河北省迁安市滨河路。

### 3 工业试验结果

#### 3.1 钢球消耗情况

两种钢球工业试验结果见表 3。

表 3 两种钢球工业试验结果

钢球 种类	试验前 充填率/%	试验后 充填率/%	消耗球量 /t	原矿处理量 /t	钢球单耗 ( $\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}$ )
普通	38.37	37.88	37.88	57 100	0.67
贝氏体	38.28	38.37	25.58	56 851	0.45

从表 3 可见,贝氏体钢球消耗指标大大低于普通钢球,与普通钢球消耗  $0.67 \text{ kg/t}$  相比,降低了  $0.22 \text{ kg/t}$ 。

#### 3.2 磨矿效率

两种钢球的磨矿效率情况见表 4。

表 4 两种钢球的磨矿效率

项目名称	普通钢球			贝氏体钢球		
	新生成 处理量 /%	磨矿效率 /t	( $\text{t}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ )	新生成 处理量 /%	磨矿效率 /t	( $\text{t}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ )
以 -200 目 含量计算	22.74	71.17	0.88	23.87	71.04	0.92

从表 4 可看出,贝氏体钢球的磨矿效率比普通钢球的磨矿效率高  $0.04 \text{ t}(\text{m}^3\cdot\text{h})$ 。说明在现有的入磨原矿和设备条件下,将钢球直径由  $\phi 127 \text{ mm}$  降到  $\phi 110 \text{ mm}$  时,不会降低球磨机磨矿效率,是可行的。

#### 3.3 效益测算

两种钢球按原矿处理量计算的费用情况见表

5。

表 5 按原矿处理量计算的钢球费用情况

项目名称	普 通 钢 球		贝氏体钢球
	97 mm 钢坯钢球	120 mm 钢坯钢球	
成本(元 $\cdot\text{t}^{-1}$ )	1.388	2.199	1.492

表 5 表明,贝氏体钢球按原矿处理量计算的单耗费用与用首钢 97 mm 钢坯加工的普通钢球相比高了  $0.154 \text{ 元/t}$ ,与 120 mm 钢坯加工的普通钢球相比降低了  $0.707 \text{ 元/t}$ 。这主要是由于首钢 97 mm 钢坯为等外品,价格比较便宜,钢球的成本较低。说明用贝氏体钢球代替用首钢 120 mm 钢坯加工成的普通钢球是可行的,按现在选矿厂每年处理 1 000 万 t 原矿量计算,1 年可取得效益 707 万元。

### 4 结 论

(1) 贝氏体钢球在消耗指标方面,明显低于普通钢球,比普通钢球低了  $0.22 \text{ kg/t}$ 。特别是在工业试验过程中,未出现碎裂及脱皮现象,具有硬度高、韧性大、耐磨性能好、失圆度小的特点。

(2) 证明了当首钢供应 97 mm 等外钢坯改为 120 mm 钢坯后,用贝氏体钢球代替普通钢球是完全可行的,并每年可取得效益 700 万元以上。

(3) 把钢球直径由  $\phi 127 \text{ mm}$  降低到  $\phi 110 \text{ mm}$  后,不但不会影响球磨机磨矿效率,而且还有一定的提高。

(收稿日期 2000-07-15)