

提高造球盘生球质量、产量的研究与实践

杨金保 付 民 刘金英

(首钢球团厂)

摘要 首钢球团厂一系列氧化球生产线是由 2003 年截窑改造后在国内首家生产氧化球团的企业，产量也在一年内达到了设计生产能力，随着氧化球团生产工艺的不断优化，一系列的生产能力不断提高，已经超设计生产能力的 20% 以上，但生球的指标尤其是生球的粒度和生球的落下强度较球团二系列生产线生球偏低，为了提高一系列生球粒度和落下强度，将现有的一系列 2# 造球圆盘的直径由 $\phi 5500\text{mm}$ 扩大至 $\phi 6000\text{mm}$ ，球盘的边高、球盘传动中心不变及盘底刮刀中心位置不变，传动系统的电机功率和驱动能力重新核算，选择合适的传动系统进行试验，对比分析试验前后的生球指标，得出 $\phi 6000\text{mm}$ 造球圆盘在产量不变的情况下比 $\phi 5500\text{mm}$ 球盘明显提高 2-5%，同时返矿量降低 15%。

关键词 造球盘 直径扩大 生球指标 实践研究

1 前言

首钢球团厂一系列生产线于 2003 年截窑改造后转产酸性氧化球，2010 年生产氧化球 136.13 万吨，小时产量稳定在 170 ± 20 吨通过稳产达到高产，球团矿 TFe: $65.3\% \pm 0.05\%$ ，FeO<1%，抗压 $>2450\text{N/个球}$ ，其中球团矿 10-16mm 粒度在 80-82% 上下波动，生球落下强度在 5.6-6.0 次/0.5 米波动较球团厂二系列生产线生球落下强度 6.2-6.9 次/0.5 米明显偏低。为了提高一系列生球指标，进一步提高生球合格率、降低湿返矿率、降低皂土配比，2009 年 9 月份在球团厂一系列 2#、4# 造球盘上进行了试点实验，将现有的 2#、4# 造球圆盘的直径由 $\phi 5500\text{mm}$ 扩大至 $\phi 6000\text{mm}$ ，球盘的边高、球盘传动中心不变及盘底刮刀中心位置不变，传动系统的电机功率和驱动能力重新核算，选择合适的传动系统。

2 一系列 2#、4# 球盘试验计算及试验方案：

相关试验计算：

造球圆盘工况转速为 $n=7.5\text{rpm (r/m)}$

圆盘转动角速度 $\omega = (2\pi * n) / 60 = 3.14 * 7.5 / 60 = 0.3925 \text{ (r/s)}$

定轴圆盘的转动惯量： $I = MR^2/2$

其中：M 为定轴圆盘的质量

R 为定轴圆盘的半径

I 为定轴圆盘的转动惯量

圆盘的自重为 17.1t，给料量为 60t/h

$I = (60 + 17.1) * 1000 * 36 / 2 = 1387800 \text{ (kg} \cdot \text{m}^2\text{)}$

动能做功为 $T = I * \omega^2 / 2 = (1387800 * 0.3925^2) / 2 = 106899.6\text{J}$

扭矩 $M = I * (\omega_1 - \omega_0) / t$

其中： ω_1 为圆盘的运行的角速度

ω_0 为圆盘的运行的启动角速度

t 为圆盘的启动时间 (20s)

$M = 1387800 * 0.3925 / 20 = 27235.5 \text{ (N} \cdot \text{m)}$

$= 27.235\text{kN} \cdot \text{m}$

策划及编辑：北京金属学会办公室

现用 SEW 型 M3RSF60 减速机输出扭矩为 55.6kN*m，大于增加后的扭矩，可以不用更换减速机。

试验方案：

目前我厂一系列的 8 台造球盘设计尺寸均为 $\phi 5.5$ 米，按照目前球盘小时料量 30-40t，生球合格率 80% 计算，其出球能力 24-32t/h，正常需要 6 台盘运转基本可以保证日产 4000 吨的需求，但是在精矿粉的水分、粒度或品种变化波动较大时，对合格生球的产量影响较大，必须要开启 7 台造球盘运转才可以保证机速、料厚的稳定，为进一步提高生球合格率指标以及球盘台时生产能力，同时为下一步造球盘改造提供经验、改造数据，在 2#、4#造球盘上进行试点改造：

1) 将现有的 $\phi 5500\text{mm}$ 造球球盘扩大至 $\phi 6000\text{mm}$ 球盘，盘边高度、球盘中心不变，盘底、盘边、支撑立柱、刮刀横梁等保护性分解，以便于改造。

2) 将球盘盘边沿盘底外沿割除，保护盘底的圆度和尺寸，再将新制作的 $\phi 4900\text{mm}$ - $\phi 6000\text{mm}$ 圆环钢板用 M20 螺栓连接在原球盘的盘底，延长原有盘底的加强筋至 $\phi 6000\text{mm}$ 盘盘边，焊接均为连续焊接，焊缝高度不小于 6mm-8mm。

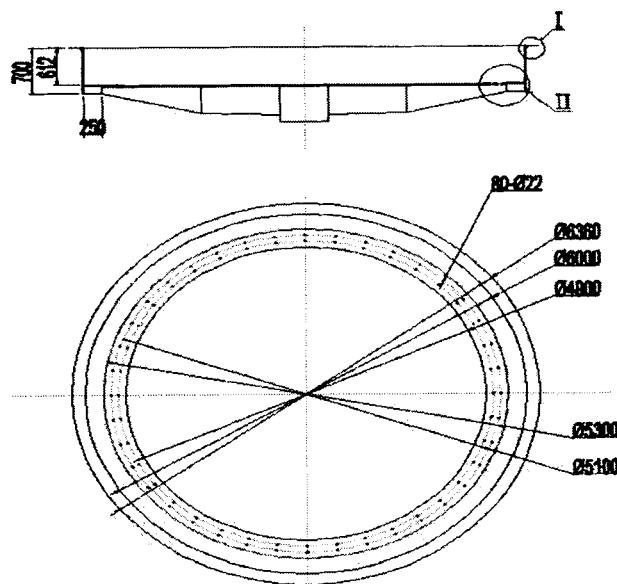
3) 将原有球盘刮刀横梁在不影响和不改变刮刀原有中心和相对位置处割断，将新增加的 $\phi 273\text{mm}$ 无缝钢管于原横梁相连接，使其长度在原有基础上增加 500mm，即在横梁的两端分别断开，各增加一节 $\phi 250\text{mm}$ 无缝管。

4) 造球盘主横梁两侧的支架在原有的球盘横轴位置分别向横轴两端外移 $\phi 250\text{mm}$ ，保证横梁和两立柱内侧长度为 $\phi 6600\text{mm}$ ，将原有横轴与横梁连接的销轴拆卸后，在新的装配位置重新固定。

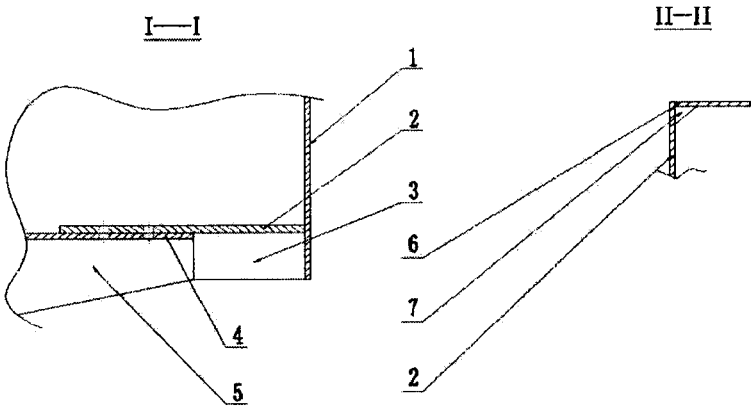
5) 改造中盘底刮刀中心位置保持不变，同时将球盘边侧底刮刀在原有的基础上增加 250mm，增加部分的刮刀材质、宽度、厚度与原刮刀相同。

6) 造球盘的中心不变，传动系统的电机由现在的 75Kw 增大至 90Kw，减速机不变，传动联轴器重新加工制作，球盘横轴位置中心不变，由于球盘直径增大，圆盘的溜料板在原有的基础上按圆型轨迹割除 250mm 左右，具体尺寸视现场实际割除，要求溜料板与圆盘无摩擦、刮卡现象，同时不能出现掉料现象。

7) 改造后须保证球盘盘边的外沿与球盘刮刀立柱之间的间距在 100mm 以上，立柱与刮刀横梁的连接方式与原方式相同，立柱分别向两侧移动 250mm。



策划及编辑：北京金属学会办公室



3 改造前后数据对比分析：

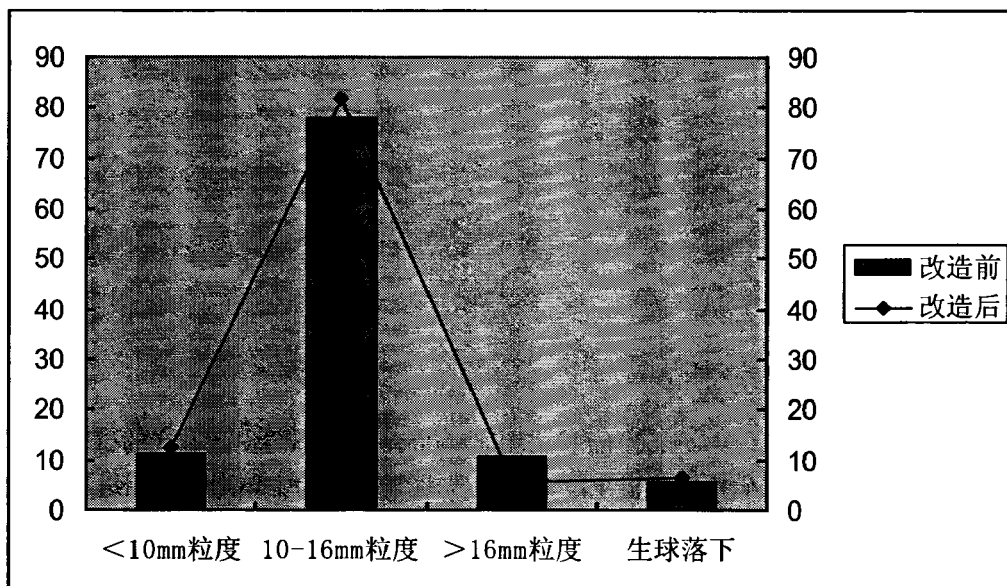
通过对 2#、4#造球盘直径由φ 5500mm 扩大至φ 6000mm 两种不同生产方式的试验，在整个生产线正常生产的工况条件下（配矿指标和皂土配比不变），现场测得的生球指标数据进行对比分析数据如下表：

表一 2 号盘改造前后数据对比分析表（平均值）

2 号造球盘改造前数据(三次取样)											
序号	给料圆盘频率(HZ)	造球盘电流(A)	生球落下	室温	料温	< 10mm 粒度	10-16mm 粒度	>16mm 粒度	皂土配比	球盘转速	小时给料量(t/h)
1	26	69-73	5.8	19	16	11.3	75.3	13.4	1.1	7	43.2
2	28	70-73	5.8	19	16	9.9	79.5	10.6	1.1	7	43.5
3	30	70-73	5.7	18	16	12.3	79.6	8.1	1.1	7	41.2
平均	28	69.67-73	5.76	18.7	16	11.2	78.13	10.7	1.1	7	42.63
2 号造球盘改造后数据(七次取样)											
序号	给料圆盘频率(HZ)	造球盘电流(A)	生球落下	室温	料温	< 10mm 粒度	10-16mm 粒度	>16mm 粒度	皂土配比	球盘转速	小时给料量(t/h)
1	26	71-85	6.4	18	11	10.5	80.8	8.7	1.1	7	47.3
2	28	75-88	6.6	17	11	11.2	82.1	6.7	1.1	7	48.44
3	30	72-81	6.7	18	11	12.5	81.8	5.7	1.1	7	46.2
4	40	80-88	6.5	18	11	13.8	81.58	4.6	1.1	7.5	57.63
5	40	81-88	6.2	18	11	13.4	82.05	4.49	1.1	7.8	58.88
6	40	82-88	6.5	18	11	12.6	84	3.33	1.1	7.5	61.8
7	40	80-89	6.8	18	11	13.8	81.58	4.6	1.1	7	57.63
平均	29.2	77-87	6.5	18	11	12.5	81.98	5.44	1.1	7.3	53.98

策划及编辑：北京金属学会办公室

分别取改造前后的平均生球指标做综合比较，对比分析柱状图如下：



图一 改造前后对比分析柱状图

4 结论：

1) 试验前的生球落下强度为 5.76 次/0.5m、<10mm 粒度为 11.2%、10-16mm 粒度为 78.13%、>16mm 粒度为 10.7%；试验后的生球落下强度为 6.5 次/0.5m，提高了 12.8%、<10mm 粒度为 12.5%，提高了 11.6%、10-16mm 粒度为 81.98%，提高了 4.9%、>16mm 粒度为 5.4%，降低了 49.5%。

2) 给料量在 59-62t/h、圆盘转速在 7.5-7.8rpm 时生球的 10-16mm 粒度最高达 82.05-84%，生球的落下强度在 6.2-6.5 次/0.5m，此区间粒度最优，同时给料量的波动对生球落下强度的影响不明显。

3) 生球产量由改造前的 42.63t/h 提高到 53.98t/h，提高了 27%，为后期的提产打下了良好基础。

4) 通过上述数据分析，在皂土配比基本稳定的情况下，改造后的 2 号盘在生球质量指标上、台时能力上都有明显提高，同时其稳定率比较其他造球盘生球指标稳定率要高，球盘负荷变化不大，湿返矿率瞬时料量由前期的 60 吨下降到 50 吨，一定程度上降低了皂土配比，由此可以得出，球盘由径由 $\phi 5500\text{mm}$ 扩大至 $\phi 6000\text{mm}$ 改造试验是成功的，达到了预期的效果。

参考文献

- [1] 机械设计手册. 机械工业出版社, 2005.10
- [2] 工程力学. 高等教育出版社, 1997.5
- [3] 现代制造系统. 机械工业出版社. 罗振壁 朱耀祥编. 2000
- [4] 理论力学. 高等教育出版社. 哈尔滨工业大学理论力学教研组编. 1996

作者简介：杨金保，职称：团矿高级工程师，职务：首钢球团厂厂长