

# Ten Thousand Year High Rank Coal Optimization Research and Application of Heavy Medium Separation Technology

Junchao Zhang

Wanian Division of Handan Washing Plant Handan Mining Co., Ltd., Handan, Hebei, 056302, China

## Abstract

With the increasing shortage of coal resources in Wannian mine, the output is declining year by year, and the coal mining process is upgraded. The washing process of Wannian Division of Handan Washing Plant has been unable to meet the requirements of market changes. Ten thousand years of high rank coal sintered refined coal, with environmental protection, low sulfur, high caloric value advantages, in the market demand. By using the characteristics of stable heavy medium washing system and high yield, Hanan Washing Plant's Wan Wan Business Division increased the cleaned coal output by reducing the washing limit and optimizing the heavy medium separation process for high rank coal in ten thousand years, and created considerable economic benefits.

## Keywords

lower the lower limit; 3mm grade raw coal screening; cross screen; elastic polyurethane rigid flexible coupled sieve plate

## 万年高阶煤重介分选工艺优化研究与应用

张俊超

冀中能源邯峰矿业有限公司邯郸洗选厂万年事业部, 中国·河北 邯郸 056302

## 摘要

随着万年矿煤炭资源日益匮乏,产量逐年下降,矿井煤炭开采工艺升级,邯郸洗选厂万年事业部洗选工艺已经不能适应市场变化的要求。万年高阶煤烧结精煤,具有环保低硫、热值高的优势,在市场上供不应求。邯郸洗选厂万年事业部利用重介洗选系统稳定、产率高特点,通过对万年高阶煤降低入洗下限、优化重介分选工艺的方法,增加精煤产量,创造了十分可观的经济效益。

## 关键词

降低下限; 3mm粒级原煤筛分; 交叉筛; 弹性聚氨酯刚柔耦合筛板

## 1 万年事业部基本情况

万年事业部原属万年矿并配套项目,洗选能力为180万吨/年,原入选粒度为100-8mm,采用块煤跳汰、末煤重介联合洗选工艺。选煤工艺流程为:毛煤100mm分级,+100mm的大块手选,分级筛下100-0mm的原煤到原煤筛分车间进行二次分级,二次分级后,100-22mm筛上物进入跳汰系统进行洗选,22-0mm筛下物进入8mm博后筛,22-8mm筛上物进入重介系统进行洗选,-8mm筛下物不入洗,不入洗的部分直接运至储煤场或装车仓,作为电煤销售<sup>[1]</sup>。

原万年事业部入洗粒度下限为8mm,大量末煤不洗选直接作为原煤销售,致使精煤产率低,进而影响企业效益。随着国家环保要求不断提高,火力发电市场逐渐萎缩,末原

煤直接销售的市场量越来越少。因此,万年事业部对洗选系统进行改造,降低高阶煤入洗下限,优化重介生产工艺。

## 2 原生产过程中存在的问题

第一,万年事业部原高阶煤入洗粒度下限为8mm,大量末煤不洗选直接作为原煤销售,致使精煤产率低,进而影响企业效益。

第二,原重介车间使用的博后筛在生产中受到较大的制约,当原煤水分较小时,虽然进入博后筛原煤量增大,但因透筛率高,导致最终入洗量上不去;为增加入洗量,人为在筛面上铺设皮子减少原煤透筛,增加了系统煤泥量,给压滤车间增加生产压力<sup>[2]</sup>。当原煤水分大,因透筛率较低,进入系统煤泥较多,同样给压滤车间增加生产压力,影响了洗选系统稳定性。

第三,原煤分级筛原先使用不锈钢冲孔筛板,此类筛板在使用中出现噪音大、易堵孔、筛分效率低、筛板磨损严

【作者简介】张俊超(1981-),男,中国河北武安人,本科,工程师,从事矿物加工工程研究。

重等问题，特别是原煤水分过大情况下，筛分效果明显下降，大量原煤未能进入精煤产率高的重介洗煤系统，而是进入了精煤产率较低的跳汰洗煤系统。导致进入重介系统原煤少，重介入洗量不足，跳汰入洗末煤量大、跳汰处理量不足、副产品损失高等问题。

第四，原重介工艺流程中，精煤稀介与矸石稀介混合后经磁选机回收介质，因磁尾不分离造成灰分较高，经过脱水后只能掺入原煤中，造成精煤产品损失。

### 3 解决方法

#### 3.1 确定高阶煤合适入洗下限

通过对万年原煤筛分资料进行研究与分析，降低高阶煤入洗下限，增加入洗量是提高精煤产量，增加企业效益的有效途径。考虑万年矿每年需要向电厂供煤，其需求量大约为30万~50万吨/年，采用3mm入洗，-3mm末煤可以作为动力煤供给电厂，入洗下限由原来的8mm降至3mm比较合适。表1为原煤筛分组成表。

表1 原煤筛分组成表

| 粒度 (mm) | 产率 %   | 灰分 %  | 校正后灰分 % | 筛上物累计产率 % | 累计灰分 % |
|---------|--------|-------|---------|-----------|--------|
| +50 矸石  | 8.53   | 85.68 |         |           |        |
| +50 煤   | 6.49   | 38.25 |         |           |        |
| +50 合计  | 15.02  | 65.19 | 55.00   | 15.02     | 55.00  |
| 50-25   | 11.24  | 63.21 | 53.03   | 26.26     | 54.16  |
| 25-13   | 11.11  | 54.16 | 43.98   | 37.37     | 51.13  |
| 13-6    | 14.69  | 46.15 | 35.97   | 52.06     | 46.85  |
| 6-3     | 14.84  | 40.42 | 30.24   | 66.90     | 43.16  |
| 3-1     | 9.75   | 35.18 | 25.00   | 76.65     | 40.85  |
| 1-0.5   | 9.23   | 32.02 | 21.84   | 85.88     | 38.81  |
| -0.5    | 14.12  | 39.15 | 28.97   | 100.00    | 37.42  |
| 合计      | 100.00 | 47.60 | 37.42   |           |        |

#### 3.2 使用3mm交叉筛降低高阶煤入洗下限

通过使用3mm粒度交叉筛代替原有博后筛，利用交叉筛的筛分效率高、可靠性高、对煤质水分适应性强的优点，改变了以往使用博后筛时因筛缝大入洗量少，当筛面堵塞造成进入系统煤泥量多的缺点。

#### 3.3 使用弹性聚氨酯刚柔耦合筛板

针对万年原生煤泥中，矸石易泥化，造成不锈钢冲孔筛板的堵塞问题。使用弹性聚氨酯刚柔耦合筛板，有效应对湿黏煤堵塞问题。该筛板采用蜂巢结构，并且按照筛体各部位不同倾角区做出倒三角式网孔布局设计，单体筛板网区采用四格局式，充分提高筛面的回弹性能，增强筛分过程中的二次振动效果，最大程度提高开孔率，使用后筛分效率明显提高，解决了重介入洗量不足，跳汰入洗末煤量大、跳汰处理量不足、副产品损失高等问题<sup>[3]</sup>。

#### 3.4 新增、更换部分设备，优化重介工艺

新建矸石稀介桶和矸石磁尾桶，重介旋流器底流矸石

经脱介筛脱水后直接入仓，矸石稀介质单独磁选，磁选尾矿经浓缩高频脱水后混入矸石皮带输送机。精煤和中煤混合脱水脱介，磁选尾矿经浓缩和离心脱水后混入精煤产品。

### 4 实施效果

第一，通过使用3mm交叉筛提高筛分效率，既增加了重介入洗，同时提高了原煤处理量，又减少了进入重介系统的煤泥量，保证了系统的稳定性。表2为水分<6%时博后筛筛分资料；表3为水分<6%时交叉筛筛分资料。

表2 水分<6%时博后筛筛分资料

| 粒级 (mm) | 入筛前 α 产率 (%) | 博后筛筛上 θ 产率 (%) | 博后筛筛下 β 产率 (%) |
|---------|--------------|----------------|----------------|
| +8      | 74.67        | 90.91          | 8.4            |
| -8      | 25.33        | 9.19           | 91.6           |

表3 水分<6%时交叉筛筛分资料

| 粒级 (mm) | 入筛前 α 产率 (%) | 交叉筛筛上 θ 产率 (%) | 交叉筛筛下 β 产率 (%) |
|---------|--------------|----------------|----------------|
| +3      | 73.44        | 91.02          | 4.88           |
| -3      | 26.66        | 8.98           | 95.12          |

根据筛分公式：

$$E = \beta (\alpha - \theta) / \alpha (\beta - \theta) \times 100\%$$

式中：α——原给料中小于筛孔尺寸粒级的含量，%；

β——筛下产品中小于筛孔尺寸粒级的含量，%；

θ——筛上产品中小于筛孔尺寸粒级的含量，%。

计算得出：

$$\text{博后筛筛分效率 } E = 70.85\%$$

$$\text{交叉筛筛分效率 } E = 73.23\%$$

表4为水分6.5%~7.2%时博后筛筛分资料；表5为水分6.5%~7.2%时交叉筛筛分资料。

表4 水分6.5%~7.2%时博后筛筛分资料

| 粒级 (mm) | 入筛前 α 产率 (%) | 博后筛筛上 θ 产率 (%) | 博后筛筛下 β 产率 (%) |
|---------|--------------|----------------|----------------|
| +8      | 71.79        | 82.02          | 7.96           |
| -8      | 28.21        | 17.98          | 92.04          |

表5 水分6.5%~7.2%时交叉筛筛分资料

| 粒级 (mm) | 入筛前 α 产率 (%) | 交叉筛筛上 θ 产率 (%) | 交叉筛筛下 β 产率 (%) |
|---------|--------------|----------------|----------------|
| +3      | 72.09        | 89.50          | 5.66           |
| -3      | 27.91        | 10.50          | 94.34          |

根据筛分公式：

$$E = \beta (\alpha - \theta) / \alpha (\beta - \theta) \times 100\%$$

计算得出：

$$\text{博后筛筛分效率 } E = 45.07\%$$

$$\text{交叉筛筛分效率 } E = 70.19\%$$

根据实际生产筛分资料分析，在水分波动较大的情况

下,使用交叉筛仍能获得良好的筛分效果。

第二,2020年6月末在西道使用22mm弹性聚氨酯刚柔耦合筛板,与东道使用原分级筛筛板形成鲜明对比。表6为西道更换筛板前、后入洗原煤比例。

表6 西道更换筛板前、后入洗原煤比例

| 月份 | 西道更换筛板前 |       |       |         | 月份 | 西道更换筛板后 |       |       |         |
|----|---------|-------|-------|---------|----|---------|-------|-------|---------|
|    | 跳汰全水    | 重介入洗率 | 重介入洗率 | 重介入洗率对比 |    | 跳汰全水    | 重介入洗率 | 重介入洗率 | 重介入洗率对比 |
| 1  | 6.86    | 64.7  | 35.3  | -1.08   | 7  | 6.92    | 52.64 | 47.36 | 4.56    |
| 2  | 6.9     | 62.6  | 37.4  | -7.08   | 8  | 6.89    | 52.11 | 47.89 | 2.68    |
| 3  | 7.04    | 62.31 | 37.69 | -11.92  | 9  | 6.82    | 47.78 | 52.22 | 6.5     |
| 4  | 7.17    | 57.03 | 42.97 | -4.85   | 10 | 6.71    | 46.3  | 53.7  | 19.11   |
| 5  | 7.38    | 65.3  | 34.7  | -14.15  | 11 | 6.56    | 47.21 | 52.79 | 25.7    |
| 6  | 7.24    | 62.22 | 37.78 | -11.82  | 12 | 6.73    | 50.36 | 49.64 | 21.97   |
| 累计 | 7.09    | 62.36 | 37.64 | -8.4    | 累计 | 6.77    | 49.4  | 50.6  | 13.42   |

从原煤筛分跳汰与重介入洗比例看,在西道使用22mm弹性聚氨酯刚柔耦合筛板后,跳汰车间入洗率由62.36%降低至50.06%、重介车间入洗率由37.64%提高至50.6%,提升了12.96%<sup>[4]</sup>。

对西、东道分别进行分级筛做检测性筛分试验各9次,主要数据及关系图如表7、图1、图2所示。

表7 西道、东道筛分效率

| 序号 | 西道  |      | 东道  |       |
|----|-----|------|-----|-------|
|    | 水分  | 筛分效率 | 水分  | 筛分效率  |
| 1  | 8.6 | 84.3 | 8.6 | 66.9  |
| 2  | 8.5 | 71   | 8.5 | 46.3  |
| 3  | 8   | 91.9 | 8   | 79.3  |
| 4  | 6.7 | 96.6 | 6.7 | 92.8  |
| 5  | 6.5 | 97.2 | 6.5 | 71.6  |
| 6  | 6.3 | 95.9 | 6.3 | 47.2  |
| 7  | 6.2 | 94.8 | 6.2 | 49.4  |
| 8  | 5.7 | 98.7 | 5.7 | 70.1  |
| 平均 | 7.1 | 91.3 | 7.1 | 65.45 |

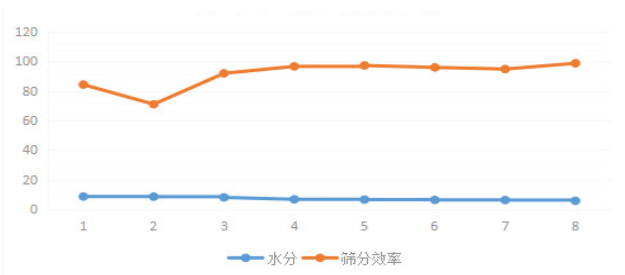


图1 西道水分与筛分效率关系图

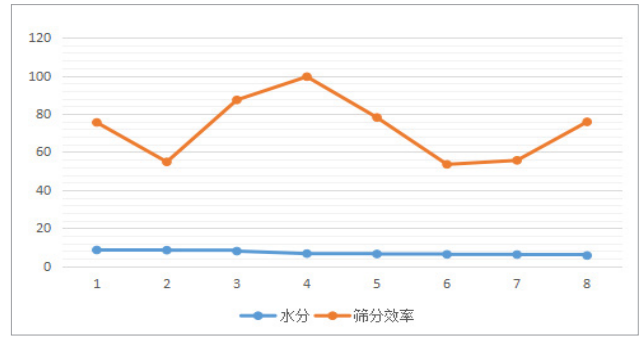


图2 东道水分与筛分效率关系图

从数据试验检测数据得出双道总体筛分效率达到85.6%,西道平均筛分效率91.3%,东道筛分效率65.45%,从单道筛分效率上看,相同水分下西道明显高于东道。

第三,重介工艺系统的优化。新建矸石稀介桶,精中稀介走原稀介桶,矸石稀介单独用新磁选机回收,精中稀介用原来三台磁选机回收,回收完介质后的矸石磁选尾矿通过浓缩旋流器和弧形筛、高频筛回收,而精中磁尾走原磁尾脱水流程,精煤磁尾经脱水后,进入精煤皮带。

改造后,精煤泥离心机脱水后的精煤泥平均灰分在20%左右,可以实现全部回收。结合几个月的生产实际,与工艺优化前相比,重介精煤产率提高1.5%左右。

## 5 经济效益

通过使用3mm分级交叉筛,降低高阶煤的入洗下限,重介入洗量也大幅度提高,1~6月份受原煤分级筛筛分效果差的影响,进入重介系统原煤量少,3mm分级交叉筛降下限入洗的优势未能体现出来。通过更换弹性耦合筛板再配合交叉筛的使用,下半年重介入洗率提高了12.96%。

由于重介系统精煤产率高,重介入洗量的增加,使得综合精煤产率由40%提高到42.36%,精煤产量同样提高了2.36%。2020年万年事业部精煤产量70.57万吨,通过降低重介入洗下限、优化重介分选工艺使精煤产量增加了1.64万吨低灰精煤,多创造经济效益1271万余元。

## 6 结论

万年事业部通过降低重介入洗下限、优化重介分选工艺的改造实践,提高了精煤产率、增加了精煤产量,既为企业创造了巨大的经济效益,也为洗煤行业的工艺系统优化提供了可借鉴的范例。

## 参考文献

- [1] 谢广元.选矿学[M].北京:中国矿业大学出版社,2001.
- [2] 竺清筑.洗煤厂煤质分析与技术检查[M].北京:中国矿业大学出版社,2004.
- [3] 曾凡,胡永平.矿物加工颗粒学[M].北京:中国矿业大学出版社,1995.
- [4] 周乐光.工艺矿物学[M].北京:冶金工业出版社,2002.