

德瑞克细筛筛网配型试验研究

贺旭然^{1,2,3,4,6}, 赵增武⁵, 蒋海明^{1,2,3,4}, 邓建林⁶, 赵建强⁶, 常文⁶, 杨宇超⁶

1. 内蒙古科技大学 矿业与煤炭学院, 内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古自治区矿业工程重点实验室, 内蒙古 包头 014010;
3. 内蒙古自治区煤炭安全开采与利用工程技术研究中心, 内蒙古 包头 014010;
4. 内蒙古煤炭绿色开采与绿色利用协同创新中心, 内蒙古 包头 014010;
5. 内蒙古工业大学 材料科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010051;
6. 包钢(集团)公司宝山矿业公司, 内蒙古 包头 041010

摘要:通过实验可得给入细筛的浓度与粒度呈现正相关关系, 给入粒度越细, 给矿浓度越低。在给矿浓度最高为51.57%, 最低为35.19%的条件下, 在细筛给矿粒度和使用时间试验条件下, 75 μm 孔径筛网筛分效率都高于其它三种筛网, 且在使用180天后的筛分效率可达42.55%。选择最佳的细筛筛网运行条件, 在磨矿筛分流程中, 可有效降低因细筛筛分效率低导致的球磨机运行负荷增加, 岗位职工需频繁更换筛网的压力, 及频繁换筛网带来现场安全隐患。

关键词:筛网; 筛分效率; 安全

中图分类号: TF802.61

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2025)02-0014-06

Experimental Study on Matching of Sieve Mesh for Derick Fine Sieve

He Xuran^{1,2,3,4,6}, Zhao Zengwu⁵, Jiang Haiming^{1,2,3,4},
Deng Jianlin⁶, Zhao Jianqiang⁶, Chang Wen⁶, Yang Yuchao⁶

1. School of Mining and Coal, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China;
2. Inner Mongolia Key Laboratory of Mining Engineering, Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China;
3. Inner Mongolia Research Center for Engineering Technology of Safe Coal Mining and Utilization, Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China;
4. Inner Mongolia Collaborative Innovation Center for Green Mining and Green Utilization of Coal, Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China;
5. School of Materials Science and Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, Inner Mongolia Autonomous Region, China;

收稿日期: 2024-08-08

基金项目: 国家重点研发专项-白云鄂博尾矿中稀土与铈的非常规富集及高值化利用(0901052102); 内蒙古自治区直属高校基本科研业务费项目(2023RCTD002)。

作者简介: 贺旭然(1998-), 男, 山西省大同市人, 博士, 工程师, 现从事矿物加工技术工作。

6. Baoshan Mining Co. of Baotou Iron & Steel(Group) Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: It can be obtained that the concentration and granularity of pulp into fine sieve are positively correlated through experiment. The finer the granularity, the lower the concentration of pulp. The screening efficiency of sieve mesh with aperture of 75 μm is higher than that of the other three types of sieve mesh and it could reach 42.55% after using for 180 days under the conditions that the maximum concentration of pulp is 51.57% and minimum is 35.19% as well as experimental conditions of granularity of pulp into fine sieve and service time. The increase of run load for ball mill caused by low screening efficiency of fine sieve, pressure of staff who need to frequently change sieve mesh and potential safety hazard on site caused by frequently changing sieve mesh could be effectively reduced by selecting optimal operating conditions of sieve mesh for fine sieve.

Key words: sieve mesh; screening efficiency; safety

白云鄂博矿山铁储量 14 亿吨,但白云鄂博矿石以嵌布粒度细而闻名于世^[1-2]。目的矿物和脉石矿物以紧密嵌布形式存在,部分呈星散浸染状沿矿石条带分布,或填充在各种矿物颗粒间。在白云鄂博矿石选矿的长期攻关中,磨矿粒度与矿石理论选矿水平的关系是一个关键的研究方向。通过多年的实践和总结,研究人员发现磨矿粒度对矿石中矿物的解离度、选矿回收率以及精矿品位有显著影响。

细筛^[3-5]分选是磨矿分级流程中的最后一道工序,

细筛所用聚氨酯筛网的筛分效率随着使用时间的延长,急剧降低,导致筛上量偏大,影响正常的磨矿分级流程。为了保证正常的流程运转,需频繁更换新的聚氨酯筛网,成本较高。在不影响生产指标的情况下,考虑采用不易磨损、寿命长、筛分效率高的筛网。

1 原料、设备及实验方法

1.1 原料性质

对矿样进行化学多元素分析,结果见表 1。

表 1 矿石化学多元素分析结果(质量分数)

%

组分	TFe	REO	Nb ₂ O ₅	S	SiO ₂	CaO	MgO	CaF ₂	K ₂ O	Na ₂ O
含量	55.85	9.02	0.17	0.576	4.22	2.85	1.79	3.25	0.096	0.244

由表 1 分析结果可知,试验样品中含有可以回收的有价元素以铁、稀土、铌、钽、萤石为主,其中 TFe 品位为 55.85%,REO 品位为 9.02%。在选别过程中需要尽可能降低 S、SiO₂、CaO、MgO、CaF₂ 等

杂质含量,其中 SiO₂ 品位最高为 4.22%。白云鄂博矿中的金属和非金属元素种类齐全,但是除铁和稀土以外的其它稀有元素含量都相对较低。

表 2 矿物组成分析(质量分数)

%

名称	磁性铁	赤铁矿	黄铁矿	白云石	萤石	石英	磷灰石	辉石	钾长石	其他矿物	稀土矿物
含量%	48.2	9.78	1.15	5.6	3.2	6.54	1.23	5.4	1.3	5.4	12.2

从表 2 粗精矿的矿物组成分析可以看出,粗精矿中铁矿物的含量最高,达到了 59.13%,稀土矿物含量为 12.2%,脉石矿物主要包括萤石、白云石、石英、磷灰石、钾长石等,其中含量较高的是白云石、石英和辉石达到了 5% 以上。

对矿样进行粒级筛分,筛分结果见表 3。

表 3 原矿粒级筛分结果

筛网尺寸/mm	筛上/g	单独占比/%	累计占比/%
>0.15 mm	0	0.00	100.00
0.15 mm ~ 0.10 mm	1.70	3.40	100.00
0.10 mm ~ 0.075 mm	2.76	5.52	96.60
0.075 mm ~ 0.048 mm	7.25	14.50	91.08
0.048 mm ~ 0.03 mm	10.28	20.56	76.58
0.03 mm ~ 0.025 mm	13.25	26.50	56.02
<0.025 mm	14.76	29.52	29.52
	50	100.00	

由表 3 可知,小于 0.075 mm 的粒级占比为 91.08%,小于 0.048 mm 的粒级占比为 56.02%,为满足后续对铁矿物的提质降杂分选要求,采用下述选矿工艺流程对其进行处理。

1.2 磨矿筛分流程

由于粗精矿的粒度较粗,为了达到后续铁精矿分选最佳粒度条件,通过旋流器分级、分级沉砂和细筛筛上矿浆组成闭路磨矿分级,分级溢流进入德瑞克细筛进行筛分,得到满足后续铁精矿分选要求的合格粒度,磨矿分级流程见图 1。

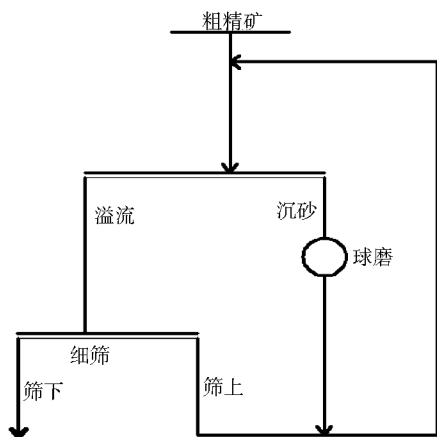


图 1 磨矿分级流程

2 德瑞克细筛筛网配型试验研究

2.1 不同给矿粒度筛网配型筛分效率试验

在磨矿分级流程中,给入细筛的矿浆浓度与粒度呈正相关关系,给矿粒度越粗,给矿浓度越高。在固定给矿粒度小于 48 μm 占比 70.00%、筛网为新装的情况下,对不同配型筛网在不同浓度条件下进行筛分效率条件试验,试验结果见图 2。

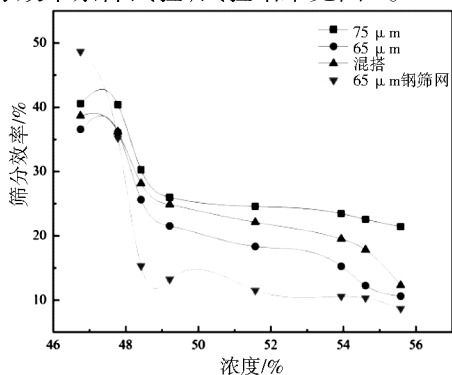


图 2 给矿粒度小于 48 μm 占比 70.00% 的不同浓度筛分效率条件实验

如图 2 所示,当给矿粒度小于 48 μm 占比为 70.00% 时,其最低浓度为 46.75%,随着给矿浓度的升高,4 种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,且在给矿浓度升高至 48.42% 时,4 种筛网的筛分效率都呈较大趋势下降。依照实验结果,与其他三种筛网相比,75 μm 孔径的筛网在不同给矿浓度条件下的筛分效率最佳,且在最低给矿浓度为 46.75% 时,筛分效率最高为 40.56%。

在固定给矿粒度小于 48 μm 占比 76.48%、筛网为新装的情况下,对不同配型筛网在不同浓度条件下进行筛分效率条件试验,试验结果见图 3。

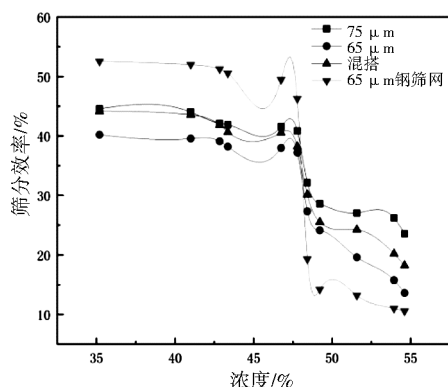


图 3 给矿粒度小于 48 μm 占比 76.48% 的不同浓度筛分效率条件实验

因给入细筛的矿浆浓度与粒度呈正相关关系,如图 3 所示,当给矿粒度 48 μm 占比为 76.48% 时,其最低给矿浓度为 35.19%,最高给矿浓度为 54.61%。随着给矿浓度的升高,4 种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,且在给矿浓度升高至 48.42% 时,4 种筛网的筛分效率都呈较大趋势下降。依照实验结果,与其他三种筛网相比,75 μm 孔径的筛网在不同给矿浓度条件下的筛分效率最佳,且在最低给矿浓度为 35.41% 时,筛分效率最高为 44.58%。

在固定给矿粒度小于 48 μm 占比 78.24%、筛网为新装的情况下,对不同筛网在不同浓度条件下进行筛分效率条件试验,试验结果见图 4。

如图 4 所示,当给矿粒度 48 μm 占比为 78.42% 时,其最低给矿浓度为 35.19%,最高给矿浓度为 51.57%。随着给矿浓度的升高,4 种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,且在给矿浓度升高至 48.42% 时,4 种筛网的筛分效率都呈较大趋势

下降。依照实验结果,与其他三种筛网相比,75 μm 孔径的筛网在不同给矿浓度条件下的筛分效率最佳。

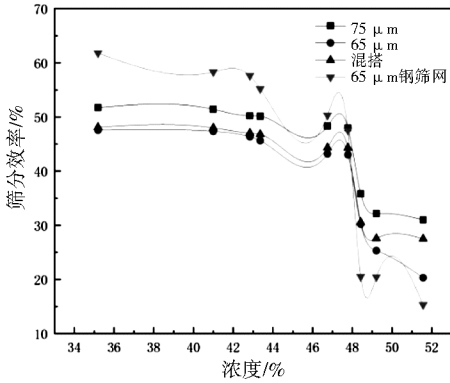


图4 给矿粒度小于48 μm 占比78.42%的筛分效率条件实验

在固定给矿粒度小于48 μm 占比80.38%、筛网为新装的情况下,对不同配型筛网在不同浓度条件下进行筛分效率条件试验,试验结果见图5。

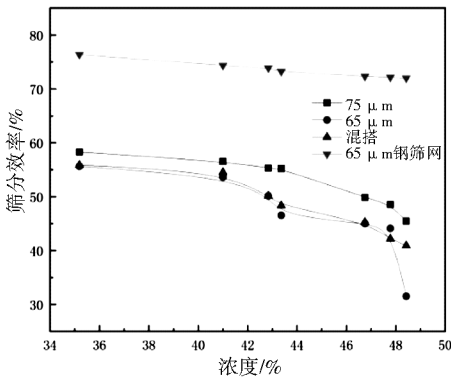


图5 给矿粒度小于48 μm 占比80.38%的不同浓度筛分效率条件实验

如图5所示,当给矿粒度48 μm 占比为80.38%时,其最高给矿浓度为48.42%。在固定给矿粒度小于48 μm 占比80.38%的条件下,随着给矿浓度的升高,4种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,且在给矿浓度升高至48.42%时,4种筛网的筛分效率都呈较大趋势下降。依照实验结果,与其他三种筛网相比,75 μm 孔径的筛网在不同给矿浓度条件下的筛分效率最佳,且在最低给矿浓度为35.19%时,筛分效率最高为58.30%。

在固定给矿粒度小于48 μm 占比83.78%、筛网为新装的情况下,对不同配型筛网在不同浓度条

件下进行筛分效率条件试验,试验结果见图6。

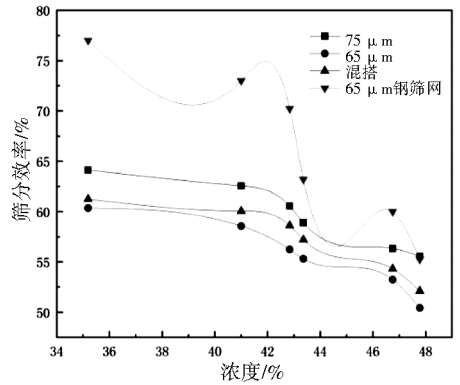


图6 给矿粒度小于48 μm 占比83.78%的不同浓度筛分效率条件实验

如图6所示,当给矿粒度占比为83.78%时,其最高给矿浓度为47.78%。在固定给矿粒度小于48 μm 占比83.78%的条件下,随着给矿浓度的升高,4种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,且在给矿浓度升高至48.42%时,4种筛网的筛分效率都呈较大趋势下降。依照实验结果,与其他三种筛网相比,0.075 mm 孔径的筛网在不同给矿浓度条件下的筛分效率最佳,且在最低给矿浓度为35.19%时,筛分效率最高为64.14%。

2.2 不同使用时间筛网配型筛分效率试验

以上述浓度最佳试验条件为基础,确定细筛给矿浓度为35.19%,以筛子使用时间为15天为取样节点,对不同给矿粒度筛网筛分效率随使用时间变化进行条件试验。

固定给矿粒度小于48 μm 占比70.00%,给矿浓度为46.75%,对不同筛网在相同浓度条件下进行筛网使用时间的筛分效率条件试验,试验结果见图7。

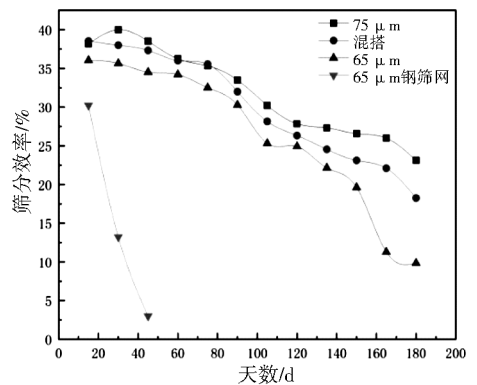


图7 给矿粒度小于48 μm 占比70.00%的不同使用时间筛分效率条件实验

如图 7 所示,在固定给矿粒度小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 70.00% 的条件下,随着筛网使用时间的延长,钢筛网的筛分效率急剧下降,且在使用 45 天时,筛分效率仅为 3.00%,其它 3 种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,75 μm 孔径的筛网在使用 180 天后,筛分效率高于其它三种筛网达 23.12%。

固定给矿粒度小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 76.48%,给矿浓度 35.19%,对不同筛网在相同浓度条件下进行筛网使用时间的筛分效率条件试验,试验结果见图 8。

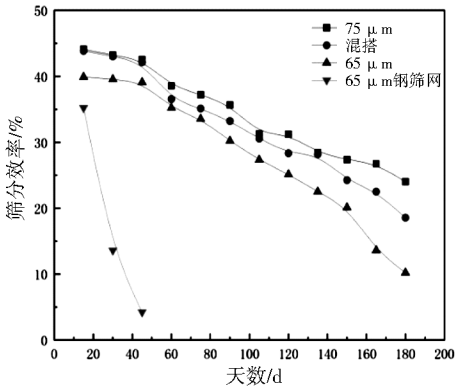


图 8 给矿粒度小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 76.48% 的不同使用时间筛分效率条件实验

如图 8 所示,在使用 15 天后,钢筛网的筛分效率比新装时下降 33%,且在使用 45 天时,筛分效率仅为 4.22%,其它 3 种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,75 μm 孔径的筛网在使用 180 天后,筛分效率高于其它三种筛网达 24%。

固定给矿粒度小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 78.24%,给矿浓度 35.19%,对不同筛网在相同浓度条件下进行筛网使用时间的筛分效率条件试验,试验结果见图 9。

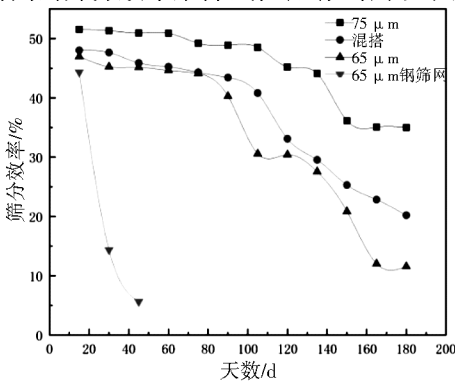


图 9 给矿粒度 $48\ \mu\text{m}$ 占比 78.24% 的不同使用时间筛分效率条件实验

如图 9 所示,随着筛网使用时间的延长,钢筛网的筛分效率急剧下降,且在使用 45 天时,筛分效率仅为 5.63%,其它 3 种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,75 μm 孔径的筛网在使用 180 天后,筛分效率高于其它三种筛网达 35%。

固定给矿粒度小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 80.38%,给矿浓度 35.19%,对不同筛网在相同浓度条件下进行筛网使用时间的筛分效率条件试验,试验结果见图 10。

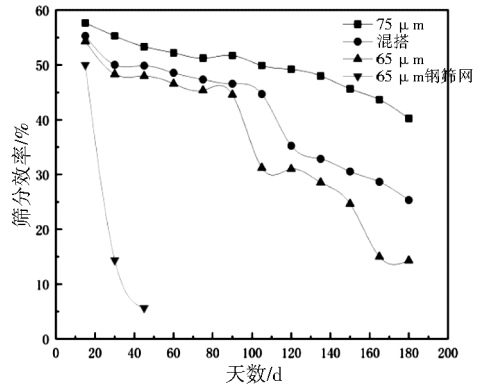


图 10 给矿粒度小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 80.38% 的不同使用时间筛分效率条件实验

如图 10 所示,随着筛网使用时间的延长,钢筛网的筛分效率急剧下降,且在使用 45 天时,筛分效率仅为 5.63%,其它 3 种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,0.075 mm 孔径的筛网在使用 180 天后,筛分效率高于其它三种筛网达 40.22%。

固定给矿粒度小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 83.78%,给矿浓度 35.19%,对不同筛网在相同浓度条件下的进行筛网使用时间筛分效率条件试验,试验结果见图 11。

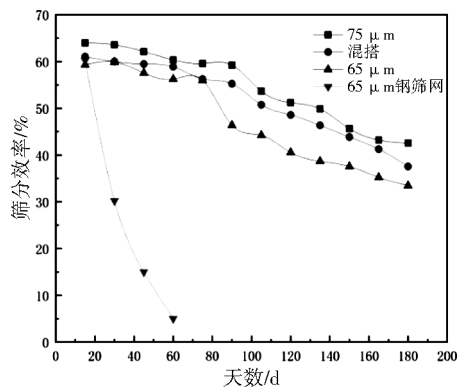


图 11 给矿粒度小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 83.78% 的不同使用时间筛分效率条件实验

如图 11 所示,随着筛网使用时间的延长,钢筛网的筛分效率急剧下降。由于给矿粒度为小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 83.78%,钢筛网的使用时间相比之前的其它四种粒度使用时间偏长,在使用 60 天时,筛分效率仅为 5.00%,其它 3 种筛网的筛分效率都呈现逐渐降低的趋势,75 μm 孔径的筛网在使用 180 天后,筛分效率高于其它三种筛网达 42.55%。

3 结论

(1)在磨矿筛分流程中,给入细筛的浓度、粒度呈现正相关关系,给入粒度越细,给矿浓度越低。

(2)给矿粒度小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 70.00%,给矿浓度最低为 46.75%;给矿粒度为小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 83.78%,给矿浓度最高为 51.57%。在给矿浓度上升到 48.42%时,4 种筛网的筛分效率都呈现大幅度下降趋势。

(3)给矿粒度为小于 $48\ \mu\text{m}$ 占比 83.78%,给矿浓度为 35.19%,选择 75 μm 孔径筛网,在相同给矿粒度和使用时间试验条件下,筛分效率都高于其它三种筛网,且在使用 180 天后的筛分效率可达 42.55%。

(4)对筛网进行条件试验后,可有效地降低细筛筛分效率低,导致在磨矿筛分流程中球磨机的运

行负荷较大的非正常运行情况,也可减轻岗位职工因细筛筛分效率低,频繁换筛网的工作压力,并且降低换筛网时现场的安全隐患。

参 考 文 献

- [1] 杨莉,杨波,孟文祥,等.白云鄂博矿物的新认识[C]//内蒙古自治区人民政府,中国工程院,中国稀土学会,中国稀土行业协会.中国稀土学会 2022 学术年会、第十四届中国包头·稀土产业论坛摘要集.
- [2] 于俊芳,沈茂森,杨波,等.白云鄂博东矿白云石型矿石特征分析[J].包钢科技,2022,48(3):10-13,81.
- [3] 张明刚,王磊,卢志明.DZSN2828 型三质体智能脱泥细筛在西庞洗煤厂的应用[J].选煤技术,2023,51(5):81-84.
- [4] 罗元富,娄伦宽,高朝中,等.叠层高频振动细筛在中井煤矿选煤厂的改进与应用[J].煤炭加工与综合利用,2023(7):13-17,21.
- [5] 赵环帅,尹德夺.大型叠层高频振动细筛技术研究及工业应用[J].矿业工程,2019,17(5):38-40.

(上接第 4 页)

(3)提升生产效率:可视化技术帮助识别生产过程中的瓶颈和问题,及时采取措施进行改进,进而提高生产效率。

(4)降低管理成本:自动化的数据分析和可视化展示减少了人力需求,降低了管理成本,同时提高了工作效率。

5 结论

通过运用数据治理技术,成功实现了炼钢原料物流管理过程的可视化,便于业务管理人员更好地把握整体情况,实现高效管理,为企业整体决策管理提供有力支持。

参 考 文 献

- [1] 沈禹.大型钢铁企业原料物流管理[D].上

海:同济大学,2009.

- [2] (美)索雷斯(Soaves. S.)著,匡斌译.大数据治理[M].北京:清华大学出版社,2014.
- [3] 王宏志.大数据分析原理与实践[M].北京:机械工业出版社,2017.
- [4] 张静.OLAP 在炼钢生产物流系统中的应用研究[D].石家庄:河北科技大学,2010.
- [5] 於双月,王飞,张瑞强.生产监控可视化系统的搭建与应用[J],装备制造技术,,2021(2):203-206,235.