

文章编号: 1001-3571 (2023) 06-0024-10

## 选煤厂智能化建设关键技术研究进展

匡亚莉, 王章国, 王光辉, 林喆

(中国矿业大学 化工学院, 江苏 徐州 221116)

**摘要:** 经过近几年的努力, 选煤厂智能化建设在关键生产环节智能控制、全面的智能管理与智能决策、选煤数据标准化等方面都取得了实质性进展。为总结选煤厂智能化建设成果, 文章从选煤厂智能化建设整体发展、重力分选过程智能化、选煤厂智能管理和智能决策、选煤标准数据体系等方面就研究现状、最新进展进行了详细介绍, 并对未来选煤厂智能化建设所面临的问题提出了思考。分析认为: 从整体发展上看, 选煤厂后续智能化建设还任重道远; 未来分选系统智能化建设应结合自身工艺特点对分选环节进行全流程、全系统的智能化策略研究, 对于两个及以上分选系统要考虑建立全面感知系统, 对分选系统数据应进行采集、存储和标准化以便于进行分选效果在线分析与评价; 选煤厂智能管理在全局统筹、煤质数据管理、车间及班组管理模块、各层级数据交互、智能元素等方面的发展存在不足, 大部分选煤厂在全面数据分析基础上的智能决策建立仍比较缺乏; 选煤厂的数据治理工作取得了初步成果; 在线监测仪表不准、智能系统运行不稳定、后期维护任务重、人才缺口大、项目缺乏规划等是制约选煤厂智能化发展的共性问题, 指出了未来选煤厂进行高级智能化建设的具体工作方向。伴随着智能化选煤厂建设的初步成果, 有许多难题派生出来, 需要建设者们不懈努力去研究新课题。

**关键词:** 智能化选煤厂; 智能控制; 智能管理; 智能决策; 选煤标准数据体系; 数据治理

中图分类号: TD948.9

文献标志码: A

## Progress of research on key technologies essential for developing intelligent coal preparation plant

KUANG Yali, WANG Zhangguo, WANG Guanghui, LIN Zhe

(School of Chemical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

**Abstract:** Through the efforts made over the recent years, the development of intelligent coal preparation plant has made substantial progress in the field of intelligent control of key coal cleaning process links, comprehensive intelligent management and decision-making, and standardization of data, among others. To summarize the achievement so far obtained in development of intelligent coal preparation plant, the paper presents a detailed introduction to the status quo of the related research work and the latest research progress from the following aspects: overall development, intelligent gravity separation process, intelligent plant management and decision-making, and standard data system of coal preparation operations. The thoughts on the challenges that can be encountered in the development of intelligent coal preparation are shared for consideration. Analysis shows that viewed as a whole, the subsequent development of intelligent plant has to embark on a long road with heavy burdens; for the realization of intelligent coal cleaning system, it is required to carry out strategic research on the possibility to turn all process links and systems into intelligent ones in line with their specific characteristics; for two or more washing systems, the set-up of a comprehensive perception system needs to be considered, so as to

收稿日期: 2023-12-08 责任编辑: 樊阳 DOI: 10.16447/j.cnki.cpt.2023.06.003

作者简介: 匡亚莉 (1954—), 女, 天津蓟县人, 教授, 博士生导师, 国务院政府特殊津贴获得者, 全国模范教师, 从事煤炭分选理论与技术、分选过程模拟、优化与智能控制等方面的研究。E-mail: kylxjx@163.com, Tel: 13951357700。

引用格式: 匡亚莉, 王章国, 王光辉, 等. 选煤厂智能化建设关键技术研究进展[J]. 选煤技术, 2023, 51(6): 24-33.

KUANG Yali, WANG Zhangguo, WANG Guanghui, et al. Progress of research on key technologies essential for developing intelligent coal preparation plant[J]. Coal Preparation Technology, 2023, 51(6): 24-33.

realize collection storage and standardization of coal washing data for facilitating online analysis and evaluation of coal separation effect; with respect to intelligent plant management, there exist insufficiencies in the aspects of overall planning, coal property data management, workshop and shift work management modules, interaction of data at all levels, and intelligent elements, and for the majority of the plants nowadays, the capability of realizing decision-making based on comprehensive data analysis is unavailable; plant data management work has achieved initial success; the intelligent system is unstable in operation due to inaccuracy of online monitoring instruments; and heavy burden of maintenance work in the later stage, enormous gaps in talent and inadequate planning of projects are common problems restricting the development of intelligent plant. The specific work targeting the development of advanced intelligent plant is proposed. Along with the initial success in developing intelligent plant, lots of knotty problems may pop up accordingly. So it is necessitated to conduct study on new programs with unremitting efforts.

**Keywords:** intelligent coal preparation plant; intelligent control; intelligent management; intelligent decision-making; standard washing data system; data management

最近几年，选煤厂智能化建设经历了一个重要历史时期。

2015年5月，国务院颁发了《中国制造2025》文件，吹响了我国向工业强国进军的号角。

2019年3月15日，中国煤炭加工利用协会发布《关于公布第一批团体标准制修订计划》（中煤加协〔2019〕8号）文件，立项制定“智能化选煤厂建设技术规范”，使智能化选煤厂建设进入预热期。

2020年2月25日，国家发展改革委联合国家能源局等八部委联合发出《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》（发改能源〔2020〕283号），选煤厂作为煤矿智能化建设的七个重要生产环节之一出现在文件中<sup>[1]</sup>。借此契机，选煤厂智能化建设进入了快车道。

2020年10月10日，《智能化选煤厂建设通用技术规范》（T/CCT 005.1—2020）正式颁布，标志着选煤厂智能化建设工作进入了有章可循、良性发展的轨道<sup>[2]</sup>。

2020年11月25日，国家能源局、国家煤矿安全监察局发布《关于开展首批智能化示范煤矿建设的通知》（国能发煤炭〔2020〕63号），确定71处煤矿作为首批智能化建设示范点，迅速铺开了煤矿智能化建设具体实施工作<sup>[3]</sup>。有58所煤矿所属的选煤厂相应成为智能化选煤厂建设的示范点，这是煤炭行业历史上少有的将选煤厂与隶属煤矿捆绑在一起进行大规模技术升级的场景。选煤厂智能化建设进入快速发展期，建设工作如火如荼地开展起来。

2021年6月5日，国家能源局、国家矿山安全

监察局发布的《国家能源局国家矿山安全监察局关于印发〈煤矿智能化建设指南（2021年版）〉的通知》（国能发煤炭规〔2021〕29号），为选煤厂智能化建设提出了更详细的纲要<sup>[4]</sup>。

2021年12月7日，国家能源局发布《国家能源局关于印发〈智能化示范煤矿验收管理办法（试行）〉的通知》（国能发煤炭规〔2021〕69号），规定了煤矿及选煤厂智能化验收标准及评分办法，其中选煤厂要单独评分，再计入矿井总分<sup>[5]</sup>。至此，选煤厂智能化建设的管理过程形成闭环。

2023年6月25日，中国煤炭加工利用协会发布了《智能化选煤厂建设分级评价》（T/CCT 008—2023）团体标准，进一步为选煤厂智能化建设效果评价给出了专业指导文件<sup>[6]</sup>。

## 1 选煤厂智能化建设整体发展概况

### 1.1 智能化选煤厂示范点验收结果

从中国煤炭工业协会了解到：从2022年下半年开始，国家能源局组织进行了首批智能化示范选煤厂验收，完成了智能化煤矿验收47座、智能化选煤厂验收36座，其中评定等级为中级智能化的选煤厂30座，占比83.33%。这标志着我国选煤厂智能化水平迈上一个新台阶。

### 1.2 验收结果分析

《智能化示范煤矿验收管理办法（试行）》中，将智能化选煤厂的评分内容分作4项，见表1。

调研发现，参加智能化验收的选煤厂得分占比中，表1中的第2项“自动化控制”得分是最高的，一般都是满分，而其他3项或多或少都有失分，其中第4项“智能分析与决策”是失分最多的一项，

说明这项内容距离要求水平还差的较多。

2020 年公布的煤炭加工利用协会团体标准《智能化选煤厂建设通用技术规范》(T/CCT 005.1—2020) 提出的建设目标分为三个阶段<sup>[7]</sup>，每个阶段分解为不同要点，如图 1 所示。

表 1 选煤厂智能化建设评分表

Table 1 Scoring of intelligent plant developed

评分项目	基础平台	自动化控制	数据采集与传输	智能分析与决策	合计
分值	25	50	10	15	100

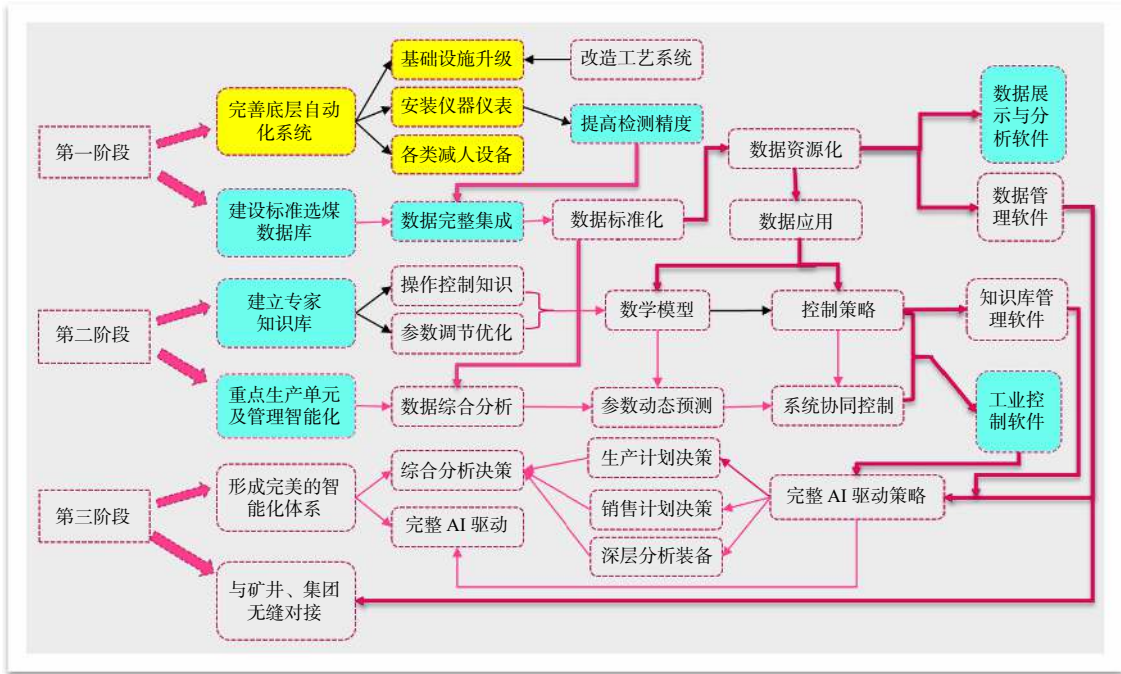


图 1 《智能化选煤厂建设通用技术规范》提出的三个阶段建设目标

Fig. 1 The three objectives set forth in the *General Technical Code on Construction of Intelligent Coal Preparation Plant*

通过上述首批智能化示范选煤厂验收情况分析，认为首批智能化验收的选煤厂，完成的建设工作情况如图 1 所示，完成的比较好的是底层自动化系统（图中黄色所示），不同程度进行建设的有重点生产单元及管理智能化（图中淡蓝色所示），标准选煤数据库及专家知识库也有少部分建设（图中淡蓝色所示）。由此可见，后续智能化建设任务还任重道远。

## 2 重力分选过程智能化研究进展

### 2.1 浅槽重介智能化研究进展

分选是选煤厂的核心环节，重介分选是典型代表。浅槽重介分选系统通过智能化改造，不仅能提高选煤厂智能化水平，而且可以提高生产效率，实现节能降耗<sup>[8]</sup>。下面以浅槽重介为例，分享一下最新的研究进展。

#### 2.1.1 浅槽重介工艺过程感知系统及其性能优化

(1) 浅槽重介工艺过程感知系统构建。所调研选煤厂建设的感知系统中，最全面的有如下特点：

浅槽重介工艺过程感知系统构建原则为单系统、单煤流、单水流、单介质流安装各种仪器仪表；检测内容包括从毛煤出坑（井）至产品装车全过程，对所有设备工况、设备运行参数、入选原煤和选后产品数量及质量、各种介质性质、各种液位及流量等进行实时检测；采集数据点每系统约 800 余点，包括控制点、设定值、运行状态值、报警、工艺参数、中间计算值等。

(2) 仪表性能优化。大量仪器仪表的数据需要逐一、持续核对，确认其能够表达工艺参数或设备状态的正确趋势。在此过程中，用户、供应商、承包单位等都积极采取措施，不断更新技术，提高数据准确性、精度、适应性、稳定性。例如：认真寻找合适的安装位置和工况条件，对不适用的仪器仪表及时更换，不定期进行仪器仪表的复查核检等。

#### 2.1.2 分选工艺参数智能优化

(1) 通过原煤测灰仪测得灰分数据，智能计算原煤的实时密度组成，然后进行产品预测，得到要

调节的循环介质密度，并预测出产品结构和实际循环介质密度。

(2) 根据入料检测数据，多次进行模型修正，使预测软件运行结果满足要求。

### 2.1.3 浅槽重介分选过程智能控制

(1) 介质密度智能给定，通过上述分选参数预测，得到设定的循环介质密度，并推送给控制系统。

(2) 密度跟踪，根据自动给定的循环介质设定值，采用研究的控制算法，智能调节分流、补水、各种桶位等参数，追踪设定密度<sup>[9]</sup>。

### 2.1.4 浅槽重介系统原煤给料量回控

从毛煤仓下开始，到产品带式输送机，全系统联动控制，根据实时数据，分析对比浅槽重介、脱介筛、带式输送机等关键环节实际带料量，确定合适

带料量控制策略，智能稳定与优化调节入选煤量。

控制系统实现了尽量多带料，少事故，提高生产效率。

### 2.1.5 分区域水量控制

分系统、分区域安装电动阀门与流量计，根据需要控制各区域用水量。

根据流量判断用水喷头是否堵塞或掉落。

### 2.1.6 浅槽重介生产过程智能控制系统报警及预警

对各种检测、预测的工艺参数等设置报警、预警功能。通过数据分析，实时发现问题，进行智能控制或者人工干预。

### 2.1.7 数据标准化与分析展示

通过数据采集、存储、标准化，形成历史数据库，供后续数据分析与展示。图 2 为浅槽重介智能控制的数据展示页面。



图 2 浅槽重介智能系统的数据展示

Fig. 2 Data presentation of the intelligent system of heavy medium vessel

## 2.2 跳汰系统智能分选研究进展

跳汰分选过程智能控制号称是业内难题，因为整个系统参数多、控制点多、关系复杂，难以形成有效控制模型<sup>[10]</sup>。

下面分享的案例解决了诸多难题，实现了跳汰机单系统全流程智能控制，能够在人为干预较少的情况下，实现跳汰机安全高效生产。初步形成了跳汰分选的智能系统。

### 2.2.1 感知系统与数据采集

跳汰机智能控制首先是数据采集。对一台跳汰机，工艺参数采集的点位分不同类型：高频数据，如浮标、排料闸门、6个室的风压、液压，共 40

余个点位，需要每秒保存 10 次；入料、3 个产品的数量与质量等实时存储；还有 159 个数据点位，如液位、给水阀门、进排气期等，有变化即存。

产品数量与质量的在线采样与检测，采用了新开发的溢流采样、溜槽采样、斗提机图像计量等新设备。

所有采集的数据分类标准化后，保存在指定位置。

### 2.2.2 精煤质量控制

针对精煤质量要求，制定了灰分与浮标配重控制策略。

开发基于液体配重的全自动浮标，替换现有

人工配置浮标的配重形式来实现浮标配重的实时调整。

通过原煤灰分实时判断煤质变化，分段调整精煤灰分设定值，然后结合实时检测的精煤灰分，动态调整浮标配重对应的密度，实现精煤灰分的优化控制。

### 2.2.3 操作参数协同控制系统

跳汰分选过程操作参数协同控制系统主要分为智能启机、压斗提风险控制、排料闸门闭锁控制、给料频率控制、床层松散度控制<sup>[11]</sup>、产品质量控制等，实现了跳汰机工艺参数的数据驱动、多变量协同智能控制。

### 2.2.4 关联设备载荷量监控

跳汰机关联设备有缓冲仓下给煤机、中煤斗提机、矸石斗提机、脱水筛等。

为实时监测每个斗提机的带料情况，研发了基于激光传感器和双目视觉的斗提机带料量检测系

统，并通过经验阈值设定，判断斗提机带料量是否处于正常运行状态。检测结果可以实时计量中煤与矸石质量，并作为回控带料量的判据。

缓冲仓下给煤机的振动频率决定着跳汰机的人料量，通过试验，确定振动频率、缓冲仓料位与给料量的关系，从而确定跳汰机入料量。

### 2.2.5 故障诊断报警

该过程主要包括跳汰机关联设备载荷量超限，循环水量，风阀、浮标和闸板等设备运行状态异常，风压、水量等工艺参数异常，堆料/卡浮标、卡闸门等故障诊断与报警，可及时发现和消除隐患，保证跳汰机在相对稳定的条件下实现正常运行。

### 2.2.6 数据分析示例

所采集的大量数据用于跳汰机运行情况分析。例如床层松散度分析、排料闸门运动状态分析等。**图 3**为跳汰床层松散度实时曲线示例。由**图 3**可以看出，一号跳汰机的松散度是不稳定的。



图 3 跳汰床层松散度实时曲线示例

Fig. 3 Examples of the real-time jig bed mobility curves

## 2.3 智能分选系统发展趋势

综合考虑功能与效果，选煤厂智能化建设，尤其是分选系统智能化建设要考虑以下几点。

(1) 系统性。对分选环节，需要进行全流程、全系统的智能化策略研究。仅仅单独考虑某一点，例如控制密度或质量，实际上是不完整、不能持续发展的。

(2) 全面感知。对于两个及以上的分选系统，要考虑单煤流、单水流、单介质流安装各种传感器，

分别检测单物料流，才能准确地进行后续的系统控制。

(3) 结合工艺特点。每一个工艺系统是不一样的，各自存在不同问题。进行分选系统智能化建设，需要与工艺问题融合考虑，出现的控制问题往往是工艺问题的反映，结合工艺系统的特点，才能深入解决实际问题。

(4) 数据应用。所有的分选系统数据应进行采集、存储、标准化，方便进行分选效果在线分析

与评价，并由此发现问题，及时解决。

### 3 智能管理及智能决策研究进展

#### 3.1 智能管理

##### 3.1.1 智能管理模块

煤炭企业的管理系统一般分3个层次：集团公司级、厂级、车间班组级。

在前十年信息化的过程中，一些大的集团公司统建了一批专用的管理系统，典型的有ERP、MIS等，这些系统将公司级的生产管理、人力资源、产品销售、物资采购、机电管理等业务一网打尽，方便了公司层级对下级的业务管理。

在本轮智能化的过程中，厂级管理系统的建设提上了日程。按照《智能化选煤厂建设通用技术规范》（T/CCT 005.1—2020）的要求，选煤厂智能管理系统一般包括6部分，各厂根据自己业务量的繁简程度，建设了不同的管理模块。最常见的有：生产管理系统（调度系统）、机电管理系统、安全管理、节能环保等。通常还建设有一体化管控平台、看板等模块。

所调研选煤厂中一个最完整的案例是，不仅建立了上述模块，还建设了经营分析模块、综合管理模块，最关键的是打通了与集团公司ERP、MIS系统的数据调用，使得大量数据不需再重复录入，实现直接调用。

##### 3.1.2 智能管理的缺憾

目前智能管理的发展存在几点缺憾。

（1）前期调研与规划不充分，大部分厂级管理系统的做法是，将手工报表搬上计算机，然后展示一些趋势图、柱状图等。对选煤厂整体管理工作内容、业务流、数据流、业务层级、基层管理要求、职能部室的业务需求等缺乏全局统筹。

（2）多数厂级管理系统注重了生产管理、机电管理等，对产品质量数据局限于调度统计数据，有些矿井型厂没有独立的煤质管理模块。

（3）多数厂级管理没有关注车间及班组层面。实际上，很多厂级数据、甚至是集团层面收集的数据，都是从车间层面上来的，而车间也有许多管理工作仍然是手工操作。

（4）公司级与厂级管理系统的交互不够通畅。公司级数据一般向下开放比较困难，下级新增数据也不允许向上传递。

（5）智能管理最大的缺憾是智能元素较少，很多数据没有进一步整理分析，尤其是各专业的业务

数据，需要更多的分析与利用。

#### 3.2 智能决策

智能决策应建立在全面数据分析的基础上，对大部分选煤厂来说，这部分内容还比较缺乏。

对于建设内容相对完整的示范选煤厂，目前已经建成的分析模块有：

（1）原煤分析。实现以下功能：分析原煤数质量变化、不同煤层比例变化，预测下一阶段原煤数质量变化趋势；基于不同煤质原煤，实现仓下灵活切换给煤、配煤；建立不同煤质配煤模型，预测产品质量，满足指导生产。

（2）洗选产品分析。实现以下功能：分析洗选产品、商品煤数质量及其变化趋势；不同产品数量比例、热值与原煤煤质变化趋势；根据原煤情况和生产计划，系统能够对后续生产的产品种类、数量做出预测；能够根据生产产品要求及原煤情况，下达最优指令给洗选系统。

（3）装车分析。根据装车生产计划，参照生产情况、仓储情况，对生产系统进行智能决策，配合装车系统需要，优化产品煤配比。同时评价装车质量、装车效率，对分选过程提出优化建议等。

（4）生产指标预测。根据各种分析，决策系统计算出生产组织的最优结果，将生产建议方式、工艺参数和命令直接下达各个生产智能模块，各个生产模块系统支持最优生产方式的认定过程。

（5）产品结构优化。针对多煤种入选、多产品、多指标以及产品库存量各异的复杂情况，运用线性规划等技术，以灰分、硫分、水分、发热量、销售量等为限定指标，综合考虑用户要求以及不同质量产品价格和成本，为选煤厂提供产品结构优化方案，以实现选煤厂效益最大化。图4为产品结构方案优化过程示例。

（6）智能检修。按照生产系统由上而下的生产线对应关系，自动根据各生产车间提出的周、月检修计划，辅助调度人员智能决策生产系统检修安排。在线提供停机检修方案，实现有计划、有秩序、有效率的生产检修组织。

（7）工艺效果评价。主要是对分选、分级、筛分、磁选、脱水等设备，按照用户测定的相关数据，参照相关标准对数据进行整理计算，并为用户提供相应效果评定所需的分析曲线（如分配曲线、错配物曲线、分级曲线、可浮性曲线等）以及相关评定指标的查询和计算功能，并生成工艺性能评定报告表，从而完成对设备工艺效果的评定。已经开始研究根据实时监测数据进行在线评价技术。

**预测参数**

工艺系统:

**生产系统:**

块煤浅槽系统:

末煤旋流器系统:

TCS系统:

建煤方式:  单机检查  Ep值

一段E值 二段E值 数量效率%

0.040	0.050	98.00
0.040	0.040	97.50
0.040		97.00

分级效率 (%) 分级粒度

13mm :   13mm

8mm :   8mm

3mm :

---

**入料性质:**

+30mm原煤浮沉:

30-13mm原煤浮沉:

-13mm原煤浮沉:

粗煤泥浮沉:

原煤筛分:

块煤所占比例 (%) 水分 (%) 灰分 (%)

块原煤比例:	45.00	7.00	20.00
其中, 80-30mm:	40.00	7.00	16.00
30-6mm:	42.00	8.00	18.00
-6mm:	8.00	9.00	21.00
粗煤泥:	6.00	12.00	20.00
细煤泥:	4.00	18.00	22.00

末煤所占比例 (%) 水分 (%) 灰分 (%)

末原煤比例:	55.00	8.00	22.00
其中, +3mm:	70.00	10.00	21.00
-3mm:	18.00	12.00	23.00
粗煤泥:	4.00	13.00	20.00
细煤泥:	8.00	19.00	22.00

---

**预测基础:**

块精煤:

末精煤:

混煤:

煤泥:

矸石:

产品价格体系  使用价格

成本 (元/吨)

原煤成本 (元/吨):	<input type="text" value="200.00"/>
浅槽加工成本 (元):	<input type="text" value="20.00"/>
旋流器加工成本 (元):	<input type="text" value="23.00"/>
末煤旁路成本 (元):	<input type="text" value="20.00"/>

其他信息

混煤筛分:

加工量 (吨):

图 4 产品结构方案优化过程示例

Fig. 4 Example of the product structure optimization process

## 4 选煤标准数据体系的研究进展

### 4.1 数据治理的概念

数据治理 (Data Governance): 是涉及数据使用的一整套管理行为, 涉及如何制定和实施针对整个企业内部数据的商业应用和技术管理的一系列方法和流程<sup>[12]</sup>。

数据治理涉及的技术主题包括: 元数据、数据标准、数据质量、数据集成、主数据、数据资产、数据交换、生命周期、数据安全等。

目前, 选煤厂的数据治理工作取得了初步成果<sup>[13]</sup>。已经开发的“大型选煤厂两级标准选煤数据库及其管理系统”被国家能源局收入《全国煤矿智能化建设典型案例汇编 (2023 年)》。

该技术通过研究选煤厂的生产与管理业务内容和流程, 分析了现有信息系统的运行现状, 以选煤厂智能管理系统的建设需求为依据, 研究制定一套数据标准化方案, 包括数据的采集方法、频率、数据类型、值域标准、存储方式、转换标准、数据服务标准等, 对《智能化选煤厂建设通用技术规范》(T/CCT 005.1—2020)中提出的“智能管理”“智能控制”“基础平台”“智能分析与决策”内容中的相关配套数据进行初步治理。

### 4.2 主要建设内容

#### 4.2.1 选煤标准字典系统

选煤标准字典是选煤数据治理的基础, 也是数据标准化的关键核心内容。

选煤标准字典系统包括行业通用字典、公司

与厂级专用字典。行业通用字典是为全行业统一使用的数据库而设计, 包括国家、行业需要统计的和技术上需要统一的数据字典。通用字典采用强制定制方式使用。公司与厂级专用字典是在行业通用字典的框架下, 为集团公司级别和厂级制定的专用数据字典, 用于在集团内部统一相同内涵的数据, 进而规范系统内流动数据的标识。专用字典服从通用字典, 是在通用字典框架下进行的扩展。

行业通用字典和专用字典又进一步分为控制字典与管理字典。控制字典用于规范控制数据的标识和特征, 初步分为 9 大类 40 余种。管理字典用于规范管理系统的数据库标识与特征, 初步分为 17 大类 90 余种。

#### 4.2.2 元数据管理

元数据是“与数据有关的数据”。元数据为数据说明其元素或属性 (名称、大小、数据类型等)、结构 (长度、字段、数据列), 或其他相关数据 (位于何处、如何联系、拥有者)。

元数据管理是企业数据治理的基础。元数据包括控制元数据与管理元数据, 它们的元数据模型是不同的。

所建设的元数据尽可能囊括了选煤厂的所有数据, 也起到数据目录的作用。通过对元数据进行查询, 就可以借助数据接口查阅到所有相关数据。

#### 4.2.3 数据接口

数据接口包括数据采集、输入与调用接口。数据统一通过 API 接口对外提供数据服务, 在标准数据管理平台上, 可通过 API 接口进行所有入库数



伍。社会力量也应及早考虑这项工作。

#### 5.4 人才缺口大

随着选煤厂智能化建设的发展,人才缺口增加。急需的有以下几类复合型人才:

(1) 深通选煤专业技术与管理,粗通自动化、计算机、智能化知识,有系统性思维和组织协调能力,这类人才适合做智能化项目规划、项目总负责和总执行工作,也需要此类人做具体智能控制与智能管理项目的专业技术主管。

(2) 深通自动控制与机电管理,精通上下位机编程及选煤生产控制,粗通选煤生产管理,有系统性思维和组织协调能力的人才,适合做智能控制项目负责人。

(3) 深通计算机与网络技术,精通高级语言编程,粗通选煤技术与企业管理,有系统性思维和组织协调能力的人才,适合做智能管理项目负责人。

(4) 各类智能化项目中都需要深通选煤专业技术与管理的人才做技术支持。

人才缺口问题已经引起业内的重视,相关高校已经开设智能选矿课程方向,并做开设新专业的准备。企业也开始各种培训,甚至开设专业脱产培训班,并组织专业队伍跟进智能化项目。这些措施都有效缓解了人才缺口。

#### 5.5 项目缺乏规划

在智能化选煤厂建设的示范点建设取得初步成效的同时,有许多非示范点选煤厂已经或筹划进行选煤厂智能化建设。

在调研选煤厂智能化项目时发现,一些选煤厂缺乏智能化建设规划,没有一个整体目标,只是选择实施一些显示度较高的项目作为智能化建设的成果。这样可能带来一些与后续项目的衔接问题,出现交叉重叠或者缺项漏项,导致整个系统运行不畅。

#### 5.6 高级智能化困惑

已经达到中级智能化的选煤厂,面临高级智能化建设的需求,也带来普遍的困惑:高级智能化方向在哪里?还需要做什么、怎么做?

实际上,在《智能化选煤厂建设通用技术规范》(T/CCT 005.1—2020)、《智能化示范煤矿验收管理办法(试行)》以及《智能化选煤厂建设分级评价》(T/CCT 008—2023)团体标准中,已经明确了高级智能化的原则方向。具体工作可以从以下几方面入手:

(1) 深入完成上述《智能化选煤厂建设通用

技术规范》、《智能化示范煤矿验收管理办法(试行)》和《智能化选煤厂建设分级评价》中已经规划的工作,重点提高关键生产环节与管理部

门的智能程度。

(2) 巩固已有建设成果,解决影响智能系统稳定应用的突出问题。

(3) 抓好数据标准化和资源化建设,开展大数据分析与应用,以数据驱动高级智能化建设。

(4) 发展新的智能工具,从生产实际需要出发,解决人工劳动密集的问题。

## 6 结语

选煤厂智能化建设经历了从酝酿到示范点验收的重要历史时期。对已经取得的实质性进展,需要认真总结,以便指导更多的选煤厂进行智能化建设。伴随着智能化选煤厂建设初步成果的取得,有许多难题派生出来,建设者们要不断探索创新,在实践中总结经验,以更好地推动智能化选煤厂的发展,为煤炭行业的高质量发展贡献力量。

#### 参考文献:

- [1] 国家发展改革委,国家能源局,应急部,等.关于加快煤矿智能化发展的指导意见:发改能源〔2020〕283号[EB/OL].(2020-02-25)[2023-12-05].[https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202007/t20200710\\_1233536.html?eqid=9ad17c410018ad2f0000003646460ca](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202007/t20200710_1233536.html?eqid=9ad17c410018ad2f0000003646460ca).
- [2] 中国煤炭加工利用协会.智能化选煤厂建设通用技术规范:T/CCT 005.1—2020[S].北京:中国标准出版社,2020.
- [3] 国家能源局,国家煤矿安全监察局.关于开展首批智能化示范煤矿建设的通知:国能发煤炭〔2020〕63号[EB/OL].(2020-02-25)[2023-12-05].[http://zfxgk.nea.gov.cn/2020-11/25/c\\_139561244.htm](http://zfxgk.nea.gov.cn/2020-11/25/c_139561244.htm).
- [4] 国家能源局,国家矿山安全监察局.煤矿智能化建设指南(2021年版):国能发煤炭〔2021〕29号[EB/OL].(2021-06-05)[2023-12-05].[https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-06/19/content\\_5619502.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-06/19/content_5619502.htm).
- [5] 国家能源局.国家能源局关于印发《智能化示范煤矿验收管理办法(试行)》的通知:国能发煤炭〔2021〕69号[EB/OL].(2021-12-07)[2023-12-05].[http://zfxgk.nea.gov.cn/2021-12/07/c\\_1310417597.htm](http://zfxgk.nea.gov.cn/2021-12/07/c_1310417597.htm).
- [6] 中国煤炭加工利用协会.智能化选煤厂建设分级评价:T/CCT 008-2023[S/OL].(2023-09-27)[2023-12-05].[http://www.ccpua.org/page111.html?article\\_id=5543](http://www.ccpua.org/page111.html?article_id=5543).
- [7] 陶志达,周娟华.利用团体标准规划智能化选煤厂建设方案[J].煤炭加工与综合利用,2023(8):1-8.
- [8] 曹艳军,柳 骁,刘 洋,等.重介浅槽分选系统智能化建

- 设实践[J]. 工矿自动化, 2023, 49(S2): 63 - 65, 98.
- [9] 胡金良, 李彤昀, 王光辉. 基于强化学习的重介质选煤过程优化控制[J]. 煤炭工程, 2022, 54(1): 137 - 141.
- [10] 匡亚莉. 智能化选煤厂建设的内涵与框架[J]. 选煤技术, 2018(1): 85 - 91.
- [11] 张 军, 陶有俊, 匡亚莉, 等. 操作参数对跳汰床层的影响及颗粒运动特性分析[J]. 中国矿业大学学报, 2019, 48(5): 1029 - 1035.
- [12] 王 辉, 邢 伟, 曹 帅, 等. 煤炭企业元数据采集与治理系统建设研究[J]. 中国标准化, 2023(19): 112 - 117.
- [13] 国能准能集团有限责任公司. 准能选煤厂两级标准选煤数据库及管理系统[G]//国家能源局综合司. 全国煤矿智能化建设典型案例汇编(2023 年). 北京: 国家能源局, 2023: 382 - 387.