

自动采制样技术在炼焦煤行业的应用前景分析

席忠龙(山西晋中灵石县中煤九鑫焦化有限责任公司, 山西 晋中 030600)

摘要: 自动采样、制样技术在动力煤行业应用以来, 有效的解决了人工采制样代表性差的问题, 极大的改善了采样、制样人员的作业环境, 减轻了工人的劳动强度。在炼焦煤行业, 自动采制、制样技术应用相对较少, 本文从炼焦煤行业自动采样、制样现状、必要性、难点等方面, 介绍了自动采制样技术在炼焦煤行业的前景。

关键词: 炼焦煤; 前景分析; 自动; 采样; 制样

1 炼焦煤行业采制样现状

本文主要调研了山西及周边地区的独立焦化企业, 以山西中部某大型独立焦化厂为例, 从采样、制样流程、设备、工艺等方面, 对炼焦煤行业的采制样现状进行分析。

1.1 炼焦工艺

原料煤车辆进厂后通过受煤坑+皮带+堆取料机或煤棚内直接卸车方式将原料煤单堆于煤棚储煤场, 通过堆取料顺序取料, 经带式输送机转运至配煤仓。各单种煤通过配煤仓底配煤系统配合后, 经皮带运输至粉碎机粉碎混合后送炼焦单元。

运储焦单元是将炼焦单元生产的全焦产品通过皮带运输、筛分处理并按所要求产品规格进行装卸运输, 主要包括皮带运输, 筛储焦管理等。

1.2 化验指标

1.2.1 炼焦煤化验指标

目前焦化厂炼焦煤化验主要指标有 M_t 、 M_{ad} 、 A_d 、 V_{daf} 、 $S_{t,d}$ 、CRC、G 值、Y 值、岩相分析、粒度分析等, 其中全水化验粒度为 $-13mm$, 其余化验粒度多为 $-0.2mm$, 其中 G 值化验粒度试验煤样按规定制备成粒度小于 $0.2mm$ 的空气干燥煤样, 其中 $0.1\sim0.2mm$ 的煤粒占全部煤样的 $20\sim35\%$, Y 值要求粒度小于 $1.5mm$ 且小于 $0.2mm$ 不超过 30% ; 岩相分析要求粒度小于 $1.0mm$ 且小于 $0.1mm$ 不超过 10% 。

1.2.2 焦炭化验指标

目前焦化厂焦炭化验主要指标有 M_t 、 A_d 、 V_{daf} 、 $S_{t,d}$ 、机械强度、反应后强度等, 其中全水化验粒度为 $13mm$, 其余化验粒度均为 $0.2mm$ 。

1.3 采制样规则及设备

1.3.1 采制样规则

①进厂原料煤进行半自动采样, 仅能采样, 不能制样机缩分。入场车辆均进行采样, 每天 $300\sim400$ 辆车, 同一客户来煤进行合样归批; ②单种煤采样: 目前单种煤没有自动采制样设备, 全部依靠人工采样, 在配煤室下每个给煤机出料口附近的皮带上采样; ③

配合煤采样: 目前配合煤采样没有自动采制样设备, 全部依靠人工采样, 在煤塔下皮带上人工采样; ④焦炭生产过程采样: 焦炭生产过程采样没有自动采制样设备, 全部依靠人工采样, 采样位置在焦炭胶带输送机上; ⑤出厂焦炭采样: 目前出厂焦炭采样没有自动采制样设备, 全部依靠人工采样, 出厂的产品焦炭在运输焦炭的皮带上采样。

1.3.2 采制样设备

①采样设备: 汽车自动采样机; 能实现进厂煤半自动采样, 进厂煤接样、缩分、制备均采取人工进行; ②制样设备: 制样设备均为人工制样设备: 制球机、锤式破碎机、鄂式破碎机、对辊破碎机、磨样机、烘箱、转鼓、筛分机械筛、转鼓机械筛等。

该焦化企业采制样、存储样现状在焦化行业具有代表性, 存在设备使用时间比较久、自动化程度偏低、精密度不高的问题, 采制样自动化建设可用于该企业对进厂煤、单种煤、配合煤、皮带焦、出厂焦进行采制样全流程智能化管理, 具有简化管理流程, 减轻人工工作量, 改善采制样环境, 提高采制样精密度等优点。

2 开展自动采制样项目的必要性

2.1 国家政策的引导

智能制造已经是企业发展的根本趋势。随着智能化配套设备不断完善, 国家越来越重视工业智能化装备的升级改造, 各级地方政府也在积极推进各企业加快智能化改进的步伐。

2.2 行业发展的趋势

随着国家和地方对煤炭质量监控力度的逐步加大, 国内对质量检验检测手段及能力的需求也在逐年提高。随着自动化、信息化和智能化技术的不断发展, 在检测技术领域, 利用计算机、自动化、智能化等先进技术提升检测效率和检测能力已成为行业共识。检测装备的更新、检测技术水平的提升, 无疑将增强企业在市场采购和贸易结算中的议价能力, 同时还可保证质量的稳定, 降低生产安全风险。

2.3 企业管理需要

焦化企业采制样环节一般有：进厂煤、单种煤、配合煤、皮带焦、出厂焦。根据调研情况看，焦化企业的采制样环节都存在设备使用时间比较久、自动化程度偏低、精密度不高的问题，需要进行自动采制样升级。

2.3.1 提高检测结果的准确性

传统的质量检测与控制模式流程环节多、周期长、劳动强度大、人为因素影响大，广泛存在着制样误差大、设备自动化程度低、煤炭质量数据不准、管理效率不高、信息化程度低等问题，且人为造假的情况还时常发生，难以满足目前质量提升、化解产能等工作的要求。

通过建设自动采制样系统，有效实现人和煤样分离，人和数据分离，实现煤炭质量检测全过程的规范化和标准化，各个环节均符合国家标准及行业标准要求。

2.3.2 减少人为影响

目前，焦化企业依靠人工完成“采—制—化”工序进行煤质检测。人工采制化存在质量风险高、管理难度大、劳动强度大、工作效率低等问题。不仅带来了安全隐患，而且影响到最终检测质量，成为焦化行业煤质检测工作亟待解决的主要问题，亟需选用先进的机械化采制化设备和方法，解决上述问题。

3 自动采制样设备发展现状

3.1 自动采样设备

自动采样设备按结构和采样位置可分为有螺旋钻取采样机，抓取式采样机，钻探式采样机，皮带采样机。

3.1.1 螺旋钻取采样机

螺旋钻取采样系统主要由随动控制系统、采样系统、制样系统、弃煤回送系统及整机的 PLC 程控系统组成，其中采样系统包括油马达螺旋采样头，采样悬臂，回转机构，上下行程机构；制样系统包括煤样集料斗，破碎机，缩分器，集样器等。螺旋钻取采样方式的优点是，采样深度大，一般为 2600mm，可基本覆盖车厢的全断面，煤样代表性好，需要车辆静止状态下采样，为煤炭用户常用采样方式。

3.1.2 抓取式采样机

抓取式采样机主要由工业机器人采样机、制样设备、弃样设备、传感器、控制器等组成，具备智能判断、国标采样、自动制样、无人值守的特点。抓取式机器人可在移动的汽车或者火车上采样，采样深度一般为车厢上部 400~500mm 深的煤层，适合对行车效率要求高的厂。

3.1.3 钻探式采样机

钻探式采样机分为工业机器人钻探式采样机和桥式钻探采样机，可分层自动采样，采样选点在任何种工况条件下均为随机、有效，代表性强，不损伤车厢壁和汽车 / 火车底板。行走机构均用变频控制，起停平稳，能与采样机构构成 X、Y、Z 三维结构，保证采样机构能采取到煤车内任何方位的煤样。钻探式采样机相对于螺旋钻取采样机速度更快，但也需要车辆在静止的状态下采样，煤样的代表性介于螺旋钻取采样机和抓取式采样机之间。

3.1.4 皮带采样机

皮带采样机按采样头位置分为皮带中部采样机和皮带端部采样机，通过安装在皮带廊内或机头的采样头对皮带上煤样进行采样，采得样品给入到储给料一体仓中，通过给料系统向破碎机中进行连续均匀给料，破碎后的样品进入到定质量旋转缩分机中缩分出一份留样，一份弃料。皮带采样机适合于煤质较均匀的煤炭采样，为防止采样头刮坏皮带，需要与带面保持 2cm 以上的距离。

目前，自动采样设备在动力煤领域应用广泛，但在焦化行业应用效果欠佳，炼焦煤相对动力煤而言，黏度较大，易堵塞破碎机筛板，易吸附于传送设备上。焦炭需要做转鼓实验、粒度实验，以上采样机在采样过程中对粒度均造成破坏，市面上尚未有成熟的焦炭自动采样设备。

3.2 自动制样设备

自动制样设备主要用于制备 6mm 全水样品、3mm 存查样和 0.2mm 分析样品。常规配置有混匀模块，缩分模块，破碎模块，二分模块，烘干模块，称重模块，封装模块等，全水分自动测试系统一般布置在自动制样系统旁。按设备结构组成主要分为机器人制样系统和机械传动制样系统两种。

3.2.1 机器人制样系统

机器人制样系统以机器人手臂为中心，各个模块布置在四周，模块之间的煤样传输通过机械手完成。设计制样时间为第一个样 50min，连续制样间隔 20min。实际制样能力 40 组煤样 / 16h。可扩展性强，可以根据需要增减功能模块。

3.2.2 机械传动制样系统

机械传动制样系统将各模块集成在一起，通过机械传动运输煤样。设计制样时间为第一个样 60min，连续制样间隔 25min。实际制样能力 30 组煤样 / 16h。系统无扩展性，只能按流程逐级制样。优点是占地小，如果离采样点近，可简化采样机的封装系统，用提升设备将煤样直接进入制样缓冲仓。

根据化验要求,焦化企业除了制备 6mm 全水样品、3mm 存查样和 0.2mm 分析样品外,还需要制备 0.2mm 黏结指数样品, 1.5mm 胶质层指数样品, 1.0mm 岩项样品等特殊煤样, 同时还需要进行焦炭制样, 需要对以上制样系统进行改造升级, 满足炼焦煤、焦炭制样的需求。

3.3 样品传输设备

3.3.1 智能煤样转运系统

智能煤样运输车是实现煤样转运的一种特殊车辆, 主要用于电厂、煤炭或港口等行业的煤样智能化建设, 采样间到制样、化验室的煤样转运, 实现转运过程中的自动对接、上下车、过程监控等功能。

3.3.2 分选平台及滚筒输送线

运样车停放完成后, 由人工将样桶转运至输送平台, 并将样桶自动输送到房间内样桶定位止挡处, 系统进行读取编码信息。并将读取的编码信息记录至数据库中, 提供给管控中心完整的煤样批次信息。

筛选平台一次能够放置处理至少 18 个煤样桶。筛选平台有读码装置, 能够将同一个批次的煤样桶筛选出来, 并转运至开盖装置。读码频率 $\leq 1s$ 。系统运行中样桶不得有倾倒、损坏等现象发生, 异常情况时向管控系统发出报警信号。

3.3.3 合规归批缓存装置

合规归批缓存装置采用辊筒式输送机, 主要用于智能闭锁样品桶的分选, 以完成从智能闭锁样品桶中提取所需厂家和批次的样品。取样对应批次煤样进行统一进入机器人制样自动口, 完成此批次煤样的合规归批工作。

该设备主要由机架、双链托辊、驱动链条及驱动电机减速机、送桶及拦桶装置、气动组件以及检测系统等构成。完成对已接收的煤样桶自动归批、开盖、倒样、封盖, 与自动制样机无缝对接, 实现制样端自动上料。

4 需要解决的难点问题及初步解决方向设想

①自动采制样过程防止样品交叉污染: 由于炼焦煤黏性较大, 易堵塞破碎机筛板, 造成破碎机无法正常工作, 并造成煤样的污染。通过改进破碎机结构与材质, 可以解决该问题; ②黏结指数测定、胶质层指数测定、岩项分析等专用样品自动制备: 炼焦煤化验所需的样品种类较多, 目前尚无完善的炼焦煤制样系统, 需针对炼焦煤的需求开发新的制样功能, 兼顾焦炭的制样; ③焦炭自动采样过程防止样品破碎: 由于焦炭需要做粒度分析, 采样机采样过程中造成的破碎会影响筛分粒度, 焦沫含量, 可以对采样方式进行改进, 在采样过程中避免对焦炭块产生破碎。

5 风险分析

作为焦化厂配套的自动采制样系统, 主要风险因素来源于技术、政策等方面。①技术方面的风险因素: 自动采制样系统配套的汽车采样机, 皮带采样机, 自动制样系统等均有在动力煤领域成功运用的先例, 需针对炼焦煤及焦炭特点进行改进, 技术风险小, 为一般风险; ②政策的因素: 国家及地方对智能化项目为支持和鼓励的态度, 为一般风险。

6 经济效益和社会效益分析

6.1 经济效益

6.1.1 减员效益

实现采制样自动化后, 能有效降低人工成本。以 200 万 t 焦化企业基本配置, 预计减少采样工、制样工及其他配套人员不低于 10 人, 年用工成本节约 100 万元以上, 在满足生产需求的条件下达到减员增效目的。

6.1.2 直接效益

实现采制样自动化后, 可杜绝人为煤质掺假的可能, 为企业供应稳定可靠的煤质。按年消耗炼焦精煤 250 万 t, 按 10% 的煤质不合格计算, 约 25 万 t, 按每吨 200 元的差价计算, 带来经济损失约 5000 万元。

6.2 社会效益

据了解, 国内焦化行业目前仅少数有自动采制样系统, 行业整体采制样水平落后。炼焦煤及焦炭的自动采制样为行业难题, 针对焦化厂的智能采制样系统开发后, 可应用于焦化厂, 炼焦煤选煤厂的采制样, 可提高行业整体智能装备水平。

6.3 安全效益

自党的“十八大”以来, 以习近平为核心的党中央高度重视安全生产, 要求所有企业必须认真履行安全生产主体责任, 做到安全投入到位, 安全培训到位, 基础管理到位, 应急救援到位, 确保安全生产。2021 年 6 月 10 日, 习近平签署第八十八号《中华人民共和国主席令》, 自 2021 年 9 月 1 日起施行《中华人民共和国安全生产法》(修订版), 要求安全生产工作应当以人为本, 坚持人民至上, 生命至上, 把保护人民生命安全摆在首位, 树牢安全发展理念, 坚持安全第一, 预防为主、综合治理的方针, 从源头上防范化解重大安全风险。

目前原料煤, 焦炭采样均靠人工制样, 存在安全风险, 通过智能化改造后, 改为机器自动化制样, 真正做到了从源头上防范化解重大安全风险。

参考文献:

- [1] GB/T19494.1. 煤炭机械化采样方法 [S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2004.