

选煤厂工业卫生智能冲洗综合解决方案研究

周丽敏

中国煤炭科工集团北京华宇工程有限公司 天津 300091

摘要: 由于选煤厂工艺生产的特殊性, 输煤栈桥及工业厂房存在不可避免的煤尘及煤泥污染, 目前大多数选煤厂仍采用人工手动冲的方式清理这些污染, 劳动强度和耗水量均较大。虽有个别选煤厂对传统冲洗方式进行了智能化升级改造, 但由于技术还不成熟, 成功落地实施并达到理想效果的案例较少, 需进一步完善和优化。本次研究从输煤栈桥和工业厂房两个方面入手, 通过收集、记录、调试、比较专项试验研究数据, 建立智能冲洗系统冲洗效果各影响因子分析数据库, 实现冲洗设备和组件的精细化选型, 实现冲洗程序的智能化控制, 确定适合选煤厂输煤栈桥和厂房地面智能冲洗的最优实施方案。本项目研究可实现选煤厂工业卫生无人值守、智能自动冲洗, 保证冲洗效果, 节约水资源和人工成本, 提高企业管理效率和经济效益。

关键词: 选煤厂工业卫生; 智能冲洗系统; 输煤栈桥; 工业厂房; 无人值守; 自动冲洗

引言

在全球“工业4.0”新工业时代的大背景下, 建设智能化选煤厂是大势所趋, 而工业卫生智能冲洗系统是智能化进程中不可或缺的一个子项。目前随着选煤厂智能化建设的进程, 工业卫生智能自动冲洗的需求也日益增多。但目前智能冲洗技术的研究还不成熟, 成功落地实施并达到理想效果的案例较少, 且该实施项目大多最终成为厂家合作外包, 设计院或选煤厂自主研发的成果较少。而且很多实施项目目前依然存在很多的缺点, 如耗水量大、排水回收不及时、存在冲洗死角、不能实现完全无人化管理等, 急需进一步完善和优化。

一、选煤厂卫生冲洗现状

选煤厂胶带机在输送物料的过程中, 工作面的煤灰容易脱离输送带在空气中行成扬尘, 大颗粒的粉尘会堆积在地面形成积灰, 细颗粒的则形成浮尘, 输送带运行时产生的空气扰动又会使地面积灰形成二次扬尘; 加上除尘洒水设施的应用, 栈桥及走廊会形成煤泥污染。车间厂房在生产过程中也存在一定程度的跑冒滴漏, 造成地面的煤泥污染。空气中的粉尘和黑色的煤泥污染, 一是影响工作人员的工作环境和身心健康, 二是长期堆积会对工艺设备、机电电缆、管道阀门等造成一定的侵蚀和污堵, 影响工艺作业的顺利进行。

为了减少这些污染的不利影响, 营造良好健康的工作环境, 目前选煤厂主要有两个方面的措施, 一是从源

头上控制, 二是在沿程上治理。

从源头上控制, 主要是使用一些抑尘和除尘设备, 如采用干雾抑尘、泡沫抑尘、布袋除尘、负压吸尘导料槽等。这些措施抑尘除尘效率只有70%~90%, 仍有一部分煤尘无法控制。

沿程上治理, 主要是对地面上的煤泥进行清扫和冲洗。目前大多数选煤厂其输煤栈桥和主厂房的卫生清理主要靠工人手动冲洗, 冲洗耗时长, 劳动强度大, 且由于胶带机下空间受限, 走廊有楼梯踏步阻隔, 车间厂房设备、管道等较多, 清洁人员手动清理时困难较大, 且易与设备、管道发生磕碰, 存在一定安全隐患。

二、智能冲洗系统实施方案研究

(一) 水源条件

在响应国家节约用水和水资源重复利用的政策下, 结合冲洗设备组件的水质要求, 智能冲洗水系统水源水质应符合《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中地面卫生冲洗用水标准。基于选煤厂可能存在的水源条件, 智能冲洗系统可利用复用水系统, 如井下处理水、浓缩车间循环水、煤泥水处理车间处理后的水及经处理后的雨水等。

(二) 输煤栈桥实施方案

1. 方案布置

输煤栈桥一般线路长且具有一定的坡度, 依据其自身特点和现场走廊宽度的不同, 研究了两种布置方案, 具体布置如下图:

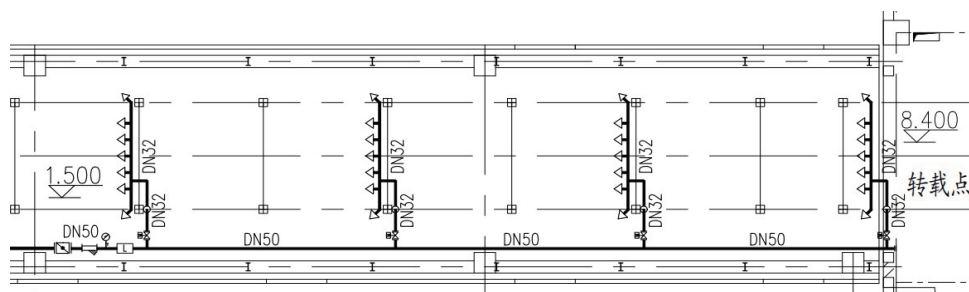


图 2.2.1-1 固定水排布置图

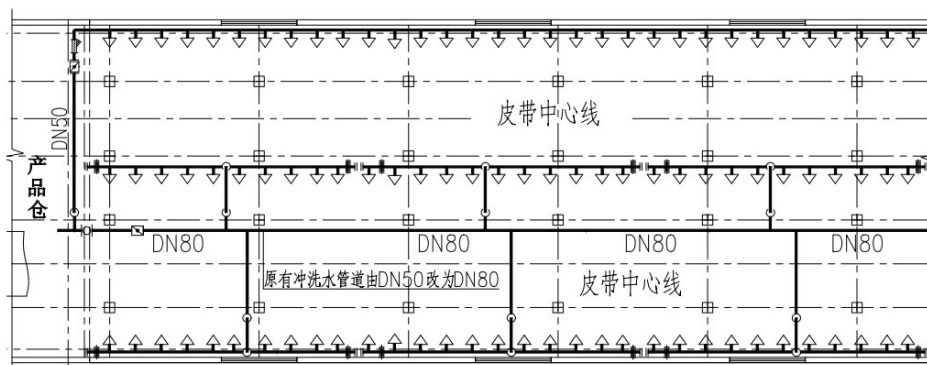


图 2.2.1-2 旋转水排布置图

固定水排布置方案是在输送机下方垂直于输送带延伸方向横排布置冲洗水排，此方案多适用于对既有栈桥进行智能冲洗水改造的情况。因栈桥已建成运行多年，走廊工程管线和设备较多，可通行宽度极为有限，走廊位置已没有可利用空间，冲洗水排只能放在输送机机架下方。

旋转水排布置方案是在输送机走廊两侧沿输送机延伸方向竖排布置可旋转的冲洗水排，此方案多适用于新建栈桥的智能冲洗水系统。因水排布置可与消防、暖气等设备管道同步规划设计，不会占用栈桥走廊太多空间而影响过人检修。

2. 系统组成

由以上布置图可见，两种实施方案都是由供水系统、阀门附件、冲洗水排、排水系统及控制系统组成。

(1) 供水系统：供水系统一般由加压泵和供水管道组成。加压泵一般采用变频增压机组，其流量、扬程应根据供水规模经计算确定。供水管道主要有主管道和冲洗支管，主管道将水源由加压泵房引至各冲洗系统，一般延栈桥延伸方向敷设在桥架上，主管道上每隔5-6m接出冲洗支管连接至冲洗水排。根据防腐要求，管材一般采用热浸镀锌钢管或不锈钢管，根据栈桥所处的位置高度和长度，主管道管径一般为DN50mm-DN100mm，冲洗支管管径为DN25-DN40mm，管道压力应保证每组水

排工作时喷水压力达到0.3MP-0.4MPa。

(2) 阀门附件：供水主管道上应设检修阀门，可用蝶阀或明杆闸阀，阀门后依次设Y型管道过滤器、远传压力表和流量计，管道过滤器可过滤截留水中的颗粒杂质，避免水排中喷嘴的堵塞，压力表和流量计可以实时监测系统的工作压力和用水量。冲洗支管上设电磁阀，接收控制系统信号，自动关停，采用不锈钢材质，耐腐蚀。

(3) 冲洗水排：两种实施方案分别采用横排固定水排和竖排旋转水排。固定水排每隔400mm设一个扇形喷头，靠近走廊侧的喷头要向外侧偏转30°-45°，以保证其冲洗水柱能横扫到走廊的整个横截面。旋转水排一般长6m-7m，每隔400-500mm间距设一个扇形喷头，通过传动杆、轴承与回转装置连接，回转装置内置电机及控制模块，用于水排的旋转控制；系统工作时喷头喷水且水排上下摆动，对地面进行扫洗式冲洗；为避免喷水出现雾化现象，系统选用中等流量及孔径的扇形喷头。

(4) 排水系统：在栈桥的最低点处设集水井和潜污泵，控制系统根据远传液位计监测的高低液位情况，自动控制潜污泵的启停。

(5) 控制系统：控制系统由一体化管控平台操作界面、各栈桥集控控制箱、电磁阀接线箱、潜污泵控制箱及超声波液位计、声光报警器等组成。集控控制箱设在

每条栈桥的出入口处，内设控制模块，通过PLC或DCS进行通讯接入一体化管控平台，可以实现自动控制和远程控制。同时控制箱上设有机械启停操作按钮，可以现场手动开启和停止冲洗系统。

3. 系统功能

(1) 接力式冲洗：为避免系统同一时间用水量过大而降低冲洗水压力，全厂的栈桥依次列队，由从高到低的顺序依次冲洗。每条栈桥也是由从高到低的顺序依次开启冲洗水排，每组水排开启的延续时间约40-60s，下组延时10s-20s开启。这样接力式冲洗，冲洗效果更好且节约水量。

(2) 往复式扫洗：对于竖排旋转水排实施方案来说，还具有往复式扫洗功能。栈桥两侧设置的回转装置，其电机、减速机可带动水排在竖直平面内有0~80°的旋转，冲洗水柱会沿着踏步向皮带机下方推移，从而实现往复式扫洗。冲洗结束后，水排自动复位，使喷头朝下，避免对人员通行造成阻碍。

(3) 定时、定点冲洗：冲洗程序可设定为自动和手动模式，实现定时、定点冲洗。自动模式下，冲洗系统与生产系统联动，待生产停车一定时间后（可自由设定），管控平台自动发布控制指令，全厂栈桥自动进入冲洗程序，待全部冲洗完毕后，系统自动关闭。手动模式下，在管控平台可远程单独控制每组水排的启停，实现定点冲洗。

(4) 安全冲洗：冲洗程序的控制策略充分考虑到排水通畅和人员安全的问题，故有一系列保证安全冲洗的措施。例如：栈桥冲洗程序和当条栈桥的集水坑排污液位联动，高报警水位时冲洗程序暂停，正常水位时恢复；冲洗程序启动前会有声音预警，提示相关人员尽快撤出栈桥冲洗区域；在栈桥高低两端的出入口处均设置紧急启、停按钮（防爆），以便在栈桥有人时可以及时停止冲洗，待人员撤出时及时恢复冲洗。

(三) 工业厂房实施方案

选煤厂厂房一般跨度大，设备多，各种管线密集，对冲洗系统的设置具有很强的限制性和苛刻性，单一的冲洗设备往往难以满足冲洗效果，通常需要多种冲洗设备配合使用。鉴于厂房的这一实际特点，本项目研究试验了在厂房设置智能清扫机器人和全自动电动水炮的组合实施方案。

1. 方案布置

在厂房内设置一台智能清扫机器人，机器人宽度约700mm，高约1200mm，可用于宽敞空间的智能清扫，对

于宽度<1000mm的通行部位，在墙面或柱子等合适位置处设置全自动电动水炮，对机器人不能通行到达的局部区域进行补充清扫。

2. 系统功能

智能清扫机器人自带清水箱和污水箱，冲洗的同时可收集污水，且能自主充电、冲水、换水；能自动识别垃圾污渍，具有避障、防跌落、断点续扫、语音识别、触屏和APP交互等功能，全天候无需人为干预，自动排班，智能规划路径，全程巡检，实现智能清扫。

电动水炮工作压力0.4MPa-0.7MPa，流量≥1.0L/s，射程15m-30m。水炮布置间距约15-30m，工作时其上下倾斜角度和左右喷洒辐射角度可自动调节，以保证射程范围内的清洗效果。每支电动水炮自带控制器，可远程控制水炮自动巡航时的参数：如冲洗开始时间、上下左右角度变化、冲洗延续时间及间隔时间等等。

结语

以上实施方案目前已经应用到的实际工程中，如青龙寺选煤厂等。通过现场使用情况反馈，原来工人手动冲洗一座长100m，宽6m的栈桥需要3h左右，使用智能冲洗系统后，同样的栈桥只要20min即可完成；3h的时间，100m的栈桥可以冲洗9座，如果同时冲洗多座栈桥，则用时会更短，可极大地提高工作效率，节约人工成本。

此项目的成功研究，改善了工人的工作环境，缓解了其劳动强度，节约了人工成本和用水量，切实为企业带来了经济和环保效益，同时还使选煤厂工业卫生智能冲洗系统的研究技术有了新的突破和进展，推动了选煤厂智能化的进程。

参考文献

- [1] 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)
- [2] 张泽川.关于输煤栈桥粉尘治理方案的实施探索[J].科学风, 2020(23): 109-110.
- [3] 熊斌.火力发电厂输煤栈桥粉尘综合治理的应用[C]//2018年江西省电机工程学会年会论文集.南昌:江西省电机工程学会, 2019: 3
- [4] 孙引忠, 韩泰然.工业机器人智能化验系统在选煤厂的应用[J].煤矿机电, 2019, 40(2): 61-65.
- [5] 张高阳.带式输送机智能控制系统设计及其应用[J].山东煤炭科技, 2021, 39(04): 129-131.