

矿井水处理站工艺升级改造难点及现场实施管控研究

王 超

中煤科工西安研究院(集团)有限公司 陕西 西安 710000

摘 要: 矿井水处理站工艺升级改造会受到设施适配、进水条件、站内空间及不停机作业等多重现实条件约束。改造推进过程会遭遇单元更迭、设备对接、管路调整等技术层面阻碍,本文围绕现场施工排布、交叉作业、设备安装、构筑物防护等管控方向展开梳理,从前期方案研判、作业管控、工序交接、系统调试搭建落地保障路径,化解改造阶段各类现实阻碍,推动水处理站改造作业平稳推进,让改造后装置适配矿井涌水处理实际工况。

关键词: 矿井水处理站; 工艺升级; 设施改造; 现场管控

引言: 矿产开采持续推进,井下涌水产出规模随之变化,早期建成的水处理站处理能力逐步跟不上现场生产实际。原有工艺、池体构筑物与配套设备出现各类运行短板,工艺升级改造成为化解水处理运行矛盾的重要方式。改造现场工况复杂,新旧设施交错叠加,各类制约因素与技术难点穿插于施工各个阶段。理清改造存在的现实阻碍,落实对应的现场管控手段,能够减少施工过程中出现的各类问题,保障水处理设施改造工作有序开展。

1 矿井水处理站工艺升级改造的制约因素

1.1 原有处理设施与改造工艺的适配矛盾

站内原有建构筑物、设备基座以及池体结构按照早期处理工艺完成建设。改造引入新的处理单元时,现有池体容积、池体高差、设备基础尺寸很难完全匹配新增工艺的安装要求。部分池体经过长期运行出现内壁腐蚀、结构形变等问题,直接复用无法满足新工艺运行条件。对池体开展大规模结构修整,又会牵扯土建施工,增加现场作业难度^[1]。直接舍弃原有设施会抬高项目投入,有限的改造条件下,新旧设施之间的适配冲突会持续存在。

1.2 来水水质波动对工艺改造带来的干扰

矿井生产作业状态发生改变,井下涌水的杂质组分就会出现变化。涌水内部悬浮物、离子组分产生波动,会直接传导至水处理站进水端。改造设计阶段参考的进水条件只能截取某一段时期的水质状态。新工艺装置按照设计水质完成选型布设,实际进水条件偏离设计区间,处理单元运行负荷就会出现偏移。前期工艺选型很难完全覆盖水质变动带来的各类工况变化,会给改造之后的系统运行埋下隐患。

1.3 站内空间布局对改造作业形成的限制

水处理站内部设备、管线、构筑物排布紧凑,可利用空余场地十分有限。新增处理设备、配套管路、药剂储存装置需要占用相应安装空间。原有管线纵横交错,设备排布相互堆叠,施工作业面很难完整打开。大型机具进场摆放、构件转运安放都会受到场地约束。部分设备拆装、管线改接只能采用小规模机具配合人工完成,作业效率被进一步压缩。狭小站内环境也会压缩施工操作余量,提升作业开展难度。

1.4 不停机工况下改造作业的客观束缚

多数矿井水处理站需要维持基础处理能力,不能直接全线停运。改造施工只能在系统不停运的基础上分段开展。施工操作不能中断矿井涌水处置流程,需要划分作业区段,保留部分原有设施承担水处理任务。施工区域与运行区域相互交织,管线切割、设备拆除作业要规避正在运行的管路与装置。施工产生的杂物、积水也不能流入正在运行的处理池体。作业开展需要兼顾施工推进与系统运转,改造实施会受到明显约束。

2 工艺升级改造阶段的技术难点

2.1 处理单元更迭衔接过程中的技术冲突

原有处理单元经过长期运行,池体过水坡度、溢流高程、水流流向都形成固定状态。替换或者新增处理单元,会改变水体流经路径。新单元布设完成后,水体进出点位发生偏移,原有水流条件很难得到保留。池体内部水流流态出现紊乱,短流、积泥现象就容易显现。直接改动池体内部结构,还要兼顾构筑物本体结构安全^[2]。池体开孔、隔墙拆改会带来结构层面的考验。改动幅度偏小,新工艺发挥不出应有作用。改动幅度偏大,又会给构筑物本体带来损伤。单元更迭带来的技术

冲突,会制约工艺改造落地效果。

2.2 新旧设备对接环节的技术适配问题

淘汰老旧设备之后,新设备的外形尺寸、安装基座、出力参数和原有设备存在区别。原有设备基座、预留孔洞按照旧设备参数完成浇筑。新设备就位,基座位置、螺栓点位很难完全对应。设备进出口法兰口径、法兰面朝向出现偏差,直接对接会产生强制应力。强行装配会埋下设备振动、接口渗漏隐患。电气接线点位、信号采集点位也需要重新布设。现场缺少足够的预留接线通道,信号点位迁移会牵扯大量接线作业。设备对接环节出现疏漏,会直接影响整套装置后续运转状态。

2.3 配套管路系统改造存在的技术阻碍

站内管路承担水体输送、药剂投加、排泥导流的作用。旧管路经过长期使用,管壁结垢,部分管段出现形变。管路实际走向和早期设计图纸会产生出入。切割、改接管路前,很难精准掌握管线内部真实状况。管段裁切之后,新管段长度、角度很难做到严丝合缝。管路支墩、吊架经过岁月侵蚀,承载能力出现下降。更换管路之后,原有支吊结构未必可以承受新的荷载。管路改造还要规避周边构筑物、其他管线带来的干涉。管路改造过程出现疏漏,会引发渗漏、流量分配失衡等状况。

2.4 辅助系统调整面临的技术困境

药剂投加、排泥、反洗这类辅助系统,服务于整套水处理流程。主体工艺发生改动,辅助系统的出力、投加逻辑都要做出改变。原有药箱容积、计量装置出力匹配旧有工艺工况。主体处理流程改动之后,原有计量装置调节区间无法覆盖新工况。排泥管路的排放频次、排放负荷跟随池体工况产生变化。部分辅助装置本体没有预留足够调节余量。直接更换整套辅助装置,又会增大现场改造工程量^[3]。辅助系统调整处理不当,主体工艺单元很难发挥处理能力。

3 改造工程现场实施过程管控要点

3.1 施工工序排布与作业流程管控

正式动工之前,结合现场实际条件梳理施工先后顺序。区分拆除、修整、安装、接驳等不同作业板块,划定各板块的实施边界。针对不能停机的作业场景,拆分整体施工内容,划分独立施工区段。优先完成不触碰运行系统的作业内容,再开展管线切割、池体修整这类高风险工序。工序排布要充分考虑构件转运、材料堆放带来的现场影响。每一段作业启动前核对作业条件,确认现场准备工作落实到位再开启施工。上一道工序遗留的问题处理完毕,才可进入下一道作业环节。工序出现临

时变动,要重新梳理现场作业条件,规避无序施工带来的各类隐患。

3.2 多工种交叉作业的现场协调管控

改造现场会汇集土建、机电、管路焊接等不同作业班组。不同班组作业内容存在空间重叠,作业行为会互相造成干扰。划定各班组专属作业区域,明确各区域作业时段。做好现场交底,把施工边界、作业风险传递到每一组作业人员。高空动火、构件切割这类高风险作业启动前,清理周边堆放材料,隔离周边运行装置。一个班组开展动火作业,其余无关作业转移至其他区域。现场设置专人负责现场对接,接收各班组提出的现场问题,推动问题就地处置。避免不同班组作业范围互相侵占,减少作业冲突带来的现场扰动。

3.3 设备进场、安装及调试过程管控

各类新设备运抵站内,核对设备本体、配套构件的实际状态。站内通道狭窄,大型设备转运要规划专属行进路线,避开运行池体与在用管线。设备落位阶段核对基座标高、定位尺寸,做好位置校正。设备固定完成后开展接口对接,完成管路、线路的连接作业。单台设备安装结束,开展单机层面的检查工作。排查紧固件紧固状态,查验接线、管路连接部位的密封情况。单机检查全部结束,再开展设备调试。调试阶段逐步提升设备运行负荷,观察设备运转状态。发现异响、渗漏等异常现象,立刻终止调试,排查故障根源再继续开展后续工作。

3.4 站内既有构筑物防护管控

站内池体、设备基座、管沟属于持续发挥作用的设施。改造施工过程中,外力撞击、动火飞溅、渣土堆放都会对原有构筑物形成损伤。施工启动前,对需要保留的池壁、基座、管沟做好隔离防护。渣土、构件堆放避开构筑物表面,不在池体顶板随意堆放重型物料。开展破碎、切割作业时,控制作业力度,防止震动传导破坏池体结构。动火作业布设防护挡板,阻挡火花灼烧池体防腐层。施工产生的废渣碎屑及时清运,避免残渣落入正在使用的池体、管沟内部。施工全程留意构筑物外观变化,出现开裂、涂层脱落等迹象,立刻暂停周边施工作业,落实处置手段^[4]。

4 工艺升级改造落地过程的保障路径

4.1 改造前期技术研判与方案细化

改造正式启动之前,完成现场实地勘测,收集站内池体结构、设备参数、管线走向等一手资料。结合矿井涌水实际产出状态,梳理改造需要达成的实际目标。针

对原有设施存在的结构缺陷、接口不匹配、空间不足等现实问题,开展技术研判。比对不同改造思路带来的现场作业难度,筛选适配站内实际条件的实施路径。方案编制阶段摒弃纸上推演,把现场勘测获取的各类细节全部纳入设计范畴。明确拆除范围、新建单元边界、管线改接点位,标注施工过程中需要重点保护的建构筑物。针对施工期间可能出现的突发状况,设置对应的处置思路。方案成型之后,对照现场工况反复核对,消除图纸与现场条件之间的偏差,减少施工阶段临时变更。

4.2 现场作业流程规范化管控落实

依据细化完成的改造方案,梳理全部施工内容,明确每一项作业的实施要求。面向进场施工人员开展技术交底,把施工范围、作业标准、风险注意事项传递到位。划分作业执行标准,对构件切割、设备安装、管路焊接、防腐处理等作业划定操作尺度。明确各类作业的质量判别依据,减少人为判断带来的偏差。落实现场作业约束,对动火、高空、有限空间这类风险较高的作业,设置前置核查步骤。作业开展前核查作业条件,确认防护手段布设到位再开启施工。强化现场检查力度,对构件焊接质量、设备固定精度、管路密封处理开展逐项查验。发现作业偏离预定标准,立刻叫停对应工序,完成问题整改之后再恢复施工。

4.3 各工序交接环节的过程把控

改造项目由拆除、修整、安装、接驳等一系列工序依次串联而成。上一道工序的完成质量,直接决定后续工序能否顺利开展。工序交接阶段,开展现场核验,核对已完成部分的施工质量、尺寸参数、现场清理情况。拆除工序结束,确认杂物清理干净,原有结构留存部分没有出现损伤,才可移交土建修整作业。土建修整作业完工,核对池体尺寸、基座标高,查验结构完整状态,再移交设备安装工序。设备就位固定完毕,核查定位精度、紧固件紧固情况,再推进管路与线路接驳。交接过程留存现场核查记录,把发现的缺陷明确标注出来。缺陷问题处置完毕,才可流转至下一作业板块。杜绝工序未经核验直接流转,避免前期遗留问题向后传导,引发

后续施工故障。

4.4 改造完成后系统衔接调试管理

站内硬件安装接驳全部结束,不能直接转入正式运行状态。先对整套系统开展全面排查,确认池体、管路不存在渗漏点位,设备接线、管路连接全部到位。清理池体、管线内部遗留的施工残渣,规避残渣造成部件卡堵。调试工作由单机逐步向整套系统递进。单台设备单独通电试运,观察转动、启闭等动作能否正常完成。单机调试没有异常,再逐步连通各个处理单元,分段导通水体流通过程^[5]。逐步引入矿井来水,由小流量向设计流量过渡,观察各处理单元的实际响应情况。留意药剂投加、排泥等附属装置的动作表现。针对调试阶段暴露出的水流紊乱、设备动作异常、管路淤积等问题,定位问题来源,落实调整手段。调试工作全部处置到位,整套系统才可承接矿井水处理任务。

结束语

矿井水处理站工艺升级改造涉及设施改动、设备更换以及系统重新调试,现场会面对多重现实条件带来的限制。改造实施不能只看重工艺方案本身,现场实施层面的各类管控举措同样具备实际价值。正视设施适配、现场作业带来的各类难点,细化方案研判、施工管控、工序交接以及系统调试相关处置方式,妥善处理新旧系统切换过程中的各类矛盾,帮助水处理站完成工艺迭代,满足矿井涌水处理的现实需要。

参考文献

- [1] 王洋. 漳村煤矿邕子风井矿井水处理站除氟改造工艺[J]. 煤,2025,34(10):105-108.
- [2] 周琛. 郭屯煤矿矿井水处理站扩容改造工艺的确定[J]. 内蒙古煤炭经济,2025(12):52-54.
- [3] 武文. 煤矿矿井水处理站排放达地表水Ⅲ类标准改造工艺选择[J]. 能源与节能,2023(2):156-158.
- [4] 刘艳辉. 山西小回沟矿井给水处理工艺设计技术研究[J]. 能源技术与管理,2022,47(5):121-123.
- [5] 狄倩. 树脂脱氮在矿井水处理工艺提标改造中的应用[J]. 煤炭工程,2024,56(3):21-25.