

小型一体化泥浆不落地系统装备设计研究

闫立鹏*

(核工业二〇八大队,内蒙古 包头 014010)

摘要:随着绿色矿山建设的要求越来越高,对钻探施工中泥浆不落地要求越来越严,以纳岭沟铀矿床地浸施工为例,目前泥浆循环净化系统,存在泥浆循环槽过短、孔口返回的泥浆含岩屑量比较大直接流到沉降过渡罐导致频繁清渣、除砂器或除泥器配套供液泵扬程无法满足旋流分离固相颗粒的压力、供液泵管路过长、沿程阻力损失比较大等诸多问题,所以,从过渡罐和一体化泥浆罐的容积匹配,潜渣泵、振动筛、离心机、搅拌器以及液下渣浆泵的规格总体匹配纳岭沟地浸工艺施工方案进行研究,设计出一套满足净化泥浆的小型一体化泥浆不落地系统装备。

关键词:绿色矿山建设;地浸施工;泥浆不落地;泥浆循环净化系统

中图分类号:TE926 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2025)06-0030-05

1 纳岭沟铀矿床地浸施工泥浆循环净化系统存在问题

(1)泥浆循环槽过短,泥浆不落地系统有效总容积略偏小;

(2)泥浆净化循环处理工艺待优化,孔口返回的泥浆含岩屑量比较大,直接流到沉降过渡罐导致频繁清渣,一方面给现场施工增加劳动强度,同时清渣需要中途停钻;另外一方面固相含量比较高,容积堵塞泵头,造成泵电机堵转、过热烧坏;

(3)配套二级或三级净化设备,两种类型旋流器规格型号相近,清除固相粒度级配不太合理;

(4)振动筛激振力、筛网目数与筛箱倾角不能有效适应地层变化与岩屑颗粒大小;

(5)除砂器或除泥器,配套供液泵扬程无法满足旋流分离固相颗粒的压力,底咀易堵塞;供液泵管路过长,沿程阻力损失比较大;

(6)由于受泵压与泥浆黏度、固相含量颗粒大小的影响比较大,除砂除泥器整体清除固相颗粒效果并不理想,有时跑浆比较严重;

(7)地面泥浆罐罐面没有配套搅拌器,导致泥浆沉淀,性能不稳定;罐内未加隔仓,清渣过程会影响正常钻进;未配套清渣门不便清渣。

2 改进建议

(1)加长泥浆循环槽,建议15m左右;加大泥浆不落地系统有效总容积;

(2)建议将振动筛放置在过渡罐;孔口返回的泥浆直接经过振动筛处理,减轻下一级固控设备的负载,处理后的泥浆再经过泵输送到下一级净化设备;

(3)配套二级或三级净化设备,旋流器规格型号加大级差,清除固相粒度级配要有区别;

(4)振动筛筛箱倾角略上扬 $+2^{\circ} \sim +5^{\circ}$,激振力、筛网目数要根据适应地层变化与岩屑颗粒大小进行实时调整;

(5)除砂器或除泥器,配套供液泵扬程要满足旋流分离固相颗粒的压力需求,配套不同直径底咀;缩短供液泵管路,减少沿程阻力损失;

(6)建议采用变频离心机代替除砂、除泥器,变频离心机不受泵压与泥浆黏度、固相含量颗粒大小的影响,转速可调清除固相粒度范围比较广,减少废浆排放,同时可满足地浸普钻和绳取泥浆净化工艺需求;

(7)地面泥浆罐罐面配套搅拌器,避免泥浆沉淀;罐内加隔仓,隔板可开孔,仓间可建立联通、溢流;配套清渣门,以便于清渣;

(8)建议采用二级净化系统:振动筛+变频离心机,或小锥角除砂器+变频离心机。

3 小型一体化泥浆不落地系统装备设计

3.1 设计原则

(1)系统符合ISO/CD14690《石油天然气工业健康、安全环保与环境管理体系》,工艺流程和设备符合相关

* 收稿日期:2024-09-23 修回日期:2024-09-25

作者简介:闫立鹏(1989-),男(满族),内蒙古呼伦贝尔人,工程师,现从事铀矿钻探工作。

的标准和规范;

(2)系统满足钻井工艺要求,适合井队搬迁、安装要求;

(3)系统防腐;

(4)系统满足钻井液的循环、净化等工艺要求;

(5)设备选用国内外名牌产品,质量高、寿命长、外观质量美观;

(6)焊接件执行标准 GB/T12467《焊接质量要求》;

(7)铸钢件执行标准 GB/T8492《一般用途耐热钢和合金钢铸件》;

(8)涂漆工艺执行《石油机械产品喷涂技术条件》;

(9)系统设计符合标准:

Q/CNPC-296-2002《钻井液固相控制系统技术条件》;

ISO/CD14690《石油天然气工业健康、安全环保与环境管理体系》;

JB/T5994《装配通用技术条件》;

SY/T6223-2013《固控设备的安装、使用与维护》;

SY/T5957 井场电气安装技术要求。

3.2 适用条件

(1)在环境温度 $-19^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$,湿度不大于 90% ($+20^{\circ}\text{C}$)的条件下正常工作;

(2)适用于公路、铁路运输,满足吊车装卸要求,并能在井场内短距离拖拉。

3.3 主要技术参数

(1)系统有效总容积: 38m^3 ;

(2)罐体数量: 2 具;

(3)系统设计最大处理量为: $60\text{m}^3/\text{h}$;

(4)泥浆泵吸入口高度及接口尺寸: 泥浆泵的吸水管内径 $\varnothing 203\text{mm}$ (根据现场泥浆泵配套),高度根据经验定。

3.4 主要配置

离心机、振动筛、潜渣泵、搅拌器以及泥浆罐的型号选择、技术参数见表 1。

3.5 系统总体技术要求

固控系统由 1 个过渡罐、1 个一体化钻井液罐及其配套设备及控制系统组成。系统总体设计符合钻机平面布置、总体设计要求和标准的钻井液处理工艺流程。

可满足孔深 450m、终孔 $\varnothing 269\text{mm}$ 时储存、配置、循环和净化钻井液的各种工艺要求。它可以有效地除去钻井液中的有害固相,保留有用固相,为铀矿钻探作业提供优质钻井液。

钻井液净化大循环流程(见图 1):

(1)井口返出钻井液通过浆循环槽进入过渡罐,过

渡罐内潜渣泵配双搅拌向一体化钻井液罐的振动筛供浆,振动筛处理后的液相进入沉砂仓;

(2)沉砂仓中的钻井液通过供液泵输送至离心机,离心机处理后的钻井液排至净化仓,也可通过罐上部的溢流口溢流至净化仓,该溢流口高度高于净化仓与循环仓间的溢流口高度;

(3)净化仓的钻井液通过罐上部的溢流口溢流至循环仓;

(4)泥浆泵可通过罐内管线抽吸净化仓及循环仓的泥浆。

3.6 系统总体结构设计

系统总体结构设计见图 2,过渡装置见图 3。

3.6.1 泥浆罐配置

(1)一体化泥浆罐。罐面一侧安装可折叠人行走道板,罐末端安装一套落地梯子,一体化泥浆罐的分仓有效容积、设置设备及数量情况见表 2。

(2)过渡罐。过渡罐为地埋罐,罐顶与地面平齐或高出适当位置,其上安装有一台潜渣泵配合搅拌。过渡泵将罐内泥浆输送至振动筛进入净化处理,具体配置情况见表 3。

3.6.2 泥浆罐的结构设计

钻井液固控系统罐采用矩形结构,罐的整体强度高,可支撑罐上的设备。

(1)罐体采用瓦楞钢板与型钢组焊,底座采用 16# 槽钢船形结构;罐侧板采用 6mm/Q235 钢板压制成瓦楞钢板,底板采用 8mm/Q235 平钢板,罐面采用 5mm 花纹钢板。罐体两侧设有 45° 角,高 350mm 斜板,便于沉砂与清渣。其中过渡罐罐面预留井口返浆管线接口。

(2)设有一个上罐梯子,梯子踏板采用钢格板制作,双侧有护栏。罐每个隔仓设有梯子和人员出入口。

(3)配套的固控设备安装、布置合理,便于操作、维护、运输、安装,罐面有足够强度的横梁支撑罐面设备,使之安装后牢固、可靠。

(4)罐体周边设有栏杆,栏杆高度为 1200mm,栏杆采用 40mm $\times$ 40mm 方钢管制作,为无障碍可折叠结构,固定牢固,各栏杆间用夹箍固定保持平直,并设有 150mm 踢脚板,踢脚板距罐面距离 10mm。

3.7 表面处理与涂装

(1)表面处理:罐体、栏杆、走台做喷砂处理;

(2)油漆重防腐漆,罐体颜色白色 RAL9016,底座为黑色,梯子白色,栏杆颜色为安全黄色,设备颜色为原色;罐内采用环氧铁红防锈漆。

表1 净化设备及泥浆罐的主要配置表

序号	设备名称	型号	数量	技术参数	备注
1	过渡罐	5.5m ³		罐体尺寸:1800mm×1800mm×2000mm; 运输尺寸:2000mm×2250mm×2500mm	配有清渣门,采用槽钢做底座,罐壁采用瓦楞钢板,罐面预留井口返浆管线接口
2	潜渣泵配双搅拌	80DQM-300A/ 11kW+2		渣浆泵 11kW; 两个辅助搅拌 2×3kW	潜渣浆泵 11kW,双搅拌 2×3kW;电控箱集中供电、集中控制
3	一体化泥浆罐	32.5m ³		罐体尺寸:9000mm×2000mm×2000mm; 运输尺寸:9300mm×2250mm×2500mm	①一体撬装,分沉砂仓、净化仓、循环仓共三个隔仓,罐内底部两侧设有45°角、高350mm斜板,便于沉砂与清渣; ②泥浆罐罐体采用瓦楞钢板与型钢组焊,底座采用16#槽钢船形结构;罐侧板采用6mm/Q235钢板压制成瓦楞钢板,底板采用8mm/Q235平钢板,罐面采用花纹钢板。罐每个隔仓设有梯子和人员出入口; ③罐体周边设有栏杆,栏杆采用方钢管制作,为无障碍可折叠结构,固定牢固,各栏杆间用夹箍固定保持平直,并设有踢脚板; ④罐体、栏杆、走台做喷砂处理及防腐处理,罐体进行密闭试验; ⑤包含设备与罐体间管线以及阀门等配件
4	振动筛	TGZS60		振动轨迹:直线型; 处理量:60m ³ /h; 电机功率:2×0.8kW; 筛网数量:2; 筛网尺寸:750mm×900mm; 筛箱调节角度:0°~+2°; 激振强度:≥7.5G(可调节); 防爆标准:ExdIIBt4	①防爆激振电机; ②分配箱侧设有返浆口联接用法兰与盲板; ③电控箱集中供电、单独控制
5	离心机	TGLW350-BP		处理量:6m ³ /h; 转鼓转速:0~2400r/min; 分离粒度:5~7μm; 电机功率:11kW; 变频柜功率:18.5kW	非防爆;变频控制;电控箱集中供电、单独控制
6	液下渣浆泵	40DVM-200A/ 3kW		处理量:6m ³ /h; 功率:3kW; 扬程:15m; 液下深度:1.8m	非防爆;加长液下渣浆泵;电控箱集中供电、集中控制
7	搅拌器	NJ-11		功率:11kW; 转速直径:73r/min; 叶轮:∅850mm/∅500mm	电控箱集中供电、集中控制
8	栏杆、走道及梯子、管线				走道、护栏、管线、阀门及梯子等
9	电控系统			装机功率:65kW,380V/50Hz	①非防爆; ②集中供电,单独控制与集中控制相结合; ③含照明系统及泥浆不落地系统内配套的电缆;配一路60A备用电源及两路25A备用电源; ④配航空插头

3.8 电控技术方案

3.8.1 基本技术参数

(1)防护等级:电气IP55,电控柜IP65;

(2)供电形式:电源电压:动力380V(3P+PE);照明220V(1P+N+PE);

(3)电源频率:50Hz;

- (4)适应环境:环境温度-19℃~+40℃,相对湿度不大于90%(+20℃);
- (5)绝缘强度:1000V 兆欧表测量不低于2MΩ,线路1400V 交流试验1min不击穿;
- (6)接地极接地电阻不大于4Ω。

3.8.2 电控技术要求

(1)本系统可满足固控系统工艺要求,具有防水、防尘、防腐、耐冲击的性能,适应油田野外恶劣工况的要求,符合HSE安全操作要求;

(2)在潮湿和高、低温环境下,本系统应性能稳定运行,安全可靠,适应野外露天作业,搬迁安装方便。

3.8.3 电控技术说明

- (1)严格按照以上相关标准设计制造,符合防护要求;
- (2)能充分满足钻机的工作参数、性能和钻井工艺要求,具有防水、防尘、防腐、耐冲击的性能,适应野外恶劣工况的露天作业要求;
- (3)独立运输单元之间采用密封式安全插接件进行联接;
- (4)系统布局合理、规范、安全、可靠,便于搬迁、吊装、运输、拆接快速;
- (5)电缆采用YCW 电缆;
- (6)保护装置动作灵敏;
- (7)接线牢固可靠,布线整齐美观,便于操作维修;
- (8)有清晰明确的操作标识和安全警示牌;
- (9)系统内选用的电器、灯具、插接件等选用国内专业电器生产厂家生产的优质产品。

3.8.4 电控配套范围

整套固控系统交流电气线路系统的设计制造,具体范围如下:

- (1)固控设备用多组合控制装置;
- (2)固控罐区照明灯具及控制组件的安装;
- (3)用于线路保护的镀锌钢管、挠性软管、密封件等;

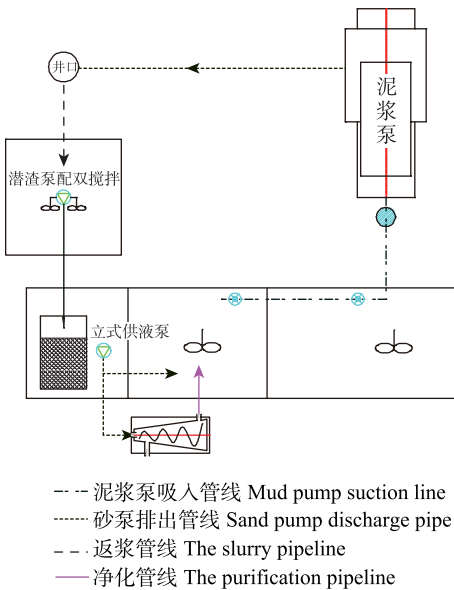


图1 泥浆不落地闭环处理工艺流程图

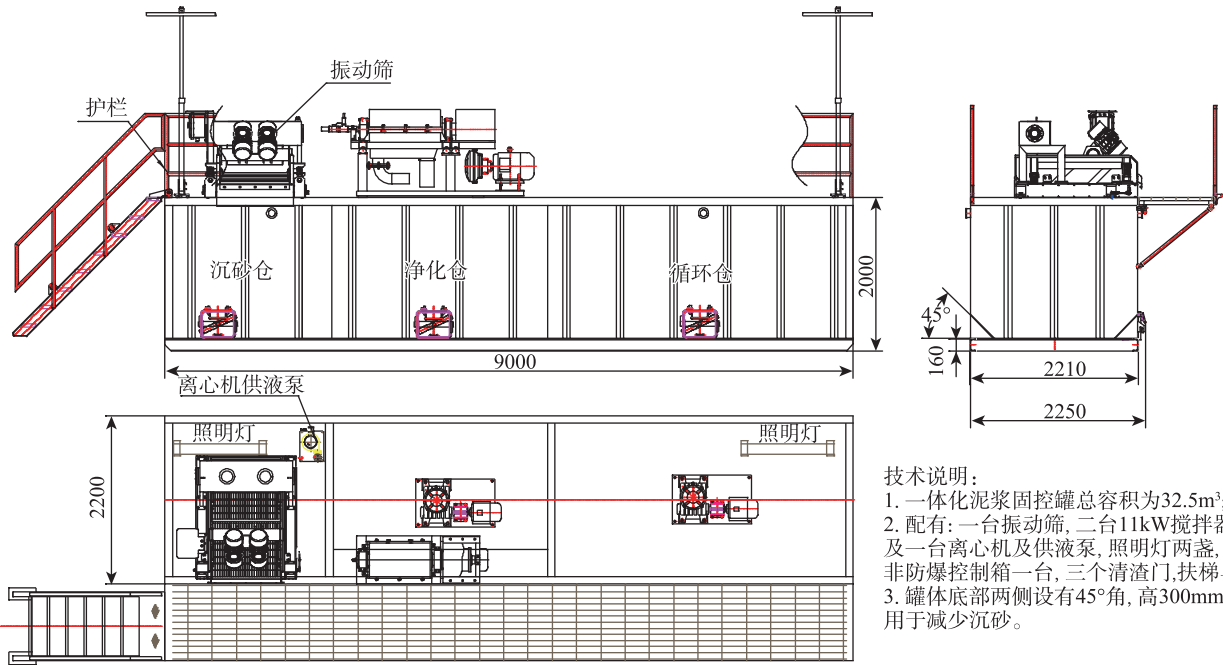


图2 一体化泥浆系统布置示意图(单位:mm)

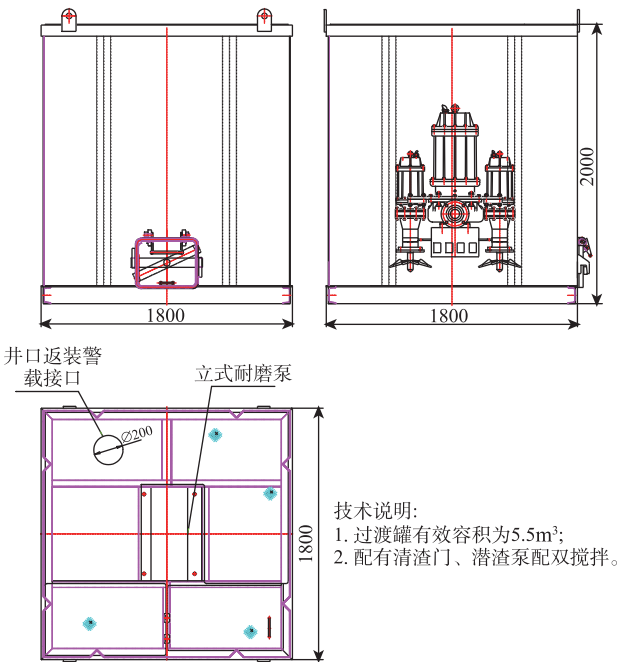


图3 过渡装置布置示意图(单位:mm)

表2 一体化泥浆罐分仓有效容积、设置设备及数量情况表

一体化泥浆罐	有效容积(m³)	设备名称	数量	备注
沉砂仓	7.5	振动筛	1	含清砂门×1
		供液泵	1	
净化仓	10	变频离心机	1	含清砂门×1
		11kW 搅拌器	1	
循环仓	15	11kW 搅拌器	1	含清砂门×1

表3 过渡罐分仓有效容积、设置设备及数量情况表

过渡罐	有效容积(m³)	设备名称	数量	备注
过渡仓	5.5	潜渣泵配双搅拌	1	含清砂门×1

(4)固控系统内部动力、照明及控制电缆的敷设及安装。

3.8.5 主要配置

(1)电控系统:采用多组合控制装置。

①一体化钻井液罐的一端放置一台多组合控制装置箱(箱内有机芯,机芯上装有电合闸空气断路器、交流接触器、热继电器或电动机保护器等,装有电源指示灯和断路器电合闸按钮),用于控制罐上的设备;

②罐面设备采用多组合控制:离心机和振动筛分别单独控制,配套泵、搅拌器及其照明灯的控制开关均集成到控制箱面板。

电路主进线设置在循环罐上,并配一路60A备用电源及两路25A备用电源;接线箱内部有连接用的接线端子排和接线座,壳体下部有用来引入电缆的引入装置,侧面有用来引出电缆的引出装置。进、出线口中的电缆外径与引出装置相匹配,以保证良好的密封性。

(2)照明系统。循环罐上安装2只照明灯,其灯架可以升降、旋转、放倒;灯具外壳均用安全绳与顶棚或支架可靠连接,以防坠落伤人。

4 结束语

本文对纳岭沟铀矿床地浸施工现场泥浆不落地净化系统存在的问题进行剖析,结合目前地浸施工工艺及泥浆循环情况进行综合分析,提出整改建议,同时研究设计出一套满足目前纳岭沟铀矿床地浸施工现场泥浆不落地要求和泥浆净化循环的小型一体化泥浆不落地系统装备,该系统装置有望解决纳岭沟铀矿床地浸施工现场泥浆不落地要求和净化泥浆循环,减少排浆的目的,做到绿色环保施工。

参考文献:

[1] 杨明杰,梁万林,等.钻井废泥浆综合治理技术研究[J].矿物岩石,2003,23(10):109-112.

[2] 杨英,李中明.绿色勘查岩心钻探泥浆不落地系统的研究以便携式全液压钻机为例[J].科技创新与生产力,2022(3):70-71.

[3] 赵岩,高丽华,肖明君,等.泥浆精细化处理装置在钻井施工中的应用[J].能源与环保,2022,44(5):131-136.

[4] 冯美贵,王健策,高元宏,张飞,张文龙,王鲁朝,张云龙,苏延鹤,翁炜,朱迪斯,蒋睿.地质岩芯钻探钻井液固相控制技术现场应用[J].西部探矿工程,2022,34(2):100-104.

[5] 王英超.新常态下我国绿色勘查的发展探讨[J].地质评论,2016,62(S1):281-282.

[6] 温得全,冯美贵,李斌,蒋睿,翁炜,周伟,赵志杰.智能高效小型一体化泥浆不落地系统的研究与应用[J].钻探工程,2022,49(4):49-54.

[7] 张金昌,刘凡柏,冉恒谦,孙建华,孟义泉.2000m地质岩芯钻探关键技术与装备[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1):3-6.