

煤矿综采电液控液压支架介质使用与维护

袁世强

河南万合机械有限公司 河南 新密 452370

摘要: 煤矿综采电液控液压支架介质以乳化液为主流, 兼具抗燃、润滑、冷却等特性, 需严格按5%乳化油+95%水配比, 并满足相关标准。使用中需监控压力、温度、污染度, 确保系统稳定。维护方面, 需每日清洁支架表面, 检查泄漏, 定期清洗过滤器, 每月检测介质性能, 每季度检修核心元件, 年度大修更换部件。同时, 需加强技术培训, 提升操作维护人员技能, 确保系统高效运行。

关键词: 煤矿综采; 电液控液压支架; 介质使用; 维护

引言: 在煤矿综采作业中, 电液控液压支架作为关键支护设备, 其性能的稳定发挥直接关系到工作面的安全与生产效率。而液压介质作为支架的动力传输与润滑冷却核心要素, 其质量与使用维护水平至关重要。当前, 乳化液凭借抗燃、环保、经济等优势成为主流介质, 但井下复杂工况对其性能提出严苛挑战。因此, 深入探究介质特性、规范使用流程、制定科学维护策略, 是保障支架可靠运行、提升煤矿综采效能的必由之路。

1 煤矿综采电液控液压支架介质特性分析

1.1 介质类型与选择依据

(1) 乳化液: 作为当前煤矿综采电液控液压支架的主流介质, 其核心成分为乳化油与水按特定比例混合而成, 兼具抗燃性、润滑性及冷却性三大核心优势, 可适配井下复杂工况需求。配比严格遵循5%乳化油+95%水(质量分数)的标准, 且必须满足MT/T76-2011《煤矿用乳化油、浓缩液及其高含水液压液》规范要求, 确保介质稳定性与适配性。性能上, 其抗燃性突出, 闪点 > 150℃, 可有效规避井下高温环境下的火灾风险; 同时具备良好的生物降解性, 符合环保排放要求, 且原料易得、成本低廉, 成为规模化应用的核心支撑。(2) 水基介质: 以MFD型高含水液压液为典型代表, 主要适用于特殊地质条件场景, 尤其针对高温矿井、高瓦斯矿井等极端工况。其核心优势在于高含水量带来的优异冷却性能, 可快速带走液压系统运行产生的热量, 避免元件因高温失效; 同时具备较好的抗燃性与环保性, 不过因黏度较低, 需搭配专用密封元件使用, 适用范围相对受限。(3) 液压油: 属于传统液压支架介质, 因易燃性缺陷, 在井下工况中已逐渐被乳化液替代。目前仅局限于地面检修、小型试验装置等无明火风险的场景使用, 其优势在于润滑性能优异、黏度稳定性强, 但受限于安全隐患, 无法满足井下综采的核心需求^[1]。

1.2 介质关键性能指标

(1) 物理化学性能: 核心指标包括黏度、pH值及防锈性。黏度直接影响泵站运行效率与液压系统响应速度, 需根据井下温度范围精准匹配, 避免黏度过高增加能耗或过低导致泄漏; pH值需控制在7.5-9.5区间, 可有效防止液压元件金属材质发生腐蚀; 防锈性则通过形成保护膜, 减少立柱、千斤顶等关键部件的锈蚀损伤, 延长元件使用寿命。(2) 抗污染性: 是决定电液阀组寿命的关键指标, 主要体现在对颗粒污染物、水分及空气的耐受能力。井下环境粉尘较多, 颗粒污染物易堵塞电液阀节流孔, 导致阀组卡滞失效; 过量水分会破坏介质稳定性, 降低润滑与抗腐性能; 空气混入则易产生气蚀, 加剧元件磨损, 因此介质需具备良好的过滤适配性与抗污染稳定性。(3) 低温适应性: 考虑到北方矿区冬季井下温度较低, 介质凝点需低于-20℃, 确保在低温环境下仍能保持流动状态, 避免因介质凝固导致管路冻裂、系统无法启动等故障, 保障冬季生产连续性。(4) 润滑性: 需满足立柱、千斤顶活塞杆与密封件的动态润滑需求, 减少相对运动过程中的磨损, 降低密封件失效概率。优质的润滑性能可降低元件摩擦阻力, 提升液压系统运行稳定性, 同时减少维修频次与成本, 保障液压支架长期可靠运行。

2 煤矿综采电液控液压支架介质使用规范

2.1 介质配置与储存

(1) 配比精度控制: 为保障介质性能稳定, 必须采用自动配液装置进行乳化液配制, 严格控制配比误差 ≤ ±1%。自动配液装置可通过精准计量乳化油与水的输入量, 有效规避人为操作中凭经验配比导致的浓度偏差—浓度过高会增加成本且易产生泡沫, 浓度过低则会降低介质的润滑性、抗腐性, 直接引发液压元件磨损、锈蚀等故障, 影响支架运行可靠性。配液完成后, 需即时取

样检测浓度, 确认合格后方可注入系统。(2) 储存条件: 乳化油作为核心原料, 需密封存放于专门的阴凉干燥库房, 库房温度控制在5-30℃, 严禁阳光直射、靠近热源或与易燃易爆物品混放, 防止乳化油发生氧化变质、破乳等问题。对于已配制完成的乳化液, 因其稳定性会随时间推移下降, 需在48小时内使用完毕; 若暂时无法使用, 需存放于密封的储液箱中, 并定期搅拌, 同时做好防尘、防污染措施, 避免杂物混入^[2]。(3) 水质要求: 配液用水需选用中性软水, 水质硬度 $\leq 150\text{mg/L}$ (以 CaCO_3 计)。若使用硬水, 水中的钙、镁离子易与乳化液中的成分发生反应, 生成不溶性沉淀物, 这些沉淀物会堵塞过滤器、电液阀节流孔, 导致液压系统循环受阻、压力异常; 同时还会降低介质的润滑性能, 加速元件磨损。因此, 配液前需对水质进行检测, 不符合要求时需进行软化处理, 确保水质达标后再用于配液。

2.2 运行参数监控

(1) 压力监测: 压力是液压系统正常运行的核心保障, 需实时监控泵站出口压力与支架立柱初撑力。其中, 泵站出口压力需稳定维持在31.5MPa, 压力波动范围 $\leq \pm 0.5\text{MPa}$, 若压力过高易导致管路、元件爆裂, 压力过低则会影响支架动作速度与支撑能力; 支架立柱初撑力需 $\geq 24\text{MPa}$, 确保对顶板的有效支护, 防止顶板下沉、冒落。监测过程中发现压力异常时, 需立即停机检查, 排查泄漏、阀组卡滞等故障, 故障排除后方可恢复运行。(2) 温度控制: 液压系统工作温度需严格控制在10-50℃区间。温度过低会导致介质黏度增大, 系统阻力增加, 响应迟缓; 温度过高则会加速介质老化、降低润滑性能, 同时损坏密封元件, 引发泄漏故障。为此, 系统需配备温度监测装置, 当温度超过50℃时, 自动启动冷却装置; 若冷却装置失效, 需立即停机降温, 排查故障后再继续运行, 避免高温对系统造成不可逆损伤。(3) 污染度检测: 采用NAS1638标准对介质污染度进行定期检测, 建议油液清洁度 $\leq \text{NAS}9$ 级。井下环境粉尘、煤渣较多, 极易混入液压系统, 污染介质, 而污染后的介质会加剧元件磨损、堵塞阀组, 严重影响电液控系统的稳定性。检测周期建议为每周1次, 若工况恶劣可缩短至每3天1次; 检测发现清洁度不达标时, 需及时更换滤芯、过滤介质, 直至检测合格^[3]。

2.3 操作注意事项

(1) 移架操作: 优先采用邻架控制方式, 避免本架操作时因视野受限、误触按钮导致误动作, 引发支架碰撞、顶板支护失效等安全事故。移架过程中, 降架高度需严格控制 $\leq 200\text{mm}$, 确保支架顶梁与顶板始终保持合

理接触, 防止降架过高导致顶板岩层松动、冒落; 同时需观察支架运行状态, 若出现卡滞、异响等异常, 需立即停止操作, 排查故障后再继续移架。(2) 急停处理: 当遇到突发故障或安全隐患时, 按下控制器急停按钮后, 需先确认液压系统停止运行, 再进行后续处理。处理完成后, 需手动复位急停按钮, 并检查液压系统压力释放情况, 确保系统压力已降至安全范围, 避免因压力残留导致重启时出现元件冲击、泄漏等问题; 复位后需试运行, 确认系统运行正常后方可恢复正常作业。(3) 人员防护: 进行设备检修、维护作业时, 需先关闭系统截止阀, 切断液源, 并实施电气闭锁, 防止作业过程中他人误操作启动系统。同时, 需佩戴好安全帽、防护手套等防护用品, 作业前需释放系统残余压力, 避免液压力冲击伤人; 检修过程中严禁正对液压元件接口、密封处, 防止介质喷射造成伤害。

3 煤矿综采电液控液架介质维护策略

3.1 日常维护内容

(1) 清洁度管理: 清洁度是保障液压介质性能和系统稳定运行的基础, 每日作业前需对支架表面进行全面煤尘清理。重点清理支架顶梁、底座、阀组箱及液压管路连接处的积尘与煤渣, 可采用高压风吹扫配合湿布擦拭的方式, 避免杂质在振动或作业过程中进入液压系统, 防止介质污染、管路堵塞及元件磨损。同时, 需保持储液箱盖板密封完好, 添加介质时使用带滤网的专用加注工具, 从源头阻断污染物侵入。(2) 泄漏检查: 每日巡检需重点排查立柱、千斤顶活塞杆伸缩部位、电液阀组接口、管路接头等关键连接处的漏液情况, 严格控制漏液率 $\leq 0.5\%$ 。检查时需观察是否存在滴液、渗液现象, 若发现漏液, 需立即停机处理: 对于接头松动问题, 及时紧固连接件; 对于密封件老化、损坏导致的漏液, 更换对应规格的密封件; 对于管路破损, 需切割修复或更换新管路, 避免介质浪费及污染环境, 同时防止因漏液导致系统压力不足^[4]。(3) 过滤器维护: 过滤器是拦截介质中污染物的核心部件, 需常态化监测维护。高压过滤器需实时关注压差变化, 当压差 $\geq 1.5\text{MPa}$ 时, 表明滤芯已严重堵塞, 需立即停机更换滤芯, 避免压差过高导致过滤失效或损坏过滤器壳体; 回液过滤器需每月定期拆解清洗, 清除滤芯表面的杂质、油泥, 检查滤芯是否存在破损, 若有损坏需及时更换, 确保回液过滤效果, 维持介质清洁度。更换或清洗后的过滤器需按规范安装, 确保密封良好, 防止介质旁通污染。

3.2 定期检修流程

(1) 月度检修: 核心开展介质性能检测与配比调整

工作。采用折射仪法检测乳化液浓度,若浓度偏离5%的标准范围,需通过自动配液装置补充乳化油或水,将浓度校准至规范要求;采用pH试纸法检测介质pH值,确保其处于7.5-9.5的合理区间,若pH值过低,需添加碱性调节剂防止元件腐蚀,若过高则需稀释调整。同时,检查储液箱内是否存在沉淀、分层现象,及时清理箱内杂质,更换变质介质。(2)季度检修:重点聚焦核心元件的拆解检修与维护。拆解电液阀组,取出阀芯、阀座等部件,用煤油或专用清洗剂清洗表面的油污、杂质,检查阀芯磨损、变形情况,更换老化、失效的密封件,确保阀组密封性能和控制精度;全面检查立柱、千斤顶的镀层磨损状况,若发现镀层脱落、划伤或磨损量超过0.2mm,需及时进行镀层修复或更换部件,避免锈蚀加剧导致元件失效。检修完成后,需对阀组、立柱等部件进行耐压测试,确保无泄漏、运行正常。(3)年度大修:实施全面的系统维护与部件更新。所有液压软管使用年限 ≤ 2 年,需全部更换新软管,更换时选用符合标准的专用软管,确保接头连接牢固、密封良好;检查顶梁、掩护梁等结构件是否存在变形、裂纹,对变形部位进行校正修复,对裂纹部位进行焊接补强,必要时更换结构件;同时,对乳化液泵、泵站电机等动力设备进行全面检修,更换磨损的活塞、密封圈等部件,对系统进行整体调试,确保各部件协同运行稳定^[5]。

3.3 故障诊断与处理

(1) 供液不足:当出现支架动作迟缓、压力上升缓慢等供液不足现象时,优先检查泵站吸液过滤器,若发现过滤器堵塞,需拆解清洗或更换滤芯;随后检查乳化液泵运行状态,判断是否存在泄压问题,查看泵体活塞密封是否损坏、安全阀是否失效,若为密封件损坏需及时更换,若为安全阀故障需校准或更换,确保泵体输出压力和流量达标。同时,检查管路是否存在堵塞或打折,及时清理堵塞物、理顺管路,恢复正常供液。(2) 支架自降:支架出现自降现象,多为液控单向阀密封性失效导致。首先停机释放系统压力,拆解液控单向阀,

检查阀芯密封面是否存在磨损、杂质卡滞,清洗阀芯后测试密封性能,若密封面损坏需更换阀芯或整个阀件;若液控单向阀正常,需检查立柱、千斤顶的密封件是否老化泄漏,更换对应密封件后,进行保压测试,确保支架无自降现象,保障顶板支护稳定性。(3) 电液控制失灵:当电液控制功能失效时,先检查控制器电源是否正常,查看电源线连接是否牢固、保险丝是否熔断,若为电源问题,紧固接头或更换保险丝;随后检查CAN总线连接状态,查看总线接头是否松动、线路是否破损,修复破损线路、重新插拔紧固接头;若硬件连接正常,需检查控制器固件程序,若存在程序异常或版本过低,及时更新固件程序,更新完成后进行功能测试,确保电液控制指令精准响应。

结束语

煤矿综采电液控液压支架介质的科学使用与精细维护,是保障煤矿高效安全生产的基石。通过严格把控介质选型、精准配比与规范储存,结合实时监控运行参数、规范操作流程,以及落实日常清洁、定期检修与故障快速响应等维护策略,可有效延长支架使用寿命,降低故障率。未来,需持续优化介质性能,强化智能监测技术应用,进一步提升电液控液压支架运行的稳定性与可靠性,为煤矿智能化建设提供坚实支撑。

参考文献

- [1]赵伟伟.基于煤矿综采液压支架电液控制系统研究[J].产业经济,2020,(06):35-37.
- [2]沈志成.电液控制系统在煤矿综采液压支架的应用[J].建筑技术科学,2024,(04):58-60.
- [3]赵天博.智能电液控专用浓缩液在综采液压支架的应用[J].建筑技术科学,2025,(03):43-45.
- [4]臧凤勇.高性能煤矿液压支架电液控系统设计及优化[J].工程地质学,2024,(09):116-117.
- [5]王为增.煤矿综采电液控液压支架故障判断与处理方法[J].建筑理论,2025,(11):133-135.