

矿山重载设备高效散热液压站故障诊断与维护策略

黄向峰

山东能源西北矿业亭南煤矿 陕西 咸阳 713600

摘要：矿山重载设备高效散热液压站集热量吸收、传递与散发功能于一体，关乎液压系统稳定运行。其常见故障有散热效率不足、液压系统泄漏、控制与驱动系统故障等。诊断方法包括感官与外观诊断、仪器检测与数据分析、故障树与逻辑推理。维护策略有预防性维护，制定维护周期与计划；针对性维护，聚焦关键部件；状态监测与应急维护，构建在线监测系统，明确应急流程，配备工具与备件，加强人员培训。

关键词：矿山重载设备；高效散热液压站；故障诊断；维护策略

引言：在矿山作业中，重载设备的高效稳定运行至关重要，而高效散热液压站作为其核心支撑系统，发挥着热量调控、系统保护等关键作用，直接影响设备寿命、生产效率与安全。然而，受复杂工况、高负荷运转及恶劣环境等因素影响，液压站易出现散热效率不足、液压系统泄漏、控制与驱动系统故障等问题。为保障其可靠运行，需掌握科学的故障诊断方法，并实施预防性、针对性、状态监测与应急维护策略，以降低故障率、延长设备寿命、提升矿山生产效益与安全性。

1 矿山重载设备高效散热液压站的功能定位与核心价值

矿山重载设备高效散热液压站作为矿山作业中至关重要的专项系统，集热量吸收、传递与散发功能于一体，承担着保障液压系统稳定运行的关键使命。（1）该液压站的核心功能依赖于散热器、冷却风扇、循环泵以及温控阀等部件的协同运作。在液压系统工作过程中，各部件产生的多余热量会被迅速吸收，经由高效的热传递路径，最终通过散热元件散发出去，确保液压油温度精准维持在 35℃ - 65℃ 这一最佳工作区间。其功能定位主要体现在两大核心维度。其一为温度调控，借助主动散热机制与智能温控系统，实时监测并调节液压油温度，有效避免因高温导致液压油黏度下降、氧化变质，同时防止密封件软化、液压元件磨损加剧等一系列问题。其二为系统保护，通过精准匹配散热效率，保障液压系统压力稳定、动力传递高效，避免因热衰减引发设备作业效率降低甚至停机故障，为矿山重载设备的稳定运行筑牢坚实防线。（2）高效散热液压站的核心价值贯穿于矿山生产的每一个环节。在设备层面，它能够显著延长液压油、密封件、液压泵等关键部件的使用寿命，降低设备故障发生率，减少部件更换成本，为矿山企业节省大量维修开支。在生产层面，保障了设备在高负荷

工况下的连续作业能力，极大地减少了因液压站故障导致的生产中断，有效提升了矿山开采的整体效率。在安全层面，避免了因液压系统过热引发的火灾、部件爆裂等严重安全隐患，切实保障了作业人员的安全与设备的完好无损。在经济层面，通过优化散热效率，降低了能耗，减少了运维投入，进一步提升了矿山生产的经济效益与可持续发展能力^[1]。

2 矿山重载设备高效散热液压站常见故障类型及成因

2.1 散热效率不足故障

在矿山重载设备高效散热液压站的运行过程中，散热效率不足故障极为常见。此故障最直观的表现是液压油温度持续攀升，超出额定工作温度范围，这不仅会导致设备动力显著下降，还会触发报警装置，影响正常作业。其成因可从三方面深入剖析。（1）散热元件性能衰减。散热器表面若积尘、油污堆积，会形成隔热层，大幅降低热交换效率；冷却风扇转速异常，常见于电机故障、皮带松弛等情况，会直接减少风量供给，影响散热效果。（2）循环系统流通不畅。循环泵磨损会导致流量不足，液压油管路堵塞、泄漏会减少循环量，温控阀卡滞无法正常开启，会使散热回路无法有效介入，进而影响整体散热。（3）散热匹配失衡。液压站散热功率与设备实际产热需求不匹配，重载工况下若散热元件规格偏小，或热交换介质如冷却水中断、变质，均无法满足散热要求，最终引发散热效率不足故障^[2]。

2.2 液压系统泄漏故障

在矿山重载设备高效散热液压站的运行体系里，液压系统泄漏故障是影响其稳定运行的关键问题之一，它直接对液压站的工作压力以及散热循环效率产生不良影响。依据泄漏位置的不同，主要可划分为内泄漏与外泄漏这两大类别。（1）外泄漏现象较为直观，具体表现为液压油从管路接头、密封件、油箱接缝等部位向外渗

漏。其成因复杂多样,密封件因长时间使用而老化、遭受外力冲击而损坏,或者安装时未达到规范要求,都可能引发泄漏;管路接头若出现松动、遭受腐蚀,也会使液压油渗漏;油箱变形同样会导致密封不严,进而造成液压油外泄。(2)内泄漏则发生在液压元件内部,像循环泵、温控阀等,表现为液压油在元件内部短路回流,致使散热循环流量不足。这主要是由于元件磨损,如泵体间隙增大、阀芯磨损,以及液压油中杂质过多对密封面造成损伤所导致的。而且,矿山环境恶劣,粉尘、碎石等杂质极易进入密封面,加速密封件磨损,进一步加重了泄漏故障的程度。

2.3 控制与驱动系统故障

在矿山重载设备高效散热液压站的运行过程中,控制与驱动系统故障是严重影响其智能温控和高效运行的关键问题。此类故障会引发一系列不良表现,如温控精度显著下降,使得液压油温度难以稳定在理想范围;冷却风扇启停出现异常,无法根据实际散热需求及时调整工作状态;循环泵不工作,导致液压油循环中断,严重影响散热效果。

其成因涵盖多个方面。电气控制元件故障方面,温度传感器失灵会使温控信号失真,无法准确反馈油温信息;继电器、接触器损坏则会造成电路断路,影响整个控制系统的正常运行。驱动部件故障中,冷却风扇电机烧毁、轴承卡滞,会直接导致风扇无法正常运转;循环泵电机故障或传动机构(如联轴器、皮带)损坏,会使循环泵失去动力。液压控制元件故障里,温控阀阀芯卡滞、调节弹簧疲劳,会使阀门开度异常,无法依据油温精准调控散热强度。此外,矿山环境潮湿、粉尘大,易造成电气元件短路、接触不良,进一步加剧控制与驱动系统故障的发生。

3 矿山重载设备高效散热液压站故障诊断方法

3.1 感官与外观诊断法

感官与外观诊断法作为矿山重载设备高效散热液压站故障诊断的基础性手段,凭借直观的判断方式,能快速捕捉故障线索。(1)视觉观察是关键环节。需仔细查看液压油液位,若液位异常,可能存在泄漏或补油不足问题;观察液压油颜色,若变黑或出现泡沫,表明油液已变质,可能影响散热与润滑效果。同时,检查散热器表面,积尘、油污会阻碍热量散发,降低散热效率。查看管路接头与密封件,渗漏痕迹是故障的直观信号。此外,留意冷却风扇转动情况,若转动异常,以及皮带是否松弛,都会影响散热效果。(2)听觉判断聚焦异常声响。循环泵运行时的异响,可能是轴承磨损、叶轮损坏

的信号;冷却风扇电机发出嗡嗡声,往往意味着启动故障;管路振动产生的共振声,可能暗示管路堵塞或压力异常。(3)触觉检测通过触摸获取信息。触摸散热器表面,局部过热可能源于堵塞;电机外壳过热,可能表示过载或存在故障;感受管路振动幅度,异常振动或许是因为固定松动或内部卡滞^[3]。

3.2 仪器检测与数据分析法

仪器检测与数据分析法堪称矿山重载设备高效散热液压站故障精准定位的核心利器,它借助专业设备对运行参数进行采集,并开展量化分析。在温度检测方面,运用红外测温仪和油温传感器,能够实时且精准地监测液压油进出口温度以及散热器表面温度。将这些实测数据与额定值进行细致对比,就能清晰判断散热效率是否符合标准要求。压力检测环节,通过压力表对循环泵出口压力和散热回路压力进行测量,以此排查管路是否存在堵塞、泵体有无磨损等潜在问题。流量检测时,采用流量计测试液压油循环流量,从而准确判断循环泵的工作状态以及管路的流通情况。电气检测则利用万用表、示波器检测控制电路的电压、电流,全面检查温度传感器、继电器、电机等电气元件的工作性能,精准排查电路故障点。此外,通过将设备当下的运行参数与历史数据进行对比分析,还能洞察故障发展趋势,实现早期预警与精准定位故障。

3.3 故障树与逻辑推理法

当面对矿山重载设备高效散热液压站出现的复杂故障时,故障树与逻辑推理法可发挥系统性排查的关键作用。(1)以“液压油温度过高”这一典型故障作为顶事件,构建层次分明的故障树模型。首先将其逐级分解为散热元件故障、循环系统故障、控制故障等中间事件,随后进一步细化至具体成因,像散热器堵塞、循环泵流量不足、温控阀卡滞等。(2)在排查过程中,运用逻辑推理排除法。先聚焦于易检测、发生概率高的故障点,例如对散热器表面进行清洁,检查风扇运行是否正常。完成初步排查后,再逐步深入,探寻隐蔽性故障,如内泄漏、传感器失灵等情况。(3)紧密结合液压站的工作原理,深入分析各部件之间的关联关系。例如,循环泵出现故障,不仅会直接影响液压油的循环流量,还会间接导致散热效率降低。通过这种因果关联推理,能够实现对多个故障点的同步排查,提高故障诊断的效率和准确性。

4 矿山重载设备高效散热液压站维护策略

4.1 预防性维护策略

预防性维护作为降低矿山重载设备高效散热液压站

故障发生率的核心举措，其关键在于“定期检查、提前干预”。（1）需构建一套契合矿山实际工况的常态化维护周期体系，依据矿山工况强度灵活调整维护间隔，例如在高负荷工况下适当缩短维护周期。制定分级维护计划，明确每日、每周、每月、每年的维护任务。每日着重检查液压油液位、温度及泄漏状况，及时清理散热器表面的浮尘；每周检查冷却风扇转速、皮带张力，测试温控阀响应灵敏度，排查管路接头紧固情况；每月检测循环泵压力、流量参数，更换液压油滤芯，查看密封件磨损状态；每年对散热器进行深度清洗，对循环泵进行解体检修，更换老化的电气元件与密封件。（2）建立完善的维护台账至关重要，详细记录设备运行参数、维护内容以及部件更换情况，为后续维护工作提供有力的数据支撑，确保维护工作更具针对性和有效性。

4.2 针对性维护策略

针对性维护旨在聚焦矿山重载设备高效散热液压站的故障高发部位与关键部件，达成“精准维护、高效修复”的目标。（1）对于散热元件，需定期运用高压水枪并搭配专用清洗剂，对散热器内部通道与表面进行深度清洗，彻底清除积尘、油泥等杂质。同时，仔细检查冷却风扇电机轴承的润滑状况，确保其运转顺畅，及时更换松弛或损坏的皮带，防止因皮带问题影响散热效果。

（2）针对循环系统，要依据油质检测结果，一般每 2000 小时定期更换液压油。全面清洗管路过滤器与油箱，仔细排查管路是否存在腐蚀、变形情况，对松动的接头及时紧固，更换老化的密封件，保障循环系统的密封性与流畅性。（3）对于控制与驱动系统，定期清洁电气元件表面的粉尘与潮气，检测温度传感器、温控阀的校准精度，对继电器、接触器进行触点清洁与性能测试，保证控制信号准确传输。此外，鉴于矿山环境的特殊性，还需加强防尘、防水、防腐蚀处理，例如在散热器外侧加装防尘罩，对电气控制柜进行密封防护，延长设备使用寿命。

4.3 状态监测与应急维护策略

状态监测与应急维护策略聚焦于达成“实时监控、

快速响应”的目标，以此保障矿山重载设备高效散热液压站的稳定运行。（1）构建一套完备的在线状态监测系统是关键。通过在液压站关键部位安装温度、压力、流量等高精度传感器，能够实时、精准地采集设备运行数据。同时，依据设备特性与运行要求，科学设置预警阈值。一旦参数出现异常，系统会立即发出警报，促使维护人员迅速介入处理，将故障隐患扼杀在萌芽状态。

（2）建立清晰明确的故障应急响应流程也必不可少。针对不同故障类型，制定详细的应急处置步骤。例如，当出现散热效率不足的情况时，优先对散热器进行清洁，并检查风扇运行状态；若发生泄漏故障，则立即停机泄压，及时更换密封件或管路。（3）配备充足的应急维护工具与常用备件，如备用密封件、滤芯、继电器等，确保故障发生时能够迅速更换修复，最大程度减少停机时间。同时，加强对维护人员的应急处置培训，提升其对突发故障的准确判断与高效处理能力，保障维护工作的及时性与专业性。

结束语

矿山重载设备高效散热液压站对于矿山作业意义重大，其功能定位与核心价值体现在保障设备稳定运行、提升生产效率、确保安全作业及增强经济效益等多方面。常见故障涵盖散热效率不足、液压系统泄漏、控制与驱动系统故障等类型，成因复杂多样。通过感官与外观诊断、仪器检测与数据分析、故障树与逻辑推理等诊断方法，可精准定位故障。而预防性、针对性、状态监测与应急维护策略，从不同层面保障了液压站的稳定运行。未来，需持续优化维护策略、提升诊断技术，以适应矿山生产发展需求，推动行业高效、安全、可持续发展。

参考文献

- [1]廖振杰. 矿山工程中机械设备的故障及维护浅析[J]. 世界有色金属, 2023(07):36-37.
- [2]杨盼许. 矿山工程中机械设备的故障及维护[J]. 世界有色金属, 2024(12):273-274.
- [3]韩伟. 矿井机械设备的运行管理和故障诊断技术[J]. 矿业装备, 2021,(05):116-117.