

血透室透析机常见故障诊断技术与预防性维修策略研究

黄锦登

阳江市中医医院 广东 阳江 621700

摘要:血液透析机是血透室开展肾脏替代治疗的核心医疗设备,其运行稳定性与安全性直接关系到患者生命健康和治疗效果。血透室透析机长期处于高负荷、高污染的运行环境,易出现各类故障,不仅影响治疗的连续性,还可能引发医疗安全隐患。本文结合血透室临床实操经验,系统识别透析机常见故障类型,深入分析各类故障的产生原因与排查思路,探索科学有效的故障诊断技术与状态监测策略,提出针对性的预防性维修与管理措施,为血透室规范设备管理、降低故障发生率、提升设备运行可靠性提供实践参考,保障血液透析治疗工作安全、有序、高效开展。

关键词:血透室;透析机;故障诊断

引言:

血液透析是终末期肾病的关键治疗手段,透析机作为核心设备,集流体控制、温度调节等多系统于一体,需长期运行。由于接触血液和透析液等介质,设备易老化磨损,导致故障频发。故障不仅中断治疗,还可能引发并发症,危及患者生命。目前部分血透室故障诊断不规范,预防性维修薄弱,多采用被动维修模式,增加了安全隐患和成本。因此,研究故障类型与诊断技术,建立预防性维修策略,对提升设备管理、保障治疗安全具有重要意义。

1 透析机常见故障类型的识别与分析

1.1 体外循环通路系统漏气报警与流量异常的分析

体外循环通路系统是血液透析过程中血液流通的核心通道,主要由血泵、管路、穿刺针、连接接头等部件组成,其密封性与通畅性直接影响治疗效果,漏气报警与流量异常是该系统最常见的故障类型。

漏气报警多表现为透析机运行过程中持续发出漏气提示,血泵转速异常,体外循环压力不稳定,严重时会导致血液泄漏,引发感染风险。产生该故障的主要原因包括管路连接不紧密,接头松动或密封圈老化破损,导致空气进入循环通路;穿刺针固定不牢固,与管路连接处出现缝隙;血泵泵头磨损,无法有效挤压管路,导致管路与泵头之间出现漏气;体外循环管路存在破损开裂,尤其是弯折处易因长期使用出现老化破损。此外,透析机的空气检测器灵敏度异常,也可能导致误报警,需结合实际运行情况排查区分。

流量异常主要表现为血流量过低或过高,超出设定范围,透析机发出流量报警,影响透析效率。血流量过低的常见原因包括血泵转速调节不当,管路受压弯折,穿刺针堵塞或位置不当,以及患者自身血管条件较差、血管痉挛塌陷。血流量过高则多与血泵转速调节过高、流量传感器故障有关,少数情况下因管路连接过松、血液流动阻力过小导致,需及时调整并排查传感器性能^[1]。

1.2 电导率与温度控制失准的原因识别与排查

电导率与温度控制是透析机保障透析液质量的核心功能,透析液的电导率直接反映其离子浓度,温度则影响患者治疗舒适度与血液相容性,两者控制失准会严重影响透析效果,甚至引发患者不适。

电导率控制失准主要表现为电导率数值偏离设定标准,持续偏高或偏低,透析机发出电导率报警,无法正常开展治疗。电导率偏高的常见原因包括透析液浓缩液配比不当,稀释水流量不足,电导率传感器污染老化,透析液管路堵塞,以及混合系统故障、混合阀调节不当。电导率偏低则多因稀释水流量过大、浓缩液供应不足或变质、电导率传感器故障导致,透析液温度异常也可能间接影响检测精度,需同步排查。

温度控制失准表现为透析液温度偏离37℃左右的标准治疗范围,过高可能导致患者血液溶血,过低则可能引起寒战、血管痉挛。温度过高的主要原因包括温度传感器故障、加热管损坏短路、温度控制模块故障,以及透析液流量不足导致局部温度升高。温度过低则多因加热管功率不足、线路接触不良、温度传感器灵敏度下降,稀释水温度过低或管路散热过快也会导致该问题,尤其管路暴露在低温环境中未保温时更为明显。

1.3 平衡系统超滤误差与跨膜压波动的监测分析

平衡系统是透析机实现超滤功能的核心,超滤误

差与跨膜压波动直接影响患者体内水分的清除效果，是平衡系统最常见的故障表现，也是临床治疗中需重点监测的指标。

超滤误差主要表现为实际超滤量与设定超滤量偏差过大，影响患者体液平衡，严重时可能导致心力衰竭、低血压等并发症。超滤量过高的常见原因包括超滤系数设置不当、平衡腔密封故障、超滤传感器污染老化、透析器堵塞，以及患者体重监测不准确导致超滤量设定不合理。超滤量过低则多因超滤系数设置过低、平衡腔磨损卡滞、超滤传感器故障、透析器膜孔径堵塞，跨膜压过低也会影响超滤驱动力，透析液参数异常同样会间接增大超滤误差。

跨膜压波动主要表现为数值忽高忽低，超出正常范围，透析机发出报警，影响超滤稳定性。跨膜压持续升高多因透析器堵塞、体外循环通路不畅、超滤量设定过高或透析液出口堵塞，持续过低则多与透析器膜破损、超滤量设定过低、平衡系统故障、透析液流量过高或体外循环通路漏气有关。跨膜压异常波动还可能与血泵转速不稳定、管路堵塞或漏气相关，需结合其他故障表现综合排查。

2 血透室透析机故障诊断与状态监测策略

2.1 基于设备运行日志与报警代码的故障诊断方法

透析机运行日志与报警代码是故障诊断的重要依据，每台透析机均会自动记录运行过程中的各项参数、操作流程以及故障发生时的报警信息，为故障定位提供精准线索。

设备运行日志详细记录了透析机的核心运行参数及操作记录，故障诊断时需重点查阅故障前后的日志，分析参数变化趋势，判断故障节点与可能原因。例如，血流量逐渐下降后出现流量报警，可初步判断为体外循环通路不畅或穿刺针堵塞；电导率急剧波动结合浓缩液更换记录，可排查配比或供应问题。同时需定期整理日志，总结运行规律，提前识别潜在隐患。

报警代码对应特定故障类型或异常情况，故障诊断时需准确记录代码，结合操作手册明确故障范围，缩小排查方向^[2]。例如，漏气报警代码聚焦体外循环通路相关部件，电导率报警代码则关注传感器、混合系统及浓缩液供应环节。需注意，传感器故障可能导致误报警，需结合设备状态、操作情况综合判断，避免盲目排查。

2.2 透析机关键性能参数的日常监测与趋势分析

建立透析机关键性能参数日常监测机制，持续跟

踪参数变化趋势，可实现故障预防性诊断，降低发生率。日常监测需聚焦与设备安全、治疗效果密切相关的核心参数，制定明确标准与流程，确保监测规范化、常态化。

体外循环相关参数需监测血流量稳定性、循环压力及漏气情况，血流量异常波动、动脉压或静脉压持续升高，需及时排查相关部件；漏气检测需在设备启动前及治疗中定期开展，确保通路密封良好。透析液相关参数需监测电导率、温度及pH值，电导率每班次校准、持续监测，温度稳定在37℃左右，pH值异常需及时排查浓缩液质量。

平衡系统相关参数需监测超滤量与跨膜压，每次治疗核对超滤量设定值与实际值，记录误差并排查相关部件；跨膜压持续异常需及时分析原因，避免透析器损坏或超滤效果不佳。日常监测需建立完善记录档案，定期分析数据趋势，针对异常变化提前采取排查措施，提升设备运行可靠性。

2.3 医护人员操作反馈与工程师专业诊断的协同机制

透析机故障诊断需医护人员与工程师协同配合，医护人员作为直接使用者，熟悉设备日常状态与异常表现，工程师具备专业排查维修技能，两者联动可显著提升诊断效率与准确性。

医护人员在治疗中需密切观察设备运行状态，发现异常及时停止治疗、保护患者安全，详细记录故障相关信息，为工程师诊断提供精准线索。建立规范反馈机制，明确流程与分工，医护人员发现异常及时反馈，配合工程师开展排查、模拟故障场景，助力快速定位故障点。

设备工程师需加强与医护人员的沟通，定期开展设备使用培训，提升医护人员操作水平与异常识别能力，让其可处理管路弯折、接头松动等简单故障。工程师定期巡检设备，结合反馈信息排查核心部件与易损部件，开展预防性诊断。针对复杂故障，建立协同诊断机制，联合制定维修方案，维修后反馈相关信息并全面测试设备，确保运行正常。

建立定期沟通会议制度，总结故障规律与维修经验，反馈设备使用问题与改进建议，优化诊断流程与维修策略，形成闭环管理，减少故障对治疗的影响。

3 提升透析机可靠性的预防性维修与管理措施

3.1 建立规范化的日常保养流程与定期维护计划

日常保养是预防性维修的基础，需结合透析机运行特性与使用频率，建立规范流程，明确保养内容、频

率与责任分工，确保落到实处。

日常保养由医护人员每日执行，主要包括清洁设备表面与操作面板，检查体外循环管路、接头、密封圈等部件，清洁透析液管路与过滤器，检查血泵、肝素泵运行状态，测试报警系统及电源线路，避免污染物进入设备或出现电路故障。

定期维护由工程师负责，分为四级开展：每周维护重点清洁设备内部及传感器，检查平衡腔、加热系统，更换老化易损部件；每月维护校准设备各项参数，清洁混合系统与过滤器，检查血泵精度及电路安全；每季度维护全面检查核心部件，清洁内部管路阀门，测试安全保护系统及设备整体性能；每年维护联合厂家全面检修评估设备，升级软件、校准参数，制定设备更新计划，及时报废达标设备。

日常保养与定期维护需建立完善记录，明确责任分工，医护人员与工程师密切配合，确保保养维护规范化、常态化。

3.2 实施基于设备使用时数的预防性零部件更换策略

透析机零部件存在固定使用寿命，长期高负荷运行会导致磨损老化、性能下降，进而引发故障。基于使用时数实施预防性零部件更换，可有效规避故障风险，避免治疗中断。

需梳理核心零部件与易损零部件清单，结合设备说明书、厂家建议及临床经验，明确使用寿命与更换周期，建立更换台账，详细记录零部件相关信息。核心零部件包括血泵、平衡腔、加热管及各类传感器，易损零部件包括密封圈、接头、管路、过滤器等。

易损零部件需缩短更换周期，密封圈、泵头垫每3-6个月更换一次，接头、过滤器每6-12个月更换一次，

一次性管路每次治疗更换，非一次性管路定期更换。核心零部件需严格按使用寿命更换，血泵、平衡腔、传感器等达到使用年限前，需全面检测评估，性能下降及时更换，确保设备运行精准。

零部件更换需由专业工程师操作，严格遵循规范，选用原厂匹配零部件，更换后全面测试校准设备。同时建立库存管理制度，合理储备易损零部件，定期盘点补充，跟踪使用情况，优化更换周期，降低维护成本。

3.3 强化操作人员规范化培训与维修保养档案管理

操作人员操作规范性直接影响设备运行状态与故障发生率，加强培训、提升操作与故障识别能力，同时完善档案管理，实现设备全生命周期可追溯，可为预防性维修提供数据支撑。

操作人员培训针对血透室医护人员开展，建立分层体系，新入职人员开展岗前培训，重点培训设备结构、操作流程、安全注意事项及简单故障处理，合格后方可独立操作；在岗人员每6-12个月开展定期培训，结合案例分析提升故障识别与应急处理能力。培训邀请厂家工程师及资深管理人员授课，采用理论与实操结合的方式，培训后严格考核，确保培训效果。

加强安全意识培训，强调规范操作的重要性，杜绝违规操作，定期开展安全警示教育，提升医护人员重视程度。完善维修保养档案管理，为每台设备建立独立档案，涵盖设备基本信息、安装调试、保养维护、故障维修、零部件更换、参数校准及人员培训等内容，指定专人负责，定期整理更新，妥善保管。

定期分析档案信息，总结设备运行、故障及零部件损坏规律，优化维修保养策略，可利用信息化手段建立电子档案，提升管理效率，便于查询分析。

结 语：

血透室透析机是终末期肾病治疗的关键设备，其运行稳定与安全直接影响患者治疗效果。透析机长期高负荷运转，易出现故障，影响治疗连续性并带来安全隐患。因此，加强故障诊断技术、建立预防性维修策略、强化设备管理对提升设备管理水平、保障治疗安全至关重要。本文分析了透析机常见故障类型及原因，提出诊断方法与监测策略，并从保养维护、零部件更换、培训与档案管理方面提出预防性维修措施，实现故障诊断与预防结合，降低故障率，延长设备寿命。血透室设备管理需坚

持预防为主，全过程融入预防性维修理念，优化策略、加强培训、完善档案。未来需结合技术更新，持续探索更高效的故障诊断与维修方法，提升医疗服务质量。

参考文献：

- [1] 邱橙. 血液透析机的常见故障维修与保养个性化预防性维护模式对血液透析机保养效果及故障率的影响[J]. 自我保健, 2021(10).
- [2] 潘泽森, 窦建洪, 窦泽宁, 等. 失效模式与影响分析在血液透析类设备风险管理中的应用研究[J]. 中国医学装备, 2021.