

SynoVent E5 呼吸机故障案例分析及维修

王 乔

(兴国县人民医院, 江西 赣州 342400)

摘要 本文聚焦于 SynoVent E5 呼吸机的典型故障案例, 通过深度剖析, 揭示故障根源, 阐述诊断步骤及修复策略, 旨在为临床环境中呼吸机的有效维护提供实用指南。通过细致研究, 能够减少相似故障的出现, 从而延长呼吸机的服务周期, 并显著提升医疗设备的整体稳定性和安全性。这不仅有助于减少因设备故障导致的医疗风险, 还能优化医疗资源的利用效率, 确保患者治疗过程的安全与顺畅。本文旨在构建一个更加可靠、高效的呼吸机维护体系, 为医疗行业的持续发展贡献力量。

关键词 SynoVent E5 呼吸机; 故障诊断; 案例分析; 维修

中图分类号: TH77

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0097-03

SynoVent E5 呼吸器作为一款卓越的医疗装置, 在医疗实践中得到广泛应用, 特别是在处理急重症患者的 ICU 与急诊室等核心医疗区域。然而, 尽管其效能显著, 但在操作期间, 可能遭遇多种因素导致的故障, 直接关系到病人的治疗效果乃至生命安危。鉴于此, 对呼吸机可能发生的任何故障进行迅速且精准的诊断, 并随后实施有效维修, 成为保障医疗质量与患者安全不可或缺的一环。及时介入解决故障, 不仅能确保呼吸机持续高效运行, 更是对患者生命安全的一份庄严承诺。因此, 加强呼吸机故障诊断与维修的技术能力, 对于提升医疗服务整体水平至关重要。

1 呼吸机的结构及基本原理

1.1 结构

电控气动呼吸机构造复杂, 集合了主机核心、可视化显示屏、空氧混合单元、压缩机动力源、外接管道系统、加湿系统及应急电源等关键部件, 其独特之处在于组件的灵活配置与便捷的维护更换流程。然而, 其空间占用显著、体积庞大, 以及在日常管理与临床操作中的复杂性是其短板。随着科技的飞速发展, 呼吸机行业正经历一场革新风暴, 趋向一体化设计, 外观更加现代, 结构愈发紧凑。通过电子及微电脑智能控制技术, 集成高精度的流量与压力传感、比例/电磁阀精准调控、主动呼气阀等尖端科技, 并融合呼吸力学监护、氧浓度精准监测及气源压力检测功能, 极大地提升了报警精准度与多参数监控能力, 引领呼吸机进入智能化新纪元。配备高清彩屏与人性化的交互界面, 不仅强化了治疗安全性, 更简化了操作流程,

直观便捷, 为患者的治疗过程提供了坚实的保障。呼吸机的结构如图 1 所示。

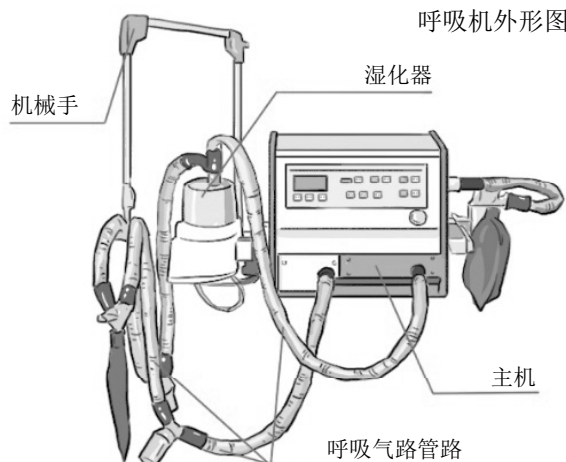


图 1 SynoVent E5 呼吸机结构

1.2 工作原理

呼吸机的核心在于通过机械力量构建肺泡与外部环境间的压力差异, 驱动肺泡的充气和排空过程, 精准模拟、调整或恢复人体的自然呼吸节律。其设计核心在于提升肺部通气效率, 优化气体在体内的交换过程, 旨在减少呼吸所需的能量消耗, 并维护心脏功能的稳定。实现这一目标的手段多样, 包括精细电子控制的机械装置与全气动逻辑系统, 尽管操作策略各有千秋, 但均指向同一核心原理与最终目标。在患者呼吸周期中, 吸气时吸气阀自动开启, 呼气时呼气阀闭合, 循环往复实现气体交换。特别是电子呼吸机, 配备有完善的安全防护体系, 涵盖漏气检测、气道压监控、

氧浓度分析、窒息预警、气源监测及电力保障警报等，全方位确保设备运行的稳定与安全。这些安全措施共同构建起呼吸机高效运作与患者安全呼吸的双重保障^[1]。

2 SynoVent E5 呼吸机故障案例分析及排除

2.1 故障案例一：呼气阀出气口异响

1. 故障现象。某医院一台 SynoVent E5 呼吸机在 P-SIMV 模式下，呼吸机 SynoVent ES 呼气阀出气口“异响”。

2. 故障分析及排除。分析显示，呼吸机在检测到吸气周期气道压力超限时会自动转为呼气末时，以释放累积压力。此机制下，压力超限警报会促使下一吸气循环前的呼气阀预设压力下调，若此设定低于吸气需求值，呼气过程将伴随漏气。漏气程度与气道超压水平直接相关，且随压力调整幅度的增大而加速。待患者状态稳定，呼吸机将自动恢复预设压力水平，约两个呼吸周期后恢复常规通气。该现象由气道压力报警阈值设置偏低导致，频繁高压警报伴随呼气阀异常声响，实为呼吸机的安全防御措施。解决方案包括：提高气道压力报警阈值上限以减少误报；调整呼吸设置参数，保持气道压力在安全阈值内，从而消除不必要的系统警报。呼气端的异常声响是呼吸机保护机制的正常表现，通过理解其工作原理并优化参数配置，可有效规避此类状况的发生^[2]。

2.2 故障案例二：呼吸机系统自检报安全阀测试失败

1. 故障现象。某医院一台 SynoVent E5 呼吸机在开机运行时，自检时报“安全阀测试失败”。

2. 故障分析及排除。在 SynoVent ES 呼吸机系统的自我诊断流程里，安全阀测试频繁遭遇失败，其根本原因需细致剖析测试逻辑。此自检机制广泛覆盖监控板、呼气阀、比例阀及安全阀等关键环节。安全阀检测特别强调其开关功能的正常运作及压力变化的合规性。两大核心故障源为：系统漏气导致的压力不足，以及机械/硬件层面的缺陷。针对漏气问题，首要步骤是精确测定泄漏量，维持其低于 300 mL/min 的安全界限。随后，定位并消除泄漏点，通过模拟测试流程验证安全阀的功能完整性与压力指标的正确性。这一系列修复措施旨在恢复系统对安全阀检测的有效执行，从而全面提升设备的操作性能与安全标准^[3]。

利用厂商预设的维护流程，特别是诊断与阀门测试环节，激活呼吸机内置阀门诊断机制。安全阀检测的核心在于呼吸机控制与安全保护模块间的紧密合作。通过操纵安全阀开关，监测其开闭动作，并依据机器

内部音频反馈或 A/D 转换数值评估其健康状况：开启瞬间应伴随细微声响或 A/D 读数低于 2；关闭时，A/D 值应稳定在约 1 400。若无声音或 A/D 值无变动，可能是监控板或电磁铁失效的信号。在标准状态下，安全阀开启时电压约为 1.7 V，关闭则降至 0 V。若测试数据与上述标准不符，提示监控板需替换，刻不容缓。反之，若电压正常而问题依旧，则指向电磁铁需更换，以保障设备运行的绝对安全。

若前述检测无误，需进一步进行安全阀的模拟验证流程。此流程设定呼气阀开启流速为 5 L/min，关闭压力门槛为 50 cmH₂O，随后气路压力递增。期望的行为模式是：安全阀启动前夕，呼气传感器读数应逼近封阀压力；启动后，4 秒内读数应骤降至 15 cmH₂O 以下，否则视为异常开启；随后关闭时，读数应再次趋近封阀压力，偏离则视为异常关闭。若模拟测试失败，首要排查吸气比例阀，在小流量条件下检验其启闭功能，若失灵，则调整流量设置或更换气路部件。接着，检查 PEEP 阀，对比 PEEP 传感器与呼气阀封压设定值的差异，以确定 PEEP 阀或传感器故障。最后，验证泄压阀，在确认安全阀正常启动的条件下，检查其在 10 cmH₂O 时是否存在卡阻现象。

SynoVent ES 呼吸机系统的核心自检环节聚焦于安全阀测试，此测试奠基于压力测试的成功执行，后者则依赖于气路系统完美密封的先决条件。为精准实施压力测试，首要任务是验证气路密封无虞，奠定压力稳定的前提。若遇 SynoVent E5 呼吸机安全阀测试异常，首要响应是界定潜在泄漏范围，随后运用专业阀门诊断工具细致排查。这一过程凸显了对呼吸机维护中基础检测，特别是安全阀功能验证与气路密封检查的严格性。面对测试失败挑战，迅速锁定问题区间，依托精密测量与专用工具深入解析，是迅速恢复呼吸机效能、确保患者安全不可或缺的步骤。通过这一系列严谨措施，保障呼吸机持续稳定运行，守护患者呼吸健康。

针对具体排查步骤，首要任务是验证呼吸回路的连接完整性，特别是确保 Y 型连接器无阻碍。确认所有连接牢固且 Y 型端封闭良好后，启动“流量校准”功能于主菜单，但首次尝试未能成功。随后，退出校准流程，专注于呼气流量传感器的稳固连接及呼气阀组件的清洁度检查。对于呼气阀，实施了 75% 乙醇浸泡的彻底清洁与消毒步骤，待其自然干燥后，重新安装至设备上。之后，重新访问主菜单，二次执行“流量校准”，此次成功完成。最终步骤是，在主界面上执行全面的系统自我检测，所有测试项目均通过，确认设

备已恢复至正常工作状态,故障问题得到有效解决^[4]。

2.3 故障案例三:氧浓度低报警

1. 故障现象。某医院 SynoVent E5 呼吸机的日常操作中,遭遇了氧浓度警报频繁响起的问题。尽管操作人员已将氧浓度设定至较高数值,但实际检测到的氧气纯度却远低于这一设定值,导致系统不断发出低氧浓度警告。

2. 故障分析及排除。初步检查后,氧浓度传感器是否清洁,无异物遮挡。深入排查后,使用专用软件对氧浓度传感器进行定标,发现定标无法通过,初步判断传感器故障。然后进一步确认空氧混合器及氧气模块,发现氧气模块存在漏气现象。针对检查出的问题,采取以下措施:第一,更换氧浓度传感器。更换全新的氧浓度传感器,并重新进行定标,确认传感器工作正常;第二,更换氧气模块。由于氧气模块漏气严重,无法修复,故更换新的氧气模块;第三,气密性检查。重新安装氧气模块后,进行气密性检查,确保无漏气现象;第四,全面测试。对呼吸机进行全面测试,包括氧浓度检测、气密性测试等,确保设备恢复正常工作状态。

3 减少呼吸机故障的措施

3.1 提高临床操作技能规范

呼吸机故障率的显著下降,核心在于深化临床操作员的技能培训,旨在预防人为错误,稳固其高效运作。实践中,严格遵守操作指南是重中之重,根除任何不当操作引发的安全风险,此举极大增强了呼吸机在医疗救治中的信赖度与稳定性,守护患者安全。此外,精通处理呼吸机日常小故障的技能,不仅能够加速设备响应速度,提升使用效能,还强化了其在紧急救治中的正面作用,确保治疗质量最优化。

因此,综合提升技能水平、坚持标准化作业及强化故障应急处理能力,是维护呼吸机卓越性能、保障患者生命安全的关键策略。这一综合措施的实施,对于呼吸机在医疗领域的持续高效运作与患者的安全治疗至关重要。

3.2 强化预防性维护工作

依据呼吸机运转周期,我们精心策划并执行全面的预防性维护方案,涉及气道清洁、传感器精准调校、安全机制查验及即时更换或维护 T 组件,确保呼吸机始终处于高效运作状态,满足 I561 规范要求。随后,加强维修后的质量控制环节,重点对关键性能参数如潮气容量、呼吸率、吸气压、呼气末正压设置及氧浓

度进行严密测试。一旦发现参数偏离预设标准,立即启动校准调整或深入维修程序,以保障呼吸机输出的精确性与可靠性,为患者提供不间断的安全呼吸辅助。此流程不仅有效延长了设备使用寿命,还极大增强了治疗过程的安全性及信赖度。

3.3 做好呼吸机故障维修的准备工作

目前,临床实践中广泛应用的呼吸机种类繁多,每种型号在启用及后续维护前均需细致筹备。这包括深入研读相关文档与操作手册,旨在透彻理解设备的内部结构、运行机制及工作原理。随后,基于这些准备,当呼吸机出现故障时,能迅速且准确地识别故障现象,进一步分析其原因与类型。这一流程确保了维修工作的针对性和高效性,避免盲目操作,从而有效缩短维修周期,保障设备快速恢复正常工作状态。通过这种方法,我们能够更加精准地解决呼吸机遇到的各种问题,为临床救治提供稳定可靠的支持^[5]。

4 结束语

通过对 SynoVent E5 呼吸机实际故障案例的分析与维修,本文总结了常见的故障类型、原因及相应的维修策略。在维修过程中,应注重故障排查的细致性和准确性,确保故障原因得到彻底排除。同时,加强设备的日常维护保养工作,定期对设备进行清洁、消毒及性能检测,以延长设备使用寿命,提高使用效率及患者治疗安全性。未来,随着医疗技术的不断进步和呼吸机的不断更新换代,对呼吸机的故障分析与维修工作也将面临新的挑战。因此,临床工程师及相关维修人员应不断学习新知识、新技术,提高维修水平和服务质量,为患者提供更加安全、高效的医疗设备保障。

参考文献:

- [1] 孙晓龙,顾阳,张雷廷,等.呼吸机常见故障原因分析及维修方法研究[J].世界最新医学信息文摘,2019,19(05):205-206.
- [2] 杨健伟,苏毅.呼吸机常见故障分析及维修方法[J].设备管理与维修,2019,02(23):89-90.
- [3] 李凯,刘慧松,李东玥.迈瑞 SV300 型呼吸机故障维修三例[J].中国医院建筑与装备,2022,23(10):73-75.
- [4] 古伯青.泰科 PB840 呼吸机故障案例分析与日常保养[J].医疗装备,2023,36(04):129-130.
- [5] 王研.呼吸机常见故障分析及维修方法初探[J].现代制造技术与装备,2019,02(01):164-165.