·医学工程·

瑞典迈柯唯 Servo-i 呼吸机自检故障分析与维修

林玉英[a] 孙遥[b] 齐宏亮[b] 王浩文[b*]

（南方医科大学南方医院 a. 呼吸与危重症医学科；b. 医学工程科，广州 510515）

【摘要】 瑞典迈柯唯Servo–i呼吸机是一款高端智能医疗设备，结合先进医学工程与计算机技术，具备高灵敏度伺服反馈控制系统和超声波流量传感器，支持多种创新通气模式，并提供全面的呼吸参数监测。然而，在实际临床应用中，该设备常出现自检无法通过的情况，影响正常使用。本文详细阐述了4个典型自检故障案例，包括内部泄漏测试不通过、氧传感器测试失败以及技术性错误35和10001，分析了故障原因并给出了具体的维修过程，旨在为相关专业人员提供参考，以期提高该呼吸机的维修效率和使用率。

【关键词】 呼吸机；迈柯唯；自检；故障；维修

【中图分类号】 TH77 【文献标识码】 A 【DOI】 10.11876/mimt202505008

Maintenance cases for pre–use check failures of Swedish Maquet Servo–i ventilator

Lin Yuying[a], *Sun Yao*[b], *Qi Hongliang*[b], *Wang Haowen*[b*]

（*a. Respiratory and Critical Care Medicine Department*;

b. Medical Engineering Department, *Nanfang Hospital*, *Southern Medical University*, *Guangzhou 510515*, *China*）

【**Abstract**】 The Servo–i ventilator from Maquet, Sweden, is a high–end intelligent medical device that combines advanced medical engineering and computer technology. It features a high–sensitivity servo feedback control system and an ultrasonic flow sensor, supports multiple innovative ventilation modes, and provides comprehensive respiratory parameter monitoring. However, in practical clinical applications, the device often encounters self–test failures, affecting normal use. This article elaborates on four typical self–test failure cases, including internal leak test failure, oxygen sensor test failure, and technical errors 35 and 10001. It analyzes the causes of the failures and provides specific maintenance procedures. It is hoped that this article can provide reference for relevant professionals, with the aim of improving the maintenance efficiency and utilization rate of Servo–i ventilator.

【**Key words**】 Ventilator; Maquet; Self–test; Failure; Maintenance

在现代医疗体系中，呼吸机作为拯救患者生命、维持呼吸功能的关键医疗设备，其重要性不言而喻[1–2]。随着医学科技的飞速发展，高端智能呼吸机逐渐成为临床治疗的主流选择。其中，瑞典迈柯唯Servo–i呼吸机在临床中应用广泛。该呼吸机融合了先进医学工程与计算机技术，以模块化设计提供无限升级潜力，其核心伺服反馈控制系统灵敏度极高，可实时响应患者呼吸变化，确保精准通气支持[3]，实时反映呼吸状况且不受气体温度、湿度干扰，为临床治疗提供了全面的解决方案[4–5]。

瑞典迈柯唯Servo–i呼吸机搭载先进的自检系统，为设备安全与性能提供双重保障。开机后，系统自动执行全面自检，涵盖内部泄露、压力传感器、流量传感器、安全阀、呼吸回路等核心模块测试，确保设备无故障运行。其自检流程采用分步验证机制，可实时反馈检测结果，若发现异常如漏气、压力偏差超限等，立即触发声光报警并锁定设备，防止误操作。独特的传感器校准功能可自动修

基金项目：广东省医学会医学工程学分会青年委员会科研课题（2022–GDMAZZ–07）

第一作者：林玉英，女，本科，主管护师，研究方向：呼吸系统疾病护理及呼吸机维护管理

通信作者：王浩文，男，硕士研究生，工程师，研究方向：医疗设备维修与质量控制

正环境如温度、湿度变化带来的干扰，维持监测数据精准度。此外，系统支持定期自检提醒与日志记录，帮助医护人员追踪设备状态。该自检系统通过减少人为检查盲区，显著提升临床使用安全性，尤其适用于重症监护等对设备可靠性要求极高的场景，为患者通气治疗筑牢第一道防线。

然而，即便是在如此先进的医疗设备中，自检故障问题也难以完全避免[6-8]。在实际临床应用中，瑞典迈柯唯Servo–i呼吸机偶尔会出现自检无法通过的情况，不仅影响了呼吸机的正常使用，还可能对患者的治疗进程造成不利影响[9]。自检作为呼吸机启动前的关键环节，其目的在于确保设备各项功能正常，为患者提供安全可靠的呼吸支持。一旦自检无法通过，意味着呼吸机可能存在潜在故障或性能不稳定，此时若强行使用，可能会给患者带来不必要的风险[10]。具体而言，自检故障可能涉及内部泄漏、氧传感器失效[11]、通信故障以及电路板损坏等多种类型[12]。这些故障的发生，往往与设备的使用环境、维护保养情况以及部件老化等因素密切相关，例如，呼出气体模块漏气、氧传感器接口排线松动、电路板电子元件故障等，都可能导致自检无法通过。

因此，深入分析瑞典迈柯唯Servo–i呼吸机自检故障的背景、原因及维修方法，不仅有助于提升临床工程师的设备维护能力，还能为医疗机构提供更加安全、高效的呼吸支持解决方案。本研究结合2020年5月至2025年9月期间南方医科大学南方医院在用的17台瑞典迈柯唯Servo–i呼吸机出现的自检故障案例，包括内部泄漏测试不通过、氧传感器测试失败以及技术性错误35和10001，详细探讨该呼吸机自检故障的分析与维修过程，总结维修要点，以期为临床实践提供参考。

1　呼吸机自检故障的分析与维修

1.1　自检操作流程

瑞典迈柯唯Servo–i呼吸机的自检操作流程如下。

（1）启动与连接：连接主电源及气源（空气和氧气），将呼吸机开关置于“开”位置，启动自动测试。

（2）内部测试：使用测试管连接吸气出口与呼气入口，测试内容包括气压计测试、气体供应测试、内部泄露测试、压力传感器测试、安全阀测试、氧传感器测试、流量传感器测试。

（3）电源切换测试：检测在交流电断电和恢复供电时呼吸机在交流电与电池电源之间进行切换的能力。

（4）患者呼吸系统测试：连接完整呼吸系统，堵住Y型部件，确保无泄漏后进行呼吸回路测试，包括呼吸回路泄露、顺应性、阻力测试。

（5）报警与功能测试：测试报警输出连接选项（可选），确认报警系统功能正常。

（6）完成自检：测试完成后按“确定”确认，呼吸机切换回备用模式，并询问是否删除或保留原患者数据。以下针对自检中出现的4个案例展开分析。

1.2　案例一：内部泄漏测试不通过

呼吸机内部泄漏是指呼吸机内部气路存在漏气故障，这将导致给到患者的通气气压达不到预设值，从而影响治疗效果。内部泄漏测试不通过，可能的原因包括呼出气体模块漏气、呼吸机内部连接处漏气、吸入流量传感器测量错误等，报错如图1所示。

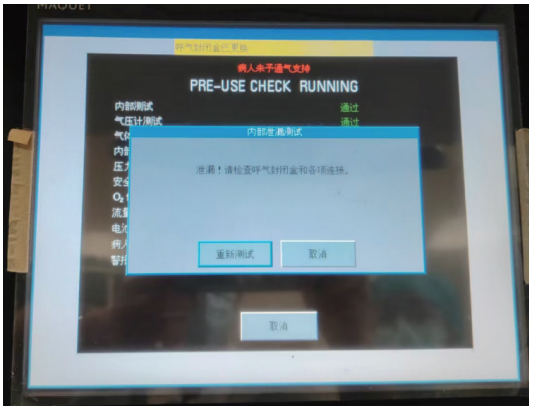


图1　内部泄漏故障报错

故障分析与维修过程如下。首先，工程师仔细查看呼吸机的各个部件连接处，包括管道接口，空气、氧气供气阀门等部位，均未发现异常。其次，将排查重点转向了呼吸机的核心部件——呼出气体模块。呼出气体模块在呼吸机中承担着重要的气体交换和监测功能，其内部结构的完整性和密封性直接影响到呼吸机的正常运行。工程师对呼出气体模块进行了细致的拆解和检查，在检查过程中，发现呼出气体模块膜片出现了明显的老化现象，表面变得脆弱且有多处裂孔，同时，与膜片相连的接头也存在破损情况，部分塑料材质已经断裂，如图2和图3所示。故初步怀疑膜片老化和接头破损是导致气体泄漏故障的原因。因为膜片的破损会使气体在呼出过程中无法正常密封，从而导致气体泄漏；而接头

的破损则会破坏呼出气体模块与其他部件之间的连接密封性，进一步加剧气体泄漏的程度。更换膜片和接头后，工程师重新连接了呼吸机的各个部件，进行了完整的自检流程，设置好相关参数进行通气测试，密切观察设备的运行状态。经过一段时间的运行监测，发现呼吸机各项参数正常且气体压力稳定，自检通过。同时，工程师对呼吸机其他功能进行了检查，包括呼吸模式切换、监测参数显示等，均未发现异常情况。这表明更换呼出气体模块膜片和接头后，气体泄漏故障已成功排除，呼吸机恢复了正常运行。



图 2 呼出气体模块膜片破损

注：箭头所示为膜片破损处。

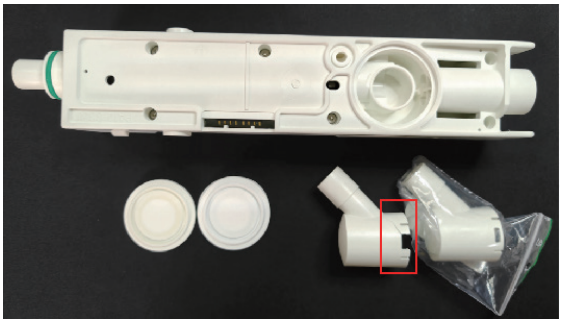


图 3 呼出气体模块接头破损

注：红框所示为接头断裂破损处。

1.2 案例二：氧传感器测试不通过

氧传感器在呼吸机中扮演着关键角色，它能够精准地监测氧气浓度，为患者提供安全、有效的呼吸支持。一旦氧传感器出现故障，可能会导致呼吸机无法准确测量氧气浓度[13]，进而影响患者的治疗效果，甚至危及生命。氧传感器测试不通过，可能的原因包括氧电池接口排线松动、氧电池损坏、氧电池寿命到期、氧传感器未安装或断开、气体回路问题以及空氧模块故障。在本案例中，使用前自检发现氧传感器测试无法通过，如图 4 所示。

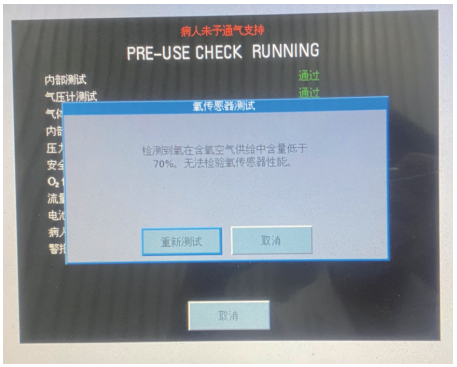


图 4 氧传感器测试无法通过报错

通过点击主屏幕右上角的“状态”选项，进入“氧传感器”子菜单，在详细查看相关数据后，发现氧传感器预计剩余容纳能量显示为 0%，如图 5 所示。这一数据表明氧传感器可能存在严重的故障，无法正常工作。考虑到该设备在 2 个月前刚刚更换过氧传感器，从理论上来说，传感器本身出现质量问题的可能性相对较小。基于这一情况，初步怀疑是氧传感器与设备之间的连接出现了问题。连接故障可能会导致传感器无法与设备的主控系统进行正常的数据传输，从而使得设备无法准确读取传感器的状态和监测数据。

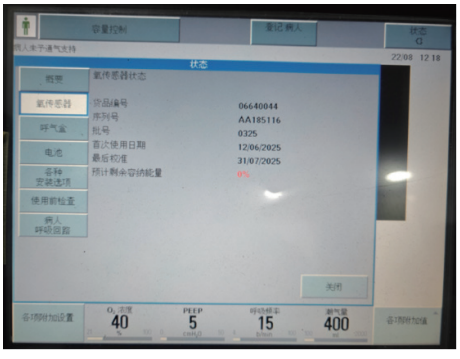


图 5 氧传感器预计剩余容纳能量耗尽提示

为了验证初步判断，工程师决定对设备进行拆解检查。小心地拆除设备外壳，暴露出氧传感器及其连接线缆，发现氧传感器及其连接线缆均存在一定程度的锈蚀现象，如图 6 所示。工程师对氧传感器及其连接线缆进行了初步的清洁，重新安装后再次启动设备进行自检时，发现设备仍然显示氧传感器预计剩余容纳能量为 0%，深入检查发现氧传感器

连接线缆存在老化现象，通过万用表进行导通阻抗测量，发现部分线芯已经出现了断裂或接触不良的情况，部分线芯的导通阻抗超过了5 Ω，从而影响了信号的正常传输。综上，怀疑由于线缆原因引发了氧传感器的连锁故障。随后，工程师更换氧传感器及其线缆，再次启动呼吸机进行使用前自检，设备的监测系统没有再发出任何警报，氧传感器测试顺利通过，各项参数显示正常。

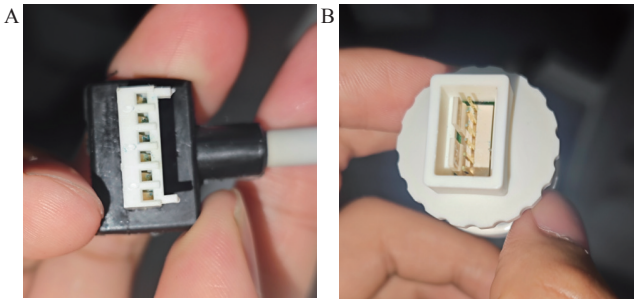


图6 氧传感器连接线缆锈蚀 A为氧传感器连接线缆锈蚀；B为氧传感器锈蚀

1.3 案例三：技术性错误35

技术性错误35通常与通信故障或PC 1784/PC 2024呼出通道板故障相关，可能由线路连接问题或电路板损坏引起[14]。通信故障可能源于线路连接问题，如线路老化、破损导致信号传输中断或不稳定，也可能是接口松动，使得设备各部分之间无法正常通信。而呼出通道板作为呼吸机的关键部件之一，其电路板损坏同样会引发该错误。电路板上的电子元件可能因长时间使用、电压不稳定或环境因素等出现故障，影响呼吸机的正常工作。在本案例中，使用前自检发现技术性错误35，如图7所示。



图7 技术性错误35报错

鉴于技术性错误35可能与电路板故障相关，技术人员首先将排查重点放在电路板上。拆开呼吸机的外壳，工程师对各电路板进行了全面细致的检查。通过专业的检测工具，如万用表、示波器等，对电路板上的电压、电流、信号波形等参数进行测量和分析，发现各电路板均显示正常，没有明显的损坏或异常情况。

接下来进行线路排查，连接线路作为设备各部分之间通信的桥梁，其松脱或接触不良很可能导致通信故障，进而引发技术性错误。工程师按照设备线路图，逐一检查了所有连接线路，包括电源线、数据传输线等，检查内容包含接口是否松动、氧化，线路是否有破损、断裂等情况。经过对连接线路的重新接插，重新启动呼吸机后，设备显示屏上的故障代码消失，呼吸机恢复了正常运行。至此，此次故障的原因最终确定为连接线路松脱或接触不良。

连接线路在长期使用过程中，可能会因为设备的震动、移动或人为操作不当等原因逐渐松动。松脱的线路会导致信号传输中断或不稳定，从而引发呼吸机报出技术性错误，而重新接插线路后，确保了线路连接紧密、接触良好，恢复了正常的信号传输，使得呼吸机能够重新正常工作。

1.4 案例四：技术性错误10001

故障表现为设备报出技术性错误10001，相关报错信息如图8所示。维修人员迅速查阅维修技术手册，手册中明确指出，技术性错误10001的主要成因集中在PC 1771控制器方面，具体为该控制器上的电池耗尽或者电池连接点出现故障。为了进一步确认故障位置，维修人员对设备进行了细致的检查，发现PC 1771控制器确实存在异常，如图9所示。经过检测，判断是电池电量耗尽导致的问题。

上述电池的作用主要有以下两点。一是保存关键设置参数：呼吸机在运行过程中，会根据患者的具体病情和治疗需求设置各种参数，如呼吸频率、潮气量、吸呼比等。PC 1771控制器中的电池能够为存储这些参数的内存芯片持续供电，即使在呼吸机主电源断开的情况下，也能确保这些关键设置参数不会丢失。当再次接通电源时，呼吸机可以迅速恢复到之前设定的状态，无需重新进行烦琐的参数设置，提高了使用的便捷性和效率，也避免了因参数丢失可能导致的治疗中断或错误。二是记录运行数据：电池还支持PC 1771控制器记录呼吸机的运行数据，如运行时间、工作模式切换记录、报警历史

等。这些数据对于设备的维护、故障排查以及患者的治疗过程回顾和分析都具有重要意义。通过分析运行数据，医护人员可以了解呼吸机的使用情况，及时发现潜在问题；维修人员可以根据数据快速定位故障原因，提高维修效率。



图 8 技术性错误 10001 报错

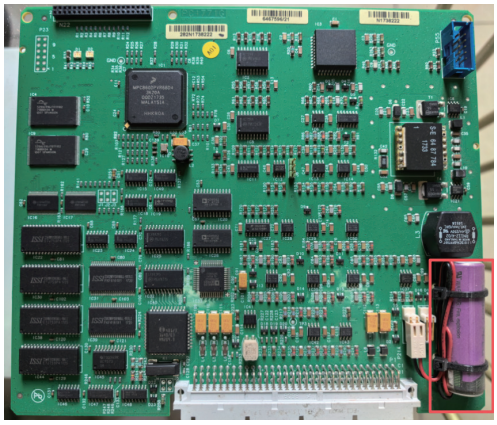


图 9 PC 1771 控制器电路板

注：右下角红框所示为电池。

找到故障根源后，维修人员制定了有针对性的维修方案。由于是电池耗尽，最直接有效的解决办法就是更换新电池。在更换电池的过程中，维修人员严格按照操作规范进行，确保每一个步骤都准确无误，避免因操作不当引发新的问题。

完成电池更换后，维修人员对呼吸机进行了全面测试。经过一系列的功能检测和性能评估，发现之前报错的技术性错误 10001 现象消失，呼吸机各项功能恢复正常，能够稳定、可靠地运行。

2 总结

本文围绕瑞典迈柯唯 Servo–i 呼吸机自检故障维修展开了深入探讨，通过 4 个典型案例的分析，展现了呼吸机在实际临床应用中可能遇到的自检故障及其解决方案。在维修思路上，本文遵循了从易到难、从外到内的原则：首先检查外部连接和易损件，如呼出气体模块密封性、氧传感器接口排线等直观且易于操作的部分；随后逐步深入到内部电路板、传感器等核心部件，通过专业工具进行详细检测和排查。

案例涵盖了内部泄漏测试不通过、氧传感器测试失败以及技术性错误 35 和 10001 等多种故障类型。内部泄漏可能由呼出气体模块漏气或内部连接处漏气引起，需细致检查和更换部件；氧传感器测试失败可能涉及接口排线松动或电池寿命到期，需紧固、更换或清洁处理[15]。技术性错误 35 则多由通信故障引发，需检查线路连接和电路板状态；而技术性错误 10001 通常与控制器电池耗尽相关，更换电池即可。

此外，结合呼吸机高灵敏度反馈控制系统和流量传感器的特征，维修时还需特别注意传感器精度和信号传输的稳定性。

[参 考 文 献]

[1] 曾桂阳. 呼吸机的故障与检修[J]. 医疗装备, 2017, 30(13): 51–53.
[2] 杨朔. MAQUET Servo–i 呼吸机内部泄露故障维修三例[J]. 医疗装备, 2024, 37(7): 120–122.
[3] 徐安燕, 杨绍辉, 杨九连. Servo–i 呼吸机压力传感器工作原理与相关故障三例排除[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(1): 168–170.
[4] 彭顺银, 魏东, 徐峰. MAQUET Servo–i 呼吸机电源故障二例[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(6): 170–174.
[5] 陈俊颖. 浅析迈柯唯 SERVO–I 呼吸机常见故障与维修[J]. 中国设备工程, 2024(9): 142–144.
[6] 阮明, 夏燕红. Maquet Servo–s 呼吸机自检故障修复实例[J]. 健康之友, 2020(15): 144.
[7] 施志毅. SERVO–S 呼吸机自检故障原因分析及故障维修简易操作流程[J]. 医疗装备, 2021, 34(11): 130–131.
[8] 康晶晶. SERVO–S 呼吸机自检故障原因分析及故障维修简易操作流程[J]. 中国设备工程, 2025(5): 164–166.
[9] 崔志刚, 郭丹. Maquet Servo–i 呼吸机气体模块故障维修 1 例[J]. 医疗卫生装备, 2011, 32(12): 148–149.
[10] 吴海燕, 马继鹏, 孔德友. PB840 与 Servo–I 呼吸机的气路原理与故障案例分析[J]. 医疗装备, 2022, 35(17): 113–114.
[11] 王茜, 袁明辉, 谷晓云, 等. 呼吸机不良事件监测结果的分析[J]. 医疗装备, 2024, 37(16): 24–27.
[12] 郑鹏翔, 鹿奉华, 李国波. 鸟牌 VELA 呼吸机常见故障排除[J]. 医疗装备, 2015(11): 63–64.
[13] 何敏. 单气源快速判断 Maquet Servo–i 呼吸机气路故障 3 例[J]. 医疗卫生装备, 2017, 38(8): 159–160.
[14] 肖富男, 朱伟, 张忆. 迈柯唯 Servo–i 型呼吸机维修 3 例[J]. 北京生物医学工程, 2020, 39(2): 220.
[15] 方河炎, 郑峰, 李大鹏, 等. Servo–i 呼吸机黑屏故障检修[J]. 医疗卫生装备, 2008, 29(6): 116.