

# 医疗设备（CT/MR）技术创新对维修的影响及应对策略

吴世团

广州市榕生医疗设备有限公司，广东 广州 511400

DOI:10.61369/MRP.2025110037

**摘 要：** 医疗设备（CT/MR）技术创新带来多方面维修挑战，如模块化集成设计改变设备架构，人工智能算法应用于自检系统，数字孪生和云平台整合带来新要求等。同时涉及备件供应链、知识库构建、人才培养等问题，需从技术标准、人才培养和管理机制等方面应对。

**关 键 词：** CT/MR 设备；维修挑战；应对策略

## The Impact of technological innovation in Medical Equipment (CT/MR) on Maintenance and Countermeasures

Wu Shituan

Guangzhou Rongsheng Medical Equipment Co., LTD., Guangzhou, Guangdong 511400

**Abstract：** Technological innovations in medical equipment (CT/MR) bring about multiple maintenance challenges, such as modular integrated design altering the equipment architecture, the application of artificial intelligence algorithms in self-checking systems, and the integration of digital twins and cloud platforms creating new requirements. At the same time involved in spare parts supply chain, knowledge base building, personnel training and other issues, from technical standards, personnel training and management mechanism and so on in the face of the.

**Keywords：** CT/MR equipment; maintenance challenges; coping strategies

### 引言

随着我国《“十四五”医疗装备产业发展规划》（2021年）的颁布，医疗设备行业迎来了新的发展机遇与挑战。CT/MR技术作为医疗设备领域的重要组成部分，其创新发展对维修工作产生了深远影响。从设备的新型设计到技术的深度整合，从备件供应链的重构到维修人员的能力要求提升，都给维修工作带来了诸多困难。因此，深入研究CT/MR技术创新对维修的影响，并探讨有效的应对策略，对保障医疗设备的正常运行和医疗事业的发展具有重要意义。

## 一、CT/MR技术创新的核心特征

### （一）模块化集成设计趋势

多模态融合、精密传感模块等新型设计体现了模块化集成设计趋势。这种趋势使设备内部架构发生根本改变。多模态融合将多种成像模式集成，实现更全面准确的诊断信息获取<sup>[1]</sup>。例如CT与PET的融合，不仅有CT的解剖结构成像，还结合了PET的功能代谢信息。精密传感模块则能更精确地感知各种生理参数，提高成像质量。这些新型设计使得设备内部结构更加复杂且紧密集成，传统机械维修方法难以适用。维修人员需要深入了解新的架构和模块功能，掌握先进的电子技术和软件调试技能，才能应对这种因模块化集成设计带来的维修挑战。

### （二）智能诊断系统创新

人工智能算法在CT/MR设备自检系统中的深度整合是智能诊断系统创新的关键。通过算法对大量设备运行数据的学习与分

析，能够精准识别设备潜在故障模式<sup>[2]</sup>。例如，对图像数据中微小异常的捕捉和分析，可提前发现可能影响成像质量的部件问题。同时，预测性维护技术重构了维修工作流程。它基于设备实时运行状态和历史数据，预测故障发生的可能性和时间节点，使维修从传统的被动响应转变为主动预防。维修人员可根据预测结果提前准备备件和制定维修计划，提高维修效率，减少设备停机时间，保障医疗设备的正常运行。

## 二、技术创新引发的维修难点

### （一）技术复杂度升级

新型数字孪生技术和云平台整合在医疗设备（CT/MR）中的应用，给维修带来了新的挑战。数字孪生技术通过创建虚拟模型来模拟设备的运行，需要维修人员掌握计算机科学、数据分析等跨学科知识<sup>[3]</sup>。云平台整合则涉及到网络技术、数据安全等多个

领域，对维修人员的知识体系提出了更高的要求。然而，目前维修人员的专业能力往往局限于传统的机械和电子技术，在跨学科知识方面存在较大差距。这种差距导致在面对新型技术故障时，维修人员可能无法准确诊断问题，更难以制定有效的维修方案，从而形成维修障碍，影响医疗设备的正常使用。

### （二）备件供应链重构

医疗设备（CT/MR）技术创新带来了维修方面的诸多挑战，其中备件供应链重构问题尤为突出。3D打印备件的出现是一大变革，它虽有可能降低某些特殊备件的获取难度，但也带来了质量控制和适配性等问题<sup>[4]</sup>。芯片级维修的发展使得维修更精细，但同时维修人员的技术要求大幅提高，且相关芯片等备件的供应渠道可能不稳定。零配件非标化现象日益严重，这对库存管理形成新挑战。传统的基于标准化备件的库存管理模式难以适用，需要重新评估库存策略，包括合理确定非标备件的储备量、存储方式以及更新周期等，以确保维修工作的顺利进行。

## 三、维修体系转型升级路径

### （一）知识体系重构策略

#### 1. 全生命周期知识管理

随着医疗设备（CT/MR）技术的创新，构建包含设备研发参数、运行大数据和维修案例的多维度知识库系统至关重要。设备研发参数能为维修人员提供设备的基础设计和原理信息，有助于深入理解设备结构与功能<sup>[5]</sup>。运行大数据可反映设备在实际使用中的各种状态和问题，通过对这些数据的分析，能提前预测可能出现的故障，实现预防性维修。维修案例则是实际维修经验的积累，为类似故障的解决提供参考。整合这三个维度的知识，形成一个全面的知识库系统，不仅可以提高维修效率，还能提升维修质量，促进维修体系的转型升级，实现知识体系的重构以及对医疗设备全生命周期的有效知识管理。

#### 2. 多模态技能培训体系

医疗设备（CT/MR）技术创新对维修人员提出了更高要求，需制定涵盖机械工程、软件编程和数据分析的复合型人才培养方案<sup>[6]</sup>。在机械工程方面，应加强对设备结构、原理的深入学习，了解机械部件的运动方式和可能出现的故障。对于软件编程，要掌握设备操作系统、控制软件的相关知识，以便能够处理软件故障和进行升级。数据分析能力也至关重要，通过对设备运行数据的分析，提前预测故障，优化维修策略。同时，还需建立实践教学体系，让维修人员在实际操作中提升技能，以适应医疗设备技术创新带来的维修挑战。

### （二）智能维修技术应用

#### 1. 增强现实维修辅助系统

随着医疗设备技术的不断创新，CT/MR等设备的复杂性日益增加，维修难度也随之提升。开发基于AR技术的设备状态可视化指导系统成为解决维修问题的关键路径之一。该系统通过在真实设备上叠加虚拟信息，维修人员可以直观地获取设备内部结构、故障位置以及维修步骤等关键信息，从而实现维修流程的标准

化。这不仅提高了维修效率，减少了维修时间，还降低了因维修不当对设备造成的二次损害风险。同时，该系统可以记录维修过程中的各项数据，为后续的维修培训和质量控制提供有力支持，有助于提升维修体系的整体水平，以更好地应对医疗设备技术创新带来的维修挑战<sup>[7]</sup>。

#### 2. 大数据预测性维护

在医疗设备（CT/MR）维修领域，利用大数据建立设备运行参数与故障模式的深度关联模型具有重要意义。通过收集大量设备运行数据，包括各项参数的动态变化以及对应的故障发生情况，运用先进的数据分析算法挖掘其中的潜在规律<sup>[8]</sup>。这些规律能够帮助维修人员提前预判故障的发生，提高故障预判准确率。例如，当某些关键参数出现异常波动时，模型可根据历史数据和关联规则，预测可能出现的故障类型和时间节点。这不仅有助于提前安排维修计划，减少设备停机时间，还能优化维修资源的配置，提高维修效率和质量，从而推动维修体系向智能化、预测性维护方向转型升级。

## 四、管理机制创新应对策略

### （一）新型维保体系构建

#### 1. 全生命周期服务协议

为应对医疗设备（CT/MR）技术创新对维修的影响，可设计包含技术更新条款的长期维护合同。在合同中明确规定，随着技术的不断发展，维保方有责任和义务对设备进行相应的技术升级，以保障其持续运行效能<sup>[9]</sup>。这不仅有助于设备适应新的医疗需求和技术环境，还能减少因技术过时而导致的维修困难和成本增加。同时，合同应详细说明技术更新的范围、方式、时间节点以及费用承担等关键要素，确保双方的权益得到充分保障，为医疗设备的全生命周期服务提供有力的合同依据。

#### 2. 第三方技术服务认证

建立原厂技术授权分级管理制度，可根据原厂技术支持程度对维修企业进行分类。对于技术实力强、能提供全面技术支持的原厂，给予较高等级授权，允许其参与更复杂设备的维修<sup>[10]</sup>。同时，规范第三方维修市场准入标准至关重要。设定严格的技术能力、人员资质、维修设备配备等准入条件，确保进入市场的第三方维修企业具备相应的维修能力。可成立专门的认证机构，对第三方维修企业进行全面评估，只有通过认证的企业才可进入市场，从而保障医疗设备维修质量，降低维修风险，提高医疗设备的使用效率和安全性。

### （二）风险防控体系优化

#### 1. 网络安全防护机制

联网医疗设备的远程诊断系统在带来便捷的同时，也面临网络安全风险。需构建多层次信息安全防护体系，从技术、管理等多层面着手。技术上，采用加密技术确保数据传输安全，防止数据泄露与篡改。设置防火墙，阻挡外部恶意攻击。定期更新安全防护软件，以应对不断出现的新安全威胁。管理方面，制定严格的人员访问权限制度，只有授权人员可访问相关设备和数据。对

员工进行网络安全培训，提高其安全意识和操作规范，避免因人为疏忽导致安全漏洞。通过这些措施，保障联网医疗设备远程诊断系统的网络安全，确保医疗设备维修工作的正常开展。

## 2. 应急响应预案升级

在管理机制创新应对策略方面，开发基于智能调度的维修资源协同平台至关重要。通过整合各方维修资源，利用智能算法实现高效调度，提高维修效率。同时建立黄金修复时间保障机制，明确不同故障的维修时限，确保医疗设备能快速恢复使用。

对于风险防控体系优化，要对维修过程中的各类风险进行全面评估。包括维修人员的技术水平风险、零部件供应风险等。制定相应的防控措施，如加强维修人员培训，建立稳定的零部件供应渠道。

在应急响应预案升级上，针对可能出现的紧急故障情况，制定详细的应急响应流程。设立应急维修小组，配备必要的工具和零部件，确保在最短时间内到达现场进行维修，减少设备故障对医疗工作的影响。

## （三）行业协同发展路径

### 1. 政产学研合作平台

为推动医疗设备（CT/MR）技术创新成果在维修方面的适用性转化，建立技术标准联合制定机制至关重要。这需要政府、企业、高校和科研机构等各方协同合作。政府应发挥引导作用，提供政策支持和资金保障，鼓励各方参与。企业作为技术创新和应用的主体，要积极投入资源，分享实践经验。高校和科研机构则凭借其科研优势，提供理论支持和技术研发能力。各方通过合作平台，整合资源，共同制定符合维修实际需求的技术标准。这不仅有助于提高维修效率和质量，还能促进医疗设备行业的可持续

发展，使技术创新更好地服务于医疗设备的维修保障。

## 2. 国际经验本土化创新

借鉴 FMEA（失效模式与效应分析）等先进管理工具，可对医疗设备（CT/MR）维修相关的潜在风险进行系统性分析。结合我国医疗体系实际情况，开发适配的技术评估模型。首先需深入研究我国医疗设备维修的流程、人员配置、技术水平等特点，找出与国际先进经验的差异。然后，吸收 FMEA 在风险识别、评估和预防方面的优势，将其融入到评估模型中。例如，对设备的关键部件、常见故障模式及其可能产生的影响进行详细分析，确定相应的风险等级，并制定针对性的维修策略和预防措施。同时，要注重模型的动态调整，随着医疗技术的发展和维修实践的积累，不断优化模型，以更好地应对医疗设备技术创新带来的维修挑战。

## 五、总结

CT/MR 技术创新对维修产生了深远影响。技术的快速发展使得维修体系需不断适配，这种动态适配规律要求维修人员深入了解新技术特点，以便准确判断故障并高效维修。为应对这些影响，提出涵盖技术标准、人才培养和管理机制的三维发展框架。明确技术标准可规范维修流程与质量，确保设备维修后符合安全运行要求。加强人才培养，使维修人员具备应对新技术的知识和技能。优化管理机制，提高维修工作的效率与协调性。该三维框架为医疗设备维修提供了全面的战略指导，有助于保障 CT/MR 等医疗设备的安全运行，从而更好地服务于医疗事业。

## 参考文献

- [1] 龙霜. 定向越野高水平运动队停招对项目发展的影响及应对策略研究 [D]. 四川师范大学, 2022.
- [2] 宋培森. 新冠肺炎疫情对 N 银行跨境人民币业务的影响及应对策略研究 [D]. 山东财经大学, 2021.
- [3] 王妮. GS 银行陕西分行青年员工流失的影响因素及应对策略研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2021.
- [4] 廖倩荣. 短视频泛娱乐化对大学生价值观的消极影响及应对策略研究 [D]. 电子科技大学, 2023.
- [5] 马樱. 老年农户健康冲击应对策略选择偏好及影响因素研究 [D]. 华中科技大学, 2022.
- [6] 欧阳清懿. 医院医疗设备维修管理中存在的问题及解决策略研究 [J]. 中国设备工程, 2025, (11): 85-87.
- [7] 陈红征. 医疗设备市场分析与企业应对策略——以 F 公司为例 [J]. 福建轻纺, 2024, (07): 49-54.
- [8] 徐涛. 医院医疗设备管理中常见的问题及应对策略 [J]. 中国医疗器械信息, 2022, 28(22): 170-173.
- [9] 沈立, 谢崇宁, 曹爱玲. 论 TBT 对我国医疗器械出口的影响及应对策略 [J]. 经济研究导刊, 2021, (27): 138-140.
- [10] 周长俊. 内燃机机械设备管理维修常见问题及应对策略分析 [J]. 中国设备工程, 2023, (08): 73-75.