

面向需求响应的医疗设备维修管理模式优化研究

罗斯亮

(广东医科大学附属第一医院医学装备部 广东 湛江 524001)

摘要: 医疗设备的可靠运行对于患者的生命安全至关重要。然而, 医疗设备维修管理模式存在着效率低下、资源浪费等问题。为了提高医疗设备维修管理的响应能力和效率, 本文提出了面向需求响应的医疗设备维修管理模式优化方法。首先, 通过收集医疗设备维修数据和需求信息, 建立相关的数据分析模型; 基于这些模型, 对医疗设备使用情况、故障率等指标进行统计分析, 并以此制定维修管理优化策略。然后, 针对传统维修管理模式中存在的问题, 提出了面向需求响应的维修管理模式。该模式以需求为导向, 采用故障预测、智能排程和动态资源调配等手段, 实现对医疗设备维修过程的实时监测和调整。最后, 对某医疗机构的维修管理实践案例进行了分析, 验证了优化后的维修管理模式的有效性和可行性。应用测试结果表明, 面向需求响应的维修管理模式能够提高设备维修响应速度、降低维修成本, 并能够提升医疗机构的运行效率和服务质量。

关键词: 需求响应; 医疗设备; 维修管理; 模式优化; 需求信息; 故障预测; 动态资源调配

0 引言

随着科技的进步和医疗水平的提高, 医疗设备的应用越来越广泛^[1], 医疗设备的维修与保养成为了一个重要的问题^[2]。目前医疗设备维修管理模式存在一些不足, 例如维修流程不规范、维修效率低下等, 因此需要进行优化研究, 提高维修管理的效率和响应速度^[3]。针对现有医疗设备维修管理模式的不足, 医疗设备维修管理模式优化主要从以下几个方面入手。首先, 完善维修人员准入制度^[4]。为了提高医疗设备维修的质量和效率, 需要建立一支专业素养高、技能水平高的维修人员队伍。因此, 需要建立和完善维修人员准入制度, 只有经过专业培训和考核合格的人员才能从事医疗设备的维修工作^[5]。同时, 维修人员需要不断学习和更新知识, 以适应医疗设备的不断更新。其次, 对管理常见问题进行合理分类。通过建立常见问题分类数据库, 将各种问题归类整理, 并为每个问题提供相应的解决方案^[6]。这样, 当出现类似问题时, 可以通过查询数据库快速找到解决方案, 提高维修的效率和质量。最后, 需要制定合理的维修计划。根据设备的运行情况和维修记录, 制定相应的维修计划^[7], 包括保养计划、检修计划等。同时, 在计划中适当调整时间和人员等资源, 以满足实际需求^[8]。

通过以上优化分析, 本文提出面向需求响应的医疗设备维修管理模式优化方法, 以实现进一步提高医疗设备维修的效率和响应速度、降低维修成本、提高设备使用率的目的, 从而为医院的正常运营和发展提供有力保障。

1 医疗设备维修管理模式优化方法设计

1.1 医疗设备维修需求分析

在准确全面收集医疗设备维修数据和需求信息的基础上, 明确医疗设备维修需求是优化医疗设备维修管理模式的重要步骤^[9]。首先, 在收集医疗设备的维修数据和需求信息阶段, 本文通过表1所示的方式来实现数据采集。

按照表1所示的方式采集到维修数据和需求信息

表1 医疗设备维修数据和需求信息采集方式设计

获取途径	采集信息内容
维修记录	从医院的设备管理部门或维修记录系统中收集设备的维修记录, 包括故障现象、维修过程、更换部件等信息
问卷调查	针对特定的医疗设备, 可以设计问卷, 向设备使用科室和维修技术人员收集设备的使用情况、维修需求及改进意见等信息
直接沟通	与设备使用科室和维修技术人员进行直接沟通, 了解他们对设备维修的需求和意见, 以便更准确地收集需求信息

后,需要对这些数据进行深入分析。本文采用的方式为关联分析^[10],以此确定哪些故障类型经常同时出现,哪些故障会导致其他故障等,以便更好地理解设备的整体状况。其中,关联分析可以细化为数据清洗、数据分组、关联规则挖掘和维修需求提取4个步骤。

(1)数据清洗。处理和清洗收集到的原始数据时,删除重复数据、处理缺失值、消除噪声是确保数据分析准确性的关键,其实现方式可以表示为:

IF COUNTIFS(range1,range2,value1,value2)>1,
“重复” (1)

其中,range1和range2分别表示维修数据和需求信息清洗阶段的给定范围,value1和value2表示维修数据和需求信息的具体参数,当某一具体的数据出现的次数大于1,就会定义其为“重复”数据,进行删除处理,否则定义为“不重复”数据,并进行保留。

(2)数据分组。本文将维修数据按照不同的设备类型、应用领域、故障类型等标准进行分组。例如,可以将数据按照设备类型分为放疗设备、诊断设备、治疗设备等;按照应用领域分为医院、诊所、诊断中心等。

(3)关联规则挖掘。在数据分组的基础上,使用关联规则挖掘算法——FP-growth找出不同组之间的关联关系。具体的实现方式可以表示为:

$$A \rightarrow B = \min \frac{\text{Confidence}(A \rightarrow B)}{\text{Support}(A \rightarrow B)} \quad (2)$$

式中: $A \rightarrow B$ —医疗维修数据分组A与医疗维修数据分组B之间的关联关系;

$\text{Support}(A \rightarrow B)$ —医疗维修数据分组A与医疗维修数据分组B之间的支持度;

$\text{Confidence}(A \rightarrow B)$ —医疗维修数据分组A与医疗维修数据分组B之间的置信度。

(4)维修需求提取。在上述基础上,本文根据关联关系和参数计算结果,提取出具体的维修需求。其具体的提取模型可以表示为:

$$f(x) = \max \sum x(A_i \rightarrow B_i) \quad (3)$$

式中: $f(x)$ —医疗设备维修需求;

x —具体的设备信息。

整个过程需要充分利用数据分析和数据挖掘的技

术和方法,将原始的、看似无关的数据,转化为有用的、有价值的维修需求信息。

1.2 医疗设备维修管理模式优化

以上述分析得到的医疗设备维修需求为导向,本文对设备维修过程的管理和监控是在故障预测的基础之上进行的。

利用收集到的设备运行数据和历史维修记录,预测设备在未来可能出现的故障类型和时间。考虑到客观的应用需求,本文以机器学习为基础,分析设备的使用情况和维修记录,识别出与故障相关的模式和趋势,然后利用这些模式和趋势来预测未来的故障类型和时间。具体的实现方式可以表示为机器学习运行流程,如图1所示。

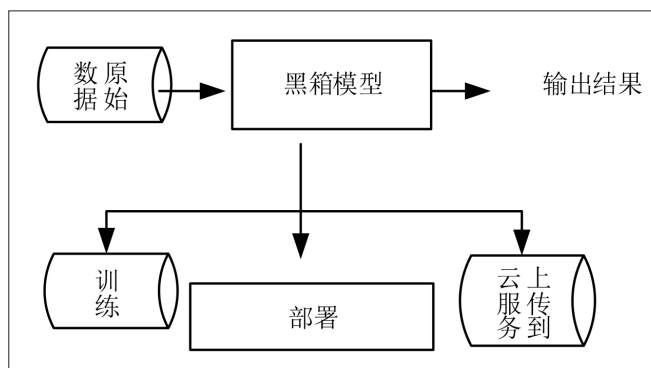


图1 机器学习运行流程

按照图1所示的机器自动学习的操作流程,借助核心部分——黑箱模型,只需要提供医疗设备维修数据集,机器便会进行自主训练,获得想要的故障预测数据结果。

结合故障预测结果,本文在考虑设备的使用情况、维修人员的可用性、配件的库存的前提下,对维修计划和排程加以制定。需要注意的是,动态资源调配是维修计划和排程能够顺利执行的前提,因此,本文将其作为具体的约束条件,对应的优化结果可以表示为:

$$y = r + \min Q_i(s', a', x') \quad (4)$$

式中: y —维修计划;

$Q_i(s', a', x')$ —当前设备的使用情况、维修人员的可用性、配件的库存信息;

r —动态资源调配约束。

动态资源调配约束 r 可以细化为:

$$r = \|(s' - s_0, a' - a_0, x' - x_0)\| \quad (5)$$

式中： s_0 、 a_0 和 x_0 一可执行的设备的使用情况、维修人员的可用性、配件的库存信息。

按照上述方式，实现对医疗设备维修管理模式的优化。

2 应用测试

2.1 测试环境

在测试环境中，准备医疗设备以及相应的维修工具、配件和软件，是保证设备正常运转和及时维修的关键环节。在医疗设备方面，具体的设备包括 CT（计算机断层扫描）、MRI（磁共振成像）、心电图机等常见医疗设备，并确保所有设备都处于良好的工作状态，在进行校准和验证后，作为测试设备，以保障测试结果的可靠性。设备维修工具除基础的通用工具（螺丝刀、老虎钳、万用表等）外，还包括针对特定设备类型的专业维修工具，包括用于磁共振成像设备的磁铁、线圈等。设备维修的配件也分为通用配件和专业配件两类，其中，通用配件主要为电阻、电容、电池等，专业配件是以特定设备类型为基础的专用配件，包括 CT 的扫描头、MRI 的磁铁等。

其次就是对测试数据的准备。测试数据主要分为两类，分别为数据结构以及数据存储和管理。具体的测试数据准备信息涵盖情况如表 2 所示。

表 2 测试数据准备

类型	信息
数据结构	维修记录应包括设备名称、故障类型、故障时间、维修人员、维修时间等信息
数据存储和管理	分布式数据库

在进行相关测试时，为确保数据的全面性和准确性，设备的维修记录应包括各种可能的故障类型和维修过程，以便进行全面的模型训练和测试。同时，设备的运行数据也应尽可能全面地收集，包括设备的运行时间、使用频率、保养记录等，以便更准确地预测设备的维修需求和优化设备的维修计划。

2.2 测试结果与分析

为了验证面向需求响应的医疗设备维修管理模式优化方法的应用效果，本文设计了一个对比测试环境。对照组分别为基于经验的维修管理模式，以及基于指标的维修管理模式。以 3 个月内的维修响应速度和维修成本为指标，得到的维修响应速度的测

试结果如表 3 所示，维修成本的测试结果如图 2 所示。

结合表 3 和图 2 所示的测试结果进行分析，在测试环境中，面向需求响应的医疗设备维修管理模式优化方法在维修响应速度方面表现出色。对比传统的医疗设备维修管理模式，该优化方法能够及时发现并解决设备故障，减少了故障检测和诊断的时间，从而提高了维修响应速度。通过试验结果发现，面向需求响应的医疗设备维修管理模式优化方法在维修成本方面也具有优势。该优化方法能够精准预测设备故障，并在维修过程中采用智能排程和动态资源调配手段，减少了不必要的维修和资源浪费，从而降低了维修成本。基于经验的维修管理模式和基于指标的维修管理模式的维修响应速度，不如面向需求响应的医疗设备维修管理模式优化方法，且在维修成本方面也没有明显优势。

表 3 维修响应速度对比表

设备	本文设计的管理模式 /min	基于经验的管理模式 /min	基于指标的管理模式 /min
呼吸机	12.56	22.63	30.45
多参数监护仪	10.47	20.78	30.22
注射泵	10.22	30.59	29.45
输液泵	12.45	56.20	28.37
心电图机	10.96	40.75	32.16
床单元消毒机	11.30	40.33	26.75

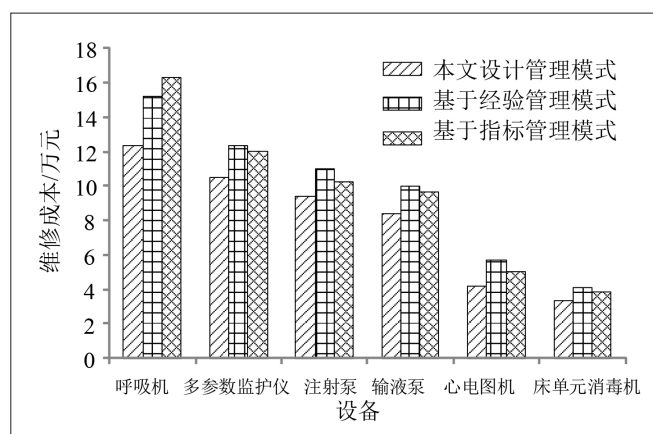


图 2 维修成本对比图

通过以上对比分析，可以得出以下结论：面向需求响应的医疗设备维修管理模式优化方法在提高设备维修响应速度、降低维修成本、提升医疗机构运行效率和服务质量等方面均具有优势。相比其他两种方法，该方法更能够满足医疗机构的需求，适应医疗设备维修管理的发展趋势。

3 结语

为了提高医疗设备维修的效率、响应速度及使用率,同时降低医疗设备维修成本,本文提出了一种面向需求响应的医疗设备维修管理模式优化方法,切实实现了提高医疗设备维修响应速度、降低医疗设备维修成本,并提升医疗机构的运行效率和服务质量的目的。需要注意的是,在实际实施中,还需要根据医院的实际情况进行灵活调整和改进,不断探索和优化适合医院自身情况的医疗设备维修管理模式。

参考文献:

- [1] 张博,王莉梅.精细化管理在医院医疗设备管理应用中的Meta分析[J].智慧健康,2022,8(22):12-15.
- [2] 孙子焱,古凯.预防性维护在手术室医疗设备管理中的应用及其效果观察[J].中国医疗器械信息,2023,29(16):176-178.
- [3] 余海,夏娟,邓柯,等.基于全生命周期管理的医疗设备“三同”管理模式研究[J].中国医学装备,2023,20(08):166-172.
- [4] 王晓东.医疗设备的安全风险管理与预防性维护研究[J].

清洗世界,2023,39(07):108-110.

[5] 卢倩,杨国平,钟靓.提高医疗设备使用效益和成本管控水平的探索:基于设备全生命周期管理理论[J].现代医院,2023,23(07):1082-1085.

[6] 程开权,窦新华,曹潇.基层医院医疗设备质量控制与管理系统的设计及实现[J].中国医疗器械信息,2023,29(13):166-168.

[7] 胡外光,周颖,凌科峰,等.新时期医疗设备信息化管理平台的建设及应用[J].中国医院建筑与装备,2022,23(11):81-84.

[8] 王福兰,宋旭,熊刚,等.基于医疗设备管理系统的医疗器械不良事件自动报告研究[J].中国医疗设备,2022,37(10):105-108.

[9] 陈俏均,黄耀盛,陈佳玲,等.高性价比非介入式物联网系统驱动大型影像类医疗设备(以CT为例)单机精细化管理[J].医疗装备,2022,35(17):45-50.

[10] 杨升富,王丽娇,张桂平.基于层次分析法的医疗设备质量管理评价指标体系的构建[J].医疗装备,2022,35(15):57-59.

作者简介: 罗斯亮(1985.07-),男,汉族,江西赣州人,本科,助理工程师,研究方向:医疗器械管理。

