

# 设备检验检测管理平台的探索和研究

李艳豪\*, 刘俊平, 米娇娇, 罗 阳, 李 龙

(中国重型机械研究院股份公司, 西安 710018)

**摘 要:** 本文旨在探讨设备检测管理平台的现状、挑战及未来发展路径。分析信息化进程中的关键问题, 提出针对性的解决策略, 以期推动设备检测平台向更高层次的信息化、智能化转型。通过构建高效、兼容的设备检测管理平台, 实现检测流程的优化、数据价值的最大化利用。

**关键词:** 检验检测; 信息化; 智能化; 管理平台

## 0 引 言

在制造业中, 设备检验检测通过对零部件的尺寸、形状和表面质量进行检测, 来确保设备的整机性能和寿命; 在食品加工工业中, 通过对食品成分、微生物和有害物质的进行检测, 来确保食品的卫生和安全; 在环境保护上, 通过对大气、水体、土壤等环境要素检测设备进行定期监测, 能够及时发现环境问题, 并为环境保护提供精准的数据支持; 在医疗器械使用中, 通过定期检测, 可以确保设备符合相关法规和标准, 避免因违规使用而引发法律风险和责任纠纷等。

随着科技的发展, 设备检验检测管理平台的技术水平也在不断提升。高精度、高灵敏度、高可靠性的检测设备和检测方法不断涌现, 提高了检测的精确性和效率。本文旨在分析检验检测管理平台的检测流程的标准化运作、检测进度的实时可视化追踪、检测报告的电子化档案存储, 以及检测数据的深度解析, 探讨设备检测平台的信息化、智能化转型, 为将来设备检验检测平台数据的实时分析和处理、拥有更加精准的检测服务提供支持。

## 1 行业现状

随着科技的飞速发展和工业 4.0 时代的到来, 设备检验检测行业正经历着从传统模式向信息化、智能化模式的转变<sup>[1]</sup>。然而, 尽管这一转型趋势已初见端倪, 但行业现状仍面临诸多挑战与不足。

### 1.1 信息化程度参差不齐

设备检验检测行业内, 不同企业的信息化水平存在显著差异<sup>[2]</sup>。部分企业已初步实现检测流程的信息化管理, 但仍有大量企业停留在传统的手工操作和纸质记录阶段。这种信息化程度的落后不仅影响检测效率, 也限制了行业整体的竞争力。

### 1.2 技术融合与创新不足

尽管大数据、人工智能等先进技术已在其他领域得到广泛应用, 但在设备检验检测行业中, 这些技术的融合与创新应用仍显不足<sup>[3]</sup>。检测数据的深入挖掘和分析能力有限, 导致企业难以从海量数据中提取有价值的信息来支持决策制定和业务改进。

### 1.3 检测数据标准化不足

设备检验检测行业涉及众多领域和复杂的技术指标, 增加信息化建设的难度<sup>[4]</sup>。由于缺乏统一的顶层设计和行业标准, 各企业在信息化建设过程中往往各自为政, 导致系统间兼容性差、数据共享困难, 不仅影响了检测结果的准确性和可比性, 也限制了行业整体的协同发展。

## 2 目标与思路

针对设备检验检测行业当前面临的挑战与机遇, 我们设定了以下四大核心目标, 并规划了相应的实施思路:

### 2.1 检验检测流程规范化与标准化

首要目标是优化并固化检验检测作业流程, 消除流程中的异常与不规范操作, 以此提升工作效率与准确性<sup>[5]</sup>。通过细致梳理现有流程, 识别瓶颈环节, 进而制定标准化操作规范。作业规范将以配置化的方式嵌入检测管理平台, 实现流程的电子化、自动化与智能监控, 推动检测业务向更加标准化、可控的方向发展。

### 2.2 检验检测进度透明化与可视化

为打破沟通壁垒, 提升客户满意度与信任度, 利用信息化手段实现检测进度的透明化与可视化<sup>[6]</sup>。通过构建项目进度管理模块, 实时记录并展示检验检测项目的各阶段状态、任务分配、完成时间等关键信息。这些信息将通过可视化图表、动态看板等形式直观呈现, 使客户与领导层能够轻松获取项目动态, 增强信息的透明度与沟通效率。

\* 通信作者: 李艳豪, 硕士, 中级工程师, 研究方向为设备监理和检测。E-mail: 1443610768@qq.com

### 2.3 检验检测报告电子化与档案化

传统纸质报告不便于长期保存与快速检索,且难以满足合规审查的要求。通过开发智能电子报告生成与管理模块,实现检验检测结果的自动汇总、编辑与导出,进而推动检验检测报告电子化与档案化<sup>[7]</sup>。同时,将电子报告与检验检测全流程数据(如样品信息、检测方法、原始数据等)紧密集成,形成完整的检验检测作业档案库,支持多样化查询方式与深度数据分析需求。

### 2.4 检验检测数据分析与数据挖掘

为深入挖掘检验检测数据价值,推动检验检测业务的持续改进与创新,我们将集成前沿的数据分析工具与算法,通过规则约束匹配不同检测数据接口,对检测数据进行深度挖掘与分析<sup>[8]</sup>。根据用户角色与需求,提供个性化的数据报表与可视化展示,为管理层提供精准决策依据,为检测人员提供优化建议与改进方向<sup>[9]</sup>。这一目标的实现将进一步提升检测数据的利用率,促进检测业务的智能化转型。

## 3 平台构建措施

为确保系统具备良好的可扩展性和可维护性,采用微服务架构进行系统框架搭建。基于领域模型驱动业务设计,将检验检测相关功能模块进行拆分,支持独立部署不同业务子系统,以满足不同客户现场的差异化部署和升级需求<sup>[10]</sup>。设备检验检测平台架构如图1所示。

**应用层:**作为客户端,服务于用户,支持电脑Web网站入口、手机应用和小程序和公众号等多种形式,以满足不同角色人员在不同环境下的使用需求。

**接入层:**负责客户端与服务端之间的交互。在微服务架构下,重点关注负载均衡、API网关以及服务发现,确保客户端请求能够高效地路由到相应的子系统。



图1 设备检验检测平台架构

**聚合层:**主要负责对来自不同子系统的数据进行封装和处理,以满足用户在不同维度上的数据展示需求。同时,进行用户和基础数据权限拦截,如用户鉴权,确保数据的访问安全。

**服务层:**是系统业务设计的核心。结合设备检验检测行业的作业规范、检测要求以及检测事务性工作,将系统拆分为基

础数据、内线业务、外线业务、检测分析、数据服务等几大业务模块。为保障业务服务器的稳定可靠,引入服务监控和消息队列,以减少因突发访问量急剧上升而导致的系统宕机风险。同时,接入工作流引擎,提供配置化、驱动式的数据服务能力,实现可配置化的业务流程节点控制。为了提升用户体验,保证功能使用的流畅性,接入数据缓存服务,通过两级缓存管控,在数据实时性和快速响应之间保持相对平衡的状态。

**数据层:**提供数据存储服务,涵盖各类检验检测业务数据、采集数据、检测标准和报告文档等。数据的特点覆盖了关系型、非关系型以及文件类数据,在数据库选择上进行了精心考虑。关系型数据库选择了MySQL,非关系型数据库则选择了MongoDB<sup>[11]</sup>,既满足了数据的存储需求,又保证了系统的灵活性和可扩展性。

## 4 功能模块设计

### 4.1 基础数据管理模块

该模块专注于系统公共基础数据的维护与管理,涵盖部门管理、用户管理、角色划分及权限管理等多个方面。在权限控制策略上,该平台创新性地融合了“RBAC+ACL”的双重控制模式。RBAC(基于角色的访问控制)模式适用于常规的基于角色的授权场景,确保了权限配置的通用性和高效性<sup>[12]</sup>;而ACL(基于访问控制的列表)模式则为用户提供了更为灵活和个性化的权限配置选项,允许直接为用户分配特定权限。系统权限模型如图2所示。

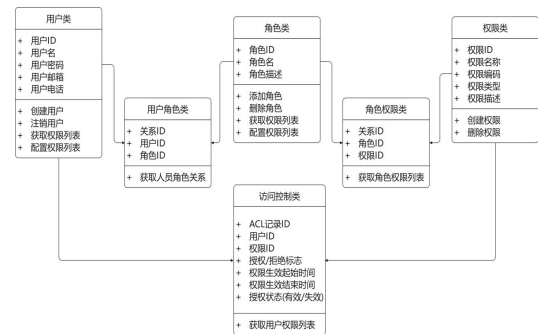


图2 系统权限模型

### 4.2 内线业务处理模块

该模块主要负责检测实验室的日常业务运营与管理,包括仪器设备的全面管理、维保计划的制定与执行、内部实验的顺利开展以及实验室评审工作的有序进行。在仪器维保方面,系统能够制定长中短期的维保计划,并设定维保频次,定期向仪器负责人发送维保提醒,确保设备始终处于最佳运行状态<sup>[13]</sup>。实验室评审则严格按照行业监管要求和评审专家意见进行,模块中详细记录了每次评审的相关数据,形成了包括原始数据、评审报告、问题整改方案及进度在内的完整电子档案,实现评审全流程的电子化存档与管理。仪器维保数据模型如图3所示。

### 4.3 检验检测分析核心模块

该模块专注于检验检测核心数据的精细化管理,涵盖了国家及行业标准、检测方法等基准数据库的建设与维护。在参数

运算方面, 系统能够根据用户输入的原始参数及检测对象自动匹配相应的计算模型, 通过算法驱动实现检测数据的分析与结果输出。用户还可以根据需要自定义输出数据项, 并结合配置化的检测报告模板, 快速生成专业、准确的检测报告<sup>[14]</sup>。检测数据分析模型如图4所示。

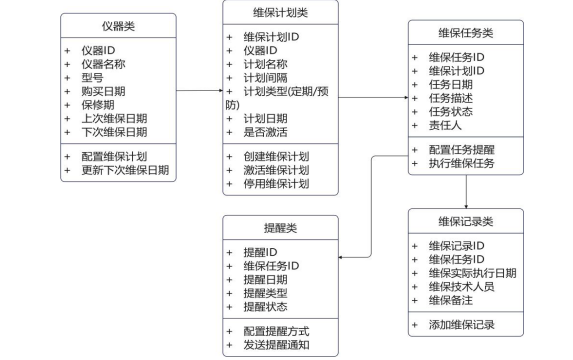


图3 仪器维保模型

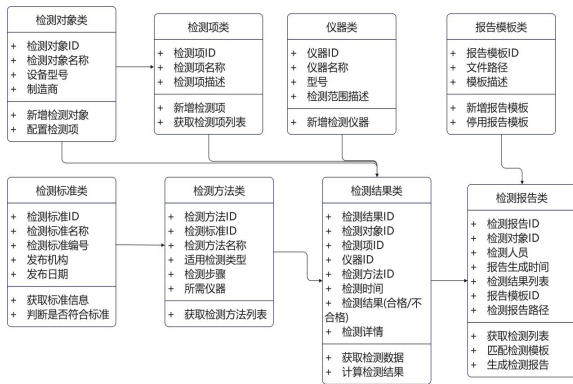


图4 检测分析模型

#### 4.4 外线业务管理模块

该模块致力于检验检测业务的全面管理与优化, 包括样品管理、合同管理、检测报告管理、项目管理以及风险预警等多个方面。模块聚焦业务流程的标准化、项目进度的可视化以及项目资料的档案化管理, 为项目全生命周期的管控提供有力支持。在权限控制方面, 实现系统功能权限和数据权限的双重管控, 支持为不同角色的用户配置数据查阅和处理权限, 有效降低项目核心数据泄露的风险。风险预警机制则支持灵活可配的多级推送方式, 根据风险等级自动发送短信、消息、邮件等提醒, 确保项目风险能够得到及时跟进和处理<sup>[15]</sup>。同时, 项目进度节点、责任人及是否超期等信息一目了然, 便于相关方实时掌握项目整体情况, 降低因进度反馈滞后而带来的风险。风险预警模型如图5所示, 消息推送模型如图6所示。

#### 4.5 数据服务支持模块

该模块提供丰富的数据服务支持功能, 包括数据仓库建设、数据中台运营、电子档案存储、数据报表生成以及可视化看板展示等。系统能够从不同维度以图表形式直观展示各类业务数据, 如项目甘特图、项目评估雷达图以及档案完整度分析图等, 为管理层提供决策支持的同时, 也提升了整体业务运营的透明度和效率。通过构建高效、智能的数据服务体系, 为设

备检测管理平台的持续优化与发展奠定坚实基础。

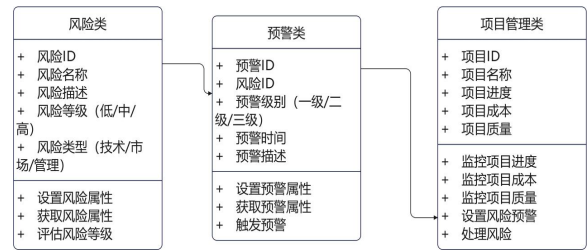


图5 风险预警模型

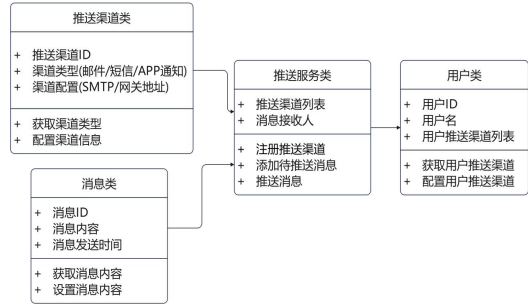


图6 消息推送模型

### 5 关键技术

#### 5.1 业务调度平台

基于开源的Elsa工作流引擎, 构建一个灵活的业务调度平台。该平台能够精确控制项目业务数据的流转节点, 为用户提供极大的灵活性<sup>[16]</sup>。借助其内置的可视化设计工具, 用户即便不具备复杂的编程背景, 也能轻松绘制出贴合自身业务需求的作业流程。这一平台不仅提升了业务处理的效率, 还极大地增强了系统的可定制性和可扩展性。

#### 5.2 消息队列平台

基于开源的RabbitMQ引擎, 搭建一个高效的消息队列平台。在微服务架构中, 该平台扮演着举足轻重的角色, 它负责不同微服务间以及核心业务数据处理接口的调用<sup>[17]</sup>。通过微服务框架与消息队列的深度融合, 实现业务代码的模块化开发和部署, 提升系统的稳定性和高并发处理能力。此外, 针对监听到的异常数据制定二次处理机制, 以应对各种突发状况, 进一步增强了系统的健壮性。

#### 5.3 服务监控平台

采用开源的Prometheus监控告警系统, 为微服务子系统提供全面而深入的监控能力。系统通过多维度地收集被监控组件的指标数据, 并结合用户自定义的数据筛选逻辑, 进行精准分析<sup>[18]</sup>。最终, 将这些指标数据以可视化的方式呈现给用户, 帮助他们直观地掌握系统的运行状态。这一平台不仅提升了运维工作效率, 还为系统的持续优化提供坚实的数据支撑。

#### 5.4 冷热数据分离

业务数据作为系统的核心资源, 其管理至关重要。随着数据量的不断增长, 系统的负担日益加重, 数据查询性能面临严峻挑战。为有效应对这一挑战, 我们采用了冷热数据分离的策略<sup>[19]</sup>。具体来说: 对于大数据量、高并发且业务关联性相对较低的数

据(如仪器采集的原始数据、检测分析数据等),采用非关系型数据库进行存储<sup>[20]</sup>。这类数据库以其卓越的读写性能和出色的扩展性,完美契合了这类数据的存储需求。对于业务关联类数据,依然沿用关系型数据库进行存储。这些数据通常蕴含着更为复杂的业务逻辑和紧密的关联性,关系型数据库能够更好地支持这些特性。对于大数据量且关联性高的关系数据库表,采用分库分表、表分区等技术手段进行冷热数据分离。这些技术能够确保高读写数据的单表数据量始终处于相对稳定的水平,从而避免单表数据量无限制增长带来的性能瓶颈问题。

## 6 平台优势与效果

### 6.1 提升检验检测效率

通过精心设计的标准化流程与对瓶颈环节的深入优化,平台可以有效减少异常操作与不规范行为的发生,从而显著提升工作效率。这一改进不仅缩短了检测周期,还确保了检测过程的高质量与高效率,为用户带来更加优质、快捷的服务体验。

### 6.2 加强数据管理

平台实现检测数据的电子化、集成化和档案化管理,使得数据得以长期保存并便于快速检索。这一变革不仅提高了数据的准确性和可靠性,还为后续的数据分析和业务改进提供了坚实的基础。用户可以随时随地访问所需数据,无需再为繁琐的数据管理而烦恼。

### 6.3 支持决策制定

平台集成先进的数据分析工具,为管理层提供丰富的决策依据。通过对检测数据的深入挖掘和分析,管理层能够准确了解业务状况、发现潜在问题,并据此制定科学合理的决策方案。这一功能不仅推动了检测业务的持续改进与创新,还为企业的长远发展提供了有力保障。

### 6.4 提升客户满意度

平台能够实时展示检验检测项目的进展状态,有效减少沟通障碍,提高客户满意度与信任度。用户可以随时了解检测进度、查看检测结果,并随时与检测团队保持联系。这种透明化、便捷化的服务模式不仅提升了用户体验,还增强了用户对我们的信任与依赖。

## 7 结论与展望

设备检验检测管理平台通过构建全面集成的检测系统,实现了检测流程的标准化运作、检测进度的实时可视化追踪、检测报告的电子化档案存储,以及检测数据的深度分析。平台基于微服务架构构建,展现出良好的可扩展性和易维护性,能够灵活适应并满足各类用户角色的多样化需求。同时,通过引入先进的数据分析工具和算法,为检测业务提供有力的决策支持,也为设备检测行业的信息化、智能化发展进程注入新的活力。展望未来,设备检验检测行业能够实现系统接受客户委托,仪器实时在线检测,实时传输检测数据,系统自动模板生

成检测检测报告。为此,还需要大量的时间和精力致力于平台的持续优化与创新,新技术的探索、新方法的应用。

## 参考文献

- [1] 阳雄宇,金献忠,陈建国,等.检验检测行业研究进展与发展建议[J].中国标准化,2024,(15):226-234.
- [2] 张玉竺,徐平平,帕力扎.检验检测行业数字化转型发展路径研究[C]//中国标准化研究院.2024 新疆标准化论文集.新疆维吾尔自治区标准化研究院,2024:3.
- [3] 薛兴荣,刘喜山,王志远.检验检测行业现状趋势及应对策略[J].仪器仪表与分析监测,2024,(01):4-9.
- [4] 赵霜,张艺博,豆焕焕,等.检验检测机构标准库建设与信息化融合的路径探究[J].中国标准化,2024,(19):258-262.
- [5] 杨国强,王舜,王丽丽.数字赋能检验检测实验室流程优化的实施路径[J].质量与认证,2024,(05):81-85.
- [6] 郭文萍.工程设计项目进度自动检测与数据可视化应用研究[J].大氮肥,2024,47(03):214-216.
- [7] 谭敏清,杨刚.实验室仪器设备信息化管理实践探索[J].中国标准化,2024,(21):200-206.
- [8] 吴尚睿,左兆迎,王法强,等.数智化技术在检验检测行业中的应用研究[J].上海质量,2024,(02):63-67.
- [9] 白翔,倪永付,路川,等.检验检测机构设备数智创新管理研究[J].实验室检测,2024,2(08):66-69.
- [10] 王彦.基于微服务架构的科研管理系统研究[J].电子产品世界,2024,31(11):1-3,7.
- [11] 王瑞霞.基于Mongo DB的海量频谱监测数据存储设计[J].软件,2023,44(11):67-70.
- [12] 雷宏,王振华,郭付翔,等.工程建设项目管理信息系统权限数据模型[J].数字技术与应用,2024,42(05):45-48.
- [13] 郭浩龙.浅析实验室仪器设备的管理与维护[J].中国设备工程,2024,(17):50-52.
- [14] 张波,郭艳涛,权蒙蒙,等.检测结果数字化赋能智能制造[J].智能制造,2022,(04):87-90.
- [15] 张梦生.特种设备检验中大数据技术的应用探讨[J].中国设备工程,2024,(21):200-202.
- [16] 钱志森,陈庆桐.基于工作流的计量科研项目管理系统的设计与应用[J].海峡科学,2024,(07):93-96.
- [17] 候凯钟,阳升,郭建波,等.智能化矿山数据中台关键技术研究[J].能源与节能,2024,(10):67-71.
- [18] 孙伯阳.基于Prometheus架构的性能监控可视化设计与实现[J].网络安全和信息化,2024,(08):97-100.
- [19] 冯永照,张亮,陈冠毅.一种新型冷热电数据分离的方法研究[J].化工管理,2024,(26):69-71.
- [20] 罗艳.SQL与NoSQL数据库混合运维管理方案设计[J].网络安全和信息化,2024,(10):85-86.