

智能排程系统在实验室中的应用

谭敏清^{1*}, 陈文征², 杨刚²

- 国家市场监督管理总局信息中心, 北京 100088;
- 南京朗赢信息技术有限公司, 南京 210046)

摘要: 智能排程系统作为一种先进的智能化管理工具, 在实验室管理中发挥着越来越重要的作用, 可以帮助实验室人员更有效地管理实验室的资源, 提高实验室的效率、可用性和安全性, 增强实验室的市场化竞争能力。本文主要介绍了智能排程系统在实验室中的应用情况及遇到的问题, 提出对应的解决思路, 并对智能排程系统未来的发展趋势进行探讨, 为后续的技术发展提供理论依据。

关键词: 智能排程系统; 实验室管理; 资源利用

Application of intelligent scheduling system in laboratory

TAN Min-Qing^{1*}, CHEN Wen-Zheng², YANG Gang²

- State Administration of Market Regulation Information Center, Beijing 100088, China;
- Nanjing Long-Win Information Technology Co., Ltd., Nanjing 210046, China)

ABSTRACT: As an advanced intelligent management tool, intelligent scheduling system plays an increasingly important role in laboratory management, which can help laboratory personnel manage laboratory resources more effectively, improve laboratory efficiency, availability and safety, and enhance the laboratory's marketable competitiveness. This paper mainly introduced the application of the intelligent scheduling system in the laboratory and the problems encountered, put forward the corresponding solutions, and discussed the future development trend of the intelligent scheduling system, which providing a theoretical basis for the subsequent technical development.

KEY WORDS: intelligent scheduling system; laboratory management; resource utilization

0 引言

检验检测行业作为质量认证体系的重要组成部分, 在服务国家经济发展、服务产业科技发展、保障社会安全、保障人民健康方面发挥着重要的支撑和引领作用。而实验室作为支撑检验检测服务开展的重要场所, 实验室管理的重要性越发显著。

智能实验室是指应用信息和通信技术, 通过信息管理系统等方式对实验室活动进行智能化管理的实验室。在实验室的日常运行中, 任务的规划和管理是一项复杂

而烦琐的任务。为了提高资源利用率和工作效率, 智能排程系统应运而生。

智能排程系统是一个用于管理和调度实验任务, 优化实验资源的软件系统, 旨在提高实验室的工作效率和管理水平。它通过引入先进的算法和人工智能技术, 实现了根据实验需求自动生成实验任务计划并调整资源(如人员、设备和时间); 并对实验室资源和实验数据进行实时监控和分析, 根据实时情况进行动态调整和优化, 帮助实验室提高实验效率、减少资源浪费, 确保实验的顺利进行。

*通信作者: 谭敏清, 高级工程师, 主要研究方向为检验检测认证行业信息化建设与管理。E-mail: tmq@vip.sina.com

*Corresponding author: TAN Min-Qing, Senior Engineer, State Administration of Market Regulation Information Center, No.9, Madian East Road, Haidian District, Beijing 100088, China. E-mail: tmq@vip.sina.com

本文主要介绍了智能排程系统在检验检测行业智能实验室中的应用情况以及所遭遇到的现实问题,并针对相关问题提出对应的解决思路,并展望了智能排程系统未来的发展趋势,以推动智能排程系统在智能实验室中的应用与发展。

1 智能排程系统发展现状

智能排程系统的发展可以追溯到20世纪60年代,当时实验室开始采用计算机技术进行实验数据的记录和管理^[1-7]。随着计算机技术的不断发展和应用,智能排程系统也逐渐得到了改进和完善。最早的智能排程系统主要基于批处理模式,通过人工输入实验任务和时间安排,然后由系统自动进行调度和安排。这种系统虽然能够基本满足实验室的需求,但存在一些局限性,如无法灵活调整实验任务和资源分配等。

进入21世纪,随着互联网和移动设备的普及,智能排程系统也开始向云端迁移。云计算技术使得智能排程系统可以随时随地访问和使用,大大提高了实验室的工作效率。同时,云计算还可以实现多用户协同操作和数据共享,方便实验室成员之间的沟通和合作。此外,一些高级的智能排程系统还引入了人工智能和机器学习算法,可以根据历史数据和实验需求进行智能预测和优化,进一步提高了实验室的效率和准确性。

智能排程系统在智能实验室中的应用经历了从传统批处理模式到云计算和人工智能的发展历程。这些发展使智能排程系统具备了更高的灵活性、智能性和协同性,为实验室提供了更好的支持和管理。

2 智能排程系统实际应用中的现实挑战与解决思路

实验室中的实验任务通常具有较高的复杂性和多变性,每个实验任务都会涉及多个实验项目、多个实验步骤,需要使用不同的人员、设备、实验材料和实验方法等。并且根据实验任务的优先级和实验状态的不同存在任务加急、插队、打回、撤销、项目关联等特殊场景。智能排程系统需要能够灵活地调整和优化实验计划,以

适应不同的实验需求,确保这些任务能够得到及时和准确的执行。

同时实验室中的资源是有限的,包括人员、设备、实验材料和场地等。不同实验任务之间可能存在资源冲突,例如同一时间多个实验任务需要使用同一设备。智能排程系统需要能够有效地解决资源冲突问题,考虑资源的合理利用和优化配置,以确保实验室的正常运作和高效产出。

另外实验室的实验进度和结果往往具有不确定性。实验过程中可能会出现各种意外情况,如设备故障检修、员工生病请假、实验数据异常等(如图1)。这些因素可能导致原有的排程计划无法执行,这会对实验进度和结果产生重要影响。智能排程系统需要具备实时监控和调整的能力,以应对这些突发情况。

上述挑战可以通过一套拥有实验任务管理机制并实现智能化监控、预警,能够整合、优化实验室资源的排程系统来解决。

完善的实验任务管理机制可以利用智能算法,结合人工智能和深度学习技术,根据不同样品、检项、人员、设备、材料、方法之间的关联程度和依赖关系对实验任务进行细化分解,将复杂的实验任务划分为更小的任务单元(图2)。通过设定任务优先级和依赖程度,并结合对任务加急、插队、打回、撤销、项目关联等突发事件的处理,分析历史数据和实时监测,最终输出智能排程方案,实现任务的合理安排和资源的协同使用^[8-13]。同时,系统还支持用户人为干预,使用户能够根据实际情况对智能算法的排程方案进行调整和优化,以确保实验任务的高效完成^[14-20]。

智能化的监控和预警系统能够实时监控实验室的运行状态,利用云计算和物联网技术等先进手段,对实验室内各种设备和系统进行全面的数据采集和状态监测。同时,通过设置预警阈值和触发条件,系统能够自动识别和判断潜在的问题和风险,并及时采取相应的措施,避免或减轻问题的影响。这种智能化的监控和预警系统能够大大提高实验室的稳定性和安全性,降低事故发生的概率,为实验任务的进行提供更加可靠和高效的工作环境。

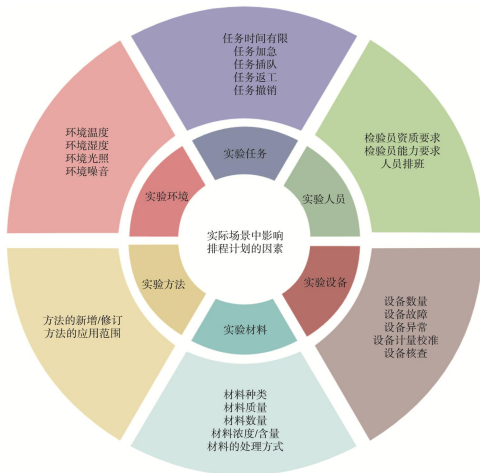


图1 实际场景中影响排程计划的因素

Fig.1 Factors influencing the scheduling plan in the actual scenario

智能排程系统可以通过对实验数据的实时监测和分析,实现对实验质量的控制和评估。系统可以检测异常数据、偏差和误差,并提供相应的警报和纠正措施,确保实验结果的一致性和准确性。

整合优化实验室资源功能通过和实验室信息管理系统(laboratory information management system, LIMS)间的数据交互获得实验室资源信息,同时根据实验需求和资源可用性进行合理的资源调度和分配。通过优化资源利用率和减少资源浪费,可以提高实验室的效率和产出水平。

同时,通过对实验室资源的整合、实验过程的监控以及结果数据的收集,智能排程系统能够以多个维度输出各时间段人员、设备、样品和任务资源的预约状态、使用情况和效果等可视化数据(图3)。这有助于管理人员更好地了解实验室的运行状况,方便日常管理和运行,从而极大地提升实验室的管理效能。

3 智能排程系统的拓展应用功能

智能排程系统通过整合实验室资源和收集实验数据,建立了一个强大的数据基础。同时,通过引入大数据分析、人工智能和深度学习等先进技术,为系统的应用拓展提供了广阔的空间。以下列举了一些应用拓展示例:

成本核算:智能排程系统可以对实验资源使用情况进行分析和挖掘,包括材料成本、人力成本、设备折旧等。实现成本的精确核算和有效控制,降低实验成本和提高实验效益。

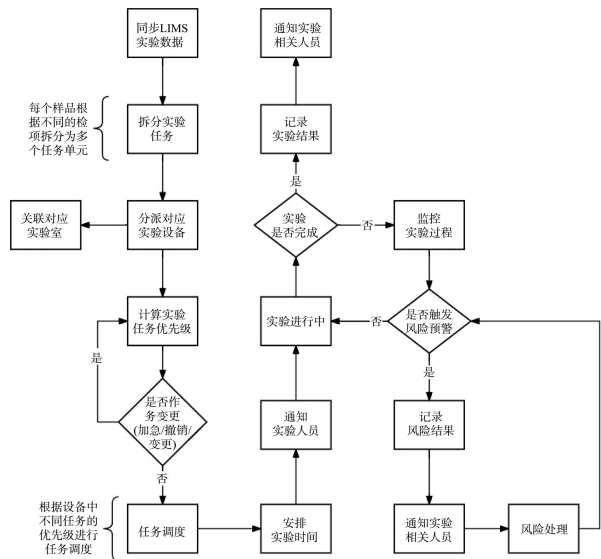


图2 智能排程系统流程图

Fig.2 Flowchart of the intelligent scheduling system

产值评估:智能排程系统可以对实验室人员及设备进行产值评估,包括工作效率、工作质量、投入产出比等,实现实验室资源产值的合理评估,提高实验室的综合实力和竞争力。

资源管理:智能排程系统可以帮助实验室管理人员实时监控和管理实验室的各种资源,包括设备、仪器、试剂等。系统可以收集和分析资源的使用情况、维护记录和库存信息,提供预警和预测功能,帮助管理人员更好地规划和利用资源。

安全与合规管理:智能排程系统能够结合实验室的安全标准和法规要求,对实验室进行全面检查和管理。通过实时监控和预警功能,可以及时发现并纠正安全隐患,确保实验室的安全运行。

质量管理体系:智能排程系统可以与实验室的质量管理体系相结合,实现质量管理的自动化和规范化。通过数据分析和监控,可以确保实验结果的准确性和可靠性,提高实验室的综合质量水平。

能耗管理与节能:智能排程系统能够对实验室的能耗进行全面的监测和管理。通过优化能源使用方案、节能设计和智能控制等功能,可以帮助实验室降低能源消耗,实现节能减排的目标。

数据分析与挖掘:智能排程系统可以对实验室产生的大量数据进行分析和挖掘,发现潜在的规律和趋势。通过对实验结果、操作流程和资源利用等方面的数据分

析, 系统可以提供实验改进的建议和决策支持, 提高实验的准确性和可靠性。

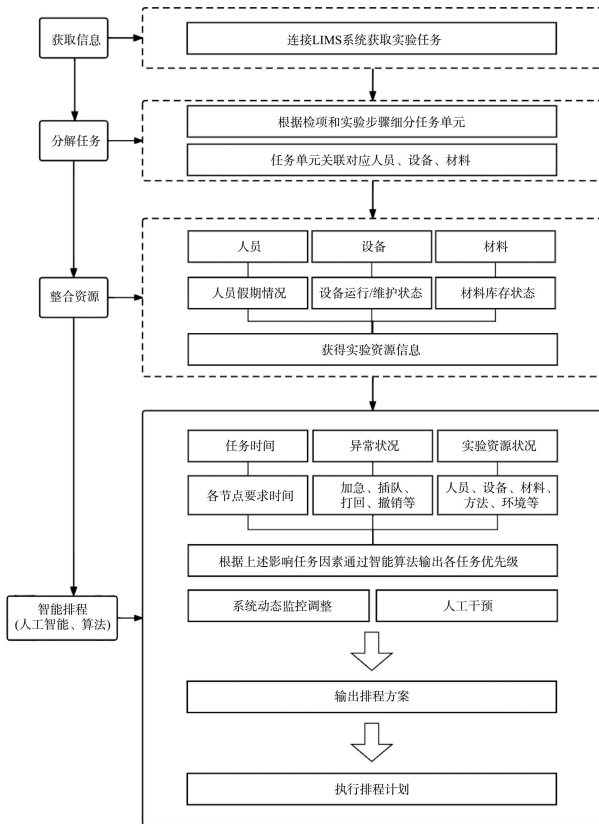


图 3 智能排程系统模型设计图

Fig.3 Design diagram of intelligent scheduling system model

4 智能排程系统的发展趋势

随着检验检测行业数字化智能化水平不断提高, 更多的新兴技术也将在排程管理系统得到发展。首先人工智能和机器学习的应用将得到进一步应用。通过利用大数据分析和深度学习算法, 对大量实验数据的分析和挖掘, 智能排程系统可以更准确地预测实验任务的需求和资源分配情况, 并根据预设的规则和算法进行智能排程。同时, 系统还将具备自主学习和适应能力, 能够根据历史数据和实时反馈不断优化自身的排程策略, 提高排程的准确性和效率。

另外物联网技术的发展将促进实验室设备之间的互联互通。通过传感器、无线通信等技术, 实验室的设

备和系统可以实现实时数据的采集和共享, 为排程管理系统提供更全面和准确的数据支持。

最后云计算和边缘计算的兴起也将为排程管理系统带来新的机遇。通过将实验室的数据存储和处理放在云端, 可以实现更高效的资源共享和协同工作; 而边缘计算可以将计算能力部署到离数据源更近的位置, 提高数据处理的速度和响应性。

5 智能排程系统进一步发展的建议

首先加强与相关领域的合作和交流。智能排程系统的开发和应用涉及到多个学科和技术领域, 因此加强与其他相关领域的合作和交流, 共同推动相关技术的研究和创新。其次, 注重数据安全和隐私保护。实验室中涉及大量的敏感数据和个人信息, 智能排程系统必须具备强大的数据安全和隐私保护机制, 以确保用户的权益不受侵犯。另外, 还需要加强用户体验的设计和改进行。智能排程系统应该注重用户体验的设计和改进行, 提供简单易用的操作界面和友好的功能设置, 以提高工作效率和用户满意度。

智能排程系统在智能实验室中的应用将面临技术和应用上的挑战和发展机会。通过关注技术发展趋势、提供个性化服务、支持跨平台以及加强合作与交流等方面的努力, 可以进一步推动该领域的研究和应用发展。

6 结束语

智能排程系统在智能实验室中的应用具有重要意义。通过引入先进的算法和人工智能技术, 智能排程系统能够实现根据实验需求自动生成实验任务计划并调整资源, 对实验室资源和实验数据进行实时监控和分析, 根据实时情况进行动态调整和优化, 帮助实验室提高实验效率、减少资源浪费, 确保实验的顺利进行。

然而智能排程系统在实际应用中面临着一些挑战, 如实验任务的复杂性和多变性、资源的有限性以及实验进度和结果的不确定性等。为了解决这些挑战, 智能排程系统需要具备完善的实验任务管理机制、智能化的监控和预警系统、整合优化实验室资源功能以及拓展应用功能。随着科技的不断发展, 智能排程系统将得到进一步推广和应用, 为实验室运营提供更好的支持和管理。

[1] 毕建新. 基于 APS 的企业生产线调度系统设计与实现[D]. 沈阳: 东北大学, 2011.

[2] 谭辉, 张洪伟, 朱丽. APS 系统中基于改进的遗传算法的分布式排产研究[J]. 计算机应用研究, 2005, 22(6): 76-79.

参考文献

- [3] 闫璞. 遗传算法在高级计划与排程问题中的若干应用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2009.
- [4] 王淑玲, 李振涛, 邢棉. 一种优化神经网络结构的遗传禁忌算法[J]. 计算机应用, 2007, 6: 67-71.
- [5] 侯伯薇. 对基于客户关系的APS模型排程研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2007.
- [6] 徐均哲. APS在汽车生产线排程中的应用[D]. 长春: 吉林大学, 2007.
- [7] 冯健. 基于约束理论的订单选取模型研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2008.
- [8] 刘晓东, 孙陆楠, 刘亚伟, 等. 基于LIMS的排程系统与流程设计器的开发[J]. 电气传动, 2022, 52(7): 77-80.
- [9] 何丽婷. 浅谈LIMS在实验室管理中的作用[J]. 化工管理, 2017, (12): 62.
- [10] 徐乐, 张元才. 实验室信息管理系统现状综述[J]. 科技情报开发与经济, 2008, (31): 186-187.
- [11] 薛洁. LIMS系统在室内环境检测中的应用[J]. 节能与环保, 2019, (4): 106-107.
- [12] 中国产业信息网. 2018年中国检测服务行业市场规模及第三方检测行业五大发展机遇分析[EB/OL]. [2019-10-23]. <http://www.chyxx.com/industry/201910/796153.html>. [2023-10-10].
- [13] 郭盛, 黄刚, 尹婵娟. 高校实验室信息管理系统构建[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(5): 268-271, 275.
- [14] 李俚, 夏晶, 李露, 等. 瓶颈工序影响下汽车电子生产车间排程研究[J]. 现代制造工程, 2020, (3): 26-32.
- [15] 刘亚伟, 李爱英, 刘晓东, 等. 基于J2EE的炼铁厂物料跟踪系统设计及实现[J]. 电气传动, 2016, 46(1): 74-76, 80.
- [16] 许爱军. JBPM 工作流管理系统的研究与实现[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23 (12): 100-104, 108.
- [17] 顾文轩, 王琼, 徐汀荣. 基于JBPM的工作流管理系统的研究与设计[J]. 计算机应用与软件, 2009, 26(5): 104-106.
- [18] 周雷. 事件驱动的嵌入式系统调度内核研究与实现[D]. 长春: 吉林大学, 2015.
- [19] 夏灿明, 楼园, 齐霄. 约束理论在H公司生产系统的应用[J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(13): 93-102.
- [20] 周苑, 周岩, 程自力. 钢铁企业APS系统与ERP/MES系统的集成设计研究[J]. 制造业自动化, 2015, (4): 53-56.

(责任编辑: 吴华)

作者简介



谭敏清, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为检验检测认证行业信息化建设与管理。

E-mail: tmq@vip.sina.com