

基于LIMS的排程系统与流程设计器的开发

刘晓东,孙陆楠,刘亚伟,关朋,戎锡锋

(天津电气科学研究院有限公司,天津 300180)

摘要:为满足检测实验室对任务排程和流程设计功能的需求,在已有实验室信息管理系统基础上进行新功能的开发设计,研发了排程系统和流程设计器。排程系统根据试验任务类型和优先级自动排程,包括正常预约排程、加急插队处理、爽约处理等功能,最后以甘特图的形式展示排程结果,为执行和控制试验进度提供指南。流程设计器采用可缩放矢量图实现流程画布,用户可通过鼠标拖曳的方式绘制和发布流程,减少对软件开发人员的依赖,降低运维成本。

关键词:实验室信息管理系统;排程系统;流程设计

中图分类号:TM31 **文献标识码:**A **DOI:**10.19457/j.1001-2095.dqed22441

Development of Scheduling System and Workflow Process Designer Based on LIMS

LIU Xiaodong, SUN Lunan, LIU Yawei, GUAN Peng, RONG Xifeng

(Tianjin Research Institute of Electric Science Co., Ltd., Tianjin 300180, China)

Abstract: In order to meet the needs of the testing laboratory's task scheduling and process design functions, the new applications were developed based on the existing laboratory information management system, such as scheduling system and process designer. According to the type and priority of the test task, the test tasks were automatically scheduled in the scheduling system, which consisted of normal appointment scheduling, emergency queue jumping, and treatment of breaking an appointment. Finally, the scheduling results were displayed in the form of gantt char, in which the guidance was provided for the implementation and control of the test progress. The scalable vector graphics were used in the process designer to implement the process canvas. Users can draw and publish the process by dragging a mouse, so as to reduce dependence on software developers and cut down operation and maintenance costs.

Key words: laboratory information management system(LIMS);scheduling system; process design

实验室信息管理系统(laboratory information management system, LIMS),是以实验室为中心,应用局域网,将信息技术与实验室管理理念相结合,对检测数据和相关信息进行收集、分析、报告和管理的系统^[1-2]。LIMS在国外发达国家已经得到广泛应用,而国内实验室引入LIMS的时间较短^[3]。据中国产业信息网发布的数据统计,截至2018年我国国内有检测机构3 947家且呈递增趋势^[4]。LIMS的应用也呈发展趋势,由于国内第三方检测实验室信息化建设初期主要关注业务、流程、财务等经营层面的问题,而对于实验室任务计划运行、进度的控制、流程变更等问题关注的不够。当LIMS系统上线后,经调研发现一些不足,

一是,实验任务计划需要人工来排程;二是,当试验流程发生变更时,需要修改后台程序,操作费时费力。因此,开发了排程系统和流程设计器。

排程系统一般用于高校排课^[5]、生产车间排程^[6],排程系统的设计将排程思想与实验室试验任务管理相结合,旨在合理安排试验任务,保证试验进度,提升效率。流程设计器针对LIMS流程经常变动而设计,通过流程设计器,用户可自己定义、编辑、发布流程,减少系统的运维成本。

1 主要技术

1)J2EE技术框架。Java2平台企业版(java 2 platform enterprise edition, J2EE),是由SUN公司

基金项目:天津电气院科研开发创新基金项目(GE2017ZL003)

作者简介:刘晓东(1985—),男,本科,系统工程师,Email:sunshine4829@163.com

领导、多厂家共同制定并得到广泛认可的工业标准,目前已经成为使用最广泛的Web程序设计技术。J2EE使用多层分布式应用模型,应用逻辑按功能划分成组件,各个应用组件根据他们所在的层分布在不同的机器上,J2EE为搭建具有可伸缩性、灵活性、易维护性的商务系统提供了良好的机制^[7]。

2)JBPM 工作流引擎。业务流程管理(java business process management,JBPM),它是一个开源的、灵活的、易扩展的可执行流程语言框架^[8-9]。JBPM采用图形化开发工具和JPDL(JBoss process definition language)来描述流程图。JPDL的表示形式是XML(extensible markup language)文件,它定义了这个流程图的每个部分,如起始节点、结束节点、节点之间的转换。通过图形化流程定义,能够直观地描述业务流程。

3)SVG。可缩放矢量图形(scalable vector graphics,SVG),他是使用XML来定义二维图形和绘图程序的语言。一般SVG用于定义基于网络的矢量图形,是万维网联盟标准。HTML5支持内联SVG元素,通过浏览器即可创建SVG矢量图。

2 LIMS系统现状

LIMS功能和任务流程是依据ISO/IEC17025《检测和校准实验室能力的通用要求》^[10]和原有实验室管理模式设计的,具有通用性和适用性。LIMS系统架构如图1所示。

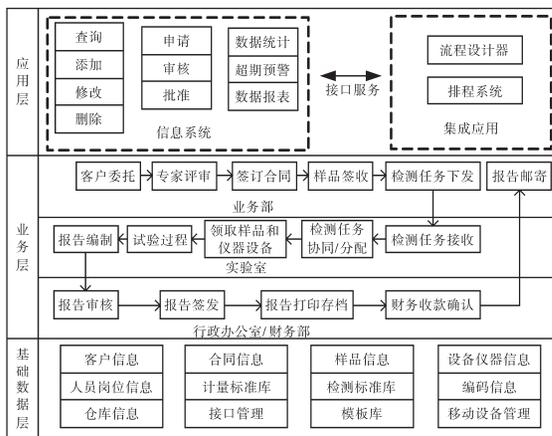


图1 LIMS系统架构图

Fig.1 The system architecture chart of LIMS

1)数据层。数据是系统运行的基础,主要包括:客户信息、人员岗位信息、设备仪器信息、检测标准库、计量标准库、报告模板库等。由系统

将基础数据组织起来,实现数据互通和共享,为数据统计、数据报表提供数据源。数据格式包括文字、图片、文档、声音等。

2)业务层。业务层描述检测实验室的核心业务流,包括合同签订流程和试验任务流程,业务流通过工作流引擎JBPM创建,用户和开发人员只需关心当前任务,当前任务处理完成后的下一个节点将由工作流自动引导流向。

3)应用层。应用层主要提供用户可操作的界面,主要是对基础数据的增、删、改、查询功能。不同岗位对任务的申请、审核、审批。数据统计图表、报表的展示和导出等。LIMS系统可通过接口服务与排程系统和流程设计器进行数据共享。

3 排程系统

3.1 优先权调度算法

优先级调度算法一般用于操作系统的作业调度,基于作业的紧迫程度,由外部赋予作业相应的优先级,系统根据优先级进行调度^[11]。排程系统引用了这个算法思想,首先通过试验任务的紧迫程度计算优先级系数,然后根据优先级进行排程,优先级系数的计算如下式所示:

$$r=st/(et-at+1) \quad et \geq at \quad (1)$$

式中: r 为优先级系数; st 为服务时长; et 为任务计划完成时间; at 为任务到达时间。

可知, r 越大代表任务越紧迫,优先级越高。

3.2 排程系统的设计

排程管理系统是对实验室的试验任务进行排程,首先由用户下发的任务卡对试验进行分割,将整个试验分割成多个任务。其次,由系统依照试验任务类型自动判断该试验所属的实验室,并计算同一个实验室试验的优先级系数,而后自动分配试验时间。优先级高代表任务较为紧迫,系统会优先安排试验。对于优先级相同的实验系统则按照“先来先服务”的原则分配时间。为减少排程计划变动对试验任务计划的影响,系统一旦为试验任务排好时间节点,便一直执行下去,至完成。以上只是正常预约排程,在实际操作过程中,发现还存在一些特殊情况,像任务加急处理、任务爽约,排程流程图如图2所示。

1)加急插队处理。“加急插队”同样以优先级为插队依据,如果有更紧急的实验任务进行“插队”,要先判断队列中正在执行任务是否小于等于“插队”任务的优先级,如判断条件为“真”,系统将

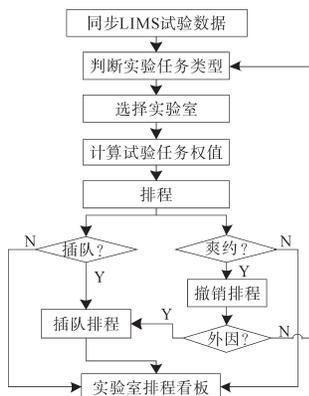


图2 排程系统流程图

Fig.2 Flow chart of scheduling system

截断正在执行的任务,插入加急任务,而队列中的其他任务将依次顺延。如判断条件为“假”,系统自动将任务插入到当前正在执行的任务之后。

2)爽约处理。“爽约”是指在工作预约排程后,由于某些特殊原因而未在预约的时间段内进行相应的实验。“爽约”分为“外因爽约”和“自身爽约”。“外因爽约”是由于外来因素而造成“爽约”;“自身爽约”是实验员由于自身原因而造成的“爽约”。对于“外因爽约”的任务,系统先撤销排程,然后将此任务“插队”到原有优先级别的队列;对于“自身爽约”的任务,在撤销排程后将其按照新任务进行重新排程。

3.3 排程系统主要功能

排程系统的功能包括实验室管理、试验任务管理、试验排程看板、系统管理4大功能模块。

实验室管理为用户提供实验室信息(实验室名称、实验室类型、业务范围)的添加、修改、删除功能。试验任务管理功能模块可同步LIMS的试验任务信息、设置排程是否包含节假日、对试验任务进行排程、撤销试验任务排程、试验任务插队、结束试验任务。排程看板以甘特图的形式为用户展示自动排程结果,如图3所示。

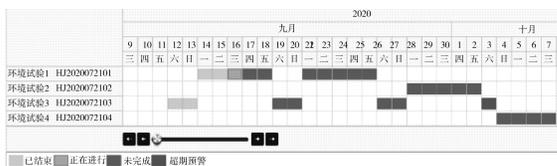


图3 排程甘特图

Fig.3 Schedule gantt chart

用户还可以通过手动的方式对甘特图进行修改、添加、删除试验时间节点。对于超期节点,系统将显示超期预警。用户可为超期任务赋予更高权限,重新排程,也可以通过手动修改甘特

图的时间节点来调节超期。系统管理主要提供系统用户信息和权限等配置管理功能。

4 流程设计器

流程设计器利用 workflow 技术,将每个流程的工作节点按照前后逻辑组织在一起,以流程驱动任务,在多个参与者之间,自动传递执行任务、信息和文档。

4.1 流程设计器的设计原理

首先利用 SVG 技术与 JS(JavaScript)搭建绘图前端,用户通过浏览器以鼠标拖曳的方式画出流程的活动和路径,设置路径和活动属性,将画好的流程数据保存到 JS 对象中,以便 JS 数据对象转换成 JSON 格式数据。同时将 SVG 流程图的文档对象模型元素转成 Base64 编码格式,确认无误后将表示流程图的 JSON 字符串和表示流程图片的 Base64 编码传输到后台等待解析。待后台接收到数据后,需要将 JSON 数据解析成 JPDL 的 XML 文件,也就是将 SVG 和 JPDL 的坐标相互转换。最后由系统将描述流程图的 JPDL 文件与 PNG 图片打包并压缩成 ZIP 格式的文件。这样一个 JBPM 工作流文件就生成了,用户可以通过浏览器发布流程。当需要编辑流程时,可通过浏览器打开 JPDL 的 XML 文件,系统将 JPDL 表示的流程信息转换成 JSON 格式的字符串再发送到前端,浏览器接收到数据后,进行转换解析,重新渲染出 SVG 图像,通过浏览器用户就可以自由操作流程节点和连线了。

4.2 流程设计器的功能

LIMS 的业务流程有系统通知流程、合同签订流程、检测试验流程、付款流程、设备仪器检定校准流程,在流程节点发生变动时,可通过流程设计器对 LIMS 已有的工作流程进行编辑、发布。

图4表示流程设计器与LIMS的关系图,定义好的流程发布后即对LIMS生效。

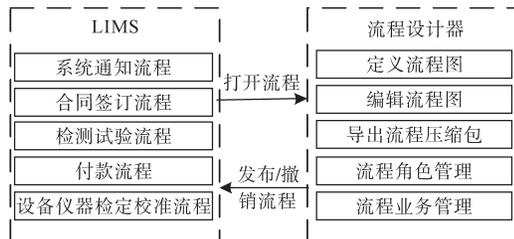


图4 流程设计器与LIMS关系图

Fig.4 Relationship between process designer and LIMS

用户可通过流程设计器定义新流程,编辑原

有流程,设置流程节点的角色,增加版本号,下载流程,发布流程、撤销流程。当原有流程经用户编辑后,生成一个新版本流程压缩包,新版本流程只适用于新任务,而对于已发起的任务,则按照之前版本继续运行。流程角色用来设置被选中流程节点的指派(单人)或所指派的岗位(多人)。流程业务管理用于流程的发布和撤销。

5 系统实施与效果

排程系统和流程设计器属于小型系统,采用敏捷开发模式,通过与LIMS用户紧密协作,面对面沟通,频繁迭代新的软件版本,使软件提早被用户适应和接受。目前两款软件已经过在某第三方检测机构的测试运行。经测试,两套应用软件运行流畅、响应时间短、能够与已有的LIMS成功对接,实现数据共享,完成设计的功能。

经测试,排程系统可为控制试验任务进度和资源供应,提高实验室利用效率,缩短试验业务周期提供支持;流程设计器的应用使用户可直接在线编辑流程,发布流程,节约时间和运维成本。

6 结论

排程系统和流程设计器的开发完善了现有的LIMS,完全支持与LIMS的通信接口,保证在不影响系统运行的情况下实现系统间的数据通信,完成与LIMS的无缝对接。但作为相对独立的两个系统,系统还提供了人工干预的功能,通过手动录入的形式将试验信息同步到排程系统和流程设计器的后台数据库,因此,他们既能与各种B/S模式的信息系统进行耦合,又能独立运行的软件系统。

参考文献

- [1] 何丽婷. 浅谈LIMS在实验室管理中的作用[J]. 化工管理, 2017(12): 62.
He Liting. Discussion on the role of LIMS in laboratory management[J]. Chemical Management, 2017(12): 62.
- [2] 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.
Xu Le, Zhang Yuancai. Overview of laboratory information management system[J]. Science and Technology Information Development and Economy, 2008(31): 186-187.
- [3] 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.
Xue Jie. Application of LIMS system in indoor environment de-
- tection[J]. Energy Saving and Environmental Protection, 2019(4): 106-107.
- [4] 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) [2020-09-11]. <http://www.chyxx.com/industry/201910/796153.html>.
China Industry Information Network. Analysis of the market size of China's testing service industry and five development opportunities of the third party testing industry in 2018 [EB/OL] (October 23, 2019) [September 11, 2020]. <http://www.chyxx.com/industry/201910/796153.html>.
- [5] 郭盛, 黄刚, 尹婵娟. 高校实验室信息管理系统的构建[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(5): 268-271, 275.
Guo Sheng, Huang Gang, Yin Chanjuan. Construction of laboratory information management system in colleges and universities[J]. Experimental Technology and Management, 2019, 36(5): 268-271, 275.
- [6] 李程, 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.
Li Li, Xia Jing, Li Lu, et al. Research on scheduling of automotive electronic production workshop under the influence of bottleneck process[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2020(3): 26-32.
- [7] 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与实现[J]. 电气传动, 2016, 46(1): 74-76, 80.
Liu Yawei, Li Aiyang, Liu Xiaodong, et al. Design and implementation of material tracking system for ironmaking plant based on J2EE[J]. Electric Drive, 2016, 46(1): 74-76, 80.
- [8] 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.
Xu Aijun. Research and implementation of JBPM workflow management system[J]. Computer Technology and Development, 2013, 23(12): 100-104, 108.
- [9] 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.
Gu Wenxuan, Wang Qiong, Xu Tingrong. Research and design of workflow management system based on JBPM[J]. Computer Applications and Software, 2009, 26(5): 104-106.
- [10] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. GB/T 27025—2019. 检测和校准实验室能力的通用要求[S]. 北京: 国家市场监督管理总局, 2019.
State Administration for Market Regulation, Standardization Administration of China SAC. GB/T 27025—2019, General requirements for testing and calibration laboratory capacity[S]. Beijing: State Administration for Market Regulation, 2019.
- [11] 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.
Zhou Lei. Research and implementation of event driven embedded system scheduling kernel[D]. Changchun: Jilin University, 2015.

收稿日期: 2020-09-17

修改稿日期: 2020-10-23