

文章编号: 1005-8451 (2020) 10-0059-06

城市轨道交通新线运营设备验收 管理信息系统设计与实现

付 思

(中国铁道科学研究院集团有限公司 电子计算技术研究所, 北京 100081)

摘 要: 城市轨道交通运营安全日益受到重视, 新建线路运营设备的验收工作变得越来越重要。为了更加规范城市轨道交通新建线路运营设备验收工作, 提供便捷的信息化管理平台, 研究了城市轨道交通现有管理办法和验收流程, 设计并开发了新线运营设备验收管理信息系统, 在北京地铁投入使用, 进一步规范了北京地铁新线运营设备验收工作管理。

关键词: 城市轨道交通; 运营设备; 新线验收

中图分类号: U231.6 : TP39 **文献标识码:** A

New line operation equipment acceptance management information system of urban rail transit

FU Si

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited,
Beijing 100081, China)

Abstract: The operation safety of urban rail transit has been paid more and more attention, and the acceptance of new line operation equipment has become more and more important. In order to standardize the acceptance of operation equipment of new urban rail transit lines and provide a convenient information management platform, this paper studied the existing management methods and acceptance process of urban rail transit, designed and developed the acceptance management information system of new line operation equipment, which was put into operation in Beijing Metro, further standardized the management of operation equipment acceptance of new line in Beijing.

Keywords: urban rail transit; operation equipment; new line acceptance

随着全国城市轨道交通建设的蓬勃发展, 城市轨道交通运营安全日益受到重视, 新建线路运营设备的验收工作变得越来越重要^[1-2]。为规范城市轨道交通新建线路运营设备验收工作, 进一步加强对验收工作的监督, 确保新建线路开通后运营设施达到安全使用标准, 2012年, 北京市交通委印发了《北京市城市轨道交通新建线路运营设备和设施验收办法》, 规范了新线运营设备设施验收流程及标准。

本文基于北京市现有验收管理办法, 设计并实现了城市轨道交通新线运营设备验收管理信息系统(简称: 验收管理信息系统), 采用信息化手段实现对所有新线运营设备验收工作的管理, 为进一步

加强城市轨道交通新建线路运营设备验收工作监管力度搭建规范化、流程化的统一平台。

1 系统概述及需求分析

1.1 系统概述

运营设备验收是轨道交通新线整体验收的组成部分, 包括车辆、牵引供电、通信、信号、自动售检票、乘客信息、综合监控、屏蔽门、车辆段检修设备、乘客导向标识和安检 11 个专业。验收过程分为预验收和竣工验收 2 个阶段, 预验收完成后, 方可进行按图试运行; 竣工验收完成并合格, 方可进行(载客)试运营。

验收管理信息系统是城市轨道交通新建线路运营设备验收工作的信息化管理平台, 为新线运营设备验收工作中的各类用户提供接口, 管理对象包括

收稿日期: 2019-11-09

基金项目: 中国铁道科学研究院集团有限公司研究开发计划项目
(DZYF18-37)

作者简介: 付 思, 助理研究员。

所有新建线路全部 11 个专业的预验收过程和竣工验收过程，目的是实现新线运营设备验收工作的流程化、信息化和规范化统一管理。

1.2 系统需求分析

验收管理信息系统是为城市轨道交通全部新建线路各专业运营设备的整个验收过程提供信息化管理的平台，包括预验收和竣工验收两个流程管理，实现对验收流程中相关文件和信息的统一规范化管理。

1.2.1 用户类型

验收管理信息系统面向的用户为所有参与新线运营设备验收工作的相关单位，主要包括市交通委运输局、运营单位、指挥中心、建设单位、监理单位、设计单位、集成供货商和施工单位 8 类用户，其中，市交通委运输局、运营单位、指挥中心、建设单位可对多个项目进行管理，主要负责对验收流程中的文件及信息进行阅览与审核，监理单位、设计单位、集成供货商和施工单位主要负责验收流程中发起申请、文件上传、信息填写等操作。

1.2.2 验收流程

验收管理信息系统包含预验收和竣工验收 2 个流程管理，不同专业间可设置不同的验收流程及操作内容，各类单位用户在其参与的项目验收流程中进行相应操作。同一线路的同一专业下，只有完成预验收全部流程，并通过预验收结果审核后，方可开启竣工验收流程。

预验收由施工（集成）单位发起申请，监理单位制定《预验收工作方案》，建设单位、市交通委运输局进行审核，如满足预验收条件，监理单位则可组织施工（集成）单位、设计单位、建设单位、运营单位成立预验收工作小组，开展预验收工作。预验收完成后需提交各类预验收记录表、预验收工作报告、评估报告等文件。

竣工验收在施工（集成）单位、监理单位、设计单位提交资料齐全的情况下，由建设单位发起申请，市交通委运输局进行审核，审核通过后，建设单位则可组织施工（集成）单位、设计单位、监理单位、运营单位和指挥中心成立验收小组，同时邀请 5~7 名专家组成专家组，开展竣工验收。竣工验收完成后需提交各类竣工验收记录表、竣工验收工

作报告、备案表等文件，由市交通委运输局签发竣工验收意见后完成竣工验收。

按照北京市现有管理办法，预验收和竣工验收流程示意图，如图 1、图 2 所示。

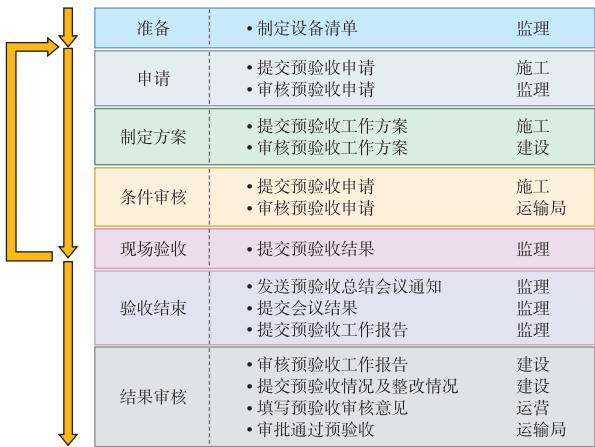


图1 预验收流程示意

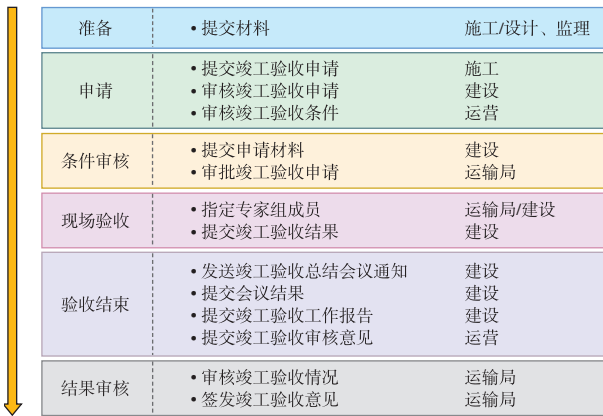


图2 竣工验收流程示意

2 系统设计

2.1 系统架构

系统采用浏览器/服务器（B/S）架构，基于 Java 语言的 J2EE Web 框架进行开发^[3]，软件环境选用 Windows Server 2008 R2 企业版操作系统和 Microsoft SQL Server 2008 中文企业版数据库，系统架构，如图 3 所示。

2.2 系统功能

验收管理信息系统由业务子系统和后台管理子系统组成，如图 4 所示。

业务管理子系统包括预验收和竣工验收 2 个验收阶段管理，每个阶段都包括验收状态及流程展示、

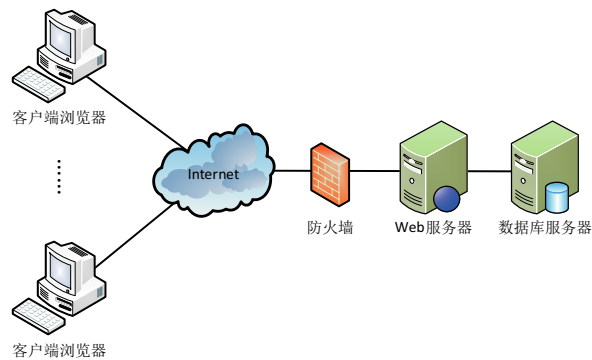


图3 验收管理信息系统架构

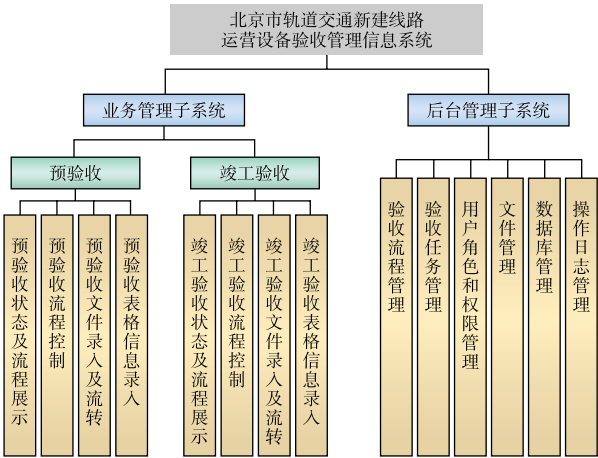


图4 验收管理信息系统功能架构

验收流程控制、验收文件录入及流转、验收表格信息录入 4 个功能模块。后台管理子系统包括验收流程管理、验收任务管理、用户角色和权限管理、文件管理、数据库管理和操作日志管理 6 个模块。

2.2.1 业务管理子系统

业务管理子系统包括预验收和竣工验收 2 个流程管理，二者构成模块一致，只有完成预验收流程方可开启竣工验收流程，同一项目的当前状态只能处于预验收或者竣工验收两个流程其中之一。

(1) 验收状态及流程展示

用于展示某条线路某个专业验收工作的完整流程信息，并突出显示该流程当前正在执行的节点。

(2) 验收流程控制

按照验收流程中各节点的任务要求，设置条件判断，实现流程控制，用户在权限内进行操作。

(3) 验收文件录入及流转

提供验收过程中文件的上传、预览、修改等和删除操作功能，并实现相关用户间的文件流转与审办。

(4) 验收表格信息录入

提供验收工作所有表格的在线录入功能。

2.2.2 后台管理子系统

后台管理子系统负责维护本系统的相关基础数据及配置。

(1) 验收流程管理

可对预验收和竣工验收工作流程进行模板定义，不同专业可使用不同的流程模板。

(2) 验收任务管理

创建和管理新线验收项目，并选取已制定的流程模板初始化其节点任务信息。

(3) 用户角色和权限管理

可添加、修改、删除系统用户，并根据系统用户角色，配置权限。

(4) 文件管理

可对所有上传到本系统的文件、影像资料进行管理和定时备份。

(5) 数据库管理

可对本系统数据库进行管理和定时备份。

(6) 操作日志管理

可查看、下载本系统的所有操作日志。

3 系统实现

3.1 业务管理子系统

3.1.1 验收状态及流程展示

验收状态及流程展示包括 2 个部分，分别是验收流程状态展示和验收流程信息展示，如图 5 所示。

以预验收页面为例，验收流程状态展示包括对验收流程全部节点以及当前执行状态的显示；验收



图5 预验收流程展示界面

流程信息展示是按照用户权限，对其所属项目所属专业的验收流程各节点的相关信息、文件材料的显示，用户可对其进行浏览、下载、审批等操作。例如，在预验收的准备阶段，需要进行的流程节点内容为提交验收设备清单，相关监理单位用户可以在此时点击“提交”按钮上传《验收设备安装检查清单》和《验收设备功能检查清单》，文件需按照模板进行填写以规范验收文件管理。

3.1.2 验收流程控制

在各线路各专业下，按照验收流程节点划分，对各节点状态、节点信息及材料录入情况进行条件判断，向当前节点操作用户开放相应操作权限，当该操作用户完成节点任务后，如符合要求则可结束本节点任务，进入下一节点验收流程。

验收流程中需完成的任务包括提交、审核、发送消息等操作。提交操作包括上传文件、填写表格

等，当操作用户完成当前节点所有文件上传和表格填写，且经系统判断符合要求后，流程将自动跳转至下一节点；审核操作需要用户对已上传的文件和信息进行审核，审核通过，则流程自动跳转至下一节点，如审核不通过，用户可选择流程将返回的节点，此时将由返回节点对应的操作用户重新进行操作；发送消息操作一般指用户发送会议通知等内容，消息发送后，流程将自动跳转至下一节点。以提交操作为例，在图 5 所示的页面中，当监理单位用户完成《验收设备安装检查清单》和《验收设备功能检查清单》文件提交后，预验收流程将自动进入预验收申请阶段，操作权限将向施工单位用户开放，施工单位用户可进行《预验收申请》提交操作。

3.1.3 验收文件、表格信息录入及流转

以预验收流程为例，各节点信息录入内容及流转情况如表 1 所示。

表1 预验收流程节点信息录入

预验收流程节点	材料名称	提交单位	接收单位
申请	《预验收申请》	施工单位	监理单位
制定方案	《预验收工作方案》	监理单位	建设单位
条件审核	无	建设单位	市交通委运输局
现场验收	下发开展预验收通知	监理单位	施工单位、集成商、设计单位、建设单位、运营单位、指挥中心、市交通委运输局
验收结束	下发总结会议通知	监理单位	施工单位、集成商、设计单位、建设单位、运营单位、指挥中心、市交通委运输局
	《城市轨道交通新建线路运营设备内业验收记录表》	监理单位 (各方签字)	施工单位、集成商、设计单位、建设单位、运营单位、指挥中心、市交通委运输局
	《城市轨道交通新建线路运营设备外业验收记录表》		
	《预验收意见》		
结果审核	《会议纪要》	监理单位	建设单位
	《工程质量评估报告》		
通过	《预验收工作报告》	建设单位	市交通委运输局

3.2 后台管理子系统

3.2.1 验收流程管理

验收流程管理采用模板化设置，模板可做个性化定制，包括调整流程顺序、修改流程节点操作类型、修改操作用户角色、增加\删除某项操作、定制特殊操作页面等，配置好的流程可保存为模板，便于以后应用其他项目验收流程。

3.2.2 验收任务管理

验收任务管理分为 3 级，分别是线路管理、专

业管理、验收项目管理。根据用户权限可对线路、专业及验收项目进行添加、修改、删除及用户分配的操作。

3.2.3 用户管理

根据验收流程的业务需求，系统包括以下用户角色：后台管理员、运输局、建设单位、监理单位、设计单位、集成供货商、施工单位、运营单位、指挥中心、专家组。各用户角色在不同的流程节点具有不同的操作权限，具体操作权限与实际验收管理

规定要求一致。

4 关键技术

4.1 MD5 算法加密

MD5 是一种散列算法，是将任意大小的数据映射到一个较小的、固定长度的唯一值。加密性强的散列一定是不可逆的，这就意味着通过散列结果，无法推出任何部分的原始信息。任何输入信息的变化，哪怕仅一位，都将导致散列结果的明显变化，这称之为雪崩效应。散列还应该是防冲突的，即找不出具有相同散列结果的两条信息。具有这些特性的散列结果就可以用于验证信息是否被修改。

MD5 算法广泛用于加密和解密技术上。系统中用户密码采用 MD5 算法经加密后存入数据库中。当用户登录的时候，系统把用户输入的密码计算成 MD5 值，然后再去和保存在数据库中的 MD5 值进行比较，进而确定输入的密码是否正确。通过这样的步骤，系统在并不知道用户密码的明码的情况下就可以确定用户登录系统的合法性。这不但可以避免用户的密码被具有系统管理员权限的用户知道，而且还在一定程度上增加了密码被破解的难度^[4-5]。

4.2 SWFUpload 上传技术

SWFUpload 是一个客户端文件上传工具，它通过整合 Flash 与 JavaScript 技术为 Web 开发者提供了一个具有丰富功能继而超越传统 标签的文件上传模式^[6-7]。具有以下多个优点：

- (1) 可以同时上传多个文件；
- (2) 类似 AJAX 的无刷新上传；
- (3) 可以显示上传进度；
- (4) 良好的浏览器兼容性；
- (5) 兼容其他 JavaScript 库（例如：jQuery, Prototype 等）。

系统对文件上传进行了自己的外观定制，并设定了多个 JavaScript 事件，使得文件上传过程中页面显示多种动态效果。例如，文件的队列状态、上传状态、预览、删除已上传文件、上传错误提示等。

4.3 流程管理设计

系统的业务流程采用自主设计开发的流程管理方案，能够实现文档、信息或任务在不同用户间进

行传递与执行的功能，流程定义具有较高的灵活性，可以自由配置节点信息、用户权限、操作任务等内容，管理员在后台可进行多流程模板的创建，并应用于不同线路不同专业的验收流程^[8]。系统的流程管理总体框架，如图 6 所示。

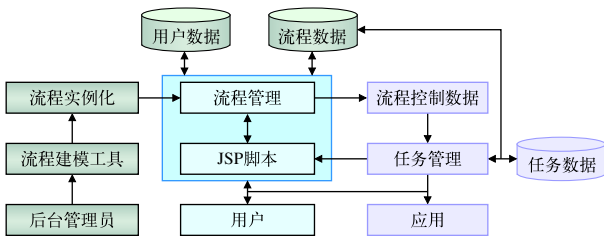


图6 流程管理总体框架

系统的流程管理设计方案包括如下几个模块：

(1) 节点：按照验收过程中需要完成的步骤划分，在流程管理中每个节点表示出了所处的位置，流程控制是根据条件判断，从而实现由一个节点到另一个节点的流转。根据系统实例化的验收流程模板，节点包括提交预验收申请，审核预验收条件，发送总结会议通知等。

(2) 状态：流程状态表示在实例化流程中每一个节点的所处状态，包括进行中，已完成，未通过。

(3) 任务：某一个节点的跳转需要通过完成某个任务才能实现对节点的变更，任务与节点的关系可理解为：节点表示流程所处位置，任务表示如何改变位置。任务中包含条件和结果 2 个组成部分。

(4) 条件：执行某个任务需要满足的条件。

(5) 结果：通过结果可对下一个流程节点进行判断。

(6) 分离/合并：流程的分离会导致多个任务并行操作，并产生多个结果；流程的合并会对多个结果进行条件判断，产生一个最终结果，指向下一个节点。

每个节点信息都包含一个或多个任务、状态、条件、结果信息，管理员在后台可以对这些内容进行配置。当客户端用户发送 HTTP 请求时，系统会对流程数据进行处理，定位流程节点，判断流程状态，通过对流程数据、用户数据和任务数据的分析以及对条件的判断，系统将调用任务管理模块选取一个待办任务项，并激活相关业务对象进行办理（在系

统的实例化流程中包含的任务项有：提交文件、审核文件、发送通知、填写表单等），当任务完成后会向流程数据产生一个执行结果，该结果会将流程引向下一个节点信息。

4.4 权限控制管理

权限控制管理一般是安全系统中重要的组成部分。访问控制是网络安全中的重要的一环，它解决防止得到认证的用户越权使用系统资源的问题。访问控制就是为了限制访问主体（用户、进程、服务等）对访问课题（如文件系统等）的访问权限，从而使计算机系统在合法范围内使用^[9]。

访问控制模型基本组成包括客体、主体、授权。客体规定需要保护的资源，又称目标；主体或称发起者，是一个主动的实体，规定可以访问该资源的实体；授权规定可对该资源执行的动作，如读、写、执行或拒绝访问等，图7是访问控制模型。

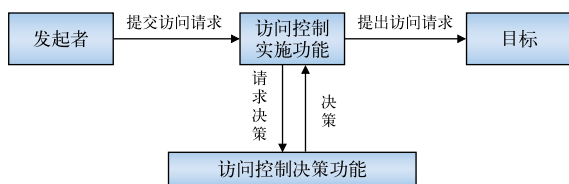


图7 访问控制模型

系统采用的访问控制策略为基于角色的访问控制（RBAC）^[10]。RBAC是在用户和访问权限之间引入角色的概念，用户与特定的一个或多个角色相联系，角色同多个访问权限相联系，角色可以根据实际工作需要生成和取消，而且登录到系统中的用户可以根据自己需要激活自己拥有的角色。RBAC的核心是采用统一的安全管理设计思想，构建一个具有良好可移植和扩展的权限管理系统。

RBAC的优点是能够灵活表达和实现组织的安全政策，简化了授权管理。RBAC框架建立以后，安全管理员日常工作只需为用户赋予、修改、撤销角色。

5 结束语

城市轨道交通新线运营设备验收管理信息系统针对《北京市城市轨道交通新建线路运营设备和设施验收办法》进行设计与开发，根据运输局对新建线路运营设备的验收管理需求，制定完善的系统业务功能和后台管理功能，适用度高，易用性强。以信息化手段实现地铁运营设备验收的处理流程，将纸质文档验收工作与电子化平台相结合，提供强大的验收文件管理与归档功能，同时便于设备验收各参建方及时了解验收进度与出现的问题，为地铁建设提供了可靠保证。系统已在北京地铁投入使用，使新线运营设备验收管理工作能够更加系统化、标准化的有序进行，不仅加强了对地铁设备验收的管理，也加强了设备验收流程规范标准的推行。

参考文献

- [1] 任星辰. 城市轨道交通运营设备设施安全评价体系研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2012.
- [2] 许巧详, 何理, 钟茂华, 等. 城市轨道交通工程安全验收评价探讨[J]. 中国安全生产科学技术, 2006(1): 65-68.
- [3] 智鹏, 谢建升, 蒋秋华. 基于J2EE技术的地铁工程项目管理系统设计与实现[J]. 铁路计算机应用, 2009, 18(1): 38-41.
- [4] 张裔智, 赵毅, 汤小斌. MD5算法研究[J]. 计算机科学, 2008(7): 295-297.
- [5] 桑海, 李建宝. 加密算法MD5的研究与应用[J]. 华南金融电脑, 2006, 14(4): 74-77.
- [6] 杨伟杰. 基于SWFUpload实现教学资源库大容量附件上传功能[J]. 软件导刊: 教育技术, 2012(9): 71-73.
- [7] 饶彩雯. 基于IT运维的设备维护管理系统分析与实现[D]. 昆明: 云南大学, 2012.
- [8] 叶立新, 陈阅中, 郑航, 等. 基于工作流技术的OA系统模型[J]. 计算机工程与应用, 2000, 8(6): 18-19.
- [9] 李风华, 苏铨, 史国振, 等. 访问控制模型研究进展及发展趋势[J]. 电子学报, 2012, 40(4): 805-813.
- [10] 耿晖, 王海波. 基于XML的角色访问控制(RBAC)[J]. 计算机应用研究, 2002, 19(12): 14-15.

责任编辑 徐佩春