

基于 Internet 的公路计量支付管理信息系统的设计与实现

朱元琪 王立文

(北京航空航天大学管理学院, 北京 100083)

摘要: 本文设计并实现了一个基于 Internet 的公路计量支付管理信息系统, 详细介绍了系统的功能、网络结构及采用的关键技术。实际应用表明, 系统方便实用, 收到了用户良好的评价。

关键字: 计量支付; 管理信息系统; workflow 系统

Design and Implementation of an Internet Based Measurement and Payment Management System for Expressway Construction

ZHU Yuan-Qi WANG Li-Wen

(School of Management, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract: In this paper, we designed and implemented an internet based measurement and payment management system for expressway construction. We elaborated the functions and network structure of the system, as well as introduced the key technologies adopted by the system. The system, which received good remarks from its current users, has provided a convenient and practical way for the management of measurement and payment in expressway construction.

Key words: measurement and payment management; management information system (MIS); workflow management system

1. 项目背景

计量支付是高速公路建设工程合同管理的核心工作之一, 主要包含工程计量、支付及其它相关的业务。计量是按照公路建设招标文件中技术规范所规定的方法对承包商符合要求的已完工程的实际数量所进行的测量、计算、核查和确认的过程; 支付是指按合同规定对承包人的应付款项进行确认并办理付款手续的过程^[1]。计量支付是施工过程中工程造价控制的关键, 也是质量管理、进度管理的基础。准确而及时的计量支付, 对高速公路建设管理有着重要的意义。

由于高速公路工程投资大、标段多, 计量支付涉及的报表多而繁杂, 采用手工或者半手工(借助 Excel 等通用软件)的方式, 工作量非常大, 并且容易出错, 经常出现多计或漏计的情况; 而采用专门开发的基于 Internet 的计量支付管理信息系统, 能够把业主和分散的各个施工工地联系起来, 依照系统设定的流程, 准确而及时的收集各种计量数据, 不但能保证计量支付按期准确的进行, 而且能通过计量数据, 及时的发现施工中的问题, 对工程的质量、费用和进度进行更好的管理。

2. 系统功能结构

公路工程计量支付一般由工程计量、工程支付、工程变更和索赔、材料款垫付和扣回等业务组成。相应的，计量支付管理信息系统主要分为工程计量、工程支付、工程变更和索赔、材料款垫付和扣回、审批流程处理、基础数据维护、数据报表等功能模块，如图 1 所示。



图 1 计量支付系统功能模块

2.1 工程计量

承包人通过工程计量模块，以工程施工台帐为基础，录入每期的工程完工数据，同时上传必要的中间交工验收资料及质量合格证明。监理工程师和业主可以根据实际的验收结果，对已经录入的数据进行修正。

工程台帐是业主和承包商根据施工图纸，共同制定的精确到里程桩号的分部分项工程项目。每条工程台帐都规定了工程数量，承包人录入完工数据时，系统会自动核对该数据，以保证工程计量数量不超过台帐规定的数量。

通过工程计量模块录入的数据，监理和业主可以监控各分部分项工程乃至公路全线的工程进度情况，随时调阅相关的质量验收文件，为宏观的工程管理工作提供数据支持。

2.2 工程支付

按支付内容分，工程支付包括清单支付和合同支付两部分。清单支付是指按照合同报价，对经监理和业主确认过的已完工的各分部分项工程项目，进行估价和支付项目费用。因为这些项目及其单价都包含在项目工程清单中，所以简称清单支付。合同支付是业主单位按合同条件的规定，根据工程实际情况和现场证实资料，支付的清单外的各项工程费用，如工程预付款、劳动竞赛基金和罚金等。

工程支付模块中的清单支付部分，一般

由计量数据和清单价格计算汇总生成；合同支付部分，根据系统设置，一部分按公式生成，另一部分则由相关单位手工录入。

通过工程支付模块，财务部门根据生成的报表，进行资金拨付；工程管理人员、上级主管部门，可以方便的掌握资金的执行情况；通过由支付数据形成的挣值曲线，可以对工程进度和计划进度进行对比分析，保证工程按进度进行。由于我国高等级公路项目一般贷款修建，贷款银行也可以登录到计量支付系统，核对相关的款项，以保证建设资金的专款专用。

2.3 工程变更和索赔

由于未知的地质条件、设计单位的失误、新工艺的使用等诸多因素，工程变更是公路工程建设中常见的现象。变更管理不当，容易造成工程造价的失控，因此，严格的工程变更管理十分重要。

通过工程变更模块，承包单位提出变更方案申请，录入变更台帐和相关的变更分析、证明资料；最终变更令生效后，系统会根据工程变更台帐，自动更新工程量清单和项目台帐，保证后继计量的顺利进行。

工程索赔与工程变更类似，索赔方录入索赔申请、索赔金额及相关的资料，然后经过双方协商或由第三方裁定，进行赔偿。

对于工程变更和索赔模块录入数据的审批，系统还提供工作流支持，即数据录入后，根据工作流系统中设置的工作流程，系统自动将这些数据提交给不同的相关处理人员进行处理。

2.4 材料款垫付和扣回

工程建设过程中，为保证承包单位的资金周转或集中大规模采购等原因，业主单位时常为承包单位垫付部分材料款，之后若干期扣回。

承包单位通过材料垫付款管理模块，录入每期的材料数量、价格、运费、垫付比例、材料单据等数据，系统汇总出垫付金额，在期末作为合同支付的一部分拨付给承包单位。

材料款扣回是指业主单位从每期支付

金额中,按合同规定,分多期扣除前期垫付的材料款。系统根据材料款扣回公式自动计算扣款,并提供报表供各参建单位查询。

2.5 审批流程处理

计量支付是一项由多部门、多人员,共同参与,协同完成的业务活动;特别是各种审批过程,都有严格的程序,为此,系统提供了电子化的流程支持。

目前系统支持的审批流程有:计量支付审核流程、变更方案和变更令审批流程、索赔审批流程。用户可以在工作流系统中使用图形化的建模工具,设置各处理环节的先后顺序、处理人员、自动处理活动等,以建立与实际业务对应的电子化流程。通过工作流系统的支持,审批业务的参与者,能随时查阅各审批任务的进展情况,进行督办和催办;电子化的文件传递,也为地域分散的工地办公人员提供了极大的便利;严格的流程设置,使得审批工作更加规范和透明。

2.6 基础数据维护

计量支付系统涉及到的基础数据主要有工程量清单数据、台帐数据、人员和权限、工程属性数据等。

清单和台帐数据可以直接从规定格式的 Excel 文件中导入;人员和权限数据、工程属性数据等,由系统管理员随时维护。

2.7 数据报表

按范围分,计量支付报表可以分为针对单个标段的报表和针对公路全线的报表。前者由各标段的管理人员使用,后者提供给业主单位的管理人员及上级主管部门。

按内容分,主要报表有:

- 工程进度报表
- 工程支付月报表
- 清单支付报表
- 计日工支付报表
- 工程变更一览表
- 中间计量表
- 中间计量支付汇总表
- 永久性工程材料到达现场计量表
- 扣回材料垫付款一览表

- 人工及主要设备报表
- 计量支付审核表

系统采用 ActiveX 和 XML 技术,提供在线打印功能,用户可以在网页上直接打印需要的报表。

3. 系统网络结构

系统的网络结构如图 2 所示。由于计量支付的使用者仅限于为数不多的工程参建单位使用,所以系统没有将 WEB 服务器和数据库服务器分开,而是配置于业主单位内部网的同一台服务器上。同时,业主单位的路由器提供了对 WEB 服务器 80 及其它必须的端口的映射,供外网用户访问 WEB 服务器。外网用户主要包括施工单位、监理单位和银行。

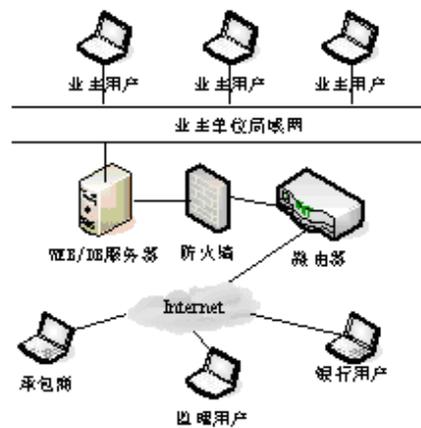


图 2 计量支付系统网络结构

公路工程的参建各方,特别是在工地办公的施工和监理单位,由于分散在不同的地域,网络条件不尽相同,因此,计量支付系统在数据传输方面,需要满足不同网络条件的要求。表 1 列出了用户不同的网络条件。

表 1 用户的不同网络条件

用户	接入方式	说明
业主单位	内部百兆网	网速很快
施工单位	ADSL	接近城镇的施工工地, 较快
施工单位	拨号/无线网	远郊施工工地, 慢
监理单位	ADSL	接近城镇的施工工地, 较快
监理单位	拨号/无线网	远郊施工工地, 慢
银行	ADSL	较快

系统充分考虑接入条件的差异:对于网速很快或较快的用户,所有的业务处理都在网页上直接进行;对于网速较慢的用户,系

统提供了一个离线录入数据的程序，减少用户交互，提高网络使用效率。事实证明，这样的配置为网速较慢的接入用户，提供了很大的便利。

4. 关键实现技术

4.1 B/S 三层体系结构

B/S 三层体系结构将系统分成浏览器、WEB 服务器和数据库服务器三层。浏览器为用户提供网页界面，属于系统的表现层；WEB 服务器处理来自客户端的业务请求，负责数据处理及生成合适的页面文件，属于系统的业务逻辑层；数据库服务器则提供业务数据的存储、组织、查询及备份等，属于系统的数据层。B/S 三层结构的工作原理如图 3 所示。



图 3 B/S 三层结构工作原理

当用户通过 URL 请求页面时，WEB 服务器会执行服务器上的 C#或 JSP 脚本程序，向数据库服务器提交 SQL 语句；数据库服务器收到 SQL 语句后，会将查询结果送回给 WEB 服务器；WEB 服务器再将结果数据格式化网页文件，返回给客户浏览器，完成整个页面请求的过程。

B/S 结构通过浏览器访问系统 WEB 服务器，因此，不需要在客户端安装任何软件，避免了传统的 C/S 结构在软件分发过程中可能会出现各种兼容性问题；业务逻辑层置于集中的网络服务器，当业务发生变化时，只需要修改服务器端的脚本程序，保证了系统的扩展性。另外，系统数据集中于数据服务器，使得数据更加安全。因此，采用 B/S 三层体系结构，保证了系统的扩展性和安全性。

4.2 workflow 技术

根据国际 workflow 管理联盟（Workflow Management Coalition, WfMC）的定义：工

作流是指整个或部分经营过程在计算机支持下的全自动或半自动化；workflow 管理系统（WfMS）是定义、创建、执行 workflow 的计算机系统^[2]。WfMC 给出了 workflow 系统的参考模型^[3]，如图 4 所示。模型中，流程定义工具、workflow 执行服务及客户端程序是大部分 workflow 系统都提供的三个最基本的组件。workflow 定义工具提供图形化的界面，设置 workflow 的各个处理节点、节点间的路由控制、各节点的处理人员等，构建 workflow 执行模型；workflow 执行服务在系统运行期间，解释执行 workflow 模型，并处理各种可能发生的异常；客户端程序则是最终用户使用 workflow 服务的界面。

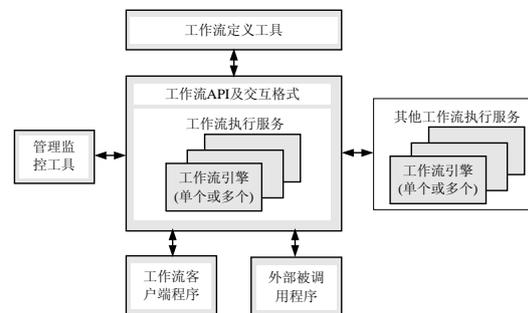


图 4 workflow 参考模型

计量支付系统中，我们根据业务需要，构建了一个简化了的 workflow 系统，只提供了如上所说的三个基本 workflow 组件。workflow 系统被用在计量支付审批、工程变更方案和变更令审批、工程索赔审批三个业务处理模块。在系统使用初期，开发人员与用户单位的业务专家一起，对以上三种业务做深入分析，共同构建业务处理中所需要的各种 workflow 的模型；在系统运行过程中，根据实际使用的反馈，再对这些模型做相应的调整。workflow 技术的采用，大大提高了计量支付系统业务处理的灵活性，使计量支付管理更加规范和透明。

4.3 系统安全控制

4.3.1 用户身份安全性

用户身份安全性主要涉及用户的安全登录和操作权限控制。系统采用在网页上输入用户名和密码的方式进行登录。为保证用户的登录信息不会因为明文传输而泄密，客户端在用户提交登录请求时，先对用户名和

密码加密,把加密的信息通过 HTTP 协议提交给 WEB 服务器;服务器端接收到登录请求后,再解密和身份验证。

在操作权限控制方面,系统将用户分成业主、监理、承包商、银行和系统管理员 5 个用户组,不同的用户组意味着不同的操作权限,比如银行用户只能浏览审核过的支付报表,而管理员则能维护各种基础数据。由于公路建设通常分成多个合同标段进行施工,因此在设置了用户的组权限后,还需要设置每个用户可以进入的标段范围,确保各标段用户,只能浏览本标段的数据。

4.3.2 数据库安全性

由于数据库服务器位于业主局域网,所以其安全性威胁主要来自于业主单位内部。系统通过服务器操作系统的安全控制、数据库密码保护等手段,保证数据库不被非法登录。

5. 结束语

随着 Internet 的不断发展,带宽的不断增加,越来越多的基于 Internet 的应用系统被用于生产建设中。计量支付系统为高速公

路参建各方提供了一个协同工作、共享信息的虚拟办公平台。目前,本系统已在重庆渝遂高速公路建设中成功上线,并进行了多期计量,收到了用户积极良好的评价。计量支付是公路建设管理的一个环节,后继系统的开发,将朝着综合的公路建设管理信息系统而努力。

参考文献

- [1] 周瑜. 施工监理基础[M]. 北京:人民交通出版社,2005.163-164
- [2] Workflow Management Coalition. Terminology & Glossary[EB/OL].http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-1011_term_glossary_v3.pdf, 1999. 8-9
- [3] Workflow Management Coalition.The Workflow Reference Model[EB/OL]. <http://www.wfmc.org/standards/docs/tc003v11.pdf>, 1995.20-45