

基于 B/S 架构的电能质量台账管理系统 研究与设计

李培¹ 马智泉¹ 杨昊睿² 王昕²

(1. 国网浙江省电力公司电力科学研究院, 杭州 310014;

2. 深圳市中电电力技术股份有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 随着电网电能质量监测系统规模的快速扩展, 传统的文件式台账管理方法存在难于管理、缺失率高、管理效率和质量低下等缺陷。因此, 有必要对台账管理业务领域和流程进行细分, 构建一套基于 B/S 架构的电能质量台账管理系统, 覆盖多个与电能质量监测相关的业务范畴, 通过主流浏览器实现面向全网用户的功能发布, 灵活满足不同用户不同场景下的业务需求, 协助管理人员实现对台账的高效管理。

关键词: 电能质量监测; B/S 架构; 台账管理; 业务流程

Research and Design of Power Quality Account Management System based on B/S Architecture

Li Pei¹ Ma Zhiquan¹ Yang Haorui² Wang Xin²

(1. State Grid Zhejiang Electric Power Research Institute, Hangzhou 310014;

2. Shenzhen Electric Technology Inc., Shenzhen, Guangdong 518000)

Abstract With the rapid expansion of the scale of power quality monitoring system of power grid, the disadvantages of traditional account management method withfile modeare more obvious such as difficulty in management, high rate of missing, poor management efficiency and quality. Therefore, it is necessary to devide the business areas and processes of account management carefully, then build a set of power quality account management system based on B/S architecture, which covering a number of business areas related to power quality monitoring, and implementing of the functional release for the whole network users through the mainstream browser, it can flexibly meet the needs of different users under the different business scenarios, and help managers to achieve the efficient management of account.

Keywords: power quality monitoring; B/S architecture; account management; business process

随着电网电能质量监测终端应用规模的快速扩展, 电能质量监测系统正处于从技术平台到“技术+管理”平台的转型阶段, 台账作为掌握电力生产设备情况的一种重要管理手段, 其合理化、规范化、系统化、精细化管理尤为重要。面对已接入系统的大量电能质量监测终端, 传统的文件式台账管理方式逐渐显得力不从心, 因此, 有必要基于电能质量管理模式和流程, 通过完善的信息关联设计, 构建一套电能质量台账管理系统, 对电能质量监测及相关范畴的设备台账信息进行数字化、科学化的全过

程周期管理, 及时掌握主要电网设备的运行情况, 进行预先管控, 减少管理人员的重复性工作, 大幅提升管理效率和管理水平^[1-2]。

1 台账信息分类

结合目前国内电网公司对电能质量进行监测、管理的业务需要, 并纵向关联其他相关技术领域, 对系统应包含的台账信息进行归类整合如下^[3-7]。

1) 监测点台账。已接入的电能质量监测点台账信息。

- 2) 监测终端台账。安装在变电站现场的电能质量监测终端台账信息。
- 3) 非线性负荷台账。已接入或待接入系统的非线性负荷台账信息。
- 4) 治理设备台账。电网中已安装电能质量治理设备台账信息。
- 5) 电网设备台账。安装电能质量监测装置的变电站其他主要电气设备台账。
- 6) 检定装置台账。用于对电能质量监测装置进行入网检测或出厂检测的检定装置台账信息。
- 7) 用户台账。需授权用户的台账信息。

2 系统设计

2.1 设计原则

电能质量台账管理系统以技术先进、结构合理、安全稳定、易于维护、简单实用作为基本设计原则^[8-12]。具体包括如下。

- 1) 统一性原则。统筹设计系统功能架构，保证实现效果前后一致，严谨有序。
- 2) 先进性原则。本着“立足现状、适当超前”的原则，采用开放式体系结构和结构化软件设计，保证软件的开放性、可扩展性，适应电网发展、新技术发展和设备的升级换代。
- 3) 安全性原则。遵循信息化软件安全管理规程，保证信息安全。
- 4) 标准性原则。软件具有良好的互联互通性，采用的编解码协议、接口协议、传输协议等遵循国际标准、国家标准、行业和相关规范。
- 5) 兼容性原则。充分考虑系统扩容及功能扩展。系统对运行环境（硬件设备、操作系统等）具有较好的适应性。
- 6) 易用性和可推广性原则。基于浏览器/服务器（Browser/Server, B/S）架构实现台账管理功能发布，并通过人性化的交互体验设计保证系统的易用性和可推广性。

2.2 基本性能要求

系统基本性能要求如下。

- 1) 要求 Web 信息发布模块满足客户端并发数不小于 100 个，且性能不劣化。
- 2) 要求不超过 1 万条目数的台账查询时间 $< 3\text{s}$ 。
- 3) 台账功能切换及管理操作响应时间 $\leq 3\text{s}$ 。
- 4) 支持超过 100 万条的台账条目的存储、展示、管理操作，并且查询管理时间 $\leq 1\text{min}$ 。

- 5) 台账检索时间 $\leq 10\text{s}$ 。

2.3 用户权限设计

系统采用基于角色定义的多级用户分级授权机制，根据业务范畴差异，从操作权限、可访问功能界面、可访问台账条目 3 个角度针对性满足不同层次、不同领域用户的个性化需求，保证指定用户只能管理所辖区域的台账数据，实现信息定向投放，分工明确，有效保障信息不外泄，并且设计全闭环审核机制，保证每一步管理操作都有审核确认环节，确认信息无误后数据才会正式被入库，保证台账数据流可追溯，大幅提升信息准确率^[13]。

角色定义包括管理员、高级用户和普通用户，不同角色代表不同的操作权限^[9]。例如，普通用户只能简单浏览所辖区域的功能页面，无任何编辑权限；高级用户可对所辖区域的台账条目进行新建和编辑，但是无权删除，而且新建条目需经过审核才正式被入库；管理员用户具备完整的管理权限。

新建用户流程如图 1 所示。



图 1 新建用户流程

新建用户时，通过功能授权确认可访问功能界面，通过区域授权确认管理区域，并需在新建用户结束时，选择上级审核用户，以便确认审核机制的数据流向。

2.4 基于中间件技术的数据接口设计

中间件（Middleware）可以帮助用户灵活、高效地开发和集成复杂的应用软件，尤其可以支持并简化那些复杂的分布式应用程序^[14]。

本文中采用基于中间件技术的数据接口设计，为应用程序提供相对稳定的高层应用环境，简化了软件拓扑结构，有效实现了应用程序与数据库之间的信息隔离，以保证功能框架的稳定性和可扩展性。基于中间件技术的数据接口具备以下优点。

1) 中间件屏蔽了底层应用程序及数据库的复杂性, 减少了程序设计的复杂性。

2) 精简了开发工作量和开发周期, 减少了系统维护、运行和管理工作量。

3) 可以有效保证系统的生命周期和可扩展性。

系统中基于中间件的数据接口主要包括: 电能质量监测系统接口、生产管理系统接口、营销管理系统接口和手动录入接口, 这 4 个数据接口都是基于封装好的动态链接库 (dynamic link library, DLL) 文件实现信息交互, 如需对数据接口进行优化, 直接修改 DLL 文件即可, 无需变更功能架构。这种基于中间件技术的数据交互结构具备良好的可扩展性, 后续可以根据实际生产运营需要灵活扩展。

2.5 基于 SPA 的信息呈现模块设计

单页 Web 应用(singlepage web application, SPA) 将所有的活动局限于一个 Web 页面, 仅在页面初始化时加载相应的 HTML、CSS 和 JavaScript, 加载完成后, SPA 不会因为用户操作而进行页面的重新加载或跳转, 而是利用 JavaScript 控制页面动态变换, 从而实现 UI 与用户的交互。

本系统实现了基于 SPA 的信息呈现模块设计, 提供流畅的用户体验, 避免了不必要的页面跳转和重复渲染, 大幅提升了 Web 服务器的性能。

3 系统功能实现

3.1 功能架构

系统采用模块化功能设计, 基于 SQL Server 2008 企业版数据库创建不同台账类型的数据存储表、存储过程、索引和视图, 分别实现各种台账信息的获取、存储、查询, 最终基于 Web 方式实现面向用户的台账管理功能发布, 电力综合数据网内的用户都可以通过主流网页浏览器便捷的实现全部台账管理业务流程^[9,11,14-15]。

系统功能结构如图 2 所示。

7 种台账类型通过基于中间件技术的不同数据接口, 将台账信息存储至 SQL Server 数据库, 之后 Web 功能发布模块基于 Web Service 实现数据查询和写入。

按照划分的 7 种台账类型, 台账信息的获取方式分别是:

1) 监测点台账和监测终端台账的信息来源是电能质量监测系统, 通过专用数据接口方式获取。

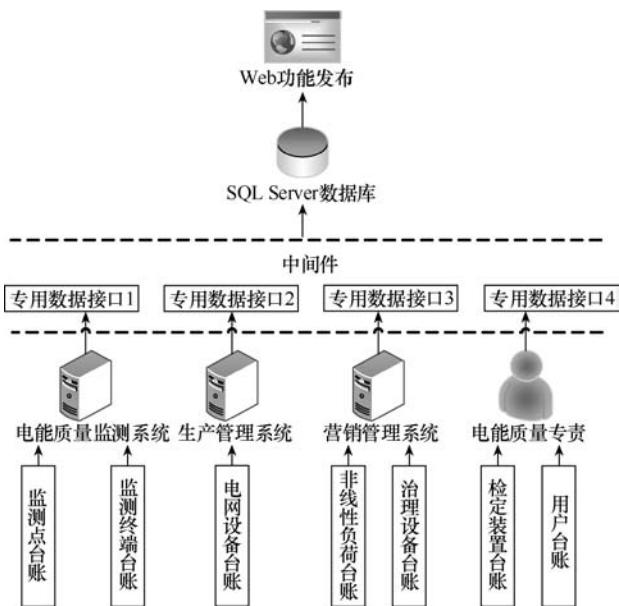


图 2 系统功能架构

2) 非线性负荷台账和治理设备台账的信息来源是营销管理系统, 通过专用数据接口方式获取。

3) 电网设备台账的信息来源是 PMS 生产管理系统, 通过专用数据接口方式获取。

4) 检定装置台账和用户台账的信息来源是电能质量专责, 需要通过完全手动的方式进行获取。

3.2 台账参数

每个台账条目都包含大量参数, 不同台账类型之间通过相近参数建立耦合关系, 进而实现不同类型台账信息之间的快速关联跳转和数据集成。

具体台账参数包括:

1) 监测点台账显示电能质量监测线路的相关参数, 例如: 编号、名称、电站、电压等级、接线方式、监测对象类型、运行状态、PT/CT 变比、最小短路容量、供电设备容量、用户协议容量等。

2) 监测终端台账显示已安装在变电站的电能质量监测装置信息, 例如: 编号、名称、电站、设备型号、生产厂家、设备状态、装置级别、出厂编号、检定日期等。

3) 电网设备台账显示已安装电能质量监测装置的变电站其他主要电力设备参数, 其下又分为主变压器、电压/电流互感器、电力电容器、静态无功补偿器 (SVC)、静态无功补偿发生器 (SVG)、交流/直流滤波器、换流阀、换流变压器、平波电抗器等。

4) 非线性负荷台账显示电网中已统计到的非线性污染源负荷情况。例如: 负荷名称、所属地区、用户类别、供电变电站、供电方式、GIS 坐标等。

5) 治理设备台账显示电网中已安装的电能质量治理设备信息，例如：设备类型、生产厂家、出厂编号、安装位置、补偿容量、治理前监测指标、治理后监测指标等。

6) 检定装置台账显示用户用于实现电能质量监测装置入网检测和定期巡检的检定装置信息，例如 Fluke 6145A, Omicron CMC 256plus 等，台账参数包括：装置型号、生产厂家、出厂编号、精度级别、最新校准日期等。

7) 用户台账显示系统内所有用户的参数信息。例如：用户名、用户组、角色、可访问功能界面、可访问台账条目、单位、联系方式、上级审核用户等。

3.3 台账管理流程

根据实际的管理业务需要对台账管理流程进行细分^[10-11,15-16]，如图 3 所示。

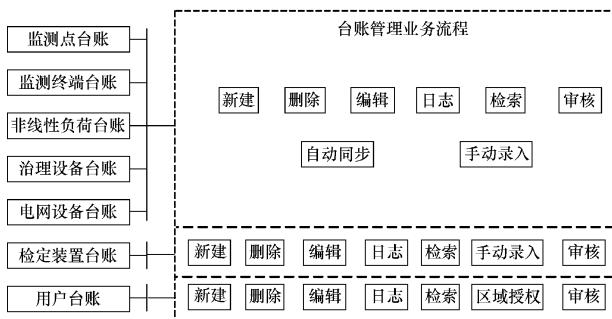


图 3 台账管理业务流程

其中：

1) 新建。创建一个新的台账条目。

2) 删除。删除一个或多个台账条目。

3) 编辑。修改台账条目的任意属性。

4) 日志。即时记录所有台账管理操作日志记录，包括：操作用户名、操作内容、操作时间等，实现全部业务流程透明化管理和全维度信息追溯，保证系统信息安全、运行可靠。

5) 检索。通过快速搜索和详细搜索迅速定位要查找的台账条目。

6) 自动同步。通过专用的底层数据接口自动从第三方信息系统获取台账数据并写入台账数据表，并且在同步过程中进行数据准确性和唯一性判断，避免异常数据入库，并且该同步过程为双向并行，可将现有台账管理系统的新增条目反向同步至第三方信息系统。

7) 手动录入。通过弹框方式将已获取的台账信息通过手动操作的方式逐一录入。

8) 区域授权。针对不同用户进行分级区域授权，以便确定指定用户的可访问节点范围及访问权限。

9) 审核。普通用户和高级用户进行新建、删除、编辑等涉及数据变更的操作时，未审核之前变更信息存储在本地的临时数据文件，需经过管理员用户的审核，变更信息才会正式被写入数据库。

3.4 台账业务流程关联

监测点作为整个电能质量台账管理系统的业务核心，有序衔接了其他 5 种台账类型，不同台账类型业务流程关联如图 4 所示。

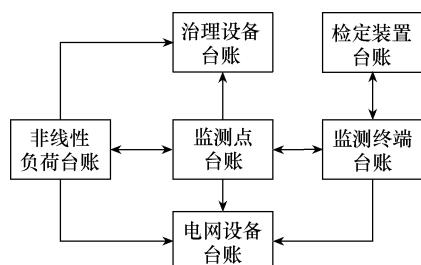


图 4 台账业务流程关联

根据实际业务流程搜寻不同台账管理功能之间的共性与关联点，这 6 种台账功能通过编号、变电站、监测对象名称、安装位置、负荷名称等参数实现彼此之间的跨功能关联跳转，进一步实现数据集成以及信息和业务流程融合。

4 系统应用

基于本文所研制的电能质量台账管理系统，已于 2016 年在浙江省电力公司电力科学研究院实现并投入实际应用。

系统部署后，基于 Web Service 接口实现了与浙江电网电能质量监测系统、生产管理系统、营销管理系统之间的数据双向交互。目前已将其他系统内的台账相关数据同步至 SQL Server 数据库，并可按照设定间隔自动更新。

目前已录入系统的台账数据包括：①从电能质量监测系统获取的 652 条监测点台账和 328 条监测终端台账；②从生产管理系统获取的 10 万多条电网设备台账；③从营销管理系统获取的 186 条非线性负荷台账和 355 条治理设备台账；④电能质量专责通过手动录入方式创建的 3 条检定装置台账和 55 条用户台账。

电能质量台账管理系统已实现 Web 方式信息发布，地市级用户可以通过浏览器快速开展所辖区域的台账管理工作。

相对于传统离散文件式台账管理方法，本文所研制的电能质量台账管理系统具备良好的应用价值和推广前景，体现在以下方面。

1) 通过易用的交互设计和数据自动同步机制，大幅提升了台账管理效率。

2) 打破了所有台账数据都需通过电力科学研究院统一管理的现状。目前台账管理业务已分摊至各地市供电局，电力科学研究院仅负责对系统内台账条目新增或删除进行审核，实现专人专责，有效提升台账准确度和管理效率。

3) 通过不同类型台账数据之间的业务联系，实现多个信息系统之间的数据共享和互联互通，管理人员可通过引导式操作快速掌握关注信息。

4) 结合相关设备台账信息，可以协助管理人员快速有效地进行电能质量典型问题分析、电能质量治理效益评估、故障原因定位。

5 结论

针对目前电能质量台账管理散乱、信息断层等情况，本文研究并设计了一套基于 B/S 架构的电能质量台账管理系统，通过将实际台账管理业务领域和流程进行细分，实现了台账管理全业务流程覆盖，基于大数据分析技术对不同台账类型实现信息关联和数据融合，打破数据壁垒和信息孤岛，可以灵活满足不同用户不同场景下的业务需求，并通过易用的交互设计，协助管理人员实现对台账的高效管理。

参考文献

- [1] 孙建连. 电力设备台账基础管理现状分析[J]. 安徽水利水电职业技术学院学报, 2014, 14(4): 53-54.
- [2] 张达泗. 电能质量在线监测系统在供配电网的应用[J]. 电气技术, 2014, 15(3): 103-105.
- [3] 张逸, 杨洪耕, 叶茂清. 基于分布式文件系统的海量电能质量监测数据管理方案[J]. 电力系统自动化,

2014, 38(2): 102-108.

- [4] 郑伟, 周喜超, 安哲, 等. 电网特殊负荷的电能质量管理[J]. 电力建设, 2011, 32(11): 81-84.
- [5] 王玥娇, 陶顺, 肖湘宁. 电力需求侧电能质量治理的相对能效分析[J]. 电测与仪表, 2015, 52(7): 10-14, 34.
- [6] 陈昌松, 段善旭, 殷进军, 等. 基于发电预测的电能量管理系统[J]. 电工技术学报, 2010(3): 150-156.
- [7] 李国庆, 王鹤, 张慧杰. 微电网中基于逆变电源控制的重要节点电能质量管理方法[J]. 电工技术学报, 2014(2): 177-190, 196.
- [8] 冀树春, 曹培庆, 郝乾军, 等. 设备动态台账管理系统研究和设计[J]. 自动化博览, 2015(2): 76-81.
- [9] 张飞, 王静, 杨鹏锐, 等. 计算机台账管理系统设计与实现[J]. 计算机应用与软件, 2011, 28(6): 218-246.
- [10] 杜雪. 配电网台账数据质量信息化管理的研究[J]. 贵州电力技术, 2015, 18(12): 76-78.
- [11] 张哲, 韦庆如. 基于 B/S 模式的变电站台账网上查询系统[J]. 微型电脑应用, 2002(3): 38-39.
- [12] 张璞, 莫文雄, 邝东海, 等. 调度 EMS 系统数据在运行管理中的应用 [J]. 电气技术, 2013, 14(6): 56-57.
- [13] 沙伟燕. 宁夏电网电能质量在线监测系统开发[J]. 电气技术, 2015, 16(9): 75-77.
- [14] 田建勇. 中间件技术在 WEB 数据库中的应用[J]. 计算机光盘软件与应用, 2014, 17(18): 82-84.
- [15] 牛保红. 基于设备台账主线的电力企业资产全生命周期信息化管控平台设计应用研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2015(2): 121-122.
- [16] 杨君. 配电设备台账数据版本管理方案设计与实现 [J]. 电力信息化, 2012(7): 41-44.

作者简介

李 培 (1986-), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 电能质量测量及在线监测技术应用。