

基于空间大数据技术的电网图形管理系统设计研究

程博¹ 贺景曼¹ 张焕桃² 刘剑勋³ 程磊⁴

(1. 内蒙古电力(集团)有限责任公司数字研究分公司 2. 国家税务总局内蒙古自治区税务局

3. 内蒙古电力集团蒙电信息通信产业有限责任公司 4. 内蒙古电力(集团)有限责任公司呼和浩特供电分公司)

摘要: 随着电力行业的快速发展,传统电网管理方式已无法满足现代需求。为此,升级改造电网图形管理系统至关重要。本文介绍电网图形管理系统基于空间大数据技术的自动化数据集成方案,打通地理信息系统与生产 MIS 系统的数据接口,实现 GPS 定位坐标数据的自动读取,可减少人为错误和疏漏,提高数据准确性和可靠性。标准化和人性化的设计则方便用户使用和管理,提高用户体验和工作效率。最终,升级改造后的电网图形管理系统将助力提升业务管理效率、稳定性和可靠性。

关键词: 图形管理系统; 地理信息系统; 空间大数据; 升级改造

0 引言

随着电力行业的不断发展,电网规模的不断扩大,传统的手工绘图和数据管理方式已经无法满足现代电网管理的需求。为了提高电网管理的效率和准确性,需要对电网图形管理系统进行升级改造^[1]。打通地理信息系统与生产管理信息系统(Management Information System, MIS)的数据接口是升级改造的关键^[2]。通过实现全球定位系统(Global Positioning System, GPS)定位坐标数据的自动读取,可以快速准确地获取电厂、变电站和输电线路的位置信息。同时,主网地理接线图的自动生成可以大大减少人工绘制的工作量,提高工作效率。另外,通过利用空间大数

据的地理可视化技术,对静态数据和动态数据提供不同的可视化方案,能够提供静态数据的可视化全貌显示,可以在对地图进行缩放、平移等操作时,浏览上千万甚至上亿个空间对象^[3]。因此,对基于空间大数据技术的电网图形管理系统进行设计具有重要的意义。

1 电网图形系统应用功能建设要求

电网图形管理系统的升级改造不仅需要实现自动化和智能化,更重要的是实现标准化、人性化和精准化。通过自动化的数据集成方案,可以减少人为错误和疏漏,提高数据准确性和可靠性。同时,标准化和人性化的设计可以方便用户使用和管理,提高用户

体验和工作效率^[4-5]。最终，升级改造后全新的电网图形管理系统可以提升整体的业务管理效率。通过自动化的数据管理和图形生成，可以减少人工操作和干预，提高工作效率和准确性。同时，标准化的设计和人性化的操作可以方便用户使用和管理，提高用户体验和工作效率。所设计系统将有助于公司更好地管理

和运营电网，提高电力供应的稳定性和可靠性。

2 系统技术架构

基于空间大数据技术的电网图形管理系统主要由云平台、数据层、数据访问层、应用逻辑层、表现层等组成，系统技术架构如图1所示。

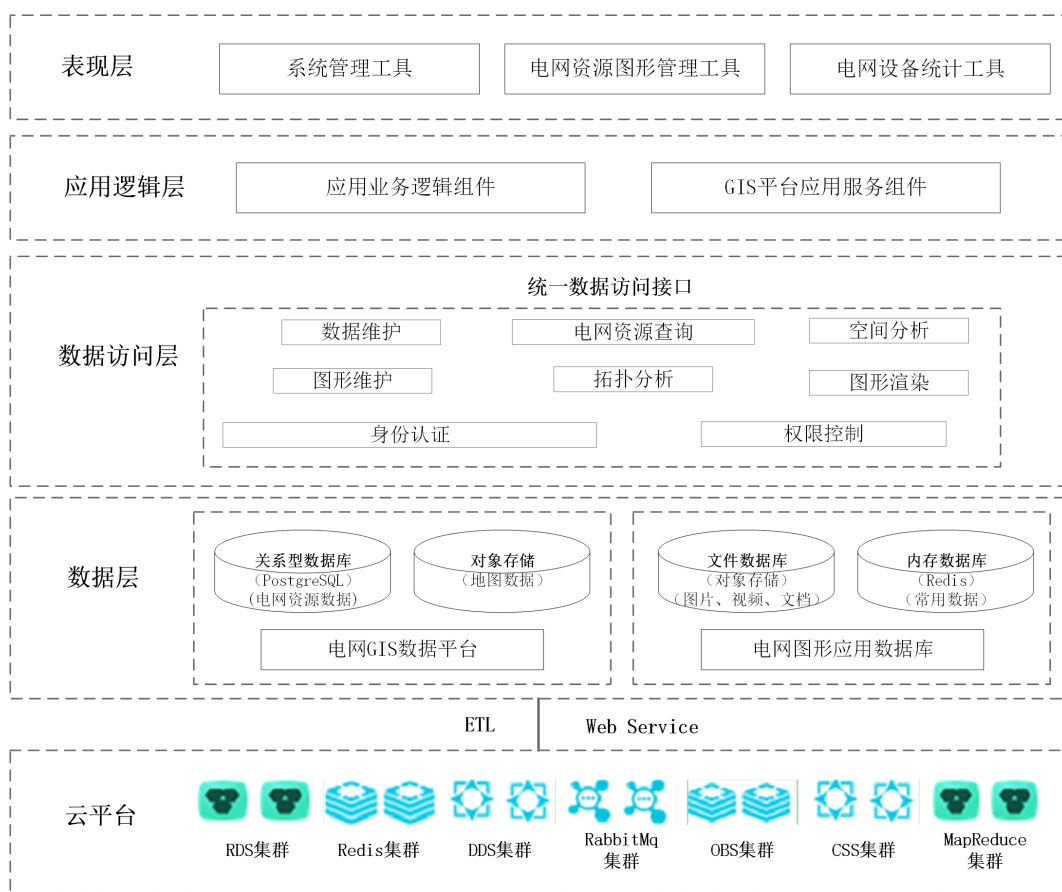


图1 系统技术架构

2.1 数据层

2.1.1 电网 GIS 数据平台

电网地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 数据平台是电网图形管理系统的核心，主要由存储电网图形数据、电网拓扑数据、属性数据和其他相关信息的空间数据库、存储基础地理信息数

据的文件数据库，以及与外部系统交换的数据构成^[6]。

电网图形数据和电网拓扑数据是电网运行的基础信息，通过这些数据，可以清晰地了解电网的布局、连接方式和运行状态。属性数据则包含与电网设备相关的各种信息，如设备的型号、规格、运行状态等。基础地理数据则是电网图形管理系统的另一个重

要组成部分^[7]。这些数据包括地形地貌、建筑物、交通线路等信息，为电网设备的布局和规划提供基础支持。通过电网 GIS 平台，这些数据得以集成，形成一个完整的数据体系。同时，电网图形管理系统提供了强大的图形管理功能，可以对这些数据进行维护和管理。主要包含主网图模数据、主网台账数据、配网台账数据、电厂数据、专变数据、地图数据等。

针对外部系统交换的数据例如电网 GIS 平台、营销用电采集管理系统、MIS 系统等外部系统的数据，对这些系统的数据类型、数据格式以及接入方式进行深入分析，采用 Web Service、ETL 等技术接入外部系统的共享数据，实现接入元数据的原生性，便于对接入数据的审计，保障底层接入数据的正确性。

2.1.2 电网图形应用数据库

电网图形应用数据库主要由管理数据和业务数据构成，是电网图形管理系统与业务应用之间的桥梁。它包含各类统计数据以及管理信息数据等，为业务应用提供信息源。管理数据主要包括电网设备的运行状态、维护记录、故障处理等信息，这些数据为电网设备的日常管理和维护提供了决策支持。业务数据则包含与电网运行相关的各种业务信息，如电力交易数据、用户用电数据、电费结算数据等。这些数据为电力公司的业务运营提供了基础支持。通过电网图形应用数据库，业务应用可以方便地访问这些数据，实现业务的自动化和智能化。同时，电网图形管理系统也提供了丰富的数据分析功能，帮助业务人员更好地理解和分析电网的运行状态和业务运营情况。

2.2 数据访问层

在数据访问层，应用逻辑组件通过统一的数据访问接口来维护存储在数据库和文件中的矢量图形数据、栅格数据、电网拓扑数据、属性数据和应用业务数据等。这些数据是电网图形管理系统的核心，它们包含电网设备的布局、连接方式、运行状态以及相关

的业务信息。

统一的数据访问接口使得应用逻辑组件能够以一致的方式访问和操作这些数据。无论数据是存储在数据库还是文件中，应用逻辑组件都可以通过这个接口进行数据的读取、写入、更新和删除等操作。这大大简化了应用逻辑组件的开发和维护工作，提高了系统的灵活性和可扩展性。此外，数据访问层还提供了数据访问的安全性和性能优化，通过身份验证和权限控制机制，确保只有经过授权的用户才能访问敏感数据。同时，通过利用空间大数据分析处理技术，并行地进行查询和栅格化出图的任务。这极大地提高了静态的空间大数据的显示性能。实时动态数据的可视化依靠的是显示端的性能优化方案。在这方面传统的方案都是优化对内存的利用策略来提高显示效率，由于动态显示的对象对内存的消耗较大，所以在资源有限以及保证运动流畅平滑的前提下显示的对象数量往往有所限制。利用空间大数据处理技术已经可以将实时动态的数据可视化，依靠 GPU 强大的图形运算能力来解决，提高数据访问的速度和效率，从而满足电网图形管理系统对实时性和高吞吐量的要求。

2.3 应用逻辑层

应用逻辑层主要包括应用业务逻辑组件和 GIS 平台应用服务组件两部分。

应用业务逻辑组件是电网图形管理系统的核心部分，它构建在电网 GIS 基础平台之上，作为数据层和表现层之间连接的桥梁。这个组件的主要功能是实现各类数据的维护、管理和统计分析结果生成。它包括主网数据管理、配网数据管理、主网数据统计、配网数据统计、电网综合统计等模块，该模块可以对电网图形数据进行增、删、改、查等操作，对电网拓扑数据进行管理和分析，对属性数据进行处理和统计。通过应用业务逻辑组件，表现层可以直接调用这些逻辑组件实现各类应用功能，如电网设备的查询、定

位、分析等。

GIS 平台应用服务组件是电网图形管理系统的另一个重要组成部分。这个组件提供各类电网空间信息服务和图形应用组件，主要包含图形浏览服务、查询定位服务、电网分析服务、空间分析服务等。这些服务可以被界面层各类应用调用，实现电网设备的可视化、交互式操作和分析。例如，图形浏览服务可以提供对地图进行无级缩放和任意方向上的漫游等操作，查询定位服务可以实现多种的地图定位方式，可让用户迅速地定位到城市的任意位置从而对电网设备进行快速定位和信息查询，电网分析服务可以对电网的运行状态进行分析和评估，空间分析服务可以对电网的空间布局和规划进行优化和决策支持。

通过应用业务逻辑组件和 GIS 平台应用服务组件的协同工作，电网图形管理系统可以实现电网设备的全面管理和可视化分析。同时，这两个组件也为系统的扩展性和灵活性提供了基础支持，可以根据实际需求进行定制和扩展。

2.4 表现层

电网图形管理系统的表现层包括系统管理工具、电网资源图形管理工具、电网设备统计工具等多个部分。

2.4.1 系统管理工具

系统管理工具是电网图形管理的核心功能之一，它提供了一套完整的系统管理功能。通过系统管理工具，用户可以对各类系统数据进行配置和管理，包括任务流程的管理、日志的管理等。这使得用户能够方便地管理和维护系统，确保系统的稳定性和安全性。

2.4.2 电网资源图形管理工具

电网资源图形管理工具是电网图形管理系统的另一个重要组成部分。这个工具主要由维护人员使用，主要完成主网图模数据、主网台账数据、配网台账数

据、电厂数据、专变数据等资源的维护管理。通过电网资源图形管理工具，维护人员可以方便地对电网图形数据进行编辑、更新和删除等操作，确保电网图形数据的准确性和完整性。该功能不仅可以为各生产部门提供方便易用的设施资料维护工具同时还在“分布式协同工作环境”支持下，彻底解决各部门之间图形与数据资料的“分散加工”与“整体共享”的矛盾，从而保证了资料的准确性、一致性和及时性，极大地提高了生产效率和管理水平。

2.4.3 电网设备统计工具

电网设备统计工具采用 B/S 架构，主要用来访问电网空间信息服务平台。这种架构使得用户可以通过浏览器直接访问电网图形管理系统，形象直观地浏览电网图形、查询定位和进行电网分析。可以按行政区、变电站或电力设施如线路、变压器分类对设备库检索查询，查询结果可以在地图上定位并漫游到该设备进行增强显示。空间大数据统计分析的结果以多种专题图风格进行可视化展示。这既包括传统的单值专题图、范围分段专题图、点密度专题图等类型，也包括结合当地统计等分析模型加入的热力图、迁徙图、流向图、聚类图、麻点图等多种类型的可视化效果^[8]。此外，基于一体化的电网拓扑模型，电网图形管理系统还可以实现面向客户的变更设备查询、电网历史版本查询等功能。这些功能为用户提供了更加全面和深入的电网分析和手段。

3 系统设计的关键技术

空间大数据既包括传统的静态地理空间数据，例如林地、水系、城市区划等，还涵盖通过 GPS 或者传感网络采集的实时动态位置数据。在巨大的数据量面前，更直观更高效地实现地理可视化是一项重要的关键技术。传统 GIS 主要针对矢量和影像数据提供不同的显示技术。影像数据通过压缩以及建立金字塔等手段提高

显示效率，而矢量数据尽管有很多优化手段但依然受浏览数据的数据量、精度和符号风格等因素所限。这些都是大数据阶段进行可视化要解决的问题^[9]。

空间大数据的地理可视化可以根据静态数据和动态数据提供不同的可视化方案，而最直观的问题往往都会集中在性能和效果上。静态数据的可视化在大数据应用中的需求会涉及数据的全貌显示，在进行缩放、平移等操作时，浏览上千万甚至上亿个空间对象^[10]。这样的数据处理方案能够有效地整合各种电力空间数据，可以为电力行业提供大量的实时数据和预测信息，有助于企业做出更加科学、智能的决策，提高企业的竞争力和可持续发展能力。

4 系统实施应用效果

系统推广应用后，用户可以通过数据集成，基于空间大数据技术，生产各类电网统计数据，可以查看设施变更情况，浏览电网设备、网架情况。这些数据为电力公司的业务运营提供了有力支持，使得用户能够更加全面地了解电网的运行状态和业务运营情况。

在电网规划中，存在大量的地理信息，如变电站位置、电厂位置、变压器位置等信息。通过电网图形信息管理，可以将这些位置信息与统计信息相结合，方便数据分析人员将统计信息与空间信息相结合。这样，数据分析人员可以更加清晰地掌握统计数据在真实世界中的分布情况，例如可以用于确定电力设备的密集区域和分散区域。

通过对电力设备分布的深入了解，电力公司可以更好地规划和分配资源。例如，在确定电力需求的热点地区后，电力公司可以优先在这些地区进行电网建设和升级，以满足日益增长的电力需求。同时，通过对潜在的风险地区的识别，电力公司可以采取相应的措施来降低风险，确保电网的安全稳定运行。

此外，电网图形信息管理还可以为电力公司提

供其他方面的支持。例如，通过电网设备的查询和定位功能，电力公司可以快速找到设备并进行维修和管理。此外，电网图形信息管理还可以为电力公司提供电网拓扑分析和空间分析功能，帮助电力公司更好地了解电网的运行状态和性能。

基于大数据可视化技术的电网图形信息管理系统为电力公司提供了全面的支持和帮助。通过产生各类电网统计数据、查看设施变更情况、浏览电网设备、网架情况等功能，电力公司可以更好地了解电网的运行状态和业务运营情况。同时，通过电网图形信息管理将位置信息与统计信息相结合，电力公司可以更好地规划和分配资源，提高电力供应的稳定性和可靠性。

5 结束语

所设计系统对电网统计信息和地理信息进行结合，利用空间大数据处理技术，集数据存储、计算、分析、服务于一体，将历年变化的统计信息和历年变化的电网地理信息进行综合分析可以提供更为深入的洞见和更为全面的解决方案。通过综合分析，可以将电网设备的数量、类型和分布情况与电网的地理环境、社会经济条件等综合考虑，从而更好地了解电网的运行情况、电力的供需情况和未来的发展趋势，是现代电力企业信息化管理的进步，具有重要的现实意义。

参考文献

- [1] 孙磊. N 供电公司电网图形资源管理系统应用研究 [D]. 银川: 宁夏大学, 2022.
- [2] 阎国年, 袁林旺, 陈昱, 等. 地理信息学科发展的思考 [J]. 地球信息科学学报, 2024, 26(4): 767-778.

- [3] 杨德宇. 基于Java的图形化配网调度运行管理系统设计与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2020.
- [4] 欧阳桂秀. 基于Java和MySQL的数据库管理系统的设计与实现 [J]. 信息记录材料, 2022, 23 (9): 240-242.
- [5] 卢鑫书, 司鹏琴. 电气安装中的智能化能源管理系统的性能分析与优化策略研究 [J]. 家电维修, 2024 (5): 101-103.
- [6] 李建峰, 张威望, 张勃, 等. 土地管理地理信息处理系统软件开发与应用 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2022 (4): 57-59.
- [7] 庞山. 基于大数据技术的电力系统信息化运维体系研究 [J]. 互联网周刊, 2024 (9): 20-22.
- [8] 陈国辉. 智能化电力管理系统的设计与优化分析 [J]. 集成电路应用, 2024, 41 (3): 236-237.
- [9] 刘建业, 杨军, 陈杰. 无功补偿多功能检测系统的设计与研制 [J]. 电器工业, 2024 (5): 20-24.
- [10] 李永娜. 大数据技术在大规模储能电池管理系统中的应用 [J]. 储能科学与技术, 2024, 13 (4): 1353-1355.

(收稿日期: 2024-05-17)