

研发电网信息模型 (GIM) 技术, 构建智能电网信息共享平台

盛大凯, 郅鑫, 胡君慧, 吴志力, 齐立忠
(国网北京经济技术研究院, 北京市 100052)

摘要:从信息技术与工程技术的角度,系统地分析了输变电工程各阶段信息化应用重点及数字化技术应用情况,提出了电网信息模型 (grid information model, GIM) 概念,并建议建立以 GIM 为基础的智能电网信息模型共享平台,推进“信息流和业务流”的融合。

关键词:电网信息模型 (GIM); 数字化; 智能电网; 全寿命周期; 信息共享平台

Conducting Research and Development of Grid Information Model (GIM) Technology and Constructing the Sharing Platform of Smart Grid Technology Information

SHENG Dakai, QIE Xin, HU Junhui, WU Zhili, QI Lizhong

(State Power Economic Research Institute, Beijing 100052, China)

ABSTRACT: Systematic analysis of the information application keys and the applications of digital technology were carried out for various stages of power transmission and transformation projects, from the perspectives of information technology and engineering technology. The concept of grid information model (GIM) was proposed and the sharing platform of smart grid information based on GIM was established to promote the integration of the “information flow and business flow”.

KEYWORDS: grid information model (GIM); digitalized; smart power grid; life-cycle period; information sharing platform

中图分类号: TM 72

文献标志码: A

文章编号: 1000-7229(2013)08-0001-05

DOI: 10.3969/j.issn.1000-7229.2013.08.001

0 引言

国家电网公司提出加快建设坚强智能电网,实现“电力流、信息流、业务流”的高度一体化融合^[1],其中信息化是建设坚强智能电网的基本途径^[2]。信息化的关键之一是对各种信息资源进行深层次、多元参数融合、协同处理,为项目规划、设计、生产运行各阶段提供更为详实的工程信息。建立信息模型是实现信息共享的有效手段,以公共信息模型 (common information model, CIM) 为例, CIM 是以面向对象的方式描述了电力系统各领域的模型,是 IEC 61970 的核心内容^[3]。早期的 CIM 主要内容为能量管理系统 (energy management system, EMS) 信息模型中的对象,目前已经逐渐扩展到电力系统运行的所有公共对象^[4]。该模型标准主要侧重于电网运行阶段,注重

智能电网调度技术支持系统的实际应用。

目前电网成体系的工程信息模型研究较少。本文从信息技术与工程技术的角度,系统地分析输变电工程信息化各阶段应用重点及数字化技术应用情况,提出了电网信息模型 (grid information model, GIM) 概念。GIM 是依托地理信息系统 (geographic information system, GIS), 将电网的组成元素数字化,以信息模型为载体,集成每个元素全寿命周期内的信息,实现信息的高效、准确、全面的应用。

1 输变电工程信息化初步梳理

1.1 设计阶段

设计是工程建设的龙头,只有抓住源头,才能把握住信息流的主脉。在工程设计的初始阶段建立起信息载体,才能服务好后续工作,才能将工程各阶段的海量信息整合应用。近年来,伴随着数字化设计技

基金项目:国家电网公司科技项目 (KJXM 2011)06)。

术的研究与应用,研究建立以设备模型为载体的设计信息集成技术(包含三维图形、地理信息、工程结构化和非结构化数据),推动了数字化设计技术的广泛应用,使设计成果正逐步从工程设计图纸向数字化设计成果过渡^[5-6]。

1.2 施工阶段

施工是工程建设的重要阶段,近年来在输变电工程施工管理中正逐步探索应用以可视化模型为基础的施工管理平台,实现现场工程进度可视化,现场施工模拟三维化,使管理者和其他相关工作人员能够真实、直观、全面地了解工程建设情况,综合管理各单位的信息,提高管理水平^[7]。

1.3 运行阶段

目前国家电网公司建立了生产管理系统(production management system, PMS),以设备管理为核心,涵盖了设备管理、缺陷管理、检修试验管理、故障管理、检修试验管理等多项业务^[8]。近年来基于GIS的PMS系统研究应用也在一些地区取得了进展,以福建省为例,初步建立一个基于GIS,集成输电、变电等一体化电力生产管理系统,进一步加强了生产阶段信息化建设水平^[9]。

1.4 小结

从以上分析可以看出,输变电工程规划、设计、物资采购、施工、运行各个阶段均有对输变电工程的设备信息模型和地理信息模型的共同需求。

2 GIM概念的提出

电网需要建立一个全新的输变电工程设计、施工、运行等各阶段使用的信息模型,将各阶段的数据资料收集整理,包含在信息模型中,让工程全生命周期中各个阶段的工作人员使用该模型时,都能获得精确完整的数据。

从2002年来,国际建筑行业兴起了以建筑信息模型(building information model, BIM)为核心的建筑信息化应用。BIM综合了所有的几何模型信息、功能要求和构件性能,将一个建筑项目整个生命周期内的所有信息整合到一个单独的建筑模型中,而且还包括施工进度、建造过程、维护管理等过程信息^[10]。

BIM技术虽然具备全过程信息共享的理念,但是由于仅局限于单一建筑模型,与电网这种网状结构相比差异性较大,同时需求推动不足。

此外,国内发电行业提出了数字化电厂概念,通过设计单位进行三维设计,为业主提供包括三维立体设计模型、设计文件及资料、工程建设过程中的管理资料,辅助业主建立平台,收集项目投产后的运行记

录资料,为管理和运行提供即时有效的决策参考资料和依据^[11]。这与BIM系统有相似之处,但规模及作用更为重要。目前发电行业正在研究分层控制等技术,因其需求明确,业主正在逐步推动有关研究。电厂相对电网而言,可以看成电网的一个节点。

目前电网的现状是:各阶段自成系统,不同系统之间对工程信息有着共性需求,但是由于业务划分和平台建设不同期等原因,信息被分割成一个个孤岛,无法实现高效的信息共享。由于信息重复录入,不仅增加了大量工作,同时也降低了信息的正确性。以目前输变电工程为例,设计阶段的正逐步探索应用的三维数字化模型仅在设计院内部初步实现了信息共享,未实现与其他系统的跨平台应用。其他系统的工程信息还需要人工录入,由于设备基础数据量大,数据完整率和参数完整率2个方面也不同程度存在一些问题^[8]。

通过总结不同行业的研究情况,研究信息技术在输变电工程应用特点,考虑到输变电工程各阶段信息需求各有侧重,提出GIM概念。GIM梳理共性需求,将可传承性的输变电工程信息加以规范,建立统一的模型框架和描述方式,实现不同平台的采集及应用。

GIM是一种方法,通过与之配套的技术才能有效实施,这些技术包括CAD技术、参数化建模技术、数据库技术、GIS技术等。GIM技术以数据库为基础,研究通用的模型接口技术和统一的编码系统,建立贯穿输变电工程全过程的信息模型。

3 GIM技术的特点与优势

3.1 虚拟性

从输变电工程设计伊始开始建立实体模型,并作为信息的载体,推进工程全过程的可视化、虚拟化。目前的技术已经具备建立数字化三维虚拟模型(以数字地球为例,已经从二维向三维跨越^[12]),同时电网自身的特点需要实现与GIS高度整合,相关模型数据与GIS系统实现分层显示。

3.2 关联性

按照不同需求,确定建立统一的模型接口和信息分层,实现工程建设中不同信息需求各方之间信息协同,向设计阶段延伸可以实现各设计专业间的信息传递、共享,推进协同设计;作为开放式的信息载体可以实现设计、建管、物资、运行等各单位之间信息传递和共享,解决数据断层,实现工程信息一次录入多次采用。建立以GIM为基础的承载信息的数据库,实现跨平台共享及信息采集。

3.3 仿真性

利用 GIM 技术,可以实现输变电工程模拟施工、模拟抢修、模拟漫游等功能,同时具备与在线监测信息的关联接口,可以为生产部门提供结构化和非结构化的工程数据,实现各种培训工作。

3.4 全寿命周期性

利用 GIM 技术,可以大幅提高数据采集的能力。利用 GIM 的共享知识信息资源,可以为设备从采购到报废的全寿命周期中的所有决策提供可靠依据。

3.5 安全性

根据电力系统等级保护要求,GIM 属于非控制区,作为信息模型,按照“标准先行,试点应用”的原则进行安全防护,按照分阶段、分区域设置不同的查询和应用等级,确保工程信息安全可靠。GIM 框架如图 1 所示。

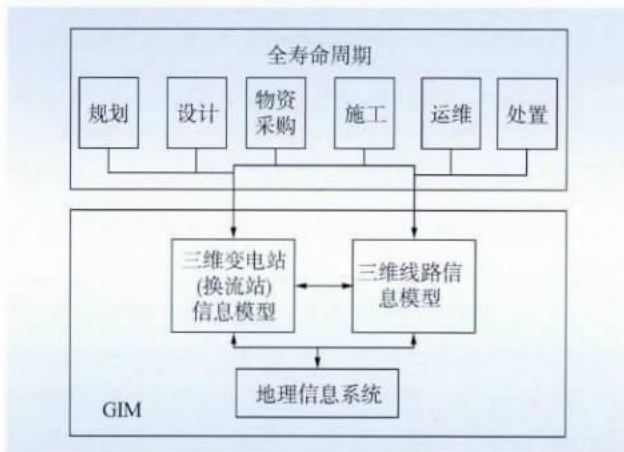


图 1 GIM 框架
Fig.1 Frame of GIM

4 GIM 的建立

研究建立 GIM,是实现工程建设阶段信息流和业务流融合的重要举措,GIM 需要贯穿工程建设的整个过程,这就需要工程建设的各阶段的参建单位以及后期的运行单位共同参与。

输变电工程设计是整个工程信息的起点,因此建立 GIM 的前提是工程设计必须实现数字化设计,否则设计单位将进行大量的重复性工作。近年来伴随着计算机软、硬件技术的进步,在设计单位内部,设计信息传递的日益便捷,多专业、跨区域、多平台整合之势日趋显现。特别是以三维数字化设计技术为代表的新设计技术在输变电工程中不断得以应用,为 GIM 提供了数据基础。设计单位是建立模型的关键环节,其工程设计信息覆盖工程建设的全过程,包括:可行性研究阶段、初步设计阶段、施工图阶段、竣工图阶段。电网信息流程如图 2 所示。

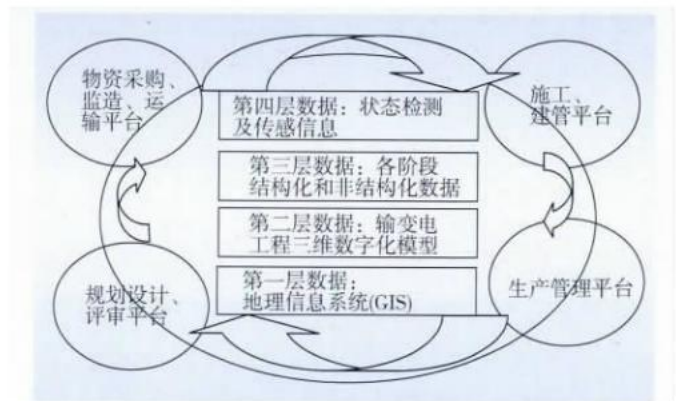


图 2 电网信息流程
Fig.2 Grid information process

4.1 数据接口

建立 GIM,首先要解决的是信息断层问题。在信息录入阶段断层主要体现在设计文件与各应用平台之间无法互联互通,因此需要从数据层面分析各阶段信息需求。同时单靠设计信息与各平台进行接口研究还不能解决信息孤岛问题,需要构建以 GIM 为基础的工程数据库才可以将信息流和业务流进行进一步的融合。

4.2 数据结构

电网运行设备种类繁多,数量巨大。首先建立三维数字化模型,涵盖结构化和非结构化的数据框架,以三维数字化模型为载体,通过多种信息采集手段实现对设备的信息化管理,通过建立通用的 GIM 接口可以实现采购、生产、运输、安装阶段的工程数据库共享整合,进而通过在线监测技术实现设备运行阶段的信息掌控,提高设备全寿命周期管理水平。以某工程杆塔为例:通过设计单位设计确定杆塔的基本参数要求、总体外形尺寸要求及相关地理信息数据,提出三维数字化模型;设计方案审查后,确定主要技术参数信息,主要以结构化数据存储于模型中,设计单位将信息传递给物资采购平台;在确定生产厂家后,由设计单位将有关生产制造信息录入到模型中,并将模型和有关图纸进一步提交给施工平台和施工管理平台;施工单位和建设管理单位将施工情况补充完善,由设计单位将包含竣工图及前期全部内容的信息移交给运行单位;根据杆塔检修、运维的数据,实现对设备全寿命周期的管控。输电线路信息模型如图 3 所示。

GIM 研究的目的是以电网中主要组成元素(变电站设备、线路杆塔等)为切入点,分析现有的海量数据,梳理出在输变电工程建设阶段各个信息平台之间的共同点,进行系统的融合研究,以 GIM 为基础推动信息数据的一次录入多次采用,构建具有可视化、全寿命周期智能电网应用平台。

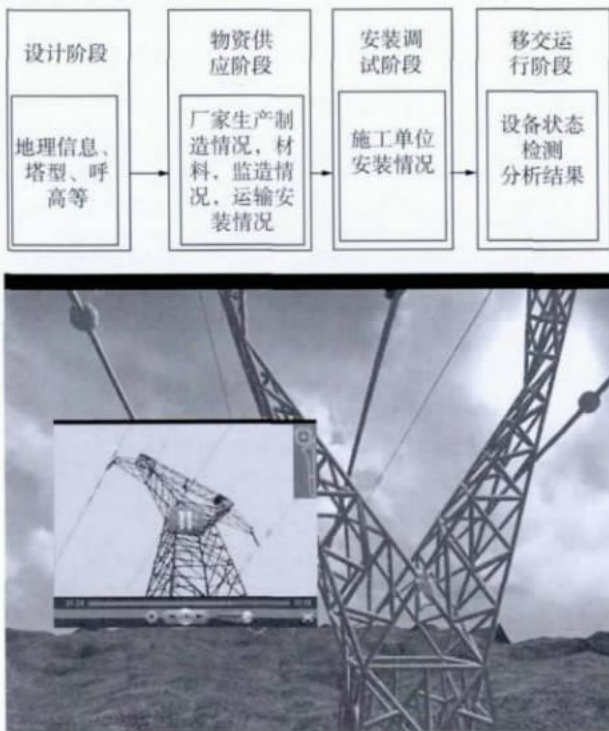


图3 输电线路信息模型

Fig. 3 Information model of power transmission line

5 构建智能电网信息共享平台

一些学者通过研究认为数字地球再加上物联网就可走向智慧地球^[12],从某种角度而言,电网信息模型与传感器技术的深度整合,构建智能电网信息共享平台,将可以进一步推进智能电网技术的应用。

国家电网公司正在建立输变电设备状态监测系统,建立统一的标准开放的信息技术框架,规范各类输变电设备状态监测装置的数据处理,实现重要输变电设备状态和关键运行环境的实时监测、预警、评估等功能。在线监测系统如果与前期模型信息进行整合^[13],可以实现构建以电网信息模型为基础的工程数据库,为在线监测系统提供更为详实的工程模型,推动建设、运行等各应用层的信息关联,最终融合输变电工程规划、建设、运行阶段的信息流和业务流。智能电网信息共享平台建设构想如图4所示。

6 下一步发展及建议

智能电网的建设是逐步使电网具有智能化的过程^[14],是复杂的系统工程,需要一系列的新技术、新设备的支撑,输变电工程建设阶段的信息化应用,将促进电网智能化进程。以数字化设计为代表的新一代设计技术正在逐步改变输变电工程设计,使设计单位具备提交更丰富、详实和精细的数字化设计成果^[5]。以此为基础,充分利用这些设计成果研究建

立具有通用性的GIM,推动输变电工程全过程的信息化建设。同时加强对物联网技术的进一步研究和应用,推进三维数字化评审、三维模拟化施工、可视化施工管理、可视化物资采购供应管理、在线监测可视管理等应用平台建设,推动电网公司的数据流和业务流融合。

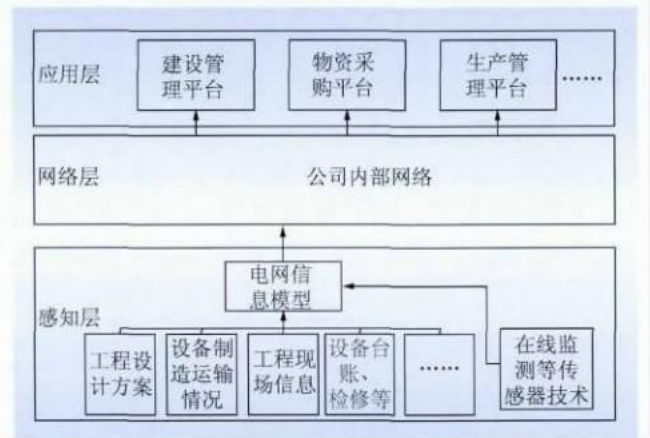


图4 智能电网信息共享平台建设构想

Fig. 4 Idea of sharing platform for smart grid technology information

现阶段GIM还存在以下几个方面的问题需要深入研究:

①标准研究。以BIM为例,BIM技术的应用和推广借助了IFC标准^[15],实现了不同软件之间交换设计数据^[16]。相比之下更为复杂的GIM目前也存在信息标准和接口不统一的情况。以设计阶段三维模型为例,目前已经存在DWG、DGN等多种格式数据信息,数据信息存储方式各异,各应用阶段尚没有统一的数据接口。这就需要开展以GIM为基础的工程数据中心建设研究,分析模型接口和编码标准,制定统一的标准,促进各应用平台接受和使用。研究所形成的标准也将促进我国在电网建设阶段技术优势转化为先进的标准优势。

②网络传输和数据库技术。随着云时代的来临,大数据(big data)吸引了越来越多的关注。输变电工程信息作为大数据重要组成部分,也已成为电网企业重要的资产。推动以GIM为基础的工程数据库的研究,进一步提高电网企业获取和收集信息的能力,同时需开展分区分级应用研究和网络技术研究,提高信息的安全性。另外进行新型结构的数据库技术研究,推进信息存储与共享。

③信息挖掘技术。数据分析能力正在成为企业的核心竞争力。通过建立GIM,为信息挖掘技术的研究提供了数据基础,下一阶段需要加强数据分析的研究。

7 参考文献

- [1] 张文亮,刘壮志,王明俊,等. 智能电网的研究进展及发展趋势[J]. 电网技术,2009,33(13):1-11.
- [2] 胡君慧,盛大凯,鄢鑫,等. 构建数字化设计体系,引领电网建设发展方向[J]. 电力建设,2012,33(12):1-5.
- [3] 鄢鑫,齐立忠,胡君慧. 三维数字化设计技术在输变电工程中的应用[J]. 电网与水力发电进展,2012,28(11):23-26.
- [4] DL/T 890.301—2004 能量管理系统应用程序接口(EMS-API):第301部分 公共信息模型(cim)基础[S]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [5] 曹阳,姚建国,杨胜春,等. 智能电网核心标准 IEC 61970 最新进展[J]. 电力系统自动化,2011,35(17):1-4.
- [6] 丁永福,刘皓,万明忠,等. 宁东—山东±660 kV 直流输电示范工程三维数字化移交[J]. 电力建设,2011,32(2):39-42.
- [7] 高毅,袁敬中,万明忠,等. 三维数字沙盘技术综合平台辅助电网工程建设的应用研究[J]. 华北电力技术,2009(6):22-26.
- [8] 王德志. 提高 PMS 生产管理系统的策略[J]. 电力安全技术,2011,13(9):14-16.
- [9] 李功新. 基于 GIS 的电网生产管理系统建设与应用[M]. 北京:科技出版社,2008:74.
- [10] H Edward Goldberg. The Building Information Model[J]. CADalyst. Eugene, 2004,21:56-58.
- [11] 黄增宏,郭晓克,孙岳武. 数字化电厂设计实现的探讨[J]. 吉林电力,2004(6):27-29.
- [12] 李德仁,龚健雅,邵振峰. 从数字地球到智慧地球[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2010,35(2):127-132.
- [13] 向辉,熊妮娜,姚艺强,等. 三维可视化在线监测及预警系统在特高压交流试验示范工程中应用的研究与实现[C]//全国电力企业信息化大会论文集. 天津:中国电力企业联合会科技开发服务中心,2009.
- [14] 陈树勇,宋书芳,李兰欣,等. 智能电网技术综述[J]. 电网技术,2009,33(8):1-4.
- [15] 邱奎宁,王磊. IFC 标准的实现方法[J]. 建筑科学,2004,20(6):76-78.
- [16] 曾旭东,谭杰. 基于参数化智能技术的建筑信息模型[J]. 重庆大学学报:自然科学版,2006,29(6):107-110.

收稿日期:2013-06-13 修回日期:2013-07-15

作者简介:

盛大凯(1960),男,教授级高工,从事电力系统规划、设计及电网安全稳定分析方面研究;

鄢鑫(1982),男,工程师,从事变电站设计、咨询工作, E-mail: qiexin@chinasperi. sgcc. com. cn;

胡君慧(1965),男,高级工程师,从事变电站设计、咨询工作;

吴志力(1969)男,高级工程师,从事输变电工程规划设计咨询工作;

齐立忠(1968),男,高级工程师,从事输电线路设计、咨询工作。

(编辑:魏希辉)