

## 基于BIM的电力基础设施运维管理系统

李舒涛, 吴劲松, 张少峰, 赵德宁, 廖霄

引用本文:

李舒涛, 吴劲松, 张少峰, 赵德宁, 廖霄. 基于BIM的电力基础设施运维管理系统[J]. 南方能源建设, 2022, 9(增刊1): 30-35.

LI Shutao, WU Jinsong, ZHANG Shaofeng, ZHAO Dening, LIAO Xiao. Electric Power Infrastructure Operation and Maintenance Management System Based on BIM[J]. *Southern Energy Construction*, 2022, 9(增刊1): 30-35.

---

### 相似文章推荐 (请使用火狐或IE浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

#### 多源海洋测绘数据无缝管理及其应用研究

Research on Seamless Management of Multi-source Marine Survey Data and Its Electric Implementation

南方能源建设. 2016, 3(2): 152-155 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.02.030>

#### 大型港电煤一体化能源基地信息化综合规划方案研究

Research on Comprehensive Planning Scheme for Informatization of Large-scale Port-Electricity-Coal Energy Base

南方能源建设. 2015, 2(1): 32-36,41 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.01.006>

#### 智能配电房的系统设计和技术方案研究

Research on the System Design and Technical Route of Smart Distribution Substation

南方能源建设. 2018, 5(z1): 100-105 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.S1.018>

#### 智慧海上风电场的定义、架构体系和建设路径

Definition, Architecture and Constructive Route of Intelligent Offshore Wind Farm

南方能源建设. 2020, 7(3): 62-69 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2020.03.008>

#### 基于全生命周期的二次设备技改策略研究

Research on Technical Transformation Strategy of Secondary Equipment Based on the Life Cycle Cost

南方能源建设. 2015, 2(z1): 212-217,225 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.S1.047>

# 基于BIM的电力基础设施运维管理系统

李舒涛<sup>1,2,✉</sup>, 吴劲松<sup>1,2</sup>, 张少峰<sup>1</sup>, 赵德宁<sup>1</sup>, 廖霄<sup>1</sup>

(1. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广东广州510663;

2. 华南理工大学电子与信息学院, 广东广州510640)

**摘要:** [目的] 目前传统的电力基础设施运维管理系统的精细化、可视化程度较低。为了提高运维管理质量和效率, 文章研究并提出了基于BIM可视化及信息化技术的电力基础设施运维管理方法。[方法] 为了实现该运维管理方法, 对现有系统架构做扁平化处理, 将BIM模型定义为核心数据载体。拥有独立数据库的外围系统可直接提取BIM数据或展示BIM模型。[结果] 实际工程表明: 利用BIM可视化及信息化技术, 有效提升基础设施运维管理水平。[结论] 文章所提基于BIM的电力基础设施运维管理系统可进一步地运用在实际工程中。

**关键词:** BIM; 全生命周期; 电力基础设施; 运维管理; 三维可视化; 信息化

中图分类号: TM73; TP308

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2022)S1-0030-06

开放科学(资源服务)二维码:



## Electric Power Infrastructure Operation and Maintenance Management System Based on BIM

LI Shutao<sup>1,2,✉</sup>, WU Jinsong<sup>1,2</sup>, ZHANG Shaofeng<sup>1</sup>, ZHAO Dening<sup>1</sup>, LIAO Xiao<sup>1</sup>

(1. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China;

2. School of Electronic and Information Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** [Introduction] At present, the traditional power infrastructure operation and maintenance management system has a low degree of refinement and visualization. In order to improve the quality and efficiency of operation and maintenance management, [Method] this paper studied and proposed a power infrastructure operation and maintenance management method based on Building Information Modeling (BIM) visualization and information technology. In order to realize the operation and maintenance management method, the existing system architecture was flattened, and the BIM model was defined as the core data carrier. The peripheral system with an independent database could directly extract BIM data or display the BIM model. [Result] The actual project shows that using BIM visualization and information technology to effectively improve the level of infrastructure operation and maintenance management. [Conclusion] The proposed BIM-based power infrastructure operation and maintenance management system can be further used in actual projects.

**Key words:** building information modeling; full life cycle; electric power infrastructure; operation and maintenance management; 3D visualization; informatization

2095-8676 © 2022 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

## 0 引言

BIM (Building Information Modeling), 即建筑信息模型<sup>[1]</sup>, 是指以建筑工程项目的各项相关信息

数据作为基础, 建立起三维建筑模型, 通过数字化手段描述建筑物所具有的真实信息<sup>[2]</sup>。BIM是建筑物管理的一个理想载体, 贯穿全生命周期的五大阶段, 即策划与规划、勘察与设计、施工与监

收稿日期: 2021-11-02 修回日期: 2021-12-07

基金项目: 中国能建广东院科技项目“数据中心及控制中心关键BIM技术研究及应用”(EV04071W)

理、运行与维护、改造与拆除。利用BIM可视化及信息化技术,可有效提升基础设施运维管理水平。

针对电力基础设施运维管理系统产生海量数据以及不断涌现诸如云计算<sup>[3]</sup>、大数据<sup>[4]</sup>、物联网<sup>[5]</sup>等先进技术,目前市场上缺少一个可以将众多新技术集成在同一平台的物理模型可视化管理系统。本文将BIM技术应用在电力基础设施运维管理系统建设中,对运维管理系统平台进行架构和实现,并对基于BIM的运维管理系统的功能进行介绍,以期利用BIM的可视化、存储基础设施物理信息等优势改进现有电力基础设施运维管理系统。

## 1 现状及问题

随着我国电网数字化的不断建设,电力基础设施的建设力度也随之加大,其中电力基础设施运维管理系统的建设直接关系到数字电网是否能够安全稳定地运行<sup>[6-8]</sup>。电力基础设施运维管理系统通过信息化、智能化等手段,实现对电力基础设施的管理。电力基础设施运维管理主要包含动力环境监控、设备运行维护、设备检修等几个主要方面,目前的主要管理手段是通过传感器获取环境参数和设备状态,再通过不同的信息管理系统将数据采集、归类、分析、储存,然后展示给用户<sup>[9]</sup>。部分信息则需要手工录入,例如设备台帐和检修状态信息。这样的方式存在如下问题:

1) 生命周期各环节的信息无法连贯一致。策划与规划、勘察与设计、施工与监理、运行与维护、改造与拆除各生命周期环节的信息无法连贯一致,电力基础设施的模型不断变化导致相应的运维管理系统也需要不断调整更新,一方面需要人力物力,一方面难以保证系统的准确性<sup>[10]</sup>。

2) 运维管理系统里的电力基础设施模型通常要通过诸如3DMAX之类的三维建模软件对原本二维CAD进行重新建模<sup>[11]</sup>,而建模者一般缺乏电力基础设施的相关专业知识,所以导致一方面建模效率较低,一方面建模准确性无法保证,难以与现场实际情况完全吻合。

3) 运维管理系统的功能单一,维度不够全面。系统仅关注温湿度、电力等基础性指标,未对电力基础设施的能耗、可用性、可靠性等指标进行建模监控分析,不利于大型电力基础设施的高效管理<sup>[12]</sup>。

## 2 基于BIM的运维管理技术实现

近年来,BIM可视化及信息化技术被证明为有效提升运维效率的利器之一,可是目前大部分电力基础设施没有加以应用,传统的运维管理方式越来越无法满足电力精细化运维管理的要求。

### 2.1 传统设施管理技术

FM (Facility Management, 设施管理)<sup>[13]</sup>是指运用多学科专业,集成人、场地、流程和技术来确保基础设施良好运行的活动。经过几年发展,业界已形成一套主流技术路线,即“BIM建模软件+现有设施管理软件”,并且出现几款较为成熟的软件,前者包括Revit、Tekla、CADpipe、CADduct等,后者包括FM: Systems、Maximo、ArchiBUS等。如按照该路线走,首先要把BIM模型信息传递给运维管理软件使用,另外要改造或提升现有运维管理软件对BIM数据的接收和处理能力,也就是两类软件系统要建立起有效的沟通机制,通过接口进行数据交互<sup>[14]</sup>。目前较为常用的系统架构如图1所示。

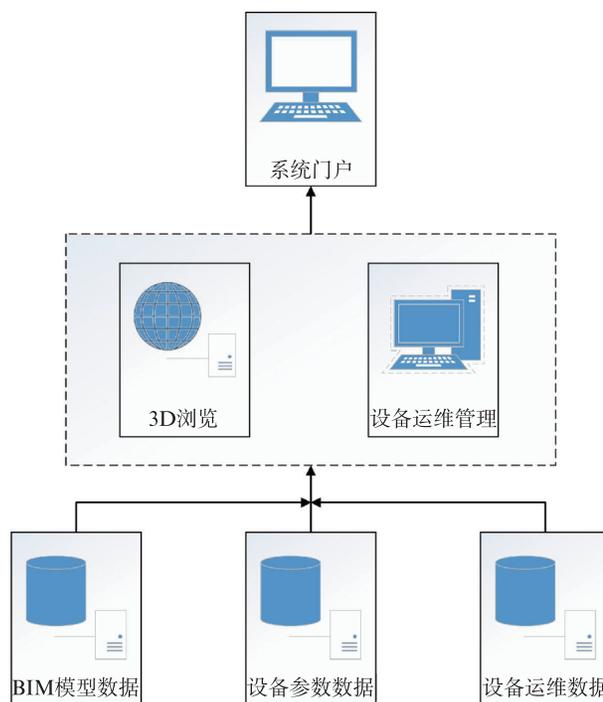


图1 典型的运维系统架构图

Fig. 1 Typical operation and maintenance system architecture diagram

### 2.2 以BIM为核心的运维管理技术

基于上述提到的电力基础设施运维管理系统缺陷,以及FM管理系统的不足,如设备的空间布局、

空间结构等信息无法直观体现,紧急情况发生时不利于故障设备的快速定位,运维模式相对滞后,事故发生时一线运维人员无法即时掌握电力基础设施相关运行关键信息,本文提出一套以BIM模型为核心的电力基础设施运维管理体系。实现该体系,首先需要对现有系统架构做扁平化处理,将BIM模型定义为核心数据载体,把设计施工模型扩展为运维模型,里面各种构件增加相关的运维参数,外围系统可直接提取BIM数据或展示BIM模型。另外,外围系统拥有独立数据库,系统间也可以做集成,形成一个有机整体。这样一来弥补了现有运维系统可视化程度低、精准度不足、数据关联性差等缺陷,二来可以将BIM数据从最底层解放出来,让其充分发挥用途多元化的优势,激发其活性。结合电力基础设施运维管理的实际情况,提出的运维管理系统架构如图2所示。

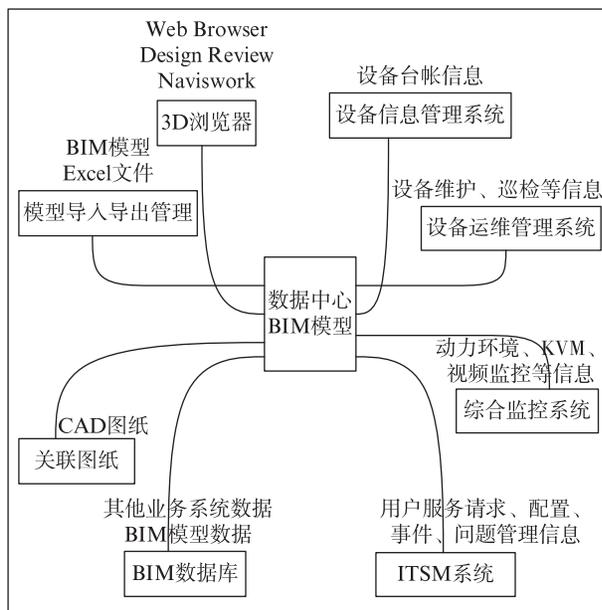


图2 以BIM模型为核心的运维系统架构图

Fig. 2 Architecture diagram of the operation and maintenance system centered on the BIM model

BIM模型可存储设计、施工、运维等信息,与运维管理系统相结合,保持项目全生命周期各环节信息高度一致,减少反复的工作量,极大地提高系统的准确性。如图3所示,通过BIM模型形成监控系统所需电力基础设施模型的方法及步骤如下:

1) 用BIM建模软件(如Revit)对电力基础设施进行BIM建模,根据与运维管理系统约定的建模规范,赋予模型相关信息;

2) 通过BIM建模软件导出FBX等文件,导出3D视图;

3) 在Unity或其他类似软件中烘焙模型,导出机柜等设备模型;

4) 把上述文件导入三维管理引擎,通过修改配置完成动态加载;

5) 绑定数据服务,实现业务逻辑。

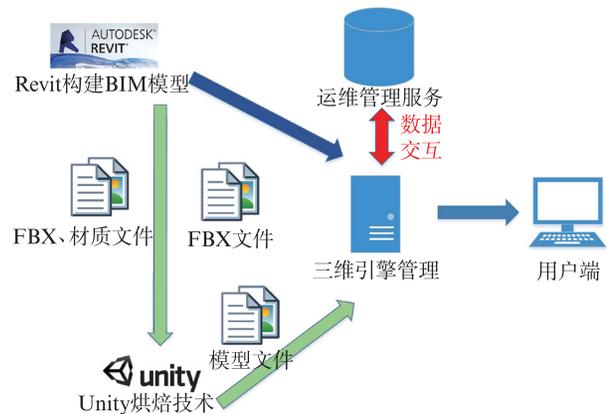


图3 以BIM模型形成的电力基础设施模型

Fig. 3 Power infrastructure model formed by BIM model

BIM模型的小范围更新可以通过手工修改,或者通过其他系统触发,主要体现在:

1) 如设备搬迁移位可通过手工在模型中修改,或在运维管理系统中输入一个新的位置,让其发送到模型中触发模型自动更新。

2) 弱电、光纤等线缆接入也要随着设备位置的变更而发生改变。

大范围改动可通过模型导入方式更新,如新增一列机柜,每个机柜都有新设备上架,上架后需要接入供配电和综合布线系统。这种情况下,较佳的方案是先做好模型整体后再导入系统,配线信息可通过Excel表导入或在操作界面上输入<sup>[15]</sup>。导入后的运维系统数据应当做相应的匹配与调整。

### 3 基于BIM的运维管理系统功能

#### 3.1 综合监控功能

BIM模型通过三维及信息化等方式可如实地反应电力基础设施的实际情况,其赋予的信息大大提升了系统的监控功能,主要体现在:

1) 可精确定位机柜、设备、线缆、配线架端口等设备材料,并且可以根据楼层、用途等分类筛选,如图4所示。



图4 设备精确定位

Fig. 4 Accurate positioning of equipment

2) 通过模型全方位整合建筑、供配电、暖通、综合布线、弱电智能化(含门禁、视频监控等)等专业, 形成一体化综合监控, 通过各专业系统间的数据关联及交互, 实现容量规划、可视化展示、智能管控联动、故障影响分析、主动运维、培训演练等功能, 如图5所示。

3) 通过接口规范与IT设备管理等系统进行数据交互, 实现自动派单、分类故障处理、移动巡检、设备可用性分析等功能, 其中设备健康度评测如图6所示。



图5 异常设备一键定位

Fig. 5 One-click location of abnormal equipment

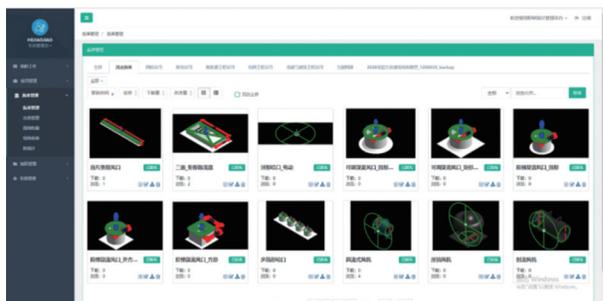


图6 设备信息管理

Fig. 6 Equipment information management

### 3.2 设备信息和运维管理功能

1) 设备信息管理: 主要管理设备的台帐信息,

通过BIM模型管理系统获取三维模型后, 可以对模型进行后期处理, 如向构件插入更详细的设备信息。该系统与设备管理系统、综合监控系统等均产生数据交互, 为它们提供设备的详细信息。

2) 设备运维管理: 该系统功能与设备信息管理系统类似, 通过BIM模型管理系统获取模型, 再把详细的运维数据嵌入模型中以更完善的参数来表达更深入的运维信息, 该信息可能是运维人员日常关注的信息, 如巡检记录、维修记录。设备运维管理界面如图7所示。



图7 设备运维管理

Fig. 7 Equipment operation and maintenance management

3) 项目全生命周期信息管理: 以设计信息为基础, 在施工阶段不断完善和补充相关信息, 最终形成运维信息, 保证了项目全生命周期环节信息高度一致, 极大提高了运维信息的准确性。

## 4 结论

电力基础设施运维管理是一个系统而全面的工程, 其基础是设备运行数据的长期准确检测和分析<sup>[9]</sup>。随着电力基础设施功能的多样化、相关系统的复杂化和智能化程度的提高, 对运维管理系统的要求也逐渐升高。BIM在建筑行业的应用已经非常广泛, 目前电力基础设施方面的研究和应用仍有待进一步提高。本文提出的基于BIM的可视化及信息化技术可以有效提高电力基础设施运维管理的效率和质量, 从而提升电力基础设施的可用性和可靠性。

本文的电力基础设施运维管理系统主要围绕专业机房提出, 但是电力基础设施不仅仅涉及电力调度中心、信息中心等核心场景, 还包括了各电压等级变电站、营业网点、线路走廊等等关键场景。该模型在未来可推广应用于电力一次、电力二次以及输电线路等更多的电力基础设施。

## 参考文献:

- [1] 韩茂林, 王志忠, 岑银, 等. 基于BIM技术的变电站三维全景监视系统设计[J]. 电工技术, 2021(3): 158-161. DOI: 10.19768/j.cnki.dgjs.2021.03.053.  
HAN M L, WANG Z Z, CEN Y, et al. Design of three-dimensional panoramic monitoring system for substation based on BIM technology [J]. Electrical Engineering, 2021(3): 158-161. DOI: 10.19768/j.cnki.dgjs.2021.03.053.
- [2] 刘占省, 孙啸涛, 史国梁. 智能建造在土木工程施工中的应用综述[J]. 施工技术, 2021, 50(13): 40-53. DOI: 10.7672/sgjs2021130040.  
LIU Z S, SUN X T, SHI G L. Summary of application of intelligent construction in civil engineering construction [J]. Construction Technology, 2021, 50(13): 40-53. DOI: 10.7672/sgjs2021130040.
- [3] 倪利, 吕湛, 沈正, 等. 基于云计算的电力系统突发性数据处理任务调度方法[J]. 自动化与仪器仪表, 2021(8): 56-59. DOI: 10.14016/j.cnki.1001-9227.2021.08.056.  
NI L, LÜ Z, SHEN Z, et al. Cloud computing based scheduling method for sudden data processing in power system [J]. Automation & Instrumentation, 2021(8): 56-59. DOI: 10.14016/j.cnki.1001-9227.2021.08.056.
- [4] 杨硕, 范军太, 卫伟, 等. 基于大数据分析的电力系统远程运维及故障诊断[J]. 电力学报, 2021, 36(1): 84-89. DOI: 10.13357/j.dlxb.2021.012.  
YANG S, FAN J T, WEI W, et al. Power system remote operation and maintenance and fault diagnosis based on big data analysis [J]. Journal of Electric Power, 2021, 36(1): 84-89. DOI: 10.13357/j.dlxb.2021.012.
- [5] 董芸州, 王诚, 符方友, 等. 基于物联网的电力通信网络智能运维系统研究[J]. 机械与电子, 2020, 38(12): 51-54+59. DOI: 10.3969/j.issn.1001-2257.2020.12.011.  
DONG Y Z, WANG C, FU F Y, et al. Research on intelligent operation and maintenance system of power communication network based on internet of things [J]. Machinery & Electronics, 2020, 38(12): 51-54+59. DOI: 10.3969/j.issn.1001-2257.2020.12.01.
- [6] 盛戈皞, 钱勇, 罗林根, 等. 面向新型电力系统的电力设备运行维护关键技术及其应用展望[J]. 高电压技术, 2021, 47(9): 3072-3084. DOI: 10.13336/j.1003-6520.hve.20211258.  
SHENG G H, QIAN Y, LUO L G, et al. Key technologies and application prospects for operation and maintenance of power equipment in new type power system [J]. High Voltage Technology, 2021, 47(9): 3072-3084. DOI: 10.13336/j.1003-6520.hve.20211258.
- [7] 齐波, 张鹏, 张书琦, 等. 数字孪生技术在输变电设备状态评估中的应用现状与发展展望[J]. 高电压技术, 2021, 47(5): 1522-1538. DOI: 10.13336/j.1003-6520.hve.20210093.  
QI B, ZHANG P, ZHANG S Q, et al. Application status and development prospect of digital twin technology in condition assessment of power transmission and transformation equipment [J]. High Voltage Technology, 2021, 47(5): 1522-1538. DOI: 10.13336/j.1003-6520.hve.20210093.
- [8] 杨帆, 吴涛, 廖瑞金, 等. 数字孪生在电力装备领域中的应用与实现方法[J]. 高电压技术, 2021, 47(5): 1505-1521. DOI: 10.13336/j.1003-6520.hve.20210456.  
YANG F, WU T, LIAO R J, et al. Application and implementation method of digital twin in electric equipment [J]. High Voltage Technology, 2021, 47(5): 1505-1521. DOI: 10.13336/j.1003-6520.hve.20210456.
- [9] 李飞, 赵大兴. 基于电力物联网和GIS融合的变电智能运检系统研究[J]. 电力大数据, 2020, 23(2): 38-45. DOI: 10.19317/j.cnki.1008-083x.2020.02.006.  
LI F, ZHAO D X. Research on substation intelligent operation and maintenance system based on power internet of things and combined GIS [J]. Power Systems and Big Data, 2020, 23(2): 38-45. DOI: 10.19317/j.cnki.1008-083x.2020.02.006.
- [10] 吴子帆. 变电站工程电气设备基建生命周期管理中BIM技术的应用研究[J]. 中国设备工程, 2020(24): 66-67. DOI: 10.3969/j.issn.1671-0711.2020.24.035.  
WU Z F. Research on the application of BIM technology in the life cycle management of electrical equipment infrastructure in substation engineering [J]. China Plant Engineering, 2020(24): 66-67. DOI: 10.3969/j.issn.1671-0711.2020.24.035.
- [11] 贾杰, 王静涛, 张轩. 核电站电气设备仿真计算模型研究[J]. 科技视界, 2021(4): 38-39. DOI: 10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2021.04.14.  
JIA J, WANG J T, ZHANG X. Research on simulation calculation model of electrical equipment in nuclear power plant [J]. Science & Technology Vision, 2021(4): 38-39. DOI: 10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2021.04.14.
- [12] 杨自兴, 李志民, 李子乾, 等. 电网信息系统运维管理自动化探索与研究[J]. 长江信息通信, 2020(12): 192-194. DOI: 10.3969/j.issn.1673-1131.2020.12.058.  
YANG Z X, LI Z M, LI Z Q, et al. Exploration and research on automation of operation and maintenance management of power grid information system [J]. Changjiang Information & Communications, 2020(12): 192-194. DOI: 10.3969/j.issn.1673-1131.2020.12.058.
- [13] 尹奎, 王兴坡, 刘献伟, 等. 基于BIM的机电设备设施管理系统研究[J]. 施工技术, 2013, 42(10): 86-88. DOI: 10.7672/sgjs2013100086.  
YIN K, WANG X P, LIU X W, et al. Research on BIM-based MEP facility management [J]. Construction Technology, 2013, 42(10): 86-88. DOI: 10.7672/sgjs2013100086.
- [14] 郑琨琪, 王治华, 范帅, 等. 电网信息物理系统的数据驱动架构设计及应用[J]. 电网技术, 2018, 42(10): 3116-3127. DOI: 10.13335/j.1000-3673.pst.2018.0876.

JIA K Q, WANG Z H, FAN S, et al. Data-driven architecture design and application of power grid cyber physical system [J]. Power System Technology, 2018, 42(10): 3116-3127. DOI: 10.13335/j.1000-3673.pst.2018.0876.

[15] 刘杰,唐世超,王志强. 融合 体验 高效——基于BIM的运维管理系统构建 [J]. 智能建筑, 2021(1): 61-64.

LIU J, TANG S C, WANG Z Q. Integration experience and high efficiency—Construction of operation and maintenance management system based on BIM [J]. Intelligent Building, 2021(1): 61-64.

作者简介:



李舒涛

**李舒涛** (第一作者, 通信作者)

1985-, 男, 江西南昌人, 硕士, 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司高级工程师, 从事电力数据中心、基础设施、应急、通信规划设计及研究工作 (e-mail) lishutao@gedi.com.cn。

**吴劲松**

1980-, 男, 浙江遂昌人, 硕士, 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司高级工程师, 从事电力数据中心、基础设施、通信规划设计及研究工作 (e-mail) 18028886011@189.cn。

**张少峰**

1994-, 男, 安徽巢湖人, 硕士, 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司一级设计员, 从事电力数据中心规划设计及研究工作 (e-mail) zhangshaofeng@gedi.com.cn。

**赵德宁**

1971-, 男, 湖南湘潭人, 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司高级项目经理, 高级工程师, 主要从事数据中心、网络信息等工程规划、设计及工程总承包管理等工作 (e-mail) zhaodening@gedi.com.cn。

**廖霄**

1980-, 女, 江西樟树人, 硕士, 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司高级工程师, 从事电力数据中心、基础设施、通信规划设计及研究工作 (e-mail) liaoxiao@gedi.com.cn。

项目简介:

**项目名称** 数据中心及控制中心关键 BIM 技术研究及应用 (EV04071W)

**承担单位** 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司

**项目概述** 项目主要对国内外 BIM 研究开发水平和发展趋势调研; 研究电网数据中心、控制中心三维信息模型标准规范; 研究电网数据中心、控制中心三维模型资源管理库; 研发数据中心、控制中心专用的设计辅助软件, 结合模型资源库, 实现快速的标准化建模, 提高三维建模效率; 研究包括模型如何应用于数据中心的运维管理, 对设备设施的位置、可用性、状态等信息进行有效监控。

**主要创新点** (1)制定三维信息模型库标准规范, 指导数据中心、控制中心的族构件建模以及整体建模; (2)BIM 辅助设计技术。建立电网数据中心常用设备材料的 BIM 族库, 开发针对数据中心建模使用的软件, 软件配合族库使用, 功能包括设备布置、工程算量等功能, 提升设计质量, 减少设计变更量与施工返工; (3)基于 BIM 的数据中心运维管理技术。BIM 技术与数据中心运维管理技术两者融合, 以模型作为管理系统底层, 用于浏览和数据展现。展示手段方面, 利用 VR 技术增强数据中心展示效果, 提升即视感, 增强交互性。

(责任编辑 叶筠英)

广 告

惠州大亚湾石化区综合能源站 .....	封一
惠州大亚湾石化区综合能源站主体工程开工仪式 .....	封二
大湾区直流背靠背广州工程 .....	封三
中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司 .....	封四