

BIM技术在燃气输配场站运维管理中的应用研究

王勇华¹, 李燕芳¹, 陈涛¹, 杨智伟², 张康², 苗旭东², 常红丽²

(1. 唐山学院 土木工程学院, 河北 唐山 063000; 2. 唐山市天然气有限公司, 河北 唐山 063000)

摘要:针对当前燃气输配场站运维管理缺少有效的协同管理平台、信息化水平低的问题,将BIM技术引入到燃气输配场站运维管理之中。结合唐山市某燃气输配场站实际工程案例,进行燃气输配场站BIM运维模型的构建,并对基于BIM的输配场站的运维信息管理、设施设备维保管理、管线综合管理、资产管理等方面进行应用研究。研究表明,将BIM技术应用于燃气输配场站的运维管理之中,可以实现燃气输配场站工程运维的三维可视化管理和各类运维信息的集成管理,为燃气输配场站参与运维管理的各方提供信息共享和协同管理的平台,能够有效提升燃气输配场站运维管理效率和信息化水平。

关键词:燃气输配场站;BIM技术;运维管理

中图分类号:TU996;TP274 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2021)03-0022-07

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2021.03.005

Research on BIM Application in Operation and Maintenance Management for Gas Transmission and Distribution Station

WANG Yong-hua¹, LI Yan-fang¹, CHEN Tao¹, YANG Zhi-wei²,
ZHANG Kang², MIAO Xu-dong², CHANG Hong-li²

(1. School of Civil Engineering, Tangshan University, Tangshan 063000, China;

2. Tangshan Natural Gas Co., Ltd, Tangshan 063000, China)

Abstract: Aiming at the problems of lack of effective collaborative management platform and low level of informatization in the operation and maintenance management for gas transmission and distribution stations, BIM Technology is introduced. Based on the actual project of a gas transmission and distribution station in Tangshan City, the BIM operation and maintenance model of the station is built, and the application research is carried out about the operation and maintenance information management, equipment maintenance and protection management, pipeline comprehensive management and assets management for the BIM-based station. The results show that the application of BIM can realize the three-dimensional visualized management and integrated management for the operation and maintenance of the station project, provide information sharing and collaborative management platform for all parties involved in the management, and effectively improve its efficiency and informatization level.

Key Words: gas transmission and distribution station; BIM; operation and maintenance management

基金项目:河北省高等学校科学技术研究项目(Z2019082);唐山市工程精益建造与信息化重点实验室(2020TS007b)

作者简介:王勇华(1983-),男,湖南邵阳人,讲师,硕士,主要从事土木工程建设与管理、工程管理信息化研究。

燃气输配场站是城市燃气输配系统的重要组成部分,与城市燃气输配管网构成一个完整的城市能源供应体系。在燃气输配场站全生命周期过程中,运维阶段占据了其中大部分的时间。由于燃气输配场站存储或输送的介质一般为高压天然气,具有易燃、易爆等特性,因此燃气输配场站的运维管理较一般工程的要求和标准要高。在工作实际中,燃气生产经营企业都非常重视燃气输配场站的运维管理工作,投入了较多的人力、物力和资金来保证其安全运行。但由于燃气输配场站运维管理周期长、涉及专业多,且内容复杂等原因,导致当前运维管理效率相对低下,很多输配场站的运维管理仍是基于二维图纸、各类文档表单的垂直模式,普遍存在运维信息管理分散、运维过程资料不易保存、集中交互的运维管理平台缺乏等问题,无法满足现代燃气输配场站运维管理的需要^[1-2]。而且,随着社会经济的发展以及生态环境保护的需要,我国正在加快提升天然气在国家能源消费中所占的比重,各省市地区都在大力推进城镇天然气管网建设,与之配套的天然气输配场站建设数量与规模也在急剧增加和扩大,在有限的人力和物力条件下,研究运用现代信息管理技术和方法来提升燃气输配场站运维管理的信息化水平,进而提升运维管理效率则显得尤为必要^[3-4]。

BIM(Building Information Modeling,建筑信息模型)是近年来在建设工程领域迅速发展和使用的一种工程信息化技术,具有三维可视化、参数化、协调性、模拟性、优化性、可出图性、信息完备性等特点,其应用贯穿于工程的决策、设计、施工和运维等全过程^[5]。在工程运维管理方面,近年来随着BIM技术的快速发展,其应用优势愈发明显,相关研究表明,利用基于BIM的信息、资源整合平台可以更好、更智能地进行信息储存、管理和传递,让运维管理对象变得更形象、管理工作变得更加直接,能够更准确、全面、快速地掌握运维管理对象的信息,更有效地进行工程运维协同管理,提高运维管理效率^[6-10]。目前,基于BIM的工程运维管理的应用与研究,正在由传统的房屋建筑工程领域

逐步向桥梁隧道、轨道交通、港口水利、海绵城市、地下管廊、风景园林等领域延伸^[11-19],但在燃气工程领域相关的应用研究还较为少见,因此,本文针对当前燃气输配场站运维管理信息化水平低的问题,引入BIM技术,对其在燃气输配场站运维管理中的应用情况进行研究。

1 燃气输配场站 BIM 运维模型的构建

BIM运维模型是一种三维可视化的数字信息模型,由代表工程构件的参数化对象组成,包含工程对象的设计信息、施工过程信息以及满足运维管理要求的运维属性信息,是开展基于BIM的运维管理的基础和载体。依托BIM技术开展燃气输配场站运维管理也需要先构建场站的BIM运维模型。下面以具体的工程为例,简要说明燃气输配场站BIM运维模型构建的基本方法。

1.1 工程概况

本工程为唐山市丰润区天然气干线输配工程配套的调压站工程,工程设计压力为4.0 MPa,运行压力为3.6 MPa,设计规模为 $1.45 \times 10^5 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 。工程内容主要包括综合办公楼、柴油发电机房、锅炉与门卫用房等建筑物,以及调压计量撬、放散塔、加臭撬等生产设施和场区给排水、消防、放散、安防监控、可燃气体监测、火灾报警等生产辅助设施,场区占地总面积约为5 280 m²。

1.2 BIM 建模专业的划分

燃气输配场站是一个由多工程专业构成的复杂工程系统,在日常的运维管理过程中,场站运维管理人员往往也是根据场站中各工程专业构成分类进行设施设备维护与管理。在燃气输配场站BIM运维模型构建之前,考虑在后期场站运维管理过程中此模型应用与维护的便利性,对燃气输配场站BIM建模专业进行划分。图1是根据唐山市丰润区天然气干线输配调压站专业构成划分的BIM建模专业。

1.3 各专业 BIM 模型深度的确定

模型深度(LOD, Level Of Detail)反映的是BIM模型构建的精度。在燃气输配场站BIM

运维模型构建过程中需要充分考虑各工程专业 BIM 模型深度的问题。当前国内外对于 BIM 模型深度的分类还没有统一的规定,较为常见的分类是将其分为 LOD100-LOD500 五个级别^[20]。在燃气输配场站 BIM 模型构建过程

中,可以按照输配场站中各工程专业运维管理的重要程度对各专业 BIM 模型深度加以区分和控制。按照上述原则,对唐山市丰润区天然气干线输配调压站各专业 BIM 模型深度进行划分,结果如表 1 所示。

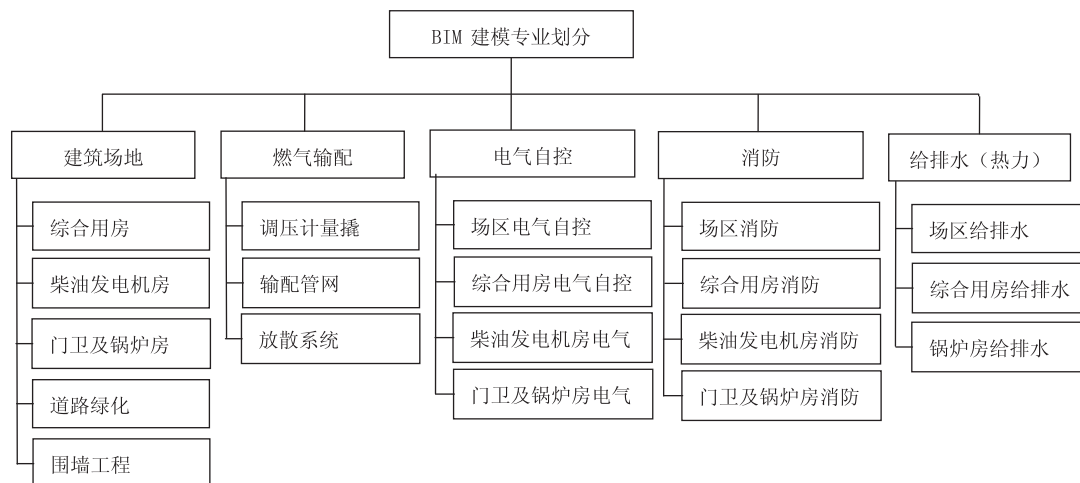


图 1 唐山市丰润区天然气干线输配调压站 BIM 建模专业划分

表 1 唐山市丰润区天然气干线输配调压站各专业 BIM 模型深度划分表

工程专业	建模深度	说明
建筑场地	LOD300	准确反映场站建筑物、场区构筑物的实际外形与内部空间,包含主体构件的类型、位置、尺寸、材料等准确信息
给排水(热力)	LOD400	详细反映场站给排水、热力工程各类设施设备的外形、材质、规格、型号、尺寸、位置等信息,同时附加设施设备必要的技术参数、生产日期、产品价格、产品批次、安装单位、安装日期等信息
燃气输配、电气自控、消防	LOD500	详细反映场站燃气输配、电气自控、消防工程各类设施设备的外形、材质、规格、型号、尺寸、位置等信息,同时附加设施设备技术参数、生产日期、产品价格、产品批次、安装单位、安装日期、操作手册、维保责任人、维修手册等信息

1.4 BIM 运维模型的构建

BIM 运维模型的构建需要依托相关的 BIM 软件平台。当前在工程领域可用于 BIM 工程建模与管理的软件平台较多,主流软件平台主要有 Revit, Civil 3D, Bentley, Dassault, Tekla 等。在众多 BIM 软件平台中,又以 Revit 软件使用最多,适用的工程领域也最为广泛。Revit 软件是一款参数化的建筑图元设计与管理软件平台,具有强大的 BIM 模型构建能力,能够精确地构建多数工程所涉及的建筑、结构、

场地、机电、管线等不同专业工程的三维可视化模型,并集成相应的属性信息。综合适用性、便利性和经济性等因素,本工程的 BIM 运维模型主要采用 Revit 系列软件平台进行创建和管理。本工程各专业 BIM 模型创建的依据主要包括工程设计图纸(竣工图纸)、设计说明书、技术规程、施工资料、现场复核记录等资料。按照已划分的 BIM 建模专业以及模型深度,分别构建唐山市丰润区天然气干线输配调压站燃气、给排水、电气自控、门卫及锅炉房等工程专业的

BIM 运维模型,结果如图 2—5 所示。然后,将各专业 BIM 运维模型进行整合形成场站整体的 BIM 运维模型(图 6)。

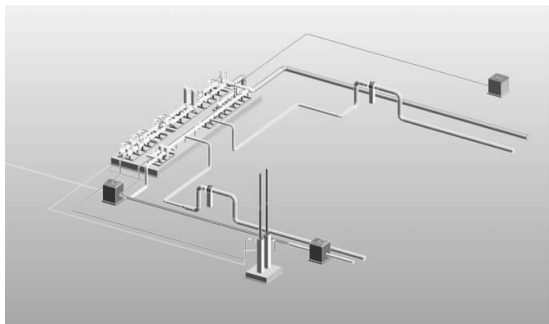


图 2 燃气专业 BIM 运维模型

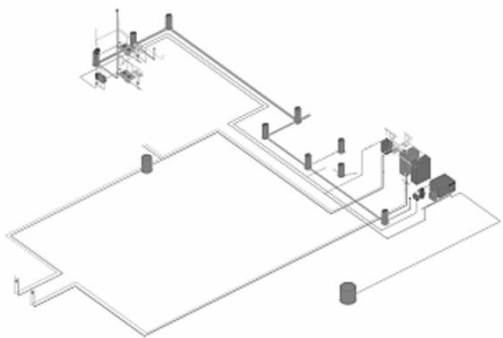


图 3 给排水专业 BIM 运维模型

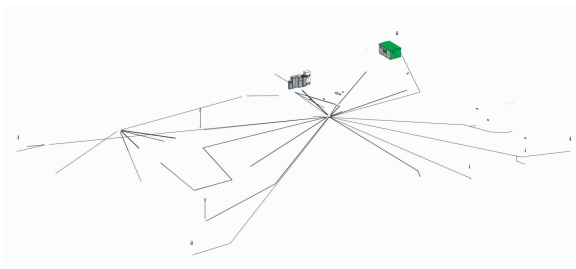


图 4 电气自控专业 BIM 运维模型

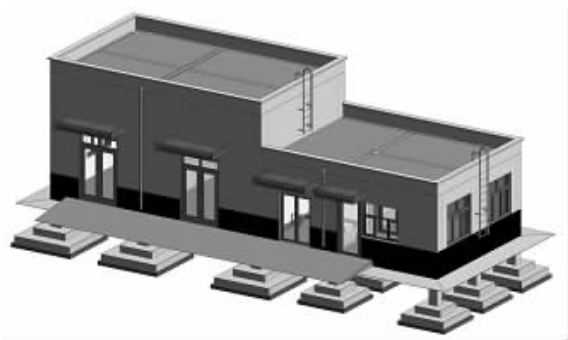


图 5 门卫及锅炉房 BIM 运维模型

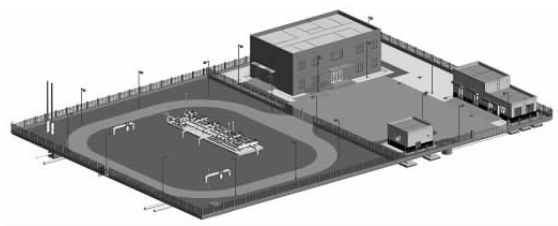


图 6 唐山市丰润区天然气干线输配调压站整体 BIM 运维模型

2 基于 BIM 的燃气输配场站运维管理

2.1 场站运维信息管理

完备的数据信息是实现燃气输配场站良好运维管理的重要保证。目前,燃气输配场站运维管理的相关信息大多是以二维图纸和各类表格、表单的形式进行记录保存,管理部门分散,而且由于场站运行年限增加、人员变动、纸质材料难于保存等原因经常出现信息丢失或遗漏的现象,给场站运维管理带来了极大的不便,而 BIM 技术具有的一个显著优势就是能够实现场站设施设备运维属性信息与 BIM 模型构件的集成和三维展示。在唐山市丰润区天然气干线输配调压站工程中,利用 Revit 软件本身提供的族文件属性管理器将对象名称、结构类型、构件尺寸、材料、性能等基本数据信息与 BIM 模型构件进行挂接,对于 Revit 族文件属性管理器不包含的参数字段,则利用 Revit 软件提供的共享参数功能,通过创建共享参数将相应的运维属性信息,如生产厂家、规格型号、安装单位、安装时间、维修记录、保养记录、维保日期、检验日期、检验周期、维保责任人、出厂编号、运行编号等导入 BIM 模型。图 7 为唐山市丰润区天然气干线输配调压站阀门管件共享参数文件。图 8 是将共享参数与电动法兰球阀模型集成后的运维属性信息查询。随着燃气输配场站运维管理工作的进行,运维管理人员可以通过上述方式将各类运维数据信息不断地添加到 BIM 模型之中,最终使 BIM 模型成为一个包含各类设施设备运维属性信息的数据库,实现对运维信息的集成管理。

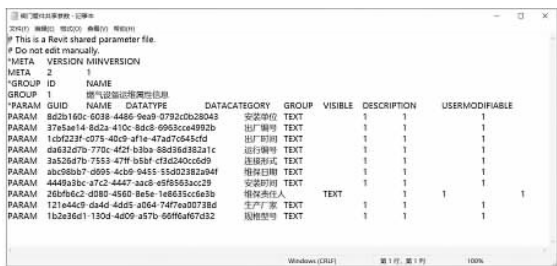


图 7 场站阀门管件共享参数文件

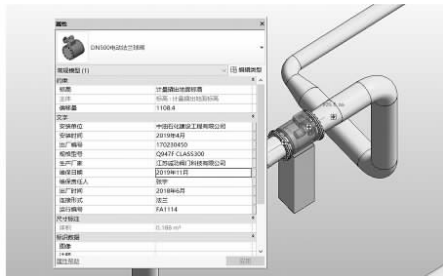
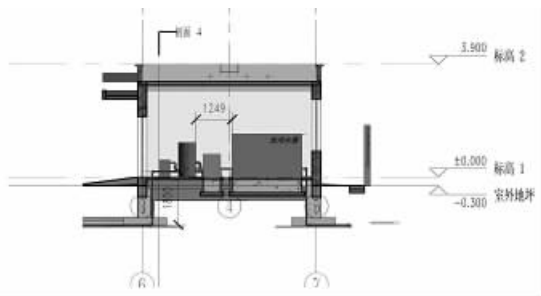


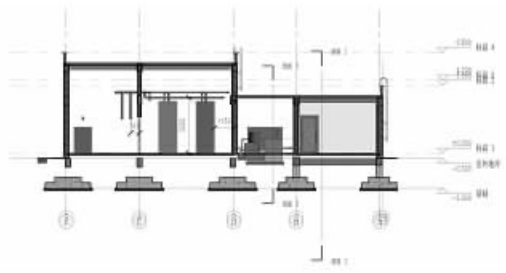
图 8 电动法兰球阀运维属性信息查询

2.2 设施设备维保管理

在燃气输配场站设施设备日常保养、维护维修以及相关计划与方案制定等工作过程中,需要充分掌握各类设施设备的空间布局与位置、运行状态、保养历史、维护维修记录等数据信息,相对于传统的依靠二维图纸和各类数据表单进行信息查询和分析的方式而言,BIM 能够显著提高场站内各类设施设备运维数据信息查询和处理的速度,能够为日常保养、维护维修计划制定提供直观、全面、快速、准确的数据信息支持,避免“过度维修”和“维修不足”等问题的发生,提升场站日常运维管理的工作效率,降低运维管理成本。在燃气输配场站设施设备故障处理与维修过程中,还可以通过 BIM 运维模型具有的三维可视化功能对设施设备故障进行快速定位,可以将场站内各类设施设备的空间布局、位置和运行状态等数据信息以可视化的形式进行展示,准确分析设施设备故障所处的周围环境以及故障处理与维修作业所需的空間,有效提升参与故障处理与维修各方沟通协调的效率,降低故障处理与维修的反应时间。图 9 中的(1)(2)是通过 BIM 运维模型对唐山市丰润区天然气干线输配调压站锅炉房内部维修空间进行分析的结果。



(1)



(2)

图 9 锅炉房内部维修空间的分析结果

2.3 管线综合管理

燃气输配场站往往涉及众多的燃气专业工艺管线和其他专业管线,且主要以埋地敷设为主。唐山市丰润区天然气干线输配调压站项目整个场区涉及的地下管线包括高压进出站、中低压自用、排污、放散等燃气专业工艺管线,同时还包括场区内的给排水、热力、电力等专业管线,这些管线构成了一个功能完整的地下管网系统。加强对场站内的各专业管线的综合管理也是燃气输配场站运维管理的一项重要内容,包括对管线信息管理、巡检、维护、事故抢修等。在本项目中,利用 BIM 技术构建了整个场区的各专业管线、管件及配套设施运维模型(图 10)。同时,通过现场管线标志颜色赋予 BIM 运维模型中各专业管线不同颜色,来提高管线的识别度。比如在图 10 中,绿色管线为调压撬进站高压管线,黄色管线为调压撬出站中压管线,红色管线为调压撬放散管线,蓝色管线为调压撬排污管线,橙色管线为场区排(污)水管线,紫色管线为场区给水管线,灰色管线为场区电力管线。与传统设计图纸中基于二维平面、以线条形式进行管线表示的方法不同,利用 BIM

技术构建的场区管网运维模型能够以三维立体、多角度、多种形式呈现地下管线的路由走向与空间层次分布情况,同时也能够实现对燃气输配场站内各类地下管线材质、规格、功能参数、埋深等信息的及时查询,为输配场站地下管线巡检、事故抢修等提供有效的数据信息支持。

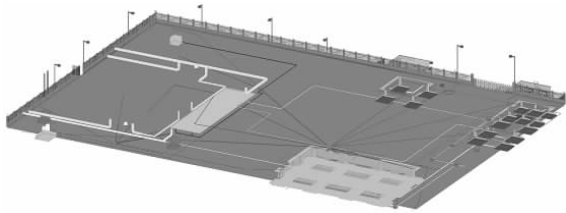


图 10 唐山市丰润区天然气干线输配调压站地下管线及附属设施 BIM 运维模型

2.4 场站资产管理

资产管理是燃气输配场站运维管理中一项

重要的基础性工作,也是燃气生产经营企业进行财务核算与经营成本控制的重要组成部分。在燃气输配场站资产管理过程中,利用 BIM 具有的高度现场仿真性和信息完备性,能够显著提升场站内各类设施设备等固定资产状况的透明度,即能够使运维管理人员清楚了解场站运行使用的设施设备有哪些、在哪里、处于何种状态等。同时,在每个年度的资产盘点过程中还可以通过 BIM 的统计功能,对场站内的各类设施设备进行分类统计,快速形成设施设备台账,可大幅提升场站运行设施设备清查的效率和准确性。表 2 是通过 BIM 运维模型生成的唐山市丰润区天然气干线输配调压站燃气阀门的统计报表。通过以上分析可以看出,BIM 技术可以为燃气输配场站资产管理工作提供可靠、准确的资产运行状态数据,实现场站资产的可视化管理。

表 2 唐山市丰润区天然气干线输配调压站燃气阀门统计明细表(部分)

序号	设备名称	运行编号	规格型号	生产厂家	出厂日期	安装单位	安装时间	数量
1	电动球阀	FA1114	DN500/Q94 7F-Class300	江苏诚功阀门 科技有限公司	2018 年 6 月	中油石化建设 工程有限公司	2019 年 4 月	2
2	法兰球阀	FS111	DN500/Q47 F-Class300	江苏诚功阀门 科技有限公司	2018 年 6 月	中油石化建设 工程有限公司	2019 年 4 月	2
3	法兰球阀	FS112	DN350/Q47 F-Class300	江苏诚功阀门 科技有限公司	2018 年 6 月	中油石化建设 工程有限公司	2019 年 4 月	1
4	节流截止放空阀	FJ111	DN50/J41 F-Class300	江苏诚功阀门 科技有限公司	2018 年 7 月	中油石化建设 工程有限公司	2019 年 4 月	1
5	阀套式排污阀	FP111	DN50/J41 F-Class300	江苏诚功阀门 科技有限公司	2018 年 7 月	中油石化建设 工程有限公司	2019 年 4 月	2

3 结论

(1)基于 BIM 的燃气输配场站运维管理方法将 BIM 技术与运维管理理论相结合,能够帮助运维管理人员快速便捷地查询燃气输配场站运维管理所需的数据信息,为燃气输配场站运维管理决策提供全面、准确的数据信息支持,进而有效提高运维管理效率与水平,保障燃气输配场站的安全经济运行。

(2)有别于传统的基于二维图纸和各类报表的分散的管理模式,基于 BIM 的燃气输配场站运维管理方法能够实现各类运维属性信息的集成与运维管理的三维可视化,可以为燃气输

配场站运维管理各方提供一个信息共享、协同沟通的管理平台。

(3)BIM 技术作为当前在建设工程领域迅速发展和使用的一种工程信息化技术,在燃气输配场站运维管理领域同样具有巨大的应用价值和技术优势,是一种全新的燃气输配场站运维管理解决方案。

参考文献:

- [1] 黄维和,郑洪龙,王婷.我国油气管道建设运行管理技术及发展展望[J].油气储运,2014,33(12):1259-1262.

- [2] 张海峰,蔡永军,李柏松,等. 智慧管道站场设备状态监测关键技术[J]. 油气储运, 2018,37(2):841-849.
- [3] 李遵照,王剑波,王晓霖,等. 智慧能源时代的智能化管道系统建设[J]. 油气储运, 2017,36(11):1243-1250.
- [4] 倪鸿雁,陈绪兵,杨凯. 油气站场三维可视化在线监控系统研究[J]. 石化技术, 2017, 24(9):79-81.
- [5] 李建成,王广斌. BIM 应用导论[M]. 上海: 同济大学出版社, 2015:7-9.
- [6] 胡振中,彭阳,田佩龙. 基于 BIM 的运维管理研究与应用综述[J]. 图学学报, 2015,36 (5):802-810.
- [7] 徐照,徐春社,袁竞峰,等. BIM 技术与现代化建筑运维管理[M]. 南京:东南大学出版社, 2018:22-25.
- [8] PEZESHKI Z. IVSRI S A S. Applications of BIM: a brief re-view and future outline [J]. Archives of Computational Methods in Engineering, 2018(2):273-312.
- [9] VOLK R, STENGEL J, SCHULTMANN F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - literature review and future needs[J]. Automation in Construction, 2014(5):109-127.
- [10] 丁梦莉,杨启亮,张万君,等. 基于 BIM 的建筑运维技术与应用综述[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018(3):74-79.
- [11] 马国丰,宋雪. 基于 BIM 的办公建筑智能化运维管理设计研究[J]. 科技管理研究, 2019(24):170-178.
- [12] 周红波,汪再军. BIM 技术在既有桥梁运维管理中的应用[J]. 建筑经济, 2016,37 (12):45-48.
- [13] 储伟伟,储雪松,高立强,等. 基于 BIM 的紫之隧道运维管理系统开发与应用[J]. 隧道建设, 2018(10):1643-1652.
- [14] 蒯鹏程,赵二峰,杰德尔别克·马迪尼叶提,等. 基于 BIM 的水利水电工程全生命周期管理研究[J]. 水电能源科学, 2018 (12):133-136.
- [15] 李芊,许高强,韦海民. 基于 BIM 的综合管廊运维管理系统研究[J]. 地下空间与工程学报, 2018,14(2):287-292.
- [16] 高学珑,陈奕,许乃星,等. 基于 BIM 的海绵城市规划建设运维管控关键技术研究[J]. 给水排水, 2019,45(10):51-56.
- [17] 董则奉. BIM 技术在园林工程中的运用: 以上海迪士尼 1.5 期为例[J]. 中国园林, 2019,35(3):116-119.
- [18] 胡令. BIM 技术在洋山四期水工码头中的应用[J]. 水运工程, 2020(11):151-154.
- [19] 尹航,张蕴灵,傅宇浩,等. 面向交通领域的 BIM+GIS 主流技术框架探讨[J]. 公路, 2020(9):208-212.
- [20] 丁烈云. BIM 应用施工[M]. 上海:同济大学出版社, 2015:26-31.

(责任编辑:李秀荣)

(上接第 14 页)

- [8] CUI L, LI X Y, HE D Y, et al. Study on microtexture of laser welded 5A90 aluminum-lithium alloys using electron backscattered diffraction[J]. Science and Technology of Welding and Joining, 2013, 18(3): 204-209.
- [9] 付静波,聂祚仁,杨军军,等. 含钼先进铝合金[J]. 稀有金属, 2005(4):558-562.
- [10] 李劲风,刘丹阳,郑子樵,等. Er 微合金化对 2055 Al-Li 合金微观组织及力学性能的影响[J]. 金属学报, 2016, 52(7): 821-830.

(责任编辑:李秀荣)