

国家“十三五”重点图书出版规划项目

新型建筑工业化丛书

吴刚 王景全 主编

BIM技术与 现代化建筑 运维管理

编著

徐照 徐春社 袁竞峰
李明勇 张华 李灵芝

BIM Technology and Modern Maintenance Management of Buildings

东南大学出版社

出版规划项目

化协同创新中心”经费资助

新型建筑工业化丛书

吴 刚 王景全 主 编

BIM 技术与现代化建筑运维管理

编著 徐 照 徐春社 袁竞峰
李明勇 张 华 李灵芝



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

• 南京 •

内 容 提 要

目前结合 BIM 的建筑业信息化领域的研究越来越热,主要集中于工程设计管理、施工进度/成本/安全管理和设施管理等方面,而将 BIM 应用到运维阶段的研究仍然较少。本书利用 BIM 协同、可视化的特点,将其引入房屋产权(产籍)管理、设施设备维修维护和物业管理各阶段,提高运维管理系统的集成性和一体性,并进一步讨论如何利用空间管理理论与方法解决当前建筑设施存在的空间利用失控、空间功能失效等问题,一方面实现满足不同利益相关者的空间诉求,另一方面实现空间管理对核心业务的支持,充分发挥空间管理在建筑设施中的应用价值。

本书可为房地产、物业管理研究人员和管理人员提供理论与技术支持,注重理论与实践相结合。

图书在版编目(CIP)数据

BIM 技术与现代化建筑运维管理/徐照等编著. —南京:
东南大学出版社,2018. 11
(新型建筑工业化丛书/吴刚,王景全主编)
ISBN 978-7-5641-8048-5

I. ①B… II. ①徐… III. ①建筑工程—项目管理—
信息化建设—应用软件 IV. ①TU71-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 242451 号

BIM 技术与现代化建筑运维管理

编 著 徐 照 徐春社 袁竞峰 李明勇 张 华 李灵芝

出版发行 东南大学出版社
社 址 南京市四牌楼 2 号 邮编:210096
出 版 人 江建中
责任编辑 丁 丁
编辑邮箱 d.d.00@163.com
网 址 <http://www.seupress.com>
电子邮箱 press@seupress.com
经 销 全国各地新华书店
印 刷 江阴金马印刷有限公司
版 次 2018 年 11 月第 1 版
印 次 2018 年 11 月第 1 次印刷
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 14.5
字 数 317 千
书 号 ISBN 978-7-5641-8048-5
定 价 68.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话(传真):025-83791830

序

改革开放近四十年以来,随着我国城市化进程的发展和新型城镇化的推进,我国建筑业在技术进步和建设规模方面取得了举世瞩目的成就,已成为我国国民经济的支柱产业之一,总产值占 GDP 的 20% 以上。然而,传统建筑业模式存在资源与能源消耗大、环境污染严重、产业技术落后、人力密集等诸多问题,无法适应绿色、低碳的可持续发展需求。与之相比,建筑工业化是采用标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修和信息化管理为主要特征的生产方式,并在设计、生产、施工、管理等环节形成完整有机的产业链,实现房屋建造全过程的工业化、集约化和社会化,从而提高建筑工程质量和效益,实现节能减排与资源节约,是目前实现建筑业转型升级的重要途径。

“十二五”以来,建筑工业化得到了党中央、国务院的高度重视。2011 年国务院颁发《建筑业发展“十二五”规划》,明确提出“积极推进建筑工业化”;2014 年 3 月,中共中央、国务院印发《国家新型城镇化规划(2014—2020 年)》,明确提出“绿色建筑比例大幅提高”“强力推进建筑工业化”的要求;2015 年 11 月,中国工程建设项目管理发展大会上提出的《建筑产业现代化发展纲要》中提出,“到 2020 年,装配式建筑占新建建筑的比例 20% 以上,到 2025 年,装配式建筑占新建建筑的比例 50% 以上”;2016 年 8 月,国务院印发《“十三五”国家科技创新规划》,明确提出了加强绿色建筑及装配式建筑等规划设计的研究;2016 年 9 月召开的国务院常务会议决定大力发展装配式建筑,推动产业结构调整升级。“十三五”期间,我国正处在生态文明建设、新型城镇化和“一带一路”倡议实施的关键时期,大力发展建筑工业化,对于转变城镇建设模式,推进建筑领域节能减排,提升城镇人居环境品质,加快建筑业产业升级,具有十分重要的意义和作用。

在此背景下,国内以东南大学为代表的一批高校、科研机构和业内骨干企业积极响应,成立了一系列组织机构,以推动我国建筑工业化的发展,如:依托东南大学组建的新型建筑工业化协同创新中心、依托中国电子工程设计院组建的中国建筑学会工业化建筑学术委员会、依托中国建筑科学研究院组建的建筑工业化产业技术创新战略联盟等。与此同时,“十二五”国家科技支撑计划、“十三五”国家重点研发计划、国家自然科学基金等,对建筑工业化基础理论、关键技术、示范应用等相关研究都给予了有力资助。在各方面的支持下,我国建筑工业化的研究聚焦于绿色建筑设计理念、新型建材、结构体系、施工与信息化管理等方面,取得了系列创新成果,并在国家重点工程建设中发挥了重要作用。将这些成果进行总结,并出版《新型建筑工业化丛书》,将有力推动建筑工业化基础理论与技术的发展,促进建筑工业化的推广应用,同时为更深层次的建筑工业化技术标准体系的研究奠定坚实的基础。

《新型建筑工业化丛书》应该是国内第一套系统阐述我国建筑工业化的历史、现状、理论、技术、应用、维护等内容的系列专著,涉及的内容非常广泛。该套丛书的出版,将有助于我国建筑工业化科技创新能力的加速提升,进而推动建筑工业化新技术、新材料、新产品的应用,实现绿色建筑及建筑工业化的理念、技术和产业升级。

是以序。

清华大学教授
中国工程院院士



2017年5月22日于清华园

丛书前言

建筑工业化源于欧洲,为解决战后重建劳动力匮乏的问题,通过推行建筑设计和构配件生产标准化、现场施工装配化的新型建造生产方式来提高劳动生产率,保障了战后住房的供应。从20世纪50年代起,我国就开始推广标准化、工业化、机械化的预制构件和装配式建筑。70年代末从东欧引入装配式大板住宅体系后全国发展了数万家预制构件厂,大量预制构件被标准化、图集化。但是受到当时设计水平、产品工艺与施工条件等的限定,导致装配式建筑遭遇到较严重的抗震安全问题,而低成本劳动力的耦合作用使得装配式建筑应用减少,80年代后期开始进入停滞期。近几年来,我国建筑业发展全面进行结构调整和转型升级,在国家和地方政府大力提倡节能减排政策引领下,建筑业开始向绿色、工业化、信息化等方向发展,以发展装配式建筑为重点的建筑工业化又得到重视和兴起。

新一轮的建筑工业化与传统的建筑工业化相比又有了更多的内涵,在建筑结构设计、生产方式、施工技术和管理等方面有了巨大的进步,尤其是运用信息技术和可持续发展理念来实现建筑全生命周期的工业化,可称谓新型建筑工业化。新型建筑工业化的基本特征主要有设计标准化、生产工厂化、施工装配化、装修一体化、管理信息化五个方面。新型建筑工业化最大限度节约建筑建造和使用过程的资源、能源,提高建筑工程质量和效益,并实现建筑与环境的和谐发展。在可持续发展和发展绿色建筑的背景下,新型建筑工业化已经成为我国建筑业的发展方向的必然选择。

自党的十八大提出要发展“新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化”以来,国家多次密集出台推进建筑工业化的政策要求。特别是2016年2月6日,中共中央国务院印发《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》,强调要“发展新型建造方式,大力推广装配式建筑,加大政策支持力度,力争用10年左右时间,使装配式建筑占新建建筑的比例达到30%”;2016年3月17日正式发布的《国家“十三五”规划纲要》,也将“提高建筑技术水平、安全标准和工程质量,推广装配式建筑和钢结构建筑”列为发展方向。在中央明确要发展装配式建筑、推动新型建筑工业化的号召下,新型建筑工业化受到社会各界的高度关注,全国20多个省市陆续出台了支持政策,推进示范基地和试点工程建设。科技部设立了“绿色建筑与建筑工业化”重点专项,全国范围内也由高校、科研院所、设计院、房地产开发和部构件生产企业等合作成立了建筑工业化相关的创新战略联盟、学术委员会,召开各类学术研讨会、培训会等。住建部等部门发布了《装配式混凝土建筑技术标准》《装配式钢结构建筑技术标准》《装配式木结构建筑技术标准》等一批规范标准,积极推动了我国建筑工业化的进一步发展。

东南大学是国内最早从事新型建筑工业化科学研究的高校之一,研究工作大致经历了三个阶段。第一个阶段是海外引进、消化吸收再创新阶段:早在 20 世纪末,吕志涛院士敏锐地捕捉到建筑工业化是建筑产业发展的必然趋势,与冯健教授、郭正兴教授、孟少平教授等共同努力,与南京大地集团等合作,引入法国的世构体系;与台湾润泰集团等合作,引入润泰预制结构体系;历经十余年的持续研究和创新应用,完成了我国首部技术规程和行业标准,成果支撑了全国多座标志性工程的建设,应用面积超过 500 万平方米。第二个阶段是构建平台、协同创新:2012 年 11 月,东南大学联合同济大学、清华大学、浙江大学、湖南大学等高校以及中建总公司、中国建筑科学研究院等行业领军企业组建了国内首个新型建筑工业化协同创新中心,2014 年入选江苏省协同创新中心,2015 年获批江苏省建筑产业现代化示范基地,2016 年获批江苏省工业化建筑与桥梁工程实验室。在这些平台上,东南大学一大批教授与行业同仁共同努力,取得了一系列创新性的成果,支撑了我国新型建筑工业化的快速发展。第三个阶段是自 2017 年开始,以东南大学与南京市江宁区政府共同建设的新型建筑工业化创新示范特区载体(第一期面积 5 000 平方米)的全面建成为标志和支撑,将快速推动东南大学校内多个学科深度交叉,加快与其他单位高效合作和联合攻关,助力科技成果的良好示范和规模化推广,为我国新型建筑工业化发展做出更大的贡献。

然而,我国大规模推进新型建筑工业化,技术和人才储备都严重不足,管理和工程经验也相对匮乏,亟须一套专著来系统介绍最新技术,推进新型建筑工业化的普及和推广。东南大学出版社出版的《新型建筑工业化丛书》正是顺应这一迫切需求而出版,是国内第一套专门针对新型建筑工业化的丛书。丛书由十多本专著组成,涉及建筑工业化相关的政策、设计、施工、运维等各个方面。丛书编著者主要是来自东南大学的教授,以及国内部分高校科研单位一线的专家和技术骨干,就新型建筑工业化的具体领域提出新思路、新理论和新方法来尝试解决我国建筑工业化发展中的实际问题,著者资历和学术背景的多样性直接体现为丛书具有较高的应用价值和学术水准。由于时间仓促,编著者学识水平有限,丛书疏漏和错误之处在所难免,欢迎广大读者提出宝贵意见。

丛书主编 吴 刚 王景全

前言

在建筑工程运行维护阶段,涉及诸多利益相关者,各利益相关者之间很难及时有效地获取建筑及设备设施运行状态并协同管理,如在传统的物业管理中采用派送表格人工填写、公告栏、广播等自成体系的独立管理模式,也可以称之为“信息孤岛”;其次,在民用建筑工程特别是住宅工程中,影响使用功能的质量通病比较普遍,已经成为群众投诉的热点问题。更为严重的是,一些已建成工程还存在着结构安全隐患,直接威胁着人民生命和财产的安全;另外,目前建筑工程的结构越来越复杂,使用的设备设施种类也迅速增多,对我们的设备管理水平和管理效率提出了更高的要求。而传统的建筑设备运行维护管理方法主要是通过纸质资料和二维图形来保存信息进行设备管理,这存在很多问题。如二维图形信息难理解,复杂耗时;信息分散无法进行关联和更新,且容易遗漏和丢失,无法进行无损传递;查询信息时需要翻阅大堆的资料和图纸,并且很难找到所需要设备的全套信息。这些问题导致运行维护利益相关者在维修保养时往往因信息不全、图形复杂等原因而无法确保房屋及设备维护的及时性与完好性,影响维护保养质量,并且耗费大量时间资源和人力资源,管理效率较低。如何高效地进行建筑工程运行维护协同管理和可视化是一个非常重要的问题。因此,为解决上述传统建筑工程运行维护管理中存在的问题,提高管理效率,从而提出本研究课题。

当今时代,随着计算机技术、网络技术和信息技术的飞速发展,信息系统逐渐应用到了人类生产生活当中的各个领域,促进了信息的大范围、快速传播,信息化已经成为当今世界经济与社会发展的大趋势。对于建设工程领域而言,项目全生命周期涉及大量的工程信息以及多个利益相关方,要实现信息传递的高效性、准确性和低冗余度,建筑业信息化则是必然趋势。建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术的快速发展为本课题的研究提供了技术支撑。通过BIM技术提供的信息、资源整合平台可以进行更好、更智能的信息储存、信息管理和信息传递,BIM模型能提供可视化的操作及展示平台,让我们的运维管理对象和管理工作变得更加形象、直接,以便更加简单有效地进行建筑的运行维护可视化管理,更准确、全面、快速地掌握建筑运维管理信息,更有效地进行建筑运维协同管理,提高维护效率,但在运用过程中仍存在诸如信息孤岛、信息断层、信息化规范标准不健全,以及信息化组织体系不完善等问题。

本书通过文献检索、案例分析、专家访谈等系列方法,深入探讨建筑设施运维管理的基础理论,主要内容为:①明确了运维管理的定义及运维管理的内容;②BIM的概念和技术应用;③探讨利益相关者理论在建筑运维管理应用的必要性,对建筑空间管理的利益相关者进行了定义、识别与分类,拟定主要利益相关者和次要利益相关者。主要利益相关者

是与项目有合法的契约合同关系的团体或个人,比如业主方、承包方、设计方、供货方、监理方、给项目提供借贷资金的信用机构等。次要利益相关者是项目有隐性契约,但并未正式参与到项目的交易中,受项目影响或能够影响项目的团体或个人,比如政府部门、环保部门、社会公众等。他们的诉求直接转化为运维管理目标,他们直接参与运维管理流程,为识别运维管理目标提供基础。通过研究形成了建筑全生命周期管控关键技术方案。针对建筑房产管控的系统平台架构、产权(产籍)管理、维修改造决策和物业管理监管提出以利益相关者视角为切入点,通过设定空间管理目标、设计空间管理流程、构建关键绩效指标体系、实施空间管理绩效评估与优化等构成的完整空间管理体系、流程与方法,落实空间管理在建筑设施运营中的应用。

本书在写作过程中参考了许多国内外相关专家学者的研究成果,已在参考文献中列出,在此向他们表示感谢!同时本书的形成得到了光铭 FMBIM 研究院首席研究员陈光和东南大学建设与房地产系研究生李柄静、牛玉敏、黄珺、贾若愚等人的帮助,在此亦向他们表示感谢!对于可能遗漏的文献,再次向作者表示感谢及歉意。同时书中难免有错漏之处,敬请各位读者批评指正,不胜感激!

笔 者

2018 年 8 月于东南大学九龙湖校区

目 录

第 1 章 绪论	001
1.1 研究背景	001
1.2 研究意义	002
1.3 国内外研究现状	003
1.3.1 BIM 研究现状	003
1.3.2 BIM 协同管理研究现状	004
1.3.3 建筑工程运维管理研究现状	006
1.3.4 国内外现有研究评析	009
第 2 章 BIM 与现代化建筑运维管理理论研究	011
2.1 BIM 的概念及应用	011
2.1.1 BIM 的概念及特点	011
2.1.2 BIM 技术的应用	012
2.2 运维管理	014
2.3 利益相关者的内涵及在运维管理中的应用	016
2.3.1 利益相关者理论概述	016
2.3.2 利益相关者理论应用的必要性	017
2.3.3 建筑运维管理利益相关者的定义、识别与分类	018
第 3 章 基于 BIM 技术的现代化建筑运维管控综合信息系统设计	022
3.1 系统设计目标	022
3.2 系统总体功能设计	023
3.2.1 产源管理	023
3.2.2 用户管理	023
3.2.3 业务管理	024
3.2.4 虚拟演示	025
3.2.5 系统管理	026
3.3 技术架构	026
3.3.1 总体技术架构	026
3.3.2 BIM 数据库架构	027

3.3.3	知识库架构	027
3.3.4	技术性操作	027
3.4	关键技术	028
3.4.1	BIM 技术	028
3.4.2	异构信息传递共享技术	028
3.4.3	现代化建筑运维集成管理系统与 Web 平台的集成技术	028
3.4.4	数据交互技术	028
3.4.5	Web 应用技术	028
3.5	系统平台总体架构	029
3.5.1	网络结构体系	029
3.5.2	硬件配置	030
3.5.3	软件选择	030
3.6	后台数据库设计	030
3.6.1	Web-BIM 系统编码数据分析	030
3.6.2	用户类数据管理表	033
3.6.3	BIM 模型类数据管理表	034
第 4 章	房屋产权(产籍)管控可视化系统设计	038
4.1	房屋产权(产籍)管控可视化系统需求分析	038
4.1.1	产权(产籍)管控业务流程	038
4.1.2	产权(产籍)管控模式	039
4.1.3	平台业务模式需求分析	040
4.1.4	系统功能需求分析	043
4.1.5	系统总体技术需求	043
4.2	系统总体设计	044
4.2.1	在线帮助	045
4.2.2	系统管理	045
4.2.3	演示帮助	046
4.2.4	注销	048
4.2.5	地图操作平台	048
4.2.6	房产调查成果管理	049
4.2.7	BIM 展示平台	050
4.3	数据库建立	050
4.3.1	产权(产籍)数据库的特点、设计需求和关键点	050
4.3.2	数据来源	052
4.3.3	数据逻辑分组	053

4.3.4 数据建设	055
第5章 基于BIM的建筑物及设备设施维修维护系统设计	058
5.1 设备设施维护信息化管理发展现状	058
5.1.1 设备设施维护信息化管理面临的挑战	058
5.1.2 设备设施维护信息化管理的必要性	059
5.2 设备设施维修改造的概念	060
5.3 设备设施维护维修工作内容及流程	061
5.3.1 维修分类	062
5.3.2 维修活动的定义与分类	062
5.4 基于BP的维护维修质量评价及其在BIM的映射	063
5.4.1 质量评价指标的选取	063
5.4.2 基于BP神经网络的维护维修质量评价	073
5.4.3 维护维修质量评价信息与BIM的映射	080
5.5 基于BIM的设备设施维修数据库构建	095
5.5.1 系统体系结构设计	095
5.5.2 数据库的需求分析和构建流程	096
5.5.3 数据准备	098
5.5.4 数据库设计	104
5.5.5 结合实例的数据库的实现	119
5.6 基于BIM的设备设施维修维护系统设计	125
5.6.1 系统设计的目标和需求	125
5.6.2 系统总体设计	127
5.6.3 系统功能模块设计	130
5.6.4 系统界面设计和可视化功能实现	132
第6章 基于智能化的物业管理系统设计与技术方案	137
6.1 基于智能化的物业管理的内涵和特点	137
6.1.1 基于智能化的物业管理概念	137
6.1.2 基于智能化的物业管理特点	137
6.2 基于智能化的物业管理系统设计	139
6.2.1 系统需求分析	139
6.2.2 平台功能模块设计	147
6.2.3 系统总体架构设计	148
6.3 基于智能化的物业管理数据库设计	151
6.3.1 数据库设计原则	151

6.3.2	数据库基本关系	151
6.3.3	数据库结构设计	152
6.3.4	数据字典	155
第7章	利益相关者视角下空间管理系统设计	175
7.1	空间管理定义	175
7.2	利益相关者视角下建筑设施空间管理体系构建	176
7.2.1	空间管理、FM 与企业管理三者关系研究	177
7.2.2	理论性空间管理目标分析	178
7.3	基于精益价值的建筑设施的空间管理流程	179
7.3.1	精益价值管理在空间管理流程中的应用	179
7.3.2	空间管理流程的定义、要素与设计框架	180
7.3.3	建筑设施空间管理流程的构成要素分析	181
7.3.4	建筑设施空间管理活动的识别	183
7.3.5	基于数值型 DSM 的建筑设施空间管理活动间逻辑关系构建	189
7.3.6	基于数值型 DSM 的建筑设施空间管理流程优化研究	193
7.3.7	建筑设施空间管理流程的表达	201
7.4	建筑设施空间管理关键绩效指标的识别与分析	201
7.4.1	绩效评估方法的选取	201
7.4.2	关键绩效指标(KPI)在 FM 绩效评估中的应用	202
7.4.3	建筑设施空间管理关键绩效指标的概念模型	203
7.5	建筑设施空间管理绩效评价与优化研究	205
7.5.1	建筑设施空间管理绩效评价方法的选取	205
7.5.2	DEA 方法在绩效评估中的应用	206
7.6	空间管理策略	206
第8章	总结	208
参考文献		210

第1章

绪论

1.1 研究背景

对于建筑工程,通常将其全生命周期分为规划设计、工程施工、运行维护和报废退役四个阶段。在建筑的全生命周期中,运行维护阶段的周期占全生命周期的绝大部分,而从成本角度来看,运行维护阶段约占总成本的80%。因此,运行维护阶段是建筑工程中时间周期最长,成本比例最大的一个阶段。

然而,在建筑工程运行维护阶段,涉及诸多利益相关者,各利益相关者之间很难及时有效地获取房屋及设备设施运行的状态并协同管理;其次,在民用建筑工程特别是住宅工程中,影响使用功能的质量通病比较普遍。而传统的建筑设备运行维护管理方法主要是通过纸质资料和二维图形来保存信息进行设备管理,这存在很多问题^[1]。运行维护利益相关者在维修保养时往往因信息不全、图形复杂等原因而无法确保房屋及设备维护的及时性与完好性,影响维护保养质量,并且耗费大量时间资源和人力资源,管理效率较低。如何高效地进行建筑工程运行维护协同管理和可视化是一个非常重要的问题。因此,为解决上述传统建筑工程运行维护管理中存在的问题,提高管理效率,从而提出本研究课题。

当今时代,随着计算机技术、网络技术和信息技术的飞速发展,信息系统逐渐应用到了人类生产生活中的各个领域,促进了信息的大范围、快速传播,信息化已经成为当今世界经济与社会发展的大趋势。对于建设工程领域而言,项目全生命周期涉及大量的工程信息以及多个利益相关方,要实现信息传递的高效性、准确性和低冗余度,建筑业信息化则是必然趋势。对此,在我国建设工程领域,早在20世纪80年代,计算机的使用首先在工程设计阶段得到推广,到2000年基本实现了“甩掉图板”;随后,住建部颁布了《建筑业信息化发展纲要》,强调了建筑业应高度重视信息化建设,不断提高信息技术应用水平,促进建筑业技术进步和管理水平提升;此外,住建部还颁布了《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》,就目标、措施等做了具体阐述,进一步掀起了建筑领域建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)应用的热潮。建筑信息模型的快速发展为本课题的研究提供了技术支撑。通过BIM技术提供的信息、资源整合平台可以进行更好、更智能的信息储存、信息管理和信息传递,BIM模型能提供可视化的操作及展示平台,让运维

管理对象和管理工作变得更加形象、直接,以便更加简单有效地进行建筑的运行维护可视化管理,更准确、全面、快速地掌握建筑运维管理信息,更有效地进行建筑运维协同管理,提高维护效率,但在运用过程中仍存在诸如信息孤岛、信息断层、信息化规范标准不健全,以及信息化组织体系不完善等问题^[2-3]。

综上所述,一方面建筑工程的运维阶段在整个生命周期内所占的时间和成本都是最多的,随着房地产向存量市场转型和建筑工程日趋复杂,设施的运维会受到越来越多的关注,但在运维阶段仍存在协同效率低、信息化不足等问题;另一方面,BIM 技术为解决上述问题提供了技术支持,但在运维阶段应用时仍有空白和不足之处,需进一步开发完善。

1.2 研究意义

目前结合 BIM 的建筑业信息化领域的研究也越来越热,主要集中于工程设计管理、施工进度/成本/安全管理和设施管理等方面。而将 BIM 应用到运维阶段的研究仍然较少,本书利用 BIM 协同、可视化的特点,将其引入房屋产权(产籍)管理、设施设备维修维护和物业管理各阶段,其研究意义主要有以下几点:

(1) 运维管理流程集成化

通过文献查阅及实际调研,重新梳理关于建筑工程运行维护管理的工作内容,分析主要利益相关者在运维管理工作中的主要职责,根据内部管理机制、运作方式、管理模式、问题应对策略等情况制定了适应建筑运行维护协同管理的流程,进而引进 BIM 技术,将运维管理的流程在 BIM 环境下进行集成。

(2) 运维管理信息一体化

随着建筑投入使用,会产生大量的运维数据,本书将 BIM 技术引入建筑运维管理中,建立建筑运维数据库,可以完整地对信息进行存储、分析、传递,随时为利益相关者提供查询服务,这将大大提高信息存储的完整性;可以消除建筑及设备维修保养过程中因资料丢失而导致的问题,实现信息一体化管理。

(3) 运维管理工作协同化

BIM 模型在存储运维数据的基础上,对运维阶段的工作内容进行功能模块设计,进而实现所有管理者在可视化平台协同工作。这打破了传统运维管理各工作模块信息不共享、反馈不及时的局面,所有的系统用户可以方便快捷地查询建筑的空间使用情况和运行保养情况。同时,因为 BIM 技术的可视化特性,运维管理各方可以通过系统直观地看到建筑的 3D 模型,并可以选择性地查看建筑的细节部位构件或设备情况,便于管理者全方位掌握建筑运行状态。此外,当使用者发现设备故障时可直接在系统管理平台报修,项目维护方根据提示可迅速做出处理,并根据维修情况及时记录信息,大大节省了人工管理的时间,从而提高运维管理效率,使参与各方通力协作。

1.3 国内外研究现状

1.3.1 BIM 研究现状

(1) 国外研究现状

国外 BIM 研究相比国内起步早,相关理论研究也更为成熟,建筑信息模型这一概念由伊斯特曼(Eastman)等于 19 世纪 70 年代首次提出。目前,国外关于 BIM 的研究主要集中在 BIM 技术的应用拓展研究、IFC 标准及扩展机制研究和基于 BIM 的“nD”模型研究这三个方面,其中在建筑工程运维阶段运用 BIM 技术研究相比国内较多,研究领域包含数据标准、信息集成、应用框架和系统架构与开发,下面逐一介绍。

在数据标准方面,国外现行的数据标准有:①工业基础类(Industry Foundation Classes, IFC)系列标准,包括 IFC、国际字典框架(International Framework for Dictionaries, IFD)、信息传递手册(Information Delivery Manual, IDM)和模型视图定义(Model View Definition, MVD),均是 buildingSMART 组织制定的标准;②施工运营建筑信息交换(Construction Operations Building Information Exchange, COBie)标准,是服务于已建成建筑运营和管理的信息交换标准,一般要求自建筑全生命期初期的概念设计阶段应按照 COBie 等标准定义模型;③Omni Class(OCCS 或 Omni Class Construction Classification System)标准,是一个设备全生命期的信息分类标准,作为组织、排序、搜索信息的手段,其包含 15 个不同建筑信息的分类表格。

在信息集成方面,Becerik-Gerber^[4]等提出金字塔形状的数据结构形式,并明确了项目各参与方提供数据的职责;深入利用 IFC 研究了基于本体的建筑信息管理方式。目前,这是国内外 BIM 应用研究热点之一。

在应用框架方面,Corry E^[5]指出建筑信息的分散和缺少统一的预测分析工具是优化复杂建筑物性能的阻碍,进而提出一种结构化和定量化的框架来评估建筑性能,并以数据标准为基础实现 IDM,从而支持 MVD;Hu Zhenzhong^[6]提出安全和结构监测、机电设备、机场模拟优化等 3 个典型研究框架,并应用于桥梁和大型公共设施。

在系统架构与开发方面,国外用于运维管理的 BIM 平台系统主要有三类:①直接应用商业软件产品,目前较为广泛使用的商业运维管理软件有 Allplan Allfa,软件的功能有数据标准化的信息管理、空间管理、设备文档管理、暖通和防火预警等,覆盖了设计、施工和成本管理,可以完成一定程度的信息集成,更符合 BIM 技术的理念,及全生命期管理的要求。其不足主要是功能不够完善,覆盖面较低。②基于商业软件进行二次开发,二次开发的系统可以利用已成熟的界面和图形平台,开发周期短,基本可以满足一般工程的需求。但由于其软件架构于商业软件之上,功能扩展性较差。③研发具有自主知识产权的平台系统,自主开发束缚小,但目前该领域的研究不足,已经开发成功的系统大多针对运维的某一个或几个特定领域,如基于 BIM 的机电设备智能管理系统 BIM-FIM^[7]。

(2) 国内研究现状

国内学者对 BIM 在建筑工程全生命周期内的应用展开了积极研究,包括可行性研究阶段、设计工作阶段、建造实施阶段和运营维护阶段,但更多关注于设计和施工阶段。在设计阶段,王陈远^[8]首先剖析了基于 BIM 的深化设计管理流程,在充分考虑深化设计和 BIM 的技术特点的基础上,建立了以施工企业为主体的深化设计管理流程,对基于 BIM 的深化设计工作流程进行了规范,保证深化设计质量;在施工阶段,柳娟花^[9]通过 Revit 软件建立 BIM,再通过专业性软件工具 EcotectAnalysis 对模型进行综合评估分析,借助 Navisworks 和 RevitAPI 对模型施工过程进行了真实的模拟再现,实现了对 BIM 模型中特定信息的获取以及施工过程构件之间的碰撞检测,为后续的实际施工阶段提供了很好的技术和数据支持;在运维阶段,王廷魁和张睿奕^[10]提出了基于 BIM 的建筑设备可视化管理模式,这种管理模式能够提高设备管理的信息化程度,进而提高工作效率,降低设备管理难度,实现高效、及时、方便的设备运维管理。

许多学者对信息交换标准和数据集成机制这一横向研究方向也进行了深入研究,陈沉等^[11]研究基于同一数据平台下的信息模型如何从设计单位无缝传递给施工单位和业主单位。张建平^[12]为了解决数据交换时格式转换困难,提出了面向建筑全生命期的集成 BIM 构建框架,通过研究集成 BIM 基本结构、建模流程、应用架构以及建模关键技术,开发了 BIM 数据集成与服务平台的原型系统,为面向全生命期的 BIM 创建、管理与应用探索了新的方法和技术。清华大学软件学院 BIM 课题组设计出一个中国建筑信息模型标准框架(简称 CBIMS),并对 CBIMS 的组成及各部分相关内容进行了详细的介绍,方便建筑业各相关产业链环节共享和应用 BIM^[13]。张洋^[14]在研究中引入建筑业国际标准 IFC,提出基于 BIM 的工程信息管理体系与架构,建立了 BIM 体系结构、信息描述和扩展机制,解决了模型转换、信息提取与集成、数据存储与访问等关键技术问题。在此基础上开发了 BIM 信息集成平台(BIMIIP),可实现处理结构化和非结构化数据,定义子模型视图、管理属性集及术语、创建及转换 BIM 几何模型等功能,为实现工程信息交换、共享和集成化管理,提供了理论、方法、技术和平台。

1.3.2 BIM 协同管理研究现状

BIM 不仅是一项技术应用。BIM 模型本身作为包含大量信息的资源处理中心,在信息处理过程中必然有信息的高度交流和相互关联,因此 BIM 也是多方协作的协同平台,为建设工程项目带来共同决策制定、协作共赢的协同环境。

(1) 国外研究现状

在信息协同方面,信息协同要求不同模型之间的交互,即模型的协同,由于不同的模型由不同的软件完成,现有信息协同研究延伸至定义统一的模型交互标准^[15]。IFC 是 AEC 软件应用间的建筑信息转换数据平台,1995 年由 buildingSMART 组织提出^[16],主要功能是在建筑环境下建立不同软件间的交互和开放标准^[17]。Plume 等^[18]讨论了不同专业基于共享的 IFC 建筑模型的协同设计,重点讨论设计流程的技术操作问题。