

BIM 技术在建筑机电安装工程中的应用

李松

广东建设职业技术学院，广东 广州 510440

DOI: 10.61369/ETR.2025390049

摘 要： 建筑信息模型（BIM）技术是一种集成了建筑、结构、设备、电气等专业知识的数字化模型技术。它通过构建三维模型，实现工程设计、施工、运维等阶段的数字化管理和协同工作。本文主要探讨了 BIM 技术在安装工程中的应用，包括设计阶段、施工阶段和运维阶段。

关 键 词： BIM 技术；安装工程；数字化管理；协同工作

Application of BIM Technology in Building Mechanical and Electrical Installation Engineering

Li Song

Guangdong Construction Polytechnic, Guangzhou, Guangdong 510440

Abstract： Building Information Modeling (BIM) technology is a digital modeling technology that integrates architectural, structural, equipment, electrical, and other professional knowledge. It achieves digital management and collaborative work in the stages of engineering design, construction, and operation maintenance by building three-dimensional models. This article mainly discusses the application of BIM technology in installation engineering, including the design stage, construction stage, and operation maintenance stage.

Keywords： BIM technology; building mechanical and electrical installation engineering; digital management; collaborative work

近年来，BIM 技术在全球迅速发展，多国积极推广甚至强制应用，但因技术、制度、人才等因素限制，其普及仍处于探索阶段，难以快速推进。当前共识是推动 BIM 技术与业务场景深度融合，切实赋能建筑行业各环节，创造实际价值^[1]。BIM 在全球落地中产生差异化解读，其理念从施工阶段的 VDC 延伸至全生命周期的 IDD，并最终指向整体数字化转型，根源在于各国国情与导入期的不同。

至 2011 年起，我国有关部门出台各种 BIM 相关政策，指导和促进我国 BIM 技术的应用与发展^[2]。例如，2022 年 1 月广东省住房和城乡建设厅发布《广东省住房和城乡建设厅等部门关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的实施意见》，指出加快推进建筑信息模型（BIM）技术在规划审批、施工图设计与审查、施工深化设计、关键工序模拟、竣工验收、工程运维等工程全生命周期的集成应用。推动大中型政府投资工程、大型社会投资公共建筑、装配式建筑工程应用 BIM 技术，提升 BIM 设计协同能力^[3]；2022 年 6 月深圳市住建局印发《关于支持建筑领域绿色低碳发展若干措施》，指出“对于符合国家、广东省和深圳市 BIM 相关标准和要求，经市建设主管部门评定为 BIM 技术应用示范项目的，按照建筑面积每平方米最高资助 15 元，单个项目资助金额上限为 150 万元，且不超过项目建安工程费用的 3%。”^[4]

随着建筑行业的持续进步，人们对生活品质和便利性不断的需要持续增长，机电安装在建筑工程中的重要性不断受到重视^[5]。随着机电技术革新，其安装工程正朝工业化、信息化与绿色化发展。传统管理方式存在信息缺失、进度与质量难控等问题，而 BIM 技术的应用能有效提升工程质量与效率^[6]。

一、绪论

（一）BIM 的来源

每一项技术的兴起都来自于社会需求并为社会所服务，正在一直发展并慢慢被人们所知和利用的 BIM 技术也不特殊^[7]，它在国际市场和建筑行业自身发展需要下产生并不断壮大。BIM 理念的起源，是由于 1973 年全球石油资源短缺，让美国所有行业都在

思考如何提高行业经济利润的问题上，查尔斯·伊士曼在 1974 年提出了一个关于虚拟建筑模型定义的初步想法。该研究描述了一个由三维几何元素组成的“建筑描述系统”，包含关于基本几何和元素之间关系的信息，这有利于实现建筑项目工程的可视化和有助于工程师对其进行量化分析，在开始施工前提供可靠的施工成本估算，从而降低材料成本。后来他成为了 BIM Handbook 的主要编作者。

1982年, Graphisoft 公司建立了虚拟建筑模型 (Virtual Building Model, VBM) 的概念^[8], 并且在1984年发布 ArchiCAD 软件, 随后芬兰的专家提出了一种建立在计算机基础上的智能模型系统, 并将“Product Information Model (产品信息模型)”作为它的名字。在1986年, 计算机辅助设计 (CAD) 相关的 Ruffle 首次使用了建筑模型这一术语, 一年之后, ArchiCAD 作为第一个商业 BIM 软件发布。随后 Nederveen 和 Tolman 首次使用了建筑信息建模这一名称。直到2002年, BIM 的概念被第一次完整阐述, 同年, Autodesk 公司刊载了白皮书“建筑信息模型”, 从此, BIM 作为专用术语开始在建筑行业被普遍应用。

(二) BIM 的概念

BIM 的全称为 Building Information Modeling (建筑信息建模)。BIM 被定义为设施的物理和功能特征的数字表示, BIM 是关于设施信息的共享知识资源^[9], 在设施 (水、废水、电、气、废物、道路、桥梁、港口、住宅、公寓、学校、医院、商店、办公室、工厂、仓库、监狱等) 的整个生命周期内形成决策的可靠基础; 定义为从最早构思到拆除存在。

(三) BIM 技术的优势

1. 可视化。BIM 建模的可视化是与每个组件建立通信和完整性的能力, 允许整个项目过程的所有阶段的可视化。与传统模式相比, BIM 技术的应用可以使复杂的图纸更加抽象和立体, 全面展示图纸内容, 使施工人员在实际操作中有一个清晰明确的认识^[10]。

2. 模拟。BIM 的模拟意味着可以提前模拟建筑的不同形态和不同运行模式。通过数字仿真模型, 构建虚拟建筑, 施工人员可以提前看到施工过程中可能发生的情况, 以及模拟和演示各种大概率产生的问题, 从而有效地控制施工过程^[11]。

3. 优化。BIM 技术不仅仅在项目优化的时候可以派上用场, 还可以在具体的项目中得到应用。使用 BIM 技术进行优化时, 可以避免信息、时间、复杂度等诸多限制。使用传统手段进行优化时, 很难保证结果得到合理优化, 而使用 BIM 技术可以简化复杂流程, 缩短施工流程, 在很大程度上减少了施工人员的实际工作任务, 从而高效地提高工程进行的速度, 同时又能保证工程质量^[12]。

4. 协调统一。BIM 技术使各责任方能够在项目进展的不同时期通过 BIM 技术平台共享信息, 及时了解并反馈其职责范围内的工程工作。施工中应及时沟通进度与变更, 确保信息同步, 避免因信息不准影响项目进度与质量。因此, BIM 技术的协同特性在绿色建筑中发挥着重要作用, 并在施工过程中起到监督和管理的作用^[13]。

(四) BIM 技术文献调研

在知网以 BIM 为主题检索论文, 总共有6.61万篇, 其中学术期刊5.11万篇, 学位论文0.82万篇, 会议论文0.44万篇, 其他为报纸和图书, 分别为436篇与249篇。从图1可看出, 自2004年至2024年, BIM 相关的文献在知网的发表量呈现指数增长, 但从2020年开始出现连续3年的降低, 分析其原因, 应该是受到疫情影响房地产行业出现降温, 建筑工程项目少了, 相关的研究和工程实践也少了。

以 BIM 机电为主题在知网检索出4806篇文献, 其中学术期

刊3670篇, 学位论文657篇, 会议论文385篇。由图2可发现, 以 BIM 机电为主题的文献发表量从2012年开始不断增长, 到2019年开始出现下滑。再次验证房地产行业发展的放缓, 导致 BIM 相关文献发表量亦有所减少。

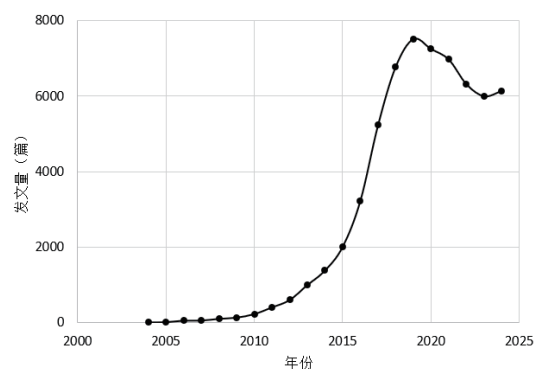


图1 2004年至今以 BIM 为主题的论文在知网的发文量

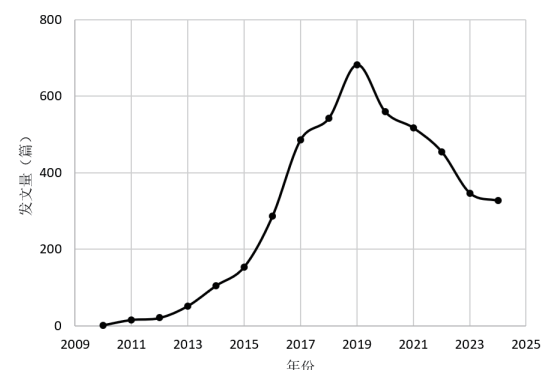


图2 2011年至今以 BIM 机电安装为主题的论文在知网的发文量

二、BIM 技术在机电管线设计阶段的应用

在机电设计阶段, BIM 技术可提高设计的精度, 减少设计错误及重复工作, 同时也可提高施工质量和效率, 降低运营成本。因此, 研究 BIM 技术在机电设计中的应用具有重要的理论和实践意义。

近年来, 大型的建筑项目日益增多, 机电设备管线更加复杂, 传统的二维管线综合设计, 很难完全避免各系统管线以及管线与建筑构造间的碰撞, 时常会出现临时调整设计和返工的现象。采用传统的 CAD 设计, 需要各专业之间进行大量的协调和沟通。而 BIM 技术通过构建三维模型, 可以实现各专业之间的协同设计。建筑、结构、设备、电气等专业可以在同一个模型上进行设计, 减少了沟通协调的时间和成本。这就是我们所谓的协同设计。

BIM 技术可以通过3D 模型进行可视化设计, 使设计更加直观。设计师可以通过模型检查设计方案是否合理, 是否满足规范要求, 从而减少设计错误和返工率。通过 BIM 技术的模拟分析功能, 可以对设计方案进行优化。例如, 在安装工程中, 可以通过模拟分析来确定最佳的管道布置和安装位置, 以减少后期的改动和成本。BIM 模型不仅仅是三维尺寸模型, 更重要的是它能够附加上每个构件或设备的各种参数信息, 如材质、型号、施工方式、供应商等, 为投入使用后提供运维所需的基础数据。

机电工程协同设计流程主要一下如下: 创建项目样板→建立

中心文件夹→划分工作集→创建结构模型→创建建筑模型→创建机电模型→各专业模型整合到一起→BIM 协同优化设计。

碰撞检查是 BIM 模型中的一个重要功能,它可以检测模型中的不同元素(同专业模型、不同专业模型)之间是否存在碰撞,包括硬碰撞与软碰撞,从而确保模型的准确性和可靠性。碰撞检查的主要目的是在设计阶段发现潜在的问题,以便在施工前进行修正。通过使用专业的碰撞检测软件,如 Autodesk Navisworks、Graphisoft ArchiCAD 等,可以自动检测模型中的元素是否相交或重叠。设计人员再根据碰撞报告,对模型进行修正,不仅避免各模型之间的碰撞,也要满足管线的净高要求。

三、BIM 技术在机电管线施工阶段的应用

传统机电安装施工方式,与土建交叉作业,作业面、进度受限;完全手工作业,工艺质量参差不齐;人工作业,加工效率低下;产生的废气、粉尘影响作业环境,对工人身体有危害。

BIM 管线综合技术通过整合建筑、结构与机电模型,进行深化设计和碰撞检查,从而优化管线布局,规避冲突。BIM 技术可以将机电系统的各专业图纸进行整合,形成一个完整的机电系统施工图,从而实现施工图的审查。通过 BIM 技术,可以将设计方案进行施工模拟。这可以帮助施工单位更好地理解设计方案,提前发现施工中可能出现的问题,并采取相应的措施解决,帮助施工单位优化施工方案,提高施工效率,降低施工成本^[14]。通过 BIM 技术,可以根据模型的属性精确计算出材料用量和工程量,从而提高工程预算的准确性和成本控制的效果;可以对机电系统的各个部分进行管理,包括材料管理、进度管理、质量管理等。

建筑机电装配式安装施工方式也离不开 BIM 技术。BIM 辅助机电预制加工法的特点:预制加工施工,将大量工作提前启动;自动化加工设备,工艺质量更有保障;机械加工效率更高;改变

作业环境,减少空气污染,实现绿色生产。直观的 BIM 模型也可以快速让预制构件生产工人读懂图纸并理解施工方案,更有便于构件的机械化生产。

MR 技术是混合现实技术的一种,可以应用于建筑领域的机电安装。比如,在项目的土建已经施工完成,在安装机电设备的过程中,可以用移动设备观看现场,可以把未来需要安装的机电设备模型投射到画面中,指导现场施工,还可以随时观看施工进度是否符合 BIM 设计。

四、BIM 技术在机电管线运维阶段的应用

建筑及机电设备及其管线完成施工后,即投入更长周期的使用运维阶段,往往运维阶段支出的费用会占到最大的比例^[15]。BIM 技术在运维阶段的应用主要体现在设备管理和资产管理方面。通过 BIM 模型,可以清晰地了解设备的运行状况、维修记录等信息,提高运维管理的效率和决策的准确性。BIM 技术通过实时监控实现设备预防性维护,并支持机电系统的能源与安全管理。模型还可提供精确空间信息,辅助优化空间规划与资源利用。

五、结论

BIM 技术在安装工程中具有广阔应用前景,能实现数字化管理与多方协同,显著提升效率、控制成本、提高质量,并优化设计与工程算量。在机电工程中,BIM 有效改善了信息传递与协同设计,其施工方式相比传统方法更有利于进度控制与成本节约。此外,BIM+VR 技术支持多人协同与施工虚拟漫游,具备重要的推广价值。随着技术持续发展,BIM 将在安装工程中发挥更为关键的作用。

参考文献

- [1] Sacks R, Eastman C, Lee G, et al. BIM Handbook (A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers) [M]. Collaboration and Interoperability[M]. 2018.
- [2] 林佳瑞, 张建平. 我国 BIM 政策发展现状综述及其文本分析 [J]. 施工技术, 2018, 47(6):6. DOI: 10.7672/sgjs2018060073.
- [3] http://zfcxjst.gd.gov.cn/jsgl/zcwj/content/post_3776414.html
- [4] http://zjj.sz.gov.cn/xxgk/zcfgs/zcfg/jsgcgl/content/post_9905813.html
- [5] 郭洪武. 我国机电行业发展现状及问题分析 [J]. 机电产品开发与创新, 2013, 26(01):31-32.
- [6] 陈宇军, 段春姣. MEP 项目中 BIM 技术的应用与推广 [J]. 建筑技艺, 2010(21):226-229.
- [7] 崔闪闪. 我国建筑工程 BIM 招标规范化研究 [D]. 郑州大学, 2017.
- [8] 徐俊, 贾虎, 裴云燕, 等. 国内外 BIM 技术研究现状及发展前景 [J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2019(05):12-13.
- [9] 庄镇宇. 基于 BIM 技术的电气设计信息管理流程研究 [D]. 中国矿业大学, 2019.
- [10] 闫振海. 桥梁建设期 BIM 技术研究 [D]. 交通运输部公路科学研究所, 2017.
- [11] Liu, Y. Effective Application of BIM Technology in Green Building Design. Sichuan Cement, (2021) 4, 93-94.
- [12] Liu, T. Application of BIM Technology in Green Building Design. Housing and Real Estate, (2019) 4, 65.
- [13] Zhang, H. Application of BIM Technology in Green Building Construction Management. Housing and Real Estate, (2019) 4, 174.
- [14] 李静原, 姚维凤, 姜恩泽等. BIM 技术在建筑运行维护阶段的持续集成应用案例 [J]. 施工技术, 2018, 47(S3):15-18.
- [15] Zhou, J. Research on Green Building Construction Management Based on BIM Technology. Construction Materials & Decoration, (2019) No. 6, 38.