

上海市建筑信息模型技术应用与发展报告

Shanghai BIM Technology Application
& Development Report

2023

Building
Information
Modeling

上海市住房和城乡建设管理委员会

Shanghai Municipal Commission of Housing
Urban-Rural Development and Management

编委会

主任：胡广杰

副主任：裴晓 刘千伟 许解良

委员：

沈红华 马燕 张旻皓 胡欣 亓立刚 申伟强 周红波 龚剑

熊诚 王平山 王广斌 方明 张亮（广联达）

编制小组

组长：裴晓

副组长：许解良 沈红华

组员：沈宏 周婷婷 张亮（市政总院） 张俊 蒋力俭 叶源新

钱茹莹 刘艳滨 沈吟吟 陈静 张玉富 范玉明 张天伦

邱杰凯

参编单位：

上海市住房和城乡建设管理委员会

上海市住房和城乡建设管理委员会行政服务

中心上海市建筑建材业市场管理总站

上海市建设工程安全质量监督总站

上海市建设工程勘察设计管理事务中心

上海市住宅建设发展中心

上海市绿色建筑协会

上海建筑信息模型技术应用推广中心

上海城投（集团）有限公司

上海申通地铁集团有限公司

中国建筑第八工程局有限公司

上海建科集团股份有限公司

上海建工集团股份有限公司

上海隧道工程股份有限公司

华东建筑集团股份有限公司

同济大学

鲁班软件股份有限公司

广联达科技（上海）有限公司

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

上海城投公路投资（集团）有限公司

上海市隧道工程轨道交通设计研究院

中国建筑第八工程局有限公司上海分公司

上海汉智工程建设集团有限公司

上海巨一科技发展有限公司

上海城建信息科技有限公司

华建集团上海建筑设计研究院有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司上海分公司

上海申康卫生基建管理有限公司

上海申铁投资有限公司

上海机场（集团）有限公司

上海浦东发展（集团）有限公司

上海交通大学

中设数字技术有限公司

目 录

前 言	I
摘 要	II
第一章 国内外 BIM 技术应用与发展概况	1
1.1 国外 BIM 技术应用发展概况	1
1.2 国内 BIM 技术应用发展概况	33
第二章 上海市 BIM 技术应用分析	63
2.1 BIM 技术应用政策环境与成效	63
2.2 BIM 技术应用层面推广情况	80
2.3 BIM 技术应用管理推进情况	92
第三章 上海市 BIM 技术应用发展情况	100
3.1 重点领域 BIM 技术应用情况	100
3.2 BIM 三向融合	187
3.3 BIM 与其他技术的集成应用	201
3.4 第五届上海市 BIM 应用创新大赛	225
第四章 上海市 BIM 技术应用展望	226
4.1 形势任务	226
4.2 发展趋势	227
4.3 机遇和挑战	228
4.4 重点工作	232
参考文献	236
附录：上海市第五届 BIM 技术应用创新大赛获奖名单	

前 言

当前，数字化正在以不可逆转的趋势席卷全球，成为社会发展的核心驱动力。BIM 技术是建筑业实现数字化转型的重要工具，能有效推动建筑业工业化、智能化、绿色化转型发展，进一步提升工程建设领域信息化和数字化水平，助力城市数字化转型。2022 年 1 月，住建部发布《“十四五”建筑业发展规划》，提出建筑业 2035 年远景目标和“十四五”时期发展目标。规划强调：“要加快推进建筑信息模型（BIM）技术在工程全寿命期的集成应用，健全数据交互和安全标准，强化设计、生产、施工各环节数字化协同，推动工程建设全过程数字化成果交付和应用。”

为推动建筑业数字化持续转型升级，实现建筑业高质量发展目标，“十四五”期间上海市先后发布了一系列 BIM 应用激励政策，大力推动 BIM 技术在行业、企业的应用与发展。2022 年 6 月，上海市人民政府办公厅印发《上海市数字经济发展“十四五”规划》，要求“加快城市新型基础设施建设，支撑城市迈向全场景智慧时代。发展数字孪生城市新形态，重点推广 BIM（建筑信息模型）、GIS（地理信息系统）等技术，支持城市空间、楼宇精细化管理等领域数据服务企业应用，加强时空大数据管理、地理监测、高精度地图、地理实体等新型测绘能力建设，发展万物互联、虚实映射、实时交互的数字孪生城市”。同年七月，上海市人民政府办公厅印发《上海市碳达峰实施方案》，方案指出“要推行绿色施工，推动建筑信息模型(BIM)等智能化技术应用，大力推进装配式建筑 and 智能建造融合发展，推行全装修住宅，减少建设过程能源资源消耗”。得益于政策的支持和行业的发展，本市 BIM 技术在推广数量、应用水平、审批方式、管理能力等方面都有了显著提升。据相关统计，2022 年本市新增报建项目 5644 个，规模以上项目数为 1186 个，应用 BIM 技术的项目数量达 1134 个，规模以上项目 BIM 技术应用率 95.6%，应用 BIM 技术项目相较于 2021 年增长 18.6%。随着 BIM 技术应用项目规模和数量的不断增长，BIM 技术应用也逐渐从项目级、企业级应用向城市级应用迈进。同时，BIM 技术和云计算、物联网、人工智能等新技术的集成应用也在不断加快，BIM 技术与城市管理深度融合发展。BIM 应用价值更加凸显。

立足当今上海市建筑行业转型发展现状，上海将紧紧围绕“打造具有世界影响力的国际数字之都”总目标，始终坚持技术和制度“双轮驱动”、政府和市场“和弦共振”，持续完善 BIM 技术应用基础规则体系，全面提升建筑领域 BIM 技术应用能力，持续推广 BIM 技术正向和全生命周期应用，促进 BIM 技术与数字化、智能化、工业化、绿色化深度融合，不断为建筑业转型升级蓄势赋能。

摘要

2022 年是党的二十大召开之年，二十大报告提出，加强城市基础设施建设，打造宜居、韧性、智慧城市。秉持“人民城市人民建，人民城市为人民”的核心理念，上海在全面推进城市数字化转型的过程中，积极推动数字化技术深度应用，充分发挥数据要素价值，助力城市精细化管理水平提升。为系统掌握本市 BIM 技术应用成效和发展情况，进一步提炼总结经验，为下一步推进工作提供决策依据，上海市住房和城乡建设管理委员会委托上海建筑信息模型技术应用推广中心牵头组织编制了《2023 上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》(以下简称“报告”)。

本报告围绕“创新”与“全过程应用”的思路，以项目应用为核心，聚焦上海市重点区域和重大工程，系统分析总结了本市 BIM 技术应用的成果，以及与管理融合应用的模式与经验，体现了 BIM 技术在工程项目全生命期的一体化应用，突出 BIM 技术与超大城市治理的深度融合发展。今年的报告中着重体现了上海市 BIM 技术应用的“四个亮点”：政府引导下 BIM 技术应用标准体系更加完善；BIM 赋能智能建造，助力建筑业高质量发展；基于 BIM 的智慧运维助力城市精细化管理；业主主导的 BIM 应用模式逐渐成为主流。

编制内容分为四个章节及附录：第一章简要概述国内外 BIM 技术应用与发展情况，对 BIM 技术推进规划、标准制定、应用价值、典型案例、研究热点及人才培养等情况进行介绍；第二章系统分析本市 BIM 技术应用现状，重点阐述本市 BIM 技术应用政策环境和推广情况以及全寿命期 BIM 集成应用与管理；第三章对本市 BIM 技术总体应用发展情况进行深度剖析，重点总结 BIM 技术在重点区域和重大工程、智能建造及绿色建筑的融合应用以及与其他数字化技术协同的经验；第四章在上海市数字经济发展“十四五”规划和促进新城建设数字化转型等形势任务要求的基础上，提出上海市 BIM 技术应用展望，重点分析上海市 BIM 技术应用发展趋势以及面临的机遇和挑战，并提出下一步工作重点；附录内容包括“第五届上海市 BIM 技术应用创新大赛”获奖名单及部分获奖项目案例集。

本报告内容力求全面、系统、客观地反映当今上海市 BIM 技术应用与推进情况，提出下一步行动方向，充分体现“国际视野、国内领先和上海特色”，为行业发展和政府决策提供依据和参考。本报告撰稿单位对国内外 BIM 技术应用发展最新情况进行了详尽调研分析，针对上海市 BIM 技术应用发展情况进行了细致总结。报告对本市 BIM 技术应用发展具有重要借鉴意义，但由于编制组精力与编制时间有限，加之 BIM 技术应用仍处于不断发展过程中，本报告难免存在不当之处，欢迎各位读者批评指正，以期在今后的编制工作中逐步完善。

第一章 国内外 BIM 技术应用与发展概况

1.1 国外 BIM 技术应用发展概况

1.1.1 总体概况

1.1.1.1 整体情况

国际著名咨询公司——市场研究公司（Research and Markets）于 2023 年 1 月更新了其最新的建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）市场调研报告《建筑信息模型（BIM）-全球战略业务报告》。报告显示，受 COVID-19 疫情扰动因素影响，2022 年全球 BIM 市场规模测算为 66 亿美元，市场研究公司认为全球 BIM 市场在 2023 年至 2030 年间有望以 16.4% 的复合年增长率在 2030 年达到 221 亿美元的规模。分地区来看，2022 年北美地区的 BIM 市场规模仍然超过亚太地区 and 欧洲地区，其中美国 BIM 市场测算达 19 亿美元。亚太地区中，中国拥有最大规模的 BIM 市场，这归功于建筑业 BIM 应用率的进一步提高以及在大型基础设施建设中的应用，预计到 2030 年，中国 BIM 市场规模将达到 37 亿美元。

全球经济正处于一个关键的十字路口，一系列相互关联的挑战和危机并行。通货膨胀、气候变化、贸易局势紧张等因素将影响经济活动和增长，加剧 BIM 技术在建筑业的发展与推广应用所面临挑战的复杂性。市场研究公司预计 2023 年对大多数市场、投资者和消费者来说将是艰难的一年，尽管如此，在发展战略中充分考虑韧性和适应性，能为企业及其领导者在 2023 年获得更多发展机遇。

如今，随着城市技术的不断发展和进步，人口正在向全球大都市转移，受到个人或商业的需求，各大型城市正在快速地规划和建设更多的基础设施。此外，为应对可能的经济衰退，全球各国政府和企业也正在逐年增加面向公共建筑和私人设施的投资，例如美国联邦航空管理局为“下一代航空运输系统”的机场基础设施提供了 8.4 亿美元的资金。同时，不断增加的智能城市项目和对下一代基础设施的高需求预计也将推动 BIM 市场的增长。此外，工程和建筑投资成本的不断增长也要求企业采用更先进的解决方案来降低成本。这些因素的叠加有望进一步刺激 BIM 市场的增长，对建筑业信息化水平提出了更高的要求。

国际标准化组织近年来持续在建筑业信息化领域投入更多的力量推进 BIM 相关标准的编制与修订。ISO 19650 系列标准指导了建筑资产全生命周期中基于 BIM 的信息管理，除了已发布的基本框架、资产交付和运营信息管理要求以及信息安

全要求,2022年8月,ISO发布了19650系列标准的第四部分信息交换要求,19650-4为每个单独的信息交换提供了明确的过程和标准,其目的是通过选择“开放的”模式、数据格式和协议,确保BIM的互操作性。ISO 19650-4:2022由PAS 1192-4转化而来,PAS 1192-4为在英国使用COBie的相关要求,而在ISO 19650-4的转化过程中,将COBie的具体化、特征化的表格内容全部删去,从总体上描述开发面向资产管理的模型视图定义MVD应执行的要求,从而保证了ISO 19650-4在英美之外、不使用COBie的市场的适用性。2023年2月,ISO对原ISO/TS 12911:2012 BIM 导则完成了修订,新的ISO 12911:2023为BIM应用标准的框架,该框架提供了一种创建BIM实施规范的系统性方法,符合该框架的实施规范可以以“RASE”即需求、应用、选择、例外(requirement, application, selection, exception)的结构化过程,在BIM从业者之间共享,甚至有能力实现对交付物的自动化检查。ISO 12911:2023的修订符合以ISO 19650系列和ISO 29481系列标准为代表的最新BIM标准的要求,例如该标准可以用于在组织内部对计划文件的标准化或对信息容器的生产过程规则化,也可以用于不同组织间就信息管理和生产的具体要求达成共识。

建筑智慧国际联盟(buildingSMART International,简称bSI),是一家非营利性国际BIM组织,在全球多个国家设立分部,并和当地政府机构合作共同推动BIM技术的发展,同时也是国际BIM标准的重要贡献力量。2022年,buildingSMART发布了最新的IFC4.3版本(4.3.0.0),该版本已提交ISO/TC59/SC13进行审查,同时buildingSMART正同步对IFC4.3进行修订以期形成IFC4.3.1版本(4.3.0.1)。IFC4.3的主要改进除了增强了空间描述能力和空间定位能力,包括引入ISO 19148空间中线形的定义、对齐、线性定位,更重要的是扩展IFC资源层中港口与水路、铁路、公路领域的模式,并在交互层新增了基础设施领域并添加了实体类型,支持了对基础设施、港口与水路、铁路、公路领域的的数据定义。其中水运基础设施部分由中国交建牵头制定、铁路部分由中国铁路BIM联盟牵头制定,这也是IFC数据模式中领域的扩展首次由来自中国的会员单位主导。除了继续更新和维护IFC、IDM/MVD标准并提供bsDD数据字典服务,buildingSMART正在整合全球分部力量开发信息交付规范(Information Delivery Specifications,IDS),试图将不同BIM执行计划通过一个标准化的框架形成计算机可解释的交换需求定义,并标准化数据交换工作流程。

在美国万亿美元规模的建筑业市场中,受益于大量的建筑师、工程师、施工人员了解BIM技术,同时有种类较多的软件工具和顾问服务,BIM已被大规模地采用。2021年11月,美国总统拜登签署了1.2万亿美元的基础设施投资法案,承诺在5年内新增约5500亿美元基建投资,其中1亿美元用于加快部署先进的数字

建筑管理系统，这一举措进一步推进了美国建筑业的数字化。2022年，NIBS BIM 理事会成立了 NBIMS-US 规划委员会（Planning Committee, PLC），负责监督 NBIMS-US Version 4 及更高版本的内容和开发，第四版 NBIMS-US 预计将包括 BIM 核心要求、BIM 执行计划、BIM 用例和第三版 COBie 等重要内容更新。现在，建筑相关的各类学科都可以使用 BIM 技术，虽然美国政府官方较少出台针对 BIM 技术的强制性法规，但由于巨大的市场和领先的软件公司的推动，BIM 技术在美国具有相对较高的成熟度。BIM 全球咨询公司 BIModular 董事 Geoffrey Jennings 接受采访时表示，BIM 在全美设计行业的整体采用率接近 80%，超过 98% 的大型建筑公司采用了 BIM，超过 30% 的小型公司将其用于一些建模和文件编制。同时，鉴于目前大多数组织仍在采用二维图纸和 BIM 混合的方法，BIModular 预测美国建筑业可能还需要十年的时间才能在全国范围内全面整合 BIM 的使用。

与美国建筑业、计算机行业自发推进 BIM 技术应用不同，英国政府持续通过在 2011 年和 2016 年发布的《政府建设战略》（Government Construction Strategy）明确了 BIM 技术的发展路线图和强制性政策。2018 年，《政府建设战略》规定的 BIM Level 2 被英国 BIM 框架（UK BIM Framework）取代。英国 BIM 框架规定了在英国实施 BIM 的总体方法。它由英国 BIM 联盟、BSI 和 CDBB 联合开发，旨在在英国范围内实施国际 BIM 标准。英国 BIM 框架于 2019 年 10 月正式启动将 BS EN ISO 19650 系列融入英国建筑业实践的问题，同时，它还纳入了现有的英国标准 BS、公开可用的规范 PAS、过渡指南等辅助信息。2021 年 9 月，《转变基础设施绩效：到 2030 年的路线图》（Transforming Infrastructure Performance (TIP): Roadmap to 2030）接替了政府建设战略。TIP 更新了英国信息管理任务（Information Management Mandate, IMM），将英国 BIM 框架视作达成 IMM 的关键过程。

北欧建筑业尽管市场规模相对较小，但 BIM 技术的应用情况极为良好，甚至在 The Nemetschek Group 的调查中，北欧四国的 BIM 应用影响力超过了英国和美国。以挪威为例，挪威公共建筑和房地产管理局 Statsbygg 早在 2005 年就进行了 BIM 试点项目，并于 2008 年发布了挪威首个 BIM 手册，要求 2010 年以来的所有公共建筑工程在成规模建设和运营周期中都必须使用 open.IFC 格式（即现在的 openBIM 流程的早期部分要求）。北欧四国没有像英国和美国那样诞生具有绝对市场领先地位的软件服务商和 BIM 标准，但是他们积极拥抱最新的国际标准，同时在发展战略上集各国所长，例如挪威采纳了英国 BIM Level 战略，并且其国内的承包商和设计师组织（例如负责高速公路建设的 Nye Veier）通常会要求 BIM 技术的应用程度达到 BIM Level 3，这一要求已超过了当时英国的 BIM Level 2。

BIM 技术在日本的应用状况则相对落后，十多年来，日本政府一直在努力将 BIM 列入建筑行业的议程，发布了各种路线图和指导方针。早在 2010 年，日本国

土交通省（MLIT）就宣布开始在公共建筑工程中使用 BIM 的试点项目。日本建筑师协会（JIA）制定了 BIM 在设计中的使用指南，日本建筑学会（AIJ）提供了 BIM 项目的流程图，日本建筑承包商联合会（JFCC）致力于为建筑承包商提供实施 BIM 的技能。但由于日本独特的建筑业商业习惯，BIM 的使用从来都不是强制性的，日本国土交通省 2020 年发布的《BIM 标准工作流程指南》强调，由于日本建筑业的运作方式，BIM 不能立即按照国际标准推广。该文件称，与其他国家一样，BIM 指南应以 ISO 19650 为基础，但应根据当地情况进行定制。

在制造业数字化转型方面，作为工业 4.0 的发源地德国处于领先地位。但在建筑工程的数字化方面，德国的 BIM 技术全面应用仍需要时间。2015 年，德国联邦交通和数字基础设施部为逐步引入 BIM 方法制定了全面的路线图，包括为 BIM 实施准备明确的用例，开展一系列精心规划的试点项目，并制定详细的指导方针和政策立场。德国工程师协会推出了关于 BIM 实践的 VDI 文件及其标准的草案，例如 2020 年 7 月的 VDI 2552 Blatt 1，其中 56 页关于建筑信息创建和使用的一般性规则，以及 2021 年 2 月的 VDI2552 Blatt 10，其中 16 页关于雇主信息要求（EIR）和 BIM 执行计划（BEP）。2020 年 12 月，政府推出了首个要求在联邦基础设施项目中实施 BIM 技术的政策。目前，德国正在抓紧制定 BIM 的统一国家标准，研究更广泛的 BIM 技术应用行政命令，预计将于 2025 年推出。

1.1.1.2 总体特点

近年来国外 BIM 技术发展具有下列特点：

(1) BIM 应用率和应用深度持续提高。以英美为代表的国家在信息协同、组织变革、软件研发应用等方面的探索和实践处于领先地位，挪威、瑞典等北欧国家虽然国内建筑业市场不大，但政府部门和主要承包商大量投入资金到 BIM 标准与国际接轨、新技术融合等领域，使得其重大建设项目通常具有较强的示范效果，新加坡、韩国、芬兰等国家通过试点和推广强制性的基于 BIM 的自动化审查技术，也获得了相对较高的 BIM 技术应用率。相比之下，德国、日本等国家建筑业战略则相对更稳健，通常以联盟、联合会等形式推广 BIM 技术应用，市场长期处于自发采纳 BIM 技术的阶段。

(2) 基础数据标准和国际标准体系愈趋完善。近年来，ISO 相继发布和更新了多部 BIM 标准，以基础数据标准和流程标准为主体的国际标准体系逐渐完善，buildingSMART 在推动基础数据标准和流程标准更新的同时，也在通过完善 API 为行业提供更多数字化服务。这些标准大多以提高建筑信息在项目全生命周期的互操作性为根本目标。

(3) BIM 和新技术的融合不断加快。目前多数研究人员和从业人员将 BIM 视作建筑业数字化转型的关键技术，是实现产业互联网的信息基础。同时，BIM 与扩展现实技术（XR），包括虚拟现实（VR）和 BIM 在设计阶段的集成应用、增强现实（AR）和 BIM 在施工管理时的集成应用、与人工智能、大数据、区块链等技术的融合也在不断探索、实践和发展中。

1.1.2 BIM 推进规划

随着全球数字化进程，在建筑领域各国政府依旧是推动建筑信息化数字化的主体，因而不同国家也都陆续出台或更新本国 BIM 技术推进规划，积极引导 BIM 技术不断规范与发展，美国、新加坡、韩国、英国、澳大利亚、挪威和德国等国家的相关规划与进展情况如表 1-1 所示。

表 1-1 国外主要国家 BIM 技术推进规划及近年进展情况

国家	机构	推进规划和重点内容
美国	白宫 (The White House)	2021年11月，美国总统拜登签署了1.2万亿美元的基础设施投资法案，承诺在5年内新增约5500亿美元基建投资，其中1亿美元用于加快部署先进的数字建筑管理系统。
	美国总务署 (GSA)	<p>2003年，美国总务署（GSA）通过其公共建筑服务（PBS）建立了国家3D-4D-BIM计划，该计划支持在PBS所有业务线上使用BIM。GSA要求基于模型的设计，包括所有项目里程碑的IFC可交付成果，以及派生自模型的所有补充性质的2D可交付成果。GSA还要求将开放性的设施管理数据作为所有项目里程碑的可交付成果之一。</p> <p>从2007年GSA要求所有公共建筑项目都需要采用BIM技术，同时为指导项目实施应用BIM技术，GSA在2007~2015年间发布了一系列BIM应用指南。</p> <p>截止2015年，GSA已经在100栋建筑中应用了BIM技术，在Dodge Research and Analytics的《2014年业主BIM的商业价值智能市场报告》(2014)中被评为主要业主；GSA中的BIM与中央设施存储库(CFR)团队被美国技术和工业咨询委员会(ACT-IAC)评为2015年“<i>Igniting Innovation Award</i>”的8强。</p>
	美国国家建筑科学研究所 (NIBS)	2022年，美国国家建筑科学研究所（NIBS）发起了美国国家BIM计划，该计划涉及项目交付、新的BIM标准、法律框架、新的社区、教育与培训等多个BIM相关主题，要求利益相关者共同实现全生命周期中的数字化转型。具体包括：2023年确定五年计划、扩展伙伴关系、制定教育策略；2024~2025年完成早期教育成果、加强案例统计；2026~2027年实现将BIM作为合同文件、编制实施报告等。

国家	机构	推进规划和重点内容
	美国退伍军人事务部 (VA)	美国退伍军人事务部(VA)下设的建设与设施管理办公室积极推动退伍军人事务部内部和项目承包方的BIM转型，坚定BIM和集成项目交付的综合使用。从2009财政年度开始，退伍军人事务部明确要求所有超过1000万美元的新建和主要改造工程项目必须使用符合工业基础分类(IFC)标准的BIM工程设计软件。
	美国陆军工程兵团 (USACE)	<p>美国陆军工程兵团 (USACE) 早期试点BIM项目是由西雅图分区设计和管理的一项无家眷军人宿舍项目，利用Bentley的BIM软件进行碰撞检查及算量。随后在2004年11月，USACE路易维尔分区在北卡罗来纳州的一个陆军预备役训练中心项目也实施了BIM。</p> <p>2006年10月，美国陆军工程兵团 (USACE) 下属工程研究与发展中心制定了15年的BIM技术发展路线规划，承诺其未来所有的军事建筑项目都使用BIM技术，具体目标包括：2008年建成8个具备BIM生产力的操作中心；2010年实现90%符合NBIMS标准，所有地区具备符合NBIMS标准的能力；2012年实现在所有项目招投标中符合NBIMS标准；2020年实现利用BIM技术降低造价和缩短工期。</p> <p>2012年，USACE对BIM实施做了重新评估，限定了BIM软件应用条件，通过多个条件判断最终决定，包括全面综合应用BIM、在特定专业或功能上使用BIM、BIM作为可选项。</p>
	海军设施工程指挥部 (NAVFAC)	海军为美国军队中最早使用BIM技术的军种，在过去的十几年中，海军设施工程指挥部 (NAVFAC) 制定了通过BIM技术获取数字化设施运行与维护支持信息 (Facility Electronic Operation and MAIntenance Support Information, eOMSI) 的政策，把BIM技术广泛应用于海军设施的规划、设计、施工和运维的全生命周期。
新加坡	新加坡建设局 (BCA)	<p>2018年新加坡国家研究基金会 (NRF) 等部门提出虚拟新加坡项目，建立城市3D管理模型和平台。2019年继续推出了智能设施管理指南，为其整个建筑运营阶段提供保障。此外，BIM国际专家委员会 (IPE) 专门讨论了新加坡建设领域如何通过技术创新进一步驱动更高层次的行业生产力，为BCA制定第二条BIM实施路线提供主要依据。在2021年，BCA继续不断推动openBIM的格式使用，促进机构之间以及与行业之间的更大协作和更清晰的沟通。</p> <p>BCA计划与2023年底上线CORENET X，CORENET X是一项基于BIM和自动化审查技术的建筑工程电子化监管审批流程。CORENET X旨在促进行业和监管机构的协作，通过富有成效的工作流程，补充正在进行的集成数字交付 (IDD) 工作，这是新加坡建筑环境行业转型路线图的关键组成部分。</p>
	新加坡建筑研	新加坡建筑研究中心 (BCAA) 为新加坡建筑产业及专业技能教育

国家	机构	推进规划和重点内容
	究中心 (BCAA)	和研究中心提供产业项目研究、从业人员商业技能及专业文凭培训培养，长期与产业伙伴、研究机构、学术界、政府机关之间建立技术合作关系，以提升新加坡建筑行业的整体BIM技术能力和水平。
韩国	韩国公共采购 服务中心 (PPS)	韩国公共采购服务中心(PPS)在2010年4月发布了BIM路线图，内容包括：2010年，在1~2个大型工程项目应用BIM；2011年，在3~4个大型工程项目应用BIM；2012~2015年，要求超过50亿韩元的大型工程项目都采用4D-BIM技术；2016年实现全部公共工程应用BIM技术。2010年12月，PPS发布了《设施管理BIM应用指南》，为所属项目在全生命周期各阶段BIM技术应用提供指导。2012年4月，PPS对《设施管理BIM应用指南》做出更新。
英国	内阁办公室 (Cabinet Office)	英国政府在2011年5月发布推动BIM技术应用的政策白皮书《Government Construction Strateg》，提出到2016年，政府投资的建设项目全面应用3D-BIM技术。2013年3月推出《PAS 1192-2 标准》以加强工程交付管理及财务管理，2015年提出英国数字建筑战略—BIM3级战略计划。 2016年3月，内阁办公室通过基础设施和项目管理局(IPA)发布了《Government Construction Strategy》2016-2020年版本，提出继续加强BIM Level 2的成熟度并逐渐引导行业往BIM Level 3过渡。在2021年英国国家标杆服务管理(NBS)发布的《数字建造2021报告》中，首次将BIM技术归为数字化建设中，目前的BIM应用率维持在70%左右。
	BIM工作组 (BIM Task Group)	BIM工作组由英国政府商业创新技能部成立，由英国建筑业委员会协助。BIM工作组由来自工业、政府、公共部门、科研机构和学术界的专家组成，协助推动政府建设战略目标的制定和实施，推进加强公共领域的BIM应用能力，以实现所有中央政府部门在2016年均能达到适应BIM2级的最低协同要求。
	国家住房联合会 (NHF)	2018年，英国国家住房联合会(NHF)开展了一项名为BIM4HAs的BIM发展项目，BIM4HAs开发了一套免费工具包，用以管理有关其建筑物的重要信息，同时创建了一个论坛，供住房联合会成员分享经验、提出问题和提供反馈。2022年，BIM4HAs发布了工具包v2版本，提供符合英国BIM框架的信息管理工具。
	英国BIM联盟 (UK BIM Alliance)	英国BIM联盟(UK BIM Alliance)成立于2016年10月，由50多个机构组织成的跨行业联盟，由政府动员全行业推进BIM2级阶段过渡到全面应用BIM2级。同时，也发布了推动全行业实施BIM2级的战略规划和历程、现状和未来总结报告，并为2025年BIM3级实施奠定基础。在2021年，英国BIM框架发布了支持BS EN ISO 19650系列的在线指

国家	机构	推进规划和重点内容
		南更新。
澳大利亚	澳大利亚联邦政府 (Government of Australia)	澳大利亚联邦政府于2015年推动所有超过5000万澳元的政府重大项目达到BIM LOD500。此外，提出应用包含BIM技术在内的智慧信息通讯技术推动实现澳大利亚政府的政策目标。
	Building SMART 澳大利亚分部 (bSA)	2012年，buildingSMART澳大利亚分部（bSA）发布国家BIM行动计划，制订了按优先级排序的“国家BIM蓝图”，包括规定合同形式、规定BIM应用指南、将BIM技术列为教育之一、规定产品数据和BIM库、规范流程和数据交换、执行法律法规审查、推行示范工程等七项内容。 2015年，bSA提出Digital Built Environment（DBE）战略和国家数据政策。DBE战略包含了方法和技术行动计划，其目标为开发虚拟数字世界，形成智慧城市的基础，实现有效的基础设施设计和计划有序的维保；基于数据分析，为经济增长和社会效益奠定良好基础。 2018年，bSA牵头的专家组相继出台了整合BIM与地理空间信息的指导材料，以推动澳大利亚政府的整合地理空间和建筑环境数据的国家数据政策的实现。
	澳大利亚国家建设规程协会 (NATSPEC)	澳大利亚国家建设规程协会（NATSPEC）旨在提升施工质量和建筑环境生产力。2011年NATSPEC发布了澳大利亚国家BIM标准指南，并在2016年进行了一次修订。2018年，NATSPEC颁布了国家分类系统，并开发了基于IFC等标准的BIM对象属性生成工具。
	澳大利亚采购与建设理事会 (APCC)	澳大利亚采购与建设理事会(APCC)为澳大利亚州和地区政府服务，负责制定采购、施工、资产管理、财产政策。其致力于创新解决方案并节省效率，并最大限度地地为社区提供服务，由特殊利益支持小组推动整体工作计划。 2017年，澳大利亚采购与建筑理事会(APCC)和澳大利亚建筑业论坛组织(ACIF)联合发布了BIM知识技能框架，目前已发布3个文件:项目团队整合与BIM应用框架,建筑工程采购指南-项目团队集成与BIM,及BIM知识技能框架。
	澳大利亚建筑业论坛 (ACIF)	澳大利亚建筑业论坛（ACIF）主要成员来自建筑、工程建设、其他工业集团和政府机构，是澳大利亚建筑业最重要的协会之一。ACIF每年两次发布ACIF预测作为行业“指南针”，促进不同利益相关方之间的交流合作。
澳大利亚BIM咨询委员会	澳大利亚BIM顾问委员会（ABAB）是由APCC、ACIF、NATSPEC、bSA和澳大利亚标准学会共同发起成立的组织。其在2018年发布了	

国家	机构	推进规划和重点内容
	(ABAB)	<p>两项BIM出版物《资产运维所需信息要求指南》及《BIM流程一致性项目报告》，旨在推动资产设计、施工和运营采用BIM技术时采用协调一致的方法。</p> <p>2021年，ABAB发布数字孪生立场文件，阐明数字孪生与BIM，数字工程，智能城市和智能/智能基础设施等概念的关系，提出它们的框架以及政府和行业组织在规划、采购或使用它们时应考虑的因素。同年，ABAB发布了关于澳大利亚BIM教育立场的报告，提出了在所有司法管辖区推动一致的教育标准；鼓励政府、行业和学术界之间的包容性合作、与国家国际标准接轨、将研究和技术优势与学术界相结合、在课程中不断培养新兴能力。此外，ABAB还开发了一种数字路线图生成器，可自动化数字设施和资产管理规划流程，并让用户能够根据其需求和资源生成分步实施路线图。</p>
	澳大利亚建筑师学会 (RAIA)	<p>澳大利亚建筑师学会(RAIA)是由国家政府组织，旨在推动本国建筑业发展，保持专业领域的完整与领先、促进国内国际建筑师间交流、鼓励建筑学理论发展。在2016年编写了BIM涉及知识产权、保险等法律事务的指导性文件。</p>
挪威	挪威公共建筑和房地产管理局 (Statsbygg)	<p>挪威公共建筑和房地产管理局 (Statsbygg) 要求其管理的所有项目均按照Statsbyggs BIM manual的要求提交，Statsbygg通过对模型文件本身进行验证，从而评估模型进度和基于BIM的交付物质量。Statsbygg通过不断更新其SIMBA工具的版本，从而不断提高BIM交付物的要求，2022年7月起的所有项目必须符合最新的SIMBA2.1要求。</p>
德国	德国联邦经济与能源部 BMWi	<p>2016年，德国联邦经济与能源部 (BMWi) 制定了《德国数字化战略2025》，涉及数字基础设施扩建、促进数字化投资与创新、发展智能互联等。德国计划到2030年在所有大型项目上使用BIM，增强BIM技术在项目上的应用，并相应地进行员工BIM技能培训。</p>

1.1.3 BIM 标准与指南

国际标准化组织 (ISO) 及各国政府近年制定 BIM 技术标准和指南，如表 1-2 所示。

表 1-2 国外 BIM 技术标准和指南

国家	名称	简介	发布时间	发布机构
	ISO 12911	建立了交付和运营阶段BIM技术的规划与应用的规范框架，帮助	2023年	国际标准化组织 (ISO)

国家	名称	简介	发布时间	发布机构
		组织和项目在基于BIM的开发、管理和流程中能够清晰地应用各项标准。该框架的前身是2012年发布的BIM导则。		
	ISO/DIS 7817	定义了建筑资产在整个生命周期中需要交付和交换的信息的深度与范围。帮助BIM技术在各参与方之间可以通过一致的方式规定信息需求和信息交付的水平。转化自EN 17412。	正在开发	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 19650-1	提出应用BIM技术进行建筑资产全生命周期信息管理的概念及原则, 包括信息交换, 信息记录, 信息版本及组织规划等。	2018年	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 19650-2	提出基于BIM技术的建筑资产交付阶段信息管理要求, 并于附录中提供各相关方信息管理责任分配矩阵模板。	2018年	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 19650-3	提出基于BIM技术的建筑资产运营阶段信息管理要求。提供运营阶段信息管理流程, 并提供适当的运营阶段各方协作环境。	2020年	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 19650-4	提出基于BIM技术的建筑信息信息交换标准。为定义信息交换时的决策点提供了详细的过程和标准, 以确保生成的项目或资产信息模型的质量。	2022年	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 19650-5	提出基于BIM技术的建筑资产相关敏感信息的安全管理要求。降低敏感信息丢失、误用或修改的风险, 提高建筑信息的安全性和安保恢复能力。	2020年	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 19650-6	提出基于BIM技术建筑信息管理中健康与安全的标准。	正在开发	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 12006-3	提供了基于对象的信息分类框	2022年	国际标准化组织

国家	名称	简介	发布时间	发布机构
		架, 该框架通过属性定义概念, 实现概念的分组以及概念之间关系的定义, 该框架的基本实体包含对象、集合和关系。该标准用于规定制定数据字典的分类方法。		(ISO)
	ISO 23386	提供了建立和维护数据字典的标准化框架方法, 增强所有符合该标准的数据字典之间的互操作性。主要规定了数据字典内容的构建和开发的规则不同, 以及数据字典的元素使用相同的属性 (Attribute) 进行描述, 实现不同数据字典中的属性映射。	2020年	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 23387	定义了资产全生命周期中的工程对象的数据模板的概念和原则, 该标准规定了工程对象数据模板的原则和结构, 旨在支持使用机器可读格式的数字流程, 使用标准数据结构来交换有关任何类型的建筑对象的信息, 例如产品、系统、装配、空间、建筑等。	2020年	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 16739-1	用于建筑业信息交换的行业基础类 (IFC)。定义了适用于建筑和基础设施的BIM数据模式和可交换的文件格式结构。	2018年	国际标准化组织 (ISO)
	ISO 22057	提供了使建筑产品和服务、施工要素和集成技术系统的环境和技术数据能够在BIM中使用的一些原则和要求, 从而有助于评估建筑工程在其生命周期内的环境性能。	2022年	国际标准化组织 (ISO)
美国	国家建筑信息模型标准 (NBIMS-USV4)	该标准体系融合和引用了美国多年以来的各类主流标准, 非强制性。该标准体系为BIM软件开发者和供应商提供了开发参考标准和交换信息标准; 为建筑从业人员	正在公开征求意见	美国建筑科学研究院 (NIBS)

国家	名称	简介	发布时间	发布机构
		提供了实务文件参考标准，并从设计、采购、组装施工和营运四个领域来组织建筑知识、技能和系统。首版MBIMS确定了BIM标准的开发流程，确定了信息交换手册和模型视图定义是BIM标准研究的指导性文件，第二版融合了IFC、XML、OmniClass和IFD Library等数据标准，推出了施工运营信息交换的模型视图定义（COBie），第三版增加了LOD等引用层标准，在信息交换层拓展了新的业务流程的模型视图定义。目前正在开发的第四版致力于将NBIMS作为一个标准和指南库进行模块化的管理和发布，从而能够快速迭代和更新。		
	国家BIM业主指南	该指南为建筑业业主提供了一套文件化的流程和程序，供其设计团队在设施设计、施工期间以及设施移交的过程中生成一套标准的BIM文件。在设计和施工过程中建立标准、规范，将帮助业主获得投资BIM的全部价值，同时为机构和商业建筑业业主提供统一的方法，以实现其设施一致的BIM要求。	2017年	美国建筑科学研究院（NIBS）
	AIA数字实践文档 （AIA Digital Practice documents）	从设计师视角为建筑业数字化提供标准协议文本，主要包括AIA C106提供了一份传输数字数据的许可协议。AIA文件E201、E202、E401和E402是一项协议的附件，该协议确立了各方对项目中使用数字数据和建筑信息模型的期望，并设定了制定详细协议的过程以监管数字数据和建筑信息模型的使用。一旦同意，相关协议和程序在AIA文件G203 BIM执行	2022年	美国建筑师协会（AIA）

国家	名称	简介	发布时间	发布机构
		计划中列出。G203 BIM执行计划使双方能够使用G204或G205模型元素表就模型元素的开发水平达成一致。		
	OmniClass	提供了创建和使用信息分类系统的标准化思路,适用于建筑全生命周期和各项建筑业活动。该方法融合了MasterFormat面向流程和UniFormat面向元素的分类方法,符合ISO 12006-2的分类框架要求。该方法包含了15张层次表来描述信息的不同方面。	2015年	OmniClass工程分类系统委员会(OCCS)
	LOD标准(BIM Forum_LOD Specification)	解释了LOD框架,并提供了标准化的使用方式。该标准帮助项目团队以一致的方式制定BIM的可交付成果,辅助澄清各阶段的信息需求,为制定合同和BIM执行计划提供参考。	2021年	BIMForum工作组、美国总承包商协会(AGC)
新加坡	新加坡VDC指南(Singapore VDC Guide Version 1.0)	建立了对虚拟设计与建造的定义、内容及原则的共识,为指导VDC在项目建设或组织优化中实施提供了一个参考性框架。	2017年	新加坡建设局(BCA)
	资产信息交付指南(BIM Guide for Asset Information Delivery)	旨在为业主提供一个框架,以规范在设计、施工阶段BIM应用阶段的信息需求,并使业主能够将这些信息用于运营和维护。该标准转化自PAS 1192系列以及STD/BIM/P002组织信息需求(OIR)、STD/BIM/P005雇主信息需求(EIR)。	2018年	新加坡建设局(BCA)
英国	BS 1192	BS 1192提供了建筑业生产、组织、管理信息的最佳实践方法,采用严格协作过程和特定命名策略;提供了通用命名惯例和方法的模板,实现建筑、工程与施工领域的协同工作;促进设施管理过程中的数据高效利用。适用范	2016年	英国标准协会(BSI)

国家	名称	简介	发布时间	发布机构
		围包括建筑和施工项目。		
	PAS 1192-6	提出了在建造过程中如何通过BIM来识别、共享以及使用健康与安全信息，从而减少风险。	2018年	英国标准协会 (BSI)
	BS 8536	提供了前置运营需求的建筑资产管理框架，用于确保全生命周期中建筑资产易于使用和维护。要求增强投资组合思维、促进运营团队的早期参与、开展执行后评价、开展基于BIM的信息管理。	2022年	英国标准协会 (BSI)
	BIM Protocol v2	BIM Protocol是英国BIM-Level2的关键部分，作为补充法律协议（合同范本），对雇主和承包方提出了附加的义务和权利。相较于2013年发布的第一版，此版本基于PAS 1192-2标准进行了大量更新。	2018年	英国建筑业会 (CIC)
挪威	SIMBA 2.1	SIMBA本质上是为了检查项目模型文件是否符合Statsbygg的要求，SIMBA的不断更新在实际上逐步提高了挪威BIM技术应用的要求。SIMBA 2.1是在SIMBA 2.0的基础上进行的更新，除了继续保持采用符合IFC 4的信息交付要求，同时对景观、声学、消防、排水等提出了新的要求。	2022年	挪威公共建筑和房地产管理局 (Statsbygg)
	Statsbyggs BIM-manual 2.0	规定了Statsbygg所有项目交付必须采用符合openBIM流程的方法，该手册采用了开放式buildingSMART标准如IFC，bSDD/IFD，BCF和mvdXML，并提供了用于审查合同的方法。	2020年	挪威公共建筑和房地产管理局 (Statsbygg)

1.1.4 BIM 应用情况

国际市场调研公司自 2017 年开始跟踪 BIM 市场的推广应用情况，其 2023 年

6月发布的市场调研报告从 BIM 行业的地区性分布、在项目不同阶段的应用、提供的不同产品类型等角度，展示了 BIM 技术当前的采纳情况和市场规模。报告的调研范围包括北美地区、欧洲地区、亚太地区和南美与非洲等地区，对 BIM 行业价值链各个环节相关的供应商、制造商、分销商、技术开发人员、联盟、标准和认证组织进行了调研，并对行业顶级参与者例如头部企业的首席执行官、行业专家等进行了采访。

报告的重要结论之一是揭示 BIM 市场的规模与趋势变化，并指出了未来一段时间内 BIM 行业的主要机遇与挑战。BIM 被认为是实现建筑业更可持续未来的重要一步，其中一个主要原因是 BIM 可以帮助减少浪费，并在建筑或基础设施项目的整个生命周期中优化资源使用。BIM 可以帮助建造更为可持续的建筑和基础设施，支持向更有韧性的建筑环境过渡，这也是 BIM 在全球范围进一步推广应用的最主要驱动力。2022 年，全球 BIM 市场规模约为 70 亿美元，2028 年有望达到 150 亿美元，如图 1-1 所示。

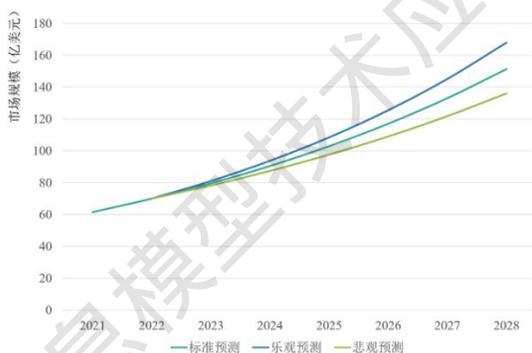


图 1-1 BIM 市场规模及预测

从 BIM 技术为建筑业提供的产品来看，主要可以分为软件产品和服务产品，其中软件产品主要包括各专业设计软件、设施管理软件以及能源、环境相关的可持续性分析软件，服务产品指基于 BIM 的项目管理以及软件产品的维护支持等。2022 年 BIM 相关的软件产品和服务产品的市场规模分别超过 40 亿美元和 20 亿美元，根据市场研究公司的预测，在 2023 年至 2028 年，服务产品的复合年增长率将更高，如图 1-2 所示。

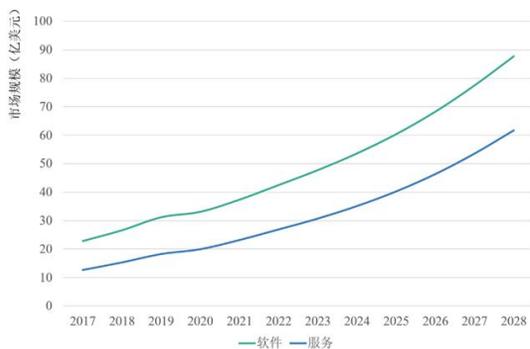


图 1-2 BIM 软件与服务市场规模及预测

具体来看，不同类型的 BIM 软件产品的市场规模以及预期增速也各不相同，其中建筑设计类 BIM 软件的市场规模占比超过了三分之一，其次是施工类 BIM 软件，如图 1-3 所示。而可持续性相关的软件尽管在 2022 年市场规模最小，但有望在未来一段时间取得较高的增长速度。

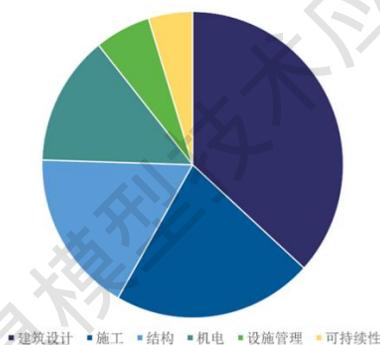


图 1-3 各类 BIM 软件 2022 年市场规模占比

从 BIM 软件与 BIM 数据的部署方式上来看，本地 BIM 部署在 2022 年的市场规模约为基于云的 BIM 的两倍，尽管本地部署在未来一段时期内仍然是 BIM 技术应用的主要模式，但云服务的快速发展也将推动基于云的 BIM 应用模式。本地部署 BIM 软件与数据的应用模式已经较为成熟，组织对内部数据流拥有完全的控制权，对于中小型组织而言，本地的信息管理相对更简单。随着 ISO 19650 系列标准的推广应用，公共数据环境的配置与管理模式逐渐为更多组织和从业人员熟知。同时，英国 BIM 框架（UK BIM Framework 即原 BIM Level 2 与 BIM Level 3）的战略也在推动基于云的 BIM 技术应用。

报告将 BIM 技术在项目生命周期不同阶段的应用划分为施工前、施工和运营三个阶段进行调研分析，其中施工前阶段（Preconstruction Phase）按照北美地区建筑业习惯包含了设计阶段和施工图深化。2022 年施工前阶段的 BIM 技术应用的市

市场规模超过 34 亿美元，约为施工阶段和运营阶段 BIM 技术应用的市场规模总和。由于 BIM 软件解决方案在施工前阶段提供了有关项目规划、设计和执行的最关键信息，业主、承包商、建筑师和工程师在这一阶段广泛地使用了不同类型的 BIM 软件，从而占据了最大的市场份额。近年来，项目在施工阶段和运营阶段高效的信息组织和交换对施工前阶段的信息完整性和准确性等提出了更高的要求，尤其在设计复杂和规模较大的项目中，需要更加强化对施工前阶段信息组织效力，从而充分发挥 BIM 技术处理困难任务和复杂信息的优势，因此预测在未来一段时期内施工前阶段的 BIM 技术应用仍将以较高的速度增长，如图 1-4 所示。

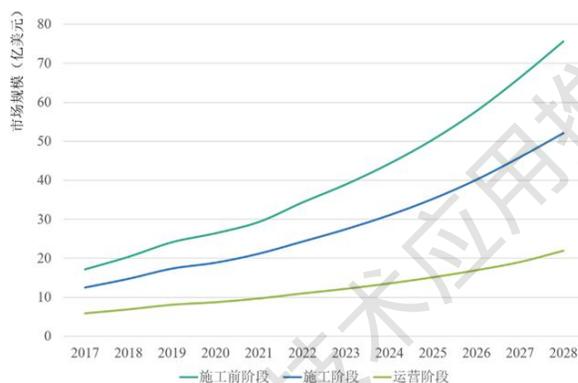


图 1-4 BIM 技术在项目各阶段应用的全球市场规模及预测

全球市场分区域来看，2022 年北美地区市场规模约为 24 亿美元，欧洲地区和亚太地区均为 20 亿美元上下，其中美国、英国、中国分别在地区中占据最大的市场规模。随着 BIM 技术在亚太地区逐渐成熟以及其理念日渐深入人心，亚太地区建筑业可能出现显著高于北美地区和欧洲地区的 BIM 技术推广应用速度，大型基础设施建设项目可能成为该地区 BIM 市场规模快速增长的推动力量，如图 1-5 所示。

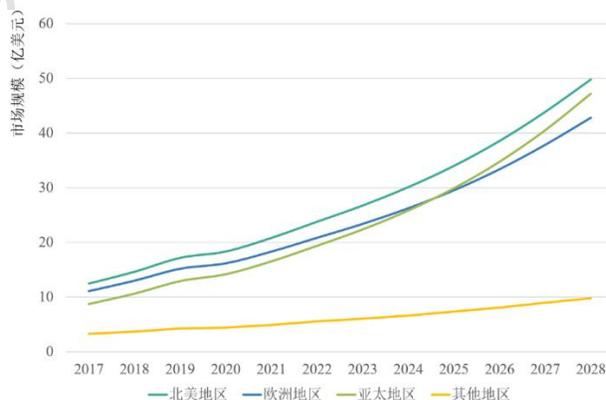


图 1-5 BIM 技术在各地区的市场规模及预测

在 2022 年末至 2023 年初，英国 NBS 调查了近 600 名英国设计师和专家，以获取行业认为有用的建筑产品信息格式的趋势。建筑业从业人员面临着大量的信息，能够快速找到指定的信息是非常重要的需求，目前常见的方式是以数据表、标准规范和高质量 BIM/CAD 文件的形式提供清晰、透明、结构化的数据。《产品信息报告 2023》显示，69%的受访者要求建筑产品制造商提供 BIM 或数字化的产品对象，31%的受访者认为 BIM 产品对象是非常有价值的信息来源，如图 1-6 所示。

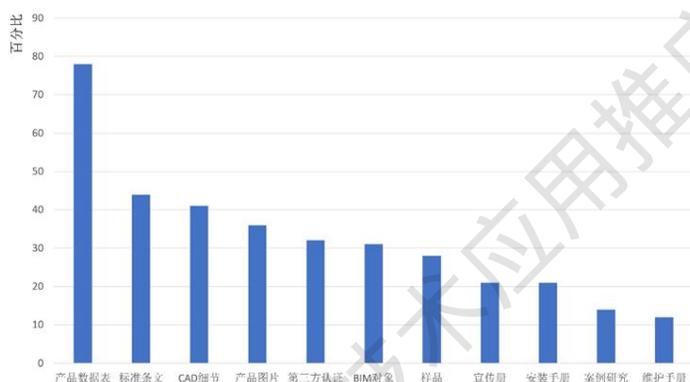


图 1-6 有价值的建筑产品信息来源

建筑工业化、人工智能、装配式建筑、可持续性、韧性建筑等需求都在持续推进着建筑业数字化转型，在这个过程中 BIM 仍然是建筑业广泛认同的关键所在，在现阶段行业所能预见的新技术发展与应用中具有最大的潜力。从全球的视角来看，BIM 以及与 BIM 结合的其他数字化技术将持续被建筑业采用并进一步嵌入传统设计、施工、运营流程中，BIM 市场规模仍有望在未来一段时间内取得更大的增长，这最终将使各种类型和规模的项目与组织受益。

1.1.5 典型案例介绍

自 2018 年 ISO19650 系列标准的发布和 2023 年 ISO12911 标准的修订以来，BIM 技术的应用正在越来越重视其“从数据到价值”的基本技术路径。近年国外 BIM 技术在项目中的实践呈现以下主要特点：

(1) BIM 技术通过精准的产品定义为建筑业交付个性化的建筑产品提供了技术基础，通过与其他新技术的融合与应用，帮助设计和交付高质量、高性能、低碳的建筑产品，以及提供高效的建筑服务，助力建筑业绿色可持续发展。

(2) BIM 技术为建筑业信息管理提供了技术手段，促进了信息共享和组织协同，

赋能工程项目成本管理和工期管理。

(3) BIM 技术越来越多地在工程项目全生命周期发挥作用，为建设运营各阶段带来的效益，正在重塑建筑业价值体系，潜移默化地引起市场、监管、制度、合约模式等的变革。

此外，信息输入、控制、输出这一基本 BIM 环节中隐藏的流程描述、信息需求、数据格式、术语映射、技术支持等难点也是国际标准化组织和各项目实践中探索应用的重点问题。本节选择 buildingSMART openBIM 国际大奖赛的获奖作品作为案例，介绍国际同行在新技术探索、信息共享、工作协同、组织变革等方面的最佳实践。

1.1.5.1 基于 BIM 的模拟分析和参数化建模在荷兰某主题剧院项目中的应用

荷兰鹿特丹市某区域性开发计划中包含某主题剧院的改扩建工程项目，该项目建成后将取代相邻的建于 1953 年的前剧院，建筑面积达 12500 平方米，可以容纳超过 1000 名观众。设计人员创新性地采用了参数化设计以达到最佳的声学效果。

1. 基于 BIM 的数字化声音模拟

在设计阶段，设计团队进行了多次基于 BIM 的剧院大厅声音模拟，不断测量曲率变化对舞台声音反射的影响，最终确定一个最佳大厅形状，使得整个礼堂的声音不依赖其他外力而自然的均匀分布，随后将该最佳形状转化为 6000 块较小的三角形面板以及 2000 个其他构件，为后续构件的生产、安装提供便利。

由于该项目中每个元素在形状、方向和位置上都是独一无二的，使用“传统”的 BIM 方法存在一些挑战，因此项目团队决定使用自己编写的算法，将包括编号在内的诸多 BIM 信息分配给对应构件，这种参数化的设计方法使得设计发生变更时，对应的 BIM 模型、图纸和包含的数据会实时更新。

2. 基于 OpenBIM 的信息传递方式

该项目采用 OpenBIM 标准在参建各方之间进行信息共享，由主承包商建立统一的文件管理环境，并与 BIM 模型保持同步，这一做法使得生产和安装效率都大大提高。由于前期采用了精确的参数化设计，在构件生产阶段，项目所需的 8000 个构件全部采用计算机数控铣削技术进行生产，减少了浪费；随后在安装阶段，IFC 格式为施工提供了关于每一个独特面板的明确信息，这种方式使得设计人员与施工人员在面板定位方面不会产生任何误解，而以往依赖 2D 图纸的生产安装方式则很难做到这点。

在运营维护阶段，该剧院项目在构件更换、质量控制等方面也具有显著优势。组成该剧院的 8000 个元素都被分配了一个唯一的编号，并且可以通过 BIM 模型进行搜索，一旦内部某个构件需要更新或替换，可以通过 BIM 模型进行定位，尽管原设计非常复杂，运营人员也可以通过 IFC 文件很轻松地在制造商处进行订购。

该项目通过 OpenBIM 实现了每块面板之间的精确匹配，达到“零毫米差”的精度，完全满足了剧院对声音的严苛要求。如今该剧院凭借极佳的客户体验吸引了许多年轻人。

1.1.5.2 BIM-IPD 模式在挪威某医院项目的实践

1990 年，挪威某医院启动了一项医院发展计划，该项目是当地卫生局和挪威医院建设局共同推进的一个 BIM 试点项目，该项目要保证在拆除旧建筑物和新建建筑物的同时不减少医疗服务，并在策划阶段定下了两大目标：建筑功能和建筑质量等于或优于同类医院；项目成本大幅降低。最终基于 BIM 技术，该项目很好地完成了这两大目标。

1. 基于 BIM 的协同工作平台

医院项目不同于一般住宅项目，往往存在更多不同专业、学科的设备设施，给不同参建方之间信息交流带来挑战。针对这一问题，在设计开始前，业主投资完成了统一的协同工作平台 VDI，在设计阶段，所有的设计工具将在 VDI 上提供给来自不同公司的设计人员。同时，业主主导开发了一种高效的设备信息收集与传递方法，主承包商和分包商的信息将被导入统一的外部信息数据库 (CoBuilder)，交付产品的信息和文档将由 BIM 服务器自动从 CoBuilder 中提取，然后自动链接到 BIM 模型中的对象。当完成所有设备信息与 BIM 对象的链接后，就得到了一个完整的 BIM 模型。这种信息传递模式使得该项目从设计到移交过程保持了信息的统一性。

在运维阶段，医院运维人员可以通过移动端直接方便地获取所有设备信息，包括查看 2D、3D 模型和访问现场信息。业主对比了采用 BIM 技术和传统方式进行运维的差别。在传统情况下，查找相关信息需要 0.5~3 小时，采用 BIM 技术则会缩短为 5~15 分钟。此外，在辅助决策方面，BIM 技术也展现出巨大优势。

2. 基于 BIM-IPD 的组织模式

在 BIM 技术应用外，该项目受人关注的另一个原因是因为它是挪威首个应用 BIM-IPD 模式的项目。项目初期，客户就要求采用新型的组织模式，并在此方面做了大量努力，承包商被要求在项目更早期介入，项目的各个参建方在 IPD 模式的合同中都能收到整个项目成功的激励。在 IPD 模式的激励下，与 2005 年完成的

项目相比，成本节省了近 10%。该项目的成功被挪威认为是未来医院建设的一个“典范”。

1.1.5.3 基于 BIM 的自动化管理在瑞典某食品实验室项目中的应用

该实验室项目位于瑞典斯德哥尔摩，占地 12000m²，是瑞典食品机构强调使用 OpenBIM、以可持续发展为重点打造的先进实验室。为了实现不间断信息链的愿景，在该项目设计和建造的所有阶段都应用了 OpenBIM 流程。与不使用 OpenBIM 模型的项目相比，该项目返工订单减少了 80%，运输成本降低了 80%，最终成本估计比初始预算低 10%，在项目建设过程中都实现了进度的超前，获得了项目现场和办公室工作人员更高的满意度的评价。

1. BIM 在投标阶段的应用

在投标阶段，为了获得最好的报价，项目团队创建了包含 IFC 模型的投标包，并通过 Solibri 将其中包含的即将建设的项目和数量等信息输入电子表格；使用特定的自定义属性集，所有经过质量检查的数据都存储在 IFC 模型中。此类投标包有利于评估和比较不同的提案，还消除了计算工程量的繁重工作，使投标公司能够专注于复杂的施工。

2. 基于 BIM 的自动化管理

该项目使用 Autodesk BIM360 design 来“实时链接”所有 Revit 文件，并创建了一个自动化脚本，实现不同公司之间 BIM 模型的实时交换，使项目参与者可以在三种不同的本地 BIM 应用程序中进行最新的设计，几乎没有人工交互。为了加强项目各参与方之间的沟通，采用 BIM 协作格式（BCF）并使用 BIMcollab 处理问题，能够识别和解决比以前的项目更多的问题（仅在设计阶段就超过 1000 个）。

在设计阶段，为了检查模型的质量并确保所提供的信息符合国家标准 BIP(建筑信息属性)，项目团队结合使用了 Solibri 和基于网络的 IFC 验证器，做到设计成果的自动化检查。在施工阶段，为了使 openBIM 应用程序与模型保持同步更新，项目团队利用自动程序从 Revit 定期导出 IFC 模型，并在 SimpleBIM 中自动打开更新。SimpleBIM 将所有 IFC 文件保存在 SharePoint 服务器上进行版本跟踪，然后推送到 StreamBIM，有效提高了数据管理的效率。

此外，OpenBIM 为现场工人提供了一个移动应用套件，该套件由本地 BIM 创作软件自动更新，无需人工互动。施工现场的所有管理任务（包括质量检查、安全问题、文件资料管理等）都在 streamBIM 应用程序中执行，同样实现了高效的通信。与以往项目不同，工人们对该项目评价极高，他们感觉受到了尊重。

3.BIM 实现真正的无纸化

瑞典当地允许 BIM 模型作为法定建设文件，业主则在此基础上更进一步，要求项目完全数字化，现场不允许纸张出现，因此所有参建单位都在现场使用平板电脑智能手机和屏幕。通过向所有工人授权开放 BIM 平台 StreamBIM，弥合了办公室和现场之间的沟通差距，使从图纸到 3D 施工的转变成为可能。所有模型均符合 BCF 标准，可以导出用于其他软件的数据格式，也可以导出与位置相关的问题，以便将来的设施管理系统用于回溯。

1.1.5.4 数字化交付在新西兰某大型机场项目中的应用

该机场作为新西兰最大、最繁忙的机场，占地约 1700 公顷，国际和国内航站楼占地约 170000 平方米，截至 2019 年 3 月，年客运量超过 2100 万人次。机场对投资成本和运营成本有完全运营控制权，考虑到其不断增长的需求和确保未来容量规划的需要，机场开始致力于提供一个更智能的方法来支持这些目标。

1.基于 BIM 的数字化交付

自 2015 年以来，数字交付的概念被机场广泛采用。该机场项目在多个并行项目中使用 IFC 文件格式，以实现更好的设施管理，增强航站楼资产信息建模，并支持长期基本工程规划。

该项目基于 BIM 建立航站楼资产信息模型 (AIM)，在现有的国际航站楼内模拟了 250000 多个单元，持续开发 100 多个 IFC 模型 (涵盖各种设计模型、竣工施工模型和扫描到 BIM 模型)，涵盖所有学科。模型的建立主要由多个外部方负责，缺乏一致的标准或定位。内部机场团队通过激光扫描与人工测量控制网络相结合的方式实现了模型地理定位，成功提供了两个现有终端的联合 IFC 模型，实现了在客户和外部各方之间的信息共享。

IFC 模型在 4D 规划方面也发挥了关键作用，例如用 Synchrscale 进行模拟规划、用 ArchiCAD 进行地理定位等。在这个过程中，内部团队采用了项目设计的各种二维信息 (如.dwg、pdf、PowerPoint)，由此产生的基本建筑群被应用于各种数据，如项目 ID、项目类型、负责的业务部门、项目负责人和项目状态等，从而使数据的彩色编码视图成为可能。IFC 模型如果能够与关于相同资产的现有 GIS 数据合并，就会产生一个公共属性集，可用于查看有关地下公用设施的所有已知数据及 3D 协调。

2.基于 BIM 的互联生态系统

项目团队开发了一个由数据和技术组件组成的互联生态系统，该生态系统可

以在组件级别上做出调整和发展而不影响整体战略方向。这一做法保证项目团队继续使用已经熟悉的工具协同工作，能够最大限度地发挥团队的能力和技能，也不需要采购新的工具，有效节省了时间、降低了成本。

由于不强制要求所有供应商使用特定的工具，项目方可以根据优点来指定能够提供高质量设计和施工输出的供应商，从而保证整个供应链能够在客户设定的参数范围内开发自己的系统，并使机场能够使用各种项目特定策略运行多个项目，而不受一个集中的 BIM 交付方法的限制。总体而言，BIM 技术的应用降低了成本，增加了可用工具的范围，且显著降低了 BIM 应用的门槛。

1.1.5.5 德国某公路项目中的 BIM 全生命周期应用实践

德国联邦交通和数字基础设施部（BMVI）选择将某公路改扩建项目作为国内 BIM level2 的试点项目，项目采用 PPP 模式，合同范围包括一条公路扩大至 6 车道并重建另一条公路，道路中包括桥梁、隔音墙、休息区和二级道路等，总长度 58.8 公里，这也是德国 PPP 项目中首次将 BIM 技术运用于全生命周期，共有来自 8 家公司的 36 名 BIM 专家参与其中。在此前，BIM 的方法广泛应用于德国国内的建筑项目，但在基础设施方面的应用还较为匮乏。

1. BIM 技术贯穿全生命周期

作为试点项目，该公路项目被要求在全生命周期中应用 BIM 技术，并采用 ISO 19650 的 BIM 标准。BIM 的管理工作由一家著名的建筑公司负责。在前期，BIM 管理团队采用点云技术来捕捉现有结构表面，作为进一步建模的基础；在建设全过程中，管理团队通过使用公共数据环境（CDE）来保证协作；此外，管理团队要求所有 2D 图纸均从模型中导出，并通过 CDE 提供给业主进行检查。

在施工阶段，基于 BIM 的进度和成本管理被认为是该公路项目成功的关键，通过将进度与模型关联，可以做到施工过程可视化以及将实际进度与进度计划进行比较；通过成本与 BIM 模型的关联，实现了基于模型的自动计价功能。

整个项目涉及多个专业参与其中，整个 BIM 模型包含了来自 5 个专业的 20 个子模型，使用了 6 种不同的建模软件，总计超过 137000 个模型构件，要协调如此大体量的 BIM 工作并非易事，管理团队的方法是遵循“单一信息来源”的原则，即 BIM 作为单一信息来源，CDE 作为信息交流方式，通过这种模式，与传统模式比较很大程度减少了设计错误的数量。

2. BIM 与传统工作流程的结合

该项目管理团队认为 BIM 的实施不应与传统的工程管理活动并行进行，而应

当“嵌入”其中，BIM 应当被理解作为一种补充现有日常管理工作的支持组件。在项目策划阶段，承包商、设计师、业主、未来运维人员、软件供应商应当一起定义项目 BIM 应用的目标和用途，这样才能在日后执行中体现出 BIM 的价值。在这种理念的指导下，该公路项目的 BIM 应用获得了德国政府的认可，为德国在基础设施领域 BIM 的应用提供了宝贵经验。

1.1.6 BIM 研究热点与趋势分析

近年来，学术界对 BIM 的关注度不断提高，以 SCI 数据库为例，BIM 相关研究数量呈现快速增长的态势，从 2020 年的不到 5000 篇文献增长到 2022 年的 7002 篇文献，如图 1-7 所示。

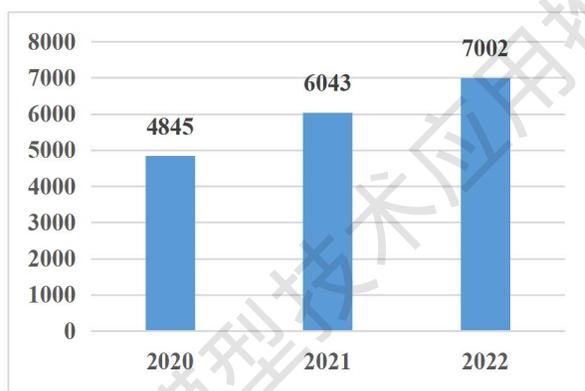


图 1-7 2020-2022 年 BIM 相关文献数量(SCI 数据库)

近年来 BIM 研究热点，如图 1-8 所示。可以看出，国外 BIM 相关研究热点较为分散，覆盖面较大。从研究阶段来看，从设计、施工到全过程的相关研究均有涉及；从研究内容来看，涵盖包括 BIM、GIS、计算机图形等技术方面的探讨到 BIM 绩效、应用挑战等社会文化层面的探讨。各个研究热点之间并非有明显界限，而是相互联系，彼此之间具有较强的解释性。

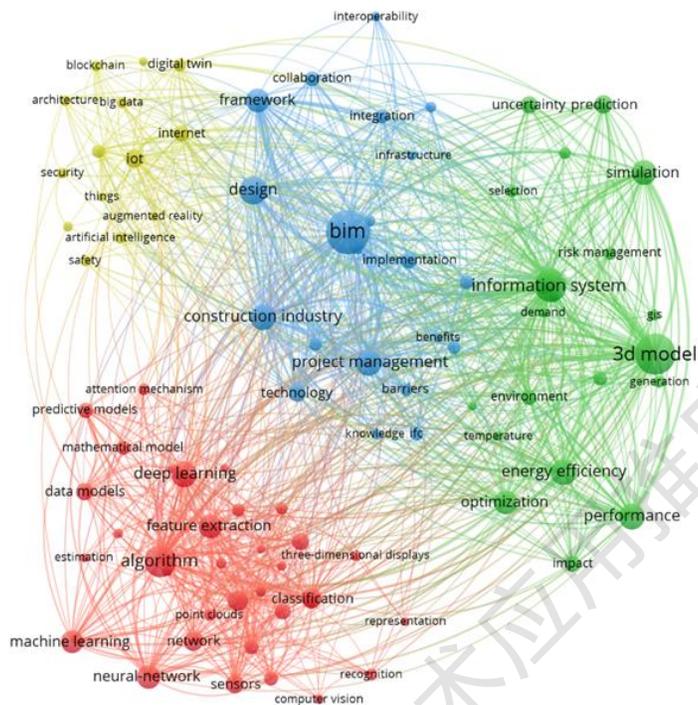


图 1-8 2020-2022 年 BIM 相关研究热点(SCI 数据库)

统计分析显示，BIM 技术在绿色建筑、节能减排方面的研究在国外较为常见，“Environment”、“Energy efficiency”、“Simulation”、“Prediction”等关键词出现频率高。伴随全球气候变化、能源危机、环境污染严重等问题的出现，符合可持续发展理念的绿色建筑逐步成为行业认可的未来发展新方向。传统的 CAD 技术，缺乏在设计规划阶段对于环境、能耗等可持续分析的能力，BIM 技术则为建筑师提供一种有效的性能分析工具与辅助决策工具，可以在设计阶段通过风、声、光、热等相关模拟优化，充分利用自然通风、阳光、日照等自然资源达到节能效果。除此之外，也有论文探讨了利用 BIM 技术实现绿色施工、绿色运维的实现方法。目前很多学者探讨了 BIM-LCA 的设计优化方法，也有学者将 BIM 评价标准(如 LEED 等)植入 BIM 软件中，实现基于 BIM 的绿色建筑评价。

从社会文化角度开展的研究主要是针对 BIM 应用价值、阻碍、成功因素等方面的探讨，关键词包括 BIM 价值的评价(value)、BIM 应用的阻碍或挑战(barrier/challenge)、BIM 成功关键因素(critical success factor/key influencing factor)。这些研究通过社会科学方法探讨“BIM 应用效果为何不达预期”以及“如何使 BIM 应用的更成功”等问题，近三年发文数量的增长率超过了 30%，随着 BIM 应用效果得到更多实践检验，此类研究在未来可能保持较高增长率。值得说明的是，社会文化层面的探讨对于某些关键问题的结论具有一致性，比如 BIM 技术对于项目质

量、安全的贡献，而对于某些其他关键问题可能分歧较大，比如 BIM 技术对于进度和成本的影响，结论不一，甚至互相矛盾。此外，不同文献关于 BIM 推广的挑战和成功关键因素等问题的意见也有分歧，比如 BIM 标准、参与方意愿、组织、成本等因素，但总体上看，人才因素成为 BIM 实施成功与否的关键因素几乎成为目前学术界的共识，因此许多学者不断呼吁行业重视对 BIM 人才的培养。

在应用阶段方面，BIM 在设计阶段研究最为火热，仅在 2021 年，SCI 数据库中关键词同时包括“BIM”和“Design”的相关论文就超过 500 篇。此外，近年来 BIM 全生命周期的应用价值得到广泛共识，其相关研究数量的增长率也超过单一应用场景研究。在应用场景方面，基于 BIM 的设施管理(Facility Management)与运营管理(Operation and Maintenance)的研究近年来受到格外重视。从整体趋势来看，此类研究的关注重点逐步从靠近前端设计阶段的视角转向靠近后端的运维阶段以及全生命周期视角开展。随着国内外 BIM 应用范围的不断扩大，部分国家和地区相继出台 BIM 强制性推广政策，BIM 在实践中的应用效果逐步得到检验，与实践结合程度越来越高，而这些研究结论又反过来促进学术界对 BIM 的进一步思考。

新技术的集成与融合一直是推动经济社会发展的重要力量，也是近年来国外 BIM 研究领域的热点。随着第四次工业革命的不断推进，新兴技术的不断涌现，“BIM+其他技术”的技术集成、技术融合开始受到学者关注，近三年发文数量的年增长率大约在 60%左右，是增长率最高的细分领域。国外相关研究中“Algorithm”出现频率较高，且许多 BIM 相关论文来自计算机专业杂志中，一定程度上说明国外对于技术融合的研究更为前沿。新技术领域，物联网(IoT)技术是近几年最为火热的话题。“IoT + BIM”的智慧运维、“IoT + BIM”的智慧城市等概念成为学者青睐的对象；此外 BIM 与扩展现实技术(XR)，包括虚拟现实(VR)和 BIM 在设计阶段的集成应用、增强现实(AR)和 BIM 在施工管理时的集成应用等也被广泛讨论；此外，关于人工智能、大数据技术结合 BIM 技术辅助决策、区块链结合 BIM 技术解决模型产权等问题的讨论热度也不断上升。目前大部分 BIM 与其他新技术的集成融合研究目前尚在理论讨论阶段，包括可行性、应用范围、应用阶段的探讨，但也不乏有实践应用的案例，这些技术集成应用的成功实践进一步推高了此类研究的热度。

1.1.7 BIM 人才培养与技术交流

1.1.7.1 BIM 技术相关学历教育

美国在 BIM 人才培养方面起步较早，截至 2022 年底，国家建筑认证委员会(NCARB)认证了 118 所提供 BIM 相关学历教育或 BIM 课程的大学，其中包括

一些 BIM 管理和数字图形技术的硕士学位。社区学院也提供以建模、软件操作等为主的基础 BIM 课程，但不能获得认证学位。美国一些组织也进行了提供了基础的 BIM 培训，例如建筑师协会为毕业生在设计领域可能用到的软件制作了在线的培训教程，总承包商协会为 BIM 教育和认证提供学习计划和在线学习工具。

在新加坡，BIM 教育正在融入所有高等教育学院的建筑环境学教育中，2022 年有 11 个高等教育学院能够提供 BIM/虚拟设计与施工（Virtual Design & Construction, VDC）/集成数字交付（Integrated Digital Delivery, IDD）相关的全日制或非全日制的课程教育，同时新加坡市场上有很多第三方提供商正在为专业人员提供 BIM 软件方面的培训。据统计，接受过 BIM/VDC/IDD 方面培训的学生和专业人员数量截至 2022 年地已接近 19000 名。新加坡建筑局（Building and Construction Authority, BCA）为推广建筑业实现从集成项目交付（Integrated Project Delivery, IPD）走向数字化，其下属的新加坡建筑学院也在为行业提供 BIM 相关的学术、职业生涯转换、继续教育等培训，新加坡的 IPD 培训项目还会更进一步提供包括数据分析和人工智能等在内的 BIM 相关应用培训。

自从 2013 年 BIM 学术论坛（BIM Academic Forum, BAF）出版了《将 BIM 嵌入教学课程》以及 2016 年首次举行国际会议讨论了教育与培训的问题后，BIM 在英国各级高等教育中越来越普遍，在过去几年中出现了许多与 BIM 相关的硕士项目，主要集中在建筑和施工相关的学科中。BAF 目前正在与英国 BIM 联盟（UK BIM Alliance）合作，将 BIM 相关教育向本科层面的教育渗透。除了学历教育外，英国现在也有包括英国皇家特许测量师学会（RICS）、特许建筑学会（CIOB）、英国标准协会（BSI）等机构提供 BIM 培训，许多建筑业企业也构建了自己企业内部的 BIM 培训项目。

澳大利亚的 43 所大学中，有 24 所声称已将 BIM 相关的内容融入到高等教育中，这些课程集中在建筑环境学院、土木与建筑工程学院、工程与信息技术学院等，其中有 12 所在学历教育中提供专门的 BIM 相关课程，其他学校则是在其他课程中集成了 BIM 相关的知识培训。

BIM 技术相关学历教育如表 1-3 所示。

表 1-3 国外 BIM 技术相关学历教育情况

国家	名称	培养方式	培养目标
美国	斯坦福大学 Stanford University	将虚拟设计与施工作为土木与环境工程研究生证书的三个方向之一，学校设置多门 BIM 课程，以研究生课程为主。 综合设施中心（CIFE）土木学院主导，与建	系统性培养 BIM 技术相关综合管理人才。

国家	名称	培养方式	培养目标
		筑学院和计算机学院合作开设本科生和研究生课程，通过研讨会、实习等途径为学生提供落地的理论教学及能力认证，包括设计、施工和设备管理等。	
	哈佛大学 Harvard University	哈佛大学建设管理委员会中的BIM小组委员会开发了一套资源来支持正在学习和使用BIM技术的学生。初学者会从BIM简介开始并按顺序学习BIM使用指南。此外，这套指南中还包含了BIM决策矩阵、采购指南和BIM执行计划等。	通过学校系统培养，结合相关企业，增加相关BIM人才。
	佐治亚理工大学 Georgia Institute of Technology	建筑学院主导，与土木学院合作组建研究团队开设BIM课程，建筑学院课程偏向设计阶段，土木学院课程偏向施工阶段。成立数字化建筑实验室(DBL)和高能效建筑实验室(HPBL)，均涉及BIM技术相关前瞻性研究。目前，该实验室在进行相关人工智能和建筑能源环境等方面的研究。	将BIM技术作为高级专业课，设立BIM案例研究课程，旨在从技术、设计和工程实践等角度全方位培养BIM技术专业人才。
	普渡大学 Purdue University	普渡大学注重BIM技术在商业建设中的应用。理论课程主要包括几何学，空间关系，地理信息，建筑部件的数量和特性。专业课程主要包括计算机图形学，编程课程，渲染技术等。 普渡大学设置BIM专业，授予计算机图形技术学士和硕士学位，包括计算机图形学，编程和建筑材料等课程，自动化与智能建筑(AutoIC)实验室招收BIM相关博士生。	旨在培养同时具备建筑学与计算机学专业知识，熟悉各类BIM技术标准，并掌握一定数据处理能力的专业人才。
	南加州大学 University of Southern California	本科阶段与研究生阶段均有BIM相关教育。建筑学院开设建筑数字化工具、电脑技术理论课程，前者注重培养常用BIM技术软件，后者培养BIM技术在不同工程阶段应用及意义。	注重培养掌握BIM技术工具的应用，熟悉各类软件及使用价值。兼顾技术和管理人员的培养。
新加坡	所有高等研究院 (IHL)	目前所有高等院校的建筑环境课程(Built Environment, BE)都设立了BIM课程，南洋理工大学和新加坡国立大学成立BIM专业	搭建高素质的人才储备系，为建筑业转型发展提

国家	名称	培养方式	培养目标
		培训中心。	供有力支撑。
	技术教育学院	在技能资格相关专业包括建筑空间设计、土木和结构工程设计和设施系统设计课程中设置了BIM集成应用内容，同时相关大学提供学士和硕士课程的BIM方向。	旨在通过不断通过相关教育，储备建筑数字化人才。
	新加坡建筑研究中心 (BCAA)	新加坡建筑研究中心提供对象广泛的BIM教育，包括大专教育、学士学位、硕士学位、辅修学位，以及针对从业者提供就业培训和继续教育培训等与IDD相关的各级培训项目，同时相关BIM/VDC/IDD内容等将被纳入BCAA的全日制文凭课程中。此外，BCAA与新加坡社会科学大学和纽卡斯尔大学（澳大利亚）设立了BIM相关的联合学位课程。	通过多维度的培养，不断增加从事BIM技术的人员，作为高校教育的有力补充。
英国	英国建筑研究院 BRE ACADEMY	提供一系列的BIM技术培养，完善从BIM要点的学习，例如：国际BIM标注ISO 19650等，之后再行BIM信息管理学习，最后可以进行相关BIM的个人认证。此外，在学历教育方面和企业培训方面上也进行相关完整的课程培训。	世界顶尖BIM技术研究及咨询机构，致力于培养专业BIM技术人才。
	英国 哈德斯菲尔德大学 University of Huddersfield	在本科阶段建设项目管理中BIM技术是其主要课程之一，需要学习BIM的学士学位包括建筑技术学士、建筑项目管理学士、工料测量学士，同时也提供研究生方向的培养，包括建筑高级项目管理、建筑与建筑环境等多个方向。	学历教育与合作交流同步进行，共同推进BIM技术全球范围内的合作。
	英国诺丁汉大学 University of Nottingham	英国诺丁汉大学在BIM方面进行了大量的研究与培训，形成了从本科到研究生至博士的培养体系。此外，其与英国皇家建造师学会合作开展了全球BIM技术经理认证。另外，英国特许建造协会BIM中心与中国宁波诺丁汉大学在2016年签署BIM协作备忘录，共同提升BIM教育培训和应用发展。	开展全球范围内的全过程的学历教育，同时加强不同协会合作，开展培训、认证与发展。
	利物浦大学 University of Liverpool	其建筑学院作为第一所获皇家建筑师协会（RIBA）认证的大学院系，开设了基于BIM技术的硕士学位，通过讲座、研讨、演示等学习课程，学习BIM技术理论知识、实践能	培养学生BIM技术软件运用能力，同时拓展新兴领域如公共数

国家	名称	培养方式	培养目标
		力。建筑学硕士、土木与结构工程硕士、建筑工程硕士均需学习BIM与数字化转型相关课程。	据环境、云平台、大数据和智能城市方面知识面。
	西英格兰大学 University of the West of England	设置本科生课程与研究生BIM课程，以及针对从业者的短期专业课程，包括建设项目管理、建筑测量、装备工程等专业学生都要学习BIM相关课程，课程一般包括理论与实践部分。	通过理论学习结合项目实践，学习从设计到运维阶段行业标准和和管理方法，培养BIM技术领域管理型人才。
澳大利亚	澳大利亚 纽卡斯尔大学 University of Newcastle	在建筑管理、建筑学、项目管理等专业中进行BIM、虚拟设计与施工相关课程设置，进行建筑信息化能力的培养。在2016年和英国提赛德大学联合研究团队历时3年，开发对国家及地区BIM成熟性和市场扩散的基准体系，包括5个评价模型。	通过学校教育和相关联合研究与开发，进行人才培养，增加BIM实践应用能力。
	澳大利亚政府学习与教学办公室 OLT	澳大利亚政府学习与教学办公室(OLT)支持了一个名为“协同设计教育-CODE BIM”的BIM技术项目，该项目由南澳大利亚大学、纽卡斯尔大学和悉尼科技大学共同参与，制定了一个清晰的框架来帮助学者实施BIM培训。	强调联合培养，同时加强不同学校与机构间的合作，开展培训。
	科廷大学 Curtin University	华中科技大学和科廷大学成立了BIM联合研究中心，通过合作实现研究人员、工程师和创新者之间的知识共享；重庆大学也与科廷大学共建BIM研究中心、联合培养博士，共同推进智慧城市建设研究。	注重高校间交流与合作与联合培养，实现知识共享。

1.1.7.2 BIM 技术相关资格认证

BIM 技术相关资格认证如表 1-4 所示。

表 1-4 国外 BIM 技术相关资格认证汇总

名称	主办方	认证对象	认证体系
BIM专业认证	国际智慧建设联盟 buildingSMART International	个人、行业组织及培训机构	专业认证旨在支持培训机构提供国际标准化和公认的培训内容。该计划分为基础和从业者两个级别。基础资格侧重

名称	主办方	认证对象	认证体系
			<p>于基于知识的学习，提供标准化培训；从业者级别提供全面的认证，并侧重于实际项目实施的实践专业知识。</p> <p>目前已有超过10万人通过BSI认证。</p>
BIM软件认证	国际智慧建设联盟 buildingSMART International	软件供应商	<p>软件认证计划旨在促进在全球市场的多个软件供应商和应用程序中一致和可靠地实施buildingSMART标准。</p> <p>2022年，软件认证计划进行重新开发，目的是使其更加敏捷、模块化和集中，以增强与IFC架构的整体互操作性。重新开发后的软件认证中，IFC数据和相关软件的验证将有更多的选择。</p>
ICM国际BIM技术资质认证	ICM 国际建设管理学会	从业人员	<p>针对具有一定从业经验的人士提供BIM技术工程师和BIM技术项目管理总监两类职业能力评估（APC）。</p>
BRE全球BIM技术认证	英国建研院 BRE	企业	<p>根据国际标准BIM技术ISO 19650-2：2018认证企业具有BIM技术实施能力。</p> <p>认证过程包括4步：提交认证申请、线上评估、现场评估、获得认证。</p>
BRE全球BIM技术认证	英国建研院 BRE	从业人员	<p>根据国际BIM标准ISO 19650-2：2018提供个人认证，包括三种，一是BIM知情专业认证（BIP），二是任务信息管理从业者认证（TIM）三是项目信息管理从业者认证（PIM）。</p> <p>认证过程包括6步：培训、认证申请、提交评估表、评估、认证、维护。</p>
BIM风筝标志认证 BIM Kitemark	英国标准学会 BSI	企业	<p>认证分为设计和施工认证、资产运营认证、level-2全生命周期认证、BIM项目应用和管理认证、BIM产品认证五个类别，根据评估标准ISO 19650，对企业具有相应BIM技术交付能力进行认证。</p>
全球BIM技术经理认证 GBM	英国诺丁汉大学 英国皇家建造师学会 CIOB	从业人员	<p>基于英国政府BIM技术任务组制定的课程体系开展相关培训及认证。</p>

名称	主办方	认证对象	认证体系
CM-BIM认证 Certificate of Management-BIM	美国建筑承包商协 会 AGC	从业人员	针对施工企业和项目中的BIM技术基本概念、软件应用、法律法规、还包括流程整合等方面的培训及认证。

1.1.7.3 BIM 技术相关重要竞赛

国际智慧建设联盟（buildingSMART International，简称 bSI）每年举办两次国际峰会，并在第二次会议上评选每年度 openBIM 国际大奖。2020 年及 2021 年由于疫情原因改为举办线上虚拟峰会。2022 年 openBIM 国际大奖的最终演示以线上线下混合形式在 10 月 19 日至 20 日举行的 2022 年蒙特利尔国际标准峰会期间举行，本次 openBIM 国际大奖收到了 11 个类别共 121 份报名材料，在三轮审查后最终有九项获得了类别获胜者，另外还颁了三项特别奖。bSI 最近一次峰会于 2023 年 3 月 27 日至 30 日在意大利罗马举行，峰会主题是“利用 openBIM 实现多元化和可持续的未来”，目的是帮助塑造标准和服务，确保建筑资产行业更加可持续，高效和协作的未来。2023 年秋季峰会将在挪威 Lillestrøm 举办，届时将公布 2023 年 BIM 国际大奖。

1.1.7.4 BIM 技术相关重要会议

国际建筑环境周（IBEW）由新加坡国际建筑与工程局的全资子公司，与励展博览集团（新加坡）共同举办，IBEW 被广泛认为是亚太地区最全面的建筑环境盛会，是全球社会汇聚和分享知识、交流经验和探索商机的理想平台。最近一届 IBEW 为 2022 年 9 月 5 日至 9 日举行的第四届现场活动，主题为“加速转型，共同成长”，活动包括会议、贸易展览会、现场参观、技术研讨会与商务会议等内容，在可持续发展、BIM、建筑环境技术、智能设施管理和数字化方面的最新创新方面进行探讨。

美国国家建筑科学研究所 NIBS 于 2022 年 11 月 2 日至 4 日在洛杉矶召开了首届设计-建造 VDC 领导力交流会。会议认为，将虚拟设计与施工（VDC）集成到项目交付过程中可以改变商业模式、提供新的机会，并提高利润和绩效。设计-建造-交付方法的协作性质为充分利用 VDC 并产生高质量、有韧性和可预测的结果提供了理想的环境。到 2025 年，建筑业设计和建造预计将占有所有建筑支出的近一半，这一趋势将广泛地为 BIM/VDC 领导者、技术领导者和广泛的设计和建造专业人士提供教育、交流和实践的机会，VDC 的整合将在优化建筑业设计和建造项目的方式上发挥关键作用。

1.2 国内 BIM 技术应用发展概况

1.2.1 总体概况

1.2.1.1 整体情况

2022 年是十四五规划的关键之年，是第二个百年目标开局之年。随着 2021 年 10 月 21 日中共中央、国务院印发《关于推动城乡建设绿色发展的意见》，以及 2021 年 10 月 24 日中共中央、国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，BIM 的发展正在经历转变，从前十年主要关注单一模型的建立和模型应用，到如今逐步融合绿色低碳理念，并与新一代信息技术如互联网、云计算、大数据和人工智能相结合，BIM 正不断助力建筑业的数智化转型，并深刻影响着建筑业从供应链管理到数智化建造、智慧化营运的全过程。2022 年中国 BIM 的应用与发展也在印证这种趋势。

2022 年 1 月 19 日，住建部印发《“十四五”建筑业发展规划的通知》明确提出到 2025 年基本形成 BIM 技术框架和标准体系的具体要求。也明确提出以场景应用为依托，充分运用 5G、BIM、物联网、人工智能、大数据、云计算等技术，开展运行监测预警技术产品研发和迭代升级，提升管理效率和监测预警防控能力。

在 2022 年 3 月 1 日，住建部印发《“十四五”住房和城乡建设科技发展规划》，在规划中 15 次提及 BIM。并对于建筑信息模型（BIM）技术在工程设计、生产和施工领域得到推广应用，城市信息模型（CIM）平台等关键核心技术及装备，已破坏文化遗产的虚拟建模和修复模拟技术及装备研发，基于城市信息模型（CIM）平台的智能化市政基础设施建设和改造，BIM 与新一代信息技术融合应用的理论方法和支撑体系，BIM 图形平台、建模软件和应用软件，开发工程项目全生命周期数字化管理平台，BIM 与新一代信息技术融合应用的理论、方法和支撑体系，BIM 与多源异构数据的管理和建立项目数据资源标准体系及 BIM 基础数据标准和 BIM 数据应用标准，基于 BIM 的跨建设阶段管理流程和数据融合标准，BIM 技术开展设计产品数据标准、构件库标准研究并构建设计资源知识库等各方面提出了明确要求。

2022 年 5 月 9 日，住建部印发《“十四五”工程勘察设计行业发展规划》，《规划》中提出要推动工程勘察设计行业数字转型，提升发展效能。推进 BIM 全过程应用。2022 年 6 月 30 日住建部、发改委联合发布了《城乡建设领域碳达峰实施方案》。其中，第四部分“强化保障措施”的第十七条“构建绿色低碳转型发展模式”中提出利用建筑信息模型(BIM)技术和城市信息模型(CIM)平台等，推动数字建筑、

数字孪生城市建设，加快城乡建设数字化转型。

以国家政策为行动指南，各省市在 2018 年至 2022 年陆续制定了 BIM 规范。据不完全统计，截至 2022 年年底，已颁布 BIM 类标准及规范共计 88 本，其中国家及部委标准 17 部，地方 BIM 标准 71 本。这里没有统计各个学会协会的 BIM 团体标准。总体而言，国内 BIM 标准体系已基本形成，包括国家层面的《建筑信息模型应用统一标准》GB/T51212-2016 等基本标准以及各行业领域的应用标准，以及各省市地区的行业应用标准和交付标准。此外，各个发达经济区也相继完成了从城市规划到设计专项以及各施工阶段的 BIM 应用标准，各个大型企业也纷纷推出了基于企业自身运用场景的 BIM 标准，BIM 标准体系的树状体系逐渐形成。2022 年，各省市也相继颁布了一批新的标准，需要着重强调的是于 2022 年 2 月 1 日开始实施的《建筑信息模型存储标准》GB/T51447-2021，这为 BIM 从工程化应用迈向数字化和智能化应用奠定了存储的技术基础。

1.2.1.2 总体趋势

从 2022 年国家政策引导和各地相继出台的政策指引和标准规范，2022 年中国 BIM 发展整体有以下几个趋势：

(1) 在双碳背景下，BIM 必将继续成为建筑业数字化转型和绿色高质量发展的助力器。2022 年多地新出台政策强调要支持建筑领域绿色低碳发展，加快推动 BIM 技术应用，推动数字建筑、数字孪生城市建设。

(2) 政府引导作用更加凸显。2022 年各级政府出台了更为细致的 BIM 交付、应用管理办法，在一个模型基础上全面展开建筑物全生命周期的应用和管理。部分地区新出台政策对 BIM 应用率提出明确要求。

(3) BIM 将进一步和 5G、物联网、云计算、人工智能等新技术融合，全面提升建筑领域管理效率和监测防控能力。

(4) 以 BIM 技术为基础的智能建造持续发展，不断促进建筑工业化和信息化的产业升级。

(5) 业主主导的 BIM 应用模式逐渐成为主流。随着企业数字化转型的深入，BIM 运用已经逐步从施工单位的主导运用转向业主单位主导运用，并逐渐成为运用主流。业主单位的主导也大大提高了 BIM 运用深度和广度，为 BIM 持续深入发展提供了更坚实的保障。

1.2.2 BIM 推进规划

2022 年国家及部分省市 BIM 技术相关政策文件进展如表 1-5 所示。

表 1-5 2022 年国家及部分省市 BIM 技术政策文件（上海除外）

地区	发布机构	发布时间	相关文件	规划重点内容及目标
国家	住房和城乡建设部	2022/1/19	《“十四五”建筑业发展规划的通知》	2025年，基本形成BIM技术框架和标准体系
		2022/3/1	《“十四五”住房和城乡建设科技发展规划》	15次提及BIM的应用及重要性
		2022/5/9	《“十四五”工程勘察设计行业发展规划》	《规划》中提出要推动工程勘察设计行业数字转型，提升发展效能。推进BIM全过程应用。
	住房和城乡建设部、国家发展和改革委员会	2022/6/30	《城乡建设领域碳达峰实施方案》	其中，第四部分“强化保障措施”的第十七条“构建绿色低碳转型发展模式”中提出利用建筑信息模型（BIM）技术和城市信息模型（CIM）平台等，推动数字建筑、数字孪生城市建设，加快城乡建设数字化转型。
	住房和城乡建设部	2022/7/7	《全国城市基础设施建设规划》	提出4方面重点任务：一是推进城市基础设施体系化建设，增强城市安全韧性能力；二是推动城市基础设施共建共享，促进形成区域与城乡协调发展新格局；三是完善城市生态基础设施体系，推动城市绿色低碳发展；四是加快新型城市基础设施建设，推进城市智慧化转型发展。
		2022/7/27	《“十四五”建筑业发展规划的通知》	开展城市基础设施安全运行监测试点工作，其中第三点提出，以场景应用为依托，充分运用5G、BIM、物联网、人工智能、大数据、云计算等技术，开展

地区	发布机构	发布时间	相关文件	规划重点内容及目标
				运行监测预警技术产品研发和迭代升级，提升管理效率和监测预警防控能力。
	科学技术部、住房和城乡建设部	2022/12/6	《“十四五”城镇化与城市发展科技创新专项规划》	提出研究非线性几何特征建模与BIM图形引擎，建立具有自主知识产权的BIM三维图形平台并发展相应软件生态。
北京	北京市住房和城乡建设委员会	2022/4/24	《北京市房屋建筑和市政基础设施工程智慧工地做法清单(2022年版)》	文件提出应用BIM技术辅助工程建造及质量管理并强调：“在深化设计、加工生产、施工过程中，应用BIM技术；开展三维可视化交底、工艺、模拟、碰撞检查、质量问题挂接模型等至少2项辅助质量管理。”
	北京市人民政府办公厅	2022/6/23	《北京市人民政府办公厅发布进一步发展装配式建筑的实施意见》	进一步发展装配式建筑的实施意见，明确提出大力推进BIM在设计、生产、施工与运维全生命周期的应用，政府投资的新建建筑和公共租赁住房项目应在全生命周期应用BIM技术。
	北京市住房和城乡建设委员会	2022/8/5	《北京住房和城乡建设发展白皮书（2022）》	包括三大部分，第一部分“发展综述”中提出科技创新为建筑业赋能助力，BIM、AR、VR等现代信息技术与建筑行业深度融合。第二部分包括五篇，其中“绿色发展”中提出积极推动科技创新和技术攻关，持续开展智慧工地、BIM应用、建筑业新技术应用等试点示范工程建设，做好技术服务指导。第三部分“附录”，展示优秀工程项目，多次提及BIM在建筑施工中起到的重要作用。
上海市	上海市人民政府	2022/6/12	《上海市数字经济发展“十四五”规划》	《规划》2.6节智能城市提出，加快城市新型基础设施建设，支撑城市迈向全场景智慧时代。发展数字孪生城市新形

地区	发布机构	发布时间	相关文件	规划重点内容及目标
				态，重点推广BIM（建筑信息模型）、GIS（地理信息系统）等技术。
		2022/7/28	《上海市碳达峰实施方案》	其中第二项“重点任务”第四节“城乡建设领域碳达峰行动”中的第1小节“推进城乡建设绿色低碳转型”中提出推行绿色施工，推动建筑信息模型（BIM）等智能化技术应用，大力推进装配式建筑和智能建造融合发展，推行全装修住宅，减少建设过程能源资源消耗。
四川省	四川省住房和城乡建设厅等6部门	2022/1/21	《加快转变建筑业发展方式推动建筑强省建设工作方案》	文件提出到2025年，甲级建筑设计单位以及特级、一级建筑施工企业基本具备建筑信息模型(BIM)技术应用能力。
	四川省住房和城乡建设厅等4部门	2022/6/8	《推动全省装配式建筑标准化建设工作方案》	文件表明，应用BIM、互联网、大数据、云计算、物联网、人工智能等信息技术，实现装配式建筑建设项目设计、生产、施工、监管、运维全生命周期各环节的信息应用与管理，信息互通共享、监督管理协同。
	四川省科学技术厅	2022/6/16	《推动住房城乡建设领域科技创新工作的指导意见》	强调促进建筑业与新兴技术深度融合，加快向价值链高端延伸，加快推进建筑信息模型(BIM)工程应用。
湖北省	湖北省住房和城乡建设厅	2022/4/7	《关于促进全省工程勘察设计行业高质量发展发布若干措施》	文件明确在工程总承包、全过程工程咨询、智能建造、BIM、CIM应用等领域，打造一批新型企业或企业集团。
		2022/5/5	《开展施工图BIM审查试点工作》	将助推BIM技术在工程建设全过程集成应用。湖北省住建厅在给关于对政协湖北省第十二届委员会第五次会议第

地区	发布机构	发布时间	相关文件	规划重点内容及目标
				20220622号提案的答复中提到：试点推进BIM报建审批和审图模式，完善数字化成果交付、审查和存档管理体系，融通联动CIM平台，结合CIM平台建设，推动智慧建筑、智慧园区和智慧城市等业态设计、施工、运营、维护等全生命周期数字化、智慧化管理和持续迭代升级。
江苏省	江苏省建筑产业现代化推进工作联席会议办公室	2022/3/31	《全省建筑产业现代化2022年工作要点》	文件引导设计单位积极采用少规格、多组合设计方法和数字化(BIM)设计手段，提升装配式建筑设计水平。
	江苏省住房和城乡建设厅	2022/12/26	《关于推进江苏省智能建造发展的实施方案（试行）》	普及“BIM+”数字一体化设计。
山东省	山东省住房和城乡建设厅、山东省财政厅	2022/4/8	《关于进一步加强施工图设计文件审查工作的指导意见》	鼓励审查机构开展BIM(建筑信息模型)、AI(人工智能)审图。
	山东省住房和城乡建设厅	2022/5/10	《关于推动新型建筑工业化全产业链发展的意见》	提及推广建筑信息模型(BIM)技术。推动勘察设计成果数字化交付，试点推进BIM报建审批和人工智能审图，推广BIM版商品住宅使用说明书。
福建省	福建省住房和城乡建设厅	2022/3/22	《开展智慧工地建设试点的通知》	提及将BIM技术主要应用于工程场地布置及管理、施工方案与工艺模拟、施工进度管理、工程质量与安全管理等的智能化管控措施。

地区	发布机构	发布时间	相关文件	规划重点内容及目标
湖南省	湖南省水利厅	2022/1/1	《推进BIM技术在水利工程全生命周期应用的指导意见》	明确水利工程全生命周期中3个重要阶段的BIM技术应用要求和着力方向。
青海省	青海省住房和城乡建设厅	2022/2/17	《2022年青海省勘察设计工作要点》	通过BIM推广应用、团体标准研究等活动，促进企业改革发展和品牌创建，助推企业科技创新。
陕西省	陕西省住房和城乡建设厅	2022/2/17	《加快推进全省文明工地建设高质量发展的通知》	利用BIM技术，实现施工现场可视化、虚拟化的管理，通过对施工图模型进行信息添加、更新和完善，满足施工需求，通过基于施工模型的深化设计，实现施工现场信息高效传递和信息共享，提高施工管理水平。
新疆	新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅	2022/3/23	《推进自治区建筑信息模型(BIM)应用工作的实施意见》	2022年，制定全区BIM技术应用推进的政策、标准，建立基础数据库，基本建立满足BIM技术应用的配套政策、地方标准，指导组建企业联盟，营造良好市场环境。2022年底，全区建筑行业甲级勘察、设计单位以及综合资质、甲级施工总承包和专业承包施工企业通过建筑信息模型(BIM)实施能力成熟度评价。
		2022/12/1	《新疆维吾尔自治区关于推进建筑企业数字化应用的指导意见》	全面推进建筑企业数字化应用工作的重点任务主要包括夯实数字化应用基础、加快数字企业发展、加强数字项目建设以及推动技术创新应用等。
浙江省	浙江省建筑业高质量发展工作专班办公室	2022/08/05	《浙江省建筑业企业走出去发展三年行动方案（2022-2025年）》	《行动方案》中提到：加强企业技术智力支持。建立建筑业发展专家智库，加快绿色建造、智能建造、装配式、BIM技术等高新技术推广应用，促进建筑业企业在“高精尖特”技术方面补齐短板

地区	发布机构	发布时间	相关文件	规划重点内容及目标
				弱项。
西藏自治区	西藏自治区住房和城乡建设厅	2022/3/31	《西藏自治区住房和城乡建设厅关于落实建设单位工程质量首要责任的实施意见》	积极推广应用“智慧化”工地，推动建筑信息模型(BIM)大数据等技术在项目建设过程中的集成应用。
江西省	江西省住房和城乡建设厅	2022/5/20	《江西省住房城乡建设领域推进数字经济“一号发展工程”实施意见》	政策强调，到2025年末，我省建筑行业主要的勘察设计单位、房屋建筑和市政工程施工企业、咨询服务和物业管理等单位，按照项目数量计算，BIM应用率达到80%；从2023年1月1日起，申报省优质建设工程奖、绿色建筑科技示范工程、十项新技术应用示范工程、三星级绿色建筑的公共建筑项目的招投标、设计、施工必须采用BIM技术；到2025年建成一批招投标、设计、施工、验收、运营管理全流程应用BIM技术的示范项目。每年评选10至20个BIM技术应用示范项目，发挥试点示范引领作用；对采用BIM技术应用的总承包企业在招标投标活动中应给予加分，由招标人在招标文件中明确。
		2022/12/09	《关于推进全省房屋市政工程智慧工地建设的通知》	推进本省建筑施工智慧化管理，提高施工现场工程质量、安全生产的数字化、精细化管理水平。
黑龙江省	黑龙江省住房和城乡建设厅	2022/11/15	《关于推进黑龙江省工程勘察设计行业高质量发展的指导意见（征求意见稿）》	推进BIM设计进行了深入研讨，并从制度建设、质量管理、科技创新、人才队伍建设、业务拓展、创意设计、招投标管理等方面提出了切实可行的意见建议。

1.2.3 BIM 标准与指南

2022 年 1 月—12 月国家及行业、主要省市发布的 BIM 相关标准及指南如表 1-6 所示。

表 1-6 国家及行业、主要省市的标准和指南发布情况（上海除外）

地区	发布机构	名称	发布时间
国家标准	住房和城乡建设部	《建筑信息模型存储标准》GB/T51447-2021	2022/2/1
		《城市信息模型基础平台技术标准》CJJ/T315-2022	2022/6/1
北京市	北京市规划和自然资源委员会	《岩土工程信息模型设计标准》DB11/T1982-2022	2022/9/30
	北京市住房和城乡建设委员会	《建筑信息模型与工程验收资料数据交互标准》DB11/T2031-2022	2022/11/8
深圳市	深圳市住房和建设局、深圳市交通运输局	《市政道路工程信息模型施工应用标准》	2022/6/24
		《城市道路工程信息模型施工应用标准》	2022/6/24
		《市政隧道工程信息模型施工应用标准》	2022/6/24
		《市政桥梁工程信息模型施工应用标准》	2022/6/24
		《公交场站工程信息模型施工应用标准》	2022/6/24
	深圳市住房和建设局	《建筑信息模型存储标准》SJG144-2022	2022/5/25
		《建筑工程信息模型设计示例》SJT02-2022	2022/9/1
重庆市	重庆市住房和城乡建设委员会	《重庆市建筑工程初步设计文件编制技术规定（2022年版）建筑信息模型专篇》	2023/1/4
		《重庆市市政工程初步设计文件编制技术规定（2022年版）市政工程信息模型专篇》	

地区	发布机构	名称	发布时间
		《重庆市建筑工程施工图设计文件编制技术规定（2022年版）建筑信息模型专篇》	
		《重庆市市政工程施工图设计文件编制技术规定（2022年版）市政工程信息模型专篇》	
		《重庆市建筑工程初步设计文件技术审查要点（2022年版）建筑信息模型专篇审查要点》	
		《重庆市市政工程初步设计文件技术审查要点（2022年版）信息模型专篇审查要点》	
		《重庆市建筑工程施工图设计文件技术审查要点（2022年版）建筑信息模型专篇审查要点》	
		《重庆市市政工程施工图设计文件技术审查要点（2022年版）信息模型专篇审查要点》	
	《建筑信息模型技术员职业能力标准》DBJ50/T409-2022	2022/9/10	
	重庆市规划和自然资源局	《道路信息模型与城市三维模型信息交换与集成技术规范》DB50/T1264-2022	2022/9/10
山东省	山东省住房和城乡建设厅	《民用建筑信息模型设计应用标准》DB37/T 5221-2022	2022/9/13
成都市	成都市住房和城乡建设局	《房屋建筑工程建筑信息模型（BIM）运维技术规定（试用2022版）》	2022/3/9
		《市政工程建筑信息模型（BIM）交付说明书》	2022/10/9
		《市政工程建筑信息模型（BIM）设计技术规定（试用版）》	2022/10/9
		《市政工程建筑信息模型（BIM）施工技术规定（试用版）》	2022/10/9

地区	发布机构	名称	发布时间
青海省	青海省住房和城乡建设厅	《青海省民用建筑信息模型（BIM）应用标准》	2022/8/1
四川省	四川省住房和城乡建设厅	《四川省工程建设项目建筑信息模型（BIM）应用评价标准》	2022/12/1
吉林省	吉林省住房和城乡建设厅	《建筑信息模型设计应用标准》DB22/T5120-2022	2022/8/2

以上所罗列为 2022 年国家及各省市所颁布或开始执行的主要标准，截止 2022 年全国范围各省及直辖市以及经济发展较快的城市，包括各省会城市以及发达二、三线城市都有了针对各自辖区内的 BIM 应用标准或交付标准，为 BIM 在全国范围内的深入全面应用提供了符合各地发展需求和水平的标准依据。同时需要指出，由国家工业信息安全发展研究中心、中国产业互联网发展联盟、工业大数据分析 & 集成应用工信部重点实验室、人民网财经研究院、联想集团共同编制的《依托智慧服务共创新型智慧城市——2022 智慧城市白皮书》于 2022 年 5 月正式发布，这也为今后 BIM 的城市级别数据整合和规划应用提供了前瞻性的指导。另外由中国专家李赟担任主编的《信息技术-智慧城市数字化平台参考架构-数据与服务》也在 2022 年 6 月 17 日由 ISO、IEC 正式批准发布。该项国际标准由 ISO/IEC JTC 1/WG 11（智慧城市工作组）组织编制。本次发布的 ISO/IEC 24039:2022 明确了智慧城市数字化平台内涵，提出了以提供技术支撑、资源管理、能力开放以及接口互联为核心能力的智慧城市数据化平台总体架构。不难看出，BIM 的未来发展将紧密结合智慧城市的建设、管理及运行。

1.2.4 BIM 应用价值及效益

根据中国建筑业协会《中国建筑业 BIM 应用分析报告（2022）》的调查统计，BIM 应用年限超过 5 年以上的企业占比最高，为 56.86%，较 2021 年增长约 9 个百分点，2021 年此数据为 47.85%，较 2020 年增长约 28.8 个百分点，2020 年此数据是 28.07%；其次是应用 3~5 年的企业，占比 28.86%；应用 1~2 年的企业占比 7.14%；应用不到 1 年的企业占比 2%；未应用的企业占比 2.14%，较 2021 年降低近 3 个百分点，如图 1-9 所示。

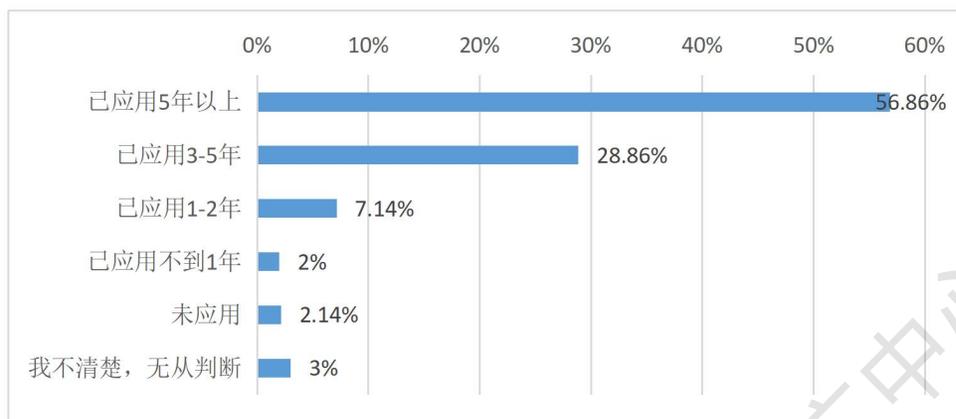


图 1-9 企业 BIM 应用年限

从应用 BIM 技术的企业态度来看，行业对于 BIM 价值的认可得到了进一步的发展，建筑业从业者均认为应该使用 BIM 技术，且未应用 BIM 技术的从业者对 BIM 的期待大幅提升；已经应用的从业者认为应该应用，占比为 80.15%，未应用过的认为应该应用的占比 80%，这一数值在 2021 年仅为 64.29%。

1.2.4.1 BIM 技术应用现状

在对企业 BIM 技术应用比例进行的调研显示：有 14.45% 的企业在项目上全部应用了 BIM 技术；16.64% 的企业在项目上应用 BIM 技术的比例超过 75%；21.17% 的企业在项目上应用 BIM 技术的比例超过 50%；16.50% 的企业在项目上应用 BIM 技术的比例超过 25%；27.01% 的企业在项目上应用 BIM 技术的比例低于 25%，如图 1-10 所示。

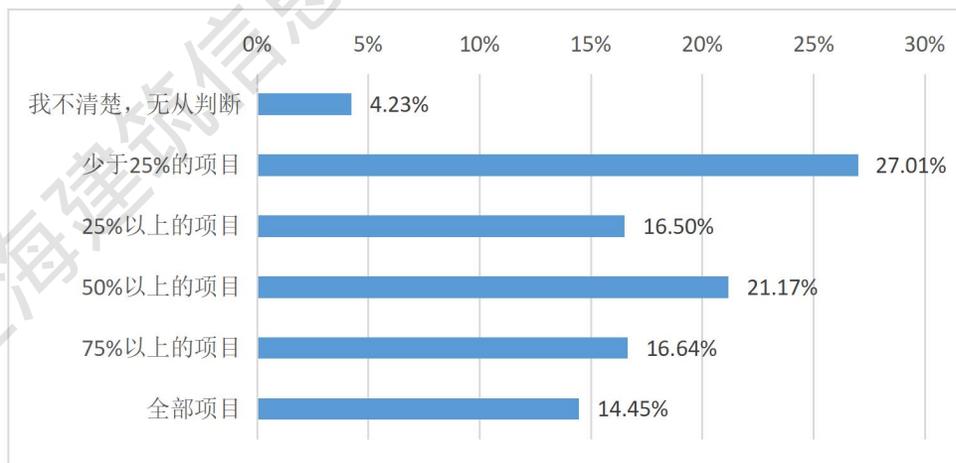


图 1-10 企业应用 BIM 项目比例

从项目类型层面来看，公用建筑和居住建筑类房建项目仍然是 BIM 应用的主

要阵地，两类分别占比 84.38%、67.45%；基础设施建设和工业建筑中应用 BIM 企业占比持续升高，分别占比 59.56%和 43.74%，如图 1-11 所示。

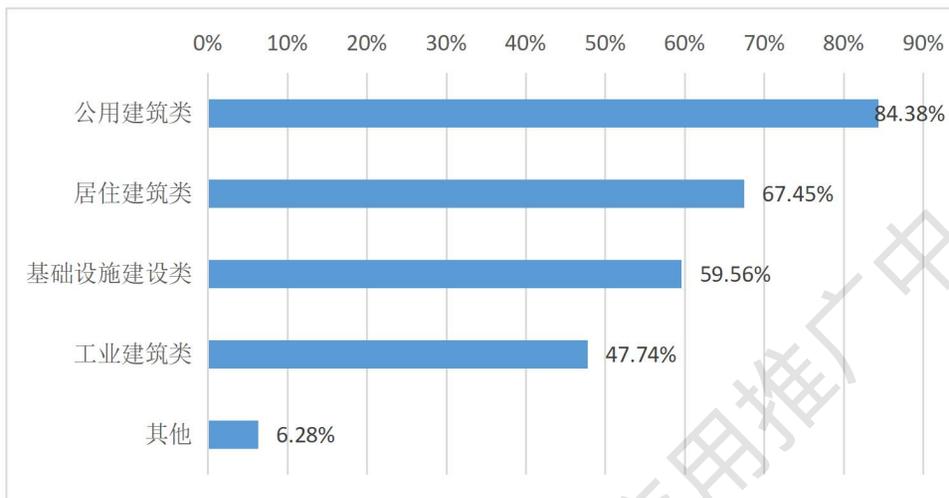


图 1-11 BIM 应用项目类型

对于企业的 BIM 应用，在 21 类应用点中，有 9 类应用企业超过 50%：基于 BIM 的碰撞检查（占比 85.69%）、基于 BIM 的机电深化设计（占比 76.64%）、基于 BIM 的图纸会审及交底（占比 73.87%）和基于 BIM 的专项施工方案模拟（占比 72.26%）、基于 BIM 的投标方案模拟（占比 63.5%）、基于 BIM 的进度控制（占比 59.42%）、基于 BIM 的工程量计算（占比 55.77%）、基于 BIM 的质量管理（占比 55.62%）、基于 BIM 的安全管理（占比 52.7%），如图 1-12 所示。

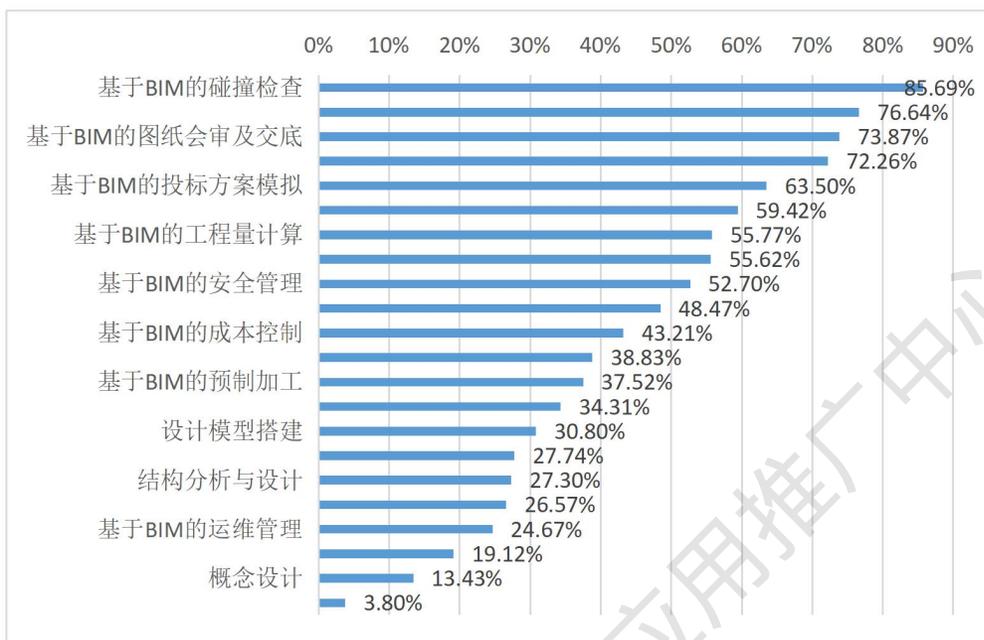


图 1-12 企业 BIM 应用点

在应用 BIM3 年以上的企业近些年开展过的 BIM 应用增加最多的前三类应用分别是基于 BIM 的机电深化设计，占比 53.50%；基于 BIM 的碰撞检查，占比 44.50%；基于 BIM 的专项施工方案模拟，占比 34.33%。此外，基于 BIM 的图纸会审及交底和基于 BIM 的投标方案模拟应用增加较多，分别为 25.67%、28.83%，如图 1-13 所示。

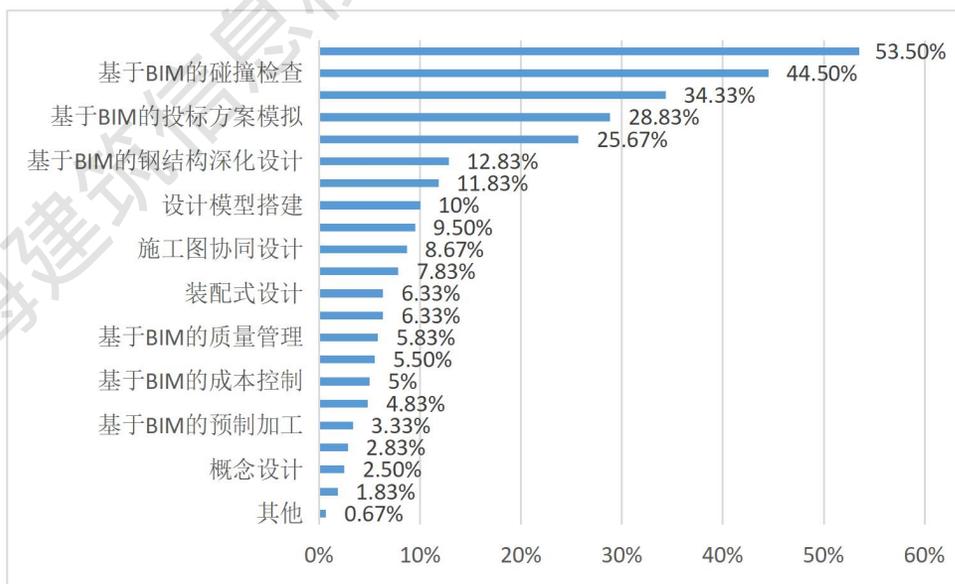


图 1-13 企业 BIM 应用目的

企业应用 BIM 更希望能得到的价值排在前三位是：提升企业品牌形象，打造企业核心竞争力（占比 68.89%）；提高施工组织合理性，减少施工现场突发变化（占比 64.71%）；提升项目整体管理水平（占比 59.44%）。此外希望通过应用 BIM 提高工程质量的企业也超过 50%，占比为 53.87%，如图 1-14 所示。

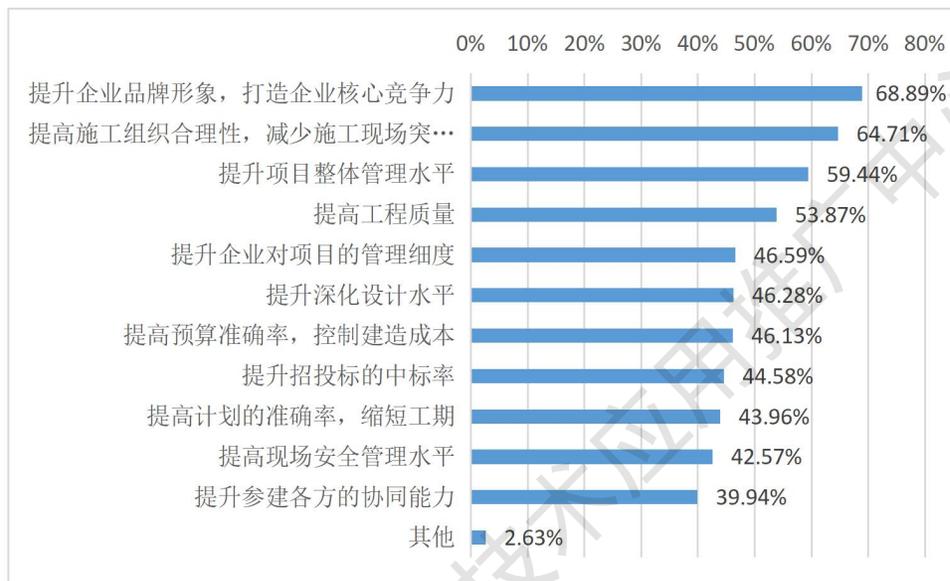


图 1-14 企业 BIM 应用价值目标

到 2022 年底，企业应用 BIM 技术的重点工作中，大部分企业已经建立了 BIM 组织，重点在让更多项目业务人员主动应用 BIM 技术，占比 40.88%；已经可以用 BIM 解决项目问题了，重点在寻找如何衡量 BIM 经济价值的企业占比 28.32%；此外，有 23.21% 的企业项目业务人员已经开始主动应用 BIM 技术，重点在利用 BIM 应用解决项目难点问题。

1.2.4.2 BIM 技术应用分析

从调研统计数据来看，58.69% 的企业已经清晰地规划出了近两年或更远的 BIM 应用目标；25.84% 的企业正处于规划阶段，但具体的规划内容还没有成型；9.93% 的企业并没有进行前期规划，而是选择先在几个项目进行应用，如图 1-15 所示。

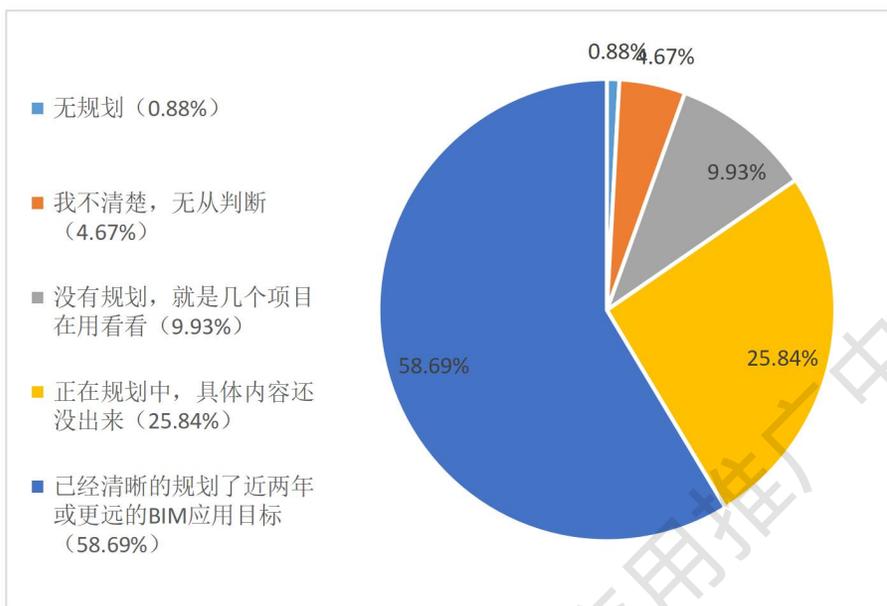


图 1-15 企业 BIM 应用规划

对于企业在实施 BIM 中遇到的阻碍因素，缺乏 BIM 人才一直是企业面临的最大问题，今年所占比例 61.17%；排在第二位的阻碍因素是项目人员对 BIM 应用实施不够积极，占比 50.36%；第三位是缺乏 BIM 实施的经验和方法，占比 41.61%。可见，人才缺失和应用人员积极性仍没有得到很好的解决，而缺乏实施的经验方法有所变化，此项较 2021 年下降近 5 个百分点，如图 1-16 所示。

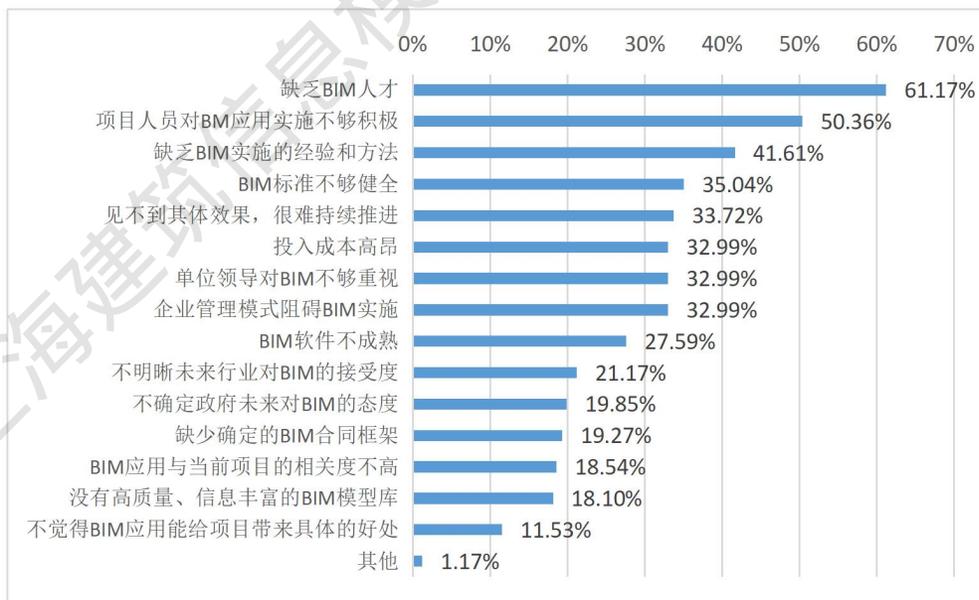


图 1-16 企业 BIM 应用阻碍因素

对于 BIM 应用的主要推动力，政府和业主持续占据前两位，分别占比 82.14% 和 67.29%；行业协会的重要性排在第三位，占比 53.29%；设计和施工单位占比稍微拉开了距离，分别为 39.57%、44.71%（2021 年分别为 42.63%、44.37%），如图 1-17 所示。

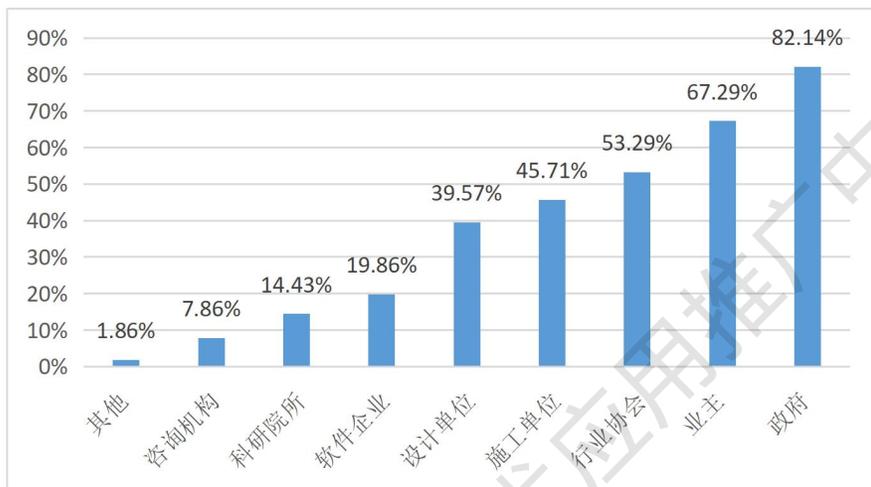


图 1-17 企业 BIM 应用推动力

现阶段行业 BIM 应用最迫切要做的事，75%的调研对象认为是制定 BIM 应用激励政策；其次是建立健全与 BIM 配套的行业监管体系，占比 67.29%；第三是制定 BIM 标准、法律法规，有 61.43%的调研对象认同此项；位列第四、第五的是建立 BIM 人才培养机制和开发研究更好、更多的 BIM 应用软件，选择者分别占比 56.29%、49.57%，如图 1-18 所示。

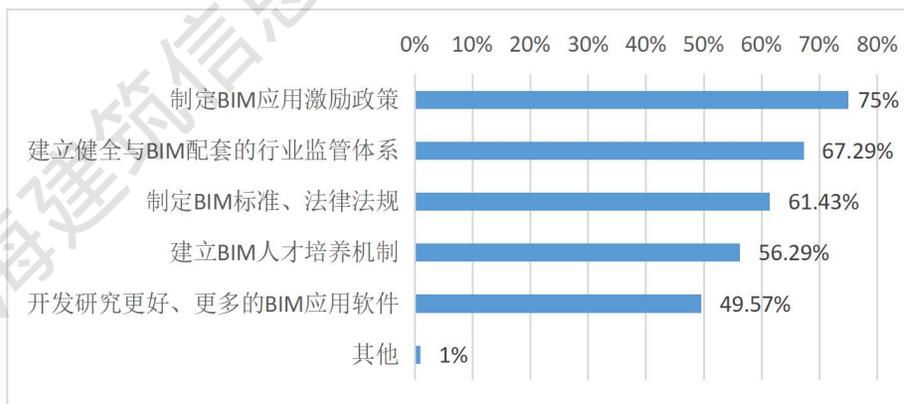


图 1-18 BIM 应用的行业任务

数据分析显示，大数据在影响未来建筑业发展的数字技术排名中，仍然排在第一位，占比 76.71%；其次是云计算和人工智能，占比均为 64.14%；占比超过

50%的数字技术还有物联网、机器人技术，分别占比 58.43%和 54.71%。此外还有部分调研对象提到 AR、MR 技术，如图 1-19 所示。

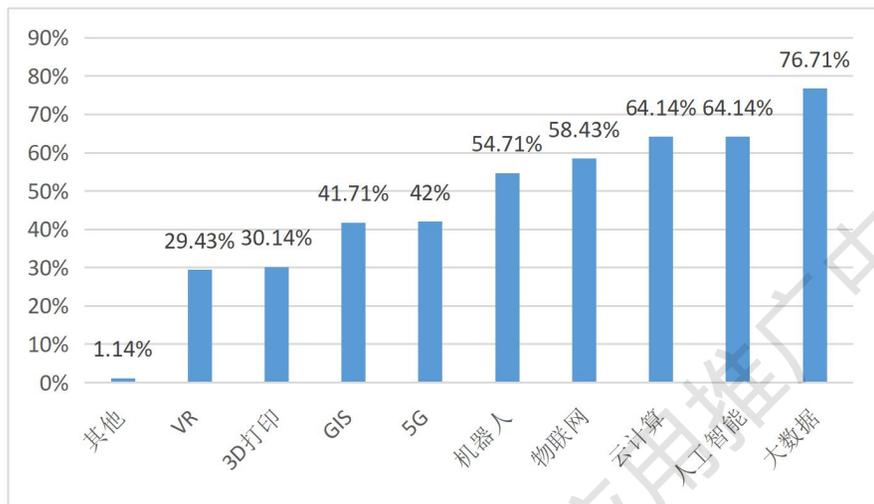


图 1-19 BIM 应用的影响因素

根据数据分析，行业对于 BIM 技术应用趋势的认知仍然在项目精细化管理与提高现场协同效率两方面达成共识。其中，71.29%的调研对象认为 BIM 技术要与项目管理信息系统集成应用，实现项目精细化管理；66%的调研对象认为 BIM 技术与物联网、移动技术、云技术集成应用，提高施工现场协同工作效率；此外与云技术、大数据集成应用，提高模型构件库等资源复用能力占比 41.57%，在工厂化生产、装配式施工中应用，提高建筑产业现代化水平占比 39.57%，如图 1-20 所示。



图 1-20 企业 BIM 应用趋势

综上所述，我们不难看出 BIM 技术的推广和应用的关键在于企业内部运用的原动力，当然外部政策引导和市场选择是企业原动力的外部因素。从技术发展角度，大致有三个趋势：1、在运用信息技术降本增效的基础上，进一步激活行业内的数据要素流转，颠覆组织形态及业务模式，加速构建连接整个行业的生态平台。2、构建贯穿全生命周期的建筑数据，并对数据进行分析及复用，最终实现以数据为驱动的数字化建造业务模式。3、贯穿建筑全生命周期的 BIM 技术集成应用是当下实践建筑建造业务数字化转型的重要抓手，其中 BIM 模型是实现数据集成的关键载体。

1.2.5 BIM 研究热点与趋势分析

在国内，BIM 相关研究亦备受关注，以北大核心数据库为例，2020 年至 2022 年 BIM 相关文献数量分别为 444 篇、517 篇与 386 篇，如图 1-21 所示。随着国内 BIM 推广及应用水平的不断提高，BIM 的发展逐渐从理论研究转入大规模应用阶段。



图 1-21 2020-2022 年 BIM 相关文献数量(北大核心数据库)

国内近三年 BIM 相关研究热点如图 1-22 所示。可以明显看出，国内 BIM 相关研究集中在应用层面，“IFC 标准”、“参数化建模”、“碰撞检查”、“模型轻量化”等关键词占比较高，且近年来“数字孪生”、“智慧城市”、“物联网”、“人工智能”等热点的关注度明显上升。随着国内 BIM 应用范围的扩大和应用水平的提高，国内 BIM 相关研究的重点在解决实践中遇到的问题，且和国家战略保持较强的相关性。

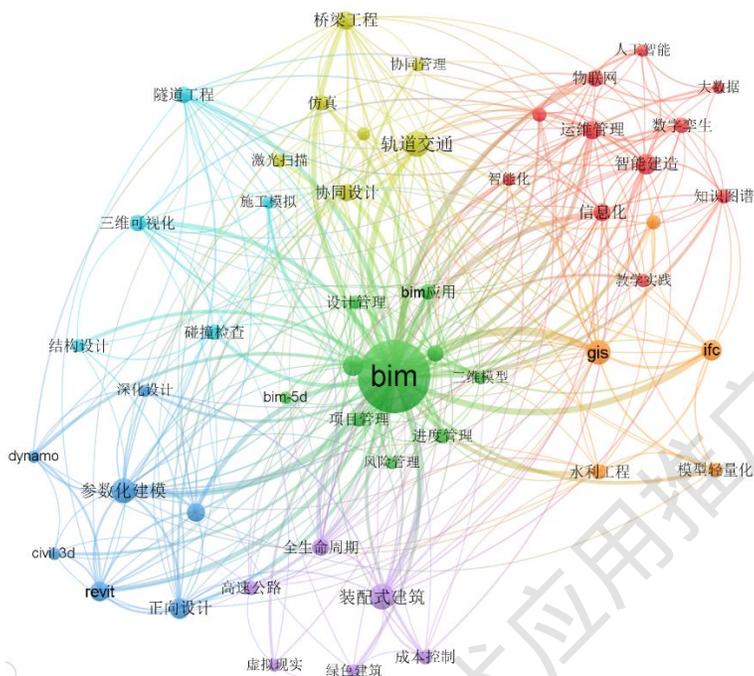


图 1-22 2020-2022 年 BIM 相关研究热点(北大核心数据库)

随着国内 BIM 技术应用率和应用成熟度的不断提高,国内 BIM 在项目实践中的应用长期保持较高的研究热度,可能是 BIM 在项目单一阶段的应用,也可能贯穿全生命周期的应用。主要通过案例研究等方法来说明 BIM 技术如何在关键领域发挥作用,赋能质量、安全、进度、投资、运维等方面的管理效率。值得注意的是,相比于国内,国外关于 BIM 在节约能源、绿色低碳方面的研究更多,而国内关于 BIM 在装配式建筑中的应用明显更为关注。

随着工业 4.0 概念的发展,数字孪生技术(Digital twin)已经成为智能制造和产品全生命周期管理相关领域的主要数字化解决手段,数字孪生也为未来城市的数字化建设和管理提供了技术基础。此类研究探讨主题是将 BIM 技术运用到更大尺度上,即在社区、城市等尺度建立统一的信息模型,通过将 BIM、IoT、GIS 等技术的整合现有的城市信息系统,基于多维度语义构建“城市”这种复杂巨系统的模型。由于 BIM 发展阶段限制,多数此类研究还属于理论探讨阶段,随着国内城市信息模型(CIM)的逐步落地,相关研究呈现增长的趋势,近三年同时包含“BIM”与“数字孪生”、“智慧城市”等关键词的文献数量增长率在 50%以上。部分文献探讨了智慧城市框架设计相关内容,即如何科学合理地将大体量城市模型划分为若干内在相互关联的模块,但是目前学术界还没有形成一个统一、多层次、适用性强的智慧城市框架;还有一定数量的文献探讨了数据融合的问题,其中主要是

BIM 与 GIS 的数据融合，问题集中在坐标转换、数据格式差异、数据量差异等方面。

BIM 应用对项目的影响也是学者关注的重点之一，国内集成 BIM 的进度管理、设计管理、风险管理等研究在近年一直保持较高的增长率。由于 BIM 技术的有效推广取决于主要利益主体的认可与实施，因此建立 BIM 实施良性合作机制越发重要。如何改善 BIM 技术推广过程中建筑业企业间长期固有的不良合作关系，实现各利益相关方的利益均衡，建立良性合作机制，进而促进 BIM 技术推广与高质量应用，也成为建筑行业与相关学术领域的研究重点之一。BIM 在组织变革中的研究更多集中在“BIM+IPD”实施框架和合同框架的讨论上，大量学者探讨了此种模式的利益相关者和利益分配问题；在国内，部分研究探讨了“BIM+全过程咨询”的问题，随着国内全过程咨询模式、总承包模式的进一步推广，此类研究可能会在如何在 BIM 情境下明确各方责任，建立良性合作机制等方面更加提出具有建设性的意见。

1.2.6 BIM 人才培养与技术交流

1.2.6.1 学历教育

截止 2022 年，已经有 29 所高校以智能建造为专业开设了 BIM 专业学习，与传统工程类专业比较，智能建造专业增加了计算机、智能化方面的要求，也可以说是 BIM 的需求。智能建筑专业课程，部分与传统工程专业相同，但是增加了与 BIM、装配式、计算机语言、大数据、智能化相关的课程，也就是未来 BIM 的方向。

对于暂时未开设 BIM 专业的高校，部分高校或通过外聘 BIM 企业专家进行授课，或由高校老师接收相关培训后为相关专业的学生开设 BIM 课程。例如上海交通大学的公开课就有：《上海市 BIM 技术应用现状及展望》《BIM 在造价管理各阶段应用》《BIM 在企业造价管理中的应用》《如何开展 BIM 技术落地应用等课程》等课程。厦门理工大学设立的课程包括：《BIM 实务》《BIM 技术原理及其应用》等。福建工程学院开设了 32 课时的《BIM 技术应用》。湖南大学开设了《BIM 技术原理与应用》。

1.2.6.2 资格认证

国内 BIM 相关资格认证如表 1-7 所示。

表 1-7 国内 BIM 相关资格认证

考试名称	发证机关	证书分类（级）
高新技术BIM应用考试	人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心	BIM应用初级（国家职业资格五级）
		BIM应用中级（国家职业资格四级）
		BIM应用高级（国家职业资格三级）
“1+X” BIM职业技能等级证书	教育部	初级（BIM建模）
		中级（BIM专业应用）
		高级（BIM综合应用与管理）
BIM等级考试	中国图学学会	一级BIM建模师
		二级BIM高级建模师
		三级BIM设计应用建模师
BIM应用技能考试	中国建设教育协会	一级BIM建模师
		二级BIM建模师
		三级BIM建模师
BIM专业技术能力水平考试	工业和信息化部电子行业职业技能鉴定指导中心、北京绿色建筑产业联盟	BIM建模技术
		BIM项目管理
		BIM战略规划考试
“建筑信息模型技术员”职业技能证书	上海建筑信息模型技术应用推广中心	考试合格者将获得岗位技能证书，并纳入上海BIM推广中心BIM技术人员人才库

1.2.6.3 行业竞赛

2022 年全国依照往年惯例举行了多场大赛，分为全国性全行业 BIM 大赛、全国性专项领域 BIM 大赛、各省 BIM 联盟及协会赛事三类，相关信息如表 1-8 所示：

表 1-8 国内 BIM 相关重要竞赛

赛事类型	竞赛名称	主办单位	赛事介绍
全国性 全行业 BIM 大赛	“龙图杯”全国 BIM 大赛	中国图学学会	第十一届“龙图杯”全国 BIM 大赛由中国图学学会主办，面向整个建筑行业的 BIM 领域，是目前国内参赛项目最多的赛事。
	工程建设行业 BIM 大赛	中国施工企业管理协会	工程建设行业 BIM 大赛在 2022 年举办第三届。参赛主体以工程建设企业为主，重点为 BIM 技术在工程建设项目设计、施工、运维阶段的应用成果。
	中国建设工程 BIM 大赛	中国建筑业协会	该赛事第七届于 2022 年举行，每项参赛成果只能通过一个渠道进行推荐。鼓励各推荐单位组织相应范围的 BIM 竞赛活动，并在优胜成果中择优推荐参加本届 BIM 大赛。旨在促进 BIM 技术在行业内的应用，培养 BIM 人才。
	“金标杯” BIM/CIM 成熟度应用大赛	全国智能建筑及居住区数字化标准化技术委员会	第三届按照全国智标发布的《工程项目建筑信息模型（BIM）应用成熟度评价导则》（建智标/函（2020）22 号）中的“表 4.2.2 工程项目建筑信息模型（BIM）应用成熟度评价指标及分值”作为评分标准，对参选的 BIM 设计成果组、BIM 施工成果组、BIM 运维成果组作品评审打分，根据最终的遴选评审分值为优异作品。
	“优路杯”全国 BIM 技术大赛	工业和信息化部人才交流中心	第五届“优路杯”全国 BIM 技术大赛要求院校和企业单位联合申报，强调建筑企业对 BIM 技术人才的关注和培养，需要院校或者企业有相关校企合作，不接受单独参赛，有一定门槛。
	建筑信息模型赛项（BIM）技术应用大赛	中国信息协会	大赛分为选拔赛和决赛两个阶段：2022 年 6 月底前完成选拔赛；2022 年 7 月底前完成决赛。大赛优胜者将获得中国信息协会颁发的信息化专业能力水平等级证书、荣誉证书及相关嘉奖，并在中国信息协会官网及中国信息协会教育培训平台上公布。

赛事类型	竞赛名称	主办单位	赛事介绍
	住房和城乡建设行业数字建造技能竞赛	中国劳动建设学会	竞赛分初赛和决赛两个阶段。初赛为项目成果提交，优胜者进入决赛，决赛采用线上或线下答辩的形式进行（具体要求另行通知）。职工组：各参赛队可根据竞赛项目分别组织参赛，每支参赛队参赛选手人数不得超过12名（不足5人者不参加总评成绩排名），参赛选手可申报参与两个赛项。组委会将根据各参赛项目报名情况统筹考虑，审核筛选后确定各赛项选手名额，并予以公布。学生组：本科生、高职高专生、中专生、技校生所在院校可组织不超过3支参赛队，每个参赛团队不超过5名学生，同一参赛选手不得重复组队。计算专项赛排名时，学生组成绩单单独进行排名。
	“市政杯”BIM应用技能大赛	中国市政工程协会	中国市政工程协会主办，参赛单位以市政行业勘察、设计、施工、运维企业为主。参赛组别分为：综合组、设计单项组、施工单项组、运维及数字城市组。大赛按组别设置一类成果奖、二类成果奖、三类成果奖、优秀成果奖和优秀组织奖；获得一类成果奖的主要完成成员同时获得个人优秀创新奖。
	安装行业BIM技术应用成果评价活动	中国安装协会BIM应用与智慧建造分会	国内安装行业权威赛事，获奖较难，含金量和权威性高，获奖是对工程建设安装BIM应用水平和应用成果的肯定。
	交通BIM工程创新奖	中国公路学会	中国公路学会“交通BIM工程创新奖”申报范围为BIM技术在公路、铁路、轨道、水运及附属设施等交通基础设施工程中的应用项目。
	“联盟杯”BIM大赛	铁路BIM联盟	针对铁路工程、轨道交通工程在建项目及已竣工3年内建设项目的设计、施工和运维阶段，铁路BIM联盟及中国铁道工程建设协会会员单位，以及从事轨道交通工程项目建设、设计、施工、监理、运维等单位和相关高校均可独立报名或联合报名参赛。
	“金协杯”钢结构行业BIM应用大赛	中国建筑金属结构协会	为了推进数字孪生BIM技术在建筑信息化发展中的应用，深化BIM技术在钢结构工程中的实践，推动建筑钢结构数字孪生BIM技术应用的发展，实现工程项目的数字化、精细化、智慧化的生产和管理，举行全国钢结构行业数字孪生BIM应用大赛。

赛事类型	竞赛名称	主办单位	赛事介绍
	CBDA 建筑装饰 BIM 应用大赛	中国建筑装饰协会	研究BIM与新一代信息技术融合应用的理论、方法和支撑体系，推进建筑装饰行业智能建造，加快企业数字化转型，推动行业高质量发展，举办“第四届CBDA建筑装饰BIM应用大赛”。大类别分为企业、个人和院校，以院校为主体参赛，可以是实体应用项目，也可是BIM应用研究。组别分为公装、幕墙、家装、装配式、预决算、软件产品组、院校及个人组。
各省 BIM 联盟 及 协会 赛事	上海市 BIM 技术应用创新大赛	上海市绿色建筑协会 上海建筑信息模型技术应用推广中心	为了更好地展现各企业BIM技术应用的成果、弘扬BIM技术创新精神、总结成功经验、形成可复制可推广的BIM技术应用创新成果、进一步提升全市BIM技术在各领域的创新应用能力。“上海市第四届BIM技术应用创新大赛”聚焦BIM技术的深入研究与应用，分设项目案例奖、技术方案奖、优秀个人奖、特别创意奖等四个奖项，旨在展示上海市BIM技术在工程建设各方面推广应用的优秀成果及个人。
	“智建杯”智慧建造创新应用大奖赛	澳门建筑资讯模型协会 香港建筑信息模拟学会 粤港澳大湾区城市建筑学会（香港）	第三届比赛将进一步推广和普及互联网+、大数据、区块链、BIM、CIM、装配式、数字化管理、人工智能、信息化平台、智慧工地建设、智能化绿色施工、数字孪生与智慧运维、物联网等智慧建造技术的广泛应用，以提质增效为中心，大力推行智慧建造，以物联网+BIM技术+装配式+智能机器人为抓手，深度推动行业健康发展。
	“八桂杯” BIM 技术应用大赛	广西建筑信息模型(BIM)技术发展联盟广西建筑业联合会等	广西建筑信息模型(BIM)技术发展联盟及各主办单位的会员单位;每个项目参赛人员不超过规定人数，其中设计组10人，施工组10人，综合组12人，单项组6人，高校组10人，每名参赛个人最多同时参与3个参赛项目。
	湖南省 BIM 技术应用大赛	湖南省住房和城乡建设厅	大赛主题：智设、智建、智维。建筑业企业（单位）结合工程实践，通过理论创新、技术创新，推动BIM技术在工程建设管理全过程的系统、集成、协同应用，从而促进行业以及企业（单位）自身高质量的信息化、数字化、智能化高质量转型发展。

赛事类型	竞赛名称	主办单位	赛事介绍
	河南省“匠心杯”工程建设BIM技术应用大赛	河南省工程建设协会	河南省第五届“匠心杯”工程建设BIM技术应用大赛，分为四个组报名参赛：1.施工应用组的参赛主体为工程建设施工企业。2.设计应用组的参赛主体为勘察设计企业。3.高校组的参赛主体为大专院校。4.专业软件公司或信息服务咨询公司不得作为独立参赛主体或联合参赛单位。
	东北区建设工程BIM技术应用大赛	辽宁省建筑业协会 吉林省建筑业协会 黑龙江省建筑业协会	参赛主体为在东北三省注册的企事业单位或参赛项目在东北三省区域内的外阜企事业单位。以建筑业企业为主，自愿申报；凡往年经过东三省省赛推荐至中建协BIM大赛的项目不予申报。
	上海建筑施工行业BIM技术应用大赛	上海市建筑施工行业协会	上海建筑施工行业第九届BIM技术应用大赛项目申报分综合应用类、单项应用类。综合应用类是指施工过程中有2个以上（含2个）单项BIM技术应用的工程项目。单项应用类是指土建施工BIM应用、机电施工BIM应用、钢结构施工BIM应用、幕墙和装饰装修施工BIM应用、其他单项应用等。
	深圳市建设工程建筑信息模型（BIM）应用大赛	深圳建筑业协会 深圳建筑业协会智慧建造分会	第六届深圳市建设工程建筑信息模型（BIM）应用大赛要求参赛对象为深圳建筑业协会及分会会员企业所属的工程项目。
	江西省建筑信息模型（BIM）大赛	江西省土木建筑学会	江西省第三届建筑信息模型（BIM）大赛参赛要求参赛单位：近三年江西省境内实施采用BIM技术的房屋建筑、市政、公路、交通、水利等项目(含省外企业在我省境内实施的项目及我省企业在境外实施的项目)，并运用了三个及以上BIM应用点。
	山东省建设工程BIM应用成果竞赛（天元杯）	山东省建筑业协会 山东省建设工程	山东省建设工程BIM应用成果竞赛（天元杯）2022年举办了第四届。BIM作品的申报单位应是注册地在山东省或为省外企业在山东省注册的分支机构；竞赛主体：应为建筑业施工企业，包括：施工总承包企业、专业承包企业、劳务企业；单独或联合竞赛申报均可（联合参赛申报单位不超过3家）；软件公司、咨询公司不可参赛。

赛事类型	竞赛名称	主办单位	赛事介绍
	四川省建设工程BIM应用大赛	四川省建筑业协会	大赛将按照房建单项、机电单项、综合应用等分类进行评选。
	建设工程“中原杯”BIM大赛	河南省建筑业协会	建设工程“中原杯”BIM大赛在2022年举办第六届。参赛BIM成果应符合工程实际需要，体现技术实现能力、经济可行性等因素，提供完整的BIM技术实施路径。提交BIM成果应为中标工程、在建工程或竣工不超过一年的工程。
	陕西省第七届“秦汉杯”BIM应用大赛的通知	陕西省建筑业协会	符合国家及各省、自治区、直辖市工程建设相关管理规定，已采用BIM技术进行设计、施工、运维的工程项目均可报名参赛。
	浙江省数字建造创新应用大赛	浙江省建筑业行业协会	大赛分数字建造BIM综合运用类和数字建造企业数字化转型类两个参赛组别，依据项目成果应用的水平设置一等奖、二等奖、三等奖及优秀奖。
	2022年新疆建筑信息模型(BIM)技术应用竞赛	新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅	大赛设技能组、高校组和综合组，分别以BIM建模水平、BIM应用点及应用效果、创新点、作品提交资料完整性;另技能组赛题分为建筑赛题,市政水利赛题,以及机电赛题。综合组则以项目BIM策划能力、BIM建模水平、BIM深化设计及优化能力、BIM集成应用能力、作品提交资料完整性。综合组赛题仅为设备机房深化赛题。
	甘肃省第五届BIM技术应用大赛	甘肃省建筑业联合会等	大赛各赛项比赛结果将在有关协会网站及支持媒体进行宣传及公示，获奖激励如下：1.由甘肃省建筑业联合会优先推荐参加中国建筑业协会主办的“中国建设工程BIM大赛”。2.由甘肃省勘察设计协会优先推荐参加中国勘察设计协会主办的“建筑信息模型（BIM）应用大赛”并优先申报甘肃省优秀工程勘察设计BIM专项奖。3.获奖工程在“甘肃省建设工程文明工地”评选中给予一定加分，并由甘肃省建筑业联合会优先推选为“甘肃省建筑业智慧工地示范工程”。

赛事类型	竞赛名称	主办单位	赛事介绍
	首届云南省“山茶杯”BIM应用技能大赛	云南省市政工程协会、云南省图学学会	通过举办“山茶杯”BIM大赛，让参赛各方同台竞技，交流学习，展示各企业的BIM应用成果，认真总结，审视行业的变化发展，发现自身的不足之处，共同提高。把好的成果让更多的人分享，为云南建筑业树立标杆，推动云南BIM技术的发展。

1.2.6.4 学会交流

(1) 2022年9月22日，由上海市绿色建筑协会、上海建筑信息模型技术应用推广中心主办的“2022上海BIM技术应用与发展论坛暨《2022上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》发布会”成功举行。来自建筑设计、施工、建设，以及行业管理领导和专业人士齐聚一堂，深入探讨数字化转型背景下的建筑行业机遇与潜能，共同为上海城市数字化转型升级建言献策。

(2) 2022年11月26-27日，中国建筑学会计算性设计学术委员会年会在东南大学无锡校区举行，会议以“智能设计·数字建造·智慧运维”为主题，旨在推动计算性设计理论体系、方法策略、技术工具和工程实践的可持续发展。

(3) 2022年11月25日，上海土木数字化建造技术发展研讨会在上海圆满召开，本次研讨会由上海市土木工程学会联合上海市工程建设质量管理协会主办，同济大学经济管理学院、广联达科技股份有限公司、中国建筑第八工程局有限公司协办，会议采取线上线下结合的方式，约3500人共同参会。研讨会以“土木工程新技术与数字化建造”为主题，探讨建设行业发展面临的挑战和产业变革的趋势，描绘土木工程数字化、智慧化的本质及发展方向；交流数字化战略以及正在推进的数字化管理系统的经验；分享建设行业数字化发展的成功案例等关键议题，探讨如何推动工程科技创新，建设高品质工程。

(4) 2022年11月18日至20日，第三届全国基础设施智慧建造与运维学术论坛在南京成功举行。本次论坛由中国科学技术协会科学技术创新部作为指导单位，由中国土木工程学会、中国铁道学会、中国公路学会、中国建筑学会、中国城市规划学会、中国人工智能学会、中国电子学会、中国仪器仪表学会、中国测绘学会、中国电机工程学会等10个一级学会与东南大学共同主办，东南大学智慧建造与运维国家地方联合工程研究中心、广联达科技股份有限公司、中兴通讯股份有限公司承办。本届论坛线下参会200余人，线上报名人数15736人，直播浏览量71820人次，线上观看总时长118万分钟。论坛同时受到各大媒体高度关注，社会各界反响热烈。本次论坛以“基础设施智慧建造与运维”为主题，深入探讨

基础理论、前沿技术、卡脖子难题等方面的最新进展，推进基础设施智慧建造与运维领域的自主创新发展，为全面建设社会主义现代化国家做出积极贡献。

(5) 2022 智慧城市与智能建造高端论坛(2022 双智论坛)于 2022 年 11 月 15 日~16 日在武汉国际会议中心举行，该论坛由武汉数字建造产业技术研究院主办。大会以“城市向未来：创新与绿色发展”为主题，邀请智慧城市、智能建造、人工智能等领域的院士、专家学者发表主旨演讲，围绕智慧城市与智能建造领域的技术前沿、产业应用、人才培养等热点话题进行了对话。

(6) 2022 年 11 月 7 日至 8 日第九届 BIM 技术国际交流会在深圳召开。本届会议紧紧围绕住建部推进新型城市基础设施建设相关工作安排，以“BIM 助力新城建”为主题，围绕城市信息模型（CIM）平台建设、市政基础设施建设智能化更新改造、协同发展智慧城市、智能化城市安全监管平台、智能建造和建筑工业化协同发展新方面的落地应用，旨在分享设计、施工、房地产企业及政府监管中具有代表性的标准、政策、科研成果、软件产品及工程案例，对国际国内新城建最新发展，以及工程建设行业数字化应用经验进行交流，推进“新城建”建设的信息化、数字化、智能化进程。

(7) 2022 年 9 月 15 日，由西安市住房和城乡建设局主办，西安市建筑节能协会等单位共同协办的 2022 年西安市智能建造与新型建筑工业化协同发展现场观摩会暨高峰论坛顺利召开。本次论坛旨在大力营造西安市智能建造与新型建筑工业化协同发展环境，引导智能建造与新型建筑工业化协同发展向深层次推进。本次论坛以“推动智能建造发展，引领建筑业转型升级”为主题，为有效实现现阶段西安市智能建造与新型建筑工业化协同发展引领性、示范性及引导性，实现西安市建筑工业化、数字化、智能化转型升级，推动建筑业高质量发展奠定坚实基础。

(8) 2022 年 8 月 30 日，以“融合创新视角下的智能建造”为主题的首届苏州市智能建造高峰论坛暨江苏省土木建筑学会总工程师工作委员会 2022 年学术年会在苏州开幕。来自高校院所、学会协会及企业的院士、专家代表，围绕“基于价值导向的建筑机器人发展路径”“建筑业变革发展与企业数字化转型”“智能建造的探索与实践”“融合创新模式下的智能建造探索与实践”等主题进行激情碰撞和探讨。与会专家认为，在国家“数字经济”战略驱动下，以物联网、大数据和人工智能为代表的新一代信息技术正在加速与传统建造行业的融合，我国建筑业正走向以新型工业化变革生产方式、以数字化推动全面转型、以绿色化实现可持续发展的创新发展新时代，加快发展以智能建造为核心的“中国建造”，有助于推动建筑产业转型升级。

(9) 2022 年 8 月 26 日至 27 日，P20 中国建造（2022）管理创新峰会在杭州举行。会中提到明确，要聚力加快数字化转型，推动数字建造、精益建造，推广 BIM 技术，加快数字化、信息化在设计、施工、运维、监管等全过程的集成应用。

(10) 2022 年 7 月 28 日，新疆勘察设计协会主持召开数字设计助力建筑行业转型升级交流会，来自住房和城乡建设领域主管部门、设计院和行业协会等的百余名代表齐集，共商如何推进自治区建筑信息模型(BIM)应用工作和普及、深化 BIM 技术应用实现路径，促进建筑业向绿色化、信息化转型升级。

(11) 2022 年 7 月 20 日，江苏省政协十二届五次会议第 0493 号提案答复——关于江苏加快推进城市更新的路径选择的建议中提到：下一步将结合城市更新适度超前布局基于数字化、智慧化的新型基础设施建设，推进市政公用设施、公共服务设施、环境基础设施智能化升级和物联网应用。鼓励各地建设“城市大脑”，构建“数字驾驶舱”，实现城市管理态势全面感知，推动建设基于城市信息模型（CIM）、建筑信息模型（BIM）等技术的应用平台。

(12) 2022 年 6 月 24 日~25 日，为了响应四川省住房和城乡建设厅关于《加快转变建筑业发展方式推动建筑强省建设工作方案》与《四川省智慧工地建设技术标准》文件中所强调促进建筑工业化、数字化、智能化升级的号召，由四川省建筑业协会主办的四川省数字建造创新应用大会以线上线下形式成功举行，本次会议聚焦以信息化、数字化、智能化为驱动，加大数字建造新技术、新产品在工程建设领域应用，全面提升工程质量安全信息化水平，为建筑业数字化转型发展聚势赋能。

第二章 上海市 BIM 技术应用分析

2022 年,上海继续出台了一系列 BIM 相关的政策和标准,管理体系更加完善。同时通过多种渠道广泛开展 BIM 技术应用相关宣传培训工作,加大 BIM 技术宣贯和 BIM 人才培养力度,从而为 BIM 技术的深入应用创造了良好的环境。上海持续扩大 BIM 技术应用的深度和广度,BIM 应用的项目数明显提升,应用率总体保持稳定,应用范围持续扩大,应用阶段不断向两端延伸。同时上海不断探索推进数字化交付、BIM 智能审查、BIM 质量保障和基于 BIM 的工程监管等工作,进一步促进建筑业的管理转型升级和城市建管运的一体化协同。通过这些政策和实践措施,上海市在 BIM 技术应用方面取得了积极的成效,为建筑业高质量发展和城市数字化转型奠定了坚实的基础。

2.1 BIM 技术应用政策环境与成效

2.1.1 推进组织

上海 BIM 行业以政府为主导,企业、社会团体、高校和科研院所等机构分工协作,各类 BIM 推进组织先后成立,建立了包括上海建筑信息模型(BIM)推广中心、上海 BIM 技术创新联盟、上海市建筑信息模型技术协会、部分区政府及特定管委会 BIM 技术应用推广协调组织等覆盖市、区、单位等各层级 BIM 技术推进组织。目前,各推进组织如表 2-1 所示。

表 2-1 上海市 BIM 技术应用推进组织

序号	组织名称	成立时间	关系和职能	主要工作概述
1	上海市城市管理精细化工作推进领导小组	2019年6月	上海市城市管理精细化工作推进领导小组由上海市城市管理精细化工作推进领导小组、上海市推进深化城市养护作业市场化改革工作领导小组、上海市市政市容管理联席会议、上海市数字化城市管理联席会议、上海市综合交通管理补短板联席会议、上海市违法建筑治理工作协调推进小组、上海市海绵城市建设推进协调联席会议、上海市住宅小区综合管理联席会议、上海市建筑信息模型技术应用推广联席会议合并成立。	领导小组下设办公室（设在市住建委）。负责上海市BIM技术应用发展规划、实施计划和各种政策措施，协调BIM技术应用推广等工作。
2	上海建筑信息模型技术应用推广中心（简称“上海BIM推广中心”）	2015年6月	依托上海市绿色建筑协会成立上海BIM推广中心，协助市住建委的BIM推进工作，积极落实联席会议办公室的相关工作。	配合落实联席会议办公室开展相关工作，协助研究制定配套扶持政策、编制技术标准规范等，推进BIM技术试点示范、组织BIM论坛、宣传培训等推广活动；组织开发“BIM沪动”网站和微信平台，搭建上海市乃至全国范围内的BIM技术应用交流和协作平台。
4	上海BIM技术创新联盟	2016年5月	在市经信委、市住建委共同支持下，由上海从事BIM技术研究、开发、应用、推广的企事业单位、高校等联合成立。	组织国际和地区间的BIM技术交流活动、举办一系列行业论坛活动，促进了上海BIM技术的对外交流以及建筑工程行业间的跨界交流；定期向成员和政府主管部门汇报工作情况和动态；为政府层面推广和发展BIM技术提供技术支持。
5	上海市浦东新区建筑信息模型应用技	2020年1月	在浦东新区建交委、民政局和总工会的大力支持下，浦东BIM协会应运而生。	秉承“打通产业链，培育生态圈”的宗旨，紧扣“服务会员单位、服务行业管理、服务产业发展”三大主题，在应用调研、行业交

序号	组织名称	成立时间	关系和职能	主要工作概述
	术协会（简称“浦东BIM协会”）			流、标准制定、专业培训、国企考核、人才交流、项目咨询和品牌推广等领域辛勤耕耘，团结各方面的BIM专业力量，提升BIM技术的综合应用水平，为智慧城市建设和城市精细化管理做出应有的贡献。
6	浦东新区建筑信息模型技术应用推广联席会议办公室	2016年4月	由区政府办公室、建交委、审改办、发改委、经信委、国资委、教育局、民政局、财政局、环保局、卫计局、审计局、规资局、文广影视局、档案局、消防支队、自贸区管委会保税区管理局、张江管理局、陆家嘴管理局、金桥管理局、世博管理局、临港管委会、国际旅游度假区管委会等组成，负责浦东新区BIM技术应用推进工作。	建立推广BIM技术应用的组织和推进机制，开展基于BIM技术的智慧城区管理试点。印发《浦东新区建筑信息模型技术应用推广行动方案》，建立配套推进措施，完善扶持政策。
7	杨浦区建筑信息模型技术推进工作联席会议办公室	2016年4月	由区发改委、区商务、区建管委、区科委、区财政局、区国资委、区审计局、区教育局、区卫计委、区规资局、区住房保障局、区民防办、区综管中心、滨江公司、区消防支队、区市政水务中心、区建管中心组成，负责杨浦区BIM技术应用推进工作。	建立BIM技术“3+X”应用管理框架，开展BIM试点示范，制定《杨浦区率先实施推进BIM技术应用的市示范区建设工作方案》《2016上海市杨浦区建筑信息模型技术示范区建设推进白皮书》。
8	黄浦区建设工程建筑信息模型BIM技术应用推广工作小组	2016年3月	由区分管副区长担任组长，区建管委、区发改委行政主要领导担任副组长，成员由区科委、区信息委、区财政局、区规资局、区住房保障房屋管理局、区国资委等部门组成。领导小组下设办公室，办公室设在区建设管理委，负责具体应用推广的组织、统筹和规范建设行业开展BIM技术推广应用工作。	印发《黄浦区建设系统建筑信息模型技术应用推广方案》，聚焦黄浦区建设领域，分阶段、分步骤推进BIM技术试点和推广应用。

序号	组织名称	成立时间	关系和职能	主要工作概述
9	静安区建筑信息模型技术应用推广联席会议办公室	2018年8月	由区政府办公室、建管委、民防办、商务委、科委、国资委、规资局、房管局、教育局、发改委、计生委、财政局等组成，负责静安区建筑信息模型技术应用推广工作。	加强区建筑信息模型技术应用推广工作的领导，促进区域相关工作顺利推进。
10	崇明区BIM技术应用推进领导小组	2017年5月	区建管委为BIM技术应用推进工作的牵头部门；区发改委按照有关规定，在项目立项审批阶段明确BIM技术应用的相关内容等；区规资局按照有关规定，在土地出让阶段明确BIM技术应用相关内容等；区住房保障局按照有关规定，在保障性住房等项目明确BIM技术应用相关内容等。	从土地供应、规划管理、立项审批、建设监管等环节全过程把关，将BIM技术推广应用落到实处。
11	上海浦东联合建筑信息模型发展研究中心（简称“浦东BIM中心”）	2015年9月	在浦东新区建设交通为支持下成立的民间非正式组织，开展BIM技术应用推广工作。	建筑信息模型技术方面的咨询、课题研究、行业体系研究、会展策划、专业培训、大数据支持与应用。

2.1.2 政策环境

为推进建筑业数字化持续转型升级，近年来上海市政府相关行政管理机构对BIM技术发展的重视力度持续加强，建立并完善BIM技术应用政策体系，推进各项政策制定工作，从市级层面，颁布实施BIM相关政策指引文件三十余项，涵盖BIM应用指导意见、指南、试点示范开展、招标示范文本/合同条款、保障房应用BIM技术等方面的政策指引，指导BIM技术的应用推广，2022年发布BIM相关政策如表2-2所示。

表 2-2 上海市 BIM 相关政策

序号	发布时间	发布主体	政策文件
1	2022年12月	上海市城市管理精细化工作推进领导小组	关于《深化新城区域建筑信息模型技术应用》的通知（沪精细化办【2022】15号）
2	2022年8月	上海市建筑信息模型技术应用推广联席会议办公室	关于发布《上海市建设工程设计招标文件编制涉及建筑信息模型技术应用服务的补充示范条款（2017版）》等6项涉及建筑信息模型技术应用服务的补充示范条款的通知
3	2022年7月	上海市住房和城乡建设管理委员会	关于印发《上海市房屋建筑施工图、竣工建筑信息模型建模和交付要求（试行）》的通知（沪建建管〔2021〕725号）
4	2022年3月	上海市人民政府办公厅	关于印发《上海城市数字化转型标准化建设实施方案》的通知（沪府办发〔2022〕5号）

2.1.3 标准指南

为提高本市 BIM 技术在建筑行业中的应用水平，近几年本市发布了一系列应用指南，用于指导本市建筑相关企业在设计、生产、施工、交付和运维等各个阶段的 BIM 技术应用，如表 2-3 所示。

表 2-3 近几年 BIM 应用标准及指南

名称	负责单位	发布时间	主要内容
《建筑信息模型应用标准》	华东建筑设计研究院有限公司 上海建科工程咨询有限公司	2016年	为规范建筑信息模型应用，提高建筑信息模型应用质量，制定该标准，适用于 新建、改建、扩建的民用建筑 、工业厂房、仓库及其配套工程的建筑信息模型在建筑全寿命期内的应用。
《城市轨道交通信息模型技术标准》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2016年	为贯彻执行国家和上海市技术经济政策，支撑工程建设信息化实施，统一城市轨道交通信息模型应用要求，提高信息应用效率和效益，制定本标准。本标准从基础数据应用、协同工作、设计应用、施工应用、项目管理应用和运维管理应用等方面规定，适用于上海市新建、改建、扩建和大修的 城市轨道交通全寿命期信息模型 的创建、应用和管理。

名称	负责单位	发布时间	主要内容
《城市轨道交通信息模型交付标准》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2016年	为贯彻执行国家和上海市技术经济政策,支撑工程建设信息化实施,规范和引导城市轨道交通信息模型应用,统一应用要求,制定《城市轨道交通信息模型交付标准》。通过本交付标准,明确了本市 轨道交通信息模型 建模规范、模型单元深度、交付内容等。
《市政道路桥梁信息模型应用标准》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2016年	为贯彻执行国家和上海市技术经济政策,支撑工程建设信息化实施,统一市政道路桥梁信息模型应用要求,提高信息应用效率和效益,制定本标准。本标准适用于上海市新建、改建、扩建和大修的城市 地面道路和城市桥梁 全寿命期信息模型的创建、应用和管理。
《市政给水排水信息模型应用标准》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2016年	为贯彻执行国家和上海市技术经济政策,支撑工程建设信息化实施,统一市政给排水信息模型应用要求,提高信息应用效率和效益,制定本标准。本标准适用于上海市 市政给排水管道、泵站、水处理厂 全寿命期信息模型的创建、应用和管理。
《人防工程设计信息模型交付标准》	上海市地下空间设计研究总院有限公司	2016年	本标准是为规范建筑信息模型应用,提高建筑信息模型应用质量而制定,适用于采用BIM技术设计的 新建人防工程 。通过本交付标准,明确了本市人防工程的BIM模型的创建要求和信息要求等。
《上海市建筑信息模型技术应用指南(2017)》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2017年	<p>(1) 统一概念定义、专业用词用语。对最新发布国家和本市BIM技术应用相关标准,对相关概念定义、专业用词用语进行了调整和统一。</p> <p>(2) 细化基于BIM的二维制图表达部分内容。综合考虑现阶段BIM应用技术和设计周期的实际情况,给出合理化制图流程及方法,为实现正向BIM建模应用和设计表达提供指导。</p> <p>(3) 深化利用建筑信息模型的工程量计算应用具体内容。重点深化工程量清单编制、工程概预算、工程结算等应用的内容,增加了建筑信息模型工程量计算在工程量编制</p>

名称	负责单位	发布时间	主要内容
			<p>和造价管理中应用的操作性内容。</p> <p>(4) 增加预制装配式混凝土BIM技术应用项。针对BIM技术与预制装配式建筑的融合和应用实际,增加BIM在装配式建筑设计、施工和预制加工中的5个应用项,并详细描述应用的操作流程和成果。</p> <p>(5) 增加基于BIM技术的协同管理平台实施指南。为实现各阶段和专业工作协同目标,分别从建设、设计、施工等企业角度,增加基于BIM技术的协同管理平台实施指南描述。</p> <p>(6) 深化运维阶段的内容:运维阶段BIM应用是基于业主设施运维的核心需求,其中针对主要功能包括:空间管理、资产管理、设备维护管理、能源管理、应急管理几个模块的应用进行具体描述。</p>
《上海市级医院建筑信息模型应用指南(2017)》	上海申康医院发展中心	2017年	<p>本指南是上海市级医院建设项目管理BIM技术应用的重要依据,将有助于指导和规范本市市级医院BIM技术的应用管理,以充分发挥BIM技术在项目前期策划、设计、施工和运维阶段等全生命周期中的应用价值。针对新建、改建项目和大修改造项目运维阶段BIM应用,包括模型运维转换、空间管理、资产管理等8个应用点。另外,协同管理平台包括功能和应用2个方面。</p>
《上海市预制装配式混凝土建筑设计、生产和施工BIM技术应用指南》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2018年	<p>(1) 预制构件参数的数据化。</p> <p>装配式建筑预制构件不仅包含了结构本体的信息,同时还涵盖了各项专业工程的深化数据。通过数据化预制构件参数,形成BIM在装配式建筑各环节间的数据传递与协同。</p> <p>(2) 生产部门、施工单位协同配合设计。装配式建筑工程的实施过程,涉及设计、生产、施工、材料准备和设备供应等多方面的协同工作,运用BIM信息化管理方法将各个相对独立分散的部门结合起来,从而保证预制构件深化设计的高度集成。</p>

名称	负责单位	发布时间	主要内容
《岩土工程信息模型技术标准》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2018年	为规范 岩土工程信息模型 应用,建立标准化应用过程,交付标准化应用成果,制定本标准。本标准适用于新建、改建、扩建的岩土工程及其配套的岩土工程信息模型在工程全生命周期内的使用。
《水利工程信息模型应用标准》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2019年	为规范 水利工程信息模型 应用,建立标准化应用过程,交付标准化应用成果,制定本标准。本标准适用于新建、改建、扩建的水利工程及其配套工程的水利工程信息模型在工程全生命周期内的应用。
《市政地下空间建筑信息模型应用标准》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2020年	为贯彻执行国家和上海市技术经济政策,支撑工程建设信息化实施,规范和引导 市政地下空间建筑信息模型 应用,统一应用要求,提高信息应用效率和效益,制定本标准。本标准适用于上海市新建、改建、扩建和大修的城市道路隧道、地下人行通道、地下综合体(不含轨道交通)、综合管廊等市政地下空间工程全生命周期建筑信息模型的创建、应用和管理。
《房屋建筑施工图审查、竣工验收建筑信息模型交付标准》	上海市住房和城乡建设管理委员会	2022年	根据《建筑信息模型设计交付标准》GB/T51301等国家标准,制定《上海市房屋建筑施工图、竣工建筑信息模型建模和交付要求(试行)》。通过本交付要求,明确了本市 房屋建筑施工图、竣工建筑信息模型 的建模规范、模型单元深度、交付内容等。
《上海市建筑信息模型(BIM)技术服务收费标准》	上海市绿色建筑协会	2022年	为了贯彻落实上海市《关于进一步加强上海市建筑信息模型技术推广应用的通知》(沪建建管联(2017)326号)的要求和满足BIM行业服务及发展的需要,收集、整理、分析本市及国内其他地区同类相关费用数据,结合上海市BIM应用实际情况,规定了 BIM技术服务的计价指标和计费费率 ,为本市建设项目的设计和施工过程中的BIM技术服务收费提供了参考依据。
《建筑信息模型智能化审查数据标准》	上海市浦东新区建筑信息模	2023年	为进一步深化建设领域行政审批制度改革,加快推进BIM技术的深化应用,推进BIM智能

名称	负责单位	发布时间	主要内容
	型应用技术协会		化审查模式，提高审查质量和效率，提高信息化监管能力，促进建筑业数字化转型和智能化升级，制定本标准。本标准适用于 新建建筑工程住宅项目 施工信息模型智能化审查EDM数据的建立、交付和管理。
《建筑信息模型智能化审查交付标准（房建类）》	上海市浦东新区建筑信息模型应用技术协会	2023年	为进一步深化建设领域行政审批制度改革，加快推进BIM技术的深化应用，试点推进BIM智能化审查模式，提高审查质量和效率，提高信息化监管能力，促进建筑业数字化转型和智能化升级，制定本标准。本标准确立了上海市浦东新区住宅建筑智能化审查中建筑、结构、给排水、暖通、电气专业及节能、装配式专项的交付相关要求，适用于 浦东新区住宅项目 的建筑信息模型智能化审查交付。
《建筑信息模型智能化审查技术导则》	上海市浦东新区建筑信息模型应用技术协会	2023年	本文件确立了建设工程信息模型的智能化审查的范围和类型的相关要求，适用于建设工程信息模型的智能化审查的应用和管理。
《建筑信息模型应用统一标准》	上海市浦东新区建筑信息模型应用技术协会	2023年	为推动建筑信息模型技术在 浦东信息工程建设 中的分级实施管理模式，逐步实现建筑信息模型技术在建设工程项目中由低到高深入应用，本标准规范不同等级下BIM技术的应用要求，是指导浦东新区建筑信息模型技术应用的基础性和通用性标准，将为浦东新区建设、设计、施工和咨询服务单位等明确BIM应用等级划分，为各项目参与方在工程建设全生命周期中的BIM工作提供统一、开放和可操作性的技术路线和参考依据。
《建筑信息模型统一配套费率标准（房建类）》	上海市浦东新区建筑信息模型应用技术协会	2023年	为促进 BIM技术应用持续深化发展 ，建立科学合理的BIM星级体系，提升建设单位BIM专项经费的使用效益，制定本规范。本规范以建设单位BIM项目投资受益为出发点，促进BIM咨询、设计和施工各方的BIM技术应用和效能，同时考虑政府相关部门对于建设工程竣工BIM模型归档的要求，规范BIM专项经费的统筹规划机制，提供相应的BIM费率标准。

上海市于 2015 年首次提出《建筑技术信息模型应用指南》(以下简称《指南》),并于 2016 年提出《建筑信息模型应用标准》。其中《指南》于 2017 年进一步修订,首先对概念定义、专业用词用语进行统一;第二,深化利用 BIM 模型的工程量计算应用具体内容;第三,深化利用 BIM 模型二维出图应用具体内容;第四,增加预制装配式 BIM 技术应用项;第五,分别从建设、设计、施工等企业角度,单列增加了基于 BIM 技术的协同管理平台的实施指南描述。目前,上海市持续沿用 2016 年提出的《建筑信息模型应用标准》和 2017 年修订的《指南》。

上海市 BIM 应用标准和规范以 2016 年制定的《建筑信息模型应用标准》和 2017 年制定的《上海市建筑信息模型技术应用指南》为主,并在此基础上扩展了城市轨道交通、市政道路桥梁、市政给水排水、市政地下空间、人防工程、岩土工程、水利工程等多个细分领域的建筑信息模型应用标准。从时间上看,各细分领域的建筑信息模型标准逐步提出,可以看出上海市 BIM 应用标准和评价体系不断完善,并且随着 BIM 技术在上海的广泛应用,将出现更多针对性的标准和规范,包括数据交换格式、模型创建方法、模型管理、协作流程等,这些标准将有助于提高 BIM 应用的效率和质量,也对上海发挥行业领头羊起到积极作用。

2.1.4 行政管理

随着数字技术和智慧城市建设的迅猛发展,本市建筑信息模型(以下简称“BIM”)技术即将进入革命性的新阶段。以习近平新时代中国特色社会主义思想为根本指导,按照市委、市政府关于城市数字化转型的总体要求,以助力打造具有世界影响力的国际数字之都为核心目标,本市进一步推进 BIM 技术进入全面应用阶段。以 BIM 技术与城市建设和管理深度融合为主线,转变政府监管方式,推动规划、设计、建造和运维的管理模式创新,推动高水平、全过程、全要素的 BIM 技术集成应用,促进 BIM 技术应用持续深化发展,助力本市建筑业加速转型升级。

为深入贯彻落实国家和本市的创新发展战略,本市已颁布实施 BIM 相关政策指引文件三十余项。2021 年,本市发布《上海市进一步推进建筑信息模型技术应用三年行动计划(2021-2023)》,进一步明确了新三年 BIM 技术应用的时间表、路线图,全力推动 BIM 技术与城市建设管理的深度融合与发展。

根据《上海城市数字化转型标准化建设实施方案》(沪府办发〔2022〕5号),2022 年,本市及各级政府相关主管部门、联席会议各成员单位积极推进城市数字化转型,进一步加大 BIM 技术应用推广力度,逐步完善基于 BIM 技术的政府监管体系,以提高 BIM 应用效益为核心,坚持系统建设,过程管控,提升政府监管手段,大力加强建设项目各环节监督管理工作中 BIM 技术的应用。重点探索建立基

于 BIM 模型的施工图设计文件智能辅助审查与监管平台和机制，转变政府审查和监管模式，推进施工图审查由二维图纸向审核 BIM 模型转变；扶持本土 BIM 技术研发企业，加快 BIM 相关软件的研发，完善国产软件体系平台；建立完善基于 BIM 技术的并联审批平台体系及基于 BIM 技术的全过程全流程监管模式，提升工程参与各方 BIM 技术应用能力和协同建造能力，加强 BIM 技术在建筑全生命周期中的深入应用。

在行政管理方面，着力建立基于 BIM 的审批审查监管体系，制定了本市房屋建筑施工图、竣工建筑信息模型交付要求，依托工程审批系统建立基于 BIM 模型的智能审查平台（如图 2-1 所示），探索规范和标准的校对审查、多专业协同等 BIM 辅助审查技术，并开展了以浦东为主的工程项目智能审查审批试点，取得阶段性成果，计划 2023 年在全市推行。推进区域级 BIM 技术应用试点，在五个新城和浦东“金鼎”、虹口“北外滩核心区及滨江带”等试点区域，试点区域级 BIM 技术应用，并建设基于 BIM 模型的区域级城市管理平台。如在虹口北外滩区域，建立“一心和滨江地带”项目的全过程 BIM 技术应用管理体系，明确责任主体、管理流程、数据规范、技术标准等，搭建应用场景，归集数据资产，完善城市数字底座。推行以业主需求为导向的 BIM 应用，在主题乐园、医疗建筑、轨交等项目中，业主牵头建设基于 BIM 的工程管理体系，已取得成功实践。

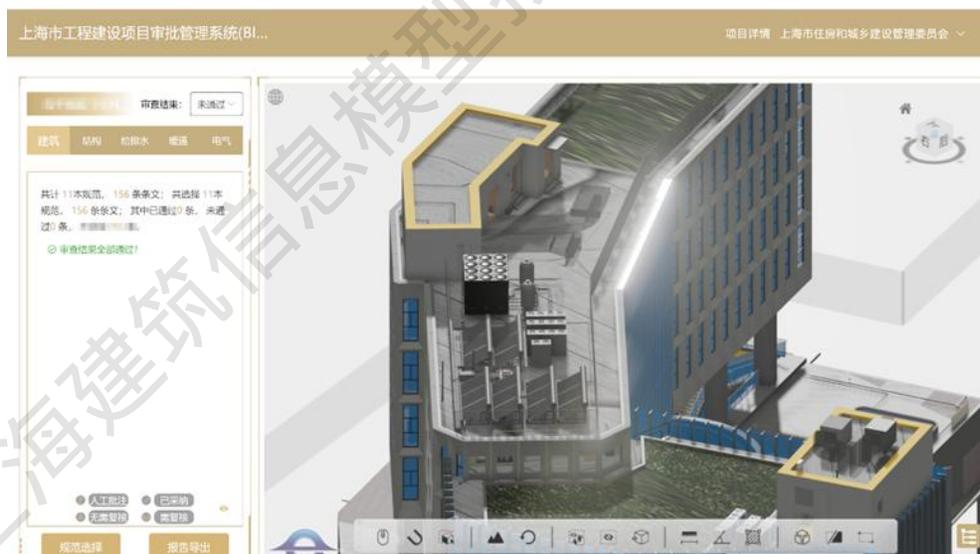




图 2-1 BIM 智能化审查平台示意图

2.1.5 宣传培训

上海市通过多种渠道广泛开展 BIM 技术应用相关宣传培训工作，各部门、行业协会、单位通过举办 BIM 大赛、技术与管理论坛、试点项目交流会、BIM 技术培训等方式，加大 BIM 技术宣贯和 BIM 人才培养力度，继续加强全市 BIM 技术推广应用。

2.1.5.1 上海市 BIM 技术竞赛情况

2022 年，为了进一步促进 BIM 技术在各领域广泛应用、提升全市 BIM 技术创新应用能力，上海市相关行业协会、企业单位等组织了不同范围的 BIM 技术应用竞赛，各类竞赛突出创新引领、先行先试的特点，不仅为 BIM 从业人员搭建了一个施展才能、学习交流的平台，也推动了驱动建筑业转型升级，推进建筑工程数字化、工业化、绿色化和智慧化，为城市治理赋能增效提供了关键技术。同时，各参赛团队能力和水平不断提高，涌现出了一大批具有示范性的专业队伍与典范工程。2022 年上海市 BIM 技术竞赛情况如表 2-4 所示。

表 2-4 2022 年上海市 BIM 技术竞赛情况

序号	竞赛赛事名称	主办单位	时间	赛事简介
----	--------	------	----	------

序号	竞赛赛事名称	主办单位	时间	赛事简介
1	第五届上海市 BIM 技术应用创新大赛	上海建筑信息模型技术应用推广中心	2023 年 2 月	<p>聚焦 BIM 技术的深入研究与与应用，注重 BIM 技术的创新与可持续发展，分设项目案例奖、特别创意奖和优秀个人奖三个奖项，旨在全方位展示上海市 BIM 技术在工程建设各方面推广应用的优秀成果及个人。</p> <p>本届总计收到参赛项目 188 项，申报奖项分布并覆盖“项目案例奖（房建类、市政类）”、“特别创意奖”、“优秀个人奖”三个申报类别。</p>
2	上海市住房和城乡建设行业职业技能大赛建筑信息模型技术员项目	上海市住房和城乡建设管理委员会 上海市人力资源和社会保障保障局	2022 年 10 月	<p>“2022 年上海市住建行业职业技能大赛”是由上海 BIM 推广中心承办，首次以“行业”名义来冠名的，旨在深入贯彻落实“人民城市人民建，人民城市为人民”重要精神，服务建设本市住建行业人才队伍的重大发展战略，充分发挥技能竞赛引领示范作用，全面提升全民数字技能水平，培养选拔更多高素质技术技能人才，进一步改善新职业人才供给质量结构，助力城市数字化转型提供技术技能人才支撑。大赛吸引了上海 16 个区、39 家企业的 112 位选手参与，经层层选拔，共有 44 名选手参与最终角逐。</p>
3	2022 上海职工职业技能系列竞赛	上海市总工会	2022 年 8 月	<p>围绕主题“走进科技 创新有我”，将对标全国职工技能大赛，结合上海经济社会发展和产业升级要求，举办“3+6+X”的职工职业技能竞赛，涵盖焊接设备操作工、建筑信息模型（BIM）技术员、无人机操作员、数控机床装调维修工、焊工、网络信息安全管理员等职业，逐步完善以市级职工职业技能竞赛为引领，地区（产业、集团）技能竞赛为支撑、基层练兵和技能比武为基础的三级竞赛体系，力争用 3 年时间打造一批实训基地，建立一支专家教练队伍，培养一</p>

序号	竞赛赛事名称	主办单位	时间	赛事简介
				批高技能人才队伍。
4	上海建筑施工行业第九届BIM技术应用大赛	上海市建筑施工行业协会	2022年6月	为推进建筑行业信息化建设，进一步推广和应用BIM技术，鼓励BIM人才创新实践，举办上海建筑施工行业第九届BIM技术应用大赛。根据《关于举办上海建筑施工行业第九届BIM技术应用大赛的通知》，经资料初审、择优入围、现场发布、专家评分、公示等程序，并按综合应用类、单项应用类得分情况，确定大赛奖项。
5	2022浦东新区BIM/CIM技术应用创新技能竞赛暨全国菁英邀请赛——“张江国信安杯”BIM建模大赛	上海市浦东新区总工会 上海市浦东新区建设和交通委员会 上海市浦东新区发展和改革委员会 上海市浦东新区科技和经济委员会	2022年7月	“张江国信安杯”BIM建模大赛作为浦东新区“建功引领区 奋进新征程”推进新时代浦东新区高水平改革开放主题劳动和技能竞赛的“高水平项目建设”立功竞赛之一，大赛以BIM技术为抓手，设置了BIM建模职业组和BIM建模国产软件全国大学生组两个组别。 BIM建模职业组采用分赛区线上同步进行的形式，竞赛全程视频轮巡监考，确保比赛的公平公正。BIM建模国产软件全国大学生组，使用国产自主可控BIMBase平台和PKPM-BIM软件进行比赛，共吸引来自超过120所高校的近400支队伍、3556名土建类相关专业在读博士、硕士、本科和高职学生报名参赛。
6	2022浦东新区BIM/CIM技术应用创新技能竞赛暨全国菁英邀请赛——“滴水湖·港城杯”CIM创新应用竞赛	浦东新区总工会等5家单位联合	2022年9月	此应用竞赛是2022浦东新区BIM/CIM技术应用创新技能竞赛暨全国菁英邀请赛的分项赛事。作为浦东新区“奋进新征程 建功引领区”推进新时代浦东新区高水平改革开放主题劳动和技能竞赛的“高水平项目建设”立功竞赛之一，本次竞赛发挥“引领区”劳动和技能竞赛组织优势，结合“新片区”区块优势，设置了CIM实景命题赛和成果赛两项分项赛事，旨在通过

序号	竞赛赛事名称	主办单位	时间	赛事简介
				竞赛培育CIM人才队伍，促进建筑行业数字化转型，推进城市建设管理智能化，探索构建CIM框架、CIM标准，助力上海国际数字之都建设。

2.1.5.2 上海市 BIM 技术论坛及峰会

2022 年度，上海市举办了各类 BIM 技术专业性论坛、峰会等活动，这些活动多由行业协会组织或主办，围绕 BIM 应用管理模式、未来发展趋势、方法、技术和标准等内容，以宣讲、论坛等方式，分享应用经验和成果，探讨解决方案，促进了 BIM 技术与城市建设和管理的深度融合发展，提升了工程设计、施工和运维管理的信息化和智能化水平，提升了行业技术水平和核心竞争能力，将本市打造为 BIM 研究高地、BIM 产业高地和 BIM 应用高地。

2022 年，按照市委、市政府关于城市数字化转型的总体要求，本市对以 BIM 为代表的数字技术进行了宣传推广，在聚合创新人才的基础上通过工程建设领域专家学者的思想交锋，深入总结行业应用情况，挖掘 BIM 技术应用亮点，为行业发展提出了宝贵的建议，共同探索科技与数字建造融合工作的新模式，加快 BIM 技术的创新应用，在解决实际难题中彰显科技力量，在推动高质量发展中成就科技价值。为全面总结我市 BIM 技术应用推进成果，分享相关实践经验，上海建筑信息模型技术应用推广中心每年举办 BIM 技术应用发展论坛，该论坛历年来得到了上海市住房和城乡建设管理委员会和上海市经济和信息化委员会的大力支持。2022 年上海市 BIM 技术论坛及峰会情况如表 2-5 所示。

表 2-5 2022 年上海市 BIM 技术论坛及峰会情况

序号	论坛/峰会名称	主办单位	时间	活动介绍
1	上海 BIM 技术应用与发展论坛	上海市绿色建筑协会 上海建筑信息模型技术应用推广中心	2022 年 9 月	由上海市绿色建筑协会、上海建筑信息模型技术应用推广中心主办的本次论坛，有来自建筑设计、施工、建设，以及行业管理领导和专业人士齐聚一堂，深入探讨数字化转型背景下的建筑行业机遇与潜能，共同为上海城市数字化转型升级建言献策。
2	中国数字建筑峰会 2022·上海站	中国社会科学院“一带一路”国际智库、蓝迪国际智库、全联房地产商会、上海市建设协会、广联达科技股份有限公司	2022 年 9 月	中国数字建筑峰会 2022 上海站召开，来自全国各地的智库专家、行业代表齐聚一堂，围绕“系统性数字化 重塑企业发展力”的主题，探讨双循环新格局下数字化转型发展前景，打造建筑业企业数字化转型样本，为行业高质量发展作出新的贡献。
3	2022 年上海建筑发展高峰论坛	上海建科集团股份有限公司	2022 年 12 月	以“数字赋能 绘就智慧城市发展蓝图”为主题，采用“线下召开+线上直播”的形式，邀请众多专家学者就“数智技术”“智慧楼宇”“工程检测行业数字化转型”“装配式建筑数字化设计”等话题进行深度交流与探讨。

2.1.6 人才培养

2.1.6.1 人才培养目标

“十四五”期间，上海市建筑信息模型技能型应用人才需求明显增加，按照政府引导、企业为主的原则，在企业全面推行职业技能等级认定培训，进一步发挥各类企业主体作用，为企业培养建筑信息模型技能型应用人才，建立起一支以高级技师为龙头，其余等级人才为主体的数量充足、结构合理、素质较高的建筑信息模型技能人才队伍，切实为上海市数字化产业发展提供强有力的人才支撑。

2.1.6.2 人才培养现状

1. 政策方面

随着近年 BIM 技术的快速发展，其在建筑工程领域的重要性以及取得的价值已得到世界范围内的认可。2019 年 4 月，人社部、市场监管总局、统计局正式向

社会发布了 13 个新职业信息，其中建筑信息模型技术员位列其中。

为贯彻落实《国务院关于推行终身职业技能培训制度的意见》（国发【2018】11 号）提出的“紧跟新技术、新职业发展变化，建立职业分类动态调整机制，加快职业标准开发工作”要求，人社部于 2021 年 12 月正式颁布了《建筑信息模型技术员国家职业技能标准》，如表 2-6 所示。

表 2-6 建筑信息模型技术员国家职业技能标准表

序号	等级	职业资格	专业方向	等同于职称级
1	五级	初级工	不分方向	/
2	四级	中级工	不分方向	/
3	三级	高级工	建筑工程、机电工程、装饰装修工程、市政工程、公路工程、铁路工程4个专业方向	助理工程师
4	二级	技师		中级工程师
5	一级	高级技术	不分方向	高级工程师

此标准的发放预示着建筑信息模型技术员已正式纳入到国家职业技能鉴定管理范畴，在国家大基建发展的背景下，后续对于工程行业从业的需求，不论是从数量还是质量上都会持续增加，建筑信息模型系统的建立与应用作为工程行业未来精细化、信息化的新技能，势必会成为工程行业每一名施工、技术人员必备的应用技能之一。

与此同时，上海社保局发布《关于 2020 年上海市住房和城乡建设管理委员会直属单位工程系列中级专业技术职务任职资格评审工作的通知》和《关于开展 2020 年度上海市工程系列建设交通类土建施工、规划设计、城市管理、房地产技术专业高级职称评审工作通知》，通知明确 BIM 工程师被纳入工程系列职称评审范围。

2. 高校教育

2018 年，教育部批准同济大学设立首个智能建造专业，随后“智能建造”成为统一的专业名称（代码 081008T），目前国内开设智能建造专业的情况达到 106 所。同时，为增强学生对 BIM 技术理论及应用的认识，部分高校面向本科及以上阶段学生开设 BIM 相关课程。

3. 培训讲座

随着行业的发展及需求，除了针对学生开设高校 BIM 课程，各大高校也积极承办各类相关 BIM 培训，致力于推动国内 BIM 技术应用，培养 BIM 技术人才，

近年来除了高校联合开设的 BIM 培训课程，上海市协会及企业不定期也会推出一些相关的培训讲座。

随着政策的推进，社会逐步加强对 BIM 人才的培养，但实际占比还是相对较小。在目前建筑信息化大环境下，BIM 应用人才的短缺，仍是影响 BIM 发展交大的因素。开展 BIM 人才培养不仅要在各类工程专业基础上增加 BIM 理论知识培训，还需要开设 BIM 技能实训课来提供有力的支撑。BIM 人才的发展不能与市场脱钩，也离不开企业人才发展机制和行业对于职业发展的认同，健全知识结构体系，合理规划人才发展的职业通道，培养人才同时留住人才，才能让更多复合型 BIM 人才与专业型 BIM 人才成长和涌现。

2.2 BIM 技术应用层面推广情况

2.2.1 BIM 应用率现状与分析

2.2.1.1 总体应用情况

2022 年年度新增报建项目共 5644 个，应用 BIM 技术的项目数量达 1134 个，总投资 26139.9 亿元，其中政府投资项目 700 个，投资额 16758.85 亿元；社会投资项目 434 个，投资额 9381.05 亿元。在本市《上海市进一步推进建筑信息模型技术应用三年行动计划(2021-2023)》推广以来，2022 年度新增报建项目相较于 2021 年增长了 138.8%，应用 BIM 技术项目增长 18.6%，其中政府投资项目增长 13.5%，社会投资项目增长 28.0%，如图 2-2 所示。

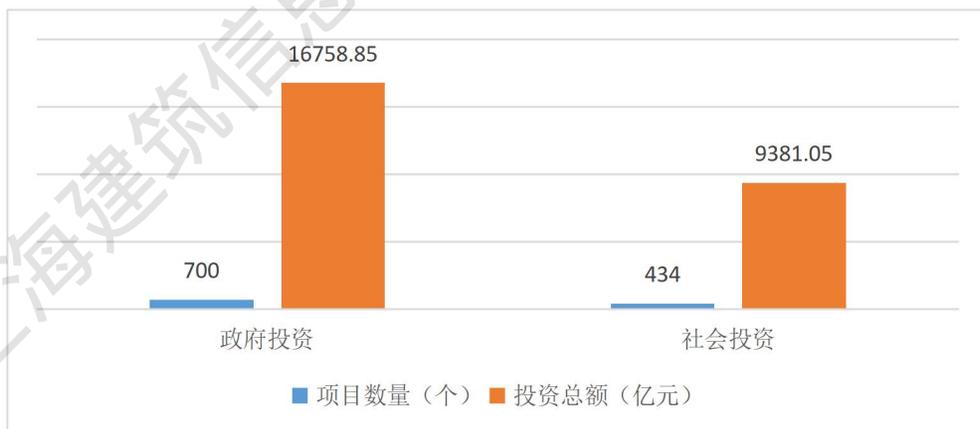


图 2-2 2022 年度政府、社会投资项目的 BIM 技术应用情况

2.2.1.2 规模以上项目 BIM 技术应用情况

如表 2-7 所示，在 5644 个报建项目中，满足规模以上项目数为 1186 个（投资额 1 亿元及以上或单体建筑面积 2 万平方米及以上），满足 BIM 技术应用条件的项目数为 1123 个（建设性质为新建、改建、扩建或市政大修、轨道交通维修；项目类型中不包括园林绿化、其他项目、装修工程、修缮工程等其他项目类型），其中应用 BIM 技术的项目为 1068 个，应用比例为 95.10%。

表 2-7 2022 年度新增规模以上满足 BIM 应用条件项目数分布情况表

项目类别	报建项目总数	规模以上项目数	满足BIM技术应用条件项目数	BIM技术应用项目数	比例
数量	5644	1186	1123	1068	95.10%

如图 2-3 所示，2021 年本市新增报建项目新增报建项目 2363 个，规模以上项目数为 1002 个，满足 BIM 技术应用条件项目数为 932 个，满足 BIM 应用条件数且应用 BIM 技术项目数为 908 个，占比 97.42%。

2022 年新增报建项目数量相较于 2021 年增长 138.85%，较去年涨幅明显。同时，应用 BIM 技术的项目数量和项目总投资额稳步提升，而应用 BIM 技术项目数量占满足 BIM 技术条件的项目数量的比例下降了 2.32%。



图 2-3 2022 年与 2021 年 BIM 技术应用情况对比

2.2.1.3 不同投资类型项目 BIM 技术应用率

规模以上满足 BIM 技术应用条件的项目共计 1123 个（如图 2-4 所示）。其中，总投资额达 26662.36 亿元。政府投资项目为 680 个，应用 BIM 技术项目 649 个，

占比 95.44%，社会投资项目为 443 个，应用 BIM 技术项目 419 个，占比 94.58%。数据表明：本市规模以上满足 BIM 应用条件的建设项目基本实现“规模以上项目全部应用 BIM 技术”的目标。

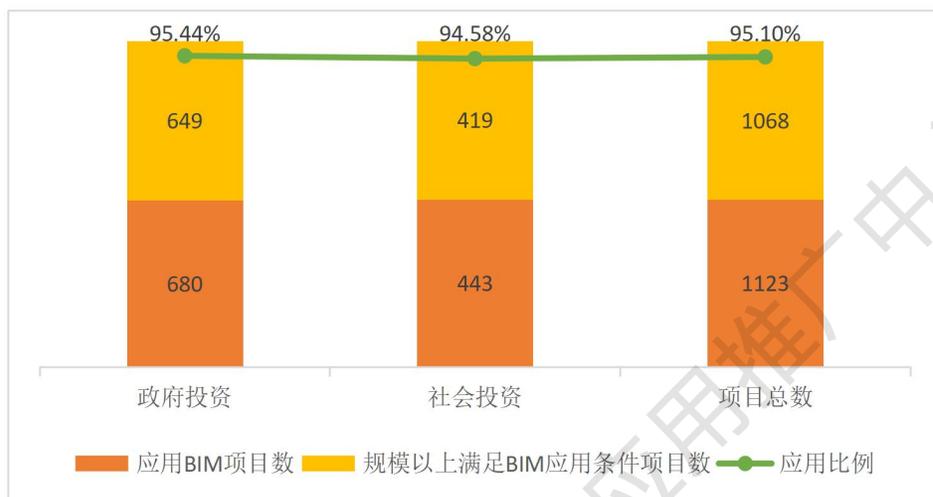


图 2-4 BIM 技术应用项目投资性质分布情况

如图 2-5 所示，在 1068 个规模以上且应用 BIM 技术的项目中，政府投资项目为 649 个，占比 60.77%，投资总额约 16076.42 亿元；社会投资项目 419 个，占比 39.23%，投资额约 9325.97 亿元；总投资额达 25402.39 亿元。



图 2-5 按投资性质分类的 BIM 应用项目分布情况

2.2.1.4 不同建筑类型项目 BIM 技术应用率

本市 BIM 技术已广泛应用于各类型的建设项目中，针对规模以上满足 BIM 应用条件的 1123 个项目进行统计。如表 2-8 所示，其中房屋建筑项目（含商业、办公、文化、教育、医疗等公共建筑，居住建筑及工业厂房、仓储物流等其他建筑）1023 个，应用 BIM 技术的项目数为 985 个，应用占比 96.3%；市政基础设施项目 64 个，

应用 BIM 技术项目数为 53 个，应用占比 85.9%；水务项目 36 个，应用 BIM 技术项目数为 28 个，应用占比 77.8%。

表 2-8 不同类型项目中 BIM 技术应用情况

应用情况 \ 项目类型	房屋建筑项目	市政基础设施项目	水务项目
满足应用BIM项目数	985	55	28
达到BIM应用条件项目数	1023	64	36
应用比例	96.3%	85.9%	77.8%

同时如图 2-6 所示，在 1134 个应用项目中，房屋建筑项目 BIM 技术应用项目数为 1003 个，占比 88.45%，其投资总额 24644.59 亿元，建筑面积达 12773.13 万平方米；市政基础设施项目应用 BIM 技术的项目数为 63 个，占比 5.56%，总投资额为 380.63 亿元；水务项目应用 BIM 技术的项目数为 35 个，占比 3.09%，投资总额 417.41 亿元；其他项目 BIM 技术应用项目数为 33 个，占比 2.9%，投资总额 697.28 亿元。

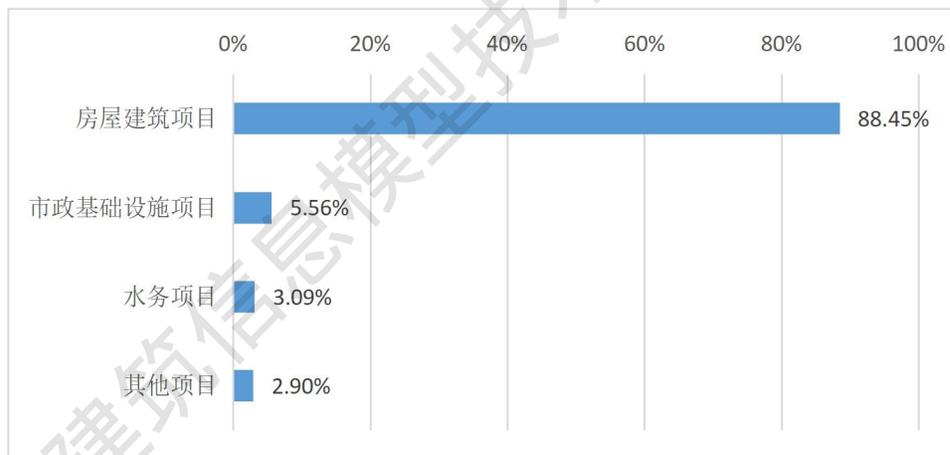


图 2-6 不同类型项目应用 BIM 技术情况

2.2.2 BIM 应用阶段

为全面了解本市 2022 年各 BIM 技术应用项目实际应用情况，依据《上海市建筑信息模型技术应用指南》（2017）中的 39 个 BIM 应用项（涵盖初步设计、施工图设计、施工、运维等多个阶段），对不同阶段 BIM 技术的应用情况进行了调研，结果如图 2-7 所示。

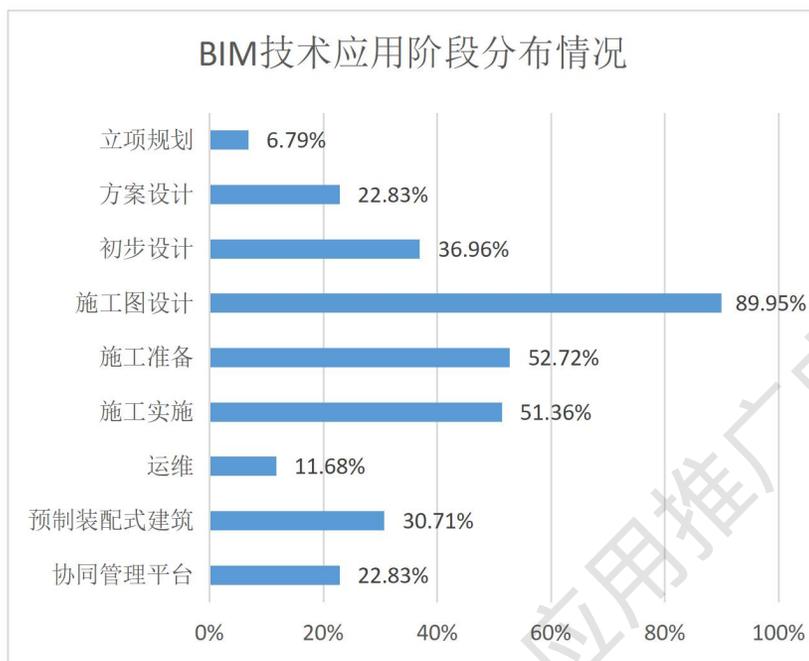


图 2-7 BIM 各工程建设阶段分布情况

2.2.2.1 设计阶段

根据图 2-8 数据显示，BIM 技术应用在初步设计阶段仍旧以各专业模型构建、平立剖面检查、机电专业模型构建为主。2022 年约 94% 的项目将 BIM 技术应用于建筑、结构专业模型构建，对方案设计进行细化，推敲出完善建筑模型，并配合结构建模进行核查设计。另外，应用 BIM 软件构建建筑模型，对平面、立面、剖面进行一致性检查，同时构建机电专业模型也是 BIM 技术在初步设计阶段的主要应用项之一。约 17% 的项目尝试将 BIM 技术用于面积明细计算中，相较于去年有小幅增长。有小部分项目对于 BIM 技术在场地和建筑性能分析模拟、设计概算工程量计算上进行了应用。

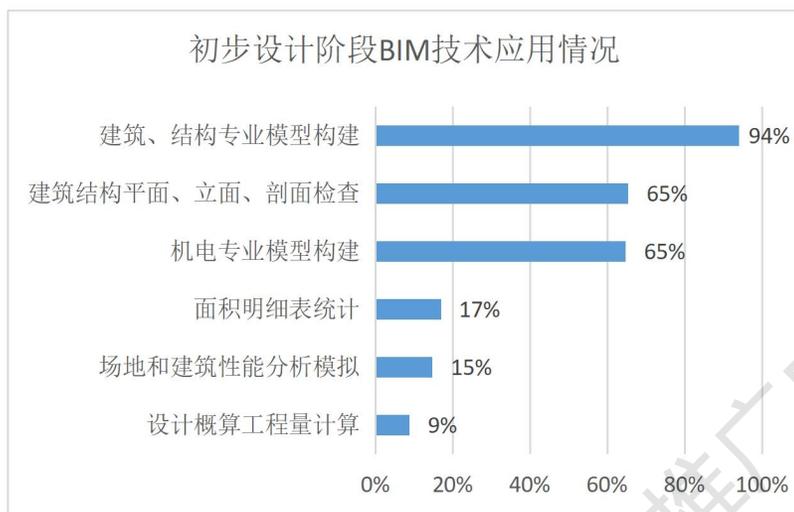


图 2-8 初步设计阶段 BIM 技术应用情况

BIM 技术应用在施工图设计阶段以各专业模型构建、碰撞检测和三维管线综合、净空优化为主。根据图 2-9 数据显示，基于 BIM 在设计过程中可视化的特性，能发现很多在传统的二维图设计当中通过单一的专业校审很难发现的隐蔽冲突，约 88% 的项目将 BIM 技术应用于各专业模型构建。此外，碰撞检测、三维管线综合、净空优化都是在设计阶段被广泛使用的 BIM 相关技术。机电专业人员通过在 BIM 模型中建立各自专业的管线数据信息并进行全面分析，查找出机电各专业之间的冲突对净高的影响。约 69% 的项目在一些管线交叉密集的位置则通过绘制局部剖面达到精确表达各管线位置及标高，按不同的颜色表示来自不同专业的管线，使标高变化和楼层区域的净高都可一目了然。另外，已有约 34% 的项目应用于二维制图表达，约 10% 的项目将 BIM 技术应用与施工图预算与招投标清单工程量计算。可以看出 BIM 技术已在设计阶段完成基本全覆盖。

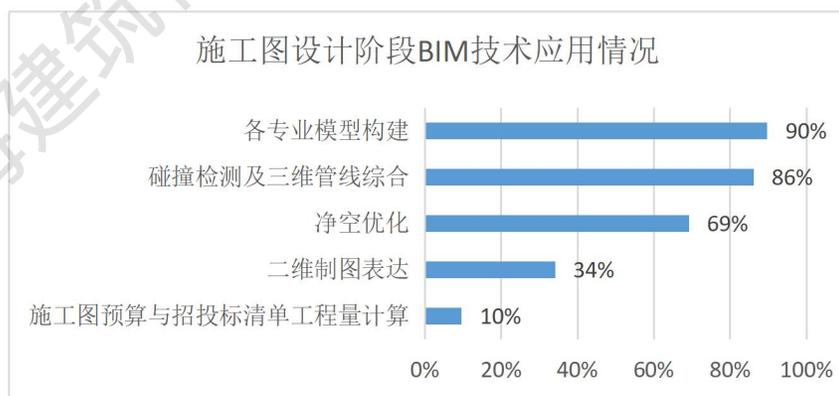


图 2-9 施工图设计阶段 BIM 技术应用情况

2.2.2.2 施工阶段

施工阶段的 BIM 技术应用主要集中在施工准备和施工实施两个阶段上。2022 年，BIM 技术应用在施工深化设计上约占 85%，在深化设计中，BIM 可以进行图纸优化、施工协调和预算纠偏等工作。BIM 技术应用于施工场地规划及施工方案模拟分别约占 50%和 48%。应用 BIM 技术进行可视化模拟、碰撞核对、合理规划，能够大幅提升后期施工质量，减少变更与修改，从而达到降低成本，解决施工中物料浪费、成本严重超支、后期更改频繁等问题的效果，如图 2-10 所示。

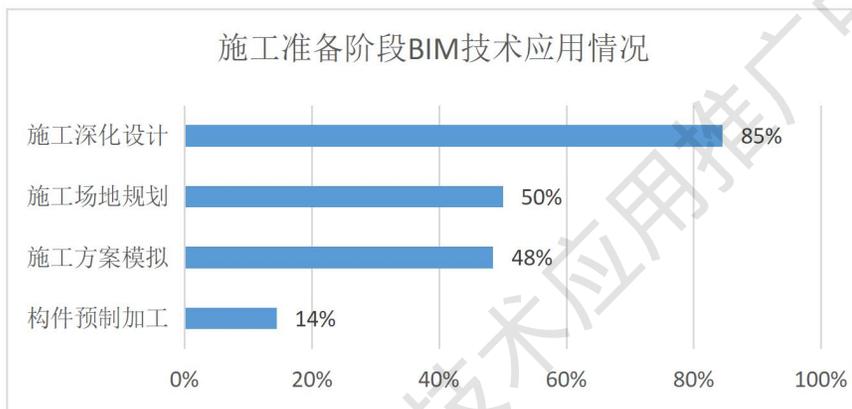


图 2-10 施工准备阶段 BIM 技术应用情况

另外，约有 69%的项目使用 BIM 用于竣工模型构建上，以便于准确表达建筑的几何信息、材料信息和施工安装信息等。约 55%的项目使用 BIM 平台将方案中的施工活动和对象虚拟化，进行分析和模拟，直观地展现给设计人员。还有 37%的项目在施工阶段使用 BIM 用于管理施工质量和安全。另外，有 30%的项目以 BIM 模型为载体，对设备材料进行信息化管理，在节省人工的同时，对于故障设备进行第一时间响应，提升施工单位管理水平，如图 2-11 所示。

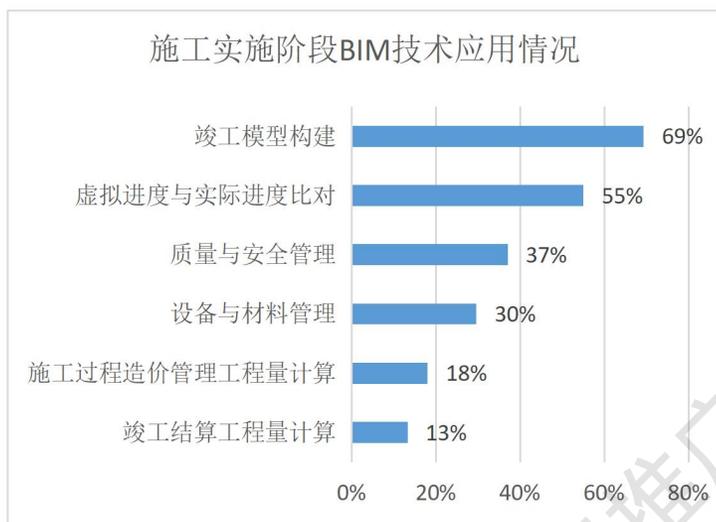


图 2-11 施工实施阶段 BIM 技术应用情况

2.2.2.3 运维阶段

在运维阶段中，77%的项目使用 BIM 进行运维模型构建，较去年有所提升。基于 BIM 的三维特性，部分项目使用方能够清楚发现故障位置及设施设备信息，从而实现对空间、资产、设备、能源等方面的管理。由于其涉及的技术面较广，仍待日后的成熟与完善。而运维阶段的 BIM 应用越来越受到建设单位的重视，以业主需求为导向的 BIM 应用在其广度和深度上也在不断拓展，逐步走向成熟，如图 2-12 所示。

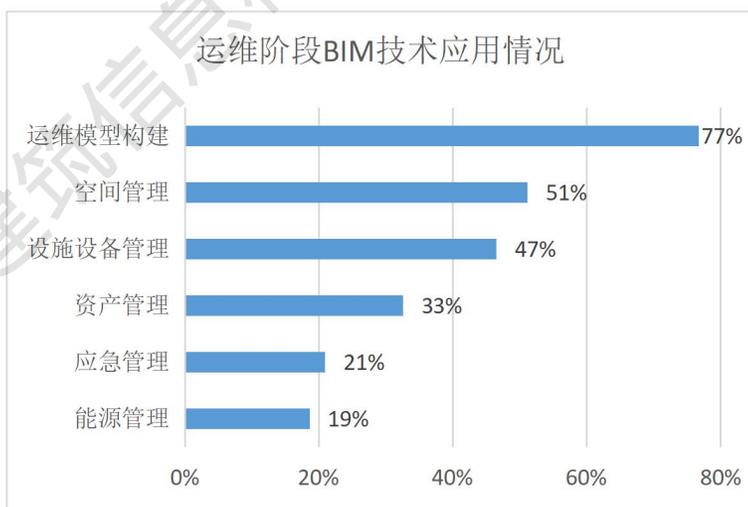


图 2-12 运维阶段 BIM 技术应用情况

2.2.2.4 协同管理平台

目前，市场上主要是由业主方应用协同管理平台，如图 2-13 所示，项目数约占 45%，设计、咨询方应用协调管理平台也逐渐趋于普遍，施工方在协同管理平台上的应用仍需加强。

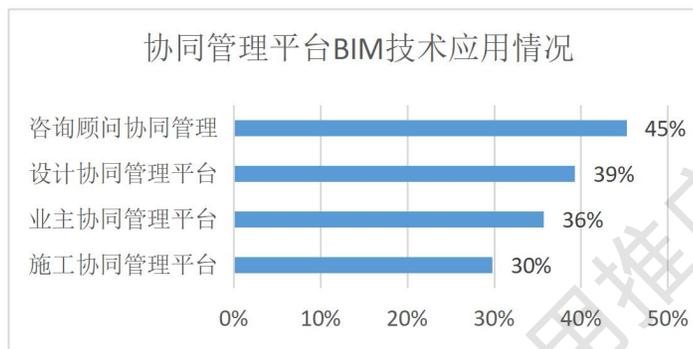


图 2-13 协调管理平台 BIM 技术应用情况

随着项目的难度增加，多方参与高效协同管理，能够将各专业链接互通，实时进行模型、进度查看等，降低项目沟通门槛，最大程度提升工程效率。

2.2.2.5 预制装配式建筑

装配式建筑的核心是预制构件，施工阶段中预制构件能否按照计划直接拼装，取决于预制构件的设计质量。而 BIM 技术可有效地提高装配式建筑设计、生产及施工的效率。在现有数据中，预制装配式项目中，BIM 技术应用于预制构件碰撞检测的项目约占 67%，预制构件深化设计约占 58%，BIM 技术在施工模拟、预制装配式建筑施工进度管理方面的应用仍需加强。随着建筑产业现代化技术体系的基本成熟，建筑业信息化和工业化的协同发展，未来 BIM 在预制构件生产加工、施工模拟、施工进度管理应用将会逐步趋于成熟，如图 2-14 所示。

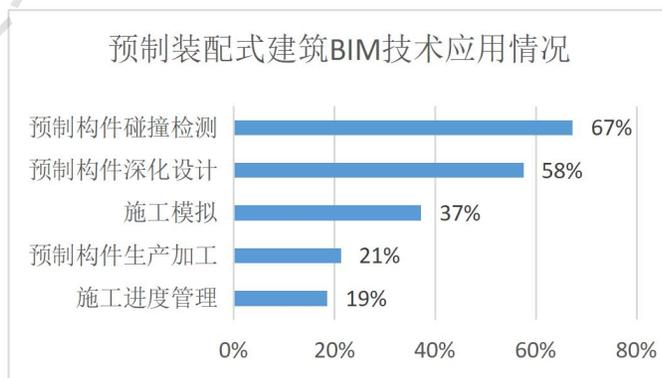


图 2-14 预制装配式建筑 BIM 技术应用情况

2.2.3 BIM 应用软件

BIM 技术作为促进建筑业数字化转型的重要技术，其应用与推广对建筑行业的科技进步与转型升级将产生不可估量的影响，同时也给建筑行业的发展带来巨大的动力，将大大提高工程项目的集成化交付能力，进一步促进工程项目的效益和效率提升。BIM 软件作为企业数字化发展的重要选择，在信息化发展过程中起着举足轻重的地位，同时也决定着企业发展的社会价值，因此正确的软硬件选择对后续工作开展能起到事半功倍的效果。

2.2.3.1 国外主流 BIM 软件介绍

BIM 应用软件贯穿了项目从方案设计、施工建造到运维管理的全过程。按照使用用途，国外的主流软件主要分为三大类，分别是 BIM 核心建模软件、BIM 分析计算软件、BIM 集成管理与应用软件。BIM 核心建模软件目前国外主流软件包括 Revit、MicroStation、CATIA 等。BIM 分析计算软件能够基于核心建模成果进行各类性能分析应用，目前主流软件包括 Green Building Studio、Ecotect、ETABS 等。BIM 集成管理与应用软件，是指基于 BIM 模型进行项目管理应用，覆盖项目各类业务场景需求，主流软件包括 ProjectWise、iTwo、Vico 等。

2.2.3.2 国产 BIM 软件

随着行业对于国产自主知识产权的重视度以及国内工业设计软件发展成熟度的提高，国产 BIM 软件也逐步在市场各类 BIM 软件中占有一席之地。虽然国内主流的 BIM 三维设计软件是国外的 Revit、CATIA 等软件产品，国产软件在软件成熟度上与国外软件有着一定距离，关键的底层三维图形技术落后于国外。但是打造适合国内建筑设计产业的 BIM 三维设计软件，是一个非常重要的课题。此外，国内重要基建项目的信息安全性也是非常重要的考虑因素之一，使用国产软件有助于保护国家重点项目的信息安全性。因此，选用国产设计的软件进行建筑业 BIM 三维设计已经成为了现阶段国内工程设计行业的重要课题。从国家层面，为了促进国产软件的创新发展，国家支持软件企业与设计单位，施工单位形成联合研发团队，从底层图形平台，到 BIM 设计软件、BIM 施工软件的研发，到市场规模化应用推广，形成了一套严谨的支持计划。

国产 BIM 应用软件相较于国外 BIM 软件，虽然在基础软件层面落后于国外 BIM 软件，但是在专项业务垂直度上有明显的优势，针对方案强排、车位排布、结构计算、工程计量、场布策划等领域有很广泛的应用深度，同时国产 BIM 软件与智能化技术的融合也有更深度的价值挖掘，如方案强排，国产 BIM 应用软件结合 AI 技术能够基于参数化快速输出强排方案，在排砖深化应用中，也能够基于基

础尺寸快速出具排砖深化图纸等，对于技术人员提效以及工作质量提升有很大的促进作用。

此外，国产 BIM 应用软件在业务集成协同方面也有更明显的优势，尤其以设计院、施工单位等企业牵头研发的 BIM 集成应用管理平台，对项目进度、质量、成本、安全等业务管理应用方面有很深的应用。国产 BIM 应用软件，目前在房建领域和市政领域有很广泛的应用场景。

1. 房建 BIM 应用软件

(1) BIM 方案设计软件

国产 BIM 方案设计软件侧重于结合 AI 进行方案设计，包括智能规划设计、智能单体设计等，应用场景包括智能强排、指标测算等，充分应用 AI 人工智能技术，帮助设计师在方案设计阶段进行更加高效精准的设计。

(2) BIM 施工图设计软件

国产 BIM 施工图设计软件侧重于多专业的协同与 BIM 正向设计出图，同时为了更好的提效施工图设计，国产 BIM 设计软件在业务架构设计上，还提供“云+端”的工作模式，个人用户端针对不同专业，提供相应的专业设计软件，如建筑专业三维设计软件、结构专业三维设计软件、机电专业三维设计软件等，同时针对协同设计，提供云端协同平台，并结合云端构件库、作业模板等，为设计师提供更加便捷高效的三维设计工作模式。基于施工图 BIM 设计模型，国产化施工图设计软件目前也普遍布局设计数据扩展应用，包括基于设计模型延伸至成本算量，实现设计算量一体化，基于设计模型延伸至施工建造，实现设计施工一体化。

(3) BIM 深化设计软件

在深化设计阶段，国产 BIM 深化设计软件侧重于将深化业务场景融入软件中，如对场布策划，临建措施布置，钢筋、模板设计、砌体排布等，具体的施工技术策划场景与深化设计软件相结合，真正实现 BIM 深化的价值落地。在深化专业延伸上，国产 BIM 深化设计软件目前也普遍应用于预制混凝土装配式构件深化及室内精装深化等专业，在本土化及设计与施工衔接落地层面，优势极为明显。

(4) BIM 成本造价软件

面向成本造价，国产 BIM 成本造价软件重点聚焦于快速精准出量，结合清单定额计算规则及钢筋平法图集，快速输出土建、钢筋、安装等专业报表数据，解决项目概算、招投标、施工图预算、进度产值、变更签证、竣工结算全过程各阶段的算量、提量、检查、审计的全流程业务，实现一体化 BIM 成本应用。

(5) 施工项目管理 BIM 软件

在施工阶段，国产 BIM 项目管理软件一般结合轻量化 BIM 图形引擎，将 BIM 与业务进行深度融合，通过流程、表达、规则等方式，实现在施工阶段，BIM 与工程项目管理的深度融合。目前，在施工阶段，国产 BIM 软件普遍聚焦在，BIM+进度管理、BIM+质量管理、BIM+安全管理、BIM+成本管理等业务场景化应用，同时，随着物联网及 AI 技术的成熟，BIM+数字孪生的应用价值也越发突显。

(6) 运营维护 BIM 软件

进入到运维阶段，国产运维 BIM 软件在数字孪生技术、AI 技术、物联网技术融合应用，有明显的优势，并取得了不错的进展。如，利用 BIM 数据模型实现运维阶段全量信息查阅场景，方便物业运维人员随时随地查阅项目信息。针对设备故障维修，利用物联网智能识别故障设备，结合 BIM 模型对设备关联管线机设备进行预报警，同时结合 AI 技术对故障原因进行自动分析，提供维修策略。针对能耗管理，根据历史能耗使用数据及预设的控制算法，通过精细化调节控制，实现项目品质、碳排放和能耗之间找到最佳平衡。

2. 市政类 BIM 应用软件

在市政设计领域，国产市政类 BIM 设计软件利用 BIM+GIS 技术，结合智能经验构件和丰富的图形化交互手段，提供面向市政路桥不同子系统（道路、桥梁、隧道），从方案到施工图一体化的解决方案，实现市政路桥类项目全过程一体化的三维设计。

在施工阶段，通过市政施工 BIM 管理平台，把项目的合同、进度、成本、质量、安全、设备、物料等信息，关联到 BIM 模型上，实现施工的有序，高效，协同管理。通过静态和动态的数据输入，借助数据分析，输出多种统计报表和清单。

2.2.3.3 上海 BIM 软件应用情况介绍

上海作为国内 BIM 应用最为前沿的地区之一，汇集大量 BIM 软件与平台开发公司，从上海市本土 BIM 软件、平台生产商的产品来看，BIM 技术软件、平台生态产品一般包括：BIM 设计系列软件、BIM 施工系列软件、装配式深化 BIM 设计软件、BIM 成本造价软件、BIM 运维系列软件、BIM 集成应用管理平台等，基本涵盖国产化 BIM 软件所涉及的所有内容。从国产 BIM 软件应用情况来看，上海市城市开发建设及城市更新，也广泛应用国产 BIM 软件。

2.2.3.4 国产 BIM 应用软件的发展趋势

借助国家重大课题的影响力，国内软件厂商，投入较大资源进行国产软件与

平台的研发，取得了长足的进步，基本可以满足当前正向设计的基本应用需求。同时，国产底层图形平台及国产三维设计软件的研发也填补了国产化设计软件的空白。

国产 BIM 软件研究成果攻克单体 BIM 应用软件协同性差、复用性不强、研发和使用成本高等问题，真正意义上实现 BIM 设计软件的独立自主，促进建筑业技术创新升级，筑牢智慧城市 CIM 底座，结合上海智慧城市建设，加快建筑业工业化进程，推动行业绿色可持续发展。

国产 BIM 应用软件结合全要素（人、机、料、法、环）、全过程（设计、施工、运维）、全参与方（业主、设计院、总承包方等相关方的需求）3 个层面对传统建筑业进行数字化、在线化、智能化改造，促使其拥有新的生产要素、生产手段和生产模式，形成数字时代全新生产力，促进建筑业数字化转型升级。

总体来说，我国建筑业信息化市场呈现出规模增长快、国产 BIM 应用软件普及加速的趋势。通过国产 BIM 应用软件的规模化产业化应用，可以不断沉淀数据资产，最终实现“数字中国”的美好愿景。

2.3 BIM 技术应用管理推进情况

随着上海市建筑业数字化转型与高质量发展，BIM 技术应用在管理中呈现的价值日益突显，以 BIM 技术应用促进管理转型升级的过程和推进成效，进一步丰富和升级了数字化应用场景，数字化效益得到扩大和释放。

上海市重点推动以建设业主、监管机构、运营单位等为代表的一体化协同，重点推动深化应用从“模型应用”向“数据应用”内涵的深层转变，以 BIM 技术与大数据、人工智能等技术的融合应用，随着网络化与智能化平台的构建并推广应用，成为 BIM 技术应用在系统集成管理中的内在驱动力。在数字化交付、BIM 智能审查、BIM 质量保障、基于 BIM 的工程监管领域形成了上海市 BIM 技术应用管理的工具与方法。

上海进一步推动建筑业规划、建设、运营、监管等全生命期的 BIM 技术深度集成应用，持续探索实践 BIM 系统集成管理促进产业模式重构，正在成为实践超大城市建设运行下建筑业数字化转型升级的有力支撑。

2.3.1 数字化交付

数字化交付是通过数字化平台，有效管理工程信息，并将设计、采购、施工等阶段产生的数据、文档、模型以标准运维模式提交给企业，是一种区别于传统

纸质文档交付的新型交付方式。数字化交付贯穿于项目的建设阶段、运维阶段及全生命周期，是工程协同设计、建设信息透明化、提升工程建设效率和企业管理运维的有力手段。

2.3.1.1 政策现状

2021年7月23日，上海市城市管理精细化工作推进领导小组办公室印发《上海市进一步推进建筑信息模型技术应用三年行动计划（2021-2023）》（沪精细化〔2021〕1号）通知，提出“促进建筑设计、建造方式从二维向三维数字技术转变。在工程规划、设计、施工、运维阶段形成以 BIM 三维设计和 BIM 数字化表达为主、二维设计为辅的新业态。逐步推行 BIM 技术直接用于设计成果交付、施工图审查、竣工验收等环节”。

2022年12月30日，上海市城市管理精细化工作推进领导小组办公室印发《关于深化新城区域建筑信息模型技术应用的通知》（沪精细化办〔2022〕15号）通知，提出“‘五个新城’宜结合城市管理精细化和 CIM 应用开展区域级 BIM 应用，建设行政管理部门在施工图审查和竣工验收环节，推行 BIM 模型辅助审查和验收。重点对项目应用成果、BIM 模型与图纸或者实体建筑一致性”。

2.3.1.2 标准现状

2021年11月，上海市住建委印发《上海市房屋建筑施工图、竣工建筑信息模型建模和交付要求（试行）》，提出了专用于本市建筑信息模型施工图审查和竣工验收的交付数据文件——EDM 数据存储格式文件。文件用于指导本市 BIM 建模和成果交付，提高施工图和竣工 BIM 模型交付质量。为本市推行基于 BIM 的施工图审查和竣工验收体系提供基础依据。

2021年10月由上海市浦东新区建筑信息模型应用技术协会（简称“浦东 BIM 协会”）组织编制的建设工程数字化 BIM（建筑信息模型）技术系列团体标准顺利通过验收。

2.3.1.3 产业分析

1. 软件产业发展现状

依托审批管理系统，研究开发基于 BIM 技术的一站式建设管理智能化审批平台，统一的规则库和数据交互，形成基于 BIM 技术的审批体系和软件产业。

上海市浦东新区在全面推进建设工程智能化审查改革方面推出新举措——率先开发建设 BIM 智能化审查平台，并纳入上海市支持浦东新区高水平改革开放的

任务范畴。平台以“范围更全、条文更多、路径更优、安全更高、保障更强”为目标稳步实施开发，为深化建设领域行政审批制度改革奠定基础。

随着数字化转型需求激增，图形技术从幕后舞台逐渐走向台前，越来越多的人意识到图形技术的重要性。图形渲染引擎与不同产业的对接中形成了以可视化数据交互、即时数字内容生产等软件产品。

上海市为推进 VR 等技术的应用，鼓励研发 VR/AR 与可视化结合的产品。杨浦大桥、黄浦江核心段、港口、机场、工地……这些目之所及的地方，已经在数字孪生的“虚实结合”中提升城市的精细治理效能。

2. 硬件产业发展现状

上海市在大力推进装配式建筑和智能建造融合发展中持续发力，依托建筑产业链规模化和集成化优势，在预制构件生产制造、装配式、3D 打印等领域已形成较成熟的技术和产业发展模式。

数字模型技术是新型工业化、工业 4.0 发展的基础关键技术，采用工业机器人技术和数字模型技术结合开发有针对性的施工机器人，如智能抹灰机器人，只用大约 15 分钟的时间代替了原先一个抹灰工需要 2、3 个小时才能干完的活。中共一大纪念馆项目使用了砌墙机器人进行外墙施工，实现了“定位—上砖—抹灰—砌砖”砌筑全过程的自动化，这是国内首次在重大工程项目中开展自动砌墙技术应用及砌墙机器人现场砌筑，达到国内领先水平。

机电设备智能巡检机器人，利用人工智能、物联网、云计算、大数据等技术手段，结合数字化交付技术提供的数字孪生模型，实现对建筑物性能和设备状态的监测和预测。上海一家地下污水处理厂，智能巡检机器人已经在这里上岗快 2 年了，是厂里的“优秀员工”。

随着 BIM 技术日渐成熟，新兴技术与 BIM 的集成应用已成为建筑业发展方向。融合了三维建模、可视化、仿真、数据交换等技术，迎来了新一轮围绕 BIM 和 3D 打印等的技术变革。上海施工企业针对 3D 打印设备研发，融合 BIM 数字化交付，探索智能建造之路，在普陀桃浦中央绿地落成了第一座 3D 打印桥。

3. 数据产业发展现状

近年来，我国在大数据产业发展方面迈出了坚实步伐，为推动高质量发展注入了新动力。大数据产业是以数据生成、采集、存储、加工、分析、服务为主的战略性新兴产业，是激活数据要素潜能的关键支撑，是加快经济社会发展质量变革、效率变革、动力变革的重要引擎。

上海在超大城市建设进程中，推动打造城市数字孪生大数据中心。在建筑业 BIM 技术应用全生命期中，始终强调以数据为核心，构建起全链条有机关联的集生产、处理、治理、服务于一体化的大数据产业。在招投标中，逐步形成 BIM 招投标技术框架、BIM 收费标准指导、项目 BIM 成果交付等大数据应用产业；在勘察设计中，逐步构建数字设计构件库、勘察 BIM 模型、BIM 成果表达及交付、BIM 模型资源化、BIM 仿真及协调优化等大数据生成产业；在施工建造和预制装配中，逐步形成施工进度安全 BIM 模拟、智能化施工管理平台（集成质量）、BIM 精细化深化设计、数字化加工、一体化竣工交付模型及数据资源等大数据采集和加工产业；在运营维护中，积极推进数字档案、建筑运营维护数字资产、智慧化运维平台、智慧调试/调度/运行模拟等大数据分析和服产业。

上海市依托大数据产业，以数字化交付夯实数据要素基础，赋能城市建管运高质量发展。在产业数字化、业务数据化基础上构建智慧建造平台，赋能城市建设高质量发展；在数字还原与时空大数据基础上打造城市设施数字孪生体及其运营平台，赋能城市精细化与高质量运营管理。基于 BIM 技术的智慧建造平台，建设过程实现全流程“数字化”，如上海首个采用全预制高架桥技术的嘉闵高架工程，通过 BIM 和二维码技术预制工厂信息管理平台，打造高效的数字化预制构件生产线，实现全流程数字化和标准化管理，积累全过程数据资产。“基于 5G+BIM 的历史建筑全生命期数字孪生平台”，将搜集的历史资料，包括图纸、工艺、材料等信息进行数字化，相当于在电脑中模拟建造一座一模一样的上海音乐厅，未来，修缮人员可以随时随地在平台调取数据资料。这也是国内第一个保护建筑的数字孪生体。

2.3.2 BIM 智能审查

施工图审查是政府主管部门对建筑工程勘察设计质量监督管理的重要环节，主要是对工程建设项目设计阶段的设计图纸、技术文件、文本说明等成果审查。随着国家对建筑行业高质量发展要求，对 BIM 技术的大力推广，利用 BIM 技术推动施工图审查由“二维图纸”向“三维模型”审查、由人工审查向机器智能审查转变。一个高质量的 BIM 模型，不仅要满足 BIM 场景的交付应用，也要确保模型的完整性、合规性、图模一致性。

2.3.2.1 政策现状

2021 年 5 月上海市住建委等 6 部门《关于进一步推进本市工程建设项目施工图设计文件审查改革工作的通知》（沪建建管联〔2021〕288）提出，进一步优化审查方式，探索推进施工图智能化审查。

2021年7月，上海市城市管理精细化工作推进领导小组发布了《上海市进一步推进建筑信息模型技术应用三年行动计划（2021-2023）》（沪精细化〔2021〕1号），提出了“完善BIM技术应用基础规则体系”的任务，研究基于BIM的AI审查和监督技术，建立基于BIM的智能审查和监管系统，逐步推行BIM技术直接用于设计成果交付、施工图审查、工程招标投标、工程计价、施工管控、竣工验收等环节。到2021年底，制定完成基于BIM的模型交付标准、出图规则、算量规则等基础标准和规则；到2022年6月，建成基于BIM的辅助审查和监管系统。

2021年11月上海市住建委印发《上海市房屋建筑施工图、竣工建筑信息模型建模和交付要求(试行)》，提出了专用于本市建筑信息模型施工图审查交付的EDM数据文件，为智能审查提供了可行的技术路线。

2021年11月29日，上海市住房和城乡建设管理委员会发布《上海市住房和城乡建设管理行业数字化转型实施方案》，提出了“建设城市精细化综合管理服务平台”的任务，要求加强数字化技术与行业的深度融合，搭建基于BIM技术的智能审查和监管系统，试点数字化交付，形成数字化监管模式。

2023年3月，上海市工程建设项目审批制度改革工作领导小组发布《关于深化系统集成推动上海市工程建设领域营商环境一体化改革的实施意见》（沪建审改[2023]1号），明确提出“推进工程建设领域营商环境数字化赋能”的要求，要求试点基于BIM模型的施工图AI辅助审查功能。

通过以上上海市一系列的政策发布和推动，可以看出基于BIM的交付审查将成为工程建设项目审批制度改革的重要举措，是转变政府监管职能、提升审查效率、实现精细化管理的重要手段和发展方向。

2.3.2.2 应用现状

在全市建设BIM智能化审查平台基础上，在浦东新区率先试点开展BIM审查，形成BIM智能审查的关键技术与基本框架，建立了BIM智能审查的标准体系，从建模的规范性、数据标准化与交付要求、平台系统可操作性等维度，探索BIM智能审查的落地应用。目前在民用建筑的消防等专业项目探索应用BIM智能审查。

2022年度上海市水务局探索水务领域BIM智能审查多层次指标体系。领域层体现政策法规、标准强条、关键技术措施，要素层体现功能用途、统筹及专业技术、主要性能，指标项层体现审批监管业务可识别、组成可分解、参数可量化、特征可判别、性能可评估的基本工程属性单元。

2.3.2.3 发展现状

BIM 智能审查仍处于快速发展之中，根据目前审批监管的内容和需求，BIM 审查涉及的主要资源包含标准规范、建筑信息模型、电子工程图纸文件、BIM 平台，以及相关的需求书、模型使用说明、模型工程量清单等。涉及的关键技术主要是规范相关标准条文数字化和 BIM 审查指标体系。

上海市正在积极地探索工程领域全要素的 BIM 审查指标体系，研发基于数据与审查指标的 BIM 集成 AI 技术系统，可形成高水平高质量的 BIM 智能审查新业态。上海“一网通办”上的上海市工程建设项目审批管理系统，已经实现从以往“企业跑腿”到如今“数据跑路”的转变。

2.3.3 BIM 质量保障

BIM 质量保障是实现工程全生命期数据集成应用和业务数字化的基本前提，是 BIM 数据质量可靠、信息安全、共享交换、深化应用、集成操作的必要条件。国外以国际 ISO 19650 标准作为 BIM 质量保障的基本依据，确保 BIM 模型和相关数据的一致性。

2.3.3.1 应用现状

上海市积极探索 BIM 模式下质量管理体系，构建 BIM 技术应用质量管控的流程机制，促进 BIM 正向应用，保障并持续提升产业数字化升级的效益。以标准建设保障 BIM 实施质量，当前上海市全面开展 BIM 标准修订工作，如 2016 年发布的《建筑信息模型应用标准》《市政给水排水工程信息模型应用标准》等。

上海市大型工程建设企业已逐步建立企业级 BIM 质量管控标准，细化具体技术要求与管理制度。通过建立 BIM 数据模板，统一和规范数字化交付的要求，提高交付效率和一致性。部分企业自主研发涵盖数据管理、模型审核、冲突检测、协作流程等方面的系统平台和软件工具，集成数据验证检查方法，进而确保 BIM 项目的数据质量得到有效控制和管理。

2.3.3.2 发展现状

上海市部分企业依据自身业务特点，制定 BIM 质量保障的规范和标准，逐步与国际 ISO 19650 标准接轨，以指导 BIM 技术在实际项目中的应用，帮助企业提升 BIM 项目实施质量。

BIM 项目实施质量的可持续发展，以人才培养与创新相结合为基本原则，通过培训和提升团队成员的能力，整体提升项目实施质量水平。

加强自主可控国产化 BIM 质量管理软件的自主研发,建设高质量的 BIM 技术应用体系,促进 BIM 向更深更广层次的应用价值发挥,奠定城市级数字底座的数据质量保障,助推上海市建筑业及城市的精细化管理与高质量发展。

2.3.4 基于 BIM 的工程监管

现代建筑业工程规模不断扩大,技术要求越来越高,想要对建筑业工程的质量进行有效的监管具有较大的难度,而运用信息技术,以 BIM 技术为基础,构建相关数字化监管系统,能够有效提升工程监管的效率和质量,这对建筑业工程质量的有效控制具有非常重要的作用。

2.3.4.1 政策现状

2022 年《上海城市数字化转型标准化建设实施方案》(沪府办发(2022)5 号)提出,进一步加大 BIM 技术应用推广力度,逐步完善基于 BIM 技术的政府监管体系,以提高 BIM 应用效益为核心,坚持系统建设,过程管控,提升政府监管手段,大力加强建设项目各环节监督管理工作中 BIM 技术的应用。

2.3.4.2 应用现状

当前,上海市正在探索基于 BIM 技术的监督管理,以 BIM 的监督管理手段促进重大应急风险感知与安全预警、全过程高效审批与一体监管,提升智能仿真与智慧决策的创新和发展水平。同步探索建立 BIM 竣工验收备案系统,依托 BIM 规划报建和竣工验收 BIM 备案“一头一尾”审批监管环节,提高各阶段 BIM 技术应用深度和广度,建立健全工程质量数字化安全监管模式。

在建筑、市政、水务、交通领域部分重大工程建设及 EPC 项目中,搭建起基于 BIM 技术的数字化协同管控平台,作为现场监督管理的工具与手段。平台整合集成工程实施作业各类数据,以 BIM 模型为管理单元,以工程“人、机、料、法、环、测”为监督管理对象,开展工程质量、安全、进度、投资等业务监管场景的数字化集成应用,数字化赋能建筑业全生命周期监督管理工作。

推行以业主需求为导向的 BIM 应用,业主牵头建设基于 BIM 的工程管理架构,已取得成功实践。在虹口北外滩区域,建立“一心和滨江地带”项目的全过程 BIM 技术应用管理体系,明确责任主体、管理流程、数据规范、技术标准等,搭建应用场景,归集数据资产,完善城市数字底座。

2.3.4.3 发展现状

建筑工程质量安全的发展方向是基于物联网技术的“智慧感知”。通过 BIM、

可视化、智慧穿戴、智能终端等智能化安全监管技术在工程建设中实现应用，为各类重大工程管理、质量监督及检验、安全监测及检测等环节，提供科学手段。

基于 BIM 的监督管理重点在竣工验收、应急安全与风险管控等方面。依托 BIM+GIS+IoT+AI 等数字技术，以 BIM 模型单元和 BIM 数据集成为前提，通过协同与仿真模拟及可视化，打造基于 BIM 的监督管理平台，对建管运全周期中各类作业场景下，建立人员、机械装备、建（构）筑物设施与设备、材料采用等进行监督管理的工程数字化管控新模式。

上海市水务工程张泾河、航塘港等项目，基于 BIM 技术的建设监管协同平台，建立了危大工程管理、质量检验评定、原材料追溯等应用场景，在水利建设工程中率先运用“BIM+监管”成效显著。

第三章 上海市 BIM 技术应用发展情况

随着数字化转型工作的持续推进，上海 BIM 技术已进入全面应用阶段。规模以上各类工程已普遍采用 BIM 技术，并持续探索与新的发展方向、新技术的融合应用。2022 年，上海市在重大工程建设中全面推广应用 BIM 技术，并在道路工程、城市地铁、市域铁路、水务工程、公共建筑和机场工程等领域取得显著成效。BIM 技术在城市基础设施的运营和管理方面发挥了积极作用，应用于道路工程、水务工程、轨道交通、环境工程、超高层建筑等，助力城市精细化治理。针对特大型城市更新的难题，应用 BIM 技术对既有建筑进行数字还原、安全监测、智慧提升，更好的服务建筑全生命周期。此外 BIM 技术还可应用于城市区域级管理，已在五大新城进行先行先试。同时，BIM 技术不断与其他前沿技术深度融合，持续赋能智能建造，推动建筑业的高质量发展。

3.1 重点领域 BIM 技术应用情况

3.1.1 重大工程建设 BIM 应用

3.1.1.1 道路工程

1. 总体情况

交通基础设施在国民经济中发挥着先导性、基础性、战略性和服务性作用。党的二十大报告中提出，要加快建设交通强国，优化基础设施布局、结构、功能和系统集成，构建现代化基础设施体系。根据上海市综合交通发展“十四五”规划，全市高快速路里程将超过 1100 公里，实现上海中心城 60 分钟到达毗邻城市，主要枢纽 120 分钟到达长三角主要城市，不断完善高（快）速路网、市域干线网络、越江跨河通道，提高路网密度和道路连通度，一大批重大道路工程正在建设中。

在国家和上海的政策规划指引下，上海市道路行业企业对 BIM 技术应用进行顶层设计，建立企业级 BIM 标准，在企业内部推广和宣传 BIM 技术应用，培养相关综合人才。目前建设期 BIM 应用已经相对成熟，正在向前期规划决策阶段和竣工阶段两头延展。在前期规划阶段利用 BIM 模型在三维实景下进行方案展示与比选，叠加资源性要素指标信息，一屏展示水务、绿容、环保、土地、房屋、重要设施、管线等数据，并建立历史方案大数据库，实现可视化的决策与分析。在竣工阶段，通过 BIM 技术与信息化平台形成一整套完整的数字资产移交运营维护单

位。

上海道路工程已全面推广应用 BIM 技术,规模以上项目均开展 BIM 基本应用。在重大项目中,进行 BIM 特色应用,推广基于 BIM 的建设管理平台,实现基础设施三维数字化呈现、全周期信息可溯源。结合物联网、大数据等手段提升工程“设计、施工、管理”三大环节的智慧化水平,有效控制和管理工程建设的质量、进度、成本和安全要素,减少返工浪费,实现绿色低碳施工。

2. 应用特色

经过多年的实践和应用,结合道路工程建设的特点,形成了“业主导,专业咨询,多方协同”的 BIM 应用管理模式,并在各大业主企业内部都形成了较为完整的 BIM 标准体系,对 BIM 建模、交付、应用等做出统一要求,并参照施工验收规范对 BIM 应用成果的验收与评价作出规定。此外,结合新兴信息技术搭建的基于 BIM 的协同管理平台向前期规划阶段拓展,用于设计方案汇报、辅助方案决策等,并最终形成数字资产移交运营养护单位。

(1) 规划阶段

2022 年, BIM 应用由建设期向前期规划阶段拓展,通过搭建 BIM 模型,结合倾斜摄影、三维实景模型等进行规划方案的可视化验证,更为直观地展示方案,该平台已成功应用于漕宝路快速路工程、外环西段交通功能提升工程、G15 公路嘉金段改扩建工程和油墩港航道工程等 20 多个项目的前期规划。该平台深度融合了 BIM 和 GIS 等技术,通过多维信息集成、可视化分析、三维场景交互等手段,将市政道路规划中的土地房屋、管线、噪声、绿化、交通流量等散点信息集聚在平台上,全面辅助市政规划方案优化,切实提升决策效率和准确度(如图 3-1 所示)。2022 年,该平台还进行了升级,结合《上海市市级政府投资重大工程建设涉及资源性指标统筹使用实施办法》等政策文件,重新系统性地梳理了资源要素数据底座,补充完善了方案展示信息,形成案例库、知识库,并实现“一屏观、一屏管”。



图 3-1 前期规划协同管理平台交通流量展示

(2) 设计阶段

在设计阶段，主要通过 BIM 技术进行各专业建模，并不断细化和调整。结合倾斜摄影、测绘单位的三维数字模型，在同一场景中实现对工程方案的直观展现，帮助工程参与者对工程有更加直观和真实的认识，以便对设计方案调整、施工风险控制等起到指导作用。将 BIM 模型和专业软件结合则可对设计方案进行结构、声学、光学等各方面的分析，验证设计合理性，控制设计质量，优化设计参数。通过工程量统计对工程投资造价进行复核，验证造价计算的准确性，控制工程投资风险。据调研统计，2022 年道路工程设计阶段基础应用点应用率如图 3-2 所示。

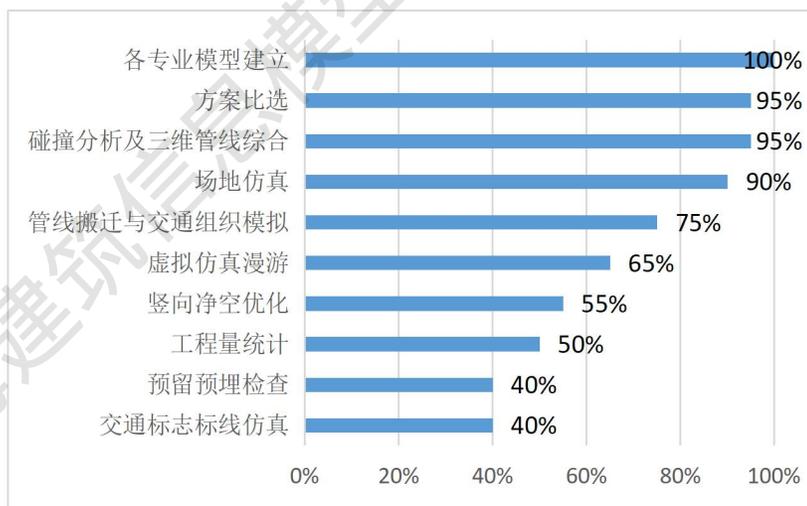


图 3-2 道路工程设计阶段基础 BIM 应用点应用率

2022 年，道路行业在 BIM 技术正向设计方面取得了如下进展：

在土建设计方面，根据国家国产化自主化的战略要求，基于完全知识产权的三维平台——GEOFBA3D 打造了全新的盾构隧道管片结构设计及出图软件，解决

了盾构隧道管片制图难度大、效率低，局部构造为复杂的不规则体，难以直接用二维表达，无法精确绘制的难点，填补了盾构隧道管片出图专业软件的空白。软件根据设计参数自动生成 AutoCAD、Revit、CATIA 等主流软件可打开的二维图纸和三维模型，从功能上补充完善管片接头类型、接缝形式等细节，适用于市政、水利、电力等各类盾构隧道管片设计（如图 3-3 和图 3-4）。目前已在龙水南路新建工程中试点使用。

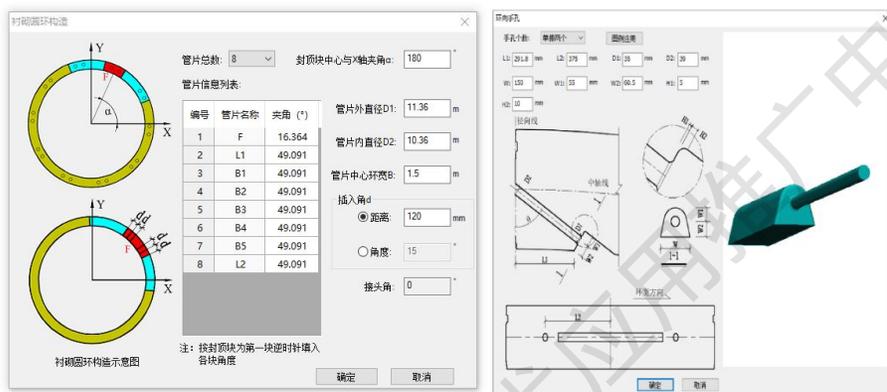


图 3-3 盾构隧道管片结构与出图软件

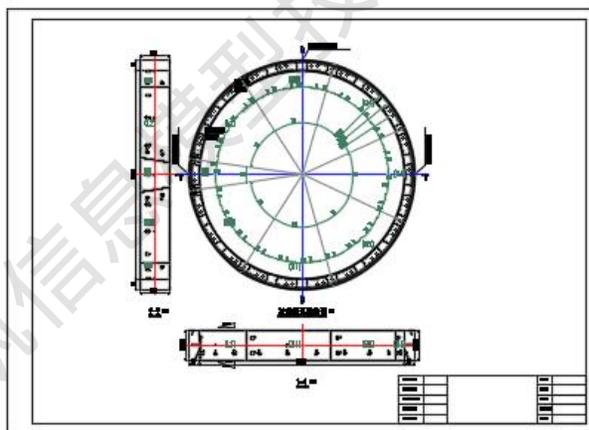


图 3-4 参数化设计成果

在机电正向设计方面，经过一年多的实践，在北横通道东段工作井的设计过程中全面推广 BIM 机电正向设计，通过在三维环境中进行机电管线排布模拟，更为直观的检查管线碰撞情况，提前解决管线施工空间问题。基于模型模拟成果进行机电正向设计出图，有效提升设计图纸质量。

(3) 施工阶段

施工准备阶段主要通过 BIM 技术的可视化、可模拟的特性，对施工全过程进

行模拟，提前判断施工过程中哪些因素对施工过程有影响，进行可视化交底，同时对图纸问题进行校核整理，反馈设计单位。结合有限元计算软件进行主体结构、周边地层、地下管线的变形模拟，优化施工方案。基于 BIM 技术对实际工程进行精细模拟，按照实际设计方案及施工的工法进行建模，对人、机、料、法等施工资源进行精确预判、统筹调度并且优化配置，达到工程量的精确统计。基于 BIM 深化设计结果，指导工厂加工生产预制装配式构件，结合二维码、RFID 等技术，实现构件生产、运输、入场、安装全过程跟踪管理。据调研统计，2022 年道路工程施工阶段基础应用点应用率如图 3-5 所示。

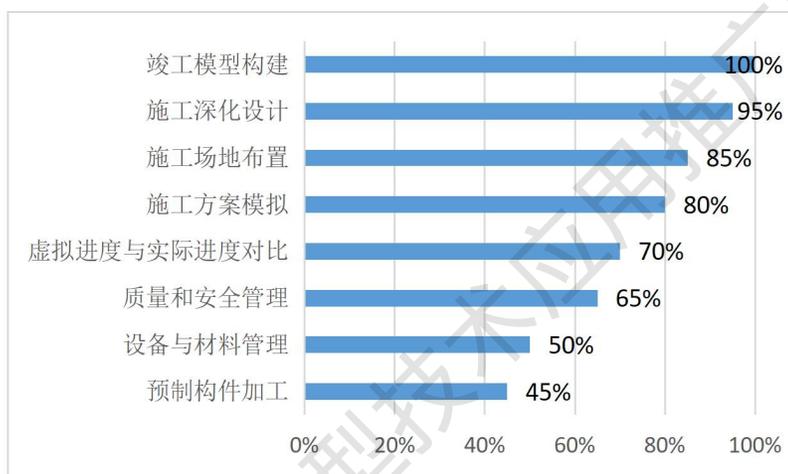


图 3-5 道路工程施工阶段基础 BIM 应用点应用率

施工阶段，搭建基于 BIM 的建设管理平台，综合考虑工程质量单元划分和合同清单划分，创新性提出模型分解结构，以 BIM 模型为信息载体，关联工程管理领域三控三管一协调中相关业务结构，打通 BIM 与进度、质量、安全和投资等数据接口，实现数据互联互通，在可视化场景下，实现工程建设全要素的一屏观、一屏管，如图 3-6 所示。



图 3-6 基于 BIM 的建设管理平台

在施工准备阶段，创新性地研发管片排版—盾构机一体化设计软件，引入盾构机相关机械尺寸（直径、前盾、中盾、后盾长度，盾尾管片数量、最大铰接角度等），确定每一环拼装完成后盾构机的空间位置，计算盾尾间隙等关键参数，提前指导管片结构设计、辅助确定施工参数与方案。

在施工阶段，结合物联网、云计算等技术，针对施工过程中的重大风险隐患进行专项施工监测，结合 BIM 和三维可视化引擎，打造一套轻便、智能、安全、快捷的在线智慧监测与管理平台。通过数据导入及接入实时监测数据并加以清洗、优化和分析，使施工监测数据实时同步至管理平台，基于阈值算法的超值预警，并通过 BIM 技术在空间和时间维度实现“监控状态可跟踪、监控数据可追溯、主动报警可视化”的监控量测“三可”能力，为中心城市的隧道推进等高难度施工保驾护航，如图 3-7 所示。



图 3-7 在线智慧监测与管理平台可视化界面

针对预制拼装构件的管理，通过 BIM 结合三维扫描、RFID 技术，对预制拼装构件的生产、运输和安装等进行全过程跟踪和管理，提升工程施工质量，降低材料损耗，节约工期。通过在构件中预埋入 RFID 芯片，搭建 BIM+RFID 构件管理平台，工作人员借助 RFID 读写器、移动终端、电脑终端等对构件的各阶段信息进行实时记录，对构件入库、出库、存放位置等进行管理，有效提高仓库管理效率。在安装阶段，通过全站三维扫描仪获取构件表面点云数据，与 BIM 模型进行自动拟合，分析安装误差，为预制构件安装与验收提供依据，如图 3-8 所示。该方案目前已在武宁路快速化改建工程中进行了落地实施。

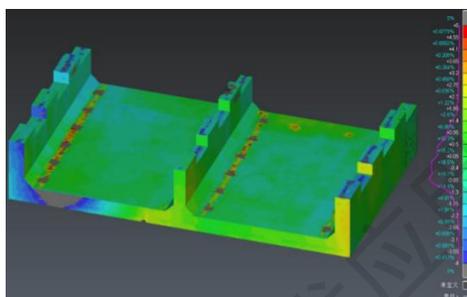


图 3-8 预制构件点云模型与设计模型对比色谱图

3. BIM 应用成果

在政策支持下，BIM 技术在道路领域得到了逐步推广并展现了其应用价值。BIM 技术为道路工程建设过程提供了可视化环境，并且将设计、施工全生命周期信息记录在模型中，在过程中应用数据辅助决策，为工程进度、质量、安全的监管提供了有效手段，极大提高了项目管理的信息化水平，最终形成一整套数字资产，实现数据可追溯，为城市级信息管理平台、数据中心等打下基础。企业应用 BIM 技术，促进方案的快速、准确决策，推动管理机制和 workflow 优化，有效减少变更和返工，实现绿色低碳施工，提升企业信息化、数字化水平，形成新的核心竞争力。

3.1.1.2 水务工程

1. 总体情况

水务行业是事关经济社会发展、国计民生的基本公共服务行业之一，行业发展程度与经济增长水平、人口数量及城市化进程等因素高度相关。水务工程的建设领域主要包括原水工程、自来水工程、供水工程、排水工程、污水处理工程以及污泥处理工程，具有工程体量大、造价投资大、涉及专业领域多样、施工环境复杂、施工技术难度高等特点。2022 年，上海市水务重大工程主要包括长桥水厂、杨树浦水厂深度处理改造工程等水厂深度处理工程、污水南干线改造工程、合理

污水一期复线工程等排水工程及以泰和污水处理厂扩建工程、竹园污水处理厂四期工程为代表的污水处理工程。

近年来，政府及行业主管部门高度重视并积极倡导 BIM 技术在水务工程等城市基础设施建设领域的应用。2021 年，上海市人民政府办公厅印发《上海市全面推进城市数字化转型“十四五”规划》，规划要求“深化 BIM 技术在建筑运营、城市基础设施和城市管理等方面应用，实现建筑运行安全管理和全生命周期可视化管控”；同年，上海市水务局印发《推进建筑信息模型技术（BIM）水务应用第二轮三年行动计划（2021-2023 年）》的通知，通知要求“落实城市数字化转型发展战略，以市政府‘一网统管’、‘一网通办’为指导，坚持水务工程 BIM 技术全生命期一体化应用，推动实现水务工程领域高质量建设、智能化运维、精细化监管数字化转型”。

随着水务工程数字化建设水平的不断提高，BIM 技术在水务工程中的应用也越来越广泛。通过应用 BIM 技术更有效地进行设计、分析、优化和信息集成，通过应用基于 BIM 平台整合项目全方位信息，结合其他数字化技术，进行协同设计、施工和运营，可以在项目建设全生命周期中提高协同工作效率，从而大大提高了水务工程整体的建设管理质量。与此同时，随着水务行业投资规模的不断增长，水务工程整体建设项目数量也在不断增加，项目建设体量不断增大，如何更为全面、深入、有效地借助 BIM 技术提高科学化决策水平和管理效率是目前 BIM 技术应用的关键。

2. 应用特色

（1）设计阶段

在设计阶段，BIM 应用根据施工图进展情况，持续深化设计模型，提升深化后建筑信息模型的准确性、可校核性。设计单位通过将 BIM 技术应用到不同专业的协调过程中，各个专业的工作人员能够充分实现设计信息的实时共享，便于进行协同工作，保证设计以及施工能够正常、有序的进行。在设计阶段通过将施工操作规范与施工工艺融入施工作业模型中，从而使施工图能够满足施工作业的需求，如图 3-9 所示。

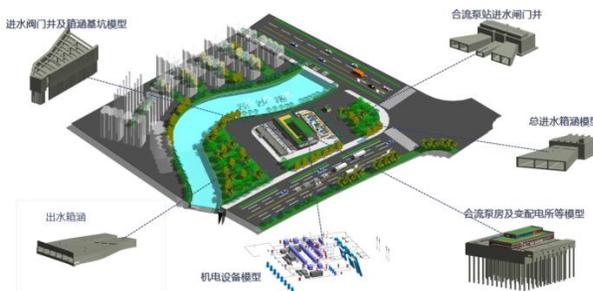


图 3-9 临平排水系统提标改造工程合流泵站 BIM 模型

同时以工程项目为载体，开展 BIM 创新应用，提高设计效率及图纸质量，如长桥水厂深度处理改造二阶段工程在设计阶段建立了水务工程 BIM 标准化构件库，从而大幅提高建模效率和素材共享复用能力。与此同时，设计团队利用 Dynamo 对预制装配式水池结构进行参数化建模和衍生式设计，并对预制装配水池的构件拆分方案进行计算分析，得出了最佳的预制装配率及混凝土现浇范围，如图 3-10 所示。

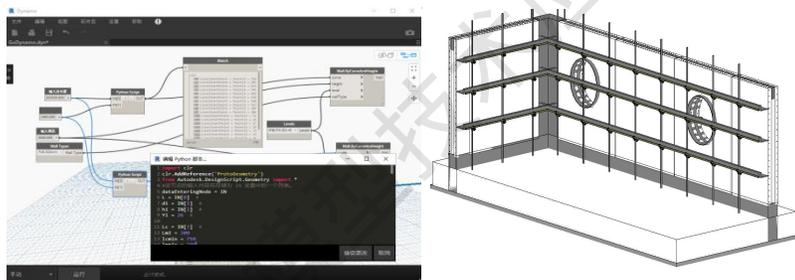


图 3-10 池体预制构件模型深化

(2) 施工阶段

施工阶段的 BIM 应用的关键点在于利用 BIM 模型指导施工，对复杂部位做工艺流程及工序展示，排布施工工期。完善各阶段施工参数、质量、安全防护等信息，协调各专业工序，合理安排人力资源，保障施工的顺利进行。

1) 施工方案模拟

基于 BIM 技术的施工工艺、工序模拟，可协助确定施工站位、施工路径，并对施工全过程进行可视化模拟，最大程度上排除施工过程中的不确定性，为施工方案的论证和交底提供一种全新的方法。

长桥水厂深度处理改造二阶段工程针对大型水厂深度处理改扩建工程施工过程中不停水改造方案，根据施工场地的空间和水厂安全管理的要求，使用 BIM 模型对各单体的改造和新建顺序进行 4D 编排，制订了两阶段三步骤的整体施工方案，并在现场基于 BIM 模型进行施工交底，确保施工人员准确理解方案内容，按施工

方案完成施工，如图 3-11 所示。

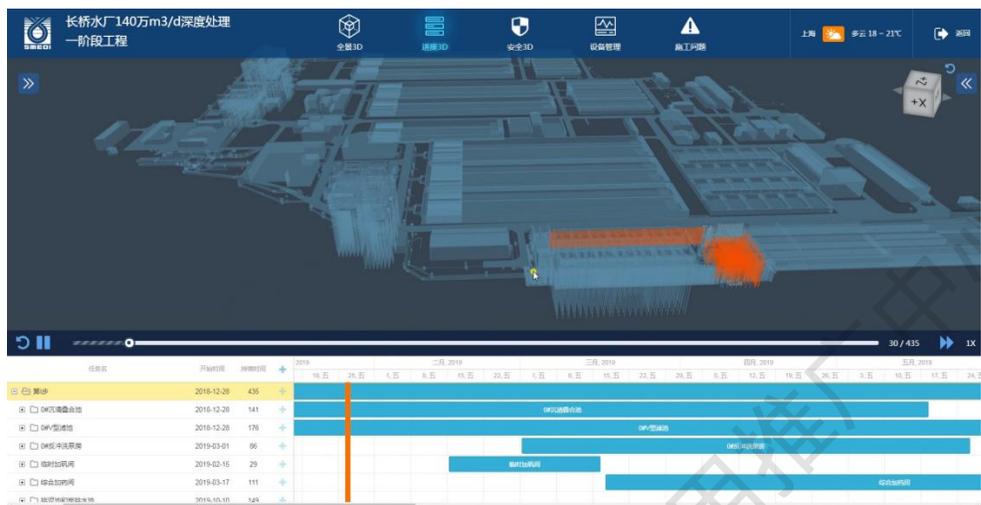


图 3-11 不停水改造方案 4D 模拟

2) 基于 BIM 技术的建设管理平台

上海水务工程建设企业着力构建了基于 BIM 技术的建设管理平台，利用 BIM、GIS、大数据、IoT 等信息化技术，打造项目管理平台新模式。BIM 建设管理平台以项目管理事务的实际需求为目标，以 BIM 技术为支撑，开发实施了三维协同、进度管理、质量管理、安全管理、图纸文档管理等功能，基于 BIM+GIS 模型为用户提供项目管理顶层视角的信息统计分析服务，包括项目质量、安全、进度、投资等多维度、多标段的综合情况分析、风险源监测、关键监控指标预警等，辅助项目部的精细化管理，实现施工全过程的一网统管。

基于 BIM 管理平台实现了智慧工地系统化集成，利用物联网、云计算、大数据、AI 等先进技术，实现施工现场的全要素感知，实现高效、智能的信息收集，保证全生产要素的即时可感、可控，实现业务数据的互联互通，为今后全面促进水务工程项目建造管理方式转型升级做了尝试，如图 3-12 所示。

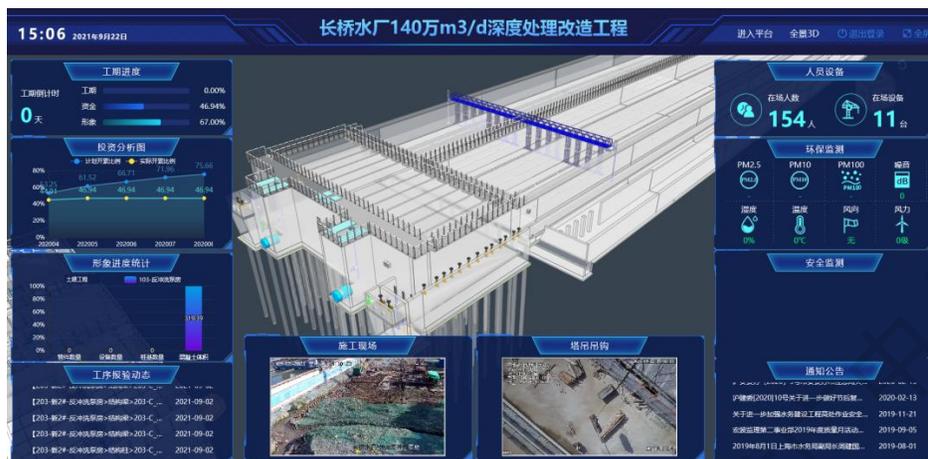


图 3-12 长桥水厂深度处理改造工程 BIM 建设管理平台

3) 工程建设管理数字孪生平台

经过多年的探索与实践，在内河航道工程建设中，以提升工程建设管理过程中数字化、网络化，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，以数字底板、模型平台、业务应用系统为支撑，实现工程建设管理过程中数字工程与物理工程同步仿真建设。具体来说，就是融合工程建设期“人、机、料、法、环”等数据，构建工程影响区域的数字底板，建设智慧化建管所需的模型平台，构建工程建设预报、预警、预演、预案的“四预”智慧体系，确保工程建设精准、高效。

数字孪生吴淞江工程（上海段）新川沙泵闸枢纽工程作为先行先试项目中唯一着眼于建设过程数字孪生的项目，立足流域水安全与城市统筹发展视角，重点打造流域与城市融合的一体化孪生数字底座，以信息模型作为交流语言，全过程、全方位把控施工全局，通过对 BIM 技术、电子签章技术、视觉识别技术、物联网技术和模拟仿真技术的集成应用，搭建“空天地”一体感知体系，汇集工程建设期“人、机、料、法、环”全要素数据，构建影响区域 L2 和 L3 级 BIM + GIS 数字底板，建立水利专业模型、可视化模型、智能识别模型等模型平台，融合工程防汛调度预案、工程技术规范、专家经验库、专题研究成果等水利知识库，建设项目管理系统、数字资产管理系统、智慧工地系统、质量监督管理系统和全景吴淞江等五大业务系统，实现水情、工情实时监测和动态模拟，为工程建设顺利推进提供支撑，如图 3-13 所示。

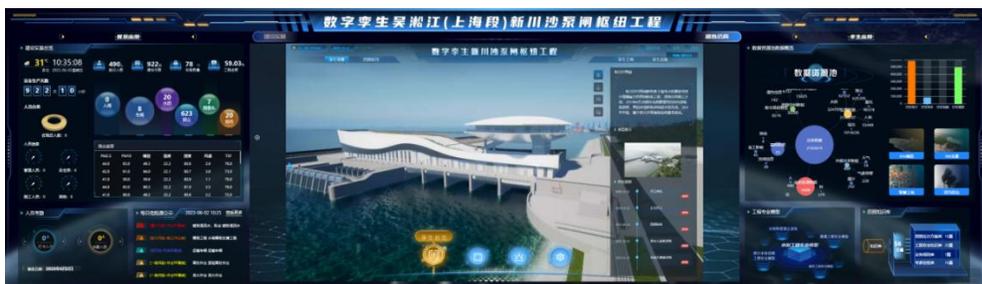


图 3-13 吴淞江新川沙泵闸枢纽数字孪生平台

3. BIM 应用成果

上海市水务重大工程项目实施过程中，通过基于 BIM 技术的设计、施工、建设管理平台的应用，促进了超大型老旧水厂改造工程、大型污水处理厂扩建工程、排水系统提标改造工程等项目的全过程精细化管理，树立了上海市水务行业 BIM 技术应用的新标杆。特别是在项目的实施过程中，以 BIM 技术为基础的建设管理平台能够切实有利于实现项目管理标准化、工作协同化，从而更好地服务于项目参建各方的协同合作的需求，极大地扩大项目管理半径，支持了项目的科学管理决策，提高了项目管理的质量和效率，从而推进了项目管理的精细化管理进程。

3.1.1.3 地铁工程

1. 总体情况

地铁作为一种安全、快速、舒适的交通工具，人们对其依赖程度越来越高，占日常出行比重也与日俱增，特别是上海这种超大城市（国家中心城市），其不断完善的线网形态，有效地缓解了城市交通压力，改善了城市人口多、交通拥堵等问题。截至 2022 年 12 月，上海地铁运营线路总长达 795.36km。在建线路 12 条，分别是 2 号线西延伸、12 号线西延伸、13 号线西延伸、13 号线东延伸、17 号线西延伸、18 号线二期、20 号线一期西段、21 号线一期、23 号线一期、崇明线、嘉闵线、上海示范区线工程以及机场联络线，总长约 145.2km。

在国家 and 上海市数字化发展政策影响下，上海地铁企业遵循“整体性转变、全方位赋能、革命性重塑”的数字化发展内涵，健壮数字底座、打通数据壁垒、转变管控模式、创新应用场景，引领地铁行业数字化转型发展，树立上海城市数字化转型的行业典范。BIM 技术作为数字化的重要工具，上海地铁企业已将其纳入企业的整体规划，进一步完善数字资产建设及交付全过程管理体系，提升企业级 BIM 应用标准体系、BIM 应用标准化招标条款、项目级 BIM 总体管理体系、BIM 成果评价体系等工作的可操作性，以全过程精细化管理确保 BIM 应用发挥最

大社会和经济效益，同时实现载有全面、完整属性信息的数字资产建设及交付，打造符合上海地铁企业背景的特色数字化管理模式，促进城市地铁智能化、数字化建设管理。

上海地铁行业持续推进 BIM 技术全过程应用，健全地铁 BIM 应用管理体系和标准体系，强化设计、生产、施工各环节数字化协同，实现全过程数据共享，推动工程建设全过程数字化成果交付和应用。从 2012 年至今，合计 BIM 应用里程数已达到约 478km。从 2018 年开始，依次完成 17 号线、浦江线、5 号线南延伸、18 号线一期、15 号线、14 号线以竣工 BIM 模型为载体的数字化资产库交付，覆盖线路长度 176km，累计建设数据总量约 1.1T，如图 3-14 所示。



图 3-14 上海地铁工程 BIM 建设数据

2. 应用特色

经过多年的探索与实践，上海地铁工程已形成一套完整的 BIM 应用体系和实施制度。为充分发挥设计单位、施工单位的专业性，自 2021 年起新建线路实行 BIM 应用新管理模式，BIM 应用实施主体与工程实施主体相一致，应用范围已覆盖全线车站、区间、车辆基地，应用阶段也已横跨项目设计、施工建设周期，如图 3-15 所示。

设计阶段	施工阶段
<ul style="list-style-type: none"> ★ 方案分析 ★ 工程量复核 ★ 预埋和孔洞设计复核 ★ 车站管线综合 ★ 装修效果仿真 	<ul style="list-style-type: none"> ★ 信息监控 ★ 模型监控 ★ 进度监控 ★ 质量监控 ★ 成本监控 ★ 安全监控 ★ 现场监控 ★ 文档监控 ★ 项目监控 ★ 数字资产移交
BIM设计协同管理平台	建设可视化协同管理平台
实施主体：设计单位	施工单位

图 3-15 地铁工程全生命期 BIM 应用

结合上海地铁行业业务需求和 BIM 应用经验，完善企业 BIM 技术应用路线，促进 BIM 技术与管理、设计与施工深度融合，使各方更紧密的合作顺畅衔接并共同服务于项目，挖掘更深层次的价值，最终实现基于 BIM 技术的全过程深度应用。

(1) 设计阶段

在设计阶段，根据已发布的 BIM 应用标准，全线所有设计单位基于标准化、精细化的 BIM 模型开展方案分析、工程量复核、预埋和孔洞设计复核、车站管线综合、装修效果仿真等基本应用，并在局部车站开展市政管线搬迁优化、三维正向设计等可选应用，提高规划设计品质和效率，实现信息模型的传递共享，辅助提升设计管理水平，实现地铁工程精细化设计。

2022 年度在地铁工程设计阶段重点深入开展了基于 BIM 的协同设计，包括车站三维正向设计和 BIM 设计协同管理平台全线应用。

2022 年度，上海轨道交通 21 号线、23 号线、20 号线一期西段、12 号线西延伸、13 号线西延伸开展试点正向设计，各线路试点车站至少 1 站，试点区间至少一段。建筑、结构、风水电专业模型出图率达 50%；项目采用三维模型进行方案汇报比例达 50%。相关成果如图 3-16 所示。由专业设计人员通过虚拟桌面开展协同设计，确保协同工作的实时性和数据的安全性。设计人员利用正向设计样板文件、协同软件、导图插件等工具，在满足施工图设计要素的同时，符合设计出图标准，实现建筑、结构、环控、给排水和动照等五大专业三维正向设计。

通过三维正向设计，各专业设计人员在三维环境中进行协同设计，提高了提资及沟通效率，节约建筑、结构、环控、给排水、动照、管综专业协调时间，而且有效地避免了设计阶段“错、漏、碰、缺”等问题，提高出图准确率，实现精细化设计。

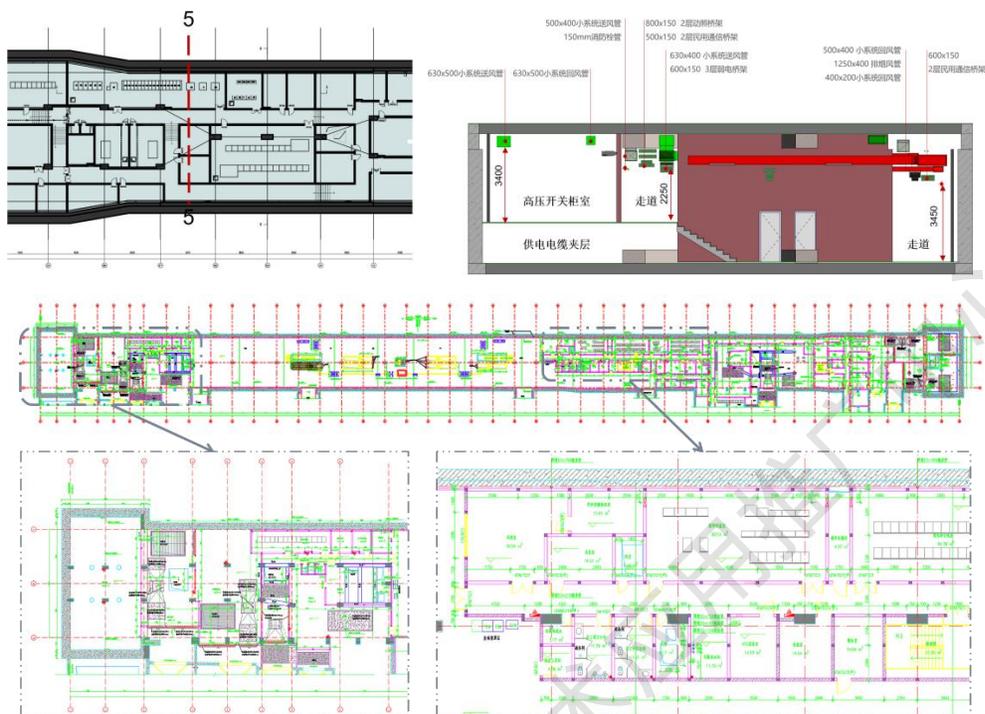


图 3-16 基于 BIM 的正向设计示例

所有在建线路均使用 BIM 设计协同管理平台开展设计协同、设计进度控制、设计成果管理。该平台支持设计内容的实时查阅、发布、审核。结合三维设计软件，各专业设计在统一的协同环境中开展三维协同设计及校审，满足正向三维设计要求。目前平台上总数据量已达 52.77GB，已有 10 条在建线路在 BIM 设计协同管理平台中开展设计协同，已上传模型数 901 个。

BIM 设计协同管理平台的功能特色包括：

① 实现互联网环境下跨阶段、跨单位、跨专业的设计协同

使得设计总体和各设计工点院，通过互联网即可完成协同建模和模型提资、会签、送审等（如所图 3-17 示），流程透明，极大提升了模型的在线审核效率、分发效率、共享效率。

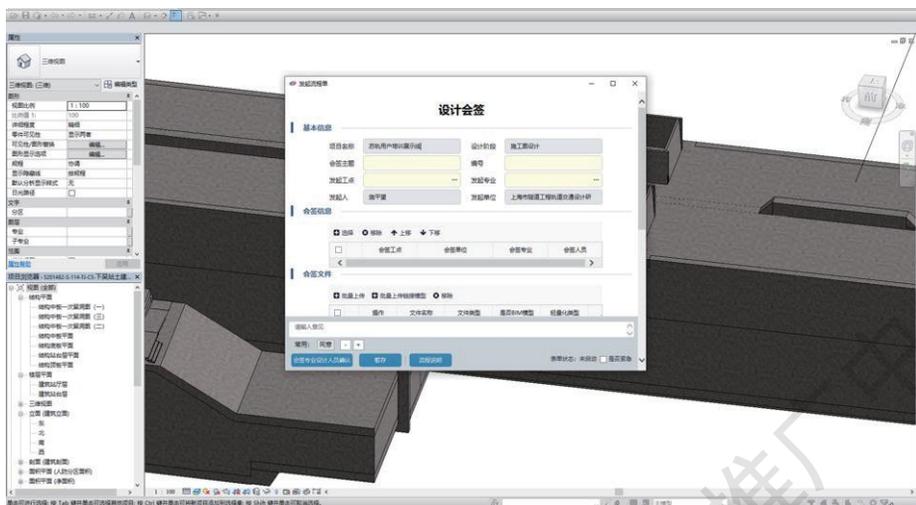


图 3-17 设计会签示例

② 实现网页端、移动端轻量化模型浏览、审查、批注

如图 3-18 所示，可从网页端、移动端查看轻量化模型及批注，有效降低设计沟通过程中对时间和空间的依赖，促进各方间交流的及时性、准确性、便捷性。

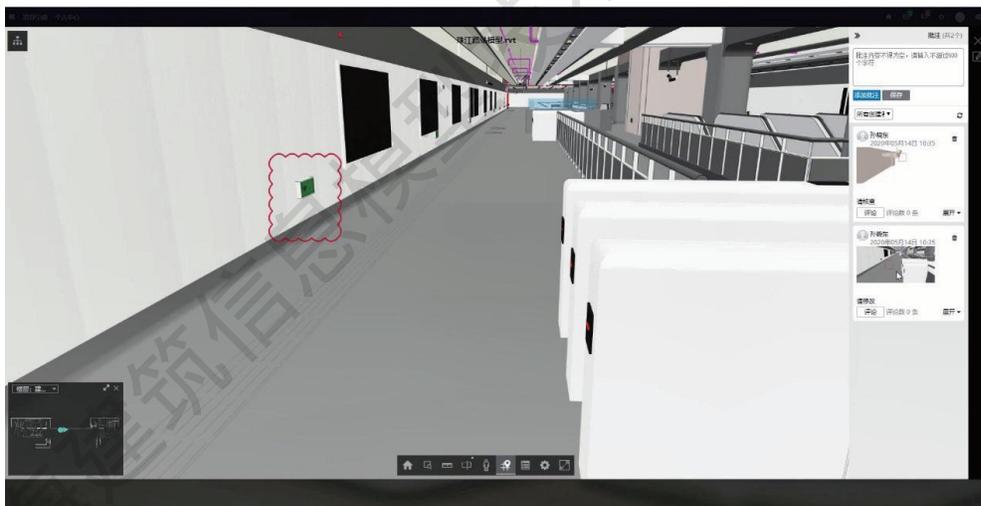


图 3-18 模型批注示例

③ 重视信息安全，实现模型权限细分管理

实现对地铁模型及模型内构件的用户权限进行设防控制，在保证协同设计效率的同时，提高了模型文件的信息安全性，加强了各相关方知识产权保护，如图 3-19 所示。



图 3-19 权限分级管理示意图

基于 BIM 的协同设计实现跨地域、跨单位、跨专业 BIM 设计协同、数据集成、数据标准化管理等应用操作，使得个参建单位，通过互联网即可完成协同建模和模型提资、会签、送审等，流程透明、高效。比起传统设计工作模式，为设计阶段跨单位提资节省时间，节约成本，极大地提高了效率，推动了设计进度。同时，为满足 BIM 技术应用在本土化设计管理工作中的现实需求，保证大批量设计成果数据的安全性，原生数据上进行了二次创新研发，实现了权限分级管理，完善了原生软件的国内应用场景。优化后的设计协同平台更重视信息安全的保障，实现模型权限细化管理+权限的设防控制。在保证协同设计效率的前提下，极大的提高了模型文件的信息安全性，规范化管理文档模型的上传，也加强了各相关方知识产权保护，从管理层面上完成了数据化的转变，为基于数字孪生的智慧城市管理打下坚实的基础。

(2) 施工阶段

在施工阶段，充分发挥 BIM 技术在三维可视化、协同工作及资源共享等方面的优势，不仅全面开展 BIM 点式复杂工序模拟、机电装修深化设计等常规化应用，而且将 BIM 技术应用延伸到项目管理层面，打造建设管理的“数字化、标准化、移动化和智能化”，提高项目管理质量和效率，辅助竣工验收及移交运营。

平台累计开发功能 67 项，覆盖信息管理、模型管理、进度管理、质量管理、安全管理、成本管理、现场管理、文档管理、项目管理等 9 大板块，为项目公司、设计单位、施工单位和监理单位提供集成化、标准化和智能化的管理工具。

建设可视化协同管理平台的功能特色包括：

① 设备资产建设及移交全过程管理

以智慧运维为目标，对地铁线路级的甲供、乙供设备模型及设备资料的实时收集情况，结合物联网实时输入设备的出厂、到场、安装、调试、验收的过程信息。保障企业级构件库数据质量，并将设备相关资料同步至基于 BIM 的车站智慧

运维管理平台，为后期运维提供关键数据，如图 3-20 所示。

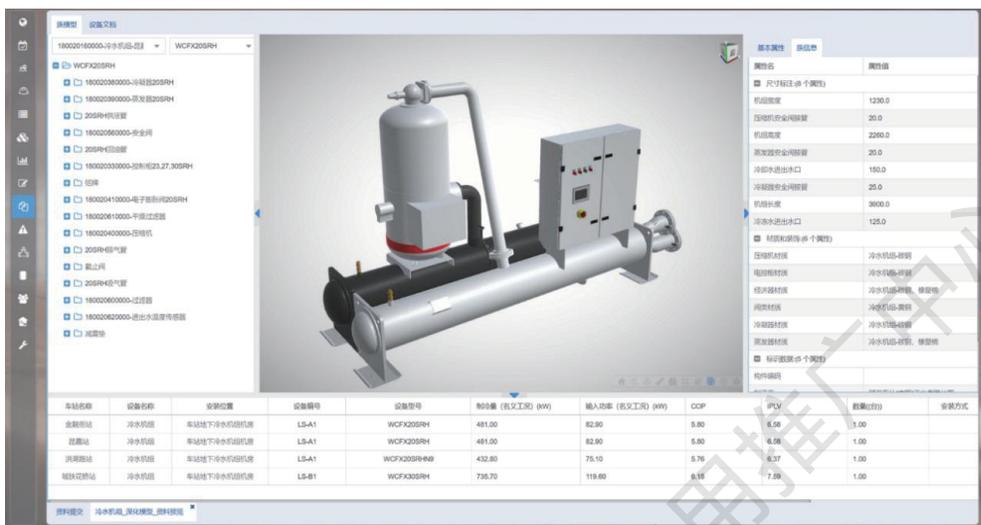


图 3-20 设备移交示例

② 业财融合，建设投资动态管控

以 BIM 模型作为数据标签、关联造价数据，工程计划数据、工程完成量数据，生成 BIM+时间造价的五维模型，支持对项目投资计划等的在线计划填报、流程控制和进度管理，通过数据分析，可直观展示项目投资完成情况，及时做好投资进度纠偏处理。

③ 基于 BIM 精细化进度管理

将分部分项工程、工筹计划、工程形象进度与 BIM 模型构件关联，通过工筹计划导入并自动管理模型构件，以模型构件管理驱动项目进度管理，在三维可视化环境中在线进行施工模拟仿真、分析，可视化展示施工进度及预警。做到进度管理事前可预知、事中可控制、事后可检查。

④ 基于 BIM+GIS 的数据融合展示管控

如图 3-21 所示，依托三维 GIS 地图搭建三维实景场景，在线查看车站与周边环境情况，细化工筹计划与模型关联，开展在线方案讨论等。同时在 GIS 地图上展示地铁用地规划、施工许可、建设单位、施工单位、监理单位、使用单位、权属单位、使用年限、投入使用时间、养护记录、维修加固记录、报警记录、报警处置记录、报废记录、改造记录等各类信息。

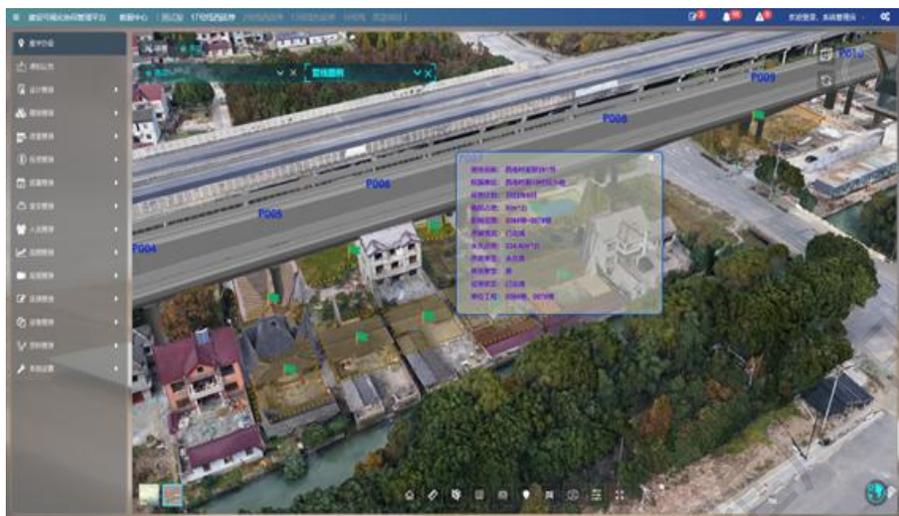


图 3-21 BIM+GIS 效果示例

3. BIM 应用成果

设计阶段，通过自研工具填补行业“本土化”空白，逐步搭建涵盖标准资源库、模板库、模型出图工具、三维设计协同平台、设计规范自动审查工具为主线的软件技术体系。现已完成建筑、结构专业土建部分的出图，有效的提升了出图准确率，后续将继续落实环控、给排水、动照专业的正向设计，以减少建筑、结构、环控、给排水、动照五大专业工程变更，提高工程可预见性；同时开展市政管线综合优化应用，通过完整的、全面的各专业模型，进行三维市政管线综合设计，提高设计方案准确性和落地性；全线使用 BIM 设计协同管理平台进行协同设计管理，解决正向三维设计各专业广域网协同、设计进度难把控、设计成本管理难等问题。但正向设计的效率低于传统设计模式，且建设相关报审报规及施工图政府审查需多次三维到二维的转化；地铁领域亟待有影响力的、成体系的快速建模系列软件，提高 BIM 生产力水平，以适应市场对 BIM 设计的需求。

施工阶段，以 BIM 模型为数据基础，以施工阶段采集的工程进度、质量、成本、安全等动态数据为数据驱动，面向业主各职能部门及项目管理需求，结合项目建设的各参与方标准化管理流程和职责对项目建设进行协同管理。但精细化管理对 BIM 数据要求较高，目前由于较高的用户成本和对传统建设管理方式的颠覆性，BIM 模型在建设管理阶段的应用还停留在比较浅的层面，BIM 技术对建设管理的应用场景还有待挖掘。

3.1.1.4 公共建筑

1. 总体情况

在现代城镇化建设的背景下，公共建筑扮演着至关重要的角色。公共建筑不仅是数量最多的项目类型，也是最富有个性化创造的项目类型。传统的粗放式项目管理模式已经不再适用于当今的公共建筑，而 BIM 技术是真正实现精细化管理的重要手段之一。

上海市的公共建筑领域 BIM 技术的应用主要包括设计阶段、施工阶段。在设计阶段，BIM 技术主要用于可行性研究、设计方案比选和建筑性能模拟等方面。在施工阶段，BIM 技术主要用于指导施工、方案模拟和质量安全控制等方面。

2. 应用特色

上海市的公共建筑的 BIM 应用主要根据《上海市建筑信息模型技术应用指南（2017）》指导意见进行 BIM 应用项的选择。指南中共介绍 39 项 BIM 应用，主要涵盖设计、施工阶段，由于公共建筑项目的特点的原因上海市的公共建筑的 BIM 应用主要还是围绕设计与施工阶段，常规应用项详见表 3-1。

表 3-1 公共建筑常规 BIM 应用项

序号	应用阶段	应用项
1	方案设计	建筑性能分析
2		设计方案比选
3		虚拟仿真漫游
4	初步设计	建筑、结构专业模型构建
5		建筑结构平面、立面、剖面检查
6		机电专业模型构建
7	施工图设计	各专业模型构建
8		碰撞检测及三维管线综合
9		净空优化
10		二维制图表达
11	施工阶段	施工深化设计
12		施工场地规划
13		施工方案模拟
14		构件预制加工
15	施工实施	竣工模型构建
16	协同管理平台	协同管理平台

(1) 设计阶段

上海市公共建筑设计阶段 BIM 应用主要采用业主主导、BIM 咨询单位或设计单位实施的模式开展。BIM 应用主要集中于碰撞检测、管线综合、净高分析与虚拟漫游等内容，以及辅助项目各参与方进行方案论证与方案决策等。

在某些公共建筑项目中除上述常规应用外也开展部分创新应用，例如：“TOP 芯联”项目，运用 BIM 技术结合统计学、气候学、光学与声学等基础科学在设计阶段进行气象数据分析、场地风环境绿建分析、建筑能耗绿建分析等分析研究，在满足基本绿建要求的同时辅助方案决策，如图 3-22 所示。

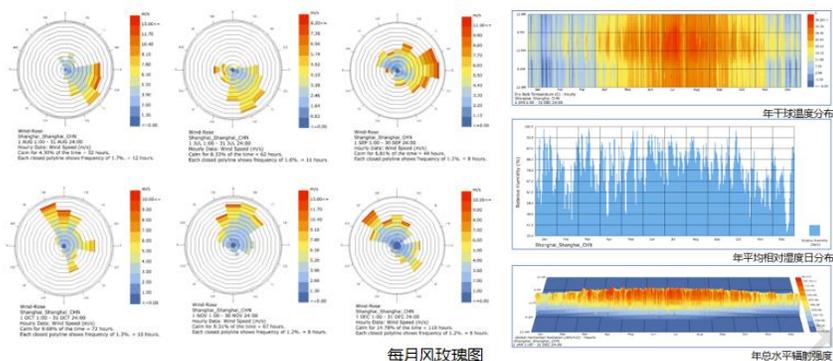


图 3-22 气象数据分析图

此外为了施工阶段能够更好的运用设计阶段 BIM 成果，在“TOP 芯联”项目设计阶段 BIM 实施过程中采用“设计与施工联合深化”的模式进行（即在设计阶段提前让施工深化团队介入 BIM 模型的深化工作），这样的模式不但提升设计模型的质量也保证了设计模型的落地性，如图 3-23 所示。

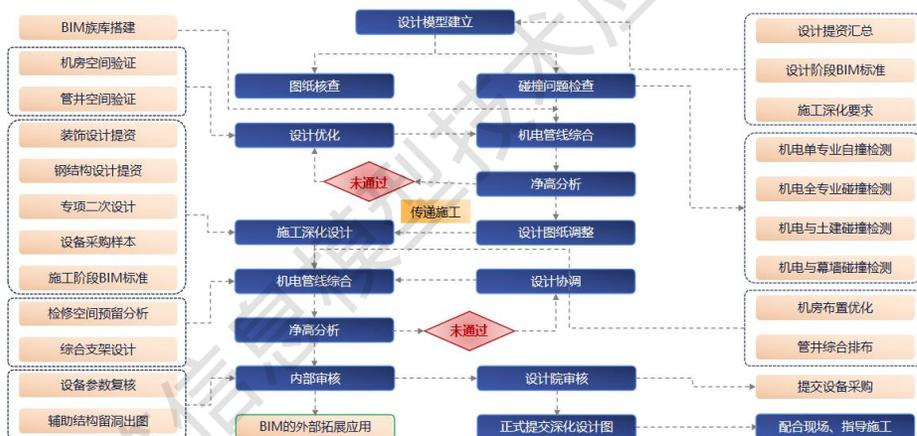


图 3-23 “TOP 芯联”项目 BIM 实施流程图

(2) 施工阶段

施工阶段 BIM 应用的重点在于对设计阶段 BIM 成果的延续，因此在公共建筑项目施工过程中更需要根据各方输入的资料（设计变更、现场签证、深化图纸与设备样本等）不断的更新模型直至项目竣工。所以根据《上海市建筑信息模型技术应用指南（2017）》的指导意见，施工阶段 BIM 应用主要集中于模型的施工深化、模型的过程更新与模型指导施工等工作。

在施工阶段，公共建筑项目的 BIM 应用已逐步从单一性的模型应用转变为多元化的综合应用。通过 BIM 模型提前对各种方案进行模拟，包括场地模拟、节点模拟、运输模拟、施工方案模拟等（如图 3-24 所示），协助各方决策方案的可行

性。这种应用方式可以更好地解决施工中的问题，提高效率和质量，同时降低成本和风险。

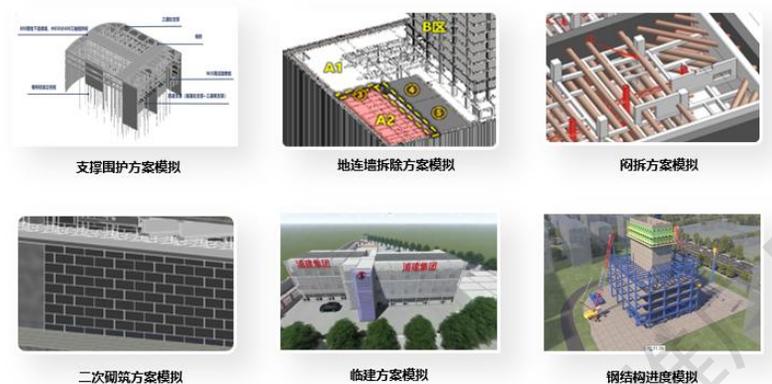


图 3-24 公共建筑项目施工阶段 BIM 应用

公共建筑的施工现场管理是至关重要的一个环节，它涉及到项目的进度、质量、安全等多个方面。为了更好地管理项目，越来越多的公共建筑项目开始尝试使用项目管理平台。在施工阶段，除了基础的模型应用，项目管理平台的数量也越来越多。例如，在“TOP 芯联”项目中，建设单位自主研发的“浦慧通”管理平台被采用（如图 3-25 所示）。通过 BIM 模型与智慧管理的融合，实现对现场的远程监控、无纸化管理、质量安全等内容的精细化管理，从而提高了建筑项目的管理效率和质量。



图 3-25 管理平台功能图

3. BIM 应用成果

上海市公共建筑 BIM 应用已经取得了显著的成果。目前，上海市已经建立了一套完整的 BIM 应用体系，包括 BIM 设计、BIM 施工、BIM 检测和 BIM 运营管

理等方面。在具体的项目实践中，上海市公共建筑 BIM 应用主要体现在以下几个方面：

① 提高了设计效率：通过 BIM 技术，设计师可以在虚拟环境中模拟和优化设计方案，从而提高了设计效率和质量，并减少了设计变更时间和成本。这样，设计师可以不断地将新的想法应用到设计中，以创造更好的设计方案。

② 优化了施工过程：BIM 技术可以帮助施工人员实现施工过程的数字化管理和优化。例如，BIM 技术可以提供施工过程中所需的所有信息，从而使施工人员能够更好地管理施工进度和资源，提高施工效率和质量，并减少施工期间的安全风险。此外，BIM 技术还可以帮助施工人员识别和解决施工过程中的问题，从而使施工过程更加顺畅。

3.1.1.5 市域铁路

1. 总体情况

根据《上海市城市总体规划（2017-2035年）》，上海将形成城际线、市区线、局域线“三个1000公里”的轨道交通网络。2035年上海市城市轨道交通线网中市域铁路将超过1000公里。其中市域铁路机场联络线已于2018年12月获得国家发展改革委批复（《关于上海市城市轨道交通第三期建设规划（2018~2023年）的批复》（发改基础〔2018〕1831号）），并于2019年启动建设。机场联络线线路走向如图3-26所示。



图 3-26 机场联络线概况

机场联络线作为我市第一条自主投资、建设、运营的市域铁路项目，也是国家发改委明确的市域铁路示范项目。具有投资规模较大、技术标准较高、建设工期较长、建设环境复杂、涉及专业繁多、参与单位较多，运维导向建设、全生命

周期管理复杂等特点。结合机场线的工程建设、运营管理和附属资源开发经营，以及对公司的长期发展角度出发，本项目从项目建设伊始策划应用 BIM 技术，采用“业主主导、专业咨询、各方参与”的 BIM 管理模式。即：以业主方为总牵头单位，组织实施 BIM 技术应用工作；专业 BIM 咨询单位辅助业主方制定实施细则、标准体系、管理职责，并对 BIM 技术应用实施全过程的技术指导和过程控制；各参建的勘察、设计、施工、监理等单位按照实施细则和标准体系，提交各自合同范围内的 BIM 模型，并开展相应的应用工作。

2. 应用特色

上海轨道交通市域线机场联络线工程 BIM 技术应用范围包括但不限于全线工程（包括车站、区间、车辆段、主变电所、出入段线、控制中心等）。本项目研究制定 BIM 技术应用实施系列标准，使得各参建方能在统一的标准下建模、应用，规避各阶段成本浪费、信息冲突等风险，实现设计、施工、竣工验收各阶段及各参与方之间的数据无缝整合、资源及成果共享、BIM 模型数据可持续利用。BIM 标准体系架构如图 3-27 所示。

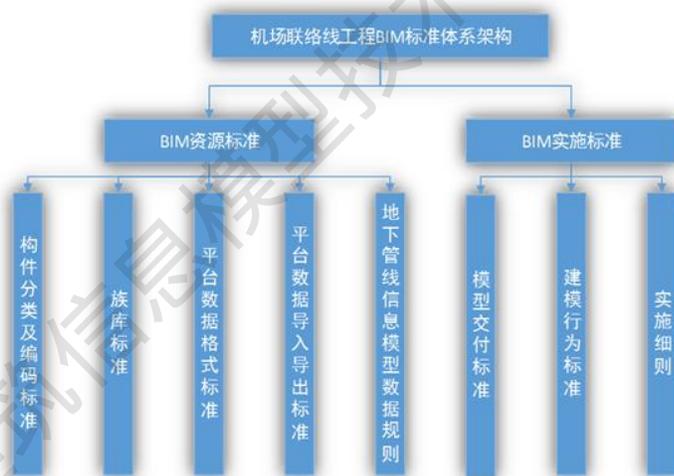


图 3-27 机场联络线工程 BIM 标准体系架构图

针对机场联络线工程建设特点，将 BIM 技术应用结合信息化技术贯穿建设全过程，搭建建设管理信息化平台（包括 BIM 咨询平台），实现各参建方的高效协作和记录项目建设期全过程数据，形成工程数字化资产，为运维移交提供支持。让项目各参建方能在高度可视化的环境下实现协同工作、信息共享和建设过程管理，从而有力地支撑建设方对整个项目的进度、投资、质量、安全等目标的动态控制，辅助管理决策。平台整体架构图如图 3-28 所示。

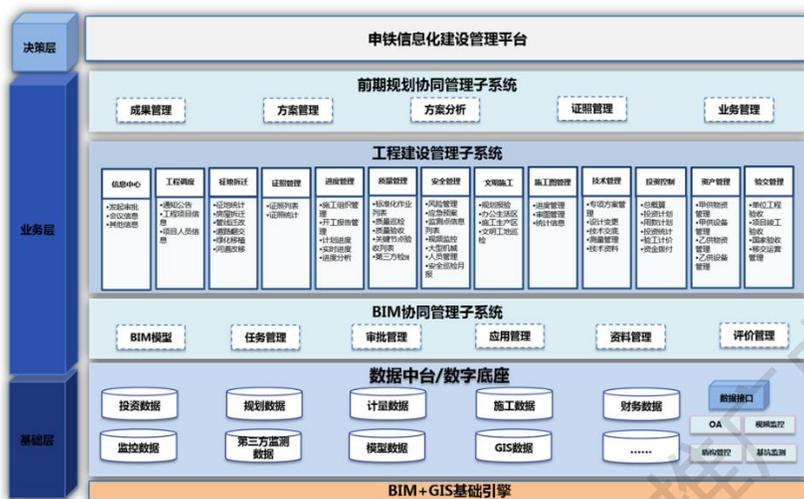


图 3-28 市域铁路建设管理信息化平台架构

(1) 设计阶段

根据建设单位下发的 BIM 系列实施标准要求创建设计阶段模型（含地理信息模型），同步开展优化设计方案、提高设计质量的 BIM 应用工作。建立基于 BIM 的协同设计工作模式，提高设计效率。运用建设管理信息化平台进行方案比选、方案汇报等工作，并对设计阶段 BIM 应用成果进行归档，如图 3-29 所示。



图 3-29 设计成果平台展示

(2) 施工阶段

结合工程设计方案、施工工法与工艺及项目管理要求完善施工图设计模型，形成施工模型。利用施工模型完善施工方案，指导现场施工。并按照建设单位下发的 BIM 标准要求创建竣工验收模型。

机场联络线跨沪渝特大桥连续梁因跨越较多城市道路及河道，周边环境复杂

等特点，运用 Navisworks 及 3Ds max 制作连续梁施工方案可视化模拟，直观地展示新建线路与铁路、高速之间的位置关系。该连续梁采用挂篮法施工，而挂篮位于沪渝高速正上方，最小净空仅 4.16m，经多方论证和有效施工工艺交底，保障了复杂施工方案、工艺的有效实施，如图 3-30 所示。



图 3-30 连续梁施工方案效果图展示与平台展示

通过跨 G50 连续梁施工方案可视化模拟的应用，直观的展示了连续梁挂篮施工的工艺流程，减少了常规汇报及交底过程中的沟通不畅及理解偏差等问题，为涉铁施工安全顺利进行提供了保障，如图 3-31 所示。



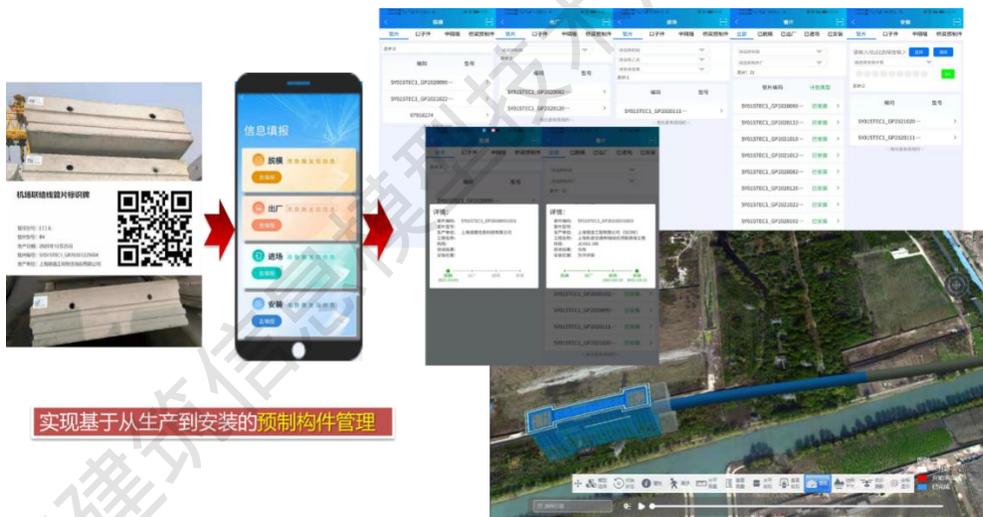
图 3-31 跨 G50 连续梁可视化模拟

此外，各参建方依托平台，以标段为单位在 BIM 三维模型上进行业务数据的关联、录入、审查等工作，实现进度、投资、安全、质量与 BIM 模型的关联和融合，为业主方的项目管理提供了高效的信息化管控手段，提高了项目管理的精细化和实时性，从而提高了项目管控的深度和广度，如图 3-32 所示。此外，项目的参建各方为满足项目管控要求需要提供较多数据，会增加一定程度的工作量，系统在相关数据采集、数据处理等环节均进行用户体验优化，尽可能减轻终端用户操作负担，同时也为参建各方自身的项目管理提供一定的数据及操作支持。



图 3-32 市域铁路建设管理信息化平台项目主页

针对预制构件生产、出厂、进场、安装全流程管控的需求，通过预制构件编码与 BIM 模型关联，整合预制构件厂信息，实时掌控预制构件生产、运输、进度及安装位置等信息，提高施工效率，降低全寿命周期管理成本，如图 3-33 所示。



实现基于从生产到安装的预制构件管理

图 3-33 市域铁路预制构件全过程管理

结合工地现场“人机料法环”全要素监管需求，深入分析施工现场安全质量管控关键点并采用智能化手段采集数据，结合大数据、AI 等技术进行综合分析，实现工地质量安全信息的识别和推送、实时预警等功能；建立企业智慧监管数据库，实现质量安全数据资源化、管理工作流程规范化、管理工作手势统一化；并推送上海市交委建设工程综合监管平台，协助行业管理，如图 3-34 所示。

智慧监管

事件管理 数据大屏

小环境 中环境 大环境 提报件 专项监管

标段: 标段 场景: 场景 要素分类: 要素分类 处置状态: 处置状态 申诉状态: 申诉状态

触发时间: 开始 结束 查询 重置

序号	标段	场景	要素分类	要素名称	事件类型	触发原因	发现方式	触发时间	接收时间	处理时长 (h)	剩余处理时间 (h)	处置状态	申诉状态	智能判定	处置
1	JCXSG-7 标	人员管理	安全穿戴	安全帽未戴	安全帽未戴	图片	视频分析	2023-08-29 16:43	2023-08-29 16:45	0.5	-0.9h (0.9h)	待处置	/	/	🔍 🔄
2	JCXSG-7 标	人员管理	安全穿戴	安全帽未戴	安全帽未戴	图片	视频分析	2023-08-29 16:39	2023-08-29 16:45	0.5	-0.9h (0.9h)	待处置	/	/	🔍 🔄
3	JCXSG-7 标	人员管理	安全穿戴	安全帽未戴	安全帽未戴	图片	视频分析	2023-08-29 10:35	2023-08-29 10:40	0.5	-7h (0.9h)	待处置	/	/	🔍 🔄
4	JCXSG-1 标	人员管理	安全穿戴	安全帽未戴	安全帽未戴	图片	视频分析	2023-08-28 18:11	2023-08-28 18:15	0.5	-23.4h (0.9h)	待处置	/	/	🔍 🔄
5	JCXSG-1 标	人员管理	安全穿戴	安全帽未戴	安全帽未戴	图片	视频分析	2023-08-28 17:43	2023-08-28 17:45	0.5	-23.9h (0.9h)	待处置	/	/	🔍 🔄
6	JCXSG-1 标	人员管理	安全穿戴	安全帽未戴	安全帽未戴	图片	视频分析	2023-08-28 17:14	2023-08-28 17:15	0.5	-24.4h (0.9h)	待处置	/	/	🔍 🔄
7	JCXSG-1 标	人员管理	安全穿戴	安全帽未戴	安全帽未戴	图片	视频分析	2023-08-28 17:12	2023-08-28 17:15	0.5	-24.4h (0.9h)	待处置	/	/	🔍 🔄
8	JCXSG-7 标	人员管理	安全穿戴	安全帽未戴	安全帽未戴	图片	视频分析	2023-08-28 16:21	2023-08-28 16:25	0.5	-25.2h (0.9h)	待处置	/	/	🔍 🔄

共 21366 条 1 2 3 4 5 6 ... 1070 > 20条/页 前往 1 页

图 3-34 市域铁路智慧监管

3. BIM 应用成果

随着项目的顺利推进，各参建单位根据工程重难点相继筹划相关 BIM 应用，并在经济效益上体现出较好的效果。BIM 技术的应用能够使各参建单位资源得到合理利用，控制和规避施工进度、质量、安全风险等，减少不必要的工期延误，返工、窝工等人、机费用的浪费；可有效地提高工程效率、减少失误、节省资源，使各参与方都能获益。此外，可合理降低和有效控制工程建设整体投资，提高项目管理手段。

目前，随着机场线项目的常态化使用，机场线项目使用的各个模块均展现出较好的经济效益，投资控制验工计价效率提升 40%。投资计划、投资统计与进度计划、实际进度实现有效联动，实现了实时的产值自动化计算，统一了统计口径，对实际进度的把控精准度及实时性有效提升，同时规避了大量统计工作。质安管理实现现场检查的全过程问题闭环处理，通过移动端便捷操作，使得现场质量、安全问题的发现、处理以及跟踪整体效率提升，处理过程全程透明、可追溯。风险源的激活休眠状态支持进度实时计算激活、条件验收计划激活，多维度提高风险源管理的时间精准度，实现精准预报，可以为风险管控预留充足时间。进度管理进度填报相较于传统纸质方式效率提升 60%，且一次填报多次复用，有据可查。计划进度与实际进度均可在模型场景实时、动态显示，实现建设过程的可视化。

3.1.1.6 机场工程

1. 总体情况

(1) 政策背景

2017 年和 2019 年，习近平总书记两次莅临北京大兴国际机场，对机场建设工作作出重要指示，提出了打造“精品工程、样板工程、平安工程、廉洁工程”，建设“平安机场、绿色机场、智慧机场、人文机场”的要求，由此为中国机场未来发展指明了方向。为贯彻落实习近平总书记关于建设四型机场指示要求，加强顶层设计，更好推进四型机场建设，民航局于 2020 年 1 月出台了《中国民航四型机场建设行动纲要（2020-2035 年）》。2020 年 11 月，《四型机场建设导则》（简称《导则》）发布，明确了四型机场的建设目标、基本原则、建设要点和实施步骤，指导国内各机场开展四型机场建设。

2021 年 11 月，民航局印发《关于打造民用机场品质工程的指导意见》，《意见》中明确了民用机场品质工程的定义内涵，将“以人为本、优质安全、功能适用、绿色低碳、智慧高效”作为目标和成果，要求通过“推进管理过程智慧化”等现代工程管理手段，推行“智慧工地”建设，推广贯穿全生命周期的信息模型应用，促进机场工程实现数字驱动、生产智能、管理智慧、运行顺畅。

2022 年 1 月，民航局印发《“十四五”民用航空发展规划》，提出聚焦行业重大需求、发展瓶颈和科技前沿，建成支撑民航高质量发展的科技引领体系，加强关键技术攻关和自主创新产品应用，加快构建高水平民航科技创新体系；“出行一张脸、物流一张单、通关一次检、运行一张网、监管一平台”等智慧民航新形态加快形成。

(2) 浦东机场四期工程概况

浦东机场四期工程是上海国际航空枢纽建设的关键性工程，也是本市“十四五”规划纲要明确实施的重大工程，对推动长三角高质量一体化发展和上海国际航运中心建设具有重要意义。其中，于 2022-2025 年实施的南区地下交通枢纽及配套工程是浦东机场四期工程航站区工程的地下部分，将成为实现多条轨道交通换乘的重要载体。浦东机场四期工程建成效果图如图 3-35 所示。

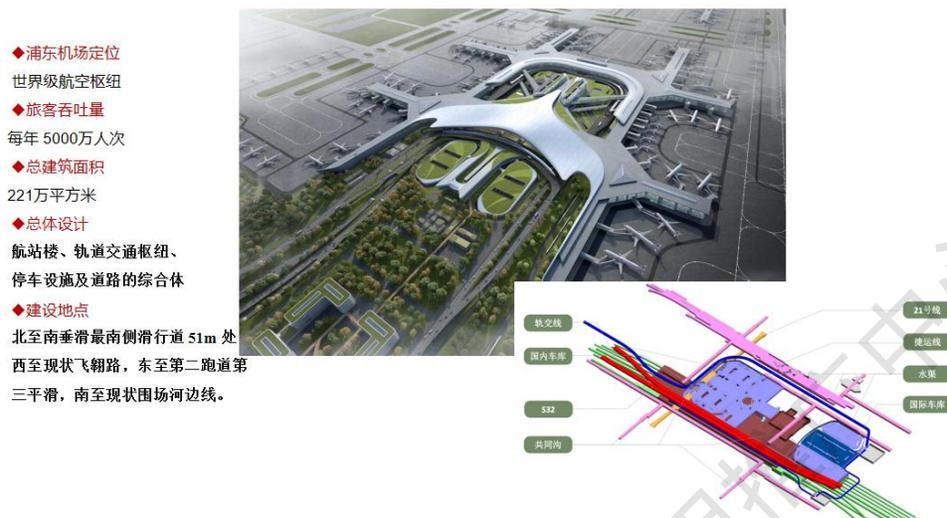


图 3-35 上海市浦东机场四期工程

为深入贯彻落实习近平总书记关于打造“四个工程”、建设“四型机场”重要指示精神和国务院《“十四五”数字经济发展规划》，持续推进机场建设高质量高水平发展，全力推动民航强国战略和机场建设管理现代化、数字化建设，上海机场集团通过在浦东机场四期工程建设过程深度开展数字化应用实践与创新，以期实现“数字建设、智慧赋能”总体目标，推进建设全过程数字化管理、建设数据赋能工程实施，为超大规模机场的数字建设提供示范性应用，为树立中国智慧机场建设品牌提供支持。

2. 应用特色

为保证该超级地下工程的顺利建设与安全、高效施工，本工程深入开展 BIM 研究与应用，以浦东机场 T3 航站楼地下工程建设为依托，紧密围绕工程管理实际需求，着眼于该工程建设中 BIM 应用的难点、痛点，提出了“数字建设，智慧赋能——超大工程全流程、工序级、分层式数字建设体系”。

通过对 BIM 体系的研究与应用，切实为本工程实施提供了数字化管理思路，相关成果已在该工程进行应用和推广，进而促进该工程建设进一步提质增效。

本工程 BIM 应用的亮点主要有三方面：（1）项目报批、方案设计、初步设计、施工图设计、施工招标、建造交付的全建设期模型一体化管理；（2）深入到工序层级的数字化管理，具体表现为从 BIM 模型发起，进行建设过程管理动作拆解，下沉到包含编码的施工工序，使进度、质量、安全、投资管控数字化、精细化；（3）本项目的 BIM 管理平台并非采用业主或者施工单位提供一个平台的方式，而是充分发挥各参建单位自己的平台能力，集各家所长，根据管理角色进行分层式设

计，建立了独创的“1+3+N”数字管理平台架构，如图 3-36 所示。

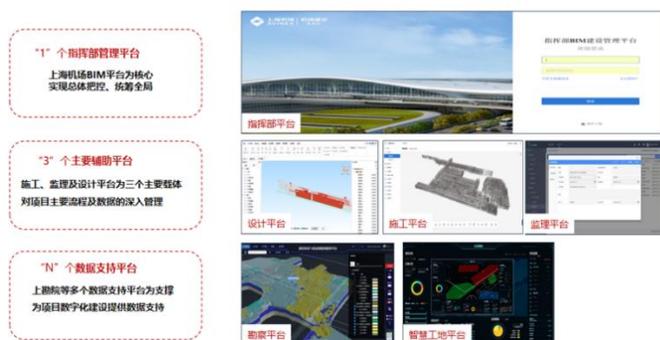


图 3-36 “1+3+N”数字管理平台群体系

目前，本工程 BIM 体系已经形成一套应用标准，并在桩基工程、地墙围护工程施工中进行应用。

（1）勘察阶段

1) 勘测水土风险一体化 BIM 模型分析

本项目为滨海特大超深地下工程建设，工程地质、水文地质以及地下构筑物等地下赋存条件的精细化表达对于设计施工方案及过程分析管控具有重要作用。本项目勘察阶段涉及勘探孔数量众多、地下水位空间形态复杂、多时序地下管线组成繁多，基于 BIM 技术的精细化大尺度三维地质建模方法，读取勘察成果数据，通过克里金法、距离倒数加权法和尖灭地层生成方法、轻量化地层模型整合技术、长短孔地质模型生成技术和 Revit 自适应模型技术，快速建立在建工程场地三维几何模型，如图 3-37 所示。同时通过模型完整读取地层参数、地质风险信息，形成标准化的地质信息模型，为本项目设计、施工过程风险分析防控奠定基础。

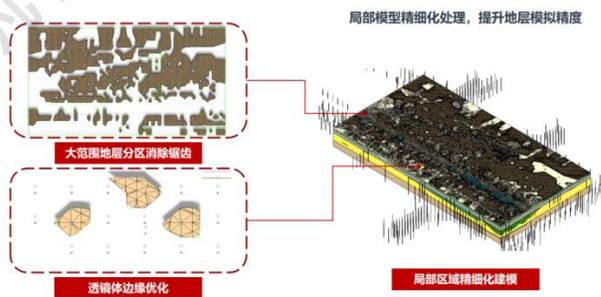


图 3-37 基于 BIM 的精细化大尺度地质建模方法

开发建立基于 BIM+GIS 的勘测数字化平台，实现勘察阶段全过程信息数字化存储与入库。通过勘测信息的集成表达与全寿命周期数据共享，推动数字资产管理体系统作，为本工程设计、建设与后期运维提供基础数据源，支撑各类分析工

作开展。

在勘测基础数据全面数字化表达的基础上，勘察数字平台提供基于数字地质模型的三维专业分析应用。平台将提供基于数位数字工程地质模型的地层、勘探孔、地层、地下水信息查询功能；并且，基于地质信息模型携带的属性数据，可提供勘探孔属性与分层信息查询、地层信息与钻孔分层信息查询功能，为施工阶段深基坑开挖联动分析提供三维数字地质要素数据源。

对水文勘察工作全过程信息进行数字化集成，涵盖水文井点信息、水文试验信息、环境变形信息等要素，集成水位、流量传感器实时监测数据，实现水文勘察全过程数字化应用。通过 BIM 技术应用实现水文信息的全面三维数字化表达，为设计、施工阶段深基坑风险分析与管控提供三维数字水文勘察要素数据源。

通过对勘察阶段管线物探成果与既有管线档案及新建管线设计成果数据的数字化表达与集成，实现工程地下管网的全面数字化管理，确保地下管线模型能准确表达，支撑地下管网信息统计分析，并为本工程设计、建设与后期运维提供管线信息基础数据源。

(2) 设计阶段

1) BIM 驱动超大项目设计协同

由于机场项目的参与方众多、项目信息数据量巨大、项目设计技术要求高、项目沟通途径多样、项目信息无法实时共享等现状，利用 BIM 技术开展数据共享和协同设计，把项目的设计过程和项目管理结合起来，通过各专业设计人员的协同设计、项目管理人员的文档管理、以及与项目外部协作方的项目文档共享，建立集成设计和协同工作的信息系统来提高机场项目的设计质量和效率，整体模式如图 3-38 所示。平台采用项目级的管理实现项目角色权限及协同设计过程中的文档受控管理；采用文件与流程状态挂接，灵活设定流程及审核人，实现设计文件在线协同校审并留存校审过程意见，提高协同设计过程效率，缩短设计周期。

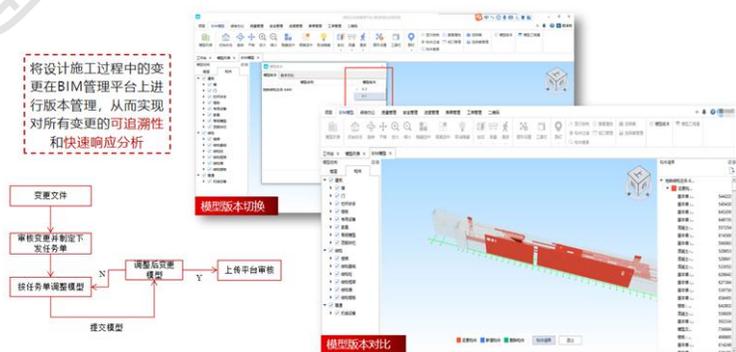


图 3-38 面向 BIM 的协同设计

2) BIM+装配式设计

结合国家及地方对新建建筑装配式要求，对南下地下工程设计中对楼梯区域（约 196 处）进行装配式楼梯设计。在设计过程中利用 BIM 参数化建模方法创建 PC 构件族，以其独特的可视化、可模拟化特点对装配式楼梯进行模拟拼装，小到一个螺丝、大到一个构件都可以进行模拟，并提前发现设计问题，后期指导施工现场安装施工，为现场施工节省了大量的时间，避免因设计问题进行施工返工，提升了效率，保障了整体施工质量，如图 3-39 所示。

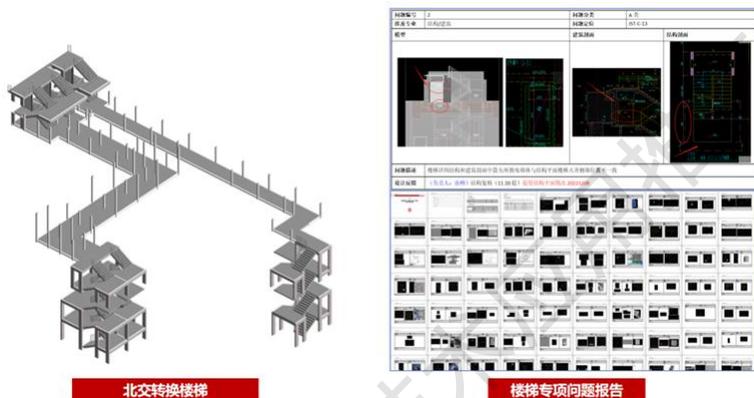


图 3-39 BIM 管线综合与参数化设计

(3) 施工阶段

1) BIM 驱动混凝土物料数字化管理

针对混凝土物料管理中的痛点以及各方管理需求，本研究基于信息化管理平台，开发一套适用于桩基工程阶段的混凝土全过程信息化管理系统，包括基于 BIM 模型自动创建桩基台账、线上下料发料、扫码签收/转料/退车混凝土、后台数据多维度统计等。

2) BIM 驱动施工工序数字化管理

针对超大型航站楼项目的建设，数万根桩基数量的施工面临着施工流程复杂、工序繁多、工期长的特点，本项目在工程策划阶段，通过与现场技术部门、质量部门、材料部门等各方进行讨论，结合项目的分部分项管理单据，将整个桩基施工流程固化为工序和数字表格的形式，按照工艺节点拆分阶段，再在每个阶段中明确工艺步骤，确认所有相关方职责及填写数据，最终汇总成施工管理记录表，记录下施工过程的所有数据。

3) 关联 BIM 模型的施工过程质量监督

建筑工程在施工过程中工序复杂、参数要求多，通过 BIM 模型，将设计参数

同监管任务一起派发给一线监理人员，明确各个阶段的施工内容、管控要点及参数要求，可为通过数字化工具实时管控施工过程和记录工程质量管控数据提供高效工具，在保证施工质量有效管控的前提下节省大量人工，并把质量管控数据集成到 BIM 模型，为竣工交付和后续运维提供模型支撑，如图 3-40 所示。



图 3-40 BIM 驱动现场监管管理

3. BIM 应用成果

目前国内对于特大型机场地下工程的完整数字建设体系的打造暂无标准范例。本项目在建设实施工程中以濒海复杂地层特大枢纽型地下工程高效化、精细化管理需求为导向，通过系统研发形成覆盖报规、勘测、设计、建造、监理、档案与资产的数字化建设体系和关键技术体系，为项目管理进行全方位数字赋能，提高整个工程建设的数字能力，进而全面提高 BIM 应用的深度和广度。整体成果如图 3-41 所示。

通过构建浦东机场地下空间数字模型，搭建浦东机场地下工程数字管控系统，全面提升机场项目数字化管理能力。通过实名制闸机、帽贴等技术手段，形成了对现场人员的精准化网格化管理，有效解决了现场人员管理混乱；通过全部流程线上化，实现了建设单位对设备使用、主要物料、施工进度等精准把控，减少工程现场管控记录及后台数据分析工作量 70%，提升验工计价工作效率 55%；通过在场各工区安装扬尘监测设备，有效的规范了现场的文明施工，现场环境合格率提高了 10%。

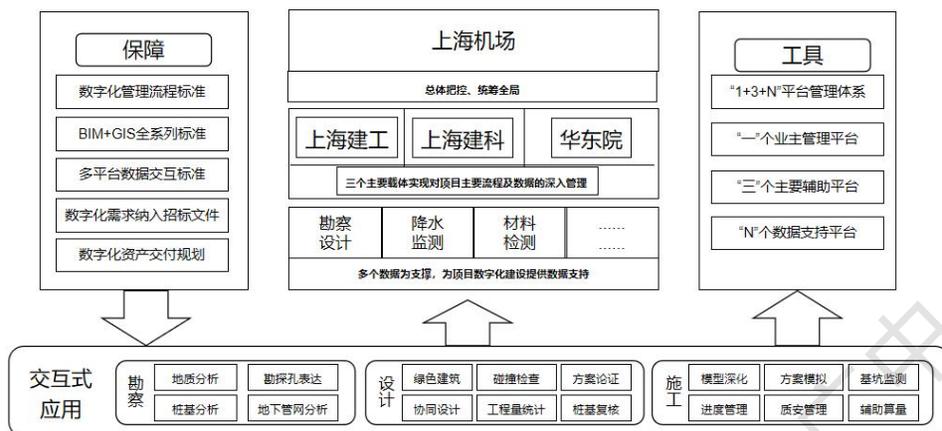


图 3-41 “打造数字孪生 建设智慧枢纽”——浦东机场 T3 航站楼地下工程数字建设

3.1.1.7 重大工程建设 BIM 应用展望

BIM 技术目前已在重大工程的建设过程中得到了广泛的应用，在提升设计施工质量、保障工程安全施工、数据信息协同等方面取得成效。未来 BIM 将与新的信息通信技术、计算机技术结合，为重大工程的建设管理带来更智慧化的提升。主要分为以下几个部分：

① 智慧规划设计。结合人工智能技术，输入规划限制条件和设计边界，自动返还多个规划方案，并实现快速规划模型建立，为规划方案比选提供更方便快捷的环境。

② 数据无缝传递。构建行业数据标准格式，打通不同软件间的壁垒，实现设计向施工，施工向运维的无缝数据移交，真正形成数字资产，打造数字孪生城市。

③ 实现基于 BIM 技术的全生命期数据共享和信息化管理。基于重大工程项目的精细化、标准化管理需求，积极挖掘 BIM 技术应用价值，结合工程总承包、全过程咨询、建筑师负责制、工程使用集成项目交付（IPD）等新型生产组织方式，以信息化应用重塑项目管理流程，实现传统的经验管理向科学管理、流程化管理的转变，有效增强企业的核心业务管理能力。

④ 建立 BIM 应用评价体系。建立科学合理的 BIM 技术应用评价体系，定期收集各项目可用于评价的指标，逐步形成相应的指标体系、评价标准和评价模型，服务后续项目规划投资建设。

此外，随着 BIM 技术的推广应用，将进一步推动 BIM 在法律制度和知识产权方面的认证。

① 明确 BIM 成果作为设计施工的法律效力。推动行业监管部门承认 BIM 模型

和图纸一样作为具备法律效力的设计和施工依据，推进电子档案的归档与接收，真正将 BIM 模型作为数据存储的一种方案。

② 对数字资产进行确权。推动行业对 BIM 模型及基于 BIM 模型数据进行二次使用加工生成的新数据的相关权利归属形成广泛共识。随着数据加密技术的发展，对交付成果进行加密，保护数据知识产权。

3.1.2 城市基础设施运营 BIM 应用

2022 年 7 月 12 日，上海市人民政府办公厅印发《上海市数字经济发展“十四五”规划》(以下简称“规划”)的通知，规划明确提出要建设智能城市，发展数字孪生城市新形态，重点推广 BIM、GIS 等技术，发展万物互联、虚实映射、实时交互的数字孪生城市。打造城市管理智能体，鼓励运用数字技术构筑城市生命体的“眼(感)、脑(知)、手(用)、脉(传)”，推进人工智能核心技术的全栈演进，打造前沿技术融合创新、示范应用集中展示、多方主体参与的城市级产业生态平台。《上海市进一步推进建筑信息模型技术应用三年行动计划(2021-2023)》中也规划了探索建立 BIM 技术的超大城市建筑物精细化管理体系。2022 年，BIM 在城市基础设施运营方面继续发挥积极的作用，为助力上海智能城市建设奠定了坚实的基础。

3.1.2.1 道路工程

1. 总体情况

“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要明确提出加快交通、能源、市政等传统基础设施数字化改造，加强泛在感知、终端联网、智能调度体系建设。交通运输部《数字交通“十四五”发展规划》要求，提升交通运输基础设施运行效率和运输服务品质，让数字交通发展成果惠及人民。交通运输部《“十四五”公路养护管理发展纲要》要求坚持转型升级，注重科技创新与公路交通发展深度融合，全面提高公路养护管理效能。

运营团队可以应用 BIM 技术建立道路工程的数字模型，进行设施设备的精细化管理、维修养护计划制定、多维运营管理场景和性能评估等工作。BIM 可以提供工程的全生命周期管理支持，帮助延长工程的使用寿命并提高运营效率。

2. BIM 应用点及价值

(1) 设备管理与维护：

BIM 可以用于建立工程的数字模型，其中包含了设备的详细信息和位置。通

过 BIM 技术，运营管理团队可以对已完工程的设备进行全面管理，包括设备的维护记录、维修计划和更新需求，从而提高设备的可靠性和延长使用寿命，如图 3-42 所示。



图 3-42 闵浦三桥全生命周期运维平台设施设备评价

(2) 数据集成与分析：

BIM 可以整合和分析多源数据，如结构监测数据、维护记录、环境监测数据等。通过数据集成和分析，运营管理团队可以获取全面的桥梁运行状态，并发现潜在的问题和风险，从而制定有效的维护和修复计划，提高桥梁的安全性和可靠性。

(3) 结构性能评估：

利用 BIM 技术和结构分析工具，可以对工程结构的性能进行评估和模拟。运营管理团队可以通过建立工程的数字模型，在虚拟环境中进行结构分析、负荷模拟等，评估工程主体如桥梁主体结构的强度、稳定性和疲劳性能，从而及早发现结构问题，并制定相应的维修和加固策略。

(4) 运营过程优化：

BIM 技术可以帮助运营管理团队优化运营过程，提高工作效率和资源利用率。通过 BIM 技术，可以实现可视化的运营，帮助运营团队识别瓶颈和优化机会，改进工作流程和调度计划，从而提高运营管理的效率和效果，如图 3-43 所示。



图 3-43 闵浦三桥运维平台养护管理

(5) 智慧防灾决策：

基于 IOT、BIM、大数据算法等搭建智慧防灾系统，实时监测隧道运行数据，一旦超限自动发生警报，基于大数据算法，预测交通量和隧道环境，联动风机运行控制系统，给出风机开启建议。当发生火灾时，在三维场景和断面图上动态模拟火灾过程温差云图，对火灾态势评估，实现秒级响应，可以大幅提升长大隧道灾害响应速度，降低灾害风险，同时提供三维可视化的隧道场景及疏散预案查询，帮助管养人员快速学习与日常演练，如图 3-44 所示。

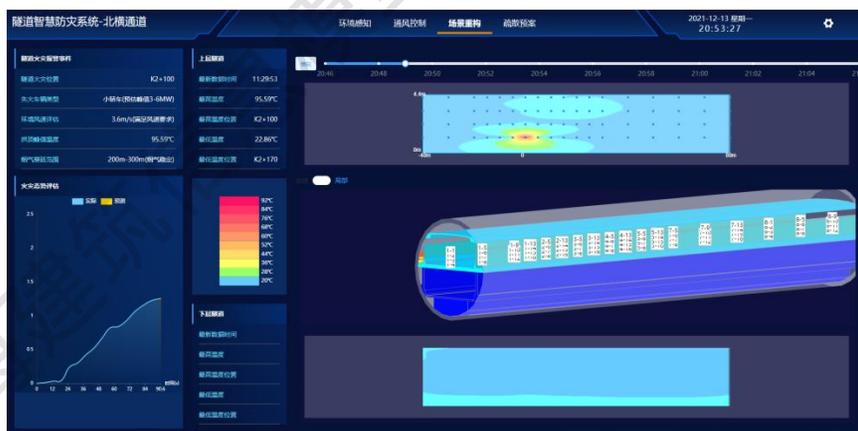


图 3-44 智慧防灾系统场景重构模块

(6) 可视化沟通：

BIM 可以提供可视化模型和数据展示，为运营管理团队提供直观的沟通工具和决策支持。通过 BIM，团队可以将复杂的运营数据和信息以可视化的方式展示，便于沟通和理解，从而促进团队之间的协作，加强与利益相关者的沟通，支持决

策的制定和执行。

3. 数据与信息难点和解决方案

BIM 技术给城市道路工程的运营管理中带来了许多益处，但同时也存在一些难点和痛点，尤其是在数据与信息层面上，带来了新的课题。下文对此进行探讨并根据实践提出一些解决方案。

(1) 数据整合与更新难题

BIM 应用于城市道路工程的运营管理时，数据整合和更新是一大挑战。运营管理需要涉及各种数据，包括结构、施工、维护记录等。这些数据通常来自于不同的来源和部门，可能以不同的格式和标准存在。将这些数据整合到一个统一的 BIM 模型中，并保持数据的准确性和实时性是一项复杂而困难的任务。

解决方案：

1. 制定数据标准：建立统一的数据标准，明确数据的格式、命名规范和更新频率，确保不同部门和来源的数据能够无缝集成。
2. 数据自动同步：利用数据接口和自动化工具，将各个数据源和系统与 BIM 模型进行连接，实现数据的实时同步和更新。
3. 数据管理中台：建立一个集中的数据管理系统，用于存储、管理和更新各类数据，提供便捷的数据访问和共享平台。

(2) 信息传递与沟通困境

在城市道路工程的运营管理中，涉及到多个团队和部门之间的协同和沟通。不同团队可能有不同的工作方法和软件工具，造成信息孤岛和沟通障碍。同时，及时准确地共享数据和交流信息也是一个挑战，特别是在运营管理的紧急情况下。

解决方案：

1. 统一平台和工具：建立一个统一的协同平台和工具，促进不同团队之间的协同工作和信息共享。BIM 可以作为一个共享平台，提供实时数据和信息的交流和共享。
2. 协同培训和沟通机制：提供培训和支持，确保团队成员熟悉并能有效使用协同工具。建立定期的沟通机制，促进团队之间的交流和协作。
3. 可视化和实时监控：利用 BIM 技术和数据可视化技术，实时监控工程的运营状态和维护需求，及时通知相关团队和部门，提高响应和决策效率。

(3) 数据安全和隐私问题

在城市道路工程的运营管理中，涉及到大量的数据和敏感信息，包括结构设计、设备维护记录等。确保这些数据的安全性和隐私保护是一个重要的挑战。数据泄露、未经授权的访问以及恶意攻击等问题可能会对桥梁的运营和管理带来严重影响。

解决方案：

1. 数据加密和权限管理：采用数据加密技术，确保数据在传输和存储过程中的安全性。同时，建立严格的权限管理机制，控制对数据的访问和操作权限。
2. 安全审计和监控：建立安全审计和监控机制，对数据访问和操作进行监测和记录，及时发现异常行为并采取相应的措施。
3. 培训和意识提升：加强团队成员的安全意识培训，教育他们关于数据安全和隐私保护的重要性，并提供相关的安全操作指南和流程。

4. 总结与展望

BIM 技术的应用为城市道路工程的运营管理带来了许多益处，但同时也面临一些痛点和难点。通过制定数据标准、建立协同平台、加强数据安全等措施，可以解决这些问题，从而提高城市公路道路的运营管理效率和质量。随着技术的不断发展和经验的积累，BIM 应用将为城市基础设施的运营管理带来更多的机遇。未来，BIM 数据将与 CIM 平台数据互联互通，助力城市实现智能化管理和可持续发展，并为城市规划、政府机构、城市运营管理者 and 居民提供全面的城市信息和决策支持。

3.1.2.2 水务工程

1. 总体情况

近年来，随着上海市水务工程建设进程的加快，各类自来水厂、污水处理厂提标改造工程快速推进，一批自来水厂、污水处理厂项目建成并移交运营。在各类水厂项目实施过程中，建设方通过数字化技术手段开展设计、施工全过程 BIM 技术应用，有效提升了水务工程建造管理能级，并且基于 BIM 的数字化交付成果为后续运营管理提供了可靠的数字基底。然而如何充分利用好建设工程期间的各阶段 BIM 成果，更好地通过数字化技术提高水厂运营管理效率，从而有效提升水厂运营安全保障能力和低碳运营水平是摆在水务运营企业面前的一大问题。

基于 BIM 技术的运营管理是以数字化交付的 BIM 模型为基础，通过充分了解

水厂管理业务以及生产过程中精细化管理的相关诉求、水平和现状，围绕企业管理需要，融合 GIS 技术、IOT 技术、AI 技术，构建标准规范体系、信息管理系统、智能感知系统、综合业务应用系统，建设智慧水务厂站运营管理平台，实现智能感知、管理动态、决策科学、业务协同、平台集约、信息共享，支撑水厂管理向精细化、协同化、科学化与智能化发展，保障水厂安全、优质运营，提高水厂运管业务的管理、决策与服务水平。

伴随着水务工程中 BIM 技术的逐步应用和推进，BIM 技术在上海市的水务生产运营场景中也得到进一步应用。长桥水厂、泰和污水处理厂等部分水厂在项目竣工移交运营后，打造了基于 BIM 技术的运营管理系统，充分提高了运营厂的数字化管理水平，支撑了公司管理目标的实现，为企业未来的数字化发展战略奠定了基础。

2. BIM 应用点及价值

通过工程建设期的 BIM 应用及协同管理平台，以模型+数据库的形式形成初始化数字化交付成果移交至运营单位，运营单位接收后，围绕 BIM 模型进行包括数据清洗、数据转换、数据分离、简化三角网、模型拆分对象、删减子对象、模型切分、相似对象提取、图元合并、LOD 提取与轻量化、BIM 模型轻量化服务等工作，从而形成数字孪生运维管理平台数据底层。通过对 BIM 模型数据进行结构化处理以及模型可视化渲染，构建出可供水厂运营期使用的包含 BIM 模型、倾斜摄影多源数据的三维可视化管理平台，实现从水厂到设备构件的“一镜到底”。目前，该平台已在泰和污水厂、长桥污水厂等项目上进行应用。

(1) 厂区运营实时动态监控

通过构建基于 BIM 的运维管理系统，建立功能池体的三维立体模型，并融合实时生产数据（如池内回流量、液位、气体参数、水质参数等）和静态设备信息，将污水厂区内的设施设备运行情况进行可视化呈现，实现了对工艺过程的实时监控，使管理人员能更加全面、准确、快速地掌握现场情况，如图 3-45 所示。

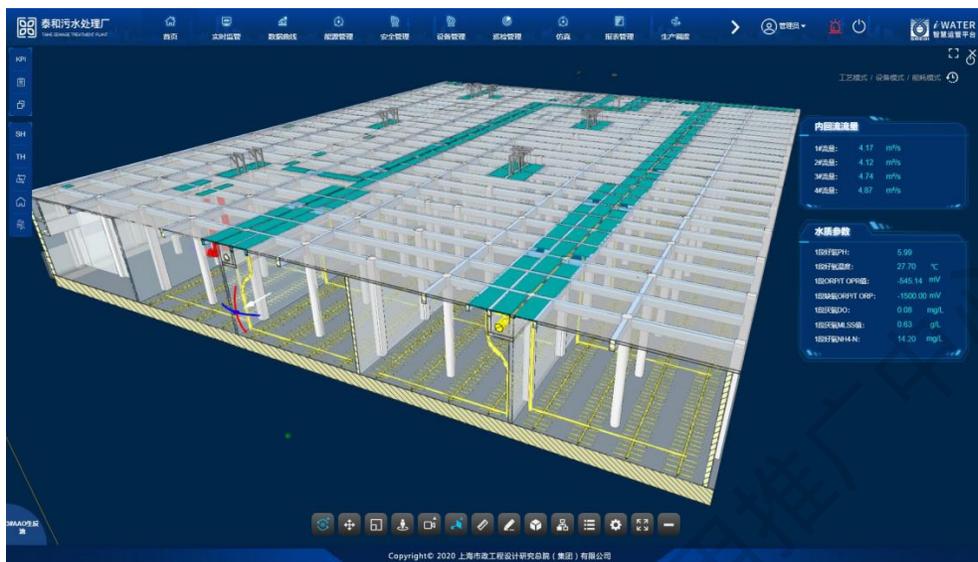


图 3-45 污水厂内池体运行可视化展示

(2) 厂区设备管理及维护

通过充分利用设计、施工阶段形成的 BIM 模型，将水厂的 SCADA（数据采集与监视控制系统）实时运营数据和 BIM 运维管理平台进行数据对接，实现了水厂设备的数字信息化管理及维护。通过 BIM 运维管理平台的设备管理系统，拓展了基于数字化的设备实时数据统计分析、基于统一编码的设备信息综合查询管理等功能以及厂区内设备、管线运维的过程信息可视化留痕等功能，实现水厂设备资产的全过程管控以及水厂的智能化管理、智慧化维护，如图 3-46 所示。



图 3-46 V 型滤池设备登记卡可视化展示

同时，通过基于 BIM 的运维管理系统，实现了设施设备台账的数字化管理，

促进了厂区设备管理数据的标准化和统一化，极大地方便了管理人员提取、查询、统计相关设备信息，提升了设备管理的效率，如图 3-47 所示。

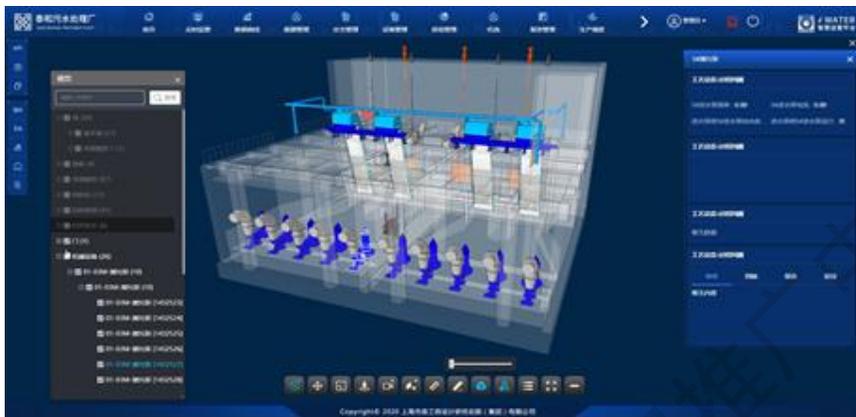


图 3-47 基于 BIM 的设备信息可视化

在设施设备台账数字化管理的基础上，泰和污水处理厂还实现了设施设备维护的数字化，譬如污水处理构筑物加盖后内部形成了高湿度、高腐蚀的恶劣环境，这样的环境会对构筑物造成一定程度腐蚀。而污水行业对构筑物腐蚀情况缺乏深入地、连续地跟踪，无法及时发现腐蚀带来的隐患，利用 BIM 管理模型中自带的建筑基础信息，并融合导入现场的实测数据，可以对相关腐蚀情况进行精准评估，为腐蚀趋势预测提供数据支撑；此外，污水厂的设备都是安装在封闭的构筑物之中，很多设备在维修时都需要拆除维修，传统维修时需要交叉查询各专业多张图纸才能确定维修方案，现如今使用 BIM 模型，可以通过直接测量、刨切、分解 BIM 模型准确掌握设备在构筑物中的安装位置、构筑物自身尺寸和内部结构，从而大大提高设备检修方案制定的准确性和高效性，如图 3-48 所示。

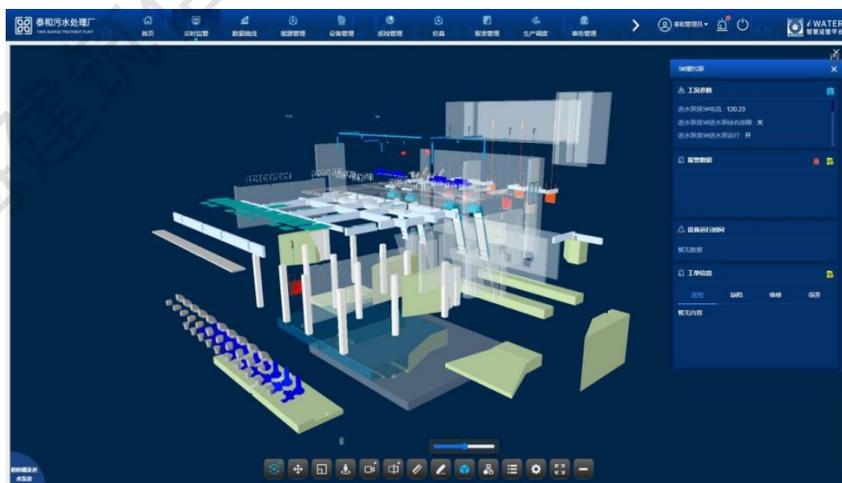


图 3-48 BIM 模型测量、刨切、分解

(3) 厂区安全运营管控

在传统安防系统之上，充分应用厂区 BIM 模型，并融合高精度室内定位技术、物联网技术，通过人员手持智慧终端，实现了厂区人员身份确认、位置查询、人员运动轨迹回放、安全进入权限管理、危险区域管理等智慧化功能，开创了厂区安防管理的新模式。该模式将整个厂区按照危险等级划分为红、橙、黄三种颜色区域（黄色区域为专业持证人员方可进入的限定区域，如变电间；橙色区域为检修区，由相关施工人员及管控人员进入；红色区域为重大风险区，为危险作业场所），并对不同的人员设置不同的进入权限，当工作人员进入非权限允许区域时，进行自动报警，从而实现了整个厂区安防的自动化管控，如图 3-49 所示。



图 3-49 基于 BIM 模型的厂区人员安防定位管控

3. 总结与展望

水务工程建设期形成的工程数据和 BIM 竣工模型，为后期运营提供完备的数据基础。通过信息高度集成的可视化运维平台对水厂当前运行情况进行整体监测和控制，并融合物联网、大数据、云计算等新一代数字化手段，构建了基于 BIM 的水务工程运营管理平台，一定程度上促进了智慧水务建设进程，树立了上海智慧水务的新标杆。

在水厂等设施运营期尝试使用基于 BIM 技术的运维管理平台进行数字化管理，使得水务工程全生命周期管理体系得以健全。水厂的 BIM 运维系统，通过规范的 BIM 标准、平台管理和协同机制，盘活原有的模型和数据，针对不同类型的数据制定切实可行的应用方案论证，并与实际生产运管要求相结合，辅助管理决策，提升信息化、数字化管理水平，在满足企业在水厂运营期不同的业务管理需求的同时，能够实现平台的高效复用，并促进各项运维业务的标准化和统一化管理，最终有效降低系统运营管理成本，具有较大的经济效益和社会效益。

目前 BIM 技术在水务运营板块的应用还仅局限在自来水厂、污水处理厂等厂站类设施中，对于较多的城市地下管网设施的信息模型构建与管道维护，BIM 技术仍有较大的应用前景。

BIM 技术在后续的水务运营中应用，可以考虑通过将各类城市水务智慧调度系统与 BIM 数字化管理平台进行数据对接，建立基于 BIM 可视化的数字孪生水务运维管理平台；还可以充分融合物联网、大数据、人工智能、虚拟现实、增强现实等先进信息技术，继续探索如何充分利用数字手段，助力水厂、泵站、管网实现更全面的感知、更科学的决策、更优化的控制和更及时的应对，从而大幅提升水务运维工作的智慧化水平。

3.1.2.3 环境工程

1. 总体情况

“十四五”规划指出要加快环境行业数字化发展，加快生态文明体制改革、推进绿色发展、建设美丽中国的战略部署，以数字化助推运营和监管模式创新，逐步建立完善环境基础设施智能管理体系。上海市发布“无废城市”建设工作方案，指出要牢固树立和践行“绿水青山就是金山银山”和“人民城市人民建，人民城市为人民”的重要理念，聚焦减污降碳协同增效，统筹城市发展与固废管理，加快推进固废治理体系和治理能力现代化。到 2025 年，本市固废产生强度稳步下降，资源化利用体系显著优化，无害化处置能力持续夯实，环境风险得到有效防范，数字化全面赋能固废全域治理，“无废”理念得到广泛认同，初步建立与社会主义现代化国际大都市相适应的统筹协调、高效安全的固废治理体系。

目前环境工程运维管理痛点如下：

（1）目前环境工程普遍存在重自控、轻信息化的情况，大部分厂内只有自控平台而没有信息化平台，缺乏有效的信息化管理和数据利用手段，导致管理沟通的效率较低、成本较高。

（2）对于现场的管理多以纸质表单、口头指令为主，巡检、维保、检修工作较为依赖人员对作业规范的熟悉及自觉执行程度，管控水平较低；生产排班和调度根据产能和经验安排，缺少对于人力，设备运行和耗材成本，设备维修状态的综合分析。

（3）现场的 SCADA 数据偏向运营数据的采集和监控，对于业务的分析和工艺的预测作用较小；同时设备的管理需要参考设备使用率、故障率、运行时间、停机时间等指标。

(4) BIM 技术在设计阶段和施工阶段得以应用，具有较好的精细化管理基础与实践，在运维阶段应充分发挥 BIM 在工程全生命周期的价值，为环境工程的数字化赋能。

(5) 对于运营阶段的数据分析价值还大有潜力可挖，依托数据的收集和分析，可充分发挥数据的价值，对工艺的关键指标进行预测，进一步可在预测的基础上，以更加智能的形式给出工艺调优的指导意见。

2. BIM 应用点及价值

(1) 打造环境工程数字孪生底座。结合 BIM 模型和数字孪生技术，挖掘 BIM 在设计阶段和建设阶段的资产价值，以竣工模型为基础，以设备、阀门、仪表、管道为主要管理对象，建立融合运营管理数据、SCADA 数据、BIM 数据的数字孪生底座，如图 3-50 所示。



图 3-50 BIM 数字孪生驾驶舱

(2) 制定 BIM 设备对象编码体系。深入挖掘环境厂站智慧运营需求和应用场景，建设“设计-施工-运维”全过程的资产编码体系，围绕 BIM 主数据打造环境工程智慧运营系统，将环境工程的生产运营数据、设备巡检数据、设备维保数据等运营管理数据与 BIM 数据集成，并通过 BIM 载体进行展示。

(3) 建立“少人、无人”的线上巡检模式。结合 BIM 模型展示厂区巡检路线、巡检点和巡检设备，结合 SCADA 系统、视频监控等进行三维线上自动巡检和手动巡检，且支持查询历史巡检记录和展示巡检路线和完成情况。

(4) 充分发挥数据驱动的价值，通过对生产实时数据的接入，对算法模型的构建，构建 BIM 模型与生产运行状态动态渲染的联动机制，建立环境厂站智慧运营数据治理体系，为生产管理人员提供科学精准的运营数据指标，实现智能化柔性生产，如图 3-51 所示。

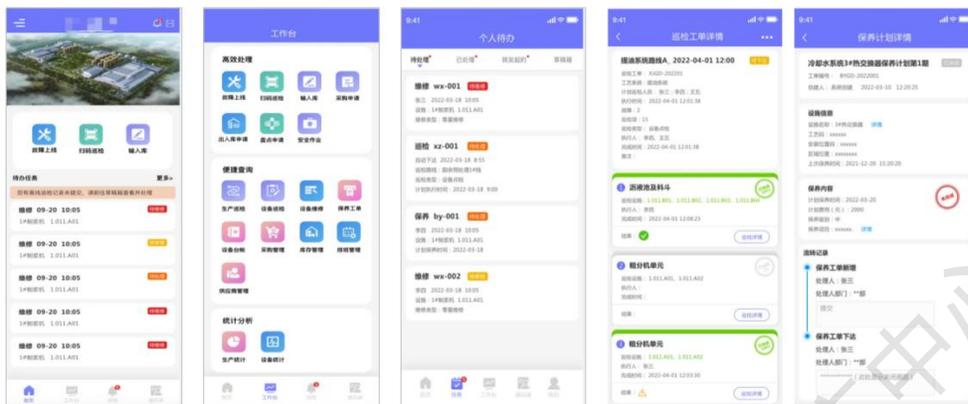


图 3-51 上海生物能源再利用项目二期运维管养平台-移动端

(5) 发挥 BIM 数据资产价值。以设备 BIM 为核心，建立环境工程设备资产评价体系，通过数据治理和分析，对设备的性能、上下游供应商进行评估，建立更加可靠优质的上下游生态链。

3. 数据传递与应用解决方案

(1) 建立运维阶段 BIM 模型技术标准

根据环境工程的项目特点，建立针对此类项目的运营阶段 BIM 模型和数据标准体系。

由于运维模型在平台中的表达效果要求和表现深度要求与设计交付模型不同，因此需要建立智慧运维阶段的 BIM 建模标准，以减少运维阶段修改反复的工作量，提高整体工作效率。

此外，通过制定标准编码体系规范湿垃圾处理项目的静态数据（规格数据、空间数据、厂家数据、资产数据）和动态生产数据（维保数据、故障数据、巡检数据、监测数据）的定义规则，可减少数据后期录入的反复。

(2) 建立运维阶段 BIM 模型数据编码

运维阶段 BIM 模型数据编码主要包含几方面：工艺码、安装码、位置码、SCADA 信号编码、文档标识码。为规范环境工程的数据编码，确保在环境工程建设和运营过程中信息的可识别性和可共享性，提高环境工程的数字化管理和安全运行水平，参照《GBT 50549-2020-电厂标识系统编码标准》建立符合环境工程特点的 BIM 模型数据编码。

(3) 建立“设计-施工-运维”编码映射体系

环境工程的 BIM 模型数据编码在设计阶段、施工阶段、运维阶段有着不同的

编码体系，为保证数据的沿用性，需建立“设计-施工-运维”编码映射体系。设计阶段参照设计图纸位号信息、管道编号信息进行编码；施工阶段参照环境工程分部分项规范进行编码；运维阶段参照 KKS 编码规范进行编码。进而通过建立三阶段的映射关系，实现不同阶段的数据自动传递。

（4）建立多源异构数据处理工具

由于 BIM 模型交付文件格式较多，模型对象数据来源复杂，因此需要分析研究环境工程 BIM 模型的数据汇聚与治理机制，打通模型数据标准化处理、建设阶段数据标准化传递的技术路线，实现环境工程 BIM 模型的接入汇聚、数据清洗治理和数据综合管理。

通过对设计建模软件的二次开发，可形成一套包含树结构层级提取、数据提取、数据写入等通用性模型数据处理的工具，形成标准化模型数据整合与输出的技术路线。同时也为环境工程的运营数据接入 CIM 平台做好技术积累。

4. 总结与展望

环境工程智慧运营的应用通过数字孪生系统打造行业一流环保科普展示平台，优化运维管理的生产运营流程，与环境工程的生产管理特点深度契合，从而提高了生产效率，降低了运营成本，助力环境厂站实现生产运营全过程向业务数字化、数据资产化、现场智能化和管理精细化的转型。

未来环境工程的 BIM 应用将从构建、处理、业务应用、数据应用等多方面进行深度探索。BIM 将更加智能化和自动化的模型构建与分析方法，借助人工智能和机器学习技术，自动处理和分析大量的 BIM 模型数据。在环境工程的管理应用方面，可探索 BIM 与物联网、大数据的深度融合，进一步构建“以虚控实”和“以虚预实”的数字孪生场景；通过大规模的数据收集处理，与处理工艺设计深度结合，通过计算、分析、统计、优化等数据挖掘手段，结合机器学习算法、时序预测算法等多种智能算法择优，实现工艺优化创新。

3.1.2.4 轨道交通

1. 总体情况

作为城市的生命线工程和“大容量、快捷、准时”的交通工具，城市轨道交通担负着极其重要的城市日常运输任务。经过多年来的快速发展，截至到 2022 年 1 月，上海轨道交通线路的总里程达到 831 公里，车站数量达 508 座，单日最高客流达到 1329.35 万人，城轨负担率 66.6%，城轨逐渐成为上海市民不可或缺、也不可替代的交通工具，自然也已成为城市安全的重要一环。一旦发生中断运营，其

他公共交通的运输能力无法与城轨匹配，就会导致地面交通的瘫痪，甚至造成重大的经济损失和社会影响。

上海城轨已有 20 多年监护管理经验，在结构变形演化、感知预警体系、安全评估体系、预控与治理成套工艺及装备及智慧运维管理系统等多个方面都取得了显著成果，形成了以“轨道交通地质信息管理与分析系统”、“云图轨道交通监护测量数据管理系统”、“轨道交通结构工程建养一体化软件”为代表的一系列地铁监护管理软件。覆盖完整的监护管理工作流程，包括保护区建设项目申报管理和技术审查、现场监护管理、病害发现，极大提高了监护工作的效率，但同时也积累了大量的数据。随着城轨线路里程和监护项目的不断增多，对数据的管理和查阅难度逐渐增大，面临多年积累的庞大监护数据，如何更便捷查阅城轨结构数字化资料（特别是 2010 年以前城轨车站结构数字化资料不完善），进行设计方案的预判，成为了日常监护管理中迫切需要解决的问题。

2. BIM 应用点及价值

上海地铁监护管理平台通过基于 BIM+GIS 的智慧监护平台，以 BIM+GIS 作为数据融合展示平台，接入无人机航拍、结构自动化监测终端、卫星图片等动态监测数据，融合立项报备、线路巡查、项目监护、技术审查、委托执法等全流程监护业务，向上对接交通局/住建委等行政审批部门，向社会提供控保区一站式服务。通过在示范线路试点打造数字化底座，开展示范线路 BIM 模型建设、三维模型与二维业务数据对接等数据内容建设，融合城轨结构静态数据及安全保护区内作业项目动态监控数据，初步形成数据湖，并基于 BIM+GIS 的智慧监护系统，形成对原有业务生态的智能升级和既有信息系统的数据接入，建立数字化、平台化和服务化的新型管理模式，实现智慧化监护管理。平台整体方案图 3-52 如所示。

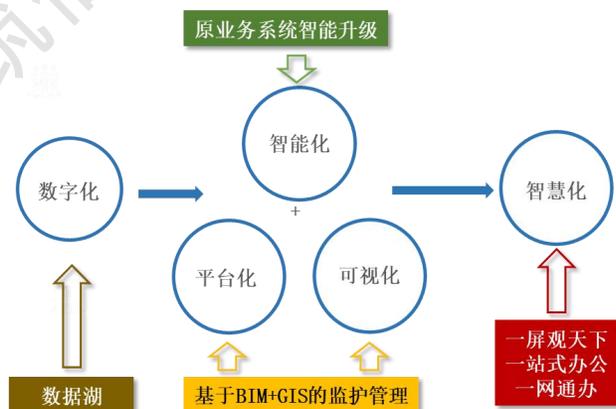


图 3-52 上海地铁智慧监护解决思路

上海地铁监护管理基础数据管理系统能够承载的数据类型包括：地形图、遥感、地质模型、地铁结构模型、沉降/收敛/病害监测数据等监护业务数据。功能包括：监护数字资产的录入、校验、转换、更新维护、查询、统计、共享、日志管理等功能。平台功能架构如图 3-53 所示。



图 3-53 上海地铁监护基础数据管理系统架构

数据录入提供城市地图、地表高程对比图、档案图纸、长期监测、地下管线、地层地质模型、地下构筑物等基础数据的录入与更新维护。协助监护公司从多个数据提供方收集管理各类动态/静态数据，逐步形成监护业务的数据基础。

数据管理提供地铁管片基础信息的收集、管理与维护更新。系统能够有机融合盾构三维模型、管片变形监测、病害履历、周边地层分布、环号/里程/类型/直径等信息，以二三维联动的方式，为结构安全提供数据支撑。

数据查询支持地图、关键字、模糊、多条件等多维度查询。满足监护公司各层级人员使用需求，便捷查询系统内各类基础数据。

统计分析提供系统内部各项运行数据的统计和分析，为系统管理员提供管理依据。统计分析的内容，包括：单位访问量、数据类型入库、数据访问情况等。

3. 数据治理

数据标准化数据是信息化平台建设的基础，数据标准是进行标准化数据的主要依据，构建一套完整的数据标准体系是开展数据标准管理工作的坚实基础，有利于打通数据底层的互通性，提升数据的可用性。

数据标准是指保障数据的内外部使用和交换的一致性和准确性的规范性约束。在数字化过程中，数据是业务活动在信息系统中的真实反映。由于业务对象在信息系统中以数据的形式存在，数据标准相关管理活动均需以业务为基础，并以标准的形式规范业务对象在各信息系统中的统一定义和应用，以提升上海地铁监护在业务协同、监管合规、数据共享开放、数据分析应用等方面的能力。

数据治理包括收集资料、数据标准调研、业务及数据分析、数据标准体系建立、数据标准路径制定、数据标准实施维护等。上海地铁监护管理有限公司收集整理既有业务信息系统相关数据，分别制定了技术审查、监护项目、线路巡查、地质地层、标图等数据规则，统一了监护静态基础数据及动态业务管理数据等标准，并与地铁结构 BIM 模型进行融合，实现数据的关联分析，如图 3-54 所示。

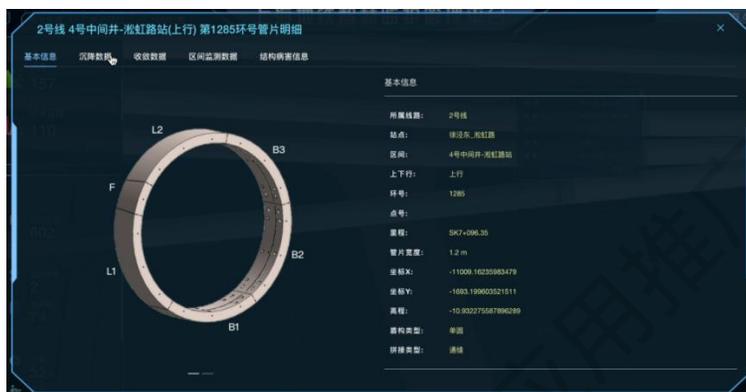


图 3-54 地铁管片基础信息

4. 总结与展望

(1) 总结

上海地铁智慧监护管理平台已打通云图系统、标图系统、数字档案馆系统、巡查系统、地质系统、数字档案馆系统等既有的数据孤岛，以城轨结构为核心，综合分析保护区内地下管线、地下构筑物、地质、地表建/构筑物、堆载/卸载、受控施工项目等周边信息，通过数据挖掘，实现“大结构安全、一屏观天下”等预期效果，如图 3-55 所示。

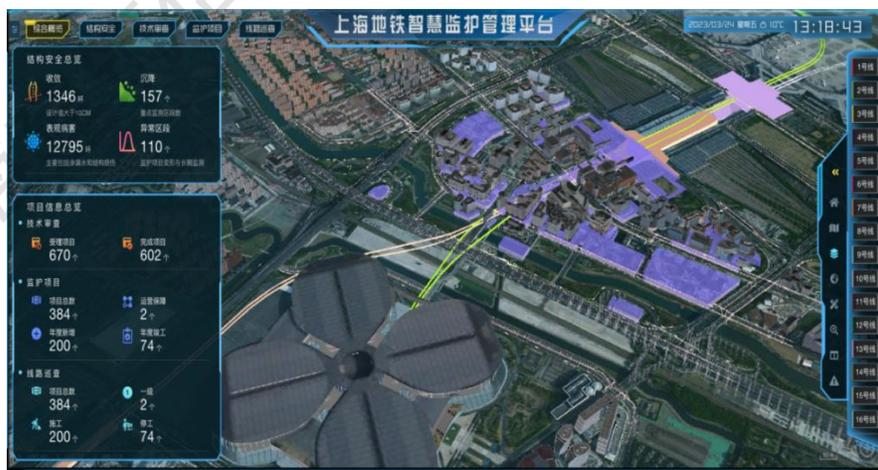


图 3-55 上海地铁智慧监护管理平台

基于 BIM+GIS 的智慧监护平台以地铁监护业务为核心需求，建设了一个城市级管理平台，探索了 CIM 平台的一个应用方向。可以展望 CIM 平台的建设可以提供一个综合的数据平台，集成城市各种信息和数据，使决策者可以更好地了解城市的现状和未来发展趋势，并基于数据进行决策，优化城市发展策略。

(2) 展望

上海地铁智慧监护管理平台未来将拓展至上海运营地铁全路网，重点着眼隧道智能运维方面的研究。为保障地铁全局安全、提高运输效率、改善经营效益和提升服务质量，采用物联网、云计算、大数据、人工智能等技术，提升全息感知、实时分析、科学决策和精准执行能力，打造建设、运维、服务等业务智能联动、资源智慧配置的地铁运输及服务系统。

构建全要素的全生命周期的建养一体化信息平台。集成全路网地铁结构型式、空间位置、长期监测、结构病害、地质地层等数据，同时支持对业务系统数据的综合分析。

构建天、地、隧一体化的安全监控体系。建立一个拥有强大技术装备支撑的隧道安全监控平台，实时感知并掌控隧道安全状态，其状态就像一个“透明的水晶球”，让人一览无遗，让感知的隧道数据可以“开口”讲话！

3.1.2.5 超高层建筑

1. 总体情况

运维管理的范围主要有五个方面：空间管理、资产管理、维护管理、公共安全管理、能耗管理。智慧运维主要通过信息技术，从自动监测设备、日常填报等各个数据源中采集数据，并结合 AI、大数据等各种新技术，实现提高各类工程的安全使用年限和运行服务质量，发现并创建新的运营价值。

在一般建筑 50 年使用寿命中，运维管理期占比达 80% 以上，做好运维管理可以在资产升值保值、绿色节能等方面带来显著经济效益。超高层商业建筑的运维主要考虑管理好既有资产并实现资产升值方向进行智能提升，从资产的快速盘点、设施设备的健康运行、降低能耗、提升空间利用率等方面实现降本增效。

上海中心大厦（如图 3-56 所示）位于陆家嘴金融中心黄浦江沿岸 E14 单元 Z3-1 和 Z3-2 地块，与北面的金茂大厦和东面的上海环球金融中心共同构成“品”字型陆家嘴中心区超高层楼群。项目针对常规超高层建筑普遍存在的建筑体量大、功能复杂、建设周期长、能耗资源消耗大、室内环境品质差、室外环境影响大等关键性问题，以打造世界最高绿色摩天大楼为建设目标，以“体现人文关怀、强

化节资高效、保障智能便捷”为技术特色，以“室内环境达标率 100%、非传统水源利用最大化、可再循环材料利用率超过 10%、绿色施工和智能化物业管理”为具体任务，历经 8 年多的集成攻关与技术创新，最终提出了涵盖设计、施工、运营全过程的超高层可持续发展绿色垂直城市理念，创建了基于“安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居”的绿色超高层建筑技术体系。



图 3-56 上海中心大厦项目

2. BIM 应用点及价值

(1) 基于 BIM 技术的多能源系统管理与提升

上海中心大厦的能源管理难度是世界级的。上海中心建立了“三联供+吸收式制冷+电制冷+地源热泵+冰蓄冷+燃气锅炉+免费供冷”多能源复合系统，然而，多能源在楼宇中综合使用极其少见，国内外相关研究匮乏；超高、体量巨大的容纳人数、多用途的建筑功能导致负荷复杂；机组运行特性获取很难，对调度与控制策略、产能与输能的优化同样难；输能距离长、空间大，滞后明显，需提前供能，对于能源的预测和判断尤为关键。通过基于 BIM 技术与 AI 技术的多个能源精细化管理场景的实现与运用，为上海中心的安全健康运营、精准化管控、节能效率提升、运营成本节约等方面提供了数据与策略方面的技术支撑，如图 3-57 所示。

能源监管场景完成了对各能耗系统的完整回路梳理，对冰蓄冷系统、空调系统、三联供系统、蒸汽锅炉等关键能耗数据，能耗明细信息进行分类分项统计，直观反映各项统计数据的数值、趋势和分布情况。

能源审计场景以年度为周期进行能源年审，包括年度外购电力、天然气统计数、月用电量分析、月三联供发电量等统计图表，对实际单位综合能耗与行业合理值和先进值进行对标，将上海中心大厦与其他超高层建筑的单位面积用电、总用电进行对比，年度系统用电趋势、年度预算用电趋势、与其他 5 座超高层建筑

的能耗对比、以及嵌入的年度能源审计报告等。

能源分析与诊断场景提供各类能耗分析功能，包括统计各类能耗总量，并与同期消耗量进行同比环比分析，同时提供按时间段、按单位面积、按人数对能源消耗进行对比分析等。

能源预警预测场景基于机电设备长期运行指数，采用神经网络算法对设备进行运行状况分析形成合理值预测，与 BIM 中设备运行健康指数叠加分析，若发现设备某方面运行指数呈下降趋势，即将无法达到运行要求，则发出预警，在 BIM 模型中高亮显示该设备，为工作人员进行设备维保提供数据支持。



图 3-57 能源精细化管理场景

(2) 基于 BIM 纯结构化数据的资产逻辑盘点

上海中心百万级别的设备数量全部纳入盘点范围，对资产盘点领域是一项难题。传统盘点方法只盘点部分设备就需要大量的人力、物力、财力，智能盘点领域较前沿的 RFID 盘点技术也同样因为体量原因更加难以在上海中心应用。针对这一行业现状，上海中心大厦通过传感器数据源和信息化系统结合的方法开展资产盘点，用更为智能化的方法实现资产盘点目标。将设施设备系统的传感器数据作为触达点，数据在线即可认为设备符合盘点要求；提取 BIM 系统的设施设备逻辑，一组设施中前端、后端、主要设备数据在线，即可认为零部件也存在；最后用 FM 巡检系统，对缺乏传感器的主要设备进行线下盘点，实现“线上盘点+线下核实”，充分运用信息化和大数据手段，使大厦资产快速盘点成为可能，如图 3-58 所示。



图 3-58 基于 BIM 的资产盘点场景

(3) 基于 BIM 技术的系统逻辑路由管理

实现了各类设备统计分析功能，通过 BIM 模型直观展示设施设备，如实现设备位置、外观等，提供设备的全生命周期资产管理，同时列出当前选中设备的关键运行指标数据及实时数据，系统逻辑，设备阀门管线路由信息，统计设施设备大类清单，各系统在各个等级中的数量统计图、每个系统下的子系统在各个等级中的数量统计图、统计各个区各个等级的设备数量、统计各个区各个等级的设备占比，及通过搜索可查询项目所有设备信息与关联路由关系，如图 3-59 所示。



图 3-59 设备管理场景

(4) 以 BIM 为基础的大数据资源管理平台

以 BIM 技术为基础的大数据资源管理平台在应用层上对上海中心大厦各个信息化、智能化应用子系统进行信息集成与数据集成应用的管理平台，实现对大厦整体情况的全面监管，分为“楼宇运行概况”和“楼宇数字化治理”两大板块，如图 3-60 所示。“楼宇运行概况”从楼宇动态、楼宇环境、楼宇用能、商务运营、垂直交通、智慧停车六个维度，近 34 个关键性指标项，实时动态呈现大厦的整体运行情况。楼宇动态的健康指数展现了各子系统开通率及报警、故障的现状。楼宇环境对大厦综合室内环境指数进行监测，当环境指数低于优级时会引起关注。商务运营是我们所关心的租赁、观光、衍生品等运营状况，为业务优化提供参考。垂直交通实时显示当前电梯运营状况，智慧停车实时展示当前的停车位情况，均为实时数据。“楼宇数字化治理”则是聚焦大厦运维管理，突出楼宇微网格的管理理念，以工单创建、派工、处置、完成四大环节，结合应急维修和运维态势，呈现大厦运维管理状态。如“人流量监管”、“智慧停车”、“电梯安全”、“结构性态”、“环境监测”、“智慧党建”等智慧场景涵盖了上海中心大厦的能源、消防安全、重点设施状况等运维关注场景，为大厦管理提供数据支持。大数据资源管理平台不仅纳管应用了 BIM 数据，彻底打破了数据的烟囱效应，并以此为基础向底层业务系统视其需求分发相应的 BIM 能力，为 BIM 中“I”的灵活运用提供了机会。



图 3-60 基于 BIM 的上海中心大数据平台

3. 总结与展望

上海中心是城投集团最早开始应用 BIM 技术的重大工程之一，率先将 BIM 技术全面引入超高层建筑的全生命周期，也是国内首个实现 BIM 建运一体化的超高层建筑。基于“建设单位主导、合作单位共同参与的基于 BIM 技术的精益化管理模式”，将 BIM 技术与运管需求深度融合，创建基于 BIM 技术的大数据资源管理平台，形成十数个使用场景；引入 AI 算法突破独特的多能源复合系统能源预测难题，实现年节能量 6.46%，折合年节约人民币 300 余万元，降碳 4722 吨；利用从 BIM 中分离出的纯结构化设备逻辑快速复核设备资产数万个，极大提升盘点效率。未来，除了继续深入应用 BIM 服务自身运营管理外，上海中心还将持续对其他地标超高层进行专业技术输出，帮助其他业主在建设前期就规避运营风险，实现良好的环境效益、经济效益与社会效益。

3.1.3 城市更新 BIM 应用

3.1.3.1 BIM 在城市更新应用的总体情况

2017 年，习近平总书记在党的十九大报告中提出了“数字中国、智慧社会”的战略构想，并提出要全面推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。2020 年 11 月，党的十九届五中全会通过了《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，明确提出要“加快数字化发展”，“实施城市更新行动”。

相较于传统新建工程，城市更新项目设计、建设、运维难度都更高。在现代科技不断发展的时代背景下，我国更加注重智慧化建筑施工过程，因此，信息化技术的融合推动了建筑业迈向 BIM 与 5G、大数据、人工智能等现代产业新兴技术为支撑的智能建造新道路，也为城市更新提供了新的路径和方法。

在当前的城市更新领域，BIM 技术已经成为标准工具，被广泛应用于各个阶段和方面：

1) 项目协调和管理。BIM 技术在城市更新项目的协调和管理方面发挥着重要作用。各个专业可以将其设计和数据集成到 BIM 模型中，实现信息共享和协同工作。这样，不同专业之间的冲突可以在早期阶段得到发现和解决，减少项目延误和成本超支。

2) 可视化和沟通。BIM 模型提供了高度可视化的方式来展示城市更新项目。通过虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，利益相关者可以在虚拟环境中亲身体验项目，更好地理解设计意图。这样的可视化工具有助于改善与利益相关者之间的沟通和参与，促进公众的参与和支持。

3) 设计优化和可持续性。BIM 技术允许设计师对不同的设计方案进行模拟和评估，以优化设计并提高项目的可持续性。通过 BIM 模型，设计师可以分析建筑物的能源使用情况、材料选择和环境影响，从而做出更明智的决策，减少资源浪费并降低环境影响。

4) 运营和维护。BIM 模型不仅在项目的设计和建造阶段有用，也在项目的运营和维护阶段发挥重要作用。BIM 模型可以作为设施管理系统的基础，帮助运营人员进行设施维护、能源管理和空间利用优化。运营人员可以轻松访问建筑物的详细信息，包括设备规格、维护记录和操作手册，从而更有效地管理城市更新项目。

5) 数字化转型。BIM 技术的应用促进了城市更新领域的数字化转型。数据驱动的决策和智能分析成为可能，通过使用自动化、机器学习和大数据分析，可以实现更精确、高效和可持续的城市更新项目。

3.1.3.2 典型案例介绍

1. 红色建筑改扩建工程：中共一大纪念馆

(1) 项目简介

项目以中共一大纪念馆为示范工程，针对其建造环境复杂、建造质量要求高、耐久年限长等重要问题，采用人工智能、5G 技术、大数据、物联网、智能装备等

多种技术，实现了红色文化纪念馆数字化绿色建造。

为了更好地展示中共一大纪念馆的历史文化和红色精神，上海建工四建集团运用 BIM 技术对纪念馆进行了数字化绿色设计和精益建造，实现了对纪念馆的全生命周期管理，为纪念馆的保护、维护和展示提供了有力的技术支持。

(2) 具体应用

该项目 BIM 技术应用主要有以下几个方面：（一）、基于计算机视觉和人工智能深度学习的历史建筑清水墙损伤智能诊断与评估系统。该系统可以实现对清水墙典型损伤的自动识别和评估，为清水墙的修复和保养提供了科学依据；（二）、基于 BIM 模型和 MR 设备的多专业协同建造技术。该技术可以实现施工前的多专业交底、施工中的复杂区域快速放样、施工后的多参与方协同质量验收，提高了施工效率和质量（如图 3-61 所示）；（三）、基于人工智能算法、5G+云计算技术的钢筋/钢管云点数微信小程序。该小程序可以实现通过手机拍照进行上百根钢筋/钢管点数工作，将点数效率提高 50 倍，实现了高效、便捷、快速、准确、可溯源的点数流程。

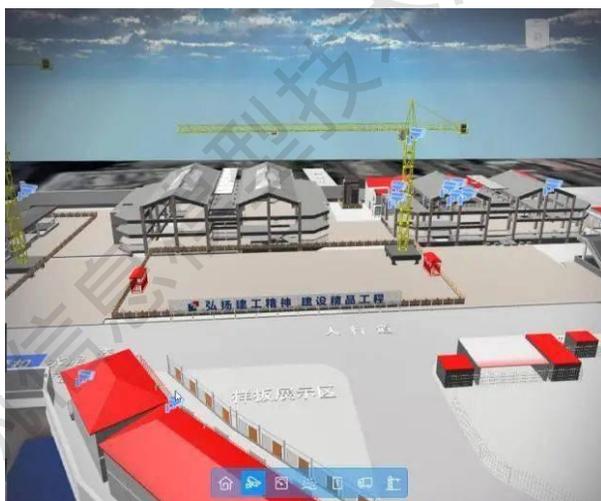


图 3-61 一大纪念馆 BIM 展示

(3) 应用价值

该项目 BIM 应用价值主要体现在以下几方面：一是引领了历史风貌区红色文化纪念馆建造技术的发展，为其他同类项目提供了可借鉴的经验和技術；二是推动了城市管理领域的数字化转型，通过 BIM 技术实现了对城市空间、设施、资源、事件等方面的全面掌握和高效管理；三是增强了城市文化领域的社会服务能力，通过 BIM 技术提升了对公众需求和意见的响应速度和满足程度，为打造更美好更宜居的城市环境贡献了力量。

2. 交通工程更新：内环年轻化工程

(1) 项目简介

内环示范段工程位于上海市杨浦区内，工程范围为四平路至政本路（墩号 N1149~N1178），总长约 688.5 米。工程范围内高架桥共 29 跨，均为中小跨径，包括铰接空心板 16 跨，刚接空心板 6 跨，T 梁 7 跨。桥梁宽度 18m，内圈 2 车道，外圈 3 车道，共 5 车道。内环高架浦西段于 1994 年建成通车，至今已运营 28 年。结构设施老化、安全隐患凸显、运行压力激增、智能化设备和环境景观效果相对落后等问题日益突出。基于以上现状，本工程对内环高架进行设施提升及功能完善，制定智慧监测方案，进行数据赋能及数字孪生，以满足高架日后运营需求。

为了应对城市中小跨径桥梁的老化、安全隐患、运行压力和智能化需求，本工程采用了结构智能监测和 BIM 全生命周期数字孪生平台两项关键技术，实现了对桥梁结构性能的实时监测、评价、预警和管理，为养护单位提供了可靠的数据支撑和决策依据，提升了上海市基础设施的养护维修管理水平。本工程从中小桥梁管养决策的信息化需求出发，结合上海内环高架路桥梁病害与性能演变分析，提炼了上海市广大同类桥梁对管养评估、预警等方面的需求，并建立病害和性能状态敏感型关键监测指标体系；在此基础上，研究大数据 BIM 模型建立标准、桥梁长距离监测的成套设备、交通及道路环境监测设备、系统与网络架构技术，形成具有自识别、自供电、自感知功能的分布式光纤传感技术方案和智能无线传感技术方案。再通过对形成的数据进行大数据处理分析，研究桥梁横向分布状态及其它关键性能的监测识别技术，实现对装配式梁桥常见病害和安全评定的技术；最终结合 BIM、GIS 和养护管理，形成以 BIM+GIS 为平台的管养监测信息可视化平台，满足养护单位对养护管理及技术大数据的需求。

(2) 具体应用

本工程分为三个阶段实施 BIM 应用，分别是 BIM 施工管理、BIM 施工监测和 BIM 数字孪生资产。

在 BIM 施工管理阶段，通过 BIM 协同管理实现了施工进度和质量的精细化管理，以及施工方案比选、组织设计等方面的协同优化；在施工监测阶段，通过布设各类传感器和监控设备，实现了对桥梁结构响应、荷载输入、环境因素等数据采集和分析；在 BIM 数字孪生资产阶段，通过建立内环线的三维可视化模型和 GIS 平台，实现了从设计、施工到运营阶段的全生命周期信息化管理。

具体来说，在 BIM 施工管理阶段，建设单位可通过施工期的 BIM 协同管理实现施工进度和施工质量的精细化管理，施工过程中的方案比选，施工组织设计等

均可通过 BIM 实现项目各方的协同管理，实现了项目进度、质量和安全的数字化实时管控，提升内环线的信息化管理水平。

在施工监测阶段，平台将施工单位的机械设备施工参数也可以进行数据集成，监测施工现场的视频、天气、温度、湿度情况，实时监测沥青摊铺情况等，为施工安全保驾护航。同时，针对内环示范段工程的特点，选取了 11 跨铰接空心板梁、1 跨刚接空心板梁和 1 跨 T 梁进行详细监测，布设了应变传感器、动挠度传感器、振动传感器、铰缝相对竖向位移监测等设备以及动态称重系统，实现了对桥梁结构响应和荷载输入的实时监测和分析。

在 BIM 数字孪生资产阶段，通过逐步建立内环高架的 BIM 数字孪生资产，贯穿内环高架从设计、施工到运营的全生命周期，不仅提供三维可视化应用，而且为智慧化管理奠定了基础。通过平台菜单，能够显示传感器的数据，数据采用 HTTP 请求的方式进行访问，这样保证了多种平台、多个终端访问的互通性、实时性。通过传感器的模型、空间位置、动态数据更新来实现传感器数据的展示。

(3) 应用价值

本工程的 BIM 应用不仅提高了内环高架的设施性能和运营效率，也为上海市其他同类桥梁提供了可借鉴的经验和技术。同时，本工程的 BIM 数字孪生资产数据也可以接入城市运营平台或上级监管平台，实现与其他基础设施的数据互通和智慧化管理，为上海市数字化改革贡献力量。本工程的 BIM 应用还有利于推动行业标准和规范的制定和完善，促进 BIM 技术在基础设施领域的普及和发展。此外，本工程的 BIM 应用还有助于提升公众对基础设施建设和管理的认知和参与度，增强社会共识和责任感。总之，本工程的 BIM 应用是一项具有创新性和示范性的工作，对于提升上海市基础设施建设和管理水平具有重要意义。

3. 历史保护建筑修缮：上海音乐厅修缮

(1) 项目简介

上海音乐厅，原名南京大戏院，欧洲古典主义风格的戏院建筑。建于 1929 年，由中国第一代建筑师范文照与赵深设计、结构由泰康行承担，C.Y.Wong 建造。1950 年 11 月，南京大戏院改名为北京电影院；1959 年 9 月更名为上海音乐厅，至此成为全国第一座专业音乐厅并沿用至今。1989 年被列为上海市文物保护单位。上海音乐厅结构体系为钢筋混凝土、砌体与木屋架的混合结构形式。建成后经历多次修缮改造及移位整修，在 2002 年至 2004 年，因新建延安路高架，在原上海音乐厅东南向 66 米处新建二层地下室，将上海音乐厅平移抬升至新建地下室并连接形成整体，同时对音乐厅室内外进行了全面的修缮加固，并在音乐厅的南侧、西侧

新增 4 层框剪结构建筑，与原有建筑连成整体，作为上海音乐厅南大厅和西大厅。如今的上海音乐厅总建筑面积 12986.7 m²，包括原始建筑（即文物保护本体 2326 m²）、扩建建筑（非文保部分 10661 m²）两部分的规模。因此，上海音乐厅具有非常高的历史价值和人文价值，是上海的一张名片。建筑的外立面、观众厅、北门厅等是其重点保护部位，尤其是爱奥尼柱式外立面、北门厅水磨石墙地面、科林斯柱式、观众厅穹顶等具有非常高的建筑价值和科学艺术价值。

为了更好地推动历史建筑的文化遗产、保护利用和性能提升，探索历史建筑保护与可持续利用新模式，运用 BIM 技术对上海音乐厅进行了数字化模型逆向重构、特色部位数字化展示、安全监测管理和智慧运维管理，实现了对历史建筑的全生命周期管理，为历史建筑的保护、维护和展示提供了有力的技术支持。

（2） 具体应用

BIM 技术应用方面的四个方面的应用。

一是历史建筑特色部位数字化，通过多种数字化测绘技术获取建筑外部空间和内部空间的点云数据和图像数据，构建历史建筑整体空间数字化模型和全景模型，真实还原历史建筑内外空间场景；通过多重叠加扫描获取特色保护部位构件点云数据，结合古典图样和现代检测技术，精准重构特色部位形制、材料组分和表面损伤等典型特征信息，构建反映特色部位构件整体尺寸、细部特征和表面损伤的三维数字化模型；通过挖掘历次修缮信息，对特色部位传统材料、构造、工艺进行标准化、数字化，创建历史建筑特色构件传统工艺材料库和营造工艺库，通过文字、图片和影像资料全面系统地表现特色构件的修缮工艺。

二是历史建筑安全监测管理，以观众厅穹顶为例，委托专业检测机构对穹顶构造和完损状况进行专项检测，并对损伤材料取样分析，获取各项性能参数；同时，构建穹顶三维有限元模型，分析穹顶变形和构件应力状况；从穹顶的使用环境和内部结构响应状态两方面对穹顶服役状态进行实时监测，布置各类传感设备对影响穹顶安全运营较大的白蚁、温湿度、火灾等环境因素进行全过程监测；在穹顶木屋架内布置应变计、静力水准仪、倾角仪和振动传感器，来获取服役状态下的木屋架整体姿态；通过在穹顶面层上下侧布设激光测距设备和拉线式位移计，对高净空穹顶脆性装饰面变形进行非接触感知，掌握饰面整体变形和层间剥离状况；此外，采用三维扫描、图象识别对穹顶面层裂缝进行定期巡查和诊断；基于数值模拟分析，结合穹顶构件损伤程度和安全重要性，制定穹顶安全评估域值；基于监测变形增量数据的迭代分析，建立穹顶安全状态时变性数字化评估分析方法，确保评估结果与穹顶服役状况相吻合，并同步实现评估成果数字模型可视化展示；基于数字化实时评估技术，建立穹顶监测分级预警制度，一旦监测值超出

正常范围后，将自动生成报警消息，根据预警等级推送到相关负责人手机或 PAD 移动端，提示使用者对风险提前判别与介入，来辅助管理者对穹顶进行安全管理。

三是历史建筑智慧运维管理，结合上海音乐厅文物剧场运维管理需要，建立建筑 BIM 模型，结合剧场功能，整合 BA 系统、能源管理系统、视频安防系统、物业管理系统等建筑动态信息，形成建筑全生命期大数据，支持三维可视化、集成化运维管控，提升现有运维信息系统的集成化和智慧化水平，实现剧场智慧运维管理。

四是历史建筑可阅读，将历史建筑数字化模型与历次修缮信息库进行联动，通过平台的形式进行展示。上海音乐厅展示平台包括建筑全景浏览、内部空间漫游、特色构件展示三个层级的应用场景。通过平台，一方面可以对历史建筑文化价值进行全面性阅读；另一方面，快速了解特色构件修缮保护工艺，追溯相关修缮数据信息，为历史建筑及其特色部位全生命期维护管理提供数据支撑。

(3) 应用价值

一是创新探索了不可移动文物的预防性保护与数字化保护，实现了历史建筑特色部位及历史文化价值的数字化继承；二是为历史建筑及其特色部位的科学化、精细化保护修缮和预防性保护提供了技术支持；三是为历史建筑的数字化转型提供了技术支撑；四是历史建筑的智慧运维和社会服务提供了技术支持。

3.1.3.3 总结与展望

在未来，BIM 技术在城市更新中的应用将继续发展，并可能呈现以下趋势和创新：

(1) 智能城市集成

BIM 模型将与智能城市概念和技术相集成。通过将 BIM 模型与物联网 (IoT) 和传感器网络连接，可以实现对城市基础设施和建筑物的实时监测和管理。这种集成将提供更全面的数据和洞察力，使城市更新项目更加智能和可持续。

(2) 虚拟现实和增强现实的增强

随着虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 技术的发展，BIM 模型将进一步融合这些技术，为城市更新项目提供更逼真和沉浸式的可视化体验。决策者、利益相关者和公众可以通过 VR 和 AR 技术在虚拟环境中参观和交互，以更好地理解和评估城市更新项目。

(3) 自动化和机器学习的应用

自动化和机器学习技术将进一步应用于 BIM 技术，以提高城市更新项目的效率和质量。例如，通过使用机器学习算法，BIM 模型可以自动检测设计中的错误和冲突，并提供自动化的解决方案。这将减少人工干预和减少错误，从而加速项目进展。

(4) 数据驱动的决策支持

BIM 模型将成为数据驱动的决策支持工具。通过整合大数据和高级分析技术，BIM 模型可以提供更深入的项目洞察力和预测能力。这使决策者能够更好地评估不同的设计方案、预测项目结果，并制定基于数据的决策，以实现更可持续和高效的城市更新。

(5) 可持续性和环境考虑

在未来，BIM 技术将更加注重可持续性和环境影响。BIM 模型将提供更多关于建筑物和基础设施的能源使用、碳排放和环境影响的信息，这将有助于设计师和规划师在城市更新项目中优化能源效率、减少碳足迹，并确保项目符合可持续发展的目标。

3.1.4 五个新城 BIM 应用

3.1.4.1 五个新城政策概述

新城是上海推动城市组团式发展，形成多中心、多层级、多节点的网络型城市群结构的重要战略空间。国务院批复的《上海市城市总体规划(2017-2035 年)》明确，将位于重要区域廊道上、发展基础较好的嘉定、青浦、松江、奉贤、南汇等 5 个新城，培育成在长三角城市群中具有辐射带动作用的综合性节点城市。五个新城整体规划如图 3-62 所示。



图 3-62 五个新城范围、面积及人口

为推动五个新城的高水平规划建设，上海市人民政府提出了“1+6+5”的工作保障工作体系。“1”即由市规划资源局、市发展改革委牵头制定《实施意见》（《关于本市“十四五”加快推进新城规划建设工作实施意见》（沪府规〔2021〕2号））；“6”即由市级相关部门围绕政策、综合交通、产业发展、空间品质、公共服务、环境品质和新基建等方面制定六个重点领域专项工作文件；“5”即由各新城所在区政府、管委会牵头制定五个新城《“十四五”规划建设行动方案》。

《实施意见》于2021年3月1日起施行。在《实施意见》“新城环境品质和新基建专项方案”中，明确提出了“加强数字赋能、实现智慧治理”的要求，提

出“深化 BIM 技术应用程度，提高 BIM 技术在设计、施工、运营阶段的融合应用，搭建基于 BIM 技术的大数据分析与运维管理平台”的要求。

随着《实施意见》的发布，5 个新城也随后陆续发布“十四五”规划建设行动方案。2021 年 3 月 30 日发布的《嘉定新城“十四五”规划建设行动方案》提出了“加快推动 BIM 和 CIM 建设”的建设要求。

3.1.4.2 五个新城 BIM 技术应用要求

为贯彻落实《上海市人民政府印发〈关于本市“十四五”加快推进新城规划建设实施意见〉的通知》（沪府规〔2021〕2 号）要求，做好 2022 年新城建设工作，上海市规划和自然资源局印发《2022 年上海市新城规划建设实施行动方案》（以下简称“方案”），方案在任务 28 中提出了建设数字化转型示范区的要求。要求各新城以示范样板区为试点，加快现状建筑、市政管线和地下空间数据采集，探索新建项目三维审批，以数字孪生城市为导向，逐步建设地上地下空间全覆盖的新城城市空间数字底座，形成《新城 BIM 技术区域级应用技术导则》，明确新城区域 BIM 和项目 BIM 建设要求。

为规范和指导五个新城 BIM 技术应用，保障 BIM 技术的有效落地，沪精细化办于 2022 年发布了《关于深化新城区域建筑信息模型技术应用的通知》（以下简称“通知”），“通知”中明确了各类房屋建筑各阶段 BIM 技术应用项基本设置，为五个新城项目实施 BIM 技术时提供了相关指导。

附件 1：各类房屋建筑各阶段 BIM 技术应用项基本设置表

序号	应用阶段	应用项	重点类型项目							其他类型	
			医疗建筑	保障房-公共租赁住房	商品住宅	养老建筑	学校建筑	大型场馆建筑	超大型商业综合体(10 万平米以上)		大型工业园区
1	方案设计	场地模型、建筑专业模型构建	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2		场地分析	●	●	●	●	●	●	●	●	○
3		交通组织分析	●	●	●	○	●	●	●	●	○
4		建筑性能模拟分析	●	○	●	●	●	●	●	●	○
5		设计方案比选	○	●	○	○	○	○	○	○	○
6		虚拟仿真漫游	○	●	○	○	○	○	○	○	○
7	初步设计	建筑、结构专业模型构建	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8		建筑结构平面、立面、剖面检查	●	●	●	●	●	●	●	●	●
9		面积明细表统计	●	●	●	○	○	○	○	○	○
10		机电专业模型构建	●	○	○	○	○	●	●	●	○
11	施工图	仿真模拟	●	○	○	○	○	○	○	○	○
12		各专业模型和专项模型构建	●	●	●	●	●	●	●	●	●
13		碰撞检测及三维管线综合	●	●	●	●	●	●	●	●	●
14	设计	净空优化	●	●	●	●	●	●	●	●	●

15		二维制图表达	●	○	○	○	○	●	●	○	○
16	施工准备	施工深化设计	●	●	●	●	●	●	●	●	●
17		施工场地规划	●	●	●	●	●	●	●	●	○
18		施工方案模拟	●	●	●	●	●	●	●	●	●
19		造价管理工程量计算	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20		构件预制加工	●	●	●	●	●	●	●	●	○
21	施工实施	虚拟进度和实际进度比对	○	○	○	○	○	○	○	○	○
22		设备与材料管理	○	○	○	○	○	○	○	○	○
23		质量与安全管理	●	●	●	●	●	●	●	●	●
24		竣工模型构建	●	●	●	●	●	●	●	●	●
25		运维管理方案策划	○	○	○	○	○	○	○	○	○
26	运维	运维管理系统搭建和维护	○	○	○	○	○	○	○	○	○
27		运维模型构建	●	●	●	●	●	●	●	●	●
28		空间管理	●	○	○	○	○	●	●	○	○
29		资产管理	○	○	○	○	○	○	○	○	○
30		设施设备管理	○	○	○	○	○	○	○	○	○
31		安防与应急管理	●	●	●	●	●	●	●	●	○
32		能源管理	●	○	○	●	●	●	●	●	○

注 1：●表示该类型项目中此应用项为必选项，○表示该类型项目中此应用项为可选项。

注 2：危险性较大的工程在编制施工方案时应进行施工方案模拟应用，其他需编制专项施工方案的工程建议应用施工模拟。

图 3-63 《关于本市“十四五”加快推进新城规划建设实施意见》（沪府规〔2021〕2 号）附件 各类房屋建筑各阶段 BIM 技术应用项

同时，“通知”中附带了《上海市新城区域建筑信息模型技术应用导则》，对五个新城的 BIM 实施管理模式、设计阶段 BIM 应用、施工阶段 BIM 应用、运维阶段 BIM 应用分别进行了详细的规定（如图 3-63 所示），并且对重点类型项目设计阶段的应用进行的重点要求。现将导则技术要求总结如下：

(1) 推进建设单位主导的 BIM 全过程实施模式

导则明确了五个新城“建设单位主导、各参建单位协同实施”的 BIM 全过程实施模式和实施框架，如图 3-64 所示。

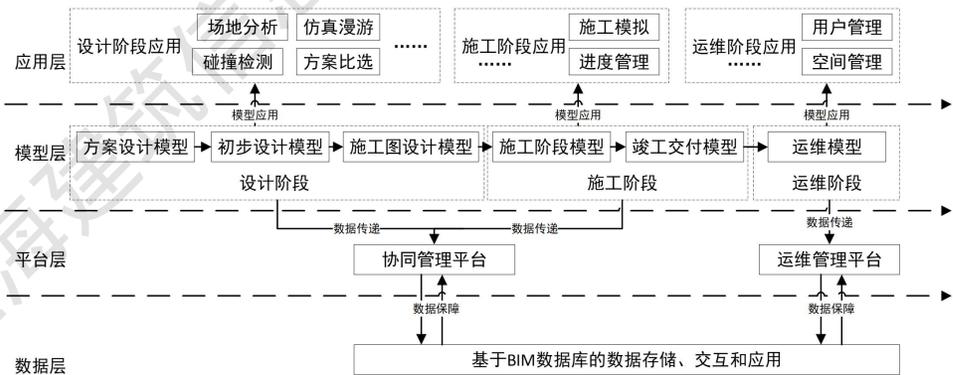


图 3-64 五个新城全生命周期的典型实施框架

(2) 强调工程建设模式对 BIM 实施的影响

本导则对三种项目建设管理模式——“设计-招标-施工 (DBB)”、“工程总承包

（EPC）”和“集成项目交付（IPD）”模式下的 BIM 组织架构进行了规定。其中 IPD 模式作为 BIM 实施最为匹配的模式，导则对其组织架构和管理职责进行了规定，如图 3-65 所示，旨在推动新的建设模式在五个新城工程建设中的应用。

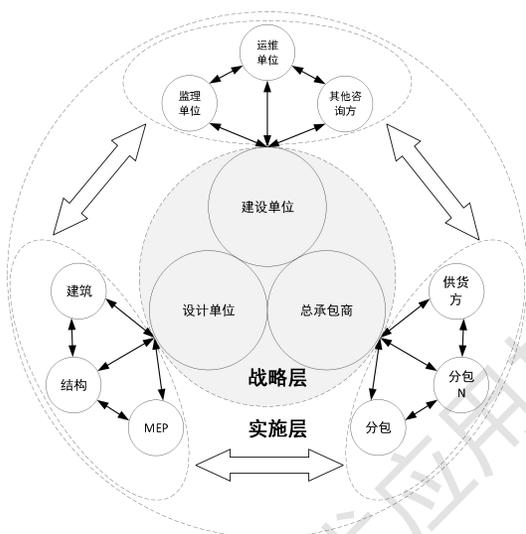


图 3-65 IPD 典型实施框架

（3）明确各阶段实施单位 BIM 工作内容

导则对设计、施工和运维阶段的 BIM 实施单位的工作内容进行了明确，如各阶段的实施方案、模型创建要求、BIM 应用项等，为 BIM 技术在五个新城全生命周期的实施提供了技术路线和参考依据。

3.1.4.3 五个新城 BIM 技术取费要求

为贯彻落实上海市《关于进一步加强上海市建筑信息模型技术推广应用的通知》（沪建建管联〔2017〕326号）的要求和满足 BIM 行业服务及发展的需要，同时为本市及五个新城建设项目的设计和施工过程中的 BIM 技术服务提供取费依据，上海市绿色建筑协会于 2022 年 12 月 23 日开始实施团体标准《上海市建筑信息模型(BIM)技术服务收费标准》。该标准结合上海市 BIM 应用实际情况，并收集、整理、分析本市及国内其他地区同类相关费用数据，开展分类调查研究及典型案例测算，规定了 BIM 技术服务的计价指标和计费费率，为本市建设项目的设计和施工过程中的 BIM 技术服务收费提供了参考依据。

以工业与民用建筑工程 BIM 技术服务计价为例。其计算公式为：

工业与民用建筑工程 BIM 技术服务费=建筑面积*“工业与民用建筑工程 BIM 技术服务计价指标”*工业与民用建筑工程复杂难度调整系数。

其中“工业与民用建筑工程 BIM 技术服务计价指标”为 35 元/m²，包含设计阶段 BIM 技术服务计价指标 18 元/m²，施工阶段 BIM 技术服务计价指标 17 元/m²。

“工业与民用建筑工程复杂难度调整系数”则可根据项目因素进行调整系数的选择，详见表 3-2。

表 3-2 工业与民用建筑复杂难度调整系数表

复杂难度调整系数因素	调整系数	备注
改、扩建工程	1.2	包含三维扫描还原模型和图纸
特殊建筑造型工程	1.2-1.3	采用Nurbs数据结构进行推敲、设计协调、深化、加工的应用和成果
装配式建筑工程	1.3	含预制深化、加工
工业建筑	1.3	全专业，包括工业管道等
居住建筑	0.7	/
文化建筑	1.2	全专业，包含展陈、舞台工艺等专项
酒店建筑	1.2	全专业，包含酒店工艺等专项
体育建筑	1.3	全专业，包含体育工艺等专项
医疗建筑	1.5	全专业，包含净化、医疗气体物流等医疗工艺专项
商业综合建筑	1.0	/
物流仓储设施建筑	0.9	/
公用设施建筑	1.1	/

3.1.4.4 五个新城 BIM 应用特色

1. 上海临港新片区数字孪生城市建设

上海临港新片区于 2022 年 8 月 5 日发布《临港新片区数字孪生城市建设行动方案（2022-2025）》，提出了构建有区域特色的数字孪生城市基础平台的目标，并围绕片区特色，打造一批典型数字孪生城市示范场景，力争新建政府投资类设施全覆盖，存量项目逐步提升。

目前，临港新片区在打造数字孪生创新场景、形成数字孪生城底座、打造新城样板间方面已取得一批建设成效。其一，已推进临港新片区数字孪生地下综合管廊等创新数字孪生城的场景搭建工作（如图 3-66 所示），支持对临港地下综合

管廊地下地上一体化展示、管廊实时运行状态的数字孪生赋能，把数字化转型新理念融入新城“规建管用”中。

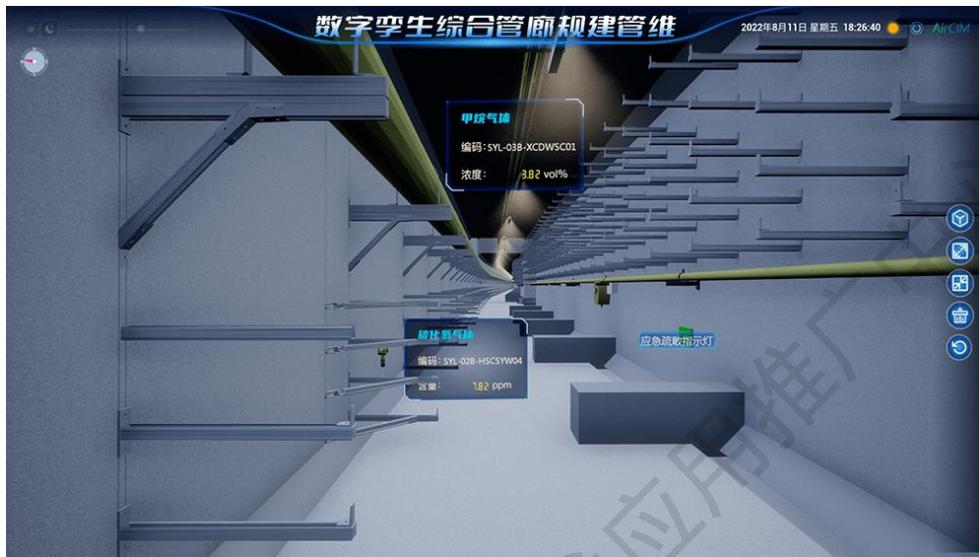


图 3-66 临港新片区综合管廊应用

其二，结合临港新片区初步建成临港新片区数字孪生底座。目前，数字孪生底座建设已完成数字孪生所需的全类型点位数据接入，含地下构建筑物 881 个，地下管线 225 公里，完成基础图层服务搭建。计划到 2025 年，临港新片区将初步建成数字孪生城框架，临港的智能感知基础设施、5G 部署与应用、计算基础设施基本完善，完成 50 个以上数字孪生路口升级，汇聚 300 路智慧交通感知数据，新增 2000 个高清智能摄像头，在国际创新协同区内建成 3000 个标准机柜和 3 个以上边缘计算节点。

2. 青浦新城长三角数字新干线建设

当前，在上海城市数字化转型形成的新格局下，五个新城已形成各具特色的数字产业定位。其中，青浦新城以长三角数字新干线为特色定位。基于 CIM 基础平台（如图 3-67 所示），融合应用大数据、云计算、物联网及人工智能等前沿技术，整合 GIS 信息、倾斜摄影及 BIM 等数据，形成多源异构的三维空间基础数据，初步建成覆盖青浦新城 37.23 平方公里及 26 个村居的数字孪生底座，实现建筑外观及沿街商铺的视觉还原，推动全区基础地理信息由二维向三维的跨越升级。



图 3-67 青浦新城 CIM 基础平台

3. 嘉定新城未来出行城市建设

2021年3月30日，上海市人民政府发布《嘉定新城“十四五”规划建设行动方案》，提出嘉定新城以智慧交通为先行示范，在城市数字化转型上抢占先机，把数字化、智能化、智慧化的理念和要求贯彻新城基础设施建设、城市运行管理、社区建设治理等各方面，努力实现对既往城市建设实践的借鉴超越，打造令人向往的未来之城。

目前，嘉定新城智慧列车交通系统示范线以沪宜公路（陈翔路至叶城路）的合乘车道作为道路基础已经开通。乘客通过手机预约“点对点”出行，平均速度比轨道交通快1倍，运量却与轨道交通相当，建设成本则较低。嘉定的智慧列车交通系统，是嘉定新城建设远香湖自动驾驶环路、白银路智慧道路、裕民南路智慧道路这“一环三路”中的重要一项。

另外，在嘉定新城远香湖核心区，嘉定“十四五”期间重点打造的“一环三路”示范样板之一——白银路智慧道路示范段建设也已初见规模。“智慧交通数字驾驶舱”系统通过在路边设置信息管理综合箱、道路信息采集综合杆、智慧信号灯等硬件设备，工作人员在嘉定区城运中心指挥大厅就可对已搭建的智慧路口、车路协同、健康诊断等多个应用场景实现一屏管理，如图3-68所示。



图 3-68 嘉定新城智慧交通数字驾驶舱

4. 松江新城数智 G60 建设

松江于 2016 年启动 G60 科创走廊建设，七年来发展为贯穿一市三省九座城市的长三角 G60 科创走廊，从秉持新发展理念的基层生动实践上升为国家战略重要平台，成为上海科创中心和长三角一体化高质量发展两大国家战略的交汇点。

目前松江开展新型基础设施建设行动计划，加快加氢站、充电桩等新型基础设施建设，新建车位中充电桩占比不低于 12%。构建数字“新基建”体系，打造数字化转型样板区，提升数字建造水平，重点领域实现高水平发展，新一代互联网、5G、低轨卫星互联网、新型城域物联专网实现“空天地”全域部署、全面覆盖，建成全国一流的“数据、算法、算力”三位一体的 AI 超算中心，建成松江新城数字孪生城市基础空间中台、城市信息模型（CIM）平台、数据中台、应用中台、人工智能中台等共性基础技术平台（如图 3-69 所示），形成统一的城市数智底座和超级城市大脑，加强线上线下融合，打造未来社区，打造一批具有引领性的数字化应用场景。



图 3-69 松江区城运管理平台

此外，松江加强智慧交通体系建设，打造综合交通一体化平台，深化长三角G60科创走廊九城市“城市大脑”交通应用场景，推进交通信息数据和网络化平台共享，至2025年，新城道路信息通信管道覆盖率达到90%。

5. 奉贤新城数字江海建设

2021年4月9日，上海奉贤新城首个数字产城融合造城计划发布——“数字江海”，一个全新可感知、可参与，各类创新要素集成的未来数字城市示范区。作为上海五大新城战略确定后首个数字产城融合造城计划，数字江海承载了上海经济转型引擎、布局数字经济新赛道的全新力量。依托数字化建设优势，集聚数字孪生相关产业，聚焦数字底座、BIM、CIM、GIS技术、智慧能源、大数据、基础算力和存储等方面，搭建城市建设、社区管理、产业服务等多种应用场景，为数字城市的规划、建设管理、运维管理提供基础支撑，如图3-70所示。



图 3-70 奉贤新城数字孪生城市底座云平台

目前，奉贤区交通委正加快建设数字航道，重点推进奉贤区电子航道图项目，目前已基本完成项建书编制，同时配合交能集团、智能网联公司，开展自动驾驶BRT示范运营等场景研究；区农委以“三农”数字化转型为目标，不断完善奉贤区农用地信息综合管理平台（GIS），继续推进奉贤数字乡村和数字农业云平台建设；头桥集团加快“头桥慧谷”项目工程建设，引入智慧平台建设，打造“物联、数联、智联”的园区数字底座，集智慧招商、智慧政务、智慧服务、智慧管理等功能。

3.1.4.5 总结与展望

1. BIM 技术应用总结

目前五个新城 BIM 技术应用处于初步阶段，但随着《关于深化新城区域建筑信息模型技术应用的通知》的发布，BIM 应用将逐步开始推广和实施，现将探索总结如下：

(1) BIM 应用阶段

BIM 应用阶段从单一的应用实现全生命周期的应用，尤其是实现 BIM 在运维阶段的应用，赋能项目和城市运维；

(2) BIM 应用模式

五个新城将推广建设单位主导，各方参与的实施模式，保障 BIM 的有效落地。

(3) BIM 覆盖范围

BIM 将从原先房建领域的应用覆盖至五个新城房建、基础设施等所有领域，为数字孪生城市建设奠定基础。

(4) BIM 取费保障

随着《上海市建筑信息模型（BIM）技术服务收费标准》（T/SHGBC 005-2022）落实，BIM 技术应用的取费机制得以明确，将为 BIM 技术的推广提供依据。

2. BIM 技术应用展望

随着项目不断的竣工交付，基于 BIM 的数据资产也将逐步沉淀。在项目层面，可以逐步通过 BIM 技术信息平台的搭建，实现项目运维阶段精细化管理；在城市管理层面，通过收集项目的 BIM 数据资产，搭建五个新城 CIM 基础平台，实现项目到区域的渐进式发展和跨越，提升 BIM 技术在区域管理中的价值。

3.1.5 智慧园区 BIM 应用

3.1.5.1 智慧医院

1. 智慧医院 BIM 应用总体情况

过去的二十年，医院信息化在经历了以行政管理和医生诊疗为中心的初期发展阶段后，仍然面临以下挑战：

1) 低碳经济对运维的压力

低碳、环保、节能、绿色已成为社会关注的焦点，建筑使用占全社会总能耗约 28%，而医院建筑能耗是一般公共建筑的 1.6-2.0 倍；医院能耗空间大，如何通过技术与管理创新等手段减少能耗、节约成本，已成为各医院发展的重要课题之一。

2) 被动式运维潜在隐患较大

医院后勤设施设备达几十类，千余项设备及管线涉及到水电气暖、衣食住行等保障医疗安全有序运营。任何故障都可能影响到医疗安全，甚至引发安全事故。能及时发现和避免此类隐患，可减少大量的损失。

因此，从信息化发展阶段到以服务患者为中心的数字化医院发展阶段是未来的趋势。智慧医院以数字化医院建设为基础，将实现包括网络服务、移动医疗、远程医疗、健康管理等服务于医疗患者的医疗业务新应用。此外，数字化医院建设为医院智慧运维提供有力的数据支撑，有利于缓解现代医院运营压力。

2. 智慧医院 BIM 应用内容

智慧医院是通过 BIM、GIS、IOT、AI 等先进信息技术与传统医院相结合，将与医院相关的人员、信息、楼宇、设备、资源连接起来，实现医院信息的全面感知，并形成数字资产，在此基础上进行智慧赋能，帮助传统医院实现资源整合、流程优化，以进一步提升服务质量，降低运营成本。

1) 基于 BIM 的室内外导航

智慧医院能够为患者及其家属提供基于 BIM 模型和 AR 技术的精准室内外导航，缩短患者就诊时查询科室地址的时间，辅助患者及家属快速定位医生、患者、婴儿等的实时位置。

2) 基于 BIM 的人流统计分析

基于 BIM 模型，结合人流定位感应，能够从时间、空间、时空等多个维度对医院内部各个楼层、各个区域进行人流分析，实时统计院内人流情况，帮助患者减少无效的排队时间，提高医院内部人员安全。

3) 基于 BIM 的智慧停车

基于 BIM 模型，通过医院停车管理系统，患者及家属能够根据立体化三维导航提前确定院内停车位情况，减少因寻车位而浪费的就诊时间。

4) 基于 BIM 的数字查房

通过 BIM 模型，可以直观查看当日查房的具体安排，进而便于更加合理化分

配护士查房工作，提高医务人员的工作效率，排班护士能够通过相关平台及时查看工作任务。

5) 基于 BIM 的病房环控

针对不同病房空间，通过 BIM 模型结合环境管理系统，实施智慧环境监控与管理，管理人员能够在平台通过查看每类病房空间的环境控制指标，实时把控环境控制情况，实现病房环境智慧管理。

6) 基于 BIM 的后勤综合运营管理

利用 BIM、物联网、大数据等信息技术，通过后勤运营综合服务台集合医院后勤人力、物力、财力、管理等要素和社会化资源于同一平台，实现后勤效率提升和服务协同。

①空间管理

借助 BIM 模型，辅助医院运营管理过程中，对医院空间进行管理，统计不同业态或功能的面积使用比例情况，比较各业态医院空间面积占用的百分比。

②运维管理

通过平台动态实时采集数据，结合 BIM 模型，将数据导入，确保后勤运营设备能够实时可靠地全局可视。运维人员能够通过大屏及时掌握医院设施设备的整体运行情况，并及时处理设备报警/预警情况、故障维修情况、维修工单处理情况、日常保养维护情况。

③资产管理

对贵重的医疗资产设备，结合 RFID 技术，结合 BIM 模型，当贵重设备资产出现报警提示时，通过平台报警区域提示，辅助管理人员迅速定位设备资产的具体位置。

④能耗管理

通过 BIM 模型集成物联网技术，实时监控医院内部各空间能数据，通过平台实时展现水电煤气等各类能源耗用信息，并对能耗进行智能分析，并给出预警信息，辅助管理人员进行能耗管理。

3. 典型案例介绍

(1) 基本情况

随着高质量医疗服务需求不断增加，全科智慧病房应运而生。但是，如何借

助 BIM 技术、物联网、5G、人工智能等现代信息技术，打造新型全科智慧病房，以提供以病人为中心的、更为智能的全科病房服务，尚属于 BIM 应用和医疗服务领域的前沿问题。

上海市同济医院利用同济楼智能化病房改造项目，形成了基于“BIM+数字孪生全科智慧病房的设计、建设与运维方案，如图 3-71 所示。



图 3-71 智慧病房效果图

(2) BIM 技术应用概况

本项目是基于现有建筑进行改造，并且改造期间需保证其他楼层的正常运行，同时增加各种智能设备终端，施工环境复杂，情况多变。

在建设阶段，BIM 作为设计施工的重要辅助工具与项目建设的预模拟在保证设计施工图的按时高质量提交、快速修改审核意见、减少项目现场施工返工、降低项目成本特别是时间成本等方面将起到重要的作用。而这些需要 BIM 管理团队在项目建设前期进行周密的策划，对项目的 BIM 实施管理细则、实施标准和规范进行专业性的审核，从而保证 BIM 工作在整个建设周期内高效有序运行。

在运营阶段，本项目基于 BIM 和医院运维系统以及各种智能化终端运行接口的研发，将各种系统集成到一体，打破原先各种运维数据的壁垒，形成同济医院特色的运营管理系统，平台也由二维系统提升成三维，使运维系统更直观丰富，并与建筑建成之前的 BIM 信息相对接，更好的为医院的日常运维提供可靠支撑，如图 3-72 所示。



图 3-72 智慧病房运维管理系统

(3) BIM 技术应用成果与特色

1) 智慧病房及设施设备的参数化建模

本项目基于 REVIT 软件建立设计模型，包括现有管线模型，新增智能设备模型，新增管线模型及装饰模型。根据运维管理系统要求对设备构件添加各项参数，便于查询定位等。

2) 智慧病房流线模拟分析

现代医院建筑是跨专业的综合建筑，对医院建筑学的认识来自于对医学、医疗设备工程学、建筑学、社会学、经济学与信息科技等领域的多方面的应用与整合，是庞大而复杂的工程艺术，也是一种“令人敬畏的建筑类型”。医院的医疗工艺流程是否通畅直接关系到医疗行为和就医流线的便捷与效率。若医疗工艺流程设计不到位，往往在医院的建设过程中，造成各医疗功能单元间和各医疗功能单元内部流程混乱，临时改变原来的建筑设计，造成建设投资的巨大浪费；或者在医院建设完成之后再改变医院的单元流程，重新去布置调整科室，影响医院整体医疗活动。

利用 BIM 的可视化、参数化等特性，结合医疗工艺设计，分析洁物和污物运输路径是否合理，分析患者流线是否便捷，医护流线是否通畅等问题，以提高设计质量，优化设计方案，提高医院的服务质量，为医院带来巨大的效益，如图 3-73 所示。



图 3-73 智慧病房流线分析

3) 智慧病房建造模拟

根据本项目的特点，在模型中添加设备，结合施工方案进行精细化施工模拟，直观展示施工过程，检查方案可行性。通过运用 BIM 技术的虚拟建造功能，体现方案的整体实施过程。在虚拟建造中通过软件进行碰撞检测、模拟动画设计来优化施工方案，检查每个细节可能遇到问题和难点并一一排除，确保施工方案的安全性、合理性与可实施性。之后通过直观的动画演示施工方案，让业主、分包或第三方第一时间理解方案的完整内容，做好交底工作，保障工程的顺利进行。

4) 智慧病房运行模拟

本项目属于公共建筑，因此建筑空间、各专业设计的组织与协调直接影响到后期的利用率及真实效果。

虚拟仿真漫游的主要目的是利用 BIM 软件模拟建筑物的三维空间，通过漫游、动画的形式提供身临其境的视觉、空间感受，能够让非建筑专业的医护人员及各参建单位发现运行中不易察觉的设计缺陷或问题，通过集成各方的智慧，减少由于事先规划不周全而造成的损失，使项目后期使用过程中更方便，更合理，符合以人为本的理念，改善患者就医环境和医疗人员工作环境，提升诊疗服务能力和质量。打造三维可视化实时全科病房管理平台，形成数字孪生全科智慧病房，如图 3-74 所示。



图 3-74 智慧病房运行模拟

(4) BIM 技术应用总结

BIM 技术的可视化、参数化和集成化为医院全科智慧病房的建造和运营管理提供了重要的技术支持，主要体现在以下几方面：

(a) 基于全科智慧病房建设标准及需求分析，形成此类病房的标准设计基准参考和需求分析清单，为模型构建提供依据和支撑；

(b) 全科智慧病房精细化 BIM+模型构建，形成包括建筑空间、机电管线、医疗设施设备等在内的扩展 BIM 模型，为全科智慧病房的设计、论证、优化以及后续施工、运维提供模型和数据支持。

(c) 基于 BIM 的全科智慧病房医疗工艺流程分析、模拟仿真及精益施工方案论证，包括平面布局分析、护士护理路线优化、空间仿真及优化、精益施工组织、和既有建筑关联分析、精细化 4D 方案等。

(d) 基于“BIM+数字孪生”的全科智慧病房方案及实施。基于“BIM+数字孪生”的模型构建、智慧终端应用、室内定位、5G 应用、报警定位和运维系统设计等，打造三维可视化实时全科病房管理平台，形成数字孪生全科智慧病房。

(5) 应用推广价值

随着医疗需求的不断变化和信息技术的不断发展，医院的功能将发生重要变化，精细化、智慧化、人性化将成为趋势，本方案具有以下推广价值：

(a) 为 BIM 在医疗卫生领域的深化应用提供参考，也为复杂空间的精细化 BIM 应用提供借鉴。全科智慧病房功能多、设备多、标准高、信息化程度高，如何充分发挥 BIM 优势和进行 BIM 的深度精细化应用是将来 BIM 在医疗卫生领域

深化应用的一大现实需求。而本项目的经验可为此提供参考，包括精细化 BIM+医疗设备模型、精细化模拟仿真、精细化施工分析等，并为其他类似复杂空间的精细化 BIM 应用提供借鉴，具有广阔的推广空间。

(b) 探索智慧数字孪生医院建设，先行先试，积累成功经验。智慧医院建设是当前的一大战略方向，也是国内外医疗卫生领域的探索热点，但如何建设智慧医院，也面临巨大挑战。本项目通过 BIM+数字孪生的技术集成，以及在全科智慧病房的试点应用，可为智慧医院和数字孪生医院的研究和实践提供先行先试经验，具有巨大的推广价值。

(c) 为形成基于 BIM 的智慧全科病房提供知识积累，包括模型构建方法、族库建设、全科病房医疗工艺模拟、5G 等新技术集成路线、BIM+数字孪生的技术方案等，并形成可复制、可重复的 BIM 模型、BIM 应用经验，具有直接复用价值。

3.1.5.2 智慧社区

1. 智慧社区总体情况概述

智慧社区作为智慧城市中最重要的组成部分，已成为当下提速城镇化发展、创新社区管理与服务水平、提升居民生活满意度和幸福感的全新战略，相关政策详见表 3-3。

表 3-3 上海市部分推动智慧社区建设的政策摘要

发布时间	政策	内容
2014年	《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》	到2020年，建成一批特色鲜明的智慧城市，聚集和辐射带动作用大幅增强，综合竞争优势明显提高，在保障和改善民生服务、创新社会管理、维护网络安全等方面取得显著成效。
2016年	《城乡社区服务体系建设规划（2016-2020年）》	推进智慧社区建设。推动“互联网+”与城乡社区服务的深度融合，逐步构建设施智能、服务便捷、管理精细、环境宜居的智慧社区。
2017年	《关于加强和完善城乡社区治理的意见》	到2020年，将实施“互联网+社区”行动计划。意见强调，加快互联网与社区治理、服务体系的深度融合，探索网络化社区治理和服务的新模式。
2018年	《政府工作报告》	要做好国家新型城镇化试点工作，推进小城市培育试点和省级示范镇建设，打造一批特色小镇。
2019年	《绿色生活创建行动总体方案》	开展节约型机关、绿色家庭、绿色学校、绿色社区、绿色出行、绿色商场、绿色建筑等创建行动，广泛宣

发布时间	政策	内容
		传推广简约适度、绿色低碳、文明健康的生活理念和生活方式，建立完善绿色生活的相关政策和管理制度，推动绿色消费，促进绿色发展。
2021	《上海市住房发展“十四五”规划》	提到了“加快推进智慧物业建设与城市管理一网统管融合”。

随着社会经济的高速发展和城镇化水平的不断提升，人员大量流入城市和各个社区，但随之配套的基础设施、社会服务、人文生态等却没有与城市化发展同频共振。现有的社区主要存在老旧小区空间集约利用不足、公共设施服务水平相对滞后、社区生态环境质量不高、社区邻里关系淡薄等问题。

智慧社区的建设主要面临以下四大难点：

- 1) 政府公共数据处于“孤岛”状态；
- 2) 智慧社区建设缺乏系统性统筹，服务整合能力不足；
- 3) 技术配套滞后，缺乏高效的全场景运营及服务。

智慧社区是将以人为本，以老旧小区改造、交通出行改善、生活智慧化提升、文化养老设施建设等四个需求为驱动，探索人与自然和谐共生的、绿色发展的社区发展新模式。

2. 智慧社区 BIM 应用内容

智慧社区是将包括传感技术、互联网技术、云计算技术等应用于现代社区管理当中，通过综合运用现代科技技术，整合区域人、地、物、情、事、组织和房屋等信息，统筹公共管理、公共服务和商业服务等资源，以智慧社区综合信息服务平台为支撑，依托适度领先的基础设施建设，提升社区治理和小区管理现代化，促进公共服务和便民利民服务智能化。

智慧社区是一种社区管理和服务的创新模式，也是实现新型城镇化发展目标和社区服务体系建设目标的重要举措之一。

通过 BIM+GIS 的结合，实现了智慧化应用从建筑单体向社区的演进，物联网技术的加入，辅助打通了建筑单体与社区的神经网络。智慧社区能够时时处处感知，真正做到万物互联、信息相通，问题能得到及时、快速的响应和处理。

融合 BIM+GIS+IOT 技术，辅助智慧社区建设，实现对楼宇的精细化管理。以区域二维、三维地图图景为载体，集成各类服务资源，基于地图统筹全局，实现

信息的可视化与实时更新，使社区管理更高效便捷。

1) 基于 BIM 的社区出售管理

通过社区 BIM 模型，结合管理平台，清晰展示社区各楼栋、各楼层、各户的出售情况，辅助社区所有者进行快速调整、决策和部署。通过楼宇剖面图，实现房屋信息（如：出售阶段、产权所有情况、室内空间布局、空间面积等基本信息）的直观可视，实时更新状态，形成全局性认知。

2) 基于 BIM 的社区安全管理

充分利用 BIM 模型的三维空间优势，直接将视频点位标注在模型当中。深度融合 BIM 技术、GIS 技术、GPS 定位技术和视频摄像头，形成全景可视、智能警觉的新型安防模式。通过室内外一体空间定位技术，实时定位监控目标的位置，并通过智能摄像头技术结合人脸识别、活动检测、人员密度检测和人数统计，对监控目标的活动区域、行为方式进行大数据分析，集成空间位置大数据和视频大数据，通过视频信息与 BIM 模型的融合，辅助社区安防管理，提高社区安全系数。

3) 基于 BIM 的社区资产管理

利用 BIM 技术，建立社区设施设备资产模型与其运行状态数据的映射关系，做到数据与设施设备资产联动、设施设备资产与管理联动，进而实现设施设备资产的数字化、可视化、透明化管理。

在 BIM 模型创建时，准确创建设施设备资产模型单元，精准定位设施设备模型单元所在的空间位置，并完善其属性信息。将设施设备数据与模型进行关联，形成设施设备资产数据库；将设施设备资产数据库与社区管理系统链接，通过系统进行设施设备资产管理，包含查询、后期盘点及维护工作，并动态跟踪设施设备资产的更新、替换或维护及其他各类变化情况；与社区其他系统对接，通过系统联动，实时保障设施设备资产的安全。

4) 基于 BIM 的社区空间管理

利用 BIM 技术搭建虚实相映的三维可视化模型，以之为载体，实现对社区及建筑单体内部的空间规划和功能设计，辅助空间管理和决策。在三维模型中，同步记录建筑空间的相关信息，对各个空间区域进行划分与空间功能标注，使社区管理人员能够实时、准确、全面地获悉社区及建筑单体的空间区域划分及其性能，通过科学合理的分析与优化，辅助社区持有方对空间规划、管理和决策。

在社区运营过程中，管理者通过点击 BIM 模型中的空间或房间，能够快速获取该空间区域的日常运营数据信息，辅助社区日常经营和管理决策，进而优化社

区运营，实现成本和收益最优化。

5) 基于 BIM 的社区隐蔽工程管理

融合 BIM 技术与 AR 技术、IOT 技术，辅助社区隐蔽工程运维管理。在设施维护管理过程中，隐蔽工程因为无法被直接观察，给维护管理人员带来很多困难，AR 技术能有效提供协助，使工程人员“虚拟”看到这些隐蔽工程。通过整合地下管线等隐蔽工程的 BIM 模型与其可识别的固定实景物体，例如路口的灯杆或者既有建筑物，通过平板电脑的摄像头获取实景，将实景图像和 BIM 模型进行匹配，便可获得隐蔽工程设施或者构件的空间位置和结构信息，通过 IOT 感应器前端设备，实时获取设施设备的运行数据，进而减少维修或更新设备对社区及建/构筑物带来的损伤，也为社区隐蔽工程的日常检查和维护提供了方便。

6) 基于 BIM 的社区应急管理

利用 BIM 模型，通过社区及楼宇全部空间区域可视化，辅助管理人员和社区工作人员科学合理制定应急逃生预案。在应急事件发生时，能够根据 BIM 模型快速定位事件发生的空间位置、具体楼层和确切房间，快速响应应急时间，方便针对性地制定应对策略及具体方案，实现应急事件的敏捷管理和高效解决。

通过立体可视的 BIM 模型，辅助管理者规划社区内的消防系统、部署消防设施设备、制定逃生路线及救援方案。通过三维模型，呈现社区内的所有消防报警点位置，配置疏导系统和相关联动系统，最大限度提高消防安全。在消防事件出现时，借助社区管理平台，利用可视化模型，快速查找和定位事件的发生源，进而提出针对性较强的应对方案，提高抢险救灾效率，降低人员伤亡和财产损失。

7) 基于 BIM 的社区环境能源管理

融合 BIM 技术、IOT 技术、大数据分析技术等技术，实时监测社区内各项能源使用情况、各项环境指标值，辅助社区环境及能源管理。根据社区物联网前端设备，实时采集社区内各项环境监测数据，将采集的数据进行收集、整理和分析，通过三维模型展示社区内各项能源系统的使用情况。依托社区管理平台，结合 BIM 模型，可视化呈现社区内各楼栋、各楼层、各区域的实时能耗数据、环境数据。通过预先设置能耗指标阈值及预警报警机制，实现能耗异常自动告警；同时，通过与模型联动，在模型中显示告警区域位置，为社区能耗管理和环境管理提供决策的数据依据。

3. 典型案例介绍

(1) 项目概况

近年来，城投积极推进租赁住宅项目建设运营，发布以“宽适居住、宽心服务、宽活体验”为内涵的租赁住宅品牌“城投宽庭”，为广大住户提供高标准、高质量、高起点的整体居住方案。城投通过市场化途径获取并建设运营 7 个租赁住宅社区，包括湾谷项目、江湾项目、光华项目、浦江项目、九星项目、张江项目和临港项目。

城投宽庭在所有项目上都应用了 BIM 技术，且创新的引入基于 BIM 的建设运营一体化的管理模式。将 BIM 的成果从建设阶段延续到运营阶段，打造了一个城投宽庭的“数字社区”，并在这个“数字社区”融合各种信息化技术，为实现高效节能的长效社区而努力。

(2) 项目特点

本项目的 BIM 应用特点主要包括：

(a) 整体策划，紧密协作。建设运营一体化创新模式的主要内容包括了实施团队一体化、管理时间一体化、管理空间一体化和管理内容一体化。在实施团队这块，项目摒弃了传统的设计 BIM、施工 BIM 和运维 BIM 分为三个团队的做法，而是采用了设计施工运维一个团队来实施的方式。管理时间一体化主要体现在将施工和运维的需求通入到建设过程中，避免了模型重复创建且不能用的问题，实现了“一模到底”。管理空间一体化主要体现在从运维管理的角度将社区模型从一个设备，到一个房间，到一个楼栋，到整个社区的多级别的模型创建，大大提升了后期的管理精细度。管理内容一体化主要体现在从设计阶段就通过唯一的 BIM 模型和编码，避免了后期多个业务系统的数据孤岛问题。将业务管理和数据管理的融合，贯穿项目的整体实施中。

(b) 标准先行，严格实施。本项目在实施 BIM 之前，就由业主牵头完成了城投宽庭租赁社区的各个 BIM 标准。在参照国标地标的基础上，完成了企业自己的多份标准，包括《城投宽庭租赁住宅 BIM 建设应用实施指南》《城投宽庭租赁住宅 BIM 运营应用建模标准》《城投宽庭租赁住宅建筑数据资产交付标准》及《城投宽庭租赁住宅物联网数据标准》，如图 3-75 所示。这些标准可以真正做到 BIM 模型的质量可控，BIM 模型可以在多个团队和多个阶段被共享被复用。基于以上标准的实施，本项目实现了建设阶段“零变更”的优异效果。



图 3-75 城投宽庭租赁社区 BIM 系列标准

(c) 制度创新，逐步推广。建设运营一体化的实施，除了技术更需要制度的配合。本项目在竣工阶段引入了基于 BIM 的数字化交付的管理制度。数字化交付，交付的是一座物理建筑的数字孪生建筑、一座数字化的虚拟建筑，而构建这座虚拟建筑的“建筑材料”正是数字化交付的内容：数据、文档、三维模型以及对应的关联关系。

(d) 数据底座，模块应用。本项目在运维阶段创建了统一的数据平台，如图 3-76 所示。数据平台打破传统平台数据独立、业务独立和界面独立的管理方式，定义了建筑运维管理对象的静态数据、动态数据、关系数据、业务数据等数据标准，将数据标准化和结构化，统一对数据进行存储及计算，并实现各系统的数据共享。同时，根据业务场景研发了五大功能中心，包括物管模块、BIM 模块、物联网模块、租赁模块和资产模块。



图 3-76 城投宽庭数字社区

(3) BIM 功能模块

本项目的功能模块包括：一个数据底座和五个功能中心。一个数据底座，是指融合所有 BIM 数据和业务数据的数据仓库。本数据仓库基本融合 BIM 数据、物联动态数据及各类业务数据的能力，将所有的业务数据清洗、整理，转化为可以

进行复用的分析数据。

五个功能中心的主要模块如表 3-4 所示：

表 3-4 五个功能中心主要模块

BIM模块	模型轻量化展示、设备查询、空间查询、系统查询、异常追踪、物管数据对接、物联网数据对接、能源数据对接、租赁数据对接、资产数据对接等
物管模块	接报修管理、维护保养管理、日常巡检管理、能源抄表管理、质量安全 管理、设备管理、空间资源管理、一户一档、承接查验、APP移动端
物联网模块	视频监控、门禁管理、巡更管理、报警管理、智能水电
租赁模块	租客入住、报修、交费、合同、退租等
资产模块	资产入库、资产盘点、资产报废、资金管理

其中，租赁、资产、物联网及物管都是解决业务需求，产生各类业务数据。BIM 模块具备两个主要功能：（一）将建设过程的工程数据和模型数据进行融合，并传递给数据仓库；（二）作为全业务数据的载体，通过统一编码实现数据贯通。

（4） BIM 应用价值

本项目的 BIM 应用价值主要体现在以下几个方面：

在建设阶段，快速排查各类施工问题，做到事前控制，输出高质量的施工图纸指导施工，实现项目“零”变更，有效实现成本管控。

在竣工交付阶段，基于 BIM 的数字化交付，实现 BIM 数据的复用，节省建设和运维团队的沟通成本，实现高效交接。

在运维阶段，BIM 体现了数据的价值，可以从空间、系统和构件多个维度实现数据串联，形成社区完整的数据画像，为管理者提供更清晰的业务场景。

（5） 总结与展望

2021 年 8 月，上海发布《上海市住房发展“十四五”规划》，其中提到了“加快推进智慧物业建设与城市管理一网统管融合”。通过对数字经济新模式的探索创新，充分利用 5G、互联网、物联网、云计算、大数据等技术，构建智慧社区生活服务生态，提供智慧化物业服务，通过数字化手段不断提升物业服务水平。

构建“租购一体”住房体系是完善住房体系建设、配合人才引进和推动经济结构转型的重要手段。在租赁住宅市场逐渐向专业化和规模化发展的过程中，BIM 技术可以在规划设计、施工建造、运维管理和更新维护的全生命周期中发挥重要

作用，形成针对租赁住宅的新型智慧运营模式，有效提升租赁住宅的建设和运营质量。

在开发建造方面，BIM 为开发商和设计团队提供全面的建筑模型，帮助他们更准确地理解和规划租赁住宅的布局 and 结构。通过可视化的设计方案，可以减少错误并优化空间利用，提高租赁住宅的质量和效益。同时，BIM 促进各专业团队的协同工作，通过共享建筑模型和相关信息，各个专业可以更高效地协调工作，减少沟通成本和时间浪费，提高项目的执行效率和质量。

在运营维护方面，BIM 技术的应用有助于优化租赁住宅的运营与维护。通过将建筑物的数据集成到 BIM 中，运营团队可以实时监测设备状态、能源消耗等信息，及时采取相应措施，提高能源利用效率和运维管理水平。此外，BIM 还可以整合维修计划和维护手册，为运营人员提供便捷的参考和指导。同时，结合物联网、人工智能等技术，实现租赁住宅更智能化的管理和服务。

在数据方面，BIM 技术在建筑生命周期的全程应用，可以实现包括设计、建造、使用和拆除阶段的信息持续更新与共享。通过 BIM 技术整合和更新租赁住宅的相关数据，包括平面图、维护记录、设备信息等，使得数据的管理更加方便和高效，也为未来的维护和改进工作提供了基础，以实现更可持续的建筑发展。

3.2 BIM 三向融合

3.2.1 BIM 与智能建造融合

3.2.1.1 BIM 与智能建造融合背景

智能建造即智能技术与工程建造系统深度融合形成的工程建造创新发展模式。近年来，人工智能、工业互联网、大数据、机器人、BIM 等新技术不断发展并逐步赋能项目管理，既成为智能建造的技术基础，彼此独立又相互联系，共同搭建了完整的智能建造技术体系，给建筑业的转型发展提供了契机。

BIM 作为建筑工程物理特征和功能特性信息的数字化载体，使我们在实体建造过程中亦建造了一个数字建筑。BIM 技术具备信息共享和集成优势，作为建筑各专业、各管理环节、各生产要素、各相关方协同工作的关键手段，可实现建筑物全生命期的信息集成，BIM 与智能建造的融合也是学者关注热点（见图 3-77），是推进智能建造发展的先决条件和重要基础。

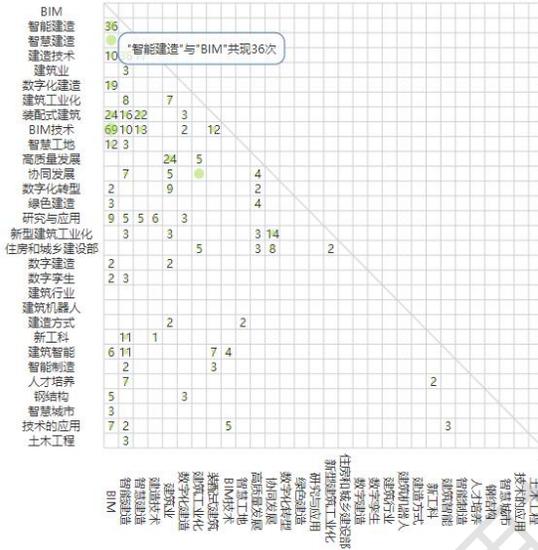


图 3-77 智能建造与 BIM 共现矩阵分析 (知网数据)

为推进建筑工业化、数字化、智能化升级，加快建造方式转变，推动建筑业高质量发展，国家、上海市发布了推动 BIM 与智能建造发展的政策文件。2020 年 7 月，住建部、发改委、科技部等 13 部门联合印发《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》，指出要以大力发展建筑工业化为载体，以数字化、智能化升级为动力，创新突破相关核心技术，加大智能建造在工程建设各环节应用。2022 年 1 月，住建部发布的《“十四五”建筑业发展规划》中也明确，到 2025 年，建筑工业化、数字化、智能化水平大幅提升，建造方式绿色转型成效显著，加速建筑业由大向强转变。同年 11 月，住建部发布了《关于公布智能建造试点城市的通知》将北京市等 24 个城市列为智能建造试点城市，围绕建筑业高质量发展，创新突破相关核心技术，加大智能建造在工程建设各环节应用。

在上海市委、市政府等引导下，上海建筑行业亦大力开展 BIM 与智能建造融合与推广工作。2021 年 7 月，上海市城市管理精细化工作推进领导小组发布了《上海市进一步推进建筑信息模型应用三年行动计划(2021 年—2023 年)》，其中提到：“深化 BIM 技术与装配式建筑 and 智能建造的融合，促进建筑业信息化和工业化协同发展。2022 年 6 月，上海市交通委员会印发《关于推进上海市交通智能建造和建筑工业化、数字化协调发展的指导意见(试行)》的通知，提出推进交通建设工程的智慧工地建设，持续加大 BIM 技术在交通建设工程的应用深度和广度，搭建交通建设智能化和工业化创新要素体系等要求。

3.2.1.2 BIM 与智能建造融合体系及特点

BIM 与智能建造融合是以创效为目标，以工业化为主线、以标准化为基础、

以建造技术为核心、以信息化为手段，将建筑模型信息与施工生产要素强融合，并可提升建设行业的建造和管理水平的创新模式。BIM 与智能建造融合应用过程贯穿工程的全生命周期，可实现智能规划设计、智能生产、智能施工和智能运维服务，并提高建造过程的智能化水平，最终可推动建筑业从粗放式、碎片化的建造方式向精细化、集成化的建造方式转型升级。二者的融合在助推建筑业高质量发展具有以下特点。

（1）更加敏锐地感知与精准识别

通过在现场安装物联网传感设备，结合信息传输技术，灵敏地感知并记录周围环境、作业活动，让施工现场长出主动捕捉的“五官”，更加敏锐地感知现场人、机、料、法、环施工要素的行为与状态。通过结合 BIM 技术二次开发衍生技术，对特定区域、特定行为进行信息收集与精准识别，与预期建立的规则进行比对，从而判断行为是否满足期望要求和规范标准，以实现自动化的辅助管理与控制。

如某施工单位使用无人机搭载红外+变焦镜头，对已施或运营中的建筑进行建筑状态识别，基于 YOLO 和 U-Net 深度学习算法成功检测建筑外墙裂缝缺陷，将检测信息与建筑信息模型进行定位与挂接，为项目运维管理提供精准数据，如图 3-78 所示。

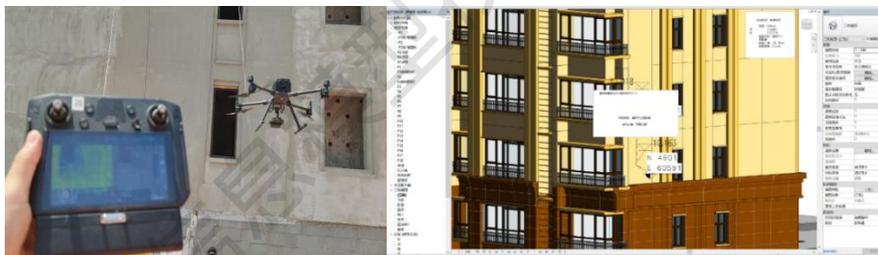


图 3-78 无人机建筑缺陷识别

如图 3-79 所示，提前在 BIM 模型中进行进度模拟、资源模拟、费用模拟，及早识别安全、质量、技术等风险，更加精准识别生成风险清单。

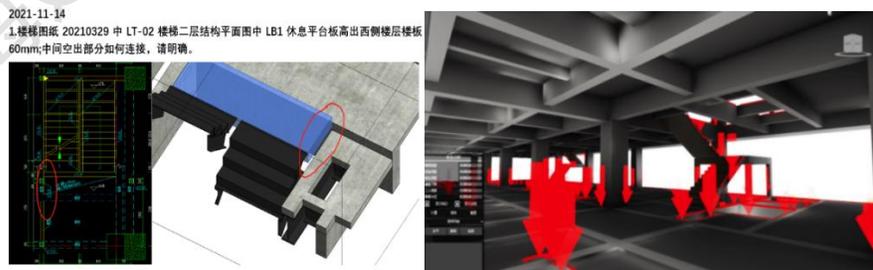


图 3-79 图模审查与临边洞口识别

（2）更加智能地控制与人力替代

依托更先进的自动化控制技术、先进的量测技术、精细化制造加工技术，更多智能化的工程机械产品会呈现。一方面通过设置不同类型的传感装置，可自动采集进度、成本、安全、质量等方面的数据信息，并上传到中央处理系统中进行信息分析处理，实现对工程项目建设过程目标的自动控制。另一方面，先进机械自身控制更加智能化，将有效打通设计信息到设备与构配件的制造过程，减少对劳动力的需求，最终实现人力替代或“机器换人”。

在构件加工之前，建立由构件编码及参数编码组成的装配式构件编码体系，保证构件参数信息在不同系统间的顺利交互，建模完成后实现 QRCode 模块导出二维码，对接加工厂进行精准加工，如图 3-80 所示。



图 3-80 构件定制加工

如图 3-81 所示，基于 BIM 技术的装配式机房设计施工一体化技术，可实现数字化-深化设计-定制加工-智能建造的一体化流程。



图 3-81 基于 BIM 技术的装配式机房设计施工一体化技术

(3) 更加高效的分析与优化决策

通过搭建现场管理与业务管理协同一体化平台，并现场实时产生的数据汇总，

利用本地或云服务器进行快速分析，以判断现场管控关键指标与设定的阈值之间是否存在偏差，辅助项目过程的管理与控制。此外，搭建具有 BIM 底层架构并可供领导、业主或监管单位查看的“驾驶舱”或“数据中心”（如图 3-82 所示），通过对现场抓取的真实数据进行集成和综合分析，智能识别项目风险并预警，助力项目层级和企业层级决策部署的科学化。



图 3-82 工程大数据平台

3.2.1.3 BIM 与智能建造融合应用点与价值

BIM 与智能建造融合主要包含四个方面：一是利用智能传感器和工程物联网技术进行各种工程建设活动要素的智能感知；二是通过工程大数据和人工智能技术进行工程建设数据的智能处理和分析；三是采用建筑机器人、智能施工装备等实现工程建设过程的智能控制；四是将智慧工地系统、平台技术和数字孪生技术等智能建设系统集成与协同。BIM 与智能建造的深度融合，将促进规划布局、设计理念、建造方式、管理模式的变革，具有如下价值：

(1) 全方位提高工程项目专业化管理水平。通过建筑信息模型（BIM）、物联网、人工智能等现代先进数字化技术打通工程建造各环节，实现辅助施工和虚拟建造，实现建筑产品从建造到制造的根本转变，有效提升建筑品质，如图 3-83 所示。

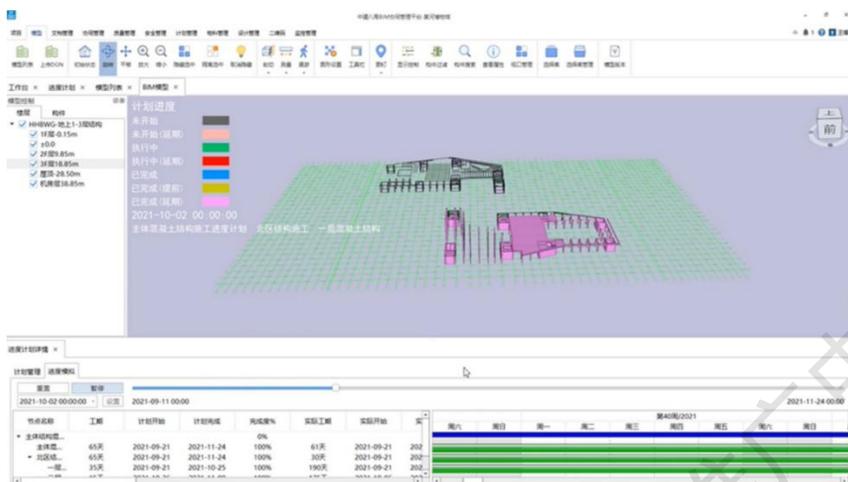


图 3-83 虚拟建造模拟与评价

(2) 打通建筑全寿命周期数据通道。通过打通从规划、设计、生产、施工、运营维护到拆除的数据通道，消除工程建设各环节的“信息孤岛”，打破传统设计、生产、施工的界限，解决工程组织碎片化问题，实现以工程数据为核心的管理创新和组织创新，如图 3-84 所示。



图 3-84 医疗运维管理平台

(3) 推进工程项目建造信息数据透明化。实施智能建造使工程数据资源透明化，为工程建设各方建立全新的信用链条，互联网金融、保险在工程领域具备了实施条件，如图 3-85 所示。

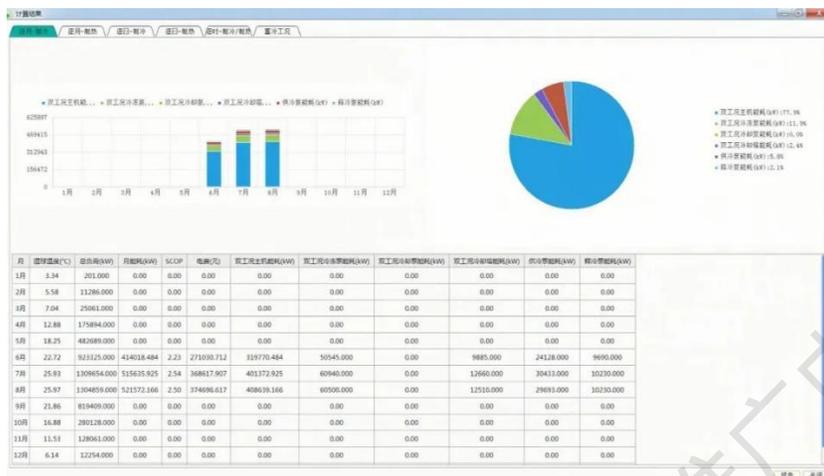


图 3-85 能耗数据透明化

(4) 通过数字化展示建筑实体。建筑产品不仅仅是实体产品，也孪生的数字产品，包含建造全过程数据属性，为后期运维提供强大支撑。

(5) 推进建筑企业数字化转型升级。数字化时代背景下，建筑企业将适应现代信息技术的应用需要，以工程数据为核心，助推组织管理和商业模式的重建，进一步增强市场核心竞争能力。

(6) 重构建筑产业体系。建筑业企业和互联网企业相互渗透，建筑工业化和信息化相互融合，促进以工业化、数字化和绿色化为主要特征的现代建筑产业加速形成，如图 3-86 所示。



图 3-86 工厂幕墙物料管理系统

3.2.1.4 总结与展望

历经近二十年的发展和积淀，我国在智能建造专业领域取得了长足发展，已

经形成诸多成果。但总体而言，智能建造技术的发展在我国仍处于发展状态，现阶段应用的智能建造技术多为国外引进技术，缺少基础技术的理论支持和对核心技术深层次的突破，致使现阶段多为碎片式点状应用，还未形成符合我国国情和发展的智能建造技术体系，距离成为智能建造强国还有很长的路要走。

BIM 与智能建造相关的新兴技术将成下一代多学科交叉的复合型主流技术，但推广应用大环境尚不成熟。首先，现有建筑行业体制、国内标准、规范的差异，智能建造应用过程中缺少协同管控，尤其在项目运作中，项目不同阶段、不同专业及参与方信息缺少统一管控的平台。同时，新兴领域科学技术均处于发展起步阶段，各种信息、工程技术涉及不同专业、不同阶段，与 BIM 技术没有形成统一的融合、交互平台，导致“BIM+”衍生技术的应用大环境不够成熟。其次，建筑行业的 BIM 与智能建造基本上集中在央企和一些大型的国企中，投入了大量资源进行信息化升级，但行业各单位间又存在终端数据接口庞杂、数据集成难度大、数据标准不统一的现象，使得进一步的数字化升级存在很大的障碍。

未来的建筑业逐步由技术密集型代替劳动密集型，BIM 与智能建造等新兴技术将不断推动建筑业转型升级。智能建造水平将决定着企业在市场环境下的竞争能力。想在竞争日益残酷的建筑市场中生存，企业必须在智能建造核心关键技术上取得创新突破，打造出符合自身健康发展的智能建造技术管理体系。

3.2.2 BIM 与绿色建筑融合

自 2014 年起，我国发布的各版本国家及地方《绿色建筑评价标准》都将 BIM 技术在项目建设中的应用纳入评价范围，同时标准中较大一部分内容的评价需要借助于 BIM 技术，绿色建筑与 BIM 的融合发展日益紧密。《上海市绿色建筑技术导则》中也明确了绿色建筑项目应采用 BIM 技术进行建筑能耗分析和优化设计，并要求建筑设计单位具备相关的 BIM 能力。2021 年上海市人民政府发布《上海市绿色建筑管理办法》明确规定“新建民用建筑、工业建筑和城市基础设施，按照国家和本市有关规定，采用装配式建造方式和应用建筑信息模型技术。”随着城市建设的数字化，不仅是工程建设本身，同样在其延伸领域，BIM 技术的应用将更加深入。

3.2.2.1 绿色建筑及其相关领域设计阶段 BIM 技术的主要应用点

1. 新建绿色建筑设计中 BIM 技术的应用点

绿色建筑设计中包含部分无法通过二维图纸定量分析的内容，包括建筑室外环境质量、能源使用效率、围护结构热工性能、室内环境质量、材料选择评估以

及碳排放管理等多方面。上述内容在设计阶段无法定量具体分析，部分内容即使在建筑运行阶段也难以量化分析，只能通过建立虚拟模型，对模型构件赋以性能参数，在软件中进行模拟分析。BIM 技术作为一种综合性的数字化工具，为设计师、工程师和建筑团队提供了高度集成的解决方案，以更加智能和高效的方式推动绿色建筑实现。新建绿色建筑 BIM 应用点如表 3-5 所示。

表 3-5 新建绿色建筑 BIM 应用点

应用点	应用点简介
3D建模与可视化	BIM技术可以用于创建建筑的三维模型，包括建筑的外观、结构、系统和内部布局。这样的三维模型可以帮助设计团队更好地理解建筑的整体设计，进行空间规划和布局优化，以达到绿色建筑的设计目标。
能源模拟与分析	通过将能源分析工具与BIM模型集成，可以进行能源模拟和分析。设计团队可以在BIM模型中添加能源参数和设备信息，预测建筑的能耗情况，并进行能源效率的评估和优化。这有助于选择更有效的能源系统、材料和策略，从而降低建筑的能耗。
热性能评估与优化	BIM技术可以用于进行建筑的热性能评估和优化。通过在BIM模型中添加构件热性能参数，进行热桥分析和热传导模拟，可以评估建筑的保温性能和热损失情况，并优化建筑的外墙结构、绝缘材料和窗户设计，以提高建筑的能源效率。
材料选择与环境评估	BIM技术可以用于材料选择和环境评估。在BIM模型中嵌入材料信息和环境参数，可以进行材料的量化评估、环境影响分析和生命周期评估，有助于选择环保的材料、减少资源消耗和废弃物产生，并在设计阶段考虑材料的可持续性。
室内环境模拟与优化	通过BIM技术，可进行室内环境模拟和优化。在BIM模型中添加室内环境参数，如采光、通风和空气质量等，可以预测建筑的室内舒适性和空气质量情况，有助于优化建筑的室内环境设计，提供健康、舒适的室内环境。

2. 既有建筑绿色改造中 BIM 技术的应用点

既有建筑绿色改造与新建绿色建筑的区别在于其需要先对现有建筑进行评估。通过 BIM 技术的应用，将既有建筑的二维图纸及信息通过模型为载体进行呈现，不仅可以提高和优化设计团队的效率及思路，同时使既有建筑的绿色改造过程可以更加精确、高效，并提供数据支持和决策依据，从而实现既有建筑的能源效率提升、室内环境改善和可持续发展的目标。既有绿色建筑改造 BIM 应用点如表 3-6 所示。

表 3-6 既有建筑绿色改造 BIM 应用点

应用点	应用点简介
现状建筑建模	使用BIM技术可以对既有建筑进行精确的三维建模。通过测量和采集现场数据，将建筑的几何形状、结构、设备系统等信息转化为BIM模型，以便进行后续的改造设计和分析。
能源模拟和分析	通过在既有建筑的BIM模型中添加能源参数和设备信息，可以进行能源模拟和分析，评估建筑的能耗情况，识别节能潜力，并进行能源效率的优化设计。通过模拟不同改造方案的能源性能，可以选择最具可行性和经济效益的改造方案。
热性能评估与改善	BIM技术可以用于评估既有建筑的热性能，并提供改善措施。通过在BIM模型中添加热性能参数和热传导模拟工具，可以评估建筑的保温性能和热损失情况，并提出改善建议，如改善外墙绝缘、更换窗户、增加隔热层等，以提高建筑的能源效率。
室内环境优化	BIM技术可以应用于优化既有建筑的室内环境。通过在BIM模型中添加室内环境参数，如采光、通风、空气质量等，可以模拟建筑的室内环境情况，并提出改进措施，如改善采光条件、优化通风系统、提升室内空气质量等，以提供更舒适和健康的室内环境。
材料选择和环境评估	BIM技术可以用于材料选择和环境评估。通过在BIM模型中嵌入材料信息和环境参数，可以进行材料的量化评估、环境影响分析和生命周期评估，选择环保的材料、减少资源消耗和废弃物产生，并在改造过程中考虑材料的可持续性。

3.2.2.2 绿色建筑及其相关领域运维阶段 BIM 技术的主要应用点

数据集成和管理：BIM 技术用于集成和管理建筑的各种数据，包括建筑模型、运维记录、设备信息、能耗数据等。通过建立数字化的 BIM 模型，可以整合和管理各种数据，便于运维团队进行数据分析、维护管理和决策支持。

实时监测和控制：BIM 技术与建筑自动化系统和传感器集成，实现建筑的实时监测和控制。通过在 BIM 模型中嵌入传感器数据和监测系统，运维团队可以实时监测建筑的能耗、室内环境参数等，并进行远程控制和调节，以优化能源效率和室内舒适性。

预测性维护和优化：基于 BIM 模型和运维数据，可以应用预测性维护和优化技术。通过分析历史数据、设备状态和预测模型，可以预测设备故障和性能下降的趋势，并提前进行维护和优化，以降低维修成本、提高设备可靠性和延长寿命。

能耗分析和优化：BIM 技术用于绿色建筑的能耗分析和优化。通过在 BIM 模

型中添加能耗数据和能源系统信息，可以进行能耗分析和优化方案的评估。这有助于识别能源浪费问题、找到节能潜力，并制定改进措施。

维护管理和操作培训：BIM 技术在运维阶段提供维护管理和操作培训的支持。通过在 BIM 模型中添加维护手册、操作指南和培训视频等，运维团队可以获得详细的设备维护和操作指导，提高维护效率和质量。

数据驱动决策：通过 BIM 技术的应用，可以进行数据驱动的决策。运维团队可以利用 BIM 模型和数据分析工具，基于数据进行决策，包括能源管理、设备替换、改进项目等，以提高绿色建筑的性能和可持续发展。

3.2.2.3 绿色建筑中 BIM 技术应用的展望

绿色建筑的体现不应停留在某一个独立阶段，而应该是在建筑的全生命周期展现其对于建筑不同阶段的多样意义。未来，依托更强大的 BIM 技术，绿色建筑的功能将会被无限放大。

未来，绿色建筑中 BIM 技术将更全面地集成各个领域的数据和信息，包括建筑设计、施工、运维、能源管理等，促进不同阶段和各个环节之间的协同工作，实现全生命周期的数据集成和共享。随着 BIM 技术、物联网、传感器技术和人工智能的发展，绿色建筑将越来越智能化和自动化，建筑将能够实时感知环境和能耗数据，并自动进行优化调节，运维将更加自动化和高效，减少人为错误和能源浪费。同时，融合 BIM 技术、虚拟现实和增强现实等技术的绿色建筑将提供更直观、沉浸式的可视化体验，设计师、施工人员和运维团队可以在虚拟环境中进行交互和协作，更好地理解建筑的性能和运行状态。另外，BIM 技术在绿色建筑中的应用将推动更广泛的协同工作和信息共享，项目的各参与方可以通过共享 BIM 模型和数据，实现实时协同工作和信息交流，提高项目的效率和质量。

BIM 技术在绿色建筑中的应用将不断发展和完善，为可持续建筑设计、施工和运维提供更多的创新解决方案。它将在建筑行业中发挥越来越重要的作用，帮助推动绿色建筑的普及和可持续发展的实现。

3.2.3 BIM 与新基建融合

3.2.3.1 背景

2022 年 4 月 20 日，国家发改委首次明确了新型基础设施的范围，新型基础设施是以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展的需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系，主要

包含信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施等三方面内容。因此，通过数字化、信息化手段对传统基础设施进行创新性改造也是新基建的一部分。

近年来，交通运输部陆续出台了《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导文件》《交通强国建设纲要》《数字交通发展规划纲要》《关于加强推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》等多项推动智慧交通基础设施发展的政策。

数字孪生技术，以数字化的方式创建交通系统中各类交通物理实体的虚拟模型，（包括交通基础设施、交通参与者、车辆、交通环境），借助历史数据、实时数据以及交通算法模型等，模拟、验证、预测、控制各类交通物理实体全生命周期过程和全交通运行过程，从而实现现实交通系统与虚拟孪生交通系统之间的全过程、实时/准实时和双向映射。根据不同场景需要，数字孪生技术可用于建设智慧高速、智慧机场等。

3.2.3.2 技术路线

1. 统一设施设备基础编码

参考相关行业标准及实际运维管理单元划分需求，对工程的设施设备进行统一分类编码，实现构件级的唯一识别符，为数字孪生场景数据关联与绑定打下基础。

2. 构建数字孪生模型

根据《公路工程信息模型应用统一标准》《民用运输机场建筑信息模型引用统一标准》等标准文件指导，基于统一编码基础上，利用移交竣工模型、设计图纸、倾斜摄影、三维扫描等多种手段，建立数字孪生模型，实现模型与实际场景的高度还原。

3. 搭建数字孪生场景

从实际运维管理需求出发，提炼典型应用场景，结合物联网、大数据、人工智能等信息手段，打造数据共享、协同高效、智能运行的数字孪生智慧场景，提升传统基础设施管养与决策的快速化、自动化、智能化水平，促进现代综合服务设施建设。

3.2.3.3 业务应用场景

智慧高速云控平台数字孪生场景包含以下功能应用。目前已在 S32 申嘉湖高速上进行试点应用。

1. 公路资产管理场景

在孪生环境中展示设备模型、点位的分布，以弹窗的形式展示设备基本信息，包括雷达的设备信息（如设备 id、起点桩号、经度、纬度、设备 IP、设备端口、设备状态）、线束、探测距离、测距精度、水平视场角、垂直视场角、测点速率、扫描车辆数量、车辆类型、车辆长宽高超限监测数据等；摄像机的设备信息、监控画面等。

2. 应急事件管理

主要实现交通事件（如追尾事故、车辆抛锚、车路事故、道路施工等）在数字孪生场景下的应急管理功能。针对各类应急事件，设计相应的场景特效，以弹窗的形式展示事件详情，并实现事件现场的模拟还原，如图 3-87 所示。例如车辆追尾事故，能够模拟事件地点的交通现状，并联动附近情报板，动态发布告警信息。在恶劣天气环境下，呈现感知设备实时数据，情报板发布及主动发光诱导设施。同时，结合仿真系统，在数字孪生场景下实时展现推演最优交通管控方案，也可实现对应急预案的数字化演练，从而评估应急预案的效果，进一步改进和优化预案。



图 3-87 智慧高速运控平台公共事件发布

3. 路面病害识别场景

通过对道路数据的采集和点云数据、视频图像等多源数据的融合，实现将高速道路基础设施的高精度数字孪生，通过 AI 算法，实现对道路不同类型、不同程度的病害类型进行检测，并将病害识别结果的结构化数据通过三维模型贴图形式

在数字孪生平台进行展示。道路病害数字孪生类型包括：道路坑槽、横向裂缝、纵向裂缝、车辙、龟裂等。

同时基于全周期养护理念，融合数字孪生+GIS 技术，以道路基础设施多源数据融合技术为着眼点，构建道路基础设施综合建设、养护体系、统一养护数据标准，形成从建设管理、数据采集、养护决策、施工监测、养护后评价为一体的建设养护全数据链条和数字孪生底座，有效串联公路建设与养护各阶段数据，实现数据可展示、可追溯、可分析、再挖掘。

4. 桥梁健康监测场景

对大桥进行构件级三维建模，可多视角实时展示桥梁上的交通流分布、突发事件、传感器位置、监测到的桥梁位移、索力、结构温度、振动等参数信息及预警信息；可以通过热力颜色动态显示桥梁的承重应力分布。

5. 施工作业场景

在孪生环境中呈现道路施工点位、范围、计划等信息。在大视角下，标注施工路段的点位与范围；拉进至某一个施工路段，展示施工场景；该点动态弹出施工点位、封道区域、封道时间等信息。对道路的病害信息、维修状态进行车道级展示。养护车辆作业的实时位置，并自动联动附近的情报板发布预警告示信息。

6. 交通态势场景

根据实际时间与实时天气，数字孪生场景下的道路环境自适应切换。以热力图的形式展示道路拥挤情况，全局标签，可切换展示全线热力图（信息动画）。模拟道路实时交通流，包括车辆识别与跟踪，实现在车辆跟随视角下，沿路径漫游（道路漫游）。根据车辆历史轨迹，实现轨迹再现，包含道路画线宏观展示轨迹和跟随视角再现轨迹，如图 3-88 所示。



图 3-88 智慧高速运控平台交通态势

7. 重点车辆场景

通过对接两客一危系统、收费系统实现对长途客运、危化品等重点车辆的实时运行状态进行监测。包括实时位置、车辆运行状态、车辆运单信息等。

8. 服务区场景

通过对服务区全域进行高精度地图采集和三维建模，搭建全域感知的数字孪生服务区。获取服务区内车辆信息和数据，实现服务区车辆信息采集、服务区车辆流量监测和统计、停车场车位情况等功能，实现服务区更安全和精细化的管理，为服务区的经营管理提供信息服务。

3.2.3.4 总结与展望

“依托数字化，创建孪生交通治理模式”是上海市交通行业推进新型基础设施建设三年行动方案（2020-2022年）中的重要着力点之一，也是城市新基建的重要组成部分。基于 BIM 技术并与城市物联网智能感知终端、无线通信、卫星遥感、北斗定位、大数据及 AI 等新基建技术结合，构建城市信息模型（CIM），实时叠加动态运行数据，实现对真实世界准确还原，提高城市运行管理效率、提升城市精细化治理水平。未来随着技术的更新发展，结合 BIM 与新基建构建的数字孪生城市，可以更好的为特大型城市运行与治理服务，实现“一网统管、一网通办”。

3.3 BIM 与其他技术的集成应用

BIM 技术是一种综合应用信息化、数字化技术的建筑设计与管理方法。BIM

技术的核心在于数据，它突破了传统建筑设计中的二维平面限制，通过建立建筑物的三维数字模型，实现设计、施工、运维过程中的信息交流与协作。而其他新技术则为 BIM 提供了更好的数据、更好的数据交互和更好的数据应用与表现，为建筑行业带来了前所未有的变革。例如大数据技术为 BIM 提供了海量的数据支持，人工智能技术为 BIM 提供了更好的数据交互与应用、GIS 技术为 BIM 提供了更好的数据应用与表现，物联网技术也为 BIM 的应用提供了更多可能等。综上所述，BIM 技术以其数据核心作用，与其他新技术的结合，为建筑行业带来了前所未有的变革。随着 BIM 技术与其他技术的进一步融合，建筑行业将更加高效、智能、可持续。未来，BIM 技术与其他技术的结合应用将会在建筑行业中发挥越来越重要的作用，推动建筑行业的繁荣与发展。

3.3.1 BIM+5G

3.3.1.1 概述

5G 是指第五代移动通信技术。在建筑工程行业中的主要应用领域包括施工现场的智慧监控、高频扫描、数据传输与处理、无线传感，可以解决建筑工程项目管理存在的协同性差、时效性与精准性等问题，提高施工管理的信息化与智能化水平。

3.3.1.2 主要应用点和价值点

1. 基于 BIM+5G 技术的工程质量检测

在建筑工程质量管理过程汇总，材料的质量和设备的运用将直接影响施工项目的工程质量。在建筑材料经过检测合格进入施工现场后，运用 5G 技术对建筑材料实行动态跟踪检测，记录建筑材料数据，并传输 BIM 平台。材料使用后将材料的生命周期的所有数据通过 5G 传输到 BIM 平台，为以后使用积累经验。在设备经过检测合格后进入施工现场，运用 5G 技术进行动态实时检测，对操作人员操作行为及设备运行状态，通过 5G 传输到 BIM 平台。并通过 5G 技术将设备维修、养护情况的数据传输到 BIM 平台进行雄的整理和分析，不断优化养护方案。针对施工工人技术水平的差异，可以运用 5G 技术对他们开展线上和线下的结合的培训方式，多方面结合来提高施工工人对施工技术的掌握。

2. 基于 5G 智慧工地集成应用

智慧工地的发展，是需要采集到的海量数据能够准确、快速传输、集中加工分析，快速反馈至智能设备做出反应和动作，而 5G 技术的应用能够帮助智慧工地在数据传输与分析和反馈效率上有极大的提升。通过基于 5G 的 AI 安全监管系统、

基于 5G 的 AI 现场管理系统、基于 5G 的 AI 移动巡检系统、基于 5G 的 AI 测量系统、基于 5G 的建筑职业健康管理系统，能够提升工地信息化集成管理能力，提升项目智慧化管理能力。

3. 基于 5G 的数据抓取 AI 分析平台

数据抓取需要有大量的物联网终端作为最一线的数据收集设备，而 5G 为物联网信息传输开辟极高效的信息传输通道，进而实现设备与设备、设备与平台、平台与人间的信息实时交互。5G 数据流量大容量、超快速处理熟读具备传统平台难以企及的优势，而人工智能与 5G 融合，可将重要参考分析数据从抽样分析变为全量数据分析，有效提升终端数据处理效率，带来更精准、更具普遍性的分析结果，为数字化管控提供技术支持与数据支撑，全面提高管理效能。

4. 基于 5G 的 VR/AR+BIM 应用

5G 网络能够为 VR/AR 和 3D 技术提供低时延、大带宽的无线连接。将 VR/AR 技术与 BIM 系统深度融合有利于促成工程模型和数据实现实时无缝双向传递，在虚拟场景中就可以对构件进行编辑。将 BIM+VR/AR 应用于工程检查管理，以多元数据作为支撑，充分发挥 BIM 的模拟性、协调性、优化型的优势，用户通过沉浸式的体验，提高了系统具象性和交互功能，大幅度提升 BIM 应用的效果。

3.3.2 BIM+云计算

3.3.2.1 概述

BIM 云技术是通过建筑信息模型与云计算技术相结合，以云计算技术为枢纽，将建筑信息模型中的数据信息统一存储在云端平台，在项目整个生命周期内实现数据共享，提供完整、准确的数据信息，从而达到跨应用、跨地域、跨岗位的协同工作。

3.3.2.2 主要应用场景和价值

1. 基于云端协同的设计模式

传统的设计建模采用各专业独立建模，各专业相互参照的方式进行设计协同，各专业人员无法同时建模，工作效率低。通过 BIM 云技术为枢纽，转变 BIM 协作方式，实现了设计协同及项目设计进度管理。具体内容包括：①通过云端构件库，在端 BIM 设计软件中进行各专业 BIM 设计。②利用云端协同平台，在云平台中对各专业进行协同审查。③对审查发现的问题进行标记，数据信息实时共享通知到相关人员，并在端设计软件中进行修改。④修改完成后，再同步到协同平台中，

直至问题解决，输出最终设计成果。

2. 基于 BIM 云技术的 BIM 算量

基于 BIM 云技术的 BIM 算量，是通过对本地 BIM 文件进行构件解析，并将解析后的数据上传到云端，通过云端的算量服务进行 BIM 算量，从而实现工程量精准输出，为 BIM 模型设计管理者在初设或施工图设计阶段，实时拆分、计算项目经济指标、构件技术指标，进行项目超限风险预判和控制，确保企业设计阶段不超限。

3. 基于 BIM 云技术的 BIM 放样机器人

自动化放样定位技术是结合现场施工控制点，利用结构模型创建放样基准点，通过 BIM 云技术将 BIM 模型的三维空间坐标数据同步到移动端软件中，使用智能型全站仪发射红外激光自动照准现场坐标，将 BIM 模型成果在施工现场进行标定，实现精准的施工定位，直观地指导施工人员进行施工，将放样偏差有效控制在 3mm 以内，如图 3-89 所示。

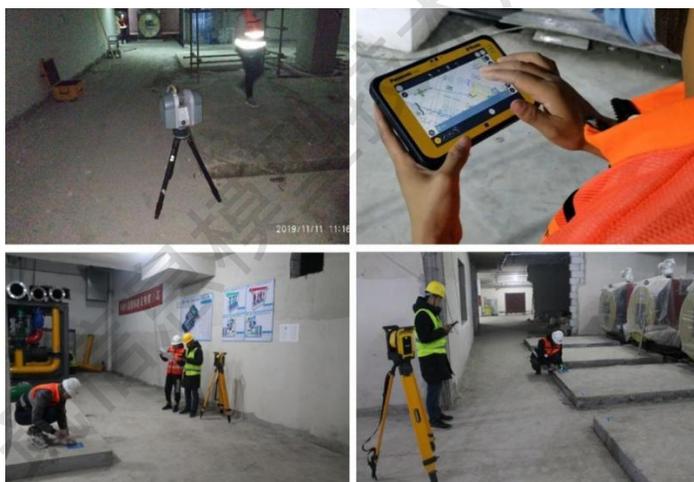


图 3-89 基于 BIM 和云技术的放样机器人

4. 基于云计算的 BIM 轻量化模型展示

BIM 轻量化就是在满足信息无损、模型精度、使用功能等要求的前提下，利用模型实体面片化技术、信息云端化技术、逻辑简化技术等手段，实现模型在几何实体、承载信息、构建逻辑等方面的精简、转换、缩减的过程。其核心环节就是利用云计算对模型文件进行轻量化转换、模型快速可靠传输、模型渲染及显示。BIM 轻量化不仅能够降低 BIM 技术的使用门槛，同时能够拓展 BIM 应用场景，并能够将 BIM 与业务进行更深度的结合，充分发挥 BIM 的价值。

3.3.3 BIM+人工智能

3.3.3.1 概述

随着以 5G、物联网、AI 技术为代表的最新 IT 技术与以机器人技术为代表的高端制造技术在建筑行业的逐步应用，建筑业中 BIM 三维正向设计将逐步成为主流，从而为人工智能（Artificial Intelligence，简称 AI）技术的应用提供基础的技术与行业应用土壤。相反，若一个模型表达无法满足多专业、跨阶段的多样化需求，会造成 BIM 信息表达与设计标准的复杂化。破解这一难点的关键在于如何实现 BIM 设计与 AI 技术的融合，在基础 BIM 正向设计的基础上，逐步在细分领域借助领域知识形成特定的设计原理，并辅助用户进行自动化设计与信息映射。

3.3.3.2 技术应用类型

从 BIM 技术的应用方向来说，其结合人工智能技术后的应用类型主要分为：BIM 智能设计、BIM 智能施工、BIM 智能运维。

1. BIM+AI 智能设计

BIM+AI 智能设计是一种通过人工智能算法，自动生成或优化建筑方案，提高设计效率和质量的设计方式，如图 3-90 所示。将人工智能应用到 BIM 设计中，主要的技术结合路线如下：

（1）BIM+机器学习：基于 BIM 数据，使用机器学习分类算法、回归算法、关联规则算法、聚类算法等训练各类任务模型，使模型能够自动识别、分析和优化 BIM 设计中的模式、规则和参数。

（2）BIM+深度学习：深度学习模型构建模拟人类神经系统的非线性模型，由多个输入、输出和隐藏层组成，可通过学习大量数据，调整连接权重和阈值，实现复杂的功能映射。深度学习中的 GAN、LSTM、Transformer、Stable Diffusion、NeRF 等模型凭借其特殊的网络结构，使模型能够处理复杂的图像、视频等非结构化数据，从而高效地帮助 BIM 设计过程中完成形态生成、风格迁移、内容填充、3D 模型构造等任务。

（3）BIM+专家系统：利用知识库和推理机等模拟人类专家的规划设计过程，使 BIM 设计过程中能够获取专业的建议和解决方案，从而辅助 BIM 设计中的方案评估、构件规划、成本规划、风险预测等任务的完成。

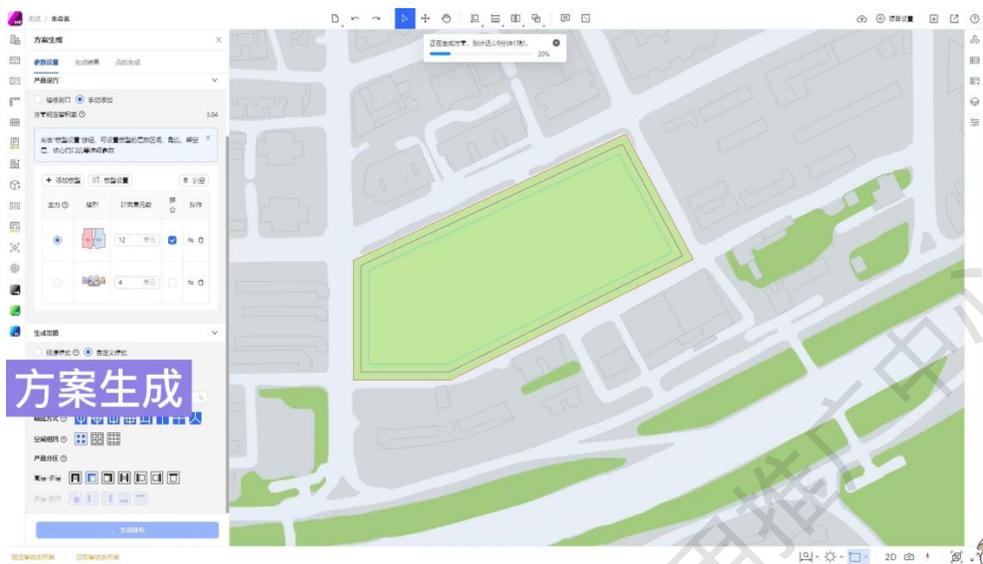


图 3-90 通过 AI 形成地块规划方案

2. BIM+AI 智能施工

BIM+AI 智能施工可利用人工智能模型，对施工现场的图像、视频、声音等数据进行分析，进而实现进度、质量、安全、成本等方面的智能管理。将人工智能应用到 BIM 施工中，主要的技术结合路线如下：

(1) BIM+规则引擎自动化控制：利用机器学习中的关联规则算法、回归算法、异常检测算法等，可以提前获取 BIM 施工过程的一系列施工规则和工程质量预测值，使 BIM 施工系统能够根据这些预设规则和数值，自动调节、控制和预警施工系统的状态和行为，如温度控制、速度控制、位置控制等。

(2) BIM+计算机视觉 (CV)：计算机视觉以理解图像为核心任务，能通过各类深度学习网络模型（如：CNN、Transformer），实现对图像特征提取、内容识别和分析，从而更好的促进 BIM 施工过程中目标检测、场景分割、姿态估计、深度估计等施工场景相关任务的准确执行。

(3) BIM+人工智能生成式内容 (AIGC)：使用 AIGC 技术的“大模型+Prompt Tuning+RLHF”方案，可以针对 BIM 施工人员所面对的常见性问题、指标、规则等，高效创造智能客服，迅速响应相关人员的问答需求、搜索需求、文档需求等，在满足节约传统人工客服成本的同时，缩短客服系统开发周期。

3. BIM+AI 智能运维

BIM+AI 智能运维使用人工智能技术，对建筑物的设备、系统、环境等数据进

行监测、预测、诊断和维护，提高运维效率和节约能源。将人工智能应用到 BIM 施工中，主要的技术结合路线如下：

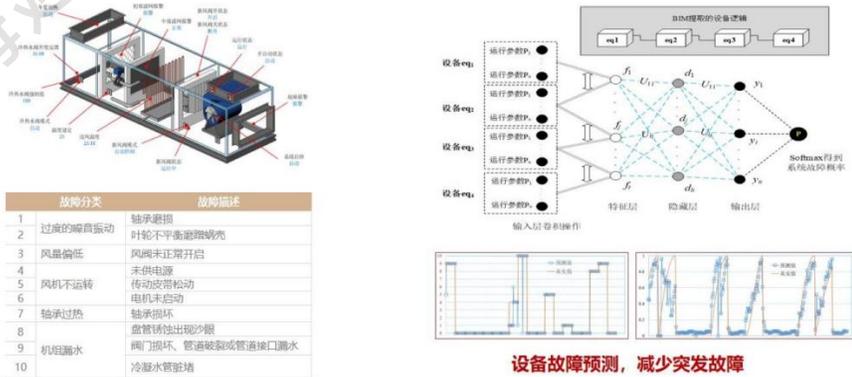
(1) BIM+AIOps: AIOps 是一种运用人工智能算法，在海量运维数据中全自动学习并汇总规则，进而做出决策的运维方式。AIOps 可以快速处理数据，分析出有效的运维决策，执行自动化脚本以实现 BIM 系统的整体智能运维，从而有效运维大规模的 BIM 系统。

(2) BIM+深度学习: 区别于 BIM 智能设计主要采用生成模型、扩散模型等内容编辑类模型，BIM 智能运维过程中，深度学习的主要功能在于基于多层神经网络，从大量数据中自动提取特征和规律，实现复杂的非线性映射和分类，辅助处理好 BIM 智能运维的多种场景，如异常检测、根因分析、故障预测、故障自愈等。

(3) BIM+知识图谱: 在 BIM 运维中使用知识图谱，可以表示和存储知识的结构化数据模型，构造实体、属性和关系三元组，进而形成内核复杂但形式简洁的语义网络，丰富了 BIM 智能运维的知识库，提供对建筑物的多维度、多层次、多粒度的描述和查询方式。

3.3.3.3 应用场景案例

上海某施工单位的工业互联网平台，是依托以 BIM 数据为代表的已有建造数据，建立 AI 模型，服务新项目智慧建造与运维的典型范例。该平台通过搭建由边缘层、设施层、平台层和应用层组成的四层式平台架构，能够将分类算法、回归算法、聚类算法、神经网络模型等诸多 AI 技术顺滑地赋能在 BIM 等各类企业大数据之上，再对建筑工业大数据进行深度学习和传统机器学习，最终建立与 BIM 相结合的建筑能耗诊断模型、设备故障预测模型、工程资料智能分类模型、施工机械故障预测模型等诸多 AI 模型，解决建筑知识的管理、诊断与维护等难题，如图 3-91 所示。



设备故障预测，减少突发故障

图 3-91 基于 LSTM 的空调机组故障预测技术

3.3.4 BIM+3D 打印

3.3.4.1 概述

根据国家工信部定义，3D 打印（或增材制造）是以数字模型为基础，将材料逐层堆积制造出实体物品的颠覆性技术，将对传统的工艺流程、生产线、工厂模式和产业链产生深刻的影响。传统建筑业建造模式相对落后，施工现场劳动密集、作业环境差、劳动强度高，许多项目仍采用人工支模、人工绑扎钢筋、人工浇筑混凝土的模式，其发展迫切需要引入新的技术，3D 打印的出现，为建筑业的转型发展提供了新的契机。

3.3.4.2 应用场景及价值

1. 应用场景

概括 3D 打印在建筑工程应用的场景及路线，如图 3-92 所示。

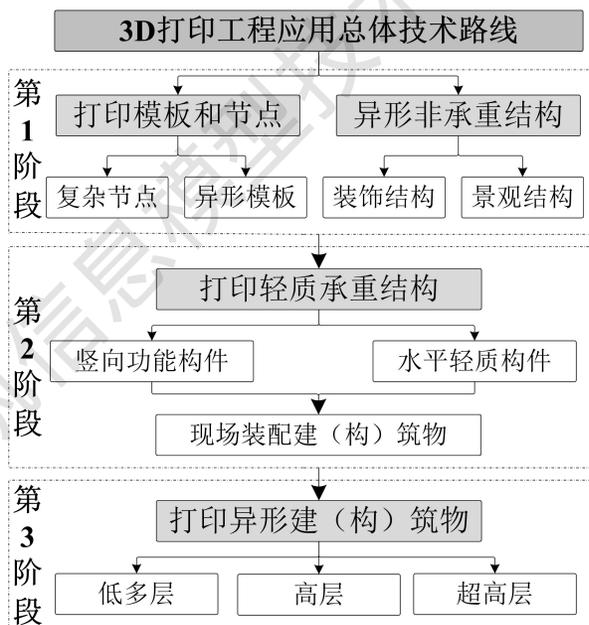


图 3-92 3D 打印工程应用的场景及路线

第 1 阶段，打印复杂异形结构。将 3D 打印技术应用于打印模板及节点和异形非承重结构。

第 2 阶段，装配式打印工艺。将 3D 打印技术应用于打印轻质承重结构，包括

竖向功能构件和水平轻质构件等，构件打印完成后进行现场装配，完成建（构）筑物的建造。

第3阶段，整体打印工艺。将3D打印技术直接用于异形房屋、异形建（构）筑物的现场或整体打印，依次用于低层、多层、高层和超高层的3D打印，随着3D打印技术的发展和成熟，将从异形个性化建（构）筑物的打印建造向通用建（构）筑物的打印建造发展。

2. 应用价值

与其他技术相比，3D打印在建筑业的应用具备以下优势和价值：

- 结构设计灵活、创造性增加：几何自由、3D可视化个性化定制；
- 自动化、机械化程度高：无需人为干预、可直接从三维设计模型自动打印加工建筑产品，最大限度地减少施工现场人员，改变传统施工现场劳动密集、环境污染和高风险的现状；
- 劳动强度低、安全高效、节约人力：无人化打印建造；
- 材料资源效率高：无模板、实体结构可优化为空心结构；
- 智能化运维：3D设计模型可直接用于运维，打印嵌入传感、可实现智能化运营维护；
- 绿色环保，减少碳排放：无建筑垃圾、无扬尘、无废水、无噪音。

3.3.4.3 应用案例

由上海某施工单位负责实施的3D打印科技试验楼项目位于江苏省南京市六合区，项目效果图如图3-93所示。该项目是国家重点研发计划项目示范工程之一，建筑使用面积52.8m²，高度6m，分上下两层。



图 3-93 3D 打印科技试验楼项目效果图

项目采用了团队自主研发制造的3D打印装备，如图3-94所示。该装备为国内首创实现粗骨料混凝土材料泵送的现场原位3D打印装备，打印范围长24m、宽

8.5m、高 6m，打印头喷嘴直径采用 40mm 和 50mm 两种，可实现超大型建构物物的智能化现场原位 3D 打印建造。



图 3-94 大型智能化现场原位 3D 打印建造装备

项目采用了团队自行研发的 3D 打印混凝土材料产品，并在现场原位 3D 打印中首创局部使用了含粗骨料的 3D 打印混凝土材料。应用中采用泵送技术将含有粗骨料的预拌混凝土输送至打印仓，在打印仓内二次搅拌后，再经打印头挤出打印成型。粗骨料的使用，不仅可降低材料成本，而且解决了目前采用 3D 打印砂浆容易开裂的问题。项目同时研发了固体废弃物材料用于 3D 打印，固废的循环利用，可以减少碳排放、减少污染，绿色环保。

目前 3D 打印建筑推广应用中面临最大的挑战，是缺乏相应的完善标准，为此项目团队首创设计出满足现行标准的新型 3D 打印建筑。自承重墙体和局部柱及梁模板通过 3D 打印技术完成，框架结构作为承重结构，该种 3D 打印建筑结构的成功设计为项目的交付使用创造了条件。

项目应用的 3D 打印设备及技术实现了建筑工程的现场打印建造，机械化自动化程度高，安全高效、绿色环保，减少了高风险、高强度施工人数 50%以上，大幅度降低了劳动强度，改善了工作环境，降低人力成本，节约了资源能源。整个项目打印部分用时约 50 小时。项目作为南京市六合区雄州街道灵岩社区卫生服务中心的院史展览馆投入使用，率先成为我国真正意义上可居住、可交付使用的现场 3D 打印两层建筑（图 3-95）。通过现场 3D 打印示范应用探索了现代房屋新型建造方式，可实现大规模建筑工业化生产，促进建筑工程建造模式转型升级，提升了智能建造和精益建造水平。通过研究成果的工程转化应用，取得了良好的经济社会效益。该技术将在极端施工环境如灾区重建、核电站、月球基地等也有广阔的应用前景。



图 3-95 可居住、可交付使用的现场 3D 打印两层建筑

3.3.5 BIM+机器人

3.3.5.1 概述

机器人技术在建筑领域有着广泛的应用，包括建筑施工、维护和安全等方面。通过机器人替代或人机协作的方式可以执行一些重复性、危险或高精度要求的任务，提高工作效率和质量，同时降低人员风险。在建筑施工中，建筑机器人可以进行自动化的定位、测量和搬运等工作，提高施工速度和精确度，最终实现建造方式的完全自动化。将 BIM 和机器人技术结合起来，可以实现更高水平的自动化和智能化。

3.3.5.2 技术应用

当前，建筑行业数字化、自动化是不可逆的趋势，以 BIM、机器人应用为代表的智能建造正逐步推动建筑行业变革，在提高作业质量和效率、降低成本和能耗等方面，发挥更为重要的作用。

1. 爬壁式弹性波 A/B 系列检测机器人

通过自主集成研发爬壁机器人与新型传感器之间机械臂和控制系统，将常规人工测量方法进行程序化，实现检测设备自动贴壁、敲击、涂抹耦合剂、自动升降等功能，检测结果与 BIM 模型融合，进行检测结果可视化展示，解决了传统检测设备功能分散、操作重复性、自动化水平低、检测结果人为因素干扰行大等问题，具有检测运动一体化、检测过程自动化、检测结果可视化等特点，如图 3-96 所示。

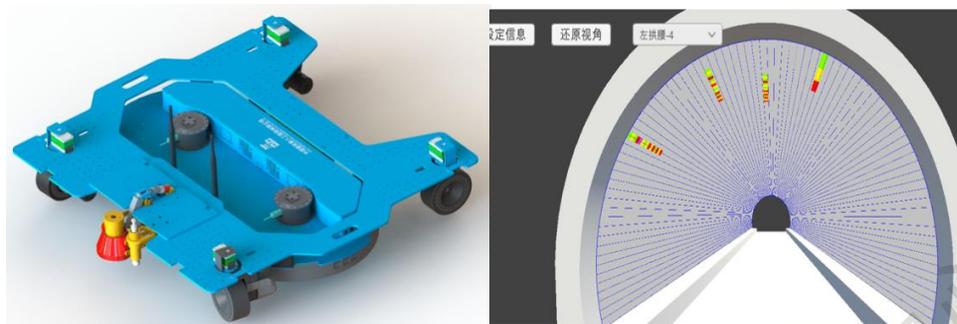


图 3-96 爬壁式弹性波检测机器人料机器人

2. 自行走测量机器人

行走测量机器人（如图 3-97 所示）是一款针对分户验收阶段房屋检测工作的实测实量机器人，结合 BIM 技术、激光扫描技术、自动驾驶技术和人工智能，通过移动端 app 联动控制，可实现自动行驶至指定位置，一站式获取实测实量所需数据，后台自动生成房间 BIM 模型，通过移动 APP 可实时查看 BIM 模型级实测数据和表单。导航台内置高性能处理器，可对激光雷达传感器、深度摄像头传感器、超声波传感器等各类传感器的数据进行采集、过滤和融合操作，高效准确地输出机器人位置信息和周围环境信息，进而实现自动导航功能。



图 3-97 行走测量机器人

3. 抹灰机器人

基于 BIM 的抹灰机器人（如图 3-98 所示），在三维可视化的模型空间里，提取抹灰部位的 3D 环境数据及抹灰工作参数，依据 BIM 模型软件自动规划抹灰路径，实现基于 BIM 技术的智能抹灰工作。基于 BIM 的抹灰机器人一方面免除脚手架搭设、避免人工高处作业；极大缓解劳动强度，减少劳动损伤；另一方面自动化水平高，实现一人一机模式，抹灰后空鼓程度仅为人工抹灰 1/30，垂平合格

率>95%，提升作业质量，促进产业升级，培养新型建筑产业工人。

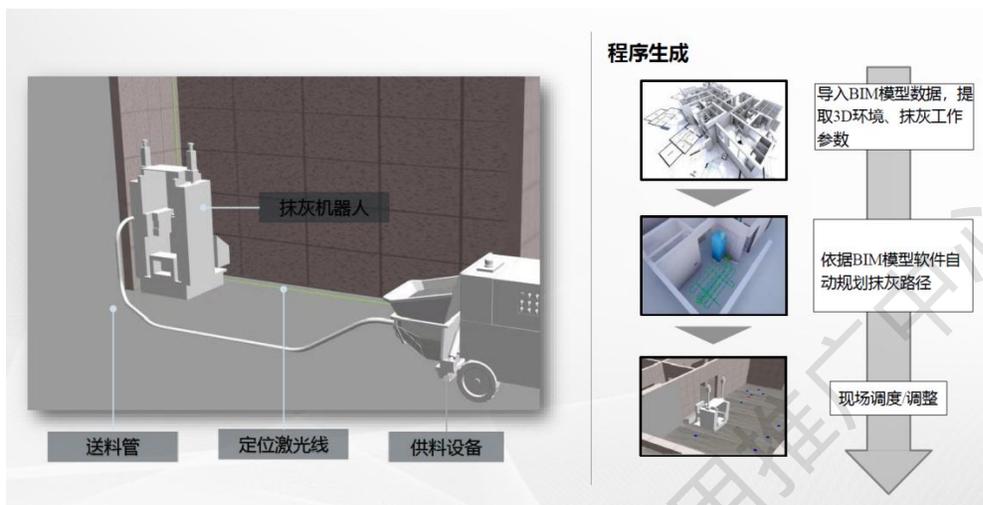


图 3-98 BIM+抹灰机器人

3.3.5.3 应用案例

1. 爬壁式弹性波 A 系列机器人在绵阳风洞项目的应用

2022 年 8 月，爬壁式弹性波 A 系列机器人在绵阳风洞项目中进行现场应用，针对水磨石黏贴脱空进行了检测，如图 3-99 所示。水磨石砖与混凝土结构物之间的贴合空鼓是本次测量的重点，解决了大面积人工检测效率低的问题，具有检测速度快、机械安全性高等特点。



图 3-99 爬壁式弹性波 A 系列机器人作业及结果分析

2. 自行走实测实量机器人在盘城 2 号地块经济适用项目的应用

自行走实测实量机器人在该项目完成首秀，顺利执行力在实体项目的房屋分户验收测量任务。如图 3-100 所示，机器人进入现场扫描作业完成后，后台自动生成房间 BIM 模型，通过移动 APP 可实时查看 BIM 模型及实测数据，单人单设

备作业，自动化程度高，一键操作、无需值守，大大降低了人力成本。同时测量机器人测量效率高，以一层 6 户 20 个房间为例，机器人测量一层仅需 1 小时，每天可完成 7 层的测量工作，而传统的测量作业至少需要 2 人，每天只可测量 5 层，优势明显。



图 3-100 自行走实测实量机器人项目应用

3.3.6 BIM+数字孪生

3.3.6.1 概述

数字孪生（Digital Twin）是指物理世界的数字映射，一般包含以下几层含义：

- 在数字空间内，使用高度精确的数字模型来描述和模拟现实世界中的事物。
- 将现实世界中采集的真实信息反映到数字模型，使之随现实进行更新。
- 在数字空间内，使用模型和信息进行预测性的仿真分析和可视化。

数字孪生是现实世界的数字版“克隆体”，其关键特点是，对实体对象的动态仿真。当实体对象的数据发生变动时，数字孪生体也会跟着变动，两者的数据流动是双向的，实时的。

3.3.6.2 应用场景

BIM+工程项目监管：利用 BIM 的数据分析与空间展示能力，实现工程项目进度、质量安全、劳务实名制、绿色施工监管等的数字孪生应用，如图 3-101 所示。



图 3-101 工程项目监管

BIM+城市生命线安全监测：基于 BIM，通过 GIS、物联网、数据库技术等先进技术实现数字孪生，可直观显示地下管线的空间层次和位置，以仿真方式形象展现地下管线的结构和周边环境，支持在维护及抢修等各种情况发生时关键信息的查找，有利于相关设施日常检测的信息维护和管理、疾病点的准确定位、维修信息方案的快速显示等，为地下管线资源的统筹利用和科学布局、管线占用审批等工作提供准确、直观、高效的决策支持，如图 3-102 所示。



图 3-102 城市生命线安全监测

BIM+智慧生态治理：基于 BIM+GIS 构建城市级 CIM 基础平台，实现对城市河流、湖泊、水上公园等主要地表水体的水质水环境在线监测的数字孪生，可在地图上自动定位、报警提示，实现城市水环境风险状况的提前预警；同时基于时

空大数据分析和模拟仿真能力，实现对水质超标、水位超标提供污染溯源分析、污染扩散分析以及水位淹没分析等智能分析研判功能，方便风险事故发生时有效应对、快速响应，提升城市水环境治理和风险事故处置的精细化、智能化水平，如图 3-103 所示。



图 3-103 BIM+智慧生态治理

3.3.6.3 应用案例

BIM+数字孪生已经在某市政大桥项目进行应用。主要应用场景如下：

设施静态孪生：按道路基础设施精细化管理的要求，将管理对象拆分为静态设施设备管理单元，为每一个设施设备管理单元赋予唯一识别编码，并将设施设备相关的属性信息、技术档案、影像资料、感知监测数据及检测数据、病害及故障数据全部关联到相应的设施设备编码，实现设施设备空间管理单元向全息数字单元的进化，如图 3-104 所示。

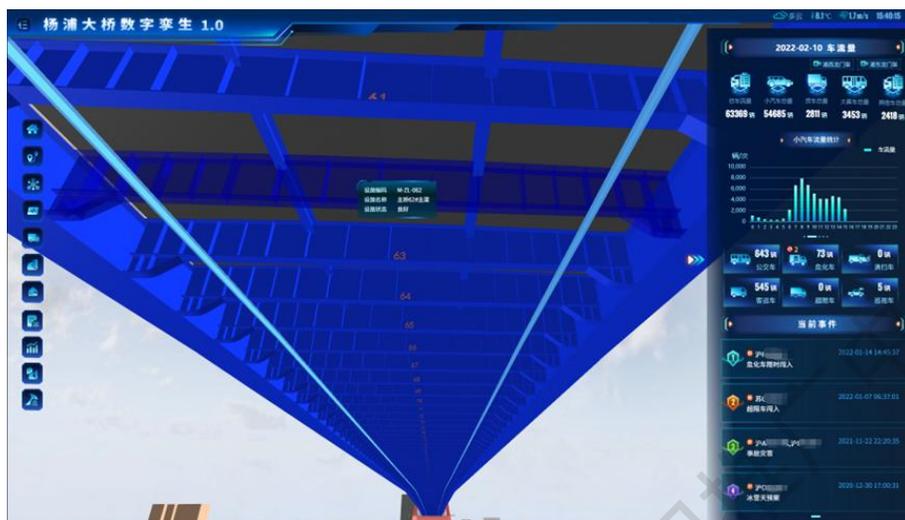


图 3-104 设施静态孪生

结构动态孪生：通过布设结构安全监测传感器，实时感知监测风速、风向、温度、大地震动等环境数据，监测桥梁自身应力应变、结构温度、振动、索力、变形和位移等结构状态数据。

依托结构监测传感器数据，设定多项结构安全指标，所有指标点均通过相关的设施设备唯一编码自动匹配三维空间位置，通过结构安全分析评价相关的算法模型模块实时计算指标分值，并通过实时预警算法模型模块实时提醒结构红黄绿的健康状态，如图 3-105 所示。





图 3-105 结构安全关键指标

交通运行孪生：通过设置交通感知设备，包括视频监控、动态称重、车流量检测、毫米波雷达、激光雷达、边缘计算分析、事件 AI 检测等设备，实时掌握道路车辆运行实况并自动识别道路实时发生的各类事件；利用数字孪生系统还原与现场车流一致的车辆动态运行效果（如图 3-106 和图 3-107 所示），对其中需要关注的营运车辆保持全程跟踪醒目提醒，为道路运输管理相关的重点关注车辆提供直观、高效的数据支撑。



图 3-106 交通运行孪生



图 3-107 车辆运行孪生的虚实对比效果

养护在线监管：依托快速自动的路面轻量化检测手段，实现对路面病害的自动识别，并基于时空融合的精准定位实现病害数据在模型中的立体展示，与处置过程的动态跟踪，提升精细化管养水平，为智慧管养提供了良好的孪生平台。在设施病害处置中，实现了“智能巡查、自动派单、及时处置、智能确认”的闭环管理，真正实现“即坏即修”，确保设施始终处于良好的运行状态，如图 3-108 所示。

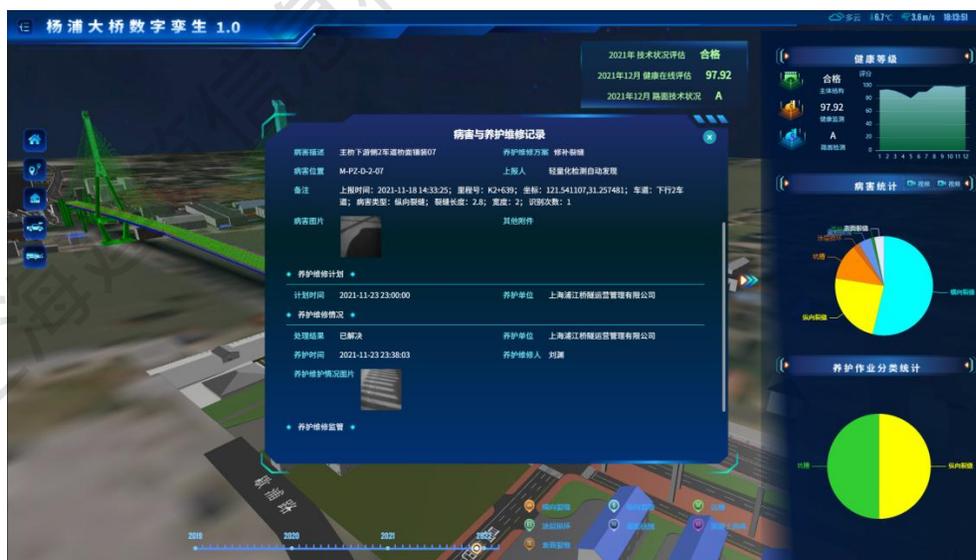


图 3-108 养护在线监管

如图 3-109 所示，使用 MR 巡检助手 APP，实现现场快速、精准的病害缺陷定位、上报、复查等系列操作，简化现场作业难度，实现设施管养的精细化提升。



图 3-109 MR 巡检助手现场使用

重点车辆监管：通过边缘计算感知设备可秒级发现重点车辆，如危化品车辆、超高、超长、超宽车辆，在接到重点车辆报警实时信息后，系统立即对该车进行孪生标注和全程监测跟踪与监管处置，如图 3-110 所示。对于不危害结构安全的车辆，由执法部门进行非现场处罚；当可能危害结构安全时，由执法部门联合现场拦截和处罚，同时自动触发结构安全监测处置流程，将车辆位置与所有结构实时监测数据进行时空融合，通过专业有限元分析模型分析比对，评价本次超限通行对结构安全和路面技术状况的影响，为后续路损索赔、结构维修、非现场执法提供证据和依据。



图 3-110 重点车辆监管

全生命周期管理：数字孪生对道路基础设施定期技术状况评定、结构健康监测和路面平整度等全方位的监测、检测、评价数据进行了整合，实现了道路基础设施技术状况的实时动态评估。一是可以与日常养护作业数据进行关联，形成数据看板，优化调整日常养护作业要求、频次，进一步提高养护成效；二是进行全生命周期性能衰变分析，预测发展趋势，指导养护精准决策，延长设施大修周期，实现数据驱动的全生命周期管养科学决策，如图 3-111 所示。



图 3-111 全生命周期管理

3.3.7 BIM+物联网

3.3.7.1 概述

物联网是指通过智能传感器、射频识别（RFID）设备、卫星定位系统等信息传感设备，按照约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。显而易见，物联网所要实现的是物与物之间的互联、共享、互通，因此又被称为“物物相连的互联网”，英文名称是“Internet of Things (IoT)”。

3.3.7.2 技术应用

BIM 与物联网结合应用的技术包括以下方面：

1. 传感器技术：应用传感器实现对建筑物理环境的数据采集，例如室内温度、湿度、光线强度等各类数据。传感器可以实现对建筑设施状态的实时监测和获取，保证设施的正常运行。

2. 实时监控和诊断：通过在建筑内部和外部部署传感器，可以收集各种数据，如温度、湿度、光照强度、能耗等，帮助管理者了解建筑的实时状态。运用 BIM 技术，这些数据可以在模型上实时显示，帮助管理者进行分析和预测，发现潜在问题并及时进行处理。

3. 自动化控制：通过与物联网技术结合，可以实现对建筑内的灯光、空调、安防等设施的自动化控制。当建筑空间没有人员时，可以自动关闭部分线路，实现能耗的节约。

4. 数据共享和协同：通过将 BIM 模型与物联网技术结合，可以实现共享和协同。建筑内的所有传感器和设施都可以与 BIM 模型进行数据交互。通过实时共享数据，协同设计师、施工人员和业主可以有效地协作，并及时调整设计。

5. 风险评估：对于建筑物的安全性、可靠性和可持续性等方面的评估，我们可以使用物联网技术进行数据采集。这些数据可以与 BIM 模型进行实时融合，帮助进行风险评估和可行性分析。

6. 竣工模型管理：BIM 模型与物联网结合，可以实现掌握建筑设施基础信息、设备配置、设施数据、维保记录等信息。运维人员可通过 BIM 模型，直观查看建筑设施的各项数据和设备信息，更加便捷地进行设施管理。

7. 运维管理：结合物联网和 BIM 模型，可以实现对建筑设施的全生命周期管理。建筑设施的运行数据和历史记录可以被进行存档，逐步建立起建筑设施的历史数据库，实现运维管理的数据化和智能化。与物联网技术结合，BIM 模型可以为运维管理提供更好的支持。如通过物联网技术的大数据分析功能，我们可以对建筑的设施进行远程监控和维护。

8. 建筑设施模拟管理：通过 BIM 模型和物联网传感器技术结合，可以对建筑设施运行效率进行评估分析，并通过模拟场景调整设施运行参数，实现建筑节能环保管理。

总之，BIM 与物联网结合应用有助于建筑设施的智能化和数据化管理，提高建筑设施的效率、安全性和可持续性。

3.3.7.3 应用案例

漕河泾商务绿洲康桥园区 BIM 运维工程位于某市康桥商务绿洲康桥园区 E07-04-2 号地块。园区总规划占地面积约 400 亩，总规划建筑面积约 500,000 平方米。项目以 i-Lingang 综合协同服务管理平台为契机，结合现今市场需求，打通建筑物全生命周期数据传递的道路，解决运维阶段数据采集与管理的难题，有效提

升运维管理智能化水平，最终建立可用于实际工程的三维可视化 BIM 运维管理平台。该运维平台充分利用了设计施工阶段的既有数据，同时具备了整合运维阶段各种设备和其他厂商数据的能力。

(1) 解决方案

BIM 运维管理平台是基于阿里云服务器建立的，实现了基本功能、设备管理、资产管理、空间管理、能耗管理、模型管理等六大功能，如图 3-112 所示。

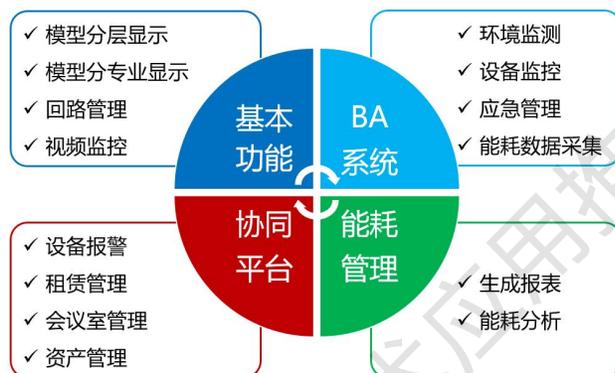


图 3-112 ECADI 运维管理平台 V2.0 功能示意图

(2) BIM 数模分离

项目依据美国建筑师协会 2008 年的 E202 文件中提到的建筑信息模型深度标准 LOD500 构建运维模型。

运维模型构建规则如图 3-113 所示：



图 3-113 运维模型构建规则

(3) 基于 OPC 规范获取 BA 数据

大楼选用的 OPC 服务器为讯饶 X2OPC 服务器，平台开发了针对此 X2OPC 服务器的 OPC 客户端数据采集程序。客户端程序实现了从讯饶 X2OPC 服务器获取大楼 BA 实时数据，并将这些数据上传至 BIM 运维数据库的功能，OPC 数据采集如图 3-114 所示：

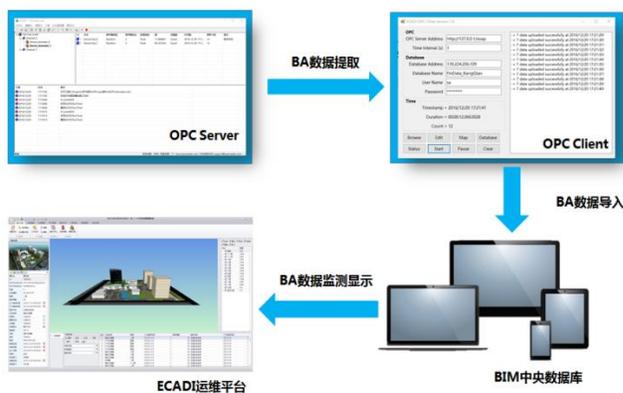


图 3-114 OPC 数据采集

(4) 办公 BA 数据可视化

项目分别在办公楼十一层、十二层及十五层布置摄像头、智能水表、智能电表、环境探测器。BIM 模型的智能化设施与 OPC 服务器监控点位关联，方便快速选择和定位模型。BIM 平台能耗监测模块通过 WebService 获取 OPC 数据，将获取到的 OPC 数据，对 BIM 模型对应的 OPC 能耗数据进行多样显示与分析。

3.4 第五届上海市 BIM 应用创新大赛

为了更好地展现各企业 BIM 技术应用的成果，弘扬 BIM 技术创新精神，总结成功经验，形成可复制可推广的 BIM 技术应用创新成果，进一步提升全市 BIM 技术在各领域的创新应用能力，上海建筑信息模型技术应用推广中心于 2023 年初启动上海市第五届 BIM 技术应用创新大赛。

本届大赛除了聚焦 BIM 技术的深入研究与应用，还注重 BIM 技术的创新与可持续发展，分设项目案例奖、特别创意奖和优秀个人奖三个奖项，旨在全方位展示上海市 BIM 技术在工程建设各方面推广应用的优秀成果及个人。

本届大赛总计收到参赛项目 188 项，申报奖项分布并覆盖“项目案例奖（房建类、市政类）”、“特别创意奖”、“优秀个人奖”三个申报类别。经形式审查、初审及专家评审，最终评选出共计 153 项获奖项目，其中项目案例奖 99 项（其中房建类 75 项、市政类 24 项），特别创意奖 24 项，优秀个人奖 30 项。最终获奖名单详见附录。

本届大赛的参赛单位整体水平较高，其中不乏业内顶尖水平的参赛者，展现出上海市 BIM 技术应用前所未有的高度与广度，也反映出上海工程建设行业对应用 BIM 技术方面有了更高层次的认知与实践。通过创新性的成果展示，深刻诠释了 BIM 技术在建造各阶段的巨大作用与潜力，为树立行业标杆、鼓励 BIM 技术更广泛的应用发挥了引领、示范作用。

第五届上海市 BIM 技术应用创新大赛的成功举办，充分体现出上海 BIM 技术的应用与推进情况，展现出上海 BIM 技术创新性与领先性。在大赛所提供的平台上，越来越多的上海市建设企业、团队和个人，踊跃展现其极具创新意义的 BIM 技术成果，为行业发展和政府决策提供新的思路与参考，积极推动上海市 BIM 技术应用的可持续发展，对全市工程建设行业的转型升级具有重要意义。

第四章 上海市 BIM 技术应用展望

4.1 形势任务

2022 年 1 月 12 日，国务院印发的《“十四五”数字经济发展规划》明确了“十四五”时期我国数字经济健康发展的任务和目标，到 2025 年，数字经济迈向全面扩展期，数字经济核心产业增加值占 GDP 比重达到 10%，数字化创新引领发展能力大幅提升，智能化水平明显增强，数字技术与实体经济融合取得显著成效，数字经济治理体系更加完善，数字经济竞争力和影响力稳步提升。

2023 年 2 月 27 日，中共中央、国务院印发了《数字中国建设整体布局规划》（以下简称《规划》）。《规划》指出，建设数字中国是数字时代推进中国式现代化的重要引擎，是构筑国家竞争新优势的有力支撑。加快数字中国建设，对全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴具有重要意义和深远影响。

为深入贯彻国务院印发的《“十四五”数字经济发展规划》，根据《上海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，2022 年 6 月 12 日，上海市人民政府办公厅印发《上海市数字经济发展“十四五”规划》（沪府办发〔2022〕11 号）（以下简称《规划》）。《规划》要求把握全球数字化发展新机遇，以数据为关键要素，以推动数字技术与实体经济深度融合为主线，以科学家判断技术前景、企业家发现市场需求、市场验证赛道价值、政府营造发展环境为工作方法，协同推动数字产业化和产业数字化，加快培育新技术、新业态、新模式，全面提升数字消费能级，打造世界级数字产业集群，为上海全面推进城市数字化转型和经济社会发展提供重要支撑，加快打造具有世界影响力的国际数字之都。到 2025 年底，上海数字经济发展水平稳居全国前列，增加值力争达到 3 万亿元，占全市生产总值比重大于 60%，产业集聚度和显示度明显提高，高潜力数字新兴企业加快成长，高水平数字消费能级不断跃升，若干高价值数字产业新赛道布局基本形成，国际数字之都形成基本框架体系。

BIM 技术是建筑行业实现数字化转型的重要工具，以 BIM 技术为基础，集成推动建筑行业工业化、智能化、绿色化转型，进一步提升工程建设领域信息化和数字化水平，推动建筑行业技术创新发展，助力城市数字化转型。随着数字经济的迅猛发展，BIM 技术在未来将会有更广阔的应用前景。因此，有必要继续开展 BIM 相关技术的研究和创新，不断提高 BIM 技术的应用、推广和服务能力，为建筑行业数字化转型和智慧化发展提供更为全面和深入的支持。同时，BIM 技术的广泛应用和推广，还需要产业链上下游的合作和共同努力，促进相关人才的培养

和技术的研发，不断完善标准规范和技术应用方式，提升数字建筑领域的整体实践水平，进一步加速建筑行业的数字化转型和智能化发展。此外，随着全球建筑业对碳排放的重视和减排目标的提出，基于 BIM 技术的建筑能耗模拟和优化也受到越来越多的关注。借助 BIM 技术，可以实现建筑设计、建造、运营等全生命周期各环节的能耗数据的统一存储与计算，辅助分析建筑的节能潜力，实现建筑设备的智能控制等。在这方面，BIM 技术还有更多的发展空间和应用前景。

4.2 发展趋势

当前，数字化正在以不可逆转的趋势席卷全球，成为社会发展的核心驱动力。在数字化经济新趋势和国家“十四五”规划政策背景下，加速推进数字化转型、强化数字基础设施建设、推动数字贸易全球化、促进数字经济创新创业、加大数据安全和隐私保护力度、加强人才培养和科技创新等，为数字经济的蓬勃发展创造良好的环境，提升经济效益和社会福祉。

上海市作为国内数字经济发展的重要节点城市，将继续发挥引领作用，推动数字经济的快速发展。通过加快数字化转型和创新创业，加强数字经济产业链的布局，培育壮大数字经济的核心产业和新兴产业；推进新城建设数字化转型，在“五个新城”建设中注重数字化转型，打造智能、绿色、可持续的新城。通过将数字技术融入城市规划和建设，提升城市治理和服务水平，促进新城与数字经济的融合发展；加强人才培养和科技创新，加大对数字经济领域人才培养和科技创新的支持力度，通过建设高水平的数字经济人才培养体系，加强科研机构 and 高校之间的合作，推动科技成果转化和创新创业，为上海市数字经济的快速发展提供强有力的支撑。

BIM 技术是建筑行业实现数字化转型的重要工具，以 BIM 技术为基础，集成推动建筑行业工业化、智能化、绿色化转型，进一步提升工程建设领域信息化和数字化水平，推动建筑行业技术创新发展，助力城市数字化转型。政府层面，继续发挥政策和标准引导作用，扩大 BIM 技术应用的深度和广度；开展 BIM 示范企业和项目认定，激励企业数字化转型和 BIM 应用落地；转变政府服务、审批、审查和监管模式，启动施工图模型辅助审查试点，探索模型辅助验收；完善 BIM 技术应用市场价格调节和评价机制，促进建筑行业数字技术转变；通过政府投入和市场机制引导，鼓励多方资本参与，针对 BIM 技术图形引擎、建模等基础软件和关键薄弱环节，支持企业研发创新，促进产学研用相结合。行业层面，进一步推动规划、设计、建造和运维的管理模式创新，实现“一模到底”，一体化全过程智慧建造和运营管理，促进 BIM 技术与智能建造、绿色建筑及新基建融合；进一步

推动基于 BIM 技术与 5G、云计算、人工智能、机器人、数字孪生、物联网等各类信息智能技术集成应用，打造一批智慧、韧性、宜居的绿色生态城区，为城市信息模型（CIM）和新型城市基础设施建设的全面推进提供强有力的支撑和保障。企业层面，把握数字经济新机遇，抢占数字化转型“新赛道”，搭建数字化创新研发平台，培养数字化高端复合型人才，完善数字化创新业务发展机制，塑造行业数字化核心竞争力，加快推进企业数字化转型发展，以“一体统筹、多元协同、分层优化、信息融通”为思路，构建一个领先的数字化体系，为匹配高品质人居环境，提供城市建设一体化数字解决方案，成为数字建筑设计行业引领者。

4.3 机遇和挑战

4.3.1 发展机遇

党的二十大报告强调，加强城市基础设施建设，打造宜居、韧性和智慧城市。上海作为中国的经济中心和国际大都市，在十四五规划的总领下，全面推进城市数字化转型。作为数字化技术的代表，BIM 技术是建筑业转型升级的重要抓手，为城市数字化转型提供底层能力，增强城市面对变化的应对能力，在推进宜居、韧性、智慧城市建设方面发挥着越来越重要的作用。

随着智能建造、建筑工业化与各类新技术的涌现，BIM 技术的发展迎来新的机遇。在国家层面，住建部联合教育部、科学技术部等多个重点政府部门在 2020 年联合发布《住房和城乡建设部等部门关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》，强调加强系统化集成设计，推广精益化施工，加快信息技术融合发展，其中就提到大力推广 BIM 技术的一体化集成应用；住建部在 2022 年印发《“十四五”建筑业发展规划的通知》，开展城市基础设施安全运行监测试点工作，其中第三点提出，以场景应用为依托，充分运用 5G、BIM、物联网、人工智能、大数据、云计算等技术，开展运行监测预警技术产品研发和迭代升级，提升管理效率和监测预警防控能力；科技部、住房城乡建设部联合印发《“十四五”城镇化与城市发展科技创新专项规划》，提出研究非线性几何特征建模与 BIM 图形引擎，建立具有自主知识产权的 BIM 三维图形平台并发展相应软件生态。可见，国家在政策层面对 BIM 技术在智能建造、数字孪生、专业软件方面提出了新要求，为行业发展指明方向。

而今年是上海市进一步推进建筑信息模型技术应用三年行动计划的收官之年。行动计划当中指出，应深化新业态、新技术融合和创新，已为 BIM 技术的发展做出规划。经过三年行动，如今 BIM 技术不仅作为现今建筑行业创新发展的强大动力源，为建筑工程提供基础数据，在技术应用与发展层面带来丰富的可能性，还因大数据、AI、CIM、数字孪生等新技术的不断融合发展，为建筑行业带来新的

发展方向。通过深入探究和创新 BIM 数据应用，让数字赋能，加速数字化经济转型发展。BIM 技术的发展需抓紧新机遇，应着眼于以下五个方面进行发展和应用。

(1) 城市韧性治理的数据需求促进 BIM 和 CIM 技术的协同发展

在 2023 年上海市城市数字化转型重点工作安排中，着重强调数字赋能增强城市生命线韧性。城市的韧性治理离不开 CIM 技术的发展，而 BIM 技术又是 CIM 技术的底层支撑。BIM 技术在城市韧性治理、超大城市发展以及城市运保障方面发挥着越来越重要的支撑作用。通过 BIM 技术在 CIM 技术的支撑作用，未来城市规划可以将建筑、基础设施和交通网络等要素纳入同一数字模型中，为城市空间的优化设计提供途径；可以模拟不同规划方案的影响，协助政府在城市发展策略上做出更明智的选择。

超大城市的发展同样离不开精细化的管理和协调，通过结合 BIM 技术在建筑物管理、交通流量优化、能源消耗监控等方面的进一步应用，可实时追踪城市中各个要素的状态，为可能出现的状况提供预测手段，从而协助管理单位更好制定预案，助力城市的运行效率、资源利用率提升以及居民生活质量不断提高。

城市的安全运行同样需要各类先进技术的保障，在如今环境变化愈加剧烈的自然环境中，城市灾害防治将是城市运行的重要一环，而通过将 BIM 技术用于城市灾害模拟、突发情况预警等，将为城市灾害提供不同灾害情景下的建筑物行为模拟，为其抗灾性能评估提供数据依据。在特大灾害发生时，通常伴随灾后重建阶段，BIM 可以提供快速重建手段，减少恢复时间和成本。此外，BIM 技术还可以用于制定灾害应急预案，提前规划资源调配和人员疏散路线，从而提高城市应对灾害的能力。

(2) BIM 标准体系与软件体系的持续发展推进 BIM 技术的深化应用

在经历了 BIM 标准的快速发展期后，BIM 技术领域的具体应用由于获得了扎实的理论支撑，各类应用点得到广泛推行，BIM 相关标准的研究也从横向支撑逐渐转向纵向深度研究。过去，BIM 相关标准的发展主要注重于不同方向的横向发展，包括数据交换、协同工作、模型精度等方面。然而，目前的发展趋势更加注重在特定应用方面的深化发展，例如在特定行业（如医疗、建筑、工业）的应用、特定项目类型（如高层建筑、桥梁、隧道）的应用，以及在可持续建筑和能源管理方面的应用等。BIM 标准的持续完善可以更具针对性和对实际应用进行指导。与此同时，在标准的完善以及当前 BIM 软件体系发展与本土化需求落地的迫切需求下，BIM 各类软件的丰富多样性也为用户提供更多选择，并鼓励软件开发商注重不同应用领域的创新，以满足不同行业、项目和用户的需求。这有助于推动 BIM 技术的广泛应用和发展，促进跨平台数据交换和协同工作的进一步深化。由此可

见，BIM 软件当前发展前景广阔，为行业的持续发展提供沃土。

（3） 智能建造、AI 与数字化相结合为 BIM 技术发展带来横向融合新机遇

建筑业在二维电子图纸技术的蓬勃发展时期获得高速增长，而如今智能建造、AI、数字孪生等新技术的迅猛发展，可为 BIM 带来技术横向融合发展新机遇。智能建造作为工业 4.0 的具体实现手段，为建筑行业的效率提升提供新思路，而 BIM 作为建筑数字化的底座，为建筑数字化的提供数据载体，实现了建筑全生命周期信息集成，提升了协同效率，减少了误差和重复工作，进一步的通过与智能建造相结合，为建筑业利用自动化和机器人技术实现生产过程的优化和加速提供了条件，从而替代传统建造过程中的繁琐劳动，提高了施工效率，降低了人力成本，并进一步提升建筑业产品的质量。随着 AI 技术的爆炸性发展，AI 技术在建筑业逐渐得到应用探索，可以用于设计优化、风险分析、经验学习。建筑业未来可通过 BIM 技术为 AI 技术在建筑行业的应用提供海量专业数据、专家数据、项目运营数据，进一步运用 AI 技术进行数据价值挖掘。另一方面，AI 技术的应用需要跨界融合，既需要 BIM 技术专家的融会贯通，又需要 AI 技术专家的技术支持。因此，AI 技术结合 BIM 的行业应用也将是技术融合的极佳实践。同样，数字化相结合也是另一个重要趋势。由于 BIM 作为建筑数字孪生的底层技术，可为物理建筑与数字模型相连接提供基础载体，为数字化技术提供实时监测建筑的运行状态的虚实融合提供数据基础，一方面为建筑拓展空间数据相结合的数字化应用，另一方面也可为运维提供数字化底座，及时发现问题并进行修复，从而提高了建筑的维护效率和运营性能。

（4） 职业体系完善与高素质人才要求助力 BIM 技术人才培养

经过多年发展，BIM 技术对人才的需求已形成行业共识，且随着 BIM 人才技能得到国家认定，BIM 技术需要更多高技术水平的专业人才支撑行业发展。目前，国家层面已将“建筑信息模型技术员”作为建筑行业一项职业技能正式列入国家新职业，并依据技术层次分为初、中、高级认定，为 BIM 技术建立人才梯队提供强有力保障。此外，BIM 技术当前的发展已经在广度和深度上不断拓展，对行业人才提出了更高要求，专业人才必须具备 BIM 专业知识，并要求能与相关专业融会贯通，换言之，对人才的发展也提供了新的机遇，从而为相关从业人员提供了广阔的发展机会。行业可通过结合不同技术的交叉结合点提供进阶培训和教育，加强 BIM 技术的人才储备和专业能力，满足行业对于高素质 BIM 人才的需求，推动 BIM 技术的广泛应用和发展，同时为个人职业发展提供更多机会和发展空间。随着 BIM 技术与其他新技术的融合，如 AI 和数字孪生，还需要具备跨领域和综合能力的人才，以解决跨领域融合的技术需求，推动技术创新和应用的发展。

4.3.2 面临挑战

如今国际形势变化迅速，对中国发展提出了新的挑战。今年是全面贯彻落实党的二十大精神开局之年，高质量共建“一带一路”，推动数字化中国国策，推行技术创新等是行业发展的大方向。建筑行业的数字化程度相对其他行业要低，既代表本身蕴含了巨大的发展潜力，又表明其发展需要充分利用各方先进资源来提升行业的发展水平。而 BIM 软件体系尚未健全，国内建筑行业丰富而多样的本土化需求未得到充分响应。此外，先进的技术应用更需要相应的技术与认知水平进行匹配，也就意味着更多挑战，而这些挑战表现在以下几方面。

一是专业软件在本土化、先进性及创新性上面临挑战。BIM 技术的发展离不开先进软件的支持，而目前市场上主流的 BIM 软件在功能上仍然以建模、展示功能为主，虽然 BIM 软件经过多年发展，已初具规模，同时也在专业实践、技术落地、软件基础建设上取得了不小进步，但是在非线性几何特征建模与 BIM 图形引擎等核心技术方面、在规模化和本土化应用落地方面仍存在短板。这一方面需要行业认清差距与发展形势，通过整体不断学习，进行技术的更新迭代，另一方面，也可借鉴我国技术领域的发展历程，通过集成创新、组合创新等形式，取长补短，快速补齐专业短板，同时借助行业丰富的项目实践与技术运用经验，为专业软件的整体发展提供良好支撑。

二是当前人才培养未能满足行业发展需求。从行业的角度看，随着智能建造技术的发展，与 BIM 技术的融合必将逐步深入，BIM 技术的发展已从过往的横向发展逐渐转变为纵向发展，对 BIM 技术人才的专业性、综合性的高要求更加迫切。而从人才培养的角度看，虽然 BIM 技术已经在建筑行业得到了广泛的应用，但各方对 BIM 技术的理解和认知水平仍然存在较大的差异。部分业主、设计师和施工单位对 BIM 的全面应用和价值仍然缺乏足够的了解，将 BIM 视为简单三维建模工具。此外，由于 BIM 技术涉及到复杂的工程和计算机知识，因此提升各方的 BIM 技术能力也是一个挑战。为了解决这些问题，需要进行更多的教育和培训，提高各方对 BIM 技术的理解和应用能力。

三是 BIM 技术的发展需要持续改善的市场环境。在 BIM 技术发展前期，上海地区提供良好的政策、资金的支持，随着行业的逐步壮大与良好循环，行业的发展必将是从过往政策、资金引导逐步过渡至利用市场机制调动先进生产力的新形势。一方面政府层面应及时调整政策支持，优化行业发展的市场环境，需要行业相关管理部门根据新的发展形势制定合适的政策对 BIM 的未来发展做出健康引导；另一方面，行业单位也应思考如何积极响应政策的号召、从 BIM 技术发展的角度进行更深入的思考，调动发展积极性，提升 BIM 技术的应用广度与深度。

由此可见，本市在 BIM 专业软件发展、人才培养、市场与政策机制等面临新的形势与挑战，亟待行业与政府共同携手，不断加大对 BIM 与各类新兴技术的扶持力度，加快培育和提升本市 BIM 与数字化建造支撑和引领能力，形成 BIM 与数字化技术的协同发展优势，打造具有世界影响力的国际数字之都。

4.4 重点工作

BIM 技术具有显著的溢出效应，为了进一步带动其他建筑技术的进步，推进行业转型升级，国家住建部发布《“十四五”住房和城乡建设科技发展规划》，将 BIM 技术作为建筑业信息技术应用基础研究重点任务，而《“十四五”建筑业发展规划》指出到 2025 年，要基本形成 BIM 技术框架和标准体系；本市立足数字化转型，发布《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》，提出塑造数字时代的城市全新功能，而《上海市全面推进城市数字化转型“十四五”规划》将 BIM 作为发展基础与数字底座赋能工程核心技术之一。持续推进 BIM 技术的实施与发展已是行业共识，本市又于今年发布《关于全面推进本市建筑信息模型技术深化应用的实施意见（征求意见稿）》，深入贯彻落实国家和本市的创新发展战略，抓住城市数字化转型、智能建造和建筑工业化协同发展等重大机遇，突破关键瓶颈，促进 BIM 技术与城市建设管理的深度融合与发展。

作为上海市进一步推进建筑信息模型技术应用三年行动计划收官之年，将重点围绕以下几方面开展工作：

（一）强化顶层设计，注重行业发展引导

按照职责分工，协同做好项目各阶段应用 BIM 技术的审批审查以及发展推广相关工作，做好区域工程建设领域 BIM 技术应用的综合协调和监督管理工作，国有企业应高度重视 BIM 技术应用，落实实施业绩。要加强 BIM 技术专项资金管理，专款专用，确保发挥 BIM 技术的应用价值，保证建设项目全生命周期的使用。积极研究和制定融资、市场准入等激励支持政策，统筹考虑支持 BIM 技术的试点示范、人才培养、成片建模和应用软件研发等工作。支持开展研发具有自主知识产权的 BIM 产品的企业申报高新技术企业、技术先进型服务企业，支持在区域 BIM 试点示范、数字化平台等方面有突出成果、突出贡献的企业申报本市城市数字化转型专项资金。通过多种形式提升行业和社会对 BIM 技术的认识，积极普及 BIM 技术知识，不断提高社会的认可度。开展 BIM 技术示范区试点和示范企业的评选工作，从多角度协同推进 BIM 技术应用的发展。

（二）提升应用水平，扩大 BIM 技术应用范围和深度

扩大规模以下项目应当使用 BIM 技术的范围，提高“规模以上”项目应用 BIM 技术深度，逐步推行正向和全生命周期应用。全面推进建设工程领域 BIM 技术应用的广度和深度。到 2024 年底，对规模以下的政府和国有资金投资建设的多种房屋建筑以及交通、水务、电力等市政基础设施项目，总投资额 3000 万元及以上的装饰装修、城市更新改造、城市基础设施维护、园林绿化项目，二星级及以上标准建设的绿色建筑项目，申报绿色建筑、装配式建筑、超低能耗建筑、可再生能源与建筑一体化等各类示范项目，申报本市智能建造创新服务案例的工程项目，创建绿色生态城区内的建设项目等应当应用 BIM 技术，并鼓励其他新改扩建工程项目、装饰装修工程项目参照执行。逐步推进正向 BIM 应用和贯穿建设工程规划、设计、施工、运维全生命周期的 BIM 技术应用。

（三）推行应用要求，完善应用推广措施

落实 BIM 技术实施费用，继续推行工程招标 BIM 技术应用条款和要求，持续完善 BIM 技术应用基础规则体系，提升本市工程 BIM 技术应用水平。研究制定 BIM 技术应用服务范围、要求以及取费标准。进一步完善建设工程招标文件示范文本，对应当应用 BIM 技术的建设工程，招标文件中应明确应用范围、深度、交付标准和具体要求，并列入评标评审因素，投标文件应当予以实质性响应。推行 BIM 模型辅助施工图设计文件审查、综合竣工验收，持续完善基于 BIM 和 AI 技术的智能辅助审查、验收系统，率先在结构专业推行基于 AI 技术的智能辅助审查，逐步推行规模以上工程建设项目使用 BIM 辅助施工图设计文件审查、抽查，逐步推行规模以上工程建设项目在综合竣工验收阶段提交 BIM 模型，使用 BIM 模型辅助现场验收。持续完善 BIM 技术应用基础规则体系。编制 BIM 模型出图规则和算量规则，支撑 BIM 技术正向应用。逐步推行 BIM 技术直接用于设计成果交付、工程计价、施工管控等环节，持续完善 BIM 技术应用基础规则体系。

（四）发挥技术效益，构建 BIM 规划、建设和运维全生命周期管理体系

持续推进建造过程中的 BIM 应用延伸，运维管理需求为主导，发挥 BIM 技术应用最大的经济和社会效益，结合新型生产组织方式推行 BIM 技术在工程全生命周期中应用，通过结合新型生产组织方式的改革推广，结合技术规格书、项目交付使用说明书等手段，促进工程参与方提前介入和利益共享，使用 BIM 模型传递工程各阶段数据，推行 BIM 技术在规划、建设、运维全生命周期中使用。建立基于 BIM 的区域管理体系，在浦东高水平引领区、临港新片区和五个新城等区域，率先开展区域 BIM 应用试点示范，整合区域内的城市运行管理、建筑物运维管理等数据，形成基于 BIM 的数字底座并开展城市动态运行监测和管理。在“一江一河”、北外滩、研究高效既有建筑数字建模体系，试点建立基于 BIM 技术的城市

区域模型和管理平台。形成 10 个以上基于物联感知、AI 技术等试行“规、建、管”一体化运行的城市区域管理示范应用。研究制定基于 BIM 精细化管理的数据采集和交付标准，对接“一网统管”平台和城市“运管服”平台，探索建立房屋建筑和基础设施建设运行风险分类预警的全要素信息采集体系，研究基于 BIM 模型和大数据分析进行建筑和城市运行的风险预警算法。

（五）立足现有基础，升级完善标准和评价体系

深化标准编制工作，根据国家建筑信息模型应用统一标准，修编本市建筑信息模型应用通用标准和各专业应用标准。根据国家建筑信息模型存储标准、分类和编码标准，结合本市 BIM 技术应用实际，编制本市建筑信息模型交付相关数据标准，实现模型数据全过程交换共享和交付。编制 BIM 模型出图规则和算量规则，支撑 BIM 技术正向应用。升级完善相关 BIM 技术应用指南，建立完善 BIM 技术应用标准规范体系，指导企业和参建各方编制企业级、项目级应用标准，推动项目深化应用落地。完善 BIM 技术应用评价指标体系。发挥政府、社会团体和企业的各自优势，建立政府级、企业级、项目级 BIM 技术应用的评价体系，形成评价信息的日常采集体系和评价平台，定期发布应用推广的评价情况，作为调整优化 BIM 技术推进政策的决策依据。

（六）推进技术发展，深化新业态、新技术融合和创新

不断深化 BIM 技术在装配式建筑 and 智能建造中的应用，组织关键核心技术攻关，推行装配式建筑深化设计、施工 BIM 技术应用，研发推广 BIM 构件全程信息共享和联动体系。借鉴现代制造业设计建造模式，探索基于建筑全生命周期和全流程建造的“机器人”互联智能化建造和管理模式。到 2025 年，形成一批全过程利用 BIM 技术进行装配式建筑深化设计到现场安装的智能建造项目案例，到 2027 年，全市装配式建筑普遍使用 BIM 技术指导设计、施工、现场安装。深化节能建筑和绿色建筑基于 BIM 的设计、分析和评价算法，提高基于 BIM 技术的模拟分析软件水平，提升绿色建筑在节约资源、环境保护等方面的模拟分析和优化改进能力，推进 BIM 技术在绿色建筑、绿色生态城区建设中的使用。鼓励市场机制引导多方资本参与，针对 BIM 技术关键薄弱环节，支持企业研发创新，促进产学研用相结合。鼓励设计、施工企业创新组织结构和生产经营方式，支持软件开发企业自主创新和引进集成创新，研发具有自有知识产权的 BIM 技术应用相关的软硬件产品，加快产业化与应用部署。

（七）提升人才水平，加快能力提升、构建人才高地

设置关键岗位人员的 BIM 技术应用能力要求和考核标准，开展关键岗位考核认定和持证上岗。加强继续教育管理，增设注册人员继续教育课程和考试科目。

依托项目开展校企合作，支持高等学校加强相关学科专业建设，引导职业学校培养产业发展急需的技能型人才，建立校企合作和 BIM 学科专业体系，增设相关专业或课程。积极运用人才引进政策和紧缺人才奖励政策，推进技能人才、高端领军人才和青年创新拔尖人才纳入重点产业类紧缺人才目录，提供职称评定、落户等方面保障，支持高层次人才申报“东方英才计划青年项目”等，形成人才集聚效应。依托市场主体和工程建设项目，对 BIM 技术在全生命周期各阶段的各类应用进行全方位总结和提炼，形成实训课程。通过项目实训、专业课程学习、国际合作交流、组织高峰论坛等多种方式，建立实训体系培养一批精通全过程工程建设管理和 BIM 技术的复合型专业人才。升级 BIM 示范企业和项目标准，加大对示范企业和项目的宣传，促进以设计、施工、监理和咨询企业为主的 BIM 技术应用与创新转型升级。形成一批 BIM 应用能力处于全国领先水平的示范企业和项目，高质量地实施 BIM 技术深化应用。

（八）健全监管机制，提升全过程服务和监管水平

建立 BIM 技术应用咨询专家库，为政府制定政策、技术深化发展研究提供支撑，建立 BIM 技术应用指导服务机制，根据项目实际需求，在项目前期为建设单位提供咨询指导。对以划拨方式、出让方式供地的建设工程项目，规划自然资源部门在办理规划土地意见书、土地出让前，应征询建设行政管理部门意见，并将按照征询意见将 BIM 实施相关要求纳入规划土地意见书批复、土地出让合同。相关部门加强关于 BIM 技术应用情况的抽查、审核和监管，对于未按照承诺或合同条款落实 BIM 技术应用的项目，不予通过审批、审查、验收等。试点基于 BIM 技术的工地现场质量安全智能监管体系，探索在线集成监管。在项目建设过程中，建设行政管理部门和各行业管理部门应当对 BIM 技术应用落实情况进行抽查，对于不符合应用要求的项目，要求建设单位限期整改；在建筑物建成交付后，房屋行政管理部门加强对物业服务企业和从业人员使用 BIM 技术开展运维管理的监督和考核。

参考文献

报告

- [1] 市场研究公司.建筑信息模型（BIM）-全球战略业务报告 [R/OL].(2023-01).<https://www.researchandmarkets.com/report/building-information-modeling>.
- [2] 中国建筑业 BIM 应用分析报告（2022）[R].北京, 2022.

政策文件

- [3] 中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于推动城乡建设绿色发展的意见》 [EB/OL].(2021-10-21).
https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/21/content_5644083.htm
- [4] 中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见 [EB/OL].(2021-10-24).
https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content_5644613.htm
- [5] 住房和城乡建设部关于印发“十四五”建筑业发展规划的通知 [EB/OL].(2022-01-19).
https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/27/content_5670687.htm
- [6] “十四五”住房和城乡建设科技发展规划印发 [EB/OL].(2022-03-17).
<http://www.chinajsb.cn/special/doc/2022/20220314/0931197345.pdf>
- [7] 住房和城乡建设部关于印发“十四五”工程勘察设计行业发展规划的通知 [EB/OL].(2022-05-12).
https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/202205/20220512_766072.html
- [8] 上海市印发《进一步推进建筑信息模型技术应用三年行动计划（2021-2023）》.[EB/OL].(2021-08-06).
<https://shbimcenter.org/shanghaizhengce/20212991.html>
- [9] 上海市人民政府办公厅关于印发《上海市数字经济发展“十四五”规划》的通知.[EB/OL].(2022-07-12).
<https://www.shanghai.gov.cn/hfbf2022/20220712/d3f5206dec5f4010a6065b4aa2c1ccce.html>
- [10] 关于深化新城区域建筑信息模型技术应用的通知.[EB/OL].(2023-01-05).
<https://shbimcenter.org/shanghaizhengce/20213220.html>

标准和指南

- [11] Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 4: Information exchange: ISO 19650-4: 2022 [S/OL].(2022-08).
<https://www.iso.org/standard/78246.html>.
- [12] Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Framework for

- specification of BIM implementation: ISO 12911: 2023 [S/OL].[2023-02].
<https://www.iso.org/standard/79692.html>
- [13] IFC 4.3 [S/OL].[2022-03]. <https://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/>
- [14] 日本国土交通省.BIM 标准工作流程指南（第 1 版）[S/OL].[2020-03].
<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/content/001351965.pdf>
- [15] Building Information Modeling – Grundlagen: VDI 2552 Blatt 1 [S/OL].[2020-07].
<https://www.vdi.de/en/home/vdi-standards/details/vdi-2552-blatt-1-building-information-modeling-fundamentals>
- [16] Building Information Modeling - Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP): VDI 2552 Blatt 10 [S/OL].[2021-02].
<https://www.vdi.de/en/home/vdi-standards/details/vdi-2552-blatt-10-building-information-modeling-employers-information-requirements-eir-and-bim-execution-plan-bep>

其他

- [17] Global BIM Survey: U.S. market is maturing as advances wake imaginations [EB/OL].(2021-11-29).
<https://agacad.com/blog/global-bim-survey-u-s-market-is-maturing-as-advances-wake-imaginations>

附录：上海市第五届 BIM 技术应用创新大赛获奖名单

(按首字母排序)

上海市第五届 BIM 技术应用创新大赛——项目案例奖（房建）

序号	项目名称	主申报单位	联合申报单位	所获奖项
1	基于 BIM 的仿古建筑数字化建造-上海岩花园 项目 BIM 应用实践	上海建工四建集团有限公司		一等奖
2	上海交通大学医学院附属瑞金医院北部院区 二期扩建工程	上海交通大学医学院附属瑞金医院	上海申康卫生基建管理有限公司 上海科瑞真诚建设项目管理有限公司 上海霍普建筑规划设计有限公司 上海建工四建集团有限公司 上海科瑞漫拓信息技术有限公司	一等奖
3	BIM 技术助力南通金鹰超大型商业综合体项目 施工应用	上海宝冶集团有限公司		二等奖
4	大型“平疫结合”医院 BIM 技术应用——南通 医学中心项目	中建八局总承包建设有限公司		二等奖

5	广联达科技股份有限公司智慧建造总部基地 (华南总部基地)项目	上海原构设计咨询有限公司	上海原数建筑设计有限公司	二等奖
6	广州星河湾中心项目	上海荟画家软件科技有限公司	广东贝林建筑设计有限公司	二等奖
7	虹口区 105、106 号地块旧区改造及新建综合 开发项目	上海勘察设计研究院(集团)有限公司	岱悟智能科技(上海)有限公司 上海顺凯信息技术有限公司	二等奖
8	湖北文理学院迁建项目施工全过程 BIM 应用	上海宝冶集团有限公司		二等奖
9	黄浦区 160 街坊保护性综合改造项目	上海建工二建集团有限公司	上海外滩老建筑投资发展有限公司	二等奖
10	连云港国际汽车绿色智能物流中心项目	中交第三航务工程勘察设计院有限公司	江苏连云港港口股份有限公司	二等奖
11	临港新片区 pdc1-0102 单元 16-02 地块项目的 BIM 设计施工全流程应用	上海原构设计咨询有限公司		二等奖
12	闵行区七宝镇古美北社区 S110501 单元 27-01 地块项目	上海旭融房地产开发有限公司	浙江利恩工程设计咨询有限公司	二等奖
13	前滩 21-02、03 地块项目	上海建工一建集团有限公司	上海陆家嘴(集团)有限公司 上海慧之建建设顾问有限公司	二等奖
14	山东大学第二医院起步区新院(一期)项目	英泰克工程顾问(上海)有限公司	济南城建动能转换开发建设集团有限 公司	二等奖

15	上海荟聚综合体项目	中建安装集团有限公司上海分公司	上海建工集团股份有限公司 上海英格卡购物中心有限公司	二等奖
16	上海交通大学闵行校区材料创新大楼	中国建筑第八工程局有限公司上海分公司		二等奖
17	上海美的全球创新园区项目	中国建筑第八工程局有限公司	中建八局科技建设有限公司 美的集团（上海）有限公司	二等奖
18	上海中心大厦	上海中心大厦建设发展有限公司	上海市建筑科学研究院有限公司	二等奖
19	上海自贸区临港新片区 PDC1-0401 单元 H01-01 地块项目	上海建工集团股份有限公司	上海诺港会展有限公司 上海市机械施工集团有限公司	二等奖
20	深化“一带一路”合作·推动泰国 4.0 战略 BIM 技术助力素万那普机场新候机楼带领曼谷 展翅高飞	中国建筑第八工程局有限公司		二等奖
21	深圳市创新创业无障碍服务中心	华建数创（上海）科技有限公司	深圳市建筑工务署工程设计管理中心 中国建筑东北设计研究院有限公司深 圳分公司 博埃里建筑设计事务所 五洲工程顾问集团有限公司华南公司	二等奖

22	太平洋新天地商业中心项目	华建数创（上海）科技有限公司	上海瑞永景房地产开发有限公司 上海建工一建集团有限公司	二等奖
23	网易上海国际文创科技园项目	中国建筑第八工程局有限公司上海分公司	中国建筑第八工程局有限公司	二等奖
24	雄安新区绿色建筑展示中心	华东建筑设计研究院有限公司	河北雄安润设建设发展有限公司 中国建筑一局（集团）有限公司	二等奖
25	张江中区 58-01, 76-02, 77-02 地块虚拟建造 与数字交付	上海灏集建设发展有限公司	上海建工一建集团有限公司 上海建工五建集团有限公司 华东建筑集团股份有限公司 上海建科工程咨询有限公司	二等奖
26	中法航空大学设计采购施工（EPC）工程总承包项目	上海建工集团股份有限公司	杭州余杭航空航天小镇建设有限公司 上海市安装工程集团有限公司 上海市机械施工集团有限公司 上海市建筑装饰工程集团有限公司	二等奖
27	“阜阳市”颍河花园暨潘寨棚户区建设项目 EPC 工程—基于钢结构在施工阶段 BIM 综合应用	源创谷（上海）数字科技有限公司	安徽中源建设有限公司 安徽中源环保科技有限公司	三等奖
28	宝山区顾村大型居住社区 BSP0-0104 单元 0427-01 地块住宅项目	上海孚宏置业有限公司	中建八局第四建设有限公司	三等奖

29	北蔡鹏海社区 09 (a) -08 地块动迁安置房项目	上海浦东地产有限公司	上海禹创工程顾问有限公司	三等奖
30	城投宽庭江湾社区租赁住宅项目	上海城投控股股份有限公司	上海城投置地(集团)有限公司 上海城投置业经营管理有限公司 上海水石建筑规划设计股份有限公司 上海建工五建集团有限公司	三等奖
31	川沙 C06-01、C06-02 地块项目	上海城建市政工程(集团)有限公司	上海佳川置业有限公司 上海开诚建设工程咨询有限公司	三等奖
32	港城广场建设项目(08-1 地块)BIM 技术应用	中建八局第一建设有限公司	上海展博置业有限公司 上海禹创工程顾问有限公司	三等奖
33	海口国家高新区降解塑料生产研发平台项目	上海建工二建集团有限公司		三等奖
34	海南省澄迈县 27010-202031-2 号地块安居型商品房项目	上海建工房产有限公司	上海市建工设计研究总院有限公司	三等奖
35	海曙区鄞奉片区 HS17-04-15 地块项目	上海家树建设集团有限公司		三等奖
36	合肥市第八人民医院门急诊综合楼项目	中建一局集团第一建筑有限公司	中国建筑一局(集团)有限公司	三等奖
37	虹桥机场东片区迎宾二路 N1 地块办公楼项目 基于 BIM 技术的 EPC 全过程应用	上海华建工程建设咨询有限公司	上海航汇临空商业运营管理有限公司	三等奖

38	呼伦贝尔市国际会展中心项目	上海远通路桥工程有限公司	上海鲁班工程顾问有限公司	三等奖
39	花园城国际度假中心 B 区三期土建安装工程 项目	上海建工一建集团有限公司		三等奖
40	华东师范大学附属东昌中学改扩建项目	上海市浦东新区建设（集团）有限公司	上海灏佳建筑工程咨询有限公司	三等奖
41	嘉定外冈镇郊野单元 01-01 地块征收安置房 项目	上海国际汽车城（集团）有限公司	上海筑纬建筑科技有限公司 上海江南建筑设计院（集团）有限公司	三等奖
42	康桥镇御桥社区配套初中新建工程	上海市城市建设设计研究总院（集团）有限 公司	上海市浦东新区康桥镇人民政府 上海社发项目管理服务有限公司 上海浦东建筑设计研究院有限公司	三等奖
43	临港新片区顶尖科学家社区 H07-08、I05-04 地块商品住宅项目	上海浦东开发（集团）有限公司	华东建筑设计研究院有限公司 中建八局科技建设有限公司	三等奖
44	临港新片区水华路 09-01 社区服务中心	上海中森建筑与工程设计顾问有限公司		三等奖
45	临港星空之境 01-09 地块新建工程	上海星曜置业有限公司	上海建科工程咨询有限公司 中建八局第一建设有限公司	三等奖
46	临港重装备产业区 F16-01 地块项目	上海临港产业区经济发展有限公司	中电系统建设工程有限公司	三等奖

47	闵行区吴泾镇紫竹科学园区 MHPO-1004 单元 09A-19A 地块新建租赁住房项目	上海城沝置业有限公司	上海市建筑科学研究院有限公司	三等奖
48	南昌华侨城欢乐象湖万豪酒店项目 BIM 应用 实践	华建数创（上海）科技有限公司	华东建筑设计研究院有限公司 中国建筑第五工程局有限公司 华侨城（南昌）实业发展有限公司	三等奖
49	浦东新区张江中区 39 街坊 01 地块人工智能岛 二期工程	上海建筑设计研究院有限公司	上海张江集团有限公司	三等奖
50	普陀区职工文体活动中心项目	中国海诚工程科技股份有限公司	上海市普陀区总工会 上海安居房产开发有限责任公司	三等奖
51	衢江区文体健康产业园项目	中建一局集团第一建筑有限公司	中国建筑一局（集团）有限公司	三等奖
52	上海交通大学医学院附属仁济医院肝脏泌尿 外科临床诊疗中心项目	上海建工四建集团有限公司	上海交通大学医学院附属仁济医院	三等奖
53	上海市第六人民医院临港院区二期扩建工程 项目	上海市第六人民医院	上海今维物联网科技有限公司 上海申康卫生基建管理有限公司 上海建筑设计研究院有限公司 上海建工二建集团有限公司	三等奖

54	上海市第一妇婴保健院东院妇科肿瘤临床诊疗中心及科教综合楼项目	上海建工四建集团有限公司	上海市第一妇婴保健院	三等奖
55	上海市虹口区嘉兴路街道 HK271-01 地块项目	中国建筑第八工程局有限公司上海分公司		三等奖
56	上海市精神卫生中心重性精神疾病临床诊疗中心项目	上海市精神卫生中心	上海申康卫生基建管理有限公司 上海科瑞真诚建设项目管理有限公司 上海科瑞漫拓信息技术有限公司 上海建筑设计研究院有限公司 上海建工二建集团有限公司	三等奖
57	上海市浦东新区张家浜楔形绿地 C1e-06 地块住宅商业项目	上海浦东土地控股（集团）有限公司	上海华择建筑科技有限公司 上海筑景建筑设计有限公司	三等奖
58	上海智能汽车软件园首发项目	上海国际汽车城发展有限公司	毕埃慕（上海）建筑数据技术股份有限公司	三等奖
59	沈阳万博材料研究中心项目设计阶段 BIM 创新应用	上海晖荣建筑设计咨询有限公司	沈阳万博开发建设有限公司	三等奖
60	世界物联网大会永久会址项目	中国建筑第八工程局有限公司	中建八局文旅博览投资发展有限公司 江苏新慧恒工程项目咨询有限公司	三等奖
61	四平电影院改扩建项目设计阶段 BIM 应用及管理	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	上海杨浦社会事业发展投资有限公司	三等奖

62	松江区工业区科技园区新城 C01-14B-02/09 地块租赁住房	上海瓴谦公共租赁住房运营有限公司	上海申城建筑设计有限公司	三等奖
63	苏河湾项目	上海建工一建集团有限公司	钊瑞（上海）建筑工程咨询有限公司	三等奖
64	桃浦智创城 604 地块英雄商办项目	上海建工二建集团有限公司		三等奖
65	万荣路 467 号改扩建项目 BIM 技术应用	上海牛奶（集团）有限公司	光明食品集团重大办北部片区重大项目推进指挥部 光明食品集团重大项目建设管理中心 上海华建工程建设咨询有限公司	三等奖
66	乌鲁木齐机场改扩建工程 BIM 工程咨询服务 项目	上海勘测设计研究院有限公司		三等奖
67	锡山经济技术开发区凤威路南片区更新改造项目（锡山芯谷一期）基于 BIM 的高效智慧建造	上海慧之建建设顾问有限公司	中建科工集团有限公司 无锡金开资产经营管理有限公司	三等奖
68	新场镇 16 号线核心区 PDS2-0101 单元 02-05 地块征收安置房项目	上海浦东地产有限公司	上海鲁班工程顾问有限公司	三等奖
69	新建市北高新技术服务园区 N070501 单元 21-02 地块商办项目钢结构工程 BIM 技术应用	中建八局新型建设工程有限公司		三等奖

70	徐圩新区农产品溯源冷链物流服务示范基地工程（一期）	中交第三航务工程局有限公司	中交第三航务工程局有限公司江苏分公司 连云港徐圩港口物流有限公司	三等奖
71	张家浜楔形绿地 C1d-01 地块商业项目	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	上海浦东开发（集团）有限公司	三等奖
72	中海汤泉商住 3-2 地块项目的 BIM 设计施工全流程应用	上海原构设计咨询有限公司		三等奖
73	周家渡 16-07、16-10、16-11 地块项目	上海浦兴创智企业管理有限公司	上海市浦东新区建设（集团）有限公司 上海禹创工程顾问有限公司	三等奖
74	自贸区临港新片区 PDC1-0202 单元 05-01 地块（保障性租赁住房）项目	上海临港新佳园置业发展有限公司	上海建科工程咨询有限公司	三等奖
75	综保区 10-A34-04A 地块新建工程	上海保昀科技发展有限公司	思立博（上海）工程咨询有限公司	三等奖

上海市第五届 BIM 技术应用创新大赛——项目案例奖（市政）

序号	项目名称	主申报单位	联合申报单位	所获奖项
1	重庆城轨快线 15 号线一期工程 BIM 技术应用	上海市隧道工程轨道交通设计研究院	重庆市铁路（集团）有限公司	一等奖
2	绍兴市二环南路快速路工程 BIM 正向设计与应用	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	绍兴市基础设施建设投资有限公司	一等奖
3	BIM 在三林环外区域公交停车场新建工程装配式预应力设计、施工一体化管理中的应用研究	上海市浦东新区交通投资发展有限公司		二等奖
4	淀山湖堤防达标及生态改造提升工程（一期）	上海市水利工程设计研究院有限公司	上海市堤防泵闸建设运行中心 上海建工（浙江）水利水电建设有限公司	二等奖
5	南干线改造工程	上海市城市排水有限公司	上海城建市政工程（集团）有限公司	二等奖
6	上海临港滨海海洋生态保护修复项目	上海城投航道建设有限公司	上海市海洋管理事务中心 中交上海航道局有限公司 中交第三航务工程局有限公司 广东省水利水电第三工程局有限公司 上海友为工程设计有限公司	二等奖

7	上海生物能源再利用项目二期	上海老港固废综合开发有限公司	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	二等奖
8	绍兴智慧快速路 BIM 大数据管理平台项目	上海城建信息科技有限公司	绍兴市城市建设投资集团有限公司 上海城建数字产业集团有限公司	二等奖
9	深汕生态环境科技产业园基础设施及配套项目一园区配套市政道路工程 BIM 技术应用	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	深圳高速公路集团股份有限公司	二等奖
10	泰和水厂 100 万立方米/日深度处理改造工程	上海水业设计工程有限公司	上海城投水务（集团）有限公司 上海城投水务（集团）有限公司制水分公司	二等奖
11	吴淞江工程（上海段）新川沙泵闸枢纽工程	上海城投（集团）有限公司	上海市水利工程集团有限公司 上海勘测设计研究院有限公司	二等奖
12	武汉市武昌滨江核心区地下空间环路（二期）工程项目	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	武汉市武昌滨江投资有限公司	二等奖
13	新典桥及接线（鄞奉路至广德湖路）工程	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	中铁宝桥集团有限公司 宁波市城市基础设施建设发展中心	二等奖
14	油墩港航道整治工程（设计、勘察）	上海城投航道建设有限公司	中交第三航务工程勘察设计院有限公司	二等奖
15	长桥水厂 140 万 m ³ /d 深度处理二阶段工程	上海城投水务（集团）有限公司	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	二等奖
16	智慧城轨全生命周期数字化工程模型（BIM）数据共享与集成应用	上海市隧道工程轨道交通设计研究院	上海轨道交通十四号线发展有限公司 上海地铁第四运营有限公司	二等奖

17	中央商务区排水系统提标改造工程	上海市城市排水有限公司	上海市市政工程设计研究总院（集团）有限公司	二等奖
18	崇明岛堡镇港北等四座水闸外移工程 BIM 正向协同设计及应用	长江勘测规划设计研究有限责任公司上海分公司	上海市堤防泵闸建设运行中心	三等奖
19	大田湾片区市政工程项目	上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司	重庆市城市建设投资（集团）有限公司 重庆城投城市更新建设发展有限公司 上海逸广信息科技有限公司	三等奖
20	呼和浩特市昭乌达路哲里木路改造提升工程	上海市政交通设计研究院有限公司	呼和浩特市市政工程设计研究院有限公司 呼和浩特市市政建设服务中心	三等奖
21	济宁市运河水厂（一期）工程	上海水业设计工程有限公司	济宁中山公用水务有限公司 山东公用建设集团有限公司 北京逆维悦动科技有限公司	三等奖
22	六安市市政污泥处置厂二期工程 BIM 研究及应用	上海勘测设计研究院有限公司	六安市三峡一期水环境综合治理有限责任公司	三等奖
23	上海市奉贤海上风电项目 BIM 应用	上海勘测设计研究院有限公司		三等奖
24	竹园污水处理厂四期工程	上海城投水务工程项目管理有限公司	上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司 上海市安装工程集团有限公司 上海市机械施工集团有限公司 江苏苏美达集团有限公司	三等奖

上海市第五届 BIM 技术应用创新大赛——特别创意奖

序号	创意名称	主申报单位	联合申报单位	所获奖项
1	800 床全负压应急医学中心平疫结合 BIM 实施方案	上海市公共卫生临床中心	上海申康卫生基建管理有限公司 上海科瑞真诚建设项目管理有限公司 同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司 上海容基工程项目管理有限公司 上海建工五建集团有限公司	一等奖
2	BIM+安全、高效、韧性 MDT 诊疗模式的技术方案	上海交通大学医学院附属瑞金医院	上海申康卫生基建管理有限公司 上海科瑞真诚建设项目管理有限公司 上海科瑞漫拓信息技术有限公司 上海霍普建筑规划设计有限公司 上海建工四建集团有限公司	一等奖
3	BIM 技术在平曲线大跨网状吊杆拱桥设计阶段的应用	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	深圳市罗湖区政府投资项目 前期工作管理中心 深圳市交通运输局罗湖管理局	一等奖

4	国家级口腔医学中心 BIM+医疗工艺成套应用技术	上海交通大学医学院附属第九人民医院	上海申康卫生基建管理有限公司 上海科瑞真诚建设项目管理有限公司 上海科瑞漫拓信息技术有限公司 华东建筑设计研究院有限公司 上海建工集团股份有限公司	一等奖
5	基于“BIM+数字孪生”在医院的创新应用	中国福利会国际和平妇幼保健院	上海今维物联网科技有限公司	一等奖
6	基于 GIS+BIM 技术数字化中心建设	上海城投污水处理有限公司	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	一等奖
7	智慧运维在租赁社区的研究及实践	上海城投控股股份有限公司	上海城投置业经营管理有限公司 上海城投置地（集团）有限公司 上海水石建筑规划设计股份有限公司	一等奖
8	BIM 技术在西安机场三期工程路侧交通中的应用	上海市政交通设计研究院有限公司	呼和浩特市政工程设计研究院有限公司	二等奖
9	BIM 技术在装配式项目施工阶段的综合应用	中建安装集团有限公司上海分公司		二等奖
10	BIM 可视化汇报系统	上海城市交通设计院有限公司	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	二等奖
11	BIM 信息化在“EPC+装配式桥梁”全过程智慧建造中深度应用	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	乌鲁木齐市盛天隆投资有限公司 新疆交通建设集团股份有限公司 新疆建筑科学研究院（有限责任公司） 乌鲁木齐胜达工程监理有限公司	二等奖

12	大连地铁 BIM 系列数字资产协同管理平台	上海市隧道工程轨道交通设计研究院	大连公共交通建设投资集团有限公司 大连公共交通建设发展有限公司 上海申电云数字科技有限公司 大连轨道交通设计院有限公司 上海博坤信息技术有限公司	二等奖
13	基于 BIM 的数字化建造技术的全生命周期应用	中建安装集团有限公司上海分公司		二等奖
14	基于 BIM 的装配化技术在厂房机电工程上的应用	中建安装集团有限公司上海分公司		二等奖
15	基于鄂州机场的 BIM 计量计价应用	上海宝冶集团有限公司		二等奖
16	基于海诚云平台的三维正向设计校审应用	中国海诚工程科技股份有限公司		二等奖
17	基于微信小程序的 BIM 智慧工地的设计与实现	中交第三航务工程局有限公司	中交第三航务工程局有限公司江苏分公司 连云港徐圩港口物流有限公司	二等奖
18	绍兴市快速路建筑工业化智慧工厂管理方案	上海城建信息科技有限公司	绍兴市城市建设投资集团有限公司 上海城建数字产业集团有限公司	二等奖
19	杨浦 R-09 地块幕墙深化 BIM 的应用创新	同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司	上海金隅京浦房地产开发有限公司	二等奖

20	装配式建筑设计生产数据传递及应用	上海中森建筑与工程设计顾问有限公司		二等奖
21	基于 BIM+GIS 的全生命期地下道路智慧化应用及管理	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司	江苏省锡山经济技术开发区有限公司 中铁一局集团城市轨道交通工程有限公司	三等奖
22	基于 Revizto 的项目协调施工管理模式	上海建工一建集团有限公司		三等奖
23	基于桥梁规范的下部结构设计验算自动化模块	上海市政工程设计有限公司		三等奖
24	水务钢顶管工程全生命周期精细化智慧管控	上海城投水务工程项目管理有限公司	上海市水务建设工程安全质量监督中心站、 上海城建水务工程有限公司	三等奖

上海市第五届 BIM 技术应用创新大赛——优秀个人奖

序号	姓名	工作单位
1	蔡国栋	上海勘察设计研究院（集团）有限公司
2	曹盈	上海建工四建集团有限公司
3	陈锋	上海城投控股股份有限公司
4	陈丽芳	上海市水利工程设计研究院有限公司
5	付洋杨	中建八局新型建设工程有限公司
6	甘英聪	上海城建信息科技有限公司
7	蒋琴华	上海华建工程建设咨询有限公司
8	李思博	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司
9	李振鹏	上海住鸣机电设备工程有限公司
10	梁家明	上海水石建筑规划设计股份有限公司
11	刘莎莎	上海宝冶冶金工程有限公司
12	阮江平	上海宝冶集团有限公司
13	孙玉虎	上海市建工设计研究总院有限公司
14	王凌宇	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司
15	王培成	上海水业设计工程有限公司
16	王孙骏	上海建工五建集团有限公司

17	吴伟	上海中建东孚投资发展有限公司
18	薛龙	中国海诚工程科技股份有限公司
19	姚蓁	上海申康卫生基建管理有限公司
20	于锋	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司
21	于鑫	中建八局总承包建设有限公司
22	余小磊	上海今维物联网科技有限公司
23	张守军	上海市政工程设计有限公司
24	张思颀	上海原数建筑设计有限公司
25	张天伦	上海市市政规划设计研究院有限公司
26	张天雨	上海勘测设计研究院有限公司
27	张新	上海建工一建集团有限公司
28	张引玉	上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司
29	张芸	上海临港创新经济发展服务有限公司
30	朱文博	上海中心大厦建设发展有限公司

《2023 上海市建筑信息模型技术与发展报告》-附录案例



手机扫一扫 查看优秀案例

《2023 上海市建筑信息模型技术与发展报告》与附录请至上海市绿色建筑协会官网 www.shgbc.org 下载（未经允许不得转载）。

