

# 上海市建筑信息模型技术应用与发展报告

Shanghai BIM Technology Application & Development Report



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：王醇晨 姚凯

副主任：裴晓 刘千伟 许解良

## 委员：

沈红华 马燕 王平山 何锡兴 胡欣 龚剑 熊诚 亓立刚 申伟强

王广斌 杨宝明 张亮 张崑 于兵

## 编制小组

组长：裴晓

副组长：许解良 沈红华

组员：沈宏 周婷婷 姚军 张俊 潘嘉凝 马明磊 蒋绮琛

沈吟吟 王万平 张丹萌 付洋杨 黄也 于鑫

## 参编单位：

上海市住房和城乡建设管理委员会

上海市城乡建设和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

中国建筑第八工程局有限公司

华东建筑集团股份有限公司

上海建科集团股份有限公司

上海城投（集团）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

上海申通地铁集团有限公司

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

中建研科技股份有限公司上海分公司

上海延华智能科技（集团）股份有限公司

上海市隧道工程轨道交通设计研究院

上海汉智工程建设集团有限公司

上海城投公路投资（集团）有限公司

光明食品集团上海置地有限公司

上海巨一科技发展有限公司

上海建工集团工程研究总院

中国建筑标准设计研究院有限公司上海分公司

中国建筑第八工程局有限公司上海分公司

上海城建信息科技有限公司

上海申康卫生基建管理有限公司

上海勘察设计研究院(集团)有限公司

中设数字技术股份有限公司

北京构力科技有限公司

上海建筑信息模型技术应用推广中心

## 目 录

前 言 .....	1
摘 要 .....	2
第一章 国内外BIM技术应用与发展概况 .....	4
1.1 国外BIM技术应用发展概况 .....	4
1.1.1 总体概况 .....	4
1.1.2 BIM推进规划 .....	7
1.1.3 BIM标准与指南 .....	9
1.1.4 BIM应用率 .....	12
1.1.5 BIM人才培养 .....	17
1.2 国内主要城市BIM技术应用发展概况 .....	21
1.2.1 总体概况 .....	21
1.2.2 BIM推进规划 .....	22
1.2.3 BIM标准与指南 .....	27
1.2.4 BIM推广组织 .....	31
1.2.5 BIM应用价值及效益 .....	34
第二章 上海市BIM技术应用分析 .....	42
2.1 BIM技术应用政策环境与成效 .....	42
2.1.1 推进组织 .....	42
2.1.2 政策环境 .....	44
2.1.3 标准指南 .....	45
2.1.4 行政管理 .....	47
2.1.5 宣传培训 .....	48
2.1.6 人才培养 .....	50
2.2 BIM技术应用层面推广情况 .....	51
2.2.1 BIM应用率现状与分析 .....	51
2.2.2 BIM应用阶段 .....	55
2.2.3 BIM应用软件 .....	57
2.3 BIM建设运维一体化管理体系 .....	60

2.3.1 EPC管理模式 .....	60
2.3.2 全过程BIM咨询 .....	63
2.3.3 建筑师负责制 .....	66
2.3.4 IPD管理模式 .....	69
2.3.5 BIM区域管理体系 .....	71
第三章 上海市BIM技术应用发展情况 .....	76
3.1 重点领域BIM技术应用情况 .....	76
3.1.1 重大工程BIM应用 .....	76
3.1.2 重点区域BIM应用 .....	117
3.1.3 智慧园区BIM应用 .....	125
3.1.4 保障房BIM应用 .....	136
3.1.5 城市更新BIM应用 .....	138
3.1.6 应急管理中的BIM应用 .....	144
3.2 BIM三大融合情况 .....	149
3.2.1 BIM与绿色建筑融合 .....	149
3.2.2 BIM与装配式融合 .....	154
3.2.3 BIM与新基建融合 .....	158
3.3 BIM与其他技术的融合应用 .....	161
3.3.1 BIM+图像识别 .....	161
3.3.2 BIM+5G、云计算 .....	166
3.3.3 BIM+AI人工智能 .....	170
3.3.4 BIM+建筑机器人 .....	176
3.3.5 基于BIM的智慧规划 .....	182
3.3.6 基于BIM的智慧工地 .....	187
3.3.7 基于BIM的智慧运维 .....	197
3.3.8 基于BIM的交付审查 .....	199
3.3.9 BIM+CIM的数字孪生 .....	210
3.4 第四届上海市BIM应用创新大赛 .....	214
第四章 上海市BIM技术应用展望 .....	216

4.1 应用趋势 .....	216
4.2 面临挑战 .....	216
4.3 发展机遇 .....	218
4.4 下一步重点工作 .....	221
参考文献 .....	224

上海建筑信息模型技术应用推广中心

上海建筑信息模型技术应用推广中心

---

## 前言

“十三五”期间，住建部、上海市市委、市政府先后发布一系列 BIM 技术应用激励政策，大力推动建筑信息模型在行业、企业的应用与发展，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。随着 BIM 技术应用项目规模的迅速增长，逐步实现了项目全生命周期的覆盖。同时，BIM 技术应用也在向城市级应用不断迈进，推动了城市管理平台的智能化、智慧化发展。BIM 技术与物联网、大数据等技术协同应用，正积极推动建筑业信息化的转型升级。

2021 年 1 月，上海市市委、市政府发布《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》，要求深刻认识上海进入新发展阶段全面推进城市数字化转型的重大意义，明确城市数字化转型的总体要求。要坚持整体性转变，推动“经济、生活、治理”全面数字化转型；坚持全方位赋能，构建数据驱动的数字城市基本框架；坚持革命性重塑，引导全社会共建共治共享数字城市；同时，创新工作推进机制，科学有序全面推进城市数字化转型。

2021 年 12 月，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》的通知中指出，数字化将构建城市运行新形态。数字化重新定义了城市形态和能力，数字孪生城市从概念培育期加速走向建设实施期，随着物联感知、BIM 和 CIM（城市信息模型）建模、可视化呈现等技术加速应用，万物互联、虚实映射、实时交互的数字孪生城市将成为赋能城市实现精明增长、提升长期竞争力的核心抓手。

“十四五”期间，本市 BIM 技术应用管理工作将面临新的机遇与挑战。需坚持以市场为导向，通过政策引导，加强标准建设，以政府投资工程应用带动全面提升工程建设领域 BIM 数字化应用能力，提高项目全生命周期的工作质量和效率，推动 BIM 技术与数字化、智能化、工业化深度融合，为城市信息模型（CIM）和“两新一重”建设的全面推进提供强有力支撑。



## 摘要

2021年是“十四五”规划开局之年。规划明确提出了创新驱动型的高质量发展任务是中国实现向高收入国家转变的关键。传统产业必须快速实现现代化，数字经济等新的经济方向也必须迅猛发展。为展现上海市BIM工作在“十四五”初的新成效，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（BIM）技术应用推广中心牵头组织编制了《2022上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》（以下简称“报告”）。

本报告是自2016年首部报告发布以来的第七本报告，在注重政策一致性基础上，着重突出“创新”与“跨越”，紧密围绕“一条主线”、“两个聚焦”、“三大融合”、“四个亮点”核心要素提炼总结与引导行业发展。报告立足行业，着重关注上海市BIM应用共性问题，剖析BIM技术的可推广性与可复制性及创新性；聚焦上海市BIM技术体系支撑以及BIM政策体系完善，从而深化BIM技术的应用，推行BIM建设和运维全生命周期管理体系，探索建立在BIM基础上的区域管理体系；深化BIM与新基建、装配式建筑、绿色建筑深度融合，促进建筑业信息化和工业化协同发展。本年度报告中着重体现了上海市BIM技术应用当前发展阶段的“四个亮点”：1、市场主体应用BIM技术更加主动和全面，2、BIM高端自主软、硬件产品发展已初具规模，3、BIM技术与上海城市建设和管理深度融合，4、政府的主导作用更加凸显。

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。编制内容分为四个章节及附录：**第一章**简要概述了国内外BIM技术应用与发展情况，简单介绍了国外BIM技术应用等方面发展情况，对国内BIM技术推进规划、标准制定、推广组织、BIM技术应用价值与效益及人才培养情况进行了详细调研和分析；**第二章**系统介绍了本市BIM技术应用，阐述了本市BIM技术应用政策环境与成效、BIM技术应用层面推广情况，重点解析了本市推行的几种BIM建设运维一体化管理体系；**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、装配式建筑、绿色建筑、新基建的融合应用以及与新技术协同应用的经验；**第四章**提出了上海市BIM技术应用展望，重点分析了上海市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“第四届上海市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，欢迎各位读者多多批评指正，以期在今后的编制工作中逐步完善。

上海建筑信息模型技术应用推广中心

# 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

根据全球著名咨询公司Research and Market于2021年9月发布的《建筑信息模型（BIM）全球行业趋势、份额、规模、增长、机会和预测报告》报告，全球建筑信息模型（BIM）市场规模在2020年达到60亿美元，预计到2026年将达到136亿美元，在2021-2026年期间以14.5%的复合年增长率增长。而英国建筑研究院（BRE）预计更为乐观，由于使用BIM的信息管理正在改变建筑、工程和施工行业过程，加上政府要求行业实施BIM技术，预计到2028年，BIM技术市场规模将增长到221.2亿美元。此外，从Research and Market公司在2021年3月发布了不同地区BIM市场分析报告可以看到，中国在亚太市场中将持续保持领先主导地位；在北美市场中美国持续领先，其次是加拿大和墨西哥；在欧洲市场中德国的市场份额较大，其次是英国；在其他地区中巴西较为领先。

BIM技术市场的主要驱动力是快速的城市化、基础设施项目的增长，以及BIM在规划、设计和管理建筑项目中采用增加。其次，新冠疫情、相关可持续及“绿色建筑”要求，也都将有助于建筑信息化发展。在BIM发展中，国际组织发挥重要作用，其不断推动BIM技术标准化和国际化，搭建起全世界范围内沟通的桥梁，以下为在BIM技术领域，具有影响力的两个国际组织推广BIM技术的介绍。

国际标准化组织（ISO）是一个由国家标准机构（ISO成员机构）组成的全球联盟。其制定国际标准，有利于进行全球范围内合作。在建筑领域，BIM技术使建筑师、工程师和建筑专业人士能够更有效地规划、设计和管理建筑项目，为更好推动建筑全球化发展，需要一个国际框架，使不同从业者能够跨项目和跨国合作。因而ISO自2018年起以英国BS 1192标准和PAS 1192-2 规范为基础，编制了ISO 19650系列标准并持续更新；在2018年发布了ISO 19650-1和ISO 19650-2，规定了BIM技术在建筑全生命周期内的信息管理概念以及建筑资产交付信息要求；在2019年对使用该标准的项目进行统计分析，证实这些规范可以使用户节省22%的建设成本。之后，ISO在2020年发布

了ISO 19650-3和ISO 19650-5，分别是针对建筑运营和安全管理的相关标准。2021年，该系列也在不断完善，关于建筑信息管理的交换标准ISO 19650-4和健康与安全的标准ISO 19650-6，也都在持续更新中。另外，BIM技术并非信息孤岛，因而该组织也不断研究，在地理信息领域与GIS相结合，同时开发BIM到GIS的概念映射标准。在室内空间方面，研究照明的BIM属性；在绿色建筑方面，与可持续发展理念相结合。国际标准化组织不断努力推广BIM技术的标准化，拓宽BIM技术的外延性。

建筑智慧国际联盟（building SMART 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。此外，通过其提供的解决方案和标准实现更好的协作和数字化工作流程，引领数字化转型。在BIM推进方面，bSI致力于在全球推进openBIM工作流程，使项目和资产在其整个生命周期中受益。其次，其制定了涵盖建筑行业广泛流程和信息功能的标准，包括：数据交换标准IFC、信息交付手册IDM、模型视图定义MVD、BIM协作格式BCF及数据字典bSDD，这些标准共同促进利益相关者就特定标准达成国际共识，以加快数字化推进。另外，建筑智慧国际联盟在每年都会组织国际级BIM大赛，鼓励全球范围内的BIM应用及问题解决。此外，近两年由于疫情原因，该组织把每年春季和秋季举办的国际峰会改为线上举行，吸引更多国家的加入不断促进全球范围内BIM经验交流。建筑智慧国际联盟通过多个维度来推动BIM技术的交流与信息分享，以促进政府、业主、设计方、施工方、高校及社会都能够从中受益，与此同时，也使更多的人融入到BIM技术领域中来。

此外，国外发达国家经过多年的发展与完善，积累了大量BIM技术实践经验，下面将概述美国、新加坡、韩国、英国和澳大利亚相关BIM技术发展。

美国较早地将信息化引入建设领域，BIM技术发展位列世界前沿。美国BIM发展是以市场为依托，政府部门示范引导与业界自身发展需求相结合的普及推广模式。早在2003年，美国总务管理署（GSA）的公共建筑服务局发布了全国3D—4D—BIM计划，全面推广和引导BIM作为建筑全生命期的管理技术。自2007年起，总务管理署对其所有的对外招标的重点项目都强制要求应用BIM技术，并给予设计资金支持。目前，BIM技术已成为设计方和施工方获得政府工程项目的最基本要求。根据2012年《SmartMarket报告》显示，北美（美国和加拿大）建筑行业BIM技术应用率为71%。同时，BIM技术在项目实际应用程度也稳步增高，其中58%的公司和机构表明其在60%

以上的建设项目应用了BIM技术。

新加坡是最早应用BIM处理与自动审查建筑物全生命期项目文件的国家之一。审查包括：城市设计审议、建筑设计审查、结构设计审查、临时施工许可、消防安全、法令完成证书、定期结构检查等。2010年新加坡公共工程全面要求设计施工导入BIM，2015年开始要求以BIM兴建所有公私建筑工程。新加坡的所有建筑，全专业必须使用BIM技术；注册时采用电子签名，并使用加密狗。新加坡采用BIM技术理由的企业占比：为减少失误和遗漏的企业占41%，为减少业主和设计公司沟通的企业占35%，为提升建筑空间的企业占32%，为减少重复工作量的企业占31%，为降低建造成本的企业占23%。

韩国是较早接受BIM技术的国家之一，在2000年代初，一些早期项目进行了探索，在2008年第一个使用BIM技术的公共项目交付使用。之后，韩国政府推动该项技术的发展，在2010年韩国建设主管部门国土交通局（MOLIT）发布了BIM建设应用指南。随后，韩国公共采购局（PPS）强制要求在2011年起所有超过500亿韩元的公共设施建设使用BIM技术，在2016年进一步拓展，要求应用于PPS定制服务的所有建设项目使用BIM技术。根据韩国延世大学制定的模型成熟度评分，目前韩国正在向着BIM4.0——精益BIM技术迈进，并积极打造BIM5.0——智能BIM技术应用条件。在2020年韩国机场公司(KAC)在buildingSMART虚拟峰会很好演示了BIM案例，表明BIM技术正在引领韩国建筑环境朝着一个更加积极的未来发展，不难预测BIM技术的采用将在韩国未来几年以指数速度不断增长。

英国是目前全球BIM技术应用增长最快、成效显著的地区之一，也是全球BIM技术标准体系最健全，且实施推广力度最大的地区之一。自2011年—2016年，英国政府先后发布了《政府建设战略（2011—2016）》《英国数字建设战略》和《政府建设战略（2016—2020）》，旨在将数字技术引入建筑全生命周期管理，探索如何利用数字技术改善建筑及人居环境。根据英国NBS国家BIM报告显示，英国BIM应用率已从2011年的13%提高至2021年的71%，并从2019年起，协同国际标准化组织（ISO）逐步将现行PAS1192系列国家BIM标准升级过渡至ISO 19650国际BIM标准。

澳大利亚BIM技术应用发展不同于美国的自下而上模式（由BIM软件厂商驱动），及英国的自上而下模式（依靠政府制定顶层设计），澳大利亚BIM技术推动模式更倾向于由中间机构（如：行业协会及大型机构）结合政府的顶层设计而进行全面推动的中

间扩散模式。在政策制定决策模式上，不同于主动开展教育的中国模式，及主动应用跟踪的英国模式，澳大利亚在推动宣传展示BIM、鼓励应用BIM及调研观察BIM的方式更多采取被动态度，逐步平稳推进各项政策和相关工作。在2009年澳大利亚原建筑创新合作研究中心（CRC）发布了数字建模指南，开始指导澳大利亚的BIM技术建设。在2016年，澳大利亚联邦政府提出推动所有超过5000万澳元的政府重大项目达到BIM LOD500，以及应用包含BIM在内的智慧信息通信技术以推动实现澳大利亚政府的政策目标实现。在2019年，制定了维多利亚数字资产战略框架和维多利亚数字资产战略导则，持续推进澳大利亚建筑信息化的推进。

### 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。表1.1.2-1所示为美国、新加坡、韩国、英国及澳大利亚的BIM技术推进规划及近年进展情况：

表1.1.2-1 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	美国总务署 (GSA)	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。从2007年要求所有主要项目都需要采用BIM技术，同时为指导项目实施应用BIM技术，发布了一系列的BIM应用指南。其未来将继续推动BIM作为建筑全生命周期的应用，并在开发和应用方面持续引领。
	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)	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（Building Information Modeling: A Road Map for Implementation to Support MILCON Transformation and Civil Works Projects within the U.S. Army Corps of Engineers），承诺其未来所有的军事建筑项目都使用BIM技术，根据其规划在2020年利用BIM技术实现降低建设项目成本和工期目标。

国家	机构	推进规划和重点内容
美国	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)	2017年10月提出集成数字交付 (IDD) 战略，鼓励更多的建筑环境行业公司实现数字化。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。
	新加坡建筑研究中心 (BCAA)	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：制定了在所属公共项目中强制性应用BIM技术的分阶段计划，并规定2016年前全部公共工程应用BIM技术，并于当年12月发布了《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。
英国	内阁办公室 (Cabinet Office)	英国政府在2011年5月发表推动BIM技术应用的政策白皮书《政府建筑业战略》，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，发布建设战略2016-2020文件 (GCS2016-20)，其中提出具体计划，加强利用数字化技术。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)	2020年国家住房联合会 (NHF) 和英国BIM联盟(UK BIM Alliance)的成员正开发一套示例性的文件和指南，以支持住房联合会实施数字资产管理。生成一套BIM技术文档以供联合会发展使用，其中包括建设全周期参与人员及建造方案等信息。
	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系列的在线指南更新。

国家	机构	推进规划和重点内容
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。
	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。其在2011年发布了澳大利亚国家BIM标准指南。此外，在2018年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，并最大限度地为社会提供服务，由特殊利益支持小组推动整体工作计划。
	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。
	Building SMART 澳大利亚分部 (bSA)	2012年6月Building SMART澳大利亚分部(bSA)受澳大利亚工业、创新、科学、研究和高等教育部委托发布了一份“国家BIM行动方案”（National Building Information Modeling Initiative），2016年7月1日起所有澳大利亚政府的建筑采购要求使用基于开放标准的全三维协同BIM技术进行信息交换。
	澳大利亚BIM 咨询委员会 (ABAB)	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。其在2018年发布了两项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。
	澳大利亚建筑师学会 (RAIA)	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年编写澳大利亚BIM技术的指导性文件，涉及知识产权、保险等法律事务。

### 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技术标准和指南如下表1.1.3-1所示。



表1.1.3-1 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 19650系列	ISO 19650是在英国PAS 1192标准基础上开发的一系列国际BIM技术标准提出通过基于BIM技术的协同工作来实现建筑资产全生命周期的信息管理，由ISO/TC59/SC 13技术委员会负责制定及维护。	2018年起持续制定及发布中	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。	正在开发中	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标准。	正在开发中	国际标准化组织 (ISO)
	美国国家建筑信息模型标准	发布基于IFC标准的美国国家BIM标准第一、二、三版，它的主要内容框架包括标准引用层、信息交换层和BIM标准实施层三个层次。这三个层次相辅相成，互相依托，形成一整套标准体系。	2007 - 2015年	美国建筑科学研究院 (NIBS)
美国	国家BIM业主指南	该指南为建筑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)

国家	名称	简介	发布时间	发布机构
美国	BIM指南	该指南共有8个部分，涵盖了从概述到能源绩效再到设施管理的全生命周期范围内的BIM实施应用。此外，BIM指南系列的一个主要目的是为开始新项目的项目团队提供指导和要求，确保GSA项目在开始时以最有益、最有效的方式利用BIM技术。	2007年	美国总务署(GSA)
	承包商BIM指南(第二版)	该指南将有关BIM信息纳入到公司与其他利益相关者合作的过程中，并且构建建筑信息建模的各种详细矩阵，主体包括：BIM概念简介、管理BIM流程、合同和法律问题、选择和实施BIM工具和资源以及选择BIM顾问的标准等。	2010年	美国总承包商协会(AGC)
新加坡	《新加坡BIM指南2.0版》	该指南阐述了在项目的不同阶段应用BIM技术时项目成员所承担的角色和职责。同时，指南中还明确了BIM建模、BIM信息集成与BIM协同方式的统一标准。	2013年	新加坡建设局(BCA)
	《BIM技术资产信息传递指南》	推进建筑数字化行动计划制定资产信息传递指南，为建筑/设施业主提供在设计和施工阶段使用BIM技术应用信息交付和管理的步骤，便于业主运营和维护阶段使用。	2018年	新加坡建设局(BCA)
韩国	《建筑领域BIM应用指南》	以Cupix为代表软件。韩国很多政府部门制定了自己管辖范围内的全国适用BIM标准，《建筑领域BIM应用指南》是其中之一。	2010年	韩国国土海洋部(MOLIT)
英国	BS EN ISO 22057(征求意见稿)	为推进建筑的可持续性发展，标准中制定在BIM技术中将EPD应用于建筑产品的数据模板。	2021年	英国标准协会(BSI)
	BS EN ISO 23387:2020《建筑对象数据模板》	标准规定了建筑工程中使用产品的数据模板，包括产品数据模板概念、原理和一般结构。通过定义的概念文件，以IFC类数据共享格式制定对象信息框架。	2020年	英国标准协会(BSI)
	PAS 1192-6:2018:《基于BIM的结构化健康和安全管理信息协同共享及使用规范》	提出了在建造过程中如何通过BIM模型来识别、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 1192:2007+A2:2016《建筑工程信息协同工作规范》	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。适用范围包括建筑和土木工程项目。	2016年	英国标准协会(BSI)

国家	名称	简介	发布时间	发布机构
英国	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）
澳大利亚	BIM国家指南	国家BIM指南文件包括BIM在内的数字信息，为行业提供优化改进设计、施工和沟通的有效方法，有助于提高建设效率和工程质量。BIM指南文件的内容包括:项目的BIM应用、角色和责任、协作程序、建模要求、文档标准、数字化可交付成果。	2016年修订	澳大利亚国家建筑规范协会（NATSPEC）
	BIM 涉及知识产权、保险等法律事务的指导性文件	涉及内容包括：文档输出、型中嵌入的数据、工作流程等；还有专业赔偿保险内容、利益相关方的职责等。	2016年	澳大利亚建筑师学会（RAIA）
	BIM知识技能框架	通过发布系列文件来指导和推动全国的BIM 实施。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—项目团队整合与BIM，及BIM知识技能框架。	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）

#### 1.1.4 BIM应用率

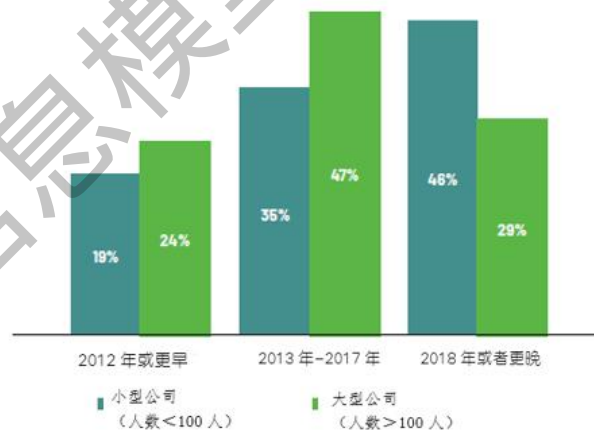
2021年，Dodge Data & Analytics与Autodesk发布《通过BIM技术加速数字化转型》报告，该研究最重要的结论之一是揭示了数据驱动的BIM流程的深度、BIM应用强度（使用BIM的项目所占份额）、使用BIM技术并从中获益的程度。此外研究表明，近一半47%的高强度BIM用户接近实现数字化转型的目标，而普通BIM用户的这一比例仅为26%。调查中大多受访者至少在有些项目中使用过BIM技术，根据图1.1.4-1所示，在目前调查中北美地区是最早最强有力实施BIM技术的地区，有将近46%的受访者表示在2012年或者更早时间已经开始使用BIM技术。而澳大利亚和新西兰，英国和冰岛，法国及德国的数据显示，BIM技术使用比例大幅上升开始于2013年，到现在仍保持强有力地增长。在日本和欧洲西北部地区，数据显示出在最近几年使用BIM技术比例才有显著上升。

	较长时间 2008 或更 早	长时间 2009 年- 2012 年	中等水平 2013 年- 2015 年	近期 2016 年- 2017 年	较短时间 2018 年及 以后
北美	19%	27%	20%	17%	17%
澳大利亚/新西兰	3%	10%	23%	29%	35%
英国/冰岛	6%	8%	26%	25%	35%
法国	6%	6%	19%	28%	41%
德国	6%	4%	16%	28%	46%
日本	2%	4%	18%	16%	60%
欧洲西北部	3%	8%	8%	23%	58%

资料来源：《通过BIM技术加速数字化转型》，Dodge Data & Analytics，2021

图1.1.4-1 不同地区BIM技术使用时间分布

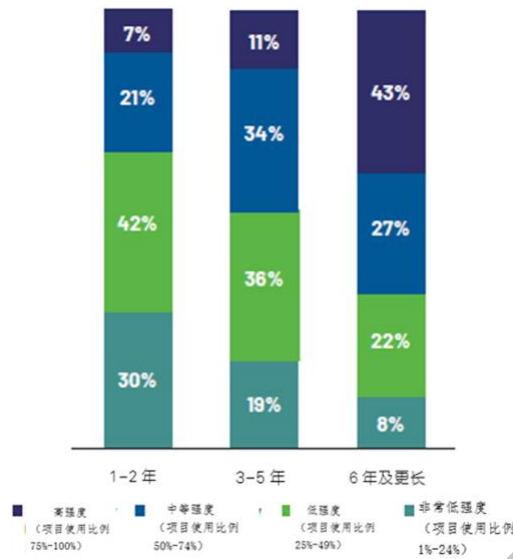
报告显示，BIM技术与其他技术研究相一致，即大型组织在实施创新实践方面起带头作用，而小型组织则利用其学到的知识并在稍后积极采用。根据图1.1.4-2所示，由Dodge自2009年以来在世界许多地区进行的调查表明，目前小型组织采用BIM技术的激增情况说明，BIM技术正在成为整个设计和建筑行业广泛接受的行业标准。



资料来源：《通过BIM技术加速数字化转型》，Dodge Data & Analytics，2021

图1.1.4-2 不同规模公司BIM技术使用时间情况

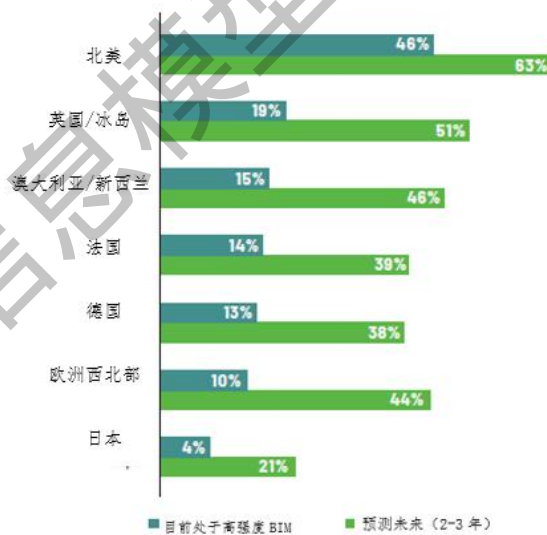
针对BIM技术的使用强度以及使用年限，图1.1.4-3显示了随着公司使用BIM技术年限增长，相关BIM技术强度的变化。同时也强有力地表明了，随着使用BIM技术年限的增长，使用BIM技术将会产生令人瞩目的价值。



资料来源：《通过BIM技术加速数字化转型》，Dodge Data & Analytics，2021

图1.1.4-3 不同BIM技术时间下BIM强度分布

图1.1.4-4表明不同地区使用BIM技术处于高强度BIM技术（项目使用BIM技术比例超过75%或更高）下的情况，以及根据Dodge的预测其未来将会发生的变化。整体预测情况表明，在未来项目使用BIM技术的比例将会越来越高，即“高强度BIM”比例将会越来越高。



资料来源：《通过BIM技术加速数字化转型》，Dodge Data & Analytics，2021

图1.1.4-4 不同地区高强度BIM比例及未来预测

在BIM技术发展的同时，建筑行业也更加注重整个行业的信息化发展。英国NBS报告从2011年开始每年都会发布一版BIM的应用情况，与往年不同的是，2021年报告题目变为《NBS数字建造报告2021》，更加强调了将BIM技术融入建筑业数字化的框架

中。本次报告有906位从事建筑行业的人员参与调查，其中有来自36%的英国海外用户，报告收集的数据具有国际化趋势。根据报告，图1.1.4-5中显示，有71%的企业表示已经采用了BIM技术，25%的受访者表示会在未来使用。对比从2011年到2021年的数据可以看出如图1.1.4-6所示，其中知道并使用BIM技术的人从13%提升到71%左右，整体BIM技术的使用率提升了约60个百分点。同时，从2018年以来，近四年的数据可以看出BIM技术使用率维持在70%左右，基本趋于稳定。

在你的组织内是否已经使用了建筑信息模型（BIM）？



资料来源：《NBS数字建造报告2021》，NBS，2021

图1.1.4-5 2021年BIM使用情况

随时间变化的 BIM 采用率



资料来源：《NBS数字建造报告2021》，NBS，2021

图1.1.4-6 2011-2021年BIM采用率随时间变化情况

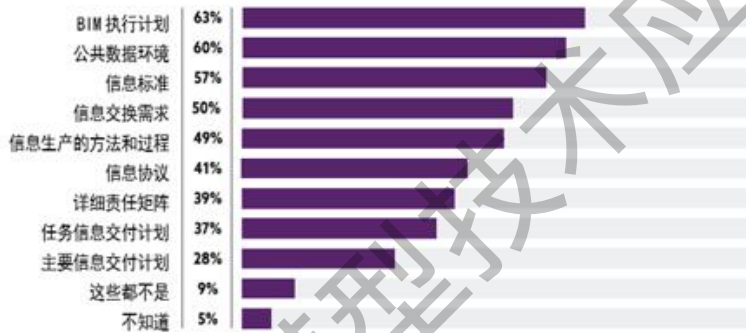
在细分相关的应用领域，其中建筑咨询顾问使用BIM技术比例在75%左右，建筑实施者使用的比例最高达到81%，小型组织（有15名员工或者更少）使用BIM技术的比例较低大约在55%。

在项目中**BIM**具体做什么工作的调查中，对比2020的报告如图1.1.4-7所示，可

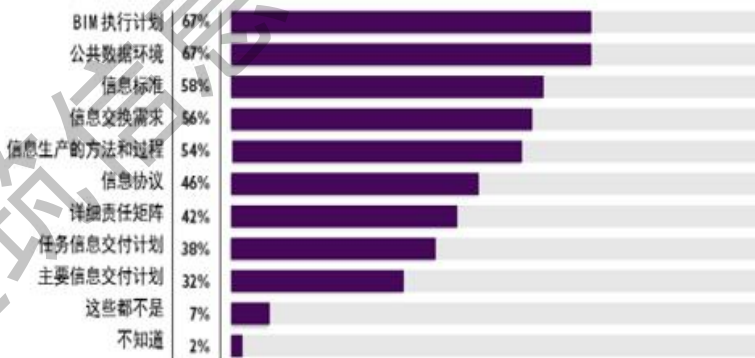
以发现受访者使用BIM从事不同工作的排序一致，只是其中比例发生变化。排在前几名的依然是BIM执行计划（BEP）、公共数据环境（CDE）、信息标准、信息交互、信息生产、信息协议等。

BIM技术并非独立，而是涵盖在整个建筑信息化中，本次报告的第二部分也是在探讨数字化转型与新技术应用，其中有超过三分之二的企业表示已经使用了云计算技术，这个数据在2020年还只有42%，因而未来BIM技术的发展也要注重和新技术的结合。当然，目前BIM技术依旧是受访者认为在未来5年中最能改善建筑环境的技术。此外，在结论部分，大多数建筑领域的专业人士都达成共识，数字技术正在帮助建筑业变得更好，超过三分之二的人认为BIM的作用在于信息管理，而不是3D模型。

从更细节的角度思考 BIM，在过去的 12 个月里，在 BIM 项目里你从事过下列的那些工作？



资料来源：《NBS2020年BIM报告》，NBS，2020



资料来源：《NBS数字建造报告2021》，NBS，2021

图1.1.4-7 2020年及2021年从事BIM工作比重对比

## 1.1.5 BIM人才培养

### 1、BIM技术相关学历教育

BIM技术相关学历教育如表1.1.5-1所示。

表1.1.5-1国际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	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。
	斯坦福大学 Stanford University	综合设施中心（CIFE）土木学院主导，与建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。	系统性培养BIM技术相关综合管理人才。
	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。	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	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专业培训中心。	搭建高素质的人才储备系，为建筑业转型发展提供有力支撑。
	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。



国家	名称	培养方式	培养目标
新加坡	新加坡建筑研究中心 (BCAA)	新加坡建筑研究中心为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	英国建筑研究学院 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, 之后再进一步进行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	英国哈德斯菲尔德大学, 在本科阶段建设项目管理中BIM技术是其主要课程之一, 同时也提供研究生方向的培养。另外, 在合作交流方面与北京建工集团(BCEG)签署开发使用BIM的5年合作理解备忘录。	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技术的理学硕士学位, 通过讲座、研讨、演示等学习课程, 学习BIM技术理论知识、实践能力。	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	开设研究生课程, 运用最新的建模、管理、分析和可视化工具进行理论和实践教学, 邀请行业专家进行培训, 参与公司BIM技术组织战略和BIM技术实施计划。	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	在建筑管理专业中进行相关BIM课程设置, 进行相关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。

## 2、BIM技术相关资格认证

BIM技术相关资格认证如表1.1.5-2所示。

表1.1.5-2 国际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。该认证计划的目标是：规范和推广openBIM培训内容、支持和认证培训机构、测试和认证个人。
BIM软件认证	国际智慧建设联盟 (buildingSMART International)	软件供应商	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。
ICM 国际BIM技术资质认证	ICM 国际建设管理学会	从业人员	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）。
BRE全球BIM技术认证	英国建研院(BRE)	企业	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。
BRE全球BIM技术认证	英国建研院(BRE)	从业人员	根据国际BIM标准ISO 19650-2: 2018 提供个人认证，包括两种一是BIM知情专业认证，另外是BIM从业认证。
BIM风筝标志认证 (BIM Kitemark)	英国标准学会 (BSI)	企业	认证分为BIM技术设计和施工、BIM技术资产管理、BIM技术建筑产品、BIM技术全生命周期认证，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。
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	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。
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。

## 3、BIM技术相关重要竞赛

国际智慧建设联盟（buildingSMART International，简称bSI）自2014年起开始举办国际BIM大赛，鼓励并带动全球范围内的企业运用openBIM标准，更为高效、创意的解决BIM项目中存在的问题。该比赛共设四大类奖项，分别是项目交付类优秀项目、运维类优秀项目、科研类优秀项目和技术类优秀项目，四大类奖项下均设有子奖项。其最近一次的颁奖是在2021年秋季峰会上举办，共有9个获奖作品分别对应不同BIM应用方向。

每年一届的全球工程建设业卓越BIM技术大赛由Autodesk公司主办，至今已经举办了9届。奖项设置基础设施设计、建筑设计、建筑施工3项大奖，建筑施工类别中又分大、中、小型项目奖项，同时设立了“年度创新者奖”。但是在2021年，该大赛鉴于行业的快速发展，并进一步推进全球工程建设业卓越BIM大赛计划，其并没有接受新的申请，而是表彰过往优秀项目。同时，该大赛也将于2022年继续开展。基础设施年度光辉大奖赛由Bentley公司主办，自2004年开赛以来，每年一届，于2021年11月成功举办第18届赛事。大赛针对全球基础设置项目开设，全球基础设施领域专业人士共同分享基础设施项目设计、工程、施工和运营方面的创新实践，推进该领域的数字化进程。此次大会共在19个方向上评出奖项，奖项涵盖了桥梁、城市、交通等多个方面。

#### 4、BIM技术相关重要会议

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BIM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。其最近的一次峰会为2021年9月27日至10月8日举办的秋季虚拟峰会，此次峰会共有61个国家的783名代表参加，在会中召开了有关“通过资产管理实现组织目标”会议，相关openBIM市场的推荐演讲，以及有关BIM技术的圆桌会议。同时在会议的第二周进行BIM大奖的评选及颁发。在2021年春季主题为“共享”的虚拟峰会中，bSI采用了新的开放格式，由来自世界不同国家的地区代表进行了相关演讲，以适应buildingSMART瑞士的数字建筑活动，加强国际间技术交流。

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。IBEW于2021年9月7日至10日举行主题为“重新想象未来”的行业交流活动，该活动将强调建筑环境行业的下一步发展，并强调将促进大流行后世界商业转型的趋势和机遇，同时展示可持续发展、建筑环境技术、智能设施管理和数字化方面的最新创新。会议认为，BIM技术需更具有协作性、可用性、可扩展性和可供所有人访问，从而使BIM协调民主化。另外，通过其虚拟现实(VR)软件解决方案，利益相关者可以轻松地与他们的团队远程协作，并在BIM360等协作式BIM通用数据环境(CDE)中进行设计更改。

英国土木工程学会ICE(Institution of Civil Engineers)自2011年5月，每年举办年度BIM大会，内容包括：探讨模型之外的效益和挑战，应用BIM和资产管理的现状与问

题，BIM应用与既有基础设施和资产的信息管理、信息安全及全球化、案例等内容。英国皇家特许测量师学会RICS（Royal Institution of Chartered Surveyor）是世界最大的房地产、建筑、测量和环境领域的综合性专业团体，该学会举办了2017年BIM大会，主要内容包括：BIM实施案例，BIM挑战和投资回报分析，确保实现所有潜在效益需要在文化上有所改变等。

## 1.2 国内主要城市BIM技术应用发展概况

### 1.2.1 总体概况

#### 1、整体情况

2011年国家发布《2011~2015年建筑业信息化发展纲要》，首次提出把BIM技术作为“支撑行业产业升级的核心技术”，2016年发布的《2016~2020年建筑业信息化发展纲要》则着重强调了BIM集成应用并提出了向“智慧建造”的方向发展。

2021年，国家根据我国BIM技术发展现状和进程，从战略高度出台了完善建筑信息模型标准，推动数字化建设全业务链的深度融合、加快智慧城市建设、推动BIM人才培养等相关政策和标准。其中青岛、苏州、雄安、嘉兴、济南等城市及辽宁省、广东省积极响应，相继出台了城市信息模型（CIM）相关政策和标准，提出推进BIM技术与CIM的融通，为智慧城市、数字孪生城市建设等提供数据支撑。

2021年，各省市密集出台了相关BIM技术发展规划、支持政策、具体措施，进一步发挥了政府的主导和引领作用。如河北、重庆提出建立部品部件BIM模型入库制度等；四川、湖北、江苏、长沙、南京等省市提出构建建筑产业数字化数据交换平台；北京、湖北、深圳等省市提出细化BIM技术应用评分标准和相应的保障/激励措施；江苏提出了BIM人才培养补贴措施等。此外广西、重庆、四川等多地强调了集成应用和与装配式的结合应用等。

2021年，在BIM标准方面，北京、深圳等对出台了市政道路、幕墙、桥涵等细分工程相关标准。公路、铁路、轨道交通、装配式建筑等专业工程的BIM技术应用标准也不断出台和完善。海南省、甘肃省、贵州省、河北省及厦门市、成都市等诸多省市相继出台了BIM技术服务计费参考依据，使BIM技术服务更加透明和公正，助力BIM技术发展。

## 2、总体趋势

从2021年国家及各省市出台的相关政策和标准可以看出，2021年出台的相关BIM政策有如下几个趋势：

(1) BIM技术政策在工程领域的覆盖面更广。2021年新出台政策由民用建筑拓宽至铁路、民航、公路等领域，广度明显延伸。

(2) BIM标准更加细化。标准专业细化（幕墙工程、隧道工程、综合管廊工程等细化标准出台）；区域标准细化，部分地区也在国标基础上细化本地区的各应用标准和应用导则等；收费细化，多地相继出台地区BIM技术应用计价参考依据，让BIM收费更透明。

(3) 政府主导作用更加明显。各地政府部门密集出台扶持BIM示范项目；推BIM智能审图；建立部品标准化库；搭建BIM技术信息协同管理平台；进行项目评选/奖励；人员培训奖励；鼓励总承包BIM应用等政策。

(4) 更加强调BIM技术与新兴技术的集合应用。强调与关联技术集成应用，推进BIM技术与大数据、移动互联网、人工智能、云计算、GIS、CIM等的结合应用等。

(5) 更加强调BIM技术与装配式建筑的融合。国家及多省市密集出台政策，强调BIM与装配式的结合，助力建筑工业化和信息化的融合升级。

### 1.2.2 BIM推进规划

2021年国家及部分省市BIM技术相关政策文件进展见表1.2.2-1所示。

表1.2.2-1 2021年国家及部分省市BIM技术政策文件

地区	机构	相关文件	规划、重点内容及目标
国家级	中共中央、国务院	《国家标准化发展纲要》	完善城市生态修复与功能完善、城市信息模型平台、建设工程防灾、更新改造及海绵城市建设等标准。推动智能建造标准化，完善建筑信息模型技术、施工现场监控等标准。开展城市标准化行动，健全智慧城市标准，推进城市可持续发展。
国家级	国有资产监督管理委员会	《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》	重点开展建筑信息模型、三维数字化协同设计、人工智能等技术的集成应用，提升施工项目数字化集成管理水平，推动数字化与建造全业务链的深度融合，助力智慧城市建设，着力提高BIM技术覆盖率，创新管理模式和手段，强化现场环境监测、智慧调度、物资监管、数字交付等能力，有效提高人均劳动效能

地区	机构	相关文件	规划、重点内容及目标
国家级	人力资源和社会保障部	《关于正式颁布“建筑信息模型技术员”等18个国家职业技能标准的通知》	对BIM从业人员的职业活动内容进行规范细致描述，对各等级从业者技能水平和理论水平进行了明确规定，利于培养符合时代要求的BIM人才，促进BIM技术的落地和推广。
河北省	住房和城乡建设厅	《河北省住房和城乡建设“十四五”规划》	推动建筑信息模型（BIM）技术应用，研究制定应用指南，开展BIM技术培训，积极推动勘察设计企业应用BIM技术，实现BIM等数字化工具协同设计普及化，发挥对智能建造的技术引领作用，推动行业智能化建设进程，全面推动行业高质量发展。
河北省	住房和城乡建设厅	《关于加快新型建筑业工业化发展的实施意见》	开展BIM技术应用示范工作，加快推进BIM技术在新型建筑工业化全寿命期的一体化集成应用，实现设计、采购、生产、建造、交付、运行维护等阶段的信息互联互通和交互共享。充分利用社会资源，推动建设基于BIM技术的标准化部品部件库。推进BIM技术与城市信息模型（CIM）平台的融通，提高全产业链资源配置效率。推动具备条件的建筑企业建立以BIM技术为基础的数字化中心（实验室）。
四川省	住房和城乡建设厅	《提升装配式建筑发展质量五年行动方案》	强化项目各阶段BIM技术应用，加快构建基于BIM技术的多专业、全过程数字化集成设计平台，统筹多专业一体化集成设计，推动发展数字化建造。制定《四川省建筑产业互联网平台建设指南》，打造建筑产业互联网平台，推动建筑信息模型（BIM）、物联网、大数据、云计算、5G、人工智能、区块链等新技术的集成应用，提升全产业链数字化、智能化和集成化水平。到2025年，打造建筑产业互联网平台2个以上，建成1个以上智能建造产业基地，建成5个以上智能建造与建筑工业化技术创新研发中心。
陕西省	住房和城乡建设厅等17部门	《关于推动智能建造与新型建筑工业化协同发展的事实意见》	推广BIM技术在新型建筑工业化中的应用，提升综合设计能力，围绕设计、采购、生产、施工、装修、运营维护等全生命周期，加大增材制造、物联网、区块链、BIM、CIM、5G等新技术在建造全过程的集成应用，提高建筑产业链资源配置效率和智能建造水平。
吉林省	住房和城乡建设厅	《关于推进房屋建筑和市政基础设施工程全过程咨询服务的实施意见》	明确了全过程工程咨询5年发展目标。文中特别指出：对于近三年独立完成或牵头完成全过程工程咨询业务的单位应给予加分；对采用BIM等新技术的，应当给予加分；“全牌照”咨询单位与联合体咨询单位得分相同时，优先选择“全牌照”咨询单位。
湖北省	住房和城乡建设厅	《推动新型建筑工业化与智能建造发展的实施意见》	推进建筑信息模型（BIM）全过程应用。提高设计质量，搭建统一、开放的BIM数据交换平台，开展多专业、全流程的数据共享和协同；建立基于BIM的项目全生命周期管理信息系统；政府投资的1亿元以上市政基础设施项目、3万平方米以上的公共建筑和装配式建筑应采用BIM技术，鼓励房地产开发项目采用BIM技术。
湖南省	人民政府办公厅	《湖南省人民政府办公厅关于促进建筑业持续健康发展的实施意见》	加快推进建筑信息模型(BIM)技术在规划、勘察、设计、施工和运营维护全过程的集成应用。推进基于BIM技术施工图审查，建立BIM技术应用信息平台。支持企业开展深层次的BIM技术应用实践和创新研究，形成产学研用创新合作机制。加快BIM技术标准体系建设。

地区	机构	相关文件	规划、重点内容及目标
湖南省	水利厅	《推进BIM技术在水利工程全生命周期应用的指导意见》	提出分三个阶段推进BIM技术应用，即2021—2022年选择部分重点项目开展BIM技术应用试点；2023—2025年重大水利项目全面推行BIM技术应用；2030年底，所有水利工程广泛使用BIM技术，实现BIM技术在水利工程全生命周期应用。
广东省	人民政府办公厅	《关于印发广东省促进建筑业高质量发展若干措施的通知》	加大BIM、互联网、物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等新技术在建造全过程的集成应用力度。国家机关办公建筑、国有资金参与投资建设的其他公共建筑全面采用BIM技术。发展BIM正向设计，推进城市信息模型（CIM）基础平台建设，推动BIM技术和CIM基础平台在智能建造、城市体检、建筑全生命周期协同管理等领域的深化应用。
江苏省	人力资源和社会保障厅	高技能人才培训补贴目录	对建筑信息模型技术员等100个紧缺职业进行技能培训，并给予更多的补贴培训，鼓励培养BIM技术人才。
广西壮族自治区	住房和城乡建设厅	关于印发《新型建筑工业化发展实施方案（征求意见稿）》的通知	依托装配式建筑试点城市、示范基地开展示范试点，集成5G、人工智能、BIM、物联网等新技术，形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营维护等全产业链融合一体的新型建筑工业化产业体系。
北京市	住房和城乡建设委员会	关于印发《北京市房屋建筑和市政基础设施施工智慧工地做法认定关键点》的通知	对智慧工地做法内容进行细化说明，并明确智慧工地认定关键点，进一步明确了建设工程智慧工地做法实施标准，对推进北京市房屋建筑和市政基础设施工程科技创新和智慧工地创建有着积极作用。 1、实行工程施工资料电子化管理的，满足工程验收资料数字化存储并与BIM模型关联；2.采用物联网、大数据、BIM组织施工的，项目创建BIM模型，并在施工过程中应用BIM+大数据、物联网、云计算、人工智能等信息技术组织施工，符合认定关键点要求的，加0.5分。2、智慧提质中提出，应用BIM技术开展工程质量管理，项目应用BIM技术开展三维可视化交底、工艺模拟、碰撞检查至少1项质量管理工作，符合认定关键点要求的，加0.5分。3、智能建造中提出，应用BIM智能化方式建造的在深化设计、加工生产、运输、仓储领料、施工过程中，应用BIM，符合认定关键点要求的，加0.5分。
苏州市	住房和城乡建设局	《关于进一步加强苏州市建筑信息（BIM）技术应用的通知》	加快推进苏州市建筑信息模型技术应用，拓展应用范围，培育示范项目，深化应用要求，实现闭环管理，加强监管，建立推进机制，明确重点任务（BIM大数据中心建设、绿色建筑BIM应用、装配式建筑BIM应用、示范项目评选等），注重工作成效，落实保障措施，完善配套政策。
苏州市	苏相合作区建设管理局	《关于全面推行建筑信息模型技术应用的实施意见》	以建筑信息模型（BIM）、地理信息系统（GIS）、物联网（IOT）等技术为基础，整合城市地上地下、室内室外、历史现状未来多维尺度信息模型数据和城市感知数据，构建起三维数字空间的城市信息有机综合体，终极目标是形成可感知、动态在线、虚实交互的数字孪生城市，从而支撑城市精细化治理。

地区	机构	相关文件	规划、重点内容及目标
雄安新区	中国雄安集团	《雄安集团建设项目BIM技术标准》	利用CIM平台作为践行“同步规划建设数字雄安，努力打造智能新区”的重要基础工程，通过GIS+BIM+IOT等技术手段，实现对现实雄安新区各类信息数据的完整映射，为“数字孪生城市”建设奠定扎实基础。
重庆市	住房和城乡建设委员会	《重庆市住房和城乡建设委员会关于推进智能建造的实施意见》	到2022年底，全市30%以上工程项目采用数字化建造模式，30%以上的建筑业企业实现数字化转型，数字化和工业化成为建筑业主要特征。到2025年，全市工程项目全面采用数字化建造模式，建筑业企业全面实现数字化转型，培育一批智能建造龙头企业。从2021年起，主城都市区政府投资项目、2万平方米以上的单体公共建筑项目（或包含2万平方米以上规模公共建筑面积的综合体建筑）、装配式建筑工程项目，以及轨道交通工程、大型道路、桥梁、隧道和三层以上的立交工程项目，在设计、施工阶段均应采用BIM技术，原则上3万平方米以上的房地产开发项目宜采用BIM技术，并通过BIM项目管理平台提交BIM模型，以及完成设计管理、施工许可、竣工验收等各环节的数据交互。建立部品部件BIM模型入库制度，在重庆使用的建筑部品部件应在BIM项目管理平台提交BIM模型。推进建筑工业化与信息化深度融合。强化应用BIM设计协同能力和虚拟化施工水平，推进BIM+第五代移动通信技术（5G）、虚拟现实技术（VR）、增强现实技术（AR）、地理信息系统（GIS）、无人机等技术在施工现场、工业化装修等场景的应用。
青岛市	住房和城乡建设局、大数据局	《青岛市CIM基础平台建设应用管理办法》	提出建设统一的城市地址数据库，实现多址归一、多码对应，使CIM基础平台成为城市云脑、行政管理部门数据共享、面向社会开放的城市数据汇集应用中枢。
南京市	住房和城乡建设局	《关于征求南京市建设工程BIM智能审查管理系统配套技术导则意见的通知》	规范本地区BIM智能审图流程、标准、便于BIM智能审查，促进规范本地区BIM审查，助力BIM技术在被地方的扩展应用等。
南京市	城乡建设委员会、市规划和自然资源局	《关于加快我市建筑信息模型（BIM）技术应用的通知》	列入BIM技术应用范围的建设工程，需在前期策划、方案设计、施工图设计、施工及运营维护阶段充分运用BIM技术，持续推进南京市工程建设领域信息化建设，运用BIM进行规划报建、施工图审查、竣工验收，提高建筑信息模型技术应用水平。
长沙市	住房和城乡建设局等6部门	《关于下发推广建筑信息模型（BIM）应用工作实施意见的通知》	2021年3月1日期，示范项目在设计阶段应全部采用BIM技术，并逐步在施工、运维等环节推广采用BIM技术，研究制定符合本地发展实际的BIM技术实施细则、技术标准和应用管理制度，2022年3月1日起示范项目全过程采用BIM技术，逐步形成BIM技术全过程推广的应用机制，2023年底结合示范项目的应用经验，形成全市统一的BIM信息统筹协调与综合管理平台，应用和管理水平进入国内先进行列。



地区	机构	相关文件	规划、重点内容及目标
济南市	住房和城乡建设局、工业和信息化局、大数据局等8部门	《关于促进济南市建筑信息模型（BIM）技术集成应用发展的实施意见》（2021-2025年）	整合各方资源，统筹协调，试点先行，共同提升BIM技术发展和应用水平，推动建筑业转型升级和持续发展，加快构筑基于BIM技术的建筑工业互联网，为智慧城市和数字孪生城市建设提供数据支撑，促进城市治理能力提升和社会全面进步。文件提出了重点工作，监管模式，支撑体系，年度目标，保障措施等。
合肥市	城乡建设局	《关于印发《进一步推进合肥市建筑信息模型应用工作的通知》》	一、2022年1月1日起在以下项目中试点应用BIM技术： 政府投资的单体3万平方米以上公共建筑项目； 三星级绿色建筑、装配式建筑、轨道交通站点、三层及以上城市互通立交等项目； 其他有条件的技术复杂项目。 二、2023年1月1日起，应用范围内所有项目全面应用BIM技术。
合肥市	城乡建设局	《关于印发《合肥市2021年装配式建筑工作要点》的通知》	推进区域装配式建筑产业创新联盟，装配式建筑产业园区BIM技术项目应用率100%。
成都市	人民政府办公厅	《成都市人民政府办公厅关于大力推进绿色建筑高质量发展助力建设高品质生活宜居地的实施意见》	构建数字化设计体系。加快推进数字设计基础平台和系统应用，统筹建筑设计各专业及部品部件、装配施工、装饰装修，推动一体化集成设计。开展部品部件标准化建筑信息模型（BIM）建设，构建装配式部品部件BIM资源库，推动装配式部品部件模数化、标准化。
嘉兴市	人民政府	《关于促进嘉兴市建筑业高质量发展的实施意见》	推进数字建造技术应用普及。大力推广“建筑业+互联网”模式，推进国家新型城市基础设施建设试点工作，搭建城市信息模型（CIM），推进物联网、大数据、云计算、人工智能和5G等在建筑领域的集成应用。新建公共建筑、市政桥梁、轨道交通、交通枢纽等应大力采用建筑信息模型（BIM）技术，建立基于BIM等技术的协同管理平台，实现智能建造全过程质量监管。到2025年，甲级勘察设计单位以及特级、一级施工总承包企业能够掌握并实施BIM技术一体化集成应用。
深圳市	住房和城乡建设局	《加大财政扶持力度促进建筑领域绿色创新发展若干措施》	加大建筑信息化技术应用推广，以信息技术驱动建设领域创新发展，积极开展建筑信息模型（BIM）技术示范项目建设，建成一批信息化水平高的建筑工程，为新城建、智慧城市建设提供数据基础和技术支撑。鼓励建筑信息模型（BIM）技术应用和示范推广。对符合国家、广东省和深圳市相关BIM标准和要求建设并竣工，经市主管部门评定为BIM技术应用示范项目，按其获评的示范阶段给予资金资助：获评为设计、施工单阶段应用示范项目，按建筑面积每平方米资助10元，单个项目资助上限为50万元；获评为设计—施工阶段全应用示范项目，按建筑面积每平方米资助20元，单个项目资助上限为100万元。
深圳市	市人民政府	《深圳市人民政府办公厅关于印发加快推进建筑信息模型（BIM）技术应用的实施意见（试行）的通知》	（一）2022年1月1日起，新建（立项、核准备案）市区政府投资和国有资金投资建设项目、市区重大项目、重点片区工程项目全面实施BIM技术应用，上述项目于2022年6月1日起，在办理规划许可、施工许可、竣工验收各审批报建环节提交BIM模型，市区政府投资和国有资金投资建设项目在招投标环节采用BIM电子招投标系统。 （二）到2022年末，基本建成BIM报批报建平台，

地区	机构	相关文件	规划、重点内容及目标
			<p>基本实现 BIM 模型与可视化城市空间数字平台（以下简称空间平台）对接；全市半数以上重要建筑、市政基础设施、水务工程项目建立 BIM 模型并导入空间平台。</p> <p>(三) 2023 年 1 月 1 日起，全市所有新建（立项、核准备案）工程项目（投资额 1000 万元以上、建筑面积 1000 平方米以上）全面实施 BIM 技术应用，在办理规划许可、施工许可、竣工验收各审批报建环节提交 BIM 模型。</p> <p>(四) 到 2025 年末，建立较为完善的 BIM 政策法规和标准体系、BIM 软件系列，推进 BIM 技术自主知识产权软件创新应用，形成较为安全、成熟的 BIM 技术应用生态环境；全市所有重要建筑、市政基础设施、水务工程项目建立 BIM 模型并导入空间平台，对接城市信息模型(CIM)平台，实现城市全要素数字化、城市运行实时可视化、城市管理决策协同化和智能化，打造国际新型智慧城市标杆和数字中国城市典范。</p>

### 1.2.3 BIM标准与指南

2021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1.2.3-1所示。

表1.2.3-1 国家及行业、主要省市的标准和指南发布情况

地区	发布机构	名称	发布时间	简介
国家	住房和城乡建设部	《城市信息模型（CIM）基础平台技术导则》	2021-05	明确了城市信息模型的相关术语、规定、平台数据分级分类及构成、平台功能及安全与运维等，对城市信息模型建设提供技术指导。
国家	住房和城乡建设部	《城市信息模型应用统一标准（征求意见稿）》	2021-09	推动城市治理体系和治理能力现代化建设，管理和表达城市信息模型，支撑城市规划、建设、管理、运营工作，建立统一的基础性信息协同平台，新型信息基础设施，是智慧城市的基础性、关键性问题。制定统一的标能正确引导和助力智慧城市建设。
国家	住房和城乡建设部	《建筑信息模型存储标准》	2021-09	规范建筑信息模型数据在建筑全生命周期各阶段的存储，保证建筑信息模型应用效率，给出建筑信息模型应用软件输入和输出数据通用格式及一致性的检验，提高建筑信息模型利用效率。
国家	国家智标委	《基于城市信息模型(CIM)的智慧社区建设指南》	2021-10	从预见性、协调性、集约性、科学性等方面出发，对基于CIM的智慧社区建设所涉及到的概念内涵、建设路径与目标、设施设备智能化建设、智慧社区综合信息服务系统等内容进行系统性论述，指导基于CIM的智慧社区建设行稳致远。
贵州省	住房和城乡建设厅	《贵州省建筑信息模型技术应用标准》	2021-03	主要包括总则、术语、基本规定、应用环境、应用组织管理、模型创建、各阶段应用及基于BIM的大数据应用等。

地区	发布机构	名称	发布时间	简介
河北省	住房和城乡建设厅	《河北省建筑信息模型（BIM）技术应用指南》	2021-04	主要包括总则、基本规定、岩土工程勘察阶段、方案设计阶段、初步设计阶段、施工图设计阶段、施工阶段、运维阶段、工程量计算、协同平台等。
-	交通运输部	《公路工程施工信息模型应用标准》	2021-02	主要包括总则、术语、基本规定、模型要求、模型应用、交付等。
		《公路工程信息模型应用统一标准》	2021-02	主要包括总则、术语、基本规定、模型要求、模型应用、交付等。
		《公路工程设计信息模型应用标准》	2021-02	主要包括总则、术语、基本规定、模型要求、模型应用、交付等。
-	铁路局	《铁路工程信息模型统一标准》	2021-03	系统总结铁路工程BIM技术研究成果和工程应用经验，明确基于信息模型的铁路数字工程应用模式和基本规则，是推动铁路工程BIM技术应用的基础性标准。
海南省	省建设工程造价管理协会	《海南省建设项目建筑信息模型（BIM）技术服务计价参考依据》	2021-01	规范BIM技术服务计价行为，文件包括使用范围、计费说明、费用基价表、调整系数等。
甘肃省	省建设工程造价管理协会	《甘肃省建设项目建筑信息模型（BIM）技术服务计价参考依据》	2021-04	规范BIM技术服务计价行为，文件包括使用范围、计费说明、费用基价表、调整系数等。
河南省	建筑业信息化发展促进会	《河南省房屋工程和市政基础设施工程信息模型（BIM）技术服务计价参考依据》	2021-04	规范BIM技术服务计价行为，文件包括使用范围、计费指南、费用基价表、调整系数等。
贵州省	建筑业信息化发展促进会	《贵州省建设项目建筑信息模型（BIM）技术服务计价参考依据》	2021-08	规范BIM技术服务计价行为，文件包括使用范围、计费指南、费用基价表、调整系数等。
河北省	建筑业协会、工程建设信息智能化协会	《河北省建设项目建筑信息模型（BIM）技术服务计价参考依据》	2021-08	规范BIM技术服务计价行为，文件包括使用范围、计费说明、费用基价表、调整系数等。

地区	发布机构	名称	发布时间	简介
青岛市	建筑业协会、 勘察设计协会	《青岛市BIM技术应用费用计价参考依据》	2012-05	规范BIM技术服务计价行为，文件包括使用范围、计费说明、费用基价表、调整系数等。
南京市	建筑业协会、 勘察设计协会	《南京市建筑信息模型（BIM）技术服务费用计价参考（设计、施工阶段）》	2012-06	规范BIM技术服务计价行为，文件包括使用范围、计费说明、费用基价表、调整系数等。
成都市	建筑业协会、 勘察设计协会	《成都市建设项目建筑信息模型（BIM）技术服务计费参考依据》	2012-09	规范BIM技术服务计价行为，文件包括使用范围、计费说明、费用基价表、调整系数等。
浙江	市场监管局	《数字化改革术语定义》	2021-08	统一数字化改革中管理类及技术类术语和定义，统一各界对关键术语和定义的认识和理解，便于查阅和使用等。
深圳市	住建局	《综合管廊工程信息模型设计交付标准》 SJG 93-2021	2021-04	对综合管廊工程BIM应用进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《市政道路管线工程信息模型设计交付标准》 SJG 94-2021	2021-04	对市政道路管线工程BIM应用进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《市政隧道工程信息模型设计交付标准》 SJG 92-2021	2021-04	对市政隧道工程BIM应用进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《市政桥涵工程信息模型设计交付标准》 SJG 91-2021	2021-04	对市政桥涵工程BIM应用进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《市政道路工程信息模型设计交付标准》 SJG 90-2021	2021-04	对市政道路工程BIM应用进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《道路工程勘察信息模型交付标准》 SJG 89-2021	2021-04	对道路工程勘察BIM应用进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《城市道路工程信息模型分类和编码标准》 SJG 88-2021	2021-04	对城市道路工程BIM应用进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。

地区	发布机构	名称	发布时间	简介
北京市	住建委	《钢结构工程施工过程模型细度标准》DB11T+1845-2021	2021-04	对钢结构工程BIM应用进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《通风与空调工程施工过程模型细度标准》DB11T+1841-2021	2021-04	对通风与空调工程施工BIM应用进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《现浇混凝土结构工程和砌体结构工程施工过程模型细度标准》DB11T+1840-2021	2021-04	对现浇混凝土结构工程和砌体结构工程施工过程BIM应用模型细度进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《建筑给排水及供暖工程施工过程模型细度标准》DB11T+1839-2021	2021-04	对建筑给排水及供暖工程施工过程BIM应用模型细度进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《建筑电气工程施工过程模型细度标准》DB11T+1838-2021	2021-04	对建筑电气工程施工过程BIM应用模型细度进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
		《幕墙工程施工过程模型细度标准》DB11T+1837-2021	2021-04	对幕墙工程施工过程BIM应用模型细度进行细化并制定可行性标准；推动BIM技术深度发展。
山西省	住建厅	《公路工程建设领域建筑信息模型（BIM）设计交付标准》DB14/T 2317-2021	2021-09	指导和规范山西省公路工程BIM技术应用，规范协同设计和交付行为，便于推广和统一。
山东省	住建厅	《医院建筑BIM版物业运维指南标志技术导则》JD-057-2021	2021-09	国内首本BIM运维省标，按典型建筑类型细分BIM运维标准，利于BIM运维应用的经验推广和应用的统一。
辽宁省	住建厅	《辽宁省竣工验收信息模型交付数据标准》DB21/T 3409-2021	2021-04	为配合辽宁省城市信息模型（CIM）基础平台建设，根据国标和本省实际情况，对相关标注进行明确和统一。
		《辽宁省施工图建筑信息模型交付数据标准DB21/T》3408-2021	2021-04	为配合辽宁省城市信息模型（CIM）基础平台建设，根据国标和本省实际情况，对相关标注进行明确和统一。
		《辽宁省城市信息模型数据标准》DB21/T 3407-2021	2021-04	为配合辽宁省城市信息模型（CIM）基础平台建设，根据国标和本省实际情况，对相关标注进行明确和统一。
武汉市	市场监督管理局	《武汉市民用建筑信息模型（BIM）应用标准》DB 4201/T 648-2021	2021-08	对武汉市民用建筑信息模型应用标准进行规定和统一，促进本地BIM技术评价和应用。

地区	发布机构	名称	发布时间	简介
佛山	住建局	《佛山市民用建筑信息模型施工图设计标准》	2021-09	对佛山市民用建筑建筑信息模型施工图应用进行统一并对设计、审查、交付标准进行统一，便于管理和助力本地区的BIM应用水平。
		《佛山市民用建筑信息模型施工图审查标准》	2021-09	
		《佛山市民用建筑信息模型施工图数据交付标准》	2021-09	
	中国建筑业协会	《商业综合体绿色设计BIM应用标准》T/CCIAT 0038-2021	2021-10	包括总则、术语、基本规定、绿色设计BIM应用策划、专业设计BIM应用、协同设计、交付等。为团体标准。
	中国工程建设标准化协会	《外脚手架P-BIM软件功能与信息交换标准》	2021-07	包括总则、术语、基本规定、数据导入、专业检查、成果交付、数据交付及相关附录。为团体标准。
	中国工程建设标准化协会	《模板及支架P-BIM软件功能与信息交换标准》	2021-07	包括总则、术语、基本规定、数据导入、专业检查、成果交付、数据交付及相关附录。为团体标准。

## 1.2.4 BIM推广组织

国家及各省市主要BIM推广组织见表1.2.4-1所示。

表1.2.4-1国家及各省市主要BIM推广组织

省市	推广部门 / 组织	使命及推广领域	2021年推广成果及概要
	国家建筑信息模型BIM产业技术创新战略联盟（中国BIM发展联盟）	发布1项国家BIM标准，开展多项BIM课题研究，建设BIM实验研究中心，举办BIM高级研修班，举办论坛、展览展示活动。	《装配式混凝土结构预制构件CDM标准》第五次工作会议顺利召开、《智慧建筑评价标准》征求意见稿发布、成立《建筑与市政地基基础通用标准》研编组、举办《中国BIM好数据》创意赛、举办2021年第五届中国BIM（数字建造）经理高峰论坛。
安徽	建设工程项目管理协会	指导、规范安徽省房屋建筑工程施工阶段BIM技术应用实际，加快推进房屋建筑施工企业BIM技术普及应用，推进建筑信息化和建筑产业现代化，促进建筑业转型升级和健康发展。	批准发布《房屋建筑工程建筑信息模型（BIM）施工应用规程》团体标准。

省市	推广部门 / 组织	使命及推广领域	2021年推广成果及概要
北京市	北京市建筑信息模型（BIM）技术应用联盟	在市住建委的支持和指导下，紧密团结各成员单位，围绕如何推进BIM技术应用和发展，开展一系列课题研究、标准制定、技术交流等工作，为政府制定相关政策提供参考依据。	召开2021年度北京市建筑信息模型（BIM）应用示范工程工作会。有29个项目通过立项评审。
天津市	天津市BIM技术创新联盟	推动BIM技术在建设全生命期间的应用，提高工程建设和管理水平，以及促进BIM技术交流、推动天津及周边地区BIM技术行业发展。	开展2021年天津市产业技术创新战略联盟备案（评估）。
云南省	云南BIM发展联盟	整合建筑信息模型（BIM）技术和社会资源，建设BIM应用技术、标准、软件技术创新平台，加强BIM产学研应用技术交流与合作，提高技术创新能力和核心竞争力，助力云南省传统制造业的产业转型和升级。	举行“云南BIM发展联盟”成立会议暨云南第二届BIM高峰论坛。
江苏省	江苏省建筑业协会	2021江苏省建设工程BIM大赛。	评价及举办交流会。
山东省	山东省勘察设计协会 信息化委员会等	2021山东省建筑信息（BIM）技术应用大赛。	举办评奖及交流活动等。
中国香港	香港建筑业协会 BIM专责委员会	主要目的在于建筑行业BIM技术推广，每年举办座谈会，邀请世界各地的专家来香港演讲。同时也和政府部门、相关学会保持紧密联系，如建筑师学会、工程师学会，并展开合作。	举办2021年建筑信息模型（BIM）行业杰出颁奖典礼等。
中国台湾	台湾BIM联盟	以BIM技术为提升台湾营建产业生产与创新的驱动力，通过产官学研之共同合作，达成营建产业具有国际竞争力之升级。	定期举行线上成果展演。
湖北省	长江BIM技术联盟	致力于推进以武汉为中心的长江中游地区BIM技术应用，及BIM标准和相关软件的协调配套发展，实现技术成果的产业化和标准化，提高产业核心竞争力。	举办BIM大赛、举办座谈会。

省市	推广部门 / 组织	使命及推广领域	2021年推广成果及概要
重庆市	重庆市BIM联盟	开展重庆市BIM应用示范项目评审，举办BIM观摩会，组织开展多部BIM地方标准的编制工作，组织BIM应用大赛，发布重庆BIM手册，成立大学BIM联盟，编写出版BIM教材。	第二届“新基建杯”中国智能建造及BIM应用大赛启动。
福建省	福建省建筑信息模型（BIM）技术应用联盟	整合BIM产业和社会资源，建设BIM应用技术、标准、软件应用创新平台，促进BIM“产、学、研、用”技术交流与合作。	举办福建省第二届建筑信息模型（BIM）应用大赛、福建省建筑信息模型技术研讨会。
甘肃省	甘肃省BIM技术发展联盟	开展一系列BIM推广活动，通过BIM技术助力建企转型，提升企业竞争力和经济效益，为企业提供人才培养、技术支持等一系列措施，共同推进甘肃BIM技术的应用和发展，实现BIM技术在甘肃省内的落地应用。	举办甘肃省第三届BIM大赛。
贵州省	贵州省BIM发展联盟	整合建设领域全产业链资源，建立协同合作、互惠互利和资源共享机制，推动行业信息化健康发展。	主办贵州省第二届BIM大赛。
广东省	广东省BIM技术联盟	举办广东省BIM论坛，编制《广东省BIM应用统一标准》、BIM应用指南、产业技术路线图，制定“施工阶段BIM技术应用费用计价指导意见”，举办BIM应用大赛。	举办第六届BIM发展论坛。
广西壮族自治区	广西建筑信息模型（BIM）技术发展联盟	举办BIM高峰论坛，技术研讨会，组织企BIM技术应用调研考察，设立“BIM工程实训基地”，举办BIM培训，BIM技术应用技能赛，开展BIM课题研究。	举办全区信息模型（BIM）技术应用职工技能大赛。
海南省	海南省BIM应用联盟	引入高校BIM课程，编制BIM教材。	举办应用BIM技术开展电子招投专业培训。
河南省	河南省BIM发展联盟	组织河南省“BIM高校行”多场专题报告和座谈，“BIM企业行”筹备会，举办BIM沙龙，举办全国中高等院校BIM应用技能比赛，组织BIM教材编写，组织BIM应用技能考试。	举办河南省第三届“匠心杯”工程建设BIM技术应用大赛。
河南省	河南省建筑业协会	维护市场竞争次序，促进企业平等竞争，创建建筑业交流平台，优化建筑业发展环境，促进全省建筑业稳步发展。	举办河南省建筑企业“具备BIM应用能力”等级认定（2021），评选出了4家企业，并给予了等级认证。



省市	推广部门 / 组织	使命及推广领域	2021年推广成果及概要
黑龙江省	黑龙江省BIM发展联盟	制定BIM技术应用标准体系，开展试点示范工程评审工作，建立BIM技术信息共享台，为联盟成员单位提供培训和服务；建立BIM技术专家库和人才库，提高BIM技术人才待遇。	举办座谈会。
湖南省	湖南省建筑信息模型技术（BIM）应用创新战略联盟	推进行业技术创新、制度创新，在省内大力推广BIM技术应用，建立BIM技术应用行业资源共享平台。	举办第二期湖南省BIM审查系统操作专题培训班、召开施工图BIM审查试点动员会。
辽宁省	辽宁省BIM全产业发展联盟	举办BIM培训，BIM技术应用技能大赛，开展BIM课题研究。	举办换届大会暨2021年第六届BIM高峰论坛。
内蒙古自治区	内蒙古BIM发展联盟	政策导向、制定标准、加强研究、业务融合、产业培育、培训学习。	承办第五届BIM应用大赛成果发布暨BIM技术交流会。
陕西省	陕西省BIM发展联盟	举办BIM技术培训，编写“陕西省BIM应用指南与标准”，组织BIM试点项目评审，陕西省“BIM高校行”，举办BIM应用大赛，发布BIM软件、咨询业务管理办法，组织BIM应用技能考试。	举办陕西省第六届“秦汉杯”BIM应用大赛。
山东省	山东省建筑信息模型（BIM）技术应用联盟	明确山东省BIM应用目标，交流BIM技术经验，研究部署BIM相关推进措施和任务。	举办座谈会。
山西省	山西勘察设计协会BIM技术应用联盟	组织BIM应用示范工程评审及BIM技术应用教育培训。	举办交流会。
内蒙古	内蒙古自治区BIM发展联盟	“内蒙古自治区BIM示范项目和BIM示范单位”认定办法。	BIM项目申报及评比、认定等。

### 1.2.5 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（2021）》的调查统计，与2020年相比，2021年应用五年以上的企业比例大幅增加（2021年为47.85%，2020年为28.07%），未应用的企业急剧减少（2020年为17.08%，2021年为5.12%），BIM技术的应用范围和规模进一步扩大。

#### 1、价值认知调研

从调查结果如图1.2.5-1所示，总体上，行业对BIM价值是认可的，但与2020年相比，BIM技术从业者中立者比例有所增加，行业对BIM技术应用的态势更加冷静。

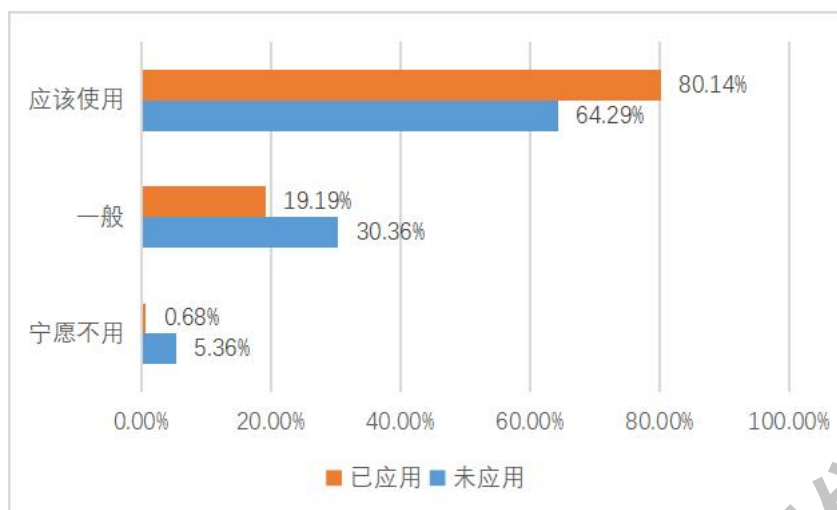


图1.2.5-1 《中国建筑业BIM应用分析报告》调研对象对BIM应用的态度

## 2、价值点归纳及排序

有关BIM技术应用点的应用统计情况见图1.2.5-2所示。《中国建筑企业BIM应用分析报告（2021）》显示，基于BIM的碰撞检查、机电深化、图纸会审及交底、方案模拟等比较成熟的应用技术被广泛使用（均超过70%），基于BIM的装配式设计及预制加工、钢结构深化设计、工程量计算、施工图协同设计等相比传统方法具有明显优势的应用也占比较高（30%~50%），施工阶段的应用仍是重点。

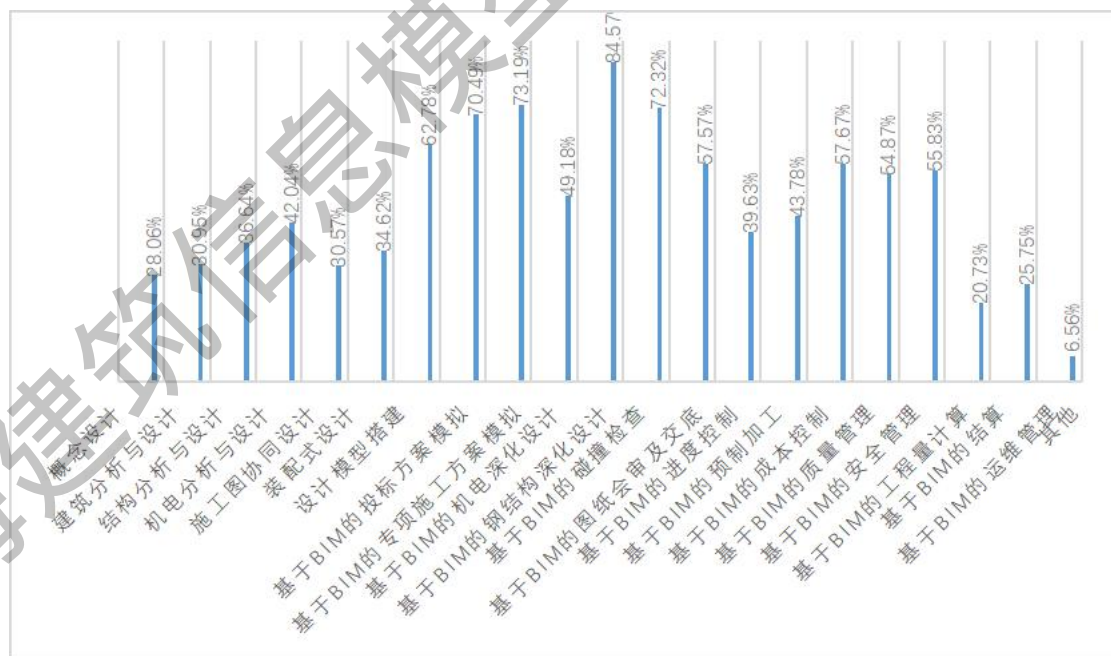


图1.2.5-2 《中国建筑业BIM应用分析报告》调研对象开展过BIM应用的情况

BIM技术增加最多的项目调查情况见图1.2.5-3所示。甲方要求、建筑物结构非常复

杂、评奖或认证需求、提升影响力的等是推动企业应用BIM的主要因素。

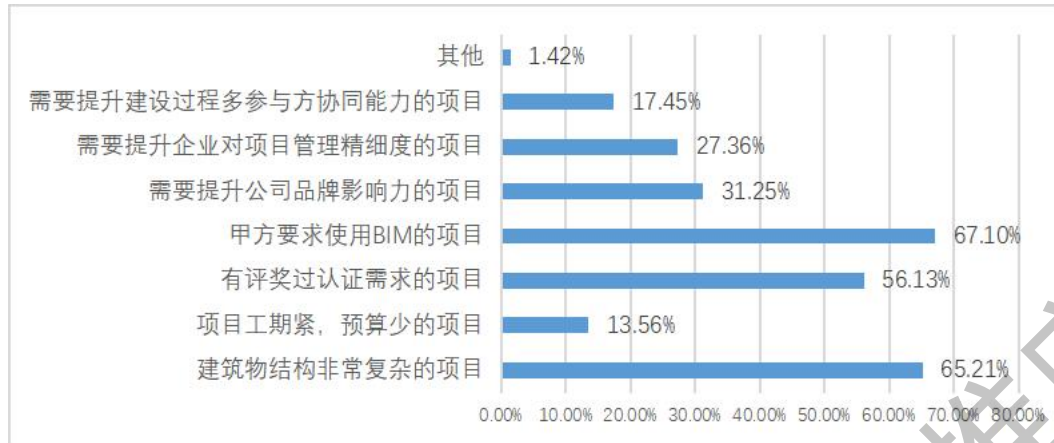


图1.2.5-3 《中国建筑业BIM应用分析报告》调研对象近年应用BIM技术增加最多的项目

### 3、分析及展望

BIM技术虽然越来越普及，但应用BIM技术的各种障碍也逐渐显现，其主要障碍见图1.2.5-4所示。其中缺乏BIM人才占比高达61.99%，“BIM实施不够积极”和“缺乏经验和方法”分别占第二、三位。另外，BIM环境有待更加完善（BIM标准不够健全、BIM软件不成熟、缺乏BIM合同框架等）也占比较大。

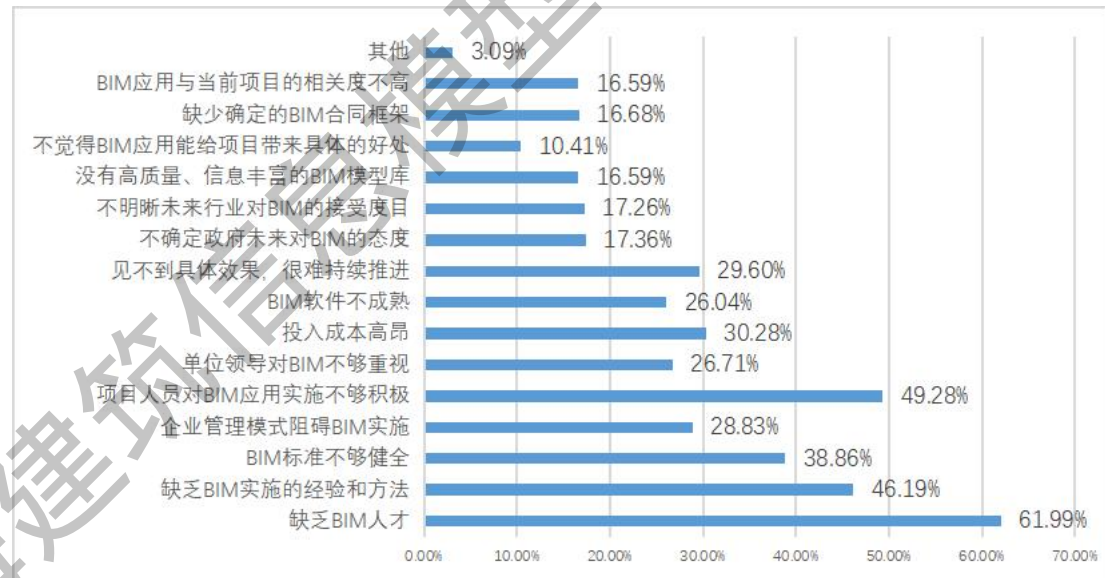


图1.2.5-4 《中国建筑业BIM应用分析报告》调研对象BIM应用过程中的阻碍因素

根据近几年调查对比，可以得知管理模式的变化、BIM认识的加深、BIM软件的成熟及BIM效益的显现是个长期的过程，还需要付出艰苦的努力。

在BIM应用过程中，BIM应用的初衷——为项目服务，应该引起更大的关注，即

关注技术本身的完善，关注应用的落地，关注效益的显现等，从而得到BIM的更大溢出效益。应从项目实际和BIM技术发展现状进行BIM应用点广度和深度的选择，不能拔苗助长也不能固步自封。

有关BIM应用的发展趋势调研情况如图1.2.5-5所示：



图1.2.5-5 《中国建筑业BIM应用分析报告》调研对象BIM应用发展趋势

从上图可以看出，与项目管理信息系统的集成应用，实现项目精细化管理占比高达83.71%，有66.33%的被访者认为工厂化生产、装配式施工是BIM应用发展的重要方向之一。也有约半数的被访者认为BIM与物联网、移动技术、CIM、GIS、3D打印等新技术的结合是BIM的重要发展方向。

综上，BIM技术的推广需有一个核心和初衷，关联技术再如波浪般由近及远逐步扩散和完善。只有核心和基础牢固，其他应用才会逐渐水涨船高。而这个核心，是为项目服务的建筑信息化。因此，未来需要继续完善信息化的相关环境、软硬件技术、平台、人才、政策、可推广经验等，并以技术落地和获得效益为检验标准，再将应用点由单点向多点，由多点向线，由线向面，由面向体逐步完善和丰富。

## 1.2.6 BIM人才培养与技术交流

### 1、学历教育

当前，BIM技术在国内外的需求与日俱增，BIM人才短缺成为制约BIM发展的短板之一，高校作为BIM技术应用型人才培养的主要承担者，各个学校也都相继开展了BIM相关的教学和科研。据不完全统计，全国至少有100余所高等本科院校、90所高职院校成立了BIM中心或BIM工作室。

根据2021年高校专业报考情况，已经有29所高校开设了智能建造专业（含《BIM技术基础》等课程）。目前大陆高校对BIM科研贡献率最高的几所高校是清华大学、同济大学、华中科技大学、天津大学、重庆大学以及东南大学等。

在教学层面，现在很多高校都在开设BIM导论及相关软件的课程。例如上海交通大学早在2010年就成立了BIM研究中心。2018年，同济大学土木工程学院开设全国第一个智能建造专业，包括智能建造、智能设计与规划、智能装备与施工、智能运维与管理四大专业模块，涵盖基础设施全生命周期。华中科技大学土木工程与力学学院将BIM技术加入硕士培养课程，湖南大学开设了《BIM技术原理与应用》、厦门理工设立了《BIM实务》《BIM技术原理及其应用》等课程、厦门大学建筑与土木工程学院、成都理工大学工程技术学院、重庆城市科技学院建筑管理学院等开展了BIM实验班模式；南京大学工程管理学院于2018年成立BIM技术研究院等。

同时，国内很多民办院校也在积极开展BIM相关教育，2021年已开智能建造专业的院校有：青岛城市学院、沈阳工学院、武昌工学院、西安欧亚学院等。

### 2、资格认证

国内BIM相关资格认证详见表1.2.6-1所示。

表1.2.6-1 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）
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

考试名称	发证机关	证书分类(级)
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
“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)
“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

### 3、重要竞赛

国内BIM重要竞赛详见表1.2.6-2所示。

**表1.2.6-2 国内BIM相关重要竞赛**

竞赛名称	主办单位	奖项分类
住博会：“科创杯”中国BIM技术交流暨优秀案例作品展示会	住房和城乡建设部科技与产业化发展中心 (住房和城乡建设部住宅产业化促进中心) 中国房地产业协会 中国建筑文化中心 中国建筑信息模型科技创新联盟 中国科技产业化促进会	设计组、施工组、运维组、组、专项组、优秀个人组,设置一等奖、二等奖、三等奖和优秀奖每年一届,2021年为第七届。
“创新杯”建筑信息模型应用设计大赛	中国勘察设计协会 欧特克软件(中国)有限公司	分建筑类奖项、基础设施类奖项、综合奖项,奖项将按类别分设一等奖、二等奖、三等奖每年一届,2021年为第十二届。
“龙图杯”全国BIM大赛	中国图学学会	设计组、施工组、院校组、综合组,分别设置一等奖、二等奖、三等奖和优秀奖每年一届,2021年为第十届。
“优路杯”全国BIM技术大赛	国家工业和信息化部人才交流中心	本届大赛分为企业赛、院校赛企业赛分施工类、设计类、综合类三个类别,每个类别分工业与民用建筑、交通基础设施、水利电力三个方向,每个类别每个方向设置金奖、银奖、铜奖和优秀奖。院校赛由大赛专家委员会具体命题,设置金奖、银奖、铜奖和优秀奖每年一届,2021年为第四届。

竞赛名称	主办单位	奖项分类
中国建设工程BIM大赛	中国建筑业协会	卓越工程项目奖（设一等奖、二等奖、三等奖）、单项奖（设一等奖、二等奖、三等奖）、个人奖（对获得工程项目奖、单项奖的BIM团队成员颁发个人荣誉证书）每年一届，2021年为第六届。
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	分民用建设机电安装工程BIM应用、钢结构工程BIM应用和工业安装工程BIM应用三个类别。申报成果按应用水平高低分为国内领先、国内先进、行业领先和行业先进每年一届。
“联盟杯”铁路工程BIM大赛	铁路BIM联盟主办中铁工程设计咨询 中铁三局 中铁四局 中国铁建电气化局集团有限公司承办	铁路工程项目BIM应用、综合工程项目BIM应用、BIM应用软件三个组别2021年第三届。
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	技术方案奖分为房屋类（优秀奖、佳作奖、提名奖）和市政类（优秀奖、佳作奖、提名奖），特别创意奖设立奖项优秀奖和佳作奖。2021年为第四届。
中西部BIM联赛（7省）	陕西、甘肃、河南、江西、宁夏、陕西、新疆建筑学会	分为技能组、高校组和综合组，各组设一等奖、二等奖、三等奖若干名。
东北四省首届BIM大赛	辽宁、吉林、黑龙江、内蒙古自治区建筑业协会	设置一、二、三等奖各若干名。
2021第三届“SMART BIM”智建大赛	广东省城市建筑学会 香港RICS皇家特许测量师学会	设置设计、施工、数字化、综合、院校等类别奖项，各类设一等奖、二等奖、三等奖、优秀奖若干名。
重庆市勘察设计协会第六届建筑信息模型（BIM）应用竞赛	重庆市勘察设计协会	评选企业组“BIM综合应用类”一等奖8项、二等奖11项、三等奖15项；“BIM单项应用奖”一等奖5项、二等奖5项、三等奖6项；高校组“BIM综合应用类”一等奖2项、二等奖1项；“BIM单项应用奖”一等奖1项；“BIM应用推广优秀单位组织奖”13家。
2021湖北省建设工程BIM大赛	湖北省建筑业协会 湖北省建设工会工作委员会	评选出各类奖项48个。

注：另有其他省市也举办了各种BIM竞赛，如江西省BIM建筑信息模型大赛、河南省“中原杯”BIM大赛、西安市“唐都杯”BIM应用大赛等，不再单列。

#### 4、重要会议

(1) 2021年7月21-23日，中国施工企业管理协会主办的第七届工程建设行业互联网大会暨2021年数字建造大师汇在湖南长沙举行，来自全国建设行业400余人通过观摩、开座谈会等对BIM平台、BIM与云计算、大数据、物联网等的互联互通进行了交流和探讨。

(2) 2021年11月3-5日，北京智慧工地及BIM展—国际智慧工地技术与设备展览会在北京—中国国际展览中心举行，期间众多国内外单位和组织参与了智慧工地和最新BIM技术展出和交流活动。

(3) 2021年11月18日，2021年全国BIM高峰论坛暨第十一届“龙图杯”启动会暨第十届“龙图杯”颁奖会在北京举办，本次会议由中国图学学会主办，中国图学学会土木工程图学分会和中国图学学会建筑信息模型（BIM）专业委员会承办，邀请BIM行业权威专家作大会学术报告，介绍国内BIM技术最前沿领域及BIM行业发展趋势，并请获奖代表分享项目的应用和创新经验。

(4) 2021年11月20日，中国海峡两岸暨港澳智慧建筑与BIM技术峰会暨第六届国际BIM大奖赛颁奖典礼在佛山举行，来自海峡两岸的众多单位和专家对BIM实施、应用、与智慧建筑的融合、研究及教育等各方面进行了交流和探讨。

(5) 2021年12月12-14日，由中国工程建设标准化协会建筑与城市信息模型专业委员会、中国建筑科学研究院有限公司主办的2021中国工程建设标准化学术年会BIM技术促进新城建设论坛在山东济南举办，会议围绕数字化转型及数字化平台建设等进行了相关学术交流活动。

(6) 2021年12月18日，由国家工业和信息化部人才交流中心主办，由中铁建、中国电力、中国建筑设计院等协办的2021第四届“优路杯”全国BIM技术大赛颁奖盛典以线上形式举行，共有1300多个BIM技术应用项目参赛，产生了金银铜优秀奖各若干名。

(7) 2021年12月25日第七届全国BIM学术会议在重庆悦来国际会议中心举行。会议由中国图学学会指导，重庆市住房和城乡建设委员会支持，中国图学学会建筑信息模型(BIM)专业委员会主办。与会者聚焦“创新引领 数字赋能”主题，围绕BIM技术在勘察分析、协同设计、智能建造、全生命期项目管理、城市建设与运营管理等方面的研究应用展开了深入探讨交流。



## 第二章 上海市BIM技术应用分析

### 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）技术应用推广中心、上海BIM技术创新联盟、部分区政府及管委会BIM技术应用推广协调组织等覆盖市、区、单位等各层级BIM技术推进组织等。目前，各推进组织情况如表2.1.1-1所示：

表2.1.1-1 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相关工作部署。	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。

序号	组织名称	成立时间	关系和职能	主要工作概述
3	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、推广的企业事业单位、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；定期向政府主管部门和成员单位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。
4	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委支持下成立的民非组织，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。
5	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、规土局、文广影视局、档案局、消防支队、自贸区管委会保税區管理局、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，完善相关扶持政策。
6	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，区建设管理委、区发展改革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、区规划土地局、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
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、区规土局、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 试点示范工作，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》。

### 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；2021 年发布 BIM 相关政策如表 2.1.2-1 所示。

表 2.1.2-1 上海市 BIM 相关政策

序号	发布时间	发布主体	政策文件
1	2021年1月	上海市委、市政府	公布《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》，要求深刻认识上海进入新发展阶段全面推进城市数字化转型的重大意义，明确城市数字化转型的总体要求。《意见》指出，要坚持整体性转变，推动“经济、生活、治理”全面数字化转型；坚持全方位赋能，构建数据驱动的数字城市基本框架；坚持革命性重塑，引导全社会共建共治共享数字城市；同时，创新工作推进机制，科学有序全面推进城市数字化转型。
2	2021年1月	上海市黄浦区发展和改革委员会	关于印发《黄浦区建筑节能和绿色建筑示范项目专项扶持办法》的通知（黄建管规（2021）1号），明确指出：对 BIM 技术应用示范项目进行扶持。

序号	发布时间	发布主体	政策文件
3	2021年7月	上海市城市管理精细化工作推进领导小组	关于印发《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）》的通知（沪精细化（2021）1号）。
4	2021年12月	上海市委书记、城市数字化转型工作领导小组	李强在会上指出，要深入贯彻落实习近平总书记考察上海重要讲话精神，认真践行人民城市重要理念，把治理数字化作为推进城市治理现代化的关键路径，以完善和用好城市运行数字体征体系为重点，全面提高治理数字化水平，努力打造更具活力、更有竞争力的数字生态系统，实现高效能治理、彰显善治效能，谱写新时代“城市，让生活更美好”的新篇章。
5	2021年12月	上海市人民政府办公厅	关于印发《上海市全面推进城市数字化转型“十四五”规划》的通知，其中指出：数字化将构建城市运行新形态。数字化重新定义了城市形态和能力，数字孪生城市从概念培育期加速走向建设实施期，随着物联感知、BIM和CIM（城市信息模型）建模、可视化呈现等技术加速应用，万物互联、虚实映射、实时交互的数字孪生城市将成为赋能城市实现精明增长、提升长期竞争力的核心抓手。

### 2.1.3 标准指南

为提高本市BIM技术在建筑中的应用水平，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、施工各个阶段的BIM技术应用，如表2.1.3-1所示。

表 2.1.3-1 近几年BIM应用标准及指南

名称	负责单位	主要内容
《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	<p>（1）统一概念定义、专业用词用语。对标新发布的国家和本市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 and 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、应急管理等多个模块的应用进行具体描述。</p>

名称	负责单位	主要内容
《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	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。
《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	<p>（1）预制构件参数的数据化。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> <p>（3）BIM构件库与编码系统结合。建立统一的预制构件编码管理系统，实现从设计阶段开始对各类预制构件进行数字化管理，确保全流程数据信息的可追溯性。</p> <p>（4）建立基于BIM信息化平台的预制构件全生命周期管理系统。利用BIM技术可视化、协同化、参数化的特性，使格式化与非格式化数据形成有效传递，实现装配式建筑全流程集成管理。</p>
《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	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	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	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。
《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	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。
《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	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。

## 2.1.4 行政管理

根据《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》，2021年，本市及各区政府相关主管部门、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。探索建立三维模型和导出的施工图文件自动审查、审核监管政策，推进施工图审查由审核图纸向审核模型过渡；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技术在建筑全生命期中的深入应用。

为加强BIM技术与智慧城市精细化管理的深度融合发展，本市及各区政府相关主管部门，大力加强数字化构建城市运行新形态。随着物联感知、BIM和CIM（城市信息模型）建模、可视化呈现等技术加速应用，万物互联、虚实映射、实时交互的数字孪生城市将成为赋能城市实现精明增长、提升长期竞争力的核心抓手。在数字赋能城市治理方面，打造务实管用的智能化应用场景，重点建设城市之眼、道路交通管理（IDPS）、公共卫生等系统。全市重点工程建设项目应用BIM（建筑信息模型）技术比例达93%。推进城市数字底座实践试点，依托浦东新区和五个新城，先行先试城市数字底座建设和运行，加快推进数字基础设施试点建设，支持物体全域标识、时空AI、BIM等技术率先应用推广，积极推动国家和市级数字技术标准运用实践。

在行政管理方面，本市针对规模以上范围的工程建设项目推广BIM技术应用，探索建立利用BIM技术实现工程建设全过程审批监管模式。在工程报建环节，通过网上报建平台填报BIM应用信息，签署《告知承诺书》；在招投标过程中，应使用包含BIM条款的招标文件示范文本，由建设行政管理部门审核，并抽取BIM技术专家参加评标；在初步设计和施工图设计文件审查环节，相关建设行政管理部门或第三方专业机构应用进行BIM模型质量检查，并进行量化评价；在施工实施环节，建设行政管理部门对BIM应用情况进行抽查，对不符合应用要求的项目要求落实整改；在竣工验收和归档环节，建设行政管理部门核查BIM模型和竣工验收报告的BIM应用验收意见，竣工归档资料中应包含BIM模型和成果信息。此外，本市通过多种方式引导激励工程

项目开展BIM技术攻关与应用，落实了保障性住房项目BIM技术应用费用补贴政策；将BIM应用成效显著的建设项目纳入上海市立功竞赛表彰范围；加大对BIM技术的科研立项、项目费用的政策扶持；此外，在申请优秀工程勘察设计奖、白玉兰奖等，对应用BIM技术的建设项目予以加分或优先考虑。

## 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。

### 1、上海市BIM技术竞赛情况

为了进一步提升全市BIM技术在各领域的创新应用能力，更好展现各企业BIM技术应用成果，总结成功经验，形成可复制可推广的BIM技术应用方案，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，各类竞赛呈现出年轻化、团体化、多样化的特点，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。2021年上海市BIM技术竞赛情况如表2.1.5-1所示。

表2.1.5-1 2021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
1	上海市第四届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	2021年12月	为了更好地展现各企业BIM技术应用的成果，进一步提升BIM技术在各领域的创新应用能力，在市住建委的指导下，市绿色建筑协会、上海建筑信息模型技术应用推广中心将主办上海市第四届BIM技术应用创新大赛。本届大赛将聚焦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。
2	上海建筑施工行业第八届BIM技术应用大赛	上海市建筑施工行业协会	2021年9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八届BIM技术应用大赛。根据《关于举办上海建筑施工行业第八届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。
3	2021“浦东杯”BIM技术应用创新劳动竞赛	浦东新区总工会等10家单位联合	2021年9月	“浦东杯”BIM技术竞赛是“打造引领区，当好主力军”推进新时代浦东高水平改革开放主题劳动和技能竞赛中“城市数字化转型”主题立功竞赛的重点竞赛。160个BIM项目和方案参加“浦发杯”BIM创新应用成果赛，其中邀请全国优秀项目85个、优秀方案23个；15家业内顶级的建筑设计团队参加“浦开世纪杯”BIM正向设计全国邀请赛；隧道股份、华建集团、上海建工、北京建工、上海建科、中建五局、中国二十冶等知名企业的技能人才及清华大学、同济大学、天津大学、东南大学等120多所高校500多支队伍参加“张江国信安杯”BIM建模大赛。

序号	竞赛赛事名称	主办单位	时间	赛事简介
4	2021上海国资国企数字化转型创新大赛	上海市国有资产监督管理委员会	2021年10月	“共创数字未来”，是首届上海国资国企数字化转型创新大赛的主题。在上海市“加足马力”推动城市数字化转型的大背景下，作为经济社会发展主力军的上海国资国企，正积极敞开大门，向社会各类创新主体广发携手合作的“英雄帖”。从数字底座、数字金融、数字智造、数字城市、数字商贸5大赛道，超过1500个场景解决方案中选拔出的前10强项目企业展开了最终的路演角逐。本次大赛以“揭榜挂帅”的形式，由80余家国企开放100多个场景，面向全社会征集数字化转型解决方案。最终，大赛征集到各类参赛企业的超过1500个解决方案，30家获奖企业与市属国企签订战略合作协议，达成意向合作金额超1亿元。

## 2、上海市BIM技术论坛及峰会

2021年度，上海市举办了各类BIM技术专业论坛、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、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技术的推广应用。

在市委、市政府的大力推动下，在行业、企业的积极响应下，本市BIM应用在推广数量、应用水平、审批方式、管理能力等方面都有了显著进展，特别是在技术应用方面，BIM技术逐渐与物联网、大数据等技术协同应用，不断推动建筑业信息化的转型升级。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。2021年上海市BIM技术论坛及峰会情况如表2.1.5-2所示。

表 2.1.5-2 2021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	情况简介
1	上海BIM技术应用与发展论坛	上海建筑信息模型技术应用推广中心	2021年6月	来自建筑设计、施工、建设，以及行业管理领域二百余位专业人士齐聚一堂，围绕“新驱动·新模式·新实践——数字时代下建筑领域的技术变革与全面升级”这一主题，深入探讨新技术碰撞下建筑行业机遇与潜能。
2	2021上海国际城市与建筑博览会系列论坛：“臻臻完美·赋予活力——数字化助力低碳美好未来”	上海建筑信息模型技术应用推广中心	2021年10月	论坛以“BIM与绿色建筑的臻臻与赋活”为主题，立足当今上海建筑行业发展现状，力邀专家围绕BIM技术在建筑低碳科技化、数字化等方面的应用等主题进行探讨，力求为行业、企业突破重围、找准战略定位积极出谋划策。
3	第五届中国国际轨道交通投资和建设BIM应用高峰论坛	中国智慧轨道交通网 同济大学 上海申通地铁集团 中国铁路设计集团有限公司 中铁建工集团有限公司 上海蓝色星球科技股份有限公司	2021年3月	论坛以“坚持创新驱动，融合技术发展”为主题，从后疫情时代出发，探讨轨道交通BIM技术的发展；国内外轨道交通BIM应用发展现状；轨道交通BIM实施策略方案与应用标准；城市轨道交通BIM人才建设思考等，让BIM真正成为节本增效的神器。



## 2.1.6 人才培养

### 1、上海市BIM技术学历基础教育推进情况

BIM的快速发展需要大量专业人才，高校作为新型人才的培养基地，近几年各土建类专业学生对于BIM的学习热情持续高涨。同济大学、上海交通大学等十二所高校学生组织已成立了“高校BIM学生联盟”，上海交通大学、上海大学等已成立了BIM学生社团，组建形成了稳定的BIM技术学习团体，搭建了多层次BIM技术交流合作平台。本市越来越多的高等院校致力于推动国内BIM技术应用，培养BIM技术人才，搭建建筑信息化技术研究平台，例如，同济大学设立了“同济大学—Autodesk建设全生命周期管理联合实验室”和“211工程管理信息化实验室”、上海交通大学和上海大学设立了“BIM研究中心”等。此外，同济大学开设了BIM专业（名称为“智能建造”），对于暂时未开设专业的高校，部分高校通过外聘BIM企业专家进行授课，或是老师先进行接收BIM相关培训，补强自身后，为相关专业的学生开设BIM课程。部分高校将BIM引入到高校课程教育，实现专业课程建设的结构性调整，如同济大学、上海交通大学、上海大学等，本市高校积极开展院校BIM技术职业技能等级认证试点工作，根据国务院职业教育改革要求，教育部首批批准了5家单位成为培训评价组织，负责开展“1+X”职业等级证书试点，使得建筑信息模型(BIM)职业技能等级证书在全国第一个被纳入证书考试，也成为首批颁发给院校的“1+X”职业技能等级证书。

### 2、上海市BIM技术非学历教育培训情况

本市充分发挥社会力量，大力推动BIM技术在职教育培训工作。2020年，在上海市住房和城乡建设管理委员会指导下，由上海BIM推广中心组织举办了“上海市建筑信息模型技术员培训班”，聚焦建筑信息模型技术员相关执业要求，结合理论与实践，开展全方位的BIM教育培训工作，致力于打造上海地区的BIM技术人才高地，规范行业从业人员技术水平，为行业发展输送人才。针对工程技术人员开展了专项技术培训。培训的主要内容包括：模型搭建、模型复核、模型维护、协同建模及碰撞检查、模型可视化设计、施工管理和后期运维七大工作任务等，以及上海标志性BIM案例实战专家的现场分享，2020年6月起BIM设计人员纳入上海市高级职称评选范围，提升BIM设计人才的身份和地位有助于吸引更多人才从事BIM设计工作，进一步健全人才激励、使用、扶持、评价等机制，从而促进整个建筑行业朝着节能增效的方向发展。

## 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

2021年度新增报建项目共2363个，如图2.2.1-1所示，应用BIM技术的项目数量达956个，总投资19229.9亿元，其中政府投资617个，投资额10696.63亿元；社会投资339个，投资额8533.27亿元。

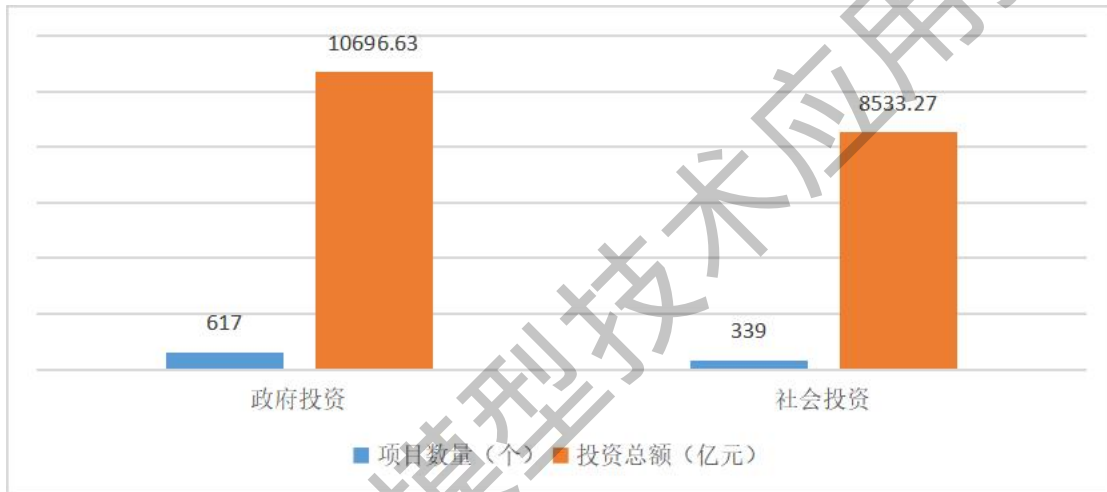


图 2.2.1-1 2021 年度政府、社会投资项目的 BIM 技术应用情况

如表2.2.1-1所示，在2363个报建项目中，满足规模以上项目数为1002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932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908个，应用比例为97%。

表 2.2.1-1 2021 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	2363	1002	932	908	97%

### 2.2.1.2 各投资类型项目

规模以上满足BIM技术应用条件的项目共计932个，见图2.2.1-2所示。其中，总投资额达19174.5亿元。政府投资项目为565个，应用BIM技术项目560个，占比99.12%，社会投资项目为367个，应用BIM技术项目348个，占比94.82%。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。

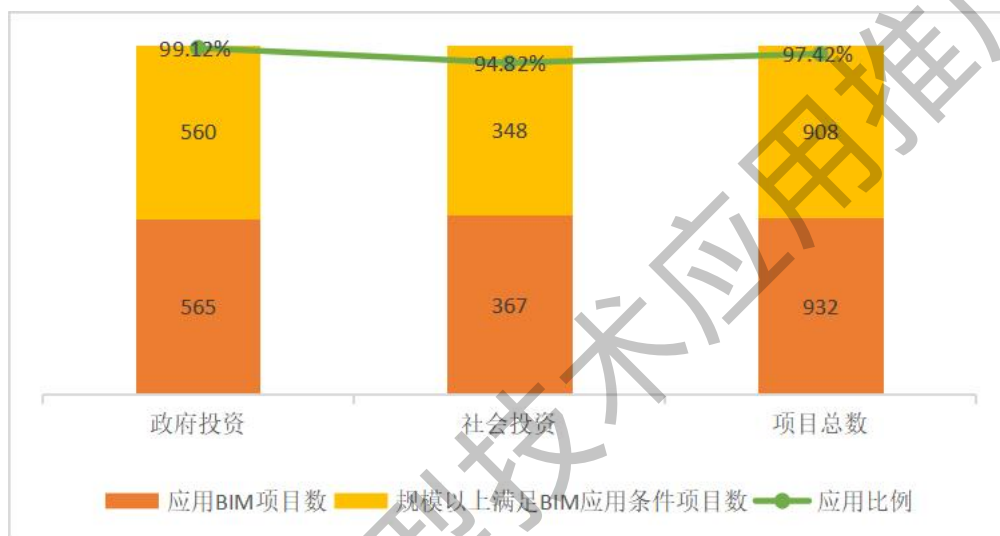


图 2.2.1-2 BIM 技术应用项目投资性质分布情况

如图2.2.1-3所示，在956个应用BIM技术的项目中，政府投资项目为617个，占比64.54%，投资总额约10696.63亿元；社会投资项目339个，占比35.46%，投资额约8533.27亿元；总投资额达19229.9亿元。



图 2.2.1-3 按投资性质分类的 BIM 应用项目分布情况

### 2.2.1.3 各建筑类型项目

本市BIM技术已广泛应用于各类型的建设项目中，针对规模以上符合BIM应用条件的932个项目进行统计，见表2.2.1-2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）786个，应用BIM技术的项目数为765个，应用占比97.33%；市政基础设施项目77个，应用BIM技术项目数为77个，应用占比100%；水务项目45个，应用BIM技术项目数为45个，应用占比100%；交通运输项目24个，应用BIM技术项目数为21个，应用占比87.50%。

表 2.2.1-2 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	交通运输项目
应用 BIM 项目数	765	77	45	21
达到 BIM 应用条件项目数	786	77	45	24
应用比例	97.33%	100%	100%	87.50%

同时如图2.2.1-4所示，在956个应用项目中，房屋建筑项目BIM技术应用项目数为782个，占比81.80%，其投资总额16325.49亿元，建筑面积达7203万平方米；市政基础设施项目应用BIM技术的项目数为87个，占比9.10%，总投资额为1506.47亿元；水务项目应用BIM技术的项目数为46个，占比4.81%，投资总额347.10亿元；交通运输项目BIM技术应用项目数为22个，占比2.30%，投资总额991.84亿元；其他项目BIM技术应用项目数为19个，占比1.99%，投资总额59.00亿元。

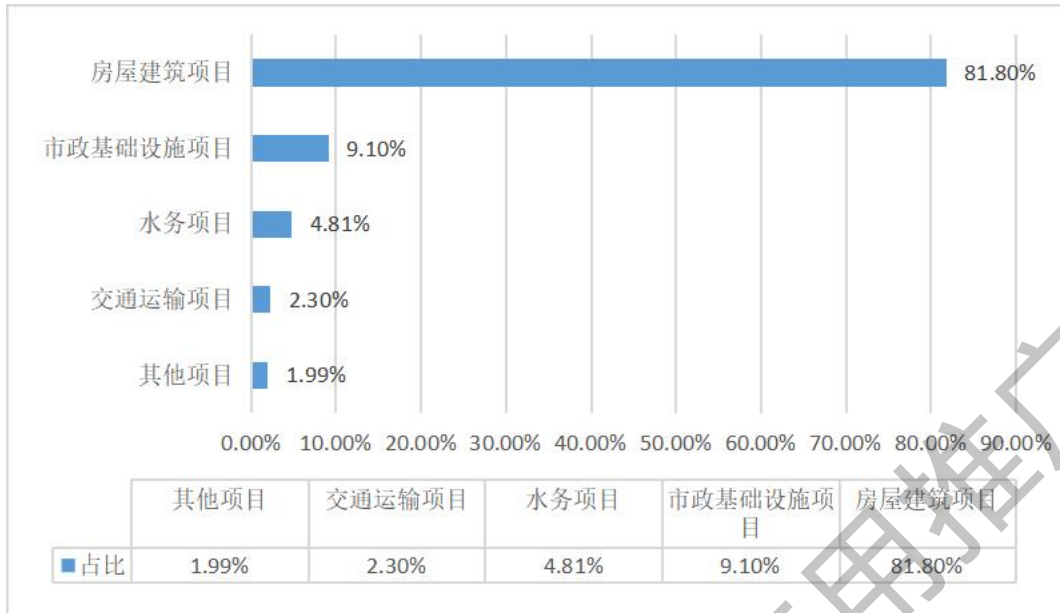


图 2.2.1-4 不同类型项目应用 BIM 技术情况

#### 2.2.1.4 各工程建设阶段

在956个应用BIM技术的项目中，应用BIM技术在设计阶段的有956个，应用BIM技术在设计、施工阶段的有939个，设计、施工、运营阶段均应用BIM技术的有133个，如图2.2.1-5所示。

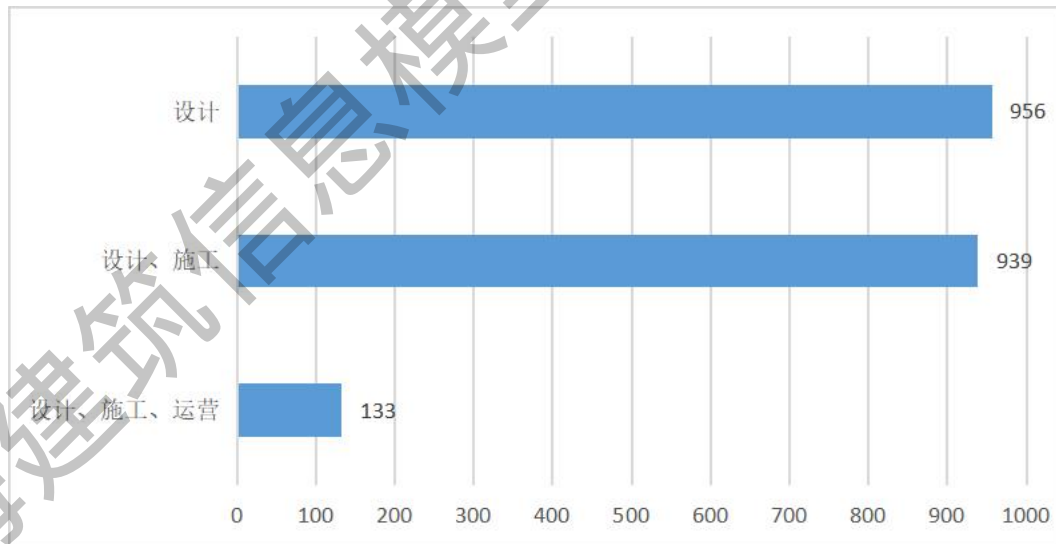


图 2.2.1-5 BIM 各工程建设阶段分布情况

#### 2.2.1.5 2021年度与2020年BIM技术应用情况对比

如图 2.2.1-6 所示，2020 年本市新增报建项目 2026 个，规模以上项目数为 839

个，满足 BIM 技术应用条件项目数为 775 个，满足 BIM 应用条件数且应用 BIM 技术项目数为 737 个，占比 95.10%。

2021 年度本市新增报建项目 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%。

2021 年新增报建项目数量相较于 2020 年增长 16.6%，应用 BIM 技术的项目数量和项目总投资额同步提升，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也相对提高。

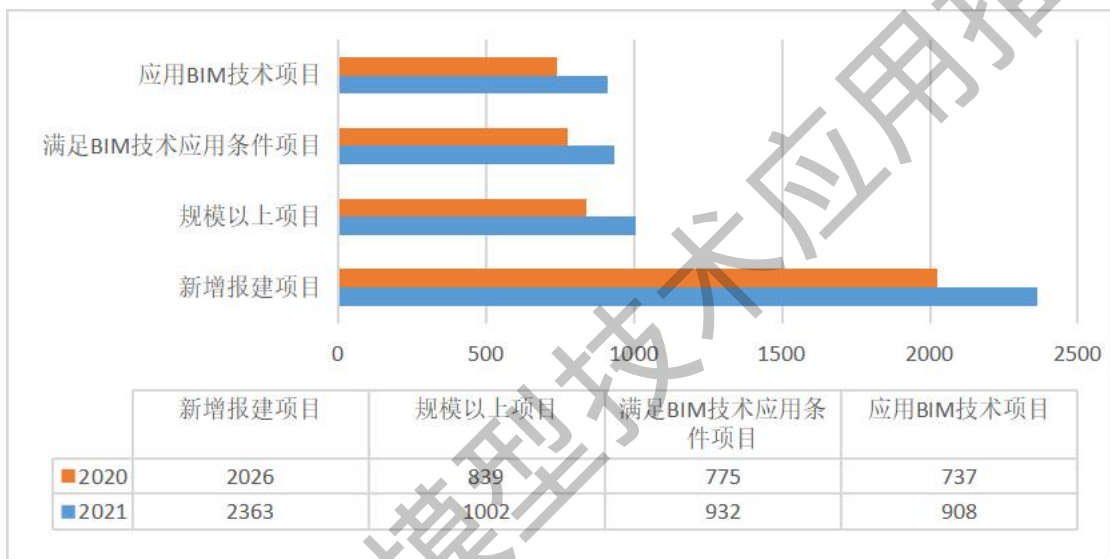


图 2.2.1-6 2021 年与 2020 年 BIM 技术应用情况对比

### 2.2.2 BIM应用阶段

为全面了解本市2021年各BIM技术应用项目实际应用情况，上海BIM推广中心依据《上海市建筑信息模型技术应用指南》（2017）中的38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）及本市“申请施工许可证阶段项目的BIM技术应用情况”数据进行了分析，结果如图2.2.2-1所示。

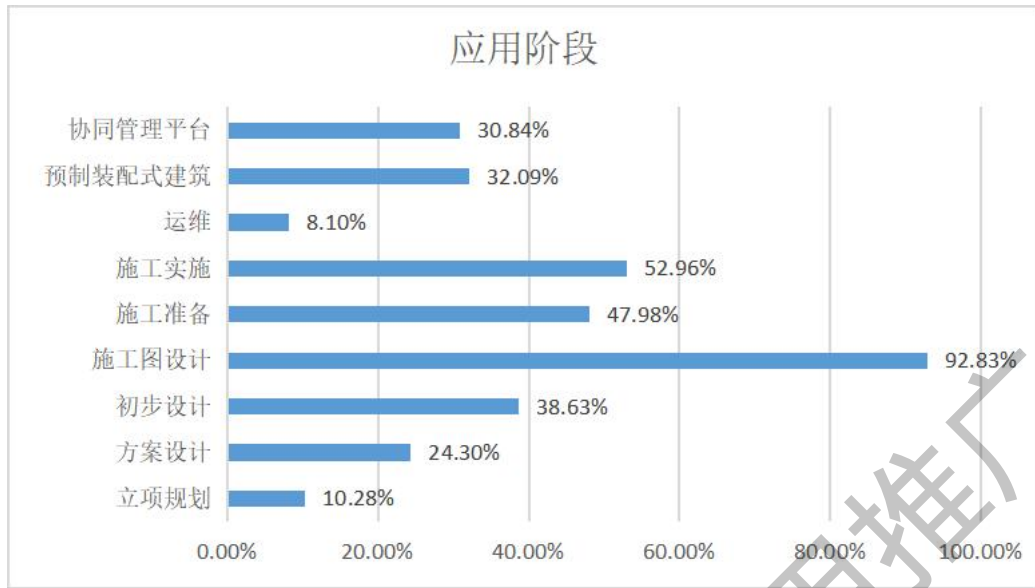


图 2.2.2-1 BIM 技术应用阶段

其中，预制装配式建筑 BIM 应用情况如图 2.2.2-2 所示，BIM 技术应用于预制构件碰撞检测的项目约占 77%，预制构件深化设计约占 63%，BIM 技术在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。

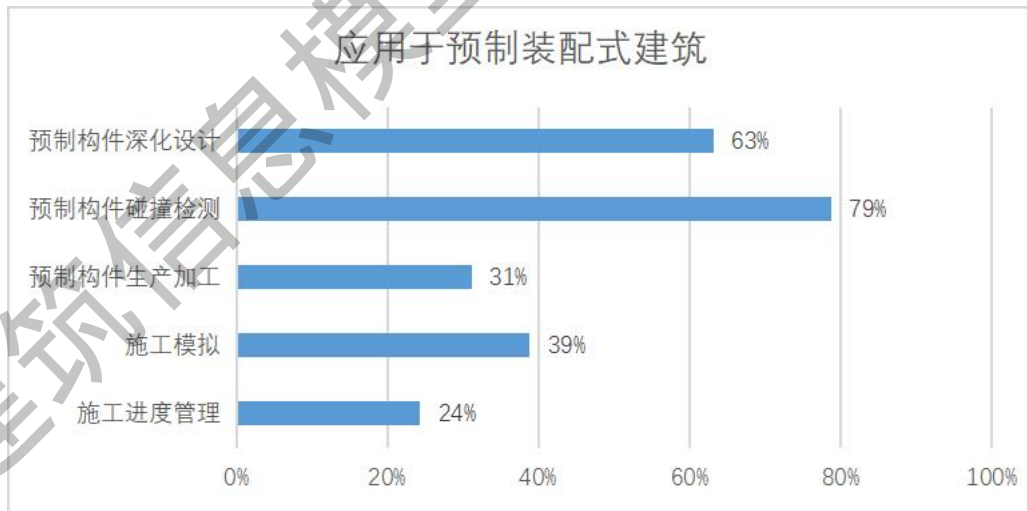


图 2.2.2-2 预制装配式建筑 BIM 技术应用情况

### 2.2.3 BIM应用软件

近年来，由于国内建筑企业长期采用国外平台产品，大型国产BIM软件的自主研发一度处于空白状态。而BIM是建筑业数字化转型的基础核心技术，拥有BIM技术“中国芯”，解决“卡脖子”问题更是提升建筑软件国际竞争力的重要因素，是推动建筑业数字化转型的核心引擎，是保障国家建筑信息安全的关键手段。因此，国家大力支持本土“BIM芯”的自主开发，住建部、国资委等分别下发了工业互联网创新发展工程任务。进行大型BIM设计施工软件的研发工作，解决单体软件标准不一致、协同性差，复用性差，研发使用成本高的问题，同时探索BIM软件与CIM平台集成应用创新的平台建设、产业生态和应用推广机制，形成可复制可推广的经验，为新型智慧城市的建设提供基础技术支撑，保障国家信息安全。

在此背景下，上海市各企业在国产软件平台的自主研发上取得了一定的成果。

#### 2.2.3.1 国产BIM软件、平台类型

目前，从上海市本土BIM软件、平台生产商的产品来看，国产BIM技术软件、平台生态产品和服务一般包括：工程项目从设计、施工再到运维的全生命周期运营管理的BIM设计系列软件、BIM施工系列软件、BIM运维系列软件、BIM成本造价产品、BIM级及CIM级集成应用管理平台等。

##### 1、BIM设计类软件

主要包含BIM建筑设计、BIM暖通设计、BIM电气设计、BIM给排水设计等设计专业软件，解决各类BIM模型创建的问题。

##### 2、BIM施工类软件

主要包含BIM施工组织模拟、BIM可视化交底、BIM质量管理、BIM安全管理等多维度多方位的BIM施工过程管理软件。

##### 3、BIM协同管理平台

出现了面向不同建筑业态、不同建造阶段、不同专业类型的各类型BIM集成平台。如设计协同平台、公共建筑智慧建造及工业互联网运维平台、医疗智慧运维平台、装配式一体化智慧生产体系等。



#### 4、CIM级数据平台

作为智慧城市运营可靠数据的支撑来源，将多元异构数据大集成，从城市规划阶段的合理性分析和方案比选，到项目建设过程中的管控，最终形成涵盖物理世界所有资料信息的运维数据平台，涵盖智慧社区、智慧园区等的集成应用。

#### 2.2.3.2 国产BIM软件、平台发展特点

近年来，国内BIM软件、平台取得了一定的发展。

##### 1、BIM图形引擎的自主研发

虽然我国本土自主研发的BIM图形引擎还与国外存在较大的差距，但随着国内BIM的发展，BIM图形引擎的自主研发也成了各大软件公司关注的热点，上海市许多优秀的企业、科研机构均自主研发了三维图形引擎，如BIM FACE、Every BIM、黑洞引擎等。国产BIM三维图形引擎在渲染、数据支持、数据解析等功能上各有侧重点。

##### 2、BIM设计施工软件的自主研发

我国进行自主研发的BIM软件与国外相比，主要针对的方面是施工的建造阶段，但在BIM建模软件的国产化上，设计领域涉猎较早。PKPM软件可用于建筑、结构、设备及节能设计；理正系列软件，用于设备设计、结构分析等；斯维尔系列软件，涵盖了建筑、结构、节能设计以及工程量统计等功能。

2021年，国产BIM设计施工软件的研发有了一定的进展，以设计方、施工方、高校为主的联合体单位共同研究的大型BIM设计软件取得初步成果。该基于具有完全自主知识产权的国产三维图形平台，面向建筑、公路、铁路等重点领域需求，开发BIM专业应用软件和集成应用系统。涵盖建筑、结构、暖通、给排水、电气和路桥隧等BIM设计专业软件，包含施工进度模拟、施工组织模拟、可视化交底、质量安全管理、成本管理、物料管理、碰撞检查和竣工模型交付等BIM施工专业软件，开发维护计划、资产管理、灾害应急模拟和空间管理等BIM运营专业软件。

##### 3、基于云的BIM协同平台

国内的BIM协同平台发展迅速，使用成熟，涉及面广。除一些优秀软件厂商研发的适合国情的BIM协同平台之外，许多设计、施工单位都积极自主研发了适合企业自

身情况的BIM协同管理平台，由于契合企业管理特点，这类平台的应用覆盖率往往很高。而在设计单位，基于云的BIM协同设计平台也诸多见市。基于云的设计协同平台，可以实现设计人员在网页端的实时协同设计，大幅提升设计效率。

### 2.2.3.3 国产BIM软件、平台存在的问题

虽然近些年国产BIM软件取得了一定发展，但我国自主研发的大型BIM设计施工软件发展仍存在以下问题：

#### 1、开发基础薄弱。

由于我国统一的数据标准和软件标准薄弱，底层开发语言、BIM软件产品均出自国外。国外在图像引擎领域研究又早，并有成熟的专业科研机构，技术基础深厚。因此，国产软件开发底层核心基础薄弱。

#### 2、产品标准化较低。

国内自主开发三维图形引擎产品各自为战，标准化程度不高，在探索BIM软件与CIM平台集成应用创新的平台建设上，多有障碍和限制。

### 2.2.3.4 发展前景

从技术发展来看，趋向功能模块化国产BIM设计施工软件。当前多数大型BIM设计施工软件采用集成化的设计架构，一个软件具有多个功能模块，对应解决设计施工流程中的多种问题。但对于建筑产业链中的多数企业来说，业务场景和软件功能需求较为单一，集成化的软件模式会导致企业采购成本居高不下。随着大数据、云计算及人工智能技术的普及，微服务架构、多用户模式的企业管理系统组件化开发方法愈发成为未来国产BIM设计施工软件发展趋势。基于微服务架构多用户模式的企业管理系统的开发方式将建筑企业管理按照业务领域和组织维度进行切分，在保持数据一致性的前提下，将原本庞大的一体化系统去中心化，将集成的BIM软件进行功能解耦，面向业务及用户，形成多个能独立提供一定业务解决能力的小微系统，在开发或部署阶段都可以独立进行，开发和运行效率大幅度提高，能满足互联网趋势下敏捷、精益、持续交付的要求，大为减少软件研发及升级成本。

从产业发展来看，国产BIM设计施工软件市场需求将持续增大。与二维CAD市场相比，目前BIM应用水平处于初中级阶段，BIM软件市场推广与普及率有限。因此，可以预见，随着各个国家BIM政策的不断落实以及BIM技术的创新发展，整个BIM行业普及率会有大幅度提高，届时，设计施工单位的每个项目都将采用BIM技术，BIM软件需求大大增加。

## 2.3 BIM建设运维一体化管理体系

### 2.3.1 EPC管理模式

#### 2.3.1.1 背景解读

2016年，住建部发布《关于进一步推进工程总承包发展的若干意见》，明确提出“推广工程总承包”，并且强调“政府投资项目和装配式建筑应当积极采用工程总承包模式”，鼓励建设单位优先采用工程总承包建设模式。

2017年国务院办公厅发布《关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发〔2017〕19号），关于市场模式改革，再次明确鼓励设计施工总承包模式。

“EPC”工程总承包是指工程总承包企业按照合同约定，承担工程项目的设计、采购、施工、试运行服务等工作，并对承包工程的质量、安全、工期、造价全面负责。是当前国际通行的工程建设项目组织实施方式，也是当前我国建筑工程行业积极推广的一种承包模式。其基本出发点是借鉴工业生产组织的经验，实现建设生产过程组织集成化，以克服由于设计与施工地分离致使投资增加，以及克服由于设计和施工的不协调而影响建设进度等弊病。经过多年的发展，目前，设计施工总承包模式在我国工业项目以及部分铁道、交通、水利项目中推行较为顺利。相比较而言公共投资的城市房屋建筑和市政基础设施项目则推行较慢。

#### 2.3.1.2 EPC管理模式下BIM的作用及特点

建设项目工程总承包的主要意义并不在于总价包干和“交钥匙”，其核心是通过设计与施工过程的组织集成，促进设计与施工的紧密结合，以达到为项目建设增值的目的。

的。同传统的施工总承包模式相比，EPC模式具有降低建造成本、缩短建设周期，充分提高建造品质、优化资源配置、减少业主组织协调量的显著优势。

### **1、EPC优势：**

(1) 强调和充分发挥设计在整个工程建设过程中的主导作用。对设计在整个工程建设过程中的主导作用的强调和发挥，有利于工程项目建设整体方案的不断优化。

(2) 有效克服设计、采购、施工相互制约和相互脱节的矛盾，有利于设计、采购、施工各阶段工作的合理衔接，有效地实现建设项目的进度、成本和质量控制符合建设工程承包合同约定，确保获得较好的投资效益。

(3) 建设工程质量责任主体明确，有利于追究工程质量责任和确定工程质量责任的承担人。

对于中国建筑业而言，推行EPC模式必将成为建筑企业实现“降本增效”和“转型升级”的重要一步。

### **2、BIM与EPC融合应用：**

而BIM作为数字化、智能化的核心基础及有效技术手段之一，具有建筑的参数化设计和建造过程海量信息产生和存储的特点，可以针对性弥补EPC模式存在的不足：

#### **(1) 设计阶段BIM与EPC模式的融合作用**

EPC管理模式打破了传统的设计模式中，专业各自设计、沟通不足，设计精度不足，专业间的设计冲突多的问题。以二维CAD图纸为主的设计成果未实现参数化设计，与业主沟通不够直观。更不能将精准的设计信息传递到采购和施工阶段，导致设计单位对项目的采购和施工阶段缺少掌控。

EPC总承包管理模式，从设计阶段就可对项目进行参数化的设计，以BIM模型和平台作为各方沟通载体，对围绕模型产生的各种信息进行协同处理，解决传统施工方式中设计、施工之间的信息断层问题，提升项目整体效率。

#### **(2) 物资采购阶段BIM与EPC模式的融合作用**

传统设计方式中设计成果不包含精准的项目设备、材料等信息，需要由第三方基于传统的二维CAD图纸进行算量，由于理解偏差，不能实现采购的精准控制。

由于BIM模型是工程信息的核心载体，包含项目详细的设备、材料等信息，基于BIM模型可实现精准算量，可将采购提前至融入设计，协同进行，可提供高精度的采购信息数据，还可将采购信息与施工进度相关联，合理安排物资采购计划，最终实现

物资的动态采购、运输、存储和跟踪，提高资金的使用效率。

### （3）生产阶段BIM与EPC模式的融合作用

工厂生产环节是构件由设计信息变成实体的阶段。基于EPC模式下的标准化构件生产，将BIM设计信息直接导入工厂中央控制系统，转化成生产数据信息，实现标准化构件自动生产。可见，在EPC工程总承包模式下，以BIM模型为载体，通过设计信息和工厂生产信息的集成与共享，实现项目进度、施工方案、质量、安全等方面的数字化、精细化和可视化管理。减少浪费，实现了产业化生产，提高了项目管理效率。

### （4）施工阶段BIM与EPC模式的融合作用

传统项目管理中施工阶段的质量、进度、成本及安全目标管理信息不共享、不协同，容易造成实际施工质量与设计要求偏差大的问题。在施工过程中，对外界因素造成的进度变化也较难及时调整，不能对进度进行有效的动态控制，会直接影响到物资的采购和施工人员的调配计划，造成施工成本的增加，影响项目整体目标的实现。

在EPC管理模式，结合BIM技术，实现可视化技术交底，减少施工误差，利用基于BIM的施工模拟，验证施工的可行性，将事后控制变成事前解决，确保施工质量。利用BIM协同管理平台，将进度计划、物资采购、商务成本等与模型关联，通过对施工实际数据与计划数据的对比分析，实现管理目标的动态控制和协同管理，打通信息传递链条，解决传统管理模式下由于各阶段信息传递不畅带来的一系列问题。

BIM应用于EPC项目管理能有效地预防在建筑项目各个环节所出现的信息共享问题，能有效增强EPC项目团队的协同管理能力，实现建筑项目的数字化、智能化建造。

目前，BIM技术在EPC项目设计阶段的应用模式，目前主要还是以常规的通过碰撞检查、管线综合、净高分析，进行优化设计为主，也有利用BIM技术进行正向设计的探索。在此阶段EPC承包商应用BIM核查设计图纸问题、提高设计质量的主动性及积极性及对设计模型质量的要求明显高于常规设计、施工分离的模式。EPC总承包更重视设计阶段模型质量与设计优化来减少后期设计变更，提升设计品质。进而更多的减少施工阶段的返工、拆改，提高整体施工的质量与进度质量。成为EPC模式体现降低建造成本、缩短建设周期，充分提高建造品质、优化资源配置、减少业主组织协调量方面优势的落脚点之一。

EPC项目管理模式给BIM技术提供了发展的平台，BIM技术的应用一直在不断促进

和影响着传统的项目管理方式的变革。BIM技术协同和集成的理念与EPC项目的特点高度匹配，EPC项目是开展BIM应用的优质平台，BIM技术也是总承包管理的先进工具，两者相辅相成、互相促进。EPC承包商承担了设计、采购、施工的全部责任，即称单一责任（Single Point Responsibility）。合同责任界面清晰、明确，避免了传统模式中设计、施工责任不清导致的扯皮。BIM技术应用使项目参与方更易于理解设计意图，更容易接受和理解工作任务，促使EPC项目协同工作更加便捷，使团队间的沟通更为方便，所有参与方工作任务划分更加合理。传统模式中设计、施工各阶段存在着由于实施主体的不同带来的模型传递的不畅、信息无法共享、模型应用割裂等问题。在EPC管理模式下，由于是一家承包商单一责任，全过程BIM应用可以有效避免上述问题，有利于实现真正意义上的“一模到底”。模型从设计到施工的无障碍传递也是施工阶段BIM应用的质量保障，更易于基于BIM一体化管理的实现，进一步促使施工过程的管理实现真正意义的信息化、精细化、数字化管理。

## 2.3.2 全过程BIM咨询

### 2.3.2.1 背景解读

2017年2月，《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发〔2017〕19号）中倡导“培育全过程工程咨询。鼓励投资咨询、勘察、设计、监理、招标代理、造价等企业采取联合经营、并购重组等方式发展全过程工程咨询，培育一批具有国际水平的全过程工程咨询企业。制订全过程工程咨询服务技术标准和合同范本。政府投资工程应带头推行全过程工程咨询，鼓励非政府投资工程委托全过程工程咨询服务。在民用建筑项目中，充分发挥建筑师的主导作用，鼓励提供全过程工程咨询服务”，在建筑工程全产业链中首次明确了“全过程工程咨询”这一理念，政府投资工程将带头推行全过程工程咨询，鼓励非政府投资项目和民用建筑项目积极参与。

2017年5月，住建部印发《住房城乡建设部关于开展全过程工程咨询试点工作的通知》（建市〔2017〕101号），选择北京、上海、江苏、浙江、福建、湖南、广东、四川8省（市）以及40家企业开展全过程工程咨询试点，试点期为两年，探索全过程工程咨询管理制度和组织模式，为全面开展全过程工程咨询积累经验。

2017年5月，住建部印发的《工程勘察设计行业“十三五”规划》中提出要“培育

全过程工程咨询，鼓励投资咨询、勘察、设计、监理、招标代理、造价等企业采取联合经营、并购重组等方式发展全过程工程咨询，培育一批具有国际水平的全过程工程咨询企业。”并针对不同规模和实力的勘察设计企业转型提供全过程工程咨询服务给出了方向和建议，促进大型企业向工程公司或工程顾问咨询公司发展；中小型企业向具有较强专业技术优势的专业公司发展；鼓励有条件的企业以设计和研发为基础，以自身专利及专有技术为优势，拓展装备制造、设备成套、项目运营维护等相关业务，逐步形成工程项目全生命周期的一体化服务体系。

2019年3月15日，国家住房和城乡建设部和国家发展和改革委员会联合印发《关于推进全过程工程咨询服务发展的指导意见》，意见提出：全过程咨询服务中承担工程勘察、设计、监理或造价咨询业务的负责人，应具有法律法规规定的相应执业资格并具有类似工程经验。全过程咨询服务单位应根据项目管理需要，配备具有相应执业能力的专业技术人员和管理人员。咨询单位要高度重视全过程工程咨询项目负责人及相关专业人才的培养，加强技术、经济、管理及法律等方面的理论知识培训，培养一批符合全过程工程咨询服务需求的复合型人才，为开展全过程工程咨询业务提供人才支撑。

2020年8月28日，住房和城乡建设部、教育部、科学技术部、工业和信息化部等九部门联合印发《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》，意见提出：要发展全过程工程咨询，大力发展以市场需求为导向、满足委托方多样化需求的全过程工程咨询服务，培育具备勘察、设计、监理、招标代理、造价等业务能力的全过程工程咨询企业。

### **2.3.2.2 特点与作用**

全过程工程咨询服务是指对建设项目全生命周期提供组织、管理、经济和技术等各有关方面的工程咨询服务。全过程工程咨询服务是一种创新咨询服务组织实施方式，大力发展以市场需求为导向、满足委托方多样化需求的新型咨询服务模式。

全咨询服务的实施不是简单地把服务内容相加，而是要进行高度整合，而BIM技术的应用可以为建设项目全咨询中业务流程众多、信息传递效率低等问题提供有效的解决方法和工具，化解了信息不对称带来的工程成本增加难题，实现建设项目全生命周期信息的有效整合。

项目全过程BIM咨询服务，即工程建设方（业主、代建方）直接委托一家第三方独立BIM咨询单位（顾问），承担整个建设项目在设计、施工、运维全过程中的总体策划、组织、协调、监督、指导职能，并全面管理各参与方BIM实施工作。其核心是以业主需求为出发点，结合项目特色，策划并管理项目全过程全参与方的BIM实施工作，提升项目整体效益。通过在项目全寿命期的BIM全面应用，可实现信息共享，工作协同，内部共享信息透明化，对生产经营活动进行统一化、集约化管理，从而降低信息传递与沟通成本，提高工作质量与效率。

与传统BIM咨询相比，全过程BIM咨询具有以下特点：

#### （1）重视全过程应用策划

相较传统BIM咨询服务以根据设计图纸建模为主要咨询服务内容，全过程BIM咨询以满足业主管理目标为出发点，以终为始，分析为实现最终管理目标而需要在项目各阶段、各管理板块实施的BIM技术服务内容，定义BIM应用点、应用流程、建模深度、交付标准等，贯穿项目生命期。

#### （2）涵盖项目全生命周期

传统BIM咨询服务往往以服务项目某一个特点阶段为工作周期，其中以设计阶段建模、施工阶段各单项应用为最普遍的服务方式。全过程BIM咨询在统一BIM应用标准的框架下，从方案设计到竣工验收移交，乃至运营维护阶段，涵盖全生命周期。

#### （3）全员参与

传统BIM咨询服务以设计阶段建模、施工阶段各单项应用为主要服务内容，通常由一家BIM咨询单位独立完成建模、点式应用，与项目其他参加各方基本无互动、协作程度低。全过程BIM咨询通过制定项目BIM应用规则，包括定义BIM应用点、应用流程、建模深度、交付标准等，将各个项目参加单位融合在一个应用规则下开展工作，实现信息的及时获取、参建方间信息的流转和交互、辅助业主决策。

通过采用全过程BIM咨询方式，可实现精细化管理，避免空心化；可让具有管理经验的复合型人才参与项目全过程协调；通过管理手段将BIM技术应用真正落地。



## 2.3.3 建筑师负责制

### 2.3.3.1 背景解读

#### 1、背景概述

2015年底，中央城市工作会议印发《中共中央国务院关于进一步加强对城市规划建设管理工作的若干意见》明确提出：进一步明确建筑师的权利和责任，提高建筑师地位。2016年3月，住建部正式批复浦东设立建筑业综合改革示范区，浦东开始全面开展建筑业改革。2016年11月浦东建交委发布《关于浦东新区推进建设项目建筑师负责制试点工作的实施意见》意见中指出建筑师负责制改革试点与建筑信息模型（BIM）技术应用相结合，加快完善浦东新区建设项目综合监管平台建设。

2019年9月国务院办公厅转发《住房城乡建设部关于完善质量保障体系提升建筑工程品质指导意见的通知》，在民用建筑工程领域推行建筑师负责，并赋予建筑师两项重大权利。2021年1月北京市规划和自然资源委员会印发《北京市建筑师负责制试点指导意见》在民用建筑和低风险工业建筑项目中推行建筑师负责制，充分发挥建筑师的专业优势和技术主导作用，传承和发展优秀建筑文化，鼓励设计创新，加快工程建设领域与国际接轨的步伐。

#### 2、定义

建筑师负责制，是指在工程项目领域，以担任项目设计主持人或设计总负责人的执行总建筑师/总工程师为核心的执行建筑师团队，依托所在设计企业为实施主体，依据合同约定的阶段、工作范围，负责开展从项目前期研究、投资决策、规划、勘察设计、招标、施工到质保与运维的全过程或部分阶段提供全生命周期的咨询、设计、管理、代建等服务，最终将符合建设单位要求的建筑产品或服务成果交付给建设单位的一种工作模式。

建筑师负责制中的建筑师，是以具有专业基础理论知识、专业执业技能与实践，能够承担项目设计主持人或设计总负责人职责，具有社会公共利益维护者的诚信和责任感的执行总建筑师或执行总工程师为核心的执行建筑师团队，可包含结构和机电等所有主体专业，也可包含有参与工程建设的各类专业技术团队。

### 3、具体内容

建筑师负责制是以建筑师为责任主体，受建设单位委托，在工程建设中，从建筑设计到工程竣工甚至工程运营维护阶段的全过程，包括但不限于参与规划、提出策划、完成设计、监管施工、指导运维、延续更新、辅助拆除等多个方面，即建筑师负责的“交钥匙工程”。建筑师在工程中的角色从传统的设计师变成了工程总负责人，标准工作内容涵盖：项目设计、施工管理和质保跟踪三大方面。责任建筑师在整个团队中负有主导、协调、监督的责任，按照规定，需由国家一级注册建筑师担任。

在项目设计阶段相当于设计总包，总负责工程所需的所有设计，领导、组织、管理和协调工程所需所有专业设计，各专业设计师或单位对建筑师负责，建筑师对建设单位负责。

在施工阶段除了提供设计变更和补充外，建筑师还必须继续负责施工招投标、管理施工合同、监督现场施工、主持工程验收等工作。

在运营阶段建筑师需要跟踪工程的质量，监督承包商、产品供应商和制造商的售后服务；查找质量缺陷及其原因，监督工程修补和整改，追溯施工质量责任，最大限度地完善工程成果；审批工程质量保证金的结算；质保期满时，对整个工程作出最终的总结，圆满结束工程设计和运营。

#### 2.3.3.2 在建筑师负责制下的BIM应用主要特点

**1、建筑师团队应熟练掌握BIM技术，深度应用BIM技术，力求开展基于BIM模型的一站式协同工作**

1) 建筑师个人素质能力要求增加

建筑师个人能力素质除领导能力、整合能力、技术能力、管理能力、协调能力、沟通能力外，还应具备BIM技术的深度应用能力。

2) 建筑师职责范围延展

建筑师除了投资及规划阶段、设计阶段、招标阶段、施工阶段、运维及后评估阶段对文档、图纸等二维工程成果的管控外，还应增加对建筑信息模型的管控要求，管理内容应增加基于建筑信息模型的组织管理、成本管理、计划及进度管理、质量管理、合同管理、招标及采购管理等内容。

3) 建筑师管理手段迭代更新

因为行业数字化转型的迫切需求，建筑师在项目全生命周期中对各参与方提交的阶段性成果的进行管理，从繁琐的各种介质的人工管理转移到项目协同管理平台进行统一的数字化归口管理，有利于后期数字化移交，数字归档的需求，并为CIM平台的搭建打下坚实基础。

#### 4) 与BIM审批流程的对接要求

建筑师应考虑与政府部门BIM审批流程的对接需求，对设计和施工阶段项目各参与方提出阶段性成果的BIM交付要求，并体现在相应的招标文件及合同文件中。

### 2、通过BIM技术实现建筑师负责制下的全过程管控到精准落地

1) BIM技术的全阶段应用。通过建筑师负责制的模式将BIM技术出从设计阶段向施工阶段，甚至是运维阶段的进行延伸。建筑师视角的数据模型包含信息更全面更关注要点，建筑师协同物业管理人员在基于BIM技术的运维平台可以通过直观的方式检测建筑物设备的状况，实现物业管理的智能化和高效化。

2) BIM技术的多角度应用。经由建筑师诉求的延伸BIM概念有了更新的审视与理解，从单一技术发展逐渐演变为“技术+”的模式，这也是我国建筑业应用BIM的一个重大突破。

3) BIM技术的集成化。在建筑师负责制框架下BIM从单一专业、独领域，向多专业、跨领域迈进。早期BIM多在机电或者管线等复杂专业应用，随着对其不断的发展，BIM已可以对建筑工程全生命周期中各个专业、各个领域进行全面的应用，这也符合了BIM概念的特性。

4) BIM技术应用的协同化。通过建立基于BIM的协同平台，把各专业、各领域的信息纳入平台之中，让项目参与各方不受限时间与地点，共享项目信息和进行协同作业，进行建模和整合，解决不同工种界面复杂缺乏标准与整合程序的问题。建筑师结合BIM的应用程度及全流程诉求还可以将平台扩展端口，结合全新的信息技术，例如云端、物联网、VR、射频技术等，通过搭建互联网，把信息技术与BIM相结合，形成BIM+，通过与互联网的整合，可以把BIM模型中海量的数据上传至云端随时随地进行调取，运用物联网及射频技术还可以对构件、设备、物料进行跟踪，提高项目及后期运维的效率。

5) BIM技术应用的普及化。随着我国对于BIM技术在建筑领域应用的不断深入，再加之技术上逐渐成熟。建筑师负责制可以推进BIM技术进一步向常规项目应用发

展。尤其一些中小型项目以及基础设施领域的项目。

## 2.3.4 IPD管理模式

### 2.3.4.1 背景解读

IPD是一种将人、各系统、商业架构和实践活动集成为一种流程的项目交付模式（美国建筑师协会(AIA)IPD指导手册定义），在这种方式下，项目参与各方能够在项目全生命周期内，包括设计、制造、施工等阶段，充分利用自身的技能与知识，通过合作使得项目期间的工作效率提升，为业主创造价值，减少浪费，获得最优的项目结果。

IPD模式的典型特征包括：项目参与方在全生命周期的协作与配合，多方合同关系，风险和利益共享，由项目团队合作进行项目决策，重要参与方提早介入项目，一定的信息技术工具使用基础等，它的中心目标是要改变传统项目实施方法（如DBB、DB模式）各参与方处于对立地位的缺陷。

IPD模式的创新主要体现在以下几个方面：

- 1、业主、设计及施工团队共同对项目最优价值负责；
- 2、有利于价值创新的激励方式；
- 3、在传统分割成本结构中寻找集成优化解；
- 4、突破传统的质量进度瓶颈。

### 2.3.4.2 IPD管理模式中BIM技术的应用价值

BIM技术为IPD项目管理模式提供技术上的支持，使IPD项目管理模式实现价值最大化。同时IPD模式也使BIM的应用不再局限于建筑工程建设的局部环节，促进了BIM技术的发展和應用。具体体现在以下几个方面：

#### 1、协同完成IPD设计施工任务

IPD项目管理最大的优势是协同管理，这为BIM技术的实施提供了良好的平台。在IPD项目中，借助BIM技术的辅助，使得各参与方在设计阶段就介入项目，交流合作，实现超越传统意义的协同工作。通过可视化的BIM技术进行前期模拟、碰撞检测，使

原本在施工现场才能发现的问题尽早在设计阶段就得到解决，以达到降低成本、缩短工期、减少错误和浪费的目的。

同时，项目的业主、咨询方、施工方基于BIM模型和模拟进行信息沟通和交流，实现项目的虚拟建造。在项目开始时提前确定BIM模型的建造者和建造时间，设计方和施工方都采用统一版本的BIM软件，设计方把设计好的模型传递给施工方。设计进行过程中，施工方的虚拟设计师同步进行协调，当设计进行到施工阶段时，施工方和设计方的设计师转移到施工现场进行协调管理。

## **2、进行IPD项目的成本和进度控制**

IPD项目管理的设计和施工同步这一优势，有利于项目的成本和进度控制。首先，从设计方考虑，BIM技术的应用能够实现多单位多工种的设计，设计的碰撞冲突检查很大程度上缩短了工期，减少了资源浪费，节约了成本。比如，在上海迪士尼项目的2000m<sup>2</sup>的人防工程中，设计阶段检测出247个碰撞点，节约工期约45天。其次，从施工方角度，基于设计方提供的BIM模型，提前进行施工计划和施工方案的分析模拟，充分利用空间和资源消除冲突，进而得到最优施工计划和施工方案；可以进行4D模拟，从而更好地控制项目的进度，节省工期。BIM的5D模拟，可以对项目的造价进行控制。最后，从业主方来说，根据BIM模型，在可行性研究阶段，业主对整个工程的质量、工期和造价都有一个大概的把握，在可行性研究阶段就能够对项目进行招投标，大大节省了工期。

## **3、对IPD项目进行运营和维护**

IPD项目管理模式往往应用于工程较大、项目较复杂和建设周期较长的项目中，项目完成后的运营和维护对业主或物业公司来说都是复杂的。BIM技术通过工程档案数字化管理和空间管理能够辅助业主对项目进行物业管理和设备管理。比如，可以通过BIM模型查询到一个门的材质、大小、生产商和生产日期。

## **4、促进IPD组织文化的形成**

首先，BIM促使IPD团队协同工作更加便捷，使团队间的沟通更为方便，促进了团队之间的交流；其次，由于BIM可以将目标定义与实际情况结合得更紧密，使得项目参与方更容易接受和理解工作任务，从而使参与方工作任务划分更加合理；最后，因为BIM技术提供的详细信息，使各个参与方的权责更加明晰，这也间接地增加了各个参与方之间的信任，相互之间的法律纠纷也大大减少。

## 2.3.5 BIM区域管理体系

### 2.3.5.1 背景解读

2021年7月，上海市城市管理精细化工作推进领导小组制定了《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）。《计划》指出，目前上海BIM技术已进入全面应用阶段，政策标准体系和市场环境已初步建立，企业和人员的应用能力得到了较大提升，经济和社会效益也逐步显现。然而，观念意识、管理模式、市场机制、支撑体系等因素依然是BIM技术面临的制约阻碍，BIM技术仍以辅助性应用为主，如何另其成为贯穿工程建设领域的基础性应用技术，发挥出最大的经济和社会效益，促进与智慧城市的建设融合仍是当前瓶颈问题。

### 2.3.5.2 重点区域调研情况总体分析

2021年8月3日及13日，受上海市住房和城乡建设管理委员会委托，上海BIM技术应用推广中心分批次开展了浦东新区、徐汇、虹口区域全覆盖推进BIM技术应用专题走访调研，调研整体情况如下：

#### 1、浦东新区

为落实上海市的有关文件精神 and 市、区两级领导的工作要求，2016年8月，新区发文成立BIM技术应用推广联席会议，联席会议办公室设在区建交委。新区通过联席会议工作机制优势，大力推进浦东新区BIM技术应用工作。2016年12月5日联席会议办公室印发了《浦东新区建筑信息模型技术应用推广行动方案》，明确了“十三五”期间新区推进BIM技术的指导思想、发展目标和基本原则，为浦东新区BIM技术的推广应用提供了纲领性的指导意见。当前，为了进一步落实上海市印发《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》，浦东新区亮点做法如下：

##### （1）率先建立高标准BIM技术应用体系

浦东新区将打造以BIM技术为核心的高标准数字化建设工程，计划编制《建设工程数字化BIM技术应用标准（总则）》《BIM智能化审查交付标准（住宅类2021版）》《BIM智能化审查数据标准（2021版）》力求达到标准的规范化、深度化、个性化等特

点，以及可实施性、示范引领性等目标。

#### （2）高度重视智能化审查工作

提出“用管图纸的思路，管BIM模型”这一理念。浦东率先启动BIM审查试点工作，首先将以单一的住宅项目作为试点，在试点成功后再进行推广，旨在克服技术瓶颈，发挥开路先锋、示范引领和突破攻坚的作用，做好领头雁，打造国内BIM技术应用高地，促进建筑业数字化转型升级。

#### （3）设置BIM等级及评估制度

依托《上海市建筑信息模型应用指南（2017版）》及《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）》编制了适用于浦东新区辖区内、政府或企业投资类、BIM实施即将完成或已完成交付的项目BIM后评估制度，全面对已经完成的项目的BIM目标、执行过程、效益、作用和影响进行系统的、客观地分析和总结分析。

#### （4）合理利用BIM资源

新区有大量优质的BIM实施项目，其中陆家嘴、前滩这两个区域已被上海市选为CIM试点区域，未来将依托BIM、CIM技术搭建全区域数字底板，最终实现全生命周期的数字化精细管理。

## 2、徐汇区

为了进一步落实《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》及《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）》相关要求，2020年，11月徐汇区城市运行管理中心正式启用，初步构建了“一屏观天下、一网管全城、一云汇数据、一人通全岗”的“一网统管”城市治理体系，探索上海智慧政府建设及上海的城市数字治理新模式。当前，徐汇区立足智慧化，在推进BIM发展上思路如下：

（1）依托落地企业，区域内项目群重点建设，深化开展智慧水岸、智慧楼宇等一批智慧城区实施项目。滨江西岸金融城区域被上海市选为试点单位，以“三带”（带地下工程、带建筑方案、带绿色建筑标准）、“四统一”（统一规划、统一设计、统一施工、统一运营）的整体开发模式，搭建应用适配的平台和实验场，促进人工智能新产品、新技术在西岸先行先试、推广应用，进一步探索项目建设运行与区域管理融合的新模式。

(2) 明确数据要求，“按需出发”确定模型精度。徐汇积极响应了《三年行动计划》中“用运维管理需求指导设计建造”这一重点工作任务，结合了区域优势与发展经验，提出了“按需出发”的新思路，以后端运维需求指导设计前期，全过程BIM应用。并在设计初始阶段，根据该区编制的《基于数字化交付的BIM-IBMS系统设计指引》文件明确数据采集要求，为后续BIM与IBMS结合搭建物业管理智能化体系建设、数字化交付做铺垫，从而真正的走进“需求方”，确保BIM的应用推广落地化。

### 3、虹口区

根据《2020年虹口区建筑信息模型（BIM）技术应用调研报告》显示，2020年虹口区内BIM技术应用水平已基本跨过浅层次应用。应用BIM技术的项目覆盖面广，但项目应用深度，水平不同，另外，应用主要集中在设计和施工阶段，BIM第三方咨询单位是BIM技术的主要实施主体。目前，虹口区正处于跨阶段融合应用及全生命周期应用模式探索研究阶段，该区域在推进BIM发展上思路如下：

(1) 搭建场景，开展关于BIM-CIM一体化管理平台开发。以虹口北外滩项目为例，建立技术应用全覆盖，建立虹口区“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，力求BIM各阶段应用点及应用场景落地，建立有效的数字资产，为将来纳入CIM平台和一网统管平台BIM数据信息的统一标准做铺垫。

(2) 提出智慧工地解决方案。从用户层、应用层、数据层和感受层全方位规划提供基于BIM是施工现场管理的整体解决方案，并建立项目跟踪管理流程，优化行业管理环境。

#### 2.3.5.3 重点区域共性与需求分析

当前，数字化转型作为上海“十四五”经济社会发展主攻方向之一，城市数字化转型更是事关上海全局和长远发展的重大战略，而建筑业作为国民经济的重要支柱产业之一，受到了上海市、区政府管理部门的重视。目前，从区级到市级，都在进一步完善“建筑产业顶层设计”，积极探索适合自身发展的数字化转型路线。

调研发现，浦东、徐汇、虹口三个区域的工作重点虽各有侧重，但与“智能化审查”、“数据信息管理”、“CIM场景应用”、“建筑工程数字资产交付”等“数字化转型应



用”息息相关，都在进一步深化BIM技术在建筑运维与智慧城市管理方面的应用，助力完善城市数字底座。然而，通过对三个区域BIM应用项目的调研和分析，关于BIM技术应用推进主要存在以下问题：

#### **1、BIM技术费用出处仍不明确**

在政府投资项目中，BIM技术应用的科目缺少列支，使得报价无据可依。另外，各区项目在应用时，缺乏统一的计价标准，导致BIM技术应用市场存在低价中标、无序竞争、招投标应用条款混乱等现象。这些问题使得BIM技术无法真正发挥其有效价值，BIM技术环境遇到管理瓶颈，不利于BIM技术的正常发展与推广。

#### **2、项目BIM技术应用经济效益评价体系需进一步完善**

以虹口区举例，在区域重点项目调研中发现项目关于BIM技术应用的经济效益的评估测算上缺乏标准体系。BIM技术的应用投资与回报是一个复杂的系统性工程，企业缺少整体战略、目标及企业范围的数字化应用技术路线图；企业高层没有对数字化转型达成共识，对BIM的价值错误认识，对自身数字化所处的阶段缺乏清晰的认知，是影响BIM应用主观能动性的因素之一。科学评价机制的建立对凝聚共识、规范行业引导将起到支撑作用。

#### **3、数字化相关政策环境仍待健全**

随着BIM技术的深入应用，基于BIM的智能审查和监管系统作为目前探索应用的方向之一，其安全性、法律性层面上的权责，需要更完善的BIM技术应用基础规则体系来规范指引。

#### **4、BIM到CIM城市底座安全适用性的问题**

随着数字化应用的不断深入，CIM对于实现超大城市建筑物精细化管理具有重要意义。在各区探索智慧城市建设的道路上，需要利用新一代信息技术将城市各项基础设施系统串联起来，并充分利用各种监测手段来采集、分析、利用、管理及优化城市数据。其中，CIM底座的安全性、法律性及责任主体尚未明确，涉及信息安全、核心技术标准体系不健全是各区推进时的主要困难所在。

### **2.3.5.4 思考与总结**

目前，从区级到市级，都在进一步完善“建筑产业顶层设计”，积极探索适合自身发展的数字化转型路线，建立数字建筑生态体系，深入推动上海城市数字化转型。调

研了解到，上海市建筑行业数字化发展尚处于起步阶段，投资、设计、施工、监理、运营维修保养等各单元之间的数字鸿沟问题及产业“碎片化”与“系统性”的矛盾依然十分突出，缺乏一个涵盖项目规划、设计、施工、运营和维护的集成平台。通过调研，发现工程项目各参与方利益冲突、资源还不能完全共享等问题仍然存在，很难达到各方的协调一致。各区在数字化方面的相关推进上仍处于较为保守的状态，缺乏完善的系统性文件指引。因此，在“数字化变革”上，建筑业有较大的发展和提升空间。

BIM技术是建筑业数字化转型的有力支撑，为保障BIM技术的可持续发展、加快BIM技术与城市建设和管理各个领域的融合、助力完善城市数字底座、深化示范场景应用、赋能重点产业升级，未来，政府部门还需进一步制定鼓励政策、引导多方资本参与，探索BIM技术示范推广、应用评级体系搭建、优秀项目表彰等工作，持续推广优质数字化智能化建筑项目，不断强化城市核心功能，全面提升城市软实力。

## 第三章 上海市BIM技术应用发展情况

### 3.1 重点领域BIM技术应用情况

#### 3.1.1 重大工程BIM应用

##### 3.1.1.1 轨道交通

###### 1、总体情况

近几年来，上海轨道交通飞速发展，不断完善其线网形态，缓解城市交通压力，有效改善城市人口多、交通拥堵的问题。截至2021年12月，上海轨道交通运营线路总长达936.03km，其中地铁线路795.63km，市域快轨线路56.00km，现代有轨电车线路49.00km，磁浮交通29.10km，自导向轨道系统6.30km。2021年新增投入运营线路3条，共计101.83km，分别是15号线41.73km，14号线38.5km，18号线一期北段21.6km。在建线路7条，分别是2号线西延伸、13号线西延伸（下文简称“13西”）、17号线西延伸（下文简称“17西”）、18号线二期、崇明线、嘉闵线以及机场联络线，总长约180km。

在国家和上海市政策影响下，上海轨道交通企业将BIM技术应用纳入企业的整体规划，完善其BIM技术应用顶层设计，编制企业BIM应用管理制度，修编企业BIM应用标准体系，设置企业级BIM技术应用推进管理组织，为后续线路提供良好的BIM技术应用环境。上海某大型地铁集团在持续推进轨道交通BIM应用的基础上，结合建设管理的业务需求，逐步完善轨道交通BIM应用标准体系（包括技术标准、管理标准）和基于BIM的建设管理平台，实现从项目决策阶段、工程实施阶段、验收移交阶段包括方案设计、设计协同、进度控制、工程量校验、风险管控、现场质量安全管理、投资控制、验收移交等管理功能。在实现BIM竣工移交的前提下，结合运营管理、设施设备维护保障的具体业务需求、业务流程开展基于BIM的运营、设施设备维护保障管理平台开发和应用。逐步实现基于BIM的轨道交通全生命周期管理模式。加强基于BIM平台的智慧设计与施工的信息交互能力，以及基于BIM平台的车站运营、设施设备维护和乘客服务应用。

上海轨道交通BIM技术已进入全面推广、深入应用阶段，所有在建线路均开展全

过程BIM技术应用。从2012年至今，合计BIM应用里程数已达到约471km，并于2019年完成5号线南延伸、浦江线、17号线全线数字化交付，2020年完成10号线二期、18号线一期南段全线数字化交付，2021年完成15号线全线数字化交付。

## 2、应用特色

结合上海轨道交通业务需求和BIM应用经验，完善企业BIM技术应用路线，充分发挥设计单位、施工单位、运维单位的专业性，形成与轨道交通工程特点相适应的技术路线，保障项目级BIM应用落地实施，如图3.1.1-1所示。

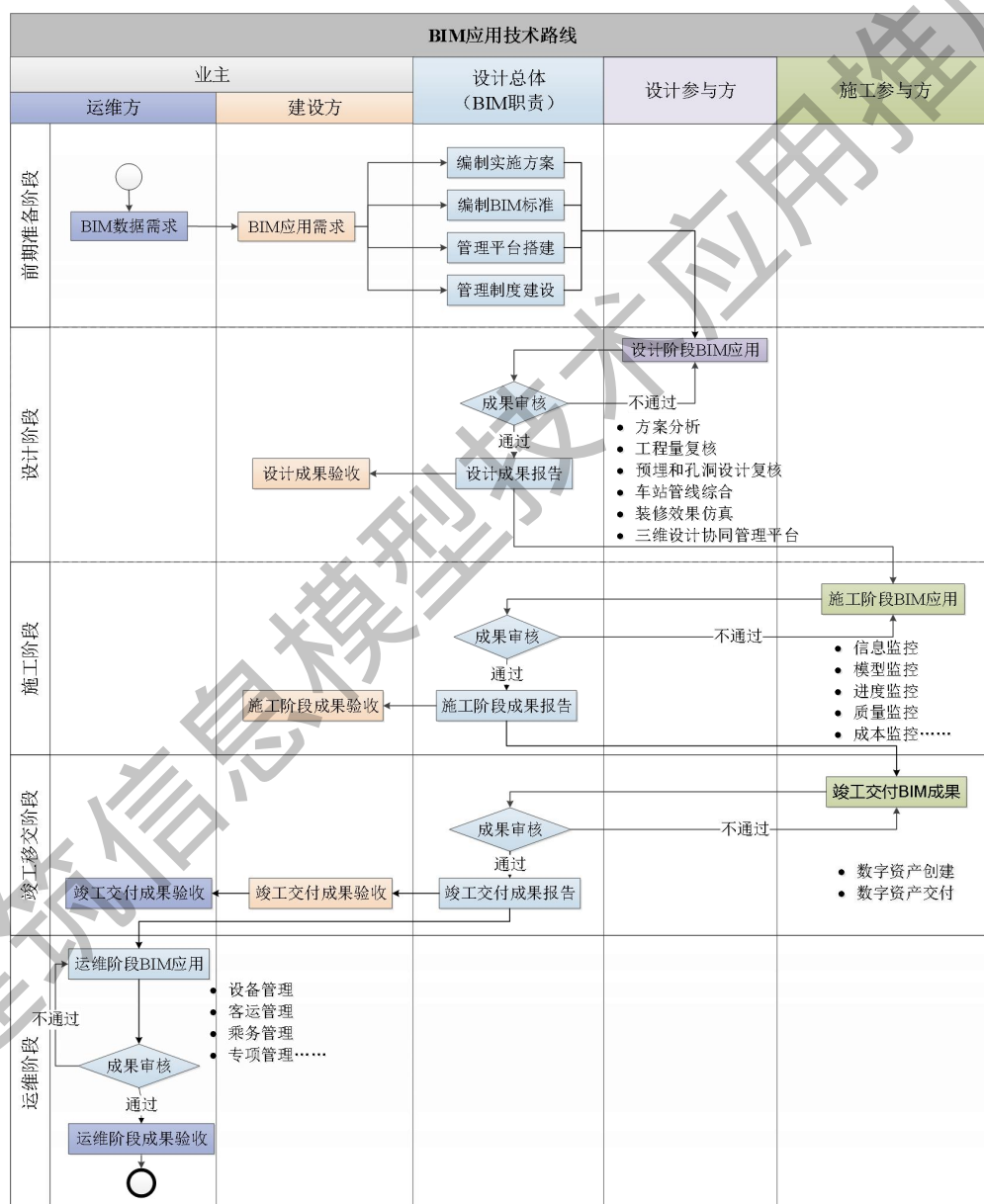


图3.1.1-1 BIM应用技术路线

经过多年的探索与实践，上海轨道交通已形成一套完整的BIM应用体系和实施制度，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、运维全生命周期。通过BIM技术将设计、施工和运维数据结合在一起，实现信息共享，使各方更紧密的合作顺畅衔接并共同服务于项目。

2021年，结合轨道交通的行业特点以及BIM应用实施组织方式、应用模式和需求，上海轨道交通侧重研究BIM技术的深度应用以及与轨道交通行业相适应的管理模式，并在研究过程中发现BIM技术不断显现出更深层次的价值。

### (1) 设计阶段

在设计阶段，根据修编的BIM应用标准，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，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，实现轨道交通精细化设计。

在设计阶段开展BIM技术应用情况如图3.1.1-2所示。

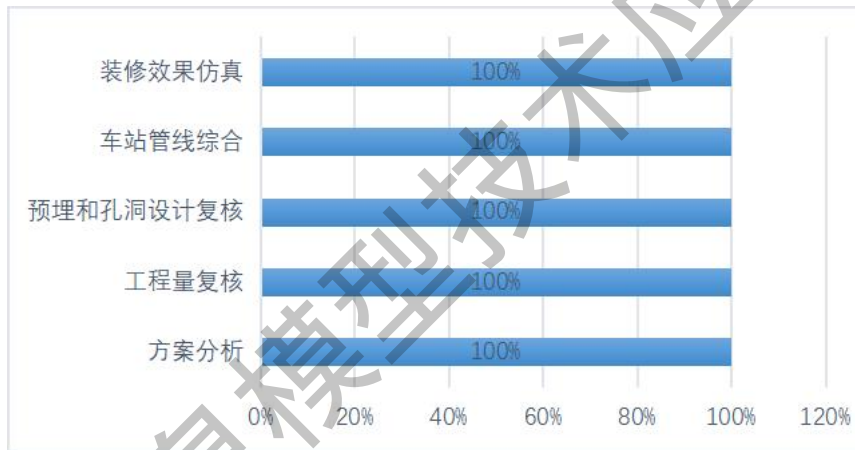


图3.1.1-2 设计阶段BIM应用情况

2021年度在轨道交通设计阶段重点深入开展了车站三维正向设计、工程量复核，并将BIM设计协同管理平台推广到全线应用。

基于内部科研课题及试点应用成果总结，以13西诸光路站、21号线六陈路站、23号线沪金高速站为试点，重点深入开展了建筑、结构、环控、给排水、动照专业三维正向设计研究。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，如图

图3.1.1-3 所示。

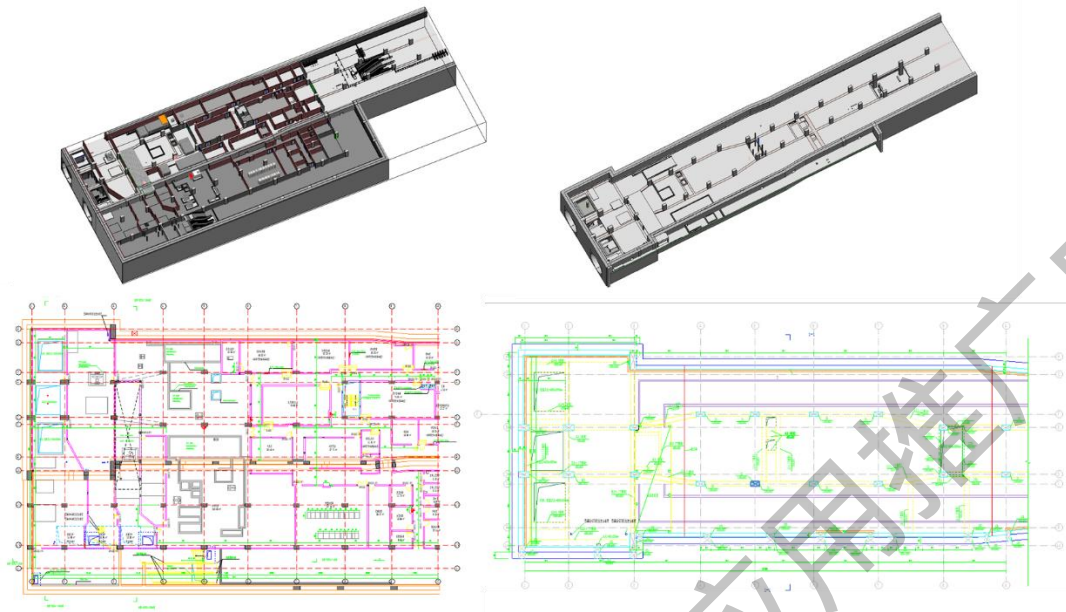


图3.1.1-3 建筑、结构设计及出图示例

13西、21、23号线全线开展工程量复核应用，打破原BIM咨询单位工作模式，由设计单位按照满足《GB 50861-2013 城市轨道交通工程工程量计算规范》的建模技术要求创建施工图模型，投资监理单位基于施工图模型自动生成工程量，如图3.1.1-4所示，与传统算法形成的工程量进行复核对比，检查差异项，提高工程算量准确性，辅助算量工作；已开展工程量复核应用，BIM工程量已达到算量要求，其工程量对比精度均在3%以内。

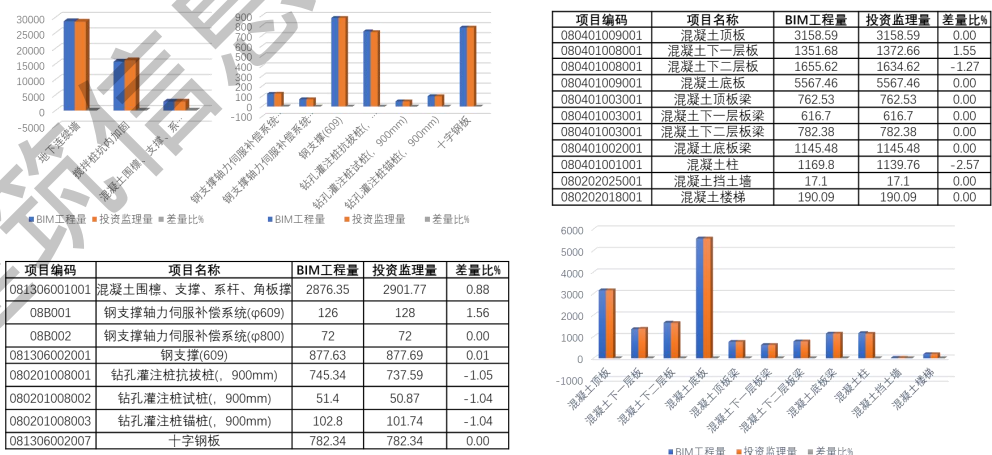


图3.1.1-4 工程量复核示例

13西、21、23号线全线使用BIM设计协同管理平台进行设计协同、设计进度控制如图3.1.1-5所示。该平台支持设计资料互提资、设计校审、版本控制、消息推送等功

能，实现了基于互联网和地铁云的跨地域、跨单位、跨专业的多设计院三维协同设计，在云上建立集中统一的模型数据管理中心，实现了各专业模型自动轻量化集成，同时可在线对三维模型进行局部放大、测量、漫游、剖切、批注等操作，极大提升了模型的在线审核效率、分发效率、共享效率。

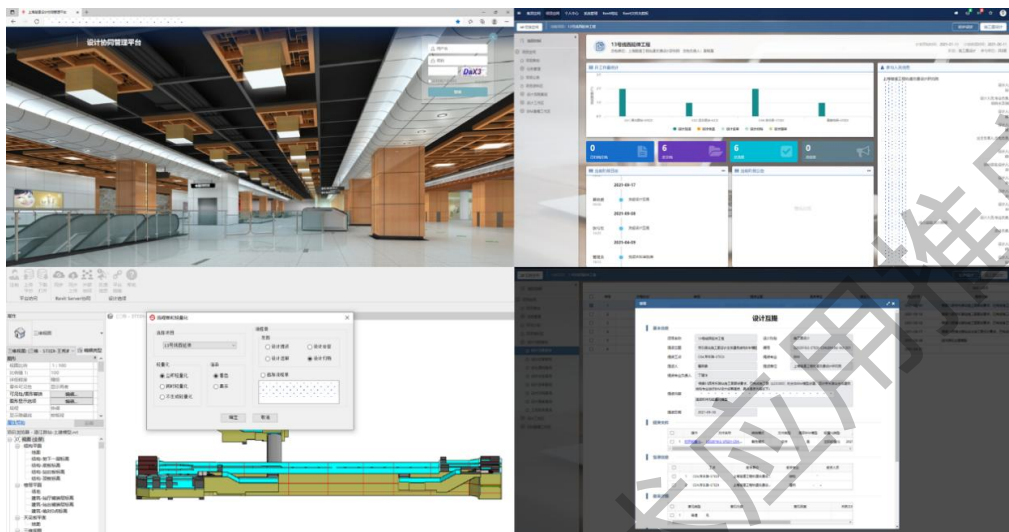


图3.1.1-5 BIM设计协同管理平台功能示例

## (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点，将BIM技术应用延伸到项目管理层面，依托建设可视化协同管理平台结合项目标准化管理流程和职责，实现在进度、成本、质量、安全管理过程中的精细化、可视化管控，提高项目管理效率。

2021年度，17西使用建设可视化协同管理平台开展施工阶段项目管理，为项目公司、设计单位、施工单位、监理单位提供集成化、标准化、智能化管理工具。建设可视化协同管理平台覆盖9大功能类别，包含18个功能模块、67个功能项，如图3.1.1-6所示：



图3.1.1-6 建设可视化协同管理平台功能模块

建设可视化协同管理平台的功能特色包括：

① 城市级大场景GIS模型展示

基于城市级GIS地图展示轨道交通项目位置、施工进度信息、预警信息，并在地图上用不同颜色可视化展示轨交各工点的施工状态，如图3.1.1-7所示；通过扯旗展示轨交建设概况，阶段与进度简报等内容。

此外还能在GIS地图上展示轨道交通全生命周期信息，包括：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。



图3.1.1-7 大场景GIS模型示例



### ② 可视化精细管控和协同管理

平台支持基于BIM模型的建设可视化精细管理如图3.1.1-8所示，模型经过深化处理后用于施工筹划、成本管控、质量验收各类应用，集成各类建设数据，包括进度计划、现场问题、材料定额、安全文明施工等。通过平台搭建的可视化协同环境，以模型为基础整合建设期的进度、质量、安全等各类数据，实现可视化进度管理、风险管理、成本管理，提高建设期的管理水平和质量。

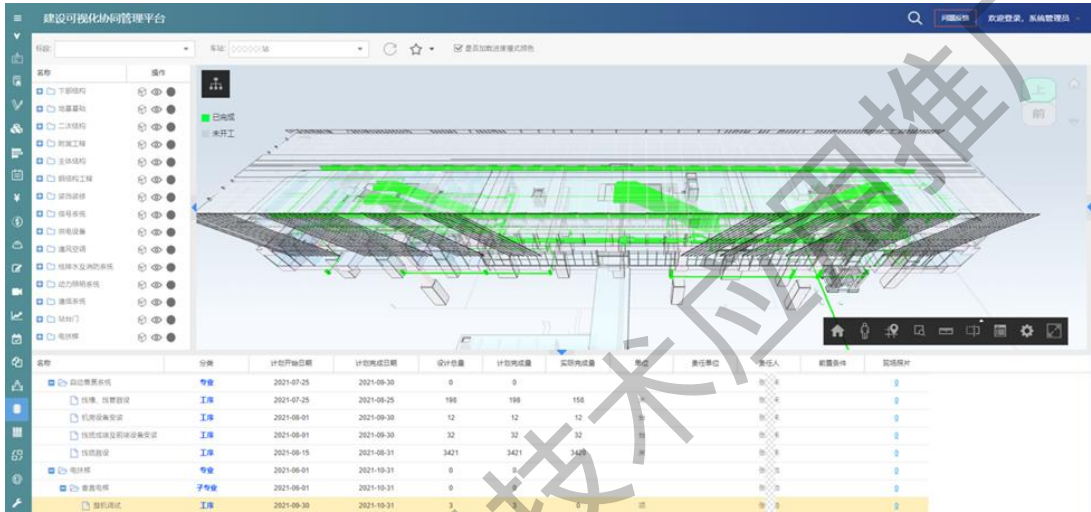


图3.1.1-8 车站机电安装进度可视化展示

### ③ 基于BIM的构件级进度管理

如图3.1.1-9所示，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，实现精确到构件级的项目进度管理，提高整个项目进度管理的精细度和控制力度。



图3.1.1-9 模型构件与工程筹划绑定项目进度

#### ④ 基于BIM的投资管控

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，动态反映支付、成本和已完成工程量的关系，实时分析项目的盈利预期，避免超付；通过BIM与造价之间的联动，在发生变更需要进行决策时，可快速地做出精确的经济性比较，如图3.1.1-10所示。



图3.1.1-10 项目投资完成情况分析图

#### ⑤ 基于BIM的远程监测数据集成

通过BIM模型数据与监测数据联动，可视化展示监测数据与变化趋势，解决监测数据庞大、复杂、无法有效管理的问题，实现的施工状态的实时监测、统计、预测，特别是对基坑的海量、多维、动态变化数据的监测，通过统计分析对基坑监测数据的报表输出、自动预警，以提高监测效率，降低项目风险，如图3.1.1-11所示。



图3.1.1-11 BIM模型与监测点分布、监测数值集成展示

### (3) 竣工移交阶段

在竣工移交阶段，上海轨道交通首次打通全生命期数据链，完成线路级全专业数字资产移交。该阶段由项目公司牵头，设计、施工、运维单位全程参与，其中运营、维保单位在移交工作启动前已参与数字资产移交技术要求及管理方法的编制，以确保移交的数字资产满足后续运维需求。

2021年度，14号线、18号线一期北段先后进入竣工移交阶段，依托建设可视化协同管理平台进行设备供应商竣工资料线上采集移交，并通过资产清册与竣工模型关联为基于BIM的车站智能运维管理平台提供基础数据，最终形成数字资产完成移交。

#### ① 设备供应商竣工资料线上采集移交

如图3.1.1-12所示，设备供应商依托建设可视化协同管理平台设备资料管理功能模块提交相关机电设备模型、设备说明书等相关文档，监理单位对设备供应商提交的设备资料进行预览及审核，实现对设备模型的采购信息以及施工信息的在线补录和审核功能，完善设备全生命期履历。

设备供应商竣工资料线上采集移交将线下收集设备厂商族及相关资料的事项固化到平台，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的车站智能运维管理平台，为后期运维提供关键数据。



图3.1.1-12 设备资料管理功能

#### ② 资产清册与竣工模型关联

为确保移交的数字资产与资产管理内容相一致，为基于BIM的车站智能运维管理平台提供基础数据，在18号线一期南段初步落实各方权责形成与既有固资移交流程的

融合，并通过固资标签升级、增加与竣工模型绑定的二维码，将资产信息与完成现场一致性检查的竣工模型绑定，由模型导出资产清册，解决资产清册与现场实物清点难的问题，如图3.1.1-13所示。



图3.1.1-13 资产清册与竣工模型关联

#### (4) 运维阶段

运维阶段利用BIM技术整合并有序协调多参与方的资源、数据和业务流程，将运行期间各类数据（包括设施设备检测信息、当前养护状态、重点构件实时监控信息）与竣工模型集成于智能运维管理平台，通过三维可视化管理方式开展运维阶段各项BIM应用。

如图3.1.1-14所示，2021年度，基于BIM的车站智能运维管理平台在18号线一期北段、14号线全线车站完成初步实施工作，目前正处于系统试运行阶段，本年度实施车站数量46座，累计实施车站数量56座，覆盖地铁运营人员超1000人、委外维修单位人员约175人，为轨道交通车站运维管理提供精细化、可视化、智能化管理工具。



图3.1.1-14 运维阶段BIM应用情况

本年度基于BIM的车站智能运维管理平台进行了全面的功能升级，新增了2个功能

板块、3个功能模块、27个功能点，目前平台功能共计覆盖7大板块，11大功能模块，62个功能点，如图3.1.1-15。



图3.1.1-15 基于BIM的车站智能运维管理平台功能示例

基于BIM的车站智能运维管理平台的功能亮点包括：

① 设施设备管理：数字化驱动，全过程贯通，打造智能运维

基于车站竣工模型数据，建立数字底座，实现多源异构数据自动化集成，结合自定义模板、流程和标准化表单，实现运维场景可视化、工单流程无纸化、巡检工作线上化、维护计划精细化、设备运维动态化、物耗管理规范化和服务监管科学化，全面提升基于数字化模型的设施设备管理水平，以“数字孪生”的理念推动车站设施设备管理向数字化、智慧化方向发展。

② 客运管理：标准化管控，一站式服务，提升服务质量

基于三维可视化运维场景，结合定位系统进行人员管控及应急情况下的人员布岗，实现客运巡视、客流管理、任务派单等工作的标准化管理，分工到岗、执行到人，对内实现人员精准管理。平台聚合投诉信息、遗失物品信息、出行路径查询等运营信息，避免线上线下和系统之间的切换，面向乘客提供一站式服务，对外提升服务质量。

③ 乘务管理：列车监测和列控管理“双管齐下”，助力岗位转型

配合全自动运行场景，为多职能列控队员提供信息聚合终端，即时掌握列车运行监测信息和路网实时情况；同时，通过电子报单、出退勤登记等功能全面采集列车检车、列控登乘等信息，对列控队员进行有效的人员管理，助力岗位转型。

④ 专项管理：聚焦专项问题，解决重点痛点

根据运维管理需求，针对电梯、智慧厕所、能耗、应急预案、知识库等内容开发

了专项管理模块，通过数据贯穿汇聚电梯全生命周期履历信息自动形成“一梯一档”，结合物联网技术集成智慧厕所监测数据、车站用水量用电量等能耗数据，实现“一屏知全站”，解决重点痛点管理问题。

### 3、总结与展望

#### (1) BIM应用总结

设计阶段，通过优化的正向设计样板文件以及协同软件、导图插件等工具，实现机电三维正向设计向五大专业三维正向设计的转化，减少建筑、结构、环控、给排水、动照专业工程变更，提高工程可预见性；同时全线开展工程量复核应用，投资监理通过精细化的模型辅助算量，提高工程算量准确性；并使用BIM设计协同管理平台进行协同设计管理，保障设计总体和各设计工点院能够跨地域、跨单位、跨专业的多设计院三维协同设计，提升设计效率；但系统专业正向设计还处于研究阶段，还需将三维正向设计进一步融入设计流程。

施工阶段，从轨道交通工程的质量、成本、进度、安全等多个维度出发，依托建设可视化协同管理平台，实现施工现场的精细化高效管理；但精细化管理对BIM数据要求较高，目前大部分数据还处于人工校审，速度较慢，浪费人力，亟须研究自动化校审，达到快速、准确校审的目的。

运维阶段，将建设期形成的数字资产库与运维各系统进行数据对接，与运维各业务板块结合更加深入，提高设备设施运维管理水平，增强运营安全、应急处理和公共服务的能力，实现了轨道交通智慧车站从试点应用进一步推广到全线应用。但基于BIM的车站智能运维管理平台如何满足维保的精细化需求仍处于探索阶段，需要各方大力支持，实现智慧运维。

#### (2) BIM应用展望

##### ①建立高质量的轨道交通工程信息资源

后续新建线路BIM应用以形成高质量的轨道交通工程信息资源为核心，以运维需求为导向，结合已交付数字资产的轨道交通工程经验，从管理模式、实施主体、协同平台等多个方面着手，在过程中管控数字资产与现场的一致性，打造高质量、高集成、多维度的轨道交通工程信息资源。

##### ②实现数字资产管理

基于BIM技术形成的数字资产具有数据更丰富、更标准、更易集中管理的特点，

上海轨道交通已完成6条线路的数字化交付，为确保数字资产的有效管理，建设数据管理平台，保证数据存储、数据校验等工作的有效进行，实现对数据的有效管理和共享。同时注重信息安全管理，在信息访问权限控制、数据加密存储于传输、冗余备份等方面设置相应措施，确保数字资产的安全。

### ③实现基于BIM技术的全生命期数据共享和信息化管理

基于轨道交通工程项目的精细化、标准化管理需求，积极挖掘BIM技术在可视化表现、模拟、优化等方面的技术优势，以先进的管理理念和方法为指导，以信息化应用重塑项目管理流程，依托BIM技术建立各管理层级、各部门、全员实时参与、信息共享、相互协作的一体化业务管理平台，实现企业管理由传统的经验管理向科学管理、流程化管理的转变，有效增强轨道交通企业的核心业务管理能力。

## 3.1.1.2 公共建筑

### 1、总体情况

公共建筑具有广泛的社会性，在城市建筑中占有相当大的比重。随着社会生产方式和生产力的进步而发展，公共建筑的各种功能都变得更为细分和深化，但又常以组合式的综合体形式出现，应对现代人们多样化的文化娱乐需求。

从上海市规划资源局（市新城推进办）联合“五个新城”所在区政府（管委会）发布的新城公共建筑方案征集活动中可以看出，上海市公共建筑在更多地体现引领高品质生活未来之城的要素需求，提升新城精细化规划建设管理水平；在坚持精品意识，体现创新示范引领效应。而BIM技术作为提升精细化管理、体现创新示范引领效应的有效手段之一，在探索公共建筑的低碳、智慧、韧性的空间建设新模式上发挥着重要作用。

2021年，上海市新增报建公共建筑项目（含新建、改建、扩建项目）共计559个，其中使用BIM技术的项目为336个，占比60.1%，比往年上浮1.15%；336个项目中，设计阶段BIM技术应用项目为336个，占比60.1%，施工阶段BIM技术应用项目为334个，占比达59.7%，运维阶段BIM技术应用项目数为58个，占比10.4%，其中设计、施工、运维全过程应用BIM技术的项目占比为10.4%。公共建筑BIM技术应用规模情况如图3.1.1-16所示：

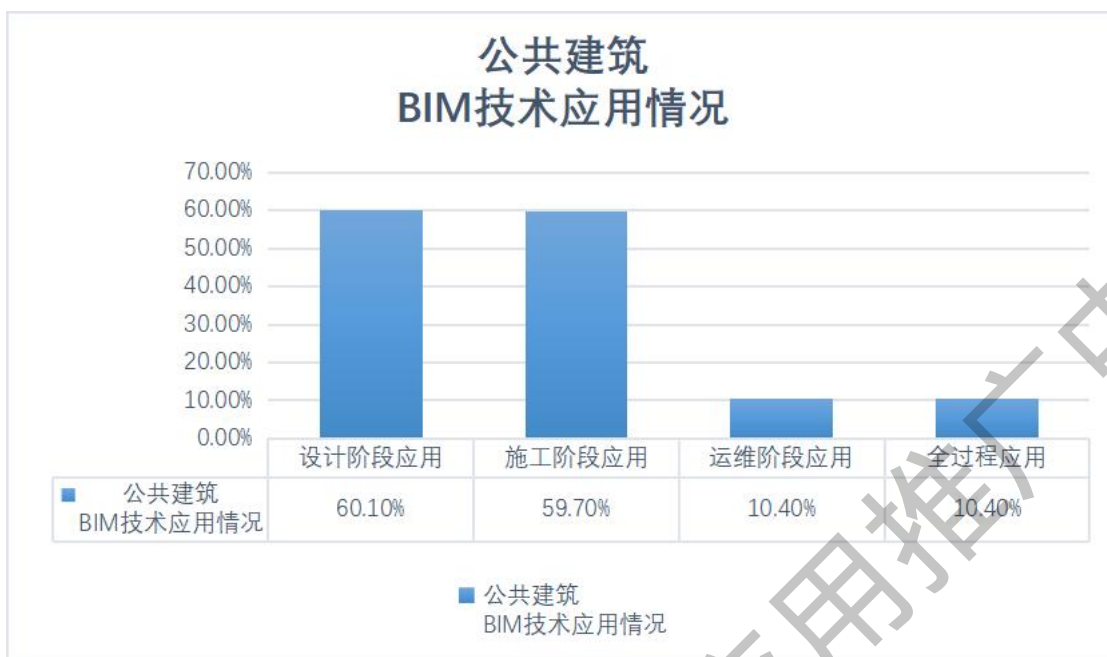


图3.1.1-16 上海市公共建筑BIM技术应用情况

综上所述，上海市公共建筑BIM技术应用在设计阶段、施工阶段应用较好，覆盖率较高，在运维阶段的应用还有待进一步深化，而上海市公共建筑在全生命周期BIM数字化设计、建造、运维的应用上体现更充分、完善。

## 2、应用特色

### (1) 设计阶段

公共建筑的设计阶段的BIM应用更具实用性和综合性，体现出以下应用特色：

#### ① 规划设计BIM分析多样化

在规划阶段中利用BIM技术对不同高程的利用、竖向空间及景观组织和地面排水及防洪等进行分析，辅助规划设计。同时，也可依据BIM技术进行视域分析，仿真论证，辅助选址方案决策等。

#### ② BIM工作协同更多元化、集成化

更多企业自主开发具有设计协同工作功能的智慧平台，实现多专业设计协同；同时更多的整合全专业BIM模型及GIS地形数据，针对室外综合管网、市政道路、轨道、房屋建筑、综合机电等进行多专业协同，碰撞分析，定期发布分析报告以提升设计阶段质量、效率。

目前在上海市某企业单位研发的公共建筑智慧建造与运维工业互联网平台中，使用工业互联网平台上部署的设计BIM模型自动转化算法，可自动完成设计模型解析、



图纸与模型一致性审核、构建分类、数据匹配等工作，减少80%的设计模型向施工应用转化的时间。

## (2) 施工阶段

公共建筑施工阶段的BIM技术应用，区别以往面向施工质量、安全、进度、技术的各类BIM施工深化、可视化等基础应用，在施工BIM模型与现场的融合应用上更突出。

### ① BIM施工定位

比如建立BIM模型辅助测量放线及安装定位。通过精确的BIM模型自动导出所有预埋件及支座挂件的空间三维坐标数据，用以施工定位。

### ② BIM地形数据可视化及挖填方分析

通过三维激光扫描收集原始地形点云数据生成地形模型，如图3.1.1-17所示，为设计提供精准的三维数据和等高线等分析数据。同时，定期收集地形数据，通过多阶段地形模型对比分析，为项目技术部和商务部提供各阶段精确的挖填方工程量。

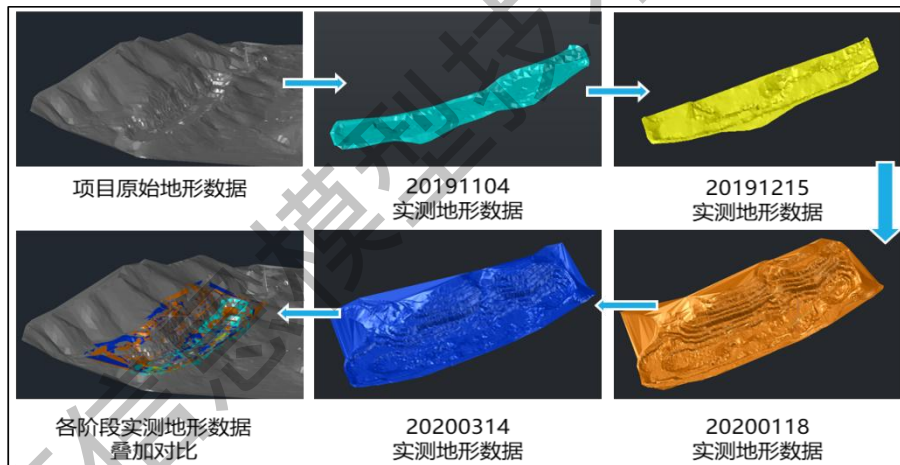


图3.1.1-17 某项目矿坑各阶段实测地形数据

### ③ 基于BIM的复杂地形塑造

针对建筑某些园林内部地形塑造有一定难度的问题。可利用BIM技术切分各园林红线内地形，拆分单体园林内的设计地形数据深化地形，根据景观图纸信息及现场实际地形调整单体园林内部地形塑造，满足设计需求。完成地形塑造后，将地形数据输出为三维可视化交底模型及等高线地形CAD图纸，用于现场地形塑造施工。

### ④ 现场与预制工厂协同化进度管理

基于BIM对幕墙、钢结构等部品化构件进行统一编码，并生成构件二维码身份

牌，根据加工、出厂、运输、进场、安装等环节分别设置对应状态，实现现场与预制工厂协同化进度管理。

### ⑤ 竣工交付

竣工交付阶段，基于公共建筑智慧平台，可在现场直观对照BIM模型和建筑实体进行三维可视化验收，完成了基于BIM的验收接管。同步实现竣工模型向运维模型的快速转化，为后续智慧运维奠定基础。

### (3) 运维阶段

公共建筑运维阶段BIM技术应用逐渐摆脱较为离散的应用状态。从单纯的BIM技术应用点，演进为基于BIM的运维管理平台及运营管理平台等，并且面向不同的建筑业态形成了丰富的更为专业的运维管理。在技术手段上，大数据和人工智能技术有所凸显，BIM模型更多的成为数据信息的核心基础存在。

#### 1) 基于BIM的运维管理平台

基于BIM+FM+IOT技术打造综合运维管理平台，提供了空间使用分析、环境与能耗分析、工单综合分析、设备类型与故障分析等各类统计交叉融合分析、为运维决策提供更准确的信息，如图3.1.1-18所示。

以BIM模型为载体对建筑全生命周期及设施设备全生命周期管理模式、FM资产管理模式，基于BIM成果深度集成建筑动态运维信息，实现跨系统数据整合，形成数字化资产，让资产管理更加灵活便捷，溯本求源，有据可依。

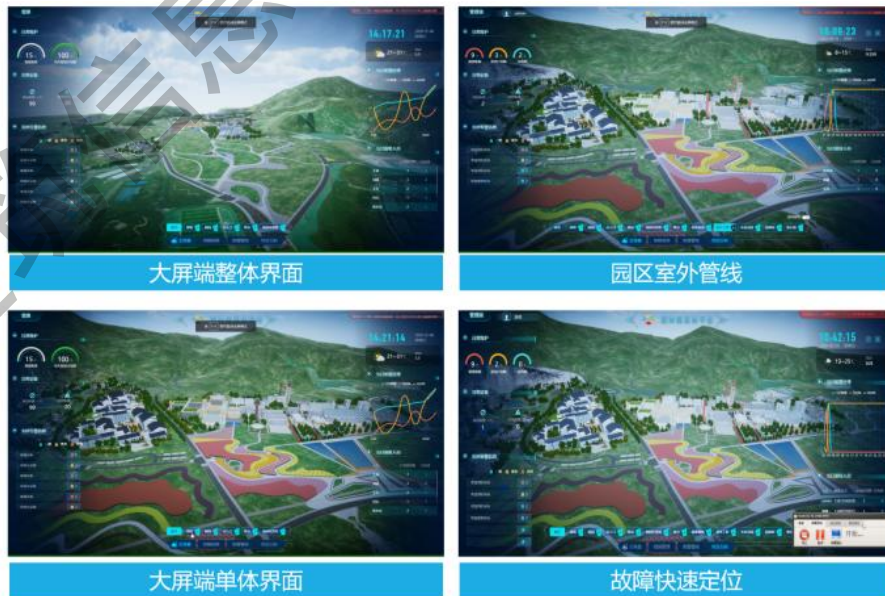


图3.1.1-18 基于BIM技术的运维管理平台

## 2) 智慧运营管理平台

基于京东超脑、BIM、人工智能、5G等技术研发的CIM级智慧运营管理平台，则保障项目从建设好走向运营好。平台建设内容包含运营相关系统，体验系统和基础管理系统等。指挥中心可以通过多主题界面的宏观数据实时查看运营园区状态，如图3.1.1-19所示。

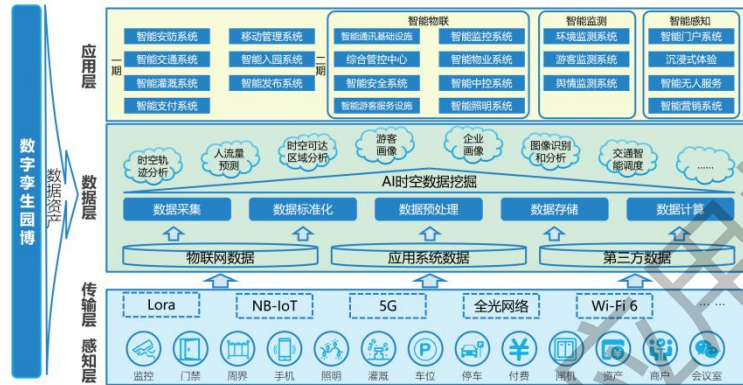


图3.1.1-19 智慧运营管理平台

## 3、总结与展望

### (1) BIM应用总结

公共建筑的BIM技术应用在各阶段都更深入、落地。2021年，随着数字化、智能化技术的发展，各类基于BIM的智慧建造与运维平台层出不穷。目前公共建筑存在从建造到运维跨阶段信息断层严重、数据融合困难、管理粗放、智能化水平低等问题。

上海市企业单位自主研发的公共建筑智慧建造与运维平台，成为国内首批面向公共建筑智慧建造和运维的工业互联网平台，并成功入选住房和城乡建设部首批智能建造创新服务典型案例。

该平台以统一的BIM模型集成分散的业务数据，构建基于云平台的海量数据采集、融合、分析服务体系，支撑建造和建筑设备、材料、人员的广泛连接，着力打造了基于BIM和人工智能的建筑设计、建造、运维全过程平台服务。

已在上海大歌剧院、中共一大纪念馆、上海少儿图书馆、上海天文馆、三甲医院等600多个项目中得以应用，注册用户达1.3万名。这些项目的工程数据也被汇集到工业互联网平台上，使平台具备不断“自优化”的功能。

## (2) BIM应用展望

未来公共性建筑会越来越模块化，个性化，多样化，信息化。更多的是要适应大众快速变化的需求而产生的可替换性要求。以及与之带来的节能环保概念。

上海市公共建筑将以提升文化影响力，率先实现数字化转型为目标，布局数字经济新兴产业，率先打造一批具有引领性的数字化应用场景，在城市治理、生活服务、新经济新业态等重要领域推进数字化创新突破，带动新城整体数字化转型。

### 3.1.1.3 水务工程

#### 1、总体情况

城市水务工程主要分为供水、排水及水利工程，与一般的工业和民用建筑相比，城市水务工程具有涉及专业多、牵扯面广、施工环境更为复杂的特征。城市水务工程专业类型多样，建设管理和项目管理模式不一，工程与社会、自然环境的关系更为复杂，技术规范和施工、安全监管等都有特殊的专业要求，且一般具有工程体量大、工程造价投资大、地层地质环境复杂、建筑结构和施工组织复杂、工程目标要求高、工期要求紧等特点。

2021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”。

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”。

2021年上海市水务重大工程大规模应用了BIM技术，包括在建的竹园四期污水处理厂工程、竹园调蓄池工程、南干线改造工程、竹园白龙港污水连通管工程等工程在设计施工过程中均采用了BIM技术，水务工程BIM技术应用理念得到进一步加强。不同项目依据自身工程特点，创新性开展BIM技术应用，提高实体工程的高质量建设、精细化监管，为基于BIM的水务工程“一网统管”数字化底板框架打下坚实基础，推动了上海水务数字化转型升级，推进水工工程高质量发展。

## 2、应用特色

### (1) 设计阶段

水务行业设计阶段BIM应用主要由业主方牵头，设计单位实施的模式开展，目前主要应用集中在方案比选、碰撞检查与管线综合、管线安装模拟及净空检查等典型BIM应用。

在一些重大水务项目中开展创新性BIM应用，如在竹园调蓄池项目中，结合BIM技术，对总配水井、进水混合井、调蓄池等建筑进行研究，验证设计方案的合理性，根据试验中发现的不良水力学现象，提出相应的水力优化方案，最终提出工程控制运行建议。如图3.1.1-20所示。

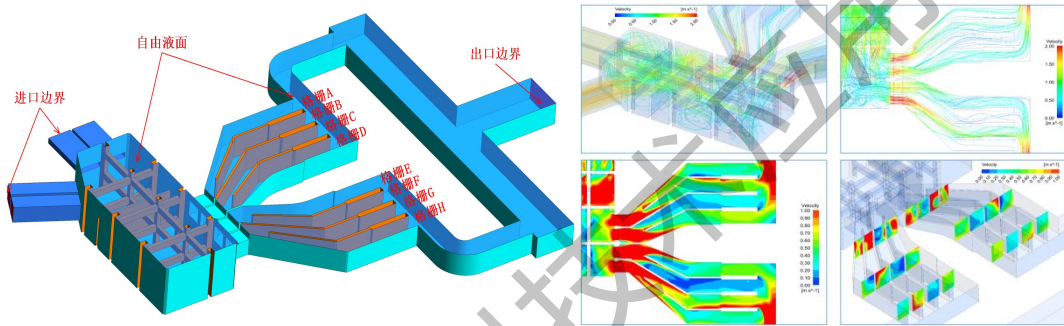


图3.1.1-20 BIM模型与数值模拟图

对调蓄池复杂的进水工况，基于UE4引擎开发，将BIM模型通过实时渲染技术于PC平台渲染展示。不同工况下，通过控制堰门、闸门等多维度观察与操作互动方式，实时查看分析不同工况下污水处理过程及流向，业主方更直观高效的了解整个工艺流程，辅助方案设计与决策，如图3.1.1-21所示。

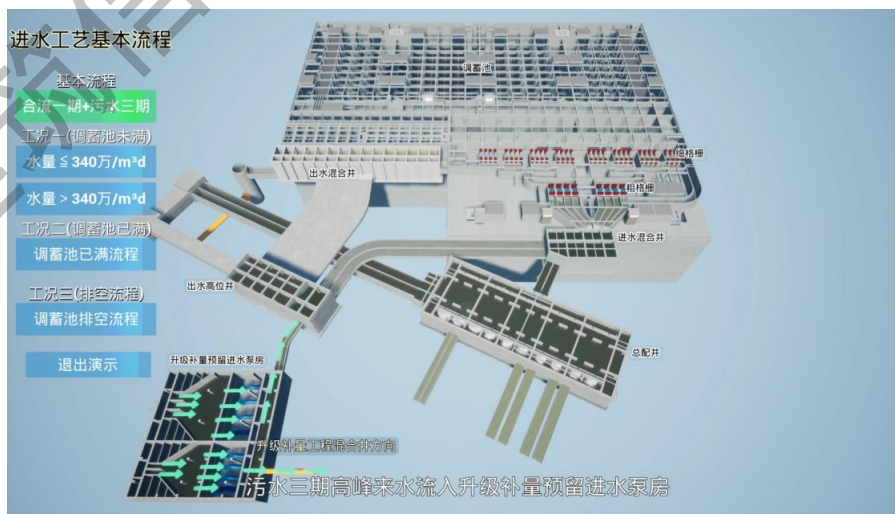


图3.1.1-21 调蓄池不同工况条件下工艺流程模拟图

通过自研的BIM正向设计工具，实现BIM快速出图，提高设计效率和质量，如图3.1.1-22所示。

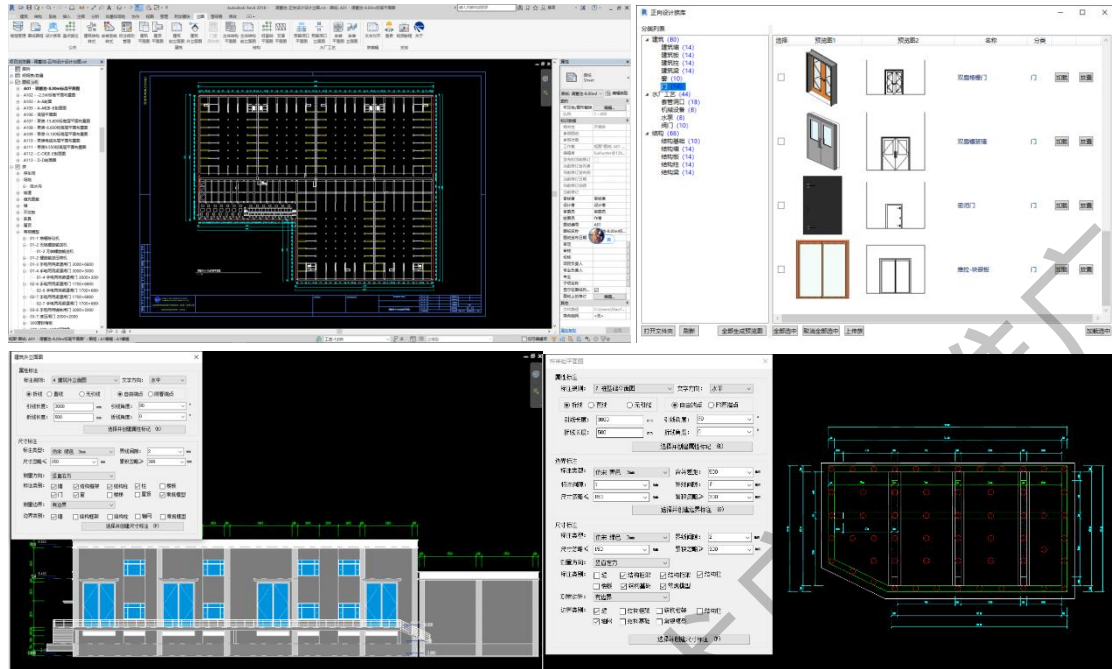


图3.1.1-22 BIM正向设计出图

在竹园四期工程项目中，率先试点采用预制拼装技术，利用BIM技术的可视化与可模拟性，从节点形式简单化、施工便捷化、吊装安全化考虑，深化局部连接节点，优化吊装工况，创造更好的施工条件，保障工程质量并控制工程风险，将为今后水务行业预制拼装技术的工程化应用积累重要经验，如图3.1.1-23所示。

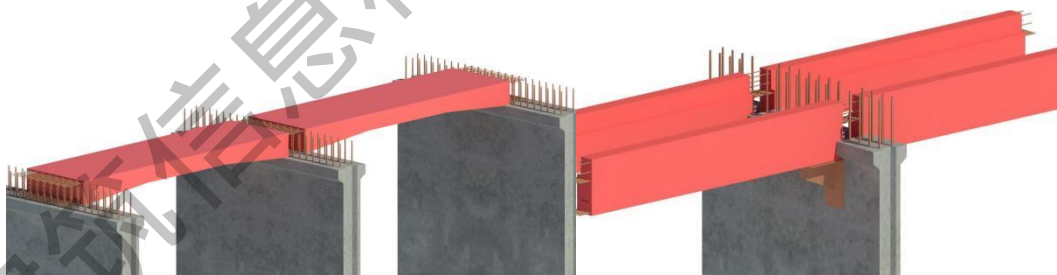


图3.1.1-23 AAO生物池全预制隔墙与预制板梁连接图

## (2) 施工阶段

通过设计阶段模型数据的沿用，依据施工过程对设计模型进行必要的模型拆分，赋予模型必要的施工信息，同时结合施工现场情况，搭建大临设施、机械设备、施工安全等内容的施工场地模型（如图3.1.1-24所示）。水务工程施工阶段BIM应用集中于重要节点施工工序模拟（如图3.1.1-25所示）、大型设备运输路径检查、工程量统计、预

留预埋孔洞检查等落地性应用。



图3.1.1-24 竹园四期项目某施工场地模型图

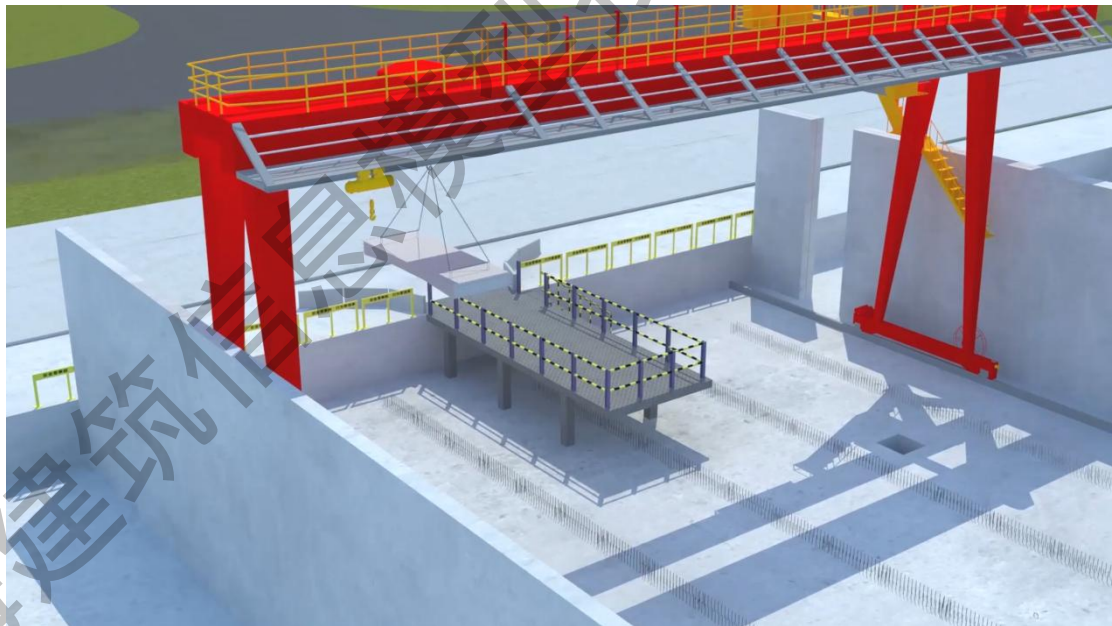


图3.1.1-25 竹园四期项目预制拼装施工模拟

施工阶段除基于BIM软件自身开展的BIM应用之外，当前更多的创新性BIM应用是基于BIM的智慧工地平台应用（如图3.1.1-26所示）。如竹园四期工程通过BIM模型与智慧工地的融合，实现了对项目施工过程中的投资、进度、质量、安全、文档等内容的

精细化管理。

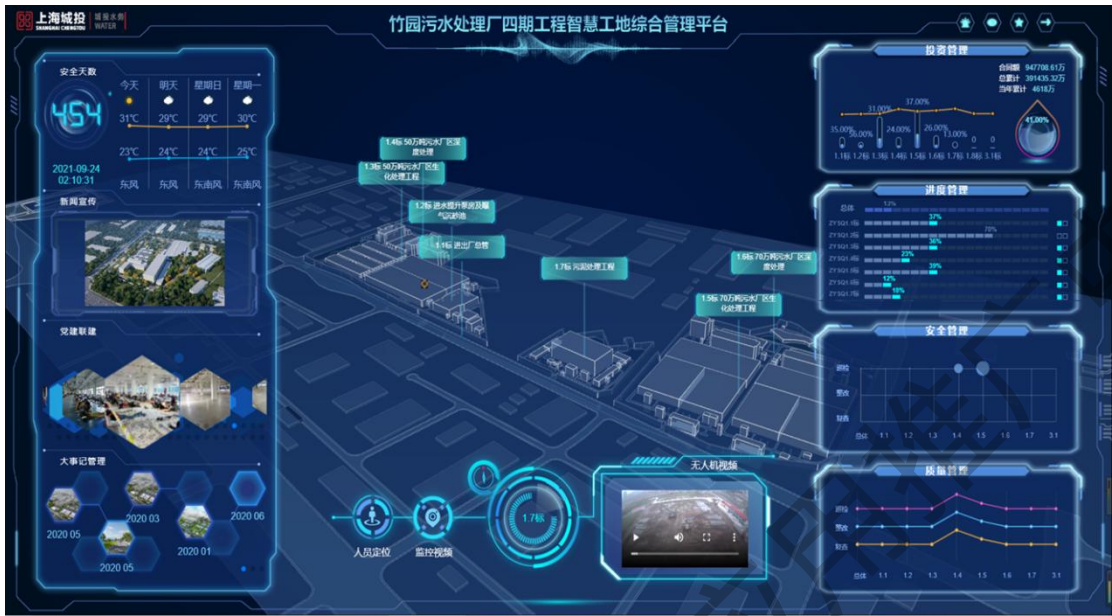


图3.1.1-26 竹园四期工程智慧工地综合管理平台

### (3) 运维阶段

水务工程在建设竣工后泵站、管网、水厂、污水处理厂等接管的单位希望各种设施设备处于安全和高效的运行状态，实现防汛安全及经济利益的统一，运维阶段本质上也是BIM技术应用最具价值的阶段。该阶段的应用点主要包括：空间管理、运营系统建设、资产管理、主要工点视频监控、设备运行管理、设施维修养护管理、应急事件管理、水位、位移、沉降等安全监测、设施设备虚拟检修等。在运维阶段，利用BIM技术建立完备、准确的设施设备状态信息库，便于管理；掌控项目不同工况条件下的运行状态；实现空间、资产管理、人员管理以及应急管理等业务化管理的优化，提高工程的效率和效益，实现社会效益增值。同时，也便于行政管理部门同步实现水务设施设备生产和安全的预防性监管。

为推动实现水务工程智能化运维、精细化监管，坚持水务工程BIM技术全生命周期一体化应用，建设基于BIM的水务工程“一网统管”数字化管控平台（如图3.1.1-27所示），提高水务工程的精细化、智慧化管理能级。





图3.1.1-27 “一网统管”数字化管控平台

(4) BIM 协同管理平台应用

基于项目管理职能管理的需求、多项目管理的需求，以BIM、移动互联、大数据等新技术为载体，为多项目的深化设计、进度、质量安全和投资管理提供服务，实现可视化、智能化和移动化管理。平台开发建设全过程采用模块化、多层迭代的敏捷开发模式，并以多项目综合管理为导向，贯穿设计、施工、监理等多阶段，面向多种参建方。在提升多项目的精细化管理水平、降低项目成本，缩短工程建设周期，提高工程质量和投资效益的同时，进一步为领导层决策提供有效帮助，促使水务项目管理从治理式的经验管理，向预防式的智慧管控转变，如图3.1.1-28和3.1.1-29所示。

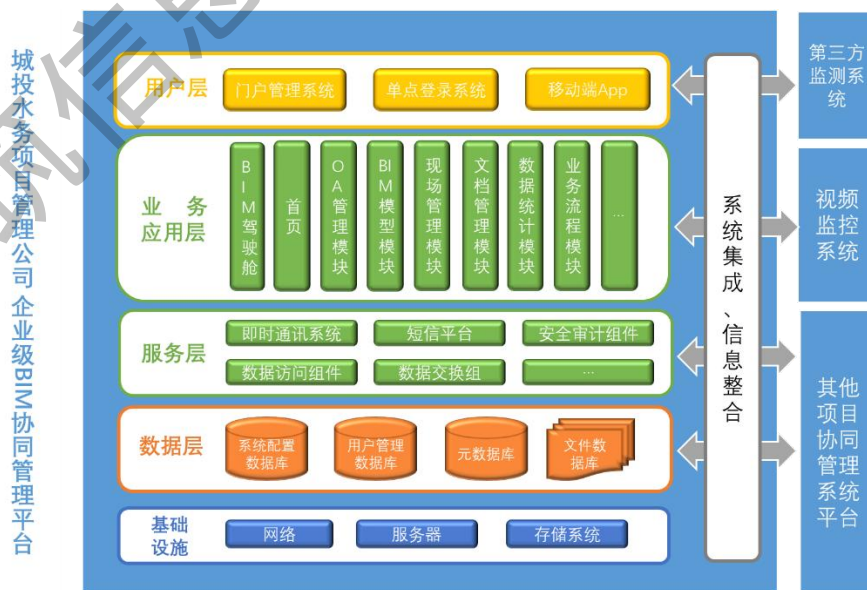


图3.1.1-28 水务企业级BIM项目管理平台架构图

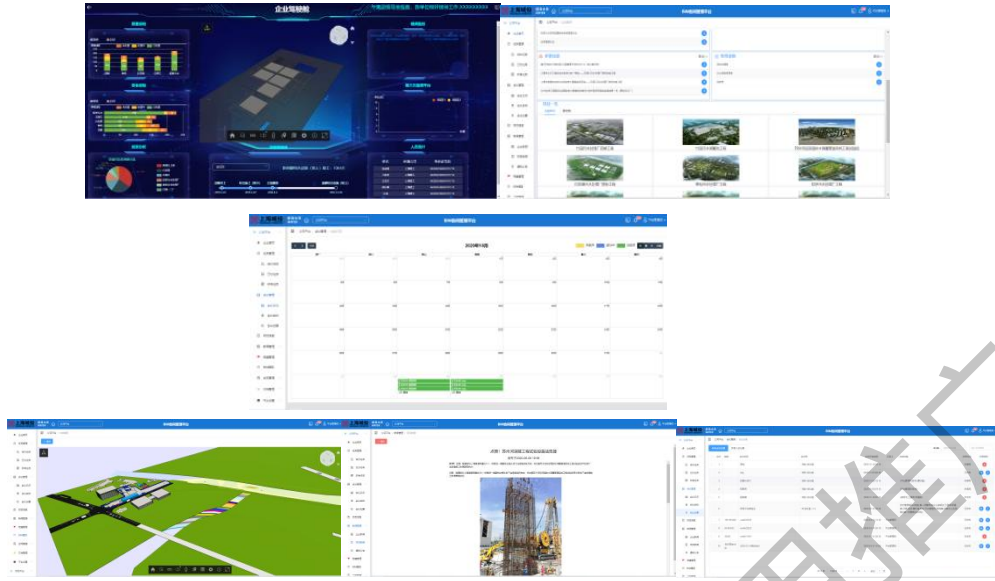


图3.1.1-29 企业级BIM协同管理平台

### 3、总结与展望

#### (1) BIM 应用总结

国家“十四五”规划纲要明确提出“建设现代化基础设施体系”、“没有信息化就没有现代化”。水务工程作为智慧城市的重要组成部分，智慧水务是水务信息化发展的高级阶段，是智慧城市建设的深度延伸，是数字经济环境下传统水务行业转变发展、实现科学发展的必经之路。

水务工程数字化主要手段是BIM技术的应用，BIM技术应用是构建水务工程数字化的技术，也是实现水务工程建设和运行管理智慧化的技术支撑，BIM技术所具有的信息、协同、可视化等技术特性在水务工程领域的价值正愈发明显和突出。通过BIM技术的应用，能将城市水务工程各环节、各阶段所产生的数据贯穿于项目的整个建设和运营管理过程中。能解决城市水务工程专业多、信息量大、施工难度大、标准要求高的问题，为项目各参与方提供从前期规划到设计、施工、运营等所需的信息和协同工作，推动水务行业智慧转型和精细化管理。

现阶段水务工程BIM应用的问题如下：

①软件格式不统一。市场BIM软件繁多，特色各异，各软件数据兼容性差，导致BIM数据不能在BIM参与各方之间传递，影响BIM的应用效率。如相关动画视频、流程模拟等由于BIM软件的限制很难实现模型与动画模拟的无缝对接。

②BIM认知与推广力度不强。当前水务工程中，设计阶段的BIM应用大部分有设计单位自身独立完成，有专业的BIM技术团队，但在施工阶段，能独立开展施工阶段

BIM应用的施工单位相对较少，大部分施工阶段的BIM应用由外部单位而非施工单位自身完成，造成施工阶段BIM应用的滞后和效率不高等问题，影响BIM价值体现。

③水务BIM标准体系不完善。目前水务工程BIM应用和交付标准大多是项目建设方自行制定，缺乏统一的水务工程标准体系，造成目前不同项目间，BIM应用深度和交付内容不统一，影响水务工程数据资源共享和整合，降低BIM数据应用价值。同时，基于BIM的运维标准缺乏。当前传统水务运维相关的软硬件没有基于BIM的规范，还没有成熟的基于BIM的运维管理模式。基于BIM的运维管理平台不成熟，BIM竣工交付模型与运维平台的深度融合有限，影响运维阶段BIM价值体现。

④市场导向待进一步明确。水务工程BIM应用缺乏明确的取费标准，市场导向机制缺乏，虽然现在大多水务工程在项目招标时均有BIM技术应用要求，但并没有相配套的BIM费用，实际实施过程中大多是以设计单位、施工单位的增值服务体现，影响项目参与方对BIM投入的积极性，建议发挥政府统筹规划引导，以市场为主体，激发水务工程设计、施工、监理、运维等单位BIM应用积极性和场景应用创造力，形成政府、企业和市场相协同的发展机制。

## (2) BIM 应用展望

①项目信息可视化不再仅限于单个项目的主体结构，把项目周边地理信息（GIS）进行数字化管理，升级三维数字地形模型，提升三维引擎整体性能，实现工程项目和更大范围周边环境场景可视化、参数化和数字化的应用场景；逐步把新建工程项目纳入场景可视化管理，实现BIM模型与空间地理数据的有机融合。

②通过相对实时的数据交互接口，将各项目信息、管理信息、财务信息、公共信息等进行汇聚，形成基于结构化和关系型的数据积累。尝试通过数据挖掘技术发现一些新风险、新规律、新价值、实现行业数据的融合利用，不断挖掘信息价值。同时、配合数据挖掘应用实例的宣传、帮助提高行业整体业务人员的数据分析能力、促进整体行业创新与发展。

### 3.1.1.4 公路道路

#### 1、总体情况

住建部于2021年发文《住房和城乡建设部工程质量安全监管司2021年工作要点》，

指出强化建筑业技术创新。落实建筑业信息化发展纲要，开展建筑业信息化发展水平评估，进一步推动BIM等建筑业信息化技术发展。2020年底，上海市政府公布《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》中提出“融合应用数字孪生城市、大数据与人工智能等技术，推动城市‘规建管用’一体化闭环运转，实现城市决策‘一张图’、城市治理‘一盘棋’，为城市精细管理和科学决策提供‘说明书’”。

我国的公路道路行业目前有巨大的发展前景。根据《国家公路网规划》，到2030年，还有2.6万公里国家高速公路待建，还有10万公里普通国省干线公路需要改造升级。高速公路网有约4000公里“断头路”，普通国道还有2800多公里“瓶颈路”，路网中二级及以上公路占比只有12%。2018年上海就出炉了上海公路建设规划，规划中指出，未来5年，上海市将新建高速公路约200公里，以及国省干线公路约1000公里。

公路道路工程是基础建设的重要组成部分，为居民、企事业单位的生活和生产提供服务的基础交通工程。我国公路发展正处在加速成网的关键阶段，公路建设只能加强，不能削弱。但是当前经济下行压力较大，公路道路工程与其他建设工程相比，具有工程体量大、投资高、周期长、影响范围广、施工组织复杂、对周边环境影响大、事关国计民生等特点，给公路道路建设管理带来了巨大挑战。所以，在此基础上急需管理办法、施工技术、统筹规划上的创新应用来达到《国家公路网规划》的目标。

## 2、应用特色

### (1) 设计阶段

在方案设计阶段，GIS+BIM是一种新的模式。利用GIS空间地理信息分析功能，对项目方案模型和周边环境进行模拟整合，构建出完整的数字孪生模型，对不同的规划方案进行比选，直观的展示征地拆迁、交通流量、景观效果等，分析高架路段对周边建筑日照情况的影响，让规划方案更加科学合理。在施工图设计阶段，对规划方案进一步深化，重点探索正向设计应用，让设计意图和细节都在三维的环境中表现。利用中心文件的形式，协同各专业人员进行设计，提高设计精度的同时，避免了错、漏、碰、缺的情况。图3.1.1-30详细罗列了各应用点的分布情况。

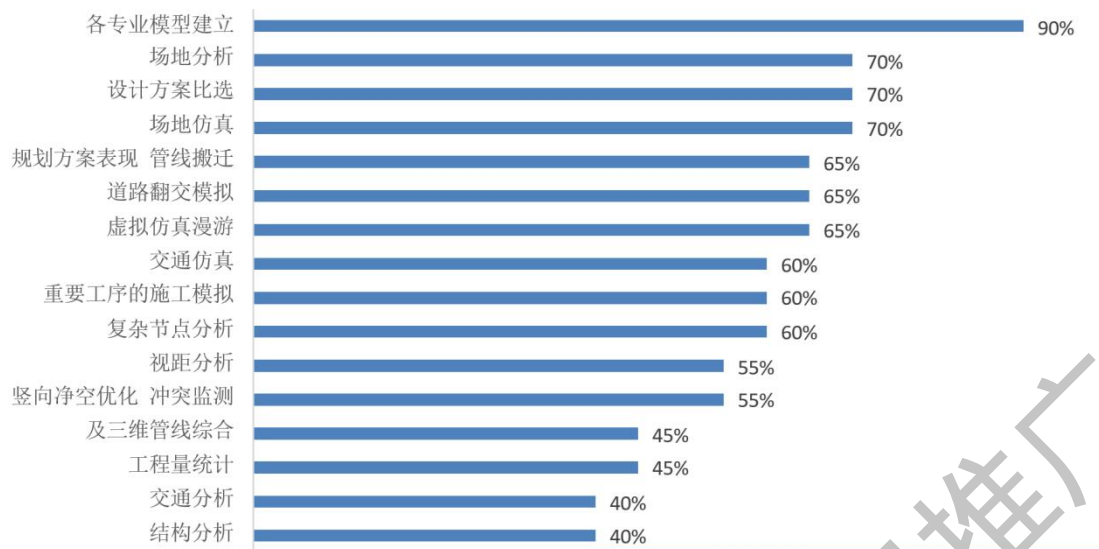


图 3.1.1-30 公路道路行业设计阶段 BIM 应用分布情况

为提高设计质量，避免机电专业错漏碰缺的发生，进行机电专业BIM的正向设计，通过服务器搭建中心文件，在土建模型的基础上，各专业的专业设计人员采用 Revit中心文件方式（如图3.1.1-31所示），进行协同设计，使表达更直观，设计更全面，决策更科学，从源头上解决管线综合问题，避免错漏碰缺的发生。

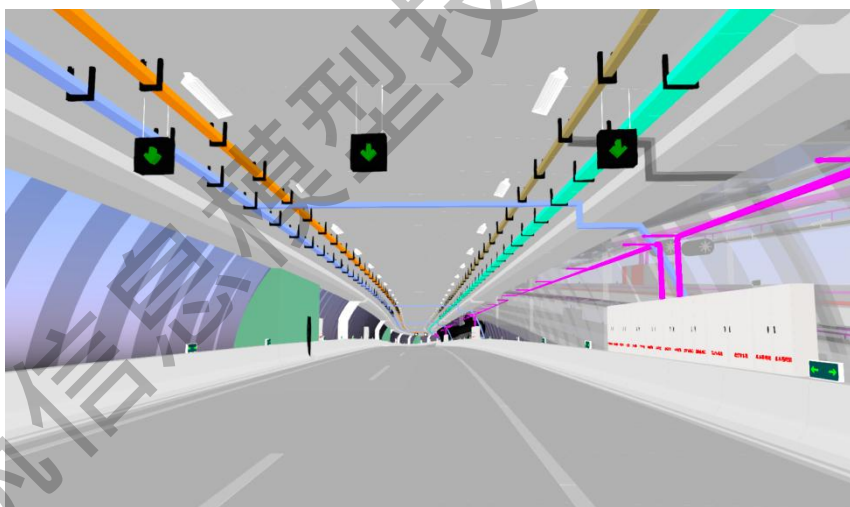


图 3.1.1-31 隧道内各专业模型协同

北横东段隧道对机电要求高，周期紧张。尤其是西段机电暴露出的问题，在东段设计中需要及时改进。借助数字化手段，对隧道工作井、盾构隧道及匝道开展BIM设计，在三维环境中开展专业间协调。充分发挥BIM的“所见即所得，先行先试”的特点。对隧道机电整体品质提升提供技术支撑。其中，在黄兴路、杨树浦路、福建北路工作井以及杨树浦井~黄兴路井圆隧道段已实现了BIM设计（如图3.1.1-32所示），开创了特大型隧道完整的机电BIM正向设计。

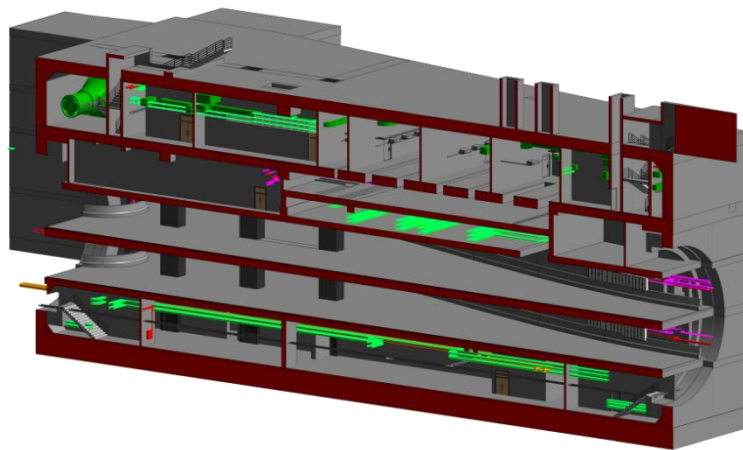


图 3.1.1-32 北横通道隧道 BIM 设计模型

北横通道中，电气专业的深度远超以往。在工作井中强、弱电模型均达到电缆级，根据电缆清册，模型较真实地反映了电缆的走向和规格，如图3.1.1-33所示。通过精细化设计，能够尽可能避免电缆过于密集导致安装与检修困难的情况。

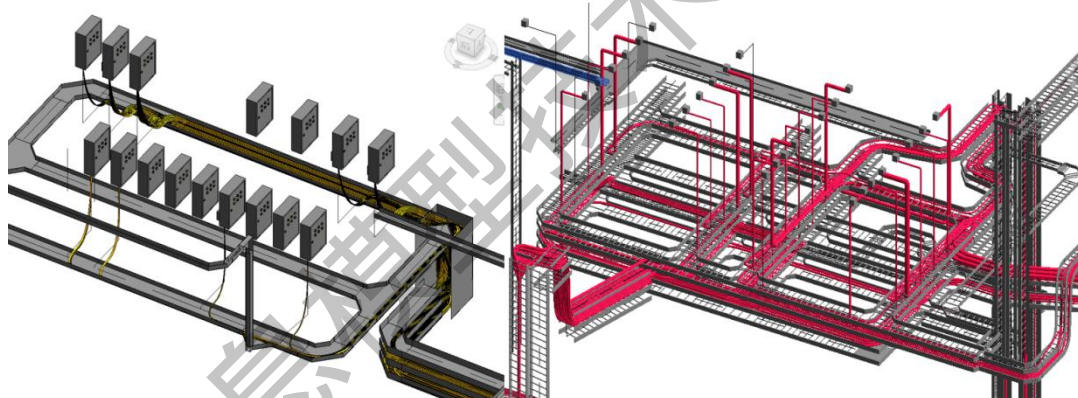


图 3.1.1-33 北横通道强弱电缆模型

#### (2) 施工阶段

在施工准备阶段，通过BIM技术，提前搭建数字孪生的施工环境，对预制构件运输、施工重难点节点进行模拟，优化施工方案，并辅助施工交底。在交通组织、市政管线搬迁方面，通过BIM技术进行对施工筹划、场地布置、交通影响等进行4D模拟，协助各方决策；将BIM与装配式融合，结合物联网和RFID技术，对预制构件的生产加工建造全生命期进行监控管理。在施工阶段，利用协同管理平台和智慧工地平台，对线性工程进行精细化管理，让管理人员通过平台即可监控和了解现场情况，如图3.1.1-34所示。

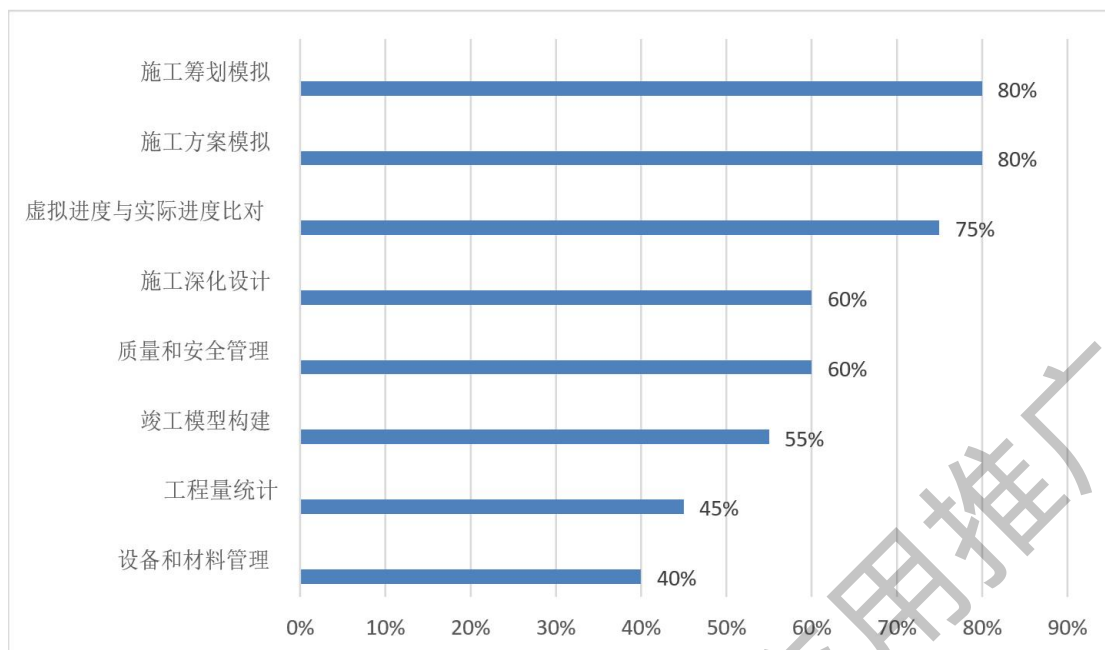


图 3.1.1-34 公路道路行业施工阶段 BIM 应用分布情况

2021年，上海某公路集团在建设施工项目中大力推广BIM项目，积极应用BIM技术。目前，重大项目都采用了BIM技术并配备专职BIM人员。如图3.1.1-35、36所示，项目中采用BIM技术，基于模型进行施工图深化、施工放样及指导安装的比例分别占全部施工项目的60%、5%和30%。

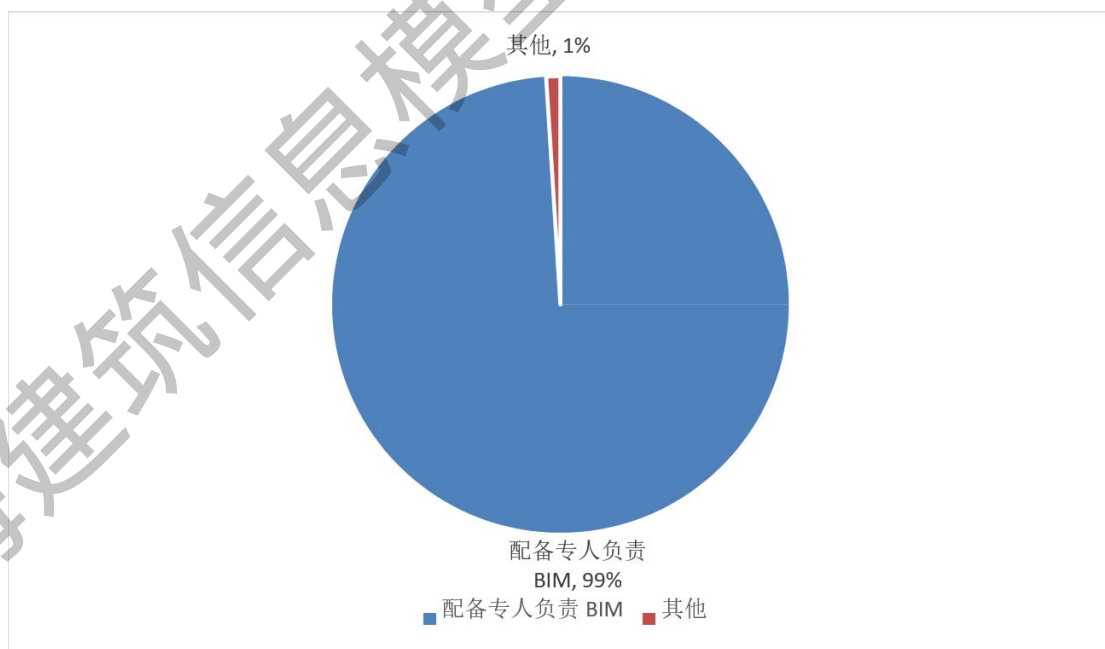


图 3.1.1-35 施工单位配备专人负责 BIM 情况

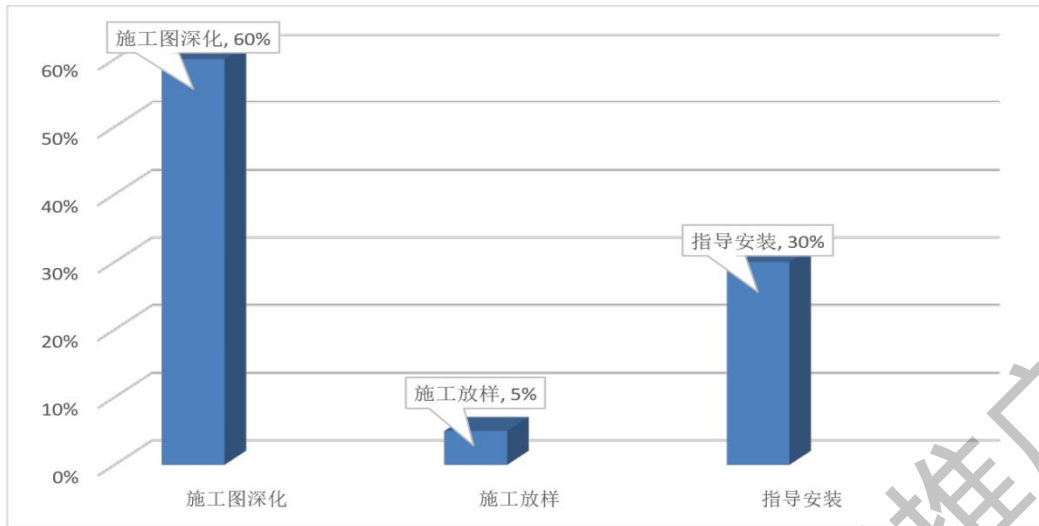


图 3.1.1-36 基于模型进行施工图深化、施工放样及指导安装比率

### (3) 运维阶段

公路道路工程运维期较长，在道路养护和健康监测方面往往是重中之重。预防公路道路事故的传统工作模式是采用手工方式进行资料数据的收集整理、数据信息的分析、安全质量分析，预防公路道路事故的发生，这种分析方式存在较多的弊端，比如信息传递的效率不高、难以及时反映道路安全状况。如图3.1.1-37所示，利用BIM技术，将智能设备和平台结合，将竣工模型轻量化上传到BIM运管平台，将运维涉及的综合监控、消防报警、结构监测等系统数据与运维模型关联，每天定时采集数据，对收集的信息进行科学的分析，分析可能出现的安全事故问题，制定合理的安全问题处理方案，提高安全管理工作的效率和科学性。

根据隧道土建结构特点，体现网格化管理理念，进行管理单元划分。

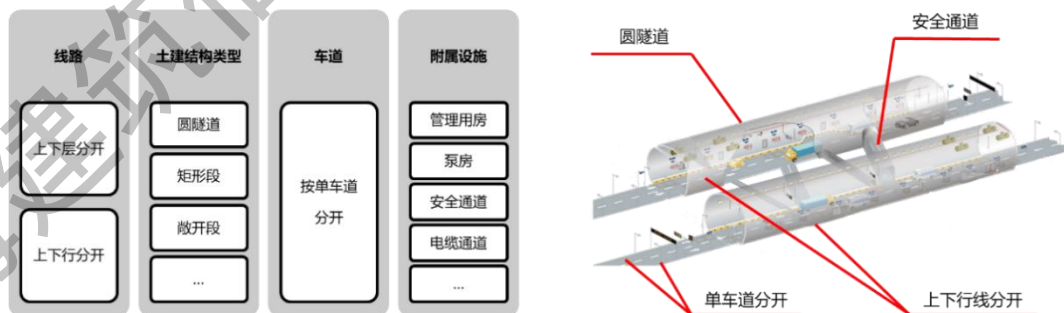


图 3.1.1-37 运营单元划分原则

### (4) BIM 协同管理平台应用

公路道路工程是线性工程，涉及的专业众多，模型体量大、格式种类多，这就对



公路道路行业的BIM协同管理平台提出了高的要求。利用BIM+GIS技术，建立基于BIM+GIS协同管理平台，将周边环境模型、倾斜影像模型、地质模型、工程主体模型等集成到统一的平台中，做到各专业之间的信息互通、统一协调，实现从设计到施工，再到运维各阶段的数据传递，形成一套完整的数字孪生模型（如图3.1.1-38所示），提升工程行业智能化水平。

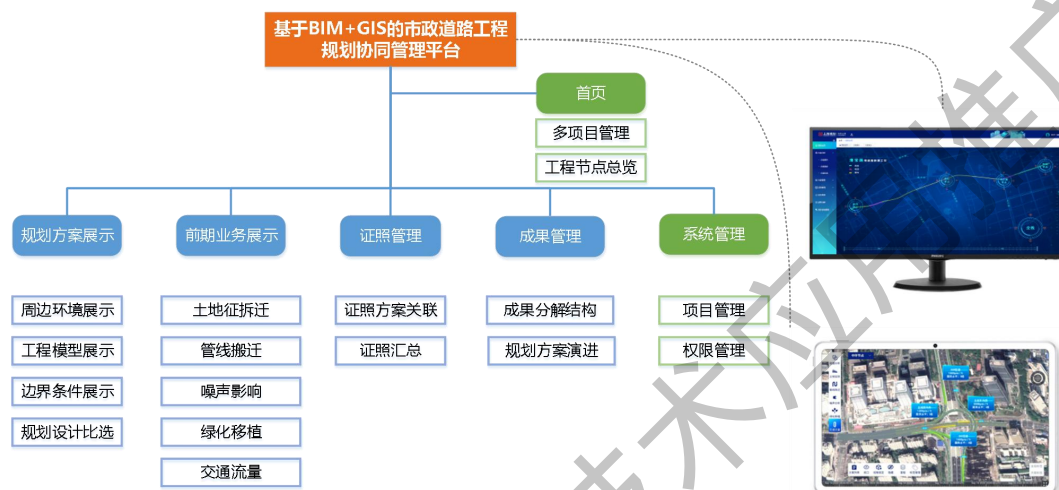


图 3.1.1-38 公路道路平台功能架构

以漕宝路快速路新建工程为例，此道路工程是一条重要东西向快速路集散通道，为虹桥枢纽集散“一纵三横”之南横通道，承担虹桥枢纽与中心城南部的对外疏解功能。如图3.1.1-39所示，在实施过程中，采用基于BIM+GIS的市政道路工程规划管理平台，以BIM技术数据为基础，结合GIS、物联网、云计算等技术，将各环节进行智能数据关联。通过BIM平台完成了工程选线方案汇报、规划边界条件汇报、重要节点方案比选汇报等，搭建出三维协同的办公、交流环境。在对外汇报中，通过BIM平台完成了对规土局的征地拆迁汇报、管线权属单位的管线搬迁汇报、环保局的噪声汇报、绿容局的绿化区域及乔木搬迁汇报等，为对外汇报提供便携的数据库。



图 3.1.1-39 公路道路平台征地拆迁界面

### 3、总结与展望

#### (1) BIM应用总结

BIM技术带来最直观的价值就是提供了一个三维可视化的环境，在前期的路线规划方面，通过BIM+GIS，再配合上倾斜摄影技术，可以直观地比选规划方案，比较不同方案给周边环境带来的影响，征拆迁难度，分析交通流量等。设计阶段的协同各专业人员，从源头上解决设计的错漏碰缺，提高设计精度。施工阶段的现场管理平台和智慧工地平台对现场的实时监控。运维阶段通过智慧运维平台打造智能化运维工具，减少人力的投入和人为疏忽带来的损失。

企业在应用BIM技术的过程中，提高了企业的管理水平，将信息化、移动化办公技术融入项目管理流程中，提高工作效率，提升工程建设质量。

从项目立项到竣工运维，BIM技术伴随着项目成长，每个阶段BIM数据都在积累并传递给下阶段，打破了传统的信息壁垒，实现了各阶段数据可继承、可追溯。最大化地利用了前期积累的数据信息，解决“信息孤岛”难题，贯彻了全生命周期的建设运维理念，为智慧城市打好基础。

当然，公路道路BIM技术应用还存在以下问题：

①软件层面存在局限，施工单位的软件使用主要目前还是Revit，而施工企业对于插件的运用整体偏少，现阶段他们不会进行相关的API开发，这种情况就会导致施工单位很难再去实现一些如施工安全模拟、当日耗料信息反馈、场地布局规划优化等功能。

②对BIM的认知及专业人员不足。BIM人员的不足有两个层面：建模人员的不足

与BIM技术深化的缺乏。BIM是一种方式方法，随着从业者素质的提高和人才换代，未来运用信息化的手段来进行建设活动是个趋势。

③缺少可操作的模拟方法。现在施工单位没法进行施工工序和操作的模拟，施工单位往往无法在动工前进行模拟来找出最佳操作方法，对于复杂工序是“事前专家论证+事后动画展示”的方式来进行，但论证的过程中并没有“建立模型+模拟操作”的方式。而有些技术不复杂但是现场条件受限的工序施工单位也不能对其很好模拟。

④缺少可视化的技术和设备。以AR技术和Holograph可视化技术为例，如果现场配有移动设备，再运用AR或者Holograph技术，那么施工效率其实是可以大大提高。

## (2) BIM应用展望

BIM技术在公路道路行业经过几年的沉淀，发展趋势已趋于明显，主要为以下三部分：

### ①探索基于BIM技术核心的公路道路勘察设计流程：

通过项目全专业正向设计的探索与应用，实现各专业BIM技术的有效衔接，进而实现多专业的协调设计。

### ②改变公路道路设计技术手段和提高设计质量：

与传统设计方式相比，BIM技术提供了更为直观快捷的三维交互修改，通过BIM端的调整与优化，可实现一处修改，处处更新，且修改效果所见即所得。为专业间交接、项目各类型评价、技术交底等提供了更为直观快捷的方式。

### ③贯穿工程全生命周期的信息传递：

BIM的信息不仅能够作用于设计阶段，而且可以贯穿至包括建设、管理、养护在内的整个全生命周期。基于BIM模型建立的数字化管理体系，以统一的平台，实现项目的信息化、可视化管理，能够满足业主单位、设计单位、施工单位等不同层面的业务需要，支持项目全生命周期各阶段、多参与方、各专业间的信息共享、协同工作和精细管理，实现项目全方位的预测和控制。这种通过BIM连接项目各阶段的数据、过程和资源的管理体系，贯通了整个行业的产业链，为公路工程工业化发展提供技术保障，促进了行业生产方式的变革。

项目分散、人员工作移动性强、现场环境复杂是制约施工行业信息化推广应用的主要原因，而随着信息技术和通信技术的发展，BIM技术最终将进入移动应用时代。

因此BIM未来的目标非常清晰：

①进一步细化设计分工和设计角色分工。

②在三维环境下实现协同设计系统、项目管理系统、通信系统，这三个系统嵌入式地结合。

③将信息资源信息与空间模型完全结合，全方位、多维度拓宽数据的覆盖面，形成完整的建筑信息模型。

④完整的建筑信息模型向前延伸，进一步提高虚拟现实技术水平；完整的建筑信息模型向后延伸，推动施工水平及物业管理水平提高，以统一的模型贯穿于建筑使用年限，实现全生命周期管理，促进智慧建设运营维护发展，实现传统建筑行业整体产业升级。

### 3.1.1.5 岩土工程

#### 1、总体情况

随着我国经济社会进入高质量发展新阶段，城市地下空间开发增速，且逐步呈现向深部开发、网络化开发的态势，出现大量超深、超大、超长、超难的地下工程，安全风险控制难度加大，对岩土工程勘察、岩土工程设计、工程监测等专业提出了全新的挑战。由于地下环境的隐蔽性，以及水土条件的复杂多变性，岩土工程领域面临着巨大的工程风险。因此，岩土工程的数字化应用更为重要和迫切，通过在工程勘察、设计、施工等阶段不断获取各类信息和数据，并对大量、复杂的信息和数据进行快速处理、及时反馈，以优化设计并指导施工，这对保障城市建设安全意义重大。

我国建筑行业的BIM技术最早应用于建筑、结构、机电等专业，在与建筑地基基础、地下工程结构安全性和经济性紧密相关的岩土工程领域起步较晚。在技术标准研究方面，住建部在建标[2012]5号文件中指出制定涵盖统一标准、基础数据标准、应用执行标准三个层次的标准体系，近年来BIM技术及标准体系研究逐步延伸至桥梁、隧道工程等基建行业，但是在岩土工程领域的研究与实践发展较缓。2018年，上海率先出台了国内首部关于岩土工程BIM应用的地方标准《岩土工程信息模型技术标准》（DG/TJ 08-2278-2018），规范和引导了行业BIM技术应用，随后，北京、天津、福建、深圳等省市的岩土工程BIM标准相继颁布，岩土工程BIM应用日趋规范，覆盖到岩土工程勘察、测量、物探、设计、施工、监测等多个细分领域。

国内外研究多聚焦三维地质建模方法研究与应用，如Autodesk的Civil3D软件、

ITASCA 的ItasCAD软件、理正基于AutoCAD的三维地质软件、华创基于Microstation的三维地质软件等。我市在岩土工程BIM技术研究方面，形成了基于数据驱动的岩土工程BIM建模工具箱软件，一体化解决地质、地下管线及障碍物、基坑支护、监测点等各专业岩土工程对象建模问题。在多专业协同与共享中，基于轻量化技术与平台技术，实现了岩土工程多专业模型集成表达，并在静态模型中叠加动态监测数据，解决四维动态监测与实时分析预警难题，为岩土工程风险防控提供有力支撑。

## 2、应用特色

岩土工程BIM技术的应用，贯穿岩土工程勘察、设计、施工、运维各个阶段。

### (1) 勘察阶段

岩土工程勘察、物探获取的场地地质、水文、地下管线及障碍物等信息是工程设计的重要依据，采用数字化手段，开发完备的数字化工具软件，实现地下空间基础信息全要素数字化建模，在直观的立体空间中揭示复杂现实条件，有助于提前预判工程建设可能出现的地质风险、管线及障碍物风险。

在BIM应用上，对接勘察数据库数据，基于克里金及邻距离反比算法实现地层模型快速自动创建，实现了透镜体、夹层等特殊地质体创建。具备模型创建、模型编辑、分析计算、风险管理、属性管理五大功能模块，如图3.1.1-40所示。



图 3.1.1-40 岩土工程信息模型工具箱（勘察版）

通过数模转化算法，实现了基于物探数据驱动的地下设施模型批量自动化创建，以及地下管线与附属物精细化连接。软件包括管线创建、管线检查和修改、管线管理、管线数据库及设置五大功能模块，如图3.1.1-41所示。



图 3.1.1-41 岩土工程信息模型工具箱（物探版）软件

以苏州河段深层排水调蓄管道系统工程为例，基于勘察、物探及第三方监测工作成果，依据岩土工程信息模型应用标准，完成试验段各工点地质、地下管线及障碍物三维信息模型，集成各类地质勘察获得的参数信息，通过数字沙盘系统实现了深隧工程试验段典型地质风险的管理、监测信息的集成，并将其传递至设计、施工各方，实

现了勘察及物探成果信息的有效利用，达到重大工程地下透明化目标。

### 1) 地质信息模型创建

#### ① 勘探孔与地层模型

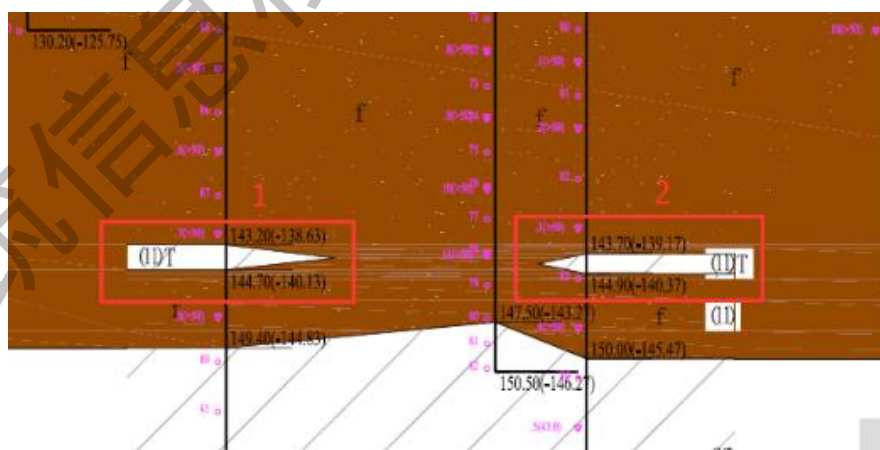
基于统一的地层划分方法，对项目地层数据进行归一化处理，再建立本项目云岭工点、苗圃工点以及区间隧道场地岩土工程地质信息模型，模型精细度与信息深度达到三级（精细），并集成地层参数、承压水、工程风险点信息。创建的工程地质模型如图3.1.1-42所示。



图3.1.1-42 地层模型

#### ② 特殊地质模型

本项目地质条件复杂，存在特殊地质情况，如：透镜体等。根据某条剖面图中透镜体的分布创建了透镜体模型如图 3.1.1-43 所示：



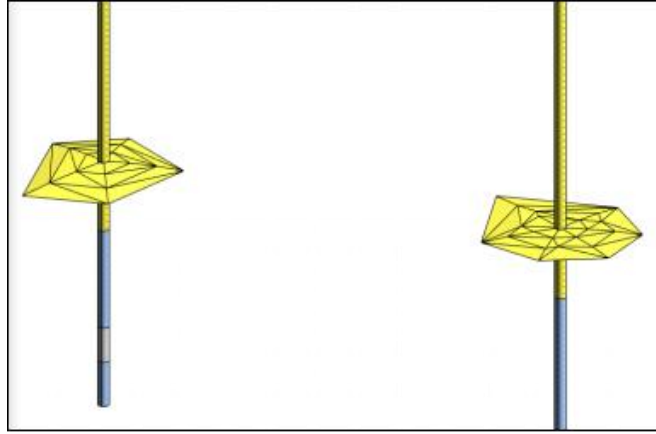


图3.1.1-43 剖面图中的透视镜体分布及创建的透视镜体模型

### ③ 地下水模型

本工程涉及深部承压水，降水施工难度极大，抽降承压水对周围环境影响大。含水层模型如图3.1.1-44所示。

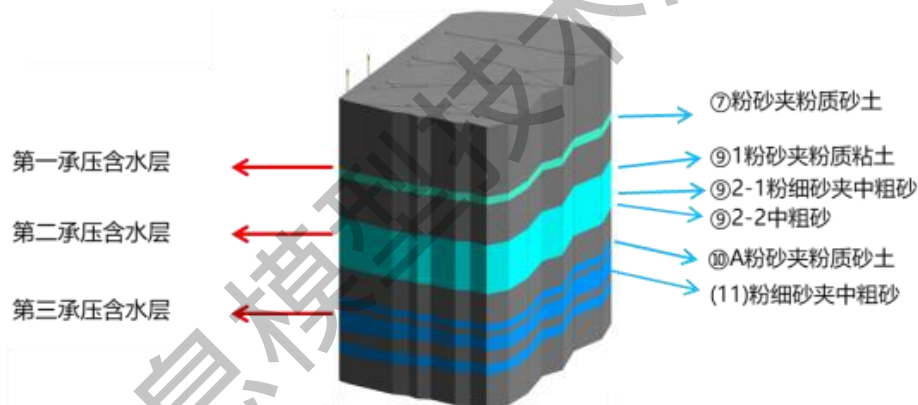
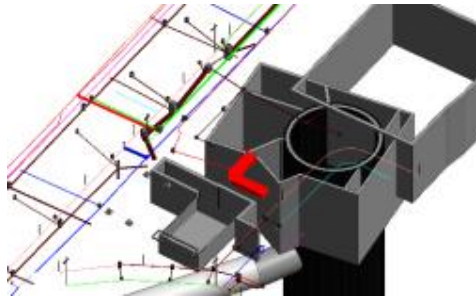


图3.1.1-44 承压含水层模型

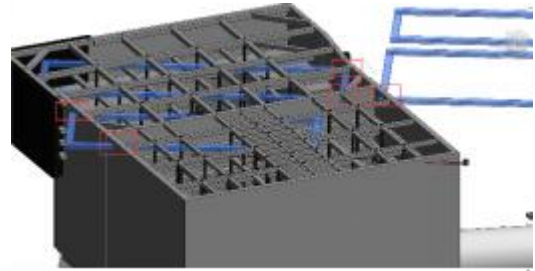
### 2) 地下管线及障碍物模型创建

地下管线与地下障碍物也是工程设计与施工关注的重点对象，苏州河项目周边管线分布十分复杂，且部分管线距离基坑施工区域较近，将地下管线与障碍物与基坑结构模型整合，可直观展示相互间的空间位置关系，有助于基坑工程风险分析，辅助工程设计。

基于物探数据快速创建了地下管线及障碍物信息模型，包括拆除建筑旧基础、周边建筑基础、苏州河防汛墙、道路桥桩等，如图3.1.1-45、3.1.1-46所示。

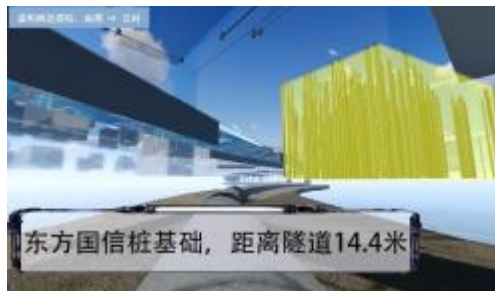


(a) 综合设施基坑范围内管线

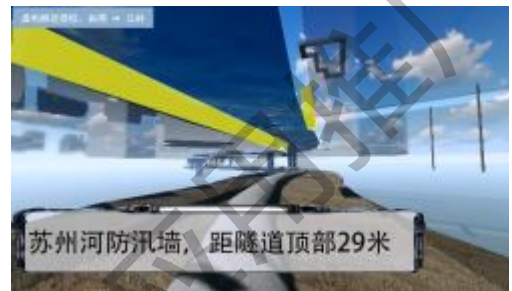


(b) 综合设施基坑范围内旧基础和管线

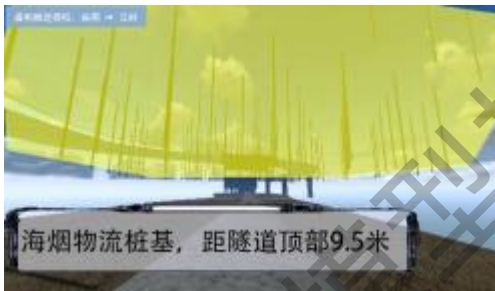
图3.1.1-45 场地地下管线及障碍物信息模型集成



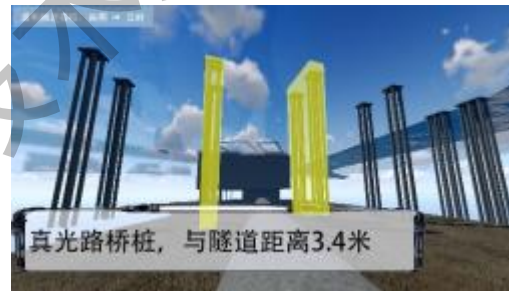
(a) 隧道与东方国信桩基础相对位置



(b) 隧道与苏州河防汛墙相对位置



(c) 隧道与海烟物流桩基础相对位置



(d) 隧道与真光路桥桩相对位置

图3.1.1-46 调蓄隧道与地下障碍物空间位置关系

### 3) 多专业模型集成

为全面表达苏州河深隧试验段工程地上及地下全要素，借助BIM揭示和“透视”工程地质风险，本项目集成工程场地地形、地质、结构本体、地下管线及地下障碍物、基坑监测点等多专业信息模型，构建可视化的工程信息模型，集成多源数据，实现地质风险的精细化防控。

#### (2) 设计阶段

在岩土工程设计阶段，深大基坑围护设计面临着设计精细化、工期短等高要求。通过研发数字化设计工具，实现基坑围护设计高效率建模、自动化出图、精细化工况模拟、工程进度与造价精准分析，实现真正意义上的BIM正向设计，提升岩土工程设计的效率和品质。



### (3) 施工阶段

进入工程施工阶段后，工程面临着在数字化BIM模型上叠加动态监测数据的紧迫需求。特别是超深地下工程监测点众多，且空间分布规律不明显，采用人工方法手动建立监测点模型效率极低。因此，开发各类监测点模型批量自动化布置工具软件，并借助轻量化技术，将各类监测传感器获取的实时数据与模型、工况精准整合，通过云平台多终端发布，经数据处理分析发布预警信息，对提升数字化应用效率，保障工程安全意义重大。

如图3.1.1-47所示，面向岩土工程监测专业开发形成了一款用于快速创建监测信息模型的软件，搭配标准化监测点构件族，实现快速布设监测点以及进行监测信息的更新维护。软件主要包括测点布置、模型编辑及测点信息三大功能模块。



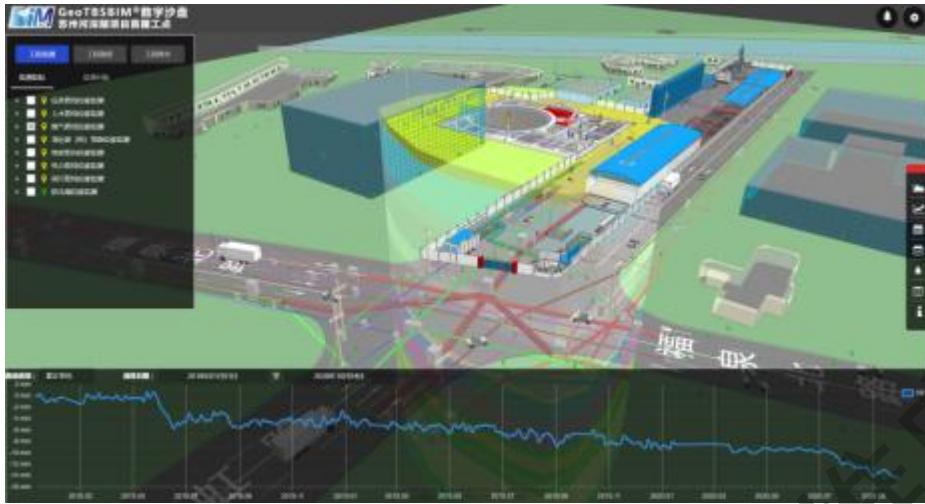
图 3.1.1-47 岩土工程信息模型工具箱（监测版）软件

### (4) 运维阶段

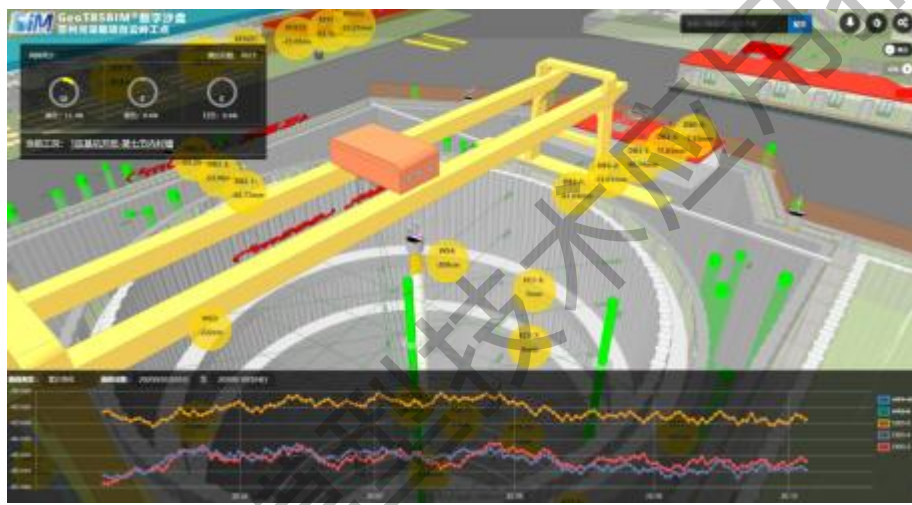
岩土工程勘察、设计、施工阶段产生了大量基础数据和BIM模型数据，形成了宝贵的数字化资产，可高效传递至工程运维阶段，对指导工程结构变形监测、病害检测、安全分析等应用具有重要意义。

### (5) BIM数字沙盘系统应用

采用互联网信息平台及BIM轻量化技术，开发建设岩土工程风险预警数字沙盘系统。本项目将各类信息模型通过网页端、移动端系统展示应用，并无缝集成上勘集团提供的第三方监测信息平台数据、地下水降水数据，实现岩土工程勘察、监测以及降水多专业信息基于一套模型的信息共享与应用。为工程参加各方直观浏览监测数据，掌握地质风险、精细化分析判断工程安全状态提供可靠技术支持。目前数字沙盘系统已接入深隧项目施工信息平台、第三方监测信息平台，实现各方在线共享岩土工程信息模型，并持续投入运营与完善。苗圃与云岭综合设施工程风险预警模型如图3.1.1-48所示。



(a) 苗圃综合设施



(b) 云岭综合设施

图3.1.1-48 综合设施工程风险预警模型

### 3、总结与展望

#### (1) BIM应用总结

BIM技术是岩土工程数字化技术的重要组成部分，已广泛应用于工程建设行业，得到了政府、行业建设单位的普遍关注。加强岩土工程数字化技术应用，与目前以BIM驱动的建筑结构领域数字化进程相接轨，发展“精细化、协同化”新模式，是当前岩土工程专业发展的重要趋势。然而，由于岩土体的变异性、信息的碎片化以及极强的专业性，基于BIM的岩土工程的数字化应用仍处于起步阶段，存在以下诸多技术瓶颈亟待解决：

1) 岩土工程各专业信息模型技术实施缺乏指导细则，数字化标准亟待统一。

上海市岩土工程信息模型技术应用，主要本市地方《岩土工程信息模型技术标

准》实施。该标准初步规范和统一了岩土工程信息化应用要求，但是具体落实到工程各阶段应用场景时，由于缺乏实施细则，难以满足岩土工程各专业数字化业务需求。因此，亟需进一步在岩土工程勘察、物探、基坑围护设计、监测等专业应用场景中，研究建立精细化的数字标准体系，形成统一的数字化生产、应用流程，推动岩土工程数字化发展。

2) 岩土工程信息模型应用缺乏软件支撑，多专业一体化建模工具箱软件开发需求迫切。

岩土工程领域，已有地质、地下管线建模的相关软件，但存在难以处理夹层、透镜体等复杂地质现象，或模型难以赋予和交换地层属性信息等问题，地下管线的建模大多基于CAD图纸翻模实现，不能做到数据驱动，且模型未能准确反应管线真实空间分布。在岩土工程设计中，缺乏深大基坑围护设计参数化建模、自动出图等应用的工具软件。进入工程施工阶段，地下工程的监测点创建，大多基于人工方法手动创建，测点信息编辑修改效率低，难以满足工程应用。因此，面向岩土工程信息模型应用，进一步提升信息模型创建的效率及应用质量，多专业一体化建模工具箱软件开发需求迫切。

3) 岩土工程跨专业信息传递、交换及整合应用的“数据壁垒”亟待破除。

地下工程建设的精细化管控与风险防控，充分依赖于岩土工程各专业成果信息的高效传递、共享与分析。目前岩土工程勘察、物探、设计及监测各专业所处阶段不同，数字化进展不同、数据格式不一，成果信息难以完整共享，导致在精细化设计、数字化建造及应急风险事故处置等环节中数据很难整合应用。为解决这一问题，势必开发岩土工程各专业协同化应用软件，并基于统一的数据标准、数据模型、数据接口，构建统一的协同化应用平台，实现地质、管线、设计、监测以及施工等多源信息集成，通过多专业数据分析与挖掘，实现地下空间风险有效防控。

## (2) BIM应用展望

通过岩土工程BIM技术研发，形成了一套面向岩土工程勘察、物探、设计、监测等多专业一体化建模工具软件，及岩土工程风险预警数字沙盘，对提高岩土工程BIM技术应用效率，降低行业BIM技术应用门槛，提升岩土工程成果品质，促进各专业数据流通共享、提升岩土工程风险防控水平等方面发挥了积极作用，有力推动了岩土工

程行业数字化转型。技术成果成功应用于大型水利工程、机场、轨道交通等各类重大工程项目，取得了良好的效果，得到各方一致好评。

未来，岩土工程BIM技术可进一步与城市信息模型（CIM）等信息技术深度融合，以三维模型为载体，将岩土工程专业信息融入城市信息模型中，将会对城市信息模型的内涵和数据范围形成有力补充，对提高成果品质，提升应用体验，构筑数字孪生城市、智慧城市提供有力支撑。

### 3.1.2 重点区域BIM应用

#### 3.1.2.1 虹口北外滩核心区及滨江带

##### 1、区域概括/BIM技术应用概括

###### （1）区域建设特点与难点

北外滩位于虹口区南部，河南北路、海宁路一周家嘴路、大连路、黄浦江—苏州河围合区域，总面积约4平方公里，陆域面积3.3平方公里，如图3.1.2-1所示。根据《上海市虹口区北外滩街道控制性详细规划》，北外滩对标国际最高标准，将打造成为一个“运作全球的总部城、辐射全球的中央活动区核心区、引领全球的世界级会客厅”，围绕商务办公、公共文化、商业服务三大核心功能，形成顶级城市核心地区，努力打造“新时代都市发展新标杆”、“核心功能重要承载地”、“新发展理念实践区”和“全球超大城市精细化管理的典型示范区”。

根据规划，北外滩将诞生高达480米的浦西新地标，拥有840万平方米的建筑体量，核心区0.8平方公里将形成350万平方米的商务体量、集聚上百家高能级企业总部。其高端的功能定位，给区域内各项目的建设与管理带来了巨大的挑战。



图3.1.2-1 北外滩地区规划范围图

### (2) BIM技术应用政策环境

为深入推广虹口区建筑信息模型技术应用，虹口区建设管理委结合实际制定了《虹口区建筑信息模型技术应用示范项目申报及评审实施细则》，鼓励各项目单位通过BIM技术应用示范项目申报，持续推进BIM技术应用向纵深发展。

### (3) BIM技术应用实施路线及特点

基于目前已经投入运行的区城市运行“一网统管”平台，进一步汇聚北外滩规划、建设、管理的大数据，打造北外滩规建管一体化CIM平台，通过“多规合一”，实现城市规划一张图；通过“智慧建造”，构建建设监管一张网；通过“一网统管”，实现城市治理一盘棋。新一轮北外滩建设以“数字孪生”为核心，基于统一的城市信息模型CIM，打通规划、建设、管理的数据壁垒，改变传统模式下规划、建设、城市管理脱节的状况，统筹规划设计、施工管理、竣工移交、市政管理等业务流程，管理需求在规划、建设阶段就予以落实，将规建管一体化理念贯穿北外滩规划设计、建设开发、管理运营各阶段，实现北外滩一张蓝图绘到底、一张蓝图干到底和一张蓝图管到底。通过在CIM平台上加载各类城市业务数据资源，集成对接智慧城市软件系统，涵盖城市建筑构件的结构化信息BIM数据、城市二/三维一体化的地理信息GIS数据，以及动态变化的感知信息IOT数据，针对典型场景，开展系统化模拟仿真，迭代试错操作，演绎和呈现北外滩未来三年、五年、十年的城市发展形象和功能，形成虚实结合、孪生互动的城市发展新形态。

## 2、应用特色

### (1) 设计阶段

在设计阶段，BIM技术的应用主要有建筑性能模拟分析、方案比选、碰撞检测及三维管线综合、竖向净空分析、场地分析、面积明细统计、建筑结构平面、立面与剖面检查、虚拟仿真漫游等，提前发现并解决设计问题，提高设计图纸质量。

### (2) 施工阶段

在施工阶段，BIM技术的主要有碰撞检查、管线综合与优化、竖向净空优化、施工方案模拟、构件预制加工、工程量统计、质量控制与安全管理、施工现场变更、设备与材料管理等，利用BIM技术辅助施工深化，指导现场施工，提高施工效率和质量，减少安全隐患，节约工期。

### (3) 运维阶段

在运维阶段，BIM技术的主要应用点主要有设施设备可视化与维护管理、空间管理、资产管理、能耗管理等，可为智慧城市建设提供坚实的数据基础与保障。

### (4) 规建管一体化CIM平台

本着规建管一体化城市建设与管理新范式，北外滩正在建设集成BIM数据的规建管一体化CIM平台的建设，并希望基于统一的城市信息模型，对接规划数据和后续管理需求，通过建筑市场与施工现场的两场联动，对建设工程项目从设计图纸审查、质量、安全、绿色施工、进度等方面进行数字化动态监管，以及数字化竣工备案，实现项目过程的管理前置、多方协同、多级联动、科学决策，确保工程项目按时、高质、安全的交付，推动行业管理从粗放型监管向效能监管、规范监管和联动监管转变，保证把一张蓝图干到底。

## 3、总结与展望

### (1) BIM技术应用总结

#### ①经济效益

当前北外滩建设中工程项目体量庞大、专业众多、参建方多，采用BIM协同技术，不仅可以保障各方的有序协作，还可以辅助施工深化出图，提前发现并解决施工现场可能存在的错漏碰缺问题，减少施工现场的拆装、返工与浪费，节约工期。此外，基于BIM技术的建设、安装、维护等信息，可以延续至运营阶段，辅助后期工程

实体的运营维护，降低运营管理成本。

## ②社会效益

将BIM技术纳入CIM平台及一网统管平台建设的应用模式，为新一轮北外滩建设提供了丰富的实践积累，将北外滩开发建设过程的BIM应用流程及技术标准进行总结，可以为类似区域提供BIM技术应用新发展模式。

### (2) BIM技术应用展望

虹口区BIM技术的应用随着北外滩的开发与建设得到了飞速发展，此外，基于CIM平台搭建的BIM技术应用有利于“一网统管”，实现城市治理的精细化管理。

## 3.1.2.2 浦东金鼎

### 1、区域概括/BIM技术应用概括

#### (1) 区域建设特点与难点

浦东金鼎天地位于金桥开发区的最北端，规划区域东至金穗路，南至巨峰路，西至申江路，北至赵家沟，是轨交12号线、崇明线、20号线的三线交汇之地，规划了集大型综合性一站式购物休闲商业中心、超5A甲级总部写字楼、五星级奢华酒店、多功能演艺文化中心、亚洲最深的专业级潜水体验中心、高等级教育示范基地、高端住宅等于一体的宜居宜业的多元化复合社区，致力于打造“2035上海卓越城市典范作品、新一轮产城融合示范区”。

区域占地面积约1平方公里，地上地下规划建筑面积220万平方米。其中，核心区域为东至申轮路，南至巨峰路，西至申江路，北至轱桥路所围成的“九宫格”13-21地块，如图3.1.2-2所示。



图3.1.2-2 金鼎天地规划范围图

### (2) BIM技术政策环境

区域建立了高标准BIM技术应用体系，按照浦东新区总体要求，启动了住宅项目试点BIM审查试点工作，全力打造以BIM技术为核心的高标准数字化建设工程，全面促进建筑业数字化转型升级。

### (3) BIM技术应用实施路线及特点

金鼎天地运用“数字孪生”和“智慧赋能”理念，依托BIM、CIM技术搭建金鼎天地全区域数字底板，建立区域级“规建管服”一体化管理平台，打造地下、地面、空中“三首层”立体产城综合体，从规划、建设到最后运营进行全生命周期的数字化精细管理。

## 2、应用特色

### (1) 设计阶段

在设计阶段，BIM技术的应用内容主要是依据设计图纸对建筑、结构、机电、幕墙、景观等专业进行基础建模，并整合各专业设计模型，进行三维可视化分析，发现并检查碰撞，并进行全域净高分析，预留预埋分析等，提前发现问题，较少变更，提



高设计质量。

## （2）施工阶段

在施工阶段，BIM技术的应用除了三维管线综合、深化设计与优化、净高分析、预留预埋分析、工艺模拟等内容外，还利用BIM技术将施工计划时间、实际施工时间与模型相结合，对进度、成本以及质量等实时管控，将项目施工组织计划和BIM模型相关联，动态模拟施工建造全过程，在施工过程中，通过对各计划任务进行跟踪维护，进而实现计划进度与实际进度的有效比对。利用BIM模型对安全方案进行管理，例如，脚手架安装工程、大型机械设备进场，辅助施工现场大型机械设备安装、施工过程的安全管理，规范各方安全生产行为，辅助防止和减少生产安全事故的发生。

## （3）BIM技术与其他新技术的结合

为提升客户体验，上海金鼎建立了全域全时段物联感知体系，实时“读写”真实金鼎，以创意数字化交互展示系统助力地产行业模式升级。以5G高速发展动态为主题内容的条形数字显示入口，奠定新型智慧城市泛在感知系统展示区的数字化基调。交互一体式智慧城市泛在感知系统，结合LED数字化显示系统，实现环抱式场景。添加互动式触摸体验，让客户提前感受未来社区生活、区域未来发展等场景，增加楼盘效果体验、娱乐互动等功能。太空舱数字化管理平台区域，集合智慧交通、疫情模拟、智慧能源、辅助设计，通过摇杆简单操作，可体会未来城市场景。

## 3、总结与展望

浦东金鼎BIM技术的应用将BIM技术融入城市建设，为智慧城市及未来城市场景的建设进行了新的探索，为BIM赋能智慧城市建设及城市数字化转型提供了新的发展方向。

### 3.1.2.3 徐汇滨江西岸金融城区域

#### 1、区域概括/BIM技术应用概括

##### （1）区域建设特点与难点

西岸金融城作为徐汇区“十四五”时期产业发展重大载体项目，是徐汇区落实“上海2035”要求的重要节点之一，也是黄浦江世界级滨水区重要的组成部分，正加

快建设成为金融、科技、文化融合共生的金融城。

西岸金融城包含一期和二期规划，如图3.1.2-3所示。西岸金融城一期地块位于徐汇滨江WS3单元，东、南至瑞宁路，南至龙腾大道，西至东安路，北至龙华中路，涉及C、D、E、F、G五个街坊，总用地面积约44.29公顷。西岸金融城二期地块分为两块，总占地面积约12.4万平方米，地上规划建筑面积约50万平方米。项目用地性质为商办、租赁住宅、酒店、会展、文体等多业态混合用地，在金融城内的各个区域建筑群之间，将打造6座标志性现代化连桥；连接中庭、奢侈品零售、高端餐饮、滨水景观大道、住宅等，项目总占地面积超过32万平方米、总建筑面积约180万平方米（其中地上建筑面积约109万平方米），5个街坊28个地块，是黄浦江畔前所未有的超大规模整体开发综合地块。

西岸金融城地块拥有长达1.4公里的黄浦江景观岸线，布局了60多万平方米写字楼和32万平方米商业设施，招商方面将以建设国际金融总部为核心，通过科技金融、新金融、综合产业的导入形成生态圈，与陆家嘴形成互补和错位。

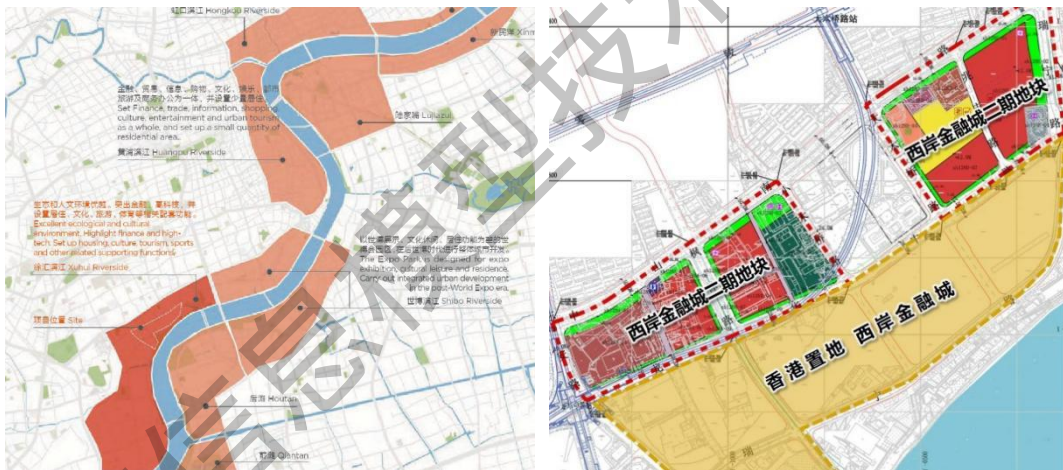


图3.1.2-3 西岸金融城规划范围示意图

西岸金融城的高标准功能定位为工程建设实施与管理提出了更高的要求与挑战。多元产业及区域品牌项目的融合，地上地下一体化开发，市政、房建、生态协同，加之在建设实施过程中以“边干边推进的行动模式”为主，势必导致设计实施过程中专业界面的增多，协调难度增大，同时对工程师的专业能力提出了更高的要求。

## (2) BIM技术政策环境

为了贯彻整体开发的规划理念，统筹项目整体建筑信息模型（BIM）技术在区域创新创意产业群项目中的应用，建立统一运营管理平台，实现基于BIM技术应用的运营管理，西岸传媒港公司组织编制了《西岸传媒港建筑信息模型应用实施指南》和

《西岸传媒港建筑信息模型应用技术标准》。

此外，为响应《三年行动计划》中“用运维管理需求指导设计建造”这一重点任务，区域结合自身优势与发展经验，编制《基于数字化交付的BIM-IBMS系统设计指引》，提前将运维管理需求融入设计阶段，为智慧运维体系建设保驾护航，确保BIM技术在全生命周期的应用与落地。

### （3）BIM技术应用实施路线及特点

区域注重BIM技术在全生命周期的应用。将运维需求前置，指导设计建造，有利于BIM技术在前期策划、实施阶段及运维阶段的深度应用，以及BIM数据从建设阶段向运维阶段的有效传递，确保BIM技术在全生命周期的应用与落地。此外，依托企业开展BIM技术在区域重点项目群的应用，有利于形成区域级BIM技术应用体系与标准，并实现BIM技术应用的更迭与升华。

## 2、应用特色

### （1）设计阶段

在设计阶段，BIM技术的基本应用内容主要涉及全专业（含土建、精装、景观、机电、钢结构、PC装配式、幕墙轮廓及红线内地形专业等专业）模型建立、全专业碰撞检查、净高分析、面积统计、预留预埋及室外管线碰撞分析、3D漫游等，利用BIM技术实现设计阶段方案的优化，减少设计变更，提高设计质量。

### （2）施工阶段

在施工阶段，BIM技术的基本应用内容主要涉及机电全专业管线综合、深化及优化、深化设计后的净高分析、预留预埋分析、模型出图（管线综合图、综合预留预埋图、综合支吊架图、吊顶综合平面图、机房管线综合布置图、机房设备及管线预制模块加工图、机房设备及管线预制模块装配图等）、机房预制化应用、进度模拟（含总进度计划模拟及专项进度计划模拟）、重大施工方案模拟、复杂节点施工模拟、施工场地布置模拟（土方工程、主体结构、安装工程等）、预制装配式施工预制构件与现浇构件的碰撞、与其他专业的建模检查、预制装配式施工与复杂脚手架等设施配合及碰撞等，利用BIM技术提高施工图纸的深化质量，减少现场设计变更，进而提高施工质量和效率。

此外，在竣工及移交阶段，除完成竣工模型的建立外，还涉及与IBMS系统BIM模

型编码及拆分工作，并完成与IBMS系统对接的BIM模型的制作，以便为后续高质量运维提供数据支撑。

### 3、总结与展望

通过BIM技术辅助设计及施工，对设计方案进行优化，对施工图纸进行深化，提早发现施工过程中可能遇到的错漏碰缺等问题，有利于减少设计变更，缩短工期，节约成本，较少施工过程中的环境影响。此外，将BIM技术延伸至运维阶段，将建设阶段的信息有效传递至运维阶段，有利于为智慧运维提供有效的数据支撑，辅助运维决策，降低运维成本。

#### 3.1.3 智慧园区BIM应用

智慧园区的建设主要以“BIM+”技术为抓手，通过BIM技术融合IOT技术、AI技术、大数据分析技术、云计算技术等其他新兴技术，以BIM模型为载体，利用BIM技术的三维可视化特性，提供全生命周期完整的建筑工程数据库；通过数字化协同管理平台，实现不同利益相关者之间的数据信息的协同共享；通过整合园区各个系统，打通各类系统数据接口，集中园区的各类运营数据，创建园区数字孪生体，实现智慧赋能，提升园区的全面感知能力、互联互通能力、系统协同优化能力，实现园区的可视、可管、可控，最终实现园区的数字化运营目标；同时，辅助园区建设单位和物业管理单位进行智慧运维管理，降低运维成本，提高园区入驻单位的用户体验和满意度。

本节内容分两部分，第一部分从楼宇管理、安防管理、通行管理、能源管理和环境管理几大方面，阐述智慧园区共通性BIM应用；第二部分，按医院、学校、社区、产业园四类典型园区工程，阐述特性BIM应用。

##### 3.1.3.1 智慧园区共通性BIM应用

#### 1、楼宇管理

##### (1) 空间管理

园区空间管理，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

现对园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各种相关模型信息，对各个空间区域进行划分与空间功能标注，使园区管理人员能够实时、准确、全面地获悉园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，辅助园区持有方对园区空间的规划、管理和决策。

在园区运营过程中，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，如：租赁信息、收款信息、产权信息、当前运营状态等，辅助园区日常经营和管理决策，进而优化园区空间运营，实现成本和收益最优化。

### （2）资产管理

园区及建筑单体内部存在大量设备设施等资产，（如：电气设备、暖通设备、照明设备、电力设备、给排水设备等），设备种类繁多，数目庞大，分散在园区及楼宇内部的各个角落，资产管理难度极大。

园区资产管理需要通过管理人员对物品的数量、位置、状态等数据信息的实时掌握，实现资产从入库、库存实时盘点到出库的全过程管理，并与外部系统（如ERP系统、门禁系统、监控报警系统等）进行对接，通过各系统联动保证资产安全。

利用BIM技术，建立园区资产模型与其运行状态数据的映射关系，做到数据与资产联动、资产与管理联动，进而实现资产的数字化、可视化、透明化管理。在BIM模型创建时，准确创建资产模型单元，精准定位模型单元的空间位置，并完善其属性信息。将资产数据与模型进行关联，形成资产数据库；将资产数据库与智慧园区管理系统进行链接，通过管理系统进行资产管理，包含资产查询、后期盘点及维护工作，并动态跟踪资产的更新、替换或维护及其他各类变化情况；与园区其他系统对接，通过系统联动，实时保障资产及其安全尽在掌控。

### （3）运维管理

园区及建筑单体的日常运营依靠大量且多样的设备设施，设备运营维护的管理难度极大。单纯依靠人工的传统设备运维管理方式已无法满足当代园区发展的需要。

利用BIM技术结合IOT等新技术，实现设备运维精细化管理和敏捷管理。当设备故障出现时，管理人员及维护人员能够通过BIM模型快速准确定位故障设备的具体楼层、具体位置，降低不必要的设备查找时间，延长设备设施使用寿命。通过对设备设

施日常运行状态的实时监测，借助BIM模型，将由重点设备设施发生故障引发的潜在问题可视化，结合AI技术分析和学习其运行历史数据，实现事前预测预防，辅助管理者制定相应的应急预案及日常维护方案。通过模型的三维可视化特性，降低甚至避免传统运维模式下，由于维修工单信息未得到及时、有效地保存和共享，出现的设备错检、漏检等问题。

## 2、安防管理

### （1）监控管理

利用BIM模型，辅助园区管理者科学合理规划园区安全管理方案以及监控点位布局，分析重点监视区域。借助园区运营管理平台，将BIM模型与园区安防系统进行链接，通过在BIM模型中精准定位和展示监控设备点位，辅助园区日常运营管理。安防管理人员可以通过点击模型中的监控设备，立即获取该点位摄像头的实时监控画面，提高园区日常巡检效率，实现足不出户，快速巡更园区全域。当可疑人员入侵园区及楼宇内部时，借助园区运营管理平台，结合BIM模型与AI技术，通过系统联动，快速定位可疑人员位置并动态追踪其活动轨迹，提高园区安防管理效能。

### （2）消防管理

利用BIM模型，将园区及楼宇内部空间可视化，辅助管理者规划消防系统、配置消防设备设施、制定逃生路线及救援方案。通过园区的数字孪生体，展示消防报警点位置，配置疏导系统和相关联动系统，最大限度提高消防安全。在火灾出现时，借助园区运营管理平台，通过BIM可视化模型，快速查找和定位火灾的发生源，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。

### （3）应急管理

利用BIM模型，通过园区及楼宇全部空间区域可视化，辅助相关工作人员和管理人员科学合理制定应急预案；在应急事件发生时，能够根据模型快速定位事件发生的空间位置、具体楼层和房间，快速响应并制定对应的处理方案，实现应急事件的敏捷管理和高效解决。

## 3、通行管理

### （1）车辆管理

利用BIM技术的可视化特性，辅助园区管理者科学合理规划停车位布局、车流动线。依托园区运营管理平台，通过结合监控系统、安防系统、门禁系统等，实时统计

车位使用情况，辅助管理人员合理安排VIP车位、公用停车位，制定车流疏导方案，进而提高园区车辆管理效率及用户体验。

#### (2) 电梯管理

利用BIM技术，创建园区及楼宇内的电梯模型，并关联电梯的详细数据信息，包含电梯名称、工作状态、当前轿厢载客量、电梯型号规格、维保情况等。依托园区运营管理平台，利用BIM模型结合梯控系统，实时呈现电梯运行状态及运行位置；通过联动视频监控系统，呈现各部电梯轿厢内部的监控画面，结合楼层候梯人数的实时统计情况，辅助管理人员进行人流分析，为应急疏导方案提供依据。

#### (3) 人流管理

利用BIM技术结合AI技术、IOT技术，实时统计园区及楼宇的进出人流量，并分析人流停留区域、拥挤情况，以热力图的形式实时反映在BIM模型及相关楼层平面图中。借助相关算法，通过群体聚集分析模型，智能判断异常聚集情况、拥挤堵塞情况，统计分析人流行动轨迹，为人流疏导、防疫防控、应急响应提供决策依据和数据支持。

#### (4) 能源管理

园区能源管理是指采集公共用水、用电、用气、采暖等各项能耗数据，通过监测能耗数据指标，指导园区节能降耗。

利用BIM技术融合IOT技术、大数据分析技术，实时监测园区内能源使用情况。根据实时能耗监控数据，在三维场景中，综合展示园区内的空调、电梯、照明、供水、通风、通讯、安防、机房等各项系统的耗电情况。依托园区运营管理平台，结合BIM模型，可视化显示园区各楼栋、各楼层、各区域的实时能耗监测数据；通过平台预先设置能耗指标阈值，实现能耗异常告警，同时在模型中显示告警区域位置，为园区能耗管理和诊断提供决策数据依据。

### 3.1.3.2 四类智慧工程项目特性BIM应用

#### 1、智慧校园

智慧校园基于BIM、智能感知、物联网、移动互联、云计算、大数据、社交网络和虚拟现实等信息技术，将学校物理空间和信息空间有机衔接，为师生建立智能开放的教学活动环境和便利舒适的工作生活环境。智慧校园应用与服务的内容体现，在

BIM模型与支撑平台的基础上，构建智慧校园的环境、资源、管理和服务等应用，为师生员工及社会公众提供泛在的服务。

#### （1）基于BIM的校园环境管理

通过构建BIM模型，建立校园的物理空间与虚拟空间一一对应的映射关系，将教室、办公室、会议室等空间可视化、场景智能化，通过结合物联网等设备设施，对各类空间进行环境指标的实时监测，通过支撑平台预先设定的各类环境指标阈值，辅助实现校园的环境自动化调节与智能感知、控制，从而为师生提供良好的校园环境。

#### （2）基于BIM的校园资产管理

将实体资产数字化，集成于平台之上，打破传统的纸质化管理，防止资料文档信息的丢失，实现快速检索，大大提高运营效率。利用BIM模型内所带的空间基本信息及位置信息，借助BIM三维可视化的优势，通过平台对空间进行功能分类并添加租赁信息，优化空间利用率，分析空间成本。

将教学资产信息录入BIM模型，资产管理人員可一键导出资产位置，并结合RFID解决方案，实现快速有效的资产盘点工作。将固定资产信息录入BIM模型，结合RFID解决方案，在重点区域安装通道门禁，并在重点资产上安装RFID标签，当贴有RFID标签的资产离开该范围时即会发出警报，在BIM模型上显示报警信息并提示相关人员。

利用三维模型的可视化优势，通过资产选择自动定位至资产位置以及显示基本信息，相关文档以及维护工单。

#### （3）基于BIM的校园运维管理

利用BIM可视化的特点，通过平台设置设备维护计划，到期提醒，快速定位到维护设备位置并调取设备维护信息，增加维护效率。

利用BIM技术系统性的特点，可在平台内查看同一回路上的管道线路及该回路上的末端及连接处位置及详细信息，辅助工程人员进行管道检修工作。

#### （4）基于BIM的校园预案管理

##### ①设备预案管理

基于BIM模型，当电梯发生故障时，自动通知电梯维保人员及楼宇管理者，并通过模型显示故障电梯位置；通过BIM模型，自动搜索附近摄像头并显示其影像，查看电梯内是否有人及电梯附近是否有特殊情况发生；通过BIM模型显示故障电梯相关的系统，辅助维修人员快速找出故障原因。



## ②消防应急预案管理

当系统报告故障或发生灾难，气体泄漏和紧急情况时，会马上启动应急预案。设备联动报警，通知多级应急响应团队和相关负责人，组织信息应急预案，恢复正常运行。借助BIM模型，快速准确查询人员位置、设备位置、有害物质和危险品分布、安全出口分布等数据，帮助现场决策。

### (5) 基于BIM的校园安防管理

通过BIM模型，可以实现校园内的人员活动轨迹追踪和记录，结合平台可以实现远程实时校园漫游巡检。通过融合AI技术，借助人脸识别终端、热感应、摄像机、智能手环等多种类型前端设备采集到的人员数据，形成完整的人员轨迹，结合BIM模型，进行人员轨迹的动态呈现，实现三维空间内任意漫游观察，预设全局视点，重点路径自动巡更。

另外，结合校园内部的摄像头，可以快速定位相关人员，并将目标地区发生的历史事件进行整体跨镜头的回放和查询，能够直观的、全景的呈现历史事件的发生始末，大大提升了事件查询效率，辅助校园安全管理。

### (6) 基于BIM的学生宿舍管理

基于BIM模型，结合大数据和人脸识别技术等，实现对学生通行的实时监控管理，并对通行记录进行大数据分析统计，在有效地减少管理人员的查寝工作的同时，提高学生宿舍管理工作效率和效果。

## 2、智慧医院

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备设施的整体运行情况，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，平台提示报警区域，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、智慧产业园

智慧产业园本质是BIM、物联网等新一代信息化技术的集成化应用，改变产业园运维阶段的交互方式、工作方式和管理模式，推动产业园的智慧化、透明化、绿色化发展。

目前，产业园规模大、体量大，各类系统平台相对独立，各类信息数据未打通，还不足以辅助和支撑产业园的智慧化运作与发展。在园区的全生命周期中，除空间需求、多专业设计协调外，还要提前考虑和规划园区的整体运维需求。

#### (1) 基于BIM的园区全生命周期数字化管理

基于BIM及协同管理平台新型产业园，在规划设计初期，提前定义园区的空间布局和功能规划，提前明确园区的整体智慧应用场景、相关智能设备设施，降低甚至避免了建成后智慧场景难落实和“走回头路”的现实问题。在园区规划设计阶段，创建基于BIM+GIS的管理平台，实现园区的数字规划和管理；在建设阶段，沿用该平台，实现数字化施工管理；在运营阶段，借助该平台实现园区整体数字化运营管理，进而实现产业园的全生命周期数字化协同管控，真正做到智能化管理、虚拟化呈现、数字化监控。

基于BIM的智慧园区运维，实现各类系统信息及数据的及时上传与实时共享，实现数据交互；通过BIM模型，将物理空间与虚拟空间进行连接与联动，方便管理者实时掌握园区内各楼宇、各楼层、各区域的动态变化情况，促进园区的智慧化、数字化管理。

#### (2) 基于BIM的园区资产管理

通过BIM模型，一键统计园区所有固定资产，形成产品清册，避免备品备件存储不足，影响正常运行；同时，可辅助资产消耗分析，分析消耗主导因素，指导运营采购。

#### (3) 基于BIM的园区车辆管理

利用BIM技术，形成产业园区三维地图，结合AI技术、车联网系统等，实现园区内车辆通行与停泊的智能化管理，为来访者提供精准车位导航及行车路线规划。

#### （4）基于BIM的园区设备管理

通过智慧平台设置设备维护计划，到期提醒，利用BIM模型的可视化特点，快速定位到维护设备位置并调取设备维护信息，提高维护效率。

结合BIM模型，将园区内设备设施的运维数据导入，实现设备设施运行数据信息的可视化、运营维护的在线化和智能化，方便运维人员能够通过大屏及时掌握园区内设备设施的整体运行情况，及时处理和解决故障维修情况、维修工单、日常养护，对维修工作实行闭环管理。

#### （5）基于BIM的园区安防管理

通过BIM模型，融合AI技术，借助人脸识别终端、热感应、摄像头等多种类型前端设备采集到的人员数据，形成完整的人员轨迹，实现进出园区人员活动轨迹的追踪记录和动态呈现。结合平台，可实现远程园区漫游巡检，实现三维空间内任意漫游观察，预设全局视点，重点路径自动巡更。

另外，基于BIM模型，能够将目标区域发生的历史事件进行整体跨镜头回放和查询，并快速定位相关人员，提升安防事件的追溯效率，辅助园区安全管理。

### 4、智慧社区

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，通过综合运用现在科技技术，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GIS+BIM+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，使社区管理更便捷、更高效。

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

在BIM模型创建时，准确创建设备设施资产模型单元，精准定位设备设施模型单元所在的空间位置，并完善其属性信息。将设备设施数据与模型进行关联，形成设备设施资产数据库；将设备设施资产数据库与社区管理系统链接，通过系统进行设备设施资产管理，包含查询、后期盘点及维护工作，并动态跟踪设备设施资产的更新、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，实时保障设备设施资产的安全。

#### （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，实时获取设备设施的运行数据，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、部署消防设备设施、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

利用BIM技术融合IOT技术、大数据分析技术等，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。

### 3.1.4 保障房BIM应用

为满足旧改和重大工程建设要求，改善城市中低收入住房困难家庭居住条件，“十四五”期间，国家将在40个重点城市计划筹集保障性租赁住房650万套（间），保障性住房正成为各地稳增长、保民生的重要抓手，其中上海两年计划新增供应量约占“十四五”期间新增供应总量的50%左右。未来保障房将超过商品住房成为主要住房供给形式，占比超过住房供给总量的50%以上。2021年上海市市属保障性住房计划交付项目共计35个，约259万平方米，约3.66万套，其中，共有产权保障房33个项目，约3.3万套，约232万平方米；征收安置住房2个项目，共3780套，约27万平方米。

#### 3.1.4.1 政策背景

上海市保障房BIM技术应用水平一直在全国处于领先地位。早在2014年，上海市人民政府办公厅就发布了《关于在上海市推进BIM技术应用的指导意见》（沪府办发〔2014〕58号），明确提出“选择一定规模的医院、学校、保障性住房等进行BIM技术应用试点”，在保障房项目先行试点推广BIM技术，是本市最早提出在保障房项目应用BIM技术的政策文件。

为落实58号文的指导精神，进一步推进BIM技术在本市保障房领域的应用，2016年4月上海市住房和城乡建设管理委员会发布了全国首个保障房BIM技术应用费用补贴的文件《上海市保障性住房项目实施建筑信息模型技术应用的通知》（沪建建管〔2016〕250号），要求在实施装配式建设的保障性住房项目应用BIM技术，并明确了保障房项目BIM技术应用费用计入项目成本的核算标准、管理方式等。同年12月发布《本市保障性住房项目应用建筑信息模型技术实施要点》（沪建建管〔2016〕1124号），进一步明确了保障性住房项目BIM应用阶段选择、应用项选择和、补贴费用标准、实施步骤和验收方法。

在此基础上，2017年4月，上海市住房和城乡建设管理委员会、上海市规划和国土资源局联合发布《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），在“激励和措施”部分明确提出“本市保障性住房项目的BIM技术应用费用，根据应用阶段、内容和规模的不同，按本市有关规定标准计入成本”。2018年5月，上海市住房和城乡建设管理委员会发布了《关于发布〈上海市保障性住房项目

BIM技术应用验收评审标准》的通知》（沪建建管〔2018〕229号），通知要求，本市应用BIM技术的保障性住房项目，建设单位在组织验收完成后，可向上海BIM推广中心申请组织专家验收，并发布了明确的评审标准。

#### **3.1.4.2 保障房BIM应用现状**

2021年，本市持续推进BIM技术在市属保障性住房建设中的应用，到目前为止共有88个市属保障性住房项目运用BIM技术，其中32个市属保障性住房项目完成了BIM技术应用方案评审，应用项涵盖设计、施工准备、构件预制、施工实施和运维五个阶段。

#### **3.1.4.3 保障房BIM技术应用监管**

目前，保障房BIM技术应用过程监管存在空白，项目实际应用BIM情况无法实时掌控和跟踪，监管信息不完整，监管方法缺失，这些问题导致BIM应用成果深度和质量出现一定的随机性，无法全过程监控。从政府监管角度而言，既存在政府对部分主要场景监管缺失，监管流程存在缺陷，监管准则、监管实施无法落地的风险，达不到运用BIM技术对项目进度、质量、投资管理进行提升的效果，在后续的财务审计中也存在一定风险。

为了有效监管BIM技术应用过程中的BIM模型和应用成果质量，提高BIM技术应用推广效果，上海市住宅建设中心立项开展了《市属保障房BIM技术应用过程监管方法研究》课题，从设计、施工、预制构件阶段BIM模型和应用成果监管、成果交付要求、BIM技术评价等方面，对BIM技术应用全过程监管要点进行了系统深入的梳理和分析，形成了研究成果《上海市市属保障性住房项目BIM技术应用管理导则（试行）》。

#### **3.1.4.4 总结与展望**

后续将按照市住建委、市房管局等行业主管部门的要求，和BIM推广中心一起加强BIM技术运用在市属保障性住房项目中的运用。加强对应用BIM技术的保障性住房



项目过程中的督查力度，及时发现项目问题，对于不完善的地方要求其过程中立即整改。市住宅中心配合市住建委相关处室、BIM推广中心督促相关建设单位加强落实市属保障性住房BIM技术应用工作，并进一步完善相关要求。

另外，2022年市属保障性住房第一批开展BIM技术应用的项目将进入竣工验收流程，市住宅中心将按照相关要求，在“本市保障性住房项目BIM技术应用验收评审标准实施细则”的指导下加强把关，做好市属保障性住房BIM技术应用竣工备案工作，严格把关，督促行业健康发展。

### 3.1.5 城市更新BIM应用

城市资源环境紧约束下内涵增长、创新发展的需求，促进了城市更新的发展。上海市政府于2015年印发了《上海市城市更新实施办法》（沪府发〔2015〕20号），提出“城市更新应当坚持以人为本，激发都市活力，注重区域统筹，调动社会主体的积极性，推动地区功能发展和公共服务完善，实现协调、可持续的有机更新。”

2021年8月，上海市十五届人大第三十四次会议通过了《上海市城市更新条例》，对上海城市更新工作的各个方面提出了具体要求。

与以住宅类建筑为主的棚改、旧改相比，城市更新涉及老旧小区、老旧厂区、老旧街区和城中村等存量片区的整体改造提升，施工要求更高，建筑类型更复杂，工程难度更大，实施周期也更长。在此类复杂多变的项目条件下，更适合于BIM技术的应用。

#### 3.1.5.1 存在的问题

随着城市人口扩张及城市功能的更新换代，在城市更新改造的过程中，大量的旧建筑需加固拆除，在这过程中不可避免地会遇到很多问题，如何保持建筑周边不被破坏，在保证建筑原有功能的基础上顺利完成改造工作是建筑改造工程的重点。

##### 1、图纸问题

大部分老旧工程竣工于上世纪，图纸大多为人工手绘，普遍存在图纸模糊不全现象，且原建筑在使用过程中，部分建筑功能与管线经过调整，存在竣工图纸与现场实际不符情况。而改扩建新设计图纸主要依据为老楼竣工图纸，大多未复核原建筑轴线

偏差、楼面标高及管线情况等，导致与现场不符合项偏多。

## 2、管线问题

改造前后，建筑使用功能发生变化，原有机电管线大部分需废弃或改造。因时间久远，基本不能确定其使用功能及具体走向，且众多管线存在老化现象，管线拆改存在巨大风险。此外，部分改造工程内重要系统需要升级，如医院污水处理系统、航站楼行李系统等，普遍需要更新换代，而这些系统在设计与安装的过程中存在大量与结构管线建筑的矛盾，且拆改困难。

## 3、工法工艺复杂

由于改扩建项目的特殊性，在某些特殊位置，如钢结构框架与原结构部位有所连接，就需要研究出一套新的施工工艺功法。新的工艺带来的困难主要有：新的工艺没有经过验算与会审，将耗费大量时间；施工交底困难，新的工艺功法对于现场施工管理人员需要时间去理解学习，将之交底，难免会造成信息的缺失或误读。

## 4、管理困难

改扩建项目一般存在大量分包，且从事的工作部位都各不相同，在统一管理层面有一定困难，很难做到有效的统筹划分，有效的统一规划，在工作、沟通效率等方面存在较大困难，对于项目中的信息实时性也很难保证。

### 3.1.5.2 应用的价值

城市更新的BIM技术应用路线从勘查深入到设计、深化、加工、施工各个阶段。

#### 1、勘查设计阶段

城市更新项目在勘查阶段需获得建筑物现状信息，包括高度、长度、面积、角度、坡度等的测量信息及周边情况信息，需采集建筑物、地形的表面纹理。采用无人机倾斜摄影技术、GIS+实景地图、3D激光扫描仪，对现场进行数据采集，配合软件对数据后期处理，生成多种格式的3D模型文件，用于项目现场的场景规划及数字资产交付。

也可采用无人机查勘数据得到的一个外立面修缮内容分析表，在进场施工前就可以基本锁定修缮内容和修缮工作量，配合做清单投标报价。

#### 2、设计、深化阶段

设计阶段，可基于设计BIM模型辅助进行建筑外立面脚手架设计方案等的确定。

针对老旧小区管网更新、市政道路改扩建绿化改造、城中村改造等项目，也出现了基于探地雷达的地下管线高效探测技术，实现通过地面扫描直接获取地下管线的位置、埋深以及走向，效率高、精度高，从而缩短基础设施项目的施工工期以及实现地下管线的三维快速建模。

此外，针对城市更新项目中管线复杂且数量种类庞大繁多的问题。也可通过BIM技术来进行深化设计，管线综合优化排布，对空间进行合理的规划与安排，最大程度上优化走线方式。进行最不利点分析，通过模型与图纸结合的形式，与项目中的各方进行沟通，从而达到最优解。

### 3、施工阶段

#### (1) 施工方案模拟辅助决策

通过扫描现场获得点云数据，并且再利用这些数据拟合的BIM模型可以避免过多的人员二次干预，得到更准确的数据。在实施流程方面，根据项目以不同的总体施工组织思路侧重点，优先施工侧重，为展开工作工序尽快提供工作面。例如，施工起始阶段，通过3D扫描对地形、地貌进行高精度测绘。同时，结合GIS数据指导场地平面布置并对主体结构倒序施工方案、流水节拍进行全程动态优化。

如图3.1.5-1所示，通过依据设计图纸的新建BIM模型与3D扫描模型进行对比，提早发现偏差，优化各专业施工材料下料，并运用BIM技术进行放样，使各专业深化图纸更符合现场实际，减少现场施工偏差，从而进一步提高施工质量。

同时，可整合新建建筑，深化既有建筑改造方案、新旧建筑界面处理方案等，保证新旧建筑有机结合。



图3.1.5-1 某项目主展馆工业遗址三维激光扫描点云模型及逆向建模模型

#### (2) BIM助力修缮复原

采用BIM技术来辅助修缮复原施工，对如屋面、墙面现状进行倾斜摄影等测量，将现状进行模型重建，然后通过修缮要求进行整体施工工艺的拆分模拟，通过对比分析方案的可行性。在施工过程中可直观高效地与工人直接进行三维模型的交底。

可采用扫描与逆向建模结合原设计文件，深化还原1:1的数字化模型，结合3D打印

验证深化效果。

### (3) BIM协同管理问题

针对城市更新项目参建方多，难管理的问题，使用BIM协同管理平台，统筹业主、监理、设计及施工对建造全过程的管理。管理平台可包括模型，协同办公、设计管理、计划管理、方案管理、资料管理、任务管理几大模块。解决了模型轻量化多平台无缝衔接展示；问题检查信息的电子发布与电子留底，项目资料集中电子化并且可以进行无缝接入，计划电子化以及关联模型。

可依据BIM协同管理平台，对城市更新项目外立面等分格划分，模型颜色划分，对现场数据分类，将修缮时间、方案等信息录入运维数据存储，如图3.1.5-2所示。

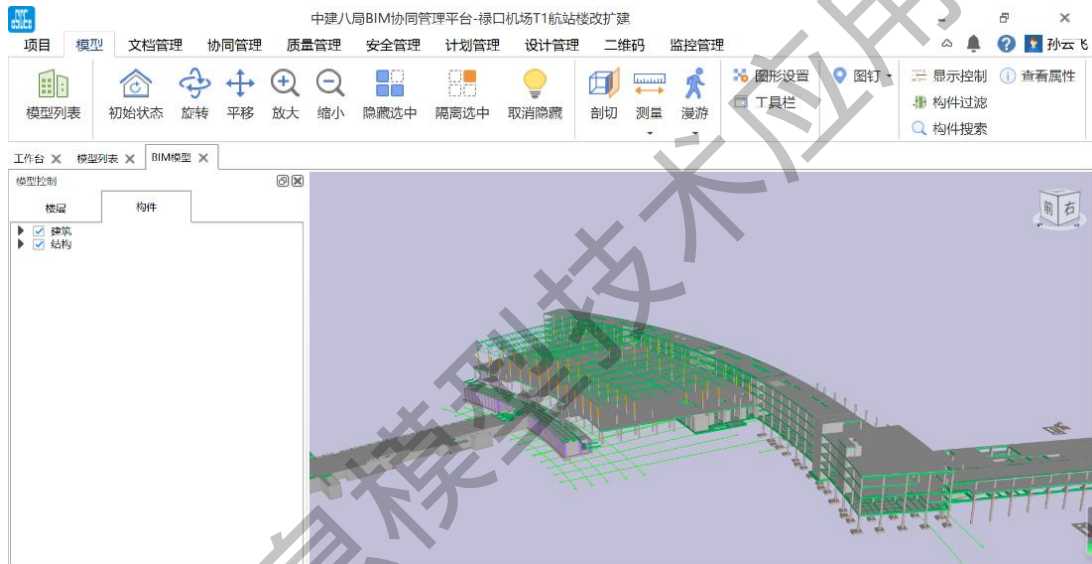


图3.1.5-2 BIM协同管理平台

### 3.1.5.3 应用案例

#### 1、项目概况

杨浦大桥公园项目建设地点位于杨浦区滨江南段区域，基地周边涉及宁国路轮渡站、四条城市道路、已建成的滨江步道以及尺度巨大的杨浦大桥，项目为世界技能博物馆的配套工程。一期开发实施地块为杨浦大桥西侧02I9-01地块（杨树浦路—渭南南路—宁国路—安浦路）和02I6-02地块（永安栈房西界—安浦路—宁国南路—黄浦江），其他项目地块作为二期开发实施，具体用地范围如图3.1.5-3所示。



图3.1.5-3 杨浦大桥公园项目

大桥公园一期总用地面积为35419.8m<sup>2</sup>，总建筑面积约40615m<sup>2</sup>，主要建设内容包括公园绿地、保留建筑、新建建筑工程等，其中地上建筑面积为21005m<sup>2</sup>（含历史保护建筑永安栈房20205m<sup>2</sup>），地下建筑面积为19610m<sup>2</sup>，绿地面积为21961m<sup>2</sup>。

项目最重要的部分是被选址为世界技能博物馆的永安栈房的更新提升。1922年竣工的永安栈房由英商洋行设计，是一座双子楼形制的仓库建筑，在杨浦滨江极具识别性，于2016年被列入杨浦区不可移动文物保护单位名录。由于长期不当使用，永安栈房的内部结构变动较大，立面材料老化，地面有不均匀沉降。因此，对其建筑效能的改善是更新的重点之一。

永安栈房的更新提升，采用了高效空调系统、屋面光电和风电设备、地源新风系统等措施，并运用BIM技术对改造全过程予以监测，为永安栈房的新生绽放创造了条件。

## 2、BIM技术应用点

在大桥公园一期项目中，BIM技术主要应用于空调系统的设计及施工中，应用阶段涵盖数字化重建、设计、构件预制、施工准备、调试安装、运维等设备的全生命周期的各个阶段。

在数字化重建阶段，根据3D激光扫描收集的3D坐标数据，在虚拟环境中重建了原有建筑结构，生成数字化建筑底座。如图3.1.5-4、3.1.5-5所示，在空调系统设计阶段，

通过建筑信息模型（BIM）进行设计方案比选、碰撞检查等应用，减少设计失误疏漏，提高设计质量及沟通效率。

在施工准备及实施阶段，基于BIM技术可视化预演提升施工组织效率，如图3.1.5-6所示，对重要的施工环节、关键部位、施工现场平面布置、大型机械设备安拆、重点设备的预制、吊装等施工指导措施进行模拟和分析，提升计划的可行性；结合BIM和VR可视化模拟，帮助现场工人更好地理解设计意图（尤其是复杂的拼接工程）和施工方法，并利用3D打印技术检验预制产品的正确性。施工过程中根据现场施工情况，完善模型设备信息，形成竣工模型，并传递至运维阶段。

BIM技术的应用，有效压缩了整体设计周期、降低了总体成本、减少了设计变更和返工，实现了预制部件的批量化成品定制及与施工现场的无缝对接，加强了项目更新过程中的信息交换，极大地提高了生产率。

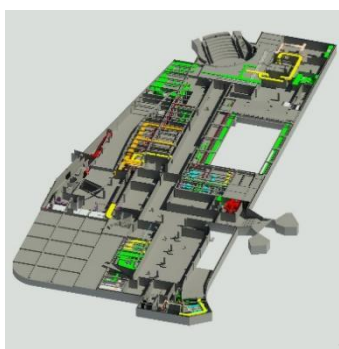


图3.1.5-4 设计方案



图3.1.5-5 管线综合布置



图3.1.5-6 空调系统预制化施工

### 3.1.5.4 总结与展望

目前来看，BIM技术在城市更新中，尤其是老旧建筑的微更新中的应用还比较少。城市更新BIM技术的应用，更多的涉及BIM逆向设计，可以理解成“BIM翻模”，即根据已有的实物来建模。如图3.1.5-7所示，BIM逆向建模要求使用无人机技术或3D激光扫描仪等设备进行现场数据收集，后续进行解读并建立三维模型，因此相对正向设计来说，逆向设计包含更多的步骤，降低了设计的效率。



图3.1.5-7 逆向设计过程

因此，城市更新BIM技术的应用，与无人机技术以及3D激光扫描技术紧密关联，特别是在建筑施工初期，通过无人机技术或三维激光扫描技术对整个区域和建筑进行测绘，能够有效提升工程质量，节省传统人工测绘、建模所需要的大量人力成本，为城市更新领域带来新的建模方式，推动数字化城市更新进程的发展。

### 3.1.6 应急管理中的BIM应用

2022年3月以来，国内本土已经呈现了点多、面广、频发的疫情态势，疫情防控形势依然严峻复杂，带来了更大的防控难度和压力。我国执行的“动态清零”的总方针和防控措施有效平衡了疫情防控和经济社会发展之间的关系，能够让实现以最小成本取得最大成效。同时“动态清零”的内在要求也深刻地考验着城市各行各业应急管理的水平。上海市落实从严从实“精准防控”的措施，在“精准防控”应急机制背后是一整套快速反应、科学应对、精准处置的数字化、智慧化管理技术的支撑。

在建设行业，基于BIM的信息化管理平台、智慧工地管理平台、智慧BIM建造平台等信息化平台上针对性推出数字化的防疫管控与人员管理模块功能，将“人防”与“技防”有效结合，从严从紧、从细从实执行精准防控措施，提升施工工地现场防疫管理能力，助力施工现场的快速有效应急处置及精准预防管控。

### 3.1.6.1施工现场的应急管理BIM应用

基于BIM的施工现场智慧防疫应用在此次的疫情期间得到了明显的加强，针对施工现场人员管理，定制开发了基于BIM的各项疫情防控与人员管理结合的模块功能，在多个重点项目中已经得到了应用，体现了良好的管控效果。

为严格落实建筑工地疫情防控各项措施、全力支持和保障建筑工地施工有序开展，上海某企业单位依托市重大工程龙东大道改建工程，深入调研细致策划，完成了智能防疫系统初始版本的研发及升级，满足龙东大道改建工程安全复工及生产需求。

该系统可以在电脑端和手机端使用，具有人员风险自动评定、四色名单区别管理、防疫措施针对实施、体温行程日常管控等主要功能。

#### 1、人员风险自动评定

在大批人员申请返沪复工的情况下，极易出现人工审核不到位的情况，错放高危人员入场，而审核效率低也会造成人员无法及时入场。智能防疫系统对复工人员的审核依据包括：居住地户籍地审核，是否来自疫情高风险地区；来沪方式审核，采用何种交通工具抵沪；工种审核，是否为工程急需工种；健康状况审核，是否接触过高危人员或到过高危区域。

为保证审核的严密性和高效性，智能防疫系统根据务工人员填写的信息，建立内置判断准则，采用风险自动评定方式协助防疫管理人员筛选安全来沪人员，最大程度避免盲目和高风险人员来沪务工。

#### 2、四色名单区别管理

务工人员来源地众多且各自复工进度不一，给现场复工的防疫工作带来极大困难。智能防疫系统依据现居地、出发地、返沪方式、健康状况、工序需求紧迫性等信息，如图3.1.6-1所示，建立四色名单，给予每名务工人员唯一的二维码个人电子标签，将人员身份信息、行程信息、防疫信息等数据通过手机微信端直接登记和展示，不同颜色二维码分别对应其所属的四色名单。随着人员防疫安全等级的变化，系统自动调整标签颜色，便于管理人员更加清晰地分辨人员类别，极大简化管理流程。





图3.1.6-1 四色名单区别管理

如图3.1.6-2所示，四色名单分类为：蓝名单人员，申请回沪复工，经三级审核后允许来沪的复工人员；黄名单人员，来沪后场外观察期间人员；绿名单人员，入场后场内观察期间人员；白名单人员，观察期结束正常施工人员。



图3.1.6-2 场内绿名单人员和白名单人员分开管理

### 3、防疫措施针对实施

针对各阶段务工人员，如图3.1.6-3所示，智能防疫系统采用不同的管控策略开展针对性管理，切实做到内防蔓延传播。

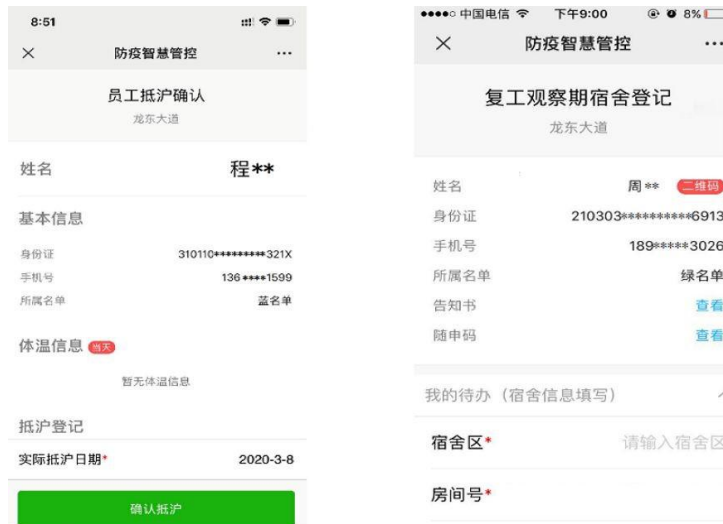


图3.1.6-3 抵沪确认及观察期填报

来沪申请需通过三级审核：由业主、总包、监理三方防疫管理人员分别对每名复工人员的申报信息进行独立审核，三方一致通过后方可来沪。

切实保证在沪观察期：为确保复工人员在场内或场外观察期内得到真正隔离，复工人员抵沪后，由施工单位的防疫管理人员在观察点对复工人员进行扫码确认，方被视为正式进入观察期。

加强场外观察期管理：需要进行场外观察的人员，自抵沪确认后的第二日作为观察期首日，观察期间每日两次体温测量，总包及监理方定期抽检。在满足观察期14日体温正常的条件后，智能防疫系统将自动以微信或短信形式推送可申请复工信息。

新进工地人员缓冲期管理：安排新进工地人员至缓冲宿舍区进行场内观察，期间禁止进入浴室、食堂等公共场所，与日常人员分区域住宿、分区域作业。

#### 4、体温行程日常管控

如图3.1.6-4所示，针对已复工人员以及工地来访人员，智能防疫系统采用不同管控流程进行日常管理。已复工人员通过每日体温和行程的双重管理方式进行日常管控。

姓名	标段工区	异常类型	异常内容	异常时间
1 何颖	2标2-2区	测温异常	【龙东大道智慧工地】龙东大道2标1区宿舍区进入时检测到复工体温异常，请立即	2020-03-01 16:37:42
2 刘鑫	2标2-2区	测温异常	【龙东大道智慧工地】龙东大道2标1区宿舍区进入时检测到复工体温异常，请立即	2020-03-01 20:09:46

图3.1.6-4 日常体温登记及异常报警

体温管控：授权宿舍、工地进出口防疫管理人员体温录入权限，实现手机端一键体温信息上传，系统实时监控上传的体温信息和测温时间并记录在后台，如图3.1.6-5所示。

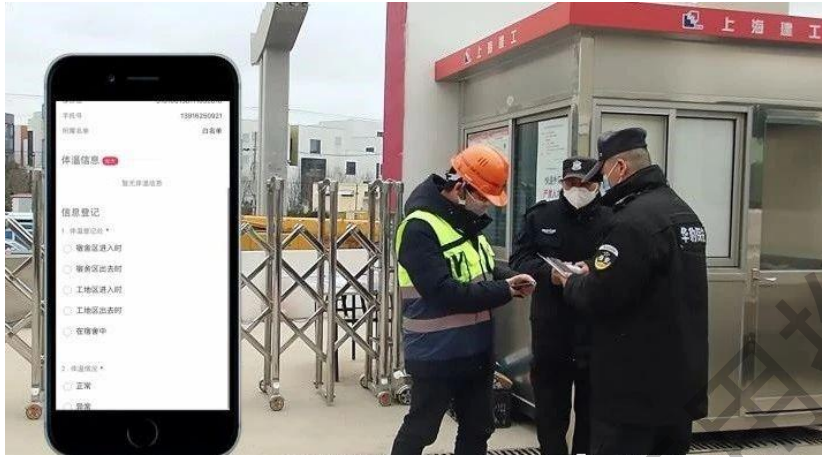


图3.1.6-5 防疫管理人员在手机端操作

行程管控：根据务工人员出入宿舍、工地的时间，自动计算行程时间，根据内置规则自动判定该人员是否存在无故外出或第三地逗留情况。

异常报警管控：智能防疫系统能自动识别异常事件并自动报警和通知，异常事件包括体温异常、信息异常和行程异常三类。防疫管理人员也可以通过网页端查看历次异常记录及处理结果。

工地来访人员采用预约制管理模式，需提前通过临时人员二维码登记个人信息、健康状态、来往事由及联系人信息等，首次来访审核通过后自动生成准入二维码，从而减少来访人员人工登记、查问的时间，极大方便工地现场的日常管理。

同时，通过持续研发智能防疫系统的基础上，不断组织技术团队对系统进行持续优化升级，将人员作为管控为重点不断完善各项防疫措施，确保重大工程疫情防控和建设施工两不误。

## 3.2 BIM三大融合情况

### 3.2.1 BIM与绿色建筑融合

#### 3.2.1.1 绿色建筑与BIM融合的发展背景

2014年，国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378启动第一次修订，修订后的标准将“应用建筑信息模型（BIM）技术”，纳入“提高与创新项”，2019年标准第二次修订继续沿用该条内容。

2020年3月，上海市住房和城乡建设管理委员会发布上海市工程建设规范《绿色建筑评价标准》（DG/TJ 08-2090-2020），将“应用建筑信息模型（BIM）技术”纳入“提高与创新项”，鼓励在绿色建筑的规划设计、施工建造和运行维护阶段应用BIM技术。

2021年10月，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。”

从标准引导到政策法规规定，上海市绿色建筑与BIM技术的融合发展日益紧密。随着“全面推进上海城市数字化转型”意见的提出，借助信息化与绿色化的深度融合，利用BIM助力绿色建筑质量提升将成为新的行业热点。

#### 3.2.1.2 BIM在绿色建筑中的应用特点与价值

BIM作为多维模型信息集成技术，可实现建筑设计、施工、运维全过程数据和信息共享，可为建筑性能优化和科学运维管理提供有效支撑。随着国内绿色建筑从规模化发展进入高质量提升阶段，通过信息化新工具赋能传统建设运营模式促进绿色建筑性能提升，成为绿色建筑在新发展态势下的迫切需求。BIM技术在绿色建筑中的应用主要体现在设计和运维两大方面。

##### 1、绿色建筑设计阶段BIM应用

绿色建筑设计与常规建筑设计相比，在建筑性能、设计美观性、进度成本把控等方面提出了更高的设计要求，是一个跨学科、跨阶段的综合性设计过程。BIM技术在绿色建筑设计阶段的应用价值主要体现在两大方面：一是实现协同设计，不同专业之

间可更便捷、更及时地进行信息共享，提高绿色建筑咨询团队与各参与方之间沟通效率；利用BIM可视化的特点，进行局部深化设计，提高出图效率。二是助力建筑性能分析，在节能技术、材料选择等可变条件下进行更高质量的方案优化。BIM模型集成的建筑物全部的物理数据信息，在设计阶段可以为建筑绿色性能分析提供真实可靠的依据。环境性能方面，如图3.2.1-1、3.2.1-2所示可以利用BIM技术根据不同的空间条件对建筑物的风、光、热、声等因素进行精确分析，还能够结合建筑环境模拟分析软件对建筑进行更进一步的热环境分析、日照分析、建筑结构得失热等分析进行一系列的仿真模拟。建筑能耗方面，BIM可以改善建筑设计和建筑能耗模拟之间互操作性不足和数据交换的问题，助力在建筑早期阶段利用能效分析支撑工程决策和可持续性评估。

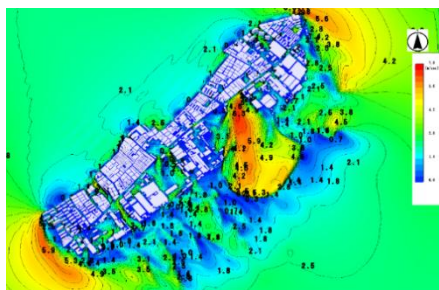


图3.2.1-1 场地风环境模拟

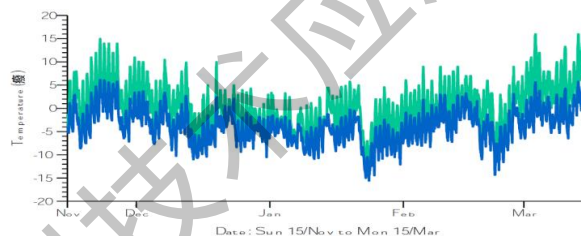


图3.2.1-2 能耗模拟 (IES-VE)

## 2、BIM在绿色建筑运维阶段的应用

建筑运行是建筑全寿命期的重要环节。上海一直重视绿色建筑运行实效和质量提升工作，通过政策激励和扶持手段，引导绿色建筑项目申报运行标识，推进绿色建筑运行相关工作。和常规建筑相比，绿色建筑运营管理的核心需求是降低能耗、减少资源浪费和创建健康舒适的建成环境。一方面通过设备管理、能源管理、资产管理和人员管理等功能实现建筑的资源节约和降低运行成本；另一方面是从声环境、光环境、热舒适、空气质量、水质等方面为使用者持续提供健康舒适的建筑环境。在运营期引入BIM技术，以三维信息模型为载体强化运营管理、落实技术措施、保障运营实效，是新时期绿色建筑向质量型发展的重要途径。

传统设施设备运行维护管理各个系统都是相对独立的，设计、施工、安装、运行维护等信息数据分散保存在各个相关责任部门，信息集成度不高、共享不充分、可视化程度低，数据管理效率差。以BIM技术为基础的智能化管理手段可以有效整合设施设备分散的信息，集成控制通风、照明、电量监测、视频监控、物业管理子系统等，

对设施设备进行可视化表达，形成反应快速、控制精确的管理机制，实现信息、资源、任务的共享，降低设施设备管理难度，提高管理效率和设备利用率，降低运行成本，延长设备使用寿命，提高系统整体运行的安全性和可靠性。同时BIM运营管理平台可以支持项目进行长期的能耗统计、分析、预测和诊断，碳排放管理，以及室内外环境监测、动态环境数性能分析、异常环境参数诊断、满意度定向调控，从而实现资源节约和健康舒适的运行目标。

### 3.2.1.3 绿色建筑BIM应用软件现状

绿色建筑性能分析软件种类繁多，目前比较常见的综合分析软件有DOE-2、Ecotect Analysis、Green Building Studio、PKPM、斯维尔等。还有很多专业分析软件，例如，涉及空气流动和热环境模拟的软件：Ansys Fluent、PHOENICS、Airpak、Grasshopper-Dragonfly、Envi-met等；涉及照明分析的软件：Daysim、Radiance等；声学分析软件有Odeon、Raynoise、EASE等；能耗分析软件：eQUEST、EnergyPlus、DeST、ESP-r、Simergy等。BIM模型中真实的BIM数据和丰富的构件信息给各种绿色建筑性能分析软件以强大的数据支持，保证了结果的准确性。目前绝大多数BIM相关软件都具备将其模型数据导出为各种分析软件专用的gbXML格式。

BIM技术系列软件包括Revit、Catia、PKPM等。Revit作为主流BIM软件，其自带若干绿色建筑性能分析相关插件，如插件Insight可在BIM模型基础上直接进行采光相关计算，插件One Click可进行建筑全生命周期碳排放分析等。Dynamo作为基于Revit的参数化设计的辅助工具，可从BIM环境中提取基本建筑物的几何形状和与性能相关的信息，并将其转换为适合的数据交换格式，进行视野、日照等分析如图3.2.1-3所示。

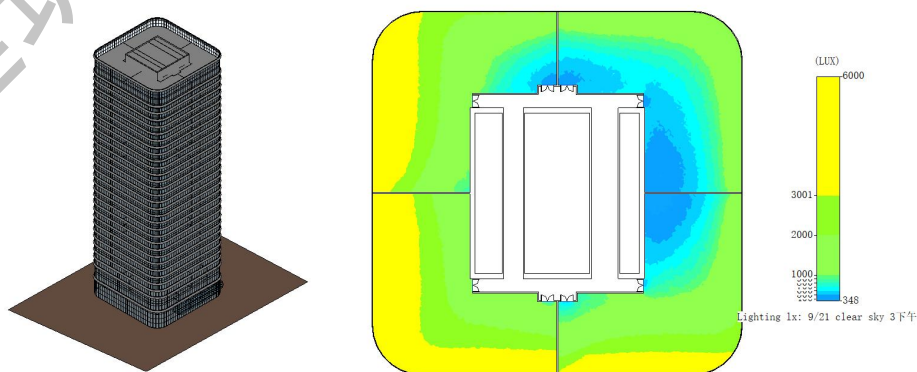


图3.2.1-3 基于Revit的室内自然采光环境模拟

BIM软件与绿色建筑的融合，一方面提高了绿色建筑性能分析效率，另一方面也促进了方案设计与绿建技术的融合，为行业发展提供更好的工具支撑，如图3.2.1-4所示。



图3.2.1-4 PKPM基于BIM平台的绿色建筑设计

#### 3.2.1.4 BIM在绿色建筑运维期的应用

BIM在绿色建筑运维期的应用方向主要体现在以下三方面。

一是面向绿色建筑运营的BIM模型标准化技术和工具。2010年起，行业陆续编制了建筑工程信息模型分类、编码、交付标准等，但上述标准主要面向设计和施工阶段，BIM运营模型的建立也需要技术标准支持。面向绿色建筑运营的设备设施分类编码标准、模型信息标准及交付标准和运营BIM模型的数据字典体系，可为BIM应用于绿色建筑运营阶段提供统一的底层数据标准。基于前述标准基础，住房和城乡建设部科技与产业化发展中心开发了面向社会共享的绿色建筑运营设施设备模型库，用户登录系统后，设施设备模型可直接从模型库调取，实现了模型库与运营系统的灵活对接，减少大量重复建模工作，提升了绿色建筑运营模型建模效率。另外，针对BIM设计模型或竣工模型到运营模型转化的轻量化处理标准和评价体系，将解决BIM运营模型信息的冗余、模型处理工作量大等问题，平衡运营模型精细化要求与硬件资源之间的矛盾。

二是基于BIM的能耗和环境预测和调控技术。“节能降耗”和“室内环境舒适”是绿色建筑运维期最重要的两大方面，如何基于BIM技术助力绿色建筑运维期节能和保障室内环境舒适，是实现基于BIM的绿色建筑运营管控所需考虑的关键问题。能耗方面，基于BIM模型，实现建筑能耗模型（BEM）的自动建立，可有效提高建筑能耗模

拟准确性和精度，结合实时人流数据，实现建筑动态能耗预测和基于能耗目标的运行能耗管理；室内环境方面，实现融合空间信息的室内环境可视化管理，基于BIM模型提取建筑空间信息，将其融入室内环境满意度评价模型方法，满意度数据与时间、环境、BIM空间数据、用户信息数据进行多维度匹配，当某一区域集中出现不满意反馈时，系统做出动态调控或报警提示，从而实现室内环境满意度的精准评价和室内环境关键系统动态调控。

三是多系统融合技术和绿色建筑BIM运维平台开发。绿色建筑运维期数据来源、种类繁多，多源异构BIM数据集成和绿色建筑运营管理多系统融合技术是实现基于BIM的绿色建筑运营智慧管理的前提，其中绿色建筑运营管理子系统包括设备设施管理子系统、物业管理子系统、能耗监测子系统和环境管理子系统等。立足不同类型绿色建筑运维提效的核心需求，在运营系统集成应用的基础上，开发绿色建筑BIM综合运维平台，形成成套软硬件产品工具提供建筑运营管理方，将有效提高物业运行管理效率，提升绿色建筑运维质量。

目前上海市在绿色建筑运维期应用BIM技术的典型案例有莘庄科技园区、上海中心大厦、长宁八八中心、中建广场、虹口SOHO等。其中莘庄科技园区采用BIM+GIS深度融合技术，应用绿色建筑运营设施设备BIM模型库、绿色建筑竣工模型轻量化技术、以满意度为导向的环境动态调控技术、园区能流—碳流调配和优化技术以及园区设备设施精细化管理技术等，构建了绿色园区运营优化综合平台，提升了园区运维水平。上海中心大厦集成应用基于BIM的绿色建筑运营设备设施子系统、能耗管理子系统，多系统融合和平台集成技术，以及模型轻量化转化技术，提升了绿色建筑运营管理效率。中建广场应用融合BIM空间属性的室内环境满意度评价技术和以满意度为导向的优化调控，实现了环境舒适与能耗节约的双重控制目标。

### 3.2.1.5 经验总结与不足

当前，BIM技术与绿色建筑的融合正在稳步推进，BIM技术从绿色建筑性能分析、协同设计深化、绿色运营提效等若干方面促进绿色建筑高质量建设运营。然而，也存在以下几点问题需要进一步改进：

1、BIM软件和绿色建筑性能分析工具的互操作性需要进一步提高，包括数据完整性、避免信息丢失和流程指南固化等方面。



2、绿色建筑运维期BIM技术应用有待进一步系统研发和规模化推广，切实促进绿色建筑运维管理效率提高。

3、BIM技术应用于绿色建筑的激励措施有待进一步加强。

现阶段BIM技术和绿色建筑的融合仍处于探索阶段，未来需要从标准指南、软件优化、技术研发、示范推广、激励补贴等若干方面着手，进一步推动BIM技术在绿色建筑领域的应用，最大化发挥BIM提升绿色建筑建设运营价值的价值。

### 3.2.2 BIM与装配式融合

建筑装配式技术的发展是建筑业转型升级的缩影，得益于制造业的先进经验，通过BIM技术、物联网、大数据、5G网络等多种信息化技术深度融合，整合工程全产业链资源，使得建筑构件像工厂里零部件加工一样，能够实现标准化设计、批量化生产、模块化施工，降低工程造价，缩短建设周期，保证建造质量，在“双碳”背景下，有着极其重要的意义。

在上海市委、市政府等引导下，上海市建筑行业分别从政策研究、标准体系、示范推广三方面，组织开展装配式建筑和BIM技术的应用推广融合工作，装配式技术普及率大幅提升。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技术与装配式建筑和智能建造的融合，促进建筑业信息化和工业化协同发展……至2023年底，建立完善的构配件模型自动化生产平台，力争本市50%以上构件制造工厂实现接收构件自动化生产。”同年11月，上海市住建委印发了《上海市装配式建筑“十四五”规划》，细化了装配式建筑发展要求，明确了发展方向：“十四五”期间，上海市继续以装配式建筑为抓手，深化建筑业创新转型发展，加强信息化和智能化技术应用，实现装配式建筑“从有到优”的升级发展，提升工程质量、安全、效益、品质。政府一系列的政策给装配式BIM技术的推广提供了强有力的支撑。

#### 3.2.2.1 装配式项目BIM应用率

2021年新增报建装配式建筑项目共有793个，其中应用BIM项目数为711个，装配

式BIM技术应用率为89.6%。各区装配式项目BIM应用率如图3.2.2-1所示：

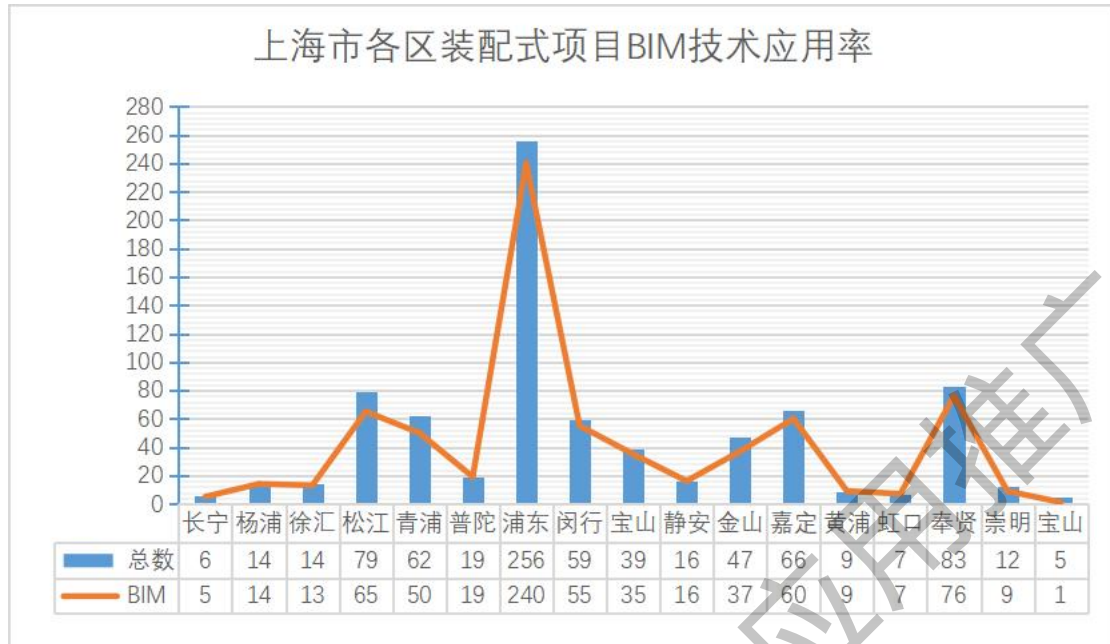


图3.2.2-1 各区装配式项目BIM应用率

在上海市装配式建筑中的BIM技术使用中，如图3.2.2-2所示，设计阶段使用BIM技术的项目有711个，应用率为89.7%，施工阶段使用BIM技术的项目有703个，应用率为88.7%，运维阶段使用BIM技术的项目有107个，应用率为13.4%。由此看出，基于BIM技术的装配式建筑设计、施工一体化程度较高。

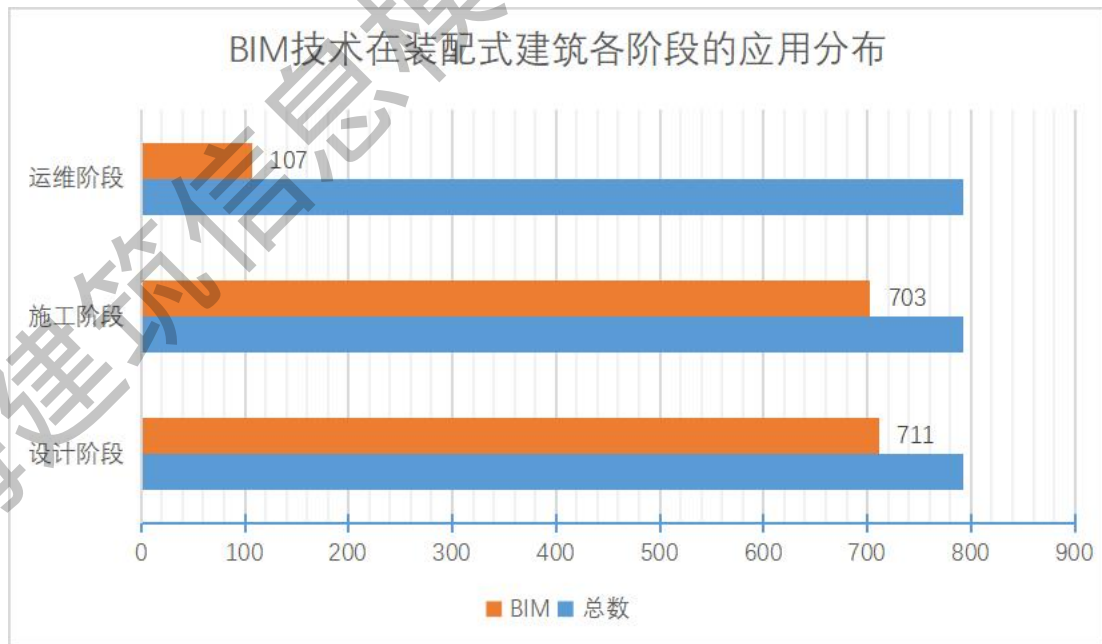


图3.2.2-2 BIM技术在装配式建筑各阶段的应用分布

### 3.2.2.2 装配式建筑BIM技术的主要应用点和价值点

装配式BIM技术是基于具象的信息模型为基础，通过可视化数字模拟仿真，实现标准化设计、模块化拆分、工厂化生产、装配化施工、信息化管理等目标。技术应用点和价值主要体现在以下几点：

#### 1、建筑信息模型（Building Information Modeling）

根据相关的BIM设计技术标准，构建建筑、结构、机电等全专业BIM模型，进行方案比选、场地分析、方策策划与论证、模块化拆分、全专业的协同设计，在可视化平台上进行BIM模型的修改优化，解决各专业间干涉、精准预留提资、提升图纸质量，最大限度提高标准化水平。

##### （1）装配式BIM标准化设计

装配式设计的核心在于建筑构件的标准化设计，通过标准化的设计减少预制构件种类、降低建造成本、提高预制率，形成包括装配式墙板、柱、楼板、梁等标准化的构件库，确保设计符合生产和施工的可行性，并且将构件编号、安装部位、材质等设计信息录入几何构件，为后续各阶段的信息化管理提供数字基底。

##### （2）全专业设计协同

全专业设计协同的提前介入从源头落实装配式标准化的设计理念，统筹整体设计规划、构件拆分预制、现场装配式安装管理等，充分利用BIM技术数字化手段，开展多专业碰撞检测、三维机电管综、预留预埋点位提资等应用，推进建筑、结构、机电、装修等多专业一体化基础集成设计，规避设计方案不协调难落地等问题，提升设计质量。

#### 2、建筑信息管理（Building Information Manage）

BIM技术实现装配式建筑全生命周期的数据共享，打通建造上下游产业链信息传递渠道，保障信息传递的完整性和有效性。预制生产阶段，借助物联网、二维码/RFID等技术，实现模型、构件实体对应关联；依据模型构件加工信息精准下料、开模准备；提取机电各专业预留预埋提资信息进行洞口预留，确保预制部品部件一次成优，避免施工现场打砸开凿；依据BIM模型进行施工方案推演，选定最佳装配施工顺序，科学安排预制厂加工生产计划，同时利用BIM协同平台实现对构件加工、出厂运输、现场装配等活动信息实时追踪，动态调整实施进度，推动供应链上下游企业间生产协

同联动。

### 3.2.2.3 装配式智能建造及体系

上海市装配式智能建造体系基本以行业龙头企业智能建造体系为代表，其中，某大型国有企业经过多年深耕装配式建造领域，已经形成较为完备的智能建造体系，拥有1个工程研究院、1个设计管理总院、2个院士工作站、1个国家博士后科研工作站、6个甲级设计院和6个省部级技术中心。在数智化技术推进方面，该企业聚焦国家数字化发展战略和行业转型需求进行顶层设计，建立了以工程研究院、设计管理总院、技术中心、外部先进的合作企业为研发依托、以院士工作站、博士后科研工作站、校企共建平台为智库、以各公司工程研究院和技术中心为补充、以工程为载体的“全专业”、“全过程”、“全周期”数智化技术推进体系。

### 3.2.2.4 经验总结与不足

在上海市政府相关部门及行业专家的积极推动下，“十三五”期间上海市装配式建筑BIM应用推广取得了不错的成绩，但也存在以下问题：装配式建筑与BIM技术融合度不高、应用深度不够、应用效益不明显：

#### 1、装配式建筑标准体系框架仍需完善

装配式建筑实施过程涉及设计、生产、施工、运维及管理，现阶段相关方参与度不高，监管措施覆盖面低，装配式建筑技术标准缺失等因素，未能给装配式BIM技术应用提供技术应用标准和依据，导致BIM技术应用点不系统、应用深度不足，两者融合度不高。完善符合上海特色的装配式建筑制度体系，技术体系、生产体系、建造和监管体系将会是“十四五”期间装配式建筑推广的重点工作。

#### 2、装配式BIM人才不足

现阶段装配式BIM应用处在初步探索阶段，懂装配式建造技术又懂得BIM技术的复合型人才缺乏，应用深度不足，BIM技术较难融于装配式设计、生产、施工、管理等建造环节中去，不足以支撑装配式BIM价值体现。

#### 3、装配式BIM软硬件关键技术有待突破

实现产业链上下游各阶段数据共享、协同联动是推动装配式建筑应用的重要一

步。软件方面，现阶段贯穿设计、生产、施工等全过程的BIM workflow仍存在问题，主要体现在BIM跨平台数据格式不兼容、设计到施工信息传递渠道不畅、传递过程数据包丢失、有效信息利用率低等问题；硬件方面，BIM模型数据与预制构件机械加工设备适配度不高，接口标准不统一，无法实现BIM模型直接用于模块预制生产。

《上海市装配式建筑“十四五”规划》将“完善装配式建筑体制机制、拓展建筑信息模型（BIM）技术在装配式建筑中的应用深度和广度、提升建筑信息化应用水平”等纳入重点工作内容，为“十四五”期间装配式发展指明了方向。BIM与装配式建筑的深度融合，必将成为建筑产业链资源整合、全产业链协同、建筑产业转型升级新引擎。

### 3.2.3 BIM与新基建融合

#### 3.2.3.1 新基建的概念及范围

“新基建”即新型基础设施建设，2018年12月，中央经济工作会议首次提出新型基础设施建设的概念——“加快5G商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设”，将5G、人工智能、工业互联网、物联网定义为“新型基础设施”。此后中央和国家历次会议与相关文件中有关“新基建”的表述不断丰富、完善。

根据央视新闻2019年3月2日报道，“新基建”主要包括“七大领域”：5G基建、特高压、城际高速铁路和城际轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能和工业互联网，涉及诸多产业链。

2020年4月20日，国家发改委对新型基础设施的范围正式做出了解读，指出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，包括信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施“三个方面”。认为数字化是新型基础设施的核心要素，“数字基建”是“新基建”的内核。

此外，社会上的学者对于“新基建”概念和内涵也有不同的分析和理解，分别提出了“新技术驱动说”：认为的“新基建”实际上是新一代信息技术、新科技、新产业应用下的基础设施建设，以数字化、网络化、智能化等为重要生产要素。及“新要素说”：认为新型基础设施应该是新型工业化的基础设施不仅包括新一代智能信息基础设施，而且还应包括与绿色化相关的各类基础设施；不仅包括“七大领域”，还应包括支撑不

断深化拓展的新一轮科技和产业革命的各种基础设施等。

目前，“新基建”还没有形成标准的定义，但伴随着技术革命和产业变革，新型基础设施的内涵、外延也在不断的丰富和扩展。初步可以分为狭义和广义两种理解。狭义的“新基建”，如5G网络、人工智能、工业互联网、物联网、数据中心、充电桩这6个领域得到了大多数学者的认可。因此，可以把这些领域集合理解为狭义的“新基建”范围。广义的“新基建”，在具体工作范畴，广义的“新基建”范围还可以包括利用新一代信息技术对传统基础设施的改造升级，即传统基础设施的数字化改造。比如，数字技术的发展不断融入传统的铁路、公路、机场、高铁、港口、电网、城市管网等传统基础设施，同时也推动着这些传统基础设施的数字化改造，成为更加智能、便捷、高效的新型基础设施。广义的“新基建”不仅存在于经济性基础设施领域，也存在社会性基础设施、生态环境基础设施等领域。

### 3.2.3.2 上海市推进新基建的政策

为加快建设具有上海特色的新型基础设施，培育发展新经济，2020年4月29日上海市人民政府出台了《上海市推进新型基础设施建设行动方案（2020-2022年）》。行动方案提出，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。加快建设新型基础设施，既是应对新冠疫情不利影响、推动经济平稳运行的重要手段，也是着力提升创新策源能力、培育经济发展新动能的战略支撑。

推进上海特色“新基建”，《行动方案》提出了指导思想、行动目标、4大建设行动25项建设任务、8项保障措施，形成了上海版“新基建”“35条”。《行动方案》明确了推进上海特色“新基建”的四大重点领域：以新一代网络基础设施为主的“新网络”建设、以创新基础设施为主的“新设施”建设、以人工智能等一体化融合基础设施为主的“新平台”建设、以智能化终端基础设施为主的“新终端”建设。初步梳理排摸了这些领域未来三年实施的第一批48个重大项目和工程包，预计总投资约2700亿元，其中各级政府投资约600亿元，社会投资为2100亿元。

### 3.2.3.3 新基建中的BIM应用方向

上海作为全国的经济中心，始终高度重视和坚持科技创新引领行业发展。从2012年轨道交通项目的建设率先引进BIM技术，到2014年，上海市正式全面启动建筑信息模型（BIM）推广应用工作开始，目前在轨道交通、公共建筑、水务工程、公路道路各个行业中逐步形成了BIM技术的全面推广、全面应用、全过程应用。从初期的设计、施工阶段针对性地进行BIM应用试点，到全过程采用BIM技术辅助设计、施工，再到规划、设计、建设管理、招商运维全面应用实践；从基于BIM的车站智慧运维管理平台实现车站竣工与平台同步交付到基于BIM的数字孪生医院建筑管理平台在施工交付前完成开发并部署，BIM技术的应用范围、应用深度、应用的创新不断丰富和拓展，实现了BIM数据全生命期的传递路径实践，在运维阶段也初步实现了“数字孪生”。BIM技术已经成为从设计、施工、运维全生命周期的信息化、数字化建设的核心技术。在新基建领域，BIM技术与新基建的融合应用方向有以下几点：

在新基建的几个重点领域，进一步拓展BIM应用的范围、深度，探索BIM技术在新基建中的应用场景。

#### 1、智慧交通基础设施中的应用

将BIM技术深度赋能交通基础设施，精准感知、精确分析、精细管理和精心服务，打造交通运输领域融合高效的智慧交通基础设施。在城市轨道交通新型基础设施建设中提升标准化、信息化、智能化水平。在货运枢纽、智慧物流基础设施智能化建设中探索融合应用BIM技术：在冷链仓储中心、快件仓储中心、分拨中心、转运中心、配送站等基础设施布局建设中探索BIM技术与5G、物联网技术的集成应用，探索BIM技术融合仓储、分拣、配送、装卸等一体化集配设施智能化升级应用场景。在智能化“海空”枢纽设施建设，例如：外高桥码头自动化升级改造、洋山港集疏运系统、港口新型基础设施建设、浦东国际机场四期扩建等工程中探索BIM技术与5G、物联网技术的集成应用，实现智能调度、智能安防预警、自动驾驶集卡、智能服务等的应用。

#### 2、智能检测监测设施建设中的应用

结合信息化现代控制技术，从设计、施工、运维运用提升到智能检测监测设施的

建设。将BIM技术与智能检测监测结合，实现轨道、桥隧、大型客运站等关键设施状态在线监测、远程诊断、运维数据分析、智能故障诊断和智能维护。推进智慧工地建设，BIM技术融合质量安全管理信息平台建设，在基坑、隧道、盾构施工风险监测、数据采集，实现基于平台的施工现场风险动态监测、自动分析和智能预警。提高施工过程中的智能管控能力。

### 3、BIM技术与新基建数字化管理融合

将基于BIM的区域管理体系与一体化融合基础设施（“新平台”）建设行动结合，从设计、建设、运维的BIM应用拓展至城市管理的CIM平台建设应用。在上海市“一网统管”平台支撑体系建设数字孪生城市建设、数字化模拟城市全要素生态资源中探索BIM技术的应用结合。研究利用BIM技术进行区域管理的标准、导则和平台建设要求，建立应用场景，在新建区域探索建立单个项目建设与区域管理融合的新模式，在既有建筑区域探索基于现状的快速建模技术。十四五期间，将逐步建立BIM辅助审查审批的信息系统，BIM报建审批将得以实施，BIM技术与城市信息模型（CIM）平台的融通联动，将有效提高信息化监管能力。

新基建具有技术更新迭代快、生产要素软硬件结合、细分市场深度融合发展等特征。他依赖于科技创新、并伴随着投融资高风险高回报，是支撑智慧城市的基础层，也是支撑智慧制造、智慧建造等产业创新的基础层。新基建对建筑业数字化转型的影响是全方位的。对照《“十四五”建筑业发展规划》的要求，建筑业结合新基建建设，需始终坚持创新驱动，绿色发展的基本原则，推动新一代信息技术与建筑业深度融合，积极培育新产品、新业态、新模式，减少材料和能源消耗，降低建造过程碳排放量，实现更高质量、更有效率、更加公平、更可持续的发展。

## 3.3 BIM与其他技术的融合应用

### 3.3.1 BIM+图像识别

#### 3.3.1.1 概述

图像识别是一种利用计算机对图像进行处理、分析和理解，以识别各种不同模式



的目标和对象的技术，是计算机视觉领域的一个主要研究方向，在以图像为主体的智能化数据采集与处理中具有十分重要的作用和影响。图像识别是计算机视觉领域最重要也是最难的研究课题之一，其难点在于，现实世界是由混杂的物体组成的，物体与物体之间会相互遮蔽，同一种物体还会呈现不同的姿态，除此之外，识别对象的复杂的非刚性关节连接关系，以及形状和表观的变化，都使得图像识别相关任务不能被简单地用样例数据的匹配来完成。早期的图像识别的研究与应用主要基于特征提取与机器学习的方法，应用范围有限，泛化能力也较差，其主要应用有人脸识别、OCR（Optical Character Recognition，光学字符识别）。一般类别识别的问题因为难度过大，一直到近十年来人工智能与深度学习的方法被引入图像识别的研究后，才取得了较大的突破。目前图像识别技术已在智能机器人、无人驾驶等高科技产业，以及生物学、医学等众多学科领域取得了广泛的应用。

近年来，人工智能相关技术在建筑领域逐渐获得推广应用，图像识别作为人工智能重要的研究领域之一，其也逐渐与BIM、5G、物联网等新兴技术结合，应用于建筑生产与施工的全过程。

### 3.3.1.2 技术应用

基于深度学习的图像识别技术因其具有高识别准确率，较好的泛化能力以及较高的鲁棒性，其问世就开始在各行各业获得推广应用，并逐渐推广应用于建筑领域。目前，图像识别技术主要应用于施工管理，在施工现场外，图像识别技术也获得了较好的应用。

基于深度学习的图像识别主要有四种研究任务：图像分类、语义分割、目标检测、实例分割。不同的图像识别技术被应用于不同的应用中。

#### 1、安全管理

根据海因里希的事故因果连锁理论，触发安全事故的因素可分为两类：人的不安全行为，物的不安全状态。与此对应，图像识别技术在安全管理的应用也可分为两类：提示人的不安全行为，识别物的不安全状态。在安全管理方面，图像识别最早被应用于提示人的不安全行为，现场管理人员通过放置于施工现场大门和场地周边的摄像头，自动检测施工现场内的人员是否佩戴安全帽，高处作业人员是否配备安全绳等，辅助项目管理人员进行安全管理。除了这些简单的应用，在特定的场景下，技术

人员开发独有的算法，以判定现场施工人员是否符合安全操作规程。例如，根据安全作业规程，吊篮内作业人员必须为两人，且两人均必须配备安全绳。基于以上需求，技术人员开发新型算法，用以自动识别吊篮内的人员数量，以及是否配备安全绳，各项条件均满足要求时方可接通电源进行作业。在识别的物的不安全状态方面，应用点包括安全防护检查，以及危险区域禁入预警、人机安全预警等。危险区域禁入预警，就是在摄像头视野范围内划定一部分危险区域，一旦检测到人或机械进入该区域，即向现场人员和管理人员报警；人机安全预警，如图3.3.1-1所示，即通过摄像头识别并计算视野内的人与正在作业的机械之间的距离，当距离小于预警值时自动向现场作业人员和管理人员报警。

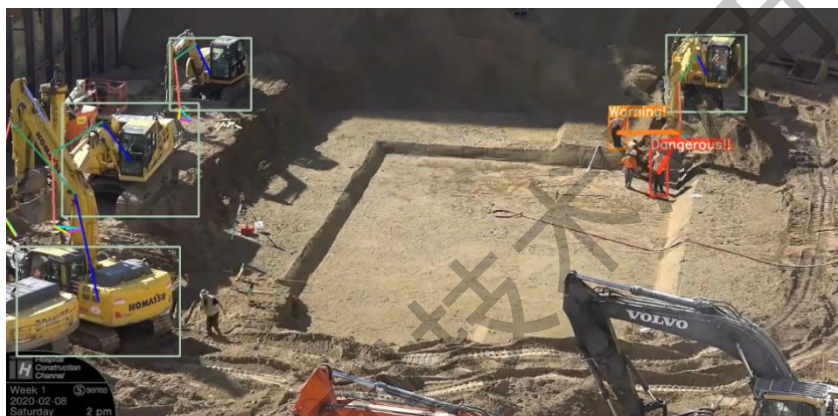


图3.3.1-1人机安全预警

## 2、质量管理

在质量管理方面，图像识别技术主要应用于质量验收阶段，以及后期运营质量维护阶段。事实上，图像识别技术最早就是由道路桥梁等基础设施养护单位引入土木工程领域，这些行业的先行者希望通过图像识别技术，简化耗时耗力的质量巡查工作，提高检查精度，节约人力资源。相比于安全管理，图像识别技术在建筑工程质量管理中应用较少，主要的应用点为外观质量缺陷检查，目前由于缺少足够的数据集，这一应用点尚不成熟，还处于研究试验阶段。

## 3、进度与成本管理

在进度与成本管理方面，图像识别不同的子领域在其中有不同的应用。如图3.3.1-2所示，工作面作业人数统计所示，利用目标检测技术，现场管理人员通过视野覆盖全工作面的摄像头，自动检测工作面的不同工种人员的数量，并以分钟为单位统计工作面的作业人数；利用目标检测技术，还可以实现土方机械检测和工作台班统计。利用

实例分割技术，计算机可以自动计算摄像头视野内的作业面的不同分项工程的完成情况，也可以实现主体结构和幕墙工程进度检测。除此之外，图像识别技术还被应用于钢筋自动计数，以简化材料进场验收流程等。



图3.3.1-2 工作面作业人数统计

#### 4、其他应用

图像识别在项目管理其他应用也较多，包括已经广泛应用的人脸识别门禁系统，疫情期间的红外自动测温系统等。随着摄像头以及存储设备越来越廉价，部分发达国家的建设项目开始保存项目的图片档案，即定期采集并保存项目各个位置的图片，作为后期项目复盘以及商务管理的支持材料。基于这些图片资料与图像识别技术，有公司开发出了项目现场的识物算法，以自动确定施工现场内的工具和机械的位置，这大大减少了寻物的时间。

除了以上辅助项目管理的应用，图像识别作为核心技术之一，还被应用于各种机器人，如工厂内的部品部件生产机器人，施工机器人等。其中，工厂内的部品部件生产机器人技术较为成熟，机器人已能精准识别钢筋、模板等部件，实现钢筋自动绑扎、模板自动拆除等功能，相关成果已被选入住建部2021年发布的《智能建造与新型建筑工业化协同发展可复制经验做法清单（第一批）》。

#### 3.3.1.3 应用案例

##### 1、济阳路快速改造工程

济阳路快速改造工程北起卢浦大桥，南至闵行区界，长约7.1km，是衔接闵行区浦星公路跨芦恒路节点改造工程。本项目将多种智能化图像识别技术与BIM技术结合应用，是图像识别技术应用的代表项目。代表性的应用有：

(1) 人员安全识别：通过采集人脸数据，自动确定人员在施工现场的位置，同时识别人员是否佩戴安全帽以及对人员进行安全行为检测等，如图3.3.1-3所示；



图3.3.1-3安全行为检测

(2) 智能视频识别分析：对施工场地周围跨界、绊线、逆行、遗留物、游荡、烟火、积水等情况进行报警和视频追踪分析，对非法通过道闸、跨域通道闸的行为，实现本地提示和远程报警，并进行图像抓拍；

(3) 施工现场实时监测：通过摄像头，使用图像识别技术监测各项信息，包含窞井盖状态、积水状态、出入车辆、交通流量监测等，如图3.3.1-4所示。



图3.3.1-4 目标识别跟踪

## 2、中国纺织工人疗养院项目

中国纺织工人疗养院项目规划为五星级酒店，项目位于青岛市香港中路5号，紧邻青岛市政府，是青岛市核心区。项目管理团队总结该项目的实际情况与管理难点，在BIM技术应用方面，应用了多项先进技术。在图像识别应用方面，其尝试应用了四足机器人，通过机器人自动捕捉现场视频，实时传输至智慧工地平台。同时通过图像识别自动捕捉现场安全与质量问题，并及时进行安全预警，如图3.3.1-5所示。



图 3.3.1-5 四足机器人实时捕捉现场视频

### 3.3.2 BIM+5G、云计算

#### 3.3.2.1 BIM与5G技术融合应用

##### 1、概述

第五代移动通信技术（5th Generation Mobile Communication Technology），简称5G是具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术，是实现人机物互联的网络基础设施。

##### 2、主要应用点和价值点

目前，面向建筑行业的主要应用场景有，施工现场物联网应用、视频监控应用和远程控制或调度应用。

###### (1) 施工现场物联网应用。

通过5G技术应用，支撑施工现场重大危险源的实时监控，例如塔吊、深基坑、高大模架等的实时监测，提高数据的传输效率，并将相关数据统一汇总到数据平台，并结合BIM模型进行数据展示，直观形象的了解重大危险源的实时状态，发现风险隐患，及时报警或处理，提高施工现场危大工程的监控效率和管理效率，避免重大安全事故的发生，保证施工生产顺利进行。

###### (2) 施工现场视频监控应用。

通过5G技术应用，结合视频监控设备，实现对施工现场重点部位或作业区域的实时监控，达到高清晰、无延时的效果，增强用户体验。监控画面结合AR等虚拟现实技术，融合BIM模型元素，综合展现现场施工情况。现场视频监控结合AI技术，智能识别人的不安全行为和物的不安全状态，并同现场智能广播系统进行实时联动，报告危险情况，防患于未然，提高现场安全监管效率。

### （3）远程控制或调度应用。

通过5G技术的加持，结合工业化机器人或其它智能终端设备设施进行融合应用。

通过实测实量机器人，对施工现场实体结构偏差进行扫描检测，扫描数据与BIM模型比较进行偏差分析，并自动生成相关报告，实现智能化的数据采集、分析，并进行检测结果评估，大大提高了现场实测实量效率，节约了人力资源的投入。

通过5G超低时延通信能力，方便相关人员进行远程操控现场设备，实施现场作业，可用于施工现场无人挖掘机作业等应用。通过远程遥控控制，实现无人驾驶作业，避免了危险区域作业对人员的伤害，并提高机械的作业效率。

通过智慧工地监控平台，接入现场视频监控、无人机等终端硬件，结合视频会议系统，打造企业的远程生产调度系统，实现企业对项目的远程控制和管理，并进行指挥调度，提高了项目的管理效率和企业的指挥决策能力。

## 3、5G部分应用

5G特点是大带宽、低时延、广连接，是BIM（建筑信息化模型）得以全面落实的关键技术，BIM技术作为智慧建筑最核心一项技术，基于数字化虚拟模型，结合现实建筑全过程要素信息，通过在数字意识世界模拟，提前获知建筑的全生命周期，从而指导现实，5G作为BIM技术链接虚实的重要数据通道，利用5G输入源源不断的实时、海量数据，增强各阶段信息与数据的连贯性、所见即所得的可视化、不同单元与模块之间的协调性，在5G技术的加持下发挥出更优越的潜能。

**5G+BIM应用：**5G能够赋能每平方公里百万级的终端设备的连接，以及更快的响应速度，更大流量的传输，可迅速将材料、设备、工艺、质量、环境甚至车辆荷载建筑生命周期的所有信息传输到BIM中，即实现了更多设备间快速及时的信息传输和交流互通，如图3.3.2-1所示。



图3.3.2-1 5G+BIM应用

5G VR/AR + BIM: VR (虚拟现实) 技术、AR (增强现实) 与 BIM 的结合, 将进一步增加设计效果的浸入感, 如图3.3.2-2所示, 让设计者更真切地体会到设计环境中的细节, 让检测和逆建模更加高效。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。



图3.3.2-2 5G VR/AR + BIM应用

### 3.3.2.2 BIM与云计算技术融合应用

#### 1、概述

云计算 (cloud computing) 是分布式计算的一种, 指的是通过网络“云”将巨大的数据计算处理程序分解成无数个小程序, 然后通过多部服务器组成的系统进行处理和分析这些小程序得到结果并返回给用户。它是分布式计算、效用计算、负载均衡、并行计算、网络存储、热备份冗余和虚拟化等计算机技术混合演进并跃升的结果。

云计算具有很强的扩展性和需要性, 可以为用户提供一种全新的体验, 云计算的

核心是可以将很多的计算机资源协调在一起，因此，使用户通过网络就可以获取到无限的资源，同时获取的资源不受时间和空间的限制。

## 2、主要应用点和价值点

基于云的服务，实现参建单位之间的业务协同。用户可以在项目的全生命周期中随时随地访问BIM项目信息。云服务支持模型协调和智能对象数据交换的全新多学科协作，实现建筑师、工程师、承包商和业主实时协作、管理和发布建筑及土木基础设施数据的方式。

基于云服务，实现项目的管理和控制。在传统三维模型交付的基础上，加入了过程模型，把工期的时间引擎作为过程模型的核心，支持BIM模型去推演、模拟项目的全生命周期。构建大数据架构体系，以平台为基础，以数据为核心，与智能技术相融合，围绕施工阶段的管理需求，对各阶段及各参与方进行自动、智能的管理和控制，实现在任何时间点上，高效提取、处理和应用全过程的相关信息。

## 3、云计算部分应用

通过云计算结合建筑模型集成建筑各阶段信息，进行虚拟建造，模拟建造全生命周期，最大化减少问题发生，对资源协调做到最佳，规避风险，如图3.3.2-3所示。

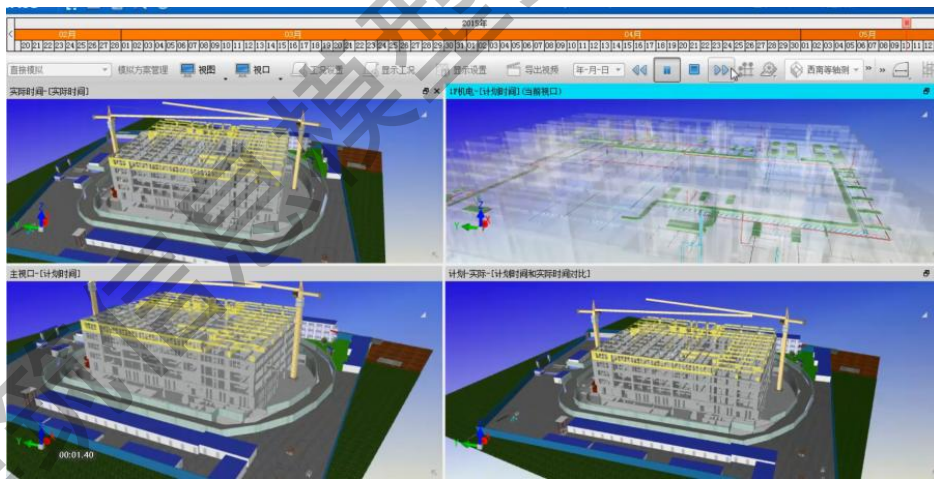


图3.3.2-3 云计算示例

云计算对于BIM大体量模型计算变革式升级，随着科技发展，现在的建筑不仅在体量、美观、性能上都有很高的要求，这也导致BIM模型体量突增，原有的本地处理模式很难达到高效快捷。如图3.3.2-4所示，云计算较本地处理计算普遍提效2~7倍，大幅提升计算效率。



实际工程名称	本地汇总计算时间	云汇总计算时间	提效(倍)
xx五期.GTJ	04:23:31	0:42:11	6.2
xx地下室.GTJ	03:12:00	0:36:54	5.2
xx小区.GTJ	02:57:44	0:43:27	4.1
xx广场二期.GTJ	02:50:17	0:36:54	4.6
xx项目-2A区.GTJ	01:57:17	0:24:07	4.8
xx花园一期工程.GTJ	01:54:21	0:22:18	5.1
xx地库.GTJ	01:34:10	0:25:38	3.7
xx#地下室.GTJ	01:29:24	0:28:46	3.1
xx号地块车库.GTJ	01:21:03	0:16:33	4.9
xxB区.GTJ	01:15:29	0:10:39	7.1

图3.3.2-4 云计算处理时间比对

随着5G、云计算技术持续突破，将给工作带来更加敏捷性的提升，即使在外出差，也可以随时随地通过网络连接专业的图形处理资源。做到任何时间，任何地点，任何设备都能开展工作。

### 3.3.3 BIM+AI人工智能

#### 3.3.3.1 概述

自2017年科技部召开新一代人工智能发展规划暨重大科技项目启动会以来，2020年7月《住房和城乡建设部等部门关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》中进一步提出“加快推动新一代信息技术与建筑工业化技术协同发展，在建造全过程加大建筑信息模型（BIM）、互联网、物联网、大数据、云计算、移动通信、人工智能、区块链等新技术的集成与创新应用”。以此为契机，人工智能在建筑行业的应用正迅速发展，成为建筑行业技术转型升级需求的一大亮点。

上海作为国家新一代人工智能创新发展试验区，人工智能技术在智慧城市和智能建造领域逐步深入应用，建筑行业迎来数字化发展浪潮。随着城市发展进程的不断深入、推进，互联网、大数据、人工智能正成为新一轮城市建设与管理变革的核心驱动力。数字化、智能化将成为国民经济复苏和持续发展的重要引擎。

### 3.3.3.2 技术应用

BIM技术与人工智能技术的融合应用，主要是解决大量数据的管理、分析、应用效率低的难题，替代部分脑力劳动，提高工作效率。根据不同阶段应用特点，人工智能可辅助实现不同应用内容。随着BIM技术在建筑行业应用深化，建造过程形成的海量BIM模型数据的应用挖掘成为新的技术发展方向，将人工智能与BIM技术相融合可以解决海量数据的分析、处理和挖掘问题，提高工程项目设计、施工以及运维阶段的智能化水平。

#### 1、设计阶段应用

人工智能在设计阶段主要应用于建筑方案优化、节能分析、辅助施工图设计等。例如，通过智能算法推演场地布局、建筑造型、节能方案评估、机电系统布设、图纸校审等。将人工智能技术引入，有利于减少设计人员脑力劳动，提高设计效率与质量。

#### 2、施工阶段应用

施工阶段人工智能技术应用主要用于进度、工序、场地布置评估优化及施工过程管理等。例如，施工进度编排、进度成本优化、施工质量检查、施工安全管理等。人工智能技术的应用可提高施工过程中的智能化水平，减少人工用量，有效减少工人失误对工程建造产生的不利影响。

#### 3、运维阶段应用

运维阶段涉及建筑全生命周期的大部分时间，也是建筑费用使用最多的阶段，当前阶段建筑运维管理面临的主要难题是大量纸质资料管理效率低、数据使用不完全等，人工智能技术可高效处理运维阶段海量数据，通过数据挖掘、深度学习等辅助运维决策。例如，应急规划、能源管理、风险预警等，人工智能技术可辅助运维人员决策，降低维护成本，提高管理水平。

#### 4、监督管理应用

工程建设离不开政府部门监管，当前工程监督管理涉及的大量工程数据主要依赖于项目方上报或监管人员抽检巡视，难以完整覆盖工程各个阶段与各个方面。当前各地政府大力推动数字化监管，通过人工智能，可快速获取项目各项信息，提前对各项风险采取预警措施，降低工程风险。当前BIM与人工智能的监督管理主要应用于设计

审图与质量安全监管，可大幅提高监管效率。

BIM技术以三维模型为载体，对建筑全生命周期信息进行集成；人工智能技术对海量数据进行聚类、抽取、分析，通过大数据自主学习快速获取所需的工程信息，对建筑设计、施工、运维及过程监管决策提供有力支持。

### 3.3.3.3 应用案例

上海在人工智能技术应用方面走在全国前列，建筑行业在该方面也开展了大量探索。上海某建设龙头企业针对建筑行业人工智能应用场景，打造了建筑行业专业AI算法集成开放应用平台产品：“AI云大脑”。将BIM、人工智能技术引入设计、施工、运维全过程，对传统建筑行业也带了数字化、智能化的变革。

#### 1、基于语义分析的建筑人工智能算法

二维图纸与BIM模型的一致性审查AI算法。通过互联网平台积累的行业知识和开发的工程语义分析算法，实现图纸和模型中重要设备编号、位置等信息的自动匹配，节省了模型和图纸中重要设备、管件和门窗的一致性审查时间，支持后续施工、运维阶段模型应用，如图3.3.3-1所示。



图3.3.3-1 图模一致性检查

基于语义分析的工程资料分类AI算法。如图3.3.3-2所示，基于互联网项目BIM及数字化管理平台集成的大量工程项目数据，开发文档管理系统，形成文档智能分析AI模型，包括文档语义分析和关键词智能图谱。方便用户查看与搜索，通过关联线，快速查询到如基坑降水、基坑开挖、降水运行的信息。

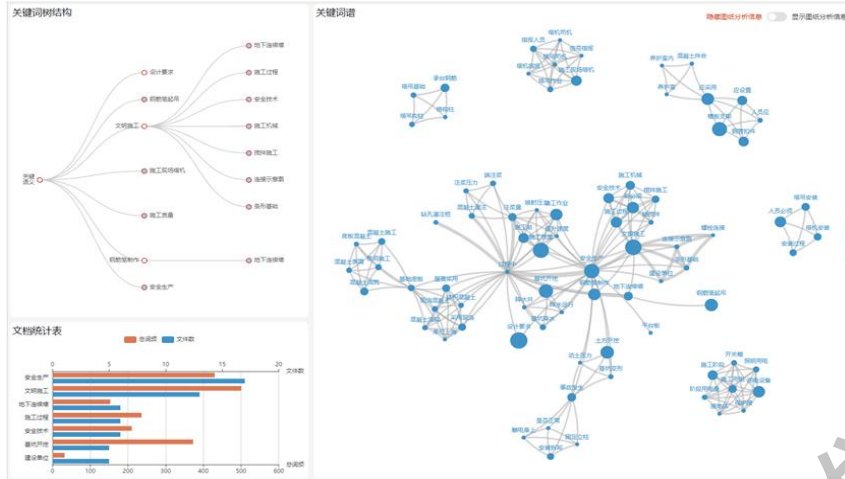


图3.3.3-2 基于语义分析的工程资料分类算法

## 2、建筑机电设备故障预测与智能运维技术

研发了基于BIM三维模型，终端智能IOT传感器，定制算法产生联动策略的智慧物业运维平台。如图3.3.3-3、3.3.3-4所示，通过智能化系统对建筑机电设备和医院气体等专用设备进行实时监测。根据设备的历史报修数据和运行监测数据，建立设备故障预测AI算法，支持空调箱、电梯等设备故障预测，实现主动式运维，减少突发故障，提高病人就医体验。

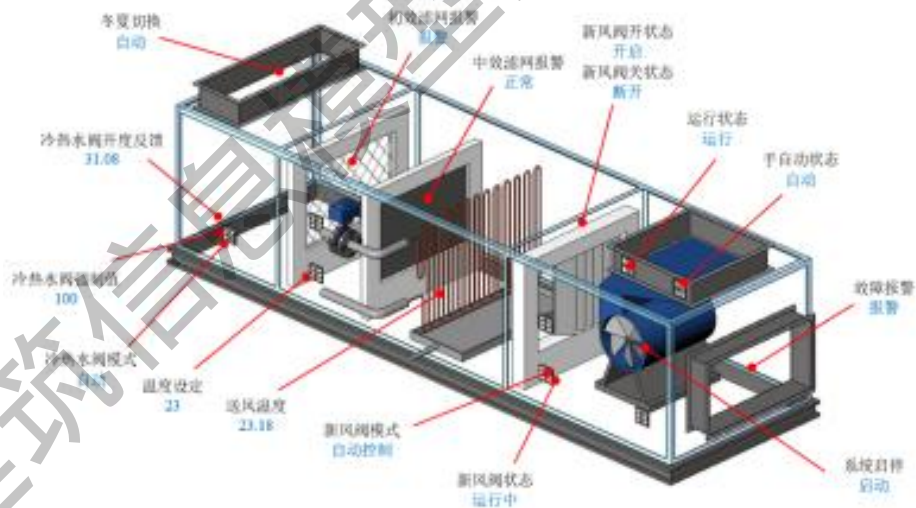


图3.3.3-3 基于BIM建筑机电设备智慧运维架构展示

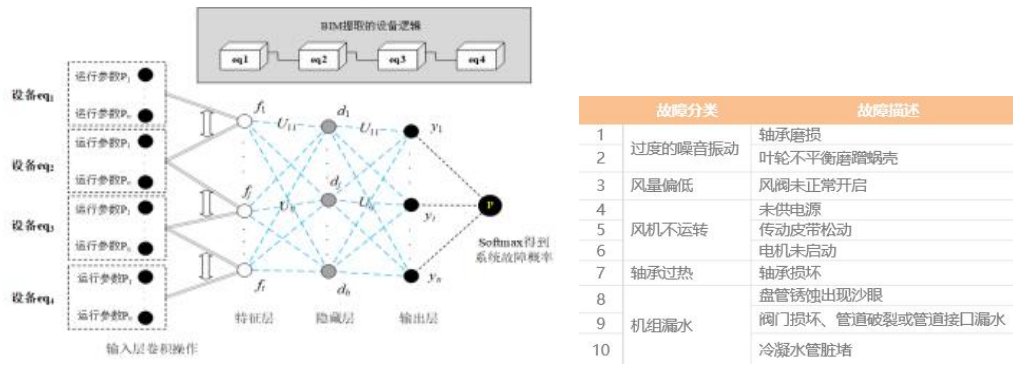


图3.3.3-4人工智能辅助预测机电设备故障

物业运维管理单位可通过该运维平台轻松实现建筑设备故障智能预测、能耗异常智能诊断、智能巡检、设备状态智能评估与主动式维保、维保质量量化评价等，主要机房无人值守等，有效降低运维人员投入，提高运维服务质量，如图3.3.3-5所示。

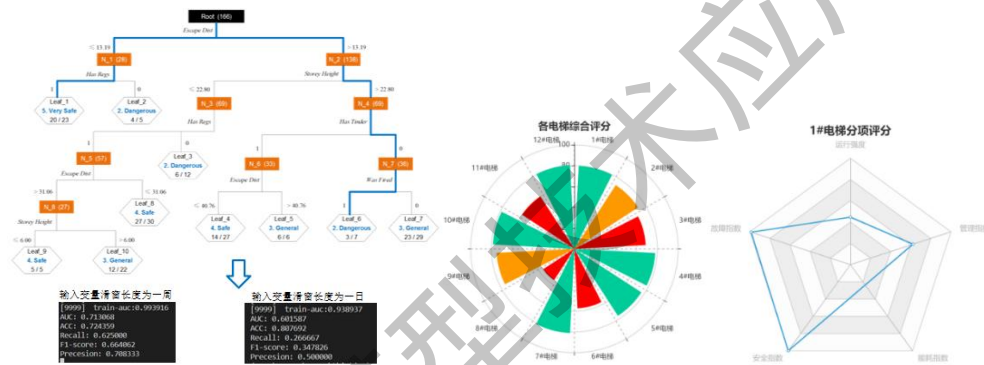


图3.3.3-5 电梯故障预测及电梯运行评价

采用语义分析算法自动识别出大量报修中重复报修的问题，主动推送管理者，方便及时了解哪些地方反复报修、分析是否维修师傅水平有问题。用数据指导运营管理决策，提升管理的精细化水平，如图3.3.3-6所示。



图3.3.3-6 使用BIM系统建筑单位面积工单统计及高频及重复报修问题挖掘

从报修工单的统计中进行分析，挖掘门诊急诊区域高频报修问题主动改造，提高患者就医体验；挖掘医院家具重复报修问题，主动维修，提高住院体验。

除了以上与BIM融合的人工智能应用外，“AI云大脑”在基于图像识别的建筑人工智能算法、基于计算机视觉的清水墙典型损伤智能诊断与评估技术、清水墙自动排版与出图技术、清水砖高标准智能筛选技术、高静空与远距离毫米级裂缝智能诊断与量测技术等进行了研究与实践。并自主研发了基于深度学习与计算机视觉的“钢筋/钢管云点数”小程序、基于三维点云的智能实测实量软件、基于轻量级聚类算法的水磨石配比信息智能分析仪、建立了面向复杂目标任务的多源AI算法集成应用模型，可实现建筑损伤智能查勘、建筑材料高效查验与施工安全自动巡检等功能。有序推进建筑领域人工智能场景的应用落地。

### 3.3.3.4 技术展望

工程建设是个时间跨度大、参与方众多的复杂过程，数据管理难度高，传统建造方式下，建筑规划、设计、施工、运维过程中的数据分布在各阶段各参与方，存在一定信息鸿沟，导致难以对数据进行充分利用。这些暂时面临的问题与挑战也是今后发展的机遇。当前人工智能与BIM相结合仍处于发展初期，具有巨大的应用潜力，主要发展方向包括以下几个方面。

**1、建筑行业大数据积累。**当前我国建筑行业数据以人工录入为主，存在数据缺失、数据交互等问题。随着建筑行业数字化技术的推广，工人实名制、数字化监管等政策推行，数据缺乏的问题将大大缓解，人工智能技术也将发挥其巨大价值。

**2、智能化算法体系建设。**人工智能技术可应用于建筑工程方方面面，应用不同，所涉及的数据量也有所不同，当前很多算法为研发人员自主研发，标准化程度低、算法体系不够完善、样本不足等问题，需针对不同应用需求对智能化算法进行进一步研发，有助于建筑行业智能化进一步发展。

**3、数字资源安全体系建设。**人工智能技术的发展以数字化为前提，数字资源的安全性是需要解决的重点问题，当前我国建筑行业数据安全相关技术、法规均有待于继续完善，为智能化技术发展提供可靠保障。

**4、智能化基础设施建设。**人工智能的推广依赖于网络布设，随着我国5G、数据中心、人工智能等新型基础设施建设日益完善，建筑行业人工智能技术发展将面临着巨大发展前景。

**5、数字技术深度融合。**随着物联网、大数据、VR、人工智能等新一代数字技术

的应用成熟，BIM与人工智能技术将与各项新型数字化技术深度融合，进一步实现建筑行业高质量发展。

### 3.3.4 BIM+建筑机器人

#### 3.3.4.1 概述

建筑机器人是一种通过预先编制的程序或者人工智能算法，实现自动或半自动作业的机械设备，现特指面向建筑工程领域的特殊机器人，同属工业机器人大类。主要为了替代或协助工人完成复杂、危险工况下施工作业，将人们从繁重、危险的作业中解放出来，以应对劳动力短缺、成本上升（用工成本、安全成本）、环保政策压力等挑战，加速建筑施工行业转型升级，打造新型建筑工业化发展道路，推动城建建设绿色发展和高质量发展，最终实现建筑物营建的完全自动化。

当前，我国智能建筑行业创新、融合、转型发展的需求十分强烈，建筑业呈现出工业化、数字化（BIM）、绿色化、互联网化、AI化的新趋势。BIM作为模型信息的载体，能将设计、施工、运维等的建筑全生命周期内信息汇集在一个平台上展示应用，实现数据的汇总与管理。智能机器人的中央处理器可以按照需求形成计算方法，编写相应的程序，使得机器人具有某些功能从而完成一定的操作。因此，将BIM技术结合机器人技术，两者进行融合创新，是建筑施工寻求智能化发展的必然方向。

在上海市经济和信息化发展研究中心发布《2021上海市智慧城市发展水平评估报告》中显示，目前，上海全市人工智能重点企业已突破1100家，产值超过1300亿元。上海全市大数据核心企业已突破700家，产值已超过2000亿元。可以说，上海人工智能就是中国人工智能发展的缩影。

2021年上海市分别公布了两批人工智能试点应用场景。这些场景，将对标国际最高标准、最好水平，以人工智能赋能经济高质量发展、市民高品质生活、城市安全高效运行为基本出发点，在全国率先打造以AI深度应用为特色的智慧城市新亮点。经统计，在上海市人工智能产业重点应用场景中机器人等智能终端占比61%。

### 3.3.4.2 技术应用

建筑机器人运用于建设项目无疑将给项目带来巨大的好处。建筑机器人在项目中的应用主要体现在以下几个方面：

#### 1、测绘无人机

随着无人机与数码相机技术的发展和数字城市建设的需求，测绘无人机现广泛应用于工程规划建设领域。作为一种能够快速实现对目标对象的扫描、辨识、数据采集的航拍测绘设备，在地形测量、设计方案规划、工程建设测绘采集方面大大提高了工作效率和数据采集准确度，快速构建实景三维模型，可根据需求提供3D点云数据、数字地形模型、数字表面模型、正射影像等测绘成果。如图3.3.4-1所示，测绘无人机+BIM技术+GIS的有机结合，在项目设计选址、交通规划、动线评估、气候条件分析等方面提供了更加高效解决方案。



图3.3.4-1测绘无人机

#### 2、智能抹灰机器人

智能抹灰机器人在上海某大型国有企业推广应用，该机器人可实现室内导航、自主行走、智能供料等功能。如图3.3.4-2所示，设备由移动基座和可升降机械臂构成，通过高效振动和液压提升，将砂浆均匀地涂抹在墙面上，作业效果良好，最大程度减少空鼓、裂纹等质量问题，工作效率可达300平米/天。





图3.3.4-2 抹灰机器人作业展示

### 3、管片抹平机器人

由上海知名企业与沈阳某机床公司合作开发的智能管片抹平机器人，借助自动视觉识别分析管片表面缺陷，代替人工作业，提高了管片生产的自动化程度，效率提高约10%，建造成本降低50%以上。如图3.3.4-3所示，该机器人宽度精度误差保持在 $\pm 1\text{mm}$ ，厚度误差保持在 $-1\text{mm}$ 到 $+3\text{mm}$ ，管片表面精度显著提升。流水线自动化生产环节，减低了污染、噪声的产生，在碳达峰碳中和的大发展背景下，具有良好的社会效益。

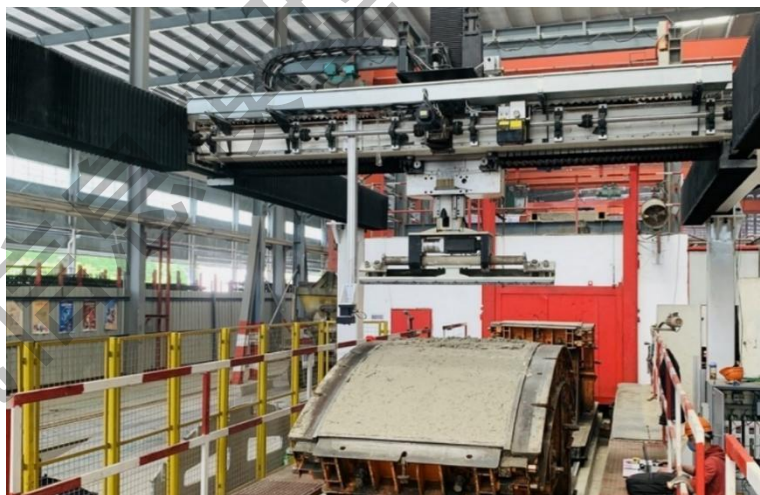


图3.3.4-3 智能管片抹平机器人

### 4、自行走建筑智能测量机器人

上海某大型国有企业联合南京工业大学合作开发。该机器人基于BIM模型实现自动巡径，将BIM模型与现场坐标系智能匹配，选择最佳的坐标对房间信息进行全方位的测量。借助内置算法，对开间、层高、墙体垂直度、墙面平整度等房间全数据采集分析，并自动生成报表，形成质量验收报告，如图3.3.4-4所示。



图3.3.4-4 自行走建筑智能测量机器人

### 5、第二代智能巡检机器人

建筑设备巡检一般通过物业管理人员的检查可预先发现设备故障隐患，大大降低设备故障率，从而保障建筑各机电系统稳定、可靠的运行。日常巡检工作对从业人员专业性要求相对较低，设备点位固定，行走路径固定，时间基本固定，但人力成本高且巡检质量及效率难以管控。

上海某知名企业研发的智能巡检机器人，如图3.3.4-6所示，由前端巡检机器人和后台机器人管理系统两大部分组成，基于图像识别、霍夫算法、激光SLAM精确导航等技术，实现各类表具精确读取、最佳巡检路径规划导航等功能，改变了传统人工7\*24小时定期巡检的方式，利用机器人替代人工工作，进一步提高了建筑设备巡检工作效率和建筑设备运行可靠性，同时也有效降低了建筑设施设备巡检的人力成本，并形成利用智能机器人巡检的工作新方法，提升了企业在建筑设施运维领域的技术水平。



图3.3.4-5 智能巡检机器人

### 6、其他施工机器人

建筑机器人利用仿真模拟与监测及高度灵活特点，通过与设计信息（特别是BIM

模型)集成,实现设计几何信息与机器人加工运动方式和轨迹的对接,完成机器人预制加工指令的转译与输出。此类机器人被应用在项目施工过程的许多环节中,例如,测量、砌墙、拆除、挖掘、吊装、铺路、压桩等各类建筑施工机器人。

从中可以看出,建筑机器人的研究具有鲜明的“应用为先”特色,建筑机器人多数都是针对建筑施工所面临的技术难题和实际需求,通过对现有机器人技术的集成、改造和创新,来实现建筑机器人技术的发展和进阶。建筑机器人是一个具有极大发展潜力的技术,建筑工具的进步和发展是建筑行业跨越式发展的重要标志,建筑机器人有望实现更安全、高效、绿色、智能的信息化营建,建筑机器人未来在我国必将取得长足的发展。

### 3.3.4.3 应用案例

#### 1、地面处理机器人在华林国际金融大厦项目的应用

激光地面整平机、地面抹平机、地面抹光机3类地面处理机器人在项目上岗的第一天就完成了650平米的混凝土栈桥板的找平、收面及压光工作。首先,设激光锁定高度,工人无需进入作业面,借助遥控激光地面整平机就可开展作业;其次,通过程序设置“机械手臂”的旋转速度和摆动角度,地面抹平机可自主进行作业,效率较传统作业提升2-3倍;最后,通过遥控地面抹光机器人,代替工人进入现场作业,解决地面脚印问题,真正做到效果好,一步到位,效率提升3-5倍。3种设备分工协作,一体化施工、极大地提高了施工效率,降低了作业成本,如图3.3.4-6所示。



图3.3.4-6 混凝土处理机器人现场作业

#### 2、砌墙机器人在中共一大纪念馆项目的应用

中共一大纪念馆外总体施工过程中,上海某建筑工程企业将砌墙机器人应用到现

场砌筑，砌筑长度约3.5米，用砖77块耗时约25分钟。砌墙机器人主要由带砖块吸附的六轴机械臂、多舵轮运输底盘、自动上砖与砂浆送机组成，采用基于SLAM与ROS导航定位技术及Rhino虚拟砌筑技术，实现砖块的定位与砌筑。在重大工程项目建造中创新采用砌墙机器人作业，这在国内尚属首次，如图3.3.4-7所示。



图3.3.4-7 中共一大纪念馆砌墙机器人的应用

#### 3.3.4.4 技术展望

当前，我国的建筑机器人进入高速发展期，但整体仍然处于研发初级阶段，成熟产品少、规模化应用率低，主要原因分析如下：

**1、建筑机器人硬件研发能力不足，国外技术依赖较大：**尤其在机器人的核心零部件，例如关节技术、控制器、高精密减速器等方面技术研发能力与国外尚存很大差距，核心零部件大部分依赖进口，这也成为机器人投入成本最大的一部分。

**2、应用场景的复杂性高：**建筑建造阶段由于各施工工序交叉作业，作业面重叠，现场情况复杂，机器人作业场景标准化程度低，无法自主高效地完成作业。

**3、建筑机器人关键技术不成熟：**机器人要完成复杂的动作，通过控制系统和执行系统的密切配合，还需要具备精确的导航能力、移动定位能力、复杂传感器技术等能力。关键技术不成熟，建筑机器人作业精度不足、处理单元信息处理效率低、执行器响应不及时等问题制约着建筑机器人的推广应用。

2020年住房和城乡建设部联合十三部委联合印发关于《关于推动智能建造和建筑工业化协同发展的指导意见》，指出：加快部品部件生产数字化、智能化升级，推广应用数字化技术、系统集成技术、智能化装备和建筑机器人，实现少人甚至无人工厂；

以钢筋制作安装、模具安拆、混凝土浇筑、钢构件下料焊接、隔墙板和集成厨卫加工等工厂生产关键环节为重点，推进工艺流程数字化和建筑机器人应用。国家一系列的政策引领，为建筑机器人行业发展指路护航，行业未来的发展将会是一片光明。

### 3.3.5 基于BIM的智慧规划

#### 3.3.5.1 概述

智慧规划应具有系统性、智能性、共享性及动态性等特征。需立足于数字孪生理念，运用数字孪生技术解决规划问题，以空间管控要素为基础，结合规划要求、行业标准、规范等，利用大数据、云计算、人工智能、仿真模拟等信息通信技术实现对规划的精细化管控，推动规划的方式向数字化、网络化、智能化方向发展，实现空间更加形象化的展示。智慧规划的核心是充分利用大数据和人工智能技术，根据历史数据进行自我学习、自我改进，在规划中作出判断和决策，提高规划效率和质量、降低人力成本。数字孪生对实体空间进行复制和映射，将运行信息加入到数字空间，基于真实运行数据，不断演变出智能应用来承载现实物理世界。国内数字孪生概念用于智慧城市建设领域，最早是在《河北雄安新区规划纲要》中提出，“坚持数字城市与现实城市同步规划、同步建设”。基于BIM技术的智慧规划是对深度融合BIM技术与大数据、云计算、人工智能等技术，推动数字化、网络化、智慧化规划设计这一理念的具体落实方式，将开启规划阶段的新纪元（如图3.3.5-1所示）。



图3.3.5-1 传统规划向智慧规划转型示意图

#### 3.3.5.2 技术应用

##### 1、立项用地智慧规划

立项用地许可阶段包含项目审批核准、选址意见书核发、用地预审、用地规划许可证核发等，用地性质、位置、总用地面积、项目依据、建设单位、建筑密度、人口密度等指标需得到重点关注。依托BIM技术搭建的数字化信息化平台，具有可识别可分析特性，能够实现刚性规划，减少人为计核误差，保留行政审批痕迹，防范廉政风险。

在立项用地阶段，利用BIM技术对建筑设计模型进行辅助审查，根据不同展示需求，结合LOD（细节层次）技术，设定不同图层级别要素，针对土地资源和技术控制指标清单，进行审查。利用三维手段，更好地理解设计，对设计方案和设计细节提出更有针对性的修改、优化建议。同时，也可以利用BIM模型进行三维可视化招商，让招商对象在规划设计阶段就可以形象了解园区空间布局、周边配套环境等，并可身临其境地体验建筑内部的情况。

## 2、控制性详规数字化集成

从设计出发，以地上、地下、历史、现状、规划的全景图为基底，以三维可视化技术平台为载体，提供基于规划可视化的各类三维专题，通过三维实景建模，直观呈现三维可视化，为项目各阶段的融合落地。通过数字底板技术的应用，使得控制性详规能够在平台上以三维数字化的形式集成展现，充分体现控制性详规的全局性、综合性、战略性、前瞻性，在尊重城市发展规律的前提下进行更加科学系统的合理规划。支持城市规划的多方案比较分析，辅助管理者作出决策。

将控制性详规三维数字化集成，可直观地统筹空间、规模、产业三大结构，统筹规划、建设、管理三大环节，统筹改革、科技、文化三大动力，统筹生产、生活、生态三大布局，统筹政府、社会、市民三大主体，切实提高城市治理与运营的全局性、系统性、持续性、宜居性。

## 3、城市风貌管控规划多视点分析

城市风貌管控的多视点分析是风貌管控的基础和支撑。风貌管控视点需要体现城区的环境特征、资源特征、产业特征、形态特征、建筑特征及人文特征等。在风貌的营造上应全面围绕确定的形象定位，营造出城区的风貌主题。传统城市风貌管控视点的规划通常是以经验或调研总结为主的静态规划，而利用数字孪生技术，通过城市数字底板的大数据挖掘和分析，将风貌管控多视点分析转变为满足项目特色形象定位的动态规划。

利用BIM等先进数字化信息化技术，立体再现施工设计方案，包括建筑体量、建筑高度、外立面色彩等，提供方案展示等功能（图3.3.5-2），实时计算经济技术指标，进行视域分析（图3.3.5-3）、日照分析，摆脱二维设计图纸的数据量大，表达不直观等局限性，结合实际，根据不同类型、规模、等级的建设工程项目实施管控。

基于BIM技术接入的城市信息化数字化平台，对于项目风貌控制视点的设置，主要考虑区域的基础风貌特征，进行综合布局，对外在的建筑表现、空间形象、环境品质以及内在的主题文化等方面进行多维度考虑，使得风貌管控视点的规划具有前瞻性、高度和准确度，布局准确、科学、合理，以达到风貌管控的引导与管控更加便捷、高效，为随后设计阶段提供充分保障。

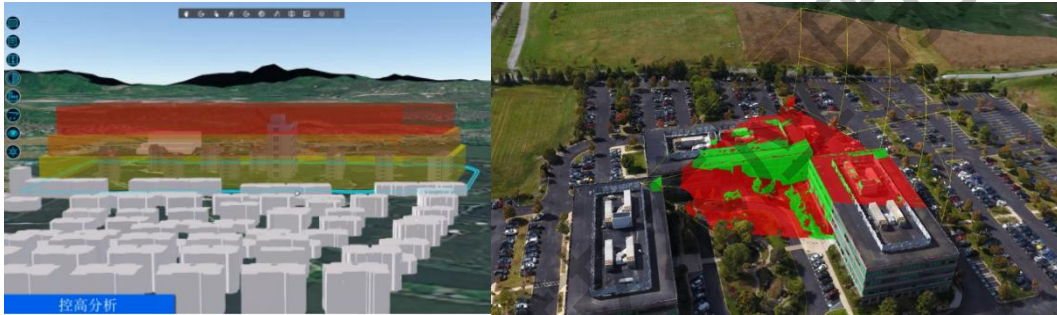


图3.3.5-2 控规盒子示意

图3.3.5-3 视域分析示意

#### 4、地块动态（滚动）开发管理

通过物联网等技术，把安全、质量、劳务、进度、重要设施设备等地块开发的数据进行集成整合、模拟，达到动态（滚动）开发管理的目标。根据开发区域提供的各种信息数据，实现统一指挥、整改、资源调配等工作的落实；直接控制现场作业，掌握现场作业的进度，切实提高现场作业质量，保证安全生产管理，实现施工现场实时管理，保障项目施工进度的正常运行。

针对地下空间，因施工空间有限，而每一个工序的实施需要足够的施工空间，施工管理方利用数字底板进行模拟、协调各专业施工，确定最佳的施工工序、管理机械行进路线和人员活动范围。另外，基于数字底板的数据库，快速、准确地获得施工过程中的基础数据，随时为采购计划制定、限额领料、定额发料提供良好的管理制度，将施工各阶段、各专业的信息集成，进行工程施工动态展示，生成施工过程中动态的资源需求量及消耗量报告，分析各阶段的资源分配情况，绘制成本动态“直方图”，监控支出情况。对施工中的风险控制，成本管理，施工进度与质量管理，安全管理等实现可视化管理。

## 5、地下空间规划协调

合理、充分地将地下空间进行综合利用，发挥数字底板直观、可视、联动等特性。通过前期建章立制、协同管控项目、决策优化、模型先行、模型传承、运维导向等管控理念，协调项目参与方基于数字模型展开相关工作，将各类数据打通、融合，保证地下空间项目群建设的同步性、准确性、协调性，为统一的规划、优质的设计、精细的施工、高效的运维奠定基础，更加高效地进行地下空间协调综合管理。

前期规划阶段协调管理：利用可视化手段反映拟建工程的地下空间环境，包括可供开发的地下空间资源的数量，周边已有工程的地下建筑物和构筑物现状以及市政地下管网系统的布局。在此基础上，分析拟建工程与已有工程的相互关系，利用BIM系列软件强大的建模、渲染和动画技术进行多方案3D模型的预演，合理选择拟建地下工程的空间布局、结构形式，并构建资源系统、市政系统、环境系统的城市地下空间规划指标体系。

## 6、智慧规划数字模拟

利用数字化技术，进行合理优化设计，预留维修空间，确保地下空间工程建成后的工程实体能发挥其设计功能。合理布置地下管线，便于后期的顺利施工和运营维护。数字孪生模型是参数分析与地下空间工程设计有效结合的基础。整合参数化设计等技术优势，制定全面并具有可实施性的应用流程，基于数字孪生模型进行设计、分析、优化以及多方案比较。制定信息交互模板，保障各专业、各流程软件数据交互，保证设计数据能够通过模型正确共享。每个设计对象都有各自的设计变量，不同设计变量之间的关系构成约束。基于这些约束，应用冲突检测工具检测模型中存在的冲突，快速地发现各专业内部及各专业之间存在的冲突，进行优化。对模型进行同步修改，减少设计人员的重复劳动和错误率。

BIM+云技术，可将所需的设计分析软件、存储能力、运算能力分布于云端，在云端实现模型的创建、展示、碰撞检测等功能。基于地下空间工程协同管理的需要，使用云端上的数据及软件进行协同设计与分析。充分利用模型信息，避免重复建模，实现高效设计。



### 3.3.5.3 应用案例

#### 1、控制性详规数字化集成应用案例

该项目应用数字底板技术，在三维数字化平台集成展现控制性详规，示意图中（如图3.3.5-4、图3.3.5-5所示）将控制性详规三维数字化集成，直观统筹划空间、结构，明确功能分区。

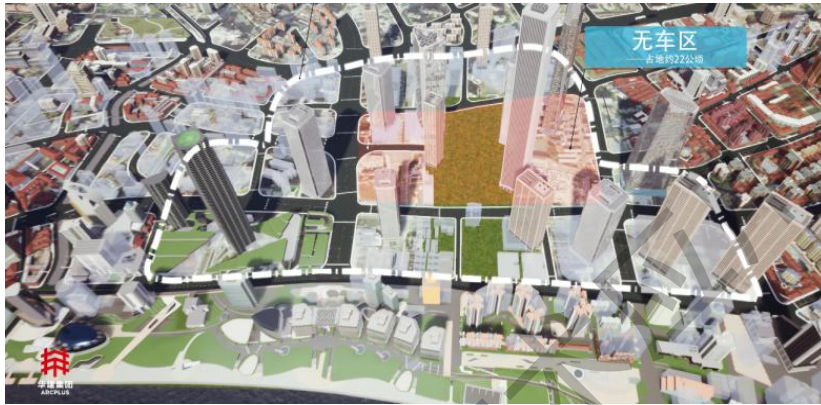


图3.3.5-4 区域规划三维图

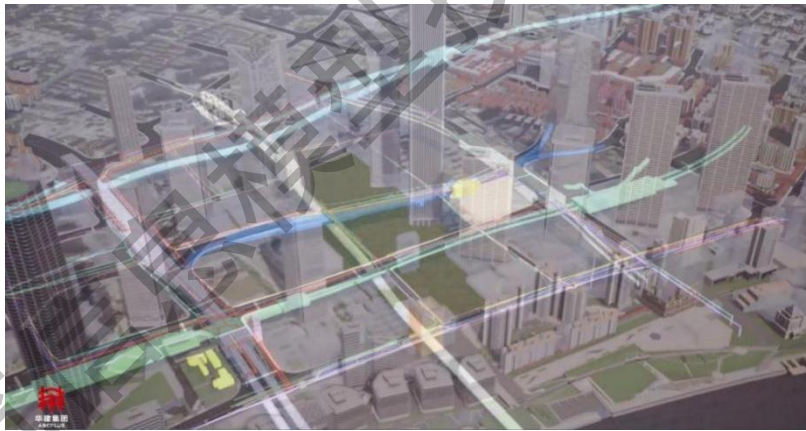


图3.3.5-5 区域地下管线

#### 2、工程界面划分案例

如图3.3.5-6所示，本项目地下空间连成一体，各项目间存在诸多的搭接部分和公共区域，尤其是地下连续墙与支撑围护公共部分，该部分的投资分摊的原则和规则需满足各家业主要求。



图3.3.5-6 BIM工程界面划分示意图

### 3、数字规划协调管理案例

对项目的发展定位、远景目标、功能分区、用地规划、空间管控、用地权属等规划成果进行二三维一体化呈现，通过大场景俯瞰和三维漫游等效果全方位立体呈现建筑工程项目未来的发展愿景（图3.3.5-7所示）。



图3.3.5-7 数字化规划示意图

## 3.3.6 基于BIM的智慧工地

### 3.3.6.1 概述

近年来在房建领域，智慧工地应用率较高，能加强现场安全管理，早发现，早预防，早处理，减少施工事故的发生，提高施工建设质量，更好地保障现场安全。

而适用于高速公路、高速铁路、机场、矿山、大坝、港口等的基建项目智慧工地应用日渐广泛。结合BIM、5G、物联网等技术手段的基建项目智慧工地，在精准定

位、信息传递、机械控制、数据分析等技术能力上，更有应用特色。不仅对施工质量、安全、进度、工程机械做到全过程控制，在运用大数据分析深度挖掘数据价值，提升效率、降低成本上也有较多深入研究应用。

### 3.3.6.2 技术应用

#### 1、基于BIM技术基建项目的智慧工地数字化施工的价值点

##### (1) 增强现场管理全覆盖

针对基建项目的特点，实现了施工过程的设备智能感知，数据自动上传，通过将物联网、互联网、智能终端采集设备、云平台、大数据等先进技术运用到施工中，施工监管人员通过云平台实时了解工地项目进展情况，管理人员可以实现远程实时监控，避免施工现场的潜在安全威胁，确保工地安全生产，提升安全检查效率和质量。

##### (2) 促进行业监管水平的全面提高

通过基于BIM技术的智慧工地监管平台，基建项目各参建单位对施工现场上传的数据进行监督和跟踪，并建立完善的质量溯源机制，规范质量检查、检测行为，及时发现质量隐患，保障数据可追溯，有效支撑行业主管部门对工程现场的质量、安全、人员的监管和服务。

#### 2、基于 BIM 技术的智慧工地主要应用点

基建项目智慧工地的应用除去常规的劳务人员智慧管理、扬尘监测、视频监控、塔机安全监测、吊钩可视化等安全、绿色施工范畴之外，根据业态特点还出现了以下应用点

##### (1) 混凝土生产监测

在混凝土生产全过程监控系统中，对混凝土（包括水泥混合料、水稳混合料、沥青混合料）的生产和施工全过程进行把控，包括原材进场、检测，试验室设计理论配比，下发生产、施工配比，拌合站生产，现场浇筑、振捣或摊铺、压实等各个环节。通过系统将质量管理体系系统化、工具化，扁平化、实时性以实现制度管人的最终目标。

水泥、水稳、沥青混合料生产管理子系统具备配比管理、生产数据联网、超标预警和闭合等模块，可实现各类混凝土的生产过程实时监控，如图3.3.6-1所示。通过在混凝土拌合机上安装采集终端（俗称“黑盒子”），自动采集每盘拌合温度、拌合时

间、各档材料用量（级配），通过互联网上传到云服务器；后台对采集数据进行分析，发现数据异常情况，自动向相关管理人员发送短信报警。

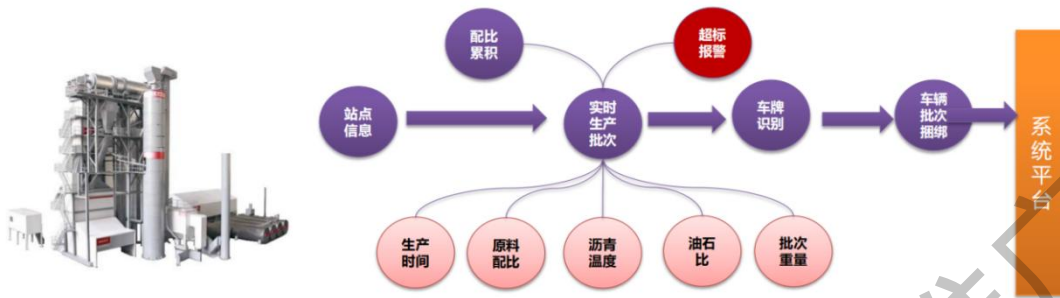


图3.3.6-1 拌合站监测示意图

### （2）车辆跟踪超限管理

为协助项目进行安全保卫工作，快速完成项目部进出场车辆检验、记录等，在车辆上安装定位设备并与平台进行对接，用于监控车辆实时位置信息、运输时间信息、速度信息（超速提示）、运输时长等，并可根据需要设置电子围栏对车辆进行约束，当超出围栏范围进行预警。

内置规则对内部车辆开启自动放行权限，可以脱机运行，也可将车辆通行记录上传至云服务器，方便对异常车辆进行进出场信息追溯。显著提高项目部车辆的管理效率，能有效地控制、监测、管理施工现场的车辆，如图3.3.6-2所示。



图3.3.6-2 车辆管理平台展示图

### (3) 智能AI监测

对施工现场人员的安全帽佩戴、反光衣穿戴、越界闯入、烟火等进行主动预警实时智能通知，防患于未然如图3.3.6-3所示。

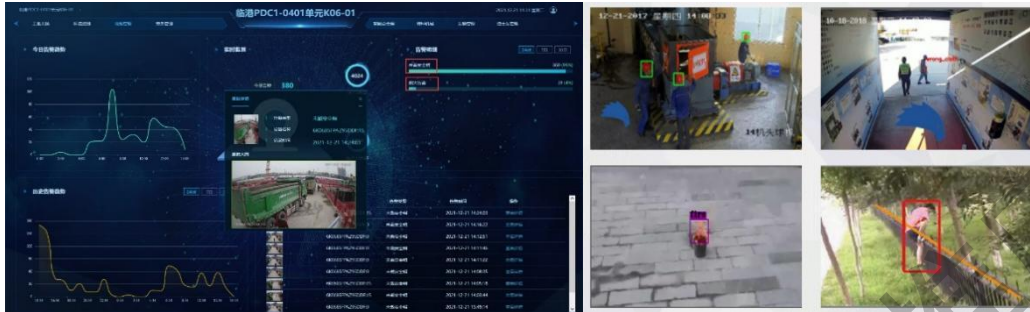


图3.3.6-3 智能AI监测平台及监测现场图

### (4) 智能养生喷淋

通过自动喷淋设备及智能养护系统，自动触发喷淋，如图3.3.6-4所示进行降温保湿作业。同时实现PC端、手机端的多端操作。平台端可对混凝土的养护状态、温湿度趋势、历史喷淋数据等实时监控，实现混凝土养生远程化、自动化控制。手机APP实现远距离设置循环养护浇水间隔，灵活设定浇水时间段，省水、节电，智能调整浇水养护时长，精准的养护及用水记录。

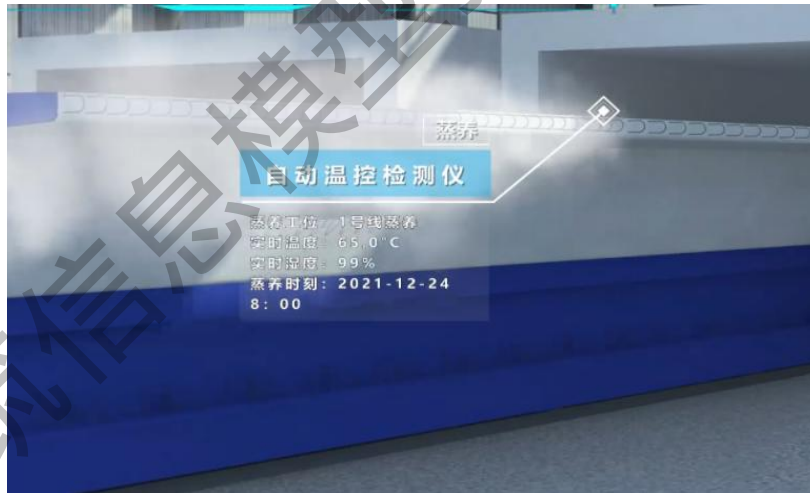


图3.3.6-4 智能喷淋现场效果图

### (5) 特种设备安全监测

专为架桥机、塔吊及升降机等特种设备开发的采集监控、记录、分析、诊断、预警、统计于一体的特种设备安全监控管理系统在基建项目上也多有应用。一般会融入多种起重机监控，维护，管理等实用功能，将设备管理及人员行为管控融为一体，真正使安全监控措施落地的监控系统。

能够实现对项目所属的龙门吊、架桥机、塔吊及升降机等特种设备的实时监测管理，并且可对工作参数进行智能分析，发现出现高风险的工作状态，将实时警示，提醒管理人员及时干预，避免出现安全事故，如图3.3.6-5所示。



图3.3.6-5龙门吊平台展示图

#### (6) 沥青摊铺压实监测

针对摊铺机进行数字化改造，加装定位系统、温度传感器、平板电脑、视频监控系统等组件，如图3.3.6-6所示，结合以厘米级高精度GNSS（北斗或GPS）定位技术，同时以智能摊铺技术为手段，以路面摊铺压实作业流程为主线，形成闭环管理体系，实现对摊铺现场数据的透明传输和实时展示，在线掌握现场施工动态。



图3.3.6-6 摊铺机安装组件

#### (7) 高边坡监测

针对边坡稳定性进行有效监控，对于边坡本体重要参数的长期变化实现较为详细地掌握，及时有效地反馈边坡安全状况，修正正在施工过程中各种影响支护结构的参数误差对支护结构的影响，确保支护结构运营期间满足安全要求。

如图3.3.6-7所示，主要对高边坡监测的内容为：环境监测，主要为温湿度和雨量的监测；边坡的变形观测，包括边坡关键点的沉降、不均匀沉降，土体深部变形等；挡土墙受力监测，包括挡土墙的应变、挡土墙锚杆的受力等；挡土墙的变形，主要为挡土墙的倾斜监测；土压力和孔隙水压力监测；水位监测。

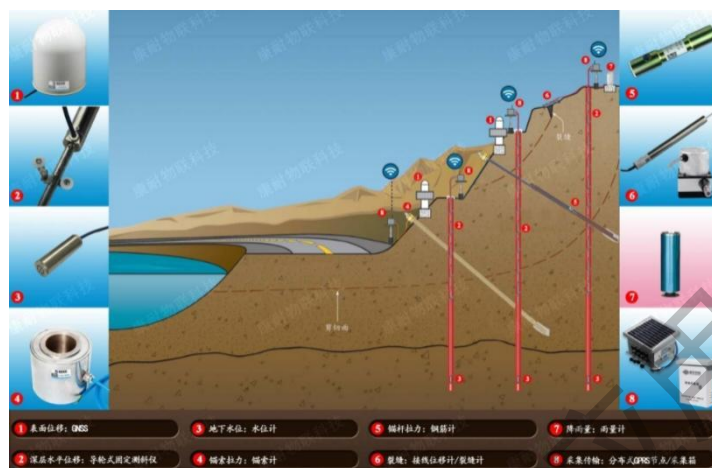


图3.3.6-7 高边坡监测安装组件

#### (8) 试验室监测系统

通过建立试验业务在线平台和数据库，让各个业务环节“上线”。实现业务流程的在线化。进一步对接流程包含的数据，即可形成数据库，构建在线管理平台的基础框架，实现对设备、人员、资料、数据的管理。主要应用的设备包括抗折抗压一体机、压力机、万能机、标养室、回弹仪、钢筋检测仪、针入度仪、软化点仪、延伸度仪、马歇尔稳定度仪、路强仪、燃烧炉、平整度仪、落锤式弯沉仪等设备仪器。

试验室在线管理平台的建立与试验室的管理体系密切相关，不单能提高试验检测的工作效率也将改造检测单位的管理体系，如图3.3.6-8所示。



图3.3.6-8 试验室监测示意图

### (9) 隧道人员定位

隧道人员定位一般包含人员考勤、跟踪定位、灾后急救、日常管理模块。施工现场通过安装高精度无线定位系统，可采用无线脉冲技术，通过在隧道内间隔150米—200米部署定位基站，为工人佩戴标签的方式，实现对人员的实时高精度定位，在发生事故时进行精确灾后急救，具有巨大价值，如图3.3.6-9所示。

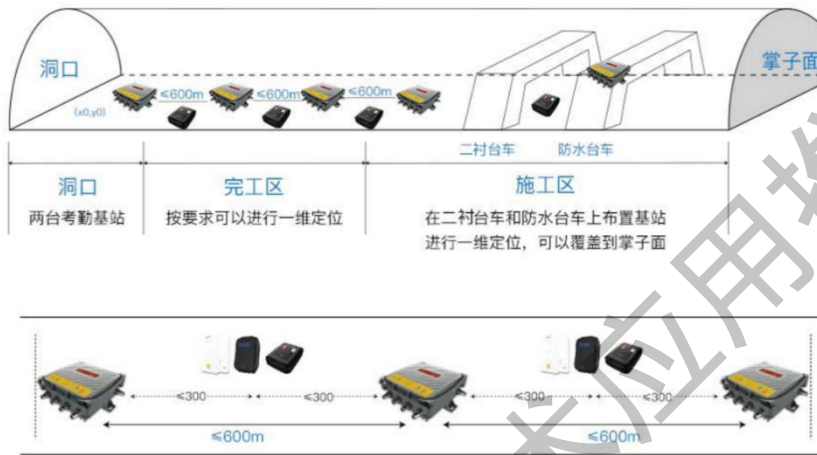


图3.3.6-9 隧道人员定位示意图

### (10) 智能张拉系统

如图3.3.6-10所示，利用物联网手段，全天候对桥梁预应力施工质量进行管制，对预应力张拉设备力值、伸长量等数据实时采集，通过网络实时上传到云平台服务器进行数据分析、处理，实现作业过程质量的动态监控，确保预制梁预应力施工作业的质量管控。



图3.3.6-10 张拉压浆设备监管

### (11) 无人机应用

通过无人机搭载高清设备进行倾斜摄影，云平台自动处理上传数据，一键实时生成实景三维模型。将采集的机械、人员及环境等信息与实景三维模型结合，100%还原



施工现场实际情况。辅助设计施工人员方案决策，及时调整工程策略，优化整个施工流程，同时定期对施工人员、工程进度进行跟踪观测，实时掌握人员状态、施工进度、质量、安全情况，及时对安全隐患点的识别预警，如图3.3.6-11所示。



图3.3.6-11 无人机现场拍摄图

### 3.3.6.3 应用案例

#### 1、项目概况

上饶至浦城高速公路（江西境内）新建工程（以下简称“本项目”）主线全长23.63439km，起点桩号为K30+000，终点桩号为K53+634.39，其中含铜钹山互通一处，广丰开放式服务区一处。起讫桩号为K30+000-K53+634.39，长度23.63439Km，负责线路范围内的所有路基工程、桥梁涵洞工程、防护排水工程、交叉工程、路面工程、交安工程、机电工程、房建及绿化等工程。

#### 2、项目建设特点和难点如下：

（1）项目涉及工程量大，交叉施工作业多，路基工程、桥梁涵洞工程、防护排水工程、交叉工程、路面工程、交安工程、机电工程、房建及绿化等工程。

（2）存在问题表现在施工设施及技术人员两个方面投入不足。有些施工单位出于成本因素考虑，对机械设备没有进行日常维护及保养，未能及时淘汰落伍的旧设备引进优良技术的新设备，导致生产力低下，对整体施工进度造成影响，更为甚者还可能影响整体工程质量。

（3）作业规程指导概括的包含了桥面隧道等多项内容，其实际指导意义较弱。规范中将重点放在了施工过程中，并没有对前期管理及器械设施管理等方面做出规范化指示。过渡区、警告区以及缓冲区等具体作业区设置指标往往根据实际情况进行变化，难以对其进行准确把握。

(4) 某些施工单位前期准备材料过程中，将重点放在施工成本的管控上，没有把好质量关，检验不到位，导致施工过程中使用了不规范原材料，再加上施工人员管理不当，造成质量管理不严，影响了整体工程质量。

### 3、技术应用点

平台利用互联网技术整合内部数据和外部资源，汇聚、分析、呈现、决策有价值的的数据源。采用多维度、多类型、深度钻取的综合图表，以可视化的形式展示项目关键指标，监测项目运行情况，并对关键指标实现多维度分析。管理者在指挥中心可以像掌舵驾驶舱一般浏览各种数据仪表盘，迅速掌握各项目的运行情况，为企业的管理提供完整、详实的信息支持，并在日常工作中提供风险的预警，提升项目的风险抵御能力。

如图3.3.6-12、3.3.6-13所示，本项目将施工现场的人员管理系统、视频监控系统、塔机监测系统、吊钩盲区可视化、智慧监测系统、智慧梁场监测、特种设备监测系统、智能质量管理体系、智能压实监测系统、拌合站监测、环境监测等多个智慧工地模块，通过硬件设备采集到的数据接入到平台中，大数据和多元化的图表分析功能，为项目监管与领导决策提供支撑。

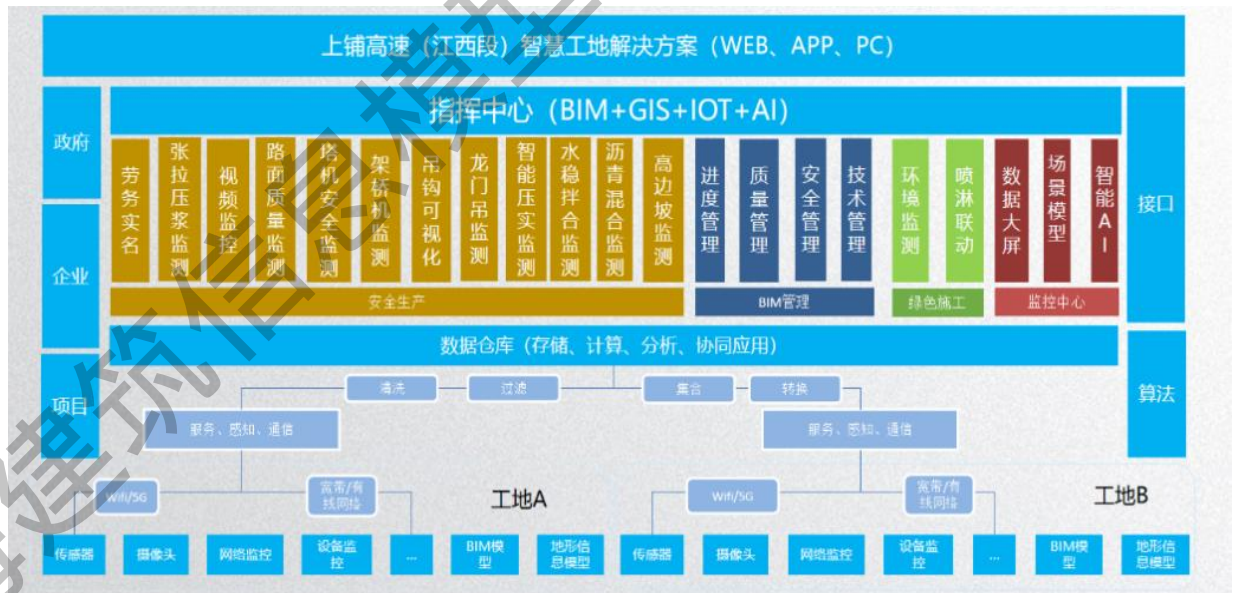


图3.3.6-12 项目智慧工地平台架构

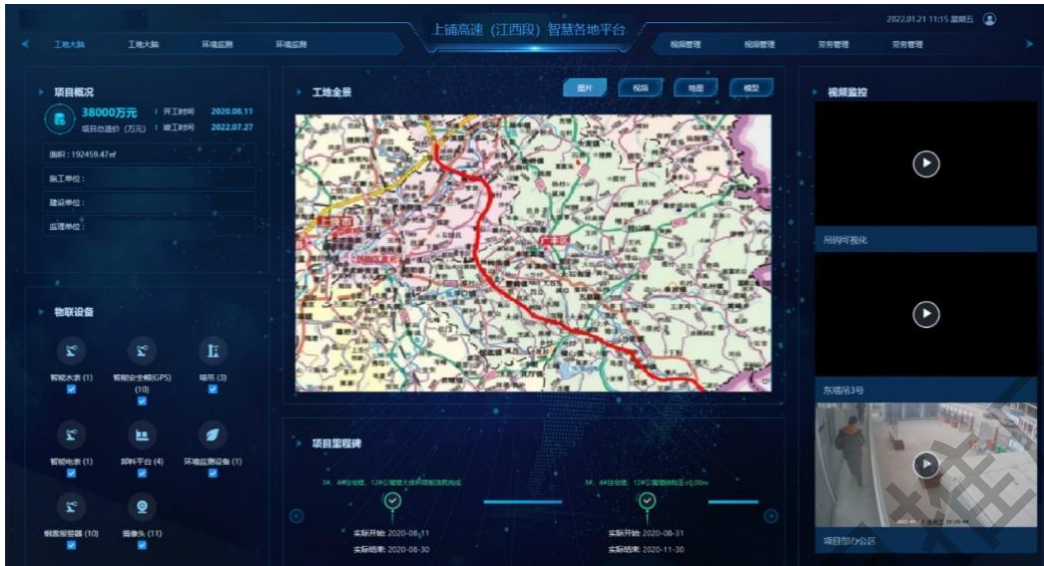


图3.3.6-13 项目智慧工地系统展示图

### 3、应用成果

(1) 智慧梁场利用智能传感，实现预制构件钢筋加工、入模，混凝土拌和—布料器接料—浇筑—振捣—脱模—蒸养—张拉—压浆—喷淋养生等关键环节数据关联。形成预制构件信息数据库，针对布料器位置、振捣状态等核心工序进行实时监控和预警，实现全流程工序自动化控制，提高预制构件的外观和实体质量的稳定性；同时采用二维码技术，收集并集成预制构件生产、储存、安装、质量验收等全过程信息，形成质量追溯档案，构建信息共享和协同管理平台。

(2) 远程监控自动获取各种数据信息经系统处理和分析后推送给相关责任人跟踪处理，将建设单位、监理单位、施工单位及监督部门的现场巡查转变为远程监控的方式；远程监控系统的自动识别和监控报警功能可同步移动端，真正实现无论何时、无论何地都能进行管理的移动监督，实现建设工程监督方式的革命性跨越，极大提高建设工程安全生产的监督水平和工作效率。

(3) 监控中心是整个智慧工地管控的大脑，通过互联网、BIM、物联网等技术将公路工程项目所有数据集成在智慧工地平台系统，实现公路工程项目的万物互联、数据共享。内设智能监控系统，集成各类传感监测设备，提供智能化的实时检测，实时监测，事故预警等功能，大大提高安全预防等级和抢险效率。同时，让管理者对质量安全、进度、关键工点、关键指标全盘掌控，创造性的实现基于指挥中心的项目管理新模式。

### 3.3.7 基于BIM的智慧运维

#### 3.3.7.1 技术应用价值

基于BIM的运维管理价值潜力巨大，其中主要的价值点包括以下几点：

1、基于BIM技术的运维管理系统将过去的二维CAD图纸以三维模型的形式展现给用户，当设备发生故障时，运维BIM系统可以帮助设施管理人员更加直观地查看设备的位置及设备周边的情况并提供预演功能。

2、通过基于BIM的运维管理平台可快速直观定位人与设备，及时了解周边环境，也可方便地追溯相关人员工作过程。通过手机端访问BIM模型，随时查询空间信息与隐蔽工程信息，方便现场作业，实现数据随身携带，再现隐蔽工程。

3、基于物联网+可视化技术的运维管理平台可实现对各类运维信息的完整集成和统一管理。在竣工模型基础上，通过数据共享将各个系统高度集成，实现每个系统间的互联互通，最终将数据汇集到BIM运维管理系统中，还可以通过接入新的系统不断进行扩展。BIM运维系统和现有的系统不产生冲突，而是在现有系统的基础上提供更高层次的数据交互和场景应用。

4、通过BIM可以高效集成各类智能系统数据，联通信息孤岛与碎片，通过交叉分析、发掘信息的多维度价值，实现数据的增值。同时，BIM也提供了高效的物业协同工作环境。以BIM为基础可以建立全生命期数字资料库，能够做到无缝对接设计、施工阶段BIM信息，高效管理模型、图纸与信息，完整集成运营阶段内全部数据进行数字化管理，方便查找与分析。根据BIM运维的经验与成果，甚至可以反向优化建筑设计方案，并对建筑施工过程提出优化建议。

#### 3.3.7.2 应用案例

上海市第六人民医院（东院）BIM数据重构及BIM技术智慧运维项目。

##### (1) 项目概况

本项目旨在提升上海市第六人民医院（东院）后勤管理部门对全院区（包含一期现有建筑和二期扩建建筑，共计建筑面积197813.79平米）的建筑信息数据收集与应用

水平，加强院方对掌握院区内建筑信息的完整性、一致性。由于院内正在开展院区二期建筑的扩建工程，平台开发与BIM咨询服务应满足院方实际应用场景和后期扩展需求。因此，本项目意在院区内共计建筑面积74557平米的现有建筑进行建筑信息数据的整理、重构与基于BIM的建筑信息数据管理平台的开发与应用，如图3.3.7-1所示。

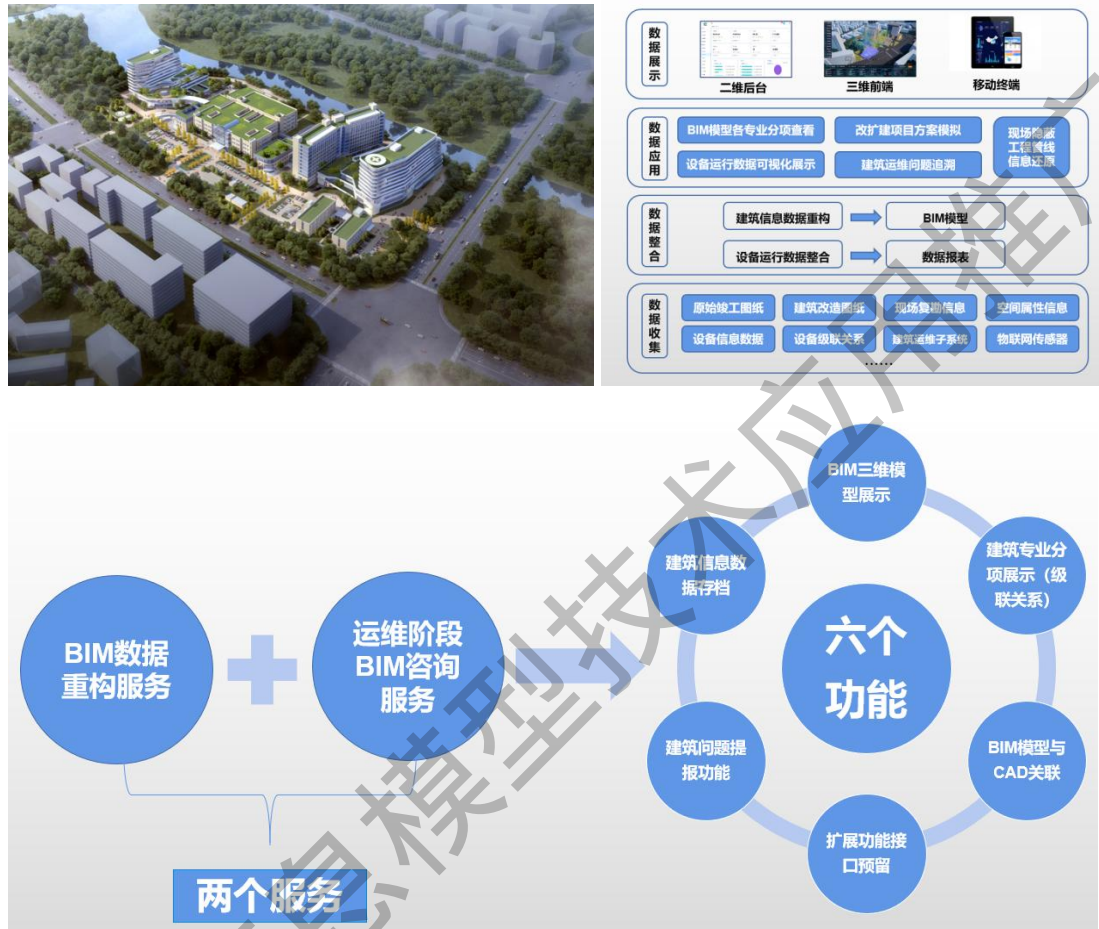


图3.3.7-1 上海市第六人民医院（东院）BIM数据重构及BIM技术智慧运维

## (2) 技术应用内容

①对于新建楼宇与院区老楼制定统一的BIM模型规范即《BIM模型标准》，从BIM模型技术上保证基于BIM的运维管理平台对BIM构件数据调用的准确性和唯一性。完成院区内一期的建筑、结构、机电等专业BIM模型数据的整理及重构工作，并通过现场的实勘确保模型数据和现场实物的一致性。应用场景渲染技术还原建筑外立面、院区内小型市政、楼宇内部工程场景，满足平台操作者在平台中自由漫游；

②建立机电系统的楼层间、楼栋间的数据上下级联系关系，实现模型浏览过程中快速调取机电设备、管线、阀门、开关等构件在模型中的上下游关系。在日常运营维护过程中，应用BIM的运维管理平台快速锁定相关维修、更换、升级实物时的区域影

响范围。

③实现BIM模型数据与CAD、PDF图纸的二三维联动，在三维漫游场景中能任意调用所在场景内的相关设计图纸数据，为后续院内装修改造、全面翻修等提供一站式的工程资料参考，并结合三维场景的辅助预览功能更加便于实施方案的决策。

④在特定重点区域部署二维码（反映操作场景中的建筑、结构、机电信息），实现通过手机终端对空间内部三维管线及隐蔽工程数据进行查看。现场实际运营操作人员对实物检修时，起到提前交底或检修预演的作用，从而减少因对周边环境或隐蔽区域管线不明确导致的检修障碍问题，提升了整体的工作效率。

⑤实现智慧消防、智慧安防、能耗管理、空间管理、停车场管理、工单系统等各类业务功能的工作；对于医院的智能化系统给出基于BIM技术的建筑运行管理系统和运行管理方案。

### （3）应用成果

该项目通过BIM数据重构将原本分散不全的图纸档案进行系统性的电子化归档，实现建筑非几何信息结构化存储，辅助院方完成特定区域的建筑信息梳理工作。院方通过平台查看和调用的各专业BIM模型和图纸数据实现管线级联关系查看，便于问题排查与追溯。本平台作为建筑数据展示与调用的统一出口，将按照专业的工程档案管理逻辑，为业主打通全量的富有逻辑的数据查询和调用通道；对包含历史建筑数据、后期改造数据等过程性档案进行存储、备份，避免重要档案的遗失。提升建筑维保人员的工作效率，降低在维保过程中的潜在安全风险，为后期针对建筑内部的维修改造工作提供重要且全面的数据支持；医院综合运维管理平台的建设提升了医院后勤部门整体信息化管理水平，全天候监控医院建筑内设备设施的运行状态，故障预警，提升运维管理效率，降低综合管理成本，促进医院后勤信息化管理的可持续发展。

## 3.3.8 基于BIM的交付审查

### 3.3.8.1 概述

建设工程设计文件技术审查是提升勘察设计成果质量、保障建设工程符合国家及地方相关规范要求的重要手段，勘察设计单位、图审机构、政府主管部门依据相关规定，以工程图纸为载体，实现设计成果的绘制、审查、监管工作。在国务院全面开展

工程建设项目审批制度改革的总体要求下，住房和城乡建设部等相关国家部委于2013年开始相继出台了一系列政策文件，推动BIM(Building Information Modeling)技术在建设工程设计与技术审查方面的进一步应用，北京、上海、广州等地也出台相应配套文件，要求在建设工程报批报建中提交BIM模型。在此背景下，以BIM设计模型为核心交付成果，进行设计成果的智能化技术审查成为各地政府主管部门关心的重点。

国外方面，新加坡在2009年成为世界首例采用BIM技术进行线上报批系统的国家，实现了16个政府部门联合审批，由原来的106天缩减为26天。报批系统涵盖建屋发展局、土地管理局、建设局、陆路交通管理局、煤气局、国家环境局、公用事业局等。新加坡建筑工程局作为BIM技术应用的推广和主导单位，建设了电子政府系统CORENET（如图3.3.8-1所示），包括e-Submission（电子送审平台）、e-PlanCheck（建照电子审批系统）以及e-Info（建筑和房地产部门信息整合平台），其中子项目e-PlanCheck即为电子审查系统，用于对建筑设计成果进行数字化审查。数据定义方法采用IAI制定的IFC 2X2标准，并通过广泛的业界测试和试用以保证系统运行效果，获得了广泛认可。

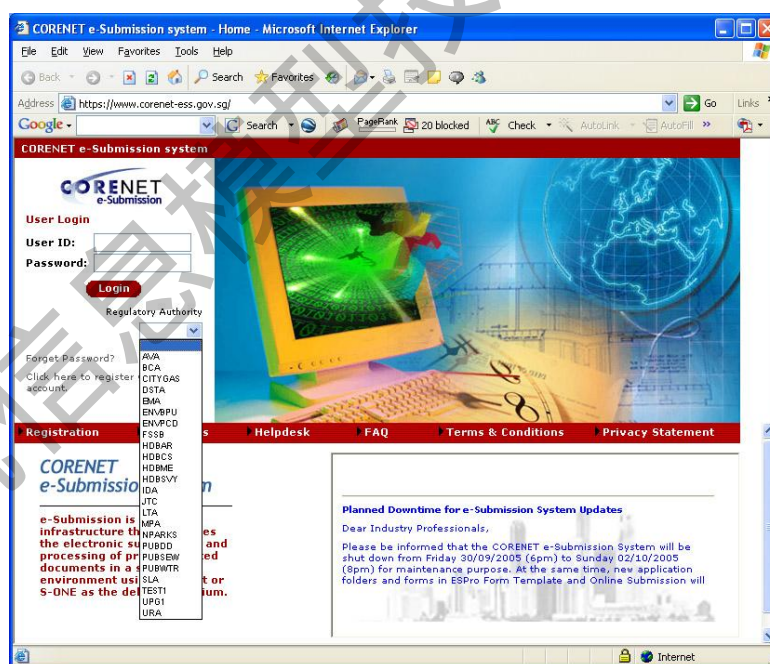


图3.3.8-1 新加坡e-PlanCheck电子审查系统

挪威Statsbygg协会于2009年要求所有建设项目使用BIM模型交付设计成果，并自2010年起要求使用符合IFC要求的BIM模型，同时主导开发Statsbygg设计规则审查系统并推广使用。其他如澳大利亚EDM自动审查软件平台、美国国际规范委员会

(International Code Council, ICC) SMART codes平台等BIM审查平台也具有代表性。

国内方面，广州市作为住房和城乡建设部首批BIM报建审批试点城市之一，率先开展BIM报规报建系统建设。在建筑设计方案审查阶段，全面梳理各类审查指标，开发智能审批工具，推动二三维电子报批，全链条覆盖设计自检、建筑规划指标一键提取、表单数据自动化填报、指标审核。在施工图审查阶段，开发广州市房屋建筑工程施工三维（BIM）电子辅助审查系统，通过对建筑、结构等相关专业，以及消防、人防、节能等专项相关标准条文进行筛选、拆解及计算机语言转译，实现主要国家标准条文的计算机辅助审查。

厦门市以大型公建项目为切入点重点突破实行BIM报建，将工规办理时间由原来的17个工作日缩短到即办，充分释放BIM技术红利。目前以BIM报建试点为契机建立BIM数据库，完成了涵盖大型公共建筑、房建项目、大型综合体、市政工程等项目在内的多个试点项目BIM报建。

南京市在建设BIM审查系统的基础上，响应国家自主创新号召，树立南京BIM品牌，提出了建立“宁建模”（\*.NJM）自主BIM格式，不仅在BIM规划报建审查中拓展和延伸了包含建筑和市政交通全专业建设工程的应用特色，还有效衔接了施工图审查、竣工验收、不动产登记环节的应用。

2020年，上海市及各区政府相关主管部门、相关单位进一步加大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技术应用效益为核心，大力加强建设项目各环节监督管理工作中BIM技术的应用。探索建立三维模型和导出的施工图文件自动审查、审核监管政策，推进施工图审查由审核图纸向审核模型过渡。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技术在建筑全生命期中的深入应用。

### 3.3.8.2 技术应用

#### 1、BIM智能审查主要技术应用分析

##### （1）图模一致性检查

当前多类型数字化交付成果，在工程建设的各种协同环节都是交付的核心。在BIM正向设计工作模式下，图纸与模型应当一致，但由于作图和建模过程独立，导致



二维图纸和BIM模型存在不一致的情况。未经过一致性检验的成果，会造成各自差异和错漏，导致下游放弃承接和使用上游传递而来的模型，在交付前需要进行审查。

图模一致性检查将图纸和BIM模型进行对比，能发现图纸和模型之间存在的  
不一致情况，通过对施工图纸的收集、标注，运用包括图像分类、物体检测、图像分割等  
技术结合的施工图纸智能识别算法，在短时间内根据施工图纸内容快速精准建模。图  
模一致性对比可以高效地进行图纸和模型的匹配、识别、对比，有效提升审查效率。  
同时，二三联展示可以清晰定位问题位置，直观呈现审查结果，提高审查效率和准  
确性。

### （2）规范和标准的校对审查

规范条文的监管审查是保证工程建设标准得到有效实施的重要手段。目前我国规  
范监管审查仍存在管理水平不一、工作量繁重、信息智能化水平低等现状。BIM审查  
平台整合适用于BIM施工图审查平台设计方、审查方、软件方的BIM标准，将规范中  
指标进行量化，转换为计算机可以处理的内容，包括属性值规则、属性值存在规则、  
空间构件规则、正则表达式规则、几何和距离计算规则等。同时，结构化自然语言易  
于人类理解，便于定制规则和确认规则的正确性。

基于BIM的规范和标准校对审查，推动BIM施工图审查的实施与落地，合理的整  
合行业BIM数据，提升数据应用与管理，提高施工图审查效率。

### （3）多专业协同及碰撞检查

各个专业之间，如结构与水暖电等专业之间的碰撞是一个传统二维设计难以解决  
的问题，往往在实际施工时才发现管线碰撞、施工空间不足等问题，造成大量变更、  
返工，费时费力。

基于BIM的多专业协同及碰撞检测能有效的解决这个问题。以三维BIM信息模型  
结合二维的图纸，解决传统的二维审图中难想象、易遗漏及效率低的问题，在施工前  
快速、准确、全面地检查出设计图纸中的错、漏、碰、缺问题，还能够通过模型检查  
软件提前发现和消防规范、施工规范等规范冲突的问题等，减少施工中的返工，节约  
成本、缩短工期、保证建筑质量，并减少建筑材料、水、电等资源的消耗及带来的环  
境问题。

## 2、交付审查技术标准介绍

### （1）BIM+交付审查数据标准

根据BIM+交付审查的应用需求，制定相关数据标准，保障BIM数据在交付审查过程中的协同、流转、应用，以及统一存储形式和交付审查业务相关的数据定义。BIM+交付审查数据标准通过规范BIM模型中与交付审查业务有关的数据内容和格式，包括有关的指标数据、在BIM模型中需表达的模型元素及属性信息要求，以达到从项目级模型单元属性、功能级模型单元属性和构件级模型单元属性模型的角度定义模型单元属性。在数据标准中通常采用结合国际IFC标准定义IFC扩展属性的方式，一方面可以通过数据标准将BIM模型设计数据导入至研发的BIM交付审查系统中进行相关指标的计算及审查，一方面可以借助数据标准的统一规范和定义，协助将通过审查的建设工程BIM模型共享、发布或入库至城市级CIM平台或其他可视化平台。

### （2）BIM+交付审查交付标准

为保障建设工程基于BIM的交付审查顺利实施，通过交付标准指导BIM模型的交付。通过规定BIM模型的模型单元及其信息要求、命名要求、模型表达要求、制图要求等内容，以规范设计单位在设计阶段提交的BIM模型成果，提高模型设计方在BIM模型创建、数据录入规整等方面的工作效率。

由于BIM交付审查潜在的用户主体包括设计方、建设方、政府管理部门等多个主体，其应用场景也存在自审、校审、监管审查以及面向规划报建、施工图设计等不同审查阶段，因此交付标准一般根据具体的审查业务场景进行进一步细化。国家交付标准面向方案设计、初步设计、施工图设计和深化设计等设计阶段的所有交付应用，支撑的应用场景也包含性能化分析、项目审批、招投标、施工组织等，从框架上为不同具体业务的交付审查标准编制提供了一定程度的基础。目前国内多个城市已编制了面向报建审批业务的BIM交付标准，规定设计单位在规划报建中模型的交付内容、交付形式等，一方面规范设计单位成果提交形式，一方面减少由于提交成果有误导致审查效率低的问题。

### （3）BIM+交付审查分类与编码标准

由于BIM模型有着相对复杂、多维和数据结构化的特性，通常通过统一的分类与编码标准，规范建设工程用地、建筑功能、不同专业、室内空间，以及设备和材料的分类和关联关系。目前国家标准《GB/T 51269-2017建筑信息模型分类和编码标准》提出了基本的分类和编码框架，国际上也有相关标准进行参照，一般城市开展具体交付审查业务应用，适宜从不同工程建设项目类别、工程建设项目全生命周期各阶段进行

统筹考虑，结合已有的城市用地分类标准、建筑使用功能分类及其他分类标准，有针对性的制定符合实际业务场景需要的分类和编码标准。实现城市用地与建筑功能、建筑功能与功能空间之间的关联，以及建设项目不同专业之间的协同工作，促进BIM交付审查与建设项目管理的精细化和标准化，为实现多平台的BIM交付审查数据共享、更新、统计等应用奠定基础。

#### （4）BIM+交付审查规范标准

在交付审查规范标准中首先应明确规定BIM交付审查的审查流程、涉及的相关方角色和工作要求，再根据审查流程节点阐述各节点的审查内容、使用软件、操作方式、审查结论以及审查内容的依据来源等方面内容。审查内容依据一般来源于具体审查场景的业务需求，如规划报建阶段的BIM交付审查多需要依赖用地条件、地方相关工程设计规范等，而施工图设计阶段的BIM交付审查多取自国标规范条文，不同城市也会存在一些个性化的审查要求，应该在标准中进行明确说明，方便各方基于标准开展设计、审查、管理工作。由于BIM模型极大程度提升了交付审查的自动化和智能化水平，因此通常在标准中也会就具体的审查条文进行“自动审查、半自动审查、人工审查”等形式的区分，提升BIM交付审查的操作性和便利性，给审查方提供相应的指引依据。

综上，交付审查中，各类标准编制完善是BIM数字化报建审批的基础性工作，建立满足工程建设项目各阶段数字化应用、交付、审批及归档应用体系，赋予BIM模型作为成果交付的法律效力。标准体系建设参考如下：

1) 《建筑信息模型审查系统技术标准》，供专业技术审查人员使用，主要界定平台完成自动审查的条文范围及与BIM模型相关数据信息的关联性，确定通过平台进行BIM技术自动审查的内容。

2) 《建筑信息模型审查系统模型交付标准》，供专业设计人员使用，主要是对交付物的内容及形式进行约定，规定设计人员为完成审查需提交给平台BIM模型的数据内容及相关参数指标，并对交付物的内容及形式进行约定。

3) 《建筑信息模型审查系统数字化交付数据标准》，供数字化平台软件开发人员使用，主要归纳整理与审查指标相关的BIM模型参数指标及数据表达方式，形成BIM模型数据库成果文件，作为BIM数字化报建审批系统的配套工作，保障平台顺利运行。

配套标准建设系统性提出BIM施工图审查需要研究和编制的相关标准。逐步建立

满足工程建设项目各阶段数字化应用、交付、审批及归档应用体系，各类主流软件设计的BIM模型通过统一的标准格式载入系统进行审查，并完成后续的数据管理业务，全过程权限分级、批注留痕、不可篡改。

目前，各省市建设的全流程BIM智慧审查审批平台，主要包含BIM规划报建审查系统、BIM施工图审查系统、BIM竣工验收系统等。

系统建设依托BIM审查各项标准，实现横向数据流转对接和纵向数据汇交共享，打通全链条数据，提升政府的规建管能力。充分发挥BIM作为数据载体的优势，打通建筑各阶段数据，实现数据资产的全周期管理。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，如图3.3.8-2所示，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。延伸BIM数据流转价值，实现设计阶段BIM向施工阶段BIM数据传递，完善工程建设数字化成果交付和存档管理体系。



图3.3.8-2 BIM施工图审查系统审查内容

### 3、BIM智能审查应用成效

BIM智能审查平台基于现行的联合审查系统，实现二维与三维的联合审查，借助工程建设项目审批制度改革，将建筑信息模型和城市信息模型融合到工程项目审批过程中，满足各地实际应用诉求，打造成成熟、全面的新一代BIM智能审查审批平台，实现技术性、系统性、引领性的全面突破。

#### (1) 提高审查效率，缩短审批时长

运用信息技术手段，改变现有的施工图审图的工作模式，实现施工图的智能辅助审图，让系统自动进行规范的审查，方便快捷、简单明了地展示施工图审查结果，能

够有效地解决传统施工图审查任务重、对专业性要求高、审图周期长、信息缺失等多种问题，大大减少人工一一比对工作量，缩短审查时间，实现审核一致性、客观性、全面性以及透明性，提高工程师审查图纸的精度和效率。

#### （2）提高项目质量

利用BIM技术更加丰富的信息表达能力，同时利用计算机，实现根据标准规范对模型进行智能校验和审查。同时，将工程项目的审查规则依据录入到平台中，从而达到自动快速生成BIM智能审查意见的目的，并且在建筑设计防火、结构构件配筋、设施设备防火要求等领域具有审查优势，能显著降低漏审、错审率，使交付的模型质量得到保障，从而提高项目质量。

分析各地BIM智慧审查审批平台的应用情况，BIM审查系统的审查意见被审图专家采纳项目在BIM项目总数中所占比例达到80%以上。可以看出，经过数年的应用、行业专家的通力合作，BIM审查技术在不断完善，并已逐步被接受，施工图审查的新工作模式正在形成。

#### （3）促进BIM技术推广应用

推动基于BIM的审查审批可以有效促进当地BIM技术的发展，尤其利于设计单位广泛开展BIM设计。同时借助工程项目审批制度改革，推动基于自主BIM的报建审批，带动自主可控的国产BIM形成差异化优势，逐步扩大国产BIM的应用范围。

#### （4）为CIM建设提供基础数据

在信息时代的背景下，BIM智慧审查审批平台可以对接入库CIM基础平台，提供精细化建筑信息模型，使得BIM审查成果提质增效，融合数字孪生、新型测绘、地理信息、物联网感知、三维建模、图像渲染、虚拟仿真等新技术、新理念，推动CIM+智慧应用，支撑城市建设项目的交互设计和模拟施工，城市常态运行监测，在数字空间刻画城市细节、呈现城市体征、推演城市发展未来趋势最终帮助城市运营管理，提升城市综合运行管理能力，为建设新型智慧城市提供完整解决方案。

#### （5）推动企业数字化转型发展

当前BIM技术已在设计、施工各个领域蓬勃发展。各地大中型设计单位，均已进行多年的BIM设计实践，亦有不少成功案例为业内所知。通过BIM模型审查，不仅可以推动建筑行业BIM技术应用的高质量发展，也是对建筑企业数字化转型的一个尝试，将带来不断增益的社会价值。

#### 4、交付审查BIM运营机制介绍

BIM交付审查运营集设计、审查、审批、建库一体化，具有全面提升工程建设质量的重要意义。一方面，BIM交付审查作为链接设计方、业主方和政府的关键BIM应用，既能规范设计院进行BIM设计和BIM交付的标准；又有利于业主单位准确及时发现质量问题，提前规避施工风险，确保项目交付质量；还能帮助政府部门进行更高效的设计质量监管，减少投入的人力物力成本。

另一方面，BIM交付审查有利于BIM数据的标准化积累和城市空间数据的沉淀，以BIM审查为抓手，为促进BIM正向设计和全流程应用、提升BIM模型交付质量、助力智能建造及数字城市建设赋能。

除此之外，BIM交付审查撬动了以BIM数据为核心的数据流转和运营模式，以此发展出面向设计方的BIM设计咨询服务、面向业主方的全过程BIM管理咨询服务、面向政府的BIM审查技术服务、面向城市管理的数据运营服务能力。通过这些方面增强行业的服务能力和活力，促进行业升级转型。

#### 3.3.8.3应用案例

以浦东新区BIM智能化审查平台应用为例。为贯彻落实《中共中央国务院关于支持浦东新区高水平改革开放打造社会主义现代化建设引领区的意见》，结合《上海市促进城市数字化转型的若干政策措施》，浦东新区在全面推进建设工程智能化审查改革方面开发建设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。

浦东BIM智能化审查平台以“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，进一步为深化建设领域行政审批制度改革奠定基础。平台开发过程中经过了广泛的行业调研，以及多次组织龙头企业、资深专家学者举办调研交流会，就BIM智能化审查推进工作进行探索和研究，如图3.3.8-3所示。

为实现平台可复制可推广，在配套审查标准的制定方面，浦东发挥行业协会专业、服务和纽带的优势，邀请上海19家施工图审查机构会同浦东十大区属集团公司对《建设工程数字化BIM(建筑信息模型)技术系列标准》之一的平台配套审查标准《BIM智能化审查交付标准》进行交流探讨。而《建设工程数字化BIM(建筑信息模型)技术系列标准》全面编制完成后，将结合实际BIM项目进行广泛论证、充分优化，力争从团

体标准转化为地方标准，成为BIM行业该领域标准的标杆。

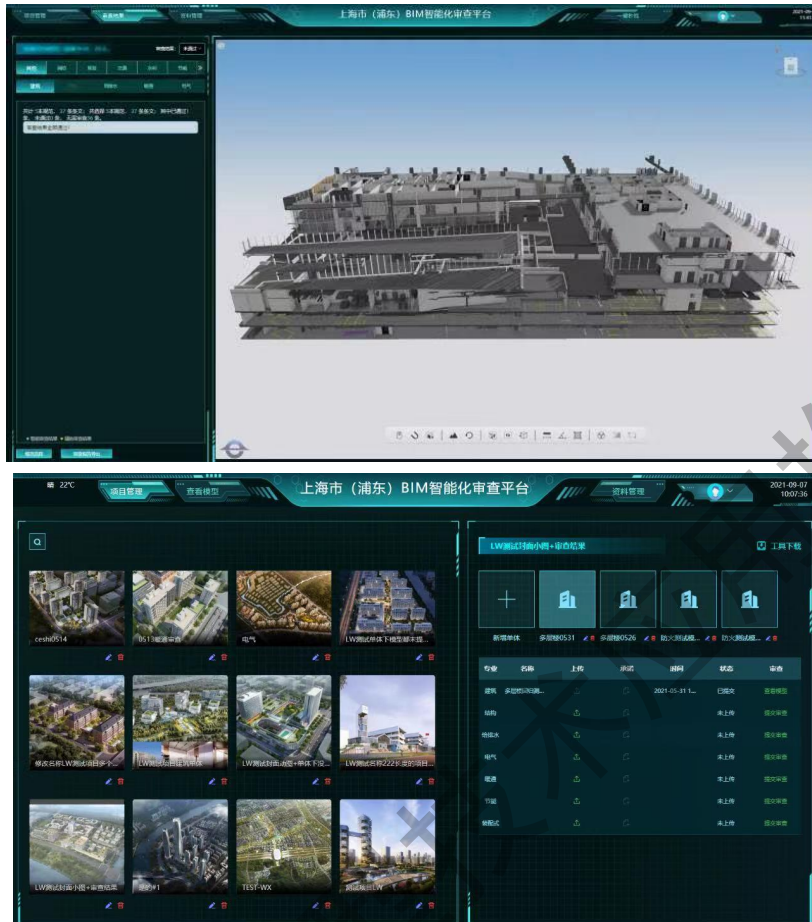


图3.3.8-3 浦东新区BIM智能化审查平台

### 3.3.8.4技术展望

随着BIM交付审查在多地试点推广，BIM技术在建筑工程审查项目中显示出可视化、智能化等诸多优势，但目前BIM审查仍在政策支持、软件工具能力、数据标准体系建设、软件兼容性等方面存在一些挑战。

政策支持方面，政府对建设工程交付成果的BIM审查要求无疑成为BIM技术发展的重要助推力，但由于BIM技术短时间内产出投入比较低、对人员和技术要求较高，BIM三维审查在短期内难以完全替代二维审图，目前BIM交付审查政策的推广仍需要一定的过渡时期。同时，业务规范的多样性、BIM模型的复杂性、语义表达的不唯一性等客观因素，又限制了BIM审查自动化的程度。因此，在过渡时期中，一方面，政策应对设计单位研究和推广BIM技术给予更多支持和鼓励，另一方面，在二维审图和三维审图如何进行高效结合、智能审查和人工审查的范围和比例、图模一致性的检

验等方面应进行进一步的规范和研究。

软件工具能力方面，目前设计院作为BIM审查数据的提供方，没有高效的工具来保质保量地完成BIM审查数据的创建、自检和交付。设计单位进行施工图审核的主要方式是依赖老工程师的设计经验，设计师和审图单位之间沟通的主要媒介依然是图纸和纸张。由于工程的复杂性和审查要点的多样性，BIM交付审查实现自动化成为设计单位的迫切需求。尽管设计单位逐步推进BIM建模，但仍缺乏科学的协同管理平台和智能审查软件工具，生产方式仍然相对落后，无法在真正意义上实现BIM协同设计。

数据标准体系建设方面，统一的数据标准体系和严格的数据流程控制是BIM审查的基础和前提。尽管国标已出台多部BIM应用和数据存储相关标准，但各城市、各企业、以及从设计到施工到交付的各环节中，仍然存在数据标准难以统一的问题。因此，数据标准体系的建设应该是自上而下的，具备一定的通用性，对数据格式、数据存储、数据内容、操作流程等方面进行统一规范。

软件兼容性方面，目前工程建设行业软件生态的兼容性仍有待完善。随着我国国产BIM软件逐渐发展，工程建设行业的软件兼容性显得尤为重要只有实现全链条软件格式互通，才能真正实现工程建设行业的信息流转，BIM交付审查的范围也不应局限于某一个软件或某一个工程阶段。例如基于算量造价、运维的交付审查等场景，都要求模型文件具备多软件之间进行完整数据传递的能力。然而，目前软件通用性问题仍然比较严峻，尽管我国多城市已开始中心格式的研发，可以解决区域内部软件格式统一的问题，但各地中心格式之间的差异难免又会带来新的兼容性问题。

随着BIM技术的不断发展和建设工程智能化审查改革的逐步落实，工程建设领域BIM+交付审查将朝着更科学、更规范、更智能的方向发展，为提升工程建设行业生成效率和质量奠定基础。

政策方面，政策支持应自上而下，建立统一的数据标准体系和通用的中心格式要求，统一设计、审图、施工等各阶段的交付审查要求，创建良好的BIM技术发展生态。一方面，完善审图标准和审图范围的相关要求，实现二维审图和三维审图、智能审查和人工审查的有机结合，提升审查效率和质量；另一方面，积极推进审查自动化、智能化的研发，向更加高效、智能的方向迈进。

软件研究方面，BIM审查软件厂商应不断提升技术水平，提升审查自动化程度，深化BIM审查系统开发，优化功能，拓宽BIM审查范围和条文支持数量，建立科学的



BIM交付审查管理模式。扩展审查范围的广度，全面覆盖工程建设设计管理规范要点，应用动态可持续的规则库更新维护机制，保证审查结论的准确性；增加BIM审查的深度，由查看、检验等基础应用，向算量、建模互通等复杂领域逐步拓展；积极研发国产BIM软件，实现国产BIM软件与BIM交付审查的打通。

应用方面，随着BIM+交付审查能力的不断增加和规范的建立，BIM审查应逐步向全过程数字化交付方向拓展，具备面向各个平台应用、各个BIM软件的通用性。拓宽交付审查的应用场景，如超额审查、企业级标准审查、运维交付审查等，为全生命周期工程建设产业链持续赋能。

### 3.3.9 BIM+CIM的数字孪生

#### 3.3.9.1概述

所谓数字孪生技术，即充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程，实现系统内信息资源、物质资源的最优化配置。根据《数字孪生技术应用白皮书》中的定义，数字孪生典型特征如下：

- 1、虚实映射。现实世界中的物理对象和数字空间中的孪生体能够体现双向映射、数据连接和状态交互。
- 2、实时同步。基于实时传感等多元数据的获取，孪生体可全面、精准、动态反映物理对象的状态变化，包括外观、性能、位置、异常等。
- 3、共生演进。数字孪生所实现的映射和同步状态应覆盖孪生对象从设计、生成、运营到报废的全生命周期，孪生体应随孪生对象生命周期进程而不断演进更新。
- 4、闭环优化。通过描述物理实体内在机理，分析规律、洞察趋势，基于分析与仿真对物理世界形成优化指令或策略，实现对物理实体决策优化功能的闭环。

BIM模型为数字孪生的基础，将物理世界镜像还原成数字模型。BIM的数字孪生使得线下建筑和线上建筑实时同步，可基于线上的建筑对于物理世界的建筑进行仿真分析和优化。在BIM的基础上，结合GSD、IOT、AI等技术，解决区域、城市、片区、社区、建筑、部件、事件、人等在空间中的定位和多元异构数据融合及其计算与仿真，即为CIM。BIM是CIM的基石，其本质是蕴含着信息、数据的真实物理信息的数字

化呈现，在项目建设的全周期发挥其高品质管理以及风险预警管控的特点。

CIM是多元异构数据的大集成，是城市空间的大数据。从城市规划阶段的合理性分析和方案比选，到项目建设过程中的管控，最终形成涵盖物理世界所有资料信息的运维数据平台。运用物联网、5G、云计算、大数据等科技技术，将地理空间、交通信息、人员信息等感知设备各种状态实时交互传感数据，作为智慧城市运营可靠数据的支撑来源。而作为底层数据来源，BIM支撑着CIM的建设。新建项目，一个个新的BIM模型和项目数据不断的累积、汇总成为单项目的数字孪生模型，而既有建筑，则可以通过场景还原成为数字资产，既然新旧BIM资源整合，汇总成CIM模型。

与发达国家相比，中国虽然对数字孪生的关注和研究相对较晚，但在2019年已形成迎头追赶的趋势。随着工信部的“智能制造综合标准化和新模式应用”、“工业互联网创新发展工程”、以及科技部“网络化协同制造与智能工厂”等专项的实施，企业和研究院所建立了人才实训基地和行业的核心智库，培养并持续为行业输出了关于数字孪生技术的复合型人才。数字孪生的应用需多领域学科人才的参与，如建模仿真领域人才、数据挖掘领域人才、感知接入领域人才等。

中国以“智慧城市”和“新基建”为代表的建设模式虽然起步较晚，但爆发速度前所未有。目前全球近1000个提出智慧化发展的城市中，有近500个中国城市，占全球数量的48%。这为中国下一阶段的城市和基础设施发展奠定了基础。“新基建”指发力于科技端的基础设施建设，主要包括这几大领域：5G基建、特高压、城际高速铁路和城际轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能和工业互联网。

《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）》中提出，随着数字技术和智慧城市建设的迅猛发展，本市的建筑信息模型技术已进入全面应用的阶段。

上海市政府于2019年已成立智慧城市建设领导小组，统筹推进智慧城市建设。而数字孪生城市的构建则是智慧城市的信息化、数字化手段和工具。

线下一座城，线上一座城，线上的这座城即线下这座城的镜像体现，城市的大数据、城市的大脑，政府规划决策的统一门户和指导依据，从而促进产业结构的调整、资源的优化、质量的变革、效率的提升等，作用于交通、社区、民生、经济、环保等领域的管理。数字孪生的实际好处来源于感知收集物理城市的所有数据，在数字孪生城市中实时体现，最终又反馈会物理城市，形成线上线下的同步，而在这同步的过

程中，植入了城市的智慧管理。

### 3.3.9.2 技术应用

如图3.3.9-1所示，以BIM模型融合GSD数据以及IOT数据，可为城市、社区等提供数字底板支撑服务及“一张图”PaaS服务，围绕“规建管”一体化的新模式打造数字孪生场景，其中涉及到的关键技术路径有：



图3.3.9-1 基于BIM+CIM的数字孪生技术路径

1、多元数据融合。以GIS、IOT、BIM数据、公共专题数据、行业专题数据、互联网数据等海量异构多维时空数据为数据源，利用机器学习、深度学习算法，对时空大数据进行自动识别、数据挖掘及三维重建，构建涵盖地上地下、室内室外、二三维一体化的全息、高清的数字空间。为城市提供完整统一的三维数字地板。数字孪生系统包含全要素场景衍生数据（DEM、DOM、矢量、倾斜摄影、BIM、激光点云、人工模型等）、行业数据（城市、交通、航空、码头、医疗、工地、能源、生态、水务等）、物联感知数据（智能手机、可穿戴设备、传感器等）多种数据。

2、多尺度建模技术。以应用场景为导向，基于不同精度标准还原大规模城市级区域场景，能够实现大规模环境下的多尺度建模。

3、三维可视化技术。基于游戏引擎、3DGIS技术、混合现实技术，多层次实时渲染复杂三维场景，从宏观的城市场景到精细局部的微观细节，支持三维场景全域可远观、可漫游，对物理场景进行1:1还原，实现地上地下一体化、室内室外一体化、静态动态一体化。

4、CIM引擎技术。随着CIM模型的规模和复杂性的增加，单机处理多专业CIM模型的存储和分析变得越来越困难。对于独立的计算机来说，多个大型场景的渲染或者

城市级数量的建筑信息模型渲染具有一定难度，建立CIM模型要求则更高，而城市级数量的建筑信息模型要结合地理信息数据进行展示更是对计算机性能有很大的要求，同时也需要非常长的渲染运行时间。因此考虑使用空间填充曲线，利用空间填充曲线算法对二三维数据重新进行索引，利用分布式存储数据库存储，减小物理I/O读写效率，并支持Spark并行计算，提高空间分析效率。

5、LOD高效组织与轻量化渲染技术。三维模型原始数据具有几何精细、纹理精度高等特点，直接对数据应用存在数据加载缓慢、内存显存资源占用高、平台渲染压力大等问题。利用LOD技术，LOD层级数据生产技术，基于场景图的LOD组织管理技术，多任务、多机器、多进程、多线程并行的数据处理技术，解决了三维模型数据资源占用不可控和调度渲染效率低的问题。

LOD（细节层次模型）技术指根据物体模型的节点在显示环境中所处的位置和重要度，决定物体渲染的资源分配，降低非重要物体的面数和细节度，从而获得高效率的渲染运算。恰当地选择细节层次模型能在不损失图形细节的条件下加速场景的显示，提高系统的响应能力。具备多任务划分、多机器、多进程、多线程处理机制，保证数据处理过程批量、高效。多任务分解技术，把处理过程分解成任务图，任务图由多个独立或有依赖关系的任务构成，按照任务图结构进行任务的分解处理，任务单元粒度更小，处理的灵活性更高。为多机器并行处理提供基础；多机器、多进程机制下对分解的任务单元进行任务持续分配，单个任务下也进行多线程处理。相关机制下能够充分利用计算机的计算资源，提高处理效率。

### 3.3.9.3 应用案例

欧阳路街道地处虹口中心，辖域面积1.67平方公里，实有人口约6.9万，人口密度4.1万人/平方公里，划分为5个网格化片区和18个居委会。2017年以来，上海大力推进城市精细化管理。欧阳路街道紧紧围绕市、区精神，结合社区实际，积极探索“四通”模式，不断提升城市精细化管理水平。

如图3.3.9-2所示，欧阳街道采用社区精细化管理解决方案，实现落地应用。CIM平台深度融合城市“神经元”智慧社区系统，利用“数字孪生城市”理念，建成智慧社区范围下的建筑时空大数据管理平台，将社区内街道、地标点、建筑物、机动目标、基础设施、视频数据等要素信息进行1:1的三维数字还原，并结合公安、交通、消防、医疗

市政等多部门实时数据，实现管辖区域内“人、车、地、事、物”的全面监控，辅助公安部门综合掌控大范围城市治安态势；支持对重点场所周边环境、建筑外观和内部详细结构进行三维显示，同时集成视频监控、周界报警、门禁报警、电子巡更、移动执法终端等系统数据，对场所重点部位、人员、车辆、警力资源、告警事件等治安要素的实时状态进行可视化监测，辅助用户精确有力掌控微观治安态势，实现对辖区事务的可视化管理，为上海市进一步打造超大城市精细化管理提供技术支撑和项目示范。

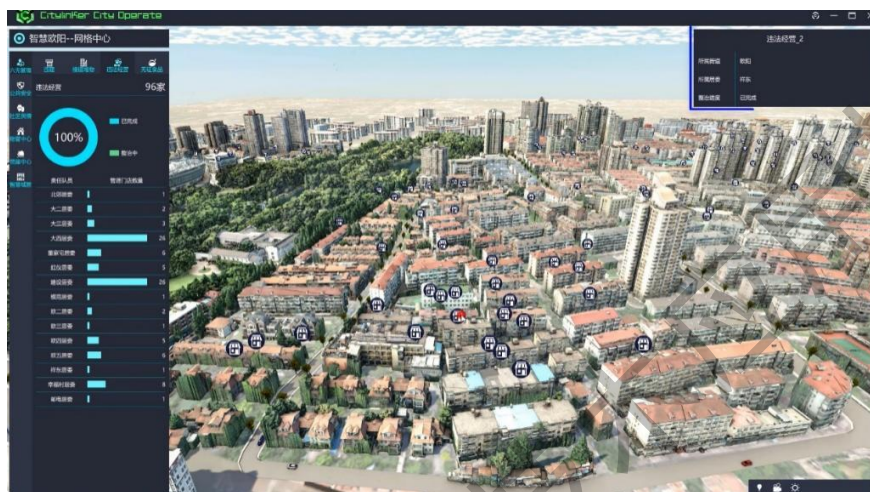


图3.3.9-2上海欧阳街道CIM平台

### 3.4 第四届上海市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2021年11月开始举办上海市第四届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、技术方案奖、优秀个人奖、特别创意奖等四个奖项，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，挖掘出BIM推广实施过程中兼具创新亮点及高可行性的实战技术技能。

本届大赛总计收到参赛项目141项，申报奖项分布并覆盖“项目案例奖（房建类、市政类）”、“技术方案奖（房建类、市政类）”、“优秀个人奖”、“特别创意奖”四个申报类别。各类奖项的具体设置见表3.4-1。

经过对申报资料的合规性进行形式审核后，共有141项通过形式审查，达到申报比例的100%。

**表3.4-1第四届上海市BIM技术应用创新大赛奖项设置**

类别	奖项
项目案例奖	项目案例奖—房建类 一等奖
	项目案例奖—房建类 二等奖
	项目案例奖—房建类 三等奖
	项目案例奖—房建类 提名奖
	项目案例奖—市政类 一等奖
	项目案例奖—市政类 二等奖
	项目案例奖—市政类 三等奖
	项目案例奖—市政类 提名奖
技术方案奖	优秀技术方案奖—房建类
	优秀技术方案奖—市政类
优秀个人奖	优秀个人奖
特别创意奖	特别创意奖

经专家评审，最终评选出共计109项获奖项目，其中项目案例奖64项（其中房建类48项、市政类16项），优秀技术方案奖15项（其中房建类10项、市政类5项），优秀个人奖20项，特别创意奖10项。最终获奖名单详见附件。

本次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更广泛的应用发挥了引领、示范作用。

第四届上海市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成果，为行业发展和政府决策提供的新的思路与参考，积极推动上海市BIM应用的可持续发展，对全市工程建设行业的转型升级产生了重要的意义。

## 第四章 上海市BIM技术应用展望

### 4.1 应用趋势

目前，上海市BIM技术应用已进入数字化转型研究的白热化阶段，从基础面看，BIM技术已成为工程项目常态化应用之一，从招投标、到设计、施工、运维都有了更为成熟和深入的应用，是为工程项目的常规履约任务。从技术层面看，BIM技术在各阶段的应用从项目点状应用实践升华为项目级、公司级集成管理应用，也已成普遍化状态。针对设计阶段的协同作业平台，针对施工阶段的项目集成管理平台，针对运维阶段的智慧运维、运营平台诸多出现，可见基于BIM的综合管理应用已达到百花齐放的状态。在此基础上，本市在施工装备的自动化、智能化改造上有所突破，在公共建筑、历史建筑、基础设施类建筑的BIM技术应用上也有显著的BIM技术应用成果。个别建筑业态类型的应用也形成了一体化的技术体系，并且走向产业化实践。

在应用趋势上，本市以BIM为核心基础的“泛BIM”应用日益增加。将资源信息与空间模型完全结合，全方位、多维度拓宽数据的覆盖面，形成完整、高质量的建筑信息模型。以此为基底，BIM技术和云计算、大数据、物联网、5G、人工智能等新技术的结合应用也在各阶段、各建筑业态上多有成效。诸多企业意识到，需要形成高质量的工程信息资源为核心，以运维需求为导向，结合已交付数字资产的工程项目经验，从管理模式、实施主体、协同平台等多个方面着手，在过程中管控数字资产与现场的一致性，打造高质量、高集成、多维度的工程信息资源，才能实现有效的数字资产管理，实现基于BIM技术的全生命期数据共享和信息化管理，最终达到工程项目的精细化、标准化管理需求，才能有效增强建筑企业的核心业务管理能力。以BIM为核心的数字化应用是工业化、智能化重要基础。

### 4.2 面临挑战

从国际层面看，随着深入推进“一带一路”共建、技术进步、营改增等环境与政策的重大变革，建筑行业新生态在“大破大立”中逐渐形成。从国内层面看，在“十四五”规划要点和长三角区域战略发展的指导下，与建筑相关的智能制造、智能交通、数字化服务、工业互联网、检验检测被纳入高端服务经济的重点内容，BIM技术作为

底层数据支撑，其应用技术、技术框架以及相关标准等也是“十四五”规划的重点内容。这使得BIM技术发展日益凸显，备受关注。

BIM技术作为建筑业承担行业先进生产力的代表，已在建筑、工程、建设和经营所有者(AECO)等行业进行了方方面面的探索，更是作为解决行业痛点的利器进行了深入的使用。建筑业作为数字化、信息化程度较低的行业，面临一些前所未有的技术挑战，而这些挑战表现在以下几个方面的问题。

一是各参与方需求的不同导致BIM技术最终的产出物之间的不匹配。这是因为业主重视项目的管理、成本与运维，而当这些需求落实到BIM技术的实际应用时，通常为实体与数据的一致性、数据利用的便利性以及项目生命周期中各类数据的管理能力，而对设计、施工方来说，则是体现专业技术先进性，细致过程管理，人员、材料、设备等的紧密协同。不同的参与方为了满足各自的需求，往往需要对技术有更加成熟的要求，这些要求在当前的人员和技术水平难以同时满足。

二是BIM技术除了代表行业先进性外，也是其他交叉行业与之发展的底层支撑技术，而这些交叉行业的代表，包括人工智能、大数据、物联网、下一代网络技术、数字孪生、云计算等的发展速度相对很快，对BIM技术的发展也提出了更高的要求。

三是BIM技术的发展离不开政策、资金的支持，目前国家无论是政策上还是资金上均在大力推进，但是行业本身还没有找到较好的收益模式帮助自身进入良性发展循环。归根到底，这是由于从业人员对新技术掌握程度与工具的复杂性，以及由此带来的管理模式的变化之间的不匹配为行业带来了艰巨的挑战。

上海市作为国内BIM技术应用领头羊城市发展较早，业内影响力较大。目前本市BIM技术应用普遍存在从建造到运维跨阶段信息断层严重、数据融合困难、管理粗放、智能化水平低等问题。BIM技术体系还不够完善，各类管理集成平台的应用还基本处于将各项目的管理信息、财务信息、公共信息等进行汇聚，形成简单的基于结构化和关系型的数据积累，尚处于尝试通过数据挖掘发现一些新风险、新规律、新价值、实现行业数据的融合利用的基础探索上。

在施工智能化装备的研究上多以改造为主，关键核心技术自主开发少，BIM与先进制造装备、智能装备、智慧工厂及智慧工地的相关设备融合不足，未形成基于BIM的集约化技术体系，更缺乏更多的产业化实践。

虽然有人工智能在建筑行业上的相关应用，但当前还处于智能建造的初步探索阶



段，当前建筑行业集成算法较为落后，算法体系不够完善、样本不足，同时标准化程度低。

因此，本市在 BIM 的体系建设、制度建设、能力建设等方面都面临着新的挑战。必须持续加大对 BIM 与数字化建造的扶持力度，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 与数字化建造的差异化竞争优势，打造具有世界影响力的国际数字之都。

### 4.3 发展机遇

在“十四五”规划要点和长三角区域战略发展的指导下，与建筑相关的智能制造、智能交通、数字化服务、工业互联网、检验检测被纳入高端服务经济的重点内容，而作为这些内容的底层数据支撑、应用技术、技术框架以及相关标准等也是 BIM 技术的重点内容。这使得 BIM 技术的发展处于国家发展的战略风向中，其发展也日益凸显，备受关注。

挑战即机遇，在“十四五”规划要点和长三角区域战略发展的风向中，BIM 技术应抓紧机遇，从以下几个方面进行发展与应用：

#### 1、智慧运维数据挖掘

通过 BIM 技术的前期应用，建筑项目在 AEC 阶段即已完成了底层的数据载体与项目建造期的数据积累，具备了 BIM 技术驱动的智慧运维条件。而当前工民建领域通常应用了具备设备管理能力的管理系统，或具备了基于 BIM 技术的管理平台，通过 IOT 设备的接入与使用，为项目智慧运维提供了运维期的数据积累；在基础设施领域，如公路与桥梁、给排水等领域则通过定期巡检、病害监测、实时监测等技术手段，为项目运维期提供具有管理意义的海量数据，通过 BIM 技术的管理平台实现了监测结果的可视化，为运营方提供了直观的管理工具，也为后续的智慧运维数据挖掘提供了数据基础。

因此，基于运维阶段的管理与业务需求痛点，利用设备运行和管理阶段形成的海量数据，结合 BIM 技术的空间定位、空间相关参数及设备相关参数，通过大数据分析技术，可深入挖掘运维过程中存在的管理、设备设施问题，反过来又可提供技术手段，实现管理效率的提升、流程的优化，设备运维的及时跟进，供应链的有效对接，与用户的高效沟通等，为提高用户满意度提供了强大的技术手段。

## 2、BIM技术驱动智能建造

随着BIM技术的深入应用，项目在设计过程中就已带来海量的项目数据，这包括了完整的项目设计数据的表达，可满足要求项目进行建造的要求。过往BIM技术重点关注如何产出高质量的项目模型与非几何的项目数据，而现在无论是国家层面还是企业层面，随着各类BIM标准的完善与应用，以及从业人员技术水平的提升，已允许项目在设计过程中产出高质量的项目实体数据，这就为项目以BIM技术驱动智能建造提供了数据基础。

纵观当前建筑产业中具有代表性的建造企业，除了以BIM技术提升管理水平外，也在智能建造领域中进行了不少的技术探索，也拥有相关的技术积累，如增材制造、数字化加工、装配式建筑等等，这同时也为行业以数据驱动智能建造提供了客观条件。BIM技术驱动下的智能建造则更进一步，通过以项目制造为最终结果驱动的项目设计，在完成设计后，所得到的数据即可完整满足项目建造需求，通过通用工业软件、通用数据接口以及自动化生产设备，即能对项目建造所需的构件进行完整生产，满足各种类型的项目建造任务。这包含了以下几类前瞻的发展方向：一是通用工业软件工具链的研发，完成从不同专业及对应的各类设计软件的数据到建造设备的数据对接与处理，二是相应建造设备的改造乃至整体原理的升级，完成从项目建造数据到自动化整体构件生产的流程，三是与新的建造方式相匹配的管理流程与管理工具的实现。

BIM技术驱动的智能建造在行业完成技术实现之时，将对建筑行业在建造领域带来全新的技术路径，同时提升了设计水平与建造效率，而由于自动化建造带来的效率提升又反过来影响相关软硬件的发展，进而提升行业整体发展趋势与技术水平。

## 3、BIM技术+AI+工业互联网

随着BIM技术、AI和工业互联网的进一步发展，数字化技术与建筑行业进行不断融合，为建筑行业的提质增效提供了快车道，加快了工作模式的转变，为生产方式的变革提供了坚实的基础。过往已经有利用工业互联网与BIM技术进行结合利用的案例，也为BIM技术与AI、工业互联网的进一步结合提供了素材。

工业互联网是工业系统与高级计算、分析、传感技术以及互联网的高度融合，它通过智能机器间的连接并最终将人机连接，结合软件和大数据分析，重构工业、激发生产率，这其中利用智能设备产生的海量数据是工业互联网的一个重要功能。通过工

业互联网充分利用大数据、复杂分析、AI预测算法等能力，提供了理解智能设备产生的海量数据的方法，能够帮助行业对数据进行选择、分析和利用。

AI技术则基于海量数据进行算法的直接提取。过去由行业专家进行的经验总结与算法实现，往往需要数十年的经验积累与理论论述，加上实验验证，才可实现算法的高效、规模化应用。其中部分算法由于对象的复杂性往往难以建立理论模型，算法的建立只能依据专家经验，耗时冗长。AI技术的应用则实现了算法实现的弯道超车，通过数据直接建立数据与结果的关系，当数据量越大，算法越有能力实现精准预测。

因此，通过BIM技术与AI、工业互联网的结合，由BIM技术进行项目建造数据的生产，通过工业互联网直接对接项目不同的工业生产阶段，AI技术利用工业互联网中获取的巨量数据进行预测优化，一方面可进一步提升BIM技术的应用深度与广度，另一方面又可提升工业互联网的通用数据连接能力，两者互为助力，在此基础上，还可带来维护优化、AI自主学习、智能决策等收益，最终帮助建筑行业降低成本、节省能源并带动生产率的提高。

#### **4、绿色低碳+BIM技术**

BIM技术应用为建筑行业带来了数字化的底层数据支撑，绿色低碳发展则需要对项目进行碳排放的动态数据分析，两者天然有互相结合的基因。另外，由于BIM技术的深度应用而带来项目生命周期的各类数据的汇集，更是使得过往的项目隐含碳排放数据通过数据汇集、平台管理、IOT设备的对接、数据接口的完善得以存储和积累，形成项目的巨量碳排放数据集，从而为碳排放的定量提供了有力保证；此外，BIM技术应用带来的项目数据的完备性与项目低碳优化的应用提供了基础，通过结合BIM技术可有效提升项目的低碳优化的迭代效率，提升建筑行业实现低碳建造、零碳运行的技术能力。

#### **5、新形势下的数字孪生**

BIM技术在数字孪生方面的结合，已经在前期的VR应用以及各类业务结合的应用中得到了一定的发展。回顾2021年，信息行业推出元宇宙的概念，这是由于当前信息技术、图形技术、图形硬件迭代、算力整合、网络共享、云技术的共同发展达到了成熟，为元宇宙概念的推进提供了技术基础。因此，BIM技术在当前新形势下的数字孪生技术发展，不再局限于VR可视化的相关应用，而是更加深入到多源异构实时数据流的深度融合，一方面使得项目各参与方得以在项目建造过程中即进行完整的项目沟通

与协作，包含BIM数据，实时参数修改，项目实况融合，人与人、人与机、人与物的实时互动，另一方面结合移动端的算力、传感器的能力提升，以及APP软件工程的能力提升，使得实景的数字孪生实现朝更快、更轻、更强的方向迈进一大步，为数字孪生的数据低成本生产提供条件，扩大城市层面的应用规模，为BIM技术的结合应用提供了更广泛的基础，及更高密度的融合。

上海是全国经济发展最强、国际化程度最高的城市。在“十四五”规划要点、长三角区域战略发展的指导下，面向全球、面向未来，提升上海城市能级和核心竞争力，引领长三角一体化发展是上海肩上的重任，这当中的内源动力是科技创新能力。如何提升科技创新能力是BIM技术应用的重中之重。目前在工民建与基础设施领域等工程已经逐渐积累了巨量数据，通过深入挖掘这些数据的价值，结合BIM技术的发展进行有效提取，从而与智能制造、智能交通、绿色低碳、数字化服务、工业互联网、大数据、云计算进行有机融合，互相推动技术发展，为上海发挥龙头带动作用，数据互融互通，实现共享与开放的发展环境提供科技创新源动力。

#### 4.4 下一步重点工作

国家住建部发布的《“十四五”建筑业发展规划》中提出：到2025年，要基本形成BIM技术框架和标准体系。1.推进自主可控BIM软件研发。积极引导培育一批BIM软件开发骨干企业和专业人才。2.完善BIM标准体系。加快编制数据接口、信息交换等标准，推进BIM与生产管理系统、工程管理信息系统、建筑产业互联网平台的一体化应用。3.引导企业建立BIM云服务平台。推动信息传递云端化，实现设计、生产、施工环节数据共享。4.建立基于BIM的区域管理体系。研究利用BIM技术进行区域管理的标准、导则和平台建设要求，建立应用场景，在新建区域探索建立单个项目建设与区域管理融合的新模式，在既有建筑区域探索基于现状的快速建模技术。5.开展BIM报建审批试点。完善BIM报建审批标准，建立BIM辅助审查审批的信息系统，推进BIM与城市信息模型（CIM）平台融通联动，提高信息化监管能力。

“十四五”期间，上海市将依据《上海市进一步推动建筑信息模型技术应用三年行动计划（2021-2023）》，在五项重点任务：一是深化BIM技术应用；二是探索构建BIM建设和运维全生命周期管理体系；三是升级完善标准和评价体系；四是深化新业态、新技术融合和创新；五是构建人才高地。

2022年及今后的一段时间，上海BIM技术需重点围绕以下几个方面开展工作：

### **一、顶层设计，强化管理体系建设，充分发挥引领作用**

要持续完善精细化领导小组下的BIM技术推进组织体系，加强组织领导，建立日常推进机制，统筹推进，做好全市BIM技术的应用推广工作。要进一步制定建设项目全过程应用BIM技术的刚性政策，明确参建各方全过程应用BIM技术的要求、路径和违反规定的相关责任。持续研究制定激励建设各方开展项目应用和提高BIM技术应用水平的融资、市场准入等支持政策；统筹考虑支持BIM技术的试点示范、人才培养、历史风貌保护建筑成片建模和应用软件研发等工作。广泛开展BIM技术应用典型案例和应用成效的宣传，建立固定宣传交流平台。争取国家对口部门、相关国际组织支持和指导，加强与长三角区域合作交流，推进区域和全国BIM技术应用的发展。

### **二、稳扎稳打，深化BIM技术应用，助力建筑业加速转型**

持续推进政府投资的复杂或异形大型公共建筑、基础设施项目中，试点研究应用要求、配套费用和科目的力度，对现行取费标准进行调整，以完善BIM技术应用取费机制；持续探索本市工程招投标的BIM技术应用示范文本、条款和评标方法；进一步完善基于BIM的模型交付标准、出图规则、算量规则，建设基于BIM的辅助审查和监管系统，完善BIM技术应用基础规则体系，为全面推行BIM技术“正向”应用打好基础，做好准备。

### **三、多措并举，构建BIM全生命周期管理体系**

持续完成相关标准和指南编制，开展项目试点，力争符合要求的规模以上国有投资项目全部推行基于BIM技术的建造运维一体化建设管理模式。持续编制基于BIM的区域管理标准、应用导则和平台建设指南，在试点区域开展试点。结合试点应用经验，在临港新片区、虹桥商务区，“五个新城”等成规模新开发的区域推广试点示范，最终编制完成基于既有建筑快速建模的相关管理和数据标准，在陆家嘴、一江一河，历史文化风貌区和优秀历史建筑保护等既有区域试点，形成2~3个基于物联网、大数据、云计算和人工智能的数字化管理试点示范区域。对接“一网统管”平台，加大研究制定基于BIM精细化管理的数据采集和交付标准，建设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和平台，研究基于大数据和AI技术进行建筑和城市运行的风险预警算法，并推行试点。

### **四、精益求精，升级完善标准和评价体系**

持续推进开展BIM技术的各类标准、规范的修编和新标准编制工作，完成BIM的数字化表达、交付审查、工程量计算、建筑构件设备、验收归档、项目运营管理、区域城运管理、城市运行管理等标准体系。通过政府，社会团体和企业，形成评价信息日常采集体系和评价平台，定期发布应用推广评价情况，初步形成BIM技术应用评价体系，建立科学、成熟、合理的BIM技术应用评价指标体系、评价标准、评价模型。

### **五、创新策源，深化新业态、新技术融合和创新**

持续深化BIM技术、装配式建筑、智能建造、绿色节能建造、新基建的融合。建立完善的构配件模型自动化生产平台，力争本市50%以上构件制造工厂建立形成新型智能建造模式。研究制定节能建筑和绿色建筑基于BIM的设计、分析和评价算法，形成基于BIM技术的节能绿色建筑分析评价体系。提升新基建项目设计建造效率和管理水平，加大基础设施BIM技术应用面，力争达到80%的规模以上的新基建项目建设和管理使用BIM技术。针对薄弱环节，鼓励本市企业勇当BIM原创技术策源地，制定扶持政策，带动自主知识产权BIM软硬件研发，解决“BIM中国芯”的卡脖子问题，推动实现国产化软件各项性能接近现有进口软件水平。

### **六、以人为本，构建BIM人才高地**

针对关键岗位BIM能力考核标准，持续设置注册人员继续教育课程，开展考核认定工作，开展校企合作和BIM学科专业建设，以保证熟练掌握BIM建模和相关基础应用的设计人员力争达60%以上；熟练掌握基于BIM建模和相关基础应用的施工技术人员力争达80%以上；熟练操作基于BIM运维系统的运维管理人员力争达40%以上。持续完成高端BIM技术领军人才和青年创新拔尖人才标准的制定，积极运用本市梯度化人才引进政策和重点领域产业类紧缺人才奖励政策，为引进高端BIM人才提供职称评定、落户、评优等方面保障。将认定不少于30名BIM技术软硬件研发，BIM技术设计建造管理深化应用领军人才和青年创新拔尖人才，依托市场主体和项目，通过项目培养，专业课程学习，国际合作交流、高峰论坛等方式，对BIM技术全过程应用进行总结提炼，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。

## 参考文献

### 报告文件:

1. 《2019 上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》，2019
2. 《2020 上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》，2020
3. 《2021 上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》，2021
4. 《NBS 国家BIM报告2020》，2020
5. 《NBS数字建造报告2021》，2021
6. 《通过 BIM SmartMarket 加速数字化转型报告》，2021
7. 《虹口区北外滩街道控制性详细规划修编（公众参与草案）》，2020
8. 上海市徐汇区黄浦江南延伸段WS3单元控制性详细规划xh130C、xh130D、xh130E、xh130F、xh130G街坊（西岸金融城）实施深化公众参与草案，2021
9. 上海市城市总体规划（2017-2035）报告，2018
10. 上海市徐汇区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五远景目标纲要（草案），2021
11. 上海市徐汇区单元规划（含重点公共基础设施专项规划），2022
12. 《2019上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》，2019
13. 《2020上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》，2020
14. 《2021上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》，2021
15. 《2020年国务院政府工作报告》，2020

### 标准指南:

- 1.ISO 19650 系列
- 2.PAS 1192 系列
- 3.ISO 12006 系列

### 论文:

- [1]吴伟, 叶凌.美国建筑行业 BIM 发展浅析[J]. 建设科技, 2019, 17(23): 89-94.

[2]王荣, Patrick X.W.Zou, 张淼, 任霏霏. 澳大利亚BIM技术发展与实施应用概述[C]//第七届BIM技术国际交流会——智能建造与建筑工业化创新发展论文集, 2020:124-131.DOI:10.26914/c.cnkihy.2020.015212.

[3]杨德磊.国外BIM应用现状综述[J].土木工程信息技术, 2013,5(06):89-94+100.DOI:10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2013.06.020.

[4]欧阳东, 黄剑钊.全球BIM技术发展趋势探讨之一 聚焦BIM技术的应用[J].中国勘察设计, 2021(03):78-81.

[5]欧阳东, 黄剑钊.全球BIM技术发展趋势探讨之二 聚焦BIM技术标准[J].中国勘察设计, 2021(04):60-63.

[6]王荣, 王淼, 任霏霏. 新加坡BIM技术发展与人才培养概述[C]//第七届全国BIM学术会议论文集, 2021:180-184.DOI:10.26914/c.cnkihy.2021.044741.

[7]侯尚杰, 苏骏.英国政府推动BIM发展之国家战略及其启示[J].城市建筑, 2018(16):51-56.DOI:10.19892/j.cnki.csjz.2018.16.010.

[8]张俊杰, 张晶.上海西岸金融城——区域更新统筹的全新实践[J].建筑实践, 2021, 4(8):8.

[9]萧鹤.除了Art和AI, 徐汇滨江有望打造"升级版"金融城[J].新民周刊, 2020(15):2.

[10]幸鹏, 王徐越, 钟益斌, 朱启然, 袁俊飞, 胡东起.基于BIM+VR技术在老旧建筑改造工程中的应用[J].云南水力发电, 2021,37(12):134-137.

[12]汪科, 季珏, 王梓豪, 张艾嘉.城市更新背景下基于CIM的新型智慧城市建设和应用初探[J].建设科技, 2021(06):12-15.DOI:10.16116/j.cnki.jskj.2021.06.002.

[13]陈雨.BIM技术在既有建筑改造中的运用[J].建筑结构,2020,50(12):155.

[14]孙亦珊.BIM技术在EPC总承包项目设计阶段的应用研究[J].价值工程, 2019,38(03):182-184.

[15]徐惠儿, 丰景春.基于BIM的EPC项目价值增值研究[J].工程管理学报, 2018,32(04):137-142.

[16]蒋春迪.基于BIM的装配式建筑EPC总承包管理模式研究[J].安徽工业大学学报(社会科学版),2018,35(01):31-34.

[17]王雅娟.BIM技术在EPC项目设计管理阶段的应用[J].天津建设科技, 2021,31(06):71-74.



[18] 虞奇, 张仁友, 何瑞金. 基于 EPC 模式的建筑工程设计、施工一体化 BIM 应用[J]. 工程建设与设计, 2021(22):107-110.

[19] 丁志坤, 徐盛取, 王家远, 王展, 孙梓桓. 新基建背景下城市基础设施逆向 BIM 建模研究——以地铁项目为例[C]// 第七届全国 BIM 学术会议论文集, 2021:277-282.

[20] 孙杰贤. BIM 与新基建的协同共振[J]. 中国信息化, 2020(07):34.

[21] 崔明. “新基建”来袭 工程建设企业亟需转型升级[J]. 中国勘察设计, 2020(07):45-49.

[22] 陶蕾蕾. 智慧工地助力新基建快速发展[J]. 智能建筑, 2021(01):31-34.

[23] 李宾, 夏彬, 穆晨. AI 时代的 BIM 新设计技术展望[J]. 中国勘察设计, 2020(04):42-46.

[24] 冷烁, 胡振中. 基于 BIM 的人工智能方法综述[J]. 图学学报, 2018,39(05):797-805.

[25] 余芳强, 李晨辉. 施工企业自主研发数字建造管理平台的实践与思考[C]// 中国土木工程学会 2019 年学术年会论文集, 2019:695-701.

[26] 杨军志. 基于 BIM 与人工智能技术结合的智慧建筑综合管理平台[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020(02):10-14.

#### 网页:

1. <https://mp.weixin.qq.com/s/gIA0DiZUwclPeQL3IO4RYg>

2. <http://www.hkqzx.gov.cn/content/NewsNo782665446764.html>

3. <https://mp.weixin.qq.com/s/Xr6BF3poNHpbXafPFWz7ww>

4. [https://mp.weixin.qq.com/s/f\\_YV-nAmjD\\_1W8zE-zpraQ](https://mp.weixin.qq.com/s/f_YV-nAmjD_1W8zE-zpraQ)

5. <http://www.sh.chinanews.com.cn/qxdt/2021-01-20/84515.shtml>

6. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1716387278530126530&wfr=spider&for=pc>

7. [http://www.szzs360.com/news/2021/12/2021\\_7\\_zs109720.htm](http://www.szzs360.com/news/2021/12/2021_7_zs109720.htm)

8. <https://mp.weixin.qq.com/s/AUQKBCvkfjibFjBnxZyx0w>

9. <https://mp.weixin.qq.com/s/xAS3CwdrbI5reAxDq1QIbg>

10. <https://www.wsp.com/zh-CN/projects/shanghai-west-bund-mega-financial-hub>

11. <https://www.xiaohongshu.com/discovery/item/5ffee57000000000010082cc>

12. <http://www.westbund.com/cn/index/ABOUT-WEST-BUND/Area-Overview/District-Overview.html>

13. [http://www.xuhui.gov.cn/H/xhxxgkN/xhxxgk\\_jjw\\_qt\\_qt/Info/Detail\\_20179.htm](http://www.xuhui.gov.cn/H/xhxxgkN/xhxxgk_jjw_qt_qt/Info/Detail_20179.htm)