

## 现阶段 BIM 国内外应用情况及对比分析

### 一、BIM 国外、国内及上海市各行业应用情况

#### （1）国外的情况

自 2000 年以来，美国、英国、新加坡、韩国、澳大利亚等国家陆续出台了 BIM 技术应用推进规划，为各国的 BIM 技术应用发展指明了发展方向和阶段目标，其中，美国重视建立标准，英国侧重应用流程管理。

英国《国家 BIM 报告 2018》提出其 BIM 应用率增至 70%，但应用成效不高的现象依然存在。

业界越来越关注如何才能实现 BIM 应用价值的最大化。研究显示当前阻碍 BIM 实施的首要因素已不再是技术问题，更多的是组织和流程方面的挑战；而综合项目交付（Integrated Project Delivery，以下简称为 IPD）正是一种能最有效地促进 BIM 应用的建设工程交付模式。BIM 作为一种数据模型，是支持 IPD 的最有力的工具，BIM 和 IPD 相结合的模式将为建筑业带来新的机遇。

同时，为了识别哪些行动可以进一步促进 BIM 应用推广，世界经济论坛（World Economic Forum，简称 WEF）联合其他组织召开了“加速 BIM 采纳”的圆桌会议，并在 2018 年发布了《加速 BIM 采纳的行动计划（An Action Plan to Accelerate BIM Adoption）》。该计划指出加速 BIM 采纳需要激励各参与方、实现更程度的协同和培养合适能力的人才队伍，详见 BIM 采纳圆（BIM Adoption Circle），如图 1-1 所示；并进一步提出了 27 项具体的行动清单，详见行动执行矩阵

（Action Implementation Matrix），如表 1-1 所示。

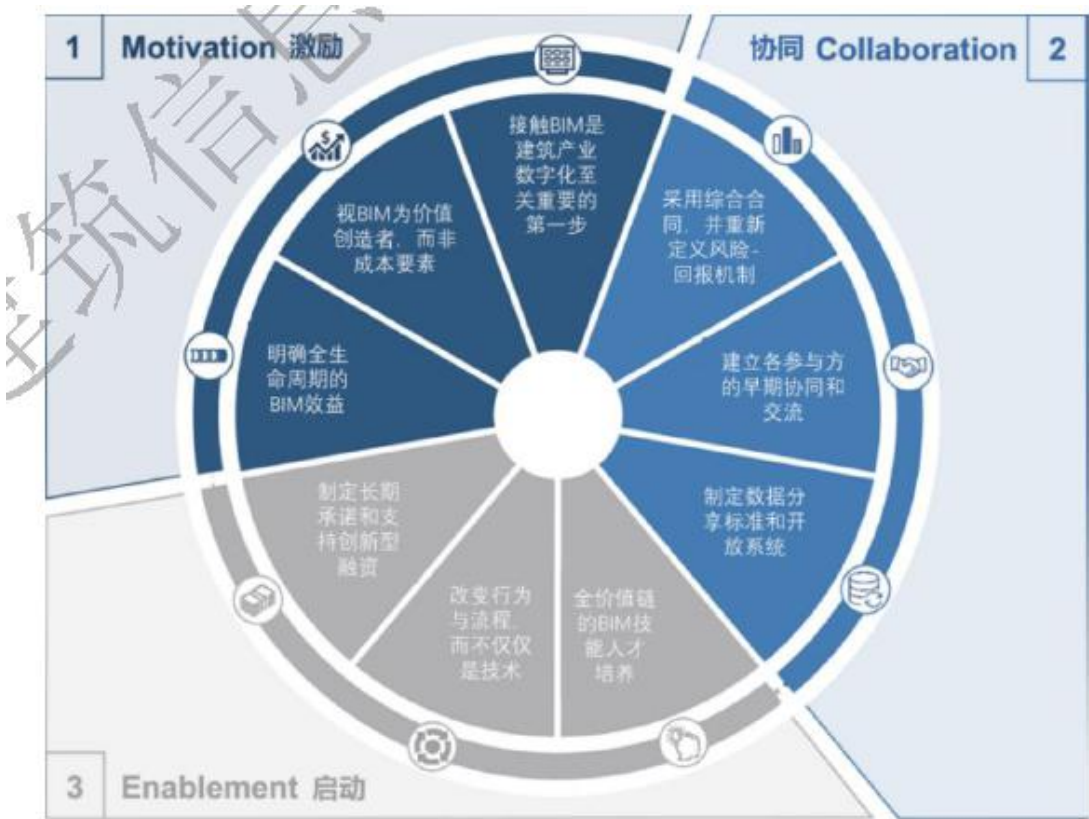


图1-1 BIM采纳圆

注：此图根据《An Action Plan to Accelerate BIM Adoption》原图2翻译

表1-1 行动执行矩阵

目标	子目标	行动清单	企业	行业协会	政府
激励	明确全生命周期的BIM效益	试点项目实践，包括BIM 6D和7D应用在内	✓		
		从运维成本角度来利用BIM数据进行设计优化	✓		
		在公共工程的运维阶段应用BIM并在试点项目中证明其效益			✓
	视BIM为价值创造者，而非成本要素	创建衡量BIM成本和效益的基准	✓	✓	
		分离计算BIM成本和节约量，以提高财务透明性	✓		
		建立一个计算BIM投资回报率的行业标准	✓	✓	
		发布试点项目的BIM投资回报率评估结果			✓
	接触BIM是建筑产业数字化至关重要的第一步	将BIM用作存储、管理、共享数据的平台	✓		
		针对数字化建筑环境建立BIM标准和规范			✓
		增进数字化建筑环境并用于财务规划			✓
协同	采用综合合同，并重新定义风险-回报机制	提高使用综合性合同的项目的比例			✓
	建立各参与方的早期协同和交流	调整合作文化、结构和流程实现更广泛的协同	✓		
		建立BIM协同程序（如CIC BIM Protocol）			✓
	制定数据分享标准和开放系统	支持制定数据生成的国际惯例	✓	✓	
		支持自下而上的联盟标准化BIM数据交换	✓	✓	
		支持新兴的数据市场	✓		
		建立保护BIM知识产权和数据所有权的规定			✓
启动	全价值链的BIM技能人才培养	将BIM集成到一般的设计和工程类别中			✓
		通过专业教育机构设置培训课程	✓	✓	
		创立一系列培训方式（如工作调换、导师制）	✓		
		开发简单、实用的BIM软件	✓		
		在公共工程、采购和运维组织整合BIM技能训练			✓
	改变行为与流程，而不仅仅是技术	采纳BIM作为综合变更管理的一部分	✓		
		在采纳BIM前简化流程	✓		
	制定长期承诺和支持创新型融资	制定长期承诺以在工程中的应用BIM			✓
		建立创新型BIM商务和财务模型（如BIM-as-a-service, low budget BIM）	✓		
		为私人投资商的BIM基金建立规章制度			✓

注：此表根据《An Action Plan to Accelerate BIM Adoption》原表1翻译。

其中，涉及人员培养方面，国外政府部门、高校、行业、企业等都对BIM的人才培养予以高度重视，国际BIM相关学历教育情况见表1-6所示：

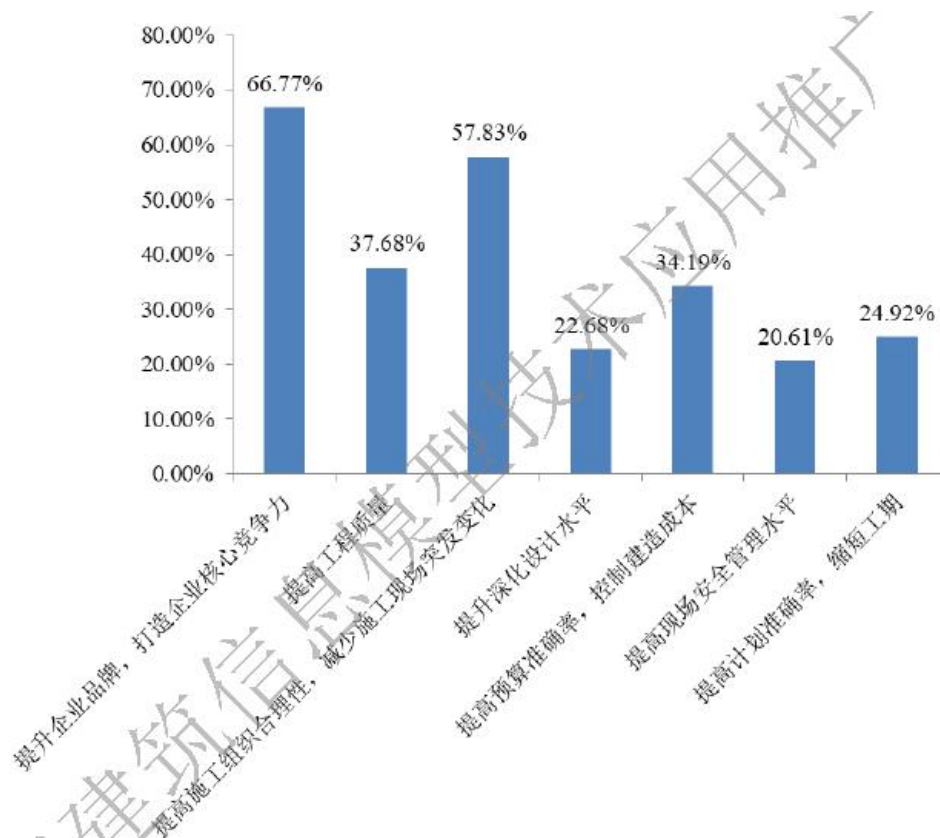
表1-6 BIM相关学历教育情况

国家	教育机构	BIM人才培养方式	BIM人才培养目标
美国	斯坦福大学	开设本科生和研究生课程，并提供相关课程证书	系统性培养BIM技术应用的综合管理人才
	佐治亚理工学院	设立数字化建筑实验室（DBL）和高能效建筑实验室（HPBL），并与德国RIB集团合作开设了BIM & iTWO课程	从技术、设计和建设实践角度来深入理解BIM
新加坡	BCA学院	下设精益与虚拟工程中心（CLVC），设置BIM和VDC两个专科学位，认证四个方面内容：BIM建模、基于BIM的管理、基于BIM的规划和基于BIM的管线综合协调	培养BIM人才
英国	BIM研究院	最早提供完善的BIM专业研究生教育的机构，在学历教育和企业培训方面有完善的课程体系、专业的培训团队	致力于BIM研究和咨询的世界顶尖机构，培养专业的BIM人才

## （2）国内的情况

2012年开始，政府部门逐步开始接触并推广BIM，2018年以来越来越多关于BIM的推进政策、规范标准陆续推出，总体来说，BIM技术应用已经呈现出从聚焦设计阶段向施工阶段深化应用转变、从单点技术应用向项目管理应用转变、从单机应用向基于网络的多方协同应用转变的整体趋势。

调查显示，就企业而言，期望通过BIM技术同时获得项目层面和企业层面的应用价值。排在前三位的期望BIM应用价值依次为提升企业品牌形象、打造企业核心竞争力（占66.77%），提高施工组织合理性、减少施工现场突发变化（占57.83%），以及提高工程质量（占37.68%），如图1-6所示。值得一提的是，企业对提升招投标中标率的期望值相对最低，仅有17.73%。



国内 BIM 人才培养方面，部分高校和教育机构也相继成立了 BIM 教学研究组织。据不完全统计，目前全国至少有 100 余所高等院校、90 所高职院校成立了 BIM 中心或 BIM 工作室研究 BIM 技术。部分高校开设相关 BIM 学院、课程等，例如华中科技大学在 2012 年率先开设国内首个 BIM 方向工程硕士培养课程，清华大学、同济大学、天津大学等在本科领域开设了 BIM 软件课程。

在我国，BIM 技术的发展已经先后 BIM1.0 阶段和 BIM2.0 阶段。BIM1.0 阶段以设计阶段应用为主，以设计院为先锋用户。BIM2.0 阶段中，BIM 应用从设计阶段向施工阶段延伸，重点探索基于 BIM 模型的应用，聚焦项目层，解决实际问题。随着 BIM 的应用环境不断完善，产品逐步成熟，应用价值逐步显现，BIM 应用正在进入到 BIM3.0 阶

段。

BIM3.0 是以施工阶段应用为核心，BIM 技术与管理全面融合的拓展应用阶段，它标志着 BIM 应用从理性走向攀升阶段。在 BIM3.0 时代下，BIM 技术将会得到更深入的应用，体现出更高的价值。在此阶段下，BIM 技术应用呈现出从施工技术管理应用向施工全面管理应用拓展、从项目现场管理向施工企业经营管理延伸、从施工阶段应用向建筑全生命期辐射的三大典型特征。

当前，BIM 应用是促进建筑业转型升级的核心引擎，随着大数据等技术的成熟，BIM 技术的重心将逐步从技术要素向数据要素转化，从偏重 3D 模型到重视多元化数据的发掘和应用转化，从以流程为中心向以数据为中心转化。

未来 BIM 技术的应用推广重心将转移到对组织内外部的数据进行深入、多维、实时的挖掘和分析，以满足各相关部门充分共享的需求，满足决策层的需求，让数据真正产生价值。

**（3）上海市各行业应用情况及应用效果总结**

目前我国 BIM 应用存在严重的地区不平衡性，上海市政府也是国内首家发布 BIM 政策的省级政府，其 BIM 企业级应用在全国都发挥着带头示范作用，其行业应用具体占比如下：

表2-6 不同项目类型BIM应用率

项目类型 应用情况	房屋建筑 项目	交通运 输项目	市政基 础设施 项目	城市基 础设施 维修	水务和 海鲜项 目	水运 项目
应用BIM项目数	498	46	68	6	11	0
达到BIM应用条件 项目数	555	69	75	7	12	0
应用率	90%	67%	91%	86%	92%	0%

在 717 个满足 BIM 技术应用条件项目中，房屋建筑领域 BIM 技术应用项目数为 498 个，占比 90%，其投资总额 5751 亿元，建筑面积达 4159 万平方米；水务和海鲜项目领域 BIM 技术应用项目数为 46 个，占比 67%，其投资总额 179 亿元；市政基础设施项目数为 68 个，占比 91%，其投资总额 276 亿元；房屋建筑领域是本市 BIM 技术应用的主要应用领域。

根据有效反馈的问卷调查信息，BIM 技术在各阶段的主要用处如下：设计阶段以碰撞检测及管线综合、净空优化应用为；施工阶段以施工方案模拟、虚拟进度与实际进度对比应用为主；运维阶段 BIM 应用集中运维模型构建和运维管理方案策划方面。

通过上述工程项目的推广应用，BIM 技术应用价值及存在问题总结如下：

### 1、应用价值总结

（1）管理效益：参建各方通过 BIM 技术和数据管理平台应用，实现平台的数据共享和协同管理，提高彼此的沟通效率和管理效益，实现项目的质量、安全、进度、投资目标控制，提高可视化、信息化管理效益。

（2）质量效益：通过模型的碰撞检测、对图纸的复验检查、仿真漫游、施工方案的优化比选提高质量效益，减少了因事先规划不周全而造成的损失，实现在设计阶段修改和优化。

（3）进度效益：通过 BIM 模拟施工方案，有利于施工方案的比选优化，减少施工现场返工，节约工期，提高进度效益。

（4）经济效益：通过仿真漫游，碰撞检测、方案比选减少返工、减少设计变更，间接节约成本，提高经济效益。

（5）对于建设单位而言，BIM 最重要价值是体现在管理目标的管控与实现上，一方面，基于 BIM 的管理平台有助于提高进度、质量、安全、投资的把控能力，另一方面，从效果来看，应用 BIM 技术可以促进项目事前策划、事中优化和事后总结提炼，并通过关键线路方案模拟，缩短关键工作工期。

## 2、存在问题总结

① BIM 应用和平台应用对现有管理模式有一定影响，推广存在一定难度，需要进一步提高易用性。通过不断调研一线使用者的反馈意见，优化平台的便利性，进一步开发移动端应用，提高平台的易用性，力求将整个管理模式和 workflows 与 BIM 技术完全融合，加强做好 BIM 应用技术宣贯工作，做好理论引导工作，使建设单位、设计、施工、监理、造价和运维单位积极参与并达成共识，发挥 BIM 技术的价值。

② BIM 技术应该涉及建设方、设计方、施工方、监理方及第三方监测等多个单位，需多个部门配合完成。项目进行过程中需加强各专业部门的相互协调和配合工作，各参与方的使用习惯和积极性将直接影响到项目 BIM 的应用质量及产生的效益。



## 二、BIM 与工程施工业务的结合

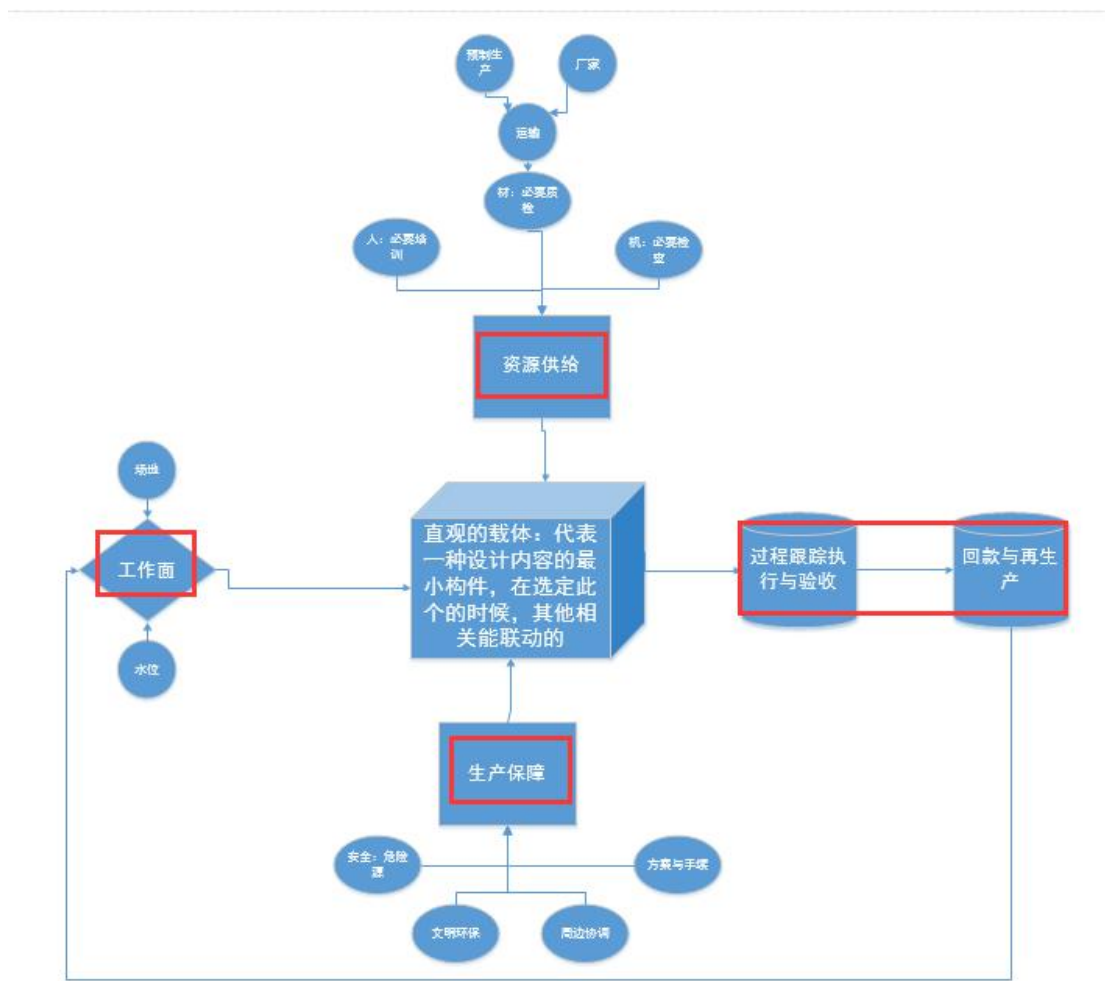
### （1）工程施工的业务逻辑

建筑业作为一门经验学科，与大数据是密不可分的，从最早的营造歌诀到工程定额，无不透露着数据的气息，这些都在指导着我们的生产工作，相关从业人员也是深深掌握着相关数据，如砌筑工程，用多少工、多少料、多长时间可以完成凭借经验数据迅速得到，误差基本不会超过 5%。管理就是做决策，决策需要信息支持，信息则来源于大数据。

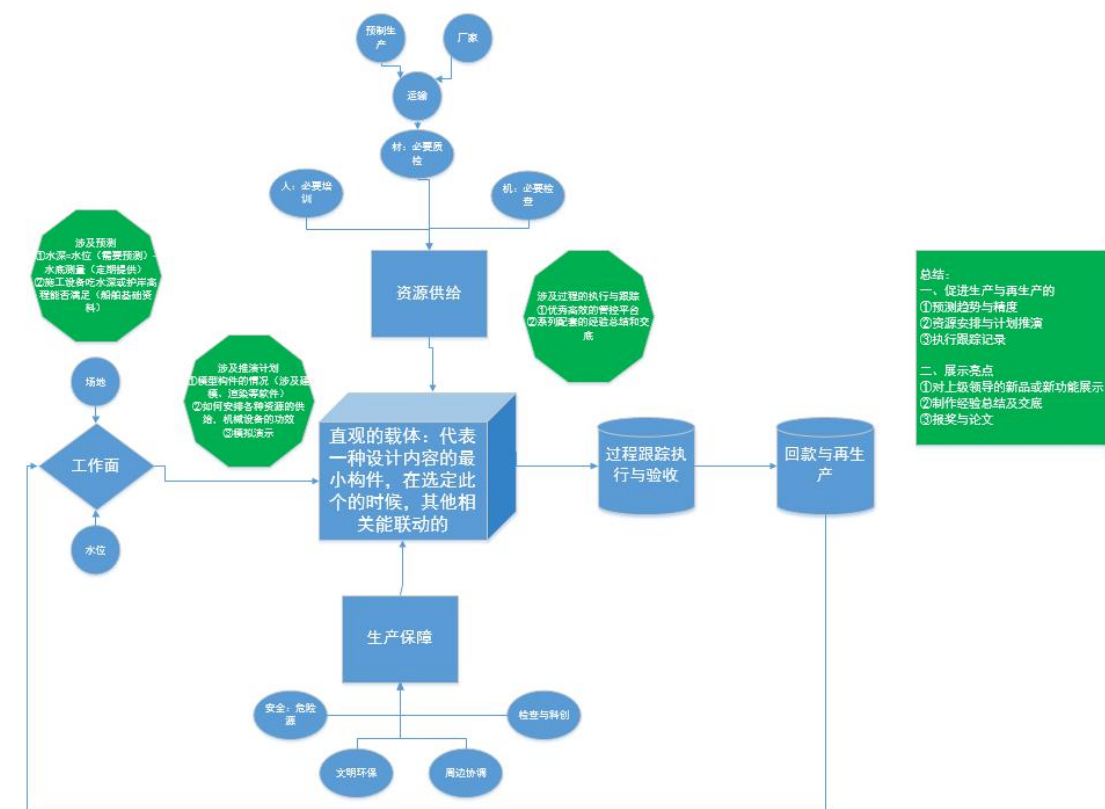
但是到了 BIM 时代，需要的数据越来越精准，对数据的关联性需要的也越来越强，孤立的数据是无法产生价值的，只有联动起来、而且是多维的联动起来才能更好的创造价值，掌握的数据越多、关联性越强、数据就越有价值。从建设领域来看这些数据可能来自政府、企业（建设方、设计监理方施工、施工方等）项目和岗位人员等各个层级，因此数据的采集、集成一直是行业应用的一大障碍。

BIM 协同技术已被解决，但 BIM 技术在我国工程实践中的应用还处在相对初级的阶段，电子化审批所需的标准化交付体系尚未成熟，工程文件仍以纸质为主。

就具体施工而言，在设计图纸即施工任务明确后，工程施工的逻辑可参见下图：在确定工作面可以开展后，计划安排相应的资源供给与生产保障，随后在施工过程中进行跟踪记录，通过验收后进行回款与再生产。



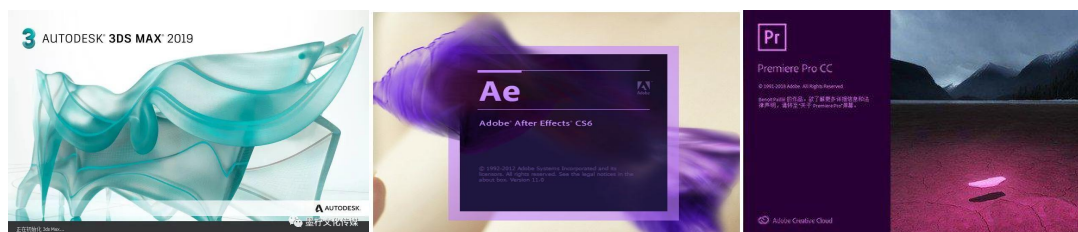
## (2) BIM 可在各环节的参与及作用



①计划推演——利用 BIM 模型及专业软件

②过程跟踪记录——利用 BIM 平台

③施工工艺工法的交底动画制作——3DMax、AE、PR



### 三、BIM 的实现方式

BIM 的实现离不开各类软件，目前主流的 BIM 软件仍为国外产品，尤其是基础建模软件，自主 BIM 软件还待提高。中国作为世界上最大的建筑市场，有着广阔的市场供软件厂商验证、迭代产品的研发和应用。

基于 BIM 的施工管理平台是自主软件应该算是最成熟、最适合国内业务特点的，也是自主 BIM 产品唯一能占据优势的区域。

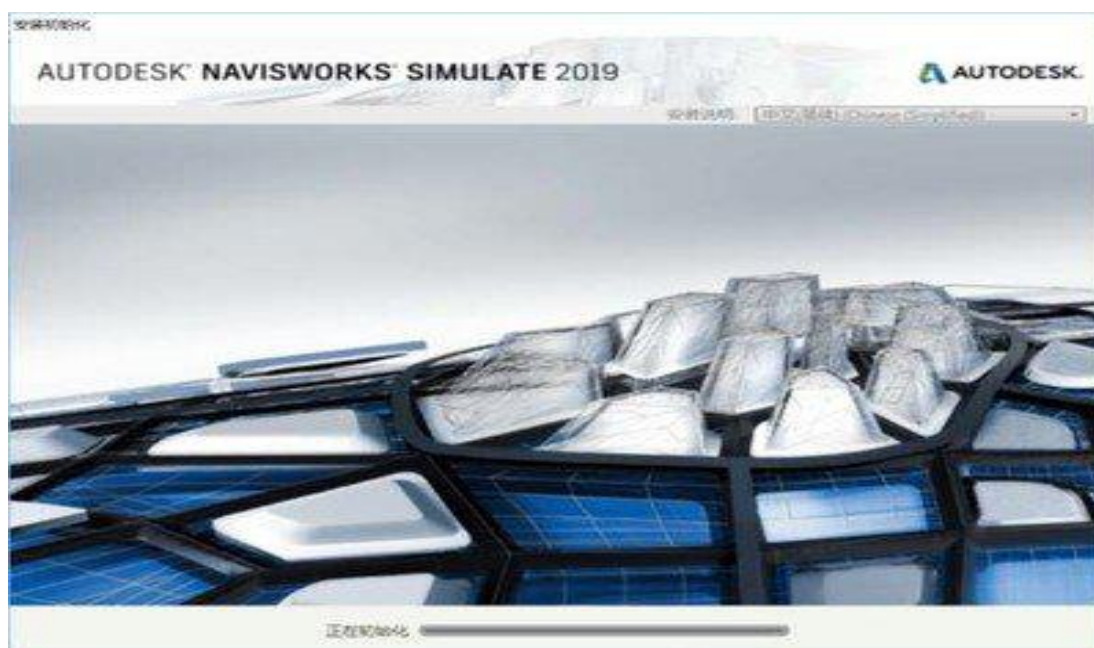
#### （1）模型

①创建三维模型——revit、civil3D 等





②碰撞检查及施工模拟——naviswork 等





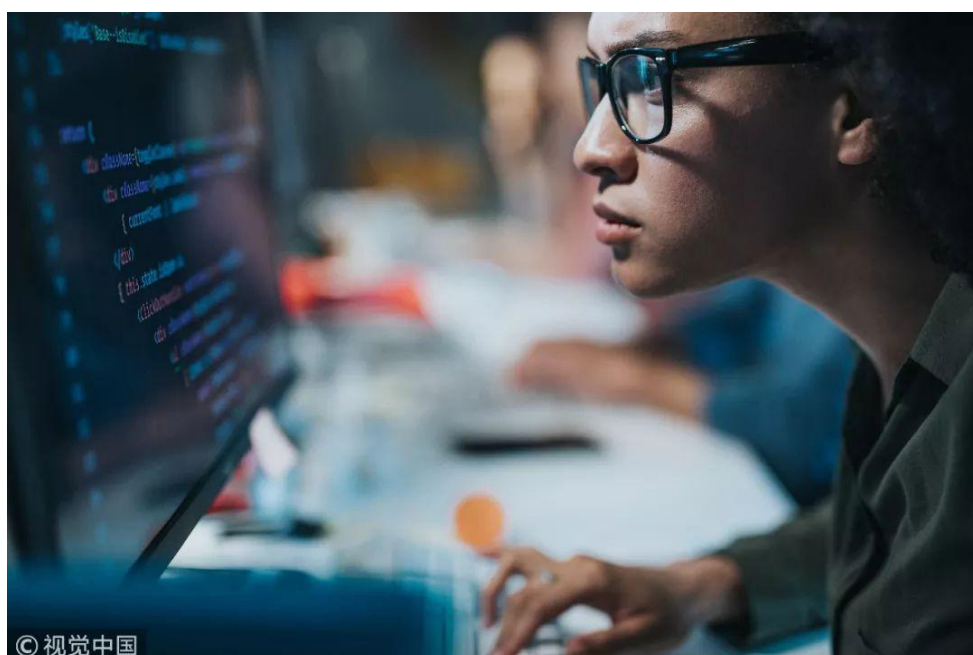
③模型的渲染效果与大场景漫游——tomotion、infraworks 等



④模型的编码、载入平台——BIM+GIS 自主工具、city 系列等

## (2) 平台

①平台表单的开发(电脑端及移动端)——Web、C++、Java、Oracle



## ②表单数据的输出与展示——FineReport



## ③平台的智慧应用点集成——厂家 API 标准与接口

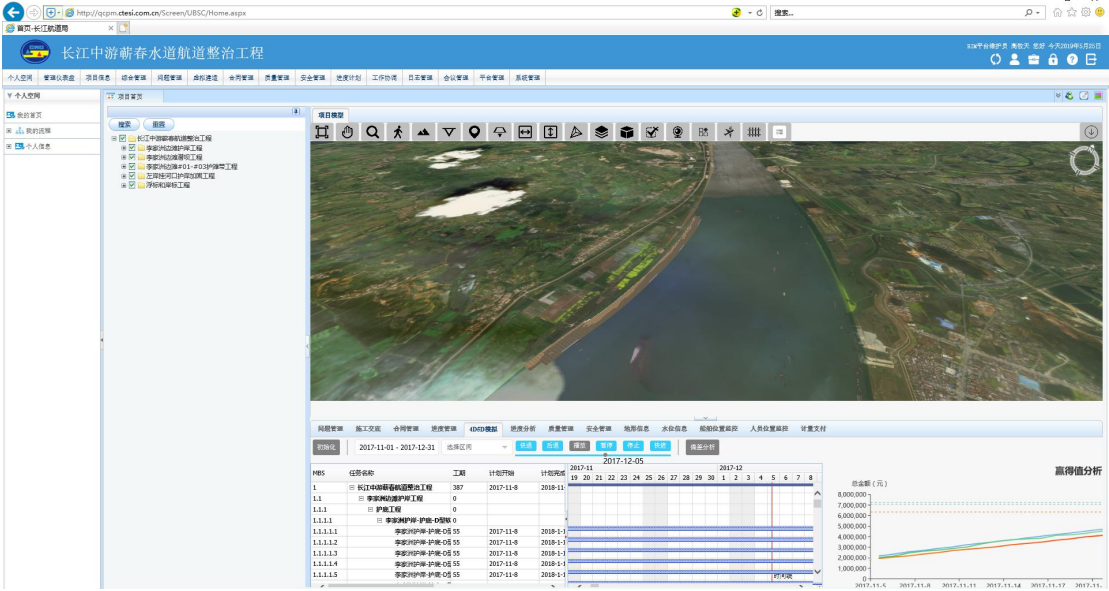
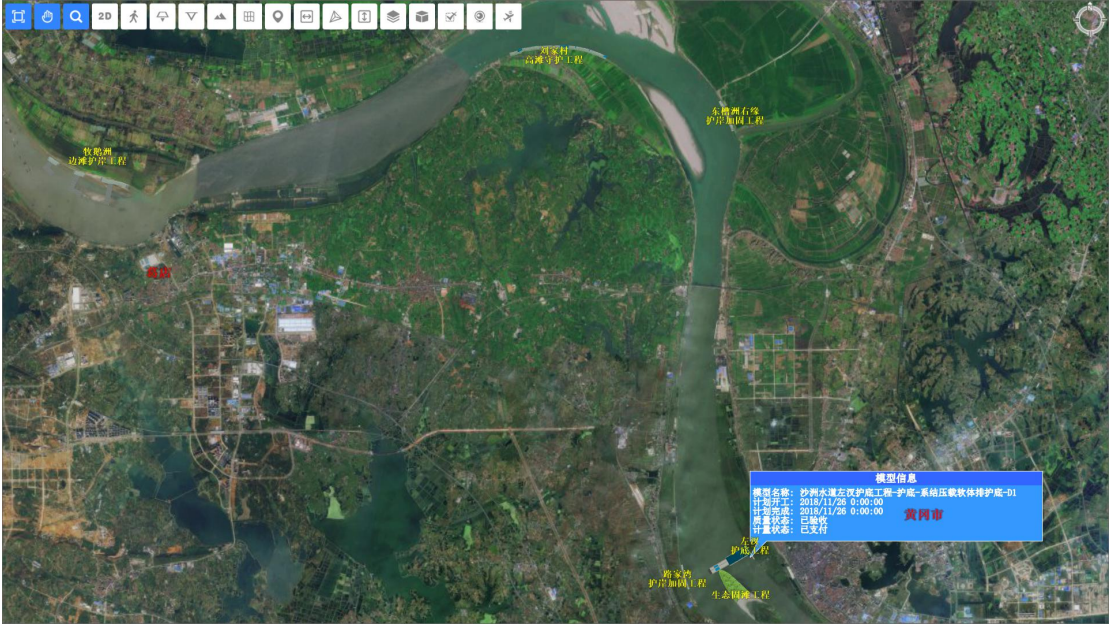


## (3) BIM 生态圈

后续越来越多的企业机构参与到工程 BIM 中，提供的产品会越来越丰富，对工程的实用性就越大。

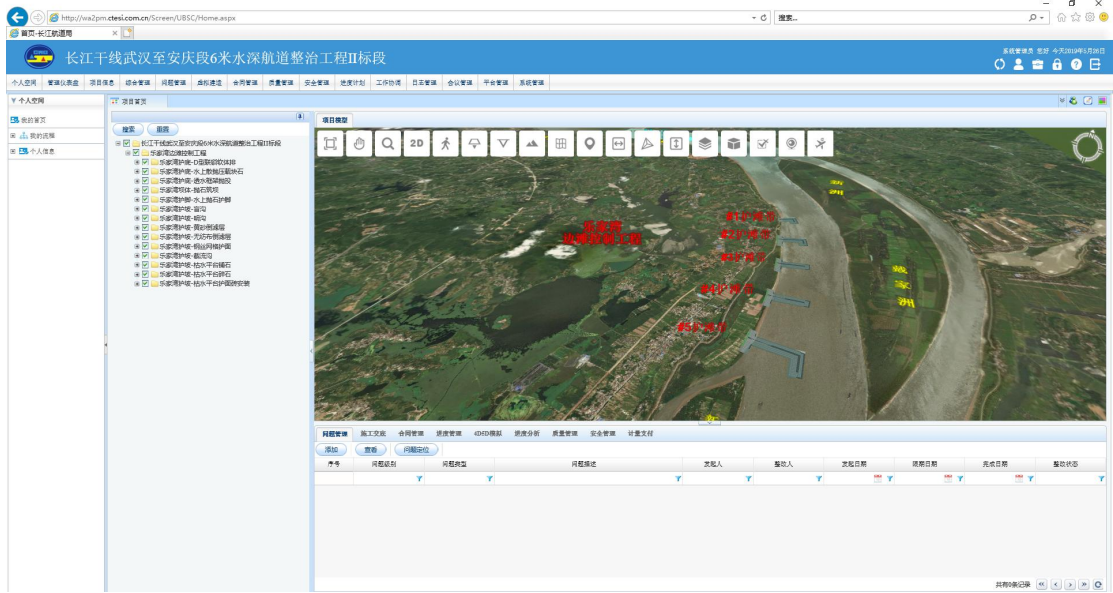
四、我们现阶段的应用情况及后续安排

①模型这套实现可以，上面所提到的软件都有综合，后续将与一些专业软件如水位预测、资源安排的工具加强结合





②平台业务表单已拓展出电脑端和移动端，侧重于记录采集，但仍存在有业务梳理不清的现象，后续会加强与各部门沟通，深入了解并优化业务逻辑及数据输出展示



③交底动画制作第一版已完成，但需要更加好的脚本和素材，需要更贴合实际



④协助各企业进行各自数据库积累，如人、材、机等资源库的累计，实现一套生产的数据链；同时，通过引入各参与方（业主、勘察、设计、监理、检测单位）协同，逐步打造出各企业的生态链，提高相互协同效率。

⑤协助各方培养 BIM 人才

五、BIM 应用实例参考

（详细了解下 BIM 在其中做了哪些）

上海市轨道交通网络运营指挥调度大楼的 BIM 应用

6.3 BIM技术应用成果与特色

6.3.1 应用成果

1、BIM碰撞检测

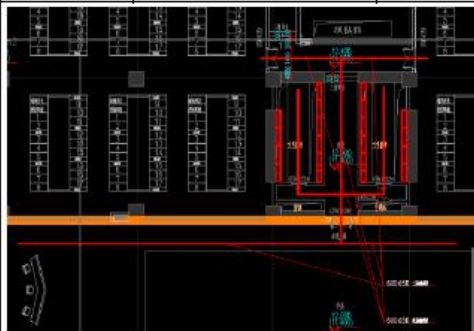
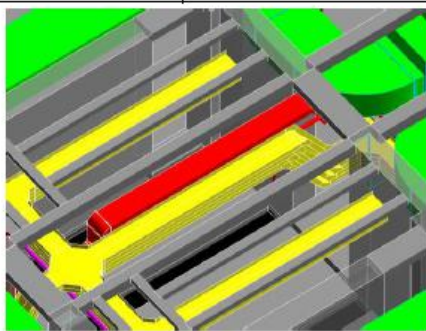
问题编号	问题楼层	对应图纸	平面位置
10	3F	强电 E-20-20	4-12/D、7-8/C-D
			
CAD 图纸		BTM 模型	
问题说明	走道梁高 5200mm，有 900*1630 风管，布置 4 层 600*150 工艺桥架，净空最低处仅有 2450mm。		
设计回复	风管高度上调，工艺桥架变成 2X2 布置模式		

图6-4 碰撞检查

2、管线综合优化

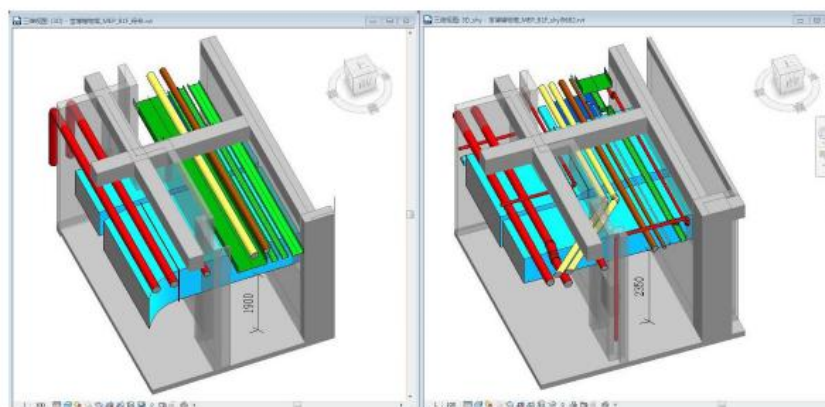


图6-5 管缆优化

### 3、光照分析

结合天花模数，布置28W，T5荧光灯盘；灯具安装间接1550\*1550mm；工作面照度要求为500lx，垂直面照度要求为150lx；眩光计算UGR不超过22。

表6-1 光照分析

结果	平均照 (lx)	最大照度 (lx)	最小照度 (lx)	最小/平均值
工作面	678	821	508	0.75
垂直面	274	347	197	0.72

### 4、舒适度模拟分析

调度大厅热环境室内设计参数，夏季室内设计温度25℃ 相对湿度55%。冬季夏季室内 设计温度20℃ 相对湿度40%。人均新风量 30m³/h。夏季室内活动区空气流速小于 0.25m/s，冬季室内活动区空气流速小于0.20m/s。

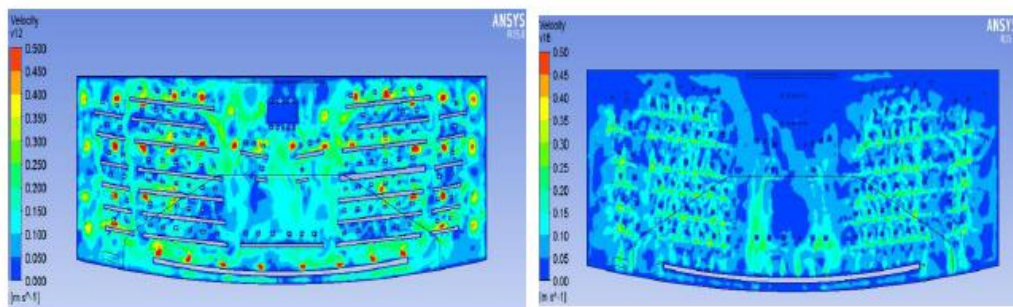


图6-6 舒适度分析

## 5、BIM模型深化

在设计模型基础上添加分区编码等建筑信息，赋予建筑构件有逻辑的唯一编码，使模型可以和现场构件数字化关联，为进度、安全管理提供信息基础。

BIM深化设计综合平衡技术：通过应用施工图电子版，在计算机上将各个系统进行施工前的模拟预装配，将机电工程各专业管线合理布置，避免施工阶段各个专业管线相互交叉、衔接不当造成返工，提高整体布局的观感质量。

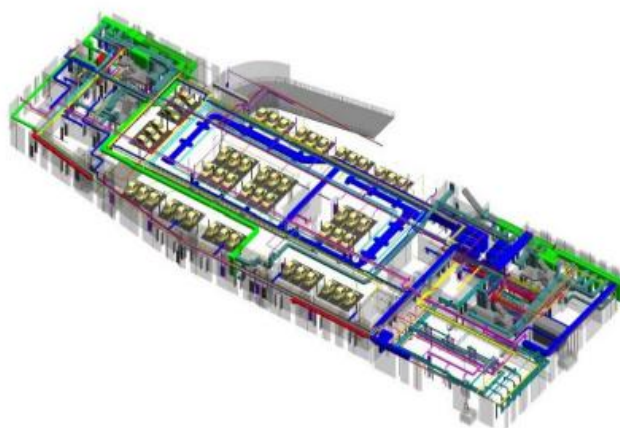
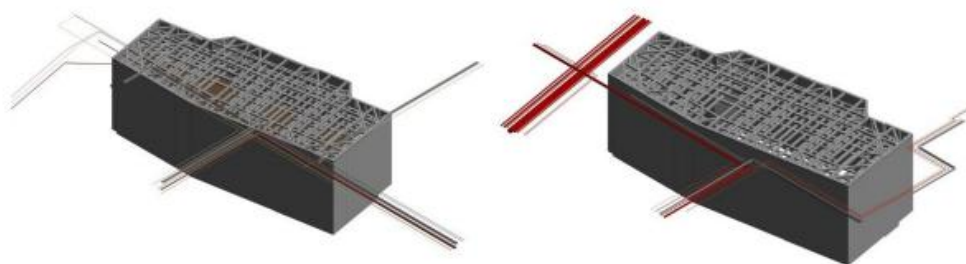


图6-7 BIM模型深化

## 8、管线搬迁

配合工程综合管理做好管线搬迁前的现场调查，对管线搬迁方案综合规划设计，结合工程现场实际情况对管线综合规划提出方案。





## 6.3.2 特色应用

### 1、风管预制加工

开发的风管预制化Revit插件，实现以下特性：

自动断料：将Revit模型中的风管自动划分为预制件，划分位置考虑风管类型、开洞位置、加工设备限制等因素，并尽可能划分为标准件。

自动编码：根据编码规则为每个预制件编码，包括起始风机编号、楼层、类型、序号等信息，并自动标注在图纸上，生成预制加工图。

加工数据输出：为每个构件计算自动化加工设备所需的输入参数，生成加工数据表格，直接对接生产。

基于BIM的预制风管自动分段与编号,利用BIM技术对建筑内的机电系统进行高精度的虚拟安装后,通过读取模型信息并与机床对接,可以实现自动化的加工生产、更便捷的施工管理以及更准确的材料管理。

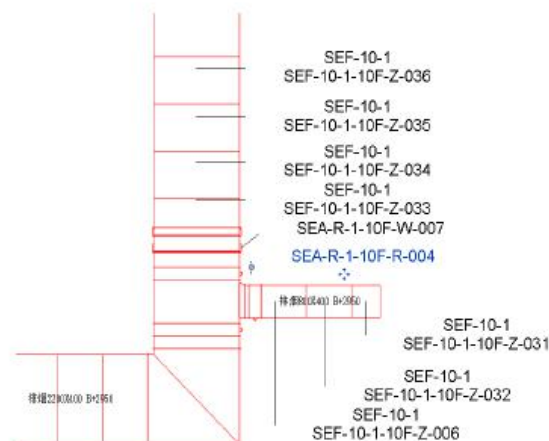


图6-9 风管预制加工图

### 2、三维扫描

对施工完成面进行三维扫描，将获取的点云数据与BIM模型进行整合比对，并将现场情况数据应用到机电安装阶段，提前规避风险。



图6-10 三维扫描

### 3、智慧建造管理平台

智慧建造管理平台施工管理架构如下图：

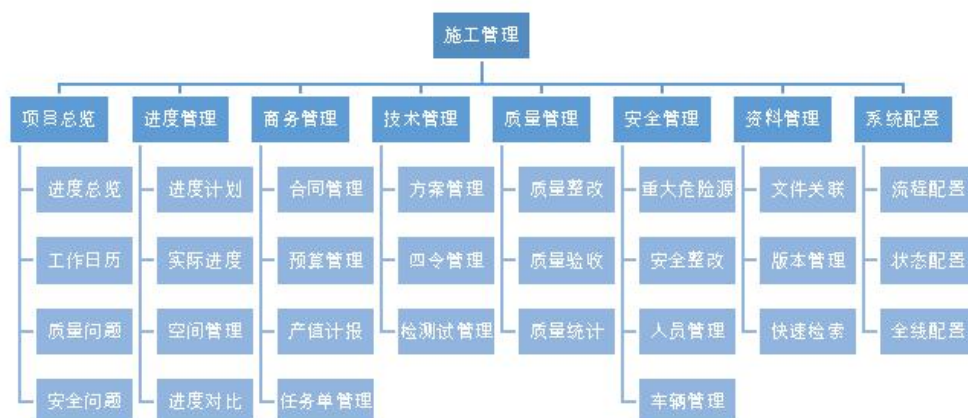


图6-11 施工管理平台

智慧建造管理平台可定制的系统主页，针对项目不同角色提供对项目各方面状况的全局展现，包括各专业进度，质量、安全问题处理状况等。支持微信端，随时随地掌控项目状态。

为每个预制构件生成一个二维码身份牌，通过智能手机扫描二维码的方式将过程信息集成到BIM。自动生成施工日记与工程周报。结合施工进度计划进行基于BIM的进度对比。

#### 质量管理

应用智能移动端发起、处理、追踪和审核质量安全问题，通过扫描二维码将质量问题与BIM关联，自动生成质量安全整改单。支持根据实际进度，自动发起各项质量验收



工作验收不合格，自动发起质量问题，提高项目监督力度。

#### **安全管理**

根据实际进度自动发起安全设施定期检查工作，有问题的安全设施自动发起安全问题。

#### **技术管理**

对接公司施工技术方案管理系统，对施工技术方案进行归档，跟踪技术方案编制、审批、交底的整个流程。

#### **资料管理**

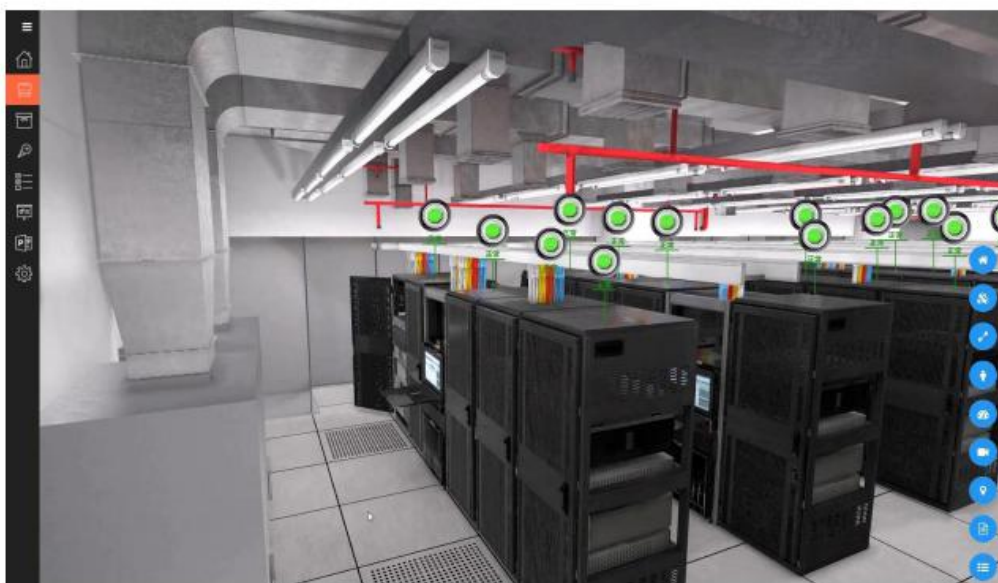
提供基于云储存的数字资料架，将项目实施过程中BIM模型、图纸、各方文档等资料统一管理。平台流程数据及附件自动归档为文档。支持资料的版本控制，实现资料文档与BIM模型、进度计划、空间结构等的动态关联。

#### **会议管理**

为项目例会及临时会议提供会议场地管理、参会人员管理、会议通知推送等功能。

### **4、智慧运维管理平台**

开发了基于BIM技术的智能运维管理平台，平台主要功能包括基于三维模型的空间管理、设施设备资产管理、设备运行状态监测、运营维保管理。



**图6-12 智慧运维平台**

### **5、环境检查与预警**

采用施工环境集成监测系统对施工现场噪音、PM2.5颗粒物溶度、温度、相对湿度、

风速、风向等进行实时监测，并自动计算、发布超标报警，实现安全文明施工管理，辅助施工决策。

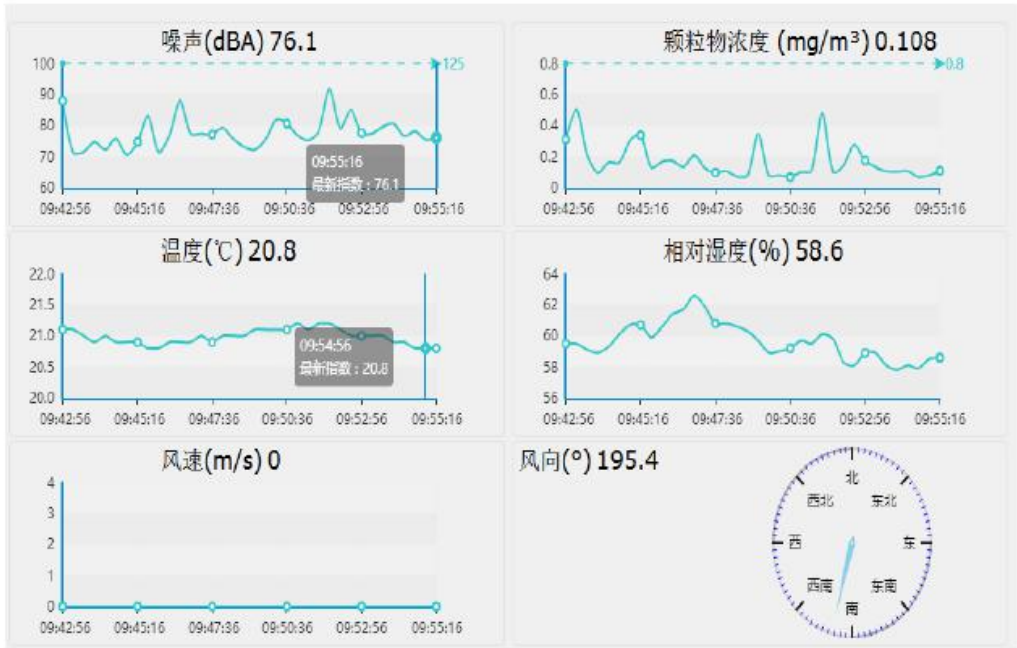


图6-13 环境检测与预警

## 6、人员定位与管理

采用基于RFID的智能安全帽系统，对施工现场人员进行区域定位，实现人员安全管理、人员成本管控和工作效率分析与进度管控。与“上海市建设工程现场用户统一管理平台”无缝链接，实现对劳务人员的培训、证书、工资等进行全面管理。

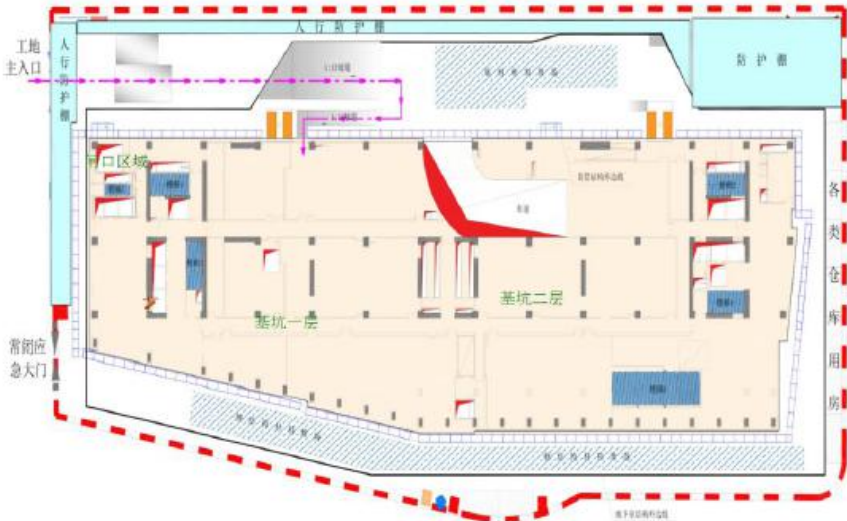


图6-14 人员定位与预警

## 7、车辆识别与管理

与车辆自动识别系统对接，自动采集施工现场每天进出的车辆情况。

### 现场车辆管理

当日进车数量：12辆

当前场内车辆：3辆



图6-15 车辆识别与管理

## 8、智能移动设备

智慧建造管理平台通过对接智能手机、平板电脑、智能测距仪、智能测垂尺等移动设备，在施工管理过程中实时采集信息，并实现掌上、智能管理。

智能手机用于管理人员随时随地录入与查看进度，发起、处理和查看质量和安全问题，接收工程消息。支持应用蓝牙、A-GPS等技术，定位所处空间区域，查询各个区域的现状和后续工作安排。平板电脑应用平板电脑，支持在现场查看工程BIM模型，并基于模型进行质量验收、进度录入、方案交底等工作。

施工现场应用，问题及时反馈，业主随时查看。



图6-16 移动设备



## 9、RFID射频应用

用于管理人员随时随地录入与查看进度，发起、处理和查看质量和安全问题，接收工程消息

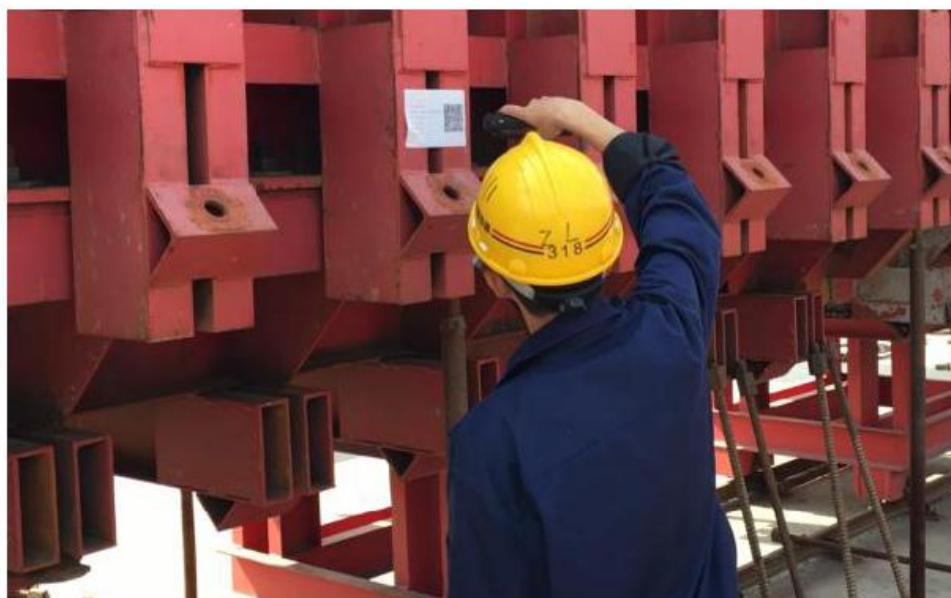


图6-17 RFID扫描

## 10、智能测距仪与测垂尺

智能测距仪与测垂尺，用于管理人员随时随地录入与查看进度，发起、处理和查看质量和安全问题，接收工程消息



图6-18 智能测距仪与测垂尺

## 6.4 BIM技术应用效益及测算方法

运用BIM的可视化能力，极大提高项目参与方沟通协调的效率。采用基于BIM的工程量计算软件，计算每个构件的工程量，自动统计每个月的产值报表、分包成本和劳务成本。BIM平台自动生成质量整改单，节省大量人工工作，杜绝推诿扯皮，减少质量事故。

通过基于BIM的智慧建造平台在线管理，实现随时随地掌握工程状态，提升项目管理人员管理水平，从而提高项目质量水平，减少安全隐患。

## 6.5 BIM技术应用推广与思考

**管理模式：**以业主为主导，引入BIM总体概念，依托申通地铁集团BIM发展战略，充分发挥BIM在策划、标准制定、全过程管理的优势，提高效率。

**标准先行：**基于集团BIM系列标准，编制运营指挥大楼应用实施导则及相关技术要求，加强标准的落地和可实施性。确保各参与方交付成果的一致性和互用性。

**竣工交付：**在实体交付的基础上，按照集团统一部署，并在多方参与下，结合轨道交通BIM项目实践经验，移植到运营大楼项目中，探索基于BIM数据的虚拟交付工作模式，为智能运维提供数据保障。