

# 重庆市市政工程信息模型 实施指南

重庆市城乡建设委员会  
2017年12月



# 重庆市城乡建设委员会

渝建〔2017〕752号

## 关于发布《重庆市工程勘察信息模型 实施指南》等三项技术文件的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建管局,各建设、勘察、设计、施工、物业管理单位,各有关单位:

为推动建筑信息模型(BIM)技术在工程中的应用,进一步提高重庆市BIM技术应用水平,根据重庆市城乡建设委员会《关于下达重庆市建筑信息模型(BIM)应用技术体系建设任务的通知》(渝建〔2016〕284号文)的工作要求,结合工作实际,我委委托重庆市勘察设计协会组织中煤科工集团重庆设计研究院有限公司、中机中联工程有限公司和重庆市勘测院等单位编制了《重庆市工程勘察信息模型实施指南》、《重庆市建筑工程信息模型实施指南》和《重庆市市政工程信息模型实施指南》(以下统称《实施指南》),作为指导相关企业开展建筑信息模型技术推广应用的参考。经公开征求意见、专家审查通过,现批准发布,自2018年1月1日起施行。

《实施指南》由重庆市城乡建设委员会负责管理,由主编单位负责具体技术内容解释。

- 附件:1.《重庆市工程勘察信息模型实施指南》  
2.《重庆市建筑工程信息模型实施指南》  
3.《重庆市市政工程信息模型实施指南》

重庆市城乡建设委员会

2017年12月28日





# 前 言

为贯彻住房城乡建设部《关于推进建筑业发展和改革的若干意见》(建市〔2014〕92号)、《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》(建质函〔2015〕159号)以及重庆市城乡建设委员会《关于加快推进建筑信息模型(BIM)技术应用的意见》(渝建发(2016)28号文),推动建筑信息模型(Building Information Modeling,简称“BIM”)技术在工程中的应用,进一步提高重庆市 BIM 技术应用水平,根据重庆市城乡建设委员会《关于下达重庆市建筑信息模型(BIM)应用技术体系建设任务的通知》(渝建〔2016〕284号文)的工作要求,在参考国内外相关技术标准的基础上,结合我市实际,由重庆市勘察设计协会组织中机中联工程有限公司、中煤科工集团重庆设计研究院有限公司、重庆市市政设计研究院、招商局重庆交通科研设计院有限公司、重庆市轨道交通设计研究院有限责任公司和重庆市交通规划勘察设计院等单位编制了本实施指南。

本实施指南共分为六章:第一章对重庆市市政工程推行 BIM 技术的相关问题进行宏观分析;第二章对实施 BIM 技术的准备工作进行介绍;第三章至第五章分别对设计、施工、运维阶段的 BIM 技术应用点进行具体介绍。

本实施指南由重庆市城乡建设委员会负责管理,由中机中联工程有限公司负责具体技术内容解释。在本实施指南执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈给中机中联工程有限公司(地址:重庆市九龙坡区渝州路 17 号,邮编:400039,电话:023-68612368,传真:023-68610695,网址:<http://www.cmtdi.com/>)。

主 编 单 位:重庆市勘察设计协会

中机中联工程有限公司

参 编 单 位:中煤科工集团重庆设计研究院有限公司

重庆市市政设计研究院

招商局重庆交通科研设计院有限公司

重庆市轨道交通设计研究院有限责任公司

重庆市交通规划勘察设计院

主要起草人:唐晓智 蒋 煜 戴学忠 向渊明 邓瑛鹏 廖 可 丁 准

张 鹏 杨 杰 程高云 梁一凡 况 琦 张庆福 孙志新

陈 杰 唐准准 陈德玖 樊 焜 钱 琪 蒲贵兵 石文仙

张 亮 周 游 范宇丰 王廷魁 李志旗 王争艳 姜 涵

李清疆 王 聪 李怀玉 崔 鸚 汪 晶 梁 奎

主要审查人:欧 吉 肖春红 蒋 洪 杨海平 赵 伟

# 目 录

第一章 重庆市市政工程应用 BIM 技术的相关背景	1
第一节 市政工程 BIM 推行情况	2
第二节 重庆市政府市政工程项目 BIM 应用需求分析	4
第三节 重庆市市政工程应用 BIM 技术实施目标	5
第四节 重庆市市政工程应用 BIM 技术实施方法	6
第五节 重庆市市政工程应用 BIM 技术问题与挑战	8
第二章 实施前准备	12
第一节 实施模式	12
第二节 应用方案	12
第三节 实施组织形式和流程	13
第四节 人力资源配置及职责	14
第三章 设计阶段	16
第一节 道路工程	16
第二节 给水、排水工程	31
第三节 桥梁工程	36
第四节 轨道交通工程	43
第五节 隧道工程	55
第六节 综合管廊工程	61
第四章 施工阶段	68
第一节 施工准备阶段	68
第二节 施工实施阶段	71
第五章 运维阶段信息模型应用建设	75
第一节 BIM 与 FM 整合	75
第二节 市政工程 BIM 运维组织架构建设	80
附录:常用工程信息模型应用配置软硬件	99



# 第一章 重庆市市政工程应用 BIM 技术的相关背景

信息化是一个与各业务紧密相关、长期存在的常态工作，而 BIM 作为 IT 技术在工程建设领域的实施与应用的具体技术，其实施既要与城乡建设委员会工程建设相关部门自身战略发展相符合，也要与现实业务需求相结合。BIM 技术在国内的应用起步于 2003 年。

重庆市城乡建设委员会近年来不断制定和推进 BIM 技术标准，制定推广应用 BIM 的指导意见，通过大型企业与大型项目先行试点示范、设计专业人员的教育培训等方式，有计划推动 BIM 在重庆市城乡建设领域应用，推动建设行业由“二维 CAD 时代”向“三维信息化时代”的重大转型。

2013 年，重庆市城建委将 BIM 列入市年度建设科技重点项目，协调设计单位、开发建设单位共同开展《勘察设计行业建筑信息模型 BIM 发展战略研究》工作，作为住建部“十二五”期间重点科技攻关项目。

2014 年，重庆市政府办公厅发布《转发市城乡建委关于加快推进建筑产业现代化意见的通知》(渝府办发〔2014〕176 号)，提出了重庆市建筑 BIM 技术具体发展目标。

2015 年，重庆市政府制定了《重庆市深入推进智慧城市建设总体方案(2015—2020)》，进一步加快 BIM 技术在城乡建设领域的应用进程。

2016 年，重庆市城乡建设委员会出台了《关于加快推进建筑信息模型(BIM)技术应用的意见》(渝建发〔2016〕28 号)对重庆市推进 BIM 技术的发展进行了总体规划、指导，并于 2017 年底发布了《重庆市建设工程建筑信息模型审查要点》(以下简称《审查要点》)、《重庆市建设工程信息模型技术深度规定》(以下简称《深度规定》)、《重庆市建筑工程信息模型设计标准》、《重庆市建筑工程信息模型交付技术导则》、《重庆市市政工程信息模型设计标准》、《重庆市市政工程信息模型交付标准》、《重庆市市政工程信息模型实施指南》、《重庆市工程勘察信息模型设计标准》、《重庆市建设工程勘察信息模型交付标准》、《重庆市工程勘察信息模型实施指南》。其中：

- 1.《审查要点》提出了重庆市建设工程(建筑工程、市政工程)初步设计和施工图设计文件行政和技术审查的要点，是城乡建设主管部门和施工图审查机构分别开展初步设计和施工图审查的技术依据。

2.《深度规定》对工程项目全生命周期的信息模型交付深度进行规定。

3. 建筑工程、市政工程、工程勘察的设计标准主要对设计阶段的模型的空间定位、拆分原则、颜色设置,模型元素类别、模型精细度,对象及参数命名等进行约定;交付标准(技术导则)主要对实施 BIM 技术的项目交付的成果从模型深度、命名,成果交付内容、形式,成果的维护与管理等进行约定。

4. 实施指南主要对建筑工程、市政工程、工程勘察的 BIM 技术总体实施背景、准备工作,具体应用的实施方法、相应的交付物等进行介绍。

与国外或国内发达地区相比,重庆地区的 BIM 应用推广还处于初级阶段,随着重庆市不断推进 BIM 技术应用,重庆市一些大型建设项目中,设计阶段的 BIM 全专业建模、BIM 三维审图、碰撞检查、机电管线综合优化、设计优化辅助出图,施工阶段的 4D 模拟、施工方案论证、预制构件、技术交底等 BIM 技术也逐步得到应用。

在市政工程领域应用 BIM 是一个结合了传统 BIM 概念且发展迅速的的课题。目前市政工程 BIM 的研究主要关注的是集成地理信息系统,主要应用在高速公路、桥梁和综合性项目的安装过程。在研究设计阶段应用 BIM 是可能性较大,因为大部分的可转让的应用(也可用在市政工程领域)的 BIM 研究在建筑领域已经完备。其他推动 BIM 在市政工程领域应用的因素来自运营阶段的工作的需要、现今基础设施资产管理的客户。大多数基础设施的设计阶段研究关注的是案例研究的实例或设计和表现对象(基础设施/市政设施)的独特的线性结构,如公路、铁路或隧道。运行与维修相关研究人员认为 BIM 可以被用于对整个资产做综合网络管理。通过使用综合信息数据库和外部数据源的映射将可能更有效地对资产进行网络化管理。并提供资本的最优使用方案,时间和资源,来满足规定的目标。

编制市政工程信息模型实施指南就是要明确重庆市 BIM 应用总体定位和规划,并与现行的重庆市市政工程的发展目标建立紧密对应关系,与重庆市市政工程的发展计划和技术措施相融合,建立基于 BIM 技术的政府投资工程建设管理的新维度。同时,根据重庆市市政工程的项目管理实际,给出实施 BIM 的具体范围和阶段,明确 BIM 实施的价值点和技术路线。

## 第一节 市政工程 BIM 推行情况

### 一、国家层面政策分析

我国工程建设行业从 2001 年开始引进 BIM 技术,其应用在国内还处于初级阶段。BIM 作为我国建设行业信息化建设的重要工具,现已逐渐得到政府、企业、行业协会等的重视。主要表现为项目型 BIM 应用模式。住房和城乡建设部先后出台了大量政策文件予以引导规范。

2011 年国务院在《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》(国发〔2010〕32 号文)中提出,将战略性新兴产业加快培育成为先导产业和支柱产业。重点培育和发展的战略性新兴产业包括新一代信息技术,促进物联网、云计算的研发和示范应用、提升软件服务、网络增值服务等信息服务能力、加快重要基础设施智能化改造、大力发展数字虚拟等技术等要求和内容。

2011 年住建部在《2011—2015 建筑业信息化发展纲要》中也明确提出,“十二五”期间基本实现建筑企业信息系统的普及应用,加快建筑信息模型(BIM)、基于网络的协同工作等新技术在工程中的应用。

2013 年住建部发布《建筑工程信息模型应用统一标准》征求意见,为中国 BIM 产业的发展提供了方向性指导。

2014 年 7 月,住建部发布《关于推进建筑业发展和改革的若干意见》,要求推进建筑信息模型(BIM)等信息技术在工程设计、施工和运行维护全过程的应用。

2016 年住建部在《2016—2020 年建筑业信息化发展纲要》中明确提出,“十三五”时期,全面提高建筑业信息化水平,着力增强 BIM、大数据、智能化、移动通讯、云计算、物联网等信息技术集成应用能力,建筑业数字化、网络化、智能化取得突破性进展,初步建成一体化行业监管和服务平台,数据资源利用水平和信息服务能力明显提升,形成一批具有较强信息技术创新能力和信息化应用达到国际先进水平的建筑企业及具有关键自主知识产权的建筑业信息技术企业。

## **二、地方层面市政工程 BIM 推广现状**

住建部在《关于推进建筑业发展和改革的若干意见》中明确指出,推进建筑信息模型(BIM)等信息技术在工程设计、施工和运行维护全过程的应用。为响应号召,各省市也分别发布各项指导意见与实施办法。

## **三、国外市政工程 BIM 推行情况**

BIM 概念来自于 20 世纪 70 年代的美国,之后 Charles Eastman、Jerry Laiserin 等都对其概念进行了定义,作为一种全新的理念和技术,受到了国内外学者和业界的普遍关注。在北美、北欧、英国等为代表的发达国家或地区,

BIM 技术及其先进理念得到了广泛的传播,在政府的大力推动下,各国出版了很多 BIM 相关指南和标准,促进了 BIM 的快速发展及广泛应用。

## **第二节 重庆市政府市政工程项目 BIM 应用需求分析**

### **一、政府市政工程的建設需要**

重庆市市政工程的工程项目建设,目前仍以传统建设模式为主,项目建设各相关方的实施组织方式也以离散管理为基本特征,难以实现工程建设成果前置优化的建设要求,难以满足政府对市政工程集中建设管理的基本要求。改变传统的建筑成果后置的传统模式是当前市政工程建设迫切需要。

### **二、政府市政工程的管理需要**

在工程项目的传统管理方式中,人为干预的因素多、比例高,难以满足政府对多市政工程项目并行管理的要求,阻碍了政府相关部门对市政工程的管理效率和管理质量的全面提高,不利于现代工程建设管理方式的形成。

### **三、政府市政工程的监督需要**

当前工程建设项目的监察主要以人工方式的定期、定量、局部抽验的方式为主,管控信息无法做到实时、准确上传,难以实现对工程项目建设过程的全面、实时监控。

### **四、政府市政工程的信息安全需要**

政府投资的市政工程项目对信息安全有较高要求,涉及到公共利益、公共安全的工程项目必须保证工程建设的信息安全。BIM 的实施将把现阶段的分散、人工管理的信息集中起来,再用分级、分类的自动管理方式进行管理,可以为信息的安全管理提供有力的保障。

### **五、相关政府部门的审批需求**

在市政工程项目审批过程中,规划国土、住建、财政等诸多部门之间存在紧密的业务联系。目前工程建设项目审批过程中,缺少以信息技术为基础的多部门协同的流程化、标准化的审批体系,难以满足建设行政部门对工程建设项目高强度的审批需求。

### **六、外部纪检部门的监察需求**

建设行政部门对工程建设的外部监察工作内容多、数量大、项目繁杂,需要通过信息化手段实现远程、实时、自动、全覆盖的监察体系建立。

### **七、公众服务需求**



市政工程项目多数是为公众服务的建设项目,建设过程中需要建立公众参与的平台接口,建立相关信息发布、查询、咨询和建议的渠道,以提高政府投资项目公开、透明程度,支持和满足重庆市政府在市政工程项目建设过程中为公众提供信息服务的需要。

### 第三节 重庆市政工程应用 BIM 技术实施目标

#### 一、重庆市市政府目标

2016年4月重庆市城乡建设委员会发布《关于加快推进建筑信息模型(BIM)技术应用的意见》(渝建发〔2016〕28号),该意见提出的发展目标是:

(一)到2017年末,建立我市勘察设计行业 BIM 技术应用的技术标准,明确主要的应用软件,本市部分骨干勘察、设计、施工单位和施工图审查机构具备 BIM 技术应用能力。

(二)到2020年末,形成我市建筑工程 BIM 技术的政策和技术体系,在本市承接工程的工程设计综合甲级,工程勘察甲级,建筑工程设计甲级,市政行业道路、桥梁、城市隧道工程设计甲级企业,施工图审查机构,特级、一级房屋建筑工程施工企业,特级、一级市政公用工程施工总承包企业掌握 BIM 技术,并实现与企业管理系统和其他信息技术的一体化集成应用。

#### 二、建设工程各参与方分阶段目标

根据住房城乡建设部有关要求,结合我市实际,分阶段、有步骤地推进我市 BIM 技术应用工作。

2016年具备建筑工程甲级设计资质的本地企业应向重庆市城乡建设委员会申报1~2个 BIM 设计试点工程。试点工程可以是已完成设计或正在进行设计的项目。在钢结构推广和建筑产业现代化推进过程中,其工程设计应采用 BIM 技术。鼓励政府投资的工程项目率先采用 BIM 技术进行勘察、设计和施工。

2018年起,大型道路、桥梁、隧道工程,三层及以上的立交工程,在勘察、设计阶段必须采用 BIM 技术;于当年完成勘察设计工作(以施工图审查备案时间为准),拟申请金级、铂金级绿色建筑标识的建筑项目和绿色生态住宅小区以及拟申报市级优秀勘察设计奖项的工程,在勘察、设计阶段应采用 BIM 技术。

2019年起,轨道交通站点工程在勘察、设计阶段应采用 BIM 技术。

2020年起,以国有投资为主的大型房屋建筑工程,轨道交通工程,大型道

路、桥梁、隧道工程,三层及以上的立交工程,全市所有公共建筑,申报金级、铂金级绿色建筑标识的居住建筑和绿色生态住宅小区,申报市级优秀勘察设计、工程质量奖项的工程,在勘察、设计、施工阶段应采用 BIM 技术。

## 第四节 重庆市政工程应用 BIM 技术实施方法

BIM 从 20 世纪 90 年代提出至今,已经从概念普及进入到应用普及阶段,世界各国政府和企业都在结合各自的文化和管理机制,开展从小范围、企业内的试验到局部范围、多方协同的实践,并逐步向全产业链协同、全生命周期实施迈进。

### 一、项目型与企业级 BIM 应用

项目型 BIM 应用是指针对企业承担的特定 BIM 项目,以单一项目数据源的组织为核心,运用与特定项目相关的企业局部资源和技术,完成合同或协议所规定的项目交付物的过程。此外,当前有相当一部分企业应用 BIM 的直接目的是完成企业 BIM 应用过程中的 BIM 研究。它虽然没有直接与合同或协议挂钩,但试点应用所预期的成果和完成的过程,仍然具有项目型 BIM 应用的典型特征,因此,我们也把这类 BIM 应用归为项目型 BIM 应用范畴。随着 BIM 技术的成熟和应用普及,这种类型的应用会相应逐步减少。

由于在企业整体开展 BIM 实施之前,BIM 项目实践往往只能依据企业的传统业务流程展开,因此其应用成果主要表现在 BIM 技术的提升和局部价值的展现,并未从根本上体现出 BIM 能够给企业带来的整体价值和变革性作用。

企业级 BIM 实施是指围绕企业发展战略,将 BIM 技术与方法应用到企业所有业务活动中,它涉及的范围广、部门多,不仅涉及 BIM 相关技术,而且涉及与企业 BIM 实施相关的资源管理、业务组织、流程再造等。其目的是构建企业的信息共享、业务协同平台,实现企业的知识管理和系统优化,提升企业的核心竞争力。

从应用阶段看,项目型 BIM 应用是企业级 BIM 实施的子集和细化;而企业级 BIM 实施往往要建立在一定数量的 BIM 项目实践和总结基础之上,结合企业的整体规划,扩展到企业整体的资源管理、业务组织和流程再造的全过程中。

从实施方法看,项目型 BIM 应用与企业级 BIM 实施在实施目标、管理范围、交付标准和分配机制等方面有着明显的不同。

### （一）实现目标不同

项目型 BIM 应用的目标是为了完成或执行协议的 BIM 要求,关注于技术的实现和突破;企业级 BIM 实施的目标是为了依托 BIM 技术实现企业的长期战略规划,整体提升企业的综合竞争力,关注于企业整体的资源整合、流程再造和价值提升。

### （二）管理范围不同

项目型 BIM 应用针对特定项目合同或协议,其管理重点在于项目的有效执行和目标实现;企业级 BIM 实施针对企业发展目标和整体运行过程,其管理重点在于制定本企业的 BIM 质量管理体系和有效控制,其内容包括:资源整体配置、相关标准执行、业务流程监控、成果审核、绩效评价等。

### （三）交付标准不同

项目型 BIM 应用的交付标准侧重于完成商业合同或协议所规定的项目交付成果;企业级 BIM 实施的交付标准侧重于对企业交付成果的整体质量把控,以及将项目应用交付成果转化为企业的知识资产,特别强调其实施过程积累的资源重用率的提升。

### （四）分配机制不同

目前,项目型 BIM 应用基本遵循的是企业传统价值分配机制,如考核机制、奖励机制和相应的分配原则;未来企业级 BIM 实施将依据 BIM 带来的价值变化,重新建立企业的机制分配体系,两者将会有重大的区别和根本性变化。

企业级 BIM 实施意味着行业全新且完整的业务流程和生产组织方式的产生,是企业基于 BIM 的生产力变革的实现。

## 二、企业级 BIM 实施方法

目前,市政工程行业应用 BIM 技术主要有两种实施形式。

### （一）从企业级规划到项目全面实施的方式—自上而下

先建立企业整体 BIM 的战略规划和组织规划,通过试点项目验证企业级整体规划的合理性,并不断完善更新,然后在企业内全面推广。整体上可以分为前期筹备、中期启动、全面普及三个时期。

### （二）从项目型实践到行业整体实施的方式—自下而上

实施前期主要以满足甲方需求为目的,基本围绕项目运行。积累了一定项目经验的基础上,制定初适合企业自身发展的 BIM 整体规划和实施方案,逐步扩展到企业级实施。

对企业而言,BIM 实施是一个系统工程,因此应采用自顶向下和自底向上相结合的方式。在启动阶段,应借助第三方专业服务机构对企业自身进行诊断,提出企业级 BIM 实施规划,包括 BIM 实施的基本方针和技术路线、重点内容及阶段划分、资金投入和财务安排等要素。在局部实践的基础上,制定建立企业 BIM 实施标准和细则,进行推广、普及和应用。

## 第五节 重庆市政工程应用 BIM 技术问题与挑战

目前,有部分单位已经形成了一定的项目型 BIM 应用规模,取得了明显的经济效益和社会效益,开始着手制定和实施企业级的 BIM 应用。但我们也应当清楚地看到,企业级的整体 BIM 实施尚处于起步阶段。无论是整体还是局部,在现阶段还存在许多问题与挑战,从总体应用环境以及技术层面体现在以下几个方面。

### 一、BIM 应用总体环境存在的问题与挑战

#### (一) 既得利益冲突

企业级 BIM 实施将涉及企业的每个环节,对企业现有业务流程和管理模式都会带来较大变化,如企业的盈利模式、企业内岗位的重新设置、员工的考核与利益分配方式等,是企业责任链和利益链再分配的过程。因此,如何让企业经营层达成共识、让全体员工接受 BIM 实施带来的变化,是企业 BIM 实施中面临的最大的挑战。对此,应在企业级 BIM 标准制定和贯彻实施中引起足够的认识。

#### (二) 管理模式改变

基于 BIM 的管理模式与传统的管理模式存在明显的不同,原有的制度和标准已不能满足于 BIM 设计模式需要,两者之间存在一定的冲突。如对软硬件及网络等资源的要求更高,对于信息资源的管理也必须从传统的分散式管理转变为集中的统一式管理模式,对资源的管理也将更加精细等。在采用 BIM 技术后,需对企业现有的制度及标准进行必要的调整,主要涉及企业资源管理、工作行为管理、激励机制、成果交付及质量控制等方面。与之同步的,是要对企业的组织机构和人力资源等做相应的改变。

#### (三) 业务流程再造

BIM 技术提供了一种数字化的统一建筑信息模型表达方法,可以支持多专业团队协同的并行业务模式。这种业务模式变化必然导致传统串行业务流

程的改变,并会对与其相关的建模、分析等业务内容产生影响,同时也会使原有的协作方式发生相应的变化。在采用 BIM 技术以后,企业必须重新定义和规范这种新的业务流程,才能保证基于 BIM 的设计过程运转流畅。基于 BIM 技术的流程再造是设计企业必须面临的重要挑战。

#### (四)信息资产管理

在基于统一 BIM 模型的设计过程中,BIM 模型将逐步取代二维图纸,成为核心交付物,其中也包括从模型自动生成的二维图纸。作为一种新的企业信息资产,BIM 模型不仅作为一种存档资料,更多是要为各专业复用和共享,因此已无法用二维图纸的管理模式——档案管理,需要建立一套信息资产的管理模式,即 BIM 模型的标准化定义与管理规范。在制定 BIM 标准与管理规范时,也应与现有的二维审、制图标准衔接,以保证模型与相关图纸信息的有效关联,并达到较高的出图效率。

#### (五)分配机制改变

BIM 技术的应用将带来各阶段、各专业任务分配及工作量的变化,原有企业内的考核机制、奖励机制及分配机制必须进行相应的改变。

同时,整个行业 BIM 实施也会改变建设、勘察、设计、施工、建立等单位的取、付费标准,这些不仅涉及企业内部的改变和调整,也涉及整个行业,需要各方协调,建立新的基于 BIM 产业链的分配机制。这是未来建筑行业信息化的重大挑战。

上述问题和挑战会长期存在,整个行业要正视而不是回避这些问题和挑战。在实践中不断总结经验、探索创新从而解决面临的问题、迎接挑战,将重庆市市政工程应用 BIM 持续推向前进,争取获得更大突破,走在全国前列。

## 二、BIM 应用技术层面存在的问题与挑战

从技术研究的角度来说市政工程应用 BIM 技术问题与挑战主要有以下四个方面。

### (一)信息集成——没有通用的格式用于市政工程信息模型交换

虽然有各种不同的数据标准集成不同类型的数据集和数据格式,不常见的数据格式(如工业基础类 IFC)已经被大大地扩展,以包含交通、公用和环境等主要类型基础设施项目。这很可能是因为必须完成大量的工作,并进一步验证充分扩展基础设施作为一个整体的通用数据格式。矛盾的是,越来越多的使用本体论,关联数据技术和大数据样式的方法减少了需要严格的、结构化的数据格式,使用图表将数据组合在一起,图表是基于通过推理、规则引擎和

机器学习的处理方法制作的。这种新兴方法的缺点是需要较高的计算机科学水平和集成数据集所需的编程知识。因此,在一个普遍认可的概念化的词汇或数据结构方面取得突破是一个重要的研究领域。

## (二)数据集集成引擎—全面的信息管理

诸多的研究都集中在技术应用来增加维度到已经成熟的三维信息模型中,以使一个项目的数据能够得到更好的分析和可视化。不足之处在于需要特定的格式或数据集集成到一个文件或数据库。在应用到实际项目和实践中的时候,这种方法出现了可扩展性、数据所有权、数据责任和数据转换等问题。虽然相比于可能只需单一模型的建筑来说,在基础设施领域,这个解决方案对于每个特殊专业需要特定的元素,但是这种差距对建筑 BIM 和基础设施 BIM 都是有关联的。因此,建议探索开发虚拟数据集集成引擎,从而提供单一来源的真实信息,这些信息在技术上和平台上是独立的,同时保持数据隔离、责任和所有权。

## (三)商业流程和 BIM 流程融为一体

许多已出版的研究已经证明 BIM 理念可以自动化并改进各种任务,这些任务在建筑设计、结构设计、施工、拥有及运营阶段(AECCO)被执行并伴随先进的方法和流程来支持这些解决方法。很少有人考虑建筑设计、结构设计、施工、拥有及运营阶段(AECCO)利益相关者的 BIM 流程和业务流程之间的关系。把 BIM 过程元素整合到一个组织的业务流程模式。从一个组织的视角而不是项目的视角树立商业意识,以此理解 BIM 应该在的位置是一个有待探索的领域。这将与基础设施和建筑领域都有关(虽然具体的解决方案对于不同的领域是变化的)。

## (四)信息管理框架和定义基础设施中的“数据有用性”。

有多个研究的例子利用现有的数据进行分析 and 仿真,以此观察不同数据集之间的联系。但在调查和产生一个数据自我定义的框架方面,还有大量的工作要做。为了恰当、有效地管理一个项目的信息,每个特别的数据元素应该规定:(1)谁将产生/编辑此信息(数据责任);(2)什么过程产生这个信息(数据发生器)(3)哪个过程将使用该信息(数据使用者),如果一个产生数据项,但没有被使用,那么在最初产生阶段就是无效的。这适用于建筑物和基础设施,信息管理战略越明确、越丰富,非图形数据对市政工程利益相关者的价值越高,因此会产生很大的优势。这个缺点可以得到解决通过开发一个信息管理框架来协助定义和管理项目信息。

针对上述的问题与挑战并考虑一些基本因素,提出了市政工程 BIM 实施路线图。此路线图涉及信息管理、信息处理、信息整合三个步骤,这三个方面是提高 BIM 在提高全寿命周期应用效率和加快 BIM 在市政工程领域应用速度的三个主要因素。



图 1-1 市政工程 BIM 实施路线图

## 第二章 实施前准备

### 第一节 实施模式

#### 一、实施模式

BIM 实施组织方式按实施的主体不同分为建设单位(业主)实施模式和承包商实施模式:

(一)建设单位(业主)实施模式:由建设单位主导,选择适当的技术应用模式,各参与方协同采用技术,完成项目的技术应用。

(二)承包商实施模式:由项目各相关方自行或委托第三方机构应用 BIM 技术,完成自身承担的项目建设内容,辅助项目建设与管理,以实现项目建设目标。

(三)BIM 实施模式宜采用基于全生命周期 BIM 技术应用模式下的建设单位(业主)主导的实施模式,以利于协调各参与方在项目全生命周期内协同应用 BIM 技术,充分发挥 BIM 技术的最大效益和价值。

#### 二、BIM 技术应用模式

BIM 技术应用模式根据阶段不同,一般分为以下两种:

(一)全生命周期应用。方案设计、初步设计、施工图设计、施工准备、施工实施、运营的全生命周期 BIM 技术应用。

(二)阶段性应用。选择方案设计、初步设计、施工图设计、施工准备、施工实施、运营的部分阶段应用 BIM 技术。

(三)在确定 BIM 应用模式后,宜实施本指南所列的该阶段全部基本应用点。以上应用模式应当根据应用的需求,建立符合相应模型深度的建筑信息模型。

### 第二节 应用方案

BIM 应用试点项目应结合本指南编制应用方案,通过应用方案更好地协同各参与方,发挥 BIM 技术优势,并使工程设计和施工的错误降低到最少,控制投资,按时优质完成项目建设。其中,本指南描述的应用流程是通用性步



骤,企业应根据具体项目和有关各方的具体情况进一步深化具体的 BIM 应用方案。对于未涉及的 BIM 应用,或企业实施更高水平的应用,可参考本指南制定的 BIM 应用方案。BIM 应用方案主要包括以下内容:

(一)详细定义工程 BIM 应用实施组织方式和应用模式,定义 BIM 应用点和要求。

(二)详细定义工程建设不同阶段实施的 BIM 应用方案以及基于 BIM 技术的协同方法

(三)详细定义不同阶段应用点的交付成果、交付时间及其要求,包括模型深度和数据内容等。




(四)详细定义工程信息和数据管理方案,以及管理组织中的角色和职责。

(五)详细定义 BIM 建模、应用和协同管理的关键选择以及相应的硬件配置。

### 第三节 实施组织形式和流程

BIM 代表一种新的设计模式而不仅仅是采用一种新的技术因而企业需要考虑这一变革性团队的组织结构。传统设计团队的目标是为了设计图纸,即便是非常优秀的工程师,也往往把大量时间用于施工图阶段的枯燥制图。而对于 BIM 团队,根据项目管理、设计、构件创建和制图等职能进行人员分工。其中构件创建不需要从事设计,只要熟悉软件操作即可,设计人员把更多精力集中在设计思考上。虽然看起来似乎需要更多的人员,但构件创建人员的成本远比设计人员要低,并且随着构件库不断积累,这些 BIM 构件可以大量重复利用,从而减少未来的工作量。因此,随着 BIM 应用的逐渐熟练,BIM 团队往往能用更少的资源完成更多的工作。

表 2-1 BIM 实施模式

模式	并行模式	串行模式	融合模式
			
优势	比较容易推广	发挥各自优势	信息不易脱节
	提高设计质量	提高设计质量和效率	BIM 优势得到充分发挥
缺点	需要人员投入	增加项目风险	培训难度高
	信息容易脱节	信息容易脱节	项目成本高

#### 第四节 人力资源配置及职责

在 BIM 应用中,实施单位应当设置 BIM 应用技术负责人和技术工程师的岗位。其中,技术负责人是实施 BIM 应用的关键岗位,应当具有足够的经验管理项目的 BIM 技术应用;技术工程师是相应行业或专业的技术人员,配合技术负责人实施具体的应用活动,应当具备专业领域实施 BIM 项目的经验。

##### 一、BIM 应用技术负责人和技术工程师职责

(一)BIM 应用技术负责人基本职责如下:

- 1、参考本指南并依据相关标准,对项目的 BIM 应用方案和应用点进行整体规划;
- 2、根据项目的数据需求,确定不同阶段的内容与深度
- 3、根据项目的应用需求,参与软硬件方案的决策,并保证软硬件配置到位
- 4、建立并管理 BIM 应用项目小组,确定小组各成员职责,划分并创建各人员的用户权限;
- 5、组织与 BIM 应用相关的会议及培训;
- 6、控制 BIM 应用的进度及质量,并处理各参与方与 BIM 的协调工作;
- 7、负责 BIM 应用成果的审核与验收,管理并及时更新 BIM。

(二)BIM 应用技术工程师基本职责如下：

- 1、参考本指南并依据相关标准,负责实施 BIM 在不同阶段和专业的应用;
- 2、根据应用需求,策划或构建相应专业的 BIM 模型,并进行模型审核,整合与分析;
- 3、落实与 BIM 应用相关的软硬件资源;
- 4、制定 BIM 实施细则,如文件夹结构、文件命名等;
- 5、参与与 BIM 应用相关的会议及培训;
- 6、维护 BIM 模型,并根据模型修改意见及时协调并解决相关问题;
- 7、完成不同阶段和专业的 BIM 应用实施,保证应用成果的质量。

## 二、BIM 应用软件

BIM 不是一个具体的软件而是一种流程和技术。BIM 的实现需要依赖于多种(而不是一种软件)产品的相互协作。有些软件适用于创建 BIM 模型,而有些软件适用于对模型进行性能分析或者施工模拟,还有一些软件可以在 BIM 模型基础上进行造价概算或者设施维护,等等。不能期望一种软件完成所有的工作,关键是所有的软件都应该能够依据 BIM 的理念进行数据交流,以支持 BIM 流程的实现。

BIM 软件必须符合以下要求：

(一)必须保证工程项目信息的完整性,能够对不同的层次上的信息进行描述和组织;

(二)不同的应用能够根据它提取所需的信息,衍生出自身所需的模型且能添加新的信息到模型,保证信息的可重复使用性和一致性;

(三)应该支持自顶向下设计,特别是概念设计和设计变更;

(四)相关的信息和一整套设计文档相互关联,实现了各专业的信息共享。修改或变更在协同工作平台上实现。

## 第三章 设计阶段

### 第一节 道路工程

#### 一、设计方案比选

在设计方案比选阶段,创建并整合方案概念模型和周边环境模型,利用BIM三维可视化的特性展现市政道路设计方案。同时对多套道路方案进行可视化、量化的比选,并根据比选结果,方便、快捷的实时动态调整设计方案。



图 3-1 设计方案比选实例

(一)设计方案比选的工作流程宜符合下列要求:

1、数据收集。收集的数据包括电子版地形图、图纸等,电子版地形图宜包含周边地形、建筑、道路等信息模型,图纸宜包含方案图纸、周边环境图纸(周边重要建构物相关图纸、周边地块平面图和地形图)、勘探图和管线图等。

2、利用周边环境模型进行道路选线,根据多个选线方案建立相应精度的道路模型,模型宜包含市政道路项目各方案的完整设计信息,创建周边环境模型,并与方案模型进行整合;

3、校验模型的完整性、准确性;

4、生成道路设计方案模型,作为阶段性成果提交给建设单位,并根据建设单位的反馈修改设计方案;

5、生成市政道路项目的漫游视频等展示成果,并与最终方案模型交付给建设单位。



图 3-2 设计方案比选流程图

(二)设计方案比选成果宜包括道路项目的方案模型、漫游视频等。

## 二、场地分析

结合地理信息系统(Geographic Information System,简称(GIS),对场地及拟建的建筑物空间数据进行建模,通过 BIM 及 GIS 软件的强大功能,迅速得出令人信服的分析结果,帮助项目在规划阶段评估场地的使用条件和特点,从而做出新建项目最理想的场地规划、交通流线组织关系、建筑布局等关键决策。

在市政工程信息模型中,基于地形地质模型、现状管线模型等基本资料,进行场地建模并对其进行分析,如高程分析、坡度坡向分析、流域分析等,并检查项目范围内与红线、绿线、河道蓝线、高压黄线及周边建筑物的距离关系,为道路方案的选线、方案比选、设计、修改等提供基础。

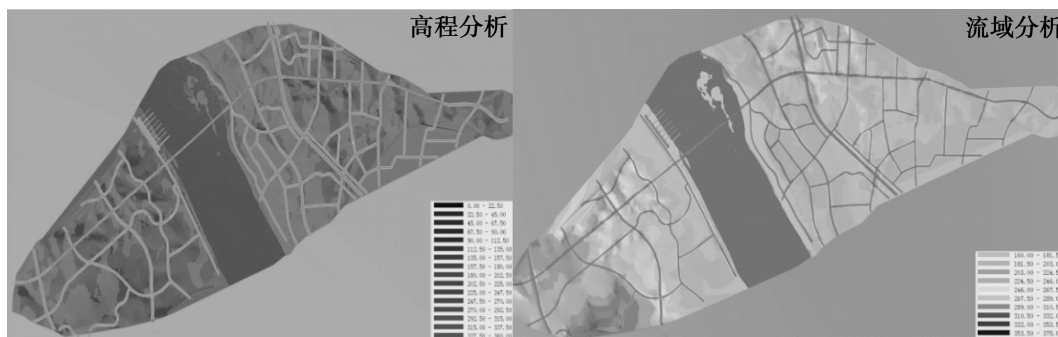


图 3-3 场地分析实例

(一)场地分析工作流程宜符合下列要求:

1、数据收集。收集的数据包括电子版地形图(宜包含周边地形、建筑、道路等信息模型)、周边环境图纸、周边重要构筑物建筑总平面图、场地信息、现场相关图片以及现状管线模型等。

2、场地建模。根据收集的数据进行周边环境建模、构筑物主体轮廓和附属设施建模;

3、校验模型的完整性、准确性;

4、场地模型整合。整合生成的多个模型,标注市政道路项目构筑物主体、出入口、地面建筑部分与红线、绿线、河道蓝线、高压黄线及周边建筑物的距

离,结合地形地质模型,对高程、坡度坡向、流域等进行分析。

5、场地分析与设计方案模型调整。根据场地分析结果,评估方案的可行性,判断是否需要调整设计方案,场地模拟分析、设计方案调整是一个需要反复推敲的过程,直到最终确定工程方案。

6、生成场地现状仿真视频等场地分析成果,并与场地现状仿真模型交付给建设单位。



图 3-4 场地分析流程图

(二)场地分析成果宜包括市政道路项目的场地模型、场地分析展示视频。

### 三、设计校核

在市政工程信息模型中,应利用 BIM 的可视化、信息化特点,对设计阶段的道路模型进行设计校核。同时,由于 BIM 模型是工程生命周期中各相关方共享的工程信息资源,也是各相关方在不同阶段制定决策的重要依据。采用 BIM 技术后,模型所承载的信息量更丰富,逻辑性与关联性更强。因此,除了设计层面的校核以外,对模型也应考虑进行检查校核。

(一)设计校核工作宜符合下列要求:

#### 1、收集数据

收集数据并保证数据的可靠性,数据包括道路设计模型,如有必要,对模型进行整合。

#### 2、模型完整性校核

指道路模型中所应包含的模型、构件等内容是否完整,道路模型所包含的内容及深度是否符合交付等级要求。

#### 3、建模规范性校核

指道路模型是否符合建模规范,如建模方法是否合理,模型构件及参数间的关联性是否正确,模型构件间的空间关系是否正确,语义属性信息是否完整,交付格式及版本是否正确等。

#### 4、设计指标、规范校核

指道路模型中的具体设计内容,结合国家和行业主管部门有关道路设计规范及合同要求、同时利用三维可视化、信息化优势,对模型进行校核,以保证设计的规范性合理性、模型的规范性与可交付性。

校核内容包括但不限于以下几点：

(1)设计参数校核,与二维设计相似,同样需要对道路设计参数进行校核检查,如平、纵、横等设计参数,挡土墙等构筑物设计参数。

(2)视距校核,若道路两侧地形对视距有影响,则需要对两侧地形进行改造以满足视距要求。利用三维信息模型的可视化特点则能模拟车行视角中的视距区域,校核是否有影响视距的建筑或地形等不利因素,并进行相应调整设计,或通过路标等方式进行改善。

(3)线形组合合理性校核,包括平面线形组合、纵断面线形组合、平纵线形组合,二维设计中的线形组合通常通过满足规范要求来保证其合理性,如平纵组合需满足“平包竖”等要求,但在市政道路信息模型中,通过三维可视化,可直接模拟校核行车过程中是否出现“驼峰”“暗凹”“浪形”等不利的视觉现象。

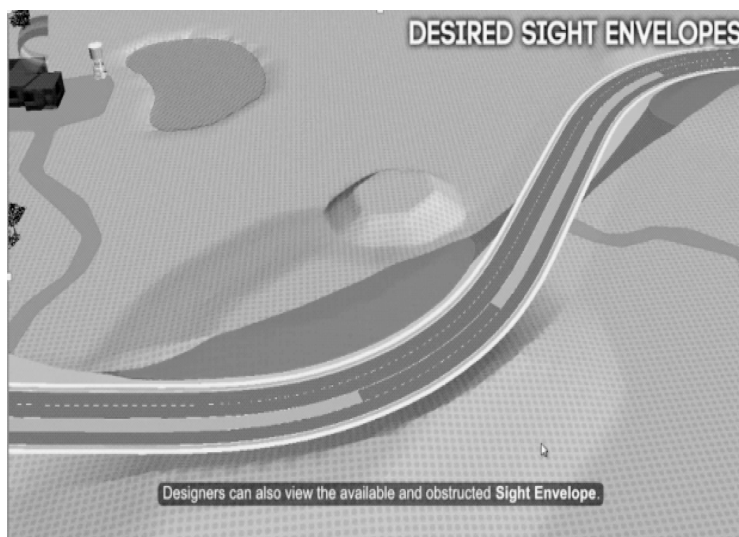


图 3-5 视距检查

(4)模型及构件的几何信息与非几何信息校核,如模型及构件的几何尺寸、空间位置、类型规格等是否符合合同及规范要求。

(5)碰撞检查,应用三维模型,可以检查道路与周边构筑物及其它专业构件(如管网等)间的碰撞,检查类型分为硬碰撞与间隙碰撞,硬碰撞是对于检测两个几何图形间的实际交叉碰撞,而间隙碰撞用于检测制定的几何图形需与另一几何图形具有特定距离,如净距、净空等。通过碰撞检查,可减少了返工和重建,并最大程度减少工程量,更加经济和高效。以净空检查为例,可以快速准确地测算出道路与相交道路、铁路或高压线等其它构筑物间的净空大小,以判断是否满足规范要求,并判断在满足最小净空的前提下是否有优化空间,

为设计优化提供可靠依据,最大程度地减小工程量。碰撞检查是一个反复的过程,需要不断检查校核→调整→检查,直到最后满足设计与施工要求。

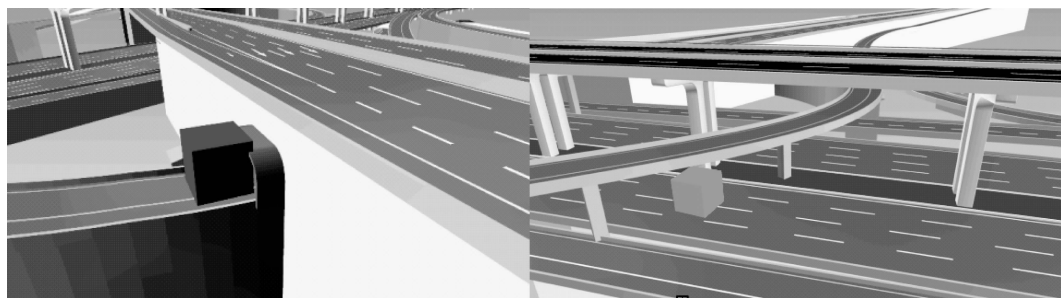


图 3-6 碰撞检查——净空检查

(6)构筑物平面、立面、剖面检查,对整合后的模型进行,产生平面、立面、剖面视图,并检查三者的关系是否统一,修正相应模型的错误,直到三者的关系统一准确。

设计、规范方面的校核较为繁杂,设计人员应在熟悉规范的基础上,充分利用建筑信息模型的优势,对设计模型进行校核,以减少返工与重建,保证道路设计的科学合理性。

#### 5、模型协调性校核

指模型及构件是否具有良好的协调关系,如专业内部及专业间模型是否存在直接的冲突,安全空间、操作空间是否合理等。这需要与其它专业协同合作,以避免冲突。

6、按照统一的命名规则命名文件,保存修改后的整合模型文件与各类构件。



图 3-7 设计校核流程图

(二)设计校核成果宜包括修改后的道路模型,并在模型中标注出最不利位置及校核数据及设计参数表。

#### 四、辅助出图

道路辅助出图以剖切道路专业三维设计模型为主,二维绘图标识为辅,局部借助三维透视图和轴测图的方式表达各设计阶段的需求。考虑到目前 BIM 应用的普及性仍不如二维设计,为了后续施工等方便性,仍需进行二维图纸出图;同时可减少二维设计的平面、立面、剖面的不一致性问题;并尽量消除与其



它专业设计表达的信息不对称;且为后续设计交底、深化设计提供依据。

根据需要通过道路模型生成或更新所需的二维视图,如平立剖图等,应满足相应阶段规定、符合行业习惯的设计图纸。

(一)辅助出图工作流程宜符合下列要求:

1、收集数据,主要包括相应设计阶段的道路模型,并确保数据的准确性。

2、校审模型的合规性,并把其它专业提出的设计条件反映到模型上,进行模型调整和修改。

3、通过剖切模型创建相关的施工图:平面图、纵断面图、横断面图、结构图、局部放大图等,保持图纸间、图纸与道路模型间的数据关联性,达到二维图纸交付内容要求。

4、对于最终的交付图纸,可将视图导在二维环境中进行图面处理,辅助二维标识和标注,使之满足相应设计阶段的设计深度。对于局部复杂空间,宜增加三维透视图和轴测图辅助表达。部分设计阶段中,有些不作为 BIM 交付物的局部详图,可在二维环境中直接绘制。

5、复核图纸,确保图纸的准确性。



图 3-8 辅助出图流程图

(二)辅助出图工作成果包括符合相应模型深度和构建要求的道路模型,满足规范要求与行业习惯的相应阶段图纸深度要求的二维图纸。

## 五、设计工程量统计

在市政道路模型中,根据道路信息模型的几何数据和非几何数据计算,获得的准确的工程量统计,满足项目全寿命期的各阶段造价编制过程中的算量需求,以用于前期设计过程中的成本估算、在业主预算范围内不同设计方案的探索或者不同设计方案建造成本的比较,以及施工开始前的工程量预算和施工完成后的工程量决算。另外,根据项目招标分项表,提供满足招标要求的土建、机电、装修工程量辅助统计。

(一)道路工程设计工程量计算与复核的工作流程宜符合下列要求:

1、数据收集。收集的数据包括投资监理提供的分部分项工程量清单与计价表以及各专业施工图设计阶段交付模型;

2、调整市政道路信息模型的几何数据和非几何数据。根据分部分项工程

量清单与计价表,调整土建、管线等模型的几何数据和非几何数据;

3、校验模型的完整性、准确性;

4、生成工程量统计模型并转换成算量软件专用格式文件,提交给投资监理单位;

5、投资监理单位接收 BIM 实施单位提交的算量软件专业格式文件,并导入算量软件,生成算量模型;

6、生成 BIM 工程量清单。投资监理单位从算量模型中生成符合工程要求的工程量清单,并复核投资监理计算的工程量清单。

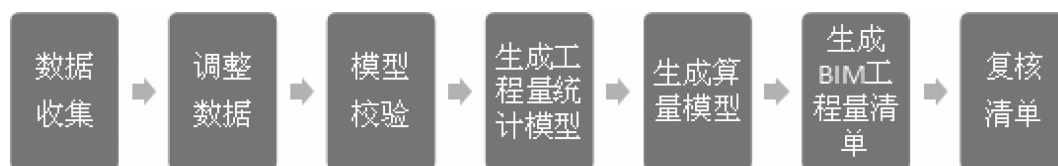


图 3-9 设计工程量流程图

(二)工程量计算与复核的成果宜满足下列要求:

- 1、计算模型生成的各种经济技术指标宜用于项目前期的投资估算;
- 2、能导入各阶段三维模型文件,并结合规范及各地的概预算定额,计算相应的工程量、编制设计概算书、招标工程量清单、招标控制价等;
- 3、能支持不同阶段的造价对比分析;
- 4、能够计算或手工输入设计信息模型未涉及的项目信息,如土石方施工方案、安全文明防护措施等;
- 5、能够记录并统计分析已完成工程量、设计变更、现场签证等信息。

## 六、道路工程案例——快速路六纵线南段工程

### (一)案例工程项目概况

快速路六纵线南段工程位于南岸茶园新区,本项目不仅是主城区规划“七横七纵一环多联络”快速路网体系重要组成部分,也是我市最新研究的内环高架“千亿工程”首段开工项目。道路全长 6.5km,南起于四横线茶园立交,北至三横线峡口立交,包含四座互通立交,道路主线采用国内首创的双层快速设计,地面层为快速路六纵线,设计车速 80km/h,双向 8 车道;高架层为内环高架,设计车速 100km/h,双向 6 车道,总投资约 65 亿。



图 3-10 快速路六纵线南段工程 BIM 模型总图

## (二) BIM 应用目标：

1、辅助决策：本项目由于与内环高架共线，规划方案阶段针对高架方案与平拓方案，业主和各行政主管部门对于两套技术方案持不同意见，因此针对项目特点与重要性，借助 BIM 可视化功能，模拟与实景相当的效果动画，同深度比较不同方案，为业主决策提供依据；

2、三维设计：全过程实现动态设计、参数化设计、三维设计，并参数化构建道路部件、桥梁构件库；

3、深度应用：实现基于 BIM 的工程量自动统计、图纸深化、碰撞检测等基本应用，并深度挖掘视距分析、日照分析等应用；

4、协同设计：道路、桥梁、交通、排水、管网、景观等各专业协同合作，保证模型的完整性、合理性、专业性，并减少专业间冲突，提高工作效率；

5、规范流程：从命名、模型命名、各类设置到建模规范流程，并逐步形成一套院级 BIM 设计标准化流程与方法。

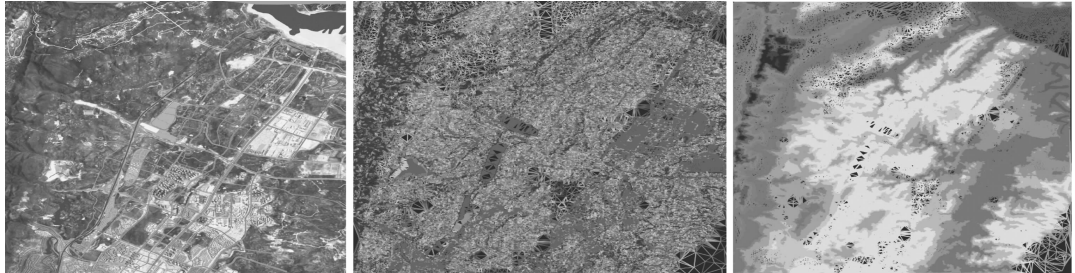
## (三) BIM 应用平台

通过前期调研、咨询与学习，本工程决定使用以 Autodesk 基础设施软件套包为应用平台进行 BIM 设计。主要用到的 BIM 软件及其应用点如下：

- 1、AutoCAD Raster design；
- 2、AutoCAD Civil3D；
- 3、Autodesk Revit；
- 4、Autodesk InRoads 360；
- 5、Autodesk Navisworks。

## (四) 成果展示

1、数字地形模型与地势分析:应用 Civil3D 软件基于传统二维地形数据建立三维数字地形模型,并基于数字地形模型进行设计前期相关的高程分析、流域分析、坡度分析等分析工作。



高程表				高程表				高程表			
编号	最小高程	最大高程	面积	编号	最小高程	最大高程	面积	编号	最小高程	最大高程	面积
1	118.00	138.00	223365.77	11	318.00	338.00	3417392.28	21	518.00	538.00	1303183.84
2	138.00	158.00	976107.38	12	338.00	358.00	2726550.61	22	538.00	558.00	760221.50
3	158.00	178.00	1618097.94	13	358.00	378.00	1796408.30	23	558.00	578.00	634556.65
4	178.00	198.00	2761262.84	14	378.00	398.00	1170382.96	24	578.00	598.00	395389.04
5	198.00	218.00	6082339.83	15	398.00	418.00	1120429.13	25	598.00	618.00	225369.71
6	218.00	238.00	7942107.39	16	418.00	438.00	1084459.59	26	618.00	638.00	66857.74
7	238.00	258.00	7608837.96	17	438.00	458.00	1596675.07	27	638.00	658.00	31783.68
8	258.00	278.00	8874520.94	18	458.00	478.00	1474641.46	28	658.00	678.00	12173.06
9	278.00	298.00	7363771.92	19	478.00	498.00	1502749.69	29	678.00	698.00	65.06
10	298.00	318.00	4839962.24	20	498.00	518.00	1484511.95				

图 3-11 数字地形模型与地势分析示例

## 2、参数化构件:

①应用 Revit 软件建立常用桥梁构件库,构件设置几何参数和非几何参数,为实现桥梁参数化设计奠定基础。

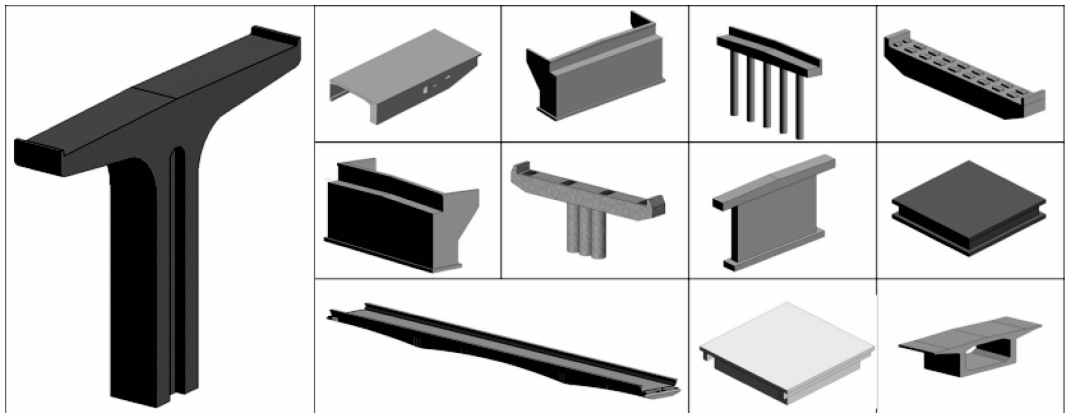


图 3-12 Revit 软件建立常用桥梁构件库

②应用 Civil3D 部件编辑器,对道路常见横断面进行定义(部件):通过定义点、线、面并对每个图元赋予相关的参数和逻辑判断条件的方式可创建 Civil3D 部件,通过参数化部件实现道路模型根据地形及周边情况自动生成。

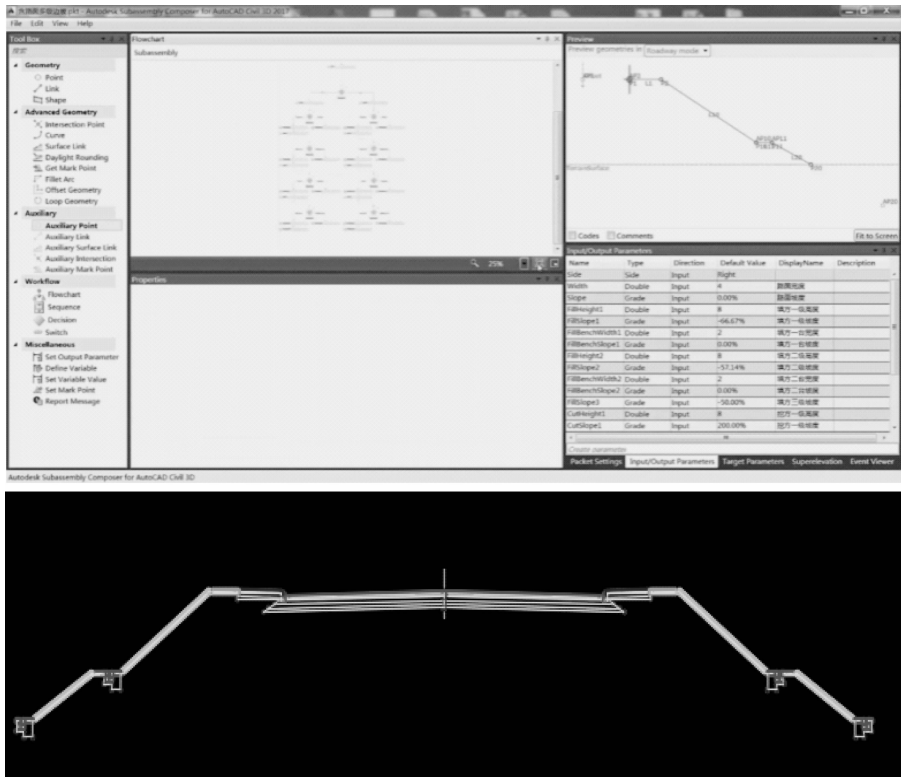


图 3-13 应用 Civil3D 部件编辑器对常见横断面定义

建模过程中,对构件进行清晰、规范、合理的命名,并赋予相应深度所需的信息,对不同材质进行合理规范命名,并赋予所需材质信息。

3、道路概念设计过程可以通过参数控制道路的平面、纵断面实现道路模型的调整;并快速建立桥梁模型。



图 3-14 快速概念设计

4、下图是应用线元法创建复杂的立交平面路线,创建后,根据路线自动生成纵断面图,进行纵断面设计;导入自定义的横断面部件,通过设置水平偏移、纵断面偏移、目标曲面等相关设置后完成道路模型的创建。

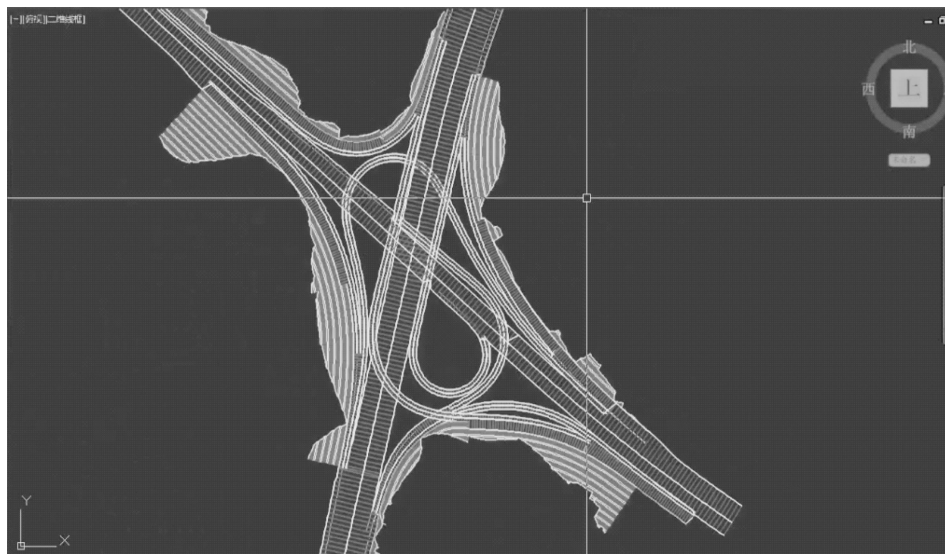


图 3-15 道路模型创建(白沙立交为例)

5、漫游、视频展示:生成的项目漫游视频,左侧为高架方案,右侧为平拓方案,对比直接,为业主决策提供直接有效的依据。

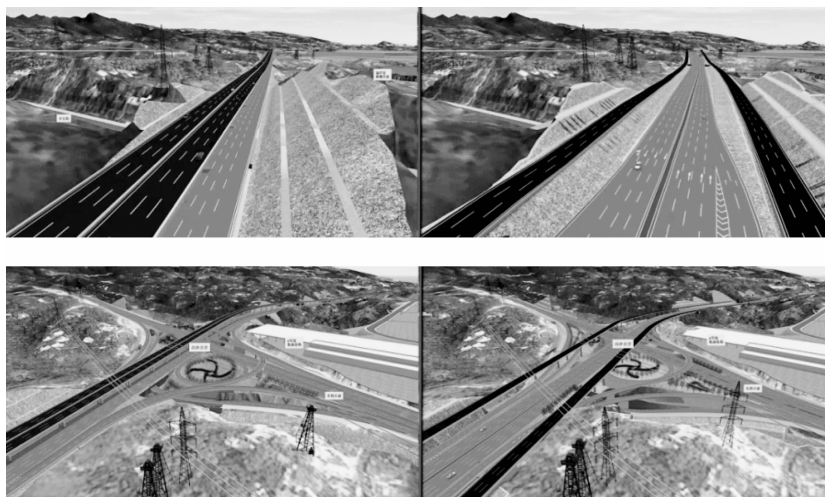


图 3-16 漫游视频截图

6、工程量统计:通过 BIM 模型精确统计工程量;包括应用 Civil3D 软件完成道路土方量统计及材料统计工作;应用 Revit 软件完成桥梁、结构相关的工程量统计。

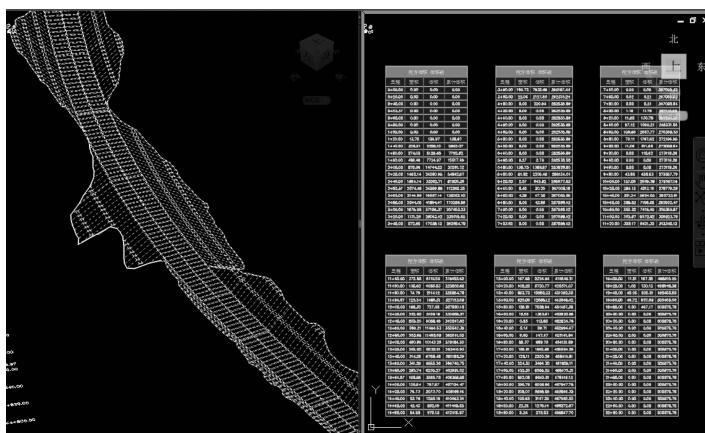


图 3-17 土方量统计

7、碰撞检查(净高分析):模型中使用 4.5m 体块模拟车辆通行,验证立交纵断面高程合理性。当模拟车辆无法通过时将自动变为红色,有助于我们对设计进行进一步的调整优化。

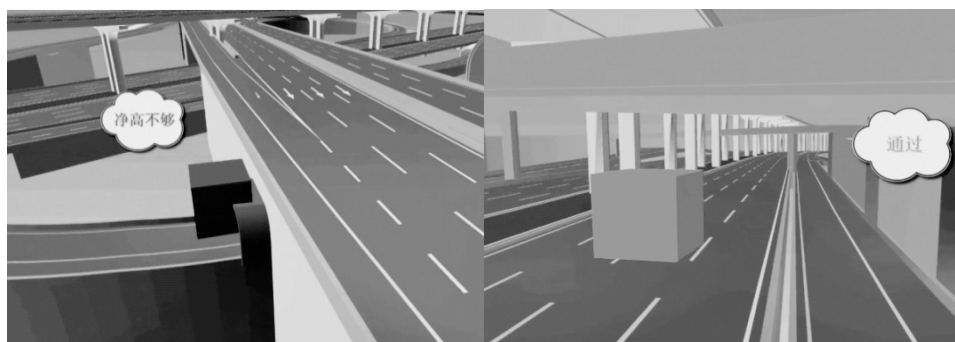


图 3-18 立交净高分析

8、施工模拟:应用,根据项目实施计划,在 3D 模型基础上,对模型赋予时间维度,形成 4D 施工模拟,以便控制后续施工过程。

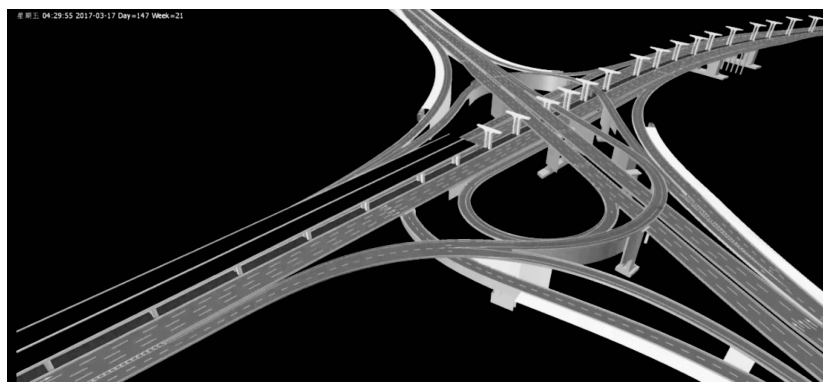


图 3-19 施工顺序与进度模拟

9、交通流量分析模拟:结合 Autodesk 云计算功能,对复杂区域,进行交通流量模拟,以验证设计合理性。



图 3-20 交通流量分析模拟示意图

10、视距分析:在道路设计方案前期进行视距分析,找到视距不利点,并对设计路线及纵断面进行调整。图中黄色部分为视距不利地段,通过分析—调整—分析的循环,可以确保设计成果无视距不利情况出现。



图 3-21 视距分析成果

11、日照分析:由于本工程涉及高架桥,日照对项目景观影响较大,因此项目进行了日照分析,为方案设计提供指导,预判在日照最差季节高架桥对地面层光照情况的影响。应用 infraworks 360 对高架和立交部位进行光照分析,对项目建成后的光照情况进行预判。





图 3-22 日照分析成果

### (五) BIM 应用总结

本次 BIM 设计体现出极大的应用价值,主要体现在以下四个方面:

1、可视化:本项目关注度高,影响深远,通过 BIM 可视化功能,设计效果一目了然,不仅辅助方案决策,且便于向广大市民展示建成后真实效果。

2、协调性:项目沿线建设条件复杂,通过 BIM 平台的精确整合,实现多专业的协同化设计,保障专业间的一致性,提高了专业沟通的效率和准确度。

3、工作效率:本项目含 4 座大型互通立交桥,通过采用 BIM 技术贯穿工程全生命周期,极大的提高生产效率,节省工程投资。

4、设计质量:通过 BIM 创建一致且质量更高的三维模型与设计文档,加强对项目成果的把控,提高管理水平,形成一整套较为完备的院级 BIM 设计流程。

## 七、道路工程案例——尹朝社周边道路工程设计 BIM 应用

### 一、项目概况

尹朝社周边道路工程位于九龙坡区,由陈家坪立交、大公馆立交、石坪桥立交和五台山立交围合而成。项目共含 3 条次干路、1 条支路,以服务功能为主,道路总长约 3km,主要构筑物为龙腾大道上跨桥,桥长 113m。



图 3-23 现状示意图

本项目在 BIM 应用中体现了两大特色：BIM 技术融合本院自主研发的集景—岩土工程勘察三维信息管理系统和集景三维数字城市平台，可真实反应建设场地三维地质概况以及与周边城市环境的关系。

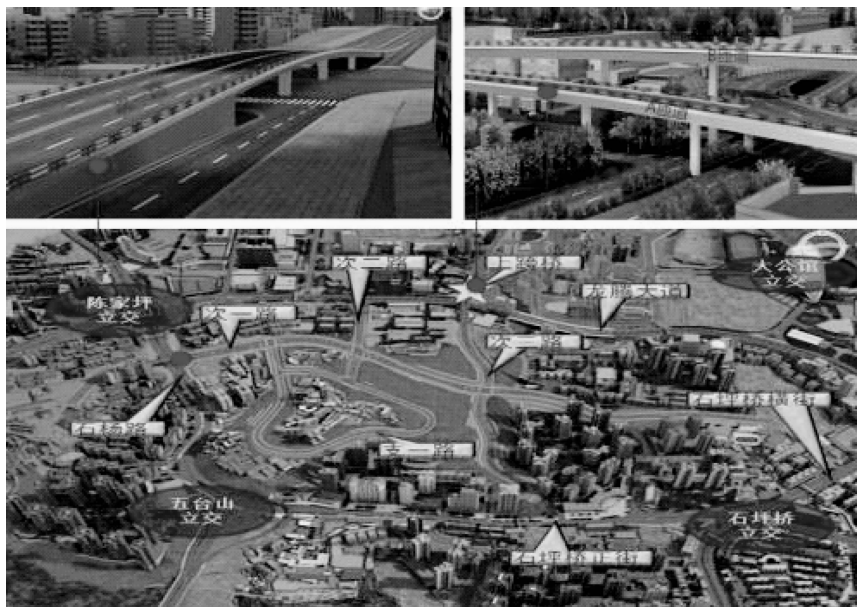


图 3-24 建成后模型图

在 BIM 真实数据环境中，结合现状地形，采用高地高用、低地低用的原则对规划方案进行优化，优化后的方案既能满足地块的出行需求，又能充分体现山地城市的特色，具有三大特点：

- 1、高台地地块坡度由 8% 降低至 1.8%，利于开发高品质住宅区；
- 2、挖方小，对山体破坏小，与环境相协调，对居民生活和出行影响小；
- 3、总挖方减少 57 万方，总投资节约 8170 万元。

本项目在 BIM 应用中的创新点如下：

- 1、实现了 BIM 模型与集景平台间的交互；
- 2、运用 BIM 直观反应地质情况以及地形高差关系，实时优化方案；
- 3、自动模拟拆迁方案；
- 4、自动碰撞检测并可视化，实时优化方案。
- 5、模拟真实驾驶环境，检测道路性能是否合理。
- 6、模拟暴雨下道路排水能力。
- 7、模拟施工工序，准确指导施工。



图 3-25 三维地质模型图

## 第二节 给水、排水工程

### 一、设计方案比选

在市政工程信息模型中,利用可视化特性可从整体上对给排水专业各系统进行理解和把控,同时还能对多套给水、排水方案进行可量化比选,并根据比选结果,方便、快捷的实时动态调整给水、排水方案,从而保证信息传递过程中的完整性与统一。

(一)比选主要包括:

- 1、方案模型是否包括完整的设计信息,是否准确表达了设计意图;
- 2、对方案信息模型各项指标(包括可行性、功能性、美观性和经济性等)进行比较比选,确定最优的设计方案及模型。

(二)主要成果包括:

- 1、方案比选报告;
- 2、方案信息模型。

### 二、设计校核

通过信息模型,可对设计图纸与模型进行可视化校核,保证二维图纸与信息模型在深度和表达上的一致性。

(一)设计校核的主要内容应包括:

- 1、是否根据二维设计图纸准确建立相应阶段的 BIM 模型;
- 2、通过信息模型检查相应专业表达是否准确,完备;
- 3、检查并确保各专业模型中平立剖的视图表达的统一性;
- 4、模型中的平立剖视图上添加的关联标注深度是否与二维设计深度保持

一致。

(二)设计校核成果应包括:

1、完善后的给排水工程信息模型(在模型中标注出需要修改的位置及相应的设计参数);

2、设计校核优化报告(需提出变更方案)

### 三、三维管网综合

在市政工程信息模型中,对管网进行综合调整,可消除传统设计中存在的“错漏碰缺”。从而有利于设计师进行设计变更和完善,保证设计图纸的质量。

(一)三维管线综合的主要内容应包括:

1、整合建筑、结构、机电各专业模型,形成用于管线综合的汇总模型;

2、设定管线综合的基本原则,借助计算机的辅助功能,检查并发现信息模型中的冲突问题、净高问题等。

(二)三维管线综合的主要工作成果应包括:

1、优化后的各专业模型及汇总模型;

2、碰撞分析报告及优化建议书;

3、净高分析报告及优化建议书。

### 四、辅助出图

在施工图设计阶段,辅助施工图设计是以剖切三维设计模型为主,二维绘图标识为辅,同时局部借助三维透视图和轴测图的方式来进行。其主要目的是减少传统二维设计的平立剖不一致的问题,尽量消除各专业、系统间设计表达的信息不对称问题,为后续设计交底、施工阶段深化设计提供依据。

(一)辅助出图的主要工作内容应包括:

1、明确并制定 BIM 模型出图标准及相应的表达方式;

2、通过二维剖切或者二维为主、三维辅助表达的方式导出施工图,包括平立剖图、大样图、局部放大图等。二维施工图应添加相应的标识和标注,使之满足国家规定的施工图设计深度,对于局部复杂空间,宜增加三维透视图和轴测图辅助表达。

(二)辅助出图的主要工作成果应包括:

1、施工图模型;

2、通过三维模型出具的施工图纸(平立剖及大样);

3、重点复杂部位的三维视图(二维图及轴测图)。

### 五、设计工程量统计

在市政工程信息模型中,可根据模型统计设计各阶段的工程量,不同阶段采用不同的计量、计价依据,并体现不同的造价管理与成本控制目标。其目的在于从施工 BIM 模型获取各子项的工程量清单以及项目特征信息,提高各阶段工程造价计算的效率与准确性。

(一)工程量统计的主要工作内容应包括:

1、各阶段信息模型应加入构件参数化信息、构件项目特征及相关描述信息,完善信息模型中的成本信息;

2、利用相关 BIM 软件进行各阶段工程量信息的提取,将其作为建筑工程招投标时编制工程量清单与招标控制价格的依据,同时,从模型中获取的工程量信息应满足合同约定的计量、计价规范要求;

3、建设单位可利用三维模型实现动态成本的监控与管理,并实现目标成本与结算工作的前置。

(二)工程量统计的主要成果应包括:

1、符合工程量统计深度的信息模型;

2、工程量清单。

## 六、给水、排水工程案例

(一)绘制市政给排水工程信息模型

根据施工图设计图纸(平立剖及大样图)绘制各类型管道、设备及其他构件,将污水处理池内部各管道准确的反映出来,并通过三维透视图的方式将其剖切展现,直观地展示污水处理流程。

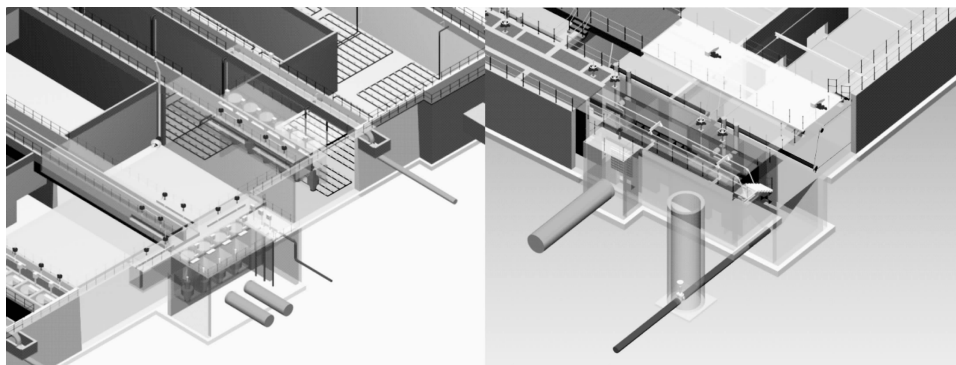


图 3-26 给排水三维图

(二)仿真模拟应用

通过管道模型进行仿真模拟,得出管道内污水流速与流量数据,为调节阀开合度提供依据。

(三)运维管理及应用

整合全专业模型并集成到相关设备监控平台,实时查询相关设备运行情况,为污水处理过程安全管理提供保障。

## 七、给水、排水工程案例——重庆大足龙岗污水处理厂

### (一)工程概况

大足龙岗污水处理厂位于重庆市大足龙岗片区濑溪河西岸。厂区项目总规模设计 7.5 万吨/日,占地 120 亩。一期工程包括迁建龙岗污水处理厂一期工程和厂外配套管网工程两部分。一期建设规模为 4.5 万吨/日,施工占地面积约 78 亩。



图 3-27 处理厂鸟瞰图

本工程有 22 个主要单体,厂区内管网 3230m,厂区设备数量 16300 多个,2.2 公里厂区道路。配套工程:7844m 管网(其中顶管 6207 米,埋管 1637 米),116 个设备井,8 个顶管工作井。

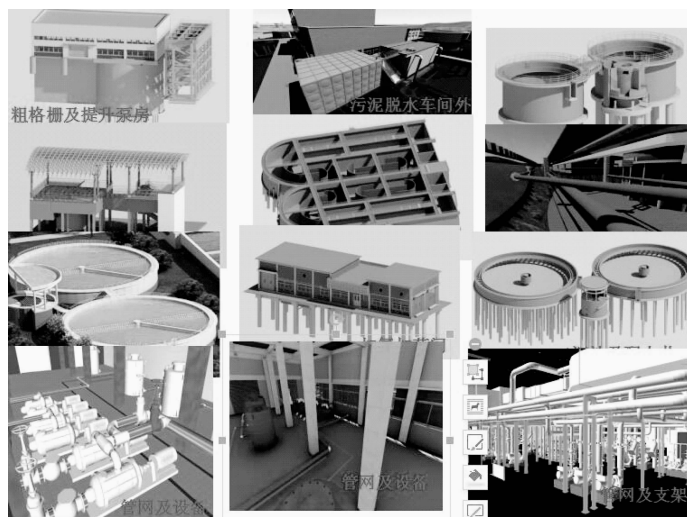


图 3-28 厂区 BIM 模型细节

## (二)工程特点

本工程的构筑物主要是水工构筑物,多为大面积和大方量现浇钢筋混凝土单元组合式异型结构,对防水性能要求很高。每个构筑物中,都有大量工艺管道设备的预埋套管、预埋支吊架和设备基础埋件等,大量的水流通道洞口,溢流堰,滤梁等构筑物,结构形式复杂。

## (三)本项目应用 BIM 技术解决的项目实际问题

本项目采用 BIM 技术解决了污水处理厂整体可视化(工程概况、水处理工艺、总体施工顺序、分项施工顺序)技术交底问题、解决了专项方案(顶管工作井、高大模板、复杂钢筋工程节点)的设计和可视化交底问题、解决了众多专业之间的碰撞问题、解决复杂异型结构(例如氧化沟、二沉池、粗格栅间及提升泵房等)精确算量和成本管控问题、解决了众多单体的总体施工组织问题、解决了管线及支吊架设计、制作和洞口套管预留预埋及管道精确安装问题、解决了项目质量、安全、进度、成本较难管控问题、解决了业主运维阶段易损零件快速检修问题。

## (四)项目应用 BIM 技术的效益和成果

本工程采用 BIM 解决实际问题,工程实体可视化、工程量精确计算、专业碰撞问题解决、大量预留预埋问题解决、管线及支吊架的设计及精确制安带来的直接经济效益巨大;采用 BIM 技术大幅提升人员沟通效率、大幅提升合预成本管理工作效率、提升技术、质量、安全、物料管理水平、缩减工期、施工过程错误明显减少、项目风险控制和成本控制得到明显加强等间接效益显著。工程采用 BIM 技术进行精细化管理,实现节材、节能、环保、公司品牌提升、项目竣工后将提供 BIM 模型给业主方,加快业主后期维护及快速应急抢险抢修,服务市民等综合社会效益突出。项目通过运用 BIM 技术,节省了大量人工、材料和机械成本,实现了项目的精细化管理,经济效益显著,通过经济效益分析,本工程目前已节约 287.6 万元,保守预估总节约费用约为 461 万元,占合同总造价的比例约为 2.7%。

## 八、给水、排水工程案例——蒲吕污水处理厂

蒲吕污水处理厂设计规模为 20000m<sup>3</sup>/d。采用“粗格栅—细格栅/旋流沉砂—调节—混凝反应—初沉—A2/O—二沉—高密度沉淀—滤布滤池过滤”的处理工艺。出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标。本工程建设项目总投资 4312.79 万元。蒲吕污水处理厂的建设,将大大削减污染物的排放量,对保护小安溪河进而保护涪江乃至长江饮用水水源水质,保护三峡

库区的水体质量和生态环境有积极的作用；同时，项目的建设具有明显的社会效益和经济效益，对铜梁工业园全蒲片区及蒲吕组团的发展有积极意义。

BIM 设计使污水厂由传统的 2D 平面图变为更加直观的 3D 可视化模型，业主能够更为简单的了解整个污水处理厂的布置、构造。方便了各方之间的沟通，也便于整体的调整。其次，通过 BIM 技术的碰撞检查功能，可以在施工之前就预先演示一遍，通过对碰撞点或者冲突关系的分析与调整，最大限度的降低返工现象。在 BIM 模式下，各专业可以通过建立基于 BIM 的数据平台，把工程有关的所有数据信息存储在平台中，进行共享。让所有成员能够在同一平台下，运用共通的语言对项目本身进行分析预评估，减少了重复劳作，促进了团队的协作能力。

目前，污水处理厂的 BIM 运用还比较少，相信在以后 BIM 会得到更加广泛的运用。

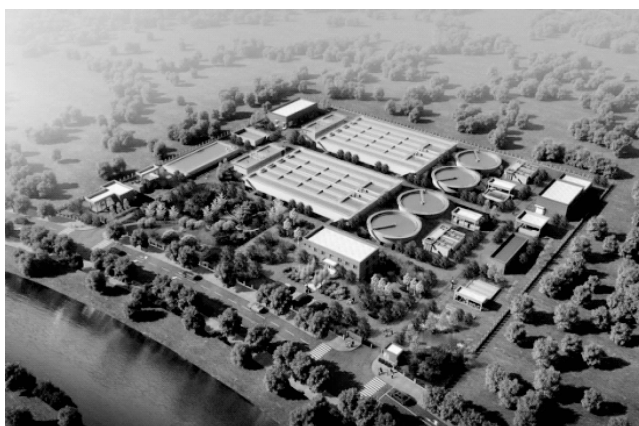


图 3-29 污水处理厂鸟瞰图

### 第三节 桥梁工程

#### 一、设计方案比选

在市政工程信息模型中，结合地理信息系统 (Geographi Information System) 形成多个备选的桥梁设计方案，以便方案的沟通、讨论、决策在可视化的三维场景下进行，实现桥梁设计方案决策的直观和高效。

设计方案比选的工作流程和成果参考本章“第一节道路工程”中第一条的相关内容。

#### 二、设计校核



在建立市政工程信息模型的过程中,可实现对设计阶段图纸的可视化校核,减少错漏碰缺等设计失误,降低施工阶段的工程变更发生率。

设计校核的工作流程和成果参考本章“第一节道路工程”中第三条的相关内容。

### 三、辅助出图

桥梁辅助出图以剖切桥梁专业三维设计模型为主,二维绘图标识为辅,局部借助三维透视图和轴测图的方式表达各设计阶段的需求。考虑到目前 BIM 应用的普及性仍不如二维设计,为了后续施工等方便性,仍需进行二维图纸出图;同时可减少二维设计的平面、立面、剖面的不一致性问题;并尽量消除与其它专业设计表达的信息不对称;且为后续设计交底、深化设计提供依据。

根据需要通过桥梁模型剖切生成或更新所需的二维视图,如平立剖图等,应满足相应阶段规定、符合行业习惯的设计图纸。

辅助出图的工作流程和成果参考本章“第一节道路工程”中第四条的相关内容。

### 四、设计工程量统计

在市政工程信息模型中,各构件具备几何、材料等信息,可根据模型更为准确快速地统计构件的工程量。

设计工程量统计的工作流程和成果参考本章“第一节道路工程”中第四条的相关内容。

### 五、桥梁工程案例——双河口特大桥项目

双河口特大桥位于重庆市开县大进镇翠湖村,大桥横跨 S202 线及东河。设计车速 80 公里/小时,双向 4 车道,路基宽度 25.5 米。推荐方案主桥采用 106+200+106m 连续刚构,两岸引桥采用 40m 跨径先简支后结构连续 T 梁,全桥长 872m,双幅桥全宽 25.5m。全桥工程费约 2.3 亿元。



图 3—30 大桥鸟瞰图

### (一)软件选择

Bentley 的 PowerCivil for China 是一款智能的、所见即所得的土木工程三维信息建模软件,为土木工程和交通运输基础设施专业人员提供了较为完善的草绘功能、建模工具以及设计自动化。它是以道路中心线为基准,桥隧等构筑物依据路线桩号布设。

### (二)设计流程

首先收集项目场址地形,通过导入地形图建立地形模型。道路中心线可以从外部文件导入也可以在 PowerCivil 中直接进行路线设计。

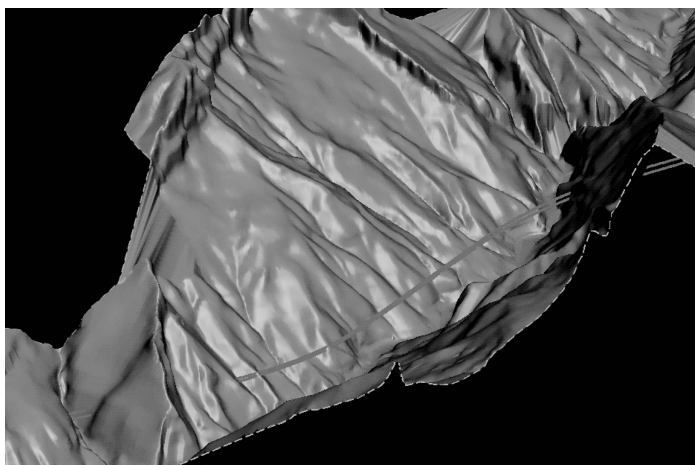


图 3-31 地形及路线模型

依据道路等级、路基宽度、设计荷载等通过修改软件自带的通用图来建立本项目需要的上下部通用构件库。



图 3-32 通用图管理器

再结合地模在纵断面中布设桥梁,根据地形、周边环境等选取合适的桥梁方案。

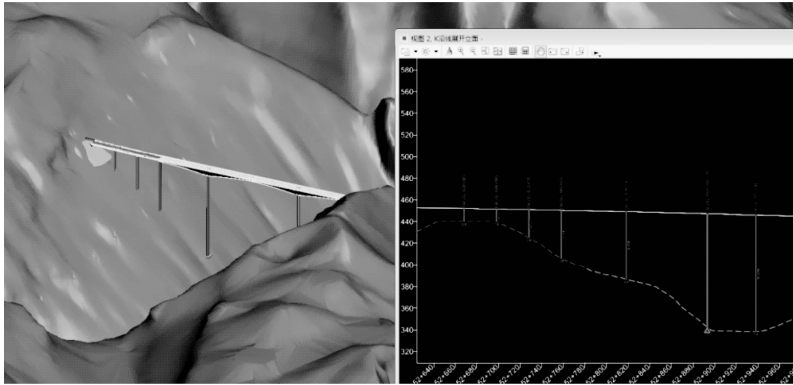


图 3-33 结合地模及纵断面布设桥梁方案

确定桥梁方案后,通过套用构件库模板分别建立上部模型及下部墩台模型。

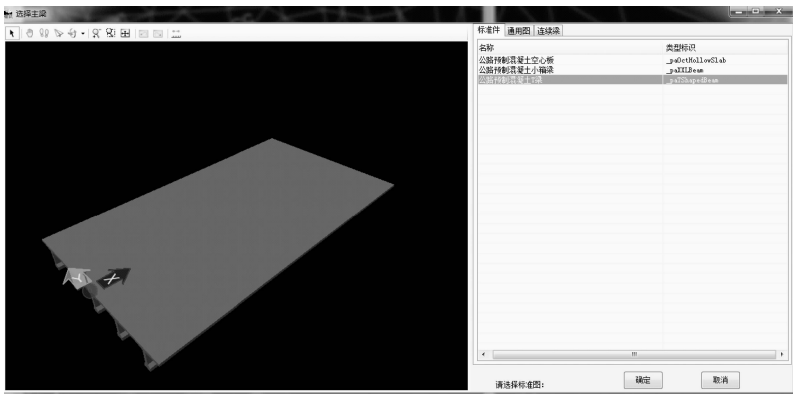


图 3-34 调用上部结构模板

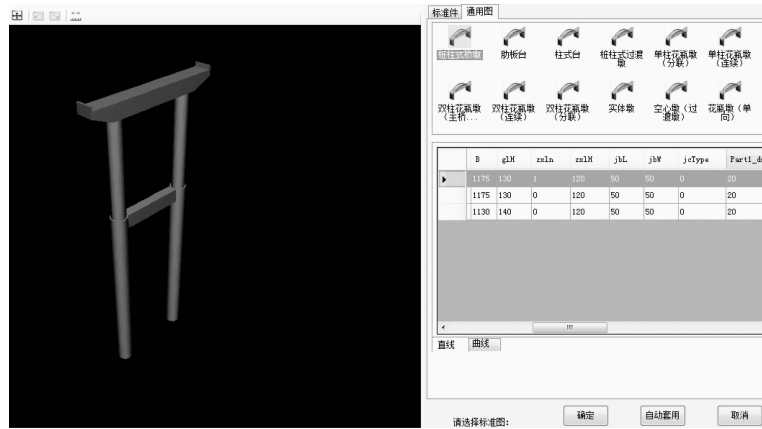


图 3-35 调用下部结构模板

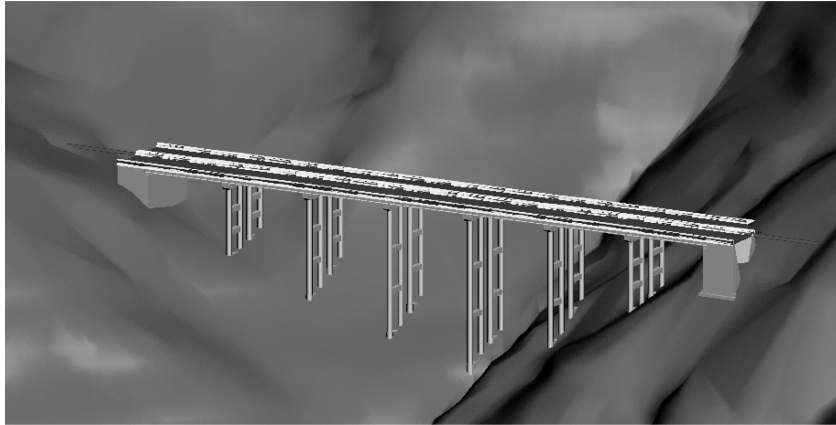


图 3-36 形成常规桥梁模型

对于特殊结构如变高箱梁等,可以通过建立变高箱梁的横断面模板,设置参数,按照设计思路将变高箱梁各参数填入相应表格,再将表格数据导入参数,建立变高箱梁模型。最终行程完整的模型,并导入至后期处理软件进行渲染处理。

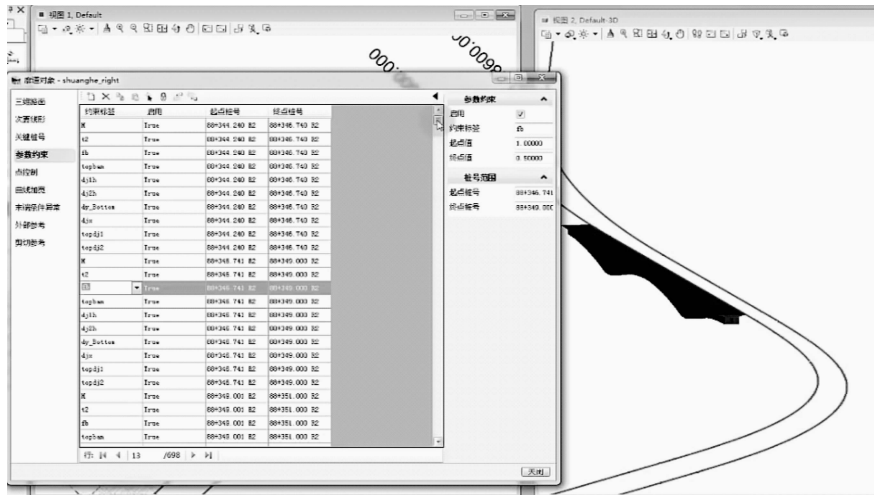


图 3-37 输入参数形成变高箱梁

## 六、桥梁工程案例——太洪长江大桥

太洪长江大桥为重庆南川至两江新区高速公路上的关键控制性工程,在重庆巴南及两江新区辖区的木洞—麻柳嘴—珞碛江段于御林河口附近太洪岗位置跨越长江及渝怀铁路(上下行线),长江上游航道里程桩号约 610km。是重庆市高速公路网规划(2013—2030)“三环十二射七联线”中“五联线”的一段,同时也是国家高速公路网 G69 银川至百色高速公路的组成部分。设计速度 80 公里/小时,双向 6 车道,桥梁标准宽度 32.0 米。

推荐方案主桥采用 808m 悬索桥,两岸引桥采用 40m 和 30m 跨径先简支后结构连续 T 梁与  $2 \times 120\text{mT}$  构,全桥长 1436.0m。全桥工程费约 9 亿元。



图 3-38 大桥鸟瞰图

桥梁 BIM 应用的创新点:

1、桥梁设计应用 Bentley PowerCivil 和 Civil Station Bridge,自定义变高箱梁、T 梁、下部通用结构,脚本化语言自定义参数逻辑实现定制化桥塔参数化建。



图 3-39 参数化构件

2、实施三维复杂构件的精确建模,大量组件在三维空间精细定位组合完整系统。

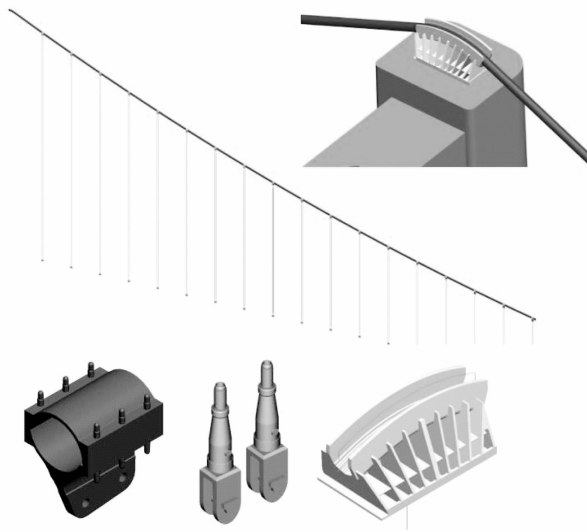


图 3-40 复杂构件的精确模型

3、应用 Microstation 平台与 Tekla 平台数据交换与引用,发挥不同软件平台优势。

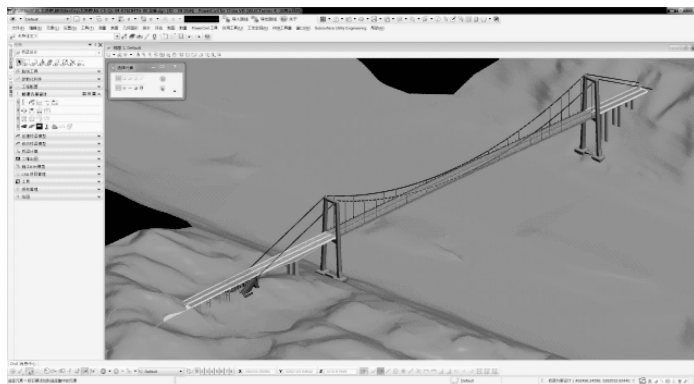


图 3-41 大桥 Microstation 模型

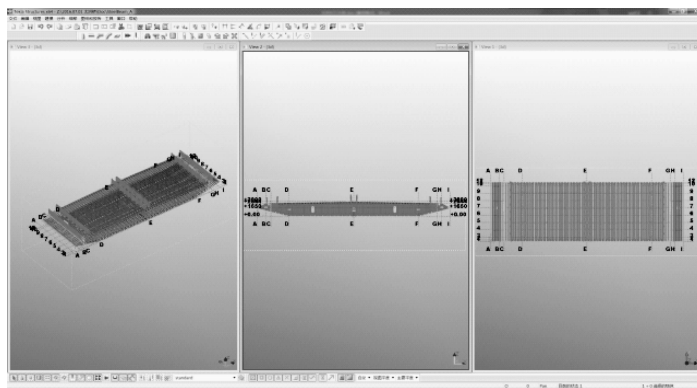


图 3-42 大桥 Tekla 模型

## 第四节 轨道交通工程

### 一、城市轨道交通 BIM 实施近期目标

#### (一) BIM 设计目标

1、工可设计:使用 BIM 进行造型、体量和空间分析,同时进行成本分析等,使得初期方案决策更具有科学性;

2、初步设计:各专业建立 BIM 模型,利用模型信息进行性能分析,进行各种干涉检查,以及进行工程量统计;

3、初步设计成果:各种平面、立面、剖面图纸和统计报表都从 BIM 模型中得到;

4、设计协同:各专业协调,包括设计计划、互提资料、校对审核、版本控制等;

#### (二) 项目级 BIM 应用目标

1、可视化设计:所见即所得,更重要的是通过工具的提升,使设计人员能使用三维的思考方式来完成设计,同时也使业主及最终用户在三维可视化下展现设计方案、阶段性的真实效果图。

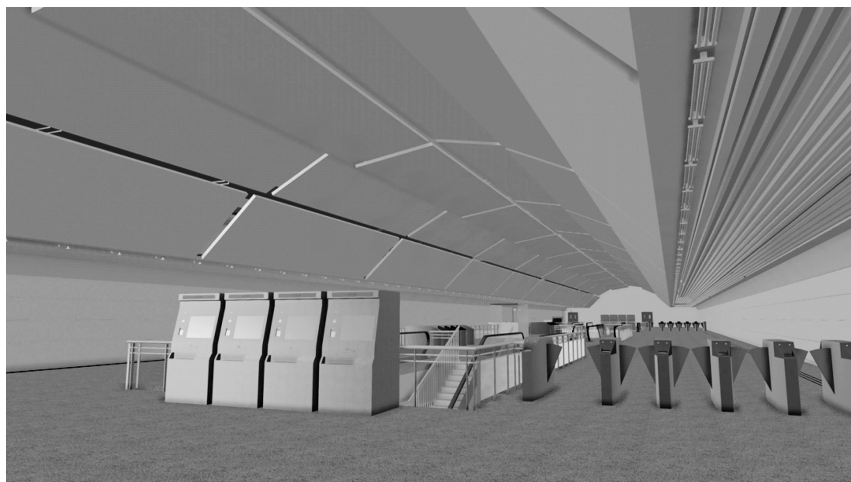


图 3-43 车站模型

2、性能化分析:利用 BIM 技术,设计人员在设计过程中创建的 BIM 模型已经包含了大量的设计信息(几何信息、材料性能、构件属性等),只要将 BIM 模型导入相关的性能化分析软件,就可以得到相应的分析结果,原本需要专业人士花费大量时间输入大量专业数据的过程,如今可以自动完成,这大大降低

了性能化分析的周期,提高了设计质量,同时也使设计企业能够为业主提供更专业的技能和服务。

3、工程量统计:BIM 是一个富含工程信息的数据库,可以真实地提供造价管理需要的工程量信息,借助这些信息,计算机可以快速对各种构件进行统计分析,大大减少了繁琐的人工操作和潜在错误,非常容易实现工程量信息与设计方案的完全一致。通过 BIM 获得的准确的工程量统计可以用于前期设计过程中的成本估算、在业主预算范围内不同设计方案的探索或者不同设计方案建造成本的比较,以及施工开始前的工程量预算和施工完成后的工程量决算。

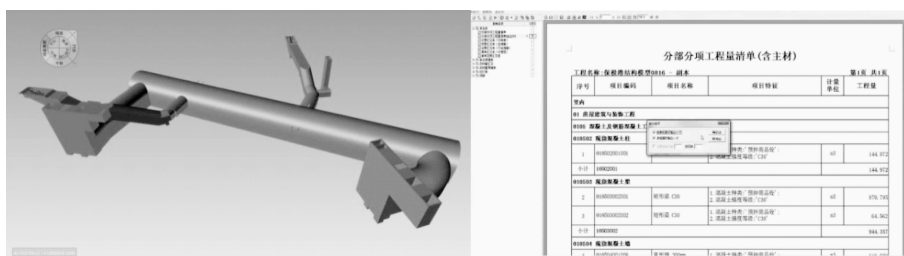


图 3-44 工程量统计

4、管线综合:利用 BIM 技术,通过搭建各专业的 BIM 模型,设计人员能够在虚拟的三维环境下方便地发现设计中的碰撞冲突,从而大大提高了管线综合的设计能力和工作效率。这不仅能及时排除项目施工环节中可以遇到的碰撞和冲突,显著减少由此产生的变更申请单,更大大提高了施工现场的生产效率,降低了由于施工协调造成的成本增长和工期延误。

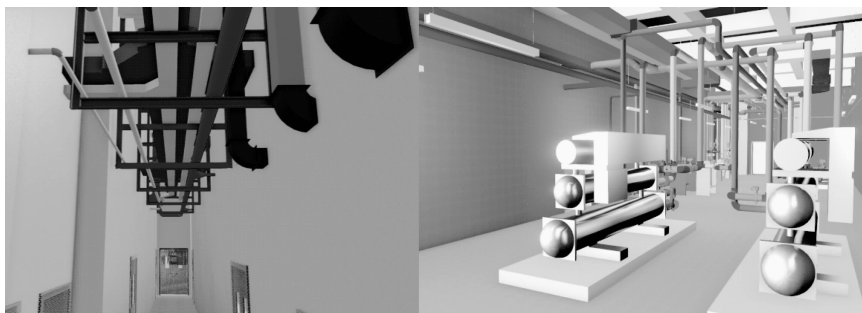


图 3-45 机电模型

5、场地分析:BIM 结合地理信息系统(Geographic Information System,简称 GIS),对场地及拟建的建筑物空间数据进行建模,通过 BIM 及 GIS 软件的强大功能,迅速得出令人信服的分析结果,帮助项目在规划阶段评估场地的使用条件和特点,从而做出新建项目最理想的场地规划、交通流线组织关系、建筑布局等关键决策。



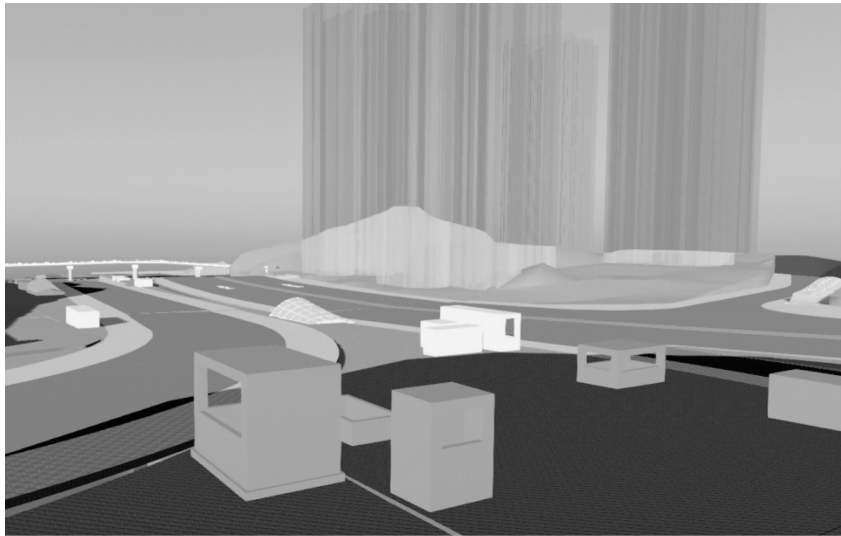


图 3-46 地下车站附属构筑物及场地分析

6、施工进度模拟：将 BIM 模型与施工进度计划相链接，将空间信息与时间信息整合在一个可视的 4D(3D+Time)模型中，可以直观、精确地反映整个轨道交通的施工过程。

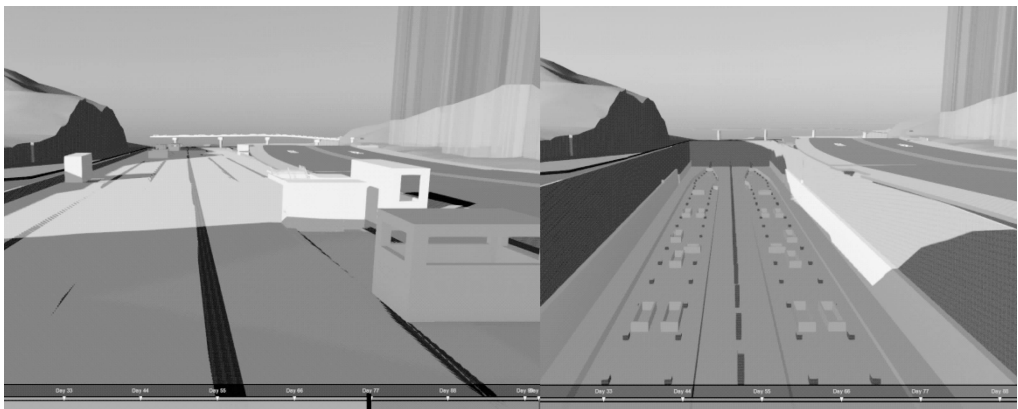


图 3-47 施工模拟

### (三)企业级 BIM 实施目标

1、协同设计：BIM 的出现使协同已经不再是简单的文件参照，BIM 技术为协同设计提供底层支撑，大幅提升协同设计的技术含量，协同的范畴也从单纯的设计阶段扩展到轨道交通建设的全生命周期，需要规划、设计、施工、运营等各方的集体参与，因此具备了更广泛的意义，从而带来综合效益的大幅提升。

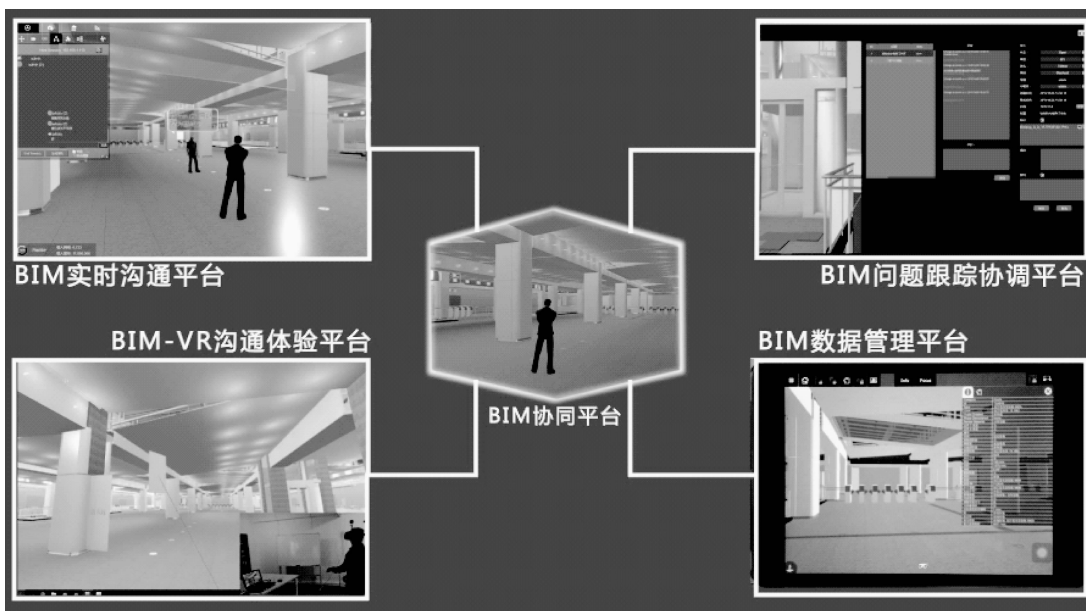


图 3-48 协同平台

2、初设图纸：平、立、剖面初设图纸直接从 BIM 模型中抽取，并添加相应的标注和文字注释就可以完全满足初设的图纸要求深度。而且当相应的方案进行变化时，只需要修改模型，依据模型生成图纸的标注会自动进行更新，节省大量的修改时间。

3、构件库：随着构件库的内容越来越丰富，种类越来越多，在三维设计时只需调用已有的构件，提高三维设计效率。

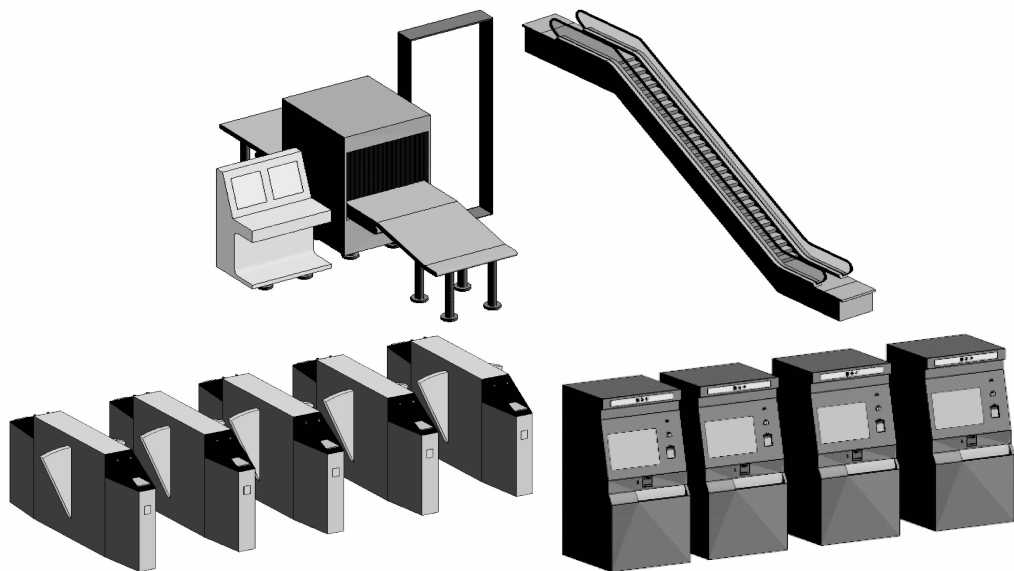


图 3-49 构件族

## 二、BIM 模型交付

### (一)交付总体要求

1、BIM 模型交付应确保其准确性。BIM 模型交付准确性是指模型和模型构件的形状和尺寸以及模型构件之间的位置关系准确无误,相关属性信息也应保证准确性。设计单位在模型交付前应对模型进行检查,确保模型准确反映真实的工程状态;

2、交付的 BIM 模型几何信息和非几何信息应有效传递;

3、交付的 BIM 模型应满足各专业模型等级深度;

4、交付物中 BIM 模型和与之对应的信息表格和相关文件共同表达的内容深度,应符合国家标准中《市政公用工程设计文件编制深度规定(2013 年版)》的要求;

5、交付物中的图纸和信息表格宜由 BIM 模型生成。交付物中的图纸、表格、文档和动画等应尽可能利用 BIM 模型直接生成,充分发挥 BIM 模型在交付过程中的作用和价值;

6、交付物中的信息表格内容应与 BIM 模型中的信息一致。交付物中的各类信息表格,如工程统计表等,应根据 BIM 模型中的信息来生成,并能转化成为通用的文件格式以便后续使用;

7、交付的 BIM 模型建模坐标应与真实工程坐标一致。一些分区模型、构件模型未采用真实工程坐标时,宜采用原点(0,0,0)作为特征点,并在工程使用周期内不得变动;

8、在满足项目需求的前提下,宜采用较低的建模精细度,能满足工程量计算、施工深化等 BIM 应用要求。

### (二)模型检查规则

#### 1、BIM 模型检查

BIM 模型是工程生命周期中各相关方共享的工程信息资源,也是各相关方在不同阶段制定决策的重要依据。因此,模型交付之前,应增加 BIM 模型检查的重要环节,以有效地保证 BIM 模型的交付质量。为了保证模型信息的准确、完整,在发布、使用前对模型的检查必须规范化和制度化。但目前国内还没有建立起 BIM 模型检查的制度和规范,也没有模型检查的有效软件工具和方法,既缺乏有效的模型检查手段,也缺少可行的模型检查标准。这些问题带来的直接结果是,无论设计单位还是业主方,都较难评判 BIM 模型是否达到了质量要求。

目前的模型检查,主要是依靠人工的审查方式对模型的几何及非几何信息进行确认,由于没有模型检查的规范和标准,检查中的错误和遗漏、工作效率低等问题难以避免。在 BIM 应用较普及的国家和地区,已经初步制定了模型检查的规范,相关的模型检查软件也在开发和不断完善中,这为我国 BIM 模型交付的检查提供了有益的参考和借鉴。传统的二维图纸审查重点是图纸的完整性、准确性、合规性,采用 BIM 技术后,模型所承载的信息量更丰富,逻辑性与关联性更强。

2、BIM 模型应从以下几方面检查是否达到交付要求:

(1)模型完整性检查。指 BIM 模型中所应包含的模型、构件等内容是否完整,BIM 模型所包含的内容及深度是否符合交付等级要求;

(2)建模规范性检查。指 BIM 模型是否符合建模规范,如 BIM 模型的建模方法是否合理,模型构件及参数间的关联性是否正确,模型构件间的空间关系是否正确,语义属性信息是否完整,交付格式及版本是否正确等;

(3)设计指标、规范检查。指 BIM 模型中的具体设计内容,设计参数是否符合项目设计要求,是否符合国家和行业主管部门有关建筑设计的规范和条例,如 BIM 模型及构件的几何尺寸、空间位置、类型规格等是否符合合同及规范要求;

(4)模型协调性检查。指 BIM 模型中模型及构件是否具有良好的协调关系,如专业内部及专业间模型是否存在直接的冲突,安全空间、操作空间是否合理等。

(三)方案设计阶段交付

方案设计主要是从工程项目的需求出发,根据项目的设计条件,研究分析满足功能和性能的总体方案,并对项目的总体方案进行初步的评价、优化和确定。

方案设计阶段的 BIM 应用主要是利用 BIM 技术对项目的可行性进行验证,对下一步深化工作进行指定和方案细化。

1、方案设计阶段 BIM 工作内容应包括,建立统一的方案设计 BIM 模型,通过 BIM 模型生成平立剖等用于方案评审的各种二维视图,进行初步的性能分析并进行方案优化,为制作效果图提供模型,也可根据需要快速生成多个方案模型用于比选。

2、方案设计阶段 BIM 交付物应包含如下内容:

(1)BIM 方案设计模型:应提供 BIM 方案模型,模型应经过性能分析及方

案优化,也可提供多个 BIM 方案模型供比选;

(2)场地分析:场地分析的主要目的是利用场地分析软件,建立三维场地模型,在场地规划设计和建筑设计的过程中,提供可视化的模拟分析数据,以作为评估设计方案选项的依据;

(3)性能分析模型及报告:应提供必要的初级性能分析模型及生成的分析报告,对于复杂造型项目,还应进行空间分析、结构力学分析等;

(4)BIM 浏览模型:应提供由 BIM 设计模型创建的带有必要工程数据信息的 BIM 浏览模型。BIM 浏览模型不仅可以满足项目设计校审和项目协调的需要,同时还可以保证原始设计模型的数据安全。浏览模型的查看一般只需安装对应的免费浏览器即可,同时可以在平板电脑、手机等移动设备上快速浏览,实现高效、实时协调;

(5)可视化模型及生成文件:应提交基于 BIM 设计模型的表示真实尺寸的可视化展示模型,及其创建的室外效果图、场景漫游、交互式实时漫游虚拟现实系统、对应的展示视频文件等可视化成果;

(6)由 BIM 模型生成的二维视图:由 BIM 模型直接生成的二维视图,应包括总平面图、各层平面图、主要立面图、主要剖面图、透视图等,保持图纸间、图纸与 BIM 模型间的数据关联性,达到二维图纸交付内容要求。

#### (四)初步设计阶段交付

初步设计阶段是介于方案设计阶段和施工图设计阶段之间的过程,是对方案设计进行细化的阶段。在本阶段,推敲完善 BIM 模型,并配合结构专业建模进行核查设计。应用 BIM 软件对模型进行一致性检查。

1、初步设计阶段 BIM 工作内容应包括,建立各专业的初步设计 BIM 模型,并进行模型综合协调。基于 BIM 模型进行必要的性能分析,完成对工程设计的优化、生成明细表统计、生成各类二维视图。

2、初步设计阶段 BIM 交付物应包含如下内容:

(1)BIM 专业设计模型:应提供经分析优化后的各专业 BIM 初设模型;

(2)BIM 综合协调模型:应提供综合协调模型,重点用于进行专业间的综合协调及完成优化分析;

(3)性能分析模型及报告:应提供性能分析模型及生成的分析报告,并根据需要及业主要求提供其他分析模型及分析报告;

(4)可视化模型及生成文件:应提交基于 BIM 设计模型的表示真实尺寸的可视化展示模型,及其创建的室内外效果图、场景漫游、交互式实时漫游虚拟

现实系统、对应的展示视频文件等可视化成果；

(5)工程量统计表：,精确统计各项常用指标,以辅助进行技术指标测算；

(6)二维视图:应重点由 BIM 模型生成平面图、立面图、剖面图等,并保持图纸间、图纸与 BIM 模型间的数据关联性,达到二维图纸交付内容要求。

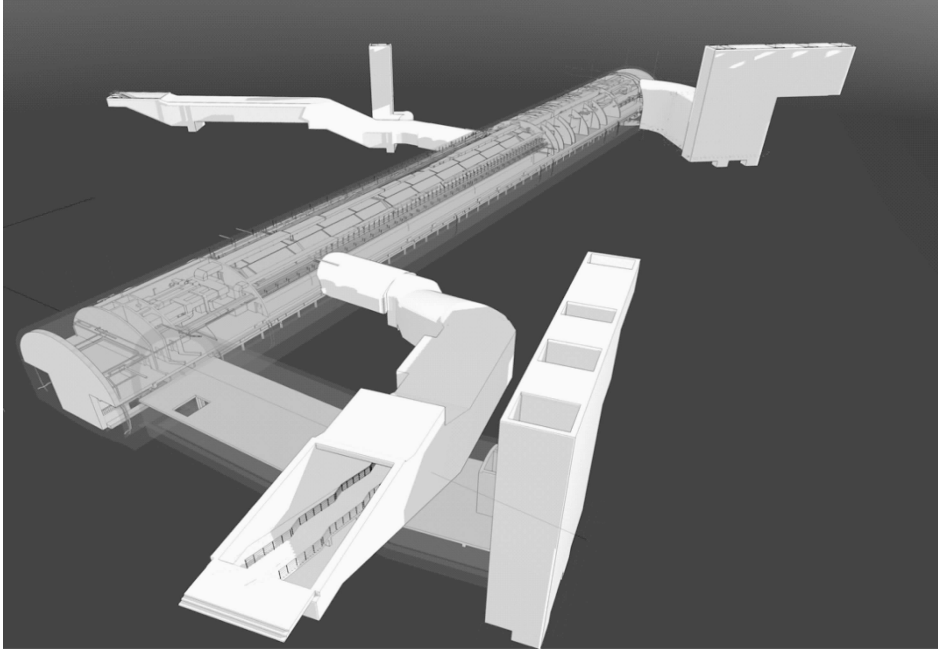


图 3—50 车站整体模型

#### (五)施工图设计阶段交付

施工图设计是项目设计的重要阶段,是设计和施工的桥梁。本阶段主要通过施工图图纸,表达项目的设计意图和设计结果,并作为项目现场施工制作的依据。

1、施工图设计阶段通过 BIM 模型直接生成的二维视图与施工图的现行标准还存在着一定的差距,因此在施工图阶段的 BIM 工作内容主要包括,最终完成各专业的 BIM 模型,基于 BIM 模型完成最终的各类性能分析,建立 BIM 综合模型进行综合协调,根据需要通过 BIM 模型生成二维视图。

2、施工图设计阶段 BIM 交付物应包含以下内容:

(1)专业设计模型:应提供最终的各专业 BIM 模型;

(2)BIM 综合协调模型:应提供综合协调模型,重点用于进行专业间的综合协调,及检查是否存在因为设计错误造成无法施工的情况;

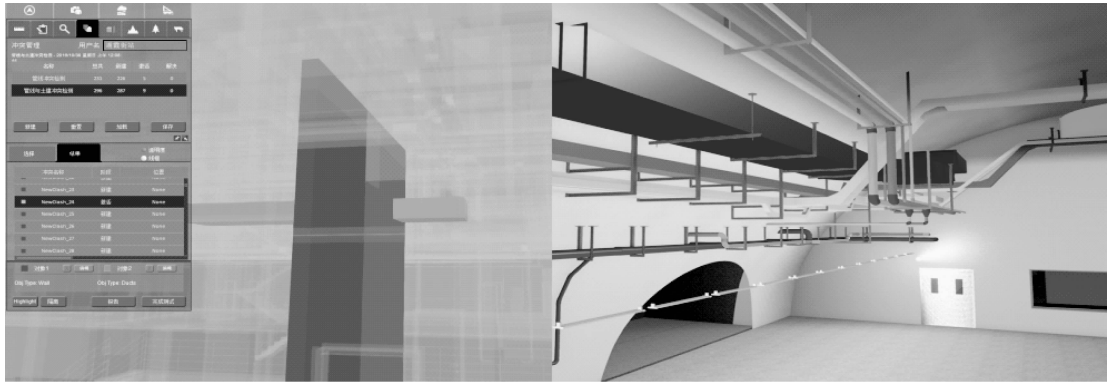


图 3-51 管线碰撞检测



图 3-52 加入支吊架后管线布置深化分析

(3) BIM 浏览模型:与方案设计阶段类似,应提供由 BIM 设计模型创建的带有必要工程数据信息的 BIM 浏览模型;

(4) 性能分析模型及报告:应提供最终性能能量分析模型及生成的分析报告,并根据需要及业主要求提供其他分析模型及分析报告;

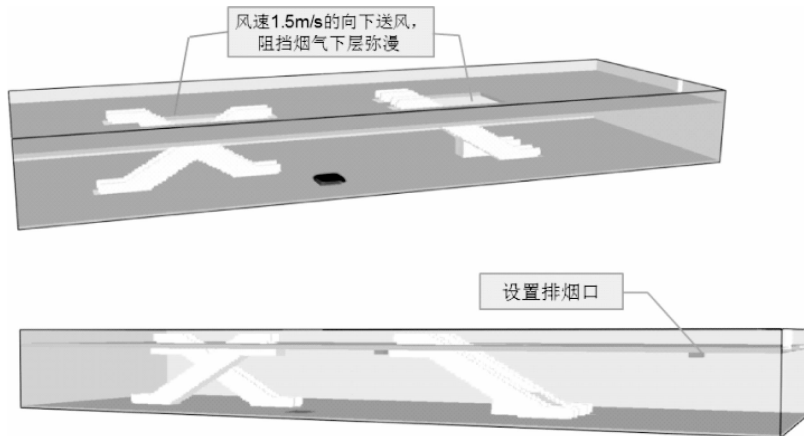


图 3-53 烟气模拟分析

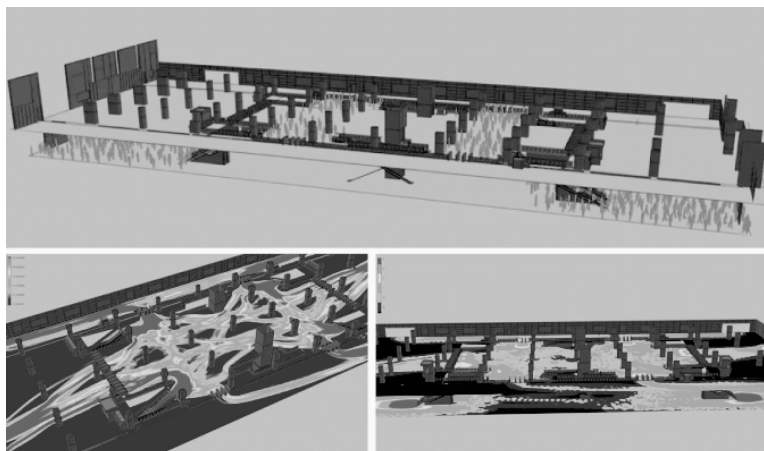


图 3-54 人员疏散分析



图 3-55 监控模拟分析

(5)可视化模型及生成文件:应提交基于 BIM 设计模型的代表真实尺寸的可视化展示模型,及其创建的室内外效果图、场景漫游、交互式实时漫游虚拟现实系统、对应的展示视频文件等可视化成果;

(6)由 BIM 模型生成的二维视图:在经过碰撞检查 and 设计修改,消除了相应错误以后,根据需要通过 BIM 模型生成或更新所需的二维视图,如平立剖面图、综合管线图、综合结构留洞图等。对于最终的交付图纸,可将视图导出到二维环境中再进行图面处理,其中局部详图等可不作为 BIM 的交付物,在二维环境中直接绘制。

#### (六)施工图深化设计阶段交付

施工深化设计的主要目的是提升深化后建筑信息模型的准确性、可校核性。将施工操作规范与施工工艺融入施工作业模型,使施工图满足施工作业



的需求。

1、施工图深化设计阶段 BIM 工作内容应包括,该阶段的 BIM 应用对施工深化设计的准确性、施工方案的虚拟展示、以及预制构件的加工能力等方面起到关键作用。施工单位要结合施工工艺及现场情况将设计模型加以完善,以得到满足施工需求的施工作业模型。

2、施工图深化设计阶段 BIM 交付物应包含以下内容:

(1)施工模型:对设计模型进行深化,满足施工管理要求;

(2)施工方案模拟:在施工模型的基础上附加建造过程、施工顺序等信息,进行施工过程的可视化模拟;

(3)预制构件信息模型:根据厂商产品参数规格,建立构件模型库,替换施工模型原构件,将预制构件模型数据导出,进行编号标注,生成预制加工图及配件表。

### 三、城市轨道交通构件拆分和设计参数

结合重庆市轨道交通的实际建设情况,对构筑物进行拆分。为了达到设计统计要求,对各专业的构件按照类别、子类进行分类。同时确定适用于重庆城市轨道交通项目中各专业的模型元素及参数应符合重庆市《市政工程信息模型设计标准》和重庆市《市政工程信息模型交付标准》。

### 四、设备及管配件命名和信息

轨道交通设施设备应根据其专业属性进行分类,对于非专业类型的设施设备应根据其通用属性进行分类。各设施设备命名和信息应符合重庆市《市政工程信息模型设计标准》和重庆市《市政工程信息模型交付标准》。

### 五、构件和设备库建设

#### (一)构件和设备库建设背景

轨道工程融合建筑、结构、暖通等诸多专业,涉及构件类别多,数量大。目前多是设计院各自建立构件库,这就使得同种构件消耗了多个企业的独立工作。然而该构件细节部分却因为企业时间和软件能力的限制并不完善。针对此种现状,建立一个完善且开放的构件库是减少重复劳动,提高工作效率的有效方法。

#### (二)构件开发原则

1、构件的命名应符合命名规则,参数命名应符合轨道专业用语。

2、构件类别,设计参数应符合轨道设计要求。构件的分类及编码宜在构件属性中体现。

3、构件深度与模型深度对应。设计初期,构件属性可以一般表达。随着轨道设计阶段的深入,构件属性应逐渐具体和准确且应符合各阶段需求。

4、构件模型应赋予材质纹理,以便快速进行模型效果展示。轨道专业涉及构件繁多,针对不同构件可以使用不同的表达效果,以快速区分。

5、构件参数应在满足设计需求的前提下,宜尽量精简。

6、构件属性的分类见下表。

表 3-1 构件信息分类

分类	几何信息	非几何信息
定义	模型内部和外部空间结构的几何表示	除几何信息外所有数据的集合
举例	尺寸	性能数据
	体积	成本
	形状	颜色

### (三)建模原则

1、根据轨道工程项目阶段或大小,宜按需要将模型按区域或子项进行分割,并落实各分项任务。

2、构件库宜符合下列要求:

(1)针对构件和构件库建立统一的构件管理制度,实现构件的创建、收集、编辑、存储、使用、废除等有效管理。

(2)构件资源库应对构件的内容、深度、命名规则、分类方法、数据格式、属性信息、版本及存储方式等方面进行管理。

(3)构件(族)库目录树可以根据实际需要灵活设置,保持稳定连贯和前后一致的目录树命名结构。

3、轨道信息模型应包含工程项目全寿命期中一个或多个阶段的多个任务信息模型及相关的共性模型元素和信息,并可在项目全寿命期各个阶段、各个任务和各个相关方之间共享和应用。

4、轨道信息模型应具有可扩展性。

5、轨道信息模型应针对以下几项作出通用的说明:

(1)模板选择;

(2)材质统一;

(3)共享参数名称统一;

(4)构件(族)模板的创建和修改;

(5)构件(族)的基点和标高;

- (6)构件(族)的参数化;
- (7)管道连接件的设置;
- (8)构件(族)的使用说明文件。

#### (四)测试原则

1、在早期的协调过程中,将轨道工程所涉及的建筑、结构、给排水、暖通等模型进行整体对比,确定冲突范围,即对象、构件、选择标准,供将来测试用。注意区分为简化建模流程,在建模过程中故意留下的冲突。

2、测试时,针对轨道工程特性,整合建筑、结构、给排水、暖通、景观等专业模型,对整合后的整体模型进行测试。

3、测试过程中应遵守“经济性”的原则,在尽可能少的测试用例下,发现尽可能多的定义错误。针对处理边界情况时最容易发生错误的情况,边界附近的测试用例,暴露出错误的可能件更大一些。可按照边界值分析法,选取刚好等于、稍小于和稍大于等价类边界值的数据作为测试数据。

4、实际工作中,产生构件错误的原因通常有以下几点:

(1)不明确需求时进行构建开发,反复修改构件;

(2)构件控制变量复杂,构件控制变量增加使得构件参数化复杂性呈指数增长,容易引起逻辑错误;

(3)改变需求时,构件各部分参数之间的依赖性可能会相互影响,而导致更多错误的出现。

#### (五)审核原则

在不同专业、不同的环节具体的流程会不同,但总体上应该涵盖校对、审核、批准等几个关键过程。

1、由相对独立单位进行校对。目的是发现模型本身的错误或遗漏。

2、由需求提供单位审核。目的是保证构件模型符合需求。

3、由构件库管理单位批准,目的是确定数据已经完整完成,且达到了预期的目的,可以作为正式的构件模型提交给行业使用。

## 第五节 隧道工程

### 一、设计方案比选

在设计方案比选阶段,创建并整合方案概念模型和周边环境模型,利用BIM三维可视化的特性展现市政隧道设计方案。同时对多套隧道方案进行可

视化、量化的比选,并根据比选结果,方便、快捷的实时动态调整设计方案。

设计方案比选的工作流程和成果参考本章“第一节道路工程”中第一条的相关内容。

## 二、设计校核

在市政工程信息模型中,应利用 BIM 的可视化、信息化特点,对设计阶段的隧道模型进行设计校核。同时,由于 BIM 模型是工程生命周期中各相关方共享的工程信息资源,也是各相关方在不同阶段制定决策的重要依据。采用 BIM 技术后,模型所承载的信息量更丰富,逻辑性与关联性更强。因此,除了设计层面的校核以外,对模型也应考虑进行检查校核。

设计校核的工作流程和成果参考本章“第一节道路工程”中第三条的相关内容。

## 三、辅助出图

隧道辅助出图以剖切隧道专业三维设计模型为主,二维绘图标识为辅,局部借助三维透视图和轴测图的方式表达各设计阶段的需求。考虑到目前 BIM 应用的普及性仍不如二维设计,为了后续施工等方便性,仍需进行二维图纸出图;同时可减少二维设计的平面、立面、剖面的不一致性问题;并尽量消除与其它专业设计表达的信息不对称;且为后续设计交底、深化设计提供依据。

根据需要通过隧道模型生成或更新所需的二维视图,如平立剖图等,应满足相应阶段规定、符合行业习惯的设计图纸。

辅助出图的工作流程和成果参考本章“第一节道路工程”中第四条的相关内容。

## 四、设计工程量统计

在市政隧道模型中,根据隧道信息模型的几何数据和非几何数据计算,获得准确的工程量统计,满足项目全寿命期的各阶段造价编制过程中的算量需求,以用于前期设计过程中的成本估算、在业主预算范围内不同设计方案的探索或者不同设计方案建造成本的比较,以及施工开始前的工程量预算和施工完成后的工程量决算。另外,根据项目招标分项表,提供满足招标要求的土建、机电、装修工程量辅助统计。

设计工程量统计的工作流程和成果参考本章“第一节道路工程”中第四条的相关内容。

## 五、隧道工程案例——曾家岩嘉陵江大桥附属隧道工程

曾家岩嘉陵江大桥工程是重庆市首批 PPP 示范项目,重庆市第一批建筑

信息模型(BIM)技术应用示范项目。路线全长 5.63km,为城市主干路,北起渝北区兴盛大道,跨越嘉陵江后,下穿曾家岩、中山四路、上清寺和两路口,接入长滨路立交,与菜园坝大桥连成一线。嘉陵江以北主线长 3.02km,其中隧道长 2.83km;渝中区接线长 2.07km,其中隧道长 1.92km,主线隧道达到 4.75km。全线共设置 5 条接线,分别为北城天街接线,黄观路 A、B 接线,嘉滨路接线,人民路接线,接线总长约 3.56km。接线主要为隧道形式,隧道长约 2.91km,占接线总长的 82%。整个项目总投资 33 亿元,目前正在施工,预计 2018 年 12 月建成通车。

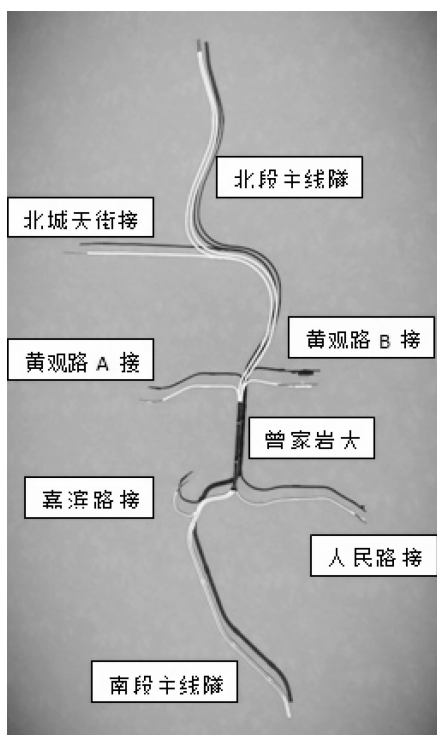


图 3-56 隧道路线

(一)BIM 应用目标:

1、参数化横断面。根据隧道横断面设计资料,创建参数化横断面模板库,横断面与平纵曲线相互关联,实现沿空间线路准确放样,不同衬砌段间精准对接,生成三维隧道结构。

2、提高效率,构件库的定义,详细设计库模板快速实例化。

(二)BIM 应用点:

1、骨架驱动、参数化、构件库;

2、碰撞检查;

- 3、二维图纸生成；
- 4、工程数量的统计；
- 5、物理模型与计算模型的衔接；
- 6、施工模拟；
- 7、效果展示与漫游。

通过前期调研、咨询与学习,本工程决定使用 Bentley 平台的几款核心软件进行 BIM 设计。主要用到的 BIM 软件:

- 1、PowerCivil 隧道三维设计；
- 2、Prostructure 混凝土配筋三维设计；
- 3、Navigator 模型组装、碰撞检查。

### (三) 部分构件展示

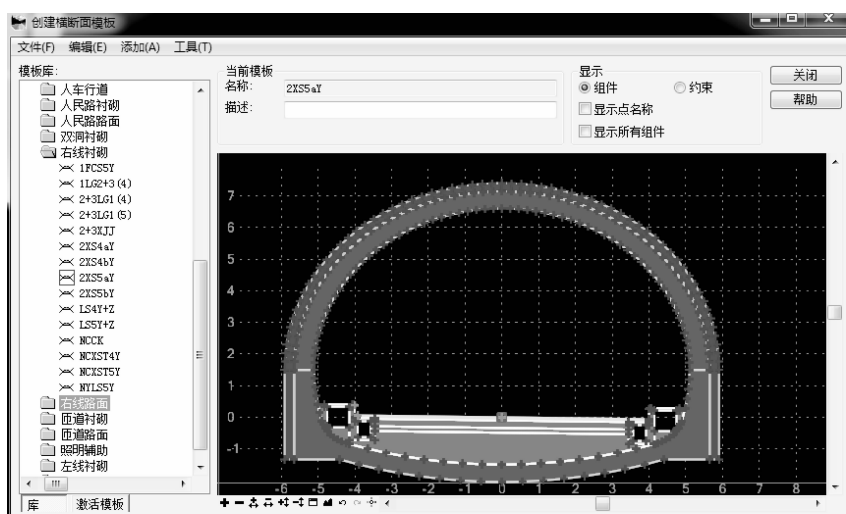


图 3-57 隧道横断面



图 3-58 隧道三维模型

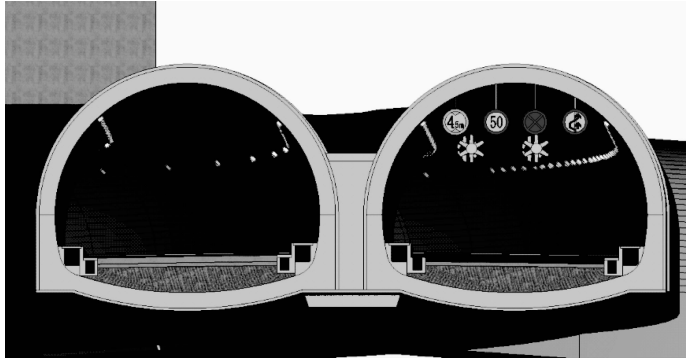


图 3-59 隧道入口模型

(四)效果展示：



图 3-60 隧道内部效果图



图 3-61 隧道入口效果图

(五)BIM 实施效果

- 1、实施同一平台上的协同设计；
- 2、能够完成精确的三维模型，提供良好的三维展示；
- 3、能够利用三维模型检查错误，提高设计质量；
- 4、在构件库充分的前提下，建模效率，特别是设计修改的效率能大大

提高。

(六)存在问题:

1、目前只达到初步设计深度,尚未达到施工图深度,施工应用阶段更无从谈起;

2、出图效果不理想;

3、模板库还有待于深化。

## 六、隧道工程案例——城开特长隧道

银百高速城口(陕渝界)至开县段是国家高速公路网银川至百色高速公路(G69)中渝境北段的一段,项目路线总长 129.299Km,城开隧道为本项目的控制性工程之一,同时也是交通部推动的 BIM 技术应用项目。隧道左线长 11485m,隧道右线长 11456m,最大埋深 1366m,属特长隧道,为目前重庆境内最长公路隧道。本隧道设计为双向四车道,设计速度 80km/h,布置车行横通道 15 处,人行横通道 32 处,布置紧急停车带 30 处。同时为了满足通风需求,隧道采用 1 斜井+2 竖井三区段分段纵向式通风。隧道土建总工期 70 个月,建安费约 17.6 亿元。

本次隧道 BIM 应用的创新点有以下几方面:

1、基于路线搭建的模型具有参数化和动态更新的特点;

2、建立了隧道三维立体支护模型;

3、建立了两种及以上的复杂曲面交叉口三维模型,对照模型对设计参数进行了验证和优化,帮助设计人员高效、准确地进行交叉口处图纸设计;

4、根据三维模型可以统计隧道衬砌延米及相应历程段的工程量。



图 3-62 城开隧道洞口效果图



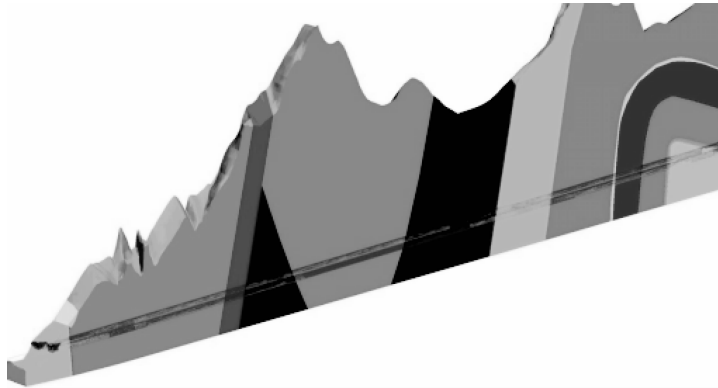


图 3-63 隧道穿越岩层效果图



图 3-64 隧道内部效果图

## 第六节 综合管廊工程

### 一、设计方案比选

该阶段的设计成果主要用于对方案的评审及多方案比选。应用 BIM 技术以后,通过 BIM 模型可视化功能完成方案的评审及多方案比选更加直观,BIM 模型成为交付的重点,对交付图纸的要求变为辅助表达设计意图,由 BIM 模型直接生成的二维视图完全可以满足交付的要求。因此,方案设计阶段 BIM 模型生成的二维视图可直接作为正式交付物。这种方式,不仅保证了交付质量上,也大幅度提升了设计效率,BIM 技术的应用效果最为明显。

(一)比选主要包括:

- 1、收集准确的数据;
- 2、搭建包含方案的完整设计信息的 BIM 模型。确保二维设计图纸与模型一致;
- 3、比选各备选方案模型的可行性、功能性、美观性和经济性等指标,形成

最优的设计方案及模型。

(二)主要成果包括:

- 1、方案比选说明;
- 2、设计方案模型。

## 二、设计校核

应用单位根据项目应用方案构建样板文件,包括统一的文字样式、字体大小、标注样式、线型等。

(一)设计校核的主要内容应包括:

- 1、收集准确的数据,并保证数据的可靠性;
- 2、根据设计方案模型或二维设计图建立相应的 BIM 模型;
- 3、检查并确保建筑专业模型中平面、立面、剖面的视图表达的统一性及专业设计的完整性、正确性;检查并确保结构专业模型中主要检查构件的尺寸和标注的统一性;
- 4、在平面、立面、剖面的视图上添加关联标注,使模型深度和二维设计深度保持一致。

(二)模型成果应包括:

- 1、设计校核成果宜包括修改后的综合管廊模型,并在模型中标注出最不利位置及校核数据及设计参数表。

## 三、三维管网综合

本应用点根据工程实际情况,可在施工图设计阶段或施工阶段应用。应用 BIM 技术检查施工图设计阶段各专业模型,以避免空间冲突与碰撞,防止设计错误传递到施工阶段或造成安装工程的返工。

(一)冲突检测与三维管线综合的主要工作内容应包括:

- 1、收集准确的数据;
- 2、整合建筑、结构、给排水、暖通、电气、燃气、通信等专业模型,形成整合的 BIM 模型;
- 3、设定冲突检测及管线综合的基本原则,使用 BIM 软件等手段,检查发现并调整建筑信息模型中的冲突和碰撞。

(二)冲突检测与三维管线综合的主要工作成果应包括:

- 1、调整后的各专业模型及相关文档。

## 四、辅助出图

本应用点主要应用于施工图设计阶段。辅助施工图设计是以剖切三维设

计模型为主,二维绘图标识为辅,局部借助三维透视图和轴测图的方式表达施工图设计。其主要目的是减少传统二维设计的平面、立面、剖面的不一致性问题;尽量消除各专业、系统间设计表达的信息不对称;为后续设计交底、施工阶段深化设计提供依据。

(一)主要工作内容:

1、收集准确的数据,并制定 BIM 模型出图标准、图纸目录及表达方式;

2、通过二维剖切或二维为主、三维辅助表达的方式导出施工图,包括平面图、立面图、剖面图、门窗大样图、局部放大图等。二维施工图应添加相应标识和标注,使之满足国家规定的施工图设计深度。对于局部复杂空间,宜增加三维透视图和轴测图辅助表达;

3、复核图纸,确保图纸的准确性。

(二)主要工作成果包括:

1、施工图模型;

2、施工图纸;

3、重点复杂部位三维视图;

4、节点交叉部位三维视图。

## 五、设计工程量统计

工程量统计应用点在初步设计阶段、施工图设计阶段、施工准备阶段均有应用,不同阶段采用不同的计量、计价依据,并体现不同的造价管理与成本控制目标。其目的在于从施工 BIM 模型获取各子项的工程量清单以及项目特征信息,提高各阶段工程造价计算的效率与准确性。

(一)工程量统计应用点的主要工作内容应包括:

1、收集准确的数据;

2、在施工作业模型基础上,加入构件参数化信息、构件项目特征及相关描述信息,完善建筑信息模型中的成本信息;

3、利用 BIM 软件获取施工作业模型中的工程量信息,将其作为建筑工程招标投标时编制工程量清单与招标控制价格的依据,也可作为施工图预算的依据。同时,从模型中获取的工程量信息应满足合同约定的计量、计价规范要求;

4、建设单位可利用 3D 施工作业模型实现动态成本的监控与管理,并实现目标成本与结算工作前置。施工单位根据优化的动态模型实时获取成本信息,动态合理地配置施工过程中所需的资源。



## (二) 绘制管廊

按照设定好的标准横断面绘制综合管廊,将管廊内的管线连接好,局部修整不同舱体处的宽度:

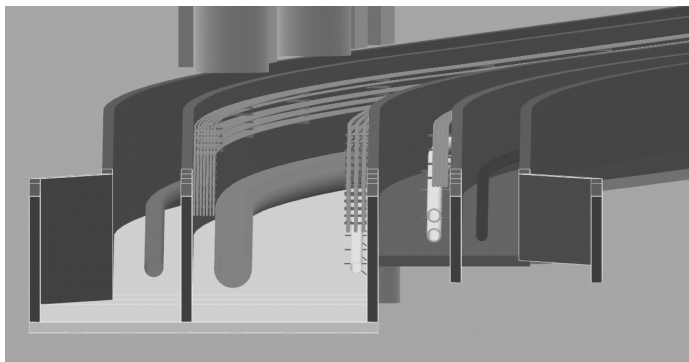


图 3-67 综合管廊三维模型

## (三) 处理好节点交叉问题

节点交叉是综合管廊设计的难点所在,三维设计可以直观的看出管廊交叉处管道的走向,减少后续施工问题。

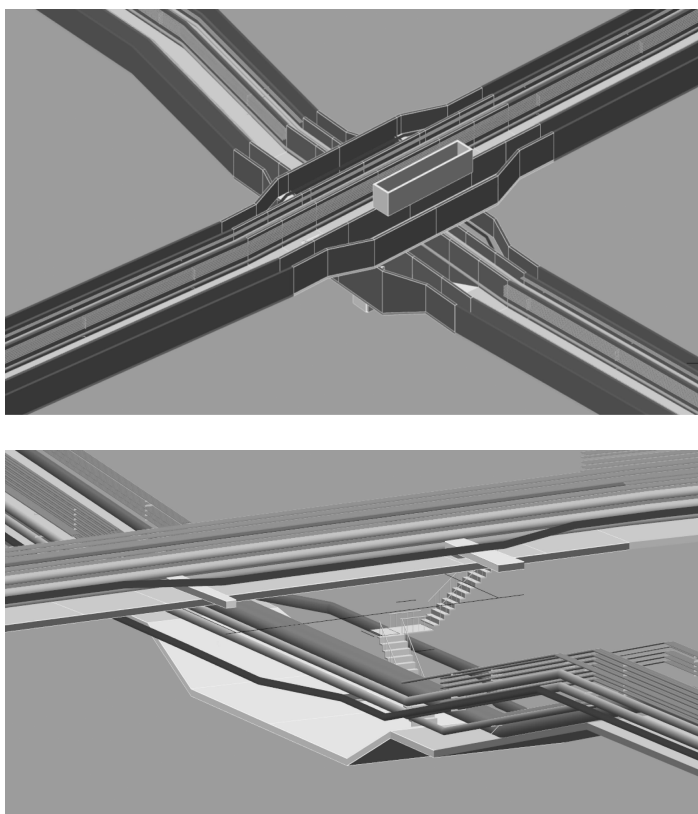
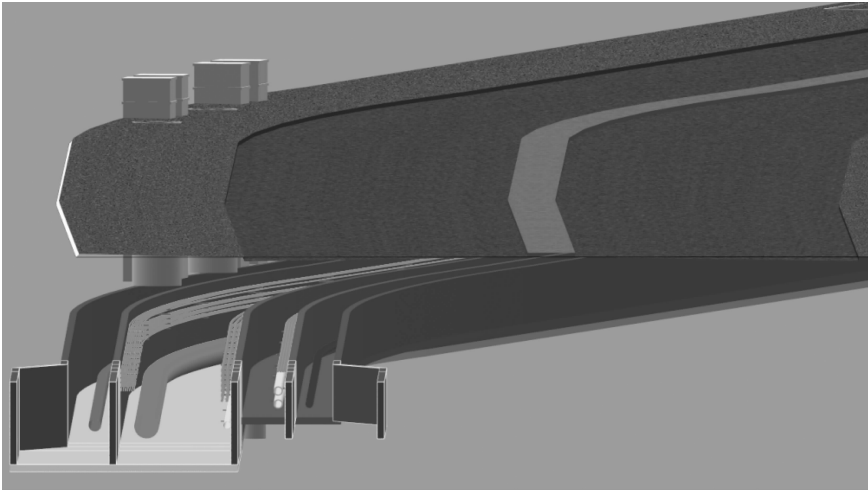


图 3-68 管廊交叉处模型

#### (四)路面加载

将收集到的路面高程加载至管廊上方



3-69 综合管廊完成模型

#### 七、综合管廊工程案例——六盘水城市地下综合管廊项目

- 1、通过机电深化设计,优化了管线综合排布,减少了7%的成本浪费;
- 2、通过3D扫描复核土方开挖量,大幅度降低了测量部门的工作时间,同时提高了土方预算精度;
- 3、通过自主研发的打灰系统,提高混凝土浇筑质量和效率的同时,保证了项目对混凝土浇筑量的管控;

BIM技术的应用,规范项目各部门利用BIM技术的管理工作,建立项目实施管理平台,对多方的BIM协同 workflow 进行管理;通过云平台对进度与成本进行实时管控,模型进度与现实进度进行对比;以及通过BIM基础模型搭建施工过程变更数据追溯机制,提高变更管控等方面的研究。不仅有效提升项目管理水平,有助于施工过程的成本把控,优化施工方案,指导现场施工,而且通过项目从公司内部发展一批既有现场施工经验,又能掌握BIM技术作为施工管理工具的综合性人才,为BIM技术可持续性发展打下基础。

在以后的BIM应用中,公司会不断的加强人才培养,保证技术岗位所有人员了解BIM应用技术,通过与优秀的BIM应用项目进行交流,整合BIM应用过程中的问题形成不同项目类型的BIM应用经验库,结合项目BIM实施的实际情况,探索BIM系列应用项目的实用性,促使BIM技术引领项目管理工作。

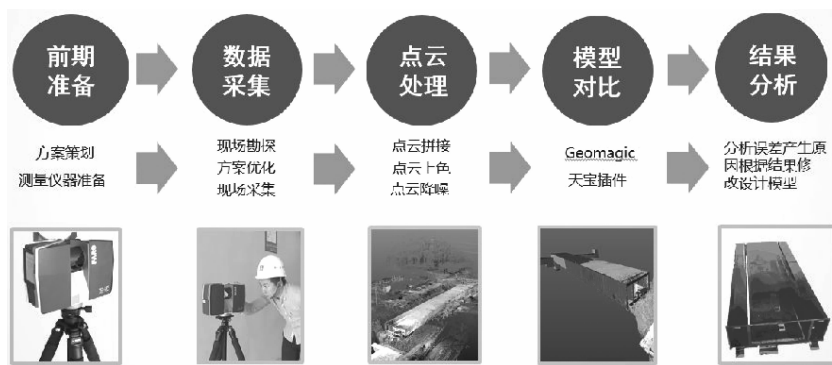


图 3-70 土方开挖 3D 扫描复核流程

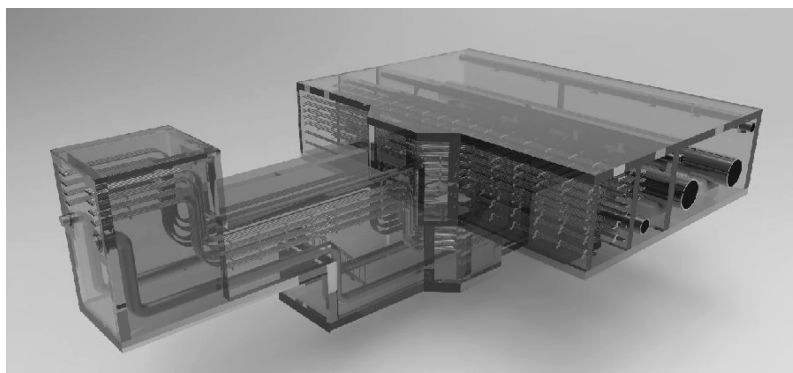


图 3-71 综合管廊完成效果图

## 第四章 施工阶段

### 第一节 施工准备阶段

#### 一、图纸会审

本应用点主要应用于施工阶段。图纸会审的主要目的是加快、加深深化设计前对项目的理解程度,检查图纸是否满足施工要求,施工工艺与设计要求是否矛盾,以及各专业之间是否冲突,对于减少施工图中的差错,完善设计,提高工程质量和保证施工顺利进行都有重要意义。

##### (一)主要工作内容:

1、利用三维模型作为会审的沟通平台,根据项目现场数据采集结果,整合项目设计阶段模型,进行设计、施工数据检测、问题协调;

2、通过三维模型检测设计碰撞、核查设计问题及施工可行性,协调问题解决方案并向各参与方暂时问题的修改结果。

#### 二、施工深化设计

本应用点主要应用于施工阶段,其主要目的是对市政工程信息模型的准确性、可实施性进行深化以满足施工需求。将施工操作规范与施工工艺融入施工作业模型,使施工图满足施工作业的需求。

##### (一)主要工作内容:

1、收集准确的数据;

2、施工深化模型设计,施工单位依据设计单位提供的施工图与设计阶段的市政工程信息模型,结合自身施工特点及现场情况,完善或重新建立该模型,使之完整表示工程实体及施工作业对象和结果,并包含工程实体的基本信息;

3、根据模型,进行自身范围内的设计冲突检测及协调;

4、BIM 技术工程师与施工技术人员配合,对建筑信息模型的施工合理性、可行性进行甄别,并进行相应的调整优化。

##### (二)主要工作成果:

1、定期更新的施工作业模型;



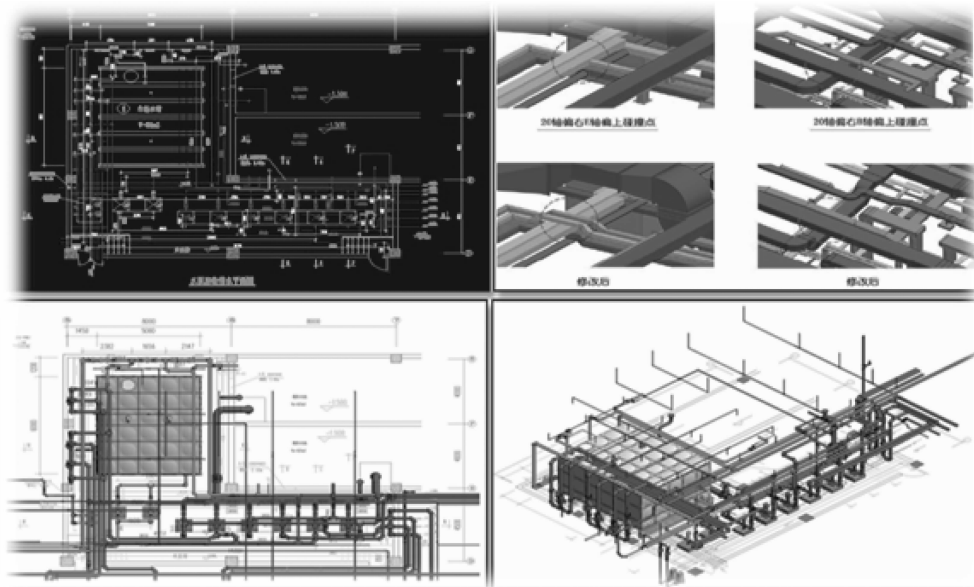


图 4-1 机电深化模型

2、设计协调文件、整合问题管理文件等；

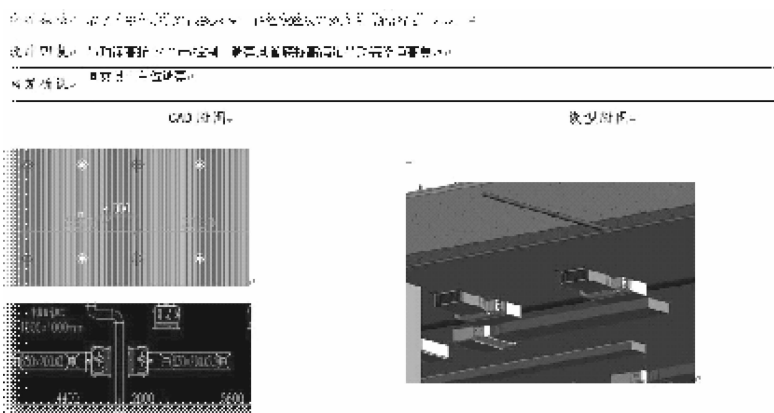


图 4-2 设计协调文件

3、施工相关文件,包括深化施工图及节点图等。

### 三、施工工程量统计

本应用点在设计阶段、施工准备阶段均有应用,不同阶段采用不同的计量、计价依据,并体现不同的造价管理与成本控制目标。施工准备阶段工程量统计的目的在于从施工作业模型获取各子项的工程量清单以及项目特征信息,提高各阶段工程造价计算的效率与准确性。

(一)主要工作内容:

1、收集准确的数据;

2、在施工作业模型基础上,加入构件项目特征及相关描述信息,完善建筑信息模型中的成本信息;

3、利用软件获取施工作业模型中的工程量信息,将其作为建筑工程招投标时编制工程量清单与招标控制价格的依据,也可作为施工图预算的依据。同时,从模型中获取的工程量信息应满足合同约定的计量、计价规范要求;

4、建设单位可利用施工作业模型实现动态成本的监控与管理,并实现目标成本与结算工作前置。施工单位根据优化的动态模型实时获取成本信息,动态合理地配置施工过程中所需的资源。

## (二)主要工作成果:

### 1、工程量清单

A 族与类型	B 长度	C 尺寸
带配件的电缆桥架: EL-CT-C	475933	400 mm x 150 mm
带配件的电缆桥架: EL-CT-C	12262	400 mm x 200 mm
带配件的电缆桥架: EL-CT-C	11865	800 mm x 200 mm
带配件的电缆桥架: FA-CT-C	499850	150 mm x 80 mm
带配件的电缆桥架: FA-CT-C	1320	300 mm x 100 mm

A 系统类型	B 族与类型	C 尺寸	D 长度
排烟(兼排风)系统			
排烟(兼排风)系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	630x320	114000
排烟(兼排风)系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	1000x320	112168
排烟(兼排风)系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	1250x400	115107
排烟(兼排风)系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	1500x400	116307
排烟(兼排风)系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	1800x400	117970
排烟(兼排风)系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	2000x400	353431
排烟系统			
排烟系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	800x400	69600
排烟系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	1500x400	71346
排烟系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	2000x400	72414
排烟系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	2800x400	154904
排烟系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	3200x400	260651
排烟系统	矩形风管: 半径弯头/接头	1500x1100	1893
排烟系统	矩形风管: 排风帽	800x1100	64000
排风系统			
排风系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	200x150	12401
排风系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	250x200	15156
排风系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	630x250	5845
排风系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	800x250	5667
排风系统	矩形风管: 半径弯头/T形三通	1000x400	1448

图 4-3 工程量明细表

## 四、施工方案模拟

本应用点主要应用于施工阶段。在施工作业模型的基础上附加施工方法、施工工艺和施工顺序等信息,进行施工过程的可视化模拟,并充分利用建

筑信息模型对方案进行分析和优化,提高方案审核的准确性,实现施工方案的可视化交底。

(一)主要工作内容:

1、收集准确的数据;

2、收集并编制施工方案的文件和资料,一般包括:工程项目设计施工图纸、工程项目的施工进度和要求、磕掉配的施工资源概况(如人员、材料和机械设备等)、施工现场的自然条件和技术经济资料等;

3、根据施工方案构建施工过程演示模型,结合施工工艺流程,利用模型进行施工模拟、优化,选择最优施工方案,生成模拟演示视频并提交施工部门审核。特别是对于局部复杂的施工区域,进行重点难点施工方案模拟、优化,生成方案模拟文件提交审核,并与施工部门、相关专业分包协调施工方案。

(二)主要工作成果:

1、施工模拟演示文件;

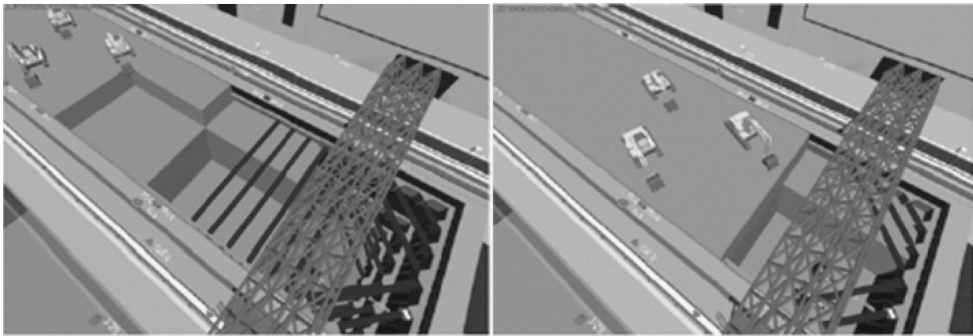


图 4-4 施工模型

2、施工方案比选报告。

## 第二节 施工实施阶段

### 一、进度管理

本应用点主要应用于施工阶段。将二维施工进度计划与模型进行整合,以三维的形式直观的反应在人视线中,让项目管理人员可以清晰地了解整个工程进度安排,并及时发现每个环节的重点、难点,方便制定并完善合理可行的进度计划,保证整个项目实施过程中人力、材料、机械安排的合理性。

(一)主要工作内容:

1、收集准确的数据;

2、结合工程项目施工进度计划的文件和资料,将模型与进度计划文件整合,形成各施工时间、施工工作安排、现场施工工序完整统一,可以表现整个项目施工情况的进度计划模拟文件;

3、根据可视的施工计划文件,及时发现计划中需待完善的区域,整合各相关单位的意见和建议,对施工计划模拟进行优化、调整,形成合理、可行的整体项目施工方案;

4、在项目实施过程中,利用施工计划模拟文件指导施工中各具体工作,辅助施工管理,并不断进行实际进度与项目计划间的对比分析,如有偏差,分析并解决项目中存在的潜在问题,对施工计划进行及时调整更新,最终达到在要求时间范围内完成施工目标。

## (二)主要工作成果:

1、施工计划模拟演示文件。表示施工计划过程中的整个工程进度安排、活动顺序、相互关系、施工资源、措施等信息;

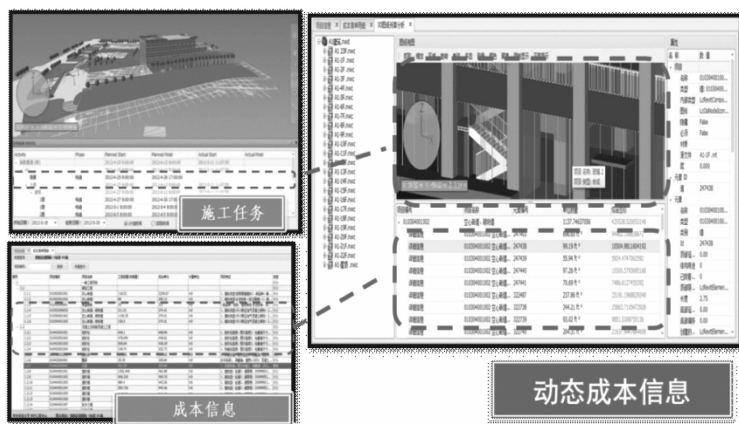


图 4-6 5D 模拟

2、施工进度控制报告。不同情况下的进度调整、控制文件,包括不同情况的施工计划展示视图,以及一定时间内虚拟模型与实际施工的进度偏差分析等。

## 二、质量与安全管理

本应用点主要应用于施工阶段。通过现场施工情况与模型的比对,能够提高质量检查的效率与准确性,有效控制危险源,进而实现项目质量、安全可控的目标。

### (一)主要工作内容:

1、准确的数据;

2、施工质量、安全方案修改、完善施工作业模型,生成施工安全设施配置模型;

3、建筑信息模型的可视化功能准确、清晰地向施工人员展示及传递设计意图。同时,可通过施工过程模拟,帮助施工人员理解、熟悉施工工艺和流程,并识别危险源,避免由于理解偏差造成施工质量与安全问题;

4、现场施工质量、安全管理情况的变化,实时更新施工安全设施配置模型;

5、现场图像、视频、音频等方式,把出现的质量、安全问题关联到建筑信息模型的相应构件与设备上,记录问题出现的部位或工序,分析原因,进而制定并采取解决措施。累计在模型中的质量与安全问题,经汇总收集后,总结对类似问题的预判和处理经验,为日后工程项目的事前、事中、事后控制提供依据。

(二)要工作成果:

1、施工安全设施配置模型;

2、施工质量检查与安全分析报告及解决方案。

工序	主要风险	影响部位
开挖底板	①、②	地下连续墙、吊装设备周边
开挖降水	①、②、⑤	地下连续墙、周围地面及建筑物等
一层土方	均较小	可参考相邻工序
架设支撑 1	②、⑥	支撑处、吊装设备周边
二层土方	①、②、③、④、⑤、⑦	地下连续墙、纵墙、支撑处、坑底、周边环境
架设支撑 2	①、②、③、④、⑤、⑦、⑧	地下连续墙、纵墙、支撑处、坑底、周边环境、吊装设备周边
三层土方	①、②、③、④、⑤、⑦	地下连续墙、纵墙、支撑处、坑底、周边环境
架设支撑 3	①、②、③、④、⑤、⑦、⑧	地下连续墙、纵墙、支撑处、坑底、周边环境、吊装设备周边
开挖底板	①、②、③、④、⑤、⑦	地下连续墙、纵墙、支撑处、坑底、周边环境
底板浇筑	①、③、⑤、⑧	地下连续墙、支撑处、周边环境、吊装设备周边
拆撑 1	①、③、⑤、⑧	地下连续墙、支撑处、周边环境、吊装设备周边
中板浇筑	①、③、⑤	地下连续墙、支撑处、周边环境
拆撑 2	⑧	吊装设备周边
顶板浇筑	均较小	可参考相邻工序
拆撑 1	⑧	吊装设备周边

①-围护结构开裂渗漏风险, ②-土方开挖侧壁滑移风险, ③-支撑体系变形弯曲风险, ④-承压水坑底突涌风险, ⑤-对周围环境影响风险, ⑥-地下连续墙槽壁坍塌风险, ⑦-坑底隆起破坏风险, ⑧-起重吊装作业风险;

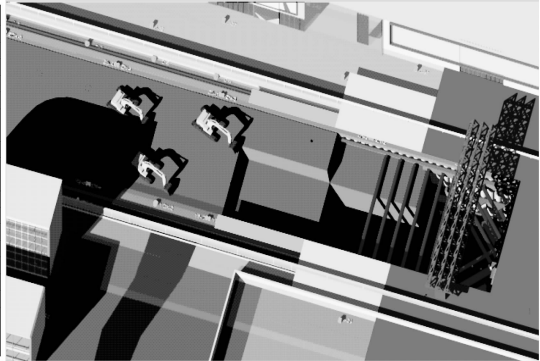


图 4-7 安全分析报告

三、物资管理

本应用点主要应用于施工阶段。运用市政工程信息模型技术达到按施工作业面配料的目的,实现施工过程中设备、材料的有效控制,提高工作效率,减少不必要的浪费。

(一)主要工作内容:

1、收集准确的数据;

2、将项目信息、构件信息、进度表、报表等设备与材料信息添加进施工作业模型中,使建筑信息模型建立可以实现设备与材料管理和施工进度协同,并可追溯大型设备及构件的物流与安装信息;



# 第五章 运维阶段信息模型应用建设

## 第一节 BIM 与 FM 整合

### 一、BIM 与 FM 整合的好处

(一)简化移交过程,更有效使用数据。

当一个详细的施工模型被用于记录竣工状况的同时,也可以把设备组件、风管系统、水管系统、电气系统等额外的设施设备信息加入到建筑模型中。这些数据可以输入到计算机维护系统,经由 COBie(施工运营建筑资讯交换)的整合,或者直接与 BIM 的直接整合。

BIM 与 FM 整合的,最关键的一个好处是,空间、设备类型、系统、装修、空间位置等关键数据可以从 BIM 中获得,而不需重新输入到下游的 FM 系统这就减少了数据重复输入的时间和经济成本,并集成了较高品质的数据。

(二)为建筑全生命周期带来显著的成本效益。

提高工作效率;降低水电成本;减少设备故障;改善零件与耗材的库存管理,方便设施的维修、保养;加强使用 PM(预防性维护)而不是靠故障维修来延长设施寿命。

(三)精准记录建筑的最新信息,便于 FM 人员决策。

(四)节约成本。

(五)快速定量。

(六)改进团队协作能力。

(七)即时数据显示。

(八)能源与可持续经营管理。

(九)规则化的工程交付。

(十)提高精确性。

(十一)应急管理、财产保全。

### 二、BIM 与 FM 整合目标

BIM 与 FM 整合主要目的在于管理设施全生命周期产生的数据。

美国联邦总务管理局(GSA)有一个宏大的愿景,该愿景运用 BIM 来支援 BIM 与 FM 的整合。

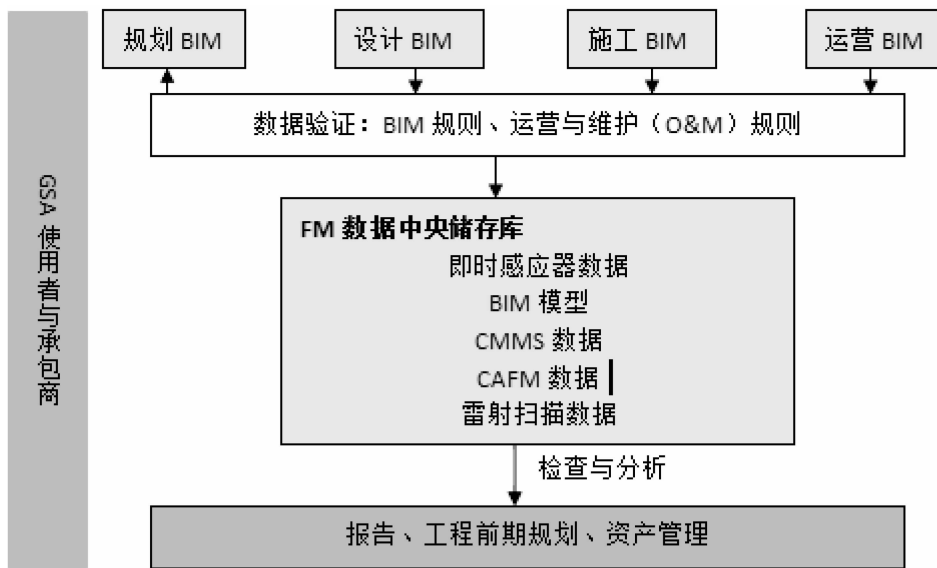


图 5-1 GSA 整合 BIM 与 FM 系统来支援建筑生命周期所需数据远景图

中央设施储存库是管理设施信息的关键组件,用来整合与存放三维物件的参数数据;机械、电气、给排水(MEP)系统的配置;资产管理数据;设施管理数据;建材与规格;二维数据;即时感应器数据与控制。通过中央设施储存库,所有工程类型的建筑的 BIM 都能得到管理与维护。此外,运维人员能够检查 BIM 的内容。借助软件工具,更便于搜索和查看信息更新情况与运维分析报告。

BIM 与 FM 整合,不仅可以用到现代化空气调节系统(HVAC)更新和新建工程,还能应用到更深更广的领域。

### 三、设施管理(FM)的 BIM

BIM 目前主要运用在设计与施工阶段,而在运维阶段的运用还不成熟且存在问题相对复杂。要在运维阶段使用 BIM,在实践中并没有行业最佳标准。使用包括 BIM 在内的何种软件技术,依运维阶段参与方与其基础设施的需求不同而不同。大多数设施机构需所需信息也是多样的。目前用以支援设施管理的企业数据系统主要有如下几种:电脑辅助设施管理(CAFM)、电脑辅助设计(CAD)、整合工作场所管理系统(IWMS)、电脑化维护管理系统(CMMS)、企业资源规划(ERP)、企业资源管理(EAM)等。

设施管理需要不断提升与规范运维人员所掌握的信息品质,以满足日常运作需要;为业主进行全生命周期管理和日常资金规划提供可靠的数据。BIM 作为一项新兴技术,具备为建筑管理和资产管理提供相关信息的功能。BIM 技术可以提升和增强现有设施机构管理所使用的各种信息技术的使用效果。



FM 使用 BIM 的优点：

- 1、信息库统一，同一建筑使用手册可通用；
- 2、可有效进行各种分析，尤其当涉及能源的可持续利用问题时；
- 3、充分提供设施(如设备、装置和装修等)的空间数据；
- 4、支援应急管理、资产保全；
- 5、有效开发工程的 BIM 样板；
- 6、工程交付规则化；
- 7、空间管理与沟通更便捷；
- 8、4D BIM 视觉效果可随时间变化；

在视觉效果上具有强大的功能，4DBIM 可以显示随时间变化而建筑可能产生的变化。这样可以及时有效沟通迫切需要解决的建筑问题，特别工程安排的问题。其他 BIM 决策支持的功能包括：碰撞检查、规则检查与验证、实时追踪变化、设计构思的动态模拟。

- 9、能源效率与可持续管理。

#### **四、标准化与数据交换**

模型的数据交换技术和数据交换标准，是学术研究长期关注的热点问题。在早期，软件之间的数据交换被简单地理解为两个具备上下游业务接力关系的软件之间的专用接口，在这种专用接口中，所传递的数据仅需满足特定的下游软件的需要即可，多数情况下，这种接口所连接的两个软件可能同属一个软件供应商或者两个具有密切关系的软件供应商，接口的开发可以通过剖析上下游软件的数据结构来实现，能产生较好的数据交换效果。随着应用范围的扩展，数据交换需要在多个软件之间进行，或者，一个输出数据接口被要求满足多个下游软件的需要，为降低软件之间的接口压力，前国际协同联盟(简称 IAI)提出了一个理想的数据交换方案：通过中性文件，为多种软件提供统一的数据接口，所连接的软件不仅包括已经面世的软件，也包括后续发布的软件，这种中性文件必须是标准化的。为运用 BIM 技术对建筑信息进行全生命周期的管理，建筑与设施工业相关部门正在编制相关的数据交换标准。国家建筑信息模型标准正在发展一些核心元件。其中有一种格式叫做工业基础类别(简称 IFC)或者模型视图定义(简称 MVD)，这是一种开放的数据格式，可以用来促进智慧建筑模型与建筑管理信息系统间信息的转换，并维持信息的完整性。因此，工业基础类(IFC)成为这种中性文件的标准。IAI 的中性文件理念以及 IFC 严谨的词法逻辑引起了业界广泛的关注，尤其在 IFC2.0 版本之后，

IFC 已成为 BIM 数据交换标准化的代名词。

信息交换模型中建筑元件的几何信息,从使用角度出发,依据几何功能层次可以将交换数据分为可视化层,可引用层,可编辑层三个层次。

其他相关的标准化还包括:

施工操作建筑信息交换(COBie),是由美国陆军工程兵团工程研究与发展中心赞助并承接、用以改善传送到业主与运营者的工程数据。COBie 是用来组织建筑工程过程中所发展与积累数据的一个架构,用来交付给负责设施生命周期管理的业主与运营证。COBie 的版本也在更新中。

元件分类法(UniFormat)是一个已在北美地区使用的分类方案。商业化 BIM 应用程序包含预设的功能,能为设备组件制定 UniFormat 的代码。

OmniClass 是一个为建筑业开发的分类架构。

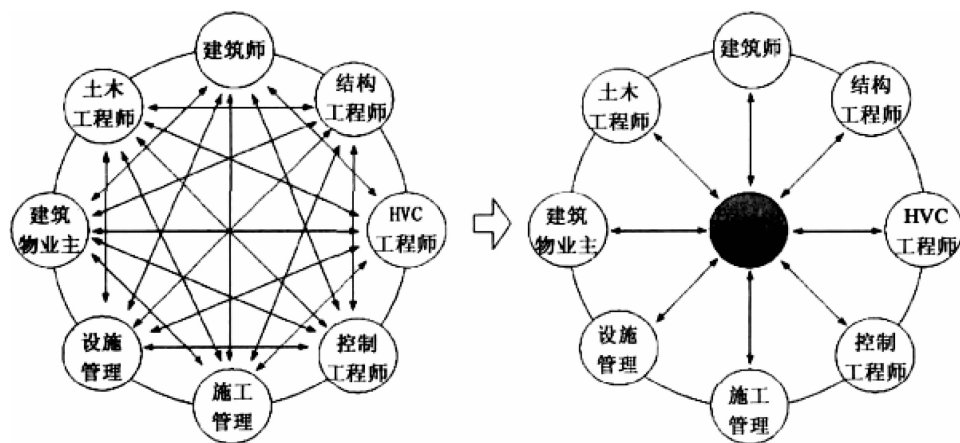


图 5-2 前 IAI 提出的中心文件设想、IFC/MVD 所实现的交换方式

## 五、运维数据移交

设施管理人员在设施管理中扮演着预防、预测、修复性的维护角色,需要做的工作有:对应急警铃做出响应、更换老旧的构件,并进行测试和检查,以维护设备设施安全良好的运行状态。在执行这些任务时,设备设施人员需要接触大量的信息。为此他们需要登录到多个数据库,有时需要在多个数据库之间切换才能找到所需的信息,定位到所需信息以后,将其输出方能执行某些特定的工作。

在设备运营和维护过程中产生的这些数据,可以集合起来形成知识管理数据库。而该知识管理数据库在 BIM 模型中是可以进行移交的。有效和即时的信息获取最大限度地减少了检索信息的时间和劳动耗费,并有助于避免由于信息缺乏做出的无效决策。BIM 的图形界面可以提供统一的查询所需信息

的数据接入点。设施人员可以从设施管理系统中选择目标物体并拖拽数据。然而,要实现这一解决方案,解决方案之间的互操作性是实施的关键。

基于 BIM 的数字接口包括几大模块:组件层次结构,项目历史,图形界面,和设施系统模块(查询相关文件选定的组件和图形控件,能源管理中的实时传感器、从 BIM 构件中提取但存储在资产管理系统中的设计信息,工单与选定的组件)。

## 六、FM 使用 BIM 的挑战

BIM 正在迅速被建筑行业采纳,但任然是一项新技术,而它也刚刚开始被运用在 FM 上。

BIM 应用程序中包含许多可以协助设计师与施工人员的特殊功能。通常附属在这些应用程序中的管理设施的重要工具,并不能够容易地设定和直接被执行。

目前 BIM 主要使用在建筑工程的设计与建造。而设计与施工的工作流程只占 FM 作业的一小部分。市场上缺乏能充分提升设施 BIM 信息的软件应用程序。

在工程结束时交付的建筑信息模型对 FM 来说,是一个丰富的信息资源。但并非所有信息对 FM 工作都是有价值的。涉及数据检索、变更管理、追踪成本与工作执行的数据才是最重要的。设施经理此时就需要对他们的信息需求进行详细规划与排序。

许多机构保存了许多不一致的建筑信息清单,其中可能包括 CAD 文件、扫描的图纸电子件、纸质图等。没有制定统一实施流程与策略的机构,使用 BIM 就会造成信息维护上的浪费和冗余。因此,建筑信息模型维护需要机构定制自己的指南。同时需要建立一个连贯的实施流程与策略。

企业系统中,针对数据互通性所订制的 BIM 需求是一个复杂的课题。因此在 FM 内部署这些需求是关键。

设施机构想要维持和更新 BIM 库存信息的原生格式,预算可能超支。

目前设施机构有许多数据来源,且经常会重叠在一起。整合 BIM 的目的并不是要增加另外的信息系统,而是要帮助规范数据的传递、理清数据的所有权、以及放心取用被验证过的数据。如何将这些应用程序与数据资料库充分地整合在一起,将会是未来一段时间内的挑战。

## 第二节 市政工程 BIM 运维组织架构建设

### 一、建立基于 BIM 应用的新组织架构

以市政工程传统的建设和管理方式为基础,依据 BIM 实施要求调整原有的组织架构和业务流程,建立基于 BIM 应用的新组织架构,促进重庆市市政工程 BIM 的全面实施。

### 二、市政工程基于 BIM 应用的管理模式和实施模式

BIM 管理工作由 BIM 总协调方来负责。BIM 总协调方在项目全过程中统筹 BIM 的管理,制定统一的 BIM 技术标准,编制各阶段 BIM 实施计划,组织协调各参与单位的 BIM 实施规则,审核汇总各参与方提交的 BIM 成果,对项目的 BIM 工作进行整体规划、监督、指导。

BIM 实施模式分为建设单位(业主)BIM 实施模式和承包商 BIM 实施模式:

1、建设单位(业主)BIM 实施模式:由建设单位主导,选择适当的 BIM 技术应用模式,各参与方协同采用 BIM 技术,完成项目的 BIM 技术应用。

2、承包商 BIM 实施模式:由项目各相关方自行或委托第三方机构应用 BIM 技术,完成自身承担的项目建设内容,辅助项目建设与管理,以实现项目建设目标。

3、BIM 实施模式宜采用基于全生命期 BIM 技术应用模式下的建设单位(业主)主导的实施模式,以利于协调各参与方在项目全生命期内协同应用 BIM 技术,充分发挥 BIM 技术的最大效益和价值。

### 三、市政工程基于 BIM 的运维管理和实施管理的组织架构

建设单位(业主)BIM 实施模式下的组织架构

1、建设单位应首先确定 BIM 应用策略,确定 BIM 总协调方。

2、建设单位宜建立 BIM 项目协同平台,项目各参与方应根据各自预设权限及标准在该协同平台下进行项目数据提交、更新、下载和管理等。

3、BIM 总协调方可以由建设单位自行组建或委托第三方机构(应为有类似 BIM 项目经验的设计、施工或咨询机构)承担。

4、建设单位可根据项目实际情况,选择适宜的应用模式,自行或委托第三方机构进行实施。

5、典型建设单位(业主)BIM 实施模式的组织架构见图。

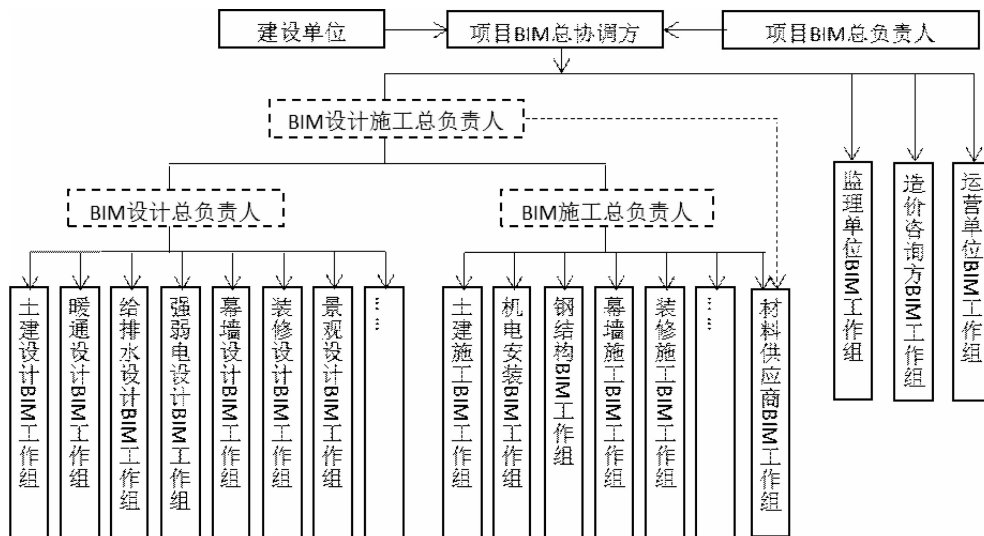


图 5-3 承包商 BIM 实施模式下的组织架构

注:虚线框为自主加入的相关方,其根据自身需求选择应用 BIM 技术。如果所有各方都参加,内容同全生命周期 BIM 技术应用模式,各参与方构建的 BIM 模型应遵循接口一致性的原则。由于少了建设单位(业主)的主导,后者仍然有别于建设单位(业主)BIM 实施管理模式。

#### 四、BIM-FM 管理团队的组建

BIM-FM 团队的组建应该在较成熟的已有运营管理组织结构的基础上进行。

BIM-FM 团队的组建应该与传统的 FM 管理部门有所区分,该团队的工作模式包含原有的传统业务,如运行维护、一般的经营性服务,同时也应体现 BIM 作为运营管理工作所发挥的作用和优势。

下图是在前述模型的基础上构建的 BIM-FM 团队的业务模式。将持有型物业的运营管理分为了两个主要部分,一部分针对租赁物业的用户提供咨询服务并收集有关租赁面积、空间占有率、建筑回报率等信息,对租户的空间利用提供设计和管理服务,以提升租户对所租用物业的使用效率,合理降低租用成本。一部分针对物业整体进行运营管理,细化公共区域的成本管理,提升物业的出租率,降低能源的消耗,提升整体物业的价值。

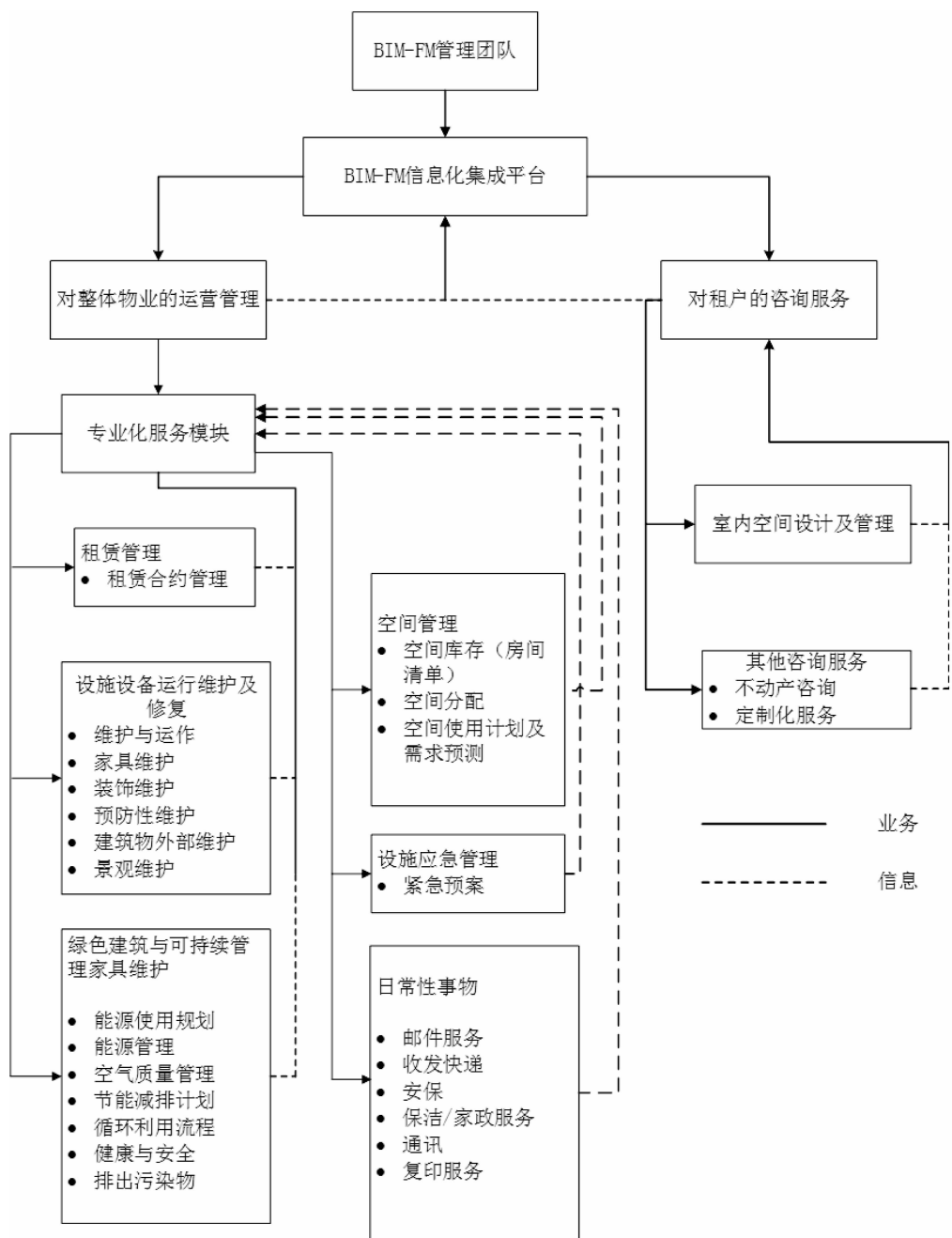


图 5-4 BIM-FM 团队的业务模式

该团队所需人员包括运营管理经理、经理助理、各专业人员（如租赁合同管理人员、运行维护人员、可持续管理人员、空间管理人员、日常性事物服务人员、不动产咨询人员等），BIM-FM 信息平台管理人员。同时，也要求各专业模块至少有 1-2 名人员配合 BIM-FM 信息平台人员将本模块的信息及时整合更新并上传，各类信息经由信息平台整理后分享，以实现运营管理的信

化。整个团队中,运营管理经理处于关键角色。他不仅要掌握运营管理的业务,还要具有 BIM 的相关知识,能明确各专业对建筑信息的需求,负责指导和协调 BIM 与运营管理各专业之间的配合。美国陆军工程兵对其所属机构的 BIM 经理的定义对此具有参考意义。其将 BIM 经理的主要职责分为四个部分:数据库管理、项目执行、培训及程序管理。此外,BIM—FM 平台管理人员应能准确翻译各项要求,并转化为具体工作内容。

## 五、运营战略规划

### (一)定义战略目标

BIM 与 FM 的整合应用是为了实现更有效的商业运营,通过简化的流程、更好的协调、减少错误以及提高生产效率来达到目的。但仅仅是使用 BIM 工具并不能马上体现其价值。在旧的流程中引入新技术有时可能会适得其反。一项成功的 BIM—FM 实施战略应该保证不打乱其工作流程的前提下,建立起明确的目标,用有效的方式整合工作流程、BIM 应用工具以及运用工具的人员。因此,首要的工作就是定义战略性目标。这类目标应与持有型物业运营管理的整体有关,并结合企业自身业务发展目标来制定。

每一个组织机构的商业规划都应该有一个配套的设施管理规划,该规划应从三个方面描述:用以确定优先次序和发展目标的战略和年度规划,空间规划;用以预测成本开销的财务计划。就战略规划而言,应该至少涵盖 3—5 年的 BIM 应用目标。例如,为运营管理提供精确的 3D 记录模型、减少 10% 人员检查的工作量、减少 10% 的运营成本、节能指数达到 15% 等等。

### (二)定义阶段性子目标

阶段性子目标是更为具体的、可衡量的 BIM—FM 目标。阶段性子目标的确定要在战略目标的基础上进行细化和完善,并能够给出切实可行的配套解决方案,更重要的是要与运营管理的工作计划的制定同时进行。The Facility Management Handbook 3rd Edition 中列出了运营管理过程中年度工作计划需要考虑的各项,该计划主要与成本计划相结合,具有借鉴意义,如表 5—1、表 5—2 所示。

表 5—1 设施管理部门年度工作计划内容

(The Facility Management Handbook 3<sup>rd</sup> Edition)

费用项目	具体工作内容
资产开支	施工/整改/大修/翻新/设备购置/家具购置/设计
年度费用(不可任意支配)	公用设施/运行维护及修理/搬迁/保管
年度费用(可任意支配)	整改/维护/修复/搬迁/设计

费用项目	具体工作内容
租赁费用	空间/公用设施/整改/设备/家具/设计
管理费用	人员/办公设施/交通补贴
空间需求计划	自有/租用

表 5-2 收集工作计划需求(The Facility Management Handbook 3<sup>rd</sup> Edition)

项目	由谁提出需求	由谁负责对需求排序	如何衡量其成本
资产	用户/运营管理部门	运营管理部门	概念设计阶段便可估算
年度费用 (不可任意支配)	运营管理部门	运营管理部门	由以往开支推算
年度费用 (可任意支配)	用户/运营管理部门	运营管理部门	由单位成本估算
租赁费用	运营管理部门	上一级管理层	从已有的租赁 物业中得到
管理费用	运营管理部门	上一级管理层	由计划和以往开支估算
空间需求计划	用户/运营管理部门	运营管理部门	无

持有型物业的 BIM-FM 阶段子目标结合具体的运营管理阶段目标来制定,以设施设备运行维护及修复为例,见表 5-3。

表 5-3 设施设备运行维护及修复阶段子目标

项目	FM 目标	BIM 目标	可能的 BIM 应用	费用估计
设施设备运行 维护及修复				
恢复性维护	设施设备出现 故障时恢复其 性能	发生故障后快速 查找故障原因(时 间缩短为 x 小时)	BIM 可视化工具/3D 故障 发生率统计图	###
预防性维护	延长系统寿 命、保持在制 定的性能水平 并根据计划反 复检查	有效预测系统寿 命、根据计划作 出反复检查和相关 操作	CAFM(计算机辅助设施 管理系统)/可视化分析/ 历史数据库	###
预测性维护	对设备、建筑 物构件进行连 续或定期的监 测和诊断,对 故障作出预测	协助管理人员对 设备、建筑物构件 进行连续或定期 监测和诊断,自动 生成诊断报告,作 出故障预测	Archibus FM Desktop/Au- toCAD MEP/Revit MEP/ Bentley Building Mechan- ical	###



## 六、BIM—FM 应用环境构建

BIM—FM 的构建离不开软硬件的支持。各类信息的采集、汇总分析是运营管理信息化的必要工作。如何确保高效率地利用数据是一个很重要的问题,这其中涉及到信息的分类、互用和转化、共享等方面。总的来说,BIM 将为 FM 的整合理念发挥到最大效用提供非常好的平台,因为基于 BIM 的运营管理可以在某种程度上看作是对信息的高效整合利用。

### (一)BIM—FM 信息分类体系

首先要解决的是信息的分类。由于 FM 涉及的细节非常多,在管理时需要采集的数据必然繁琐。BIM 的应用需要在 BIM 工具和 BIM 标准的基础上,由业务人员使用这些工具和标准产生 BIM 模型及信息,从而支持业务需求的高效优质的实现。因此,实现 BIM 环境下的高效信息互用离不开一个完善的标准化的建筑信息分类体系。随着行业的发展,各国已经建立起各种信息分类方法以满足工程造价、项目管理、进度控制等管理目标的需要。具有代表性的有北美的 MasterFormat、UniFormat、Omniclass,欧洲的 Ci/SfB, CAWS, CESMM, EPIC, 国际标准化组织颁布的 ISO/TR 14177、ISO/DIS 12006-2、ISO/PAS 12006-3 等。这些分类体系致力于将建筑领域的所有重要信息纳入体系范围内,以期能够满足项目不同参与方、项目不同阶段以及项目的不同层次的需求。

### (二)专业间的信息协作

在对信息的范式做出统一规定的基础上来谈专业间的信息协作就显得具有一定可行性了。运营管理所需的信息有很大一部分来自其之前的设计、施工阶段。传统的项目开发建设过程中信息存在丢失及重建的过程,这种“建立、丢失、再建立、再丢失”不仅浪费大量的人力重复无效劳动,还极易导致信息的冗余,出错率也很高。

实际上,设计、施工对信息关注重点的不同以及所运用软件间的信息兼容性问题是保证运营管理阶段获取结构规范、冗余度小,可利用价值高的信息的考虑重点。这需要在项目前期就有 FM 专业人员的介入,从该物业未来运营管理需求的角度对设计方和施工方提出意见,并通过多方的事前规定,确定信息传递的内容和方式。

### (三)模块化专业分工

专业分工是为保证工作效率而演变出来的一种有效的工作方式。在建立起运营管理各专业间有效的信息、数据交流机制后,形成既相互联系又相对独

立的模块化专业分工来实现管理效率的最大化。各模块有相应的 BIM 软件系统支撑,并通过 BIM 集成平台达到实时共享。

对于设施设备的运行维护模块,应该具备三个基本要素:所管理物业的 BIM 模型、BIM 数据库、与 BIM—FM 集成平台的数据接口。该模块应该为运营管理实现如下几个功能:

1、通过可视化模型,实现对设施设备对象基本信息的有效管理,与设备有关的各类信息将与可视化对象完全对应,只需要在系统中点击相应设备即可获取相关信息。

2、根据设备运行状况及时安排维护保养与更换计划。可以通过专门的技术将设备的运行状况与系统连接,设备的运行参数将实时反映在 BIM 系统中。

3、储存和记录维护保养的过程,规范步骤和流程并及时积累更新;为决策提供各类统计报表。信息积累到一定程度后即可用来进行分析,进而生成各类报表为工作提供决策支持。

对于应急管理,关键在于能够及时对设施设备故障及其他突发事件获取准确信息并提供决策支持。香港某物业制定出的应急管理机制充分利用 BIM 系统快速、准确、高效的特点,效果显著值得借鉴。在发生意外灾害时系统可以快速传递给相关应急小组及管理人員的信息包括以下几方面:紧急恢复小组与编制;逃生信息与公告系统发布;查询相关保险信息与联系;危险区域与安全区域提示公告。通过信息的及时发布与共享,减少信息传递与回复的时间,让各层级的人员都能了解事故的进展情况。

#### (四)信息集成及共享平台

BIM—FM 信息集成平台的构建需要多种软硬件技术的支持,是一个庞大而负责的系统工程。信息的传输是要解决的关键问题之一。随着高速宽频网络应用的普及和使用成本的降低,通过构建实时传输协议,如 Real Time Transport Protocol,可以来专门传递有实时性要求的资料。实时控制协议则是帮助传输协议进行资料同步的控制和保证传输品质的管理。此外,除以蓝牙为主的短距无线传输外,新兴的短距无线传输技术也正在发展中,ZigBee 就是一种具有低成本、低耗电、双向传输、传感器网络功能特色的短距离无线通讯技术,将其应用在设施设备内的作业温度量测、水电瓦斯计度的记录、安全防护的监控上,使用者不用经常更换电池或重新布置供电网络,仅通过极少的人力与设备就可取得所需的信息。

#### 七、人事管理制度和激励机制(人力资源保障)

以现有岗位职责为基础,明确相关的 BIM 工作岗位及任职条件,建立适应 BIM 应用体系的人事管理制度和激励机制,为 BIM 技术的实施提供人力资源保障。

## 八、高效的 BIM 培训体系

以重庆市建设工程人力资源现有能力为基础,建立一整套高效的 BIM 培训体系,其中包括以 BIM 培训目标为对象的培训计划、培训课件、考评标准,实现对市政工程建设管理和技术人员的专业培训,以及针对工程项目参与单位管理和技术人员的基础培训。

## 九、基于 BIM 的市政工程运维管理平台建设

以建筑信息模型技术为核心,以市政工程项目建设和管理为对象,以模型的创建、传递、使用为基本内容,以 BIM 建模软件和 BIM 应用平台为工具,以私有云为应用环境,以大数据为应用背景,实现重庆市市政工程基于 BIM 技术的运维管理平台建设。平台建设包括三个层级:

1、基础设施层,主要包括软硬件环境,如服务器设备、网络环境、操作系统、安全系统、存储系统等;

2、数据库及平台接口层,主要功能是实现各种数据存储,以及与政府审批、审计、公共服务对接;

3、应用服务层,主要实现重庆市市政工程项目建设和管理、内部纪检监察、对外信息发布的应用等需要。

### (一)功能模块

#### 1、空间管理

基于 BIM 有效的空间管理不仅优化了空间和相关资产的物理利用,而且对在那些空间工作的人们的生产力也产生了积极的影响。

为了有效管理、预测需求和分配空间,FM 人员需要维护表示每个空间设施的属性,如空间数据、边界、数量、用途、和实际状况。传统上,用于管理空间的计算机辅助设计文件,是用于获取和显示空间属性的标识符。当前实践中,存在的最大两个问题是不同阶段不同参与方命名不一致和劳动力属性的不断更新。

BIM 可视化即时存取,方便识别未充分利用的空间和主机空间属性,预测空间要求、简化空间分析、管理设备移动过程、比较实际和计划中空间的利用状况。

信息可用于各种目的,如准确识别空间的各种用途、空间和资产的最优化

分配和控制等等。

## 2、资产管理

在 BIM 在设计 and 施工中重要的数字资产包括：

### (1)设备和系统

暖通空调、管道、电气、消防/生命安全、专用设备、构建传感器的网络和网络系统；

### (2)数据

制造商/供应商的信息：排序，模型和零件编号；位置信息：建筑物、地板、房间和设备所在地的区域；说明：类型，资产编号，设备组，临界性，状态；属性：重量、功率、能量消耗等；

### (3)文件

规范、保证书、操作和维护手册、制造商指令、证书、测试报告。

## 3、能耗管理

将 BIM 与建筑能源分析结合(假设情景可以分析)，模拟能源系统将根据不同方案对能耗进行计量估算，最终找到最节能的方案。例如，有一个空房间是灯是开着的，为减少能源消耗可以探索如何实现远程关灯的目标，以减少能源消耗。

BIM 技术还可以用于跟踪每个房间/区/成员各自的历史能源使用，并将历史数据与 BIM 可视化对象结合起来，使能源消费行为可以进行分析 and 预测，并使与能源相关的预算和保护活动得到支持。

## 4、维护管理

设备的可维护性被定义为能够在整个生命周期内达到最佳性能的设备，同时具有最小的生命周期成本的以一种属性。一直以来，人们一直把投资、成本和计划当作是最优先考虑的因素。而忽略了一个事实——在整个生命周期的最大的成本其实来自运营和维护阶段。

这些维护性研究可以解决以下几个方面的问题：

(1)辅助功能：检测不规则形状的建筑物；设备的可视化和物理属性检查能力；

(2)材料的可持续性：识别材料可能引起的质量缺陷的可能因素，评估整体材料的性能避免使用造成设备运营能耗高的材料；

(3)预防性维护：防止部件打滑和下降，对组件进行虚拟检查(所有组件，系统和设备)，预防重大运维问题出现。

## 5、应急管理

BIM 不仅可以用来作为培养 FM 人员对于突发事件得一个虚拟空间,还可以作为一个仿真工具,在其中对可能的紧急情况 and 由此产生的损害进行评估,便于高层领导和管理人员制定应急救援计划。

### (二)数据的集成和处理

BIM 应用以信息集成和信息使用为基本特征。建立以 BIM 技术应用为目标的交流、工作协同的方式和方法,保证 BIM 协同机制的形成,促进 BIM 技术的有效实施,最大化 BIM 在市政工程运维管理中的实施价值。重庆市 BIM 应用管理平台建设的目标是:

- 1、满足大数据的集成和处理需要;
- 2、保证多源 BIM 模型的有效提交。

### (三)工程建设相关方工作协同

### (四)模型与信息的管理

- 1、实现模型与信息的有效管理;
- 2、保证信息资源库的高效管理和使用;
- 3、保证工程建设与管理信息的无损传递。

### (五)政府审批平台对接

保证与政府审批平台的有效对接。

### (六)信息安全

信息安全是政府信息化的基本要求,也是重庆市市政工程运维阶段 BIM 应用实施中必须要充分考虑的重要内容。

1、建立市政工程项目信息安全的分类标准,规范信息安全管理范围和等级划分,并通过 BIM 模型和管理平台,自动区分、验证不同工程项目的信息管理内容,细化信息安全管理;

2、建立市政工程项目信息存储的安全措施,保障 BIM 建模软件和信息管理平台在安全网络环境下的使用,包括模型的创建、提交、存储、使用等环节;

3、建立政府工程项目信息使用的规章制度,制定基于 BIM 平台调用数据的安全规范,为市政工程信息安全提供制度保障。

### (七)审核工程项目建设与管理情况(管理制度及建设标准)

实现重庆市市政工程项目管理制度及建设标准对工程项目建设与管理的自动审核。

## 十、案例研究——轨道交通项目 BIM+GIS 系统探讨

### (一)应用背景

近年来, GIS(地理信息系统)技术为轨道交通项目的发展提供了良好的技术支撑,由于 GIS 系统基于空间数据库,对于大场景的显示具有很好的效率,但是对于细节的显示却一直存在较大的不足。而 BIM(建筑信息模型)技术先天具有显示精细、信息丰富的特点,为 GIS 技术更加深入的应用提供了有益的补充。轨道交通项目是 BIM 与 GIS 技术应用的碰撞交融点,有必要进行深入研究,探讨轨道交通项目信息化在 BIM、GIS 两种技术驱动下的发展路径,以期改造轨交项目的规划、设计、施工、运维过程。

### (二)轨道交通建设期的常见信息化构成

经过分析研究,一般轨道交通信息化系统应由图所示的几个模块组成。这里主要对 BIM+GIS 进行深入探讨。

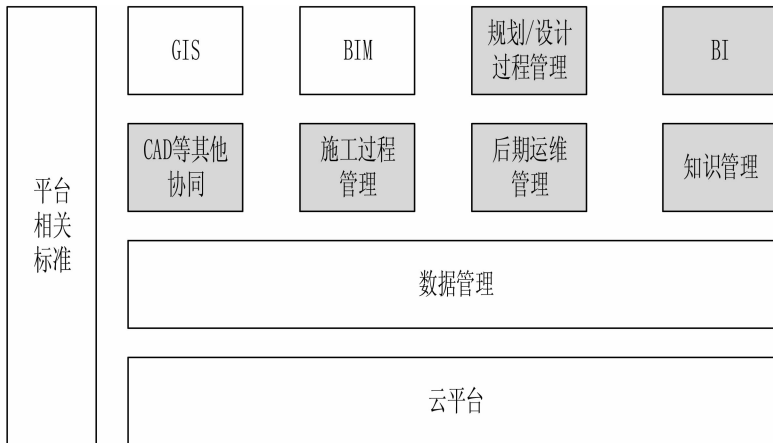


图 5-5 轨道交通信息化系统

轨道交通 BIM+GIS 系统主要包括如下几方面的研究内容：

- 1、研究轨道交通项目的 BIM 与 GIS 的内部数据标准及交互方法；
- 2、为轨道交通提供全方位的 BIM+GIS 咨询服务和技术服务；
- 3、构建智慧化轨道建设与运营管理云平台；
- 4、建设轨道交通工程数据中心；
- 5、对后期智慧化建设进行相关深入研究。

### (三)建设原则

轨道交通项目 BIM+GIS 系统整体应本着如下原则进行建设：

- 1、强化能力,提高效率。强化管理能力建设,加强 BIM、GIS、云平台、协同工作平台、相关数据管理及标准建设；
- 2、分工负责,分步实施。将规划目标分解为阶段性目标,通过整体规划、

分步实施的方式实现建设目标的逐步落地；

3、整合资源，避免重复。充分将研究成果服务于规划、建设与运维阶段，并实现与现有其他相关已有系统的集成，整合资源，避免重复建设；

4、立足当前，着眼长远。立足当前即是要确保完成轨交项目示例项目的建设；着眼长远即是要积累 BIM+GIS 相关使用经验，为其他项目的建设提供经验支撑。

#### (四)数据标准与内容

数据标准是整个系统运行的关键，数据标准涉及内容非常广泛，不仅包括 BIM 制图标准、配合标准、交付标准，还包括管理数据标准、技术数据标准、档案存储数据标准以及 GIS 各种存储标准等。

##### 1、对于 CAD 设计标准

需要建立图层、字体、打印样式、图框等各种标准，以确保各方的设计图纸具有统一的标准。

##### 2、对于 BIM 标准

在 BIM 标准方面需要建立技术及管理标准。技术标准主要包括：

- (1)模型精度标准 LOD；
- (2)模型信息标准；
- (3)建模标准；
- (4)软件标准。

管理标准主要包括：

- (1)BIM 应用权责分配(各参与方需要什么信息、怎么获取)；
- (2)BIM 管理流程(各参与方提供什么信息、怎么提供、如何在 BIM 平台上工作)；

(3)BIM 招标文件辅助编制；此外，由于各阶段的 BIM 软件在兼容性上尚不成熟，为此，需要对使用的 BIM 软件进行深入探讨和二次开发，以确保各阶段的 BIM 软件数据能够实现最大限度的复用，减少成本，提高效率。

平台标准的内容非常宽泛，以上仅列出几个具有典型性的内容。

#### (五)基础云平台建设

BIM 的核心价值在于对 I(information)的有效利用与表达，云平台建设的构想也主要以客户的数据价值为核心，通过 3D 虚拟化、云系统加速机制、高性能并行存储架构、IPS+firewall 的数据安全保护、数据的备份、云智能运维平台等部分的有机结合，做到全工作流的有效数据传递与保护，使云平台更地服

务于轨道交通实践。

**3D 虚拟化云平台:**主要由 HPC 服务器+NVIDIA 高性能显卡组成,后端附带 SSD 盘阵加速卡。有了 3D 云系统的支持,可以更好地将 BIM 软件移植到云环境中使用,提高工作效率、降低总体成本,同时可以有效避免数据外泄。

**云系统加速机制:**云工作环境在客户体验上最大的障碍在于网络延迟,通过云加速解决方案,可以让桌面从云平台到客户桌面的数据推送加快数倍,有效解决网络延迟问题。

**高性能存储架构:**采用高性能并行集群存储架构,此架构作为数据交换平台具有非常大的效益,主要体现在以下几方面:

1、可以保证用户对数据的高速并发访问,极大地提高了数据的并发吞吐量,非常适合同步设计、施工、审查等多用户协同工作模式,尤其是对 BIM 模型存储以及 GIS 应用的加速具有显著效果;

2、基于网络的有效负载均衡技术,避免数据访问的热点瓶颈;

3、多节点架构保证了业务的可靠性和连续性;

4、线性扩展能力,可以根据业务发展需求逐渐扩展业务服务器与存储;

5、通用的数据协议接口可以为 Autodesk、Catia 等行业软件提供 PLM/PDM 的后台支撑;

6、支持虚拟机在存储上的创建与快速部署,提高虚拟机的使用效率并降低虚拟机成本;

7、海量数据的负载能力,可以实现对大量文档、视频等资料的全生命周期有效管理。

**数据安全防护:**由于用户工作环境对于文件的写入会有多方渠道,如果将病毒和恶意代码携带进入数据中心,可能会导致后台数据丢失或者被感染,这将是灾难性的后果。可采用 IPS+FireWall 模式的数据安全策略,以避免因使用单一防火墙或者防病毒软件致使功能受限,而无法全面地保护数据安全与规避非法侵入和违规行为的问题。

**数据备份:**作为全生命周期数据中心的最后一道防线以及数据的离线分析与应用的最佳机制,健全数据中心的备份机制非常重要,这里选用的存储服务器可以全面兼容 SymantecNBU 的备份引擎与异步云备份接口。有了数据的有效备份,可以将离线数据用于平台运维的数据分析之用,对于未来的数据挖掘服务起到有效的数据支撑作用。并且系统自带的重复删除功能可以将备份数据空间节省 70%以上。



云智能运维平台：地铁作为公共资源的基础平台汇集了大量的实时数据与信息，如何打造一个一体化的智能集中管理平台就显得尤为重要，这里专门打造了一款基于 MOSIC 技术的集中一体化管理平台，通过与 BIM 技术和 GIS 的有机结合，实现对地铁全线数据的搜集、显示、管控，并有望通过云智能运维平台的研究打造一个国际领先的地铁云智能运维平台。

#### (六)BIM 应用

BIM 技术在本项目应用的目标是，生成勘察、设计、施工、生产和运维阶段的 BIM 大数据，依据这些数据进行分析和使用。BIM 主要应用内容如下：

##### 1、勘察阶段：

- (1)项目实施周边地形、管线和建构筑物的 BIM 数据生成；
- (2)勘察 BIM 数据的应用。

##### 2、设计阶段：

- (1)全专业 BIM 模型生成、碰撞检查和设计纠错；
- (2)BIM 管线综合深化设计；
- (3)BIM 性能化分析；
- (4)工程量统计。

##### 3、施工阶段：

- (1)施工进度模拟；
- (2)施工工艺模拟；
- (3)施工过程 BIM 模型调整；
- (4)工程量统计；
- (5)竣工模型。

##### 4、运营阶段：

- (1)BIM 模型数据录入；
- (2)BIM 模型维护。

#### (七)GIS 平台应用

GIS 作为整个轨道交通项目的数据整合集成引擎平台，可重点实现如下功能：

1、基础地理信息数据管理：基于地方地理坐标系及高清航拍图、基础地形、地籍房籍数据、关键基础设施现状等基础信息，实现一张图管理；

2、地下综合管线现状管理：根据沿线地下综合管线的勘测数据，基于基础地理坐标系，统一到 GIS 平台中进行管理；基于先进的二、三维一体化 GIS 地

下综合管线管理,进行便捷查询、三维可视化表达、断面图自动生成等,为轨道设计、施工提供支持;

3、轨道线路规划设计方案管理:基于统一基础地理坐标系,对轨道线路的站点、区间段精确走向、标高等规划方案进行一张图管理,建立图形空间规划要素的数据引擎,为后续与 BIM 集成、属性表格管理等提供依据,并提供规划设计方案的版本管理功能;

4、轨道沿线物业综合开发规划信息管理:对于与轨道交通密切相关的轨道沿线物业综合开发用地、物业等规划信息,进行一张图管理,提供便捷的查询、统计等操作,实现物业综合服务;

5、关联项目管理:基于上述地理数据库,对实施过程中的系列项目进行管理,提供项目计划、进度、资源等信息的统一管理,实现定期自动报表;

6、CAD-GIS-BIM 联动协同:建立基于 GIS 的相关空间要素对象的索引,实现与 BIM 的数据库联动;实现 GIS2BIM、BIM2GIS、CAD2GIS 的多向数据联动,保持平台数据的实时一致性;

7、实施竣工图 GIS 化管理:通过实时记录实施过程中的方案变更、建立日志,结合实际施工竣工情况,建立完整、精确的 GIS 一张图轨道设施数据库,为后续实现智慧轨道资产管理奠定良好基础。上述功能模块,采用最新的云 GIS 技术架构进行部署,以 B/S+移动 APP/S 结合的架构进行综合开发。为了实现二、三维一体化 GIS 的高效网络化实施,需要高性能的服务计算、网络数据传输以及软件开发加以支持,鉴于目前国内三维 GIS 基本仅实现 C/S 架构,该项目具有一定的开拓创新性。

要实现上述 GIS 平台功能,需要的基本服务内容如下:

- 1、面向轨道规划设计建设运营一体化的 GIS 数据标准制定;
- 2、智慧轨道 GIS 平台系统方案规划设计与技术标准选型;
- 3、基础数据加工处理:各种数据来源(现状、规划、方案、竣工图等)、类型、格式、坐标系的数据,按标准统一纳入数据库;
- 4、软件定制开发打包:除了大部分已有产品功能外(已有现成产品解决方案),个性化定制功能的开发;
- 5、使用培训、运营维护技术支持等。

#### (八)BIM 与 GIS 的融合

GIS 和 BIM 的整合不是一件简单的事。最直观的表现是,两者对图形表达的数据结构完全不同。GIS 用的是点线面,点有坐标,线有两点,面分三角

形、三角带、环等几种。这种结构的优点是可以方便地表示大量种类的图形。BIM 对图形是基于一种关于 Swipe 和 Extrude 的理念。两者对信息的储存也完全不同。GIS 使用空间数据库,点线面体功能分明,有各自的角色和属性。空间数据库可存储的数据量巨大,以 TB 甚至 PB 计。有强大的分级优化功能。而 BIM 存储数据使用的是文件系统,优点在于细节与对象属性的描述。

BIM 与 GIS 的融合是一个非常复杂的课题,在轨道交通项目中我们采用的方案是在整体的轨道线的显示上采用 GIS 技术,而在区域建筑,如地铁站房等采用 BIM 技术,也会存在 GIS 与 BIM 的切换,这样可以同时发挥 GIS 与 BIM 系统的优势。BIM 与 GIS 系统的显示融合也是一个非常大的课题,如何实现无缝切换甚至是同浏览器显示是需要深入研究的内容。

无疑,BIM 与 GIS 的融合是未来 BIM 与 GIS 技术发展的方向,未来 GIS 一定会越来越关注显示细节,而 BIM 也会加强对大数据量项目的支撑,甚至能发展出特殊的数据库。

#### (九)结论

轨道交通项目基于 BIM+GIS 的管理落地是个非常庞大的工程,涉及的内容非常多,这里仅列出了几个相对关键的问题,尤其是对于数据标准的建设、云平台建设、BIM 与 GIS 的结合、BIM 及 GIS 与协同平台的结合等进行了阐述和分析。本文的分析成果对于轨道交通的信息化建设具有一定的参考,对于大型工程项目建设也有一定的借鉴意义。

### 十一、案例研究——轨道交通项目 BIM+GIS 系统探讨

#### (一)应用目的

为了提高武汉地铁建设管理效率和运营管理水平,武汉地铁集团通过引进 BIM 技术,进而实现地铁项目在规划、设计、施工、竣工和运维阶段的全生命周期信息化管理。通过武汉地铁集团、武汉地铁运营公司各部门的大力支持,在平台调研、开发、实施阶段,积极与沟通配合,共同努力,该平台在汉口火车站正在顺利运行中。

#### (二)BIM 运维平台采用的技术及功能模块

武汉地铁 BIM 运维平台综合应用 BIM 技术与 GIS、FM、物联网技术等先进技术手段。同时是在国内轨道交通领域首个采用 BIM 运维管理平台的项目,具有开创性的意义,并荣获全球排名第一的美国 ARCHIBUS“工作空间系统及基础建设资产设施整体管理解决方案”得到全球设施运维服务界的高度认可。

武汉地铁 BIM 运维平台具有五大功能模块:线路站点管理、设备资产管理、运营维护管理、文档知识管理、票务报表管理。全面涵盖了地铁站运营的重点工作,将 BIM、FM、O&M、ERP、RFID 等技术相结合,形成一个综合性的管理平台。将 BIM 技术与互联网技术相融合,充分体现互联网+的价值。

### (三)BIM 运维平台价值

通过 BIM 运维平台能够大力提升运维管理水平,是 BIM 全生命周期中重要的一环,也是最大的价值所在。

- 1、BIM 技术有效提升设备管理水平,解决传统方式所面临的问题;
- 2、能够量化设备资产管理,量化工作流程;
- 3、实现资产管理信息化,更有效地配置生产设备、人员及其他资源;
- 4、借助于系统的帮助,提高运营管理人员的工作效率;
- 5、促进规程的执行,减少停产时间,建立清晰的、动态的设备数据库,提高设备可利用率及可靠性;
- 6、通过故障数据,制定有效维修检修计划,延长设备生命周期;
- 7、跟踪管理设备使用、维护的历史信息,为编制合理高效的维护计划提供数据支持;
- 8、积累平台海量运维数据,通过数据来分析目前存在的问题和隐患,也可以通过数据来优化和完善现行的管理。

## 十二、案例研究——轨道交通项目 BIM+GIS 系统探讨

### (一)应用背景

目前,BIM 技术在中国城市地下空间开发利用中的应用尚处在起步阶段。2013 年 2 月 7 日,上海市民防办赴上海市地下空间设计研究总院,围绕利用 BIM 技术服务于民防工程及城市地下空间建设管理展开调研,指出要将 BIM 技术应用于民防工程及地下空间建设管理,实现建设全生命周期建筑信息的智能化和信息化,提高上海市的地下空间开发利用效率和建设、管理信息化水平。

通过结合数字信息和计算机技术,BIM 技术能够以三维立体的方式来进行项目设计并指导施工和运营维护:

#### 1、应用于规划

基于 BIM 平台,结合城市整体的发展方向和发展思路,将城市地下空间规划融合到城市总体规划中。目前,中国国内数字城市平台广泛普及,城市规划领域信息化主要依赖 CAD+GIS 平台。GIS 平台的图形界面以二维表达为

主,并且只能展示宏观的设计(如基础设施、交通设施、建筑、绿化等),无法获得建筑的内部信息(如结构属性、设备属性、室内格局、各种管线和设施的配置等)和建筑的其他相关信息(如建设成本、承包商、设备生产厂家等)。而通过 BIM 与 GIS 平台的结合,建立的 BIM 模型不仅能够立体、真实地表现规划人员的规划思想,而且能够详细展示建筑的内部信息。另外,结合数字城市的规划信息,BIM 强大的数据收集能力和协同能力能够准确表现地上和地下设施的现状和变更,从宏观上协调配合城市的整体规划。微观上,运用 BIM 技术模拟分析城市地下空间微环境,包括光照分析、噪声分析、建筑群热工分析等方面来保证人员的舒适度。从宏观和微观两方面着手规划,有利于城市地下空间开发与地面建设相协调,与各个基础设施相协调,形成城市地下空间系统。

## 2、应用于设计

开发利用城市地下空间需要多个专业学科的交叉与合作,运用 BIM 的协同技术,能够实现建筑、结构、给排水、暖通设备、机械电气等各专业在同一模型基础上进行工作,能够避免出现“信息断层”,使设计信息得到及时的更新和传递,有助于提高设计的质量和效率。另外,设计师利用 BIM 模型进行合理设计,预留设备的维修空间,进行碰撞检测,优化地下管线的合理布置,方便建筑后期的运营维护,进行深化精细设计,为保证建筑的功能质量和建筑施工的高效实施打下基础。BIM 可视化技术能够形象直观地模拟各设计方案,立体、真实地展示项目的设计、建造、运营等整个过程,有助于项目设计方案的理解和决策。运用虚拟现实技术,遵循工程项目设计标准,建立逼真的三维虚拟场景,对项目进行真实的“预演”,人员在虚拟环境中任意漫游,能够发现很多不易发现的设计缺陷,减少由于事前规划设计不周全而造成的损失。

## 3、应用于施工

地下空间开发利用具有不可逆性,一旦建成,很难改造、拆除,所以施工方案的选择尤其重要。施工方可以在前期运用 BIM 技术模拟多个施工方案,进行对比分析、查找设计错误、排除施工风险,选择最佳的施工方案。由于地下施工空间有限,而每一个工序的实施都要有足够的施工空间,施工方可以利用 BIM 技术进行模拟、协调各专业施工,确定最佳的施工工序、最优的机械行进路线和人员活动范围,避免出现各专业施工混乱的现象。另外,基于 BIM 技术的 4D 关联数据库,可以快速、准确地获得施工过程中的工程基础数据,随时为采购计划的制订、限额领料等提供及时、准确的数据支撑。利用 BIM 技术还可以加强施工过程中的风险控制、造价控制、对比分析施工计划与施工进度,对

整个施工计划的实施情况进行跟踪分析,能够及时掌握施工信息,并进行有效管理。

#### 4、应用于运维

运用 BIM 技术集成、整理工程全生命周期各个阶段的信息资料,在项目竣工后形成完整的信息数据库,能够方便日后的维护管理工作。物业工作人员可以通过 BIM 模型来查看设备的基础信息,如生产日期、维护情况、生产厂家等,对使用寿命即将到期的设备进行预警,提醒运营商及时更换;通过安装具有传感功能的水表、电表、煤气表,点击 BIM 模型获取每个区域的能源使用情况。地下商业街、地铁站等都是人员集中的场所,突发情况下的人员疏散很重要,BIM 不仅可以与监控系统衔接强化日常管理,而且还能够结合、协作 BIM 模型的其他子系统对突发情况的预警及人员疏散提供有效信息。例如,在突发火灾情况下,它会自动感应并发出火警警报,根据 BIM 模型迅速定位着火区域,为人员疏散提供有效信息和最佳逃生路径。

## 附录：常用工程信息模型应用配置软硬件

### 一、软件

操作系统软件一般选用 Windows 7 64 位系统软件。工程信息模型应用软件主要有以下几家公司提供的相关软件：

1、欧特克提供的 Revit、Civil 3D、Autodesk Infrastructure Modeler 等工程信息模型系列软件，支持从概念设计到施工阶段的市政工程信息模型应用流程。可对所有专业进行精确的三维模型设计、优化性能并更高效地实时协同设计以及完整的数据传递。

2、达索提供的 Catia、Enovia、Delmia 等工程信息模型系列软件，支持复杂曲面的参数化设计，在对项目全过程中产生的各类信息如三维模型、图纸、合同、文档等进行集中管理的基础上，为项目团队提供一个信息交流和协同工作的环境。对项目中的数据存储、沟通交流、进度计划、质量监控、成本控制等进行统一的协作管理。

3、奔特力提供的 MicroStation、ProjectWise 等工程信息模型系列软件，主要用于基础设施的设计、建造和施工阶段。是集二维制图、三维建模、信息共享于一体的工程信息模型应用平台，适用于所有专业。

### 二、硬件

工程信息模型是基于三维的工作方式，对计算机的硬件配置有较高要求，就最基本的项目建模来说，BIM 建模软件相比较传统二维 CAD 软件在计算机配置方面，需要合理 CPU、内存和显卡的配置。

1、CPU：即中央处理器，是计算机的核心，推荐拥有二级或三级高速缓冲存储器的 CPU。采用 64 位 CPU 和 64 位操作系统，对提升运行速度有一定的作用，大部分软件目前也都推出了 64 位版本。多核系统可以提高 CPU 的运行效率，在同时运行多个程序时速度更快，即使软件本身并不支持多线程工作，采用多核也能在一定程度上优化其工作表现。

2、内存：是与 CPU 沟通的桥梁，关系着一台电脑的运行速度。越大越复杂的项目会越占内存，一般所需内存的大小应最少是项目内存的 20 倍。由于目前大部分用 BIM 的项目都比较大，一般推荐采用 8G 或 8G 以上的内存。

3、显卡：对模型表现和模型处理来说很重要，越高端的显卡，三维效果越

逼真,图面切换越流畅。应避免集成式显卡,集成式显卡要占用系统内存来运行,而独立显卡有自己的显存,显示效果和运行性能也更好些,一般显存容量不应小于 512M。

4、硬盘:硬盘的转速对系统也有影响,一般来说是越快越好,但其对软件工作表现的提升作用没有前三者明显,系统盘推荐采用 256G 及以上容量的固态硬盘。

关于各个软件对硬件的要求,软件厂商都会有推荐的硬件配置要求

但从项目应用 BIM 的角度出发,需要考虑的不仅仅是单个软件产品的配置要求,还需要考虑项目的大小,复杂程度,BIM 的应用目标,团队应用程度,工作方式等。