

在胶州湾第二隧道、地铁5号线等重大工程中充当设计、施工、运营全流程的“神经中枢”，为项目全生命周期、全场景管理赋能加力——

BIM:每一处建筑细节都“心里有数”

□青岛日报/观海新闻记者 王冰洁

百米深处，一片幽暗。轰鸣的盾构机却像长了眼睛一般，循着预设的数字化指令稳稳掘进。

每掘进约两米，身后便有一片片巨大的管片精准落位，环环相扣，循环往复，一条穿海而过的钢铁长龙在胶州湾下的岩层中不断掘进。而在“云端”，另一条“数字孪生”的胶州湾第二隧道也在同步建造，仅土建阶段，这条数字隧道就已分解为超10万个BIM构件。实体隧道一米米向海里延伸，数字隧道一条条数据同步累积，一实一虚，双生同行。

地下数十米处，青岛地铁5号线也在蜿蜒生长。没有图纸翻飞、没有高声交底，工人掏出手机，对着墙面二维码轻轻一扫，三维立体的工程结构、隐蔽管线、风险点便立即清晰呈现；钻机掘进、构件拼装、管线对接，全在数字模型的精准指引下有序推进。

与传统的建造路径不同，这些重点工程的高质量建设，离不开一个关键词——BIM(建筑信息模型)。

它并非简单的三维画图软件，而是一套贯穿建筑全生命周期的数字化管理体系。BIM技术为建筑打造“数字孪生体”，能集成材料参数、施工工艺、造价成本、运维数据等全维度信息，让建筑从一张冰冷的图纸，变成有数据、有逻辑、可交互的“数字生命”。

2026年是“十五五”开局之年，也是建筑业转型升级的关键年。经过十几年的发展，如今BIM技术已进化为驱动设计、施工、运营全流程自主决策与优化的“神经中枢”。

放眼未来，在推动CIM(城市信息模型)平台建设的宏观背景下，每个建筑工程的BIM应用都在被赋予新的历史角色：它将成为智慧城市数字底座中最具活力的“微观功能细胞”。



■图为胶州湾第二隧道盾构成洞段。



从“单体应用”演变为“城市细胞”

BIM技术为建筑打造“数字孪生体”，不仅能立体展示建筑的外形、结构、管线，更能集成材料参数、施工工艺、造价成本、运维数据等全维度信息。

青岛自2018年起在青岛胶东国际机场等14个国有投资公共建筑项目中开展BIM技术应用试点，将BIM技术应用纳入智能建造项目评价体系，涌现出胶州湾第二隧道、海天中心等一批“一模到底”示范工程。

青岛打造了全国首个基于CIM数据底座的数字建一体化平台，截至去年，已累计收储BIM模型800余万平方米，建立覆盖BIM技术、数据治理、技术实现、管理流程的立体化标准框架。



一条海底隧道的“数字成长史”

施工预演：传统图纸很难校验的一些细节，都可在BIM模型里被一一“预演”。工程师先在电脑里进行管片自动排布，再下达实体施工指令，从而让施工变得“胸有成竹”。

数字孪生：BIM的应用贯穿了二隧工程的始终，实现“地下建造一个海底隧道，同时地上建造一个数字孪生隧道”。



■近日，在胶州湾第二隧道盾构段，现场施工人员在使用数字建造平台手机端进行工序报验操作。王冰洁 摄

海底工程，千变万化。

对于比胶州湾隧道长了一倍的胶州湾第二隧道而言，穿海的“难度系数”同样倍增：需要攻克水文地质异常复杂、超长距离通风、大断面高压等一系列超乎寻常的施工挑战。

现如今，在胶州湾海平面近百米之下的岩层内，巨大的盾构机在轰鸣声中，自东向西缓缓掘进，同时，另一端也正通过爆破方式自西向东掘进。

总重5000余吨的“海天号”是服役于二隧工程的三台盾构机之一，开挖直径15.63米、总长142米，是个名副其实的“钢铁巨龙”。掘进过程中，最前端的巨大刀盘不停旋转，刀盘上布满的滚刀如同锋利的“钢齿”，稳稳“啃噬”着坚硬的岩层。

一环二隧主隧道管片的直径达15米，相当于五层楼高。在近百米深且承受着极高水压的海底，要把这些“大家伙”拼成一条滴水不漏的隧道，难度可想而知。而BIM技术的出现，如同为这项超级工程配备了一位“深海精算师”，把每一个细节、每一道工序都算得明明白白。

传统图纸很难校验的一些细节，比如线路坡度、凹凸榫栓孔、纵环缝拼接、预制构件错变量等，都可在BIM模型里被一一“预演”。工程师先在电脑里进行管片自动排布，让数千块管片在虚拟世界中完成拼装，确认无误后，再下达实体施工指令，从而让施工变得“胸有成竹”。

超级工程，难在建设，更难在管理。位于胶州湾畔的胶州湾第二隧道工程安全生产调度指挥中心内，一块硕大的电子显示屏十分显眼，它承载着青岛国信二隧公司研发的大型基础设施数字建造平台，这里实时更新着与二隧相关的一切信息——“施工人员和车辆的实时定位，盾构机瞬时总推力87025千牛，推进速度9毫米每分钟……”

通过这个“智慧大脑”，坐在电子大屏前的工作人员可以精准监控项目进展情况。“有了这个平台，几乎能把线下的工作流程全部转换为线上信息流。隧道内的一线管理人员依靠北斗定位

提前“排雷”：地铁5号线的换乘站多达12座，结构复杂、管线密布。过去，图纸上各专业各自为战；如今，这一切都可以借助BIM模型，在电脑里提前“排雷”。

“看见”风险：BIM技术把地质勘察数据与模型深度融合，构建出地质—结构一体化模型。风险状态提前模拟，支护方案提前优化，再通过两级交底，让每一个风险点都“看得见、摸得着”。

一场看不见的数字变革，正在青岛的城市地下悄然发生。

青岛地铁5号线，作为青岛地铁三期规划中的骨干线路，也是线网中唯一一条具备C形环线功能的关键走廊，全长32.6公里，共设27座车站，一路贯穿市南、市北、崂山三大主城区，覆盖东岸城区核心发展带，成为支撑城市空间优化、提升路网效率的“地下中轴”。

然而，在建设过程中面临着复杂的现实问题：沿线地质复杂，软硬复合地层等“九大不良地质”如影随形；多次下穿铁路、运营地铁，好比在动脉血管旁动刀，施工控制要求极高。此外，参建单位超50家，协调起来更是千头万绪。

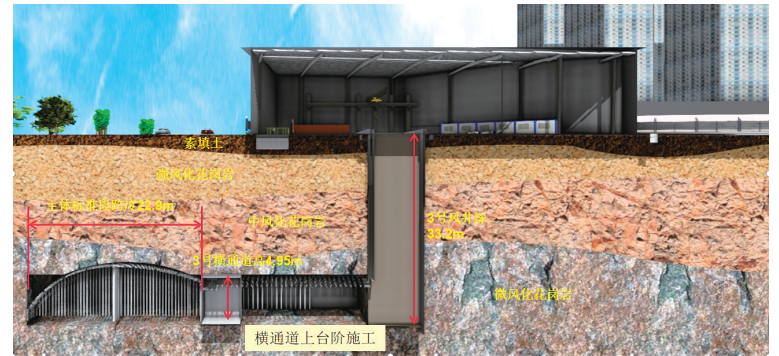
地铁5号线的换乘站多达12座，结构复杂、管线密布。过去，图纸上各专业各自为战，到了现场才发现管线“打架”、结构冲突。如今，这一切都可以借助BIM模型，在电脑里提前“排雷”。“BIM可以将车站结构、管线、设备全要素纳入，碰撞检测、管线优化在设计源头一气呵成。智能设计系统与建模软件深度融合

20世纪70年代，发达国家便已有BIM的概念，最早引入我国是在2002年。随着技术发展，近年来BIM在国内的应用愈发普及。

相关统计显示，2021年至2025年，中国BIM市场规模从约120亿元增长至近300亿元，平均复合增长率达20.3%，预测国内市场规模有望在2030年突破800亿元。

聚焦青岛，自2018年起在青岛胶东国际机场等14个国有投资公共建筑项目中开展BIM技术应用试点，将BIM技术应用纳入智能建造项目评价体系，涌现出胶州湾第二隧道、海天中心等一批“一模到底”示范工程。“我们还探索基于BIM的建筑全生命周期审批监管新路径，开发BIM智能审图、BIM档案收储系统，将BIM技术从设计延伸到审查、验收、归档等环节，逐步实现‘用BIM说话、让AI辅助审批’。目前，已有30余个工程建设项目试点采用BIM报建和智能辅助审查。”市住房城乡建设

BIM给地下工程装上“透视眼”



■利用BIM技术，青岛地铁5号线施工人员可以更加清晰直观地进行风险交底工作。

合，保证‘图模一致、数据贯通’，设计协同效率上去了，施工返工率也就下来了。”青岛地铁集团总工程师(科创中心)副主任刘扬说。

更多风险还藏在看不见的地下。传统图纸难以直观表达，交底时讲得清，工人未必听得懂。

BIM技术则把地质勘察数据与模型深度融合，构建出地质—结构一体化模型。哪段地层松软、哪处含水丰富，在屏幕上纤毫毕现。风险状态提前模拟，支护方案提前优化，再通过两级交底——从设计到施工项目部，再到作业班组——让每一个风险点都“看得见、摸得着”。

“以前交底靠经验，工人干活靠摸索，碰上复杂节点心里没底。现在好了，模型在手，风险在哪、怎么干，一目了然。”一位班组长说。

更让一线人员感到新鲜的，是工地上随处可见的二维码。

每个工点、每个关键工序，都有一个专属二维码。一线人员通过扫描二维码，即可随时查看所在工点的三维模型、风险提示和工艺要求。这

种“口袋化”的交底方式，真正让BIM成果落地到一线，让技术交底从“纸上”走向“掌上”。

事实上，如今的BIM模型已从一个静态的“交付成果”，转变为持续创造运营价值、降低生命周期成本的生产性资产。以地铁5号线为例，已率先将BIM数据作为无形资产入账，评估原值近300万元。这意味着，建设期积累的数据不再是竣工后束之高阁的档案，而是可以延续到运维阶段、支撑智慧地铁运营的宝贵资产。

经过十余年的探索，青岛地铁集团自主研发贯通全生命周期的数字孪生协同管理平台，使正向设计成果的“错漏碰缺”减少约85%，施工进度管理效率提升75%，运维阶段故障诊断准确率95%，应急处置效率提高30%。这标志着青岛地铁BIM应用已实现从单点工具向驱动全产业链升级的数字化核心系统跨越，为智慧轨道交通沉淀了高质量、体系化的数据资产，形成具备行业推广价值的智能建造“青岛经验”。

从“建筑数字档案”到“城市数字底座”

设局建筑节能和科技处相关负责人说。

在新基建的大背景下，BIM技术应用逐渐覆盖设计、施工到运营等各个主要阶段，贯穿全生命周期，实现“1+1+1>3”的效果。

“以前，设计、施工、运维是‘各管一摊’，图纸交接时容易出现‘断层’，后期运维全靠经验。”青岛腾远设计事务所有限公司总裁助理李哲提到，BIM就像一个“数字管家”，把建筑的每一个细节、每一道工序都记录在案，从最初的规划设计，到施工中的每一次变更，再到投用后的每一次检修，所有信息都能追溯、复用。

不少专家认为，2026年BIM技术已从“政策驱动、概念普及”的上一个十年，正式迈入“市场主导、价值深耕”的新纪元。2025年底，住房城乡建设部联合国家发展改革委、工业和信息化部等13个部门印发《关于全面推进智能建造发展的指导意见》，明确2026年为智能建造全面推广元年。BIM也将与AI、物联网、大数据

等新技术深度融合，形成与实体建筑同步生长、交互反馈的活态数字孪生。

同时，BIM还正经历系统性进化——从“单体应用”演变为“城市细胞”。中国工程院院士、同济大学副校长吴志强曾指出，BIM是单体，CIM是群体，BIM是CIM的细胞。要解决智慧城市的问题，仅靠BIM这一个细胞还不够，需要大量细胞再加上网络连接构成的CIM才可以。

目前，青岛打造了全国首个基于CIM数据底座的数字建一体化平台，截至去年，已累计收储BIM模型800余万平方米，通过建立覆盖BIM技术、数据治理、技术实现、管理流程的立体化标准框架，为项目全生命周期、全场景管理赋能加力。

站在2026年回望，BIM技术的发展轨迹已清晰可见：它从描述建筑到分析建筑，再到生成建筑，最终将运营建筑并赋能城市。