

“十三五”国家重点图书出版规划项目

BIM 技术及应用丛书

港珠澳大桥澳门口岸管理区项目 施工BIM应用与实践

中国港湾工程有限责任公司
焦向军 主编

书内有二维码
扫码可看视频

中国建筑工业出版社

图书出版规划项目

BIM 技术及应用丛书

港珠澳大桥澳门口岸管理区 项目施工 BIM 应用与实践

中国港湾工程有限责任公司

焦向军 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

港珠澳大桥澳门口岸管理区项目施工BIM应用与实践 / 焦向军主编. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.7

(BIM 技术及应用丛书)

ISBN 978-7-112-22161-5

I. ①港… II. ①焦… III. ①跨海峡桥—桥梁工程—工程项目管理—应用软件 IV. ①U448.19-39

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第090405号

本书是“BIM技术及应用丛书”中的一本, 以图文并茂的方式, 全面介绍了港珠澳大桥澳门口岸管理区项目施工过程中BIM技术的应用。全书共分为12章, 包括: 项目介绍、BIM应用实施策略、通关方案模拟BIM应用、项目施工组织设计BIM应用、总承包方BIM应用、市政工程施工专项BIM应用、土建施工专项BIM应用、钢结构施工BIM应用、机电施工BIM应用、装饰和幕墙施工BIM应用、竣工与维保BIM应用、总结与展望。本书可供建设行业各业主单位、承建方、参建方参考使用。

责任编辑: 王砾瑶 范业庶

版式设计: 京点制版

责任校对: 王雪竹

BIM技术及应用丛书

港珠澳大桥澳门口岸管理区项目施工BIM应用与实践

中国港湾工程有限责任公司

焦向军 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京点击世代文化传媒有限公司制版

北京富诚彩色印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 19¼ 字数: 398千字

2018年7月第一版 2018年7月第一次印刷

定价: 168.00元 (扫码看视频)

ISBN 978-7-112-22161-5

(32054)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《港珠澳大桥澳门口岸管理区项目施工 BIM 应用与实践》 编写指导委员会

主 任: 王 玮

副主任: 何俊彪 林朝霞 赵玉喜 苏 博 焦向军

委 员: 刘兵民 孙慧峰 李士龙 吴家良 张国祥 潘 涛 潘建谋

《港珠澳大桥澳门口岸管理区项目施工 BIM 应用与实践》 编委会

主 编: 焦向军

顾 问: 广州优比建筑咨询有限公司: 何关培 杨远丰

副主编:

中国港湾工程有限责任公司: 孙慧峰 潘建谋 胥为捷 朱 春

广州优比建筑咨询有限公司: 何 波 张家立

中交第四航务工程局有限公司: 徐洪华 杨光彩 钟钙冰

中交第三航务工程局有限公司: 练学标

上海建工集团股份有限公司: 邓福弟 金立坚

广州建筑股份有限公司: 廖明战

编 委:

中交第四航务工程局有限公司: 陈利堂 欧品文 谢远护

中交第三航务工程局有限公司: 毕海昕 李 明 李 嵘 张闯闯 陈 旭

胡道亮 蓝波桥

上海建工集团股份有限公司: 马宇哲 王 天 王志刚 王张伟 王晨蔚

甘 澍 卢 俊 卢俊超 许志良 李 灿 李红梅 连 珍 陈磁斌

郁政华 周 卫 胡 怡 施 颖 费佳伟 顾明庆 黄 涛 崔 满

彭 磊 雷福鹏 管文超

广州建筑股份有限公司: 石天然 冯 俊 朱臻贤 张超俊 林伟川

广州优比建筑咨询有限公司: 刘振新 李源龙 郝大辉 詹建文 蔡文权

(注: 编写指导委员会委员及编委会编委排名不分先后, 以姓氏笔画为序)

丛书前言

“加快推进建筑信息模型（BIM）技术在规划、勘察、设计、施工和运营维护全过程的集成应用，实现工程建设项目全生命期数据共享和信息化管理，为项目方案优化和科学决策提供依据，促进建筑业提质增效。”

——摘自《关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发〔2017〕19号）

BIM 技术应用是推进建筑业信息化的重要手段，推广 BIM 技术，提高建筑产业的信息化水平，为产业链信息贯通、工业化建造提供技术保障，是促进绿色建筑发展，推进智慧城市建设，实现建筑产业转型升级的有效途径。

随着《2016-2020 年建筑业信息化发展纲要》（建质函〔2016〕183 号）、《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》（建质函〔2015〕159 号）等相关政策的发布，全国已有近 20 个省、直辖市、自治区发布了推进 BIM 应用的指导意见。以市场需求为牵引、企业为主体，通过政策和技术标准引领和示范推动，在建筑领域普及和深化 BIM 技术应用，提高工程项目全生命期各参与方的工作质量和效率，实现建筑业向信息化、工业化、智慧化转型升级，已经成为业内共识。

近年来，随着互联网信息技术的高速发展，以 BIM 为主要代表的信息技术与传统建筑业融合，符合绿色、低碳和智慧建造理念，是未来建筑业发展的必然趋势。BIM 技术给建设项目精细化、集约化和信息化管理带来强大的信息和技术支撑，突破了以往传统管理技术手段的瓶颈，从而可能带来项目管理的重大变革。可以说，BIM 既是行业前沿性的技术，更是行业的大趋势，它已成为建筑业企业转型升级的重要战略途径，成为建筑业实现持续健康发展的有力抓手。

随着 BIM 技术的推广普及，对 BIM 技术的研究和应用必然将向纵深发展。在目前这个时点，及时对我国近几年 BIM 技术应用情况进行调查研究、梳理总结，对 BIM 技术相关关键问题进行解剖分析，结合绿色建筑、建筑工业化等建设行业相关课题对今后 BIM 深度应用进行系统阐述，显得尤为必要。

2015 年 8 月 1 日，中国建筑工业出版社组织业内知名教授、专家就 BIM 技术现状、

发展及 BIM 相关出版物进行了专门研讨，并成立了 BIM 专家委员会，囊括了清华大学、同济大学等著名高校教授，以及中国建筑股份有限公司、中国建筑科学研究院、上海建工集团、中国建筑设计研究院、上海现代建筑设计（集团）有限公司、北京市建筑设计研究院等知名专家，既有 BIM 理论研究者，还有 BIM 技术实践推广者，更有国家及行业相关政策和技術标准的起草人。

秉持求真务实、砥砺前行的态度，站在 BIM 发展的制高点，我们精心组织策划了《BIM 技术及应用丛书》，本丛书将从 BIM 技术政策、BIM 软硬件产品、BIM 软件开发工具及方法、BIM 技术现状与发展、绿色建筑 BIM 应用、建筑工业化 BIM 应用、智慧工地、智慧建造等多个角度进行全面系统研究、阐述 BIM 技术应用的相关重大课题。将 BIM 技术的应用价值向更深、更高的方向发展。由于上述议题对建设行业发展的重要性，本丛书于 2016 年成功入选“十三五”国家重点图书出版规划项目。认真总结 BIM 相关应用成果，并为 BIM 技术今后的应用发展孜孜探索，是我们的追求，更是我们的使命！

随着 BIM 技术的进步及应用的深入，“十三五”期间一系列重大科研项目也将取得丰硕成果，我们怀着极大的热忱期盼业内专家带着对问题的思考、应用心得、专题研究等加入到本丛书的编写，壮大我们的队伍，丰富丛书的内容，为建筑业技术进步和转型升级贡献智慧和力量。

本书序言

知悉澳门口岸项目管理团队已将《港珠澳大桥澳门口岸管理区项目施工 BIM 应用与实践》厚结成集,并即将付梓,甚为欣慰。这是项目管理团队在勠力奋战创造“一年建筑奇迹”重大实践的经验总结,是万余名参建人员集体智慧的结晶,也是中国港湾工程有限责任公司技术创新、模式创新、管理创新的一次丰硕成果体现。

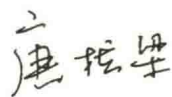
港珠澳大桥澳门口岸管理区项目是港珠澳大桥的重要配套工程,是公司在港澳地区承建的超大型房建综合体项目。该项目总建筑面积约 60 万 m^2 ,包括旅检大楼、境内停车楼、境外停车楼三大建筑主体工程,约 20 万 m^2 道路、隧道、桥梁市政工程以及 53 栋建筑单体配套设施。涉及钢筋混凝土结构、钢结构、幕墙、装饰、道路、桥梁、隧道以及消防、给水排水、强弱电、暖通、电梯等近 20 个专业。在工期不到一年的极端施工条件下高质量按期完成这项“世纪工程”,不仅是公司全球优质资源整合能力、动员能力、组织协调能力和管控水平的一次大检验,也是公司勇于扛责担当,敢于打破传统制式,大胆创新运用先进信息技术提升生产管理效率,提升集约化管理水平的生动实践。项目团队在施工建设的各个阶段引入了大量的新技术、新工艺、新材料,尤其是在项目伊始就全面采用 BIM 技术辅助项目管理。通过使用 BIM 技术快速完成项目近 2 万张施工图深化设计工作,审查出来的图纸问题数量达 2235 项;完成 BIM 模型后导入数控机床加工各种钢构件,大大加快了钢构件预制生产和现场安装速度,3 个月完成近 5.6 万 t 钢结构的现场安装。通过 BIM 技术应用极大地提高了项目建设质量、极大地加快了项目施工进度、减少了项目施工反复、节约了项目整体成本。粗略统计, BIM 技术的应用共为项目压缩工期近 4 个月、节约成本约 2000 万人民币。公司在如此短的时间内高质、高效、低耗地完成本项目, BIM 技术的成功应用起到关键性作用。

成功经验推广运用进而提升公司整体项目管理水平价值才能充分释放。相信澳门口岸项目 BIM 技术应用积累的经验,必将为准备和正在使用 BIM 技术的相关工程建设项目起到参考和借鉴作用。我们应以澳门口岸项目为实例,加强试点示范效应,以典型工程为着力点,探索应用 BIM 技术的方式和方法,总结经验扩大推广。从而

建立企业多元化 BIM 技术发展方案，将 BIM 技术真实地应用到每一个有需求的海外工程项目中去，让 BIM 技术的应用在我们的企业更加规范化、常态化。

中国港湾将始终秉承“感知责任、优质回报、合作共赢”的核心价值观，不断丰富“包容、诚信、创新、奉献”企业精神内涵，矢志成为“国际基础设施领域一体化服务的组织者和领导者”。展望未来，中国港湾将不忘初心、牢记使命，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入实施创新驱动发展战略，积极探索“互联网+”、大数据、人工智能等领域新技术的实践应用，推动实现公司国际一流平台企业的迭代发展，加强公司与国际一流建筑设计、施工企业技术对接，引领促进产业升级和产业创新。

借此机会，我代表公司向项目团队出色地完成项目建设任务表示祝贺。感谢澳门特区政府对项目的大力指导，感谢各参建单位的鼎力支持，感谢社会各界人士的关心和厚爱。



中国港湾工程有限责任公司 总经理

本书前言

建筑信息模型（Building Information Modeling，以下简称“BIM”）技术是在 CAD 等技术基础上发展起来的多维建筑模型信息集成管理技术，是传统的二维设计建造方式向三维数字化设计建造方式转变的革命性技术，是促进绿色建筑发展、提高建筑产业信息化水平、推进智慧城市建设和实现建筑业转型升级的基础性技术。在实际项目中推行 BIM 技术及应用，发挥其可视化、虚拟化、协同管理、成本和进度控制等优势，将极大地提升项目决策、规划、设计、施工和运营的管理水平，减少返工浪费，有效缩短工期，提高工程质量和投资效益。

BIM 技术应用目前在国内及国外发达国家已经进入快速发展阶段，不能掌握 BIM 技术的企业未来将不具备竞争力，因此迅速掌握 BIM 技术并主动用于项目之中，已经成为企业一项紧迫的任务。中国交通建设股份有限公司（以下简称中国交建）正在努力打造成为全球知名工程承包商、城市综合开发运营商、特色房地产商、基础设施综合投资商、海洋重工与港机装备制造集成商，率先建成世界一流企业。这就要求作为中国交建子公司的中国港湾工程有限责任公司（以下简称中国港湾）要成为国际一流的工程承包商，要在房建施工领域取得令人信服的工程业绩，必须掌握好 BIM 技术这一法宝。

港珠澳大桥澳门口岸管理区项目是举世瞩目的粤港澳三地跨境衔接工程、港珠澳大桥项目的配套工程。包括旅检大楼、境内停车库、境外停车库、市政及外围配套设施四个子项，各类房建总建筑面积达 60 余万平方米，市政道路面积达 20 余万平方米。但是由于多种原因，除桩基及部分基坑土方开挖施工在 2016 年 12 月 10 之前完成外，作为项目总承建方的中国港湾在此时进场开始施工时，面对的是现场没有施工用水、电、道路，黄沙遍地。谁能想到 385 天之后的 2017 年 12 月 31 日，项目工程实物量基本上完成，具备了与港珠澳大桥同步通车的条件，全部实现了项目设定的工期节点目标。能在这么短的时间内完成项目基本的施工，项目 BIM 技术的应用功不可没。

本项目业主为澳门特别行政区政府，总承建方为中国港湾工程有限责任公司，广州优比建筑咨询有限公司为项目 BIM 应用总顾问。本项目分为四个标段，分别由以下

四家公司作为标段施工单位：

- 1) 第 1 标段为旅检大楼标段，标段施工单位：上海建工集团股份有限公司；
- 2) 第 2 标段为境内停车库标段，标段施工单位：中交第三航务工程局有限公司；
- 3) 第 3 标段为境外停车库标段，标段施工单位：广州建筑股份有限公司；
- 4) 第 4 标段为市政及外围标段，标段施工单位：中交第四航务工程局有限公司；

综合来看，本项目有以下主要特点：

1) 本项目采用澳门标准、英标、美标、国标等多种标准设计、施工，对施工各方要求高。

2) 项目工期极为紧张，因此对施工各方的施工进度管理、质量管理、现场安全管理要求极高，每一项都是项目管理中的关键因素；

3) 本项目分为四个标段、各标段施工交界面相互有重叠的地方，施工组织复杂，需要在施工前考虑好施工交界面如何处理的问题；

4) 本项目外界多方瞩目，在施工过程中要用更多元化、可视化的技术措施推进施工。

本项目在施工过程中全面应用了 BIM 技术，并拟在 2 年的维保期通过项目 LOD500 模型对项目维保提供技术支持。中国港湾在项目施工伊始即制定了 BIM 技术运用的总体目标，开展了相关的课题研究工作，对 BIM 技术在工程总承包中应用的关键技术进行系统全面且重点突出的研究，为本项目的工程实践提供指导，为项目施工提供有力的技术支撑，降低施工风险，确保项目安全可靠完成，并为今后类似项目的施工积累经验。本书是项目各项技术与总结的重要成果之一，以项目总承包方的角度，在项目 BIM 应用总体策划、对各标段 BIM 应用的管理以及 BIM 信息的共享、更新等都做了相关研究与技术总结。尤其本项目在工期极端紧张、各标段交界面复杂、施工专业分包较多、设计图纸交付与施工现场协调工作量大、项目通关线路复杂等突出问题上，对 BIM 如何发挥其作用做了较深入的研究。此外，本项目 BIM 应用还在如何实现竣工模型与现场一致、并基于 BIM 竣工模型为项目今后的运营维护管理提供支持等方面做了实质性的工作。

工程项目是 BIM 应用的基本单位,不同的项目就会有不同的需要和要解决的问题,因此也就会产生不同的、与项目需求匹配的 BIM 应用个性需求。那么,从业人员如何才能具备在不同的项目 BIM 应用中做出综合效益比较好的 BIM 应用策略和实施方案的能力呢?不外乎两个办法,一个是自己实践,另外一个就是学习研究其他项目的 BIM 应用做法。截至目前,虽然各类项目 BIM 应用案例也已经可以看到不少,但多以技术角度和应用点形式介绍为主,很少有像本项目这样,把一个项目 BIM 应用整个过程总结、编写成一本书的先例,今后随着 BIM 应用的深入,行业对这类资料的需求会越来越大。

希望通过本项目总结为中国交建和中国港湾的 BIM 应用积累经验和资源,并为今后其他项目和同行的 BIM 应用起到参考和借鉴作用。

最后,感谢本项目各标段施工单位及项目 BIM 应用总顾问团队的辛勤付出,使得澳门口岸项目的 BIM 技术应用取得了显著的成果。本书能够最终成稿,离不开上述各方的积极参与和大力协助,中国港湾作为项目总承建方在此一并感谢!



(中国港湾工程有限责任公司简介)

目 录

1 项目介绍	1
1.1 项目概况	1
1.1.1 旅检大楼	3
1.1.2 境外停车库	4
1.1.3 境内停车库	5
1.1.4 市政及外围	5
1.2 项目施工重难点	7
1.2.1 清水混凝土施工重难点	7
1.2.2 钢结构施工重难点	8
1.2.3 幕墙施工重难点	8
1.2.4 装饰施工重难点	8
1.2.5 机电系统施工重难点	9
1.2.6 市政管线施工重难点	10
1.2.7 标段、专业之间交界面协调重难点	11
2 BIM 应用实施策略	12
2.1 BIM 应用目标	12
2.2 BIM 应用标准	14
2.2.1 BIM 资源管理	14
2.2.2 模型细度	14
2.2.3 软件选择	20
2.2.4 模型组织管理	23
2.2.5 各专业模型整合方法	25

2.2.6	文件目录结构	31
2.2.7	文件命名规则	31
2.2.8	色彩规定	33
2.3	BIM 应用环境	34
2.3.1	BIM 建模电脑基本配置	35
2.3.2	网络和服务器设置	36
3	通关方案模拟 BIM 应用	38
3.1	通关方案简介	39
3.2	通关模拟技术路线	40
3.3	通关模拟	53
4	项目施工组织设计 BIM 应用	74
4.1	概述	74
4.2	项目总经理部 BIM 团队组织架构	74
4.3	施工总体部署	74
4.4	施工进度计划	75
4.5	主要施工方案	75
4.6	施工场地布置 BIM 应用	76
4.6.1	施工场地布置的 BIM 应用内容	77
4.6.2	施工场地布置 BIM 应用流程	77
4.6.3	施工场地布置使用的 BIM 软件	78
4.6.4	施工场地布置 BIM 应用方法	79
4.7	进度计划模拟与实际进度对比	86
4.7.1	概述	86
4.7.2	Primavera P6 与 BIM 结合的应用	87
4.7.3	BIM 技术在项目进度管理上的优势	89
4.7.4	施工进度模拟	90
5	总承包方 BIM 应用	93
5.1	概述	93
5.1.1	应用内容	93
5.1.2	应用流程	94

5.2	总承包方 BIM 应用特点	96
5.2.1	BIM 实施总体设计	96
5.2.2	BIM 组织架构	97
5.2.3	BIM 工作职能	97
5.2.4	BIM 保障措施	101
5.3	总承包方 BIM 实施管理	103
5.3.1	BIM 模型管理	103
5.3.2	技术管理 BIM 应用	103
5.3.3	进度管理 BIM 应用	105
5.3.4	造价管理 BIM 应用	107
5.3.5	质量管理 BIM 应用	116
5.3.6	安全管理 BIM 应用	118
6	市政工程施工专项 BIM 应用	121
6.1	概述	121
6.1.1	应用内容	123
6.1.2	应用流程	124
6.1.3	软件方案	125
6.2	市政工程 BIM 模型建模特点与方法	125
6.2.1	模型细度	128
6.2.2	道路 BIM 模型	129
6.2.3	桥梁 BIM 模型	130
6.2.4	隧道 BIM 模型	135
6.2.5	市政管线 BIM 模型	138
6.3	市政工程模型应用	142
6.3.1	市政管线图纸审查	142
6.3.2	各专业模型整合方法	143
6.3.3	各专业模型碰撞检查	144
6.3.4	基于 BIM 模型的管线综合图 (CSD)	144
6.3.5	市政排水井预制装配的运用	149
6.3.6	在工程量提取中的运用	153
6.3.7	市政管线施工技术交底中的运用	155
6.4	BIM 进度计划模拟与实际进度对比	155
6.4.1	BIM 进度计划模拟方法与关键步骤	155

6.4.2 无人机航拍照片实际模型生成方法	158
-----------------------------	-----

7 土建施工专项 BIM 应用	161
------------------------------	------------

7.1 土建深化设计 BIM 应用	161
7.1.1 砌体预留孔洞	161
7.1.2 砌体构造柱	162
7.2 钢连桥施工工艺工序模拟	165
7.2.1 钢连桥 BIM 应用内容	166
7.2.2 主要流程及使用的软件	167
7.2.3 钢连桥施工吊装模拟	167
7.3 清水混凝土模板 BIM 应用	177
7.3.1 模板排版与复杂位置模板统计	178
7.3.2 复杂位置模板拼装模拟流程	179
7.3.3 应用方法和关键步骤	179
7.4 预应力工程 BIM 应用	183
7.4.1 概述	183
7.4.2 有粘结预应力混凝土结构深化模型	183
7.4.3 无粘结预应力混凝土结构深化模型	184
7.4.4 利用 BIM 模型解决现场技术问题	186

8 钢结构施工 BIM 应用	188
-----------------------------	------------

8.1 概述	188
8.1.1 应用内容	188
8.1.2 应用流程	189
8.1.3 软件方案	189
8.2 钢结构深化设计 BIM 应用	189
8.2.1 钢结构主框架深化设计	189
8.2.2 钢结构节点深化设计	192
8.2.3 钢结构构件明细统计	194
8.3 钢结构数字化加工 BIM 应用	197
8.3.1 钢结构数字化加工原理	197
8.3.2 钢结构数字化加工工艺	199
8.3.3 钢结构数字化加工预拼装技术	202
8.4 重型大节间钢框架结构快速施工技术	203

8.4.1	基于 BIM 技术的钢结构一体化施工技术	203
8.4.2	重型大节间钢框架结构综合施工技术	207
9	机电施工 BIM 应用	212
9.1	概述	212
9.1.1	应用内容	213
9.1.2	应用流程	213
9.1.3	软件方案	214
9.2	机电深化设计 BIM 建模	214
9.2.1	模型细度	214
9.2.2	模型组织和管理	217
9.2.3	BIM 管线综合协调原则和方法	218
9.3	机电管线综合出图 (CSD) BIM 应用	219
9.3.1	模型组织	219
9.3.2	视图设置	219
9.3.3	标注方法	220
9.3.4	图纸组织与出图	222
9.4	机电工程量统计 BIM 应用	222
9.5	机电安装工程装配化 BIM 应用	222
9.5.1	应用背景	222
9.5.2	应用方法	223
10	装饰和幕墙施工 BIM 应用	230
10.1	装饰施工 BIM 应用	230
10.1.1	概述	230
10.1.2	应用流程	231
10.1.3	应用资源和环境	232
10.1.4	装饰深化设计 BIM 应用	234
10.1.5	模型审核	238
10.1.6	模型碰撞检查	239
10.2	幕墙施工 BIM 应用	243
10.2.1	概述	243
10.2.2	应用内容	244
10.2.3	软件方案	244

10.2.4 应用流程 245

10.2.5 深化设计 246

10.2.6 数字化加工技术 254

10.2.7 幕墙施工管理 263

11 竣工与维保 BIM 应用 275

11.1 概述 275

11.2 竣工模型信息集成 276

11.3 竣工模型验收 278

11.3.1 BIM 模型成果文件要求 278

11.3.2 BIM 模型说明书要求 281

11.4 竣工模型与现场实物的一致性 281

11.5 运营维护阶段 BIM 应用 283

12 总结与展望 288

12.1 总结 288

12.2 展望 290

参考文献 291