

全国高等教育建筑类专业规划教材

BIM 技术原理及应用

主审 王广斌

主编 张雷 董文祥 哈小平



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

全国高等教育建筑类专业规划教材

BIM

技术原理及应用

■ 主审 王广斌
主编 张雷 董文祥 哈小平

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 技术原理及应用 / 张雷, 董文祥, 哈小平主编. — 济南: 山东科学技术出版社, 2019. 2

ISBN 978-7-5331-9793-3

I. ①B… II. ①张… ②董… ③哈… III. ①建筑设计—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 037375 号

主 审: 王广斌

主 编: 张 雷 董文祥 哈小平

副主编: 曾大林 葛振刚 王亚坤

刘洪磊 陈永鸿 谭 丹

BIM 技术原理及应用

BIM JISHU YUANLI JI YINGYONG

责任编辑: 邱赛琳 石 昊

装帧设计: 孙非羽

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市市中区英雄山路 189 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市市中区英雄山路 189 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印 刷 者: 山东金坐标印务有限公司

地址: 莱芜市嬴牟西大街 28 号

邮编: 271100 电话: (0634) 6276023

规格: 16 开 (184mm × 260mm)

印张: 21.75 字数: 500 千

版次: 2019 年 2 月第 1 版 2019 年 2 月第 1 次印刷

定价: 50.00 元

前言

Preface

.....

从全球建筑业经验来看，BIM（Building information modeling，建筑信息模型）被认为是改变建筑业发展的“颠覆性力量”。近年来，我国政府大力倡导工程总承包、装配式建筑、数字城市、全过程工程咨询等行业变革趋势，探索“雄安建造模式”。基于BIM的信息化技术成为行业变革的必要手段，行业从业者从不同角度对BIM进行理论和实践的研究。本教材是同济大学王广斌团队高校BIM入课的研究成果，参考了国内外知名企业及学者的最新研究与实践经验，目的在于促进高等教育的BIM基础人才培养。本教材从BIM发展的行业背景出发，认为BIM内涵应包含BIM的技术与管理两个层次，符合“生产力与生产关系”的发展逻辑，较为全面地总结了BIM的基本知识及发展过程。

本教材共分为两个部分：第一部分为基础篇，其中第一章建设工程管理和第二章BIM概论由张雷（山东建筑大学）、董文祥（中建八局一公司）、哈小平（中建八局一公司）负责编写，第三章BIM在建设工程全生命期的应用模式和第四章BIM参数化建模与互操作性由曾大林（山东建筑大学）、谭丹（同济大学建筑产业创新发展研究院）负责编写，第五章国内外BIM应用和第六章BIM软件及BIM模型构件等级由刘洪磊（常熟理工学院经济与管理学院）、陈永鸿（昆明理工大学建筑工程管理学院）负责编写，第七章BIM实施规划与控制 and 第八章BIM协同应用管理由张雷、陈永鸿负责编写，第九章业主BIM应用模式和第十章BIM技术扩展应用由葛振刚（中建八局一公司）、王亚坤（中建八局一公司）负责编写。第二部分为案例应用篇，共2个BIM典型应用案例，由董文祥、哈小平、葛振刚和王亚坤等负责编写。本教材所有章节由张雷负责整体统稿协调，并最终由王广斌教授进行内容审核。

在本教材的基础上，我们还打造了“BIM技术原理及应用”的“智慧树”平台建设线上课程，得到了山东建筑大学管理工程学院、同济大学建筑产业创新发展研究院、中建八局第一建设有限公司、广联达科技股份有限公司、山东营特建设项目管理咨询有限公司、常熟理工学院经济与管理学院、昆明理工大学建筑工程管理学院等单位的大力

支持，该课程从理论到实践，从技术到管理，为全国建筑类高校的相关专业提供必要的 BIM 人才培养支撑体系。

本教材为 BIM 基础性教材，结合该课程的“智慧树”平台课程，可以供建筑类高校相关专业的研究生、本科生、高职学生学习参考，也可作为建筑企业及相关从业人员进行 BIM 培训学习的基础性教材。

本教材参考了国内外众多知名企业和学者的最新研究成果和观点，一并感谢。若有不当，恳请批评指正。

编 者

2019 年 1 月

目 录

Contents

.....

第一部分 基础篇

第一章 建设工程管理	3
1.1 项目管理概述	3
1.2 建设工程管理的内涵和任务	8
1.3 建设工程全寿命管理	11
1.4 建设工程管理信息化	18
第二章 BIM 概论	24
2.1 BIM 内涵	24
2.2 BIM 与 CAD 的发展历程	34
2.3 BIM 对建筑业的影响及所面临挑战	36
2.4 基于 BIM 的 IPD 模式	43
第三章 BIM 在建设工程全生命期的应用模式	49
3.1 BIM 技术在建设工程全生命期的应用	49
3.2 BIM 对参与方的应用效益	57
3.3 BIM 技术能力评估	62
第四章 BIM 参数化建模与互操作性	73
4.1 基于对象的参数化建模的演变	73
4.2 建筑物的参数化建模	78
4.3 BIM 的工具、平台与环境	86
4.4 BIM 互操作性	87

第五章 国内外 BIM 应用	103
5.1 全球 BIM 应用现状	103
5.2 国家 BIM 标准及政策	107
5.3 应用 BIM 障碍	115
第六章 BIM 软件及 BIM 模型构件等级	120
6.1 BIM 软件	120
6.2 BIM 平台	127
6.3 BIM 模型构件等级	138
第七章 BIM 实施规划与控制	146
7.1 BIM 实施规划	146
7.2 BIM 实施规划的内容	152
7.3 BIM 实施规划的控制	178
第八章 BIM 协同应用管理	187
8.1 BIM 与协同	187
8.2 设计阶段 BIM 协同管理	191
8.3 施工阶段 BIM 模型协同工作	208
第九章 业主 BIM 应用模式	224
9.1 业主在 BIM 应用的主导地位	224
9.2 业主在 BIM 应用的基本模式	226
9.3 BIM 实施的风险	232
第十章 BIM 技术扩展应用	236
10.1 BIM 与其他信息技术的拓展应用	236
10.2 BIM 与绿色建筑的应用集成	247
10.3 BIM 与装配式建筑的应用集成	248
10.4 BIM 与工程总承包的应用集成	252

第二部分 案例应用篇

案例一 济南汉峪 A5-3 项目 BIM 应用	257
1 项目概况	257
2 BIM 实施规划与合同管理	260
3 BIM 在项目决策阶段应用	261
4 BIM 在项目设计阶段的应用	263
5 BIM 在施工阶段的应用	283
6 BIM 在运维阶段的应用	291
7 BIM 平台的应用	291
8 应用总结	298
案例二 广州香港马会项目 BIM 应用	299
1 项目概况	299
2 BIM 实施规划与合同管理	303
3 BIM 在项目决策阶段应用	304
4 BIM 在项目设计阶段的应用	309
5 BIM 在施工阶段的应用	313
6 BIM 平台的应用	337
7 结论与总结	340

第一
部分

基础篇 》》

第一章

建设工程管理

1.1 项目管理概述

1.1.1 项目

项目是指一系列独特的、复杂的并相互关联的活动,这些活动有着一个明确的目标或目的,必须在特定的时间、预算、资源限定内,依据规范完成。例如,开发一项新产品、计划举行一项大型活动、建造一座大楼或工厂、采用 PPP(公私合营)模式进行基础设施的建设等都是项目。项目参数包括项目范围、质量、成本、时间、资源。项目的主要特点如表 1-1 所示。^①

表 1-1 项目的特点

基本特征	内容
多元化	项目对象的特殊性、项目专业领域的特殊性、项目自身文化背景的特殊性、项目主体与主体行为的特殊性,使得项目的多元化不断呈现出来,这可能使得项目管理工作也越显复杂化。
目标性	(1)时间目标:完成项目任务的时间要求,如开始时间、持续时间等。 (2)费用目标:完成项目任务所要求的预定费用。 (3)进度目标:采用科学的方法确定进度目标,编制经济合理的进度计划,并据以检查项目进度计划的执行情况。若发现实际执行情况与计划进度不一致,及时分析原因,并采取必要的措施对原项目进度计划进行调整或修正。
制约性	任何项目都是在一定的约束条件下进行的,包括人力约束、费用约束、时间约束、质量约束、环境约束等。其中,质量(工作标准)、进度、费用目标是项目普遍存在的三个主要约束条件。
一次性	一次性是指项目具有明确的起点和终点,没有可以完全照搬的先例,也不会有完全相同的复制,即项目不可能重复。

^① 张雷,吴永春,王悦. 项目管理[M]. 北京:中国人民大学出版社,2016.

基本特征	内容
相对不确定性	多数项目在其进行过程中,往往有许多不确定因素。
整体性	项目中的一切活动都是相关联的,构成一个整体,多余的活动是不必要的,缺少某些活动必将损害项目目标的实现。

1.1.2 项目管理知识体系

项目管理知识体系(Project Management Body of Knowledge, PMBOK)是美国项目管理协会(Project Management Institute, PMI)推出的项目管理理论集合,成为事实上的具有全球化、多领域化和广泛普适性的理论标准,PMBOK(第三版)在2000年第一次引入中国。2017年9月,PMI在最新的第六版PMBOK指南中,有两个方面的较大变化。一是增加更多与敏捷相关的内容,以应对具有适应型生命周期特征的项目活动。大量的项目实践表明,敏捷方法虽然起源于软件领域,但其思想和方法同样具有广泛的普适性,在相对传统的行业、领域中同样能够发挥有益的作用和影响。二是在第六版PMBOK指南中,有新的一章内容讨论项目经理的角色。项目经理需要有一套理想的技能集在日益复杂的环境中增强竞争力和实战能力,PMI将此套技能集定义为项目经理能力三角形(Talent Triangle),由技术、领导力、战略及业务四大管理才能组成。

(1) 项目、项目集与项目组合

半个多世纪以来,项目管理在不断发展,传统的项目管理(Project Management)是该学科的第一代,其第二代是项目集管理(Program Management),第三代是项目组合管理(Portfolio Management),第四代是变更管理(Change Management)。这些管理技术和方法都已在工程项目管理中得到了应用。

PMBOK规定了三种不同的模式进行管理:作为一个独立项目(不包括在项目组合或项目集中)、在项目集内和在项目组合内。如果在项目组合内或项目集内管理某个项目,则项目经理需要与项目集和项目组合经理互动合作。例如,为达成组织的一系列目的和目标,可能需要实施多个项目。在这种情况下,项目可能被归入项目集中。

项目集是一组相互关联且被协调管理的项目、子项目集和项目集活动,以便获得分别管理所无法获得的利益。项目集不是大项目。规模特别大的项目称为“大型项目”。一般定义,大型项目通常需要10亿美元或以上的成本,可影响上百万人,并且将持续数年。有些组织可能会采用项目组合,以有效管理在任何特定的时间内同时进行的多个项目集和项目。

项目组合是指为实现战略目标而组合在一起管理的项目、项目集、子项目组合和运营工作。项目集管理和项目组合管理的生命周期、活动、目标、重点和效益都与项目管理不

同;但是,项目组合、项目集、项目和运营通常都涉及相同的相关方,还可能需要使用同样的资源,而这可能会导致组织内出现冲突。这种情况促使组织增强内部协调,通过项目组合、项目集和项目管理达成组织内部的有效平衡。

从组织的角度来看,项目集和项目管理的重点在于以“正确”的方式开展项目集和项目,而项目组合管理则注重于开展“正确”的项目集和项目。项目有明确的目标,其范围在整个项目生命周期中渐进明细;项目集的范围更大,并能提供更显著的利益;项目组合的业务范围随组织战略目标的变化而变化。表 1-2 概述了项目、项目集与项目组合管理的比较^①。

表 1-2 项目、项目集与项目组合管理的比较

	项目	项目集	项目组合
定义	项目是为创造独特的产品、服务或成果而进行的临时性工作。	项目集是一组相互关联且被协调管理的项目、子项目集和项目集活动,以便获得分别管理所无法获得的效益。	项目组合是为实现战略目标而组合在一起管理的项目、项目集、子项目组合和运营工作的集合。
范围	项目具有明确的目标。范围在整个项目生命周期中是渐进明细的。	项目集的范围包括其项目集组件的范围。项目集通过确保各项目集组件的输出和成果协调互补,为组织带来效益。	项目组合的组织范围随着组织战略目标的变化而变化。
变更	项目经理对变更和实施过程做出预期,实现对变更的管理和控制。	项目集的管理方法是随着项目集各组件成果和/或输出的交付,在必要时接受和适应变更,优化效益实现。	项目组合经理持续监督更广泛内外部环境的变更。
规划	在整个项目生命周期中,项目经理渐进明细高层级信息,将其转化为详细的计划。	项目集的管理利用高层级计划,跟踪项目集组件的依赖性和进展。项目集计划也用于组件层级指导规划。	项目组合经理建立并维护与总体项目组合有关的必要过程和沟通。
管理	项目经理为实现项目目标而管理项目团队。	项目集由项目经理管理,其通过协调项目集组件的活动,确保项目集效益按预期实现。	项目组合经理可管理或协调项目组合管理人员或对总体项目组合负有报告职责的项目集和项目人员。

① PMI. A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide) 6th ed[M]. 2017.

(续表)

	项目	项目集	项目组合
监督	项目经理监控项目开展中生产产品、提供服务或成果的工作。	项目集经理监督项目集组件的进展,确保整体目标、进度计划、预算和项目集效益的实现。	项目组合经理监督战略变更以及总体资源分配、绩效成果和项目组合风险。
成功	成功通过产品和项目的质量、时间表、预算的依从性以及客户满意度水平进行衡量。	项目集的成功通过项目集向组织交付预期效益的效率和效果进行衡量。	成功通过项目组合的总体投资效果和实现的效益进行衡量。

(2) 项目管理过程组

项目管理过程组指对项目管理过程进行逻辑分组,以达成项目的特定目标。过程组不同于项目阶段。项目管理过程可分为以下五个项目管理过程组:

- 启动过程组:定义一个新项目或现有项目的一个新阶段,授权开始该项目或阶段的一组过程。
- 规划过程组:明确项目范围,优化目标,为实现目标制订行动方案的一组过程。
- 执行过程组:完成项目管理计划中确定的工作,以满足项目要求的一组过程。
- 监控过程组:跟踪、审查和调整项目进展与绩效,识别必要的计划变更并启动相应变更的一组过程。
- 收尾过程组:正式完成或结束项目、阶段或合同所执行的过程。项目管理过程通过具体的输入和输出相互联系,即一个过程的成果或结果可能成为另一个过程(不一定在同一过程组)的输入。

请注意,过程组与项目阶段具有不同的含义。

(3) PMBOK 十个知识领域

项目管理过程还可以按知识领域进行分类。PMBOK 描述的十个知识领域包括:

- 项目整合管理:包括为识别、定义、组合、统一和协调各项目管理过程组的各个过程和活动而开展的过程与活动。
- 项目范围管理:包括确保项目做且只做所需的全部工作以成功完成项目的各个过程。
- 项目进度管理:包括为管理项目按时完成所需的各个过程。
- 项目成本管理:包括为使项目在批准的预算内完成而对成本进行规划、估算、预算、融资、筹资、管理和控制的各个过程。
- 项目质量管理:包括把组织的质量政策应用于规划、管理、控制项目和产品质量要求,以满足相关方的期望的各个过程。

- 项目资源管理:包括识别、获取和管理所需资源以成功完成项目的各个过程。
- 项目沟通管理:包括为确保项目信息及时且恰当地规划、收集、生成、发布、存储、检索、管理、控制、监督和最终处置所需的各个过程。
- 项目风险管理:包括规划风险管理、识别风险、开展风险分析、规划风险应对、实施风险应对和监督风险的各个过程。
- 项目采购管理:包括从项目团队外部采购或获取所需产品、服务或成果的各个过程。
- 项目干系人管理:包括识别能影响项目或受项目影响的全部人员、群体和组织,分析干系人对项目的期望和影响,制定适合的管理策略来有效调动关系人参与项目决策和执行。

项目相关方管理包括用于开展下列工作的各个过程:识别影响或受项目影响的人员、团队或组织,分析相关方对项目的期望和影响,制定合适的管理策略来有效调动相关方参与项目决策和执行。某些项目可能需要一个或多个其他的知识领域,例如,建造项目可能需要财务管理或安全与健康的管理。表 1-3 列出了项目管理过程组与知识领域。

表 1-3 项目管理过程组与知识领域

知识领域	项目管理过程组				
	启动过程组	规划过程组	执行过程组	监控过程组	收尾过程组
项目整合	制定项目章程	制订项目管理计划	指导与管理项目工作 管理项目知识	监控项目工作 实施整体变更控制	结束项目 或阶段
项目范围管理		规划范围管理 收集需求 定义范围 创建 WBS		确认范围 控制范围	
项目进度管理		规划进度管理 定义活动 排列活动顺序表 估算活动持续时间 制订进度计划		控制进度	
项目成本管理		规划成本管理 估算成本 制订预算		控制成本	

(续表)

知识领域	项目管理过程组				
	启动过程组	规划过程组	执行过程组	监控过程组	收尾过程组
项目质量管理		规划质量管理	管理质量	控制质量	
项目资源管理		规划资源管理 估算活动资源	获取资源 建设团队 管理团队	控制资源	
项目沟通资源		规划沟通管理	管理沟通	监督沟通	
项目风险管理		规划风险管理 识别风险 实施定性风险分析 实施定量风险分析 规划风险应对	实施风险应对	监督风险	
项目采购管理		规划采购管理	实施采购	控制采购	
项目管理方管理	识别相关方	规划相关方参与	管理相关方参与	监督相关方参与	

1.2 建设工程管理的内涵和任务

1.2.1 建设工程管理的内涵

建设工程项目的全寿命周期包括项目的决策阶段、实施阶段和使用阶段(或称运营阶段、运行阶段)。“建设工程管理”(Professional Management in Construction)作为一个专业术语,其内涵涉及工程项目全过程(工程项目全寿命)的管理^①,它包括:

- (1) 决策阶段的管理(DM——Development Management,项目前期的开发管理);
- (2) 实施阶段的管理(PM——Project Management,项目管理);
- (3) 使用阶段的管理(FM——Facility Management,设施管理)。

与国外的相关概念相比,存在一定的差异。

^① 全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会. 建设工程项目管理[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2017: 1—2.

1.2.2 建设工程管理的任务

“建设工程管理”涉及参与工程项目的各个方面对工程的管理,包括投资方、开发方、设计方、施工方、供货方和项目使用期的管理方的管理。

需要指出的是:工程项目管理是建设工程管理中的一个组成部分,工程项目管理的工作仅限于在项目实施期的工作,而建设工程管理则涉及项目全寿命期(Building Lifecycle Management, BLM)。建设工程生命周期管理的思想和理念的核心是通过在建设工程全寿命过程中有效的信息管理为建设工程项目的建设和使用增值(图 1-1)。有效的信息管理是指有效地创建、管理和共享信息。BLM 的提出是集成化管理在建设工程信息管理中的体现,是建设工程信息管理领域的一项重大变革和创新。

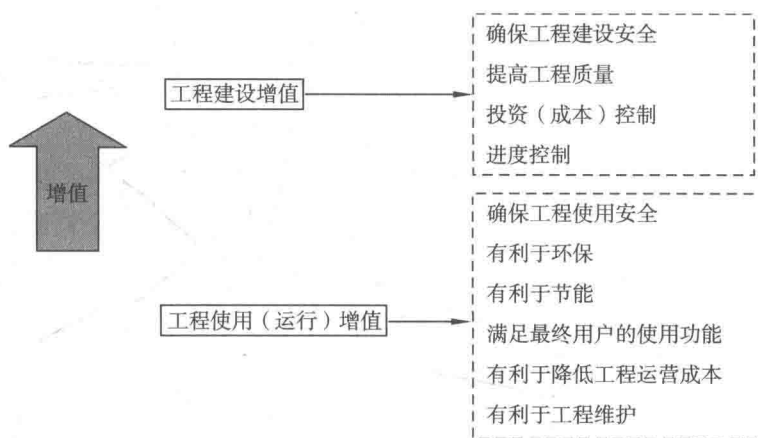


图 1-1 建设工程管理增值的内涵^①

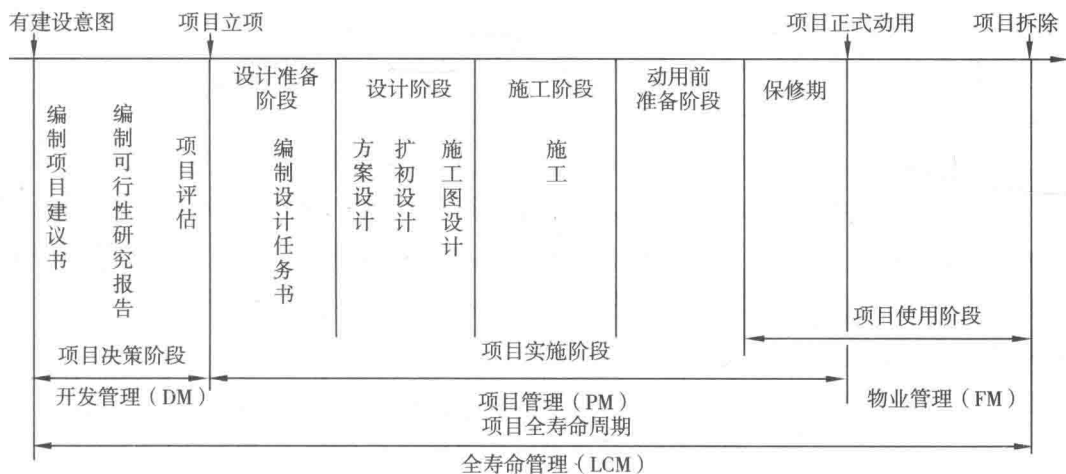


图 1-2 建设工程生命周期管理

① 丁士昭. 建设工程信息化导论[M]. 北京:中国建筑业出版社, 2005:1.