PROJECT

BIM与工程管理

BIM and Construction Management

主编 / 王廷魁　谢尚贤

重庆大学出版社

内容提要

中国住房和城乡建设部《关于印发推进建筑信息模型应用指导意见的通知》要求：BIM 将在土木工程中全面应用。本书主要介绍了 BIM 应用与发展、BIM 实施规划、BIM 协同管理、项目不同参与方的 BIM 应用及 BIM 相关软件操作等内容。此外，本书也扩展介绍了 BIM 与 FM、BIM 与 VR/AR、BIM 与 GIS 等内容。

本书同时考虑学校及行业需求，对于应用型本科及高等职业院校学生，读者能在课堂学习时便具备企业所需的初步技能；对于工程技术人员，读者能在学习软件操作时，同时理解相关理论知识以及发展趋势。

图书在版编目(CIP)数据

BIM 与工程管理 / 王廷魁, 谢尚贤主编. -- 重庆 : 重庆大学出版社, 2023.2

ISBN 978-7-5689-3410-7

Ⅰ. ①B… Ⅱ. ①王… ②谢… Ⅲ. ①建筑工程—工程管理—计算机辅助设计—应用软件 Ⅳ. ①TU71-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 114132 号

BIM 与工程管理

BIM YU GONGCHENG GUANLI

主　编　王廷魁　谢尚贤

策划编辑：林青山

责任编辑：林青山　　版式设计：夏　雪

责任校对：王　倩　　责任印制：赵　晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人：饶帮华

社址：重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编：401331

电话：(023) 88617190　88617185(中小学)

传真：(023) 88617186　88617166

网址：http://www.cqup.com.cn

邮箱：fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆华数印务有限公司印刷

*

开本：787mm×1092mm　1/16　印张：12　字数：316 千

2023 年 2 月第 1 版　2023 年 2 月第 1 次印刷

印数：1—1 500

ISBN 978-7-5689-3410-7　定价：39.00 元

前言

Foreword

随着建筑信息模型(BIM)技术的快速发展，目前建筑行业采用 BIM 技术进行设计、施工及管理已成为主流趋势。2020 年 7 月，中国住建部等 13 个部门共同发布《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》，要求发展积极应用自主可控的 BIM 技术，通过融合遥感信息、城市多维地理信息、建筑及地上地下设施的 BIM、城市感知信息等多源信息，探索建立表达和管理城市三维空间全要素的 CIM 基础平台。浙江省也在 2020 年 9 月发布的《全过程工程咨询服务标准》中明确列出项目专项咨询的内容应包含 BIM 服务。BIM 技术的发展朝着全过程、融合多源信息及结合其他技术的方向大力推进。

此外，2019 年初，中国国务院印发《国家职业教育改革实施方案》(下文简称《方案》)。《方案》要求，从 2019 年开始，在职业院校、应用型本科高校启动"学历证书＋若干职业技能等级证书"制度试点工作。建筑信息模型(BIM)等 5 个职业技能成为首批试点领域。

在此背景下，BIM 将在土木工程中全面应用，同时相关学校及行业也迫切需要 BIM 教材来满足需求。本书针对学校及行业需求，在内容的编排上，兼顾 BIM 应用基础知识和软件操作两个方面，具有以下特征：

①同时考虑学校及行业需求，邀请相关企业专家与学者共同编写，将企业需求融入课堂教学。对于高等职业院校的学生，读者能在课堂学习时便具备企业所需的初步技能；对于工程技术人员，读者能在学习软件操作时，同时理解相关理论知识以及发展趋势。

②涵盖内容丰富广泛，包含 BIM 应用与发展、BIM 实施规划、BIM 协同管理、BIM 应用及 BIM 相关软件操作等内容。

③结合信息领域的前沿技术，介绍了 BIM 与 FM、BIM 与 VR/AR、BIM 与 GIS 等内容，拓展了读者的视野，也指出了 BIM 技术的潜在应用。

全书共 8 章。第 1 章主要阐述 BIM 基本概念、BIM 技术与应用的发展、BIM 应用的挑战与机会；第 2 章介绍 BIM 实施规划，以 BIM 标准与应用指南为基础，结合企业 BIM 实际项目经验，系统地介绍了 BIM 技术实施规划的内容、BIM 模型的成果交付与 BIM 实施规划的控制；第 3 章针对目前 BIM 应用普遍存在的各参与方协同问题，介绍了业主方的 BIM 协同管理工作、设计阶段 BIM 模型协同工作和施工阶段 BIM 模型协同工作；第 4 章探讨目前在实际项目中不同参与方的 BIM 应用、基于 BIM 技术的施工进度控制、基于 BIM 技术的成本控制，并进一步扩展介绍了 BIM 应用趋势，包含 BIM 与 FM 的集成应用、BIM 与 VR/AR 的集成应用、BIM 与 GIS 的集成应用、BIM 与绿色建筑等相关内容；第 5、6、7、8 章从 BIM 实践

应用需求出发，分别介绍了建筑设计、日光与能源分析、工程数量估算与工程项目进度管理等内容。

在本书的编写过程中，特别感谢台北科技大学林祐正教授、高雄科技大学吴翌祯教授、台北科技大学纪乃文助理教授和重庆科恒建材集团有限公司数字工程事业部负责人陶海波对本书编写工作的大力支持,笔者不胜感激。本书第 1 章由台湾大学谢尚贤教授编写；第 2 章由高雄科技大学王廷魁副教授、重庆大学柴英涛、重庆大学许文培,以及重庆科恒建材集团有限公司数字工程事业部负责人陶海波编写；第 3 章由台北科技大学林祐正教授与许雅婷编写；第 4 章由高雄科技大学吴翌祯教授、台北科技大学林祐正教授与张景婷、台北科技大学纪乃文助理教授、重庆大学许文培编写；第 5 章由高雄科技大学王廷魁副教授、重庆大学盛苏编写;第 6、7、8 章由高雄科技大学王廷魁副教授、重庆大学李可青编写。

限于编者水平和经验，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者和专家予以批评指正。

王廷魁　谢尚贤

2023 年 1 月

目录

Content

第 1 章 | Overview of BIM Application and Development

BIM 应用与发展概述

21 世纪初,建筑与建造产业出现了一个名为 BIM(Building Information Modeling)的新技术。开始时,产业中的多数人觉得它大概又只是个学术象牙塔里的产物,离实用还有很大的距离,或只是商业促销的新噱头,因此并不以为意,仅有少数的有识之士开始默默地进行了解甚至研究,并进行案例应用。没想到,才不到几年的时间,BIM 技术在全球主要先进国家快速掀起一股势不可挡的风潮,并展现出将大幅或彻底改变建筑与建造产业的工作与商业模式的态势,也让更多的人感受到并开始思考此新技术将为产业带来的冲击与机会。虽然建筑与建造产业的从业人员横跨许多不同的专业分工,该产业又是历史悠久的产业,要通过新技术进行翻转式的改变不是一件容易的事,加上不少人对 BIM 技术仅是一知半解甚至有所误解,还有一些人仍坚信具有长久历史的传统作业模式不容易被轻易改变与取代,但是 BIM 技术发展带来的显著变革已是国际共识。这一点可从这些年各国积极发布且持续发展的 BIM 国家标准,以及最近发布的 BIM 国际标准上得到验证。

BIM 技术仍在持续且快速地发展进步中,其在产业中的应用也越来越成熟。本章主要介绍 BIM 的基本概念,概述 BIM 的发展,并讨论 BIM 的挑战与机会。

1.1 BIM 的基本概念

1.1.1 BIM 的定义

目前,BIM 所对应的最普遍的英文全名为 Building Information Modeling,通常译成“建筑信息模型”,其定义是:BIM 技术是一种应用于工程设计、建造、管理的数据化工具,它通过对建筑的数据化、信息化模型整合,在项目策划、运行和维护的全生命周期过程中进行共享和传递,使工程技术人员对各种建筑信息作出正确理解和高效应对,为设计团队以及包括建筑、运营单位在内的各方建设主体提供协同工作的基础,在提高生产效率、节约成本和缩短工期方面发挥了重要作用。

在美国国家 BIM 标准(NBIMS)对 BIM 的定义中,它由如下 3 个部分组成:

①BIM 是一个设施(建设项目)物理和功能特性的数字表达。

②BIM 是一个共享的知识资源,是一个分享有关这个设施的信息,为该设施从概念到拆除的全生命周期中的所有决策提供可靠依据的过程。

③在设施的不同阶段,不同利益相关方通过在 BIM 中插入、提取、更新和修改信息,以支持和反映其各自职责的协同作业。

从前面的定义中可以看出,BIM 作为一种协助设施(建设项目)进行全生命周期数据化与信息化的整合技术,首先需要在数字空间(Digital Space)建立一个对应于实体空间中设施的数字模型,也就是现今工业 4.0 时代所称的数字孪生,在 BIM 应用中就称为 BIM 模型(Building Information Model)。此数字 BIM 模型与传统 3D CAD 模型只是利用几何点、线、面的集合来描述设施或物件的外观十分不同,它虽然也是在外观上与实体设施有所对应的几何模型,但它是由与实体设施的组成元件(如梁、柱、板、墙、门、窗等)一一对应的数字物件组合而成的,而且还包含各个元件的相关属性资料(如物理与功能特性)及相互的空间对应关系。因此,我们可以把 BIM 模型当成一个关于设施的知识资源。在设施的不同生命周期阶段,可以利用已建立好的 BIM 模型来协助完成相关工程项目的信息与知识管理、设计检讨与整合、施工的事前模拟,以及完工后的维护运营管理。

基于上述定义可知,BIM 技术不只是一套软件工具(但应用 BIM 也需要软件工具),还牵涉工程的作业流程与全生命周期信息的管理,而应用的重点是通过一个构建与管理建设项目的数字模型的流程(Process),从而支持建设项目的全生命周期决策。

因为 BIM 技术是从房屋建筑领域开始发展的,所以其第一个字母 B 代表的是 Building,但其基本观念也可应用于不是房屋建筑的公共工程领域。随着相关 BIM 工具软件的持续发展, BIM 技术的应用也已逐渐扩展到非房屋建筑的土木类公共建设项目(如桥梁、隧道等)中,而不再限于房屋建筑设施。

1.1.2 BIM 的价值

从建筑与土木工程长期面临的困境及挑战去探究,再看看 BIM 技术能协助解决的问题有哪些,应不难理解 BIM 的价值。

建筑与土木工程涉及复杂的专业分工、流程与信息的沟通与整合,以及协同作业管理。长期以来,工程人员一直限于使用 2D 的工程图来协助其表达与沟通工程设计与施工整合所需的 3D 信息。虽然工程师可以将脑中的 3D 设计以一套系统的 2D 视图来表达,并且也能将 2D 视图转换成所欲表达的 3D 图,但这样的转换沟通容易造成信息的遗漏与不一致,对于属于非专业人士的业主与设施使用者,他们更是难以看懂 2D 工程图的表达。这不仅影响建筑师及工程师与他们的沟通,也常常因误会而产生后续的工程争议与返工。此外,2D 视图的关联性管理通常靠人脑进行,因此不易维持稳定的一致性。因此,能够通过与实体设施相互对应的 3D BIM 模型来进行信息沟通与管理,不仅通过视觉便可直接地理解,而且若因任何设计变更而修改模型,也能自动反映到从 3D BIM 模型所对应产出的相关 2D 视图中,让建筑与土木工程行业脱离受限于 2D 工程制图工具的困境。

除了前述受限 2D 制图工具而产生的困境外,土木建筑行业一直缺乏能有效地进行事先演练工程作业的技术与工具,以便能通过事前的工作协调与校核,来消除冲突与错误,增加成功的机率及提升工作效率。建筑与土木工程通常牵涉多方的专业分工合作,工作人员一

直通过 2D 视图与事前的会议来进行沟通协调与情境推演,但大家在各自脑海中的想象常常会有落差。在面对现代规模日益庞大的工程时,专业分工合作与工程信息管理都更为复杂与困难,对于能在数字虚拟空间中通过仿真的工程模拟来确保工程顺利进行的相关技术的需求越来越迫切。而 BIM 技术能善用数字虚拟空间,有着不受时空限制的优点,能有效地提供视觉化的工程事先模拟技术,且相关工具也日益成熟。而且 BIM 在数字空间中能够进行现实世界中不容易进行的多方案模拟,也能将这些模拟记录下来作为各方协议的证据,方便事后回顾,若收录于经验知识库中,也能给未来的工程项目提供参考并有利于教育培训。

近年来,随着全球气候变迁所带来的自然灾害挑战日益严峻,人们对可持续发展与节能减碳的议题也更加重视,这些都为建筑与土木工程带来许多新的挑战。例如,除了必须提升建造产业本身的生产力、能源使用效率、材料的回收再利用率外,也必须对建筑物进行建筑物理环境的模拟分析,并重视建筑设施的运作与维护管理,而这些都需要应用 3D BIM 模型与技术才能有效达成。尤其是建筑与土木工程的运维使用,少则数十年,多则百年以上,与仅需数年的设计及建造时间与资本投入相比,更显重要。因此,BIM 应用从一开始便着眼于如何打通建设项目生命周期信息管理的“任督二脉”,让工程项目运营维护所需要的信息在设计与施工阶段便能有效地收集起来,以利于运维阶段能发挥功效,大幅提升设施使用与资产管理的效能与质量。

1.2 BIM 技术与应用的发展

与传统建筑和建造行业惯用的 CAD 技术相比,BIM 技术是一大飞跃,这主要是因为近年来相关的技术与时机都已成熟,BIM 技术的发展还是有其脉络可循的。

从技术面的发展来看,约 1970 年后期,计算机绘图技术开始发展,相关软件、硬件信息技术也以成倍数的速度成长;到了大约 1980 年后期,2D CAD 技术开始被应用于工程绘图,提升了绘图的效率与质量;之后,虽然 3D CAD 也开始被应用于计算机辅助建筑设计及工程成果的视觉化展现与动画,还有一些 4D CAD 技术的发展与应用,以及通过 3D CAD 与工程进程信息的结合进行建造工程模拟,然而工程界长期以来仍是以 2D 工程图为主要媒介来表达工程产品信息以及进行工程信息的沟通及整合。由于用 2D 视图来表达本是 3D 信息的实体工程有其先天限制,例如,在处理复杂的几何形状时不容易完整表达,且在面对变更设计时也不易确保 2D 工程图间信息的一致性等,使得建造产业的生产力与质量不易进一步提升。但是,就在大约同一个时期,机械制造业则从 2D CAD 走入 3D CAD,并进一步应用越来越成熟的基于物件的参数化建模(Object-based Parametric Modeling)与实体建模(Solid Modeling)等 3D 产品信息模型的建构技术。而这就是目前 BIM 建模技术的主要基础,在建造产业中看似新颖,其实在机械制造业中早已相当成熟。而近年来,人类在数字虚拟空间的仿真能力,在电影产业与游戏产业大量资金与技术的投入下,又有了突飞猛进的发展。这些技术被大量应用,使得相关软硬件技术与工具的成本及进入门槛越来越低,因此,在数字虚拟空间中通过 BIM 技术进行工程的仿真模拟,甚至搭配相关的虚拟现实(Virtual Reality, VR)、增强现实(Augmented Reality, AR)及混合现实(Mix Reality, MR)技术,这些技术在工程实际中的应用也越来越普及。

下面主要以 BIM 应用在全球几个重要国家与地区的发展为代表,来回顾 BIM 应用的萌

芽、成长、茁壮、稳定发展等不同阶段。

位于北欧的芬兰，虽然人口不多(约 500 万人)，建筑行业的规模也不大，但却是最早开始应用 BIM 等新技术于建筑行业的主要国家之一，也因此发展出相当成熟且具有竞争力的 BIM 软件应用工具，例如 Tekla(2012 年被美国的 Trimble 公司收购)。而芬兰对 BIM 的早期应用也为后来 BIM 技术的发展提供了很好的学习经验。

早期(20 世纪 90 年代)的 BIM 应用发展主要围绕建筑产品信息交换标准 IFC(Industry Foundation Class)的发展与应用上，当时主要由国际组织 International Alliance for Interoperability (IAI)在全球逐步推动。IAI 于 1994 年由美国 Autodesk 公司邀请数家业界公司共同成立，致力推动 IFC 成为应用软件间信息交换的开放标准，以提升不同 BIM 相关应用软件间的相互操作性，为后来的 BIM 应用发展打下了标准化基础。2005 年，IAI 更名为 buildingSmart 组织，目前仍是 BIM 应用领域发展及维护 Open BIM 开放标准的重要国际组织。

一直到 2000 年初期，为了与 CAD 有所区分，BIM 才被提出并逐渐开始流行。当时，美国的总务管理局(General Services Administration，GSA)注意到 BIM 技术可能可以为它负责的近万个公共物业设施管理带来效益，于是便与学校合作(如斯坦福大学)，于 2003 年启动了 National 3D-4D-BIM Program 的 BIM 应用计划，并逐步发布 BIM 应用指引，开启了 BIM 技术在美国建筑产业的一阵导入与应用风潮。虽然 GSA 的带头应用对 BIM 的应用发展起到很大作用，也有其他政府机关加入，但它只是制订 GSA 自己所需要的规范，并未强力主导行业的 BIM 应用，而是以自由市场为原则，让行业自行根据市场供需来发展应用。然而，美国建造行业看到 BIM 可带来的效益，也逐步发展出自己的应用模式，并于 2007 年发布第一个国家 BIM 标准:NBIMS v1.0，随后又于 2012 年及 2015 年分别发布了第二版(NBIMS v2.0)及第三版(NBIMS v3.0)，这些都是业界自发制订的参考标准，并非强制性的。

美国对 BIM 应用的发展逐渐推广到全世界，尤其是北美及亚洲。2009 年，英国政府成立产业工作小组(Industry Working Group)以研究 BIM 的潜在应用，并于 2011 年由英国内阁办公室发布了英国政府的五年 BIM 导入计划，在 2016 年要求其公共工程全面导入合作式 3D BIM(Collaborative 3D BIM)应用，由此正式开启英国建筑产业迈向 BIM 的序幕。刚开始时，很多人都不看好这个由政府主导的计划，但在英国政府与民间的通力合作下，推动全球 BIM 应用发展的引擎与全球的目光逐渐从美国移转到英国。由于是由政府主导，并与产学界来合作推动，所以英国不只强调 BIM 应用相关信息标准的应用，更强调 BIM 应用程序标准的建立，而在这段时间发展出来的标准也逐步发展成 ISO19650 国际标准，为全球的 BIM 应用制度奠定了良好基础。

英国在 BIM 应用上的推动成果，对欧洲的影响最直接。法国与德国分别于 2014 年与 2015 年启动 BIM 应用相关的数字转型推动计划。欧盟也成立了欧盟 BIM 工作小组(EU BIM Task Group)，并于 2017 年发布了引导欧盟各国政府导入 BIM 的手册，开始推动欧盟全面导入 BIM 应用。

从《中国建筑业 BIM 应用分析报告(2021)》中可看出 BIM 技术的应用规模正在不断扩大:有 14.56% 的企业在项目中全部应用了 BIM 技术;17.55% 的企业在项目中应用 BIM 技术的比例超过 75%;19.19% 的企业在项目中应用 BIM 技术的比例超过 50%;18.51% 的企业在项目中应用 BIM 技术的比例超过 25%;25.36% 的企业在项目中应用 BIM 技术的比例低于 25%。与 2020 年相比，项目应用 BIM 技术的比例高于 25% 的企业均有增加，低于 25% 的企业占比大幅减少。

《中国建筑业 BIM 应用分析报告(2021)》还指出,从 BIM 应用的项目类型情况来看,BIM 应用主要集中在公用建筑和居住建筑类等房建项目中,其中有 85.15% 的企业在共享建筑项目中应用 BIM,68.37% 的企业在居住建筑项目中应用。值得注意的是,在基础设施建设和工业建筑中应用 BIM 的企业占比也都有大幅升高,分别占比 56.22% 和 43.2%(在 2020 年,这两组数据分别为 34.24% 和 27.75%)。

从上述全球 BIM 应用发展简介中不难看出,BIM 应用经过二十多年的发展,已经是一个不可逆转的全球趋势,也将成为全球建筑产业竞争力的基本门槛。

1.3 BIM 应用的挑战与机会

任何新技术的导入都要面临在观念、组织、制度、业务流程、技术应用、教育培训等各方面进行调整改变的挑战,更何况 BIM 技术的准入门槛比早期 CAD 技术的门槛又高很多。然而,挑战与机遇通常是一体两面的,克服挑战的同时也创造了新的可能性与机会,以下简要地列举一些 BIM 应用带来的挑战与机遇。

建筑工程方案的驱动主要是业主的需求与资金的投入,因此业主对 BIM 应用具有关键的影响力。但业主通常对 BIM 应用的了解有限,容易遵循传统思维来看待它,或硬将其套入传统工程作业流程中,甚至由于受到一些误导,在资源投入与准备不足的情况下保持着不切实际的期待,导致 BIM 应用的效能不仅无法完全发挥,反而产生不必要的额外成本与浪费。因此,如何让业主对 BIM 应用有一个正确的理解,能制定合理的应用需求与政策,重新分配生命周期各阶段的资源投入,并能重视设施运营维护的效益,仍是现今 BIM 应用的一大挑战。而与此挑战相对应的机遇则是建筑产业商业模式创新改变的契机,产业中专业间的透明度得以提高,专业间的分工合作及整合模式自然会有所变革,自动化的机会增加,能更有效地处理日益复杂的设施永续发展议题。

建筑产业是民生产业,其中有很大部分是公共工程建设。为了防止弊端,其发包采购制度在生命周期与供应链两个维度常被切割成数个尽可能独立且不甚透明的单元,造成专业责任与分工壁垒分明,增加了合作与整合的难度。而 BIM 技术强化了建筑工程虚实整合技术应用的能力,可在规划设计阶段,通过在数字化空间的仿真模拟能力,预先解决在施工及运维阶段可能遇到的问题。而在施工及运维阶段则希望通过虚实整合技术(如扩增实境技术)来设计施工,并能掌握充分正确的信息来执行设施的运维工作。因此,要能有效发挥 BIM 应用的功效,传统的发包采购制度必须有所调整,建筑工程参与者间的分工合作流程也必须有所变革。因牵涉层面广,所需的改变即使得到支持,也难以在短时间内完成。但是若这些改变挑战能逐一克服完成,应不难想象建筑产业会有脱胎换骨的新景象,在兼顾公众利益、产业创新与环境永续下,为年轻后代提供更优质且有发展前景的就业机会。

BIM 应用所需的相关技术与工具仍在持续快速发展,且已相当成熟,足以应用在建筑工程中,并逐渐被应用在桥梁、隧道等公共工程中。然而,软件工具的功能开发与专业应用需求间的落差难免存在,且通常需要一段时间通过不断地应用与回馈改进才能持平,且持续会有一些新的需求产生。因此,BIM 应用会在克服技术发展不足的挑战中持续精进,工程师必须发挥创造力解决技术问题,甚至自己动手开发工具。这个挑战会为建筑产业与信息产业带来创新动力与机会。

人才是产业发展的关键之一,BIM 应用自然面临人才培育的挑战。目前的学校教育虽已逐渐纳入一些 BIM 相关课程,但还称不上普及与充分,建筑相关专业的毕业生中还有多数没有掌握足够的 BIM 知识与技能。而在行业中,虽有一些短期的教育培训课程,但培训课时和深度是有限的。此外,BIM 教育需要与实践结合才能成功,例如,只会操作建模软件工具,但不具备足够的工程专业与实践知识与经验,所建立出来的 BIM 模型常不符合应用需求。因此,BIM 教育的产学界合作特别重要。另外,BIM 教育所需涵盖的对象也很广,包括业主方的主管与工程项目参与者、建筑企业的高层主管、建筑项目经理、工地主管、设计单位的主管与工程师、尚无工作经验的在校学生等,都需要设计不同的教材与课程,也需要足够的时间培养。因此,如何在 BIM 应用进入快速发展阶段前将所需的人才准备好,才不会限制 BIM 应用发展,是一个需要及早并严肃面对的挑战,也是 BIM 应用发展能否成功的重要关键。此挑战也有机会带动学校建筑工程相关教育的变革,满足建筑产业进入 BIM 时代的需求。

第 2 章 | BIM Implementation Plan

BIM 实施规划

2.1 BIM 实施规划概述

2.1.1 BIM 实施规划的意义

BIM 实施规划是指导业主实施 BIM 的纲领性文件。在实施 BIM 项目之前，为保证 BIM 项目的顺利进行，需要有一个 BIM 整体战略和规划来帮助项目相关方合理确定 BIM 目标，设计 BIM 实施路线，识别 BIM 执行风险并设定预案，实现 BIM 项目的效益最大化。

通过在建设初期确立 BIM 应用目标，制订工程 BIM 技术实施规划，综合考虑项目特点，遵循 BIM 标准、资源分配、目标导向、应用架构的逻辑化规则，建立适度可控和统筹管理的 BIM 技术工作框架，能够得到一个对项目甚至企业来说性价比最优的 BIM 实施方案。

因此，通过制订 BIM 实施规划，一方面，对企业来说，可以获得较高的管理收益。通过提前规划 BIM 实施方案，能够对工程实现精细化控制，获得一定的经济收益，并且对于品牌提升和市场开拓也有重大影响。另一方面，对实施 BIM 技术的项目来说，可以提高不同参与方之间的协同配合度，在一定程度上可以提高施工效率，提升 BIM 实施的技术标准和技术能力，改善项目质量，而且通过 BIM 技术方案提前规划好实现精细化施工，还可以减少项目成本。

2.1.2 BIM 实施规划的类型

BIM 实施规划按照管理组织差异可以分为企业级 BIM 实施规划和项目级 BIM 实施规划两个类别。

1) 企业级 BIM 实施规划

企业级 BIM 实施规划是围绕企业发展战略，对企业业务活动范围内 BIM 实施相关的资源管理、实施流程和交付物进行统一的管理和系统集成，为企业基于 BIM 的规范化资源组织、设计生产、经营管理提供相应的支撑。

2)项目级 BIM 实施规划

项目级 BIM 实施规划是根据工程建设前期工作需求,分析行业发展、BIM 资源、技术难点、组织管理、流程设计等多方面要素与内涵,提出项目 BIM 实施的总体框架与实施内容。

3)二者的联系与差异

项目级 BIM 实施规划与企业级 BIM 实施规划的联系主要体现在:项目级 BIM 实施规划是企业级 BIM 实施规划的子集和细化;企业级 BIM 实施规划往往要建立在一定数量的 BIM 项目实践和总结经验之上,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。

通过分析项目级 BIM 实施方案与企业级 BIM 实施方案,可以发现,二者在实现目标、管理范围、交付标准和分配机制等方面有着明显的不同。

①实现目标不同。项目级 BIM 实施规划的目标是完成项目的 BIM 要求,关注于技术的实现和突破;企业级 BIM 实施规划的目标是 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。

②管理范围不同。项目级 BIM 实施规划的管理重点在于项目的有效执行和目标实现;企业级 BIM 实施规划的管理重点在于制定本企业的 BIM 质量管理体系和有效控制。

③交付标准不同。项目级 BIM 实施规划的交付标准侧重于完成合同或协议所规定的项目交付成果;企业级 BIM 实施规划的交付标准侧重于对企业设计成果整体质量的把控,以及项目应用成果到企业知识资产之间的转化,特别强调其设计资源重复使用率的提升。

④分配机制不同。目前,项目级 BIM 实施规划遵循的基本是企业传统的价值分配机制,如考核机制、奖励机制等;未来,企业级 BIM 实施规划需要根据 BIM 带来的价值变化,重新建立企业的价值分配体系。

2.1.3 BIM 实施规划的基本要素

虽然 BIM 实施方法已经得到了快速普及,但是 BIM 实施规划的内容目前并没有统一的体系。buildingSMART 联盟编写的 *BIM Project Execution Planning Guide* V2.1,提出 BIM 实施规划的基本要素包括 11 个部分,详见表 2.1。

表 2.1 BIM 实施规划的基本要素

序 号	基本要素
1	Project BIM Goals / BIM Uses
2	Organizational Roles and Staffing
3	BIM Process Design
4	BIM Information Exchanges
5	BIM and Facility Data Requirements
6	Collaboration Procedures
7	Quality Control
8	Technology Infrastructure Needs
9	Model Structure
10	Project Deliverables
11	Delivery Strategy / Contract

根据实际现状,BIM 实施规划的基本要素主要包括以下 5 个方面:

1)应用目标

BIM 应用目标是指通过运用 BIM 技术为项目带来的预期效益,一般分为总体目标和阶段性目标。BIM 总体目标是指项目全生命周期内所要达到的预期目标,如成本目标、质量目标、工期进度目标等。BIM 的阶段性目标是在设计、施工、运维的各个阶段制订的 BIM 实施目标。

2)技术规格

BIM 技术规格是指 BIM 项目基础设施需求,主要包括模型范围与详细程度、硬件、软件平台、软件许可证、网络等内容。

3)组织计划

BIM 组织计划是指为保证 BIM 工程项目的良好开展,制定的项目有关人员的职位设置框架。通常包括 4 个方面的内容:角色和职责安排、人员管理计划、组织工作流程和有关说明。

4)成果交付

项目建设前期,项目团队应该考虑项目所有者需要哪些交付物。对于可交付的项目阶段,应考虑到期日期格式和关于可交付内容的任何其他特定信息。广义的 BIM 成果交付主要包括 BIM 交付物的内容和深度、文件格式、模型审查规范等一系列内容。

5)保障措施

项目实施的保障措施是在 BIM 项目实施过程中,保证项目顺利进行而制定的保障性措施,主要包括质量控制、协同管理、合同管理、组织管理等方面。

2.2 BIM 实施规划的内容

2.2.1 BIM 技术应用目标

BIM 实施规划过程中最重要的步骤之一是通过定义 BIM 实施的总体目标,明确定义 BIM 对项目和项目团队成员的潜在价值。这些目标可以基于项目绩效,包括诸如缩短进度持续时间,实现更高的现场生产率,提高质量,降低变更成本或获取设施的重要运营数据等。目标也可能涉及提升项目团队成员的能力,例如,业主可能希望将项目用作试点项目,以说明设计、施工和运营之间的信息交换,或者设计公司可能寻求获得经验。一旦团队从项目角度和公司角度定义了可衡量的目标,就可以确定项目中的特定 BIM 用途。

简单来说,BIM 的应用目标就是 BIM 技术能够给项目带来的预期收益,可分为总体目标和阶段性目标。BIM 技术的总体应用目标是包含了项目全生命周期内预期达到的目标,包括成本、质量、进度三大传统项目目标以及辅助进行合同、安全、风险管理和组织协调的目

标。BIM 技术的实施始终以提升企业效益、提升项目效率为核心目的，其基本思想和内涵与传统项目管理是相通的。BIM 的诸多应用点组合可以实现项目的九大管理目标(范围管理、进度把控、成本控制、质量把控、人力资源管理、采购资质、风险管理、沟通管理、集成管理)。从三大传统的项目管理目标来看，BIM 的总体目标是提高效率、降低成本、提升质量。此外，考虑到 BIM 技术在绿色建筑、精益建造、项目管理智能化和集约化方面也具有应用价值，这也可作为企业应用 BIM 的总体目标之一。表 2.2 所示为 BIM 技术的总体应用目标。

表 2.2　BIM 技术的总体应用目标

BIM 应用对项目的价值	BIM 的应用目标
降低成本	基于 BIM 模型信息，通过辅助工程算量，减少业主变更成本
提升质量	通过设计可视化、碰撞检测、管线综合、方案比选、辅助监理进行质量监督，提升项目质量
提高效率	基于 BIM 模型信息，结合施工计划或局部施工，对项目进程通过可视化的方式进行进度模拟，提升质量，减少变更，搭建 BIM 协同平台，加快信息流转与追溯，辅助现场管理以提高施工效率
其他	基于 BIM 模型信息，通过日照、节能、环境影响等性能仿真分析，为项目整体性能参数提升提供可靠保障

从项目实施的各阶段来看，BIM 技术应用目标与基本应用点相结合，以工作内容为区分，贯穿建设工程项目的全生命周期，表 2.3 所示为各阶段的 BIM 技术基本应用目标。

表 2.3　项目各阶段的 BIM 技术基本应用目标

阶段划分	阶段描述及目标	BIM 应用
方案设计阶段	主要为建筑后续设计提供指导文件。主要工作包括：根据设计条件，建立设计目标与设计环境的基本关系，提出空间建构设想、结构形式、创意表达方式等初步方案	场地分析；可视化、景观分析、日照分析、噪声分析、通风分析、热工分析等建筑环境模拟分析；设计方案比选
初步设计阶段	主要是通过深化方案设计，论证工程项目的技术可行性和经济合理性。主要工作包括：拟定设计原则、设计标准、设计方案和重大技术问题以及基础形式。详细考虑和研究建筑、结构、给排水、暖通、电气等各专业的设计方案，协调各专业设计的技术矛盾，并合理地确定技术经济指标	建筑、结构专业建模；建筑结构平面图、立面图、剖面图检查；面积明细表统计；结构分析
施工图设计阶段	主要为施工、工程预算、设备构件安放、制作等过程提供完整详细的模型和依据，以指导施工。主要内容包括：根据已批准的设计方案编制可指导施工和安装的设计文件，明确施工中的技术措施、工艺做法、材料使用明细等	各专业详细模型；碰撞检测及三维管线综合；净空检测及优化；虚拟漫游

续表

阶段划分	阶段描述及目标	BIM 应用
招投标阶段	主要选择各承包商进行施工安装。主要内容包括:(业主方)工程量统计、工程量清单编制、招标控制价编制;(承包方)投标报价等	工程量清单编制;招标控制价;投标报价
施工阶段	主要目标是完成合同规定的全部施工安装任务,以达到验收、交付的要求。主要工作包括:施工准备,项目建造,同时统筹调度、监控施工现场的人、材、机等施工资源	施工方案优化;4D 施工模拟;施工质量和安全管理;虚拟进度和实际进度对比;施工资源配置;造价控制;设备安装;竣工模型构建
运营阶段	主要目的是管理设备设施,保证建筑功能及性能满足正常使用的要求	建筑设备运行管理;维修更换;协同维护;应急管理;运营战略规划;空间管理;资产管理;项目改造决策等
改造拆除阶段	主要为项目的改造和拆除提供数据基础。主要工作包括:建筑拆除和建筑垃圾的回收处理	项目优化改造;可持续处理;合理拆除等

美国的 buildingSMART 联盟以某实验室工程项目为例,从 BIM 技术的总体应用目标的角度列举出项目中可能的 BIM 技术应用,并对目标的重要程度进行排序,以优先级表示,1 级表示优先级最高,2 级次之,3 级表示最低,详见表 2.4。

表 2.4 某实验室建设项目的 BIM 应用目标

优先级	BIM 目标	可能的 BIM 应用
2	提升现场生产效率	设计审查、3D 协调
3	提升设计效率	设计建模、设计审查、3D 协调
1	为物业运营准备精确的 3D 记录模型	记录模型、3D 协调
1	提升可持续目标效率	工程分析、LEED 评估
2	施工进度跟踪	4D 模型
3	定义与阶段相关的问题	4D 模型
1	审计设计进度	设计审查
1	快速评估设计变更引起的造价变化	成本预算
3	消除现场冲突	3D 协调

中国香港则从项目各阶段应用目标的角度规定了项目规划阶段、设计阶段以及施工阶段强制或建议的 BIM 应用点,如表 2.5 所示。其中,O 表示在各阶段可供建设方选择的 BIM 应用,M 表示在各阶段强制应用的 BIM 应用。