BIM

在项目全过程管理中的应用研究

肖新华 著

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

BIM

在项目全过程管理中的应用研究

肖新华 著

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn
·北京·

内 容 提 要

BIM是在计算机辅助设计等技术基础上发展起来的多维模型信息集成技术，是对建筑工程物理特征和功能特性信息的数字化承载和可视化表达。BIM应用于工程项目规划、勘察、设计、施工等各阶段，可以实现建筑全过程各参与方在同一多维建筑信息模型基础上的数据共享，为建筑业提质增效、节能环保创造条件。BIM在我国已成为助推建筑业实现创新式发展的重要技术手段，其应用与推广对建筑业的科技进步与转型升级将产生不可估量的影响，各个行业和部门都在积极地开展BIM的相关推广与实践。本书共分5章，分别是概况，BIM技术在项目决策设计阶段的应用、BIM技术在项目招投标阶段的应用、BIM技术在项目施工阶段的应用，BIM项目的案例分析。

本书可作为高等院校工程管理专业及土木工程等相关专业教材、教学参考书，也可以供各类工程技术人员及管理人员使用。

图书在版编目（CIP）数据

BIM在项目全过程管理中的应用研究 / 肖新华著. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2019.5
ISBN 978-7-5170-7702-2

Ⅰ. ①B… Ⅱ. ①肖… Ⅲ. ①建筑设计－计算机辅助设计－应用软件－研究 Ⅳ. ①TU201.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第098991号

书　　名	**BIM在项目全过程管理中的应用研究** BIM ZAI XIANGMU QUANGUOCHENG GUANLI ZHONG DE YINGYONG YANJIU
作　　者	肖新华　著
出版发行	中国水利水电出版社 （北京市海淀区玉渊潭南路1号D座　100038） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：sales@waterpub.com.cn 电话：（010）68367658（营销中心）
经　　售	北京科水图书销售中心（零售） 电话：（010）88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排　　版	中国水利水电出版社微机排版中心
印　　刷	清淞永业（天津）印刷有限公司
规　　格	184mm×260mm　16开本　7.5印张　178千字
版　　次	2019年5月第1版　2019年5月第1次印刷
印　　数	001—500册
定　　价	**45.00**元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前　言

建筑信息模型（Building Information Modeling，BIM）是在计算机辅助设计（如 AutoCAD 软件）等技术基础上发展起来的多维模型信息集成技术，是对建筑工程物理特征和功能特性信息的数字化承载和可视化表达。BIM 能够应用于工程项目的规划、勘察、设计、施工等各阶段，实现建筑全过程各参与方在同一多维建筑信息模型基础上的数据共享；为建筑业提质增效、节能环保创造条件。

在我国，经过十余年的发展，BIM 技术已成为助推建筑业实现创新式发展的重要技术手段，其应用与推广对建筑业的科技进步与转型升级将产生不可估量的影响。各级政府、各行业协会、设计单位、施工企业、科研院校等都在积极地开展 BIM 的相关推广与实践。2015 年 6 月，住房和城乡建设部在《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》中明确要求：到 2020 年末，建筑行业甲级勘察、设计单位以及特级、一级房屋建筑工程施工企业应掌握并实现 BIM 与企业管理系统和其他信息技术的一体化集成应用。这更加提高了相关单位研究、应用和推广 BIM 的积极性。

项目造价管理是工程项目管理中的重点工作之一，土木工程的传统造价管理侧重项目的施工阶段，往往导致项目投资金额不准确，“决算超预算、预算超概算、概算超估算”的“三超”现象时有发生。为保证工程效益，减少资源浪费，必须要加强项目造价管理，特别是决策设计阶段的造价管理，其影响效果达到 75%左右。目前，在决策设计阶段加强造价管理的方法主要是优化设计方案、提高工程量计算准确性、推行限额设计，为了更好地进行建设工程决策设计阶段的造价管理，需要引入 BIM 技术。

招投标是一种在市场经济下进行商品买卖的行为，公司以招投标的方式，来找到最符合企业要求的同伴来合作，从而达到减少资源浪费，提高经济效益的目标。传统的招投标管理制度已经跟不上经济与科技快速发展的步伐，产生越来越多的问题，这些问题也开始严重影响到建筑行业的健康发展，需要引入 BIM 技术。

在施工阶段随着工程的实施往往伴随着大量的材料消耗，在这个阶段进行

成本控制可以提高成本控制效率，降低成本，增加施工企业的利润。目前，我国成本管理模式还较为传统，效率不高，缺少精细化和信息化的管理，需要引入BIM技术。

鉴于此，作者撰写《BIM在项目全过程管理中的应用研究》一书，全书共分为5个章节，分别为：概况、BIM技术在项目决策设计阶段的应用、BIM技术在项目招投标阶段的应用、BIM技术在项目施工阶段的应用以及BIM项目的案例分析。

本书在撰写过程中参考和借鉴了大量的专业文献和专业书籍，汲取了行业专家的经验。在此，向这部分文献的作者表示衷心的感谢；参与本书资料整理工作的有研究生李宗亚、李万辉、白蕾、孙梦梦、谢晓洁、侯志文，由于本书作者水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

本书为华北水利水电大学博士启动金资助项目。

华北水利水电大学　肖新华

2018年10月

目　录

前言

第一章　概况 …… 1

第一节　BIM 技术的相关知识 …… 1
第二节　BIM 技术在国内外的发展现状分析 …… 7
第三节　BIM 技术应用与前景分析 …… 13
第四节　工程全过程管理 …… 17

第二章　BIM 技术在项目决策设计阶段的应用 …… 20

第一节　造价管理中存在的问题及改进措施 …… 20
第二节　BIM 技术在决策阶段造价管理中的应用 …… 24
第三节　BIM 技术在设计阶段造价管理中的应用 …… 25
第四节　本章小结 …… 28

第三章　BIM 技术在项目招投标阶段的应用 …… 30

第一节　招投标阶段存在的问题及解决措施 …… 30
第二节　BIM 在招标阶段管理的主要应用 …… 36
第三节　BIM 在投标阶段管理的主要应用 …… 38
第四节　基于 BIM 的电子招投标系统建设与应用 …… 39
第五节　本章小结 …… 40

第四章　BIM 技术在项目施工阶段的应用 …… 42

第一节　施工阶段成本控制存在问题及改进意见 …… 42
第二节　BIM 技术在施工阶段成本控制的应用 …… 44
第三节　基于 BIM 理念的施工成本控制流程 …… 50
第四节　本章小结 …… 51

第五章　BIM 项目的案例分析 …… 52

第一节　BIM 技术在项目决策阶段的应用 …… 52
第二节　BIM 技术在项目设计阶段的应用 …… 61

第三节　BIM 项目在招投标阶段的应用 …… 68
第四节　BIM 项目在施工阶段的应用 …… 82

附录 A　2016—2020 年建筑业信息化发展纲要 …… 92
附录 B　《建设项目工程总承包管理规范》（GB/T 50358—2017） …… 97
附录 C　落实《中共上海市委、上海市人民政府关于深入贯彻中央城市工作会议精神进一步加强本市城市规划建设管理工作的实施意见》的通知 …… 102
附录 D　河南省住房和城乡建设厅关于推进建筑信息模型（BIM）技术应用工作的指导意见 …… 105

参考文献 …… 109

第一章 概 况

第一节 BIM 技术的相关知识

一、BIM 技术的概念和内涵

BIM 为建筑信息模型（Building Information Modeling）的简称。美国国家 BIM 标准（National Building Information Modeling Standard，NBIMS）对其的定义为："BIM 是建筑属性和功能特性的信息化描述，BIM 是一种共享有关这个建筑数据的数据库，为该建筑从规划到拆除的全生命周期中的所有决策提供理论数据支撑。通过在 BIM 中输入、导出、更新和优化信息，支持不同参与方在项目不同阶段更好地协同工作"。BIM 技术建立的三维数字模型是参数化的，这实现了建筑信息的数字化，数字参数模型包含了建设项目全生命周期的信息，表达了工程项目元素和功能特性的数字化特征。因此，BIM 技术并不是简单的集成数字信息，而是一种数字信息的应用，是可以用于设计、建造、管理的数字化方法，它可以支持建筑工程的集成管理环境。

BIM 技术是在计算机辅助设计技术基础上发展起来的三维信息集成技术，它是一种全面辅助管理、全生命周期信息的理念和技术，在建设项目的全生命周期的各个阶段中都能体会出其特有的优势。设计师应用 BIM 技术可以实时地对进度和成本等方面进行不同方案间的比较，可以在很大程度上避免设计变更等情况对工程的影响；设计师们通过 BIM 相关软件，建立更直观的三维模型，把更多精力放在设计上而不是在二维出图上浪费大量时间。

二、BIM 技术的特点

BIM 技术可以应用于项目全生命周期的各个阶段，它可以将信息传递于各个阶段。通过查阅文献，总结出 BIM 技术具有以下几个特点：

（一）可视化

当前的建设项目工程图纸主要使用的是以 AutoCAD 系列软件出图得到的二维平面图纸，建筑物以平面图、立面图、剖面图、构件详图的形式呈现在图纸上，这对工程参与者的空间想象能力要求很高，但是随着项目的发展，越来越多的构件变得复杂，各种细节只能靠想象，难免会出现很多差异。BIM 提供了可视化的思路，设计人员使用 BIM 技术将二维平面图纸转变为三维的实物模型，这种模型可以使各种构件之间形成互动和反馈，设

计师可以任意调到平面、立面、剖面等任意视图，使构件表达更形象化、具体化，从而提高设计质量和直观化的方案展示。

（二）关联性

BIM 模型中的所有对象是可辨别的，而且它们都是相互关联的，系统能够统计、分析模型所包含的所有信息，并得到相应的图形和文档。如果模型中的某个元素发生变化，与其关联的所有元素都会随之进行更新，从而保持了模型的完整性与时效性。

（三）一致性

BIM 信息模型中的信息具有一致性，在建设工程全生命周期的不同阶段中，模型信息都是相同的，同样的信息元素不需要再次输入。信息模型可以进行演变，建立的 BIM 模型在任何阶段都可以进行修改而不需要重新创建，减少了因重新创建而导致信息不同的现象出现。

（四）协调性

工程项目建设是一个复杂的过程，包含了很多的项目参与方和设计、施工等工作人员，需要多学科知识配合使用。因此，保证项目在建设过程中所有信息可以顺利共享是工作的重点。BIM 技术提供了统一的 BIM 数据平台，将各专业的技术和各参建方的利益相协调，将众多原本需要独立完成的工作成果整合并置于一个数据格式统一的设计环境中，将信息数据共享，这样就不会造成各参与方人员之间产生交流不一致的现象，也提升了设计质量和效率。

（五）完备性

BIM 模型具有信息完备性，它不仅包含了 3D 几何信息和拓扑关系，还包括了完整的工程信息，比如工程名称、结构、材料、设施等设计信息，施工工序、进度、成本、质量和人、材、机等施工信息，还有结构对象之间的工程逻辑关系等。

（六）优化性

通常情况下，建筑信息模型的优化功能是工程实施过程中的根本需求。优化过程会同时受到信息精准程度、设计复杂性以及时间要求等的影响。建筑信息模型能够在一定程度上为优化过程提供精准的信息数据，包含几何信息数据、物理信息数据以及规则信息等，还能够提供建筑物变更之后的信息。在实施过程中，如果参与人员没能有效地掌握各方面的准确信息，就必须依靠现代技术的支持。而通常情况下，多数现代建筑的难度在很大程度上超出了参与人员的能力范围，这方面的缺陷可以依靠建筑信息模型的技术支持来改善，从而完成项目优化的过程。目前基于 BIM 的优化性，软件可以做以下的工作：

（1）项目方案的优化：将初级设计方案与经济效益进行一定的整合规划，BIM 的优化性可实时计算因设计方案的变化对工程造价的影响，方便帮助业主在满足使用需求的前提下，对设计方案的择优选定。

（2）特殊项目设计方案的优化：比如高大空间、幕墙等部位，为达到整体感观良好的视觉效果，通常会设计一些特殊造型，这些异型设计占整个建筑的比例不大，但是占投资和工作量的比例却往往很大。同时因其工作难度所面临的施工风险也是难以预估的，通过对这部分设计方案进行优化，最终得出既经济又美观的设计方案，能够节约建造时间及工程造价成本。

（七）可出图性

可出图性不是常规意义上的设计出的图纸或者构件加工的图纸，而是经过模拟、协调、可视化展示以及优化等一系列的操作之后设计出的图纸，包括：

（1）综合管线图（在碰撞检测及设计修正之后，剔除了相应的错误）；

（2）综合结构留洞图（预埋套管图）；

（3）碰撞检查纠错报告和建议改进方案。

除了以上七个基本特点外，BIM 技术还具有三维渲染、动态展示、碰撞检查、虚拟施工、快速算量、多算对比等应用特点，更体现出 BIM 技术的可选择性。

三、BIM 常用软件

BIM 技术的应用离不开软件的支撑，开展 BIM 工作也不是应用一个软件就能完成的。目前，工程领域上常用的 BIM 软件有很多，大致形成了以 BIM 核心建模软件为中心，围绕模型使用而展开的软件体系，如图 1-1 所示。

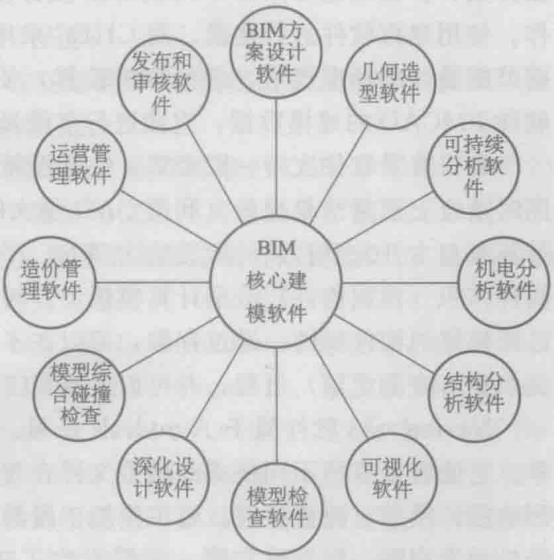


图 1-1 BIM 软件分类

具体来说，BIM 软件大致有以下几个平台：国外的 Autodesk、Bentley、Dassault Systemes 和国内的众智软件。常用的软件见表 1-1，从中可以看出国外产品居多，国内较少；设计产品居多，管理较少；建筑产品居多，道桥较少。

Revit 是国内建筑业 BIM 体系中使用最广泛的软件之一。Revit 软件可以按照建筑师和设计师的思考方式进行设计，因此，可以提供更高质量、更加精确的建筑设计。通过使用专为支持建筑信息模型工作流程而构建的工具，可以获取并分析概念，并可通过设计、文档和建筑保持视野。强大的建筑设计工具可帮助设计师捕捉和分析概念，以及保持从设计到建筑的各个阶段的一致性。

表 1-1 常用 BIM 软件

软件	AUTODESK.	Bentley	DASSAULT SYSTEMES	国内其他软件
规划	SketchBook		SketchUp	众智 CITYPLAN
设计	Revit Civil - 3D PKPM	AECOsim BuildingDesigner PowerCivil for China	CATIA	鸿业 MagiCAD 广联达 GICD
施工	Naviswork Infraworks BIM360	LumenRT Navigator	Tekla BIMsight	清华大学 4D - BIM 广联达 5D
运维		Bentley Facilities		清华大学 BIM - FIM

“Revit＋建模大师”并用，可以大幅度提升建模效率。建模大师分为建筑、机电两个专业，可以直接把 CAD 图纸导入 Revit 软件，通过快速识别将二维图纸转化成三维模型。通过建模大师可以避免大量的重复建模时间，效率实现几十、几百倍的提升，并对工程项目做了本土化管理，更加符合国内设计师的建模习惯。Revit＋族库能够帮助用户方便快捷地获取到在建筑设计或创建 BIM 模型时所需要的“族”文件。族库提供 10000 个左右的族，节省了大量找族、布置族的时间。

PKPM，是由中国建筑科学研究院建筑工程软件研究所研发的工程管理软件。它可以直接从 DWG 文件中提取建筑模型进行节能设计，可以最大限度地减轻建筑师的工作量，在方案、扩初和施工图等不同设计阶段方便快捷地进行节能设计，避免了二次建模的工作。使用建模软件进行建模。而 CHEC 采用了 PKPM 自带的动态能耗分析计算程序，根据节能设计的标准规定，进行分析验算，使其满足设计要求。同时也可利用 PKPM 系统软件 PMCAD 的建模数据，直接进行节能设计工作。

鲁班算量软件支持一图多算，一套图纸可以套用全国不同地方的计算规则进行计算，同时适合工程量清单报价。利用 CAD 强大的绘图功能进行精确的三维扣减计算，是手工计算和自主开发平台软件所无法达到的。严格按照计算规则、实际接触面积（现浇构件）、构件体积（预制构件）分别计算模板，并对规则中超高部分进行单独统计。对于一个工程已经建好的构件属性，通过存取，可以在不同工程中间调用，省去了繁杂的构件定义（定义名称、查套定额）过程，并可以生成带工程量的标注图，方便工程量核对。

Navisworks 软件属于 Autodesk 公司。Navisworks 的软件很大，功能和操作却很简单。它能将很多种不同格式的模型文件合并在一起。基于这一能力，产生了三个主要的应用功能：漫游、碰撞检查、施工模拟。漫游就是在建筑物里面走动。碰撞检查就是可以很轻松地发现哪一根管道和哪一根梁发生了碰撞。施工模拟就是把施工的过程做成一个动画，让大家知道每一天施工到了什么程度。对多专业 BIM 模型进行三维空间碰撞检查，对因二维图纸造成的问题进行提前预警，第一时间发现和解决问题。通过各种规范化的检查规则，确保分析出的碰撞结果与现场施工时所产生的施工冲突相符，通过对碰撞点结果的分析，在实际施工前预先解决问题，节省工时和不必要的变更与浪费。实现可视化施工交底，降低相关方的沟通成本，减少沟通错误，争取工期，为项目创造出实际的价值。

在公路工程中，一般使用的 BIM 软件多是 Autodesk 和 Bentley 公司开发的。Autodesk 公司的 Civil－3D 和 Revit 用在设计阶段，使用 Naviswork 制作施工动画、进行碰撞检查，使用 Infrawork 软件进行渲染。Bentley 公司的 PowerCivil for China 软件用于设计阶段，使用 LumenRT 软件进行渲染制作可视化动画。

对比来说，在设计阶段，PowerCivil 软件在文件格式上都有统一的 DGN 格式，在各种产品上都可以完整打开，但是 Civil－3D 虽然是以 DWG 格式保存，但在 CAD 中打开是不能被直接识别的，需要文件格式之间的相互转换。但是，如果是针对复杂的隧道设计，Civil－3D 通过装配设计，比 PowerCivil 中的横断面设计更加方便。放眼公路全生命周期，可以发现 Autodesk 和 Bentley 公司的相关产品都还处于不太成熟的持续更新阶段，每个软件都有优势与不足，而国内的交通设计院，BIM 技术在公路工程的应用还处在“BIM 建模”的阶段。“BIM 建模”是在现实条件局限情况下的一种灵活变通的做法，即在已有

BIM 软件的基础上进行二次开发，得到一系列设计辅助软件。

四、BIM 模型

（一）BIM 模型细度

当前，模型细度、模型粒度、模型颗粒度、模型精度、模型精细度等很多类似的术语在使用。在有的语境里面，这些术语表达相同、相近的概念：在有的语境里面又有差别，分别表达不同的含义，且有时组合使用。本质上这些术语是为了表达不同建筑系统在不同阶段模型元素的特征，提出这些术语的目的如下：

（1）使模型创建者可以清楚建模的目标；

（2）模型应用者清楚模型的详尽程度和可用程度；

（3）使工程的各方责任主体以及各参建单位在建立 BIM 模型时必须包含的知识以及模型的详略水平，可以采取统一的代码和相似的规范。

综合各种资料来看，国家标准《建筑信息模型施工应用标准》（GB/T 51235—2017）给出的“模型细度”定义更具有概括性，且易于理解和使用，其定义是“模型元素组织及其几何信息，非几何信息的详细程度。”这个定义参考了美国总承包商协会 BIM Forum 的细度规范定义，另外也采用了其最新推荐使用的英文缩写。

2008 年，在美国建筑师协会 BIM 规范中 LOD 是 Level of Detail 的缩写，而在 2017 年美国 BIM Forum 模型细度规范中，推荐使用 Level of Development。在美国 BIM Forum 协会的细度规范中这样阐述 Level of Development 与 Level of Detail 的区别：Level of Detail 本质上表示模型元素中包含细节的程度，而 Level of Development 表示元素的几何特征及相关的信息被接受的程度，即项目组成员在试用模型时，对其包含的信息的可依赖程度。从本质上讲，Level of Detail 可被看做输入元素的信息，而 Level of Development 则是可信赖的输出。一般可理解为：Level of Detail 关注的是模型中包括的元素和信息，而 Level of Development 关注的是模型中可用的元素和信息。

模型细度是表达模型详细程度的方法，可应用于设计、施工、运营维护等各阶段，美国的模型细度规范对应给出了模型细度等级的概念，即被广泛应用的 LOD100、LOD200、LOD300、LOD400、LOD500。为方便沟通和交流，国家标准《建筑信息模型施工应用标准》（GB/T 51235—2017）提出的模型细度等级代码与美国 BIM Forum 协会的细度规范保持一致，便于沟通交流。需要注意的是：两国相关技术政策不同，其模型细度的内容是有差异的。如：《建筑信息模型施工应用标准》（GB/T 51235—2017）规定的模型细度内容对应我国规范实践要求，给出了深化设计 3D 模块（LOD300），过程施工的模块（LOD400）和竣工验收时期的模块（LOD500）的具体规定。

虽然工程阶段有先后，模型细度等级代号有数字大小和递进，但各个模型细度等级之间没有严格的一致和包含关系，如：竣工模型也不是要求包含全部施工过程模型的内容。

（二）建筑信息模型元素

BIM 模型与工程实物或概念相对应，由构件、部件、部品、设备、零件等基本元素组成，往往建模过程就是这些基本元素的拼装过程。建筑构件、BIM 对象、族等都用于描述这个基本元素，但显然这些术语具有局限性，也很容易混淆；例如：族是 Autodesk Revit

软件实现的一种技术方式，仅限于软件内部使用，不是一个通用概念；BIM 对象加入了软件开发中的面向对象概念，不一定适合工程技术人员的理解和使用；建筑构件一般是建筑和结构专业元素，如果把设备、管线、部品、部件也称为构件不符合行业习惯。

国家标准《建筑信息模型施工应用标准》（GB/T 51235—2017）中给出的“建筑信息模型元素”（BIM Element）定义更具有概括性，且易于理解和使用，其定义是：“建筑信息模型的基本组成单元，简称模型元素。”模型元素与工程项目的实际构件、部品（例如：梁、板、柱、门、窗、墙、设备、管线、管件等），以及建造过程、资源等组成模型的各种内容相对应。

五、BIM 技术的优势

CAD 制图时，一般程序是：建筑师将设计转化为 2D 施工图，然后将二维图纸转化为三维图纸，而这时的三维图纸，不是上文提到的关于 BIM 的三维可视性，它只能简单地对施工构件进行展示，并不含构建相关信息。

在 BIM 制图中，设计人员可以直接绘制 3D 模型，并在此时输入构件的一些相关属性。虽然初期工作可能比较多，但是如果能够在前期做好规划，会为后期工作节省更多的时间，而且还可以在前期发现错误并加以改正，也方便后期的管理，有利于施工成本的控制。

BIM 模型包含建筑的所有相关信息，所以施工方可以在施工前期在 BIM 模型的基础上对项目进行规划，制定好施工组织设计以及施工方案，为后期工作打好基础。

（一）促进信息沟通

在使用 CAD 制图时，对施工工作人员的专业素质要求比较高，即在施工过程中至少要看懂施工图，施工的过程中还需要发现施工图是否存在错误，是否需要提出变更，而可能有一些业主并不是专业人员，其对施工图的识别能力并不是很高，这样的话两方之间就不能够很好地进行沟通，不利于信息的有效传递。

导入 BIM 后，设计图纸就可以用三维模型来表示。通过三维模型，设计方、业主、施工方可以就设计图进行良好沟通，进行一些具体问题的讨论，如：设计图哪些满足要求，哪些需要改正等问题。另外，如果所有参与方就一个三维模型进行合作时，也会减少因为图纸交接出现的误差问题，节省图纸交接的时间，促进参与方之间的沟通。

（二）确保信息同步

在使用 BIM 进行建模时，随着设计图纸的完成，平面图、立面图、剖面图以及工程量、工程造价都会同时出来，也就是图纸信息实现了一致性。如果图纸发生了变更，那么其他图纸以及工作量会同时发生变更，保证信息的同步。这个性能在 CAD 制图中就无法很好地体现，在 CAD 制图中一旦发生变更，需要对所有施工图纸进行逐一变更，而且工程量也需要重新计算，这个工作量非常巨大。使用了 BIM 技术，因为所有参与方都在使用同一个模型，一旦有某一处需要发生变更，那么所有参与方都会及时有效地得到相关信息，并且得知所发生的变化，这种一致性可以避免因信息得到不及时而产生的问题。

（三）避免人为计算错误

BIM 技术具有同步性，BIM 模型可以自动生成工程量，从而减轻计算造价人员的工作，而且还会避免因人为失误而造成的错误，从而高效地进行成本管理和控制。

（四）方便掌握数据

在前期的设计阶段，已经将项目所涉及的信息输入到模型之中了，在后期工作中，只需要点击想要得到的信息处，就可以看到构建的相关信息。这一功能对数据的处理和使用都非常方便。

（五）预先发现问题

BIM 软件可以对模型进行碰撞检查。这个功能可以在施工进行之前提前发现碰撞问题，并及时解决，减少返工，以及施工时发生的变更，从而提升成本控制能力。

（六）全生命周期使用

BIM 模型在整个施工周期都需要用到，不管是哪个阶段模型的改动，都会伴随着工作的变动。当然，BIM 模型在不同施工阶段起着不同的作用，而且作用大小也会发生变动。具体在全生命周期中的应用点见表 1-2。

表 1-2　　全生命周期 BIM 应用点

阶　段	投标阶段	施工准备	施 工 过 程		竣工结算
速度	\	进度计划与 模型关联	进度监控与预警	进度资源计划	\
成本	清单核算 不平衡报价	施工图预算 材料控制	措施工程量 支付审核	资金计划 多算对比	结算配合减少
	\	产值计划	消耗量分析	材料过程管理	少算漏算
质量安全	\	支模查找 一次碰撞 图纸问题 净高检查	预留洞 下料加工 管线综合 二次碰撞	砌体排布 方案模拟 现场质量 安全监控	\
综合	视觉展示 辅助投标 BIM 技术标	场地布置	资料管理 变更管理		竣工档案 运维管理

第二节　BIM 技术在国内外的发展现状分析

一、国外发展现状

其实，BIM 技术的研究是从 20 世纪 70 年代开始的。1975 年，Chuck Eastman 教授提出“建筑描述系统 BDS”理念；1982 年，Graph iSOFT 公司提出了“虚拟建筑模型 VBM”概念；1984 年，Autodesk 公司推出 Archi CAD 软件；1986 年，Robert Aisha 提出了“建筑模型 BM”的概念。2002 年，美国建筑师协会的建筑师杰里·莱瑟林（Jerry Liseran）在《比较苹果与橙子》（*Comparing Pommes and Naranjo's*）一文中首次提出 Building Information Modeling 这一术语，并对其中的每个词都进行了解释。伴随着全球化的快速发展，欧洲、日本、新加坡等发达国家已广泛使用 BIM 技术。

BIM 应用最早开始于美国，美国是首先进行建筑业信息化研究的国家之一，发展到现

在，BIM 技术的研究应用已名列世界前茅。McGraw Hill 进行了调查研究，据统计，2012 年 BIM 技术在项目中的应用比例从 2007 年的 28%上升至 2009 年的 49%，2012 年更是达到了 71%。其中承包商使用 BIM 的占 74%，建筑师及机电工程师的 BIM 使用率分别为 70%和 67%。这意味着在美国的建筑工程项目上，基本都使用了 BIM 技术。同时，应用 BIM 技术的比例在美国排名前 300 的建筑企业高于 80%，超过 30%的建筑师通过 BIM 相关软件进行方案设计。

关于美国 BIM 的发展，首先介绍美国 BIM 机构。美国总务管理局（GSA）在 2003 年时发布了 3D－4D－BIM 方针，又发表了许多 BIM 应用教程。美国陆军工程兵团（USACE）在 2006 年拟定并通过了 2006—2020 年间的 BIM 路线图。2007 年，美国建筑科学研究院（NIBS）公布了美国国家 BIM 标准（NBIMS），并确立目标：到 2020 年，每年为美国工程建设行业节约 2000 亿美元。同时成立 Building SMART（BSA）联盟进行 BIM 技术标准科研。2008 年末，BSA 已拥有 IFC（Industry Foundation Classes）标准、NBIMS、美国国家 CAD 标准以及 BIM 杂志（JBIM）等一系列 BIM 标准。2009 年，美国威斯康星州政府发布使用 BIM 技术的通知，要求建筑行业的工程使用 BIM；同年得克萨斯州的设施委员会也发布要求，BIM 技术要应用于州政府所投资的工程；2010 年俄亥俄州颁发 BIM 协议（图 1－2）。



图 1－2 USACE 针对 BIM、NBIMS 及互用性的长期战略目标

2006 年 10 月，USACE 发布了为期 15 年的 BIM 发展路线规划（Building Information Modeling：A Road Map for Implementation to Support MILCON Transformation and Civil Works Projects within the U. S. Army Corps of Engineers），为 USACE 采用和实施 BIM 技术制定战略规划，以提升规划、设计和施工质量和效率。规划中，USACE 承诺未来所有军事建筑项目都将使用 BIM 技术（图 1－3）。

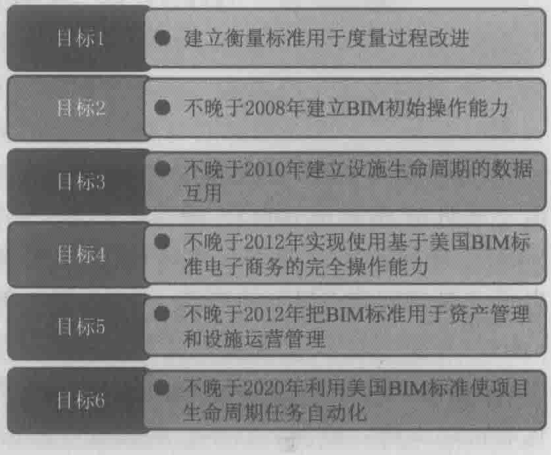


图 1－3 USACE 的 15 年 BIM 规划六大战略目标

BIM 技术的使用对于英国政府来说是强

制性的。2011 年 5 月，英国内阁办公室发布了“政府建设战略（Government Construction Strategy）”文件，文件中表示，政府要求到 2016 年，3D · BIM 技术全面协同，全部文件将变得统一、信息化。在浩瀚的设计企业之中，伦敦属于设计企业总部，因此英国发布强制性使用 BIM 的文件在设计行业可以更快速、有效地执行。

关于北欧的发展，一些主要的建筑行业相关软件技术厂商也分别坐落在北欧的挪威、丹麦、瑞典和芬兰这四个国家。这四个国家的政府并没有强制要求国内的企业使用 BIM，由于国内先进的建筑信息技术软件企业的无形推动，BIM 技术的发展也是相当自觉而迅猛的。2007 年，Senate Properties 发布了一份建筑设计的 BIM 报告。这家名为 Senate Properties 的荷兰国有企业的项目仅仅在建筑设计部分才会强制使用 BIM，而其余部分则暂无硬性要求，可视情况自行决定是否使用，但目标是全面使用 BIM。同时，这份报告文件还特别强调，对设计招标方面，将有强制应用 BIM 的要求，而且这些要求会被写入合同，成为具有法律约束力的条例。建议在项目实施过程中，准确定义建模任务，创建通用的视图，将建筑结构与模型内部的碰撞进行存档，并提交最终 BIM 模型。

建筑管理署（BCA）作为新加坡的一个国家性机构，主要进行建筑业管理。2011 年，BCA 发布了新加坡 BIM 发展路线规划，推动了 BIM 技术在建筑业的普及。此外，新加坡的大学已开设了 BIM 相关课程，扩充学生对 BIM 技术的认知，毕业生也进行了相应的 BIM 培训。

日本的很多设计公司和施工单位都应用了 BIM 理念，2010 年 3 月，日本国土交通局将一项政府建设的项目作为 BIM 尝试应用项目，研究 BIM 技术在可视化设计、信息化和 BIM 实施流程。发展至今，BIM 技术的应用已普及到了日本全国的建筑业。在韩国，各个政府部门努力制定 BIM 标准，韩国公共采购服务中心于 2010 年发布了 BIM 路线图。

二、国内发展现状

2003 年，我国工程建筑业引进了 BIM，当前的应用主要以工程设计单位为主，也出现了各种 BIM 咨询公司、培训机构。目前，BIM 技术的发展主要应用于建筑行业，在公路工程中 BIM 的应用多数还只是处于“BIM 建模”阶段。

2009 年，香港成立了香港 BIM 学会。香港房屋署从 2006 年开始首先应用了 BIM，为了 BIM 技术的推广，香港房屋署定制了 BIM 标准等参照资料。这些资料更便于建立模型，对于档案的管理更快捷，也更利于相关人员之间的合作交流。2009 年 11 月，香港房屋署发布了 BIM 应用标准。香港房屋署署长冯宜萱称，BIM 将在 2014—2015 年期间应用于香港房屋署的各种项目中。

2007 年，台湾开始研究 BIM 技术，台湾大学与 Autodesk 公司签订了一系列合作协议，着重研究 BIM 与动态工程模型设计。自 2008 年起，台湾的建筑行业开始广泛使用 BIM 技术，一些出类拔萃的大型企业已在内部广泛使用 BIM，并有很多成功应用 BIM 技术的项目案例。台湾的一些大学，如国立交通大学也对 BIM 技术做了综合性、深入的研究，对台湾针对 BIM 的认知应用具有推动作用。

近年来，BIM 在国内建筑业发展迅速，从前期 BIM 软件公司对 BIM 技术的重视发展至政府、设计与施工单位等对 BIM 技术的认知。

2010—2011年，中国房地产业协会商业地产专业委员会、中国建筑业协会工程建设质量管理分会、中国建筑学会工程管理研究分会、中国土木工程学会计算机应用分会发表了《中国商业地产BIM应用研究报告2010》和《中国工程建设BIM应用研究报告2011》。据此报告显示，2010年对BIM的认知程度为60%，2011年已增长至87%。2011年，39%的单位已使用了BIM相关软件，在这其中很多是设计单位。

2011年5月，住建部发布了《2011—2015建筑业信息化发展纲要》：在施工阶段应用BIM技术，将BIM技术的应用从设计阶段发展到施工阶段，避免工程信息在项目全生命周期中的缺失，将BIM技术与成本管理等进行关联，应用至更复杂困难的工程中，并针对建筑业的工程进行可视化管理。

2012年1月，住建部发布的通知标志着中国BIM标准制定工作的开端，工作包含五项BIM技术标准的制定：《建筑工程信息模型应用统一标准》《建筑工程信息模型存储标准》《建筑工程设计信息模型交付标准》《建筑工程设计信息模型分类和编码标准》和《制造工业工程设计信息模型应用标准》。BIM技术同样是国家“十一五”科技支撑计划和“十二五”建筑信息化发展纲要的重要内容。

2015年6月，住建部发布《住房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》，要求到2020年底，建筑业甲级设计院和特级、一级房建施工企业将BIM技术应用至工程项目中；要求到2020年末，新立项项目集成应用BIM的项目达到90%。

2016年8月，住建部发布《2016—2020建筑业信息化发展纲要》文件，除了要求建筑业工程项目在设计施工等阶段推广应用BIM技术外，还指出要大力推进BIM技术在综合管廊和城市轨道交通工程中的应用。

2017年9月，交通运输部发布《交通运输部办公厅关于开展公路BIM技术应用示范工程建设的通知》文件，要求在公路项目全生命周期包括设计、施工、养护和运营管理中应用BIM技术，提升公路设计水平，提高公路建设管理水平，推进公路养护管理信息化。

2018年1月1日起，《建筑信息模型施工应用标准》正式实施。在国内工程行业，首先是设计单位和施工单位进行项目BIM应用，还有一些培训机构使用了BIM技术。近年来，大中型设计企业几乎都拥有了专业的BIM团队，比如河南省交通规划设计研究院的BIM小组已有20余人，都具有一定的BIM实施经验。施工企业应用BIM技术较晚，不过目前也有很多大型施工企业开始在具体项目中试用和研究BIM技术。

在高校层面，主要针对BIM技术进行科学研究。例如清华大学研究BIM标准，上海交通大学BIM研究中心着重研究BIM的协同性。随着我国工程各行业对BIM的重视，这就更需要进行BIM的人才培养。2012年4月27日，华中科技大学开设了BIM工程班，班级共有25名学生；广州大学和武汉大学也开设了BIM工程硕士班等。这些都表明了BIM技术正处于快速的发展阶段。

基于BIM技术的造价管理学术研究同样促进着BIM技术在中国的发展：张建平等建立了基于IFC标准的体系架构，设计了4D-GCPSU（4D-Graphics of Construction Planning and Site-Utilization）系统、数据库，以及基础数据集成管理平台，并完成了我国标准的编制工作。张建平等发表《面向建筑全生命期的集成BIM建模技术研究》一文，建立了BIMDISP的系统，创建全寿命周期BIM平台，在BIM平台的工程施工中结合成本、