



全国 **BIM**
应用技能考试培训教材

BIM建模

中国建设教育协会 组织编写

中国建筑工业出版社

全国 BIM 应用技能考试培训教材

BIM 建 模

中国建设教育协会 组织编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 建模/中国建设教育协会组织编写. —北京: 中国
建筑工业出版社, 2016. 11
全国 BIM 应用技能考试培训教材
ISBN 978-7-112-19956-3

I. ①B… II. ①中… III. ①建筑设计-计算机辅助设计-应用软件-技术培训-教材 IV. ①TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 239711 号

本教材为《全国 BIM 应用技能考评大纲》配套考试用书。本书以工程为例介绍建模的基本方法, 着重提高应试者 BIM 建模的实际操作能力。全书共分为 6 部分, 主要内容为: BIM 基础知识, BIM 建模软件及建模环境, BIM 建模方法, 标记、标注与注释, 成果输出和试题样例。

本教材内容详实, 是全国 BIM 应用技能考试必备用书, 也可供建筑工程、建筑设计、工程管理及相关专业人员参考使用。

责任编辑: 朱首明 李 明 李 阳 周 觅

责任设计: 李志立

责任校对: 李欣慰 李美娜

全国 BIM 应用技能考试培训教材

BIM 建 模

中国建设教育协会 组织编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

环球东方 (北京) 印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 8 字数: 195 千字

2016 年 12 月第一版 2016 年 12 月第一次印刷

定价: 25.00 元

ISBN 978-7-112-19956-3

(29388)

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)

全国 BIM 应用技能考试培训教材

编审委员会

主任：朱 光 王广斌 马智亮

副主任：胡晓光 王 静 张 雷 张德海 赵 冬 赵 研

委员：张志远 王廷魁 高承勇 梁亚平 曹 乐 张洪军

孟凡贵 陈 勇 黄立新 张 俊 王全杰 王君峰

董建峰 肖奕萱 姚金杰

本书编委会

主 编：张志远

副主编：王廷魁 高承勇 梁业平

编 委（以姓氏笔画为序）

王国俭 方理刚 乔丽艳 李嘉军 杨力源 肖 婧

张 凯 郝学潮 贾维露 徐旻洋 黄立新 曹 乐

麻文娜

出版说明

建筑信息模型 (Building Information Modeling, 简称 BIM) 作为引领建筑产业现代化的重要技术之一, 受到工程建设领域的广泛关注, 《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》(建质函 [2015] 159 号) 中指出: “BIM 应用作为建筑业信息化的重要组成部分, 必将极大地促进建筑领域生产方式的变革。”

本套《考试培训教材》由中国建设教育协会组织编写, 是全国 BIM 应用技能考试的指定考试用书。《考试培训教材》按照《全国 BIM 应用技能考评大纲》要求编写, 紧紧围绕实际工程的需要, 本着理论和实践相结合的原则, 构建提高 BIM 应用技能所需的知识体系, 并辅以实际工程项目的典型样例, 深入浅出地对 BIM 建模、专业 BIM 应用和综合 BIM 应用三级考评的知识要点进行了阐述, 对致力于提高 BIM 应用技能水平的学习者有着系统的指导意义, 对参加全国 BIM 应用技能考试的人员来说, 更是不可或缺的指导用书。

《考试培训教材》全套丛书共七本, 包括《BIM 建模》、《建筑设计 BIM 应用》、《结构工程 BIM 应用》、《设备工程 BIM 应用》、《工程管理 BIM 应用 (土建类)》、《工程管理 BIM 应用 (安装类)》和《综合 BIM 应用》。

《考试培训教材》各分册的主编均为建筑信息领域的高水平专家学者, 融合了业界先进的经验与范例, 经过反复的推敲与审定, 最终形成了本套集技术先进性、内容通俗性与应用可操作性于一体的培训教材。由于编写时间有限, 而 BIM 技术的发展日新月异, 不足之处还请广大读者批评指正。

中国建筑工业出版社

2016 年 8 月

前 言

BIM 已经成为当前建设领域前沿技术之一，正在推动行业工作方式的变革。BIM 建模作为该技术的门槛，是每个从业者必须跨越的，也是行业培训的热点内容。

在此背景下，本着更好地服务于社会的宗旨，中国建设教育协会适时开展全国 BIM 应用技能培训与考评工作。为了对该技能培训提供科学、规范的依据，组织了国内有关专家，制定了《全国 BIM 应用技能考评用书》。在编撰过程中，编写人员遵循《全国 BIM 应用技能考评大纲》中的原则，参照行业流行软件的操作，以真实工程为例介绍建模基本方法，重点测试应试者对 BIM 建模的实操能力。

本教材编撰者为大专院校、行业协会、设计与施工单位、软件开发商、工程咨询公司等方面的专家学者。在编写过程中，编写委员会组织召开了多次会议，讨论了该书的体系、内容及结构，并组织编委内部与外部专家对书稿进行审阅。《BIM 建模》由王静研究员主编，王广斌教授主审。其中，第 1 章由王廷魁、乔丽艳、黄立新、梁亚平编写；第 2 章由张志远、黄立新编写；第 3 章由曹乐、方理刚、肖婧、郝学潮、贾维露、张凯编写；第 4 章、第 5 章由李嘉军、王国俭、徐旻洋编写；第 6 章由贾维露、张凯编写。

本教材为《全国 BIM 应用技能考评大纲》（中国建设教育协会组织编写）配套考试用书，适于全国 BIM 应用技能考评应用。本教材可用作本科、中高职院校建筑工程、建筑设计、工程管理及相关专业学生和专业技术人员参加 BIM 应用技能考试的必备用书。

在本书编写过程中，虽然经作者反复推敲核证，仍难免存在疏漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

目 录

1 BIM 基础知识	1
1.1 BIM 基本概念、特征及其发展	1
1.1.1 BIM 基本概念和内涵	1
1.1.2 BIM 基本特征	2
1.1.3 BIM 工具以及主要功能	2
1.1.4 项目文件管理和数据转换方法	4
1.1.5 BIM 模型在设计、施工、运维阶段的应用、数据共享与协同工作方法	6
1.1.6 BIM 发展历程及趋势	8
1.2 BIM 相关标准	10
1.2.1 BIM 相关标准	10
1.2.2 BIM 建模精细度	11
1.3 建筑施工图识读与绘制	12
1.3.1 概述	12
1.3.2 建筑设计总说明和总平面图	12
1.3.3 建筑平面图	14
1.3.4 建筑立面图	18
1.3.5 建筑剖面图	20
1.3.6 建筑详图	22
2 BIM 建模软件及建模环境	24
2.1 BIM 建模的软件、硬件环境配置	24
2.2 参数化设计的概念与方法	25
2.2.1 参数化设计的概念	25
2.2.2 参数化设计的方法	27
2.3 建模流程	27
2.3.1 形体组成方式的建模	27
2.3.2 建造方式的建模	28
2.4 BIM 建模软件功能	30
3 BIM 建模方法	31
3.1 实体的创建	31
3.1.1 墙体	31
3.1.2 结构柱的绘制	36
3.1.3 梁的绘制	39
3.1.4 梁系统	40
3.1.5 门窗	40
3.1.6 板绘制方法	43

3.1.7	屋面	44
3.1.8	屋檐底板、封檐带、檐沟	48
3.1.9	天花板	50
3.1.10	楼梯扶手	51
3.2	设备专业实体的建立	56
3.2.1	管道	56
3.2.2	管件	60
3.2.3	机械设备	71
3.3	BIM 软件视图生成	73
3.3.1	平面图	73
3.3.2	立面图	76
3.3.3	剖面图	77
3.3.4	三维视图	78
3.4	模型的浏览和漫游方法	79
4	标记、标注与注释	83
4.1	标注的创建与编辑	83
4.1.1	指定标注点	85
4.1.2	标注	85
4.1.3	编辑标注	86
4.1.4	创建标注样式	86
4.1.5	角度和弧形标注	87
4.1.6	立面、剖面的标注	87
4.2	注释的创建与编辑	88
4.2.1	创建折断线	89
4.2.2	标高标注	89
4.2.3	创建云形修改符号	90
4.2.4	指北针和基准点	91
4.2.5	比例尺	91
4.2.6	防火等级线	91
4.2.7	修改注释打印尺寸	92
5	成果输出	93
5.1	明细表	93
5.1.1	明细表标记	93
5.1.2	创建明细表	94
5.2	图纸的创建方法	98
5.2.1	视图	98
5.2.2	创建剖面立面	101
5.2.3	二维剖面/立面样式	105
5.2.4	编辑剖面/立面对象	107
5.2.5	平面图与详图	108
5.3	视图渲染和创建漫游动画的基本方法	111
5.3.1	虚拟场景构建	111

5.3.2 交互式场景漫游 112

5.4 模型文件管理与数据转换方法 114

5.4.1 模型文件管理 114

5.4.2 数据交互方法 115

6 试题样例 117

参考文献 120

1 BIM 基础知识

1.1 BIM 基本概念、特征及其发展

1.1.1 BIM 基本概念和内涵

1. BIM 的基本概念

BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型) 是由查克·伊斯曼 (Chuck Eastman) 教授于 20 世纪 70 年代提出的, BIM 以建筑工程项目的各项相关信息数据作为模型的基础, 进行建筑模型的建立, 通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。美国国家 BIM 标准委员会 (NBIMS) 将 BIM 定义为:

- (1) BIM 是一个设施 (建设项目) 物理和功能特性的数字表达;
- (2) BIM 是一个共享的知识资源, 是一个分享有关这个设施的信息, 为该设施从建设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) 在项目的不同阶段, 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。

当前, BIM 技术正逐步应用于建筑业的多个方面, 包括: 建筑设计、施工现场管理、建筑运营维护管理等。

2. BIM 的内涵

BIM 技术涵盖了几何学、空间关系、地理信息系统、各种建筑组件的性质及数量等信息, 整合了建筑项目全生命周期不同阶段的数据、过程和资源, 是对工程对象的完整描述。BIM 技术具有 4 个关键特征: 面向对象、基于三维几何模型、包含其他信息和支持开放式标准。

(1) 面向对象。BIM 以面向对象的方式表示建筑, 使建筑成为大量实体对象的集合。例如, 一栋建筑包含大量的结构构件、填充墙等, 用户的操作对象将是这些实体对象而不再是点、线、面等几何元素。

(2) 基于三维几何模型。建筑物的三维几何模型可以如实地表示建筑对象, 并反映对象之间的拓扑关系。相对于二维图形的表达方式, 三维模型能更直观地显示建筑信息, 计算机可以自动对这些信息进行加工和处理而不需人工干预。例如, 软件自动计算生成建筑面积、体积等数据。

(3) 包含其他信息。基于三维几何模型的建筑信息中包含属性值信息, 该功能使得软件可以根据建筑对象的属性值对其数量进行统计、分析。例如, 选择某种型号的窗户, 软件将自动统计、生成该型号门窗的数量。

(4) 支持开放式标准。建筑施工过程参与者众多, 不同专业、不同软件支持不同的数据标准, BIM 技术通过支持开放式的数据标准, 使得建筑全生命周期内各个阶段产生的信息在后续阶段中都能被共享应用, 避免了信息的重复录入。

因此, 可以说 BIM 不是一件事物, 也不是一种软件, 而是一项涉及整个建造流程的活动。

1.1.2 BIM 基本特征

从 BIM 应用的角度看, BIM 在建筑对象全生命周期内具备以下基本特征:

1. 可视化

BIM 技术将建筑对象以三维立体图形的方式进行展示。不同于建筑业中的效果图, BIM 技术的可视化能够在同构件之间形成互动和反馈。BIM 技术可视化可以方便效果图的展示及报表的生成。此外, 建设项目设计、建造、运营过程中的沟通、讨论、决策都可以在可视化的状态下进行。

2. 协调性

传统的建筑设计流程中, 各专业设计师分工作业, 施工图是分别绘制在各自的施工图纸上的, 因此存在设计缺陷不能直观地反映在二维图纸上的情况, 而这些缺陷会给施工过程带来不便。BIM 软件可在建筑物建造前期对建筑模型进行碰撞检查, 生成协调数据, 在设计阶段发现施工阶段可能存在的问题并尽早修改。

3. 模拟性

BIM 软件可以模拟真实世界中不能实现的操作。在设计阶段, BIM 可以对设计方案进行节能模拟、紧急疏散模拟、日照模拟、热能传导模拟等; 在招投标和施工阶段进行 BIM 4D 施工进度模拟, 可以确定合理的施工组织方案指导施工; 通过 BIM 5D 模拟, 可以实现成本管控; 后期运营维护阶段, BIM 软件可以模拟突发紧急事件、事故, 例如地震人员逃生模拟及消防人员疏散模拟等。

4. 优化性

建设对象全生命周期内的活动, 包括设计、施工、运营维护等, 是密切关联的, 整个过程受信息、项目复杂程度和时间的约束。建设项目的复杂程度越高对管理人员的信息处理能力的要求就越高, 当管理人员依靠自身的能力依然无法掌握所有的项目信息时就必须借助一定的科学技术和设备。BIM 模型提供了与建筑物相关的大量实体信息, 包括几何信息、物理信息、规则信息等。现代建筑物的复杂程度大多超过参与人员本身的能力极限, BIM 及其与之配套的各种优化工具提供了对复杂项目进行优化的可能, 诸如设计优化、限额设计等, 方便设计人员获得最优设计方案。

5. 可出图性

在对建筑物进行可视化展示、模拟及优化之后, BIM 软件可以自动生成综合管线图、综合结构留洞图、碰撞检查侦错报告和建议改进方案等文件。

1.1.3 BIM 工具以及主要功能

BIM 工具是指用于建模、图纸生成、碰撞检查、能源分析等的工具。BIM 应用软件按其功能不同分为三大类, 即 BIM 平台软件、BIM 工具软件和 BIM 环境软件。BIM 环境

软件是指用于建立能为多个 BIM 应用软件所使用的 BIM 数据软件。BIM 工具软件是指利用 BIM 基础数据开展各种工作的应用软件。BIM 平台软件是指对各类 BIM 环境软件、BIM 工具软件产生的数据进行有效管理以支持工程项目多参与方及多专业的工作人员之间通过网络高效的共享信息的一类软件。

根据不同软件之间的信息流动关系可以将 BIM 工具软件分为两类：第一类是创建 BIM 模型的软件，包括 BIM 核心建模软件、BIM 方案设计软件以及 BIM 几何造型接口软件；第二类是应用 BIM 模型的软件，包括 BIM 可持续分析软件、BIM 机电分析软件、BIM 结构分析软件、BIM 可视化软件、BIM 模型检查软件、BIM 深化设计软件、BIM 模型综合碰撞检查软件、BIM 造价管理软件、BIM 运营管理软件、二维绘图软件及 BIM 发布审核软件。

BIM 工具软件分类及主要功能见表 1. 1-1。

BIM 工具软件分类及主要功能表			表 1. 1-1
软件分类	BIM 工具	主要 BIM 工具软件名称	主要功能
创建 BIM 模型的软件	BIM 核心建模软件	Revit Architecture、Revit Structural、Revit MEP、Bentley Architecture、Bentley Structural、Bentley Building Mechanical System、ArchiCAD、CATIA	建筑对象建模
	BIM 方案设计软件	Ounma Planning System、Affinity	BIM 方案设计软件主要应用于设计初期，其功能是把业主设计任务书里面基于数字的项目要求转化为基于几何形状的建筑方案，帮助设计师对设计方案进行验证，使之与设计任务书中的项目进行匹配
	BIM 接口的几何造型软件	Sketchup、Rhino、Form Z	对于具有复杂造型的建筑，应用 BIM 几何造型软件建模更加方便且可以实现 BIM 核心建模软件无法实现的功能
利用 BIM 模型的软件	BIM 可持续分析软件	PKPM PBIMS、EcoTech、IES、Green Building Studio	BIM 可持续分析软件可以对项目进行日照、风环境、热工、景观可视度、噪声等方面的分析
	BIM 机电分析软件	Design Master、IES Virtual Environment、Trane Trace、鸿业、博超、PKPM PBIMS 等	用于建筑模型的机电分析
	BIM 结构分析软件	PKPM PBIMS、Robot、ETABS、STAAD	BIM 结构分析软件可以对模型信息进行结构分析，软件的分析结果可以反馈到 BIM 核心建模软件区并自动更新 BIM 模型
	BIM 可视化软件	3DS Max、Lightscape、Accurender、Artiantis	用于建筑的可视化展示
	BIM 模型检查软件	Solibri Model Checker、BIM WORKS	BIM 模型检查软件可以检查模型本身的质量和完整性，如有无空间重叠、构件之间是否有冲突等，此外还可以检查设计是否符合业主、规范的要求

续表

软件分类	BIM 工具	主要 BIM 工具软件名称	主要功能
利用 BIM 模型 的软件	BIM 深化设计软件	Xsteel	Xsteel 是一款基于 BIM 技术的钢结构深化设计软件,该软件应用 BIM 核心建模软件提供的数据可以在钢结构加工、安装方面提供详细设计的方案,生成钢结构施工图、材料表、数控机床加工代码等
	BIM 模型综合碰撞检查软件	Navisworks、Projectwise Navigator、Solibri、BIM WORKS	BIM 模型综合碰撞检查软件可以完成对集成的三维模型进行 3D 协调、4D 计划、可视化展示等内容的工作,属于项目评估、审核软件的一种
	BIM 造价管理软件	Innovaya、Solibri、鲁班、广联达、PKPM-STAT、斯维尔	BIM 造价管理软件可以对 BIM 模型进行工程量统计和造价分析,还可以根据工程施工组织计划提供动态造价管理需要的数据
	BIM 运营管理软件	ArchiFM	ArchiFM 软件将数据与模型进行连接,使用虚拟模型来支持设施维护。例如区域管理、能源管理、成本控制、盒库存控制等。ArchiFM 可以支持不同项目团队通过 web 服务器共享模型数据
	二维绘图软件	Autocad、Microstation、PKPM	目前,BIM 建模软件直接输出的成果还不能满足市场对施工图的要求,因此二维绘图软件仍然是必不可少的施工图生产工具
	BIM 发布审核软件	Autodesk Design Review、Adobe PDF	BIM 发布审核软件把 BIM 的成果发布成静态的、轻型的、包含大部分智能信息的、不能编辑修改但可以标注审核意见的、更多人可以访问的格式,提供给项目参与方进行审核或者利用

1.1.4 项目文件管理和数据转换方法

1. 项目 BIM 文件管理

基础数据是应用 BIM 技术开展业务工作的基础，在建设项目实施过程中，基础数据的准备工作是影响 BIM 应用软件稳定性的重要因素。以广联达 5D 为例，基础数据包括各个专业的模型文件、系统运行所需的项目基本信息、系统功能权限分配表以及各功能模块的业务数据。为保证 BIM 项目管理顺利推进，在进行 BIM 项目文件管理过程中首先必须严格按照建模规范创建各个专业的模型，做好模型文件创建的规划工作，建立统一的建模规范和相关的文件管理规范。

(1) 制定项目 BIM 建模规范

建模规范明确了模型的几何位置、不同专业的建模精度及深度、属性的要求等，通用规范包括以下内容：

① 建模软件标准,以确定各专业采用的建模软件及版本。

② 模型整合及数据交换,确定软件提交模型原始格式、BIM 链接模型要求、浏览模型要求及 BIM 模型导出数据标准规范等。

③ 建模公共信息,包括统一模型原点、统一单位、度量制、统一模型坐标系、统一楼层标高等。

④ 模型文件命名规定,模型依照设计系统的拆分原则,将模型文件分为工作模型和整合模型两大类,工作模型是指设计人员输入包含建筑内容的模型文件,整合模型是指根据一定的规则将工作模型整合成为建筑系统模型。

⑤ 模型构件颜色规定。

在通用规范的框架下,各专业分包制定专业内部的专业建模标准,主要包括:

① 各专业模型构件级别的建模精度 (LOD);

② 机电系统划分规范,确定划分原则以及系统构件划分表,本层次的划分表中可以是专业级别,具体专业内的划分可以由各专业建模团队确定;

③ 模型各类构件的分类及细化命名标准;

④ 模型各类构件的关键属性录入要求;

⑤ 模型数据导出标准。

(2) 制定 BIM 应用文件管理规范

为了在项目 BIM 实施过程中高效有条理地管理和使用各参与方之间的资料、数据、成果以及往来函件等文件,记录 BIM 技术应用的过程,实现各项交付成果的成本控制,需要规划清楚项目文件夹目录结构。

通常文件夹一级目录结构可以从公共信息、往来文件、工作模型、存档模型、应用成果、工作记录、模型中心、标准模板、参考资料、其他杂项等几个方面确立。

在文件目录结构建立好之后,项目参与方按照文件目录进行文件存储,如无特殊需要尽量不要调整一级目录结构。二级以下的文件夹结构使用者可根据具体情况进行适当调整,文件夹的编号按原有同级文件夹编号顺延。

2. BIM 文件转换方法

BIM 技术涉及多种工具软件,不同工具软件之间支持共同的数据标准能够减少重复建模的工作量,对减少错误、提高效率有重大意义,也是 BIM 技术应用成功的最关键的要求之一。

按照数据交换格式的公开与否,BIM 应用软件数据交换方式分为两种:

(1) 基于公开的国际标准的数据交换方式。这种方式适用于所有的支持公开标准的软件之间,包括不同专业、不同阶段的不同软件,适用性最广也是最为推荐的方式。由于公开数据标准自身的完善程度、不同厂商对于标准的支持力度不同,基于国际标准的数据交换性往往取决于采用的标准及厂商的支持程度,支持及响应时间往往比较长。公有的 BIM 数据交换格式包括 IFC、COBIE 等多种格式。

(2) 基于私有文件格式的数据交换方式。这种方式只能交换同一公司内部 BIM 应用软件之间的数据。目前,BIM 应用软件专业性强、无法做到一家软件公司提供完整的解决方案的情况,基于私有文件格式的数据交换往往只能在个别软件之间进行。私有文件格式是公有文件格式的补充,其中私有文件格式包括 Autodesk 公司的 DWG、NWC,广联

达公司的 GFC、IGMS 等。

1.1.5 BIM 模型在设计、施工、运维阶段的应用、数据共享与协同工作方法

BIM 为实现真正的 BLM (Building Lifecycle Management, 建筑全生命周期管理) 提供了技术支撑。建筑工程全生命周期包括设计、施工、运营使用直至拆除的整个过程, 下面将逐一介绍 BIM 在设计、施工、运维阶段的应用及数据共享与协同工作的方法。

1. BIM 模型在设计阶段的应用

BIM 模型在设计阶段的主要应用包括施工模拟、设计分析与协同设计、可视化交流、碰撞检查及设计阶段的造价控制等。

施工模拟。包括施工方案模拟、施工工艺模拟, 即在工程实施前对建设项目进行分析、模拟、优化, 提前发现问题、解决问题直至获得最佳方案以指导施工。

设计分析及协同设计。当初步设计展开之后, 每个专业都有各自的设计分析工作。设计分析主要包括结构分析、能耗分析、光照分析、安全疏散分析等。设计分析在工程安全、节能、节约造价、项目可实施性方面发挥着重要作用。协同设计是指如果设计团队中的全体成员共享同一个 BIM 模型数据源, 每个人的设计成果可以及时反映到 BIM 模型上, 则每个设计人员可以及时获取其他设计人员的最新设计成果, 这样不同专业设计人员之间形成了以共享的 BIM 模型为纽带的协同工作机制, 有效地避免专业之间因信息沟通不畅产生的冲突。

可视化交流是指通过采用三维模型展示的方式在设计方、业主、政府、咨询专家、施工方等项目各参与方之间, 针对设计意图或设计成果进行有效的沟通, 可视化交流使设计人员充分理解业主的建设意图, 使审批方能清晰地认知他们所审批的设计是否满足审批要求。

碰撞检查, BIM 软件将不同专业的设计模型集成为一体, 通过碰撞检查功能查找不同专业构件之间空间碰撞点, 并将碰撞点尽早地反馈给设计人员。BIM 的碰撞检查功能使得设计人员能够在设计阶段提前发现施工中可能出现的问题, 从而及时改正问题, 有效地减少施工现场的变更。

设计阶段造价控制, BIM 模型不仅包括建筑物空间和建筑构件的几何信息, 还包括构件的材料属性信息, BIM 模型将这些信息传递到专业化的工程量统计软件中, 可以获得符合相应规则的构件工程量, 这一过程避免了在工程量统计软件中为计算工程量而进行的专门的建模工作并且能够及时反映工程造价水平, 为限额设计、价值工程在优化设计上的应用创造条件。

2. 施工图生成

BIM 模型是完整描述建筑空间与建筑构件的三维模型, 理论上, 基于唯一的 BIM 模型数据源, 任何对工程设计的实质性修改都将反映在 BIM 模型中, 软件可以依据三维模型的修改信息自动更新所有与该修改相关的二维图纸, 由三维模型向二维图纸的自动更新将为设计人员节省大量的图纸修改时间。

3. BIM 模型在施工阶段的应用

以设计阶段建成的 BIM 模型为基础, 施工阶段 BIM 技术的主要应用包括虚拟施工及

施工进度控制、施工过程中的成本控制、三维模型校验及预制构件施工等方面。

虚拟施工及施工进度控制。虚拟施工过程可以很直观地展示施工工序界面、顺序，从而使总承包方与各专业分包方之间的沟通协调变得清晰明了。此外，将施工模拟与施工组织方案有效结合，可以帮助施工现场管理人员合理地安排材料、设备、人员进场、设备吊装方案等，有效保证施工进度和施工工期。

施工过程中成本控制。在项目开始前即建立 BIM 5D(三维模型+时间+成本)模型，将三维模型与各构件实体、进度信息、预算信息进行关联计算，可以对材料、机械、劳务及计量支付进行管控。

三维模型校验。BIM 可视化技术可以展示建筑模型与实际工程的对比结果，帮助业主考察虚拟建筑与实际施工建筑的差距，发现不合理的部分。同时，该对比结果可以帮助业主对施工过程及建筑物相关功能进行进一步评估，从而提早反应，对可能发生的情况做及时地调整。

在预制施工方面，BIM 技术的运用可以提高施工预算的准确性，对预制构件的加工生产提供支持，有效地提高设备参数的准确性和施工协调管理水平。

4. 运维阶段应用

BIM 模型完整地存储了建筑对象设计、施工数据，使得运营维护人员能够更清楚地了解设备信息、安全信息。同时，以三维视图的方式展示设备及其部件可以更好地指导维护人员进行设备维护工作，避免或减少由于欠维修或过度维修而造成的消耗。

相对于建筑设计和施工阶段，BIM 技术在运维阶段的应用案例很少，随着建设项目全生命周期管理理念的逐步深入，BIM 技术在运维阶段的应用将具有广阔的前景。

5. 基于 BIM 的数据共享及协同工作

基于 BIM 的协同工作就是指将信息在不同人员、不同业务之间传递和共享，使之发挥价值并持续增值的过程。

BIM 技术实施过程中会涉及不同专业软件之间的信息交换问题，由于不同软件开发的程序语言、数据格式、专业手段不尽相同，软件之间的共享方式也不一样。软件之间的数据交换方式一般包括直接调用、间接调用、同一数据格式调用三种方式。直接调用是指两个 BIM 软件之间通过编写数据转换程序实现，下游软件编写模型格式转换程序将上游软件产生的文件转换成自己可以识别的格式。间接调用是指利用市场上已经实现的模型文件转换程序，借用应用软件将模型间接转换到目标应用程序软件中。统一数据格式调用，即是建立一种统一的数据交换标准和格式，不同软件都可以识别或者输出这种格式以实现不同应用软件之间共享。

施工过程中除了两个应用软件之间模型共享互用之外还涉及模型集成的工作，即将多个模型集成在一个 BIM 应用软件内。由于不同的 BIM 应用软件生成的 BIM 模型数据格式是不一致的，在进行多个模型的转换与集成过程中为了尽可能地保证数据信息的完整性通常要求在 BIM 建模时遵循一定的规则和规范。在 BIM 信息共享的基础上，通过集成工程资源、进度、成本等信息，可以为各施工方建立良好的协调管理关系创造条件。

1.1.6 BIM 发展历程及趋势

1. BIM 发展历程

BIM 最早是从美国发展起来,随着全球化的进程,已经扩展到了欧洲各国、日、韩、新加坡等,目前这些国家的 BIM 发展和应用都达到了一定水平。

(1) 美国

美国是较早启动建筑业信息化研究的国家,发展至今,在 BIM 研究与应用方面都走在世界前列。目前,美国大多建筑项目已经开始应用 BIM, BIM 的应用点也种类繁多,而且存在各种 BIM 协会,也出台了各种 BIM 标准。根据 McGraw Hill 的调研,2012 年工程建设行业采用 BIM 的比例从 2007 年的 28% 增长至 2012 年的 71%。其中 74% 的承包商已经在实施 BIM,比例超过了建筑师 (70%) 及机电工程师 (67%)。BIM 的价值不断被认可。

(2) 英国

与大多数国家相比,英国政府要求强制使用 BIM: 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,其中有一整个关于建筑信息模型 (BIM) 的章节。这章节中明确要求,到 2016 年,政府要求全面协同的 3D MAX,并将全部的文件以信息化管理。政府要求强制使用 BIM 的文件得到了英国建筑业 BIM 标准委员会 (AEC (UK) BIM Standard Committee) 的支持。迄今为止,英国建筑业 BIM 标准委员会已于 2009 年 11 月发布了英国建筑业 BIM 标准 (AEC BIM Standard, UK)、于 2011 年 6 月发布了适用于 Revit 的英国建筑业 BIM 标准 (AEC (UK) BIM Standard for Revit)、于 2011 年 9 月发布了适用于 Bentley 的英国建筑业 BIM 标准 (AEC (UK) BIM Standard for Bentley Product, UK)。

(3) 新加坡

新加坡负责建筑业管理的国家机构建筑管理署 (Building and Construction Authority, BCA), 于 2011 年发布了新加坡 BIM 发展路线规划 (BCA's Building Information Modelling Roadmap), 规划明确提出推动整个建筑业在 2015 年前广泛使用 BIM 技术。为了实现这一目标, BCA 分析了面临的挑战,并制定了相关策略。

在创造需求方面,新加坡决定政府部门必须带头在所有新建项目中明确提出 BIM 需求。2011 年, BCA 与一些政府部门合作确立了示范项目,并强制要求 2013 年起提交建筑 BIM 模型、2014 年起提交结构与机电 BIM 模型,并且最终在 2015 年前实现所有建筑面积大于 5000 平方米的项目都必须提交 BIM 模型的目标。

(4) 北欧国家

北欧国家例如挪威、丹麦、瑞典和芬兰等,是一些主要的建筑业信息技术的软件厂商所在地。北欧冬天漫长多雪,这使得建筑的预制化非常重要,也促进了包含丰富数据、基于模型的 BIM 技术的发展,导致了这些国家及早地进行了 BIM 的部署。

与上述国家不同,北欧多国政府并未强制要求使用 BIM,但由于当地气候的要求以及先进建筑信息技术软件的推动, BIM 技术的发展是企业的自觉行为。

(5) 日本

在日本,有“2009 年是日本的 BIM 元年”之说。大量的日本设计公司、施工企业