



住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材
高等学校土木工程专业创新型人才培养规划教材

BIM技术及应用

Civil Engineering

刘荣桂	主 编
周 信	副主编
周建亮	主 审
吕志涛	

中国建筑工业出版社

业“十三五”规划教材

高寺字仅工个工性マ业印 新型人才培养规划教材

刘荣桂 主

刘荣桂 主 编

周 佶 周建亮 副主编

吕志涛 主 审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 技术及应用/刘荣桂主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 7

住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材. 高等学校土木工程专业创新型人才培养规划教材

ISBN 978-7-112-20786-2

I. ①B… II. ①刘… III. ①建筑设计-计算机辅助设计-应用软件-高等学校-教材 IV. ①TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 113104 号

本书以 BIM 技术为工程背景, 介绍了 BIM 技术的主要性质及其在工程中的应用。全书内容主要包括: BIM 技术的发展及应用现状、BIM 技术的特点及相关软硬件; 此外, 还介绍了 BIM 模型建立的基本流程及方法, 同时对 BIM 技术在规划、设计、施工、运维中的应用进行了详细描述, 且对 BIM 技术的发展前景进行了展望。这些成果为 BIM 技术在土木工程中的应用提供了很好的技术支持, 也为相关 BIM 标准的修订与完善做出了宝贵贡献。

本书既可供高校土木工程、工程管理等专业的本科生、研究生学习, 也可供从事 BIM 技术研究与应用的科研人员、工程设计人员和管理人员参考。

本书作者制作了相应的教学课件, 请有需要的老师发送邮件至 jiangongkejian@163.com 免费索取。

责任编辑: 吉万旺 王 跃 仕 帅

责任设计: 韩蒙恩

责任校对: 李欣慰 关 健

住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材
高等学校土木工程专业创新型人才培养规划教材

BIM 技术及应用

刘荣桂 主 编

周 佶 周建亮 副主编

吕志涛 主 审

*

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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京盈盛恒通印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 字数: 449 千字

2017 年 8 月第一版 2017 年 8 月第一次印刷

定价: 35.00 元 (赠课件)

ISBN 978-7-112-20786-2

(30437)

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)

高等学校土木工程专业创新型人才培养规划教材 编委会成员推荐名单

(按姓氏笔画排序)

顾问：王 超 王景全 吕志涛 刘德源 孙 伟

吴中如 顾金才 钱七虎 唐明述 缪昌文

主任委员：刘伟庆 沈元勤

副主任委员：吕恒林 吴 刚 金丰年 高玉峰 高延伟

委 员：王 跃 王文顺 王德荣 毛小勇 叶继红

吉万旺 刘 雁 杨 平 肖 岩 吴 瑾

沈 扬 张 华 陆春华 陈志龙 周继凯

胡夏闽 夏军武 童小东

出版说明

序 言

当前,国家提出创新建筑业发展方式、促进建筑业转型升级的要求,我国建筑业正面临着前所未有的机遇与挑战。而建筑信息模型(BIM)技术在这一轮建筑业的变革中发挥着极为重要的作用——中国建筑业需要利用BIM技术实现在设计、施工、运维等各阶段、各专业、各环节的无缝集成,完成从粗放作业向精细作业的升级,实现从独立工作向协同工作的转变。在此背景下,推广和应用BIM技术是降低建造成本、提高建筑质量和运行效率、延长建筑物生命周期的最佳途径,也是我国建筑业实现信息化、工业化的必由之路。目前,上海、深圳等不少地方已经将此技术作为工程设计、施工和运维的必选技术。

虽然目前市面上介绍BIM的书籍很多,但这些书籍大多数是由软件界、工程界的人士编写,内容编排、阅读习惯等方面不太符合土木工程专业本科生、研究生教学的需要。同时,虽然不少国内高校已经尝试开设了BIM相关课程,但缺乏合适的教材,教学目标也不够明确,教学内容较为松散,且普遍存在重理论轻实践等问题。因此,由中国建筑工业出版社组织,江苏大学刘荣桂教授牵头编写了这本面向创新型人才培养的BIM教材。

该教材立足于BIM技术的统一化、协同化和集成化的科学定位,首先介绍了BIM技术的基本概念、内涵及特点;其次利用实际工程阐述了BIM技术的基础和相关信息模型的建立方法;在此基础上详细分析了BIM技术在建筑工程的规划、设计、施工、运维等工程全生命周期中的应用需求及方法,尤其是目前大力提倡的协同设计、绿色建筑评价、全寿命周期管理等,同时对BIM技术的未来发展趋势进行了预测。作者在进行理论分析的同时密切联系实际,并通过大量的案例帮助读者细致、全面地了解BIM技术的应用流程及关键应用点,内容全面、新颖,可读性强。

该教材的主编刘荣桂教授具有近30年的土木工程专业人才的培养经历,编写团队成员以承担BIM相关课程教学任务的高校教师为主,同时吸纳了一些专业从事BIM相关软件开发和BIM技术研究的人员,使得本教材既能满足本科生、研究生的教学需要,也能符合工程的应用需求。

中国工程院院士、东南大学土木工程学院教授

2016.10.30

前 言

建筑信息模型 (Building Information Modeling, 简称为 BIM) 是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, 并通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。利用 BIM 技术可以提升项目生产效率、提高建筑质量、缩短工程工期、降低建造成本。

BIM 技术目前在国内外得到了大量学术界、工程界人士的重视, 如南京青奥中心、上海中心等重要建筑的设计、施工、管理均采用了 BIM 技术, 获得了一定的经济效益。为进一步推广 BIM 技术在土木工程中的应用, 作者应《高等学校土木工程专业创新型人才培养规划教材》编委会的邀请, 联合江苏省的几所高校撰写了本教材。全书共 8 章, 内容分别为:

绪论: 介绍了国内外绿色运动的含义、绿色建筑及绿色运动的发展历史, 分析了数字建造的内涵及特点。

第 1 章: 介绍了 BIM 的基本概念和特点以及其主要应用范围; 分析了 BIM 团队的设立方法; 介绍了目前 BIM 技术的相关软件及硬件配置。

第 2 章: 分析了 BIM 技术在城市规划中的应用方向, 给出了利用 BIM 技术进行日照采光分析、空气流动分析、可视度分析、噪声分析的方法。

第 3 章: 介绍了 BIM 技术的应用软件, 重点介绍了目前广泛使用的 Revit 软件以及利用其建模的流程, 并以某学生宿舍楼为例, 详细讲解了 BIM 模型的建立方法。

第 4 章: 介绍了 BIM 技术的参数化设计方法以及协同设计的含义, 分析了基于 BIM 技术的工程量和成本估算、碰撞检测、绿色建筑评价等。

第 5 章: 分析了 BIM 技术在施工阶段的应用, 重点介绍了基于 BIM 技术的建筑施工现场地布置、施工进度管理、施工质量安全、成本管理以及竣工时的成果交付。

第 6 章: 介绍了建筑全生命周期及运维的概念, 分析了 BIM 技术在运维中的应用方法。

第 7 章: 介绍了 BIM 技术的发展趋势, 重点分析了 BIM 技术与物联网、云计算、增强现实、三维激光扫描、3D 打印的集成应用。

参加本书编写的人员具体分工为 (未标注工作单位的人员均为江苏大学教师): 刘荣桂编写绪论; 延永东、陈好编写第 1 章; 栾蓉 (扬州大学) 编写第 2、4 章; 周佶 (南京工业大学) 编写第 3 章; 周建亮 (中国矿业大学) 编写第 5 章; 陈光编写第 6 章; 韩豫编写第 7 章。刘荣桂对全书进行了最后统稿, 东南大学吕志涛院士对本书进行了主审。江苏大学研究生张泾杰、马国鑫、南京工业大学研究生陈烨、周婧祎等人为本书内容的完成做出了很大的贡献, 在此一并表示感谢。

感谢东南大学、扬州大学、中国矿业大学等兄弟单位的技术帮助; 感谢南京建工集团有限公司、江苏金土木建设集团有限公司等企业为本书提供的工程实例; 在此要特别感谢

东南大学的吕志涛院士对本书出版的指导与支持。

BIM 技术在土木工程中的应用点很多,部分应用现在还未得到有效的解决。希望本书能起到抛砖引玉的作用,推动 BIM 技术在土木工程中的应用研究。

同时由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2016.10.18

绪论	1	模拟	21
本章要点及学习目标	1	2.3.1 日照和采光	21
本章小结	8	2.3.2 微环境的空气流动	21
思考与练习题	8	2.3.3 城市规划可视度分析	23
第1章 BIM 技术简介	9	2.3.4 规划微环境的噪声分析	23
本章要点及学习目标	9	本章小结	24
1.1 BIM 的认识	9	思考与练习题	24
1.1.1 BIM 的概念	9	第3章 BIM 应用技术基础	25
1.1.2 BIM 的基本特征	10	本章要点及学习目标	25
1.2 BIM 的实现	10	3.1 BIM 应用软件简介	25
1.3 BIM 的应用	11	3.2 基本功能及操作	25
1.3.1 BIM 在设计方面的应用	11	3.2.1 BIM 工作流程与项目组织	25
1.3.2 BIM 在投标环节的应用	11	3.2.2 Revit 软件操作界面	26
1.3.3 BIM 在项目现场管理的应用	12	3.2.3 Revit 软件基本术语与操作	30
1.3.4 BIM 在技术交底中的应用	12	方法	30
1.3.5 BIM 在设备安装过程的应用	12	3.2.4 实体创建方法	37
1.3.6 BIM 在验收环节的应用	12	3.2.5 实体编辑方法	78
1.3.7 BIM 在装饰设计中的应用	13	3.2.6 标记、标注与注释	83
1.3.8 BIM 在运维阶段的应用	13	3.2.7 成果输出	83
1.4 BIM 技术团队	13	3.3 实例——某学生宿舍楼	89
1.5 BIM 技术相关软件	14	3.3.1 轴网标高	99
1.6 BIM 应用硬件资源配置	15	3.3.2 基础布置	104
本章小结	18	3.3.3 梁柱布置	108
思考与练习题	18	3.3.4 墙体布置	118
第2章 BIM 技术在城市规划建设中的应用	19	3.3.5 门窗布置	121
本章要点及学习目标	19	3.3.6 楼板布置	124
2.1 我国城市规划现状	19	3.3.7 楼梯、坡道、扶手布置	130
2.2 BIM 在城市规划中的应用	20	3.3.8 屋面布置	141
方向	20	3.3.9 钢筋布置	142
2.3 BIM 城市规划微环境生态		3.3.10 设备布置	147
		3.3.11 场地布置	154
		3.3.12 模型应用	156
		本章小结	159
		思考与练习题	159

第4章 BIM 技术在设计阶段的应用 ... 160

本章要点及学习目标 160

4.1 参数化设计 160

4.1.1 概述 160

4.1.2 参数化设计案例 162

4.1.3 参数化设计的应用 163

4.2 协同设计 164

4.2.1 概述 164

4.2.2 协同设计的应用 164

4.3 工程量和成本估算 166

4.3.1 概述 166

4.3.2 工程量和成本估算的应用 168

4.4 碰撞检测 172

4.4.1 概述 172

4.4.2 碰撞检测的应用 172

4.4.3 Autodesk Navisworks 中的碰撞

检测 177

4.5 建筑性能模拟 180

4.5.1 概述 180

4.5.2 建筑热环境与能耗分析 180

4.5.3 建筑光环境分析 181

4.5.4 建筑声环境分析 182

4.5.5 建筑日照分析 183

4.5.6 建筑风环境分析 183

4.5.7 建筑性能模拟的应用 186

4.6 绿色建筑评价 199

4.6.1 概述 199

4.6.2 《绿色建筑评价标准》与 BIM ... 199

本章小结 200

思考与练习题 201

第5章 BIM 技术在施工阶段的应用 ... 202

本章要点及学习目标 202

5.1 基于 BIM 技术的建筑施工

场地布置 202

5.1.1 场地布置概述 202

5.1.2 BIM 三维场地布置应用 204

5.1.3 基于 BIM 的场地布置案例 207

5.2 基于 BIM 技术的施工进度

管理 213

5.2.1 施工进度管理概述 213

5.2.2 BIM 进度管理实施途径和实施
框架 214

5.2.3 BIM 进度管理实施流程及
方法 215

5.2.4 基于 BIM 的施工进度管理
案例 218

5.3 基于 BIM 技术的施工质量 安全管理 223

5.3.1 施工质量管理概述 223

5.3.2 施工质量管理的安全 BIM 模型
构成 224

5.3.3 质量管理典型 BIM 应用 ... 226

5.3.4 基于 BIM 的质量安全管理
流程 227

5.3.5 基于 BIM 的施工现场质量安全
隐患的快速处置 229

5.4 基于 BIM 的成本管理 231

5.4.1 施工成本管理概述 231

5.4.2 基于 BIM 的投标阶段成本
管理 232

5.4.3 基于 BIM 的施工准备阶段成本
管理 237

5.4.4 基于 BIM 的施工阶段成本
管理 238

5.4.5 基于 BIM 的竣工阶段成本
管理 242

5.4.6 基于 BIM 的成本管理案例 244

5.5 竣工、移交的 BIM 成果 交付 250

5.5.1 竣工、移交的成果交付概述 250

5.5.2 竣工验收阶段 BIM 模型内容 ... 251

5.5.3 集成交付总体流程 251

5.5.4 BIM 模型交付要求 253

5.5.5 BIM 成果交付内容 254

本章小结 255

思考与练习题 255

第6章 BIM 技术在运营维护阶段的 应用 256

本章要点及学习目标 256

6.1 建筑全生命周期的基本概念 ... 256

6.2 运维的基本概念	258	应用	271
6.3 BIM 技术在运维中的应用	260	7.4.1 增强现实技术特点及优势	271
本章小结	263	7.4.2 BIM 与增强现实技术集成应用 方向	271
思考与练习题	264	7.5 BIM 与三维激光扫描的集成 应用	272
第7章 BIM 的应用展望	265	7.5.1 三维激光扫描技术特点及 优势	272
本章要点及学习目标	265	7.5.2 三维激光扫描技术的应用	273
7.1 BIM 的发展趋势总述	265	7.5.3 BIM 与三维激光扫描的集成 应用方向	273
7.1.1 统一化	265	7.6 BIM 与 3D 打印的集成应用	273
7.1.2 协同化	266	7.6.1 3D 打印技术及特点	273
7.1.3 集成化	267	7.6.2 3D 打印技术应用现状	274
7.2 BIM 与物联网的集成应用	268	7.6.3 BIM+3D 打印技术优势及发展 障碍	274
7.2.1 物联网技术特点和优势	268	7.6.4 BIM+3D 打印技术发展趋势	275
7.2.2 BIM 与物联网的集成应用 方案	268	本章小结	275
7.3 BIM 与云计算的集成应用	269	思考与练习题	275
7.3.1 云计算优势及发展障碍	269	参考文献	277
7.3.2 基于云计算的 BIM 系统架构	270		
7.3.3 BIM 与云计算集成应用的发展 趋势	271		
7.4 BIM 与增强现实的集成			

绪 论

本章要点及学习目标

本章要点:

(1) 绿色运动、绿色建筑、数字建造等概念及其相互关系。

(2) BIM 技术与绿色建筑、数字建造之间的相互关系。

学习目标:

(1) 了解绿色运动、绿色建筑、数字建造等概念及其相互关系、发展趋势。

(2) 了解 BIM 技术及其对绿色建筑、数字建造的作用。

1. 关于“绿色运动”的概念

(1) 绿色运动

绿色运动,从狭义上讲,也称绿色建筑运动。它是围绕绿色建筑而形成的相关思想、理念及其活动的总称。绿色建筑的内容主要包含绿色设计与绿色建造(含数字建造)两个方面,其特点就是体现“环保、低碳、节能、智慧”。

在土木工程界,尤其是房地产开发领域,可持续发展和绿色建筑的概念是当今最热门的话题之一。然而,给“绿色建筑”一个精确的定义并不容易。

欧洲联邦环境行政办公室将绿色建筑定义为:“在给定的建筑生命周期内,首先,通过人类有效的工作,增加建筑和建筑工地的使用能源,提高水及其他建筑材料的使用效率;其次,通过更好的选址、设计、施工、操作、维护和搬迁方案,减少建筑对人类健康和环境的影响。”

美国国家环境保护局将绿色建筑定义为:“从选址到设计、施工、操作、维护、改造和拆除,贯穿整个建筑的生命周期内,使建筑结构在其建造和使用过程中,达到对环境负责和高效利用资源的目的。”

实质上当绿色建筑得到正确地应用时,这意味着能够改善建筑设计和施工实践,以便让建筑可以使用时间更长,运行成本更少,提高工人生产率并使居民具有更好的工作环境。更重要的是,这也是为了保护我们的自然资源,改善建筑环境,使人类适应地球的生态系统,可以更健康、更富裕的生活。

从早期相关概念的形成到如今席卷全球大部分地区,关于绿色运动的一般看法已经明显改变并被越来越多的人所接受。此外,可持续发展原则在国家发展战略中承担越来越重要的角色。在建筑工程领域,许多承包商、相关的建设者,正在寻求绿色认证(包括绿色建筑与建筑节能)。然而,由于传统观念的束缚,抵制“绿色运动”的潮流依然存在,或多或少地形成了一些谬论,给人们带来误导(如:绿色或可持续建筑的成本比传统建筑更

多；绿色建筑只是另一个时尚，因此不是特别重要；绿色建筑往往是“没有吸引力”的或“丑陋的”，缺乏传统建筑的审美质量；绿色建筑没有提供今天的许多住户需求的舒适水平；绿色建筑产品往往很难找到；绿色建筑的工作性能不及传统建筑；建造高层的绿色建筑是不可能的；将现有的传统建筑转变为绿色建筑是很困难的或者说是不可可能的；环保是一个全有或者全无的命题等）。但我们可以相信，随着“绿色建筑”的实践成果不断出现，相关的谬论必将一一被击穿，绿色运动必定在全球形成习惯或潮流。

(2) 绿色建筑和绿色运动的历史

对现代绿色运动深入透彻的理解，能够帮助人们尽量追溯它的起源。然而，当运动已经开始的时候要准确决定它的起源几乎是不可能的。在工业革命和电力制热和制冷到来的很久以前，古代原始人类只能使用基本的工具和自然材料来建造建筑物，在极端的温度下保护自己。虽然古代人类对废物治理没有概念，但是建造者融入了被动的的设计，例如简单利用太阳和气候进行加热、制冷和照亮他们的建筑。在古巴比伦和古埃及，用土坯作为原始建筑的材料，在宫殿和房屋里建造风井。这些都是古代人类克服他们所面对的气候的挑战，追求舒适生存环境的举措，也是绿色建筑最初形成的简单例子。

最近我们研究发现，马克·威尔逊等学者相信绿色建筑的概念首先出现在美国。18世纪90年代的旧金山湾地区是为人们所知的第一湾，传统的革命性设计理念有绿色运动基础。环境意识积极运动的领导实践者，伯纳德·梅柏客和朱莉·摩根，发展了设计哲学，包含了如今建筑业的绿色运动等大多数概念。

一些历史学家将绿色运动的起源和雷切尔·卡森的书等联系在一起，倡导尊重自然，提醒保护原始森林的必要性。许多人相信在19世纪70年代的能源危机时，绿色运动就有它的基础，创造性的节约能源的方法，例如小建筑形式和主、被动的太阳能利用的设计，都源自于绿色运动。

1973年石油输出国组织的石油危机爆发，能源的消耗变为集聚关注的焦点。石油危机提醒我们，未来的繁荣和安全可能掌握在少数石油生产国的手中，这是非常危险的。这个催化事件有效地强调了增多能源种类、鼓励企业和政府重视开发太阳能、风能、水和地热能利用的重要性。石油能源危机第一次使得全世界汽车加油站的汽油价格飙升。这对开明前卫的绿色运动思维构架师、环境学家和生态学家有着巨大的影响，他们开始怀疑传统建筑技术的智慧，促使他们寻求新的方法解决可持续发展问题。

初期的绿色运动，部分是根据维克多·欧尔焦伊、拉尔夫·劳伦、蕾切尔·卡森的思想形成的。他们正式告知了一个环境设计的新时代的出现，也吸引了公众的注意力和想象力，使得我们重新审视交通和建筑依赖于化石燃料的弊端。事实上，后来许多国外立法的形成也来源于此，包括清洁空气法、国家环境政策法、水污染防治法、DDT禁令、濒危物种法等。

美国建筑师协会通过形成一个能源工作组，通过研究高效能源设计来应对1973年的能源危机。1977年，卡特总统政府建立了美国能源部。后来，能源工作研究组发展形成美国建筑师协会能源委员会。能源委员会起草了一些法案，包括“高效能源建筑国家”法案，成为美国建筑师协会游说国会的有效工具。19世纪70年代后期当美国建筑师协会倡导建筑能源研究的时候，其他活跃的委员会成员包括美国建筑师协会会员唐纳德·沃森、格雷格·福兰特和丹·威廉姆斯等也在为绿色建筑（包括绿色设计、绿色建造）摇旗呐

喊。根据他们的建议,美国建筑师协会能源委员会由两个机构构成:第一机构主要研究被动系统(例如反射屋面材料和环境友好的建筑物的选择等)来达到节约能源的目标;第二机构主要研究应用新技术的方法,例如三重玻璃窗的应用等。美国建筑师协会环境委员会在1989年拓宽了范围,接下来的数年里,美国建筑师协会和美国建筑师能源科技顾问委员会,设法从美国环境保护组织获得基金,用于全寿命周期分析的建筑产品的开发。

随着能源价格的下降,绿色建筑和相关能源问题的关注势头也相对削弱,虽然接着几年能源问题得到平息,但是凭借一些核心绿色建筑能源节约提倡者和绿色理念建筑师的努力,一些著名的建筑物还是在19世纪70年代建成。他们利用了绿色设计的概念,如采用玻璃屋顶,自然采光的中庭和装有镜子的窗户等。在加利福尼亚的格雷戈里·贝特森大楼,首次装有光伏能源敏感元件、地板下的冷却系统和区域气候控制设备等。

19世纪80年代,我们见证了大量的石油浪费现象(例如,1989年的埃克森·瓦尔迪兹石油泄漏事故等)后,大量的与节约能源相关的法案相继形成并开始见效;我们也见证了19世纪80年代至19世纪90年代早期美国的可持续性发展倡导者们在全球的保护工作,例如罗伯特·贝莱克(美国建筑师协会能源委员会产生的先驱)、威廉·麦唐纳(密歇根州胭脂河工厂的福特汽车公司)、西姆·万德尔·莱恩(位于萨克拉门托的格雷戈里·贝特森大厦建成)以及桑德拉·门德勒(华盛顿州的世界资源研究所总部办公室建成)等。其他国家的支持者包括德国的托马斯·赫尔佐克(奥地利的利兹设计中心建成),英国建筑师诺曼·福斯特(德国法兰克福市德国商业银行总部建成)和理查德·罗杰斯(法国巴黎蓬皮杜艺术中心建成),以及马来西亚航空公司建筑师杨经文(马来西亚吉隆坡的梅西加尼亚大厦建成)等。在1987年,联合国世界环境和发展委员会会议上,挪威首相布伦特兰夫人建议将“可持续发展”这个术语定义为:“不会对后代满足他们自己的需求的能力产生影响,就能满足我们现在的需求。”

在1991年,乔治·布什总统推出了一项国家能源政策,美国建筑师协会主席詹姆斯·劳勒组建了一个咨询小组讨论相关问题的解决政策。根据这个政策,号召所有的相关单位(包括美国建筑规划局成员等)以实际行动来参与环境保护改革,包括采取立即停止使用消耗臭氧层的制冷剂等措施。

联合国环境和发展大会(也被称作地球峰会),1992年在巴西里约热内卢召开,这是一次很成功的会议。它吸引了17000位参会者和来自172个国家政府的代表团以及2400位非政府组织的代表。这次会议通过了《21世纪议程》,为实现全球的可持续发展提供了蓝图。会议达成了《里约宣言》、《森林原则声明》、《国际气候变化框架公约》、《联合国生物多样性公约》等共识。里约热内卢峰会之后,美国建筑师协会选择“可持续发展”作为1993年在芝加哥举行的国际建筑师联合会和美国建筑师协会世界大会的主题,估计全世界范围内有10000名建筑师和设计专家参加了会议。今天,这个大会已经被看作是绿色建筑运动历史上的一个里程碑。

受到比尔·克林顿在1992年11月当选总统的鼓励,大量的可持续发展的支持者开始传播“绿化”白宫本身的宏大思想。在1993年4月21日,比尔·克林顿总统宣布了他雄心勃勃的计划,“绿化白宫”,使总统官邸成为效率和减少废物的模范。为实施这个计划,总统环境质量委员会召集了一个专家小组,其中成员包括美国能源部的联邦能源管理项目(FEMP),环境保护局、总务管理局、国家公园服务公司、白宫办公室管理和波托马克电

力公司等。

白宫“绿化”倡议在前六年创造超过 140 万美元的节省费用。主要是改进了照明、采暖、空调、喷水装置,减少了用水量。由环境保护局主持的环境审计、美国能源部能源审计(DOE)以及相关专家把关,其中有设计专家、工程师、政府官员和环保人士组成的设计团队。目的是使用可用的技术来制定可持续的能源保护策略,在三年内,减少了估计有 845t 的年度碳排放量,估计每年节约 30 万美元的能源和水储蓄。

比尔·布朗宁友邦阁下说,“由绿化白宫开创的过程已经成为绿色建筑运动的一个组成部分。”当时的总统克林顿发表了一系列行政命令。首先是在 1998 年 9 月,指示联邦政府改善可回收利用的环保产品,包括建筑产品;其次是在 1999 年 6 月,鼓励国民机构提高能源管理,减少排放的技术行政命令。2000 年 4 月克林顿发布第三个行政命令要求联邦机构将环境责任融入他们的日常决策并进入他们的长期计划。总统的环境质量委员会聚集的团队产生了许多保护历史悠久的结构以及维持和改善建筑舒适性和效率的重要建议。

乔治·布什总统跟随父亲的脚步,在八年任期内,进一步绿化白宫,安装三个太阳能系统,包括一个卡巴纳水池、为水池和淋浴加热水的设备、补充大厦电力供应的光伏板。白宫绿化的方法适应了以下几个主要的议题:

1) 围护结构:意识到大量的能量通过建筑构件散失,如屋顶和窗户,努力分析这些并找到解决方案,提高它们的效率。

2) 照明:尽可能使用节能灯泡,并最大化使用自然光线。采取措施确保空房间的灯是关闭的。

3) 加热、通风和空调(HVAC):暖通空调措施是用来减少加热和冷却建筑物所需的能量同时提高居住的舒适性。正确的通风是帮助实现这一目标所必需的。

4) 插头负载:安装节能办公设备,更换更节能的冰箱和冷却器。

5) 避免浪费:开始全面回收铝、玻璃、纸张、家具、荧光灯、油漆溶剂、电池、激光打印机墨盒和有机庭院废弃物。

6) 车辆:启动车辆使用更加清洁的替代燃料项目;白宫加入测试电动汽车的运行程序;鼓励员工使用公共交通,减少汽车的使用。

7) 景观:白宫更新了理念,包括减少不必要的水和杀虫剂的使用,以及复杂场地增加有机肥料使用等方法。

白宫的绿化运动被证明是成功的,它激发了其他联邦部门潜在的绿色化需求。例如,在五角大楼、军区、美国能源部总部,以及三个国家公园(大峡谷,黄石公园和阿拉斯加德纳里峰公园)等地方开展绿色化运动。1996 年,象牙海岸和美国能源部签署了一份理解性的研究和开发合作合约,目标是在 21 世纪为可持续发展建筑的建造和发展形成一系列铺垫性政策。

在美国和全世界范围内绿色运动得到了从市长、州长到元首等“绿色政客”的进一步帮助。明显的例子就是在 2006 年 5 月奥斯卡获奖纪录片《难以忽视的真相》中,美国前副总统戈尔将全球变暖和气候变化变成公众关注的热点,提高了许多问题的公众关注,包括我们的生活质量受到威胁,我们的水含有有毒化学物质,我们的自然资源将被耗尽等。另一个环保的政治家是美国前加州州长阿诺德·施瓦辛格,当他在 2006 年签署成为法律历史里程碑的《全球变暖解决方案法》时,使得加州成为全球应对气候变化的领导者,该

法案使得加州温室气体排放量到 2050 年比 1990 年降低 80%。其他环保政客包括拉尔夫·纳达尔（前美国总统候选人和美国绿党领袖）、左翼伦敦市长肯·利文斯通、德国总理安格拉·默克尔、新西兰总理海伦·克拉克、前欧盟环境部长玛戈特斯特隆（1999~2004）、谢振华（中国国家委员会前副主任等）。

来自 ICF 国际（ICFI）的绿色和平组织气候变化顾问的一份新报告称，包括美国前总统奥巴马的 8000 亿美元经济刺激方案在内的“绿色新政”环保措施，经计算每年最低可以减少温室气体排放约 6100 万 t，相当于近乎减少了路上 1300 万辆汽车一年的排放量。著名的绿色运动倡导者林赛迈克德福说：“由于绿色政策的增多，企业高管从每个领域都在顺应绿色运动潮流，这些首先出自于不断增长的市场需求。环保已经成为商业世界的一个销售优势，相关公司都开始渴望抓住机会并获得成功。”

（3）绿色建筑的发展

一些学者认为，绿色建筑运动主要是应对能源危机的出现。因此，通过努力使建筑更有效率，能源种类增加与改进（包括水、各种建筑材料的使用方式等）。应该注意，“绿色建筑”和“可持续建筑”在我们的词汇表中是相对较新的术语；它们本质上代表了通过大楼的选址、设计、建设和运行的方式等方法来提高大楼的居民幸福感，以通过保护自然资源包括保护空气和水的质的方式为后代保护环境。因此，绿色建筑的核心是改善传统设计、施工过程和标准，以便我们今天建造的建筑物能够持续使用更长时间、更高效、费用少，从而有助于人的健康生活和工作环境。

绿色建筑概念的到来从根本上改变了我们设计和建造房屋的方法。很明显，绿色建筑现象，在过去的二十年里，显著地影响了美国和全球建筑市场。各种环境研究一致表明，美国的建筑消耗了国家大约三分之一的一次性能源和将近三分之二的电力；研究还表明，在所有新的和翻新的美国建筑中，大约有 30% 发现存在建筑材料中的超过可接受范围的有害物质排放、病原体和有害物质的发散，从而导致室内环境质量低劣。有关绿色建筑运动的持续努力进行正在解决这些环境影响，包括实现建设项目的可持续发展的目标。

一个成功的可持续设计的主要特征之一是应用多学科和综合“总”团队的方法，包含各种项目成员和利益相关者的决策过程，特别是在设计的早期阶段。这种方法有助于确保项目对建筑的使用者和所有者能更加高效地节能、健康地生活，并减少对环境的负面影响。

目前有很多关键问题，使我们正面对大量的挑战。例如全球变暖，水资源短缺，室内环境质量问题和生态系统的破坏严重问题。在像美国和中国这样的工业化国家，传统的建筑对环境持续造成的不利影响已经被明确证实。例如，据估计，美国的建筑施工，可产生 38% 的二氧化碳排放和 71% 的电能消耗。同样的，2008 年环境信息管理向估计建筑的运行费用几乎占了所有能源消耗的 40%，如果将制造建筑材料和建造建筑所需能源包括在内的话，所有能源消耗数量估计将要增长 48%。

进一步估算，建筑物每年大约消耗 13.6% 的国家可饮用水，根据环境保护局估计，拆除、新建和修复建筑的废物每年产生 13600 万 t 的垃圾，而且新建和修复建筑每年需 30 亿 t 或大约 40% 的全球建筑原材料。碳排放增加使全球变暖的影响就是研究绿色建筑具有巨大意义的典型例子，现已不断受到国际社会的关注。主要目标就是到 2030 年所有新建的建筑要实现零排放，现有的建筑每平方米将减少消耗能源到以前所需的一半。

联合国 2007 年 3 月发布的报告中清楚地重申了建筑在全球变暖中的角色。根据一些保守估计,世界范围内建筑行业能减少 18 亿 t 的碳排放,更高效的能源政策能够减少超过 20 亿 t 或者接近在《京都协议书》中可减少量 3 倍的碳排放。众所周知,面对 2030 年的挑战,我们对于建筑能源的方法和知识需要巨大的改变。如今的工业建设正面对着来自全球经济危机,增长的物质需求,自然灾害的增多和绿色资源消耗等其他方面不断增长的壓力。这些趋势已经使得工业产业通过了一系列努力来不断重新评估和调整其定位,努力建造节约能源和水资源更高效的建筑,提高建筑寿命,保证总体人口的健康和幸福,最小化对环境的负面影响。

2. 关于数字建造的概念

(1) 数字建造的特点

信息技术的发展已经在不断地改变传统建筑产业的生产方式,尤其在工程设计与工程建造两个方面。目前,信息技术在建筑设计、结构检算、工程施工、设施维护等领域的应用不断深化,提高了建设效率,改善了管理绩效,并形成“环保、低碳、节能、智慧”特征的绿色建筑的综合效果,其趋势是向专业化、集成化和网络化方向发展,由项目级向企业级进军。

1) 专业化

工程项目建设过程涉及从合同管理、成本管理到质量管理的方方面面。在粗放型生产时代,数字管理的水平很低,软件的功能专业化程度较低,与工程管理的结合度也很低。进入数字建造时代,各种软件的专业化、互动化、共享化程度很高。最终的效果是综合效益好,大数据所形成的各个专业的综合信息,可以为工程管理的有效决策提供数据支撑。

2) 集成化

今后,工程管理进入全寿命管理时代。管理过程涉及业主、设计、监理、施工、政府等各个单位,具有时间长、介入单位多的特点。数字建造可以提供从项目立项、施工到运营、维修、拆除等全过程的一体化信息平台。实现数据集成、数据共享,彻底消除过去信息“碎片化”带来的各种弊端。

3) 网络化

“互联网+”技术,也就是网络技术可以有效地压缩时空,大量地节省人力物力。工程项目建设进入网络化时代后,可以综合应用项目管理信息系统与专业技术软件的结合,实现全过程的信息化管理。我们可以通过建立统一的模型数据标准,实现各种信息之间的共享、转换与协同。各种工程管理资料可以自动生成并存储,在场与不在场的人员都可以同样掌握工程的进展与管理的信息;技术资源可以最大化利用,有效克服由“信息孤岛”带来的各种弊端。

(2) 数字建造的内涵

所谓数字建造,就是以数字化技术为基础,带动组织形式、建造过程的变革,并最终带来工程建设过程与产品的变革。数字建造会引起工程建造方法与管理模式的改变。从外延上讲,数字建造是以数字信息为代表的新技术、新方法驱动下工程建设的模式转移,它包括组织形式、管理模式、建造过程等全方位的变迁。数字建造将极大地提高建造的 efficiency,使“环保、低碳、节能、智慧”成为可能。

本教材介绍的 BIM 技术,即建筑信息模型 (Building Information Modeling) 就是数