

# 第 1 章 BIM 概述

## 【导读】

建筑信息模型 ( Building Information Modeling ) 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 , 通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。它具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性等五大特点。本章主要介绍了 BIM 的起源、定义、特点等内容。BIM 的应用价值主要体现在七个方面 : 三维渲染 , 宣传展示 ; 快速算量 , 精度提升 ; 精确计划 , 减少浪费 ; 多算对比 , 有效管控 ; 虚拟施工 , 有效协同 ; 碰撞检查 , 减少返工 ; 冲突调用 , 决策支持。本章最后对 BIM 的应用前景做了展望。

学习要点 :

- BIM 的定义
- BIM 的特点
- BIM 的应用价值
- BIM 的核心思想

## 1.1 BIM 的来源与定义

### 1.1.1 BIM 的来源

1975 年，“BIM 之父”——佐治亚理工大学的 Chuck Eastman 教授创建了 BIM 理念至今，BIM 技术的研究经历了三大阶段：萌芽阶段、产生阶段和发展阶段。BIM 理念的启蒙，受到了 1973 年全球石油危机的影响，美国各行业需要考虑提高行业效益的问题，1975 年“BIM 之父”Eastman 教授在其研究的课题“Building Description System”中提出“a computer-based description of a building”，以便于实现建筑工程的可视化和量化分析，提高工程建设效率。

### 1.1.2 BIM 的定义

BIM 是英文 Building Information Modeling 的缩写，国内比较统一的翻译是：建筑信息模型。BIM 是以建筑工程项目的各类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。

国家建设职能部门对 BIM 做出了解释：BIM 技术是一种应用于工程设计、建造和管理的数据化工具，通过参数模型整合各种项目的相关信息，在项目设计、建造和运维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做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重要作用。

目前，我国的《建筑信息模型应用统一标准》还在编制阶段，这里暂时引用美国国家 BIM 标准（NBIMS）对 BIM 的定义，该定义由 3 部分组成：

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。

我们认为 BIM 的定义如下：在建筑的全生命周期内，通过参数化建模来进行建筑模型的数字化和信息化管理，从而实现各个专业在设计、建造、运营维护阶段的协同工作。

## 1.2 BIM 的特点

BIM 具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性五大特点。

### 1. 可视化

可视化即“所见即所得”的形式，对于建筑行业来说，可视化运用在建筑业的作用是非常大的，例如经常拿到的施工图纸，在图纸上只是采用线条绘制表达各个构件的信息，但是实际的构造形式就需要建筑业从业者去自行想象了。对于一般简单的结构来说，这种想象也未尝不可，但是近几年建筑形式各异，复杂造型不断推出，那么这种复杂结构光靠人脑去想象就未免有点不太现实了。而 BIM 提供了可视化的思路，让人们将以往线条式的构件转变成一种三维的立体实物图形展示在人们的面前；建筑业中也有设计方面提供效果图的情况，但是这种效果图是分包给专业的效果图制作团队，对设计图进行识读，进而以线条信息制作出

来的，并不是通过构件的信息自动生成的，缺少了同构件之间的互动性和反馈性，然而 BIM 的可视化是一种能够同构件之间形成互动性和反馈性的可视，在建筑信息模型中，由于整个过程都是可视化的，所以可视化的结果不仅可以用来做效果图的展示及报表的生成，更重要的是，项目设计、建造、运营过程中的沟通、讨论、决策都在可视化的状态下进行。

## 2. 协调性

协调性是建筑业中的重点内容，不管是施工单位还是业主及设计单位，无不在做着协调及相配合的工作。一旦项目的实施过程中遇到了问题，就要将各有关人士组织起来开协调会，找各施工问题发生的原因及解决办法，然后做出变更，或采取相应补救措施等，从而使问题得到解决。那么这个问题的协调真的就只能在问题出现后再进行协调吗？在设计时，往往由于各专业设计师之间的沟通不到位，而出现各种专业之间的碰撞问题，例如暖通等专业中的管道在进行布置时，由于施工图是各自绘制在各自的施工图纸上的，实际施工过程中，可能在布置管线时在此处正好有结构设计的梁等构件妨碍着管线的布置，这种就是施工中常遇到的。像这种碰撞问题的协调解决就只能在问题出现之后再进行吗？BIM 的协调性服务就可以帮助处理这种问题，也就是说 BIM 可在建筑物建造前期对各专业的碰撞问题进行协调，生成协调数据，并提供出来。当然，BIM 的协调作用也并不是只能解决各专业间的碰撞问题，它还可以解决如电梯井布置与其他设计布置及净空要求的协调、防火分区与其他设计布置的协调、地下排水布置与其他设计布置的协调等。

## 3. 模拟性

模拟性并不是只能模拟设计出的建筑物模型，还可以模拟不能够在真实世界中进行操作的事物。在设计阶段，BIM 可以对设计上需要进行模拟的一些东西进行模拟实验，例如：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可以进行 4D 模拟（三维模型加项目的发展时间），也就是根据施工的组织设计模拟实际施工，从而确定合理的施工方案来指导施工。同时还可以进行 5D 模拟（基于 3D 模型的造价控制），从而来实现成本控制；后期运营阶段可以模拟日常紧急情况的处理方式，例如地震发生时人员逃生模拟及火警时人员疏散模拟等。

#### 4. 优化性

事实上整个设计、施工、运营的过程就是一个不断优化的过程，当然优化和 BIM 也不存在实质性的必然联系，但在 BIM 的基础上可以做更好的优化、更好地做优化。优化受三方面的制约：信息、复杂程度和时间。没有准确的信息做不出合理的优化结果，BIM 模型提供了建筑物实际存在的信息，包括几何信息、物理信息、规则信息，还提供了建筑物变化以后的实际状况。复杂程度高到一定程度，参与人员本身的能力无法掌握所有的信息，必须借助一定的科学技术和设备的帮助。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 及与其配套的各种优化工具提供了对复杂项目进行优化的可能。基于 BIM 的优化可以做下面的工作：

(1) 项目方案优化：把项目设计和投资回报分析结合起来，设计变化对投资回报的影响可以实时计算出来；这样业主对设计方案的选择就不会主要停留在对建筑外形的评价上，而更多的可以使得业主知道哪种项目设计方案更有利于自身的需求。

(2) 特殊项目的设计优化：例如裙楼、幕墙、屋顶、大空间到处可以看到异型设计，这些占整个建筑的比例不大，但是占投资和工作量的比例和前者相比往往要大得多，而且通常也是施工难度比较大和施工问题比较多的地方，对这些部分的设计施工方案进行优化，可以带来显著的工期缩短和造价降低。

## 5. 可出图性

BIM 并不是为了出大家日常多见的设计院所出的设计图纸，及一些构件加工的图纸，而是通过对工程对象进行可视化展示、协调、模拟、优化以后，可以帮助业主出如下图纸：

- (1) 综合管线图（经过碰撞检查 and 设计修改，消除了相应错误以后）；
- (2) 综合结构留洞图（预埋套管图）；
- (3) 碰撞检查侦错报告和建议改进方案。

当然，功能较为完善的 BIM 软件也可以出传统的设计图纸，以满足当前工程建设的需要。

## 1.3 BIM 的应用现状

自 2002 年，工程建设行业开始采用 BIM 这一词汇，目前 BIM 在全球已经得到了很大的发展。

### 1.3.1 BIM 的国外应用现状

#### 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，BIM 研究与应用都走在世界前列。

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 2009 年的 49% 直至 2012 年的 71%。其中 74% 的承包商已经在实施 BIM 了，超过了建筑师（70%）及机电工程师（67%）。BIM 的价值在不断被认可。关于美国 BIM 的发展，不得不提到几大 BIM 的相关机构。

### （1）GSA

美国总务署（General Service Administration，GSA）负责美国所有的联邦设施的建造和运营。早在 2003 年，为了提高建筑领域的生产效率、提升建筑业信息化水平，GSA 下属的公共建筑服务（Public Building Service）部门的首席设计师办公室（Office of the Chief Architect，OCA）推出了全国 3D—4D—BIM 计划。3D—4D—BIM 计划的目标是为所有对 3D—4D—BIM 技术感兴趣的项目团队提供“一站式”服务，虽然每个项目功能、特点各异，OCA 将帮助每个项目团队，为其提供独特的战略建议与技术支持，目前 OCA 已经协助和支持了超过 100 个项目。

GSA 认识到 3D 的几何表达只是 BIM 的一部分，而且不是所有的 3D 模型都能称之为 BIM。但 3D 模型在设计概念的沟通方面已经比 2D 绘图要强很多。所以，即使项目中不能实施 BIM，至少可以采用 3D 建模技术。4D 在 3D 的基础上增加了时间维度，这对于施工工序与进度管理十分有用。因此，GSA 对于下属的建设项目有着更务实的流程，它承认并不是委托的所有公司都是 BIM 专家，但至少使用比 2D 绘图技术更先进的 3D、4D 技术，已经是很大的进步了。

GSA 要求，从 2007 年起，所有大型项目（招标级别）都需要应用 BIM，最低要求是空

间规划验证和最终概念展示都需要提交 BIM 模型。所有 GSA 的项目都被鼓励采用 3D—4D—BIM 技术，并且根据采用这些技术的项目承包商的应用程序不同，给予不同程度的资金支持。目前 GSA 正在探讨在项目生命周期中应用 BIM 技术，包括：空间规划验证、4D 模拟，激光扫描、能耗和可持续发模拟、安全验证，等等，并陆续发布各领域的系列 BIM 指南，在官网提供下载，对于规范和推进 BIM 在实际项目中的应用起到了重要作用。

在美国，GSA 在工程建设行业技术会议如 AIA—TAP 等都十分活跃，GSA 项目也常被提名为年度 AIA BIM 大奖。因此，GSA 对 BIM 的强大宣传贯彻直接影响并提升了美国整个工程建设行业对 BIM 的应用。

## ( 2 ) USACE

美国陆军工程兵团 ( the U.S. Army Corps of Engineers ， USACE ) 隶属于美国联邦政府和美国军队，为美国军队提供项目管理和施工管理服务，是世界最大的公共工程、设计和建筑管理机构。

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。

其实在发布发展路线规划之前，USACE 就已经为实施 BIM 做好了准备。USACE 的第一个 BIM 项目是由西雅图分区设计和管理的无家眷军人宿舍 ( enlist unaccompanied personnel

housing )项目 ,利用 Bentley 的 BIM 软件进行碰撞检查以及算量。随后 2004 年 11 月 ,USACE 路易维尔分区在北卡罗来纳州的一个陆军预备役训练中心项目也实施了 BIM。2005 年 3 月 , USACE 成立了项目交付小组 ( Project Delivery Team , PDT ) , 研究 BIM 的价值并为 BIM 应用策略提供建议。发展路线规划即是 PDT 的成果。同时 , USACE 还研究合同模板 , 制定合适的条款来促使承包商使用 BIM。此外 ,USACE 要求标准化中心( Centers of Standardization , COS ) 在标准化设计中应用 BIM , 并提供指导。

在发展路线规划的附录中 , USACE 还发布了 BIM 实施计划 , 从 BIM 团队建设、BIM 关键成员的角色与培训、标准与数据等方面为 BIM 的实施提供指导。2010 年 , USACE 又发布了适用于军事建筑项目分别基于 Autodesk 平台和 Bentley 平台的 BIM 实施计划 , 并在 2011 年进行了更新。适用于民事建筑项目的 BIM 实施计划还在研究制定当中。

### ( 3 ) bSa

BuildingSMART 联盟 ( BuildingSMART alliance , bSa ) 是美国建筑科学研究院 ( National Institute of Building Science , NIBS ) 在信息资源和技术领域的一个专业委员会 , 成立于 2007 年 , 同时也是 BuildingSMART 国际 ( buildingSMART International , bSI ) 的北美分会。bSI 的前身是国际数据互用联盟( International Alliance of Interoperability , IAI ) , 开发了和维护 IFC ( Industry Foundation Classes ) 标准以及 openBIM 标准。

bSa 致力于 BIM 的推广与研究 , 使项目所有参与者在项目生命周期各阶段都能共享准确的项目信息。BIM 通过收集和共享项目信息与数据 , 可以有效地节约成本、减少浪费。因此 , 美国 bSa 的目标是在 2020 年之前 , 帮助建设部门减少 31% 的浪费或者节约 4 亿美元。

bSa 下属的美国国家 BIM 标准项目委员会 ( the National Building Information Model Standard Project Committee-United States ,NBIMS-US )专门负责美国国家 BIM 标准( National Building Information Model Standard , NBIMS ) 的研究与制定。2007 年 12 月 , NBIMS-US 发布了 NBIMS 第 1 版的第 1 部分 , 主要包括信息交换和开发过程等方面的内容 , 明确了 BIM 过程和工具的各方定义、相互之间数据交换要求的明细和编码 , 使不同部门可以开发充分协商一致的 BIM 标准 ,更好地实现协同。2012 年 5 月 ,NBIMS-US 发布 NBIMS 第 2 版。NBIMS 第 2 版的编写过程采用了一个开放投稿( 各专业 BIM 标准 )、民主投票决定标准的内容( Open Consensus Process ) , 因此 , 也被称为是第一份基于共识的 BIM 标准。2013 年 6 月 , NBIMS 第 3 版已经开始接受提案。

除了 NBIMS 外 , bSa 还负责其他的工程建设行业信息技术标准的开发与维护 , 包括 : 美国国家 CAD 标准 ( United States National CAD Standard ) 的制定与维护 , 2011 年 5 月已经发布了第 5 版 ; 施工运营建筑信息交换数据标准 ( Construction Operations Building Information Exchange , COBie ) , 2009 年 12 月已经发布国际 COBie 标准 , 以及设施工管理交付模型视力定义格式 ( Facility Management Handover Model View Definition formats ) 等。

## 2 . 英国

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 , 其中有整个章节关于 BIM , 这些章节中明确要求 , 到 2016 年 , 政府要求全面协同的 3D-BIM , 并将全部的文件以信息化管理。英国的设计公司在 BIM 实施方面已经相当领先了 , 因为伦敦是众多全球领先设计企业的总部所在地 , 如

Foster and Partners、Zaha Hadid Architects、BDP 和 Arup Sports，也是很多领先设计企业的欧洲总部所在地，如 HOK、SOM 和 Gensler。在这些背景下，一个政府发布的强制使用 BIM 的文件可以得到有效执行，因此，英国的建筑工程企业与世界其他地方相比，发展速度更快。

### 3 . 北欧国家

北欧国家包括挪威、丹麦、瑞典和芬兰，是一些主要的建筑业信息技术的软件厂商所在地，如 Tekla 和 Solibri，而且对发源于邻近匈牙利的 ArchiCAD 的应用率也很高。

北欧四国政府强制却并未要求全部使用 BIM，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 技术的发展主要是企业的自觉行为。如 Senate Properties 一家芬兰国有企业，也是荷兰最大的物业资产管理公司。2007 年，Senate Properties 发布了一份建筑设计的 BIM 要求 ( Senate Properties'BIM Requirements for Architectural Design，2007 )。自 2007 年 10 月 1 日起，Senate Properties 的项目仅强制要求建筑设计部分使用 BIM，其他设计部分可根据项目情况自行决定是否采用 BIM 技术，但目标将是全面使用 BIM。该报告还提出，在设计招标将有强制的 BIM 要求，这些 BIM 要求将成为项目合同的一部分，具有法律约束力；建议在项目协作时，建模任务需创建通用的视图，需要准确的定义；需要提交最终 BIM 模型，且建筑结构与模型内部的碰撞需要进行存档；建模流程分为 4 个阶段：

- ① Spatial Group BIM；
- ② Spatial BIM；
- ③ Preliminary Building Element BIM；
- ④ Building Element BIM。

## 4. 新加坡

1995年新加坡国家发展部启动了一个名为 CORENET ( Construction and Real Estate Network ) 的 IT 项目。主要目的是通过对业务流程进行流程再造 ( BPR ), 以实现作业时间、生产效率和效果上的提升, 同时还注重于采用先进的信息技术实现建筑房地产业的参与方面实现高效、无缝的沟通和信息交流。CORENET 系统主要包括 3 个组成部分: e-Submission、e-plan Check 和 e-info。在整个系统中, 居于核心地位的是 e-plan Check 子系统, 同时其也是整个系统中最具特色之处。该子系统的作用是使用自动化程序对建筑设计的成果进行数字化的检查, 以发现其中违反建筑规范要求之处。整个计划涉及 5 个政府部门中的 8 个相关机构。为了达到这一目的, 系统采用了国际互可操作联盟 ( IAI ) 所制定的 IFC 2×2 标准作为建筑数据定义的方法和手段。整个系统采用 C/S 架构, 利用该系统, 设计人员可以先通过系统的 BIM 工具对设计成果进行加工准备, 然后将其提交给系统进行在线的自动审查。

为了保证 CORENET 项目 ( 特别是 e-plan check 系统 ) 的顺利实施, 新加坡政府采取了一系列的政策措施, 取得了较好的效果。其中主要包括:

- ① 广泛的业界测试和试用以保证系统的运行效果;
- ② 注重通过各种形式与业界沟通, 加强人才培养;
- ③ 在系统的研发过程中加强与国际组织的合作。

新加坡政府非常重视与相关国际组织的合作, 这可以使得系统能得到来自国际组织的全方位支持, 同时也可以更大的范围得到认可。

## 5. 韩国和日本

韩国在运用 BIM 技术上十分领先。多个政府部门都致力于制定 BIM 标准，例如韩国公共采购服务中心和韩国国土交通海洋部。

韩国主要的建筑公司都已经在积极采用 BIM 技术，如现代建设、三星建设、空间综合建筑事务所、大宇建设、GS 建设、Daelim 建设等公司。其中，Daelim 建设公司应用 BIM 技术到桥梁的施工管理中，BMIS 公司利用 BIM 软件 digital project 对建筑设计阶段以及施工阶段的一体化的研究和实施等。

日本软件业较为发达，在建筑信息技术方面也拥有较多的国产软件，日本 BIM 相关软件厂商认识到，BIM 需要多个软件来互相配合，是数据集成的基本前提，因此多家日本 BIM 软件商在 IAI 日本分会的支持下，以福井计算机株式会社为主导，成立了日本国产解决方案软件联盟。

### 1.3.2 BIM 的国内应用现状

#### 1. BIM 标准的研究与制定

我国针对 BIM 标准化进行了一些基础性的研究工作。2007 年，中国建筑标准设计研究院提出了《建筑对象数字化定义》( JG/T 198—2007 ) 标准，其非等效采用了国际上的 IFC 标准《工业基础类 IFC 平台规范》，只是对 IFC 标准进行了一定简化。2008 年，由中国建筑科学研究院、中国标准化研究院等单位共同起草了《工业基础类平台规范》( GB/T 25507—2010 )，等同采用 IFC ( ISO/PAS 16739 : 2005 )，在技术内容上与其完全保持一致，仅为了将

其转化为国家标准，并根据我国国家标准的制定要求，在编写格式上做了一些改动。2010年清华大学软件学院 BIM 课题组提出了中国建筑信息模型标准框架 ( China Building Information Model Standards , CBIMS ), 框架中技术规范主要包括 3 个方面的内容：数据交换格式标准 IFC、信息分类及数据字典 IFD 和流程规则 IDM ,BIM 标准框架主要包括标准规范、使用指南和标准资源三大部分。

国内对 BIM 技术的研究刚刚起步，“十一五”期间部分高校和科研院所已开始研究和应用 BIM 技术，特别是数据标准化的研究。在国内，基于 IFC 的信息模型在国内的开发应用才刚刚起步。中国建筑科学研究院开发完成了 PKPM 软件的 IFC 接口，并在“十五”期间完成了建筑业信息化关键技术研究示范项目——基于 IFC 标准的集成化建筑设计支撑平台研究；上海现代设计集团开发了基于 IFC 标准的建筑软件结构设计转换系统以及建筑 CAD 数据资源共享应用系统。此外，还有一些中小软件企业也进行了基于 IFC 的软件开发工作，例如：北京子路时代高科技有限公司开发了基于 Internet 的建筑结构协同设计系统，其数据交互格式就采用了 IFC 标准。

## 2. 标杆性企业的研究进展

中国建筑设计研究院是我国最早应用 BIM 技术的企业之一，也是我国在这个行业的标杆性企业。多年来，从初步应用到不断摸索，中国建筑设计研究院也在不断总结和完善自己的 BIM 技术。以中国移动国际信息港二期项目为例，这个项目在全专业、全过程中运用了 BIM 技术，并在过程中有了很多的拓展和应用。它在协同中用了多款的软件完成了协同设计研究、绿色方针、虚拟现实、云技术以及和施工相关的研究；在拓展中研究了标准、协作流程包括

一些难点的攻关。这个项目当中应用了多款软件，最为关键的是多款软件中的信息传递问题，由于软件之间的接口不同，为了提高工作效率，同时不丢失相关信息，找到了从一款软件传递给另外一款软件的方法。

此外 BIM 技术的亮点是可以找到设计中的不足，并对这些缺陷进行优化和完善。在设计实践过程中，中国建筑设计研究院利用 BIM 技术在设计中找到了很多缺陷，例如门与消防栓的碰撞，以及缺失栏杆等各种各样小的设计失误。此外，在中国建筑设计研究院应用了云技术之后，原来在传统意义上需要用 3 h 进行渲染的工作，现在用 30 min 就能够完成，包括一些小的动画渲染也能够在 30 min 左右就能够完成，极大地提高了工作效率。同时，中国建筑设计研究院还帮助业主在设计上提供一些招标文件，这样业主可以在招标过程中有的放矢地找到合适的施工企业。

### 3. 软件兼容性问题

目前，在我国市场上具有影响力的 BIM 软件一共有 32 种，这 32 种软件主要集中在设计阶段和工程量计算阶段，施工管理和运营维护的软件比较少。而较有影响力的供应商主要包括 Autodesk（美国）、Bentley（美国）、Progman（芬兰）、Graphisoft（匈牙利）以及中国的鸿业、理正、广联达、鲁班、斯维尔等。

根据业内人士的实验以及应用可以得出这样一个结论：32 款 BIM 软件间的信息交互性是存在的，但是在项目运营阶段 BIM 技术并未得到充分应用，使得运营阶段在建设项目的全生命周期内处于“孤立”状态。然而，在建设项目全生命周期管理中理应以运营为导向实现建设项目价值最大化。如何使得 BIM 技术最大限度符合全生命周期管理理念，提升我国建设行

业生产力水平，值得深入研究。进一步分析，就某一个阶段 BIM 技术而言，应用价值也未达到充分的实现，比如设计阶段中“绿色设计”“规范检查”“造价管理”3 个环节仍出现了“孤岛现象”。如何统筹管理，实现 BIM 在各阶段、各专业间的协同应用，是未来研究的关键。此外，BIM 技术并未实现建筑业信息化的横向打通。通过对目前在设计阶段与设施运营阶段应用全球最具影响力的两款软件 Revit、Archibus 进行交互性分析发现，两款软件之间具有一定的交互性，但是在实际 BIM 的运用中两者并未产生沟通。Randy Deutsch 指出，BIM 是 10% 的技术问题加上 90% 的社会文化问题。而目前已有研究中 90% 是技术问题，这一现象说明，BIM 技术的实现问题并非技术问题，而更多的是统筹管理问题。

## 1.4 BIM 的应用前景

### 1.4.1 BIM 在未来的主要应用

在过去的 20 多年中，CAD 技术的普及和推广使建筑师、工程师们甩掉图板，从传统的手工绘图、设计和计算中解放出来，可以说是工程设计领域的第一次数字革命。而现在，BIM 的出现将引发整个工程建设领域的第二次数字革命。BIM 不仅带来现有技术的进步和更新换代，它也间接影响了生产组织模式和管理方式，并将更长远地影响人们思维模式的转变。

BIM 技术的核心是通过在计算机中建立虚拟的建筑工程三维模型，同时利用数字化技术为这个模型提供完整的、与实际情况一致的建筑工程信息库。该信息库不仅包含描述建筑物构件的几何信息、专业属性及状态信息，还包含了非构件对象（例如空间、运动行为）的信

息。借助这个富含建筑工程信息的三维模型，建筑工程的信息集成化程度大大提高，从而为建筑工程项目的相关利益方提供了一个工程信息交换和共享的平台。结合更多相关数字化技术，BIM 模型中包含的工程信息还可以被用于模拟建筑物在真实世界中的状态和变化，使得建筑物在建成之前，相关利益方就能对整个工程项目的成败做出完整的分析和评估。如果将 BIM 放在全生命周期视角下，那么 BIM 将可以有 20 种主要的用途。

## 1. BIM 模型维护

根据项目建设进度建立和维护 BIM 模型，实质是使用 BIM 平台汇总各项目团队所有的建筑工程信息，消除项目中的信息孤岛，并且将得到的信息结合三维模型进行整理和储存，以备项目全过程中各相关利益方随时共享。

由于 BIM 的用途决定了 BIM 模型细节的精度，同时仅靠一个 BIM 工具并不能完成所有的工作，所以目前业内主要采用“分布式”BIM 模型的方法，建立符合工程项目现有条件和用途的 BIM 模型。这些模型根据需要可能包括：设计模型、施工模型、进度模型、成本模型、制造模型、操作模型等。BIM“分布式”模型还体现在 BIM 模型往往由相关的设计单位、施工单位或者运营单位根据各自工作范围单独建立，最后通过统一的标准合成。这将增加对 BIM 建模标准、版本管理、数据安全的管理难度，所以有时候业主也会委托独立的 BIM 服务商统一规划、维护和管理整个工程项目的 BIM 应用，以确保 BIM 模型信息的准确、时效和安全。

## 2. 场地分析

场地分析研究影响建筑物定位的主要因素，是确定建筑物的空间方位和外观、建立建筑

物与周围景观联系的过程。在规划阶段，场地的地貌、植被、气候条件都是影响设计决策的重要因素，往往需要通过场地分析来对景观规划、环境现状、施工配套及建成后交通流量等各种影响因素进行评价及分析。传统的场地分析存在诸如定量分析不足、主观因素过重、无法处理大量数据信息等弊端，通过 BIM 结合地理信息系统 ( Geographic Information System , GIS ) , 对场地及拟建的建筑物空间数据进行建模，通过 BIM 及 GIS 软件的强大功能，迅速得出令人信服的分析结果，帮助项目在规划阶段评估场地的使用条件和特点，从而做出新建项目最理想的场地规划、交通流线组织关系、建筑布局等关键决策。

### 3 . 建筑策划

建筑策划是在总体规划目标确定后，根据定量分析得出设计依据的过程。相对于根据经验确定设计内容及依据 ( 设计任务书 ) 的传统方法，建筑策划利用对建设目标所处社会环境及相关因素的逻辑数理分析，研究项目任务书对设计的合理导向，制定和论证建筑设计依据，科学地确定设计的内容，并寻找达到这一目标的科学方法。在这一过程中，除了需要运用建筑学的原理，借鉴过去的经验和遵守规范，更重要的是要以实态调查为基础，用计算机等现代化手段对目标进行研究。

BIM 能够帮助项目团队在建筑规划阶段，通过对空间进行分析来理解复杂空间的标准和法规，从而节省时间，提供对团队更多增值活动的可能。特别是在客户讨论需求、选择以及分析最佳方案时，能借助 BIM 及相关分析数据，做出关键性的决定。BIM 在建筑策划阶段的应用成果还会帮助建筑师在建筑设计阶段随时查看初步设计是否符合业主要求，是否满足建筑策划阶段得到的设计依据，通过 BIM 连贯的信息传递或追溯，大大减少以后详图设计阶

段发现不合格需要修改设计的巨大浪费。

#### 4 . 方案论证

在方案论证阶段，项目投资方可以使用 BIM 来评估设计方案的布局、视野、照明、安全、人体工程学、声学、纹理、色彩及规范的遵守情况。BIM 甚至可以做到建筑局部的细节推敲，迅速分析设计和施工中可能需要应对的问题。方案论证阶段还可以借助 BIM 提供方便的、低成本的不同解决方案供项目投资方进行选择，通过数据对比和模拟分析，找出不同解决方案的优缺点，帮助项目投资方迅速评估建筑投资方案的成本和时间。

对设计师来说，通过 BIM 来评估所设计的空间，可以获得较高的互动效应，以便从使用者和业主处获得积极的反馈。设计的实时修改往往基于最终用户的反馈，在 BIM 平台下，项目各方关注的焦点问题比较容易得到直观的展现并迅速达成共识，相应的决策需要的时间也会比以往减少。

#### 5 . 可视化设计

3Dmax、Sketchup 这些三维可视化设计软件的出现有力地弥补了业主及最终用户因缺乏对传统建筑图纸的理解能力而造成的和设计师之间的交流鸿沟，但由于这些软件设计理念和功能上的局限，使得这样的三维可视化展现不论用于前期方案推敲还是用于阶段性的效果图展现，与真正的设计方案之间都存在相当大的差距。

对于设计师而言，除了用于前期推敲和阶段展现，大量的设计工作还是要基于传统 CAD 平台，使用平、立、剖等三视图的方式表达和展现自己的设计成果。这种由于工具原因造成

的信息割裂，在遇到项目复杂、工期紧的情况下，非常容易出错。BIM 的出现使得设计师不仅拥有了三维可视化的设计工具，所见即所得，更重要的是通过工具的提升，使设计师能使用三维的方式来完成建筑设计，同时也使业主及最终用户真正摆脱了技术壁垒的限制，随时知道自己的投资能获得什么。

## 6. 协同设计

协同设计是一种新兴的建筑设计方式，它可以使分布在不同地理位置的不同专业的设计人员通过网络协同展开设计工作。协同设计是在建筑业环境发生深刻变化、建筑的传统设计方式必须得到改变的背景下出现的，也是数字化建筑设计技术与快速发展的网络技术相结合的产物。现有的协同设计主要是基于 CAD 平台，并不能充分实现专业间的信息交流，这是因为 CAD 的通用文件格式仅仅是对图形的描述，无法加载附加信息，导致专业间的数据不具有关联性。

BIM 的出现使协同已经不再是简单的文件参照，BIM 技术为协同设计提供底层支撑，大幅提升协同设计的技术含量。借助 BIM 的技术优势，协同的范畴也从单纯的设计阶段扩展到建筑全生命周期，需要规划、设计、施工、运营等各方的集体参与，因此具备了更广泛的意义，从而带来综合效益的大幅提升。

## 7. 性能化分析

利用计算机进行建筑物理性能化分析始于 20 世纪 60 年代甚至更早，早已形成成熟的理论支持，并开发出了丰富的工具软件。但是在 CAD 时代，无论什么样的分析软件都必须通

过手工的方式输入相关数据才能开展分析计算，而操作和使用这些软件不仅需要专业技术人员经过培训才能完成，同时由于设计方案的调整，造成原本就耗时耗力的数据录入工作需要经常性的重复录入或者校核，导致包括建筑能耗分析在内的建筑物理性能化分析通常被安排在设计的最终阶段，成为一种象征性的工作，使建筑设计与性能化分析计算之间严重脱节。

利用 BIM 技术，建筑师在设计过程中创建的虚拟建筑模型已经包含了大量的设计信息（几何信息、材料性能、构件属性等），只要将模型导入相关的性能化分析软件，就可以得到相应的分析结果，原本需要专业人士花费大量时间输入大量专业数据的过程，如今可以自动完成，这大大降低了性能化分析的周期，提高了设计质量，同时也使设计公司能够为业主提供更专业的技能和服务。

## 8. 工程量统计

在 CAD 时代，由于 CAD 无法存储可以让计算机自动计算工程项目构件的必要信息，所以需要依靠人工根据图纸或者 CAD 文件进行测量和统计，或者使用专门的造价计算软件根据图纸或者 CAD 文件重新进行建模后由计算机自动进行统计。前者不仅需要消耗大量的人工，而且比较容易出现手工计算带来的差错，而后者同样需要不断地根据调整后的设计方案及时更新模型，如果滞后，得到的工程量统计数据也往往失效了。

而 BIM 是一个富含工程信息的数据库，可以真实地提供造价管理需要的工程量信息，借助这些信息，计算机可以快速对各种构件进行统计分析，大大减少了繁琐的人工操作和潜在错误，非常容易实现工程量信息与设计方案的完全一致。通过 BIM 获得准确的工程量统计可以用于前期设计过程中的成本估算、在业主预算范围内不同设计方案的探索或者不同设计方

案建造成本的比较，以及施工开始前的工程量预算和施工完成后的工程量决算。

## 9. 管线综合

随着建筑物规模和使用功能、复杂程度的增加，无论设计企业还是施工企业甚至是业主对机电管线综合的要求愈加强烈。在 CAD 时代，设计企业主要由建筑或者机电专业牵头，将所有图纸打印成硫酸图，然后各专业将图纸叠在一起进行管线综合，由于二维图纸的信息缺失以及缺失直观的交流平台，导致管线综合成为建筑施工前让业主最不放心的技术环节。利用 BIM 技术，通过搭建各专业的 BIM 模型，设计师能够在虚拟的三维环境下方便地发现设计中的碰撞冲突，从而大大提高了管线综合的设计能力和工作效率。这不仅能及时排除项目施工环节中可能遇到的碰撞冲突，显著减少由此产生的变更，更大大提高了施工现场的生产效率，降低了由于施工协调造成的成本增长和工期延误。

## 10. 施工进度模拟

建筑施工是一个高度动态的过程，随着建筑工程规模不断扩大，复杂程度不断提高，使得施工项目管理变得极为复杂。当前建筑工程项目管理中经常用于表示进度计划的甘特图，由于专业性强、可视化程度低，无法清晰描述施工进度以及各种复杂关系，难以准确表达工程施工的动态变化过程。

通过将 BIM 与施工进度计划相链接，将空间信息与时间信息整合在一个可视的 4D (3D+Time) 模型中，可以直观、精确地反映整个建筑的施工过程。4D 施工模拟技术可以在项目建造过程中合理制定施工计划、精确掌握施工进度，优化使用施工资源以及科学地进行

场地布置，对整个工程的施工进度、资源和质量进行统一管理和控制，以缩短工期、降低成本、提高质量。此外借助 4D 模型，施工企业在工程项目投标中将获得竞标优势，BIM 可以协助评标专家从 4D 模型中很快了解投标单位对投标项目主要施工的控制方法、施工安排是否均衡、总体计划是否基本合理等，从而对投标单位的施工经验和实力做出更准确的评估。

## 11. 施工组织模拟

施工组织是对施工活动实行科学管理的重要手段，它决定了各阶段的施工准备工作内容，协调了施工过程中各施工单位、各施工工种、各项资源之间的相互关系。施工组织设计是用来指导施工项目全过程各项活动的技术、经济和组织综合性解决方案，是施工技术与施工项目管理有机结合的产物。

通过 BIM 可以对项目的重点或难点部分进行可建性模拟，按月、日、时进行施工安装方案的分析优化。对于一些重要的施工环节或采用新施工工艺的关键部位、施工现场平面布置等施工指导措施进行模拟和分析，以提高计划的可行性；也可以利用 BIM 技术结合施工组织计划进行预演以提高复杂建筑体系的可造性（例如施工模板、玻璃装配、锚固等）。

借助 BIM 对施工组织的模拟，项目管理方能够非常直观地了解整个施工安装环节的时间节点和安装工序，并清晰把握在安装过程中的难点和要点，施工方也可以进一步对原有安装方案进行优化和改善，以提高施工效率和施工方案的安全性。

## 12. 数字化建造

制造行业目前的生产效率极高，其中部分原因是利用数字化数据模型实现了制造方法的

自动化。同样，BIM 结合数字化制造也能够提高建筑行业的生产效率。通过 BIM 与数字化建造系统的结合，建筑行业也可以采用类似的方法来实现建筑施工流程的自动化。建筑中的许多构件可以异地加工，然后运到建筑施工现场，装配到建筑中（例如门窗、预制混凝土结构和钢结构等构件）。通过数字化建造，可以自动完成建筑物构件的预制，这些通过工厂精密机械技术制造出来的构件不仅降低了建造误差，并且大幅度提高构件制造的生产率，使得整个建筑建造的工期缩短并且容易掌控。

BIM 模型直接用于制造环节还可以在制造商与设计人员之间形成一种自然的反馈循环，即在建筑设计流程中提前考虑尽可能多地实现数字化建造。同样与参与竞标的制造商共享构件模型也有助于缩短招标周期，便于制造商根据设计要求的构件用量编制更为统一的投标文件。同时标准化构件之间的协调也有助于减少现场发生的问题，降低不断上升的建造、安装成本。

### 13. 物料跟踪

随着建筑行业标准化、工厂化、数字化水平的提升，以及建筑使用设备复杂性的提高，越来越多的建筑及设备构件通过工厂加工并运送到施工现场进行高效的组装。而这些建筑构件及设备是否能够及时运到现场、是否满足设计要求、质量是否合格将成为整个建筑施工建造过程中影响施工计划关键路径的重要环节。

在 BIM 出现以前，建筑行业往往借助较为成熟的物流行业的管理经验及技术方案（例如 RFID 无线射频识别电子标签）。通过 RFID 可以把建筑物内各个设备构件贴上标签，以实现对这些物体的跟踪管理，但 RFID 本身无法进一步获取物体更详细的信息（如生产日期、生

产厂家、构件尺寸等), 而 BIM 模型恰好详细记录了建筑物及构件和设备的所有信息。此外 BIM 模型作为一个建筑物的多维度数据库, 并不擅长记录各种构件的状态信息, 而基于 RFID 技术的物流管理信息系统对物体的过程信息都有非常好的数据库记录和管理功能, 这样 BIM 与 RFID 正好互补, 从而可以解决建筑行业对日益增长的物料跟踪带来的管理压力。

#### 14. 施工现场配合

BIM 不仅集成了建筑物的完整信息, 同时还提供了一个三维的交流环境。与传统模式下项目各方人员在现场从图纸堆中找到有效信息后再进行交流相比, 效率大大提高。BIM 逐渐成为一个便于施工现场各方交流的沟通平台, 可以让项目各方人员方便地协调项目方案, 论证项目的可造性, 及时排除风险隐患, 减少由此产生的变更, 从而缩短施工时间, 降低由于设计协调造成的成本增加, 提高施工现场生产效率。

#### 15. 竣工模型交付

建筑作为一个系统, 当完成建造过程准备投入使用时, 首先需要对建筑进行必要的测试和调整, 以确保它可以按照当初的设计来运营。在项目完成后的移交环节, 物业管理部门需要得到的不只是常规的设计图纸、竣工图纸, 还需要能正确反映真实的设备状态、材料安装使用情况等与运营维护相关的文档和资料。

BIM 能将建筑物空间信息和设备参数信息有机地整合起来, 从而为业主获取完整的建筑物全局信息提供途径。通过 BIM 与施工过程记录信息的关联, 甚至能够实现包括隐蔽工程资料在内的竣工信息集成, 不仅为后续的物业管理带来便利, 并且可以在未来进行的翻新、改造、扩建过程中为业主及项目团队提供有效的历史信息。

## 16 . 维护计划

在建筑物使用寿命期间，建筑物结构设施（如墙、楼板、屋顶等）和设备设施（如设备、管道等）都需要不断得到维护。一个成功的维护方案将提高建筑物性能、降低能耗和修理费用，进而降低总体维护成本。

BIM 模型结合运营维护管理系统可以充分发挥空间定位和数据记录的优势，合理制定维护计划，分配专人专项维护工作，以降低建筑物在使用过程中出现突发状况的概率。对一些重要设备还可以跟踪维护工作的历史记录，以便对设备的适用状态提前做出判断。

## 17 . 资产管理

一套有序的资产管理系统将有效提升建筑资产或设施的管理水平，但由于建筑施工和运营的信息割裂，使得这些资产信息需要在运营初期依赖大量的人工操作来录入，而且容易出现数据录入错误。BIM 中包含的大量建筑信息能够顺利导入资产管理系统，大大减少了系统初始化在数据准备方面的时间及人力投入。此外由于传统的资产管理系统本身无法准确定位资产位置，通过 BIM 结合 RFID 的资产标签芯片还可以使资产在建筑物中的定位及相关参数信息一目了然，快速查询。

## 18 . 空间管理

空间管理是业主为节省空间成本、有效利用空间、为最终用户提供良好工作生活环境而对建筑空间所做的管理。BIM 不仅可以用于有效管理建筑设施及资产等资源，也可以帮助管理团队记录空间的使用情况，处理最终用户要求空间变更的请求，分析现有空间的使用情况，合理分配建筑物空间，确保空间资源的最大利用率。

## 19 . 建筑系统分析

建筑系统分析是对照业主使用需求及设计规定来衡量建筑物性能的过程，包括机械系统如何操作和建筑物能耗分析、内外部气流模拟、照明分析、人流分析等涉及建筑物性能的评估。BIM 结合专业的建筑物系统分析软件避免了重复建立模型和采集系统参数。通过 BIM 可以验证建筑物是否按照特定的设计规定和可持续标准建造，通过这些分析模拟，最终确定、修改系统参数甚至系统改造计划，以提高整个建筑的性能。

## 20 . 灾害应急模拟

利用 BIM 及相应灾害分析模拟软件，可以在灾害发生前，模拟灾害发生的过程，分析灾害发生的原因，制定避免灾害发生的措施，以及发生灾害后人员疏散、救援支持的应急预案。

当灾害发生后，BIM 可以提供救援人员紧急状况点的完整信息，这将有效提高突发状况应对措施水平。此外楼宇自动化系统能及时获取建筑物及设备的状态信息，通过 BIM 和楼宇自动化系统的结合，使得 BIM 能清晰地呈现出建筑物内部紧急状况的位置，甚至到紧急状况点最合适的路线，救援人员可以由此做出正确的现场处置，提高应急行动的成效。

### 1.4.2 BIM 的应用价值

建立以 BIM 应用为载体的项目管理信息化，提升项目生产效率、提高建筑质量、缩短工期、降低建造成本。具体体现在：

## 1. 三维渲染，宣传展示

三维渲染动画，给人以真实感和直接的视觉冲击。建好的 BIM 模型可以作为二次渲染开发的模型基础，大大提高了三维渲染效果的精度与效率，给业主更为直观的宣传介绍，提升中标几率。

## 2. 快速算量，精度提升

BIM 数据库的创建，通过建立 5D 关联数据库，可以准确快速计算工程量，提升施工预算的精度与效率。由于 BIM 数据库的数据详细程度达到构件级，可以快速提供支撑项目各条线管理所需的数据信息，有效提升施工管理效率。BIM 技术能自动计算工程实物量，这个属于较传统的算量软件的功能，在国内此项应用案例非常多。

## 3. 精确计划，减少浪费

施工企业精细化管理很难实现的根本原因在于海量的工程数据，无法快速准确获取以支持资源计划，致使经验主义盛行。而 BIM 的出现可以让相关管理条线快速准确地获得工程基础数据，为施工企业制定精确人才计划提供有效支撑，大大减少了资源、物流和仓储环节的浪费，为实现限额领料、消耗控制提供技术支撑。

## 4. 多算对比，有效管控

管理的支撑是数据，项目管理的基础就是工程基础数据的管理，及时、准确地获取相关工程数据就是项目的核心竞争力。BIM 数据库可以实现任一时点上工程基础信息的快速获取，通过合同、计划与实际施工消耗量、分项单价、分项合价等数据的多算对比，可以

有效了解项目运营是盈是亏、消耗量有无超标、进货分包单价有无失控等问题，实现对项目成本风险的有效管控。

## 5. 虚拟施工，有效协同

三维可视化功能再加上时间维度，可以进行虚拟施工，随时随地直观快速地将施工计划与实际进展进行对比，同时进行有效协同，施工方、监理方，甚至非工程行业出身的业主领导都对工程项目的各种问题和情况了如指掌。这样通过 BIM 技术结合施工方案、施工模拟和现场视频监控，大大减少建筑质量问题、安全问题，减少返工和整改。

## 6. 碰撞检查，减少返工

BIM 最直观的特点在于三维可视化，利用 BIM 的三维技术在前期可以进行碰撞检查，优化工程设计，减少在建筑施工阶段可能存在的错误损失和返工的可能性，而且优化净空，优化管线排布方案。最后施工人员可以利用碰撞优化后的三维管线方案，进行施工交底、施工模拟，提高施工质量，同时也提高了与业主沟通的能力。

## 7. 冲突调用，决策支持

BIM 数据库中的数据具有可计量 ( computable ) 的特点，大量工程相关的信息可以为工程提供数据后台的巨大支撑。BIM 中的项目基础数据可以在各管理部门进行协同和共享，工程量信息可以根据时空维度、构件类型等进行汇总、拆分、对比分析等，保证工程基础数据