

BIM在国内建筑全生命周期的典型应用

20 Application Types of BIM in a Building's Lifecycle

撰文 过俊 CCDI 中建国际设计

摘要 在借鉴美国bSa (building SMART alliance) 对美国建筑工程行业BIM应用分类的基础上，整理和归纳了目前中国建筑工程行业BIM在建筑全生命周期中的20种典型应用。

关键词 BIM 建筑全生命周期 典型应用

0 引言

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，建筑信息模型（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）的状态信息。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。结合更多的相关数字化技术，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。

随着BIM在国内逐渐被认可与应用，特别是近年来在国内工程建造行业高速发展的背景下，BIM已经在国内一些大型工程项目中得到积极应用，涌现出很多成功案例。美国bSa (building SMART alliance) 曾经对目前美国工程建设行业领域的BIM应用情况做过详细调查，并总结出目前美国市场上BIM的25种不同应用并加以分析研究，用于指导工程项目在不同阶段选择合适的BIM应用。国内目前还缺少在这一领域的深入研究，不过我们依然可以借鉴美国bSa对BIM应用的分类框架，结合目前国内BIM技术的发展现状、市场对BIM应用的接受程度以及国内工程建设行业的特点，对中国建筑市场BIM的典型应用进行归纳和分类（图1）。

由于中美建筑市场的差异以及本土主流BIM软件的欠缺，国内BIM应用在行业跨度和深度上都和美国有一定距离，不过大的应用方向是一致的。以下为笔者整理出来的目前国内建筑市

场典型的BIM应用，一共有20个，希望大家进行交流探讨。

1 BIM的20种典型应用

1.1 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，以备项目全过程中项目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使用用途的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。

1.2 场地分析

场地分析是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的联系的过程。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

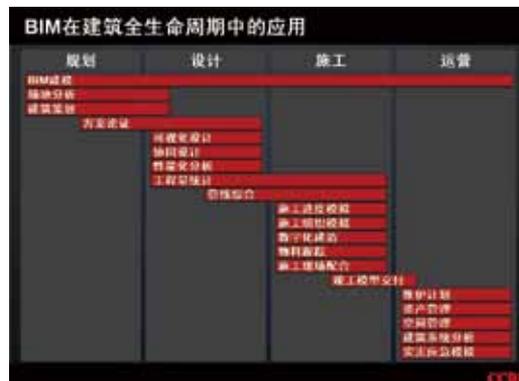


图1

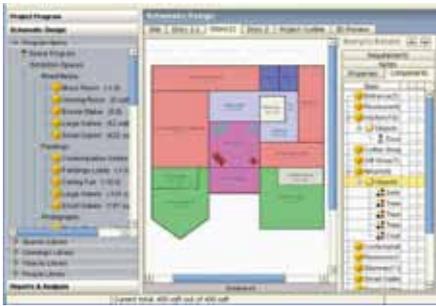


图2

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，简称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。

1.3 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（图2）。

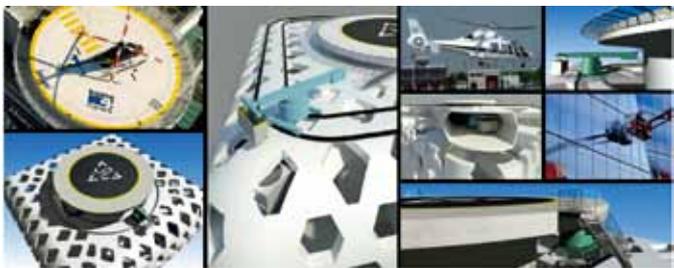


图3

1.4 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，相应的需要决策的时间也会比以往减少（图3）。

1.5 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思考方式来完成建筑设计（图4），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。

1.6 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。



图4

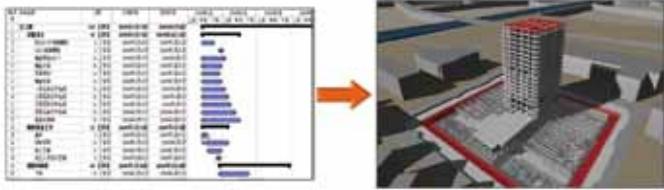


图10

的设计能力和工作效率（图9）。这不仅能及时排除项目施工环节中可以遇到的碰撞冲突，显著减少由此产生的变更申请单，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。

1.10 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（图10）。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作出有效评估。

1.11 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、经济和组织的综合性解决方案，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。

1.12 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模型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。

1.13 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。

1.14 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。

1.15 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，物业管理部門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。

1.16 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作出判断。

1.17 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，而且很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。

1.18 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。

1.19 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。

1.20 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模型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。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模型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。

2 结语

从以上20种BIM典型应用中可以看出，BIM的应用对于实现建筑全生命周期管理，提高建筑行业规划、设计、施工和运营的科学技术水平，促进建筑业全面信息化和现代化，具有巨大的应用价值和广阔的应用前景。相信随着BIM技术的发展和市场的成熟，一定会涌现出更多类型的BIM应用。本文仅作抛砖引玉，希望能和业内专家学者一起共同探讨，推动BIM在国内的应用向着更广阔、更深入的方向发展。



作者简介

过俊，CCDI副总监，现任建筑数字化业务部经理，中国工程图学会土木工程分会委员，世界华人建筑师协会数码建筑学术委员会委员。曾作为协同设计经理，参加了2008年北京奥运会国家游泳中心（水立方）的设计过程。之后在CCDI创建了信息部，并致力于将先进的数字化技术融入传统的工程建设行业。2005年开始，在CCDI建立了专业的BIM服务团队，推动CCDI成功实施了几十个BIM实践案例。2009年在CCDI组建“建筑数字化业务部”，将BIM的服务对象从公司内部的设计团队拓展到公司外的业主和施工企业。在2009年及2010年的BIM建筑设计大赛中，带领CCDI的BIM团队多次荣获“BIM最佳建筑设计一等奖”，并连续两年为CCDI夺得“BIM最佳企业应用奖”。