

# BIM在建筑环境领域的综合应用 \*

## The Comprehensive Application of BIM on Building Environment Analysis

撰文 耿跃云 李勤 朱洲江 华东建筑设计研究院有限公司

**摘要** 探讨了BIM技术在建筑环境领域的综合应用模式，论述了通过在详细建筑信息模型中进行信息处理和数据格式转换，导入各专业分析工具进行性能化分析以提升建筑品质的方法。通过工程应用实例说明了进行各类分析所需的信息和工作方法，为建筑信息模型的深度应用提供了范例。

**关键词** BIM 软件平台 建筑环境 舒适度 性能化分析 数据格式

### 1 时代背景

近年来，BIM技术在建筑行业的应用越来越深入，主要原因有：1) 计算机软硬件技术和网络技术的发展为BIM技术的应用提供了基础；2) 城镇化进程和众多大型复杂项目的增多为BIM技术的应用提供了市场需求；3) 全世界范围的节能减排要求，特别是可持续理念及生态绿色低碳理念的升华，提高了人们对建筑品质的要求，增大了人们对BIM技术应用效果的期望。在BIM技术蓬勃发展的大环境下，其在建筑环境领域的综合应用就显得尤为重要。

### 2 基础模型

在满足使用功能的前提下，如何让人们在使用过程中感到舒适和健康是建筑环境领域研究的主要内容。其中，寻找室内舒适性、建筑能耗、环境保护之间的矛盾平衡点是亟待解决的问题。

由BIM软件平台构建的深度BIM（详细建筑信息模型）通过软件输出为不同的数据格式，我们根据室内环境应用方向的不同，选择合适的数据格式，再输入到专业的分析软件中，可以有效解决数据一致性问题，提高建模效率（图1）。在各单项分析之后，综合各项结果反复调整模型，寻找建筑物综合性能平衡点，提高建筑整体性能。“BIM软件平台——数据格式——专业分析软件”构成了BIM技术在建筑环境领域综合应用的基本模型。在建筑全生命周期不同阶段的调整均以性能分析的结果为依据，从真正意义上构建可持续建筑。

### 3 模型转换

不同的性能化分析需要建筑物不同的信息做支撑。根据分析方向的要求将详细建筑信息模型中的信息提取、简化、整理后，转化为不同的文件格式，再导入到各专业软件中进行专业分析。图2为某办公项目详细建筑信息模型进行信息提取和模型转换的过程，具体描述如下：

(1) 明确建筑物需要进行分析的对象和内容。本工程主要进行建筑所在地气象数据分析、舒适度分析与被动技术应用分析、采光分析、能耗模拟与分析、声环境分析、热环境模拟、烟气模拟分析和人员疏散模拟等。

(2) 将详细建筑信息模型进行必要的拆分和删减，根据分析对象和性能化需求整理成不同的模型。根据实际操作经验，本工作在Revit软件平台中完成较为便利。

(3) 将整理好的对象文件通过Revit软件平台和相关软件导出为不同的文件格式。图3为常用的数据交换格式。不同的数据格式反映在建筑性能化不同的内容中。

(4) 根据专业分析工具的需要将不同的数据格式导入，局部进行调整，补充不完善信息和丢失的信息。由于GBXML格式

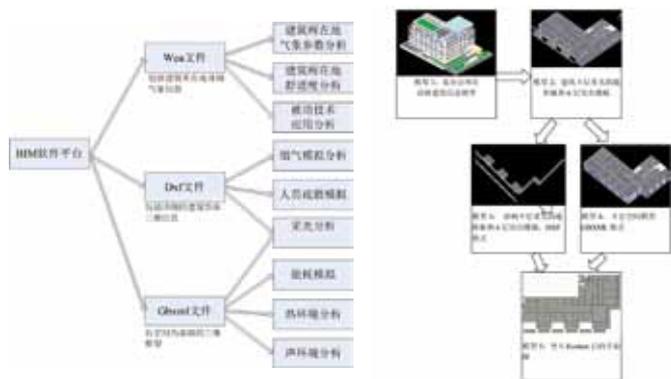


图1 BIM在建筑环境领域综合应用基本模型

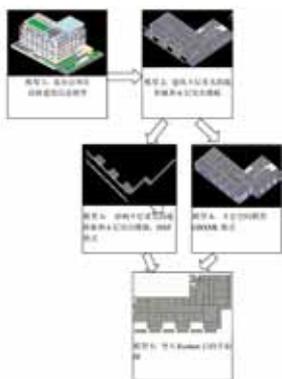


图2 某办公项目详细建筑信息提取和模型转换过程

图像(光栅)数据格式	JPG, GIF, TIF-BMR PIC, PNG, RAW, TGA, RLE	在数据压缩性、每像素颜色数量和数据压缩损失方面不同
二维矢量数据格式	DXF, DWG, AI, CGM, EMF, IGS, WMF, DGN	在数据压缩性、线宽和线型控制、颜色、图层和曲线类型支持方面不同
三维表面和形状数据格式	3DS, WRL, STL, IGS, SAT, DXF, DWG, OBJ, DGN, PDF(3D), XGL, DWF, U3D, IPT, PTS	在面、实体、材料特性(颜色、位图、纹理)和视点等相关信息方面不同
三维对象交换数据格式	STF, EXR CIS2, IFC	在二维或三维几何信息、对象特性和对象间关联信息方面不同
动画数据格式	RWQ, X, GOF, FACT	在表面类型、结构层次、材质和颜色等方面不同
地理信息系统格式	SHR SHX, DBF, DEM, NED	地理信息系统格式
XML 格式	AECXML, OBIX, AEX, BCXML, AGCXML, GBXML	由于建筑信息交换的需要而产生,在信息交换和工作流程方面不同

图3 常用的数据交换格式



图4 最佳朝向分析

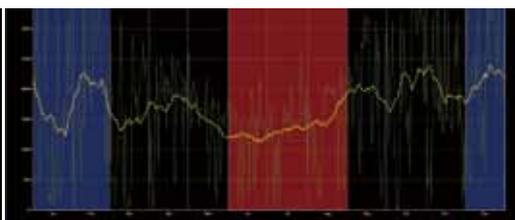


图5 太阳辐射分析

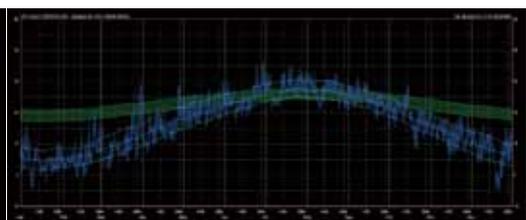


图6 全球温度图

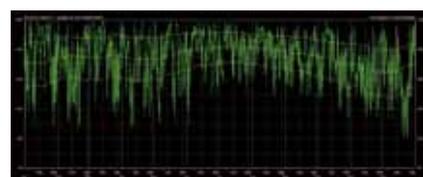


图7 相对湿度图



图8 法向直射辐射强度分析



图9 水平面散射辐射强度分析

只能导出空间信息,空间以外的遮阳物体不能提取,所以将模型2再拆分,拆分成模型3中的遮阳物体和模型4中GBXML格式可提取的空间信息。最后将模型3和模型4分别以DXF格式和GBXML格式导入Ecotect,如模型5所示。

(5) 由专业工程师进行分析,并导出分析报告供建筑师参考。

## 4 应用举例

### 4.1 建筑所在地气象数据分析

建筑物间距、体型、高度和围护结构热工参数以及可利用的节能技术等与其所在地的气候条件关系密切。利用气象数据,通过Weather Tool等工具进行建筑所在地的气象分析,给建筑设计提供数据支持。以上海气象数据为例,可以进行以下一些分析。

#### (1) 最佳朝向分析

如图4所示,黄色部分表示最佳位置,绿圈表示全年各方向平均辐射量,红色箭头表示最热3个月最大辐射量的方向,蓝色箭头表示最冷3个月最大辐射量的方向,绿色箭头表示全年平均辐射量最大的方向,黄色箭头表示最佳朝向。由此可知:最佳朝向为东偏南67°,且可以明显看出哪个朝向适合利用太阳能。

#### (2) 太阳辐射分析

图5为最佳朝向(东偏南67°)位置的太阳辐射:红色区域代表过热期,蓝色代表过冷期,粗黄线代表该方向上太阳直射的平均值,为太阳能的合理利用提供了数据支持。

#### (3) 干湿球温度分析

图6为全年逐时干球温度图,图7为相对湿度图。由此可知:上海的最高温出现在7、8月,最低温度出现在12月和1月;温差、湿度均较大。

#### (4) 辐射强度分析

图8为逐时法向直射辐射强度分析,图9为逐时水平面散射辐射强度分析。由此可知:全年晴日较多,特别是过渡季节,可以有利于太阳能利用。散射辐射在过渡季较多,冬季则较少。

### 4.2 舒适度分析与被动技术应用分析

图10为利用焓湿图进行室内舒适度和被动技术应用分析:黄色区域为热舒适区间,蓝色区域表示逐日的频率(以点形式绘制全年8760h的温湿度数据)。

图11为采用不同技术措施对于建筑内热舒适的影响。黄色柱表示没有采用相关技术的热舒适度百分比;红色柱是采用技术后

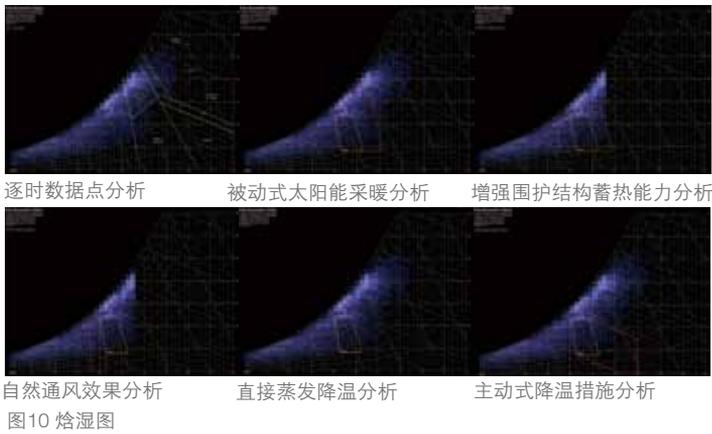


图10 焓湿图

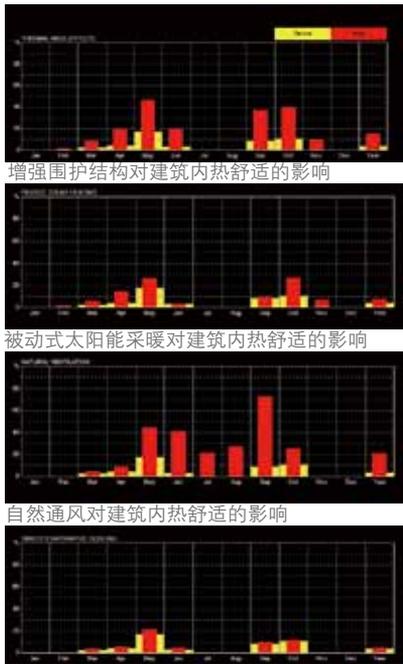


图11

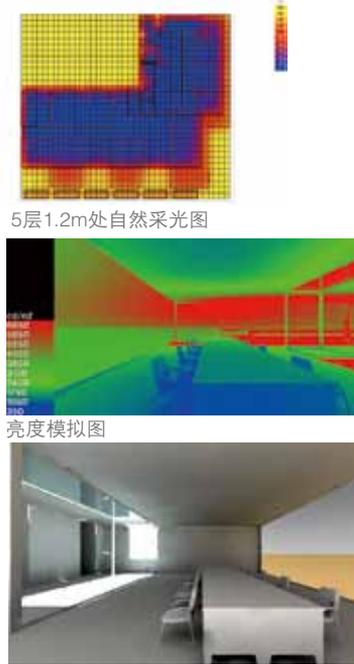


图12 采光分析

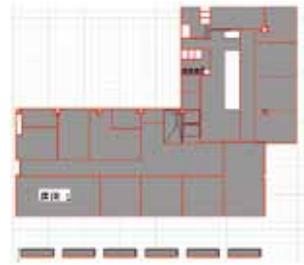


图13 5层剖面

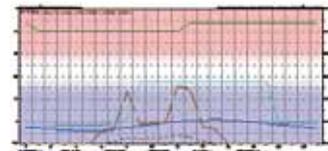


图14 房间1内部环境温度图

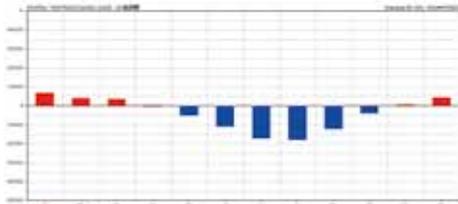


图15 房间1的逐月能耗

的热舒适度比。由此可见：在上海，自然通风和增强围护结构是相对有效的技术手段。

### 4.3 采光分析

由图12可见：周边区域的房间采光效果较好；中庭和过道受周边房间墙壁的遮挡且无窗户与室外相连，采光率几乎为0。

### 4.4 能耗模拟与分析

图13为5层的剖面图，对图中的房间1进行热工分析情况如下：

图14描述的是房间1的内部环境温度随时间变化的曲线图。由此可见：室内空调在8:00点开启后需要1个小时左右才能将室内制热至18℃，19:00点关闭后室内温度也要经1个小时后降到室外温度；冬至日围护结构传导得热对建筑物的能耗影响最大。

图15为房间1的逐月能耗：1月的热损失最大，为694 523Wh；8月的得热最大，为1 798 198Wh。图16为房间1被动式得热分析，由图可见，76.3%的得热来自于直接辐射，76.2%的热损失来自于围护结构的传热。

### 4.5 声环境分析

图17和图18描述了6层会议室动态声波线，由图可知：经34ms后由主席座位发出的声波到达对面最远的座位，声音到达最远处的座位时减弱了0.7dB。

### 4.6 热环境模拟

图19为室内空气流场分布，图20为室内二氧化碳浓度分布。由此可以判断室内热环境是否满足要求。

### 4.7 烟气模拟分析

图21为中庭火灾烟气模拟，可根据烟气流动情况判断是否满足消防要求。

### 4.8 人员疏散模拟

图22为人员疏散模拟，由此可以确定疏散时间，进行疏散路线优化，对辅助建筑设计起到重要的作用。

## 5 总结与建议

(1) 建筑环境与性能分析是BIM的具体应用，而BIM软件平台和各专业分析软件是BIM应用的工具和数据核心。软件及软件

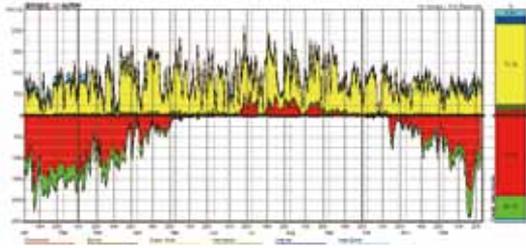


图16 房间1被动式得热分析

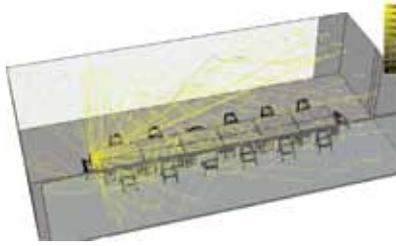


图17 动态声波线及延迟时间

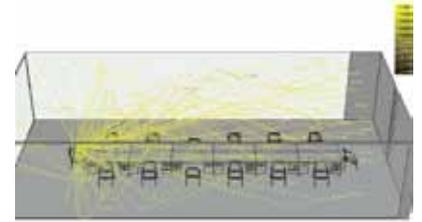


图18 动态声波线及声压



图19 室内气流流场分布

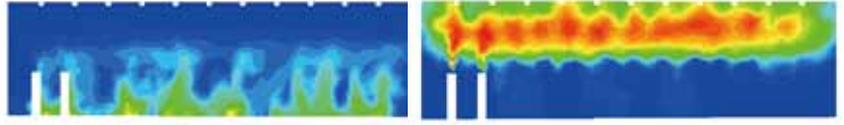


图20 室内二氧化碳浓度分布

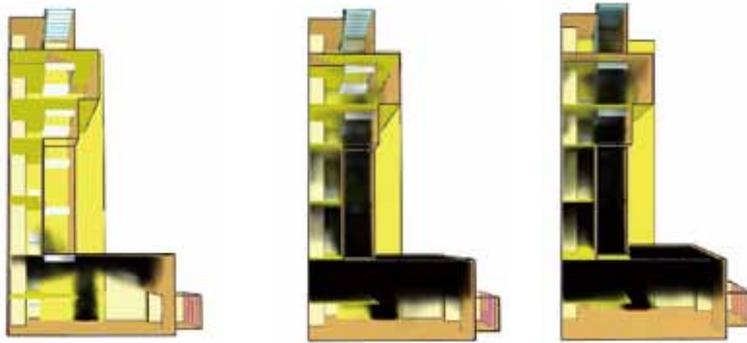


图21 中庭火灾烟气模拟

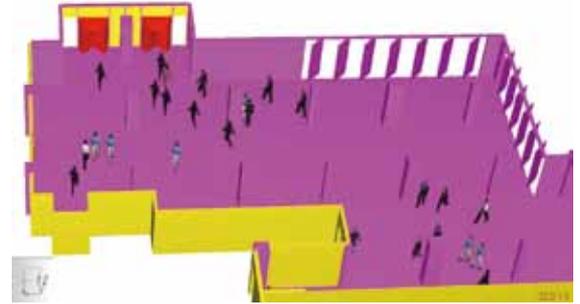


图22 人员疏散模拟

接口的成熟度和各数据格式的标准化是BIM发展的核心。

(2) 软件的变革和发展直接影响了性能化分析的过程。比如, 软件Sketchup是设计前期最受广大建筑师欢迎的建模工具之一, 而它与能耗分析软件EnergyPlus的结合使建筑能耗模拟在设计前期更易实现, 使BIM技术在建筑环境领域的应用模式发生变化。建筑业与软件业的广泛交流与合作在推动BIM应用和普及方面非常重要。

#### 参考文献

- [1] Chuck Eastman. BIM Handbook[M]. John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- [2] 云朋. ECOTECT 建筑环境设计教程[M]. 中国建筑工业出版社, 2007.
- [3] 金招芬等. 建筑环境学[M]. 中国建筑工业出版社, 2001.

\*基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划课题(2007BAF23B02-01)。

(3) 软件的使用不能代替专业知识的学习, BIM在建筑环境领域的应用应该以坚实的专业基础知识和实际工程经验为根本。没有专业团队的支持, BIM无法在建筑性能分析方面真正发挥作用。

(4) 鉴于目前很多软件的不成熟和软件接口的不完善, 需要更多专业团队在此方面积极探索、交流, 为建筑性能软件分析标准化做出贡献。



#### 第一作者简介

耿跃云, 华东建筑设计研究院有限公司BIM工作组副组长, 国际设施管理协会IFMA上海分会建筑环境委员会副主任。长期从事暖通设计、注册公用设备工程师, BIM软件应用与拓展工作。