

# 基于数字化技术的低碳建筑设计方法初探

高路<sup>1</sup> 李嘉军 林国铖

(上海现代建筑设计(集团)有限公司, 上海 200041)

**摘要:** 本文结合当今建筑设计界中数字化技术的发展和全球低碳建筑推广的趋势, 在研究英国 BEDZED 零碳住区和熟悉相关软件的基础上, 试图探索低碳建筑的设计方法。

**关键词:** BIM 技术、数字化技术、低碳建筑、低碳建筑设计方法

## 1、 研究背景:

正如大家所知, 传统建筑设计的方法过程及主要特点是一种单向线性的建筑设计构思, 以图示信息为主的传统设计方式针对不同设计阶段、不同的具体对象, 存在着不同程度的抽象化。

如今, 数字化技术发展如火如荼, 凭借当前强大的数字建模技术、通用集成模型、网络协作等手段, 数字化技术为建筑师提供了新的起点。使用这项技术可以使设计真正回归三维空间和整体性的信息模型之中, 也只有在这个层次上, 数字技术才能真正做到辅助设计而非辅助表现。

正如建筑大师弗兰克·盖里的设计方法, 数字化技术不仅被采纳到他们的设计过程中, 而且正戏剧性地改变了它。在他们那里, 以电脑图示为表象的 CAAD 技术踏入了设计的核心地带, 建筑的空间形式有些已很难用传统的平、立、剖面图加以表现了。由此可见, 数字化技术特别是新兴的 BIM 技术在许多方面正以不可阻挡之势改变着传统的设计方法和过程, 它将会给我们提供了更高的工作效率。

---

<sup>1</sup> [作者简介]: 高路, 男, 同济大学建筑系硕士。主要研究方向: 低碳/绿色建筑, 参数化建筑设计, 医疗建筑设计, 基于个人二氧化碳减排记录检测系统研发

伴随着数字化技术的快速化发展，城市建筑也正在以指数级增长般快速的建设着，然而代价却是我们的生活环境没有得到更好的改善。作为建筑师的我们，这一切一切的发生都值得我们认真的思考，要为改善生存环境，进行绿色低碳的建筑贡献自己的一份力量。

这就需要建筑师一方面要熟悉建筑的低碳技术，进行低碳建筑的设计，另一方面，在数字化技术的繁荣背景下，似乎建筑师可以利用诸如 BIM 那样先进的技术手段去推进低碳建筑的实施。

## 2、 研究方法

首先，通过调研学习英国贝丁顿社区（世界第一个零能耗社区），大致得到低碳建筑设计手法有如下 10 种：

1、建筑自阴影	2、建筑气密性
3、建筑装配式	4、屋顶绿化
5、维护结构的超级保温	6、采用阳光房
7、使用太阳能	8、使用雨水回收和中水回用
9、被动式的使用风能	10、主动式的使用风力发电

应该说，以上的低碳建筑设计手法是颇具典型性的，那么数字化技术在中间又有何作为呢？通过比较发现，首先数字化手段的介入能让建筑师更为理性的考虑其中的设计要素，如：通过数字化的手法，设计前期的调研信息可以更理性化，更有利于建筑展开对自然资源使用的思考。与此同时，似乎建筑师在进行低碳建筑设计的时候有了一套新的设计手法，以下图表总结了在设计不同阶段，建筑师传统的设计手法和数字化设计手法的相同和不同之处：

设计阶段	传统设计方法	数字化设计方法
调研阶段	实地考察地形	实地考察地形
	现场发放问卷	Google Earth 地图的研究
	问卷回收整理	Web2.0 技术网上问卷调查，SPSS 进行统计结果分析

方案设计	建筑师草图构思推敲，完全按照任务书	利用理性的统计方法分析调研结果，深化任务书，形成设计策划案。
	结合规范场地设计	考虑城市设计和空间的影响（空间句法软件，如 Depthmap 进行路径和视域整合度的研究）
	结合规范建筑绘制性能分析图	考虑建筑声、光、热对于建筑设计的影响（Ecotect 等软件对建筑进行性能反馈）
	细化完成建筑平、立、剖面，向结构、水、暖、电专业提条件图，反复多次沟通	创建 BIM 模型，出平、立、剖图，在信息模型中同各专业实时沟通，进行协同设计
	表达：Autocad 平、立、剖图二维绘制，意向照片，最后交效果图公司	表达：Sketchup 基础建模，3Dmax 等的 Boolean、morphing 非线性建模，导出 IFC 通用格式和自己渲染，材质颜色推敲外观造型
能耗评价	使用 PKPM 等软件计算能耗报告	使用信息化模型，计算能耗报告和 CO <sub>2</sub> 的排放量

图表 1 传统设计手法与数字化设计手法比较；资料来源：自绘

通过以上这个表格，我想我们可以清楚的看到，有了这些数字化软件，我们至少在建筑建成前已经对建筑各种性能进行了模拟，同时我们利用 BIM 技术已经在计算机中虚拟了真实建筑的各种情况，并提前对建筑的二氧化碳排放量进行模拟和估计。

所以可以看出，数字化辅助低碳建筑的最大作用就是构建一个强大的“虚拟模型库”和进行“性能模拟”。关于这两大方面又可以总结为以下几对范畴：

#### A、建筑装配体系和数字化建筑构件簇库的创建

低碳建筑的装配式体系采用以及合适的材料选择可以减少大量的 CO<sub>2</sub>，但“结构合理化”应该是宏观上首先要考虑的，北京国家大剧院造价 30 亿人民币，平均每个座位造价近 50 万人民币。建筑设计在歌剧院、音乐厅和戏剧院三栋建筑之外再重复兴建了一个超大结

构外壳，整个穹顶的屋顶面积是上海大剧院的 3 倍，加上运营时的能耗，这带来的整个 CO<sub>2</sub> 是相当庞大的。有了数字化技术，建筑方案出现的以上问题就可以通过信息化模型 BIM 虚拟的搭建出来，在信息化模型中查看结构是否合理，这需要建筑师平时做项目的时候，积累装配式构件的虚拟模型库，在 Revit 中就是“簇”，如果有了长时间的积累，不光可以使得虚拟建筑的搭建效率更高，而且这些“簇”经过时间的考验和跟现实生活中厂家的沟通，低碳建筑的各部分构件也会更加可靠和成熟。

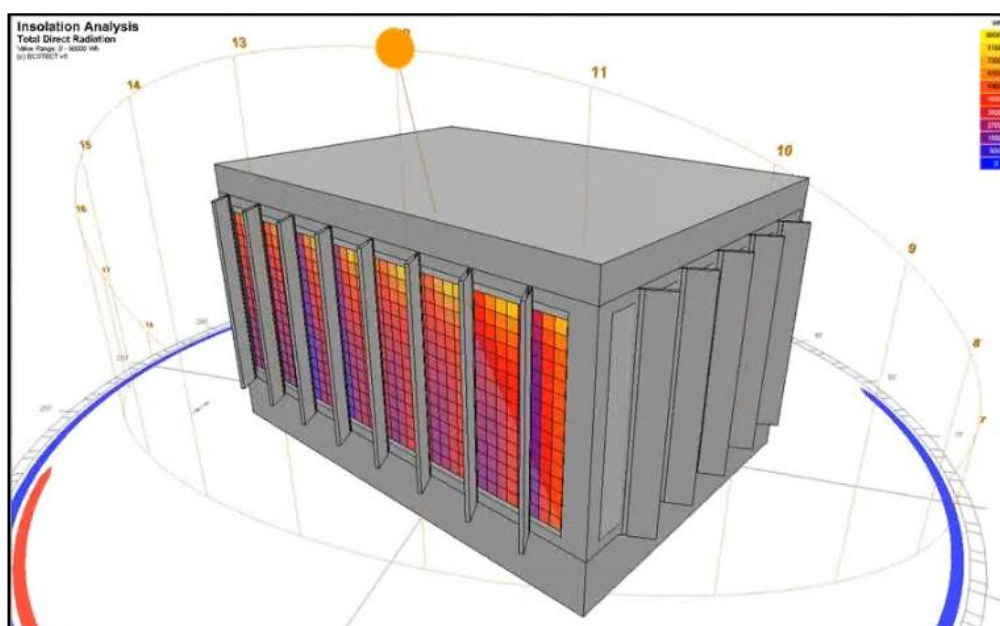
### B、低碳建筑材料和虚拟材料库的创建

低碳建筑材料对于低碳建筑的重要性是不言而喻的，除了建筑主体结构需要选好以外，围护结构也非常重要，因为这关系到建筑热工性能的优劣。参考绿色建材的定义，低碳材料大致可以分为四类：  
○ 1 无匮乏危机的自然材料；○ 2 低逸散性低污染的建材；○ 3 循环利用的建材；○ 4 废弃物再生建材。当然笔者在本章中指的低碳建材，除了像绿色建材定义的那样强调材料本身的环保特点、还需要知道材料的热工参数、构造做法等，这些信息的获取才能让建筑师对建筑方案进行建筑能耗的模拟。这里，笔者在平时会使用 Design Builder 这个软件建立低碳建筑材料的虚拟材料库，以数据库形式积累起来，好处是方便能耗的计算，减少复杂的数据输入的过程（如厚度、材料种类、传热系统等）。

### C、建筑太阳辐射能利用和数字化太阳辐射分析

低碳建筑非常强调对太阳辐射跟建筑的关系，不光建筑屋顶上都

能看到太阳能光伏板，连建筑本身的形体也是为了充分利用太阳能进行设计的，因此这些建筑都有一个类似的“坡屋顶”。但是这些“坡屋顶”的角度却不一定是最佳的，很多时候是根据建筑师的草图和经验判断的。这时候 Ecotect 就可以把这些最优角度进行定量化。图表 2 所示的案例就是使用 Ecotect 对最佳遮阳角度的确定（旋转角度以 10° 为变化）。



### ·百叶安装角度分析



分析了不同立面，不同朝向，不同角度的百叶的遮阳效果

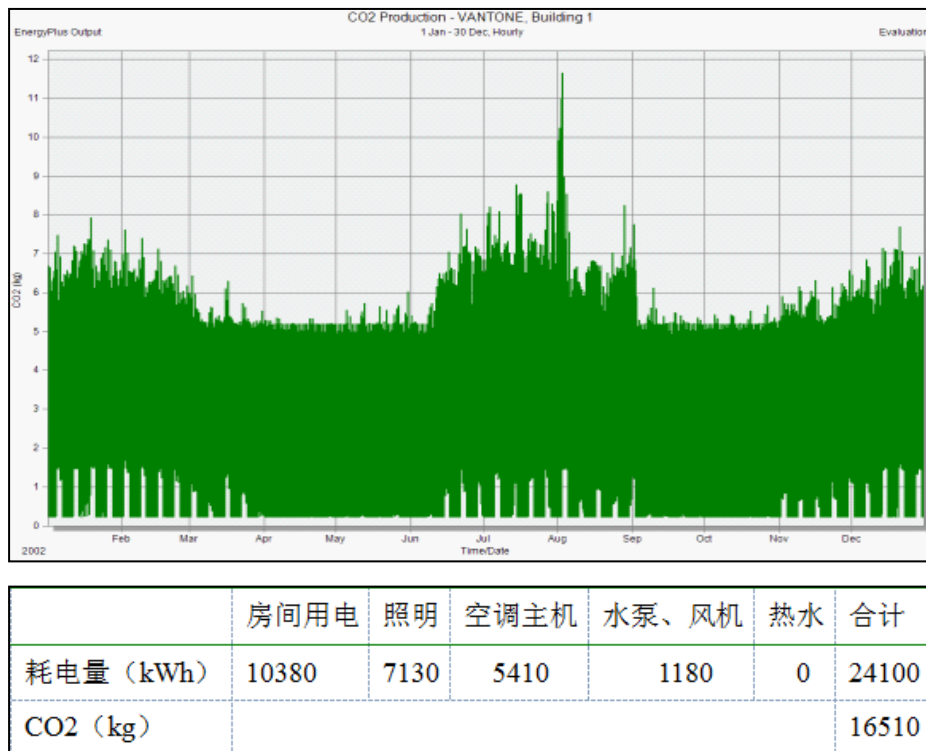
朝向	东立面		西立面		南立面	
	朝南	朝北	朝南	朝北	朝东	朝西
角度	82685204.3		61498941.82		202101797	
0度	85838121.2	78679156.2	66596406.18	57235612.97	194263885	204674961
10度	85788104.7	74919821.64	71813207.4	54267147.42	196257925.9	212264689
20度	89337495	71097711.17	75190224.7	51538837.01	191875607.2	217195553
30度						
朝向结论						
角度结论						

图表 2 Ecotect 中最优遮阳板角度确定案例

资料来源：董月娟：China2010-欧特克 AU 中国“大师汇”

#### D、建筑碳排放量和能耗模拟软件

对于建筑“碳排放量”有两重理解：一是建筑使用过程中的排放，主要就是建筑的能源利用；二是建筑全寿命周期的碳排放，包括了土地利用、材料选择、能源系统配置等。在建筑物整个寿命周期中，使用过程的能耗与碳排放在各种损耗中所占比例最大，因此，建筑使用过程的节能对于实现低碳建筑是至关重要的。这里，能耗模拟软件能够做的就是可以模拟建筑方案在使用过程当中 CO<sub>2</sub> 排放，也就解决了以上关于“碳排放量”理解中最重要的部分（图表 3）。



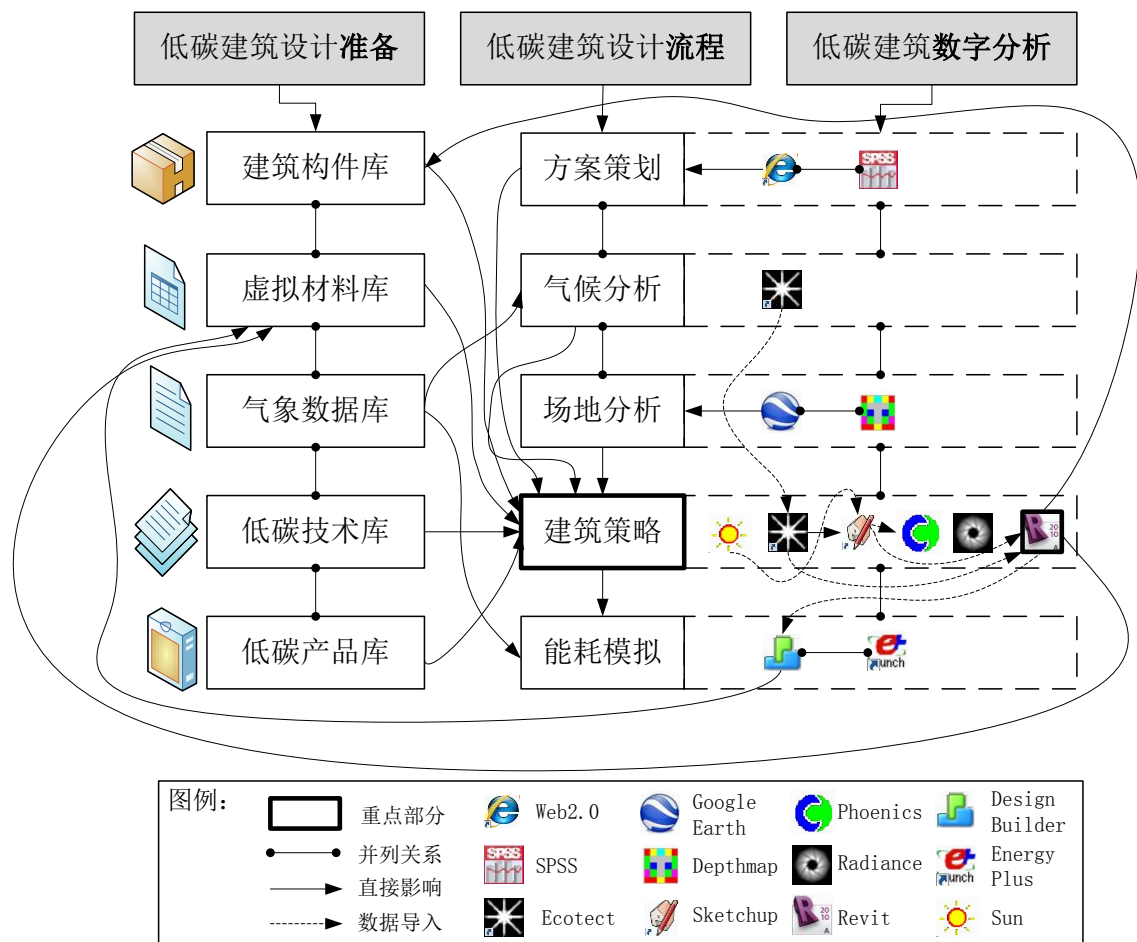
图表 3 DB 模拟结果——CO<sub>2</sub> 产生量

资料来源：自绘

### 3、 研究小结

以上几对低碳建筑与数字建筑相辅相成的范畴是笔者实践后的一点小心得，处理好这些范畴对于使用数字化技术辅助低碳建筑设计

比较关键。不过建筑师要完成一个低碳建筑设计的流程，除了需要掌握一定的软件使用方法、还要充分做好大量的前期设计准备。本章开头已经介绍了建筑构件库（如：Revit 的簇库）、虚拟材料库的作用。其实建筑师的准备工作还需要有一个相对完善的气象数据库（Ecotect 中有部分数据，其他需要的气象数据可以从美国能源部网站 [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather\\_data](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data) 下载），另外、建筑师需要经常留意可持续方面最新的技术和产品，这样这个库可以为建筑设计低碳建筑提供不少思路和相关产品参数。



图表 4 数字化技术辅助低碳建筑设计方法简明图例 资料来源：自绘

数字化技术辅助低碳建筑设计的常用方法涉及到的技术点和软件非常庞杂，所以笔者对利用数字化技术初步探索低碳建筑设计的系

统性方法以流程图的形式表达出来，更简明的表达设计方法中的相互关系。（如图 4）特别需要说明的是，这个流程图中标明的软件只是笔者觉得最为常用的，建筑师在具体设计时可以根据软件分类挑选习惯的就行（如建筑策略中的 Sketchup 也可以是体量推导软件中的 Rhino、Cinema4D 等）。

当然，这里本人总结的这个设计流程和方法一是基于对 BEDZED 的思考，二是对本人熟悉的一些数字化软件的总结和思考，或许在今后由于社会方方面面的发展，如建筑产品的“簇”库逐渐由建筑产品商完成；如虚拟材料库逐渐由建筑材料商完善，整个相关低碳建筑的各行业形成一个跟数字化技术相关的产业链的时候，同时建筑软件的各项功能整合度提高，我想这张低碳建筑设计流程图会变得更为简洁！

## 参考文献

- [1] 熊焰：低碳之路，中国经济出版社，2010
- [2] 张神树，高辉：德国低/零能耗建筑实例解析，中国建筑工业出版社，2007
- [3] 江亿：中国建筑节能年度发展研究报告，清华大学
- [4] 比尔·邓斯特，陈硕等编著：建筑零能耗技术，大连理工大学出版社
- [5] 赵昂：重庆大学，[硕士论文]，BIM 技术在计算机辅助建筑设计中的应用探讨
- [6] 俞传飞：布尔逻辑与数字化思维——论数字化条件下建筑设计思维特征的转化，新建筑，2005 年第 3 期
- [7] Autodesk University China BIM 网络学校
- [8] 刘云胜：高技术生态建筑发展历程，中国建筑工业出版社



# **A Brief Study of the Method of Low Carbon Architecture Design Based on Digital Technology**

**Gao lu, Li Jiajun, Lin Guocheng**

*(Shanghai XIANDAI Architectural Design Group, Shanghai 200041, China)*

**ABSTRACT:** Combined with the development of digital technology in today's architectural design group and the trend of global low-carbon buildings, this study try to explore a method of how to do the design of low-carbon architecture, which is based on the research of BEDZED neighborhood in UK and the utilize of related software.

**Key Words:** BIM Technology, Digital Technology, Low-Carbon Building, Low-Carbon Building Design Method