

软件模拟分析辅助绿色建筑方案创作初探

The Exploration of Green Building Plan with Simulation and Analysis Software

撰文 李浩冰 奚雪垠 贾爽 张晗蔚 谢成奎 昆明市建筑设计研究院有限责任公司

摘 要 被动式优先设计是目前绿色建筑实现节能环保亟需大力倡导的主要设计途径。通过研究相关软件在建筑方案设计阶段的介入，对节能环保设计策略的实践进行探索，从中研究相关经验与数据，为推进绿色建筑的方案创作提供有价值的参考。

关键词 软件模拟分析 被动式设计 绿色建筑营造

0 引言

当前“低碳”、“环保”、“节能”是重要议题，被动式设计作为建筑节能设计的主要途径，旨在通过合理优化建筑形态，调整平面功能、空间以及细部构造等举措最大化利用自然资源。然而，目前国内大量的实践项目受到诸多问题的制约，先进的建筑生态技术、设备与材料难以大量使用，被动式设计的应用势在必行。文章通过研究相关软件在建筑方案设计阶段的介入，对节能环保设计策略的实践进行探索。

1 项目概况

昆明植物研究所新建专家公寓项目位于中科院昆明植物研究所院内，距离昆明市区约5km，高低起伏的山地与大面积的自然植被提供了优美的外部生态环境，但紧凑的建设用地与周边原有建筑等现状也给设计带来了难题。该公寓主要是为国内外专家提供住宿和小型交流会议的场所，我们将被动式绿色节能策略与建筑的使用功能相互协调，注入了“绿色节能”的设计理念（图1，2）。

2 软件模拟分析介入

在整个模拟分析过程中主要使用了Ecotect Analysis（生态建筑大师）和Phoenix软件。Ecotect Analysis涵盖了日照、照明、热工、声学、造价、气象数据等分析功能。Phoenix则是目前主流的CFD（计算流体动力学）分析软件，其Flair专门化模块可模拟计算建筑的气流环境。借助以上软件对建筑的太阳辐射、日照时间、自

然采光以及室内外自然通风等方面进行模拟计算，在定量分析的同时生成图形化结果，并最终实现对建筑方案的优化调整。

3 气候及设计策略分析

昆明地处低纬亚热带的高原地区，气候上存在着明显的垂直变化和水平变化，年平均气温14.5℃，全年温差较小且空气湿度较低。全年晴天较多，充足的太阳辐射为建筑物提供了良好的采光和日照条件，同时高原干燥而多风的气候也为建筑物通风调温提供了良好的条件。根据气候特点在建筑方案设计中，考虑融入自然采光、自然通风以及室外空间环境优化等被动式设计策略，以达到节能、环保的目的。

3.1 场地设计分析

专家公寓用地紧凑，处理周边要素关系是建筑外部空间节能设计的要点。通过运用Ecotect日均太阳辐射分析对用地进行全面的量化分析，结果如图3所示，紫色、红色区域太阳辐射相对较弱，黄色区域则相对较强。因此可考虑在基地上以“L”形布局建筑平面，在太阳辐射相对较弱的一侧区域留出一个入口广场，在营造室外公共空间的同时提供舒适的场所。此外，在东南侧靠近建筑的紫、红色区域内种植灌木及落叶乔木，综合建筑通风、视线遮挡的因素可为建筑提供良好的室外景观环境。而黄色区域太阳辐射较强的一侧，选用常绿乔木与灌木组合种植，在降低夏季热岛效应的同时也降低了冬季室外风速。

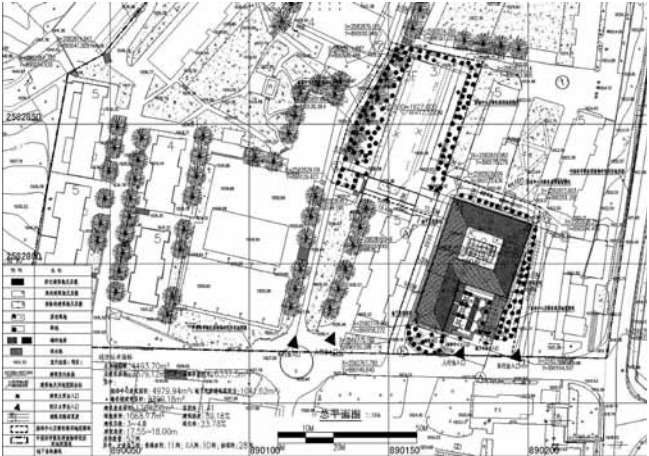


图1 总平面图



图2 效果图

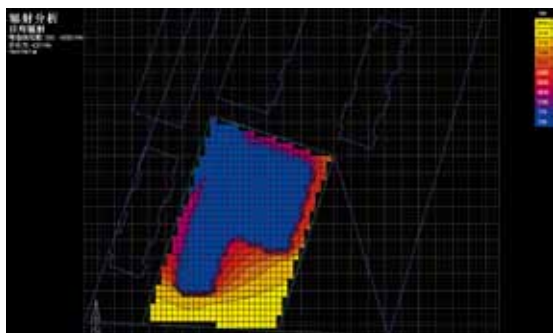


图3 日均太阳辐射分析

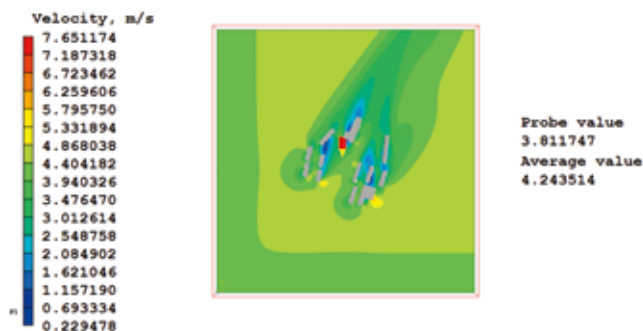


图4 夏季室外风速分析



图5 冬季室外风速分析



图6 夏季室外风压分析



图7 冬季室外风压分析

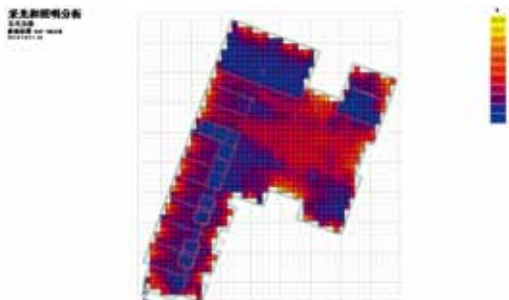


图8 原方案一层室内采光分析

自然通风是绿色建筑的重要评价指标之一，建筑的布局形式会对局部小气候产生一定的影响。运用Phoenics对专家公寓夏、冬两季的自然通风情况进行模拟计算，以辅助场地设计方案的优化。夏季，植物研究所整体自然通风效果较好，风力放大系数维持在1.5以内，最低风速在0.5m/s以上，人体感较舒适。西北侧风影区成为植被缓冲静风区（图4），（参照《深圳市绿色建筑导则》第4.1.10条与第5.1.10条的说明，对大多数地区的通风分析均可适用）。风速对行人的影响如表1。

冬季，由于基地外东北侧的建筑及种植区形成了天然屏障，可以阻隔一定量的冬季风，区内最高风速在5m/s以下（图5），人体感舒适。夏、冬季建筑前后风压差均维持在2Pa左右，为建筑室内自然通风效能提供了良好的条件（图6，7）。

表 1

蒲氏风力级数	风速 (m/s)	影响
0, 1	0-1.5	感觉不到风
2	1.6-3.3	脸上能感觉到风
3	3.4-5.4	吹动头发，吹起衣服
4	5.5-7.9	吹起灰尘、浮土和纸张，头发被吹乱
5	8.0-10.7	身体感觉到风力
6	10.8-13.8	撑伞困难，难以稳步行走
7	13.9-17.1	行走不便
8	17.2-20.7	完全阻碍行走

通过以上分析，我们可以在场地设计中调整建筑的“小气候”环境，并结合景观设计为建筑的使用者提供一个舒适而愉悦的外部交往空间。

3.2 建筑设计分析

3.2.1 室内采光分析

专家公寓一层为多功能区，二层及以上为客房区。我们选择一层和二层作为自然采光的研究对象，运用Ecotect的采光分析功能对这两层进行室内光环境模拟分析，并就采光中庭对室内光环境的影响进行比较研究。Ecotect软件的全阴天模型是在最不利采光条件下对建筑物进行的综合采光评价，该模式也符合我国目前的《建筑采光设计标准》（GB/T50033—2001）。

一层东南侧为门厅大堂，西侧为住宿标准间，北侧布置有小型会议室及管理办公室。分析结果显示客房部分室内采光系数达到2%以上，满足《民用建筑设计通则》（GB 50352—2005）对旅馆建筑客房侧面采光系数在1%以上的要求。北侧会议室由于房间面积较大而墙面开窗面积较小，房间内侧采光系数偏低，因此需要适当调整开窗或者采用人工照明加以补充。在方案优化前，由于接待大厅及休息区空间较大而开窗面积相对较小，部分茶座及休息空间的自然采光照度相对较低（图8）。而二层全部为标准间和公寓套房，除建筑东南侧一角套房的采光系数偏低需要适当调整以外，其余房间均满足采光系数标准。针对这一情况我们在大厅中引入采光

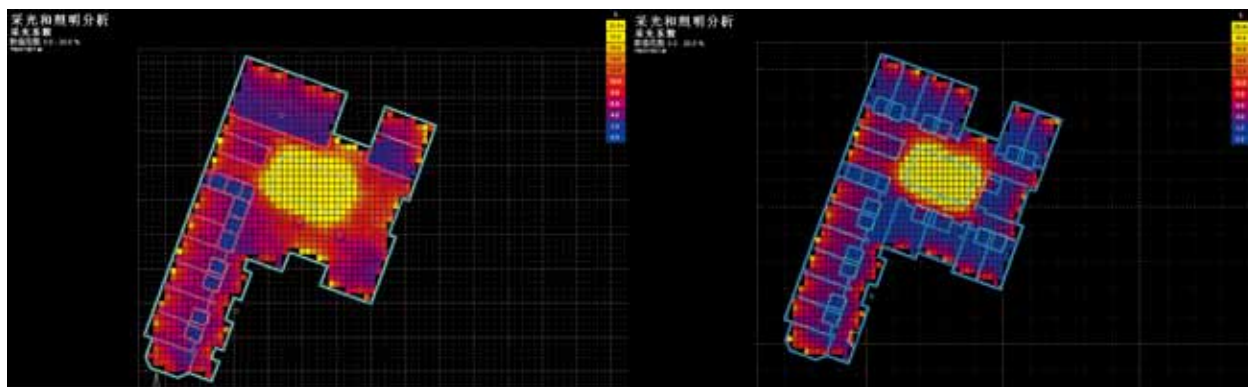


图9 优化后一层室内采光分析（中庭采光）

图10 优化后二层室内采光分析

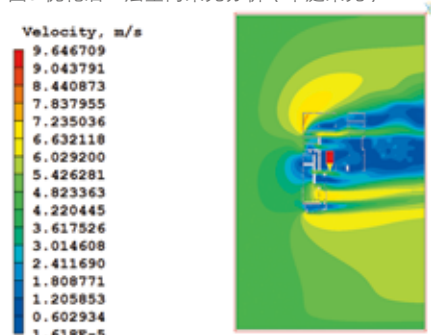


图11 优化前室内风速分析

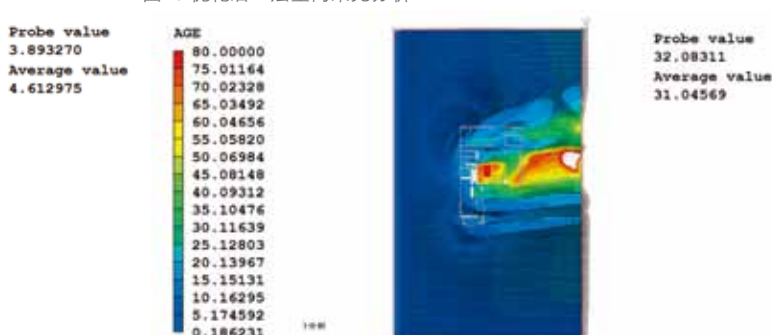


图12 优化前室内空气龄分析

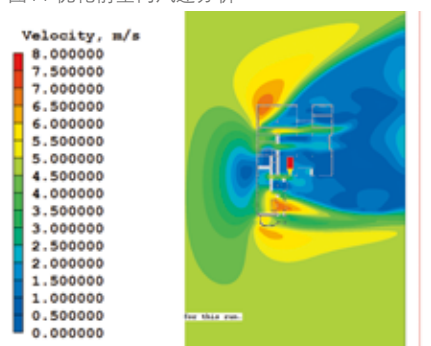


图13 优化后室内风速分析

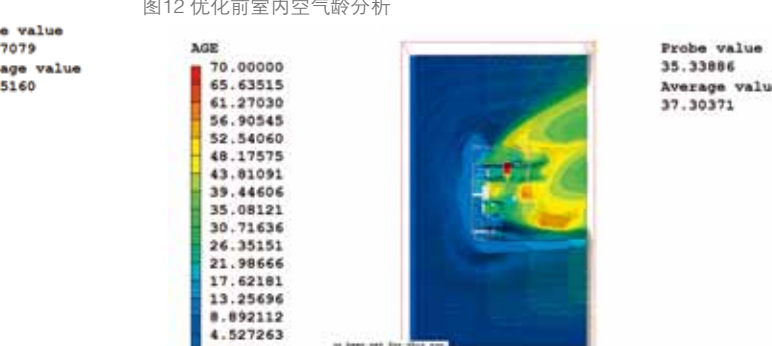


图14 优化后室内空气龄分析

中庭，通过天窗将天空漫射光线引入室内，使得中庭周边空间的采光系数达到6%以上，明显改善室内的光环境（图9，10）。

3.2.2室内通风分析

专家公寓平面内廊式的房间布局，使得中庭对整体建筑的室内自然通风效能至关重要。《绿色建筑评价标准》（GB-50378）的公共建筑室内环境质量控制评价第5.5.7条中，列出了相关的得分项指标。Phoenics正是提供了这样的平台，建筑师可得到相应指标的模拟计算结果，辅助建筑设计方案的比选。

运用Ecotect的采光分析功能，我们能够直观、迅速地对建筑室内光环境有一个相对清晰、准确的判断，从而对建筑平面功能、立面开窗大小及位置进行相应调整以达到更好的自然采光效果，有利于在降低建筑运行能耗的同时提高建筑室内空间环境的舒适度。

室内气流组织不当所引起的空气品质问题大约占问题总数的45%~46%。评价房间气流组织的指标为空气龄，即空气质点自进入房间至到达室内某点所经历的时间^[4]，时间越短说明室内通风置换效率越高。

Phoenics模拟分析显示，当中庭顶部无通风时，面向主导风位置的西南部分客房可直接获得风源，其空气龄在15~20s之内，

通风情况良好。而在中庭位置，虽然建筑西北向的通廊将室外气流引入了中庭，但在卫生间区域的风速不足1m/s，见图11深蓝色区域。同时局部形成了如图12的内漩涡，该区域空气龄较长已经接近80s，导致室内空气置换率过低。卫生间区域的空气品质低劣，故需对该方案进行优化。

采用中庭顶部通风的设计策略后，Phoenics的分析显示出通风效果大为改观。对比图11与图13，0~1m/s的风速区（深蓝色）大量减少。再对比图12与图14，建筑顶部采用的可开启百叶窗设计改善了室内空气的质量，使建筑内部空气的热交换过程更符合节能要求（图15）。建筑中庭的风循环也有效缩短了空气龄（绝大部分控制在40s以下），空气的置换得到有效保障。

通过以上分析，我们能够直观地对建筑室内环境有一个相对清晰而准确的判断，从而对建筑平面功能、立面开窗大小及位置进行相应的调整以达到更好的自然采光通风效果，在降低建筑运行能耗的同时提高建筑室内空间环境的舒适度。

3.2.3日照遮挡分析

由于场地条件的诸多限制，西侧原有建筑对专家公寓的日照有一定的遮挡。为了对建筑设计方案的优化调整做进一步判断，我

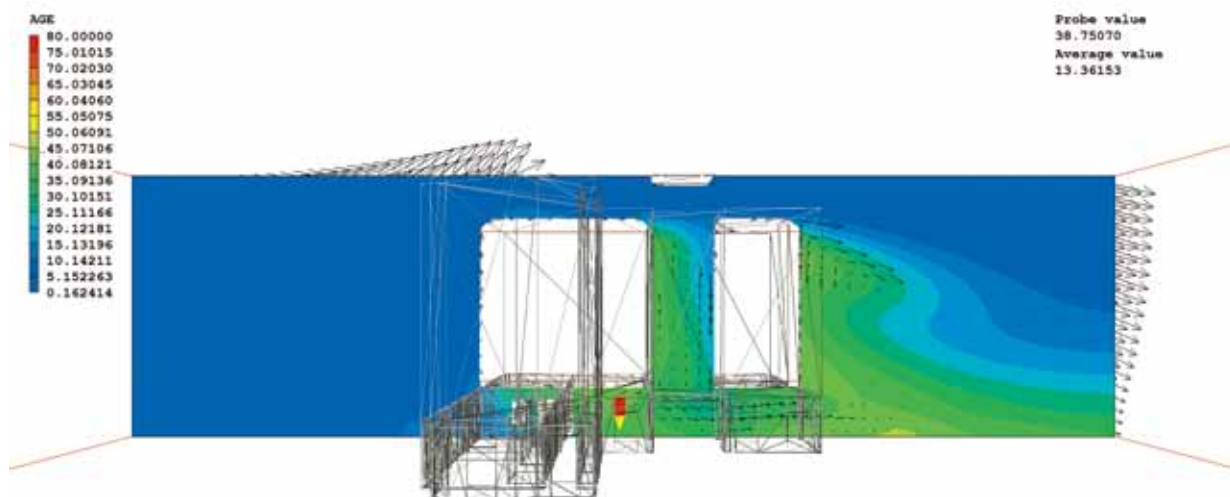


图15 优化后室内风向流动分析

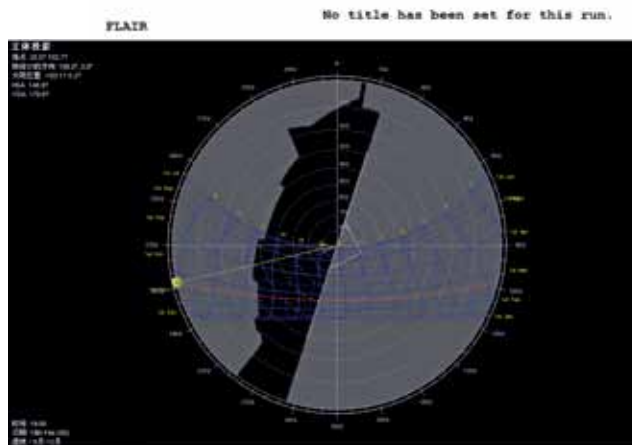


图16 西立面太阳立体投影图

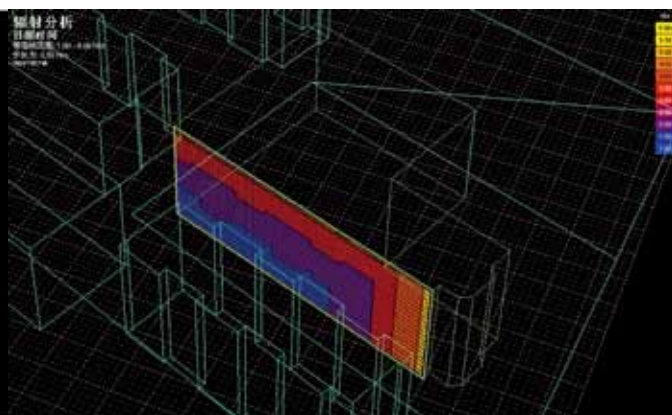


图17 西立面日照时间分析

们运用Ecotect软件的日照分析功能对建筑西立面进行日照时间和遮挡分析。在加载昆明气象数据之后，以冬至日为时间点进行初步的分析判断。通过太阳立体投影图，显示出该立面在这一天的15:00~16:00时能够有近1h的连续日照。在此基础上，继续对该立面进行冬至日太阳辐射时间的计算，较为清晰地获得了西立面上各房间开窗位置的累积日照时间。结果表明，除了一层少量房间冬至日只有1h日照外，二层及以上房间均达到了2h以上的累计日照时间（图16，17）。

根据以上分析可对平面功能做出调整，在日照时间较短的区

域，布置次要功能用房，保证主要功能用房的采光日照要求。对西立面的开窗方式进行了优化设计，以减少视线污染，改善采光条件。同时，进一步调整建筑的布局、形体，使专家公寓获得尽可能理想的采光与日照效果。

4 结语

在昆明植物研究所新建专家公寓项目设计中，我们以软件模拟分析来辅助被动式绿色建筑设计，在获得相关数据和经验的同时取得了显著的节能设计效果。实践证明，将软件模拟分析技术作为重要的被动式设计技术融入到建筑创作中是行之有效的。■

参考文献

- [1] 中国建筑科学研究院等. GB/T50378-2006绿色建筑评价标准[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2006.
- [2] 卜一德. 绿色建筑技术指南[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2008.4
- [3] 严钧，赵能，梁智尧. Ecotect在建筑方案设计中的应用[J]. 高等建筑教育，2009(3)：140-144.
- [4] 陆亚俊. 暖通空调[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2002.

第一作者简介

李浩冰，昆明市建筑设计研究院有限责任公司绿色建筑创作中心主任，技术发展中心主任建筑师，高级工程师，国家一级注册建筑师，昆明理工大学建筑学院硕士研究生。主要设计作品：昆明市儿童福利院家庭资源中心、石林法院、昆明时代人才广场、瑞丽市景成温泉五星级旅游度假区、安宁市三馆一中心项目、云南心血管病医院、中国科学院云南分院植物所专家接待中心、滇西抗日战争纪念馆等。