

绿色设计 vs 数字化设计

——内蒙古库布奇沙漠论坛酒店生态设计实录

Green vs. Digital:

Design Record of a Hotel in the Kubqi Desert, Inner Mongolia

撰文 宋晔皓 林波荣 清华大学建筑学院建筑技术研究所
吴博 北京清华城市规划设计研究院

摘要 通过分析库布奇沙漠论坛酒店的中标方案设计过程中数字技术在形式创造和计算机模拟设计两个方面应用的结合，指出计算机模拟设计同样是数字设计，是当前建筑界应该关注的除了形式创造之外，为了满足可持续未来的一个重要的数字设计手段和工具。

关键词 库布奇沙漠论坛酒店 绿色设计 数字设计 计算机模拟

1 概述

2007年8月25日，在政府和地方的大力支持下，以“沙漠·生态·新能源”为主题的库布奇国际沙漠论坛于内蒙古七星湖风景区的大道图湖畔顺利举办。为了扩大沙漠论坛的国际影响，新的库布奇国际沙漠论坛建筑设计开始展开。沙漠酒店集住宿、餐饮、娱乐、会议功能为一体，在设计、建造、使用的全过程中体现绿色建筑的理念，为一年一度的国际会议和日常观光游客服务，营造宜人、舒适而又体现地方特色的人居环境，实现“零能耗、零排放”的设计目标。为此，绿色设计不能停留在场地规划和建筑设计的层面上，具体的、量化的技术性手段的运用是绿色设计能够贯彻在建造、运行乃至废弃的全过程中的必要保证。绿色设计并不仅仅是利用一些先进的或成熟的技术，贴上一些所谓“绿色”的标签，而是要真正做到在建筑设计、建造、运行的全生命周期中达到节能的标准。设计团队期望以数据来说明数字化设计在绿色设计中的重要性。



图 1 总平面图

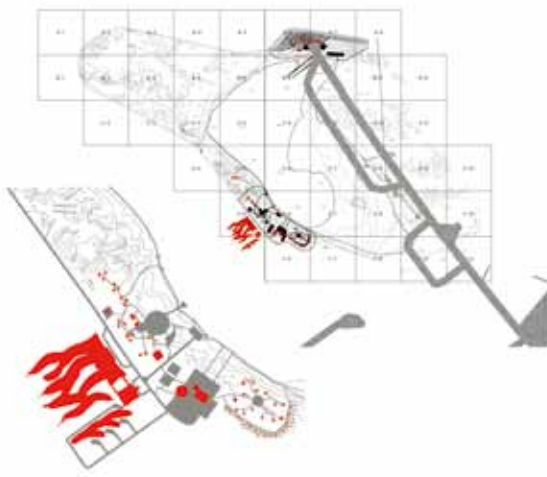


图 2 生态斑块示意图



图3 沙漠景观

2 绿色设计与另一种数字设计——计算机模拟设计

2.1 选址

按照目前国家现行规范，沙漠地带是不作为建设用地来考虑的。但本地的实际情况是，虽然用地的生态承载力很低，但“生态价值”却很高，若因大量建设而遭到破坏，沙漠论坛也无法持续经营下去。因此，设计团队认为能够利用地段内的沙漠地带作为建设用地，是对生态系统的最好保护，而且在沙漠上做建筑不失为治理风沙的一个办法。即使在滨水地带进行建设，也要利用现有的建设斑块进行改建或改造，保持已覆盖植被土地的完整性。因此，本着可持续发展的理念，设计团队充分认识到滨湖区域的开发力度不宜过大，尤其不应有过大体量的建筑。建筑的基地尽量利用现有的建筑用地，避让现状场地的植被，维持生态系统的完整。于是，设计团队初步拟定跨过沙漠公路向南发展，将较大面积的沙漠酒店在现有的沙漠地带进行建造（图1，2）。

库布齐沙漠属典型的中温带大陆性气候，冬季漫长寒冷，夏季炎热短促，春秋气温变化剧烈；日照丰富，降水量相对较小，风大沙多，风向多为西北和东南风。湖周边经常有局部阴天，且南区较北区降水量大，经常有南区降雨、北区阴天的情况。气温日较差大，且季节过渡快。七星湖目前采用的取暖和制冷设备全部采用空调，但冬季空调因为室外温度低也启用不了，员工宿舍区采用土暖气取暖。沙漠论坛处于滨湖地带。目前所建设的论坛南区以南是沙漠地带，以北是湖区，之间是经过防风固沙治理过的区域，植被情况良好，但在恶劣气候条件下仍然十分脆弱。由于七星湖邻近黄河，位于河套内，湖面水位大致与黄河水位相当，地下水丰富。建筑群落包括沙漠酒店、会议中心及元首楼等几个不同的单体（图3）。

2.2 绿色设计策略与节能指标

结合特定的气候和资源条件，设计团队确定了地源热泵、太阳能光热以及适当结合风能利用的综合零能耗技术体系（图4）。不同气候特征下的生态策略与节能效果分析详见表1、2。

以沙漠酒店为例，室内需要稳定的温度和湿度、良好的空气品质以及自然采光。库布奇沙漠地区冬季寒冷漫长，风沙大，全年阳光充足。因此，围护结构的得热和保温设计最为关键。

酒店客房南侧的缓坡可以加大客房的采光与开窗面积。通过南侧外层的玻璃幕墙与南侧阳台的落地墙和窗，形成了“可呼吸式”双层立面的围护结构。冬季白天尽量利用太阳直射的能量使室内更温暖，夜间则封闭门窗，减少热量散失；夏季白天通过蒸发散热的方式降低温度，晚上则通过开窗自然通风的模式带走室内的热量。

酒店客房北侧的陡坡可以抵挡冬季凛冽的西北寒风。在实地勘查中，设计团队研究了沙丘形态所产生的原因，认为沙丘南坡缓、北坡陡是因为北风长期侵蚀，所以我们认为模拟沙丘的形态将是抵御风沙、维

表1 有利气候特征下的生态策略与生态效益

有利气候特征	生态策略	生态效益
全年日照时间长,日照辐射量大	采用被动式太阳能技术,包括特隆布外墙构造,增强南向窗墙比,减少、控制其他朝向窗墙比,增加冬季太阳得热;结合屋顶、立面采用光热、光电技术	冬季白天南向房间不用采暖;解决全年生活热水和部分照明需求;充分利用自然采光
冬季太阳直射辐射量大	采用沙砖、覆土等保温、蓄热性能好的围护结构材料	降低采暖负荷
雨热同季不同时,日较差大	利用蒸发散热等方式可将室内温度降低到适宜温度	降低空调制冷负荷,甚至基本不使用空调整冷
全年风速大,风沙大	建筑立面、平面设计需要考虑防风措施,需加强门窗气密性	舒适、健康、干净的室内环境和室内空气品质

表2 不利气候特征下的生态策略与节能效果

不利气候特征	生态策略	节能效果
沙尘多	防风固沙,加强建筑围护结构密闭性 不能采用自然通风方式,使用机械通风	保证室内洁净度
夏季太阳辐射热量高	利用遮阳构件,阻挡太阳直射	降低空调制冷负荷
水资源稀缺,降水量小	建立蓄水池和中水系统,适度开发地下水	可持续发展,保证室内温湿度适宜

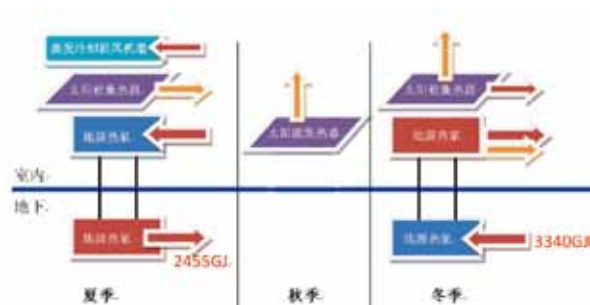


图4 零能耗策略示意图（方案比较优选结果）

持建筑内部稳定环境的好办法。当地住宅的墙体非常厚实,多用土坯砖或砂砖砌筑而成。于是,酒店客房的围护结构仿照沙丘形态,利用当地生产的砂砖,加厚北墙,抵御寒风。其他被动式节能措施如通风采光塔等,辅助围护结构更好地适应当地的气候变化。

为了保证设计策略的有效性,设计团队利用CFD软件进行了通风效果模拟计算,同时利用能耗软件进行了8 760小时的逐时能耗模拟计算,并对地道风、自然通风进行了模拟计算辅助优化设计(图5~9)。酒店的节能目标为冬季采暖零能耗,生活热水零能耗,优于65%的节能要求。

2.3 技术路线选择vs.计算机模拟设计

绿色设计完全依靠另一种数字设计支撑,那就是计算机模拟设计。相对于形式的生成,这同样是数字技术在建筑设计中的应用,而且其对于绿色高效决策的贡献,丝毫不低于计算机对于形式创造本身的贡献。甚至由于其相关支撑学科,例如暖通空调学科等的发达,其算法的精确度、目标指向的精准性,均超过常规的计算机辅助造型设计。调研表明,当前常用的模拟软件主要包括:1)建筑热环境及能耗模拟软件:DOE-2(美国),EnergyPlus(美国),DeST(清华大学),HASP(日本),IES(英国)等;2)CFD软件(计算流体力学):Fluent(美国),Phoenix(英国),STARCD(英国),CFX(英国),Stach-3(清华大学);3)遮阳与日照模拟软件(清华大学):BSAT, Sunshine;4)建筑室外微气候模拟平台:SPOTE(清华大学);5)面向建筑师的综合设计软件:Ecotect(英国);6)天然采光模拟软件:Radiance(美国),Daysim(美国);7)自然通风模拟软件:COMIST(美国),CONTAMW(美国),BREEZE(英国),NatVent(英国),VENTPlus(清华大学);8)空调系统与控制模拟软件:HVACSIM+(美国),TRNSYS(美国、德国)。值得注意的是,在欧洲尤其是英国,建筑模拟设计软件工具正从其他专业工程师的手中走向建筑师的电脑之中。这其中比较著名的是Ecotect软件(开发者为建筑师)以及IES软件。Ecotect在热工分析、日照分析、造价分析、声学设计、照明分析等方面帮助建筑师优化设计;IES是目前欧洲最为强大的建筑模拟软件之一,可以进行节能、气流、日照、采光等的综合模拟。目前,这两款软件在欧洲建筑院系的教学、科研和实践中广泛应用,最近两三年在国内也得到了一定程度的推广。这主要得力于节能减排大背景以及建筑节能、绿色建筑的推广。

清华大学最近几年的科研和实践表明,基于模拟的数字化设计可以在建筑规划设计各阶段应用,包括在建筑群布局阶段,用于定量确定小区风环境、日照和采光、噪声影响、室外热环境和微气候;在单体设计阶段,用于体型设计、建筑朝向、方位和开口选择,包括门、窗、墙、屋顶的相互位置和比例,房间自然通风,以及构造、遮阳、热桥隔断等围护结构热工性能综合设计等。

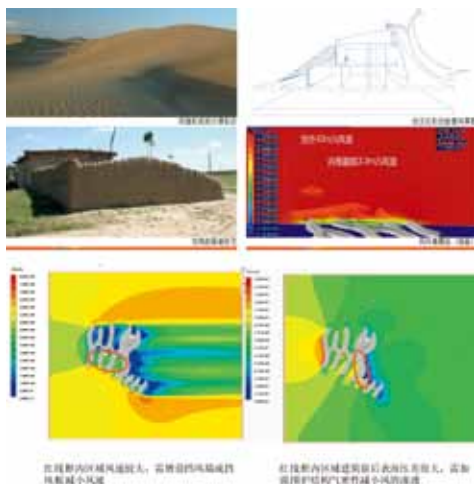


图5 沙丘拟态及风环境模拟示意图

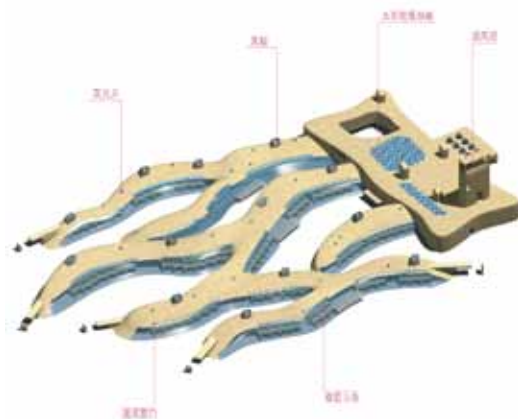


图6 沙漠酒店重点生态技术示意图

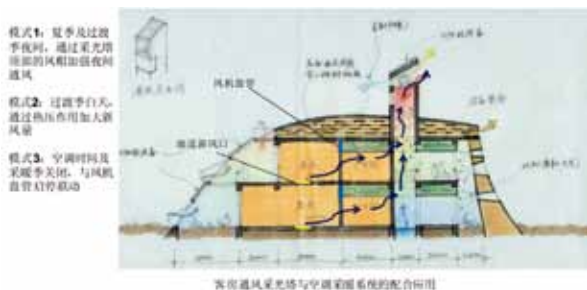


图7 客房通风采光塔与室内空调采暖系统配合应用



图8 四季厅地道风系统的示意图

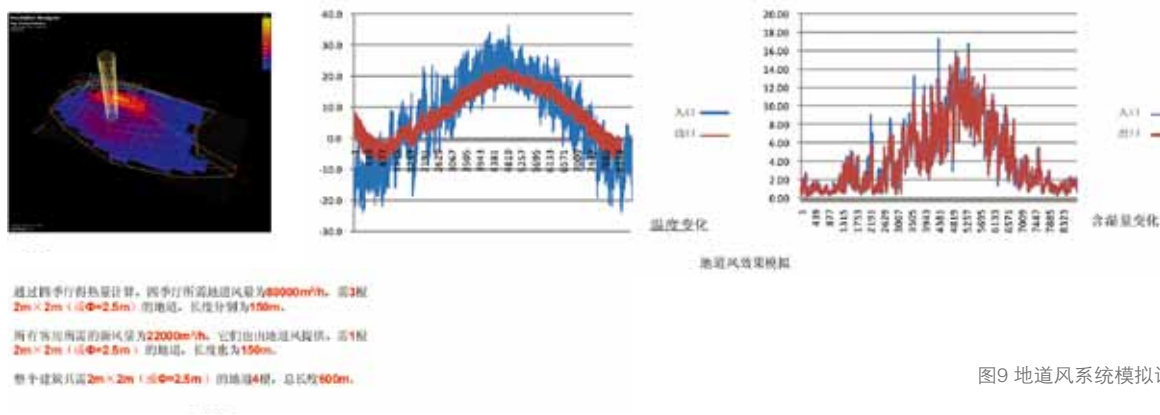


图9 地道风系统模拟设计优化

3 小结

数字技术的应用不仅体现在形式的创造，更为重要的是将数字技术大量应用于绿色节能、通风、日照、采光等专门领域的精细设计与计算中。两种形式的数字设计，完美地结合在一起，探讨了形式创造和计算机模拟设计结合的可行性。正如福楼拜所说：“越往前进，艺术越要科学化，同时科学也要艺术化，两者从山麓分手，回头又在山顶汇合。”



作者简介

宋晔皓，清华大学建筑学院建筑与技术研究所所长，教授，博士生导师。
林波荣，清华大学建筑学院建筑与技术研究所副所长，副教授，博士生导师。
吴博，北京清华城市规划设计研究院建筑分院一所副所长。