

建筑节能的数字化设计程式

曾旭东, 张乐敏

(重庆大学 建筑城规学院, 重庆 400045)

摘要:数字化设计技术是实现建筑节能设计的关键技术,建筑节能设计关键是面向设计过程、动态平衡与能耗构成分析。在建筑设计方案设计前期,通过数字化技术定量化分析当地气候、地形等因子,建立“虚拟建筑”模拟建筑物使用情况,实现对建筑设计方案中的关键问题进行科学定量分析,从而达到及时优化设计方案,科学指导节能设计的目的;同时,通过研究探索出基于数字化技术的建筑节能设计程式,以适应在新的时代背景下对建筑节能设计提出的更高要求。

关键词:数字化;建筑设计;节能设计

中图分类号:TU201.1 文献标志码:A 文章编号:1006-7329(2008)04-0001-05

Building Energy Efficiency Design Procedure Based on Digital Technology

ZENG Xu-dong, ZHANG Le-ming

(College of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

Abstract: Digital design technology is crucial for building energy efficiency design, while the key of building energy efficiency design is to analyze the entire design process, dynamic balance and energy cost. Through the application of digital technology in architectural design during its earlier phases, we can analyze such factors as local climate and terrain, create a "virtual building", simulate its actual condition, and conduct a scientific quantitative analysis of the key problems in architectural design. These actions will optimize the proposed design in a timely manner and achieve energy efficient design under the guidance of scientific analysis. Meanwhile, by exploring energy efficiency design procedure based on digital technology, we can adapt to a higher standard of energy efficient design in our new times.

Key words: digital, architectural design, energy efficiency design

数字化技术作为一项新的技术手段,其在建筑节能设计中的应用越来越受到人们的关注。近 30 年来建筑数字化能耗模拟预测一直是西方发达国家实现建筑节能的关键技术措施,并取得了显著的节能效果^[1]。

1 建筑节能设计的关键

建筑节能已经成为建筑设计中的一项重要内容,节能是判定一个优秀建筑的必要条件;而建筑节能的关键在于设计前期运用数字化技术对建筑方案进行评估与优化,具体内容有:面向设计过程、动态平衡以及生命周期内能耗使用情况考虑等。

1.1 面向设计过程

建筑设计不是一个最终的结果,而是一个过程,这

个设计的过程是一个不断解决问题的过程;因此,建筑节能设计不是一个点,而应该融入到建筑设计解决问题的过程中去,这样节能才能得到落实,同时也有利于节能设计不会与其他需解决的必要问题形成不必要的矛盾或对立,导致更大的浪费。

同时,建筑设计是有层次性的,分不同的阶段,其设计要求的重点和深度也是不同的^[2]。通常,建筑师在建筑方案构思阶段,对一些节能措施仅仅还只是一个概念,是定性的,只有当设计的不断深入,对某些技术的要求才会逐渐明晰;而其他专业的工程师也只有在初步设计或施工图阶段才逐渐参与进来,但此时的建筑方案已经基本定型,致使许多技术手段的应用非常受限,甚至会出现无法应用或与节能原理相背离;导

* 收稿日期:2007-12-10

基金项目:重庆大学“985”工程二期建设平台——山地城镇建设与新技术

作者简介:曾旭东(1961-),男,重庆大学副教授,主要从事建筑设计和建筑 CAD 研究。zengxudong@126.com
欢迎访问重庆大学期刊网 <http://qks.cqu.edu.cn>

致了一些节能技术与手段不能很好地落实到最终的建筑中去。在建筑节能设计中,这就要求在建筑师与其他专业的工程师之间建立一个能够交流与沟通的平台。

借助数字化的技术手段可以帮助建筑师快速较准确地对设计方案做出一个较全面整体的分析与估评,为建筑师与其它专业的工程师之间交流创造有利的条件。建筑师可以从总体上把握对设计方案的运行情况,而参与到项目中来的其他专业,也能够真正参与进来并发挥其专业优势,提出建设性的建议与意见,如采用何种技术会更好,更节能,或更加节省材料和造价等等。这样才有可能使得最终修建的建筑具备较佳的节能性,同时也有利于建筑创作的开展。

1.2 动态平衡

建筑节能优化设计应该建立在动态平衡的基础上;这是由建筑设计中矛盾的复杂性与多样性决定的;在建筑节能设计中不能片面地强调某一节能指标而忽略了其他,应该综合地考虑问题,在动态平衡中确立节能设计方案。

例如,一个简单窗的设计,涉及到采光、通风、空调、温湿度、气密性、隔声、景观、造价等等问题。如果只是片面地考虑其中的某一个方面,而忽略了其它,最终将导致其无法使用。采用简单的办法去解决一个综合的动态问题,是不可能从根本上解决问题的,有可能还会制造出更多的麻烦,不但不能达到预想的节能目的,反而还会造成更大的浪费。

因此,建筑数字化设计优化应该是针对建筑设计中的不同层次与阶段配套相应的软件,并利用先进的互联网技术对不同建筑设计方案中的采光、通风、空调、材料、造价等等问题,迅速地做出全面而整体的动态模拟分析。

1.3 能耗使用构成

建筑节能设计,不应该只从物质层面考虑问题,因为,建筑毕竟是供人们起居、工作、娱乐等使用的场所;在节能设计中,更应该多考虑用户在具体使用中建筑是否节能,认真研究建筑能耗的使用情况,摒弃那种“建物不见人”的节能设计方法。

在对建筑全生命周期内能耗情况的研究方面,虽然展开了一定的研究,但是目前大多数的研究却只限于理论层面的探讨,这是因为没有找到有效的技术支撑,因为这涉及很大的数据统计与分析,使用传统的办法是不难想像的;而建筑信息模型技术对数据的收集与处理有无可比拟的优势,将在帮助建筑师分析生命周期内的能耗方面提供有力的技术保障。



图1 透视图

2 某移民培训中心建筑方案研究为例

该培训中心拟建于山顶(图2),总用地面积为152 087 m²。主要功能为会议、住宿与餐饮,建筑面积9 130 m²,有大小会议室5间,客房71套由于地形复杂且高差大,最大处达47 m,呈现典型的山地特征;主要坡向为东坡与东北坡。根据地质报告能修建的地方又很少,并且还要满足使用功能、景观、土方平衡等等要求。

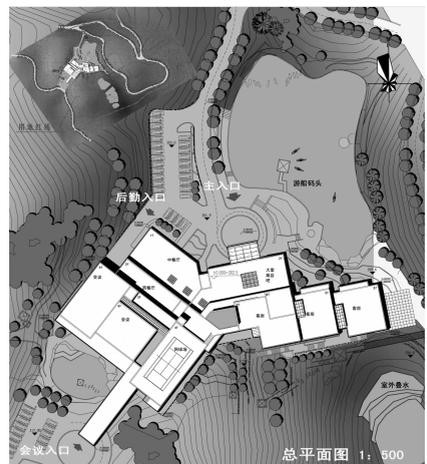


图2 总平面图

如果采用传统的设计方法,仅凭主观上的定性判断,使建筑做到节能具有相当的难度,这需要对这个复杂问题的多个因子进行分析与梳理^[3]。而目前国内建筑师较普遍采用的设计方法则过分的简化,这种过分简化的设计方法其对象所囊括的信息非常的有限,不能满足复杂情况,更不能很好地反映真实世界中的问题,并且在建筑节能设计中还会忽略很多重要的信息;这就要求必须采用新的设计方法来适应建筑节能所提出的更高要求^[4]。而数字化技术在对于信息的采集、分析、整理等方面具有突出的优势,可以方便地从各因子中提取相关主要信息,来科学地指导设计^[5]。

2.1 因子分析

人们常提“科学的规划是最大的节约”,而在建筑方案前期基于科学分析的合理“设计”同样也是最大的节约;这将直接影响到下一步的节能设计,也是决定

建筑节能成败的关键。在这里我们主要针对影响建筑节能的几个关键因子如:气候因子、地形因子等进行分析与梳理。

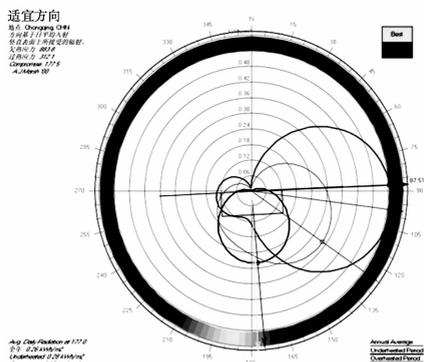


图 3 气候分析、适宜方位

2.1.1 气候因子 首先对气候因子进行分析与评价,调用该地区近 10 年来的气候数据(该气候数据取自美国劳伦斯—贝克雷实验室),并利用 ET-Weather Tool 软件对原始数据进行重新整理与组合。通过分析找出该地最佳方位为 177.5°即南偏东 2.5°,适宜方位在 175°~205°之间(如图 3),修正了传统对于该地适宜方位为南偏东 10°偏西 15°的判定。并针对几种常用的被动节能技术利用空气温湿度对于人体舒适性影响的评判方法,对其在该地的有效性进行评价,得出该地较适宜采用的被动节能技术为被动式太阳能加热与自然通风(图 4)。这就保证了节能设计的科学性与可靠性,同时也避免对于节能技术不必要的,没有实际效果的滥用。

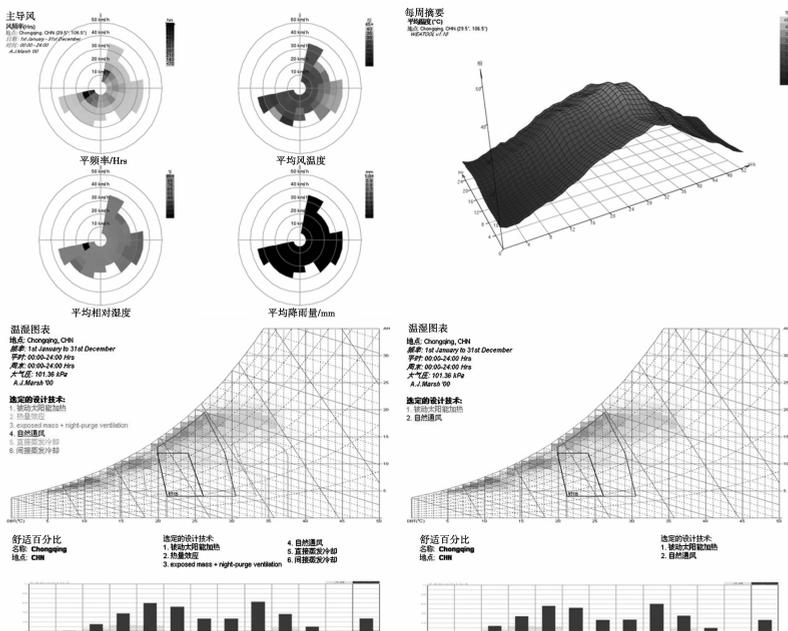


图 4 被动节能技术有效性分析(利用 ET-Weather Tool 分析所得)

2.1.2 地形因子 在评价地形因子的影响时,利用 Archicad-Terra 建立“虚拟地形”,并进行模拟分析。首先对山地路网系统进行模拟,确定合理的道路分布,既做到设计道路的平缓,又减少了开挖与土方平衡。然后利用“虚拟地形”IFC 标准的优势,将其导入 Airpak 软件进行空气流体力学的计算,对风玫瑰的简单判定进行补充。“虚拟地形”的建立极大地影响了在建筑设计中对于地形因子的理解与把握,特别是在节能设计中更有利于对结合地形与外部环境等因素的考虑。例如,2003 年伦佐·皮亚诺在设计美国加利福尼亚科学院时也用了该技术,并非常重视“虚拟地形”技术的应用。

2.2 问题到解决办法

的设计工作做好铺垫,随着设计的不断深入,遇到的问题也将越来越多,也相应具体。而此时数字化技术的应用也越发显的重要,它将帮助设计者在有效把握三维空间艺术效果的前提下,加强对方案的科学判定。

数字化技术的采用,可以使我们在建筑设计过程中及时精确地了解到设计方案的各部分情况,及时有效地对方案进行评判。根据这些评判信息不断地调整与优化设计方案,最终使其达到一个较理想的动态平衡状态。此时建筑节能设计作为建筑设计的一个部分将不再被独立看待,而是真正地参与到建筑设计的整个系统中来。

2.2.1 拔风井设计 在设计中为了使建筑更好地融入自然环境,希望建筑高低错落,逢高遇山,遇低就水结合山势起伏变化^[6-7]。因为优美的自然环境正是这

个建筑存在的意义所在,这直接关系到建筑使用效率,同样这也是建筑节能的一个重要内容。同时,基于当地的风速过小只有 0.5 m/s,根据前期对于几种常用被动节能技术有效性的分析,在设计中我们结合建筑造型有意识对被动式太阳能加热与自然通风的节能技术等问题进行综合的考虑。最终决定采用拔风井的做法(图 5),将其设置于建筑西墙,既起到隔热的作用,又有利于其能量的获得。这样既可以打破形体上的呆板,又可加强建筑竖向通风的组织,且在冬天又可作为温室使用。最后在“虚拟建筑”中对拔风井在三维空间里的造型艺术效果进行感性的判断,并同时建立起来的“虚拟建筑”导入 Airpak 进行了通风的计算,在感性性与理性之间对该拔风井设计的艺术性与运行有效性进行更深入的评判。



图 5 拔风井

2.2.2 采光 在采光问题上,如何使方案尽可能做到自然采光是关系到建筑节能与室内舒适性的重要影响因素,利用基于 IFC 标准的“虚拟建筑”到 Ecotect 之间模型转换的优势,使我们可以快速直观地看到,设计方案的采光情况(图 6)。在初始方案的基础上合理地控制了建筑的进深,调整窗的大小,在必要的地方增加顶部采光及巧妙地结合地形采光等,使得修正后的方案可以获得较好的自然采光的的效果。同时利用“虚拟建筑”的 5 D 信息模型,通过信息交互的方式准确快速地查看每个房间的窗地比等等一些情况,及时调整建筑的开窗;提高了工作效率,减轻平时手工重复计算的繁劳[8]。

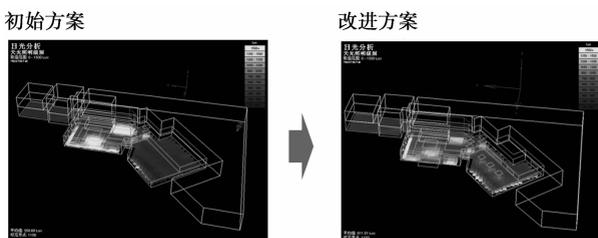


图 6 采光分析

2.3 整体模拟

节能设计是一个系统工程,是贯穿于整个建筑设计过程之中的,当方案基本确立时,“虚拟建筑”的各个部分也得到了相应的完善,各方面数据的采集也得到了相应的充实[9]。这时,可以利用 Archicad-GBS 插件,对建筑的能耗情况、材料、造价等方面进行更深入的量化计算。而此时其他工种参与项目的话,可以较清晰地看到其相关工程部分与整个建筑的情况,可以对一些问题进行更深入的探讨,能有效地针对方案的节能情况提出有建设性意见与建议;这样建筑师就可以及时调整方案,使其达到较好的节能效果。

最后,利用“虚拟建筑”的 IFC 通道将 5 D 信息模型传给各相关专业,再导入到相应的专业软件中,如: Energy-plus、Airpak、PKPM 等等,这样各专业可在同一模型的基础上进行更深入的工作,这样既提高了工作的效率,又保证了各专业能切实参与到节能设计的整个过程中来,使最终修建出来的建筑在各方面都具有较佳的节能性。

3 GBS 能耗构成分析

目前能进行能耗模拟预测的软件很多,国内较常用的有 doe2、EnergyPlus、DeST、eQUEST 等,但是操作这些软件其所需的专业知识要求过高,且操作界面复杂,甚至部分暖通专业人士也无法有效运用,当然这对于建筑师而言更是可望而不可及的。随着建筑数字化技术的发展,利用数字化网络数据库技术的 GBS 能耗模拟工作站,则使这一切成为可能。

GBS (www. GreenBuildingStudio. com) 基于 doe2.2 模拟引擎,并配套了一个庞大的建筑信息数据库,利用互联网传递信息进行工作(如图 7)[10]。它对设计过程与费用节约流程进行了整合,可帮助建筑师在设计前期过程中对设计方案的使用能耗情况进行评估与分析[11]。

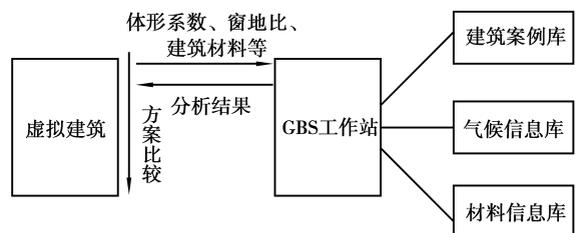


图 7 GBS 介绍

在该培训中心方案设计的后期就运用了该项技术,我们建筑师只需输入建筑类型与地理位置,再将“虚拟建筑”5 D 信息模型利用 Archicad-GBS 插件将其的部分信息通过互联网传给 GBS 工作站,方便地计算出,设计方案每年能耗与费用情况,以及一系列建筑供

暖制冷负荷、各系统的情况(诸如:照明、HVAC、空间供暖的主要电力和天然气的能源使用等)。

再而,通过对比分析的方法,针对方案中存在的问题做出调整与优化。例如在设计过程中判定建筑接地是否需要留出一定的空间和天窗设置是否有效的问题时,就发挥了重要的作用。采用传统的做法,建筑师无法对这个动态的问题做出评价,通常只会凭着自己个人的喜好或是习惯来选择一定的做法。因为对于动态问题各方各有利弊,不经过科学的定量分析判断是得不到结果的。而数字化技术的采用,则使我们对于动态问题解决找到了出路。通过模拟分析在初始方案的基础上如留出3 m空间并设置天窗的话,虽然建筑年空调能耗从36.4%→38.7%,但是年采光能耗则从37.6%→27.7%(图8),从而会大大降低了建筑的总能耗。故在初始方案的基础改进了方案;既达到了节能的目的,又使得建筑室内舒适性得到了一定的改善。

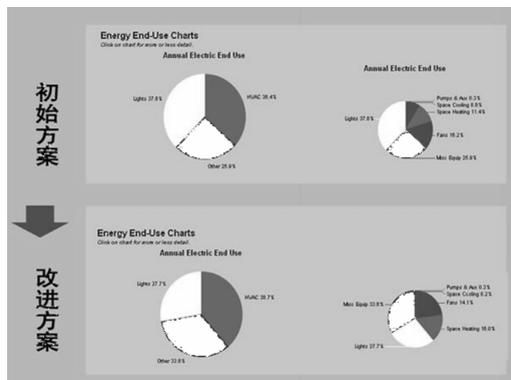


图8 能耗分析(Archicad模型在GBS分析所得)

4 结 语

技术不是独立存在的,它必须与社会和人的活动产生互动^[12]。如果建筑师在建筑方案阶段能有效地运用数字化技术,就可以使其在建筑节能设计方面争取主动,使其在方案阶段能及时发现问题优化设计,并能更好地与其他专业协调工作;使得建筑节能的要求不但不会限制建筑创作,反而可以为建筑创作提供一条新的思路。

任何技术活动的发生与发展都有一定的社会前提,同时任何社会的存在与发展也都离不开特定的技术支撑。虽然建筑数字化技术在我国才刚刚起步,但是我们应该看到并要发挥数字化技术的作用,为我国当前所进行节约型社会的建设和社会可持续发展作出贡献。

参考文献:

[1] 国家技术前瞻研究组. 中国技术前瞻报告 2004[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2005.

- [2] 贺慧宇. 建筑节能从方案设计开始[J]. 中华建设, 2005(2): 63.
HE Hui-yu. Building energy efficiency programme design from the beginning [J]. Chinese Construction, 2005, (2): 63.
- [3] 周铁军, 王雪松. 节能整体设计策略与传统技术更新[J]. 四川建筑, 2001, 21(1): 20-26.
ZHOU Tie-jun, WANG Xue-song. The overall design of energy-saving strategies and traditional technology update [J]. Sichuan Architecture, 2001, 21(1): 20-26.
- [4] 卢峰, 钱江林. 西部山地城镇的生态化发展思考[J]. 规划师, 2007, 12(23): 92-94.
LU Feng, QIAN Jiang-lin. Reflection on the ecological development of cities in western mountainous region [J]. Planners, 2007, 12(23): 92-94.
- [5] 周铁军, 杜晓宇. 小城镇住宅建筑技术实施策略初探[J]. 重庆建筑大学学报, 2003, 25(6): 1-4.
ZHOU Tie-jun, DU Xiao-yu. Exploration of implementation strategies on housing building technology [J]. Journal of Chongqing Jianzhu University, 2003, 25(6): 1-4.
- [6] 戴志中. 现代理念与山地建筑创作[J]. 北京规划建设, 2005(1): 106-113.
DAI Zhi-zhong. Modern concept and aboriginal architecture creation [J]. Beijing City Planning and Construction Review, 2005(1): 106-113.
- [7] 戴志中. 现代山地建筑接地诠释[J]. 城市建筑, 2006(8): 20-24.
DAI Zhi-zhong. The annotation on the earthing of contemporary mountainous building [J]. Urbanism & Architecture, 2006(8): 20-24.
- [8] 曾旭东. Archicad 虚拟建筑教程[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [9] 曾旭东, 赵昂. 基于 BIM 技术的建筑节能设计应用研究[J]. 重庆建筑大学学报, 2006, 28(2): 33-35.
ZENG Xu-dong, ZHAO Ang. Study on the application of energy efficiency building design based on BIM technology [J]. Journal of Chongqing Jianzhu University, 2006, 28(2): 33-35.
- [10] 曾旭东, 谭洁. 基于参数化智能技术的建筑信息模型[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2006, 29(6): 107-110.
ZENG Xu-dong, TAN Jie. BIM based on intelligent parametric modeling technology [J]. Journal of Chongqing University(Natural Science Edition), 2006, 29(6): 107-110.
- [11] GRAPHISOFT. Graphisoft Energy calculation[Z], 2005.
- [12] 许良. 技术哲学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2004.

(编辑 陈蓉)