

台达阳光小学宿舍楼通风竖井设计与分析

Design and Analysis of the Ventilation Well in Taida Yangguang Elementary School Residential Building

王岩 武海滨

国家住宅与居住环境工程技术研究中心

摘 要： 以台达阳光小学宿舍楼为例，验证了使用自然通风模拟来改进和优化建筑设计的新方法，以此验证了建筑性能模拟在建筑设计阶段的必要性和有效性。

关键词： 通风井 自然通风 IES<VE>

Abstract In order to improve the natural ventilation in Taida Yangguang elementary school residential buildings, the computer simulation with IES <VE> has been carried out. According to the analysis results, some suggestions have been given to the designers to improve the ventilation effectiveness.

Key words: Ventilation well, natural ventilation, IES <VE>

1 项目概述

四川省绵阳市台达阳光小学设计方案以“2009 年台达杯国际太阳能建筑设计竞赛”一等奖获奖作品为基础，根据灾后重建的实际情况，进行调整而成（图 1）。

台达阳光小学规模 18 班，共计学生总数约为 810 人，住校师生约 360 人。总体规划按教学办公区、生活辅助区、运动休闲区等不同功能合理布置，分区明确、联系紧密、互不干扰。教学办公区包括 18 班教学楼和办公楼，并构成了错落有致的院落空间。生活辅助区包括宿舍楼和食堂。运动休闲区包括 200m 跑道的运动场、篮球场 2 个、乒乓球场地和生态湿地型自然科学园地等。校园绿化景观统一规划设计，合理利用原有的地形地貌，建筑与自然环境有机结合，营造绿色校园，并实现了无障碍设计（图 2）。

学校在规划设计时，充分考虑了绵阳地区的气候特点，以被动式通风技术为主。其中宿舍楼采用单廊式平面布局，充分利用自然通风。南侧设置强化的太阳能烟囱提高室内通风能力（图 3）。



图 1: 学校鸟瞰图



图 2 学校内院透视图

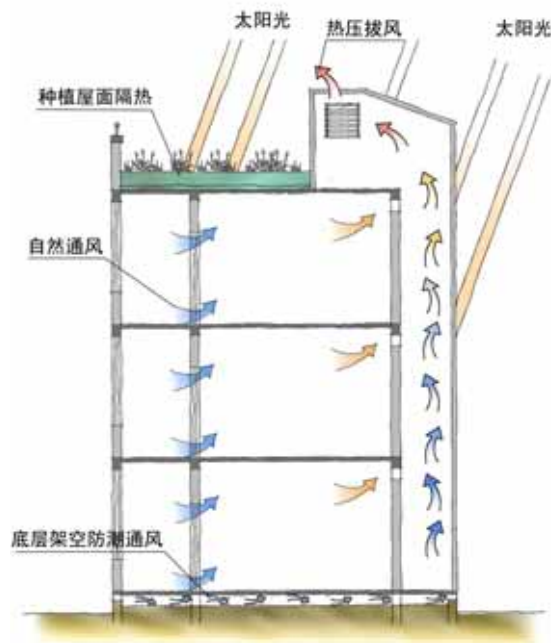


图3 宿舍太阳能烟囱通风示意图

2 设计方案

为了更好地实现自然通风的目的，我们设计了该小学宿舍建筑的三种方案：

1) 基础方案

在基础方案中，按照当地原有建筑的设计传统，没有设置通风竖井，仅依靠开启窗户来实现建筑内部的自然通风，如图4所示。

2) 对比方案一

在对比方案一中我们在建筑的南向里面设置了通风竖井，竖井截面积为 0.4m^2 ，各个宿舍通向通风井的开口面积为 $0.35\text{m} \times 1\text{m}$ 。竖井的自然通风主要依靠热压作用，因此将楼顶部玻璃涂黑，以充分吸收阳光，提高温度，来加强通风效果。建筑方案如图5所示。

3) 对比方案二

在对比方案二中，我们将通风竖井设置在建筑的北部，其它设置条件与对比方案一相同。建筑方案如图6所示。

3 计算结果

3.1 计算软件介绍

在本项目中，我们使用英国软件 IES <VE>作为分析工具。IES <VE>是由英国 IES 公司开发的建筑性能集成化模拟分析软件，其功能包括三维建模、热模拟、动态负荷、建筑能耗、自然通风、空调系统分析、日照、采光、人员疏散、电梯、管路、CFD 等，通过其统一的物理模型，各个模块之

间的数据可以准确、快速地传递，减少了传统分析软件需要反复建立模型的缺陷，大大提高了工作效率和准确性。经过十多年的不断发展和完善，IES <VE>已经成为同类软件中的领跑者，其信息化三维模型的思想已经成为未来 CAD 的发展方向。

MacroFlo 是 IES <VE>中计算自然通风的模块，可以在该模块中对窗户、门等建筑开口的开启方式、开启时间以及开启条件等进行设置，然后将该模块与能耗模拟模块 ApacheSim 相联结，就可以对建筑全年的自然通风情况以及由此而带来的能耗变化等情况进行计算。MacroFlo 与 ApacheSim 采用了全耦合的算法，并经过了大量工程的检验，其精度足以满足工程需要。

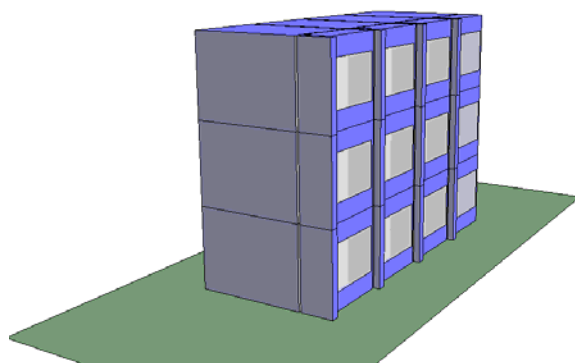


图 4 基础方案

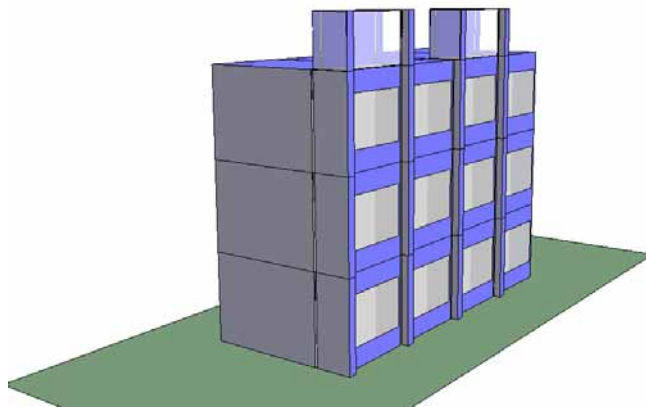


图 5 对比方案一

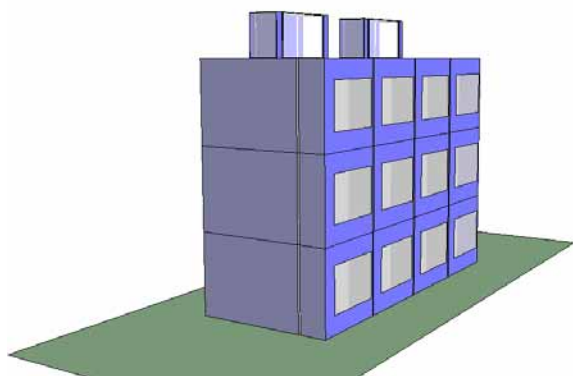


图 6 对比方案二

3.2 计算步骤

本项目计算分析的过程如下所述：

第一步：在 IES <VE>所提供的建模界面建立所模拟建筑的三维模型，如图 4-6 所示。

第二步：设置建筑的属性，如建筑的墙体结构、窗户材料、室内温湿度控制范围等参数，设置计算地点的气象参数。

第三步：将自然通风模块 MacroFlo 与动态能耗模拟模块 ApacheSim 相耦合，进行全年能耗模拟。

第四步：利用计算结果对各种方案进行对比分析，以此来改进原有方案的自然通风设计。

3.3 计算结果

3.3.1 基础方案与对比方案一的比较

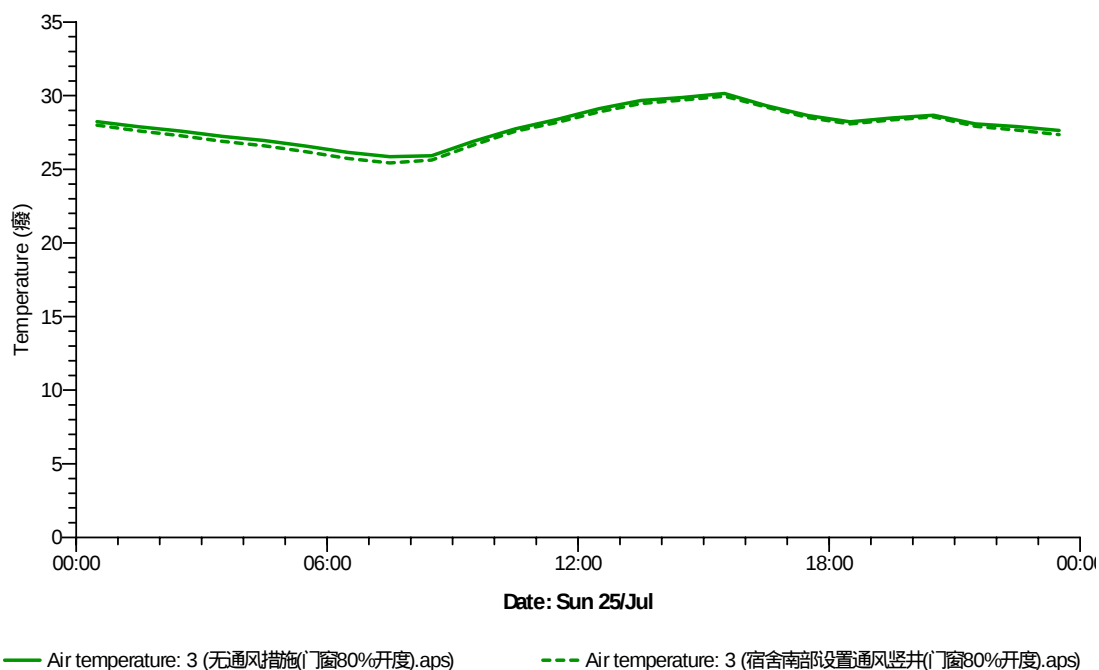


图 7 门窗 80%开度下，仲夏季节（7 月 25 日）室内温度比较

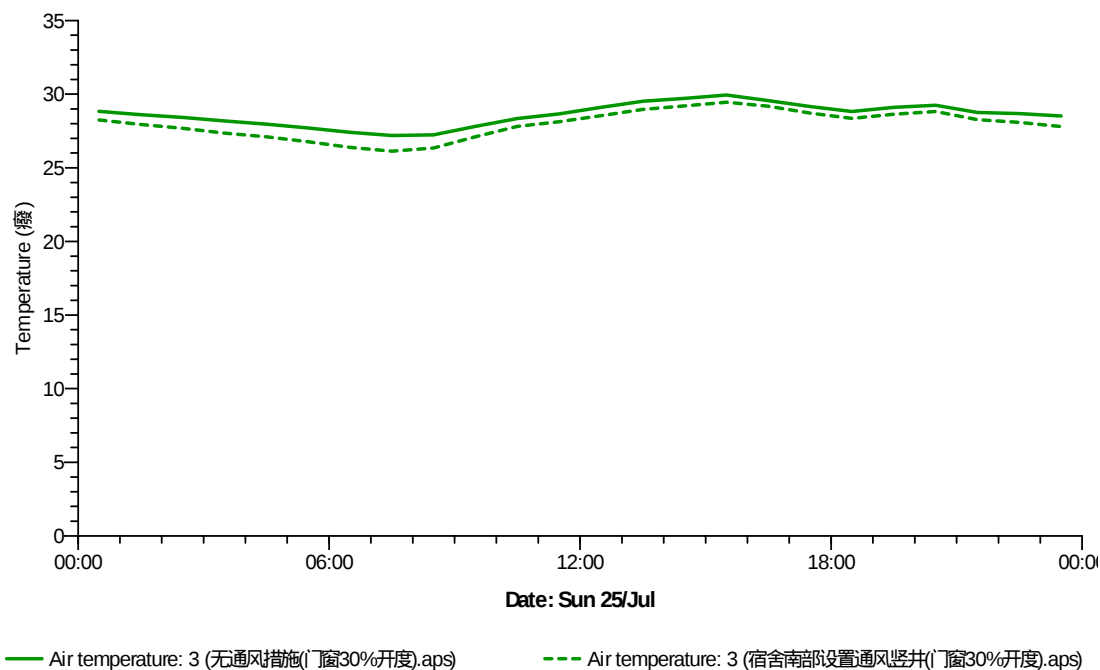


图 8 门窗 30%开度下，仲夏季节（7 月 25 日）室内温度比较

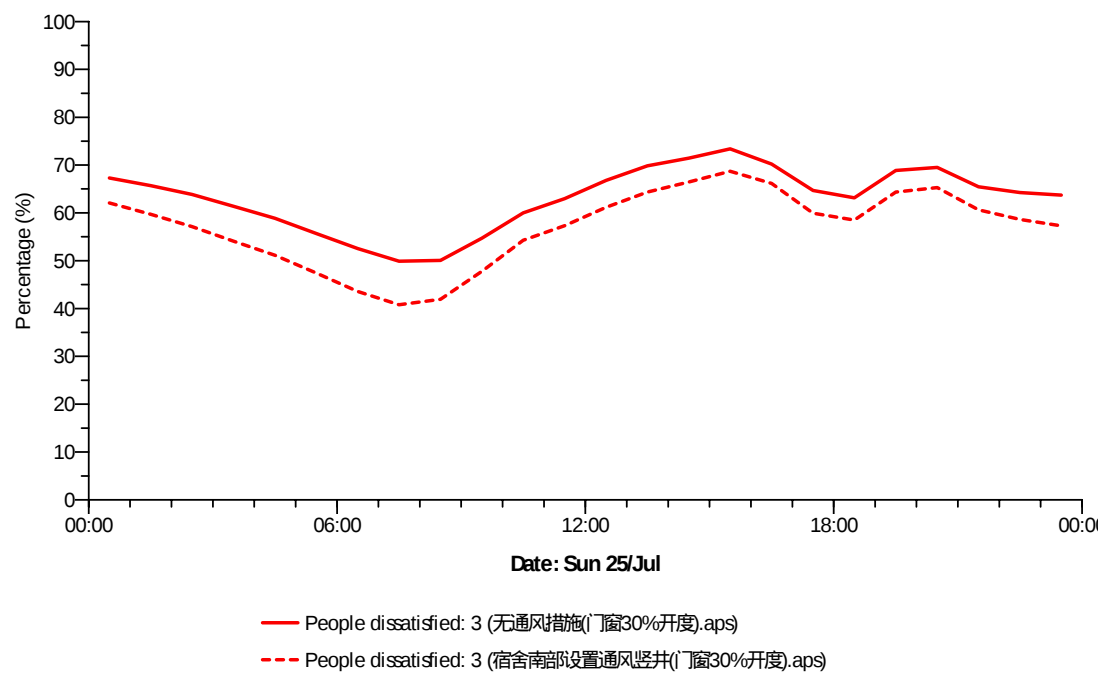


图 9 门窗 30%开度下，仲夏季节（7 月 25 日）室内不满意率比较

图 7-9 是在门窗开度 80%和 30%两种情况下，基础方案与对比方案一的结果比较。从图 7 中可以看出，在门窗开度比较大的情况下，设置通风竖井与否对室内温度的影响不大，这是因为在大开度的情况下，房间的自然通风主要是风压通风，即水平通风，通风竖井中的温度梯度所引起的热压通风效果即竖向通风不明显。

当门窗开度较小时，如图 8 所示，风压通风受到抑制，通风竖井中的热压拔风效果变得相对显著，由此带来了两种方案室内温度的较大差别，在凌晨时最大温差可以达到 1 度多。从图 9 中可以看出，随着室内温度的下降，室内的人员不满意率也大大降低，最大降幅约 10% 左右（在 IES <VE> 计算中，舒适温度的设定值为 23℃，而在国内的设计规范中，室内的舒适温度为 26℃，这是为什么室内的不满意比较高的原因）。现实生活中的门窗开启比例一般较小，而且开启时间往往受到限制，因此，设置通风竖井对于改善室内的舒适度会起到非常积极的意义。

3.3.2 对比方案一与对比方案二的比较

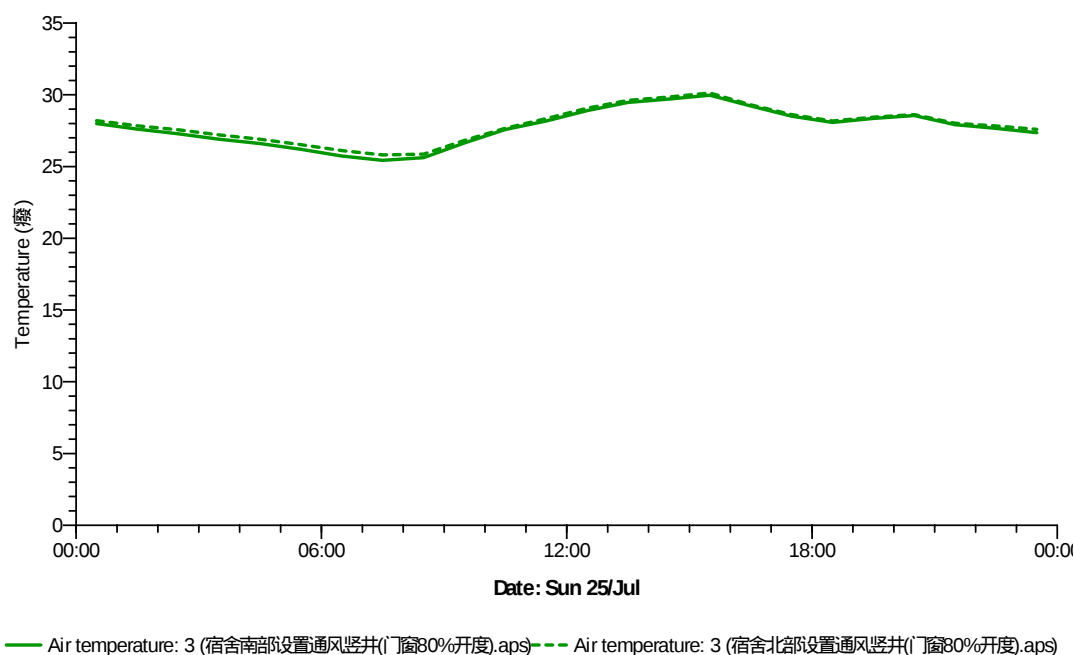


图 10 门窗 80%开度下，仲夏季节（7 月 25 日）室内温度比较

图 10-12 是在不同开窗比例下对比方案一和对比方案二的结果比较。当门窗开度较大时（80%），由于风压作用，两种方案没有明显区别，如图 10 所示。

当门窗开启比例降低时，如 30%，风压通风受到很大的抑制。当通风竖井设置在南向时，由于进入室内的空气首先经过通风竖井这样一个缓冲空间，而这个缓冲空间的空气在太阳照射下具有较强的自然对流，所以进入室内的对流热量和辐射热量都会大大降低，这样也会使得房间内的温度下降。而如果将通风竖井设置在建筑的北侧，尽管室内空气在吸收了室内的热量后会沿着通风竖井向上流动，但其强度总归比不上太阳照射的热量，所以其自然对流相对较弱，此外，设置在北侧的通风竖井也不能对太阳辐射起到削弱作用，因此，进入室内的热量与基础方案没有较大改善，所以其温度要高于对比方案一，其室内人员不满意率也相应地远远高于方案一，如图 11 和 12 所示。

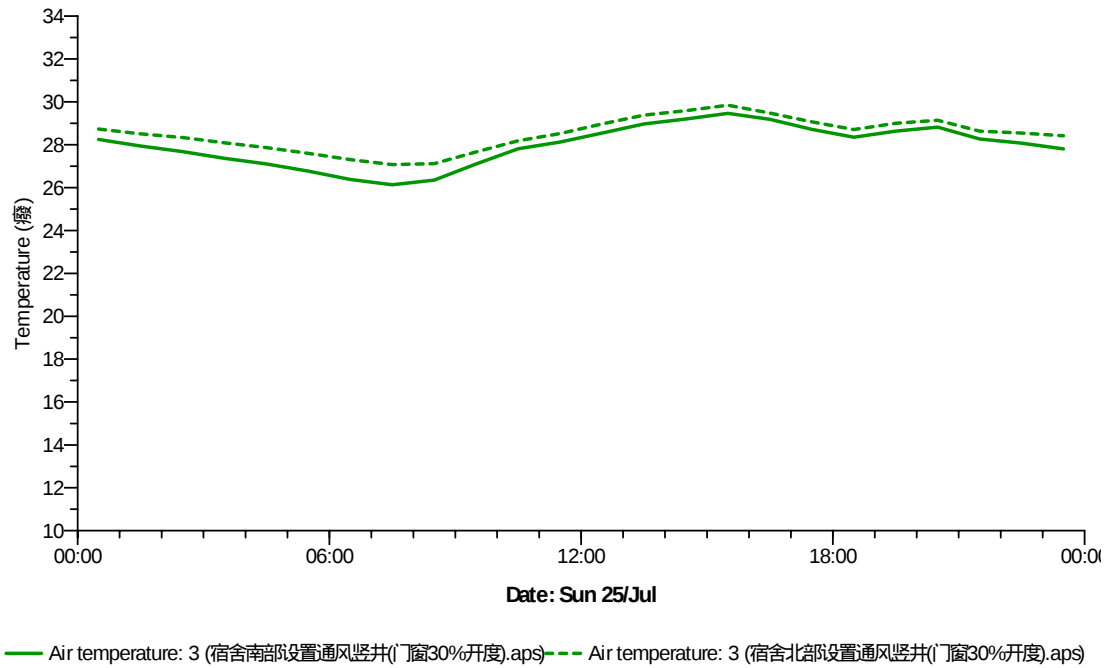


图 11 门窗 30%开度下，仲夏季节（7 月 25 日）室内温度比较

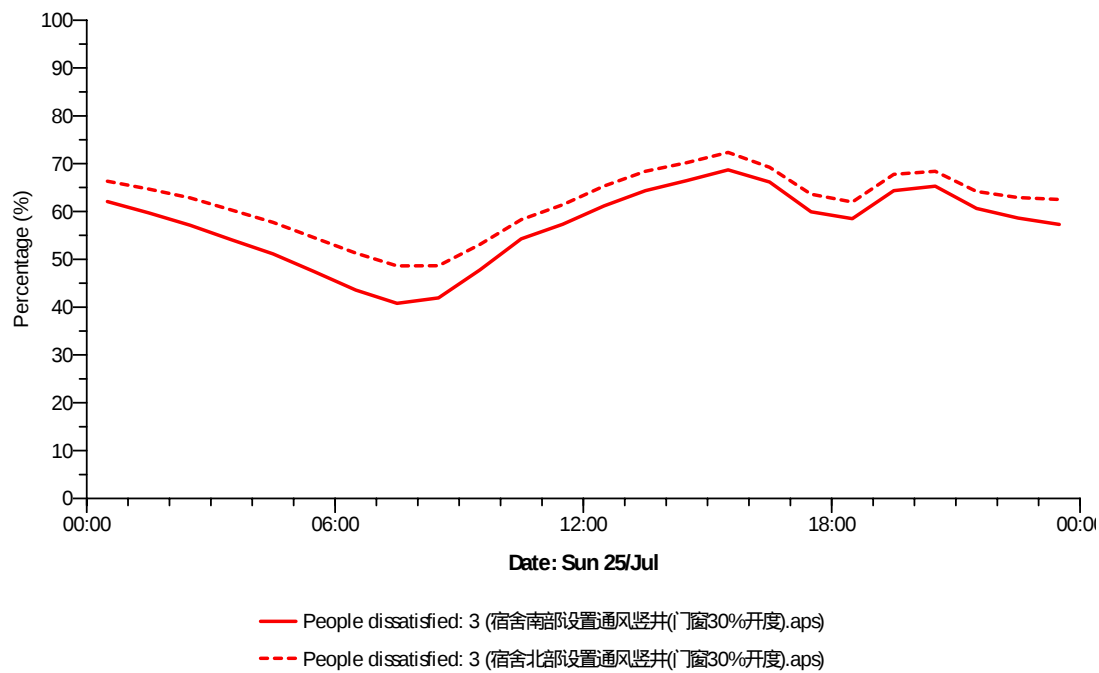


图 12 门窗 30%开度下，仲夏季节（7 月 25 日）室内不满意率比较

4 结论

1) 通过本项目的模拟，我们认为在绵阳地区的住宅中，通过在南侧设置通风竖井可以很好地起到削减负荷，改善室内舒适度的目的，是一种值得推广的节能措施。当地的一些现有做法，如将通风

竖井设置与建筑的北侧，并不能很好地改善自然通风效果。

2) 在设计阶段通过引入计算机模拟手段，可以很好地对建筑性能进行预测，从而指导最终的设计方案。现在的很多设计中，设计师仅仅凭借一些经验来对建筑的自然通风、采光等要素进行设计，而当实际建筑出来后，往往事与愿违。如果能够在设计流程中引入模拟手段对设计要素进行模拟和分析，就会更加准确和理性地来评价设计手段，从而保证建筑建成后的实际效果。