

卷烟厂绿色工房项目中的 建筑环境模拟^{*}

中国建筑设计研究院 李莹[☆] 郝军 陈晓春 曾巍
南京工业大学 张 建 连小鑫
中国建筑设计研究院 丁 高

摘要 简要介绍了在几个卷烟厂绿色工房实践中涉及到的建筑环境模拟,包括建筑能耗模拟、室外新风利用的模拟、非空调状态下室内温湿度的模拟、室外风环境模拟、自然通风模拟、日照模拟和室内采光模拟。

关键词 建筑环境模拟 建筑能耗模拟 采光模拟 风环境模拟 自然通风模拟

Building environment simulation of green workshops in some cigarette factories

By Li Ying[★], Hao Jun, Chen Xiaochun, Zeng Wei, Zhang Jian, Lian Xiaoxin and Ding Gao

Abstract Briefly presents the simulation of building energy consumption, fresh air using, indoor air temperature and humidity fields under non-air-conditioned conditions, outdoor wind environment, natural ventilation, sunlight and indoor daylighting.

Keywords building environment simulation, building energy simulation, daylighting simulation, wind environment simulation, natural ventilation simulation

★ China Architecture Design & Research Group, Beijing, China

①

0 引言

绿色建筑的实践大都聚焦在民用建筑上。由于技术进步、工艺改进、建筑室内环境要求发生变化,工业建筑在建筑节能、节水等方面非常有潜力,是一片有待开拓的绿色建筑新领域。

近年来,国家烟草局制定和下发了《卷烟企业清洁生产评价准则》、《卷烟企业能耗标准》和《卷烟企业节能降耗意见》等规则,以推动行业在环保方面稳步发展。长沙卷烟厂率先提出了“代言绿色烟草”的指导思想,其他几个正在进行或即将进行技术改造的烟厂也都提出要打造烟草行业的绿色工房。

由于烟草行业工业建筑在生产工艺、负荷特性、使用规律,尤其是内扰特性和生产余热的形成与利用等方面有其明显的自身特点,直接套用民用

建筑的节能技术和指标是不合理的;而且,全国烟草行业各生产企业所处地域、气候与自然条件千差万别,因此可利用建筑环境模拟来指导设计和运行管理。

1 卷烟厂建筑情况介绍

一般来说,卷烟厂会有如下功能区:生产区、办公科研区、动力辅助区、仓储区。卷烟厂用于生产的建筑是联合工房和辅助生产工房。联合工房是卷烟厂的核心建筑,主要的生产过程均在其中完成,也是打造绿色工房最重要的对象。联合工房内大部分为单层建筑,部分为2层或3层建筑。除了联合工房外,还有一些办公和生活等生产辅助用房。

在联合工房内,有两个主要的生产车间——制

^{*} 国家“十一五”科技支撑计划课题(编号:2006BAJ01A01)资助

①[☆] 李莹,女,1976年1月生,硕士,高级工程师
100044 北京市西城区车公庄大街19号中国建筑设计研究院节能中心
(010) 68302437
E-mail: ly@cadg.cn
收稿日期:2009-03-03

丝车间和卷接包车间。其他的区域大多是一些库房性质的房间。

在卷烟厂中涉及到的建筑模拟一般有:建筑能耗模拟、室外新风利用的模拟、非空调状态下室内温湿度的模拟、室外风环境和室内气流组织的模拟、日照模拟和室内采光模拟。

2 建筑能耗模拟

建筑能耗包括供暖空调能耗和照明能耗,不包括生产能耗和生活热水能耗。图 1 是其中一个卷烟厂联合工房的模拟模型。

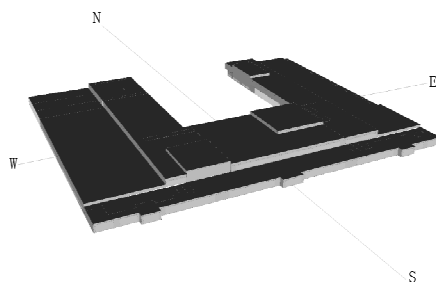


图 1 某联合工房的建筑能耗模拟模型

在模拟软件中对围护结构、室内人员、设备、灯光、室内设计参数、运行时间和空调设备等进行了详细地定义,计算出的能耗均为各设备电耗(将锅炉的燃料能耗折算为电耗进行统计)。图 2 和图 3 是程序计算出的建筑冷、热负荷。图 4 给出了计算出的各空调设备和照明能耗比例。

进行建筑能耗模拟,一方面是想了解它的能耗状况,更重要的是能采取恰当的措施来降低建筑能耗。因此还分别独立模拟了各节能措施的节能效

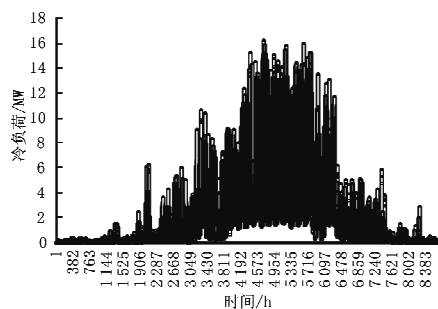


图 2 建筑冷负荷

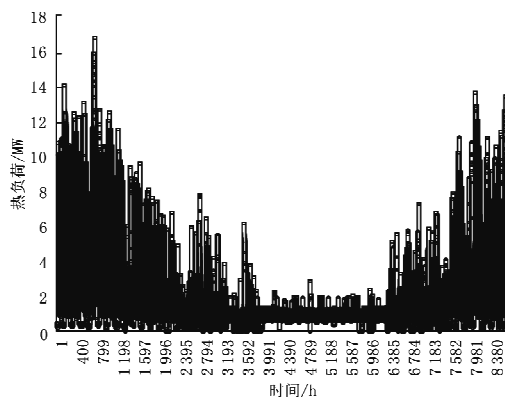


图 3 建筑热负荷

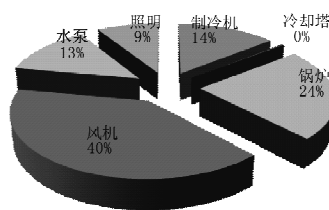


图 4 空调设备和照明能耗比例

果,模拟结果见表 1。

表 1 采取各节能措施的设备能耗及节能率

各项能耗	基准建筑	照明功率密度降低 2 W/m ²	考虑外窗遮阳 S _c =0.3	COP=5.6	水泵变频	风机变频
制冷机能耗/(MWh)	6 830	6 730	6 750	6 200	6 260	6 830
冷却塔能耗/(MWh)	190	190	190	190	180	190
锅炉能耗/(MWh)	11 316	11 440	11 359	11 316	11 345	11 130
风机能耗/(MWh)	19 280	19 270	19 250	19 280	19 280	18 412
水泵能耗/(MWh)	6 340	6 330	6 310	6 330	3 290	6 340
照明能耗/(MWh)	4 290	2 890	4 290	4 290	4 290	4 290
全年能耗/(MWh)	48 246	46 850	48 149	47 606	44 645	47 378
节能率/%		2.89	0.20	1.33	7.46	1.8

3 室外新风利用模拟

室外新风利用是指在室外气象条件比较好的时候增大新风比,以减少制冷负荷。在民用建筑设计时,对于全空气系统,常常会在条件许可的情况下,过渡季增大新风比甚至全新风运行,以减少空调能耗。对于工业建筑,同样也期望能够利用室外

新风来减少空调能耗,因此对各个空调区域做了室外新风利用的模拟。

某卷烟厂的联合工房内有 17 个空调区域,对该 17 个区域全部进行了室外新风利用模拟。一般来说,库房区域可利用室外新风的时间很短,而对于内热比较大的区域,比如制丝车间和卷接包车

间,相对可利用时间就比较长,如图 5~7 所示。

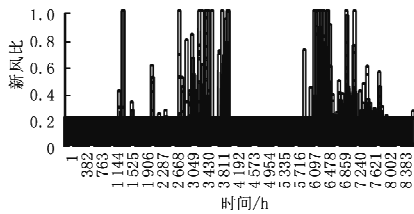


图 5 卷接包车间全年新风比变化状况

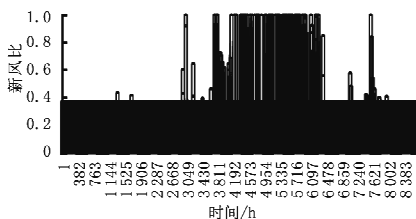


图 6 制丝车间全年新风比变化状况

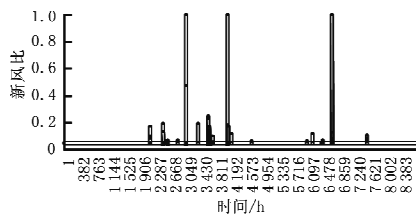


图 7 掺配叶丝高架库全年新风比变化状况

图 8 和图 9 是新风可利用时间和新风节能量的汇总。由图可知,对于卷烟厂工房来说,可利用新风节能的区域很少,只有制丝车间和卷接包车间有比较明显的节能效果。其中 2 个房间——喂丝间和箱装成品烟丝高架库的可利用时间比较长,但

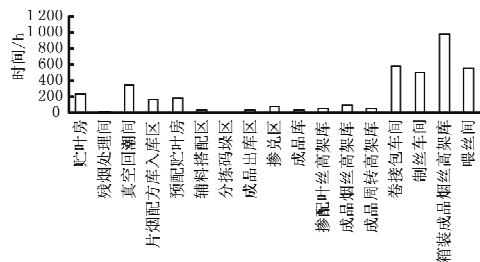


图 8 各空调区域室外新风可利用时间

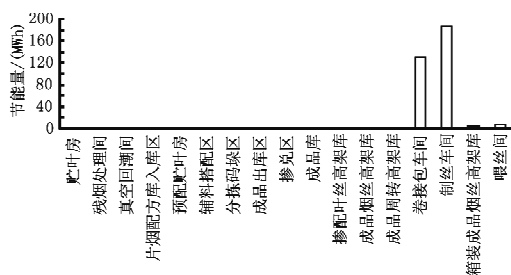


图 9 各空调区域年节能量

其节能量依然非常小。

为什么卷烟厂工房室外新风利用的效果并不是特别明显呢?对于民用建筑,通常是控制送风温度,只要新、回风混合温度合适就可以,对于湿度要求并不是特别严格。而卷烟厂就不一样,工房内湿度的重要性甚至超过了温度,所以绝不能只控制室内温度。在室外气象参数中,如果只考虑温度合适,那么可利用新风的时间就非常长,但是湿度合适的时间就很短。在过渡季,室外空气相对湿度一般都大大低于工房要求的相对湿度。如果要保证送风温度合适,就有很大的加湿负荷,这样不但不节能,反而会造成能耗增加。

根据模拟结果可以很清楚地知道,什么区域可以做成新风比可调,什么区域不需要做成新风比可调,如果做了可调,控制方法不合理的话,还可能增加能耗。

4 非空调房间的室内温湿度模拟

处于温和地区的卷烟厂的业主希望能够利用温和的气象条件,不设置空调,比如说办公楼,甚至一些温湿度要求范围比较宽的车间,比如制丝车间,因此就希望了解在不设置空调的情况下室内的温湿度。这可以借助模拟房间无空调设备情况下的自然室温和室内相对湿度获得。图 10 和图 11 是某温和地区卷烟厂的制丝车间在无空调设备情

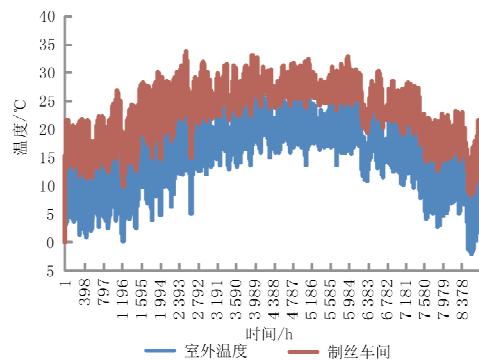


图 10 制丝车间无空调状况下的自然室温

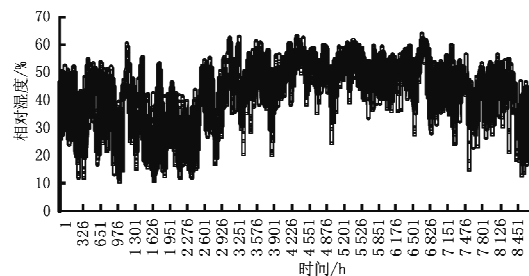


图 11 制丝车间无空调状况下的相对湿度

况下的室内温湿度。

在卷烟厂规范中,制丝车间的建议温度是17~35℃,相对湿度是50%~77%。从图中可以看出,制丝车间的自然室温大部分都在这个温度区间内,有一部分是低于15℃的,这部分中还有相当一部分是晚上非生产时段;但是相对湿度偏离很大。

以上模拟结果和该工房业主的经验和感性认识一致。业主在制丝车间需不需要设置空调这个问题上曾经有过非常大的争论。根据模拟结果及与业主和设计人员的沟通,只在车间内设置加湿装置即可,没必要设集中空调。

图10和图11是全年8760h的变化,图12,13是考虑生产班制后的温、湿度分布直方图。

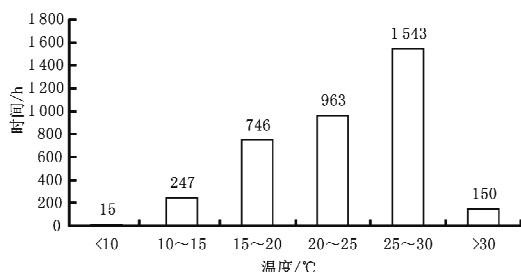


图12 温度分布直方图

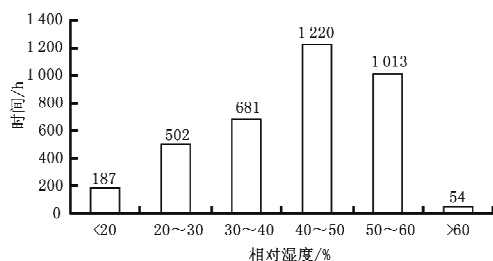


图13 相对湿度分布直方图

5 建筑群风环境模拟

利用计算流体力学(CFD)分析方法和相关软件对卷烟厂厂区的室外风环境进行模拟,分析其在夏季、冬季主导风向和典型风速状况下的室外风环境状况,冬季是否有风速过大的人行区域,夏季是否有通风不畅的情况,以及是否可能存在局部涡流区、不利污染物的扩散等。模拟结果见图14。

6 自然通风模拟

处于温和地区的联合工房,对于室内温湿度要求精度不高的车间以及其他车间在非生产时段可利用自然通风。利用计算流体力学分析方法和相关软件对这部分车间进行了模拟,提出了改善自然通风的措施。模拟结果见图15,16。



图14 距地面1.5m处室外风速矢量图

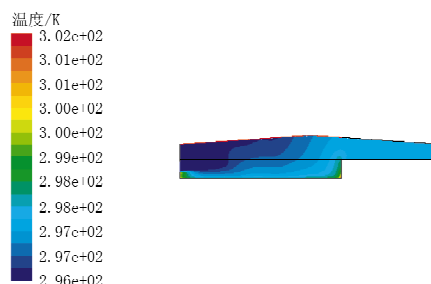


图15 制丝车间自然通风状态下的室内温度云图

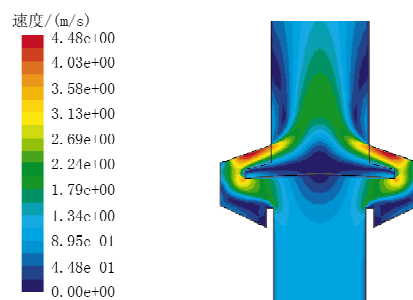


图16 制丝车间通风采光天窗速度云图

7 日照遮阳模拟

主要针对遮阳方式进行模拟,分析建筑遮阳形式是否有效,并且给出定量结果。图17,18是某联

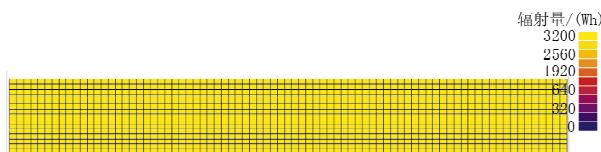


图17 夏季(6月1日~9月30日)无挑檐时南向玻璃幕墙的累计直射辐射

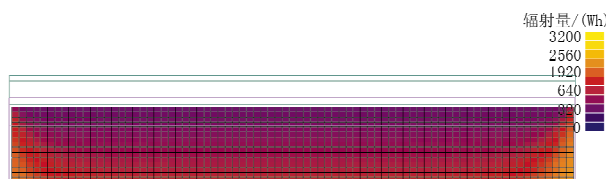


图18 夏季(6月1日~9月30日)有挑檐时南向玻璃幕墙的累计直射辐射

(下转第108页)

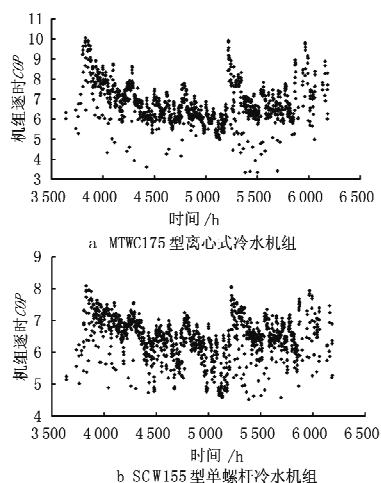


图 12 两种机组的逐时 COP 分布

缩循环和高效换热器,其名义 COP 高于 SCW155 型单螺杆式冷水机组,使得前者在高负荷率下的 COP 高于后者;2) 由于微型离心式冷水机组采用了压缩机变频、改变导流叶片开度和热气旁通等技术,改善了部分负荷和变工况下的运行性能,特别是在低冷却水温度及低负荷率时具有更高的 COP,从而使得微型离心式冷水机组的全季节运行性能高于同容量的单螺杆式冷水机组。

另外,从制取不同温度冷水的性能差异可以看出:在温湿度独立控制空调系统中,利用微型离心式冷水机组制备 18℃ 冷水去除建筑内的显热负荷,因蒸发温度提高,压缩比减小,机组 COP 提高(见图 6b),可获得更高的 SEER。这对推进建筑节能具有重要意义,但其节能效果必须结合湿度控制设备能耗进行分析,在此不再赘述。

3 结论

通过对国内冷水机组总现状调查可以看出,离心式冷水机组具有制冷量大和 COP 高的特点,故

利用离心压缩机的优势,开发小型高效的离心式冷水机组是提高小冷量机组能效水平的有效途径。以某公司开发的微型离心式冷水机组为例,阐述了离心式冷水机组小型化和高效化的技术途径,并建立了 MTWC175 型离心式冷水机组和同等容量的 SCW155 型单螺杆冷水机组的能耗模型,分析了它们在北京地区参考建筑中的供冷季的运行性能。计算结果表明,MTWC175 型离心式冷水机组的 SEER 高于 SCW155 型单螺杆式机组,说明微型离心式机组的运行性能已达到或超过常规单螺杆式冷水机组性能,在中小型建筑中具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 机电信息调研组. 2006 年全国中央空调市场总结报告 第二部分:离心式冷水机组市场总结[J]. 机电信息, 2007, 148(10): 10-13
- [2] Department of Building Science, Tsinghua University. Application of micro turbo chiller in China[R], 2006
- [3] 関亘, 上田憲治, 枅谷穰, 他. 高効率ターボ冷凍機(NART シリーズ)[J]. 三菱重工技報, 2002, 39(2): 88-91
- [4] 江亿, 刘晓华, 李震, 等. 温湿度独立控制空调系统[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006
- [5] 関亘, 上田憲治, 田井東一馬, 他. 世界最高効率インバーターターボ冷凍機(NART-I シリーズ)[J]. 三菱重工技報, 2004, 41(1): 44-45
- [6] 陈权, 邵双全, 张晓亮, 等. 双级离心式冷水机组的数学模型及其应用[J]. 制冷学报, 2008, 29(2): 23-28
- [7] 吴华根, 彭学院, 邢子文. 部分负荷工况下螺杆制冷压缩机特性试验研究[J]. 机械工程学报, 2004, 40(7): 195-198
- [8] 程德威, 孙平, 李雪. 螺杆式冷水机组性能影响因素分析及其应用[J]. 建筑热能通风空调, 2002, 21(6): 35-37
- [9] 清华大学 DeST 开发组. 建筑环境系统模拟分析方法——DeST[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006
- [10] 李永安, 赵堂虎, 尚丰伟. 空调用冷却塔室外气象条件的确定[J]. 制冷, 1996(1): 60-63

(上接第 30 页)

合工房建筑挑檐在夏季对该朝向玻璃幕墙的遮阳效果,用夏季的累计直射辐射值表示。

8 采光模拟

图 19 是带有光导管的室内采光模拟分析结果,天花板上的圆柱是光导管。

9 小结

建筑环境模拟在卷烟厂绿色工房技术实践过程中有很重要的作用,模拟结果可用于指导绿色工房实践,并对原建筑设计和设备系统设计进行完善

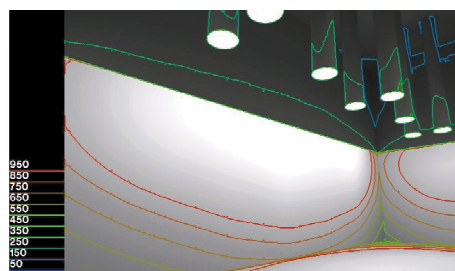


图 19 光导管在夏季晴天情况下的空间照度分布图

和改进。