

空调全年逐时动态负荷计算 能提供什么信息和回答什么问题？

—— 一栋办公楼空调全年逐时动态负荷计算的结果及其分析

中国建筑科学研究院空气调节研究所 汪训昌[☆]

中国建筑科学研究院建筑物理研究所 林海燕

北京银谷大厦房地产开发有限公司 杨书渊 李 勇

摘要 以北京银谷大厦办公楼为例,介绍了全年逐时动态负荷计算的结果,并对其进行了详细分析,为指导空调系统的分系统设计、空调运行与能量管理提供定量的依据。通过本文和以前发表的该工程第一阶段的计算结果,完整给出了对一栋办公楼进行空调全年逐时动态负荷计算的结果。

关键词 办公楼 空调全年逐时动态负荷计算 层段 累计冷热量 最大冷热负荷

Information provided and questions answered by all year hourly dynamic load calculation of air conditioning systems — calculation results and analysis for an office building

By Wang Xunchang[☆], Lin Haiyan, Yang Shuyuan and Li Yong

Abstract With the example of Beijing Yingu Building, gives all year hourly dynamic load calculation results and makes detailed analysis, which will provide quantitative guidance for system division, operation and energy management of air conditioning systems. The above results as well as the first stage results previously published are a complete result of all year hourly dynamic load calculation of the air conditioning system for an office building.

Keywords building, all year hourly dynamic air conditioning load calculation, floor section, accumulated cooling/heating quantity, maximum cooling/heating load

★ Institute of Air Conditioning, China Academy of Building Research, Beijing, China

0 引言

上世纪 80 年代,改革开放在全国范围内首先掀起了建设旅游旅馆的高潮,由于当时涉外宾馆在使用功能与生活环境方面需要满足外国人的生活要求,促使空调成为了旅游旅馆建设中一种必备设施。90 年代,由于商品经济的发展与大量外国企业的涌入,又出现了建设与国际水平接轨的商场与办公楼的高潮,这些现代化水准商场与办公楼的主要特征之一都是需要设置全年运行的舒适性空调系统。高水准的宾馆、商场和办公楼这三类民用空

调建筑经 20 多年的建设,在全国各大、中、小城市已是到处可见,其建设速度之快,规模之大,范围之广可称世界第一。但是这种高速建设与发展,客观上也使大家放弃了曾经倡导的“精心设计,精心施工”的方针。反映在空调设计中,不管工程规模如

☆ 汪训昌,男 1936 年 3 月生,研究生 研究员
100013 北京市北三环东路 30 号
(010) 84274556
收稿日期: 2005-01-12
修回日期: 2005-08-31

何,复杂程度如何,在施工图设计阶段,采用负荷指标来确定每个工程的冷、热负荷,已普遍成为一种合理与合法的设计行为。但是,不论是80年代末中国建筑科学研究院空气调节研究所对全国旅游旅馆所作的能耗调查测试,还是90年代末清华大学建筑技术科学系对北京市公共建筑的能耗调查测试,都证明了由这种负荷指标估算的设计冷负荷所确定的冷源安装容量,均比实际需要大了1/3左右。因此,自上世纪90年代以来,全国一些研究单位与高校的专家教授一直在呼吁设计界应尽快改变这种状况,尽早采用全年的逐时动态负荷计算代替目前这种简化的估算指标方法。这是为了对工程业主负责,也是为了节省宝贵的能源。

随着空调在民用建筑中的普及,全国能源供应形势的严峻,尤其是夏季电力供应的紧缺,已迫切需要建筑设计与空调设计采取有效的节能措施。为此,2003年11月5日颁布的《采暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019—2003)中将第6.2.1,6.2.15条款的空调逐时冷负荷计算列为强制性条文。建设部在2001—2003年期间还先后颁布了《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134—2001)与《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75—2003)等建筑节能标准,最近颁布了《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)。上述后三项标准规范都涉及一个核心问题,即要求设计单位当所设计建筑的一系列与能耗有关的参数不能满足标准的刚性规定时,必须采用全年逐时动态负荷计算方法计算其空调、供暖的冷、热负荷和全年能耗,并确保空调、供暖能耗符合标准的规定。这是一个规范全国建筑节能设计行为和提高建筑空调设计水平的重大举措和良好开端。

众所周知,空调建筑的冷、热负荷计算是一切空调工程设计的基本依据。如何通过改善建筑外围护结构的保温隔热遮阳性能,最大限度地降低围护结构冬、夏的传热负荷要靠它;如何权衡外窗玻璃的天然照明效果与遮阳效果要靠它;如何合理确定冷、热源的容量与台数配置,及如何通过优化控制策略实行经济运行要靠它;如何正确、合理确定空调方式与空调水系统方案要靠它;在推广蓄冷空调、燃气空调和能量回收系统时,如何评价其经济效益、社会效益及环保效益也要靠它。总之,在建筑工程设计领域,推广全年空调逐时冷、热动态负

荷计算的必要性很多,好处与效益也很明显。但是这种计算方法的复杂性和难以入门阻碍了它的推广,尤其在目前我国这种工程设计管理体制下更是难上加难。现在,笔者通过北京银谷大厦这一工程实例,来向建筑设计与空调设计业内人士说明采用全年逐时动态负荷计算方法的必要性与种种好处。希望有更多有识的设计者与建筑业主加入这一行列,以提高我国建筑与空调设计的科学水平。

1 计算工具和过程

本文利用DOE 2程序对银谷大厦的全年逐时空调冷、热负荷进行了模拟计算。DOE 2是美国Lawrence Berkeley National Laboratory开发的建筑热过程模拟软件,该软件可以模拟建筑物全年8760h逐时的室温、系统的冷热负荷以及空调供暖能耗等。ASHRAE在2001年曾经组织过一次各种建筑能耗动态模拟软件的评测比较,结果显示DOE 2的模拟结果是可靠的^[1]。

DOE 2是早年开发的软件,不具备计算机Windows操作系统环境下的图形化输入输出界面,在本文的计算中,利用自己开发的前后处理接口软件,在图形方式下对建筑物进行了详细的描述,输入各种计算参数,直接调用DOE 2模拟计算并处理其输出报告,得到许多详细的数据和有意义的结果。具体的计算过程如下。

1.1 负荷计算的层段的划分与分区

负荷计算的层段的划分与分区是正确处理全年动态负荷计算的计算工作量与所要获得的数据准确度、适用性关系的关键。它取决于设计者对全楼各层、各朝向空调房间内、外负荷来源的正确理解与设定,同时又依赖于设计者的责任感与严谨性,因为楼层划分越多,分区越细,计算工作量与耗时无疑就会越多。笔者不认为越多越好,而是需要根据不同工程的建筑设计特点与使用功能来合理划分层段与分区,要掌握好“适度”。北京银谷大厦在使用功能上是一栋出租办公楼,在建筑结构上和空调系统上有以下特点。

a) 1~22层的楼层建筑面积在南向呈弧形收缩,13层将全楼中心部划分为上、下两个中庭(见图1),下段从4层起,每3层在南向分设一个空中花园,上段从14层起,每3层在北向分设一个空中花园,故在负荷计算的层段划分上共划为10段:23~25层,20~22层,17~19层,14~16层,13层、

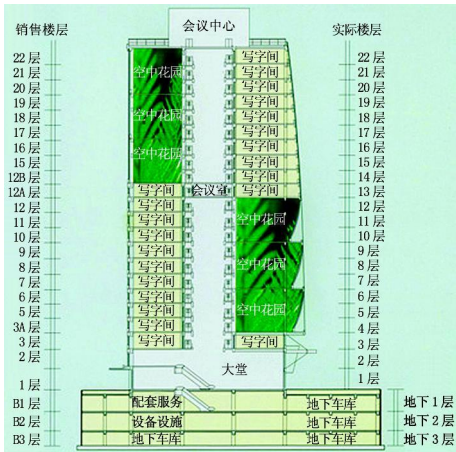
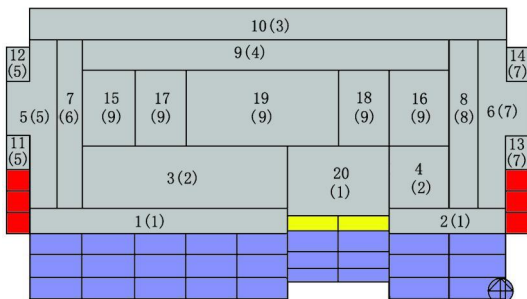


图 1 银谷大厦纵向剖面图

10~12层、7~9层、4~6层、1~3层及地下1~3层。

b) 因为各层建筑平面形状均为矩形, 东、南、西、北朝向分明, 内外分区明确, 中庭空间也很明确, 故在1~22层平面分区上一般每个层段划分为4个外区、4个内区、3个中庭内区。图2, 3给出了7~9层段的计算分区与外围护结构的简化模型。

c) 因为全楼各层空调系统绝大部分采用了风



1~20为房间编号 括号内数字1~9为空调系统编号

图 2 7~9层段的计算分区

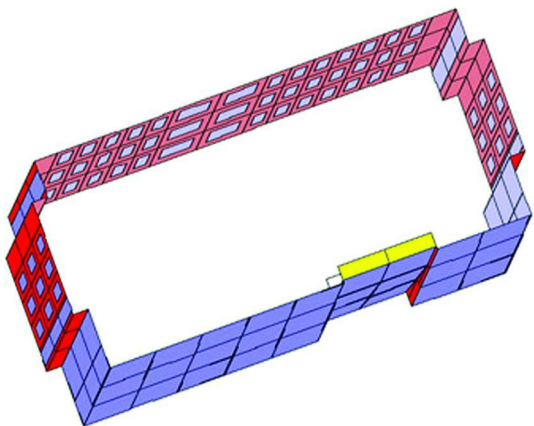


图 3 7~9层段全年能耗计算外立面简化图

机盘管加新风系统的水-空气系统, 为了便于确定每个新风系统处理新风的容量与全年负荷变化的规律, 在本次分区负荷计算中假设其新风量均为零, 而另行计算北京地区单位新风量处理的逐时、逐日、逐月的冷、热负荷, 再乘以各分区、各层段的新风量, 加上各分区、各层段的建筑内外空调冷、热负荷, 得到总的冷、热负荷。

1.2 各种计算设定条件

在本工程的全年空调冷、热负荷计算中, 对各层段与各分区的空调供冷、供暖的运行时间, 室内的冬、夏季温湿度, 外围护结构的建筑热工参数都作了统一规定, 详细列于文献[2]附件二的4张附表中, 其中附表1给出了银谷大厦全年能耗计算中的节假日设定; 附表2给出了银谷大厦全年能耗计算中的内负荷发生率的时间设定; 附表3给出了各种房间内负荷计算中的各项设定; 附表4给出了各层段建筑外围护结构保温隔热遮阳性能的设定。鉴于本文篇幅所限, 上面4张附表从略。

2 全楼各层段各分区计算数据的归纳与整理

由于在本次全年逐时动态总负荷计算中, 将整栋办公楼划分为10个层段, 每个层段又划分为9~11个分区, 而且又将处理室外新风空调负荷单独计算, 所以从计算结果中可以获取大量信息与数据, 通过各种不同的分时、分类统计, 可以进行各种问题的分析, 以指导我们的设计与未来的运行管理。

全楼各层段、各分区计算结果的数据, 从最初的原始程序计算的数据, 经中间摘录归纳, 到最后汇总整理, 形成了可供分析用的以下25张统计汇总表。

表2 1a为北京地区办公楼每 m^3 新风处理全年能耗分析($t=22\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi=40\%$); 表2 1b为北京地区办公楼每 m^3 新风处理全年能耗分析($t=15\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi=30\%$); 表2 2a为各层段新风处理逐月的累计冷、热量($t=22\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi=40\%$); 表2 2b为各层段新风处理逐月的累计冷、热量($t=15\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi=30\%$); 表2 3a为各层段新风处理逐月的最高小时冷、热负荷($t=22\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi=40\%$); 表2 3b为各层段新风处理逐月的最高小时冷、热负荷($t=15\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi=30\%$); 表4 1为7~9层各供暖供冷系统的月累计冷热量与最大负荷汇总表; 表4 2为13层各供暖供冷系统的月累计冷热量与最大负荷汇总表;

表 4 3 为 17~19 层各供暖供冷系统的月累计冷热量与最大负荷汇总表;表 4 4 为 1~3 层各供暖供冷系统的月累计冷热量与最大负荷汇总表;表 4 5a 为 23~25 层各供暖供冷系统的月累计冷热量与最大负荷汇总表(有阳光顶);表 4 5b 为 23~25 层各供暖供冷系统的月累计冷热量与最大负荷汇总表(无阳光顶);表 4 6 为 B1~B3 层各供暖供冷系统的月累计冷热量与最大负荷汇总表;表 7 1a 为 3 个标准层段传热与内热逐月最大负荷汇总表;表 7 1b 为 3 个非标准层段传热与内热逐月最大负荷汇总表;表 7 2a 为 3 个标准层段传热与内热逐月累计供热、供冷量汇总表;表 7 2b 为 3 个非标准层段传热与内热逐月累计供热、供冷量汇总表;表 7 3a 为各层段全年逐月最大负荷汇总表($t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$);表 7 3b 为各层段全年逐月最大负荷汇总表($t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=30\%$);表 7 4a 为各层段全年逐月累计供热供冷量汇总表($t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$);表 7 4b 为各层段全年逐月累计供热供冷量汇总表($t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=30\%$);表 7 5a 为全年累计供热供冷量汇总表($t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$);表 7 5b 为全年累计供热供冷量汇总表($t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=30\%$);表 7 6a 为各层段冬、夏季最大热、冷负荷汇总表($t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$);表 7 6b 为各层段冬、夏季最大热、冷负荷汇总表($t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=30\%$)。

在后面的计算结果分析中,笔者将充分利用这些统计汇总表中的数据来说明问题。由于篇幅所限,在下面的分析中只能按需要列出其中的几张汇总表。

3 计算结果分析

第二阶段的主要工作是针对整栋办公楼的全年累计供冷量、累计供热量与最大小时冷负荷、最大小时热负荷进行计算与分析。

根据北京银谷大厦的使用功能要求与建筑结构特点,在本次全年逐时动态负荷计算中,利用所获得数据与信息,主要可以进行以下几类问题的分析。

a) 根据整个大楼逐月与全年的最高冷、热负荷数据,可以校核与确定该工程空调冷、热源设备的设计容量;

b) 根据全楼各个内、外区冬、夏季热、冷负荷与累计冷、热量的数据,对空调水系统的划分与空调方式提出改进调整建议;

c) 根据全楼内、外区冬季白天都存在冷负荷的特点,降低新风送风状态参数,达到减少冬季新风处理热负荷与供热量的目的;

d) 根据单位新风量全年处理的累计供冷供热量与最高小时冷、热负荷的资料,不但便于划分新风处理系统和准确选择新风处理机组,而且能准确掌握处理新风全年所需的冷、热量,以及采用空气-空气热回收装置后所能获得的节能效果;

e) 根据全楼逐月累计冷、热量数据,可以进一步准确推算该工程的逐月供热、供冷的电能消耗与天然气消耗,从而准确计算出逐月的能耗费用,对照该工程逐月的实际能耗费用,以便寻找节能潜力和采取有效的节能措施;

f) 根据全楼的逐时冷、热负荷数据,可以准确统计出全年的冷负荷与热负荷分布的累计时间规律,从而可以制订出全楼全年冷、热源设备优化控制的策略。

3.1 对于空调冷、热源设备设计容量的校核

银谷大厦原设计夏季空调冷负荷指标取 $100\text{ W}/\text{m}^2$,空调总设计冷负荷为 $8\ 100\text{ kW}$,选用了 2 台 $2\ 990\text{ kW}$ 制冷量和 1 台 $2\ 280\text{ kW}$ 制冷量的离心式冷水机组,冷源设备的总制冷能力为 $8\ 260\text{ kW}$;冬季空调热负荷指标取 $80\text{ W}/\text{m}^2$,空调总设计热负荷为 $6\ 480\text{ kW}$,选用了 5 台 $1\ 400\text{ kW}$ 额定制热量的燃气供热锅炉,其总制热能力为 $7\ 000\text{ kW}$ 。

表 1(原表 7 3b)为各层段全年逐月最大冷、热负荷汇总表(冬季送风 $t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=30\%$)。从表中可以看出,全楼夏季空调最大计算总冷负荷为 $6\ 999\text{ kW}$,是原设计总冷负荷 $8\ 100\text{ kW}$ 的 86% ,是现有制冷设备制冷能力 $8\ 260\text{ kW}$ 的 85% ,现有制冷设备的安装容量富余了 15% ;全楼冬季空调最大计算总热负荷为 $5\ 684\text{ kW}$,是原设计总热负荷 $6\ 480\text{ kW}$ 的 87.7% ,是现有燃气供热锅炉总制热能力 $7\ 000\text{ kW}$ 的 81.2% ,现有燃气供热锅炉的安装容量富余了 18.8% 。

表 2(原表 7 6b)为各层段冬、夏季最大热、冷负荷汇总表。从表中可以看出,对于各项负荷指标,其全楼冬季最高小时热负荷指标为 $73.8\text{ W}/\text{m}^2$,为原设计负荷指标的 92.3% ;夏季最高小时冷负荷指标为 $95\text{ W}/\text{m}^2$,为原设计冷负荷指标的 95% ;冬季最高小时冷负荷指标为 $26\text{ W}/\text{m}^2$,是夏季的

表 1 各层段全年逐月最大负荷汇总

kW/层段

层段	负荷来源	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月	
		最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷	最大热负荷	最大冷负荷
23~25	传热与内热	190	16	174	19	46	119	2	170	225	248	223	225	189	12	160	53	94	127	34					
	新风处理	283		304		207		133		166	203	262	300	166		3	232		275						
20~22	传热与内热	224	222	49	229	16	293	3	322	375	385	352	379	365	13	361	16	278	19	231					
	新风处理	364		391		267		172		214	261	338	385	214		4	298		353						
17~19	传热与内热	224	222	49	229	16	293	3	322	375	385	352	379	365	13	361	16	278	19	231					
	新风处理	364		391		267		172		214	261	338	385	214		4	298		353						
14~16	传热与内热	224	222	49	229	16	293	3	322	375	385	352	379	365	13	361	16	278	19	231					
	新风处理	364		391		267		172		214	261	338	385	214		4	298		353						
13	传热与内热	84	84	16	84	0	112	0	122	138	143	131	142	136	0	134	0	107	5	89					
	新风处理	182		195		133		86		107	131	169	192	107		2	149		176						
10~12	传热与内热	262	214	139	210	24	291	23	314	354	373	343	374	358	11	359	23	281	40	227					
	新风处理	361		388		265		170		212	260	335	383	212		4	296		351						
7~9	传热与内热	262	214	139	210	24	291	23	314	354	373	343	374	358	11	359	23	281	40	227					
	新风处理	361		388		265		170		212	260	335	383	212		4	296		351						
4~6	传热与内热	262	214	139	210	24	291	23	314	354	373	343	374	358	11	359	23	281	40	227					
	新风处理	361		388		265		170		212	260	335	383	212		4	296		351						
1~3	传热与内热	294	183	122	173	16	306	0	337	458	471	466	461	415	4	371	19	297	81	203					
	新风处理	514		552		377		242		302	369	477	544	302		6	421		499						
B1~B3	传热与内热	71	462	0	463	0	482	0	524	609	597	577	586	116	0	567	0	521	0	483					
	新风处理	433		465		317		204		254	311	402	459	254		5	355		420						
合计		5 684	2 053	4 725	2 058	2 812	2 770	1 773	3 060	5 723	6 313	6 812	7 470	5 132	89	3 436	3 129	2 699	3 873	2 182					

注: 1) 冬季送风 $t=15^{\circ}\text{C}$, $\varphi=30\%$ 。

2) 由于篇幅所限, 将各数据取整, 因此各数据之和与相应合计数据有一点出入。

表 2 各层段冬、夏季最大热、冷负荷汇总

层段	新风供应量/ (m^3/h)	最大处理负荷/ (W/m^2)		新风处理负荷/ ($\text{kW}/\text{层段}$)		围护结构传热负荷与内热负荷/ ($\text{kW}/\text{层段}$)			空调处理最大总负荷/ ($\text{kW}/\text{层段}$)			单位面积最大空调负荷/ (W/m^2)					
		热负荷	冷负荷	热负荷	冷负荷	热负荷	(冬)冷负荷		(夏)冷负荷	热负荷	(冬)冷负荷		(夏)冷负荷	热负荷	(冬)冷负荷		(夏)冷负荷
							(冬)冷负荷	(夏)冷负荷			(冬)冷负荷	(夏)冷负荷			(冬)冷负荷	(夏)冷负荷	
23~25	22 920	13	11	304	300	176	16	246	479	16	546	89	3	101			
20~22	29 480	13	11	391	385	217	222	380	607	222	766	70	26	89			
17~19	29 480	13	11	391	385	217	222	380	607	222	766	70	26	89			
14~16	29 480	13	11	391	385	217	222	380	607	222	766	70	26	89			
13	14 720	13	11	195	192	80	84	142	275	84	334	96	29	116			
10~12	29 280	13	11	388	383	248	214	374	636	214	757	73	24	87			
7~9	29 280	13	11	388	383	248	214	374	636	214	757	73	24	87			
4~6	29 280	13	11	388	383	248	214	374	636	214	757	73	24	87			
1~3	41 640	13	11	552	544	272	183	464	823	183	1 009	105	23	129			
B1~B3	35 080	13	11	465	459	67	462	607	532	462	1 066	48	42	97			
合计	290 640			3 851	3 799	1 989	2 053	3 722	5 840	2 053	7 521	74*	26*	95*			

注: 1), 2) 同表 1。

3) 最后一行带 * 的数据为全楼平均值。

29%。

3.2 对于不同空调方式, 建议在水系统划分上根据供热供冷要求作相应的调整与修改

表 3(原表 2 2b)与表 4(原表 2 3b)分别给出了全楼各层段新风处理逐月的累计冷、热量和最高小时冷、热负荷值(冬季送风 $t=15^{\circ}\text{C}$, $\varphi=30\%$)。表 5(原表 7 4b)给出了全楼各层段全年逐月累计供热供冷量。从表 3 与表 4 可看出, 对于新风处理, 在 1~4 与 11、12 月只有热负荷和累计耗热量,

在 5~10 月只有冷负荷和累计耗冷量。从表 1, 5 可看出, 对于传热与内热负荷和新风处理负荷, 在 5~9 月, 虽然也只有冷负荷和累计耗冷量, 但是在 1~4, 10~12 月除了有热负荷和累计耗热量之外, 还有冷负荷和累计耗冷量。

从全楼所采用的空调方式来看, 4~22 层的办公区均采用了风机盘管加新风系统的水-空气空调方式。而 B1~B3 层, 1~3 层, 23~25 层的大空间公共场所主要采用了组合式空调箱定风量空调系

表3 各层段新风处理逐月的累计冷、热量

kWh/(层段·月)

层段	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	
	-2 312	-1 290	-930	-201	302	1 234	1 974	2 141	565	0.45	-1 012	-1 960	-7 705	6 216
23~25	-52 990	-29 570	-21 320	-4 610	6 910	28 280	45 240	49 070	12 950	10	-23 200	-44 920	-176 600	142 470
20~22	-68 160	-38 030	-27 420	-5 930	8 890	36 380	58 190	63 120	16 660	10	-29 830	-57 780	-227 140	183 250
17~19	-68 160	-38 030	-27 420	-5 930	8 890	36 380	58 190	63 120	16 660	10	-29 830	-57 780	-227 140	183 250
14~16	-68 160	-38 030	-27 420	-5 930	8 890	36 380	58 190	63 120	16 660	10	-29 830	-57 780	-227 140	183 250
13	-34 030	-18 990	-13 690	-2 960	4 440	18 160	29 060	31 520	8 320	10	-14 900	-28 850	-113 420	91 500
10~12	-67 700	-37 770	-27 230	-5 890	8 830	36 130	57 800	62 690	16 540	10	-29 630	-57 390	-225 600	182 010
7~9	-67 700	-37 770	-27 230	-5 890	8 830	36 130	57 800	62 690	16 540	10	-29 630	-57 390	-225 600	182 010
4~6	-67 700	-37 770	-27 230	-5 890	8 830	36 130	57 800	62 690	16 540	10	-29 630	-57 390	-225 600	182 010
1~3	-96 270	-53 720	-38 730	-8 370	12 560	51 380	82 200	89 150	23 530	20	-42 140	-81 610	-320 840	258 840
B1~B3	-81 100	-45 250	-32 620	-7 050	10 580	43 290	69 250	75 110	19 820	20	-35 500	-68 760	-270 290	218 060
合计	-671 960	-374 930	-270 300	-58 420	87 690	358 650	573 720	622 260	164 210	130	-294 130	-569 650	-2 239 380	1 806 660

注: 1) 同表1。

2) 表中数据负值为热负荷, 正值为冷负荷。

3) 表头第2行数据为处理单位新风量的逐月累计冷、热量, 单位为 $Wh/((m^3/h) \cdot 月)$ 。

表4 各层段新风处理逐月的最大小时冷、热负荷值

kW/层段

层段	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	
	-12	-13	-9	-6	7	9	11	13	7	0	-10	-12	-13	13
23~25	-283	-304	-207	-133	166	203	262	300	166	3	-232	-275	-304	300
20~22	-364	-391	-267	-172	214	261	338	385	214	4	-298	-353	-391	385
17~19	-364	-391	-267	-172	214	261	338	385	214	4	-298	-353	-391	385
14~16	-364	-391	-267	-172	214	261	338	385	214	4	-298	-353	-391	385
13	-182	-195	-133	-86	107	131	169	192	107	2	-149	-176	-195	192
10~12	-361	-388	-265	-170	212	260	335	383	212	4	-296	-351	-388	383
7~9	-361	-388	-265	-170	212	260	335	383	212	4	-296	-351	-388	383
4~6	-361	-388	-265	-170	212	260	335	383	212	4	-296	-351	-388	383
1~3	-514	-552	-377	-242	302	369	477	544	302	6	-421	-499	-552	544
B1~B3	-433	-465	-317	-204	254	311	402	459	254	5	-355	-420	-465	459
合计	-3 587	-3 851	-2 630	-1 692	2 107	2 578	3 328	3 799	2 107	44	-2 938	-3 482	-3 851	3 799

注: 1), 2) 同表1。

3) 表中数据负值为热负荷, 正值为冷负荷。

4) 表头第2行数据为处理单位新风量的逐月最大小时冷、热负荷值, 单位为 $W/(m^3/h)$ 。

表5 各层段全年逐月累计供热量、供冷量汇总

kWh/(层段·月)

层段	负荷来源	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		
		供热量	供冷量	供热量	供冷量	供热量	供冷量	供热量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	供冷量	
23~25	传热与内热	15 161	240	5 901	379	416	9 537	3	24 943	32 621	47 718	42 262	46 976	36 956	29	14 482	298	7 128	7 209	1 219						
	新风处理	52 990		29 750		21 320		4 610		6 910	28 280	45 240	49 070	12 950	10											
20~22	传热与内热	4 912	23 561	2 041	22 896	747	56 094	8	64 252	64 248	86 105	78 674	88 868	80 126	61	48 976	1 334	52 286	3 036	36 525						
	新风处理	68 160		38 030		27 420		5 930		8 890	36 380	58 190	63 120	16 660	10	29 830										
17~19	传热与内热	4 912	23 561	2 041	22 896	747	56 094	8	64 252	64 248	86 105	78 674	88 868	80 126	61	48 976	1 334	52 286	3 036	36 525						
	新风处理	68 160		38 030		27 420		5 930		8 890	36 380	58 190	63 120	16 660	10	29 830										
14~16	传热与内热	4 912	23 561	2 041	22 896	747	56 094	8	64 252	64 248	86 105	78 674	88 868	80 126	61	48 976	1 334	52 286	3 036	36 525						
	新风处理	68 160		38 030		27 420		5 930		8 890	36 380	58 190	63 120	16 660	10	29 830										
13	传热与内热	487	8 496	32	8 239	0	20 818	0	24 052	23 516	31 761	29 378	33 208	29 813	0	18 125	0	19 389	11	13 475						
	新风处理	34 030		18 990		13 690		2 960		4 440	18 160	29 060	31 520	8 320	10	14 900										
10~12	传热与内热	6 346	23 336	2 643	21 998	1 337	54 472	213	62 847	62 931	85 526	78 231	88 608	80 305	191	48 876	885	51 368	3 001	35 282						
	新风处理	67 700		37 770		27 230		5 890		8 830	36 130	57 800	62 690	16 540	10	29 630										
7~9	传热与内热	6 346	23 336	2 643	21 998	1 337	54 472	213	62 847	62 931	85 526	78 231	88 608	80 305	191	48 876	885	51 368	3 001	35 282						
	新风处理	67 700		37 770		27 230		5 890		8 830	36 130	57 800	62 690	16 540	10	29 630										
4~6	传热与内热	6 346	23 336	2 643	21 998	1 337	54 472	213	62 847	62 931	85 526	78 231	88 608	80 305	191	48 876	885	51 368	3 001	35 282						
	新风处理	67 700		37 770		27 230		5 890		8 830	36 130	57 800	62 690	16 540	10	29 630										
1~3	传热与内热	8 572	9 971	1 445	10 807	47	43 993	0	61 932	69 949	98 614	89 153	98 221	82 778	4	45 275	126	40 660	2 048	18 663						
	新风处理	96 270		53 720		38 730		8 370		12 560	51 380	82 200	89 150	23 530	20	42 140										
B1~B3	传热与内热	228	102 877	0	77 867	1	129 100	1	122 900	106 125	146 821	143 080	156 445	143 297	0	98 617	0	131 351	1	125 455						
	新风处理	81 100		45 250		32 620		7 050		10 500	43 290	69 250	75 110	19 820	20	35 500										
合计		730 192	262 280	396 540	23 197	277 026	535 150	59 117	615 120	631 370	1 198 450	1 348 310	1 489 570	938 360	789	470 180	278 001	509 490	552 110	374 230						
总计		供热量 2 295 780		供冷量 8 604 470																						

注: 同表1。

统来供冷与供热。

本工程空调水系统的复杂性主要在于冬季白天同时存在着供热与供冷不同要求。对于内区在冬季虽然为克服内部的灯光、设备、人体的散热量,普遍需要供冷,但其新风处理仍需将干冷的室外空气加热加湿到 15 °C 和 30% 的相对湿度,仍需供热。对于外区,除了新风处理冬季仍需要供热之外,在白天需要供冷以克服太阳辐射热和内部产热所造成的冷负荷,在夜晚需要供热以克服外围护结构传热所造成的热损失。

为此,对于服务于不同区域与不同空调方式的空调水系统,建议对原设计作如下的调整与修改:

a) 对于服务于内区风机盘管的水系统,可以采用全年都供冷的两管制系统。

b) 对于服务于外区风机盘管的水系统,建议采用四管制系统,冬季白天风机盘管切换到供冷两管制,夜晚切换到供热两管制;而夏季只运行供冷两管制。

c) 对于服务于内外区新风处理空调箱的水系统,建议在系统划分上采用冬、夏供热与供冷可变换的两管制。

d) 对于服务于定风量组合式空调箱的水系统,建议采用四管制,在冬季除对新风预加热处理外,同时对室内回风进行冷却降温处理,以满足公共场所冬季冷负荷的需要;而夏季只运行供冷两管制系统。

3.3 关于新风处理状态点,冬季送凉风的建议

在风机盘管加新风的空调方式中,新风处理一般从室外温度加热加湿到室内的设计温度与相对湿度,即 22 °C 和 40%。室内的传热与内热负荷全由风机盘管来承担。通过对本工程全年的逐时动态负荷计算,已获得充分的数据证明该工程东、南、西、北四方向的外区,在冬季的白天具有明显的冷负荷,需要供冷。

在周边外区的空调房间,对新风处理需供热,对风机盘管又要同时供冷,显然是一种冷热抵消的不经济和不节能的做法。因此,在不影响室内热舒适的前提下,设想了一种新风处理系统在冬季由送等温等湿风改为送凉风的方案,即将新风处理的送风状态点由 22 °C 和 40% 相对湿度调整到 15 °C 和 30% 相对湿度。这种调整既可以节省新风加热加湿的热量,同时又可抵消一部分周边区阳光与内热

源所产生的热量,从而降低了外区的冬季空调冷负荷。

为了定量说明这种调整方案的节能效益,计算了 22 °C 和 40% 相对湿度与 15 °C 和 30% 相对湿度两种新风处理状态点方案的逐月与全年的总累计冷、热量与最高小时冷、热负荷,其计算结果分别统计整理成表 7 3a, 7 3b, 7 4a, 7 4b。表 6 为从这 4 张表中摘录出的对比数据。

表 6 两种新风处理状态点方案对比数据

		1 月	2 月	3 月	4 月	10 月	11 月	12 月	全年
最大热负荷 /kW	$t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$	7 425	6 515	4 404	3 407	89	5 655	5 675	7 425
	$\phi=40\%$								
	$t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	5 684	4 725	2 815	1 773	89	3 129	3 873	5 648
	$\phi=30\%$								
累计供热量 / (MWh)	降低量	1 741	1 790	1 589	1 634	0	2 526	1 802	1 777
	$t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$	1 212	733	739	356	0.79	724	1 089	4 852
	$\phi=40\%$								
	$t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	730	397	277	59	0.79	278	552	2 294
降低量	$\phi=30\%$								
	降低量	482	336	462	297	0	446	537	2 558

表 6 表明,将新风处理到 15 °C 和 30% 相对湿度状态点,在冬季采用向室内送凉风的方案可以明显降低冬季的供热负荷和减小供热量。该方案可比送等温等湿新风减小全年供热量 52.7%,降低最高小时热负荷 24%。

3.4 对于新风处理负荷与节能潜力的分析

随着人们对于室内空气质量重要性认识的提高,加强室内通风换气,提高新风量标准已成为业内人士的一种共识。但是,新风量标准的提高必然会导致空调冷、热负荷的增加和全年运行能耗的增加,造成冷、热源设备与空气处理设备容量的扩大,直接导致工程投资的升高。这又是一般房地产开发商和业主所不愿意的。

北京银谷大厦设计正处于 2003 年全国发生 SARS 疫情的前后,故业主与设计单位对加强通风换气较为重视,在本设计中采用 40 m³ / (人 · h) 的新风量标准,这在当时的办公楼设计中是不多见的。采用了这种新风量标准后,对全楼的最高小时冷、热负荷和全年空调累计冷、热量究竟有多大影响确是业内人士关心的问题。正由于在本工程中进行了全年逐时动态负荷计算,笔者可以准确回答这个问题。

为了便于分析这个问题,在计算中将新风处理负荷与累计冷热量消耗和每个房间、每个分区、

每个层段的传热与内热负荷分开计算。对于新风处理的全年累计冷、热量消耗与最大小时冷、热负荷值,其最后结果分别统计汇总在表 7 5a, 7 5b, 7 6a, 7 6b 中。为了说明问题,对比摘录在表 7 中。

表 7 新风处理最大小时负荷与全年累计冷、热量消耗

	最大小时负荷		全年累计冷、热量消耗			
	冬季热负荷		冬季热量			
	$t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\varphi=40\%$	$t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\varphi=30\%$	$t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\varphi=40\%$	$t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\varphi=30\%$	夏季冷量	
新风处理/kW (MWh)	5 588	3 851	3 799	4 730	2 239	1 807
全楼总计/kW (MWh)	7 577	5 840	7 521	4 853	2 362	8 675
新风所占的百分比/%	73.7	65.9	50.5	97	95	21
单位面积的新风/ (W/m^2 , kWh/m^2)	70	48	48.0	59	28	22.8

注:新风处理、全楼总计、单位面积的新风三项的两个单位分别对应最大小时负荷和全年累计冷、热量消耗。

根据表 7,就银谷大厦这个特定办公楼工程而言,可以得到以下结论:

a) 由于透过外围护结构的太阳得热与内部人体、灯光、设备的散热有效抵消了外围护结构温差传热的热损失,导致其冬季新风处理热负荷要占总热负荷的 66%~74%,冬季新风处理的单位面积热负荷为 48~70 W/m^2 。冬季新风处理的累计供热量要占总供热量的 95%~97%,冬季新风处理的单位面积供热量为 28~59 kWh/m^2 。

b) 不论从新风处理所需的最大小时冷、热负荷看,还是从新风处理全年所需的累计冷、热量看,不管是从相对比例,还是从绝对数量看,当人均新风量标准提高到 40 $\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{h})$ 之后,采用空气-空气热回收装置会获得显著的节能效益。

c) 若采用全热效率为 80%的空气-空气全热交换器,估计可使全楼冬季最大小时热负荷从目前的 3 851~5 588 kW 降至 770~1 118 kW;夏季最大小时冷负荷从目前的 7 521 kW 降至 4 482 kW;对于累计供热供冷量,若以平均效率为 70%来估算,全楼冬季累计供热量从目前的 2 239~4 730 MWh 降低到 672~1 419 MWh;全楼夏季累计供冷量将从目前的 1 807 MWh 降至 542 MWh。

3.5 全年逐月供热供冷能耗分析

表 8 为银谷大厦全年逐月供热供冷能耗计算结果。其中只包括空调供热供冷的能源消耗,不包括照明、办公设备、电梯与生活热水的全年能耗。

计算表明,冬季将新风处理状态点由 22 $^{\circ}\text{C}$ 和 40%相对湿度调整到 15 $^{\circ}\text{C}$ 和 30%相对湿度,可以使全年天然气消耗量从 54.56 万 m^3 降至 25.8 万 m^3 ,具有巨大节能潜力。而全年的制冷与输配电耗分别为 2 390 MWh 与 2 350 MWh,相差只有 40 MWh。

3.6 全年冷、热负荷分布的时间统计与冷水机组的运行控制策略

在利用 DOE 2 程序计算该楼的全年逐时空调冷、热负荷基础上,统计归纳了其全年空调冷负荷时间(分布如图 4 所示)。该栋办公楼年最大冷负荷为 6 479 kW,在图 4 中以 5%最大冷负荷为一区间,共划分了 20 个区间,并分别统计了每个区间冷负荷所出现的时间和该区间内的平均冷负荷。

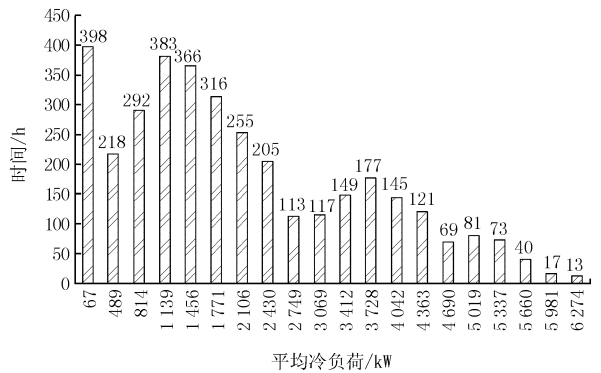


图 4 全年空调冷负荷的时间分布

从图 4 看出,该栋办公楼的 75%~100%最大冷负荷运行时间为 224 h,50%~75%最大冷负荷运行时间为 661 h,25%~50%最大冷负荷运行时间为 1 006 h,0~25%最大冷负荷运行时间为 1 657 h,总计 3 548 h。这四个区段的运行时间基本上随冷负荷降低呈反向倍比递增。

此外,从该楼全年冷负荷逐时变化的动态曲线(因为该曲线需在计算机上显示,在本文中难以表达,故只好省略)还可看出,其 75%~100%最大冷负荷大致出现在 7~8 月的中下午时段;55%~75%最大冷负荷大致出现在 7~8 月的上午与傍晚及 6 月的中下午;40%~55%最大冷负荷大致出现在 5 月的中下午和 6,9 月的上午与傍晚;30%~40%最大冷负荷大致出现在 4 月的中下午、9 月的白天和傍晚及 5 月的上午与傍晚;20%~30%最大冷负荷大致出现在 3,10 月的中下午及 4,5,9 月的上午与傍晚;10%~20%最大冷负荷大致出现在 1,

表 8 全年逐月供热供冷能耗计算

		累计冷热量/ (MWh)	制冷性能 系数	制冷电耗量/ (kWh)	燃气锅炉 效率 /%	天然气低热值/ (kWh/m ³)	制热燃气耗 量 /m ³	输送系数	输电电耗量/ (kWh)	总电耗量/ (kWh)
冬季室外空 气处理到 $t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\varphi=40\%$ 的 状态	1 月	-1 212			90	9.884	136 247	16.435	19 919	19 919
		262.28	20.0	13 114				0.66	8 655	21 769
	2 月	-733			90	9.884	82 400	16.435	12 047	12 047
		231.97	20.0	11 599				0.66	7 655	19 254
	3 月	-739			90	9.884	83 075	16.435	12 145	12 145
		535.15	7.0	76 450				0.66	50 457	126 907
	4 月	-356			90	9.884	40 020	16.435	5 851	5 851
		615.12	5.5	111 840				0.66	73 814	185 654
	5 月	631.37	5.5	114 795				0.66	75 764	190 559
	6 月	1 198.45	5.5	217 900				0.66	143 814	361 714
	7 月	1 348.31	5.5	245 147				0.66	161 797	406 944
	8 月	1 489.57	5.5	270 831				0.66	178 748	449 579
	9 月	938.36	5.5	170 611				0.66	112 603	283 214
10 月	-0.79			90	9.884	89	16.435	13	13	
	470.18	7.0	67 169				0.66	43 311	111 500	
11 月	-724			90	9.884	81 389	16.435	11 899	11 899	
	509.49	7.0	72 784				0.66	48 038	120 822	
12 月	-1 089			90	9.884	122 420	16.435	17 898	17 898	
	374.23	20.0	18 712				0.66	12 350	31 061	
合计				1 390 950			545 639		997 799	2 388 749
冬季室外空 气处理到 $t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\varphi=30\%$ 的 状态	1 月	-730			90	9.884	82 063	16.435	11 998	11 998
		262.28	20.0	13 114				0.66	8 655	21 769
	2 月	-397			90	9.884	44 629	16.435	6 526	6 526
		231.97	20.0	11 599				0.66	7 655	19 254
	3 月	-277			90	9.884	31 139	16.435	4 552	4 552
		535.15	7.0	76 450				0.66	50 457	126 907
	4 月	-59			90	9.884	6 632	16.435	970	970
		615.12	5.5	111 840				0.66	73 814	185 654
	5 月	631.37	5.5	114 795				0.66	75 764	190 559
	6 月	1 198.45	5.5	217 900				0.66	143 814	361 714
	7 月	1 348.31	5.5	245 147				0.66	161 797	406 944
	8 月	1 489.57	5.5	270 831				0.66	178 748	449 579
	9 月	938.36	5.5	170 611				0.66	112 603	283 214
10 月	-0.789			90	9.884	89	16.435	13	13	
	470.18	7.0	67 169				0.66	44 331	111 500	
11 月	-278			90	9.884	31 251	16.435	4 569	4 569	
	509.49	7.0	72 784				0.66	48 038	120 822	
12 月	-552			90	9.884	62 053	16.435	9 072	9 072	
	374.23	20.0	18 712				0.66	12 350	31 061	
合计				1 390 950			257 857		955 726	2 346 677

注: 1) 供冷输送电耗取制冷电耗的 2/3, 取 0.66; 2) 供热输送电耗取制热量的 16.435 倍; 3) 负值为累计供热量。

2 月的中下午及 3、10 月的上午与傍晚; 0~10% 最大冷负荷大致出现在 1、2、12 月的上午与傍晚。

该工程实际选用了 2 台 2 990 kW 冷量和 1 台 2 280 kW 冷量的离心式冷水机组。按照图 4 所示的该工程全年冷负荷的时间分布, 对不同的负荷区段让 3 台离心式冷水机组作如表 9 所示的组合运行。

从表 9 中可以看出, 冷水机组在 60%~80%

负荷率下运行的时间为: 224 h+661 h+588 h+776 h+682 h=2 931 h; 在 49%~50% 负荷率下运行时间为: 366 h+383 h=749 h; 在 92% 负荷率下运行时间仅为 113 h; 可以采用天然制冷而避免在低负荷率下运行时间为: 292 h+218 h=510 h; 有冷负荷而不需供冷时间为 398 h。

因此, 在这 3 548 h 全年有冷负荷的供冷时间里, 实际上有 25% 时间可以不开冷水机组。在需

表9 3台冷水机组不同组合运行参数

负荷区段 / %	运行小时数/h	最大/最小负荷/kW	各区段平均负荷/kW	运行台数	运行机组所处的部分负荷/%
75~100	81+73+40+17+13=224	6 274/5 019	5 019, 5 337, 5 660, 5 981, 6 274	2大1小	61~76
50~75	149+177+145+121+69=661	4 690/3 412	3 412, 3 728, 4 042, 4 363, 4 690	2大	57~78
45~65	117+149+177+145=588	4 042/2 749	3 069, 3 412, 3 728, 4 042	1大1小	58~77
40~45	113	2 749	2 749	1大	92
25~40	316+255+205=776	2 430/1 771	1 771, 2 106, 2 430	1大	59~81
20~25	366	1 456	1 456	1大	49
20~30	366+316=682	1 771/1 456	1 456, 1 771	1小	64~78
15~20	383	1 139	1 139	1小	50
10~15	292	814	814	天然制冷	若开1台小机组, 则为36
5~10	218	489	489	天然制冷	若开1台小机组, 则为21
0~5	398	平均值67	67	不需作任何供冷	

要开冷水机组的 2 650 h 的时间里, 只有 113 h 需在 92% 负荷率下运行, 占开机运行时间的 4.3%, 而其余 95.7% 的时间均在 50%~80% 负荷率下的高效率区内运行。

在该工程的实际运行中, 在夏季与春、秋过渡季, 通过台数控制与大小搭配完全可以使每台冷水机组均处于 50%~80% 的部分负荷区内运行。在 5%~20% 的负荷区段已处于冬季寒冷时段, 可以采用天然制冷 (free cooling) 方式来供冷, 以避免冷水机组在 20%~40% 的低效率部分负荷区运行。在 0~5% 的负荷区段, 在时间上虽也有 398 h, 但其全楼平均负荷只有 67 kW, 完全可以不作任何供冷来维持楼内的舒适度。

用同样方法, 统计归纳了全年空调热负荷时间, 其分布如图 5 所示。全年最大小时热负荷为 4 637 kW, 全年累计空调供热时间是 3 427 h。

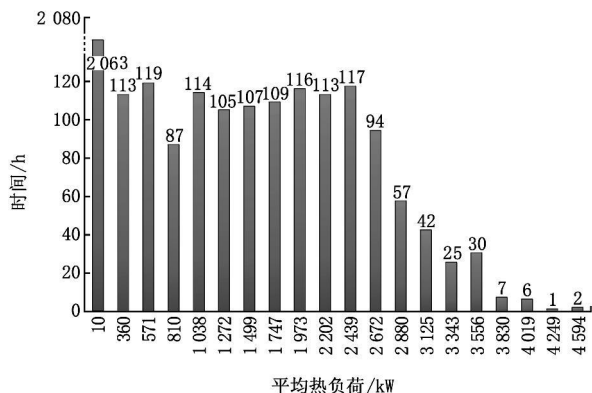


图5 全年空调热负荷时间分布

单就空调供热的需要, 不考虑生活热水供热而言, 从图 5 中可以看出, 在 75%~100% 的热负荷范围内, 只需运行 3 台燃气锅炉, 共运行 170 h 即

(2+1+6+7+30+25+42+57)h, 其中只有 2 h 达不到 4 594 kW 供热负荷的要求。在 30%~75% 的热负荷范围内, 只需运行 2 台燃气锅炉, 共运行 656 h 即 (94+117+113+116+109+107)h。在 5%~30% 的热负荷范围内, 只需运行 1 台燃气锅炉, 共运行 538 h (105+114+87+119+113)h。在 0~5% 的热负荷范围内, 虽占有 2 063 h, 但其平均热负荷只有 10 kW, 根本不需要投入燃气锅炉运行。

4 几点看法

4.1 本文与文献[3]的论述都充分说明了不管工程处于方案设计或初步设计阶段, 还是处于施工图设计阶段, 甚至对于工程的运行管理与能源管理, 空调的全年动态逐时计算方法都是一种强有力的计算手段, 可为工程设计与决策提供可靠的定量依据。

4.2 空调全年逐时动态负荷计算的目与功能, 绝不仅仅是为了计算冬夏设计日的最大热、冷负荷, 设计者设计的任务与责任也决不仅仅为了确定空调冷、热源和末端设备容量而计算负荷, 而是为了在满足规定的热舒适与室内空气质量的前提下, 选择合理的空调方案, 确定最经济的空调方式与系统, 达到全年最省能的运行目的。其中最关键的工作是必须进行正确的全年逐时冷、热负荷计算。

4.3 选择正确可靠的计算程序与气象资料是当前推行全年空调逐时动态负荷计算的首要问题。目前市场上把一些只能计算设计日 24 h 负荷的程序作为全年逐时动态负荷程序在推销, 希望引起有关主管部门的注意, 研究解决办法。

(下转第 103 页)

表2 成像间测试结果

	设计值	代表性测试点								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
温度/℃	23±1	23.3	23.5	23.5	23.7	22.7	22.7	23.4	23.3	23.3
相对湿度/%	55±3	55.6	54.9	55.2	55.2	56	56	56	53.3	53.3
洁净度(N7级)(粒/m ³)	0.5 μm 350 000	7 774	26 148	14 488	4 593	7 067	13 780	1 060	4 240	2 473
	5 μm 2 930	706	716	0	720	1 060	1 766	0	706	0
压差/Pa	20	20.3	20.5	20.2	20.1	20.3	20.3	20	20.2	20.1

从全部的测试结果来看,所有房间的参数都符合要求,说明该设计满足了甲方提出的条件。

4 总结

4.1 在设计中要注意节能。a) 由于此类工厂在生产过程中工艺设备存在大量的热排风,大量的排风必然对应大量的新风。在冬季,如果将这些热排风直接排至室外,而新风又另外需要加热来提高温度,既增加了运行费用,又浪费了能源。在设计中采用了新风换气机,将新风和热排风进行能量交换,回收排风中热量,加热新风,大大降低了冬季空调系统运行费用。虽然设计新风换气机增加了初投资,但通过计算分析,增加的成本在2~3年内就能回收回来。b) 净化空调系统风机使用了变频风机,由于系统初始运行阻力低,风机电机频率一般为35~45 Hz,这样大大节约了电能。c) 回收市政管网蒸汽凝结水,用于纯水站纯水加热,节约了能源,降低了运行成本。

4.2 在设计中要尽量降低投资。电镀、表面处理间面积大,层高较大,开始设计时采用工位送风与在两侧侧墙上布置球形喷口向室内送风相接合的方式,球形喷口送风速度大、射程远,这种

方式空调效果比较理想,但投资要多一些。在分析了车间的实际情况后,发现车间的排风都是从车间下部的设备接管排出,因此考虑将球形喷口侧送改为在吊顶上布置散流器上送,这种方式夏季的空调效果比较理想,冬季则会受到热空气浮升的影响,但由于K-3~8空调系统为全新风系统,排风在车间下部,实际上热空气浮升的影响较小,也能满足空调要求。这种方式比前一种方式投资大为降低。

4.3 在设计中要注意环境保护。在此工程中设计了酸碱洗涤塔和吸附洗涤塔,用于处理酸碱排风和有机排风,该酸碱洗涤塔和吸附洗涤塔是较先进的全自动控制设备,使废气达标排放。

5 结语

本工程自2004年10月竣工投入使用以来,空调、净化系统运行良好,能满足生产所需的温度、湿度、洁净度的要求,保证了产品成品率和质量,受到了甲方的好评。

参考文献

- 1 GB 50073—2001 洁净厂房设计规范
- 2 GB 50019—2003 采暖通风与空气调节设计规范

(上接第53页)

4.4 有了正确可靠的计算程序与气象资料之后,如何根据工程的各自特点,适度与合理划分层段与计算分区,合理确定程序计算中各项设定参数,是设计者能否获得充分、有效、可靠的原始计算结果数据的基本条件。

4.5 当获得了充分、有效、可靠的原始计算结果后,设计者如何从这些原始信息中提取有用的数据进行统计分析,得出有助于方案确定和设备容量计算的结论,是衡量一项工程设计深度和设计者应用程序能力的一个重要标志。

4.6 在业主的允许与支持下,本文与文献[3]几乎完整地发表了该工程负荷计算与分析报告^[2]全部

内容,我们十分欢迎全国同行进行审校,非常愿意听取同行的评论意见,也希望此项负荷计算与分析在今后的运行管理与能源管理中得到检验,同时也希望能为在全国推广空调全年逐时动态负荷计算起一点促进作用与示范作用。

参考文献

- 1 ANSI/ASHRAE Standard 140—2001 Standard method of test for the evaluation of building energy analysis computer programs
- 2 中国建筑科学研究院物理研究所.北京银谷大厦全年空调逐时负荷计算与分析.2004
- 3 汪训昌,林海燕,杨书渊,等.办公楼空调冷热负荷的计算分析——关于北京地区办公楼外区冬季冷负荷的几点看法.暖通空调,2004,34(7):33-39