



对北京地区办公建筑设计 冷负荷与耗冷量的分析

中国建筑设计研究院 潘云钢[☆]

摘要 根据《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)中关于建筑热工的规定,以北京地区某办公建筑模型为例,计算了冷负荷、新风负荷和耗冷量,分析了影响设计冷量的主要因素,给出冷指标的限制范围,并提出合理选择相关参数的建议。

关键词 全年能耗 冷负荷 新风负荷 设计冷量 冷指标

Design cooling load and cooling consumption in office buildings in Beijing area

By Pan Yungang[★]

Abstract Based on the regulation about building thermodynamic characteristics in *Design Standard for Energy Efficiency of Public Buildings*, taking an office building in Beijing area as an example, calculates the cooling load, fresh air cooling load and cooling consumption. Analyses the main effecting factors on design cooling load. Gives the limit range of cooling index. Presents some suggestions for determining design parameters.

Keywords whole year energy consumption, cooling load, fresh air cooling load, design cooling load, cooling index

★ China Architecture Design & Research Group, Beijing, China

①

1 问题的提出

《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)^[1](以下简称《标准》)是我国第一部以公共建筑为对象制订的节能设计标准,自 2005 年 4 月 4 日颁布、同年 7 月 1 日实施以来,已经引起了建筑行业的广泛关注。尤其是《标准》中作为强制性条文第 4.2.2 条以及相应的 7 张附表,不仅暖通空调设计师,而且建筑师都极为关心。从反馈的意见来看,个别建筑师认为这些附表中部分参数规定得过于严格,如果给予一定程度的松动,对建筑能耗可能不会产生大的影响;而有的暖通空调工程师在经过计算后,得出了按这些表做设计,有可能会使建筑空调装机容量(或者冷指标)比以前常用的、行业中流行的冷指标还要大的结论。果真如此,那么设备安装容量反而会更大了。

笔者有幸参与了《标准》的编制工作。上述《标准》附表中的参数是通过对全国不同地区的典型建筑进行全年能耗模拟后得出的。虽然笔者没有深入参与全年能耗的模拟计算,但根据《标准》围护结构编制组计算的大量数据,笔者认为,从全年能耗的角度来看,在规定的条件下,附表中的参数是可靠的。《标准》编制的核心思想是从全年角度来考虑节能。目前一些暖通空调设计师感到疑惑的问题是:1)是否真的会出现按《标准》进行设计冷指标更大的情况? 2)哪些参数对冷指标起关键作用

①☆ 潘云钢,男,1962 年 8 月生,大学,教授级高级工程师,副总工程师

100044 北京市西城区车公庄大街 19 号中国建筑设计研究院
(010) 68343882

E-mail: panyg@cadg.cn

收稿日期:2005-11-17

——在设计中可能采取什么措施? 全年能耗分析涉及内容太多,也不是笔者的擅长,至于建筑能耗与建筑外立面创作的关系,更非笔者所能。因此,本文力求从一个暖通空调设计师的视角,按照目前常规的空调设计方法,根据《标准》中规定的参数,对办公建筑空调冷负荷和耗冷量及冷指标进行一定的计算分析,以期与同行共同探讨。

2 分析和计算条件

2.1 建筑模型

设计依据的建筑模型不同,得到的计算结果也不同。因为没有一个建筑模型可以包容所有的实际情况,因此本文选择北京地区具有四种典型朝向外墙、外窗的建筑模型(见图 1)作为分析对象。

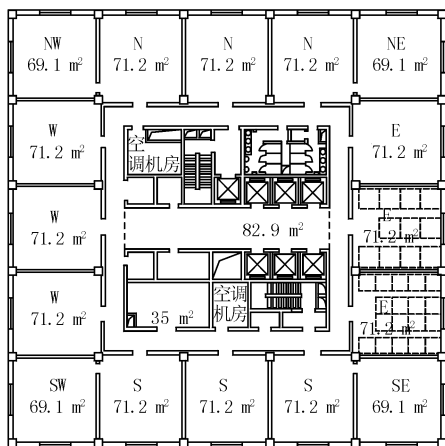


图 1 建筑平面图

图 1 采用了各朝向对称布置的方式。至于非对称平面,只是各朝向负荷的权重不同而已。建筑模型的建筑面积为 $1\,831\text{ m}^2$,办公室的使用面积(含会议室,不含电梯厅和走廊)为 $1\,166\text{ m}^2$,核心筒面积(含电梯厅)为 404 m^2 。办公面积系数(办公室使用面积/建筑面积)为 0.64,如果考虑通常建筑配套设置的地下室机房、库房等辅助房间,建筑总的办公面积系数为 0.55~0.60;核心筒面积系数为 0.22,二者均符合一般办公建筑的设计原则。

建筑模型的层高为 3.6 m,体形系数取 0.3。

2.2 计算参数

冷负荷按照文献[2]方法计算。

夏季室外空气计算参数:干球温度 $t_w = 33.2\text{ }^\circ\text{C}$,湿球温度 $t_s = 26.4\text{ }^\circ\text{C}$,比焓 $h_n = 82.84\text{ kJ/kg}$;办公室内设计参数: $t_n = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_n = 55\%$, $h_n =$

56.07 kJ/kg 。围护结构传热系数(固定不变部分):屋面(按照Ⅲ型结构考虑) $0.55\text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,外墙(按照Ⅲ型结构考虑) $0.6\text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,1层地板(地下室为非空调空间) $1.5\text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 。室内无内遮阳设施(内遮阳系数 $C_n = 1$),窗有效面积系数 $C_a = 0.8$ 。照明灯具为日光灯,安装容量 18 W/m^2 (建筑面积)^[1]。办公室内每人一台电脑,电脑按照无罩设备考虑,其(显示器+主机)得热量为 244.8 W/人 ^[3]。新风量按照 $30\text{ m}^3/(\text{人} \cdot \text{h})$ 计算。办公时间:8:00~18:00。对于人员劳动强度,办公室按照“极轻度劳动”、走廊和电梯厅按照“轻度劳动”计算。

2.3 计算步骤及方法

为了使分析和计算具有更多的包容性,分别计算了《标准》表 4.2.2-3 中规定的窗墙比和室内不同人员密度组合情况下的逐时冷负荷和冷量。根据实际情况,只计算典型设计日 8:00~19:00 时段的负荷即可得到设计负荷和设计冷量。

2.3.1 热工条件(按照《标准》表 4.2.2-3 中规定的窗墙比排列)

在《标准》中,对一些情况下窗的遮阳系数没有要求,但是,根据其对外窗传热系数的要求可以认为,这种情况下窗至少应该采用双层玻璃。根据文献[2],双层普通玻璃的遮阳系数为 0.86。因此,窗玻璃的最大遮阳系数值按照 0.86 来考虑。故各热工条件作如下规定。

- 1) 条件 1:窗墙比 0.2,外窗传热系数 $3.5\text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,各朝向遮阳系数 $S_c = 0.86$;
- 2) 条件 2:窗墙比 0.3,外窗传热系数 $3.0\text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,各朝向遮阳系数 $S_c = 0.86$;
- 3) 条件 3:窗墙比 0.4,外窗传热系数 $2.7\text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,东、西、南朝向遮阳系数 $S_c = 0.7$,北向遮阳系数 $S_c = 0.86$;
- 4) 条件 4:窗墙比 0.5,外窗传热系数 $2.3\text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,东、西、南朝向遮阳系数 $S_c = 0.6$,北向遮阳系数 $S_c = 0.86$;
- 5) 条件 5:窗墙比 0.7,外窗传热系数 $2.0\text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$,东、西、南朝向遮阳系数 $S_c = 0.5$,北向遮阳系数 $S_c = 0.86$ 。

2.3.2 人员密度等级

将办公室人数分为 5 级,各级的人员密度见表 1。计算过程中人数取整。

表 1 人员密度					m ² /人		
办公室人数分级					走廊	电梯厅	
	1	2	3	4	5		
人员密度	4	5	6	7	8	40	4

为了精确地计算,本文对典型设计日的新风负荷采用了逐时计算的方法^[4]。结合设定的室内参数,新风负荷计算结果见表 2。

表 2 典型设计日新风负荷												W/m ³
时刻	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
负荷	7.0	7.4	7.8	8.2	8.6	8.8	8.9	8.9	8.6	8.5	8.2	7.8

3 计算结果

- 3.1 标准层冷量计算结果(见表 3)
- 3.2 标准层不同朝向房间设计冷量(见表 4~11)
- 3.3 不同楼层的设计冷量合计(见表 12)

表 3 标准层冷量计算结果汇总(按建筑面积计算)													W/m ²
热工条件及 人数分级		时刻											
		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
条件 1	1	63	98	105	109	113	118	120	121	121	122	121	51
	2	53	82	88	91	94	98	100	101	101	102	100	43
	3	47	71	76	79	82	85	87	88	88	89	87	38
	4	43	64	68	70	73	76	78	78	78	79	78	34
	5	39	58	62	64	66	69	71	71	71	72	71	31
条件 2	1	68	102	109	113	117	122	124	126	125	127	120	53
	2	58	86	92	94	98	102	104	105	105	106	100	45
	3	51	75	80	83	85	89	91	92	92	93	88	40
	4	47	68	72	74	77	80	82	83	83	84	79	37
	5	43	62	66	68	70	73	75	76	76	76	72	34
条件 3	1	66	103	110	114	118	123	126	127	127	128	126	54
	2	57	87	93	96	99	103	106	107	107	108	106	46
	3	51	76	81	84	86	90	93	94	93	95	93	41
	4	46	69	73	75	78	81	83	84	84	85	83	37
	5	43	63	67	69	71	74	76	77	77	78	76	35
条件 4	1	69	104	111	115	120	125	127	129	128	129	122	54
	2	60	88	94	97	100	105	107	108	108	109	103	47
	3	53	77	83	85	88	92	94	95	95	96	90	42
	4	48	70	75	77	79	83	85	86	85	86	81	38
	5	45	64	69	70	72	76	78	79	78	79	74	35
条件 5	1	69	106	114	118	122	127	130	131	131	133	130	56
	2	60	90	97	99	103	108	110	111	111	112	110	48
	3	54	80	85	87	90	95	97	98	97	99	96	43
	4	49	72	77	79	81	86	88	89	88	90	87	40
	5	46	67	71	73	75	79	81	81	81	83	80	37

表 4 东向房间设计冷量(按使用面积计算)					W/m ²
人数分级					
1	2	3	4	5	
条件 1	175	144	124	110	99
条件 2	180	149	129	115	104
条件 3	180	151	131	117	106
条件 4	183	152	132	118	107
条件 5	185	154	134	120	109
备注	最大值 185			最小值 99	

表 6 北向房间设计冷量(按使用面积计算)					W/m ²
人数分级					
1	2	3	4	5	
条件 1	169	138	118	104	93
条件 2	172	141	121	107	96
条件 3	174	143	123	109	98
条件 4	176	145	125	111	100
条件 5	181	150	130	116	105
备注	最大值 181			最小值 93	

表 5 西向房间设计冷量(按使用面积计算)					W/m ²
人数分级					
1	2	3	4	5	
条件 1	187	156	136	122	111
条件 2	198	167	147	133	122
条件 3	201	173	153	139	128
条件 4	204	173	153	139	128
条件 5	211	180	160	146	135
备注	最大值 211			最小值 111	

表 7 南向房间设计冷量(按使用面积计算)					W/m ²
人数分级					
1	2	3	4	5	
条件 1	173	143	123	109	98
条件 2	179	148	129	115	104
条件 3	180	149	130	116	106
条件 4	182	151	132	118	108
条件 5	186	155	136	122	111
备注	最大值 186			最小值 98	

表 8 东南向房间设计冷量(按使用面积计算) W/m ²					
	人数分级				
	1	2	3	4	5
条件 1	188	157	138	124	113
条件 2	199	169	149	135	124
条件 3	202	172	152	138	127
条件 4	204	174	154	140	130
条件 5	211	181	161	147	137
备注	最大值 211		最小值 113		

表 9 西南向房间设计冷量(按使用面积计算) W/m ²					
	人数分级				
	1	2	3	4	5
条件 1	197	166	146	132	121
条件 2	212	181	161	147	136
条件 3	216	185	165	151	140
条件 4	219	189	169	154	144
条件 5	228	197	177	163	152
备注	最大值 228		最小值 121		

表 10 西北向房间设计冷量(按使用面积计算) W/m ²					
	人数分级				
	1	2	3	4	5
条件 1	195	164	144	130	119
条件 2	209	178	158	144	133
条件 3	215	184	164	150	139
条件 4	220	189	169	155	144
条件 5	231	201	181	166	156
备注	最大值 231		最小值 119		

表 11 东北向房间设计冷量(按使用面积计算) W/m ²					
	人数分级				
	1	2	3	4	5
条件 1	183	152	132	118	107
条件 2	190	159	139	125	114
条件 3	194	163	143	129	118
条件 4	197	166	146	133	122
条件 5	205	174	155	141	130
备注	最大值 205		最小值 107		

表 12 不同楼层的设计冷量合计(按建筑面积计算)												W/m ²	
		时刻											
		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
标准层	最小	39	58	62	64	66	69	71	71	71	72	71	31
	最大	69	106	114	118	122	127	130	131	131	133	130	56
1 层	最小	44	63	67	69	71	74	75	76	76	77	76	36
	最大	74	111	119	123	127	132	135	136	136	137	135	61
顶层	最小	42	61	65	67	69	73	75	77	78	80	79	40
	最大	72	109	117	120	125	131	135	137	138	140	138	65
仅 2 层楼	最小	43	62	66	68	70	73	75	77	77	78	78	38
	最大	73	110	118	121	126	132	135	137	137	139	136	63
仅 1 层楼	最小	47	66	70	71	74	77	80	82	83	85	84	45
	最大	77	114	121	125	130	136	140	142	142	145	143	70

注:1) 最小表示冷量最小值——条件 1、人数分级 5 情况下;2) 最大表示冷量最大值——条件 5、人数分级 1 情况下;3) 仅 2 层楼,指该建筑只有顶层和底层;4) 仅 1 层楼,指该建筑为单层建筑。

4 计算结果分析与结论

就图 1 而言,如果是单层建筑,其体型系数已经超过了 0.3,不在本文的讨论之列(应选择《标准》中体型系数大于 0.3 时的热工条件重新计算),因此,在下面的分析中,以至少 2 层楼建筑(顶层+底层)来考虑。

4.1 朝向影响

由表 4~11 可知,房间设计冷量的最小值为 93 W/m²(按使用面积计),出现在北向房间;房间设计冷量的最大值为 231 W/m²(按使用面积计),出现在西北向房间。当标准层层数较多时,底层与顶层略微增加的负荷对整个建筑的设计冷量基本上不产生影响。因此,在建筑的办公面积系数为 0.60 时,计算结果为:1) 建筑物中房间全部为西北向时,设计冷量的最大值为 139 W/m²(按建筑

面积计);2) 建筑物房间全部朝北,设计冷量的最小值为 56 W/m²(按建筑面积计)。如果一幢标准层层数很少(甚至为 2 层)且全部为西北向办公房间的建筑,则其冷指标不会超过 142 W/m²,这可以认为是分析中出现的最不利情况(实际上这样的建筑几乎不存在)。

因此可以认为,如果按照《标准》进行设计,极端情况下,冷指标应在 56(全部北向房间)~142 W/m²(单层建筑且房间全部西北向)之间。

4.2 标准层、顶层和底层的冷指标

以标准层(条件 1)为例,其逐时冷量计算结果如图 2 所示。顶层和底层的冷指标略高于标准层。同样以条件 1 为例,各时刻不同楼层的最大、最小逐时冷量如图 3 所示。从表 12 可以看出,即使考虑到顶层和底层负荷略有增加的情况,最大设计冷

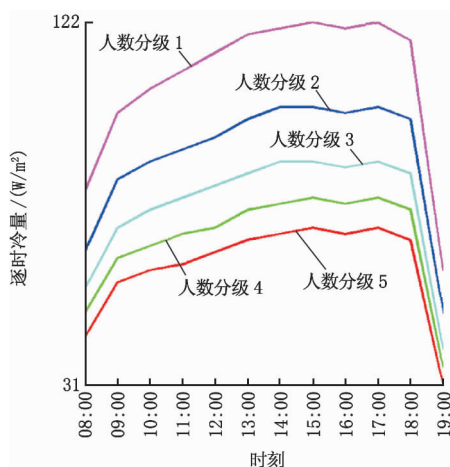
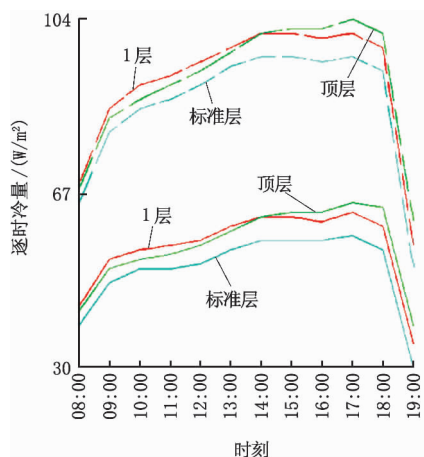


图2 标准层逐时冷量计算结果(条件1)



虚线为最大值 实线为最小值

图3 不同楼层逐时冷量

量也不超过 139 W/m^2 (2 层建筑), 最小设计冷量不低于 72 W/m^2 (标准层层数很多的情况)。由于表 12 是基于办公面积系数 0.64 的结果, 如果取办公面积系数为 0.60 计算, 对于一个各朝向对称的建筑, 北京地区的办公楼设计冷指标应在 $68 \sim 130 \text{ W/m}^2$ (建筑面积) 之间。例如, 在热工条件 3、人数等级 4 级 (目前常见) 的情况下, 按照上述方法计算, 办公楼耗冷量指标大约为 80 (标准层数量较多时) $\sim 90 \text{ W/m}^2$ (单层建筑), 明显低于目前较为流行的 $85 \sim 100 \text{ W/m}^2$ 的冷指标^[5], 有的工程设计取值甚至更大 (二者看起来差值好像不大, 实际上如果用比例来计算, 相当于减少 7% $\sim$ 25% 的装机容量)。

4.3 冷指标与人数分级的关系

不同条件下, 由于人数分级不同导致的最小冷指标与最大冷指标之比在 59% (条件 1) $\sim$ 62% (条

件 5) 之间。标准层不同人数分级时的设计冷量如图 4 $\sim$ 7 所示。

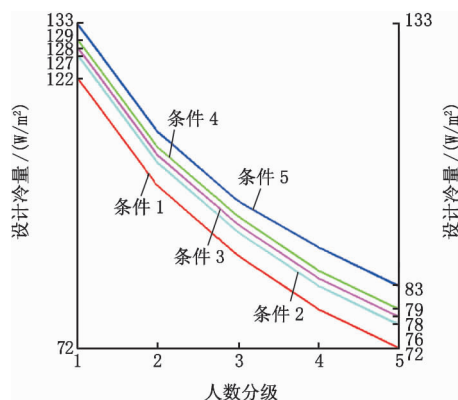


图4 不同人数分级时标准层的设计冷量

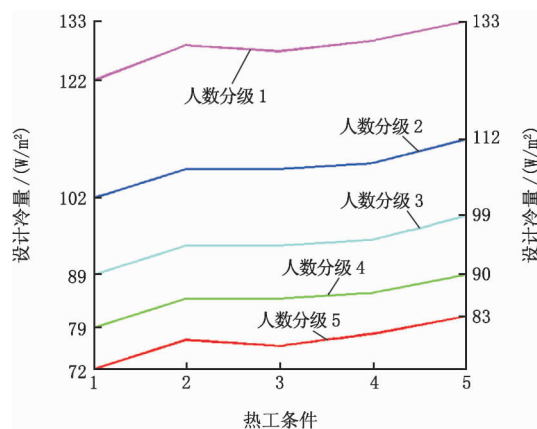


图5 不同热工条件下标准层的设计冷量

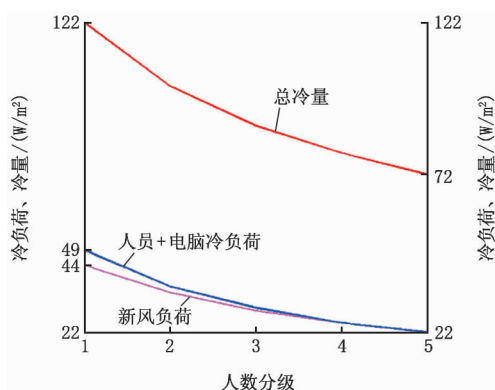


图6 标准层冷负荷与冷量的关系(条件1)

从图 4 $\sim$ 7 可以看出:

1) 人数分级对冷指标的影响实际上主要包括电脑负荷和新风负荷两大部分。显然, 人员密度的变化对冷指标的影响比围护结构的影响更为明显。

2) 在同一人员密度的情况下, 经计算, 电脑负

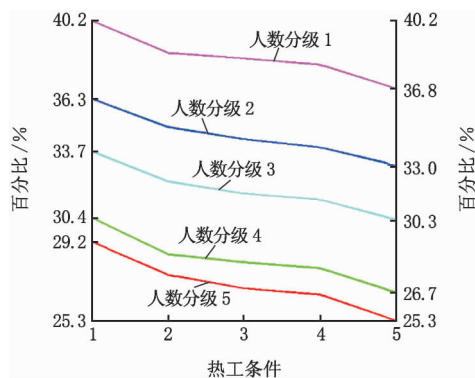


图 7 不同热工条件下,标准层人员+电脑负荷占设计冷量的比例

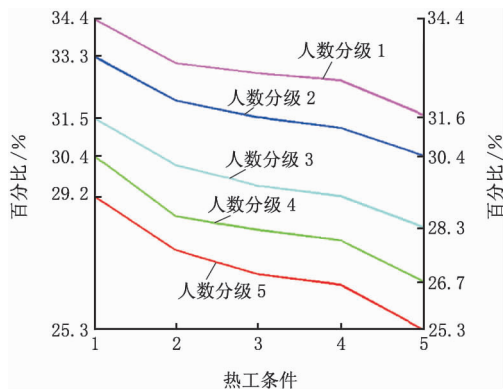


图 9 不同热工条件下标准层新风负荷占设计冷量的比例

荷大约为新风负荷的 85%。因此,上述的变动负荷中,电脑负荷也是至关重要的影响因素之一,降低电脑的发热量,办公建筑冷量明显减小。在本文的计算条件下,选取的是 Dell 公司的 43 cm(17 英寸)电子管显示器,其发热量比较大。据上海建筑设计研究院有限公司寿炜炜总工实测,普通的电子管显示器的耗电量大约为 140~180 W/台,由此计算 1 台电脑的总得热大约为 185~200 W。随着电脑技术的不断进步和液晶显示器(耗电量在 100 W 之内,电脑的总得热不超过 180 W)的不断普及,相信这部分负荷会越来越小。如果按照液晶显示器计算,上述计算总体耗冷量降低大约 10~15 W/m²。人员+电脑负荷占设计冷量的比例如图 7 所示。

4.4 新风负荷与设计冷量

冷量主要由固定冷负荷(围护结构+照明)、变动冷负荷(人员+电脑)和新风负荷组成。通过对各项负荷逐时分别计算(由于篇幅所限,本文未列出负荷的分项计算结果),得到标准层各种情况下新风负荷与设计冷量的关系,如图 8~10 所示。从图 8~10 可以看出:

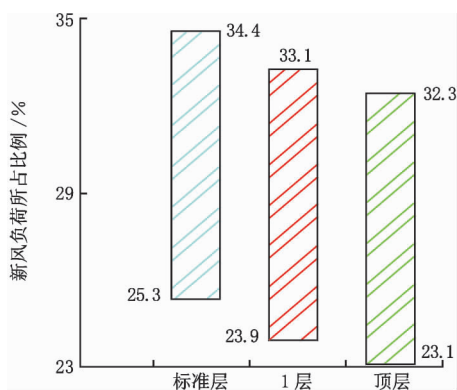


图 10 不同楼层新风负荷比例范围

1) 在同一人数分级情况下,随着建筑热工性能的降低(按照条件 1~条件 5 依次排列),新风负荷占冷指标的比例也随之降低。原因是对于办公房间来说,新风负荷是一个相对固定的值,当房间围护结构冷负荷增加(热工性能降低)时,此比例必然降低。这一点从图 6 中也可以明显看到。

2) 在同一热工条件下,新风负荷所占比例随着人数分级的增加而加大。

3) 对于不同楼层,新风负荷所占冷指标比例也不同,其原因与 1) 相同。

4.5 热工参数对冷指标的影响

从图 4,5 可以看出,在同一人数分级条件下,不同热工参数对空调设计冷指标有一定的影响。正如前面提到的那样,《标准》中针对不同窗墙比情况规定的热工参数是以全年能耗相等为基本原则计算得出的,由于全年能耗不但涉及到夏季的空调冷负荷,也涉及到冬季的空调热负荷,同时还涉及到全年的运行方式,因此设计冷指标不完全相等是可以理解的,也是合理的。但是,从图 4 中可以看

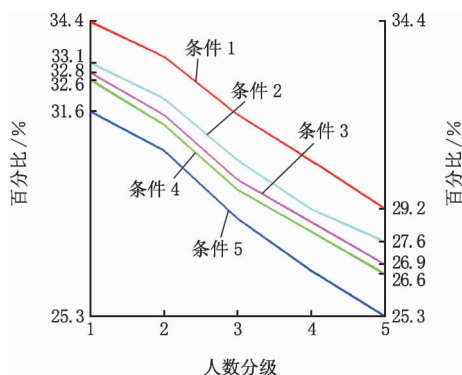


图 8 不同人员分级时标准层新风负荷占设计冷量的比例

出这种影响并不是太大(按人数分级排列,不同热工参数条件下最大冷量比值在 1.09~1.15 之间)。也就是说,按照《标准》分类的不同建筑热工条件对于设计冷量的影响是较小的。如果认可全年能耗相等的基本原则,这种差异也说明:

1) 全年能耗的变化与夏季设计冷量基本成一定的比例关系,全年能耗不变,冷指标也不会有太大的变化。

2) 在室外气温低于室内温度同时又需要供冷的过渡季节中,建筑热工性能的提高反而使得这时的供冷量有所增加(向室外的传热减少),所以会出现不同热工条件下全年能耗相同(《标准》编制原则)但冷指标并不完全一样的情况(可以认为条件 5 时,过渡季供冷量的减少弥补了夏季状态下增加的冷量的不足)。

从上面的计算分析看出,北京地区的办公楼设计冷指标在 $68 \sim 130 \text{ W/m}^2$ (建筑面积)之间。极端条件下,该值大于现在流行的冷指标。问题是流行的冷指标能否作为判定的依据? 笔者认为,流行的冷指标是以 20 世纪 80~90 年代的建筑为对象、在某种统计基础上得到的平均值,那时的人员密度(尤其是电脑配置)与目前有很大的差别,人均新风量标准也与现行的不同(比如,文献[4]规定的人均新风量标准为 $25 \text{ m}^3/\text{h}$,如果本文照此标准计算,上述冷量应能下降 $3.5 \sim 6.4 \text{ W/m}^2$);从实际统计结果来看,不同条件的建筑冷指标具有非常大的离散性,其平均值除了作为方案和初步设计的参考外,对于具体工程的施工图设计没有任何意义,因此用此作为评价依据是不科学的,也不能因为按照《标准》的极端、最不利情况计算出来的设计耗冷量超过流行的冷指标就得出执行《标准》反而不节能的结论,因为二者冷量的比较并没有在同样的基础上进行。这也可以说明,《标准》第 5.1.1 条(强制性条文)的规定显然是有充分理由的。

按照《标准》规定的建筑热工性能要求进行设计时,由于冷指标的减少主要是因为围护结构的冷负荷减少所致,因此后者占冷指标的比例也比以前的同类建筑有了较大幅度的下降,即新风负荷和电脑负荷具有越来越大的权重——越来越成为了影响空调系统能耗的主要因素。因此笔者建议在进行工程设计时应考虑以下几点:

1) 在满足卫生要求的前提下,尽可能减少新

风量。不要盲目加大人均新风量,更不能为了某种商业炒作,不顾能耗的实际情况提高新风标准。ASHRAE 62—2001 表 2 中第 2.1 条提出了商业建筑用于通风的新风需求量,其中对于办公建筑有两个指标,即规定每 100 m^2 人员最多 7 人(相当于每人占 14 m^2),每人新风量 $36 \text{ m}^3/\text{h}$ 。如果根据这一标准,按照前面的计算结果来推论,不同热工条件下标准层冷量的范围在 $63 \sim 73 \text{ W/m}^2$ 之间,这时人员密度对冷量的影响就会小得多。笔者认为这也是发达国家强调围护结构热工性能的原因之一(随着使用标准的提高,围护结构的热工性能对能耗的影响权重会加大)。

2) 一定要根据实际工程的具体情况确定房间人员数量。就通常的办公建筑来说,某些房间的人员密度可能较大,因此,对于单个办公室而言,在不能明确人数的情况下,设计计算可以适当提高人员密度等级,这样在末端设备选择上容量可能会加大(作为对不同使用方式的灵活性应对措施)。但对于一个楼层乃至整个建筑而言,所有房间人员密度都较大的可能性不大,这里面要考虑两个重要因素:同时使用系数(是否所有房间都会同时满员)和房间的不同使用性质(个人办公室还是大开间办公室)。在本文的计算中,会议室的冷负荷没有计算在总耗冷量之内,因为同层设置的会议室是为该层的办公人员使用的,当会议室使用时,办公房间的人员数量下降。此外,还要考虑各朝向最大值出现的时间不同,通过逐时计算得到建筑的设计冷量(冷水机组安装容量)。

3) 由于上述原因,在全空气空调系统中,可能存在系统新风比较以前的设计更大的情况,这对空调系统设计、设备选择等带来了一些新的需要思考的问题。

4) 尽管笔者认为合理的人员密度是控制冷指标的一个关键性因素,但抛开使用的合理性,如果实际建筑中办公人员密度较大,显然会导致设计冷指标加大(安装容量增加),那么,它是否就是一个耗能大的建筑? 问题的关键在于对能耗标准的定义——在实现同样功能的前提下,是按照面积指标还是按照每人所耗费的能源来评价。从图 11 中可以看到,单位面积的人均冷指标随着人员密度的增加而下降。在《标准》的编制过程中,编制者对我国人均能源占有量与世界平均水平进行了比较,从这

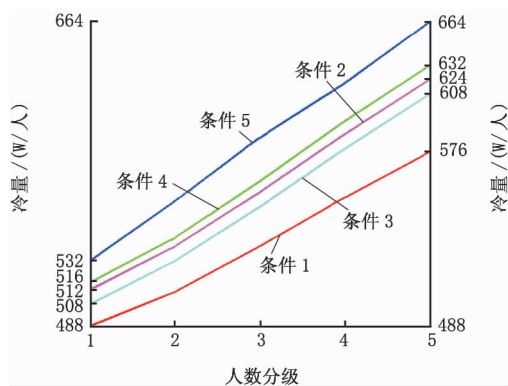


图 11 不同条件下标准层人均冷量

个意义上说,提倡在满足使用要求的前提下提高实际人员密度(这里并不是针对暖通设计人员说的,因此不能理解为在负荷计算时可以不切实际地选择较大的人员密度值——对于具体的工程来说,仍然是应该按照规范的规定或者甲方的要求来确定),也是符合目前国家要求建设节约型社会的方针政策的。

4.6 几个相关问题

1) 在本文分析和计算过程中,对新风负荷,笔者采用了逐时计算的方法。据了解,目前大多数设计人员直接采用夏季状态的新风比焓计算(新风比焓差为固定值)。由于新风负荷与其他负荷最大值出现的时刻可能不同,对不同朝向房间,新风按照逐时方法计算与按照固定新风比焓差方法计算的结果存在一定的差异,但这种差异是非常小的,不会对上述结果和分析带来大的影响。同时,对于本文的建筑模型而言,无论采用何种计算方法,对整个建筑的冷指标都没有太大影响,因为从表 12 中可以看出,全楼出现设计冷量的最大时刻(在 15:00~17:00 之间)与新风负荷出现的最大时刻(在 14:00~15:00 之间)比较接近,这也符合对称平面建筑的实际情况。如果平面不对称(比如东西向布置时),在有条件的情况下,建议采用逐时方法计算新风负荷,在保证达到使用要求的条件下,使冷源系统的装机容量降低而节约能源。

2) 本文的目的并不是通过计算人为地将实际的耗冷量降下来。从调研得到的北京地区的实际情况来看,几乎所有的全空调建筑都没有出现过冷水机组全部满负荷运行的情况,包括笔者所设计的工程,尽管也是按照规定进行过详细计算的,但一些已经运行 10 年以上的系统的实际运行情况也是

如此。说明现在系统的装机容量仍然与实际需要存在一定的差距。分析原因主要是设计时按照典型设计日建筑整体使用率 100%(已经考虑到同时使用系数)来计算的,但实际上目前绝大部分办公建筑全年的出租率(可以认为是使用率)并不都是 100%,或者说使用率 100%与设计状态的气象条件并不总是同时出现。当然,我们也注意到一些实际工程存在的局部区域温度达不到要求的情况,笔者认为这主要是空调系统设计不合理或者末端设备容量不够造成的。目前实际存在的问题也表明,采用流行的冷指标的方法是不可取的(总冷量冗余、末端容量可能还不够),详细的负荷计算是必须的。

3) 本文只是对北京地区的夏季情况进行了一些计算分析。在《标准》50%的节能比例分摊中,寒冷地区冬季供热的节能占了更大的比例——如果我们认为夏季冷指标比以前降低的量依然有限的话,那么也反过来证明了这一结论。上述的分析和结论从定性上说是成立的,对于全国的其他地区,用同样的方法来分析也可以得出类似结论,只是具体的数值不同而已。例如在夏热冬暖地区,对保温的要求比寒冷地区略低,但对隔热的要求更高,同时考虑到夏季新风参数问题,计算的结果是新风负荷所占比例比上述更大。因此无论如何,新风量都是影响节能的关键因素之一。

5 致谢

在本文写作过程中,中国建筑科学研究院空调所郎四维同志和上海建筑设计研究院有限公司寿炜炜同志给予了大力帮助和支持,并提出了许多好的建议,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献

- [1] 中国建筑科学研究院,中国建筑业协会建筑节能专业委员会. GB 50189—2005 公共建筑节能设计标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2005
- [2] 中国建筑科学研究院. 空调冷负荷计算方法专刊[J]. 空调技术,1983-1
- [3] 潘云钢. 办公室内区变风量系统设计的若干问题[C]//全国暖通空调制冷 2002 年学术年会论文集,2002
- [4] 潘云钢. 高层民用建筑空调设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1999
- [5] 建设部工程质量安全监督与行业发展司,中国建筑标准设计研究所. 全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力[M]. 北京:中国计划出版社,2003