

文章编号: 1671-6612 (2021) 04-569-05

温和地区绿色建筑评价一项重要指标的 达标方式分析

曾 征

(云南省设计院集团有限公司 昆明 650228)

【摘 要】 温和地区的空调冷负荷形成受太阳辐射影响较大,在不刻意提升围护结构热工性能或提升围护结构热工性能成本较高的情况下,通过选取外窗包括透光幕墙的构造特性和材料特性,降低空调负荷最终达到绿色建筑三星级评价标准是有可能的。

【关键词】 绿色建筑;评价标准;三星级;太阳辐射室内得热量;围护结构热工性能;空调负荷
中图分类号 TU83 文献标识码 B

Analysis of Reaching the Standard of an Important Index of Green Building Evaluation in Mild Areas

Zeng Zheng

(Yunnan Design Institute Group Co., Ltd, Kunming, 650228)

【Abstract】 The air conditioning cooling load in mild areas is greatly affected by solar radiation, In the case of not deliberately improving the thermal performance of building envelope or high cost of improving the thermal performance of building envelope, By selecting the structural characteristics and material characteristics of the window Including transparent curtain wall, It is possible to reduce the air conditioning load and finally reach the three-star green building evaluation standard.

【Keywords】 Green building; Evaluation criterion; three-star level; Room heat gain by solar radiation; Thermal performance of building envelope; Air conditioning load

作者(通讯作者)简介:曾 征(1984-),男,本科,高级工程师, E-mail: zz259@qq.com

收稿日期: 2021-06-23

0 引言

自《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 发布,2019年8月1日实施起,全国各省市对绿色建筑评定纷纷出台政策,并对取得绿色建筑标识的项目给予政府财政或政策上的奖励。云南省住房和城乡建设厅等相关部门也于2020年9月2日印发云建科[2020]120号文,积极推动生态文明思想,贯彻绿色生活创建行动,决定在全省范围内开展绿色建筑创建行动。

为贯彻落实绿色发展理念,推动绿色建筑高质量规模化发展势在必行。暖通空调作为公共建筑设备中初投入及运行能耗相对较高的组成部分,有必要在建筑前期方案设计时介入,提供绿色评价达标

的可能性,并为最终实现绿色建筑的可实施性创造条件。

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 在其《基本规定》中对三星级绿色建筑设置了一项前置技术要求,即围护结构热工性能提高20%或建筑供暖空调负荷降低15%。上述技术要求为平行条件,满足其一即可。显然,刻意提高围护结构的热工性能势必对初期投资和建设成本造成较大影响,有悖因地制宜、经济合理的原则。本文以昆明市某大型交通枢纽项目为例,就温和地区公共建筑在设计过程中如何满足上述三星级绿色建筑的前置技术要求及相应增量成本进行分析与比较。

1 项目简介

本项目为昆明市某交通枢纽项目，位于昆明市区内，原昆明市东站长途汽车站附近，为缓解东站长途日益繁重的公共交通负担，并且提升公共交通的合理性和现代化性而修建此交通枢纽项目。昆明地铁 4 号线、6 号线换乘站位于本项目地下同步进行中。同时为了提高项目的综合利用性，项目内包含有住宅、商业、酒店、办公于一体的大型综合型建筑。

项目设置了地下公交汽车停车场、修车场；地下无人 AGV 机器人停车场；两条线路地铁换乘站，周边配套有医院、学校等公共服务建筑。这些条件为绿色建筑评价中“生活便利”这一章节充分奠定了基础，其中：出行与无障碍、服务设施等绿色建筑评分硬性指标几乎在方案阶段就可确定得到满分，这对于大部分想要评选绿色建筑的项目是不可比拟的。

但前期施工图节能设计方面仅考虑满足公共建筑节能设计标准及地方节能设计标准的相关要求。对于绿色建筑评价标准的执行，以及昆明地区特殊的环境气候条件未予充分考虑，离绿色建筑的标准还有一定距离。建设方希望针对当地经济条件、气候条件、使用条件等因素，探究本项目绿色建筑评价的可行性。

此次绿色建筑评价对象为项目内一栋超高层一类公共建筑，建筑功能为办公和酒店，总建筑面积 150137.79 平方米，建筑高度 195.75 米，地上 44 层，其中 29 层以下为 5A 级写字楼，30 层以上为五星级酒店。本文对该建筑绿色建筑评价标准中暖通空调的部分内容进行对比分析。

2 绿建评价相关要求及问题

2.1 评分标准

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 对绿色建筑的控制项、评分项、加分项做了详细的规定。

绿色建筑评价分值总分 110 分，当总分数分别达到 60 分、70 分、85 分且满足相关规范规定时，建筑可评定为绿色建筑一星级、二星级、三星级。

为评选三星级绿色建筑，除得到以上分数外，还必须有一项前置的技术要求：围护结构热工性能的提高比例达到 20%，或建筑空调负荷降低比例达到 15%。这一点在常规的情况下是容易理解的，围护结构热工性能提升，必定带来空调负荷降低。但这是否经济合理，是否提升能力足够，后文会做相应计算比较。

2.2 评分项中暖通空调所占比例

暖通空调专业在绿色建筑评价标准的三个章节中直接或间接的有可评分项。分别是：

健康与舒适：20 分，包括控制室内主要空气污染物的浓度；具有良好的室内热湿环境等；

资源节约：95 分，包括供暖空调系统的冷热源能效优于相关标准限值；采取有效措施降低末端系统及输配系统的能耗；合理利用可再生能源等；

提高与创新：30 分，采取措施进一步降低建筑供暖空调系统的能耗。

以上各项分数有暖通专业自行评分的，也有与其他专业共同协作评分的，分数再按各类评价指标体系的加权平均才能计入总分。所以建设方以此计算方式预估暖通空调所占评分的比例是比较小的，但却又被上述提及的一项前置技术要求所限制，就是建筑空调负荷降低比例达到 15% 为评选三星级的前置要求。下面主要计算这项要求对绿建设计的影响。

3 负荷计算对比

3.1 负荷计算

首先按公共建筑节能设计标准中对温和地区甲类公共建筑围护结构热工性能限值为基础的相同建筑计算其空调负荷。此处选取某一中间办公楼层（21 层）为具体分析对象，室内设计温度 24℃。

表 1 参照建筑设计参数

Table 1 Reference Building Parameters

外墙/窗户方向	窗墙面积比	传热系数 K [W/(m ² ·K)]	人均使用面积 (m ² /人)	照明功率 (W/m ²)	电器设备功率 (W/m ²)	新风量 (m ³ /h·P)
外墙 ($D>2.5$)		≤1.5				
东	0.72	≤2.5	10	9	15	30
南	0.47	≤2.7				
西	0.62	≤2.5				

北	0.76	≤2.5
---	------	------

通过某软件计算，得到该楼层房间空调负荷面积指标为 100.8W/m²，以此指标作为参照，计算本项目实际设计的围护结构下产生的空调负荷。

表 2 设计建筑设计参数

Table 2 Design Building Parameters

外墙/窗户方向	窗墙面积比	传热系数 K[W/(m ² ·K)]
外墙 (D>2.5)	—	1.11
东	0.72	2.5
南	0.47	2.5
西	0.62	2.5
北	0.76	2.5

由表 2 可见，设计建筑在外墙和外窗的传热系数上做了一定优化，其余设计参数不变。通过计算，得到设计见该楼层房间空调负荷面积指标为 100.5W/m²。与参照建筑相比几乎没有变化。

造成以上结果的原因与昆明地区空调冷负荷的组成情况有关。

3.2 负荷分析

以参照建筑的计算空调冷负荷为对象，16:00 出现负荷面积指标最大值 100.8W/m²，其组成情况如表 3 所示。

表 3 设计建筑空调冷负荷组成

Table 3 Cooling Load Composition of Design Building

外墙冷负荷指标	人员+照明+设备+新风负荷指标	外窗 (透光幕墙) 负荷指标
2.6W/m ²	52.8W/m ²	45.4W/m ²

由表 3 可以看出：

(1) 外墙冷负荷所占比重很小，这也就是以上负荷计算中出现的结果：虽然一定程度上提升了建筑围护结构的热工参数，但对空调冷负荷指标的提升不明显。

(2) 人员、照明、设备、新风冷负荷在室内人员密度、照明功率、设备功率固定的情况下，此项负荷也不会有大的变化。并且这几项参数取值在施工图设计阶段不应刻意下调，避免最终工程不能满足实际使用需求。

(3) 着重考虑分析外窗 (透光幕墙) 形成的冷负荷。

外窗 (包括透光幕墙) 形成的空调冷负荷包括

两方面：外窗瞬变传导得热形成的冷负荷 CLQ_c 和外窗日射得热形成的冷负荷 CLQ_j 。

外窗瞬变传导形成的冷负荷：

$$CLQ_c = \alpha \cdot K \cdot F \cdot \Delta t \quad (1)$$

其中， α 为窗框修正系数 K 为外窗传热系数 F 为外窗面积； Δt 为计算时刻的负荷温差；

外窗日射得热形成的冷负荷：

$$CLQ_j = X_g \cdot X_d \cdot C_n \cdot C_s \cdot F \cdot J \quad (2)$$

其中， X_g 为窗的构造修正系数； X_d 为地点修正系数； C_n 为窗内遮阳系数； C_s 为窗玻璃遮挡系数； F 为外窗面积； J 为计算时刻透过单位面积窗口的太阳总辐射热形成的冷负荷 (简称负荷强度)。

按上述公式对本项目办公楼层外窗形成的冷负荷进行逐时分析。

首先，外窗瞬变传导得热形成的冷负荷 CLQ_c ，主要影响参数为 K 和 Δt 。

表 4 昆明地区各计算时刻的负荷温差 Δt

Table 4 Load Temperature Difference of Calculate Moment in Kunming Area

计算时刻	Δt
8:00	-2.7
9:00	-1.8
10:00	-0.8
11:00	0.1
12:00	0.8
13:00	1.4
14:00	1.9
15:00	2.1
16:00	2.1
17:00	1.9
18:00	1.4
19:00	0.7

注：表中负荷温差为室内设计温度为 24℃ 时取值。

由表 4 中 Δt 的数据特点也可知道，外窗瞬变传导形成的冷负荷 CLQ_c 在昆明地区所占空调冷负荷比重较小，甚至在某些时刻还出现负值，即向外放热的情况。所以在外窗面积一定的情况下，仅仅改变外窗传热系数 K 对空调负荷的降低意义不大。

其次，外窗日射得热形成的冷负荷 CLQ_j 。按

现设计建筑采用的是传热系数 $K=2.5$ 的普通双层钢窗为幕墙材料, 可确定 $X_g=0.77$, 施工图设计阶段不考虑内遮阳设施 $C_n=1$, 窗玻璃遮挡系数 $C_s=0.84$ 。剩下的主要影响参数为 J 。

表 5 昆明地区各计算时刻不同朝向的日射负荷强度

Table 5 Load Intensity by Solar Radiation of Calculate Moment and Different Direction in Kunming Area

计算时刻	J (W/m ²)			
	朝向 S $X_d: 1.07, F: 98.1m^2$	朝向 W $X_d: 1.03, F: 125.6m^2$	朝向 N $X_d: 1.01, F: 156.2m^2$	朝向 E $X_d: 1.03, F: 133.6m^2$
8:00	48	50	72	333
9:00	65	69	78	355
10:00	80	82	86	315
11:00	92	93	95	228
12:00	100	99	100	156
13:00	100	150	100	135
14:00	95	248	95	119
15:00	86	330	90	102
16:00	72	366	87	84
17:00	52	337	85	62
18:00	29	238	69	36
19:00	15	92	27	21

计算得到, CLQ_j 在 16:00 达到最大值的指标为 34.7W/m²。

可见该指标在空调负荷组成中占有较大比重, 并且具有一定的可调整性, 因为在 X_d 、 F 、 J 固定的情况下, 还有三个参数直接影响 CLQ_j 计算结果。

(1) X_g 外窗构造修正系数。该系数主要由窗的做法影响, 包括单层窗、双层窗、着色玻璃、Low-E 玻璃、铝合金窗框、PA 断热桥铝合金窗框等做法, X_g 的可设计取值范围在 0.2~0.8 之间, 有很大的可调范围;

(2) C_s 窗玻璃遮挡系数。该系数主要由窗的材料特性影响, 包括普通玻璃、吸热玻璃、3mm~6mm 厚度的玻璃等特性, C_s 的可设计取值范围在 0.74~1 之间, 也有较大可调空间;

(3) C_n 窗内遮阳系数。该系数对施工图设计阶段较难控制, 因为内遮阳措施受装修和使用对象的主观限制较多, 但绿色建筑的评价不是在设计阶段进行的, 而是在整体竣工包括室内装修也竣工验收

收时才申报进行, 这就可以一定程度控制内遮阳的选择。现在主要的常规内遮阳包括布窗帘、活动百叶等, C_n 的可设计取值范围在 0.6~0.75 之间, 是性价比很高的降低空调冷负荷的措施。

3.3 负荷对比

为达到绿色建筑评价的要求, 设计方在考虑了经济性可控的前提下曾经给出过新的围护结构如下。

表 6 一次改进围护结构

Table 6 Building Envelope by First Improvement

围护结构	传热系数 K [W/(m ² ·K)]
外墙: 外粉砂浆+烧结页岩空心砖+沥青矿渣棉毡保温+内抹灰	$K=0.82$
透光幕墙: 6mm 原吸热玻璃+6mm 透明玻璃	$K=1.9$
铝合金窗框	外窗构造修正系数 X_g : 0.77 窗玻璃遮挡系数 C_s : 0.83 窗内遮阳系数: 1

注: 窗内遮阳系数在施工图设计阶段难以控制取 1。

可是计算结果并不理想, 得到空调负荷面指标为 93.1W/m², 与空调负荷降低 15% 的要求还有较大差距。

但通过上述负荷分析后, 综合考虑项目的经济性、合理性、节能性等提出如下方案。

表 7 二次优化围护结构

Table 7 Building Envelope by Second Improvement

围护结构	传热系数 K [W/(m ² ·K)]
外墙: 外粉砂浆+混凝土砌块+加气混凝土+内抹灰	$K=1.11$
透光幕墙: 6mm 透明玻璃+12mm 空气层+6mm 透明玻璃	$K=2.5$
PA 断热桥铝合金窗框	外窗构造修正系数 X_g : 0.58 窗玻璃遮挡系数 C_s : 0.74 窗内遮阳系数: 1

注: 窗内遮阳系数在施工图设计阶段难以控制取 1。

最终得到空调负荷面指标为 $85.4\text{W}/\text{m}^2$, 使空调计算负荷降低了 15.2%, 达到绿色建筑评价标准中对三星级绿色建筑所要求的前置条件。

4 结论

(1) 《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 中对温和地区 A 区的甲类公共建筑围护结构热工性能限值做出了规定, 但实际计算情况下, 仅仅控制外围护结构的传热系数是不够的。上述计算表明外窗传热系数只影响外窗瞬变传导形成的冷负荷, 而这只是冷负荷组成的一部分。

(2) 对于大型公共建筑, 透光或反光幕墙在围护结构中的占比越来越大, 主体设计过程中控制好幕墙的构造特性(窗构造系数)和材料特性(玻璃遮挡系数)是有意义的, 虽然前期投入会稍高于普通幕墙, 但带来的节能特性会在较短的运行周期内就能体现出来。

(3) 主体建筑可能受方案的影响, 很多时候没有考虑外遮阳设置, 或外遮阳设置仅限于满足最基本的规范要求, 但内遮阳措施是可以根据实际使用情况考虑的, 这一项措施对于日射辐射形成空调冷负荷占较大比重的地区有很好的实用意义。

(4) 绿色建筑设计是现在绿色发展中的一个重要组成部分, 越来越多的绿色建筑也会带动更多的新技术材料以及能源利用上的新举措。而暖通空调专业在绿色建筑评价的过程中的作用远不止上述内容提及的方面。应该更积极主动的参与到建筑前期方案设计中, 从方案设计上提出可控制暖通空调负荷的措施, 从而从源头上降低空调运行能耗, 为节能减排绿色发展提供保障。

参考文献:

- [1] GB/T 50378-2019, 绿色建筑评价标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [2] 赵荣义, 范存养, 薛殿华, 等. 空气调节(第四版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.

(上接第 568 页)

系统的排烟口不能都处于储烟仓内, 火灾发生时系统排烟效果差, 烟气容易侵入相邻防烟分区, 并下沉至清晰高度内, 严重影响疏散;

(2) 增设二级挡烟垂壁, 将一个防烟分区内细分为多个二级储烟仓, 能使所有排烟口均设置于储烟仓内, 保证排烟系统正常工作。二级挡烟垂壁上设置过烟孔, 能促进同一防烟分区内烟气的分布均匀, 进一步提升系统排烟效率;

(3) 车库以外的其他排烟场所, 建议按不同净高空间划分防烟分区, 且单个分区面积不宜过大, 即可保证将所有排烟口都设于储烟仓内, 满足规范设置要求;

(4) 常规排烟系统设计的默认条件是烟气在整个防烟分区内均匀扩散。其实单点火灾的模拟过程说明情况并非如此, 特别是在车库这种防烟分区与着火点面积比较大的工况, 靠近火源点处烟气浓度极大, 远离火源点处烟气浓度较低, 相应点位附近的排烟口, 事实上的排烟效率是不一致的, 因此设计排烟口数量、尺寸时, 应有一定的裕量考虑。

参考文献:

- [1] GB 51251-2017, 建筑防烟排烟系统技术标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2018: 28-29.
- [2] 崔跃. 中庭烟气分层及其排烟设计相关问题探讨[J]. 暖通空调, 2021, 51(2): 57.