

文章编号: 1671-6612 (2020) 06-765-04

# 天津地区办公建筑外遮阳的节能分析

孔华彪

(中国铁路设计集团有限公司设计院 天津 300308)

**【摘要】** 为研究分析天津地区办公建筑全年采暖及供冷能耗及采用外遮阳设计的节能潜力,以天津地区典型办公建筑为研究对象,基于天津所处寒冷地区的气候特点,利用 Energyplus 软件计算了办公建筑在不同朝向安装不同倾角外遮阳时的冷、热负荷,计算结果为合理设计天津地区办公建筑外遮阳构件提供依据。

**【关键词】** 外遮阳;建筑节能;能耗模拟

中图分类号 TU111.19+5 文献标识码 A

## Analysis on Energy Conservation Performance of External Shading in Office Building in Tianjin

Kong Huabiao

(China Railway Design Corporation, Tianjin, 300308)

**【Abstract】** In this paper, annual heating and cooling energy consumption and energy conservation performance of external shading in office building in Tianjin has been analyzed. Based on local meteorological parameters in cold zone, heating and cooling load of a typical office building in city has been calculated by Energyplus. Diverse installation orientations and angles of external shading were analyzed in simulation respectively. Results have been considered reliable for external shading designing in office building in Tianjin.

**【Keywords】** external shading; energy conservation in building; energy consumption simulation

作者(通讯作者)简介:孔华彪(1985.12-),男,硕士研究生,高级工程师, E-mail: 280852844@qq.com  
收稿日期:2017-01-18

## 0 引言

外遮阳在建筑中的应用由来久远,许多建筑师都把它与建筑空间形态塑造、界面设计联系在一起。然而人们在注意到其艺术性的同时忽视了它控制太阳辐射的功能,从而造成建筑在夏季能耗过大。在节能降耗成为建筑设计关注重点的背景下,科学有效地应用建筑外遮阳对建筑能耗进行控制是普遍关注的重要研究方向。同济大学的李峥嵘对透过建筑外百叶遮阳进入室内的太阳辐射得热进行了分析,并以建筑全年能耗为控制指标,提出了总辐

射净得益量的概念,对建筑外百叶遮阳结构进行了优化<sup>[1]</sup>。西南交通大学的朱燕燕提出了一个建筑遮阳节能评价体系,全面反映了夏热冬冷地区建筑遮阳的节能效果<sup>[2]</sup>。

建筑遮阳设计需要结合当地的气候,相关研究和应用主要在南方,北方寒冷地区相对较少。因此本文以天津地区典型办公建筑为研究对象,基于天津所处寒冷地区的气候特点,利用 Energyplus 软件计算了办公建筑在不同朝向安装不同倾角外遮阳时的冷、热负荷,并分析建筑全年采暖供冷能耗及

其节能量,为合理设计天津地区建筑外遮阳构件提供依据。

### 1 天津地区的气候特征

天津市位于我国建筑热工设计分区中的寒冷地区,全年月平均温度和月总辐射量如图1所示,太阳辐射总量有明显的年季变化,冬季最小,夏季最大。月辐射量最大值出现在5月,约为630MJ/m<sup>2</sup>;最小值出现在11月,约为200MJ/m<sup>2</sup>[3]。

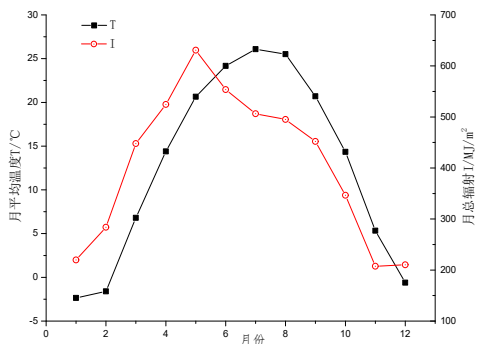


图1 天津地区月平均温度和月总辐射

Fig.1 Monthly mean temperature and total solar radiation in Tianjin

### 2 计算模型的建立

#### 2.1 建筑能耗模拟软件 Energyplus 简介[4]

EnergyPlus是美国能源部开发的建筑能耗分析软件,用户输入描述建筑物理特征和相关设备的参数之后,软件就能计算得到所有得到设定条件下的冷热负荷,并且能够得出空调冷热源和末端风机等设备的具具体能耗。它采用集成同步的负荷/系统/设备的模拟方法,利用热平衡法模拟负荷和CTF模块模拟墙体、屋顶、地板等的瞬态传热。本文采用典型气象年数据作为逐时室外计算气象数据,利用Energyplus软件计算建筑冷热负荷及其能耗。

#### 2.2 建筑模型概况

本文计算的建筑模型为天津市某办公楼,如图2所示。该建筑朝向为南,长宽均为30m,共12层,层高为3.5m,总建筑面积为10800m<sup>2</sup>,各朝向窗墙比均为35%。选定没有设置外遮阳构件的建筑为参照建筑,设置外遮阳构件的建筑为设计建筑。设计建筑中选取宽为0.5m、长为30m的遮阳板安装与外窗上沿,安装倾角分别为0°、10°、20°、30°、40°(过大的倾角影响室内自然采光)。

根据GB50189-2015《公共建筑节能设计标准》设计模型建筑主要热工参数如下:(1)外墙为10mm水泥砂浆+240mm加气混凝土砖+100mm发泡聚苯乙烯保温+20mm石膏灰泥墙面,综合传热系数为0.244W/m<sup>2</sup>·K;(2)屋顶为50mm沥青膨胀珍珠岩保温+200mm现浇钢筋混凝土+100mm发泡聚苯乙烯保温+20mm石膏灰泥墙面,综合传热系数为0.303W/m<sup>2</sup>·K;(3)外窗为铝合金中空双层玻璃窗,采用普通3mm玻璃,综合传热系数为1.96W/m<sup>2</sup>·K。



图2 建筑模型

Fig.2 Building simulation model

#### 2.3 采暖空调负荷计算参数

建筑采暖空调负荷计算参数:(1)办公区冬季18°C、夏季26°C、新风量30m<sup>3</sup>/(人·h)、人员密度4m<sup>2</sup>/人、照明功率密度10W/m<sup>2</sup>、设备功率密度15W/m<sup>2</sup>;(2)卫生间冬季16°C、夏季28°C、新风量30m<sup>3</sup>/(人·h)、人员密度20m<sup>2</sup>/人、照明功率密度5W/m<sup>2</sup>、设备功率密度5W/m<sup>2</sup>;(3)楼梯走廊为非空调区域。表1为办公室人员逐时在室率(设备、照明使用率相同)。

表1 人员在室率

Table 1 Occupancy in building

时间	0~8	8~9	9~12	12~14	14~18	18~20	20~24
在室率	0	0.5	0.95	0.8	0.95	0.3	0

### 3 模拟结果及分析

#### 3.1 建筑冷热负荷模拟结果及分析

模拟计算出参照建筑采暖热负荷为437368.6kWh、空调冷负荷为608461.8kWh,设计建筑各朝向安装不同倾角的外遮阳板的全年冷热

负荷如图 2 所示。各朝向安装外遮阳板的设计建筑采暖热负荷均随安装倾角增大而增大，冷负荷均随安装倾角增大而减小。安装倾角一定时，安装南向遮阳板的建筑冬季热负荷明显大于安装东西向遮阳板的建筑热负荷，其中西向略大于东向；各朝向安装遮阳板后的建筑夏季冷负荷：南向最大，西向最小。原因主要是位于北半球的冬季太阳高度角小，建筑南立面接收太阳辐射较东、西立面多，遮阳板的采用会一定程度衰减这部分有利辐射；而夏季太阳高度角更大，日晒时间更长，尤其是西晒与东晒，从而使得建筑接收的太阳辐射西立面大于东立面大于南立面，且均随遮阳板倾角增大，各立面被遮挡的太阳辐射增多。

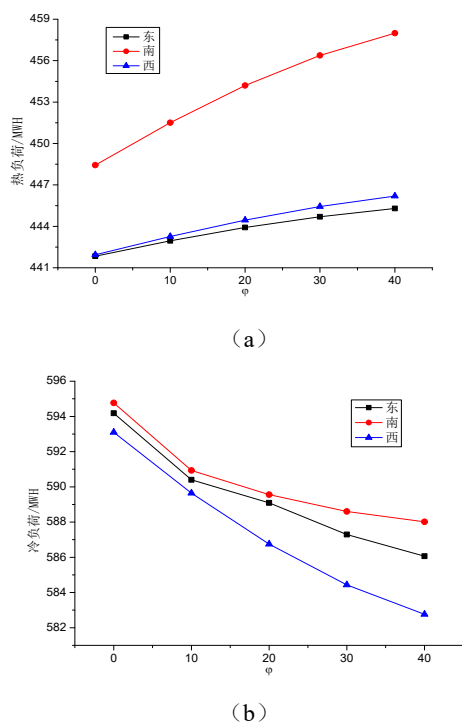


图 2 建筑冷热负荷

Fig.2 Cooling and heating load in building

### 3.2 建筑全年采暖空调能耗分析

办公楼夏季采用家用空调供冷，冬季采用燃煤锅炉供热水散热器采暖，空调机  $COP$  为 3，燃煤锅炉效率为 0.8。由于煤和电在能源品位上存在差异，为便于分析全年采暖空调总能耗，采用等效电法将耗煤量折算成电力<sup>[5]</sup>，折算系数取 45.4%。因此可根据式 (1)、(2) 计算出建筑全年采暖空调总耗电量：

采暖等效耗电量=热负荷÷锅炉效率×折算系

数 (煤/电) (1)

空调耗电量=冷负荷÷空调机  $COP$  (2)

如图 3 所示。若冬夏季采用恒定不变的外遮阳倾角，南向安装外遮阳时建筑全年总能耗随倾角增大而增大，东、西向随倾角增大而减小，且南向安装时建筑总能耗远大于东向，东向略大于西向。主要由于建筑南向遮阳时冬季太阳辐射影响大于东、西向，导致采暖能耗过大，而对夏季空调能耗减小量比东、西向遮阳贡献较少。将设计建筑采暖空调总能耗与参照建筑比较得出建筑各朝向安装不同倾角遮阳板时建筑节能，如图 4 所示。南向遮阳在冬季采暖季对建筑节能是不利的，且该能耗增值随倾角增大而增大；统筹全年考虑，东、西向遮阳对建筑节能是有利的，且节能量随倾角增大而增大，西向略优于东向。

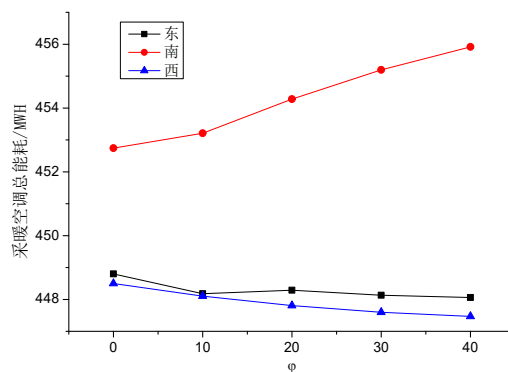


图 3 采暖空调总能耗

Fig.3 Total heating and air-conditioning energy consumption

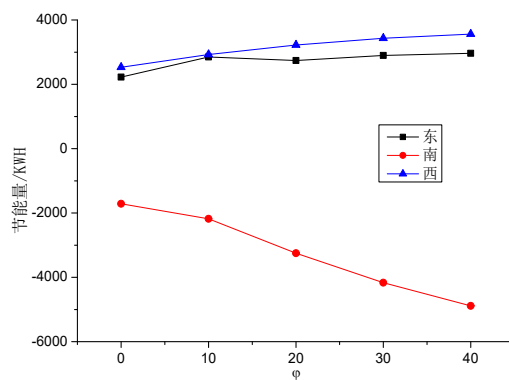


图 4 节能量

Fig.4 Conserved Energy

## 4 结论

本文利用 Energyplus 建立模型分析天津地区外遮阳对建筑全年空调冷热负荷的影响及其节能量,得出以下主要结论:

(1) 各朝向安装外遮阳板的设计建筑采暖热负荷均随安装倾角增大而增大,冷负荷均随安装倾角增大而减小。

(2) 南向外遮阳角度在全年使用时应统筹考虑确定,在冬夏两季不应选取同一角度,应尽量采取措施减少冬季南向外遮阳角度过大会造成的热负荷增高;而东、西向遮阳,经全年统筹考虑,对建筑节能是有利的,且节能量随倾角增大而增大。

#### 参考文献:

- [1] 李峥嵘. 基于能耗控制的建筑外百叶遮阳优化研究[J]. 暖通空调,2007,37(11):5-13.
- [2] 朱燕燕. 夏热冬冷地区建筑遮阳系统设计及其节能评价[D]. 成都:西南交通大学,2007.
- [3] 吴继臣,徐刚. 全国主要城市冬季太阳辐射强度的研究[J]. 哈尔滨工业大学学报,2003,35(10):136-139.
- [4] 周欣,燕达,洪天真,等. 建筑能耗模拟软件空调系统模拟对比研究[J]. 暖通空调,2014,44(4):113-122.
- [5] 江亿,杨秀. 在能源分析中采用等效电方法[J]. 中国能源,2010,32(5):5-11.