

关于建筑节能检测方法的探讨

王剑平

(益阳赫山建设工程总公司, 湖南 益阳 413002)

摘要: 建筑节能检测是工程竣工验收的重要内容, 目前检测的主要对象是建筑围护结构。在对现场墙体传热系数的检测方法——热流计法、热箱法、非稳态法和红外热像仪法等进行综述的基础上, 对现有检测技术存在的问题提出几点看法。

关键词: 建筑节能; 传热系数; 现场检测方法

中图分类号: TK39

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2009)02-0014-03

Analysis of Detection Method for Buildings Energy Conservation

Wang Jianping

(Heshan Construction Engineering General Company, Yiyang Hunan 413002, China)

Abstract: Testing of energy conservation of buildings is an important content of project completion acceptance and the building palisade structure is the main object for detection at present. Some opinions on existing testing technology are put forward at the base of summarizing on heat flow meter method, hot box method, unsteady state method and infrared thermography method which belong to detection method of wall heat transferring coefficient currently.

Key words: energy conservation of buildings; heat transfer coefficient; in-site detection method

建筑节能指建筑物在全生命周期过程中合理使用和有效利用能源, 以便在满足同等需要或达到相同目的的条件下, 尽可能降低能耗。我国目前建筑能耗形势相当严峻, 呈现出总量大、比例高、能效低、污染重的特点。我国每年建成的房屋面积高达 16~20 亿 m^2 , 超过所有发达国家年建成建筑面积的总和, 而单位建筑面积采暖能耗却为发达国家新建建筑的 3 倍多。据有关专家预测, 按目前建筑能耗水平发展, 到 2020 年我国建筑能耗将达 10.89 亿 t 标准煤, 是 2000 年的 3 倍; 空调负荷将相当于 10 个三峡电站的满负荷电力, 这势必造成能源紧张。对此, 有关专家称建筑节能为“刻不容缓的生命工程”。^[1]

1 围护结构传热系数的检测方法

建筑节能检测是建筑竣工验收的重要内容之一, 其目的是为了通过实测来评价建筑物的节能效果。目

前, 在建筑物建筑节能检测验收管理环节中, 现场检测最主要的技术指标是建筑物围护结构的传热系数。

传热系数 λ 与热阻 R 互为倒数, 通常先测得热阻再计算传热系数。测量热阻主要有以下途径:

1) 当材料的传热系数 λ 已知时, 利用公式 $R=d/\lambda$ 即可计算出材料的热阻 R ; 如果传热系数 λ 未知, 可用传热系数仪测出 λ , 再代入公式。

2) 用双面热流计导热仪测量, 有以下关系式:

$$Q = \frac{\lambda}{d}(T_1 - T_2)F, \lambda = \frac{Qd}{F(T_1 - T_2)} = \frac{qd}{T_1 - T_2},$$

$$R = \frac{d}{\lambda} = \frac{T_1 - T_2}{q}.$$

只需测量出试件两表面的温度值 T_1 、 T_2 , 以及通过试件的热流值 q , 就可以计算出试件热阻 R 的值。这种方法主要用在实验室。现场测量时, 由于围护墙体厚度无法精确测得, 且围护墙体材料成分也无法精确确定, 因此应采取能够在墙体上直接测量的方法^[2]。

收稿日期: 2009-01-05

作者简介: 王剑平(1973-), 男, 湖南益阳人, 益阳赫山建设工程总公司职员, 主要从事土木工程建设与管理工作,

E-mail: wangjianp001@126.com

目前现场检测墙体热阻（传热系数）的方法主要有：热流计法、热箱法、非稳态法和红外热像仪法等。

1.1 热流计法

热流计法是利用温差和热流量之间的对应关系进行热流量的测定。美国试验与材料标准 ASTM C1046-95 (2007) 和 ASTM C1195-55 都对热流计法做了较详细的规定。热流计法也是我国现行检测的首选方法^[3]。

1.1.1 热流计检测原理

热流计^[4-6]是建筑能耗测定中常用仪表，用来测量建筑物和各种保温材料的传热量及物理性能参数。

采用热流计检测建筑墙体保温性能的基本原理为：在被测部位至少布置 2 块热流计，在热流计的周围布置热电偶，对应的另一表面上也相应布置热电偶。通过导线把所测试的各部分连接起来，将测试信号直接输入微机，通过计算机数据处理，可打印出热流值及温度读数。通过瞬变期，达到稳定状态后（计量时间包括足够数量的测量周期），获得所要求精度的测试数值。

热流计的基本工作原理如图 1 所示。

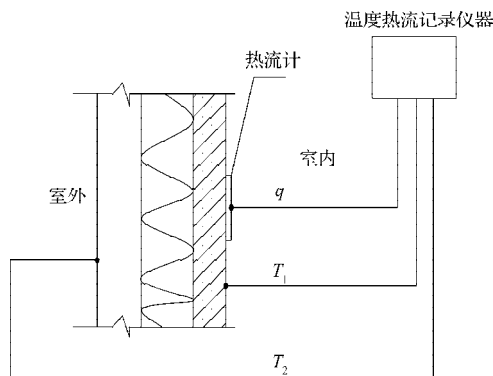


图 1 热流计工作原理图

Fig. 1 Work principle of heat flux meter

当热流通过被测壁面板时，因热阻的存在，使温度梯度沿厚度方向衰减，导致壁板两侧产生温差 $\Delta T = T_1 - T_2$ ，即通过热流计的热流为稳定一维传导，不考虑向四周的扩散。温差 ΔT 与热流量之间存在对应关系，依此关系可以测定出建筑热耗量，最终计算出导热系数，即

$$R = \frac{T_1 - T_2}{E \cdot C}, K = \frac{1}{R_i + R + R_e}$$

式中： K 为被测物的传热系数；

R 为被测物的热阻；

R_i 为被测物内表面换热阻；

R_e 为被测物外表面换热阻；

E 为热流计读数；

C 为热流计测头系数，由热流计出厂时标定。

1.1.2 热流剂法的局限性

热流剂法用于检测墙体的传热系数准确性较高，

但它的缺点是受到季节的限制——只能在采暖期进行检测，如果是非采暖区的建筑物或是采暖地区非采暖期竣工的建筑物，则不能采用此方法进行节能检测。因此，热流剂法的检测虽然准确性较高，但是它的适用条件很严格，限制了它的使用。

1.2 热箱法

1.2.1 热箱法原理

热箱法^[4-7]是基于—维稳态传热的原理在试件两侧的箱体（热箱和冷箱）内分别建立所需的温度、风速和辐射条件，达到稳定状态后，测量空气温度、试件内壁的表面温度及输入到计量箱的功率，然后根据公式计算出试件的热传递性质——传热系数。

$$\text{传热系数的计算公式为 } K = \frac{Q}{A(T_i - T_e)}$$

式中： K 为传热系数；

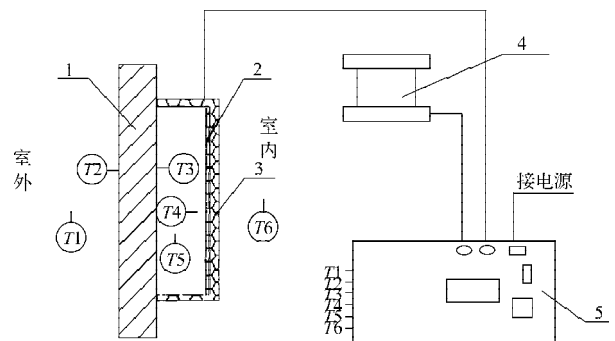
Q 为通过试件功率；

A 为热箱开口面积；

T_i 为热箱空气温度；

T_e 为冷箱空气温度。

由北京中建建筑科学技术研究院开发的“RX-II 型传热系数检测仪”检测原理如图 2 所示。



1-墙体；2-热箱加热装置；3-保温层；4-电加热器；5-控制仪；T1-室外空气温度；T2-室外墙表温度；T3-室内墙表温度；T4、T5-箱内空气温度；T6-室内空气温度

图 2 热箱法检测原理图

Fig. 2 Detection principle of hot box method

1.2.2 热箱法的特点

热箱法基本不受温度的限制，只要室外平均空气温度在 25°C 以下，相对湿度在 60% 以下，热箱内温度大于室外最高温度 8°C 以上就可以测试。但完成一套房间检测需要的仪器设备多，安装搬运的工作量大，特别是热桥与不规则部位无法测试。

1.3 红外法检测技术

红外检测属于无损检测的范畴，它以不破坏被检目标的使用性能为前提，应用被人类已知的物理和化学知识，对各种工程材料、零部件、成品、半成品及运行中的设备进行有效的检验和测试，借以评价它们的有关性能。

1.3.1 红外法检测原理

红外法主要是应用红外热像仪进行检测，红外热

像仪是利用红外探测器、光学成像物镜和光机扫描系统（目前先进的焦平面技术则省去了光机扫描系统）接受被测目标的红外辐射能量分布图形，反映到红外探测器的光敏元上，在光学系统和红外探测器之间，有一个光机扫描机构对被测物体的红外热像进行扫描，并聚焦在单元或分光探测器上，由探测器将红外辐射能转换成电信号，经放大处理、转换或标准视频信号，通过电视屏或监测器显示红外热像图。

1.3.2 红外法的优点

用红外法检测墙体热阻主要有下列优点：

1) 能够直观地显示出物体表面温度（热流计法只能测试物体表面某一小区域或某一点的温度值），同时测量出物体表面各点温度的高低，并以图像形式显示出来；

2) 温度分辨率高，能准确区分很小的温差（可达 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）；

3) 红外热像仪输出的视频信号包含目标的大量信息，可用多种方式显示出来；

4) 可进行数据存储、输出视频信号，可用数字存储器存储，或用录像带记录，这样既可作为资料长期保存，又便于计算机作运算处理；

5) 现场测温时只需对准目标摄取图像，并将上述信息存储到机内的PC卡上，即完成全部操作，操作简单易行。

1.3.3 红外法的缺点

红外热像仪能够快速准确地测量物体表面的温度，但是无法测得热流值。因此，在实际检测中需要与其它测试方法配合使用。

2 结语

上述现场检测墙体热阻的各种方法均有各自的优点，但又都存在不足之处。热流计法因为严格的测试条件要求，它的使用受到一定的限制，使得部分建筑墙体热阻检测无法满足要求，进而无法及时进行竣工验收；热箱法原来是实验室检测建筑构件热工性能的方法，现在研究用在现场检测，虽然不受季节限制，但是现场误差难以消除；而红外法检测技术虽能测得墙体表面的温度，但无法测得热流值，在现场测试时需和其它方法配合使用。因此，本人对现有检测技术的改进提出以下几点看法：1) 能用于现场检测，并不受季节的限制；2) 尽量减少误差，以确保检测结果的精确度；3) 检测仪应携带方便，检测过程能耗少。

参考文献：

- [1] 涂逢祥. 建筑节能(41)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
Tu Fengxiang. Energy-Saving Buildings(41)[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2003.
- [2] 王珍吾. 广州市汇景新城墙体构造热阻现场测试[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
Wang Zhenwu. Field Testing of Heat Resistance for Wall Structure of Huijing New Town in Guangzhou City[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2000.
- [3] JGJ132 - 2001, 采暖居住建筑节能检验标准[S].
JGJ132 - 2001, Detection Standard of Building Energy Efficiency for Heating Residence[S].
- [4] 范宏武, 邢大庆, 王吉霖, 等. 建筑物围护结构传热系数现场检测技术[J]. 上海计量测试, 2005(3): 13-15.
Fan Hongwu, Xing Daqing, Wang Jilin, et al. Field Test Technology of Heat Transfer Coefficient of Building Envelope Constructions[J]. Shanghai Measurement and Testing, 2005 (3): 13-15.
- [5] 田斌守. 建筑节能现场检测围护结构传热系数的讨论[J]. 墙材革新与建筑节能, 2003(11): 42-44.
Tian Binshou. Discussion on Heat Transfer Coefficient for Envelope Constructions of Field Test for Building Energy Efficiency[J]. Walling Material Innovation and Energy Conservation Buildings, 2003(11): 42-44.
- [6] 朱传晟. 建筑节能现场检测技术初探[J]. 墙材革新与建筑节能, 2002(6): 43-44.
Zhu Chuansheng. Analysis of Field Test Technology for Building Energy Efficiency[J]. Walling Material Innovation and Energy Conservation Buildings, 2002(6): 43-44.
- [7] 魏剑侠, 魏清林. 热箱法在建筑节能专项验收中的应用初探[J]. 中国住宅设施, 2003, 2(14): 25-27.
Wei Jianxia, Wei Qinglin. Applied Exploration of Hot Box Method in Special Acceptance of Building Energy Efficiency [J]. China Housing Facilities, 2003, 2(14): 25-27.
- [8] ASTM C1363-97, Standard Test Method for Steady-State Thermal Performance of Building Assemblies by Means of a Guided Hot Box[S].
- [9] Piccini E, Guo S M, Jones T C. The Development of a New Direct-Heat-Flux Gauge for Heat-Transfer Facilities[J]. Measurement Science and Technology, 2000, 4 (11): 342-349.

(责任编辑: 张亦静)