

基于室温的多栋建筑联合热计量

国家知识产权局专利局 刘怀涛[☆]

哈尔滨工业大学 周志刚 方修睦[△] 姜永成

摘要 多栋建筑实施联合计量,不仅可以减少热计量总表的投资,而且可以解决没有条件单独设置热计量总表的计量难题。给出了多栋建筑实施联合热计量的判据公式,并得出了建筑物可实现联合计量的条件:当量建筑的构造体积热指标与单栋建筑的体积热指标相近;联合热计量与单独热计量的计量误差小于最大允许计量误差。

关键词 热计量 收费 多栋建筑 联合热计量 判据

Combined heat metering in many buildings based on indoor temperature

By Liu Huaitao[★], Zhou Zhigang, Fang Xiumu and Jiang Yongcheng

Abstract The implementation of combined heat metering in many buildings can not only reduce the total investment of heat meters, but also solve the measuring problem that there is no condition to set separate heat meter. Gives combined heat metering implementation criterion formulas, and obtains the conditions of the combined heat metering as follows: the structural volume thermal index of equivalent building and the volume thermal index of single building are similar; and the measurement error of combined heat metering and separate heat metering is less than the maximum permissible error.

Keywords heat metering, charging, many buildings, combined heat metering, criterion

★ State Intellectual Property Office of the Patent Office, Beijing, China

①

在我国,往往多个建筑物连接在同一个供热支线上,由于条件限制,有些建筑不具备单独设置热量总表的条件。为此,人们将与供热系统相连接的多栋建筑物甚至更大范围的建筑,通过设置一块热量表,再通过某种分摊方法进行热量分摊。笔者将这种多栋建筑物采用一块热计量仪表的方法称为多栋建筑联合热计量。多栋建筑实施联合热计量,不但减少了热量表的投资,更重要的是可以解决没有条件单独设置热计量表的计量难题。本文从计量原理出发,探讨了多栋建筑实施联合热计量的条件,供同行参考。

1 多栋建筑联合热计量的原理

对于一个供暖建筑来说,楼栋总热量等于各户耗热量 Q_i 之和。对于一个有 m 个用户的建筑物来说,楼栋总供热量 Q_z 可以表示为

$$Q_i = q_{vj} V_{ij} (t_{nij} - t_w) \quad (1)$$

$$Q_z = \sum_{i=1}^m Q_i = \sum_{i=1}^m q_{vj} V_{ij} (t_{nij} - t_w) = q_{vj} V_{zj} (t_{npj} - t_w) \quad (2)$$

式(1),(2)中 Q_i 为第 j 栋楼内 i 用户消耗的热量, W ; q_{vj} 为第 j 栋楼的体积热指标, $W/(m^3 \cdot ^\circ C)$; V_{ij} 为第 j 栋楼内 i 用户的房间体积, m^3 ; t_{nij} 为第 j 栋楼内 i 用户的室内平均温度, $^\circ C$; t_w 为室外温度, $^\circ C$; Q_{zj} 为第 j 栋楼的供热量, W ; V_{zj} 为第 j 栋楼的体积, m^3 ; t_{npj} 为第 j 栋楼的平均温度, $^\circ C$ 。

由式(1)及式(2),可以得到用户 i 消耗的热量与该楼总热量之比为

$$\frac{Q_i}{Q_{zj}} = \frac{q_{vj} V_{ij} (t_{nij} - t_w)}{\sum_{i=1}^m q_{vj} V_{ij} (t_{nij} - t_w)} \quad (3)$$

令分摊系数

①☆ 刘怀涛,男,1983年9月生,硕士

△ 方修睦(通信作者)

150090 哈尔滨市南岗区海河路202号2644信箱
(0451) 86283342

E-mail: fxm490@163.com

收稿日期:2014-02-12

$$k_j = \frac{q_{vj} Q_{zj}}{\sum_{i=1}^m q_{vj} V_{ij} (t_{nij} - t_w)} = \frac{Q_{zj}}{V_{zj} (t_{npj} - t_w)} \quad (4)$$

对第 j 栋楼实施单独热计量时, i 用户分配的热量可以表示为

$$Q_{ij}^j = k_j V_{ij} (t_{nij} - t_w) \quad (5)$$

当一个供热系统负责 n 栋楼的供热时, 将这 n 栋建筑折算为一栋当量建筑, 则该当量建筑物的总供热量应为

$$Q_{zz} = \sum_{j=1}^n Q_{zj} = \bar{q}_v V_{zz} (t_{np} - t_w) \quad (6)$$

式中 Q_{zz} 为当量建筑总的供热量, W ; $\bar{q}_v$ 为当量建筑的构造体积热指标, $W/(m^3 \cdot ^\circ C)$; V_{zz} 为当量建筑体积, m^3 ; t_{np} 为当量建筑的平均温度, $^\circ C$ 。

对 n 栋建筑实施联合热计量时, 平均分摊系数可近似表示为

$$\bar{k} = \frac{Q_{zz}}{V_{zz} (t_{np} - t_w)} \quad (7)$$

联合热计量时第 j 栋楼中 i 住户的分摊热量 Q_{ij}^j 可以表示为

$$Q_{ij}^j = \bar{k} V_{ij} (t_{nij} - t_w) \quad (8)$$

2 多栋建筑可以进行联合热计量的理论判据

将每栋建筑单独设置热量表的形式简称为单独热计量, 多栋建筑设置一块热量表的形式称为联合热计量。如果 2 种方法所分摊的热量相等, 就可以认为 2 种方法是统一的。

2.1 计量比率

由式(5)及式(8)得 n 栋建筑联合热计量时第 j 栋的计量比率:

$$\eta_n^j = \frac{Q_{ij}^j}{Q_j^j} = \frac{\bar{k}}{k_j} \quad (9)$$

由式(9)可知, 联合热计量时 i 住户的分摊热量与单独对 j 建筑进行热计量时 i 住户分摊的热量之比即为其各自分摊系数之比。

由式(2), (4), (6), (7), (9)可得

$$\eta_n^j = \frac{\bar{q}_v}{q_{vj}} \quad (10)$$

式(10)表明, 计量比率 η_n^j 是当量建筑的构造体积热指标 $\bar{q}_v$ 与单栋建筑的体积热指标 q_{vj} 的比值。

2.2 实施联合热计量的理论判据

设建筑物的高度相同, 为表述方便, 将式(6)中下标 j 变为 x , 则可以得到

$$\bar{q}_v = \frac{1}{(t_{np} - t_w) A_{zz}} \sum_{x=1}^n q_{vx} (t_{npx} - t_w) A_{zx} \quad (11)$$

式中 A_{zz} 和 A_{zx} 分别为当量建筑的总建筑面积和第 x 栋建筑的总建筑面积, m^2 。

设在正常供暖情况下, t_{npx} 与 t_{np} 近似相等, 令

$$\lambda_x = \frac{A_{zx}}{A_{zz}}, \text{ 则}$$

$$\bar{q}_v = \sum_{x=1}^n \lambda_x q_{vx} \quad (12)$$

将式(12)代入式(10), 令 $\gamma_x = \frac{q_{vx}}{q_{vj}}$, 则可得

$$\eta_n^j = \frac{\bar{q}_v}{q_{vj}} = \sum_{x=1, x \neq j}^n \lambda_x \gamma_x + \lambda_j \quad (13)$$

式中 γ_x 为除 $x=j$ 外其他 $n-1$ 栋建筑的体积热指标与 j 建筑的体积热指标之比。

n 栋建筑联合热计量时 j 建筑的计量误差 α_n^j 为

$$\alpha_n^j = \eta_n^j - 1 = \sum_{x=1, x \neq j}^n \lambda_x \gamma_x + \lambda_j - 1 \quad (14)$$

由式(9), (13), (14)可知:

1) 当 $Q_j^j = Q_j^j$ 时, 计量比率 $\eta_n^j = 1$, 计量误差 $\alpha_n^j = 0$, 即联合热计量的分摊热量与单独热计量的分摊热量相等, 2 种分摊方法无差别。

2) n 栋建筑联合热计量时, 对于其中的 j 建筑而言, 其计量误差与 λ_x 和 γ_x 有关。当 γ_x 趋近于 1 时, 计量比率 $\eta_n^j = 1$ 。即当其他 $n-1$ 栋建筑的体积热指标与 j 建筑的体积热指标之比 γ_x 趋于 1 时, j 建筑的计量比率 η_n^j 趋于 1, 其计量误差 α_n^j 趋于 0。也就是说, 此时联合热计量与单独热计量分摊热量的误差很小, 可以用联合热计量替代单独热计量。

设联合热计量的最大允许计量误差为 δ , 如果计量误差满足式(15), 则可认为联合热计量与单独热计量的效果相同。即这 n 栋建筑可以放在一起进行热量的分配而不会产生很大的误差。

$$\alpha_n^j \leq \delta \quad (15)$$

式(15)即为多栋建筑实施联合热计量的判别式。式(15)表明, 考察除 $x=j$ 外其他 $n-1$ 栋建筑的体积热指标与 j 建筑的体积热指标之比 γ_x , 如果 n 栋建筑的体积热指标近似相等或相差不大, 每一栋建筑的计量误差即可满足式(15), 则该 n 栋建筑能够进行联合热计量。

3 实例分析

某小区有 4 栋建于同一年代的砖混结构住宅

楼,各部分的构造,如围护结构传热系数、窗墙面积比、门墙比以及朝向等均相同,其基本参数见表1。

表 1 建筑物基本参数

建筑编号	层数/层	单元数	建筑面积/m ²	体积热指标/(W/(m ³ ·℃))
1#	6	4	4 337.28	0.313
2#	6	3	3 252.96	0.320
3#	4	4	2 418.24	0.366
4#	4	4	2 573.92	0.392
合计			12 582.40	

根据式(13)及式(14),分别求得每栋建筑的计量比率及计量误差,列于表2中。由表2可见,4栋建筑的计量误差为-12.9%~8.9%,如果设联合热计量的最大允许计量误差 δ 为5%,则根据式(15)可知,该4栋建筑不应采取联合热计量。

表 2 计量比率及计量误差

建筑编号	计量比率 η_i^j	计量误差 $\alpha_i^j/\%$
1#	1.089	8.9
2#	1.067	6.7
3#	0.932	-6.8
4#	0.871	-12.9

对1#建筑和2#建筑,3#建筑和4#建筑分别进行分析,则可以得到:1#建筑计量误差 $\alpha_{1,2}^1=\eta_{1,2}^1-1=0.9\%$,2#建筑计量误差 $\alpha_{1,2}^2=\eta_{1,2}^2-1=-1.2\%$,3#建筑计量误差 $\alpha_{3,4}^3=\eta_{3,4}^3-1=3.6\%$,4#建筑计量误差 $\alpha_{3,4}^4=\eta_{3,4}^4-1=-3.2\%$ 。

分析结果表明,虽然不能对4栋建筑实施联合热计量,但是可以分别对1#建筑与2#建筑,3#建筑和4#建筑实施联合热计量。

为了验证理论的正确性,对该小区进行了实际检验。表3为对该小区实施单独热计量以及分别对1#建筑与2#建筑,3#建筑和4#建筑采用联

合热计量的分析结果。由表3可见,1#建筑和2#建筑实施联合热计量后,实际计量误差为0.74%和0.86%;3#建筑和4#建筑实施联合热计量后,实际计量误差为2.7%和-2.4%。表明理论分析是正确的。

表 3 实际计量误差

建筑编号	单独计量热量/GJ	联合计量实际计量误差/%
1#	1 199.53	0.74
2#	943.37	0.86
3#	808.78	2.7
4#	905.20	-2.4

4 结论

4.1 多栋建筑联合热计量时,计量误差 α_n^j 与联合热计量的各个建筑供暖面积与总的供暖面积比 λ_x 和除 $x=j$ 外其他 $n-1$ 栋建筑的体积热指标与 j 建筑的体积热指标之比 γ_x 有关。当量建筑的构造体积热指标 $\bar{q}_v$ 与单栋建筑的体积热指标 q_{vj} 相近的建筑物可实现联合热计量。

4.2 联合热计量与单独热计量的计量误差 α_n^j 小于最大允许计量误差 δ 时,可以用联合热计量替代单独热计量。

4.3 不满足实施联合热计量判别式的系统,需要研究新的方法,以实现联合热计量,不能简单地对多栋建筑物设置一块计量总供热量的热量表来进行热量分摊。

参考文献:

[1] 刘怀涛. 温度法热计量及其相关问题的应用研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2007:51-80

[2] 李文波,方修睦. 用室温分摊热费的原理与实现[J]. 暖通空调,2004,34(11):49-51

