



热源结算热量的计算方法^{*}

哈尔滨工业大学 方修睦[☆] 齐先达
山东省淄博亚瑞建筑设计公司 李东平

摘要 热量表的流量传感器和回水温度传感器的安装位置不同,热量表计量出来的热量也不同;另外,在制定热价时考虑了一部分补水耗热量。综合考虑这些因素,推导出了相应安装形式和补水率下的热源结算热量公式。

关键词 热量表 安装位置 热价 结算热量公式

Calculation method of heat quantity settlement for heat sources

By Fang Xiumu[★], Qi Xianda and Li Dongping

Abstract The heat quantity calculated based on the different installation positions of flow sensor and return water temperature sensor in heat meters is different. And the heat consumption of makeup water heating is considered in heat pricing. Considering the two factors, deduces the formulas of heat quantity settlement in corresponding installation methods and water makeup rates.

Keywords heat meter, installation position, heat price, formula for heat quantity settlement

★ Harbin Institute of Technology, Harbin, China

①

热量表设置在热源管网的供水管上还是回水管上,主要受热量表的流量传感器的工作温度制约;热量表回水温度传感器安装位置根据实际情况也有两种,一种是安装在补水点上游,一种是安装在补水点下游。热源热量的计量,根据热量表的流量传感器和回水温度传感器安装位置的不同,计量结果不同。由于现行的有些供热系统补水量过大,造成无法根据热量表计量的数据进行供、用热双方的贸易结算,尚需要考虑加热补水耗热问题,以减少贸易纠纷,促进供热企业的管理水平提高。

1 不同安装形式下热源热量的理论计算公式

1.1 第一种安装方式

热量表安装在热源管网供水管上 A 点(见图 1),热量表回水温度传感器安装在补水点下游(a 点)时,为第一种安装方式,计量热量为

$$Q_1 = \int \rho_g V_1 c (t_g - t_x) d\tau \quad (1)$$

^{*} “十一五”国家科技支撑计划重大项目课题四“供热系统节能关键技术与示范”(编号:2006BAJ01A04)

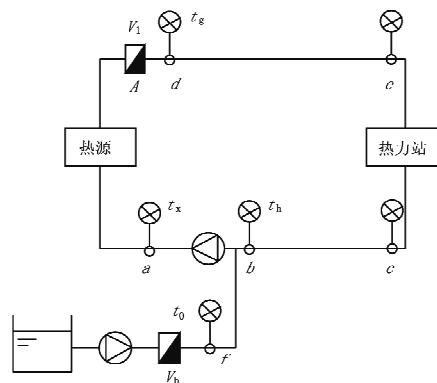


图 1 热量表安装在供水管上 A 点

式中 Q_1 为图 1 所示热量表回水温度传感器安装在补水点下游(a 点)时热量表计量的热水热量, kJ; ρ_g 为对应给水温度下水的密度, kg/m³; V_1 为热网的循环水量, m³/h; c 为水的比热容, c =

①☆ 方修睦,男,1954 年 2 月生,大学,教授
150090 哈尔滨市南岗区海河路 202 号 2644 信箱
(0451) 86282123
E-mail: fxm490@163.com
收稿日期:2009-04-03

4. 186 8 kJ/(kg · °C); t_g 为热网的供水温度, °C; t_x 为混水温度, °C; τ 为时间, h。

1.2 第二种安装方式

热量表安装在热源管网供水管上 A 点(见图 1), 热量表回水温度传感器安装在补水点上游(b 点)时, 为第二种安装方式, 计量热量为

$$Q_2 = \int \rho_g V_1 c (t_g - t_h) d\tau \quad (2)$$

式中 Q_2 为图 1 所示热量表回水温度传感器安装在补水点上游 b 点时热量表计量的热水热量, kJ; t_h 为热网的回水温度, °C。

1.3 第三种安装方式

热量表安装在热源管网回水管上 B 点(见图 2), 热量表回水温度传感器安装在补水点上游(b 点)时, 为第三种安装方式, 计量热量为

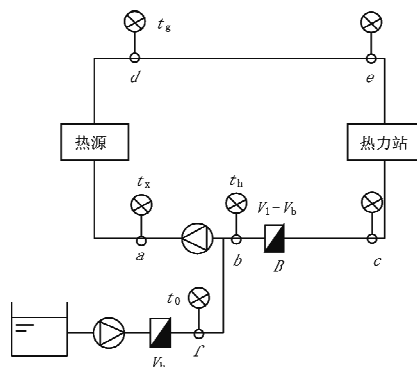


图 2 热量表安装在回水管上 B 点

点)时, 为第三种安装方式, 计量热量为

$$Q_3 = \int \rho_h (V_1 - V_b) c (t_g - t_h) d\tau \quad (3)$$

式中 Q_3 为图 2 所示热量表回水温度传感器安装在补水点上游(b 点)时热量表计量的热水热量, kJ; ρ_h 为对应回水温度下水的密度, kg/m³; V_b 为热网的补水量, m³/h。

1.4 第四种安装方式

热量表安装在热源管网回水管上 B 点(见图 2), 热量表回水温度传感器安装在补水点下游(a 点)时, 为第四种安装方式, 计量热量为

$$Q_4 = \int \rho_h (V_1 - V_b) c (t_g - t_x) d\tau \quad (4)$$

式中 Q_4 为图 2 所示热量表回水温度传感器安装在补水点下游(a 点)时热量表计量的热水热量, kJ。

2 混水温度和补水热量

2.1 混水温度

补水点列能量平衡方程式为

$$\rho_0 V_b t_0 + \rho_h (V_1 - V_b) t_h = \rho_x V_1 t_x \quad (5)$$

式中 ρ_0 为补水密度, kg/m³; t_0 为补水温度, °C; ρ_x 为混水密度, kg/m³。

由此求得

$$t_x = \frac{\rho_h}{\rho_x} \left[t_h - (t_h - t_0) \frac{V_b}{V_1} \right] - \frac{\rho_h - \rho_0}{\rho_x} \frac{V_b}{V_1} t_0 \quad (6)$$

2.2 加热补水所需热量

供暖期内加热补水所需热量 ΔQ 为

$$\begin{aligned} \Delta Q &= \bar{\rho}_x \Delta V c (\bar{t}_g - \bar{t}_x) + \bar{\rho}_x \Delta V c (\bar{t}_x - \bar{t}_0) \\ &= \bar{\rho}_x \Delta V c (\bar{t}_g - \bar{t}_0) \end{aligned} \quad (7)$$

式中 ΔV 为供暖期内补水量, m³; $\bar{\rho}_x$ 为对应平均混水温度 $\bar{t}_x$ 的混水密度, kg/m³; $\bar{t}_g$, $\bar{t}_0$ 分别为供暖期热网平均供水温度和热网平均补水温度, °C。

当合同规定的补水率为 ϕ 时, 加热补水所需热量为

$$q_0 = \bar{\rho}_x \Delta V' c (\bar{t}_g - \bar{t}_0) \quad (8)$$

式中 q_0 为供暖期合同规定补水率下的补水耗热量, kJ; $\Delta V'$ 为供暖期合同规定的补水量, m³。

3 各种安装形式下贸易结算热量

由于在制定热价时已经考虑了一定的系统补水率, 因此在实际补水率小于供、用热双方规定的补水率 ϕ 情况下, 最终的贸易结算热量应为从计量的热量中扣除 q_0 后的热量; 当实际补水率大于供、用热双方规定的补水率 ϕ 时, 应将计量的热量加上加热超出合同规定的补水量所需的热量作为最终的贸易结算热量。由于实际安装的仪表一般只能测量每个支路的供热量, 因此笔者建议以 Q_2 作为基本计量热量。

3.1 对于第一种安装方式

当以 Q_2 作为基本计算热量时, 贸易结算热量可按照式(9)或(10)计算。

$$\text{当 } \frac{\Delta V}{\sum V_1} \leq \phi \text{ 时,}$$

$$Q_0 = Q_1 - q_0 = Q_1 - \Delta V' \bar{\rho}_x c (\bar{t}_g - \bar{t}_0) \quad (9)$$

$$\text{当 } \frac{\Delta V}{\sum V_1} > \phi \text{ 时,}$$

$$\begin{aligned} Q_0 &= (Q_1 - q_0) + (\Delta Q - q_0) \\ &= Q_1 - \bar{\rho}_x c (\bar{t}_g - \bar{t}_0) (\Delta V - 2\Delta V') \end{aligned} \quad (10)$$

式(9), (10)中 Q_0 为合同规定热源结算热量, kJ; $\sum V_1$ 为供暖期流经热量表的累积热水流量, m³。

3.2 对于第二种安装方式

当以 Q_2 作为基本计算热量时,贸易结算热量按照式(11)或(12)计算。

$$\text{当 } \frac{\Delta V}{\sum V_1} \leq \phi \text{ 时, } Q_0 = Q_2 \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{当 } \frac{\Delta V}{\sum V_1} > \phi \text{ 时,} \\ Q_0 &= Q_2 + (\Delta Q - q_0) \\ &= Q_2 + \bar{\rho}_x c (\bar{t}_g - \bar{t}_0) (\Delta V - \Delta V') \quad (12) \end{aligned}$$

3.3 对于第三种安装方式

设 Q_3 与 Q_2 的比值 m_{32} 为

$$\begin{aligned} m_{32} &= \frac{Q_3}{Q_2} = \frac{\bar{\rho}_h (\sum V_1 - \Delta V)}{\bar{\rho}_g \sum V_1} \frac{\bar{t}_g - \bar{t}_h}{\bar{t}_g - \bar{t}_h} \\ &= \frac{\bar{\rho}_h (\sum V_1 - \Delta V)}{\bar{\rho}_g \sum V_1} \quad (13) \end{aligned}$$

式中 $\bar{t}_h$ 为供暖期热网平均回水温度,℃。

当以 Q_2 作为基本计算热量时,贸易结算热量可按照式(14)或(15)计算。

$$\text{当 } \frac{\Delta V}{\sum V_1} \leq \phi \text{ 时,} \quad Q_0 = Q_3 \frac{\bar{\rho}_g}{\bar{\rho}_h} \frac{\sum V_1}{\sum V_1 - \Delta V'} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \text{当 } \frac{\Delta V}{\sum V_1} > \phi \text{ 时,} \\ Q_0 &= Q_3 \frac{\bar{\rho}_g}{\bar{\rho}_h} \frac{\sum V_1}{\sum V_1 - \Delta V'} + \bar{\rho}_x c (\Delta V - \Delta V') (\bar{t}_g - \bar{t}_0) \quad (15) \end{aligned}$$

4 结论

4.1 由于热量表的流量传感器和回水温度传感器安装位置的不同,导致计量出的热量不同。无论采用哪种安装形式,在相同的补水率下,本文提出的计算方法都能保证结算热量的一致性。

4.2 本文提出的贸易结算热量的计算方法考虑了热价制定时包含补水耗热量的情况。如果在制定热价时没有包含补水耗热量($\phi=0$),只需将式(10),(12),(15),(19)中的 $\Delta V'$ 取为零即可。

参考文献:

式(14),(15)中 $\bar{\rho}_g$ 为对应供水温度 $\bar{t}_g$ 的水的密度, kg/m^3 ; $\bar{\rho}_h$ 为对应回水温度 $\bar{t}_h$ 的水的密度, kg/m^3 。

3.4 对于第四种安装方式

设 Q_4 与 Q_2 的比值 m_{42} 为

$$m_{42} = \frac{Q_4}{Q_2} = \frac{\bar{\rho}_h (\sum V_1 - \Delta V)}{\bar{\rho}_g \sum V_1} \frac{\bar{t}_g - \bar{t}_x}{\bar{t}_g - \bar{t}_h} \quad (16)$$

一般情况下 $t_h = 30 \sim 80 \text{ } ^\circ\text{C}$, $t_0 = 5 \sim 20 \text{ } ^\circ\text{C}$,

$\frac{\rho_h}{\rho_x} \approx 1$, $\frac{\rho_h - \rho_0}{\rho_x} \frac{V_b}{V_1} t_0$ 一般不超过 $0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$, 为简单起见,将式(6)简化为

$$t_x = t_h - (t_h - t_0) \frac{\Delta V}{V_1} \quad (17)$$

则对于整个供暖季来说, m_{42} 可以简化为

$$\begin{aligned} m_{42} &= \frac{Q_4}{Q_2} \\ &= \frac{\bar{\rho}_h}{\bar{\rho}_g} \frac{\sum V_1 - \Delta V}{\sum V_1} \left(1 + \frac{\bar{t}_h - \bar{t}_0}{\bar{t}_g - \bar{t}_h} \frac{\Delta V}{\sum V_1} \right) \quad (18) \end{aligned}$$

因此当以 Q_2 作为基本计算热量时,贸易结算热量按照式(19)或(20)计算。

$$\text{当 } \frac{\Delta V}{\sum V_1} \leq \phi \text{ 时,}$$

$$Q_0 = Q_4 \frac{\bar{\rho}_g}{\bar{\rho}_h} \frac{\sum V_1}{\sum V_1 - \Delta V'} \frac{1}{\left(1 + \frac{\bar{t}_h - \bar{t}_0}{\bar{t}_g - \bar{t}_h} \frac{\Delta V'}{\sum V_1} \right)} \quad (19)$$

$$\text{当 } \frac{\Delta V}{\sum V_1} > \phi \text{ 时,}$$

$$Q_0 = Q_4 \frac{\bar{\rho}_g}{\bar{\rho}_h} \frac{\sum V_1}{\sum V_1 - \Delta V'} \frac{1}{\left(1 + \frac{\bar{t}_h - \bar{t}_0}{\bar{t}_g - \bar{t}_h} \frac{\Delta V'}{\sum V_1} \right)} + \bar{\rho}_x c (\Delta V - \Delta V') (\bar{t}_g - \bar{t}_0) \quad (20)$$

[1] 哈尔滨工业大学. DB23/T265—2008 供热采暖系统热计量技术规程[S], 2008

[2] 张晓勇,徐细兵,方修睦. 热水供暖系统热量表的设置问题[J]. 节能技术, 2003, 21(6)

稿酬捐献

《暖通空调》杂志 2009 年第 11 期刊登了由杨谦柔先生(华夏技术学院)、张世典先生(中国文化大学)撰写的文章《台湾地区办公建筑耗能特性调查研究》,他们二人将该文稿酬人民币 480 元委托《暖通空调》杂志社捐给了中国红十字基金会,奉献了自己的一片爱心。在此,《暖通空调》杂志社的全体同仁衷心地两位作者表示敬意。

(本刊)