

文章编号: 1008-1534(2008)03-0150-03

住宅分户热计量采暖系统楼层间 水力平衡的分析设计

王 刚, 崔明辉

(河北科技大学建筑工程学院, 河北石家庄 050018)

摘 要: 通过数学推导得出了住宅分户热计量采暖系统楼层间水力平衡满足的条件, 并以该条件为基础得出了一定条件下采暖立管比摩阻最大值。

关键词: 分户热计量; 水力平衡; 采暖设计

中图分类号: TU832.1⁺3 **文献标识码:** A

Analysis and design of heating system waterpower balance between floors under separate heat measure

WANG Gang, CUI Ming-hui

(College of Architecture Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018, China)

Abstract: The article presents the condition about waterpower balance between the floors under separate heat measure by mathematic deducibility, and based on the condition, concludes the max press drop ratio of heating stand pipes.

Key words: separate heat measure; waterpower balance; heating design

随着中国经济的快速发展, 人民生活水平的提高, 中国的房地产市场得到了迅猛发展, 住宅楼犹如雨后春笋出现在神州大地上。在市场经济的背景下, 住宅采暖由原来的按面积收费改为按住户使用的热量收费, 采暖系统的设计也与以前有了不同。现在采暖系统多是立管为下供下回式双管系统, 每户安装独立的热计量装置^[1]。由于同一住宅楼每层的平面布局多为一样, 因此户内采暖系统布置也相同。笔者对图 1 所示采暖立管系统楼层间采暖管路水力平衡设计进行了分析。

1 理论推导

采暖系统楼层间水力不平衡率应在 15% 范围

内^[2], 即

$$\frac{\Delta P_2 + \Delta P_3 - \Delta P_1}{\Delta P_2 + \Delta P_3} < 15\%, \quad (1)$$

式(1)中: ΔP_1 为采暖系统中最有利分支的水力阻力损失(即热表装置及户内系统中的损失); ΔP_2 为采暖系统中最不利分支的水力阻力损失(即热表装置及户内系统中的损失); ΔP_3 为采暖系统中立管的水力阻力损失(即管路阻力损失减去重力水头)。

在采暖系统中 ΔP_1 , ΔP_2 有 3 种情况。

1) ΔP_1 为底层住户采暖管路的水力阻力损失, ΔP_2 为中间层住户采暖管路的水力阻力损失。

由于底层采暖热负荷大于中间层采暖热负荷, 所以底层采暖流量要大于中间层采暖流量, 导致水力阻力损失 $\Delta P_1 > \Delta P_2$, 但相差不是很大, 计为 $\Delta P_1 = \Delta P_2 + \Delta$ 。

2) ΔP_1 为中间层住户采暖管路的水力阻力损失, ΔP_2 为顶层住户采暖管路的水力阻力损失。

由于中间层采暖热负荷小于顶层采暖热负荷,

收稿日期: 2007-12-04; 修回日期: 2008-03-01

责任编辑: 冯 民

作者简介: 王 刚(1978-), 男, 河北定州人, 硕士, 主要从事供暖、空调、能源利用与节能方面的研究。

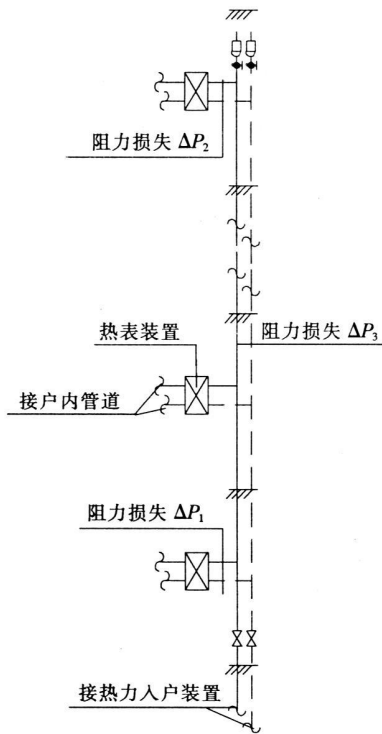


图 1 采暖立管系统图

Fig.1 Chart of stand pipes system

所以中间层采暖流量要小于顶层采暖流量, 导致水力阻力损失 $\Delta P_1 < \Delta P_2$, 但相差不是很大。计为 $\Delta P_1 = \Delta P_2 - \Delta_2$ 。

3) ΔP_1 为底层住户采暖管路的水力阻力损失, ΔP_2 为顶层住户采暖管路的水力阻力损失。

由于底层采暖热负荷小于顶层采暖热负荷, 所以底层采暖流量要小于顶层采暖流量, 导致水力阻力损失 $\Delta P_1 < \Delta P_2$, 但相差不是很大。计为 $\Delta P_1 = \Delta P_2 - \Delta_3$ 。

注: $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ 为 $\Delta P_1, \Delta P_2$ 数学上的差值。

从上面分析可知有以下 2 种情况。

第 1 种情况: $\Delta P_1 > \Delta P_2, \Delta P_1 = \Delta P_2 + \Delta_1$;

第 2 种情况: $\Delta P_1 < \Delta P_2, \Delta P_1 = \Delta P_2 - \Delta_2$ 。

2 种情况分别分析如下。

第 1 种情况:

$$\text{由 } \frac{\Delta P_2 + \Delta P_3 - \Delta P_1}{\Delta P_2 + \Delta P_3} < 15\%,$$

$$\text{得 } \frac{\Delta P_3 - \Delta}{\Delta P_3 + \Delta P_1 - \Delta} < 15\%,$$

$$\text{因为 } \frac{\Delta P_3 - \Delta}{\Delta P_3 + \Delta P_1 - \Delta} < \frac{\Delta P_3}{\Delta P_3 + \Delta P_1},$$

$$\text{令 } \frac{\Delta P_3}{\Delta P_3 + \Delta P_1} < 15\%,$$

$$\text{则有 } \Delta P_3 < \frac{0.15}{0.85} \Delta P_1. \tag{2}$$

$$\text{由 } \frac{\Delta P_2 + \Delta P_3 - \Delta P_1}{\Delta P_2 + \Delta P_3} < 15\%,$$

$$\text{得 } \frac{\Delta P_3 + \Delta}{\Delta P_3 + \Delta P_2} < 15\%,$$

$$\text{因为 } \frac{\Delta P_3}{\Delta P_3 + \Delta P_2} < \frac{\Delta P_3 + \Delta}{\Delta P_3 + \Delta P_2} < 15\%,$$

$$\text{则有 } \Delta P_3 < \frac{0.15}{0.85} \Delta P_2. \tag{3}$$

综合式(2)、式(3)可得

$$\Delta P_3 < \frac{0.15}{0.85} \text{Max}(\Delta P_1, \Delta P_2). \tag{4}$$

因此在满足式(4)的条件下住宅采暖系统楼层间系统水力平衡。

2 采暖立管比摩阻的确定

根据《采暖通风与空气调节设计规范》GB 500109-2003 规定户内采暖系统水力阻力损失不大于 30 kPa, 即 $\text{Max}(\Delta P_1, \Delta P_2) < 30 \text{ kPa}$, 因此式(4)即为

$$\Delta P_3 < \frac{0.15}{0.85} \times 30 \text{ kPa}. \tag{5}$$

可见在户内系统水力阻力损失为最大值 30 kPa 时, 采暖立管水力阻力损失小于 5.29 kPa 则楼层间采暖系统水力平衡。

式(5)中 ΔP_3 的表达式^[3]如下:

$$\Delta P_3 = R(L + L_z) - \frac{2}{3}(\rho_h - \rho_g)H. \tag{6}$$

式中: R 为采暖供回水立管比摩阻; L 为采暖供回水立管长度; L_z 为采暖供回水立管局部阻力当量长度; ρ_h 为采暖回水密度; ρ_g 为采暖给水密度; H 为采暖立管高度。

按局部阻力损失为沿程阻力损失的 50% 估算^[4]可得

$$\Delta P_3 = 3RH - \frac{2}{3}(\rho_h - \rho_g)H, \tag{7}$$

综合式(6)、式(7)得

$$3RH - \frac{2}{3}(\rho_h - \rho_g)H < 5.29 \text{ kPa}. \tag{8}$$

由式(8)得

$$R < \frac{5.29}{3H} + \frac{2}{9}(\rho_h - \rho_g). \tag{9}$$

所以采暖立管比摩阻 R 在满足式(9)时楼层间采暖系统水力平衡。

以住宅楼层高 2.8 m, 采暖供回水温度为 85 °C 和 60 °C 的采暖系统为例计算采暖系统所带不同楼层数时采暖立管比摩阻的最大值(见表 1)。查表可知 101.325 kPa 下水温 85 °C 时水的密度为 968.7 kg/m³, 水温 60 °C 时水的密度为 983.2 kg/m³。

第 2 种情况:

表 1 不同楼层数时采暖立管比摩阻的最大值

Tab.1 Heating stand pipes max press drop ratio under the diffent floors

采暖系统 所带层数	高度/ m	比摩阻/ (Pa·m ⁻¹)	采暖系统 所带层数	高度/ m	比摩阻/ (Pa·m ⁻¹)
6	16.8	108.4	12	33.6	55.8
7	19.6	93.4	13	36.4	51.8
8	22.4	82.1	14	39.2	48.3
9	25.2	73.3	15	42.0	45.3
10	28.0	66.3	16	44.8	42.7
11	30.8	60.6	17	47.6	40.3

可见在上述条件下不同楼层采暖系统立管比摩阻取值在不大于表 1 中相应比摩阻值时楼层间采暖系统水力平衡,而且比摩阻的取值随着采暖系统高度的增加而减小。

3 结 语

$$1) \text{ 在满足关系式 } \Delta P_3 < \frac{0.15}{0.85} M_{\max}(\Delta P_1, \Delta P_2)$$

时住宅楼楼层间采暖系统水力平衡。

2) 在户内采暖系统水力阻力损失不大于 30 kPa 的情况下,采暖立管比摩阻满足关系式

$$R < \frac{5.29}{3H} + \frac{2}{9}(\rho_n - \rho_g) \text{ 时楼层间采暖系统水力平衡。}$$

3) 利用关系式算出了层高 2.8 m, 供回水温度为 85 ℃和 60 ℃时的采暖立管比摩阻最大值,供设计参考。

参考文献:

- [1] GB 50096-1999, 住宅设计规范[S].
- [2] GB 500109-2003, 采暖通风与空气调节设计规范[S].
- [3] 崔明辉, 赵全胜. “并联环路压力损失相等”用于供暖系统水力计算的适用性分析[J]. 河北科技大学学报, 2005, 26(4): 334-336.
- [4] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993.

向本期载文的审稿专家致谢

本期《河北工业科技》共发表论文 18 篇。这些论文的发表,是与有关专家的认真审读、细查资料、推敲分析、中肯评价分不开的。他们的评价(有的给予了客观的肯定,有的给出了修改意见,有的指出了问题的存在,有的阐述了否定的原因)使作者和编者都受益匪浅。对此,本编辑部特向这些专家表示敬意,对他们的辛勤劳动表示感谢。

本期载文的审稿专家名单如下(按姓名汉语拼音排序):

郭 奋 郝彦忠 李景宁 李永伟 梁则智
刘 玲 刘振法 罗人明 毛 磊 唐瑞增
魏世泽 徐景彪 姚子华 张燕君

(本刊编辑部)