

The Research of Public Building's Heating Energy-Saving Technology

Yuzhuo TIAN, Guotao LI

Department of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang 050043, China

Email: tianyuzhuo666@sina.com, lgt1106@163.com

Abstract: For high heating energy consumption of public building in China, standby heating, its regulation based on time division and temperature division, should be carried out. Through comparative analysis of various regulations and experiment, electric two-way valve's on-off type regulation is proposed. This regulation has less investment on equipment, save electrical energy and heat energy, has convenience for application and is especially suitable for the heating system in cold region and energy-saving buildings.

Keywords: public building; heating adjustment; energy-saving technology; on-off type regulation

公共建筑供热节能技术的研究

田玉卓, 李国涛

石家庄铁道大学, 河北省石家庄市, 050043

Email: tianyuzhuo666@sina.com, lgt1106@163.com

摘要: 我国大型公建冬季采暖能耗偏高, 公共建筑冬季采暖应设时分分温控制的值班采暖。文章分析了各种公共建筑时分分温节能控制方案, 并通过实验研究了通/断式电动二通调节阀的供热节能调节方案, 该方案具有控制简单、设备投资少、节电节热、系统稳定、调节方便等优点, 特别适用于寒冷地区采暖系统及节能型建筑的供热节能调节。

关键词: 公共建筑; 供热调节; 节能技术; 通/断调节

1. 概述

冬季, 我国三北地区供热时间长, 建筑能耗主要以供热采暖能耗为主。公共建筑高能耗主要表现在室温偏高及连续供暖。办公楼、学校等大型公共建筑冬季 24 小时不间断供暖, 不论节假日, 房间温度始终保持 18℃ 以上。我国既有公共建筑室温普遍高于 20℃, 实施时分分温供热调节, 是提高建筑节能效率的有效手段。以华北地区为例, 采暖季按平均 125 天计, 其中节假日就有 40 天, 占采暖期时间的 30%, 理论节能效率可达到 40% 以上。

公共建筑供热节能的关键在于建立按需供热, 实行值班采暖制度, 即工作时间采暖房间室温保持 18℃, 下班时间或闲节假日室温维持值班采暖温度 8℃, 减少热量浪费。

2. 供热系统的节能调节

公共建筑供热系统的节能调节是全新的质和量的综合调节^[1], 即改变热水网路供水温度的同时调节

采暖系统的流量。网路供水温度的改变是通过热力站的气候补偿器实现。在整个供暖期, 根据室外气象条件的变化进行调节, 在热源处自动改变网路供水温度以使热源供热量、散热设备的放热量和建筑物的需热量相一致, 防止室温过高的现象。流量调节是通过调节公共建筑采暖系统热力入口的流量实现时分分温的节能控制。时分分温的流量调节, 是在供热系统气候补偿调节基础上的供需调节。

公共建筑的时分分温供热节能调节, 通过在热力入口安装电动调节阀来实现。目前, 国内常用的电动三通调节阀和变流量式电动二通调节阀。

2.1 电动三通阀的调节

电动三通调节阀的时分分温控制功能, 主要根据室温要求调节电动三通阀旁通量来调节进入室内的流量^[2]。当室温需要调低时, 减少进入公共建筑的流量, 加大回流量, 以减少公共建筑的用热量。达到供热节能的目的。

电动三通阀的调节特点, 由于旁通管的回流, 室

外管网循环流量不变,增加了循环水泵的电耗,而且增大了系统中处于循环过程中的高温水的热损失。其优点是室外管网水力工况稳定,室内系统升温迅速。与电动二通阀比较,造价高,节能效率较低,运行管理费用高。

2.2 变流量式电动二通阀的调节

变流量式的调节原理如图 1 所示,当室温降低到接近 8°C 时,电动二通阀处于节流状态,室内供暖系统保持一定流量,维持 8°C 室温。

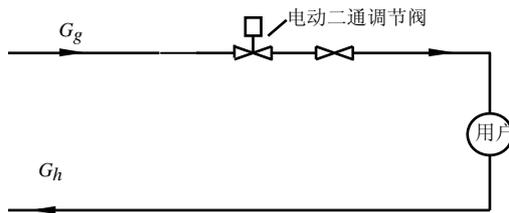


Figure 1. Regulation diagram of electric two-way valve
图 1 电动二通阀调节示意图

变流量调节方式的特点,电动阀的调节必须通过最不利房间的室温参数来控制,由于采暖系统的水平失调^[3],必然造成其他房间的室温偏高,使节能效率降低。另外,变流量调节阀比通/断式调节阀造价高。

上述两种方案控制策略是采暖房间的室温参数,通过室温传感器控制调节阀动作,需要每个热力入口配套温度传感器,控制方案复杂。

2.3 通/断式电动二通阀的调节方案

鉴于上述两种方案的不足,该调节方案是本文研究的重点。通/断式的调节原理,是控制电动二通阀处于全部开启或全部关闭两种状态,从而控制进入公共建筑的热媒流量,达到减少供热量的目的。室温需降低时,电动二通阀完全关闭,经历一段时间后,室温降到设定值;室温需升高时,电动二通阀开启到最大,经历一定时间后或达到预设室温后再次关闭,循环工作。

该方案的控制策略是通过时间参数控制调节阀的启闭。根据不同建筑物围护结构的蓄热特性、室外温度、室内自由热及供暖系统设备的蓄水等特性,通过理论模拟电动调节阀的开关时间,设定电动二通调节阀开启和关闭的时间,同时室温加以辅助控制。遇到气温骤降的极端天气,通过不利房间的室温传感器,测得室内温度低于某个值时,立即开启电动调节阀。在控制半径范围内室温测点只设一个,与前两种调节

方案比较,电动二通阀的通/断式调节具有造价低,调节控制方式简单,运行管理方便,节能效率高,系统稳定性较好,可以避免室内的供暖系统的水力失调。

3 实验研究

验证通断式供热节能调解方案对公共建筑分时分温控制的可行性;通过实验得出公共建筑供热系统分时分温调节后的节能效率。

实验地点选择石家庄市区的机械化步兵学院南校区,为测出分时分温调节后的节能效率,选用了两栋建筑结构、建筑面积、供暖系统基本相同的相邻的两栋教学楼——第四教学楼、第五教学楼。每栋建筑均有三个热力入口,其中一个为门厅和楼梯间的热力入口。教学楼为四层,坐南朝北,是上世纪 80 年代的非节能建筑。供热系统为上供下回单管顺流式。

3.1 实验方案

第五教学楼不做调节,在三个热力入口只安装电磁式热量表,主要计量试验周期内的供热量。在第四教学楼的三个热力入口分别安装热量表、电动二通调节阀、分时分温节能控制器。试验过程中参数的采集、设定全部通过远程监控系统实现。

3.2 调节方案

(1)改变电动调节阀的开度,记录室温变化规律,观察系统失调情况;

(2)电动调节阀的完全关闭,记录室温变化规律,观察采暖房间降温过程的时间;

(3)电动调节阀的完全打开,记录室温变化规律,观察采暖房间升温过程的时间。

3.2.1 监控参数

监控参数:电动调节阀门开度、室外温度、采暖房间温度、门厅温度、采暖系统的供水温度、回水温度、瞬时流量、热力入口累计热量等。

教室内和门厅的不利位置分别布置温度测点,室内温度传感器布置在教室的前后门的位置,门厅温度传感器布置在靠近外门的地方,传感器距地面高度 1.5m。教室内值班采暖温度为 8°C ,楼道内温度值班采暖温度为 3°C (防冻温度)。

3.2.2 时间参数及室温设定

根据学生的作息时间表,室温设定: 07:00~12:00、14:00~18:00、19:00~22:30 时间段正常供暖,室温保持 18°C ; 12:00~14:00、18:00~19:00、22:30~07:00

时间段设值班采暖，室温高于 8℃即可。另外，从值班采暖过渡到正常供暖期，之间应有一段预热时间，本文中的建筑根据其蓄热特性，取预热时间为 1 小时。据此调节热力入口调节阀开度，观察室内温度变化规律。

3.2.3 实验数据及分析

为了保证供暖实验系统安全运行，在夜间教学楼无人时，实验过程通过逐渐调节电动调节阀的开度，记录供暖房间室内温度变化，观察室内温度的变化规律。

(1) 阀门开度 70%

在 1 月 4 日 18:00 至 1 月 5 日 18:00, 室温需降低时, 调节阀门开度为 70%, 其它时间阀门全开。室外温度及教四、教五的室温变化如图 2 所示。

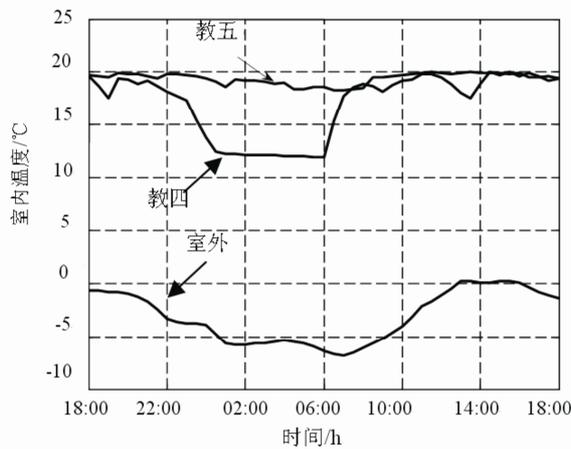


Figure 2. Temperature curve: the degrees of valve is 70%
图 2. 阀门开度 70%时温度曲线

由图 2 可以看出，当调节阀开度为 70%时，夜间最不利点处的教室室温最低下降到 12.02℃，远没有达到值班温度 8℃。

(2) 阀门开度 30%

2009 年 1 月 6 日 18:00 至 1 月 7 日 18:00, 室温需降低时, 调节阀门开度为 30%, 其它时间阀门全开。室外温度及教四、教五的室内温度变化如图 3 所示。

由图 3 可以看出，阀门关至 30%时，最不利点室温最低降至 9.55℃，仍没降到值班采暖的温度 8℃。实验采集的是供暖系统的最不利房间，其它采暖房间室温均高于 9.55℃，而且温差范围比较大，明显发生水力失调的现象。

(3) 通/断调节

教室的通/断调节，2009 年 1 月 10 日至 2 月 9 日对教四进行通/断调节，在夜间完全关闭热力入口的调节阀，室温自然下降，室内温度最低降到了 8.32℃。

白天需要正常供暖时，早 6:00 开启电动阀，8:00 采暖房间接近 18℃。正常天气状况下的室内温度变化及室外温度变化曲线如图 4 所示。

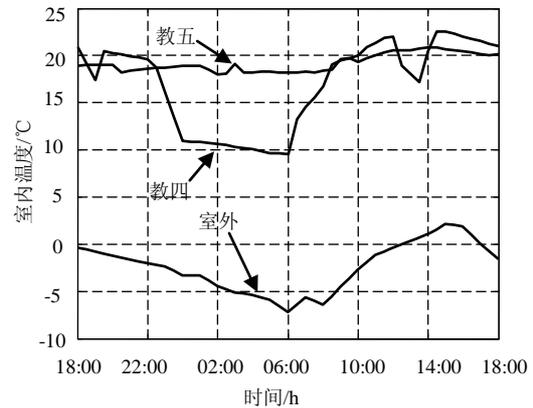


Figure 3. Temperature curve: the degrees of valve is 30%
图 3. 阀门开度 30%时温度曲线

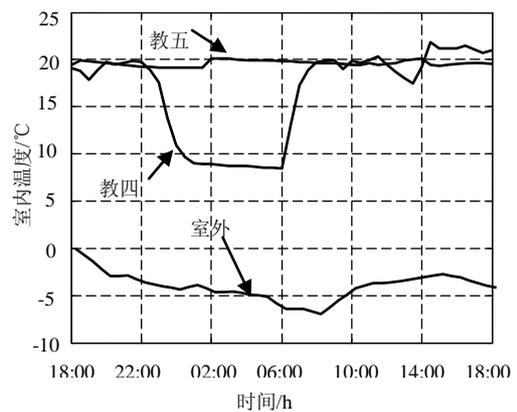


Figure 4. Temperature curve of on-off type regulation
图 4. 通断调节时温度曲线

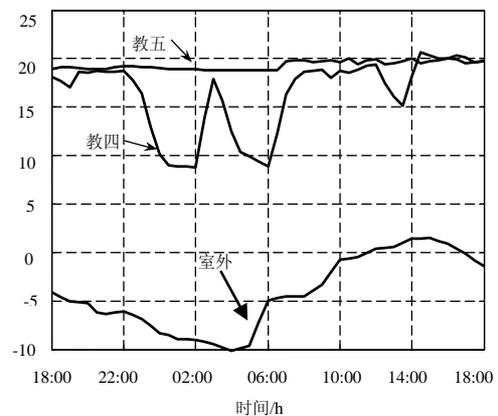


Figure 5. Temperature curve of on-off type regulation (valve open once at night)
图 5. 通断调节时温度曲线(夜间通/断一次)

当室外温度较低，室温低于 8℃ 时，电动阀通/断一次，接通时间为 1~2 小时。

图 5 为 1 月 22 日 18:00 至 1 月 23 日 18:00 为极端天气状况下的温度曲线图。

由图 5 可以看出，凌晨 2:00 时，室外温度低于 -9.1℃ 时，传感器检测到室内温度低于 8℃，这时阀门全开，系统供热 1h，室温升高，凌晨 3:00 阀门关闭，6:00 阀门打开前室温降至 9.32℃。

楼梯间及门厅温度变化如图 6 所示，2009 年 2 月 1 日 18 时到 2 月 2 日 18 时进行通/断调节。可以看出，当调节阀处于完全关闭时，室外温度接近 -7℃ 时，温度最低降至 4.6℃，可以保证供热管道不结冻。

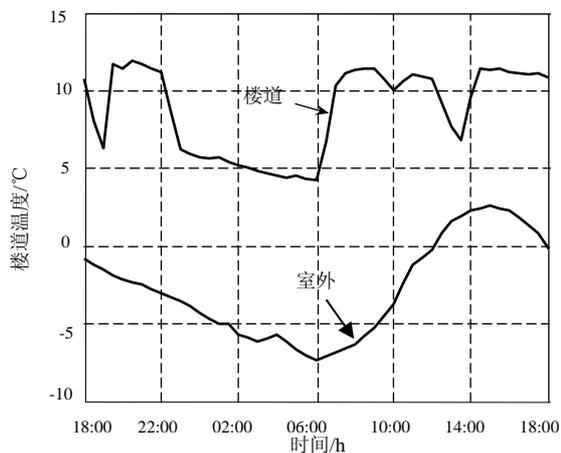


Figure 6. Temperature curve of on-off type regulation in the corridor.

图 6. 门厅通断调节时温度曲线.

室温降低的快慢与室外温度、房间围护结构热工性能及系统热容量及室内自由热等因素有关。本实验围护结构保温性能差，在晚上 22:00 阀门关闭后，开始室温出现明显的降温过程，大约在 1h 后，室温下降缓慢，在以后的时间里即使阀门全部关闭后，室温仍维持在 8℃ 以上。由此可推断，对于保温性能好的围护结构降温过程会更缓慢。

08 年冬季统计资料表明，石家庄地区最低 气温

-10.3℃，发生在 2009 年 1 月 23 日早 5 点。整个冬季室外温度低于 -7℃ 的时间累计 31 小时，出现 -7℃ 的天数 8 天。室外温度低于 -6℃ 的时间累计 60 小时，出现 -6℃ 的天数 12 天。由此表明通/断两通式的供热节能控制方案可行。

2009 年采暖季实验期间，两次极端天气出现，室内温度低于 8℃，阀门接通一次，接通时间 1 小时，完全可以满足值班采暖的要求。

2010 年的试验表明，在石家庄地区节能 50% 的建筑，采暖季的一月份连续停供若 5 天，即便是朝北的采暖房间室温都不低于 8℃。

3.3.4 节能效率

2009 年 1 月 10 日 18:00 时至 2 月 9 日 18:00 时，教四供热量为 163509.31 MJ，教五供热量为 240071.19 MJ；调解后的节能效率为：

$$\eta = (240071.19 - 163509.31) / 240071.19 \times 100\% = 31.9\%$$

通过计算可以得出从 1 月 10 号至 2 月 9 号这 30 天的节能效率，采用值班采暖要比持续供暖节约 31.9% 左右。

4. 结论

通过试验可以得出：在寒冷地区，公共建筑热力入口处的分时分温的流量调节可以采取通/断式电动二通阀的调节方案。该方案控制简单方便、经济、运行可靠、节能效率高、省电省钱。

试验结果表明，通/断式电动二通阀的调节方案是节能建筑供热调节的首选方案。

References (参考文献)

- [1] Tian Yuzhuo, Zhang Ying. Heating Energy-Conservation Analysis of Public Buildings [J]. China Construction Heating & Refrigeration. 2007.3:51-53.
- [2] ZAO Xiu-min, LI Bin-tao, The Application of the Motor Regulated Valve to the Heating System [J], Industrial Heating, 2002, 5:36-40.
- [3] Gil Avery, P.E. Balancing a variable flow water system will ruin the control system [J]. ASHRAE JOURNAL 1990 10 30-32.