

温度预报在集中供热

采暖中的应用

霍秀英 王 锋 崔成和

(河北唐山市气象局)

根据国家暖通规范有关采暖的规定,日平均气温稳定低于5℃达到90天者,可以设置集中采暖。我国城市供热采暖工程都是利用热媒(热水或蒸汽)将热能从热源(大多是锅炉)输送到建筑物中各热用户。所以,为合理消耗能源,搞好城市供热采暖,要依大气温度变化规律来管理供暖工程的运行,以提高锅炉热效率。

一、温度预报在实现城市供热采暖科学管理中的重要作用

大家知道,由于天气的变化,建筑物每天受到的风压、热压和太阳辐射强度都不尽相同。因此,建筑物的热负荷也随着气象要素如日照、风、温度等的变化而改变。特别是气温对建筑物热负荷的影响尤其显著。测试表明,日平均气温每变化1℃,经过足够长时间室内温度变化0.6℃。为了保证室内温度稳定少变,就必须调节连通热源和建筑物各热用户之间的输热网络上的供、回水温度。基本运行调节公式为:

$$t'_g = t_n + \frac{1}{2} T_c (\bar{\theta}_{sj} \cdot T_D)^{\frac{1}{1+B}} + T_E \cdot \bar{\theta}_{sj} \cdot T_D / 2G_{sj} \quad (1)$$

$$t'_h = t_n + \frac{1}{2} T_c (\bar{\theta}_{sj} \cdot T_D)^{\frac{1}{1+B}}$$

$$+ T_E \cdot \bar{\theta}_{sj} \cdot T_D / 2G_{sj}$$

式中, $T_c = t_g + t_h - 2t_n$, $T_D = (t_n - t'_w) / (t_n - t_w)$, $T_E = t_g - t_n$ 。 t'_g 、 t'_h 分别为任意室外气温条件下网络供、回水温度; t'_w 为室外气温; t_g 、 t_h 为取计算温度 t_w (唐山为11℃) 时, 网络供、回水温度, 唐山分别为95℃和70℃; t_n 为设计室内温度 (取18℃); B 为散热器的散热系数, 一般取0.22; $\bar{G}_{sj}$ 为网络循环水不失流量比, 一般取为1; $\bar{\theta}_{sj}$ 为热媒参数, 唐山取0.59—0.62。

从公式(1)可见, 室外气温 t'_w 是确定网络供、回水温度 t'_g 、 t'_h 的唯一变量。由于大气温度有年际、月际、日际变化特点, t'_w 若取任意实况大气温度, 在供暖运行调节中只能进行即时调节。这种调节方法只有在建筑物蓄热能力为零、围护结构波动延迟时间也为零的情况下才合理。然而这种情况在供暖工程中并不存在。这就使公式(1)只能作为理论公式使用。 t'_w 若取预报平均温度, 公式(1)在供暖运行调节中实际价值显著。

对于把采暖期分为初寒、严寒、极寒、末寒期的分阶段质量调节的供暖工程, 只要给出四个阶段平均气温预报值, 就可以确定各个阶段运行供、回水温度。同理, 旬平均气温、候平均气温预报值也都可以作为供暖工程运行调节的依据。

使用24小时平均气温预报进行逐日调节是供热采暖工程网络运行最佳调节方法。表1给出了唐山不同热媒参数下网络供、回水温度指令表。对于任一供暖工程,当热媒参数确定以后,只要给定日平均气温预报值就可以从表中查出网络供回水温度指令,指导供暖运行。由于预报误差给供、回水温度指令带来的差异,可以通过同时使用前一日日平均气温实况进行差值订正。例如,唐山某一供暖工程热媒参数为0.60,预报2月2日平均温度为-4℃,指令供、回水温度58, 47℃。预报2月3日平均温度为-5℃,同时报告2月2日平均温度实况温度为-6℃。那么3日指令供、回水温度不用-5℃时的60, 48℃,而下达-7℃时的63, 50℃。这样,就把2日因预报偏高2℃亏的热量补在3日,使网络不失总热量。这是建筑物的热滞后性所允许的。

使用日平均气温预报,在较强冷空气到来之前提高网络供回水温度,提前蓄热,当冷空气来时,不至于因室外温度突降而引起室内温度较大的波动;在持续回暖的日子里降低供、回水温度减少热耗,既保证室内温度,又最大限度地节能。

二、热媒参数的确定和供、回水温度指令计算

热媒参数 $\overline{\theta}_{.i}$ 是建筑物实际需热量与设计热负荷之比。任一供热采暖工程设计热负荷都远远大于实际需热量。这是因为设计者不仅根据规范和建筑物特点,而且还考虑了各种不利因素和最大保险系数。例如,唐山外贸71号小区五层内浇外挂大板楼房设计工况为,当室外计算温度-11℃,室内设计温度18℃时,网络供回水温度95,70℃。设计热指标68大卡/平方米·小时。实际测试结果是,当室外温度-11℃,室内温度18℃时,网络供回水温度65, 54℃,实际需热量40大

卡/平方米·小时。上述工程的热媒参数是这样确定的:1986年1月29日18时至30日18时连续24小时观测,测试得到下列参数:供水温度 $t'_g = 57.4^\circ\text{C}$,回水温度 $t'_h = 48.5^\circ\text{C}$,北房热用户室内温度 $t_n = 18.3^\circ\text{C}$,天气晴,风力3级,室外24小时平均气温-4.8℃,水在管网中降温0.45℃(按由锅炉房至热用户入口沿程管道散热占总热负荷的5%计,并令 $\Delta t'_g = 0.25^\circ\text{C}$, $\Delta t'_h = 0.2^\circ\text{C}$)。从式(1)可得:

$$\theta_{.i} = \frac{(t'_g + t'_h - 2t'_n)^{1+B}}{(t_g + t_h - 2t_n)^{1+B}} \cdot \frac{t'_n - t_w}{t_n - t'_w} \quad (2)$$

$$G_{.i} = \frac{(t'_g + t'_h - 2t'_n)^{1+B}}{(t_g + t_h - 2t_n)^{1+B}} \cdot \frac{t_g - t_h}{t'_g - t'_h}$$

将测试数据代入(2)式得:

$$\overline{\theta}_{.i} = \frac{(57.4 - 0.25 + 48.5 - 0.2 - 2 \times 18.3)^{1.22}}{(95 + 70 - 2 \times 18)^{1.22}} \cdot \frac{18 - (-11)}{18.3 - (-4.8)} = 0.59$$

$$\overline{G}_{.i} = \frac{(57.4 - 0.25 + 48.5 - 0.2 - 2 \times 18.3)^{1.22}}{(95 + 70 - 2 \times 18)^{1.22}} \cdot \frac{95 - 70}{57.4 - 0.25 - (48.5 - 0.2)} = 1.39$$

将0.59和1.39代入式(1)计算可得室外气温从5℃至-11℃,网络供、回水温度(见表2)。

在缺乏测试手段的情况下,气象部门可用试验法确定 $\overline{\theta}_{.i}$ 。具体方法是,首先制作本地计算温度下不同 $\overline{\theta}_{.i}$ 时网络供、回水温度指令表。然后选择天气晴好、风力适中、无雨雪、气温变化不剧烈的日子,取能代表本小

表1 唐山不同热媒参数 ($\bar{\theta}_{s,i}$) 网络供、回水温度 (t'_s, t'_h) 指令表 (单位: $^{\circ}\text{C}$)

$t'_w \backslash \bar{\theta}_{s,i}$	0.58	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68		1.00
5.0	43,37	44,37	45,38	45,38	46,39	47,39		
4.5	44,37	45,38	45,38	46,39	47,39	48,40		
5.0	45,38	46,38	46,39	47,39	48,40	49,40		
⋮								
-4.0	57,46	58,47	59,47	60,48	61,49	62,50		
-4.5	58,46	59,47	60,48	61,49	62,49	63,50		
-5.0	58,47	60,48	61,48	62,49	63,50	64,51		
-5.5	59,47	60,48	61,49	63,50	64,50	65,51		
-6.0	60,48	61,49	62,49	63,50	65,51	66,52		
-6.5	61,48	62,49	63,50	64,51	65,51	67,52		
-7.0	61,49	63,50	64,50	65,51	66,52	67,53		
-7.5	62,49	63,50	65,51	66,52	67,52	68,53		
-8.0	63,50	64,51	65,51	67,52	68,53	69,54		
-8.5	63,50	65,51	66,52	67,53	69,54	70,54		
-9.0	64,51	65,51	67,52	68,53	69,54	71,55		
-9.5	65,51	66,52	68,52	69,54	70,55	71,55		
-10.0	66,52	67,52	68,53	70,54	71,55	72,56		
-10.5	66,52	68,52	69,54	70,55	72,56	73,56		
-11.0	67,52	68,53	70,54	71,55	73,56	74,57		
-11.5	68,53	69,54	70,55	72,56	73,57	75,57		

* $t'_w, \bar{\theta}_{s,i}$ 分别为室外气温和热媒参数

区绝大多数热用户的无阳光直射的北房, 在供暖工程稳定运行条件下, 同步测定室内温度 18°C 时, 网络供、回水温度和室外气温。经多次测试记录, 从指令表中反查 $\bar{\theta}_{s,i}$ 。概率最高的 $\bar{\theta}_{s,i}$ 可定为该工程的热媒参数。

三、唐山采暖期各要素预报

我们制作了唐山采暖期各要素的预报方程 (略)。主要预报要素有: 采暖期初日、终日, 采暖天数, 采暖期平均温度, 采

暖期最低日平均气温及其出现日期, 四个寒期初终日及平均气温, 采暖期24小时变温 $\geq 6^{\circ}\text{C}$ 、48小时变温 $\geq 8^{\circ}\text{C}$ 的次数, 严寒期连续3天降温且日平均气温 $\leq -10^{\circ}\text{C}$ 的次数, 严寒期内回暖过程出现次数及时段等。经1987、1988年两个采暖期使用, 效果较好, 现已纳入采暖气候资料库。

四、效益分析

自1985年以来, 我们为唐山市房管局、

表 2

t'_w	t'_g	t'_h	t'_w	t'_g	t'_h	t'_w	t'_g	t'_h
5	41.8	37.0	-1	50.7	43.7	-7	59.1	50.0
4	43.3	38.2	-2	52.1	44.8	-8	60.5	51.0
3	45.8	39.3	-3	53.5	45.8	-9	61.9	52.0
2	46.3	40.4	-4	54.9	46.9	-10	63.2	53.0
1	47.8	41.5	-5	56.3	47.6	-11	64.6	54.0
0	49.2	42.6	-6	57.7	48.9			

热力公司等十几个单位提供采暖期温度预报服务, 并与用户建立了良好的业务联系。1988年度采暖专业气象服务总面积为810.05

万 m^2 , 占全市集中供热采暖面积的2/3。热水锅炉采暖用户节煤量均在20%以上。电厂余热供暖的市热力公司在不增加热指标的情况下, 1988年增加供热面积40万 m^2 。据统计, 1988年度节煤合人民币百万元以上。

几年来我们提供的长中短期温度预报不仅使供暖工程实现了运行调节科学管理, 而且为用户确定燃料定额、计划总耗煤(热)量、日耗煤(热)量、分配不同寒期燃煤指标、安排存煤场地以及锅炉房拟定锅炉运行台数、安装循环水泵数、配备烧炉人数等提供了可靠依据。