

冯涛,李迅,丁德平,等. 北京地区主要气象要素与冬季供暖关系研究[J]. 气象,2012,38(3):322-328.

北京地区主要气象要素与冬季供暖关系研究^{*1}

冯 涛 李 迅 丁德平 谢 庄

北京市气象科技服务中心,北京 100089

提 要: 为了分析气象要素与供暖之间的关系,选取北京市观象台 2009 年供暖季期间日平均气温、相对湿度、日总辐射量、日平均风向和风速作为气象因子,将北京市海园物业供热单位的供、回水温度和供回水温度差代表供暖温度,进行了相关分析。结果表明,日平均气温与供、回水温度呈明显的负相关,分别达到 -0.75 和 -0.62 。日平均湿度与供、回水温度的负相关次之,分别为 -0.41 和 -0.47 ,日平均风速与上述供、回水温度的相关性较小。同时分析了各气象要素日平均值与供、回水温度及供回水温度差之间的对应关系,制定了各气象要素日平均值所对应的供、回水温度及其供回水温度差的表。利用各日平均气象要素的供回水温度调节运行作业表,各供暖单位可以根据不同天气条件直接定量控制供热量或下达供、回水温度指令。

关键词: 气象要素,供水温度,回水温度,供回水温度差

The Research on the Relation Between the Principal Meteorological Elements and Winter Heating in Beijing Area

FENG Tao LI Xun DING Deping XIE Zhuang

Beijing Meteorological Science and Technology Service Center, Beijing 100089

Abstract: In order to analyze the relationship between meteorological elements and heating, the daily average air temperature, relative humidity, the wind speed and total daily solar radiation during the 2009 heating season in Beijing Meteorological Observatory are selected as the meteorological elements; the supply water temperature, return water temperature and difference between supply and return water temperature in the Beijing Haiyuan Heating Department are regarded as the heating temperature; and these factors are correlatively analyzed. The results show that the daily average temperatures and supply-return water temperatures have an obvious negative correlation. Their correlation coefficients are -0.75 and -0.62 , respectively. The correlation coefficients between the daily average relative humidity and supply-return water temperatures are smaller, they are -0.41 and -0.47 , respectively. and the correlation coefficients between the daily average wind speed and the above supply-return water temperatures are the least. In addition, the relationships between the various meteorological elements and supply water temperature, return water temperature and the difference between supply and return water temperature are analyzed. A table about the relationships between various meteorological elements and supply water temperature, return water temperature and difference between supply and return water temperature is set up. Based on the table of supply-return water temperature of daily average meteorological elements, the heating departments can directly control the supply heating under the different weather conditions and adjust supply-return water temperatures.

Key words: meteorological elements, supply water temperature, return water temperature, difference between supply and return water temperature

* 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金项目(IUMKY200704)资助
2011年6月27日收稿; 2011年10月17日收修定稿
第一作者:冯涛,主要从事应用气象研究. Email: fengtao@mail.iap.ac.cn

引言

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°C 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)输送到建筑物中各用户。所以,为合理消耗能源,搞好城市供热采暖,需要根据气象条件来管理供暖工程的运行,以提高锅炉热效率。

在采暖期间建筑物所需热量是随室外温度而变化的,热水采暖系统要保证室内温度不因气温变化而产生过高过低的波动,就要使散热设备放出的热量符合建筑物需热量的规范要求,所以热水采暖系统在运行中必须进行调节。目前主要调节方式有:改变网络循环水流量的量调节,控制出回水温度的质调节,控制供暖时间的间歇调节等等。因此,科学合理的调节方式的选取应主要依据气象条件。冬季采暖热负荷应根据建筑物散失和获得的热量确定,对于固定的建筑物来说,其中最主要的热量消耗为围护结构的耗热量(包括围护结构的基本耗热量和附加耗热量),而附加耗热量(如日照、风等)均通过围护结构的基本耗电量的百分比计算得到。

王保民等^[1]对北京市2001—2002年采暖季的室内外气象与热力试验数据进行科学分析,求出实际条件下不同环境温度、风速、辐射等气象条件下的节能温度,提出了供热气象指数及等级划分标准,推算出总供热量、供回水温度差及通过控制回水温度而知供水温度等供热参数,并已在北京市供热作业中投入应用,为实时供热调度提供了参考依据,成为节能、增效、减污的基础。陈正洪等^[2]对北京市2001—2002年采暖季的室内外气象-热力试验数据进行了科学分析,求出了不同环境温度条件下单位面积供热量模式,按此模式运行则存在较大节能空间。王志斌等^[3]以气象-热力试验数据建立的供热气象节能模式、指标体系为依据,依托常规气象业务系统,开发了北京城市集中供热节能气象预报系统,并于2002—2003年采暖季在北京市专业气象台和北京市热力集团公司投入应用,为实时供热调度提供依据。霍秀英等^[4]利用不同的热媒参数(建筑物实际需热量与设计热负荷之比)给出网络供、回水温

度指令表,通过给定日平均气温预报值可以从表中查出网络供、回水温度指令,指导供暖运行。车少静等^[5]对石家庄市采暖期气象条件进行了详细分析,建立了与气象预报相结合的采暖气象服务系统,实际应用效果良好。张会粉等^[6]针对东营地区的地理位置和气候条件,采用理论分析和基本调查的方法给出了供暖期每天燃料耗量的具体算法。考虑了室外温度、天气情况和风速等三个因素对热耗量的影响,根据室外气象参数的变化确定了燃料用量。曹广真等^[7]分析了北京城市化对地表温度时空特征的影响。郁珍艳等^[8]分析了气温突变对我国四季开始日期的影响。陈法敬等^[9]选取武汉站00:00 UTC地面气温(T_{2m})作为预报量,利用其历史观测资料及2008年1月TIGGE资料中的NCEP 120 h集合预报资料,研究了NCEP集合预报各成员在2008年1月对武汉站00:00 UTC T_{2m} 的120 h预报能力差异。

Ygge等^[10]利用静态模型模拟了集中供热系统,并通过实验的方式检验了此模型的预报准确性,此模型主要分析了室外温度的影响。而室外温度主要考虑了最低气温、最高气温及其扰动因素,扰动因素主要包括了风和太阳辐射。Valdimarsson^[11]、Nappa^[12]和Yildirim等^[13]利用能量平衡原理,根据建筑物的各种参数和相应的外界气温预报,模拟了集中供热系统,做出供、回水温度预报,并计算需增加的热量,既满足了供暖需求也节约了能源。

本文目的是分析环境温度、相对湿度、风和气压等气象因子对供、回水温度的影响,并给出各气象要素日平均值对应的供、回水温度参考表,进而能够科学地指导供暖单位的实际运行。通过对各气象要素对供、回水温度的影响分析,可以为集中供热系统的供、回水温度预报提供订正的室外温度初始场。

1 气象要素与供、回水温度的关系分析

1.1 各气象要素逐时值与供、回水温度的关系

从北京市2004—2009年近5个供暖季相比较来看,2008/2009年供暖期的平均气温明显偏低,属于一个偏冷供暖季。下面利用北京市观象台与海园

物业供热单位(大红门附近)2009年1月的逐时资料分析各个气象要素与实际的供、回水温度的变化情况。

1.1.1 逐时气温与供、回水温度的关系

北京市气象台2009年供暖季日平均气温先是从11—12月处于下降阶段,1—3月又开始进入上

升阶段;日平均气温最低为 -10°C 左右,最高气温达到 10°C 左右,分别发生于1和3月份。

从图1中可以看出,室外温度与供、回水温度成反比例关系,也就是说,当室外温度升高时,供、回水温度就相应地降低,而当室外温度降低时,供、回水温度就相应地升高。

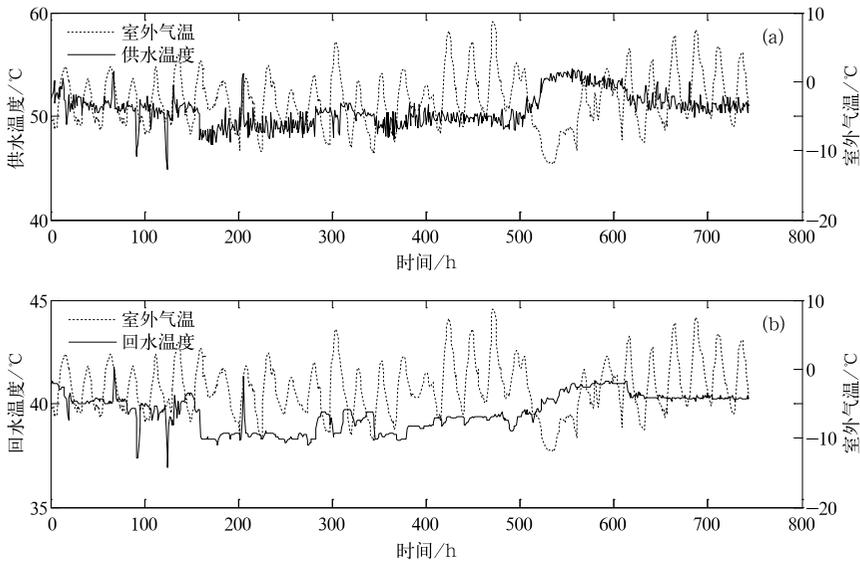


图1 北京市海园物业2009年1月室外气温与供水(a)和回水(b)温度随时间的变化
Fig. 1 Temporal variations of the outdoor air temperature and supply (a) and return (b) water temperatures in January 2009 in Beijing Haiyuan Heating Department

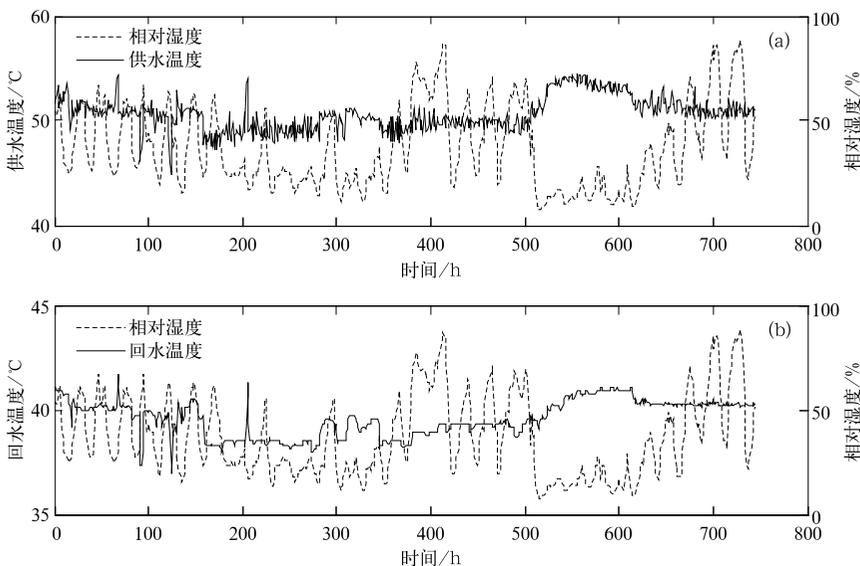


图2 北京市海园物业2009年1月相对湿度与供水(a)和回水(b)温度随时间的变化
Fig. 2 Temporal variations of the relative humidity and supply (a) and return (b) water temperatures in January 2009 in Beijing Haiyuan Heating Department

1.1.2 逐时相对湿度与供、回水温度的关系

从图 2 中同样地可以看出,相对湿度与供、回水温度成反比例关系,也就是说,当相对湿度增大时,供、回水温度就相应地降低,而当相对湿度减小时,供、回水温度就相应地升高。

1.1.3 逐时风速与供、回水温度的关系

从图 3 中可以看出,风速与供、回水温度成正比例关系,也就是说,当风速增大时,供、回水温度就相应地升高,而当风速减小时,供、回水温度就相应地降低。

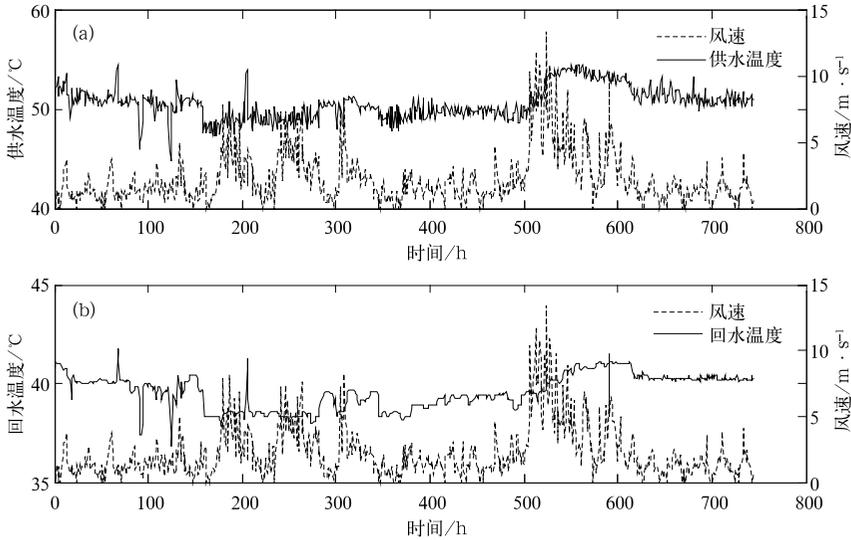


图 3 北京市海园物业 2009 年 1 月风速与供水(a)和回水(b)温度随时间的变化
Fig. 3 Temporal variations of the wind speed and supply (a) and return (b) water temperatures in January 2009 in Beijing Haiyuan Heating Department

1.1.4 逐时气压与供、回水温度的关系

从图 4 中可以看出,气压与供、回水温度也成正

比例关系。

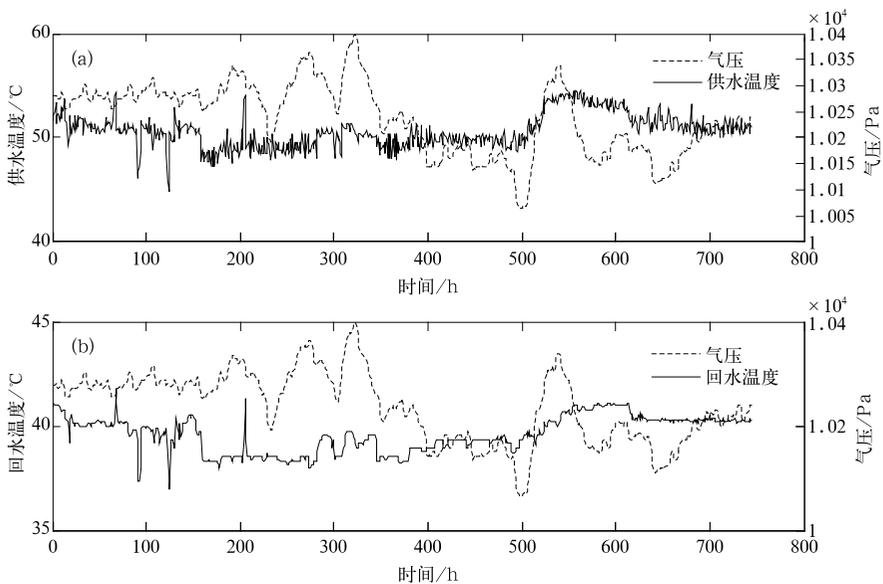


图 4 北京市海园物业 2009 年 1 月气压与供水(a)和回水(b)温度随时间的变化
Fig. 4 Temporal variations of the pressure and supply (a) and return (b) water temperatures in January 2009 in Beijing Haiyuan Heating Department

1.2 各气象要素与供、回水温度和供、回水温度差的相关分析

根据上述分析,利用北京市观象台和海园物业 2008—2009 年供暖季(2008 年 11 月 15 日至 2009 年 3 月 15 日)气象要素日平均值资料与日平均供、回水温度资料,进行了相关分析,结果列于表 1。

表 1 供、回水温度和供回水温度差与各气象要素的相关系数

Table 1 Correlation coefficients between the supply and return water temperatures and difference between supply water temperature and return water temperature and all meteorological conditions during 2008 to 2009 heating season (from November 15, 2008 to March 15, 2009)

气象要素	供水温度	回水温度	供回水温度差
日平均气温	-0.75	-0.62	-0.87
日平均风向	0.25	0.11	0.20
日平均风速	0.26	0.19	0.26
日平均相对湿度	-0.41	-0.47	-0.49
日平均气压	0.40	0.16	0.31
日总辐射量	-0.20	-0.33	-0.13

从表 1 中可以看出,日平均气温与供、回水温度和供回水温度差呈明显的负相关,分别达到-0.75, -0.62 和 -0.87,日平均湿度与其他的负相关次之,而日平均风向和风速与上述供暖温度的相关性较小。这是因为温度和辐射对居室外围结构产生明显的加热效应,可使建筑物增温。湿度大则建筑物的温度不易散失,起到保温作用。为保持室内温度不变,须减少供热量(降低供、回水温度),所以呈负相关关系。而风会使居室外围结构热量散失,风速越大,居室围护结构热量散失的热量和通过门窗渗透带走热量越大,产生额外散热效应。为保持室内温度不变,须增加供热量,而供热量又与供、回水温度差成正比例关系,因此风速与供、回水温度及供回水温度差呈明显的正相关。其相关系数较小的原因,估计与建筑物对风的阻挡有关。综上所述,室外温度与供暖的关系最密切。

1.3 各气象要素日平均值与供、回水温度及其供回水温度差状况分析

利用北京市观象台和海园物业 2008—2009 年供暖季(2008 年 11 月 15 日至 2009 年 3 月 15 日)气象要素日平均值资料与供水、回水温度资料,整理

了各气象要素日平均值所对应的供、回水温度及其供回水温度差(见表 2~6)。

1.3.1 日平均气温与对应的供、回水温度及其供回水温度差状况分析

从表 2 中可以看出,随着室外温度的升高,供、回水温度和供回水温度差不断降低,成反比例关系。

1.3.2 日平均相对湿度与对应的供、回水温度及其供回水温度差状况分析

从表 3 中可以看出,当日平均相对湿度在 40%~70%时,相对湿度升高,供、回水温度降低,其他情况两者关系不明显。

1.3.3 日平均风速与对应的供、回水温度及其供回水温度差状况分析

从表 4 中可以看出,当日平均风速增加时,供、

表 2 日平均气温与对应的供、回水温度及其供回水温度差对应表

Table 2 Corresponding relationships between daily average air temperature and supply water temperature, return water temperature and the difference between supply water temperature and return water temperature

日平均气温/℃	供水温度/℃	回水温度/℃	供回水温度差/℃
-6	51.7	39.6	12.0
-5	51.2	39.6	11.5
-4	50.4	39.4	10.9
-3	48.0	37.6	10.3
-2	49.3	38.9	10.4
-1	50.3	39.5	10.7
0	47.7	38.0	9.7
1	48.3	38.6	9.7
2	45.8	36.9	8.9
3	43.0	35.0	7.9
4	44.8	36.8	7.9
5	41.8	34.3	7.4
6	43.2	35.5	7.7
7	44.4	36.6	7.7

表 3 日平均相对湿度与对应的供、回水温度及其供回水温度差对应表

Table 3 Corresponding relationships between daily average relative humidity and supply water temperature, return water temperature and the difference between supply and return water temperature

日平均湿度/%	供水温度/℃	回水温度/℃	供回水温度差/℃
20	50.5	39.3	11.1
30	50.2	39.3	10.9
40	51.2	40.2	11.0
50	49.8	39.2	10.5
60	45.5	36.3	9.2
70	45.2	37.4	7.8

表 4 日平均风速与对应的供、回水温度及其供回水温度差对应表

Table 4 Corresponding relationships between daily average wind speed and supply water temperature, return water temperature and the difference between supply and return water temperature

日平均风速/ $m \cdot s^{-1}$	供水温度/ $^{\circ}C$	回水温度/ $^{\circ}C$	供回水温度差/ $^{\circ}C$
1	49.4	39.4	10.0
2	47.9	38.1	9.8
3	48.3	38.8	9.5
4	50.4	39.6	10.8
5	51.1	39.8	11.2

回水温度略有升高,但是变化不是特别明显。

1.3.4 日平均气压与对应的供、回水温度及其供回水温度差状况分析

从表 5 中可以看出,当气压从 10000 Pa 升高到 10200 Pa 时,供、回水温度及其供回水温度差也相应地增大;同样,当气压从 10201 Pa 升高到 10400 Pa 时,供、回水温度及其供回水温度差也相应地增大。

1.3.5 日总太阳辐射量与对应的供、回水温度及其供回水温度差状况分析

从表 6 中可以看出,当日总太阳辐射从 500 ($0.01 MJ \cdot m^{-2}$) 升高到 800 ($0.01 MJ \cdot m^{-2}$) 时,供、回水温度略有上升,但是变化不是特别明显。而当日总太阳辐射从 800 ($0.01 MJ \cdot m^{-2}$) 升高到 1600 ($0.01 MJ \cdot m^{-2}$) 时,供、回水温度略有降低。

综上所述,各气象要素日平均值与供、回水温度及其供回水温度差状况分析表可以作为供暖单位不同气象条件下供、回水温度调度表,根据以上各表,各供暖单位就可以综合考虑各日平均气象要素预报

表 5 日平均气压与对应的供、回水温度及其供回水温度差对应表

Table 5 Corresponding relationships between daily average pressure and supply water temperature, return water temperature and the difference between supply and return water temperature

日平均气压/Pa	供水温度/ $^{\circ}C$	回水温度/ $^{\circ}C$	供回水温度差/ $^{\circ}C$
0~10050	45.3	37.2	8.0
10051~10100	47.3	38.4	8.9
10101~10150	48.8	38.8	9.9
10151~10200	49.8	39.1	10.7
10201~10250	48.2	38.3	9.8
10251~10300	49.3	38.8	10.4
10301~10350	51.0	39.2	11.7
10351~10400	50.5	39.3	11.1

表 6 日总太阳辐射与对应的供、回水温度及其供回水温度差对应表

Table 6 Corresponding relationships between daily total solar radiation and supply water temperature, return water temperature and the difference between supply and return water temperature

日总太阳辐射/ $0.01 MJ \cdot m^{-2}$	供水温度/ $^{\circ}C$	回水温度/ $^{\circ}C$	供回水温度差/ $^{\circ}C$
500	48.6	48.6	10.3
600	46.7	38.5	8.2
700	47.7	38.9	8.8
800	49.4	39.6	9.8
900	47.9	39.8	8.1
1000	46.9	39.4	7.5
1100	46.7	38.5	8.1
1200	46.7	38.7	8.0
1300	44.7	36.6	8.0
1400	43.7	35.4	8.2
1500	45.4	36.4	8.9
1600	43.8	35.5	8.3
1700	43.8	35.7	8.1
1800	42.7	34.7	8.0
1900	44.9	36.4	8.5

可直接定量控制供热量或下达供、回水温度指令。这样既可节约能源,保证合理供暖,又大大简化管理程序。

2 结 论

(1) 分析了各气象要素日平均值与供、回水温度及供回水温度差之间的对应关系。日平均气温与供、回水温度呈明显的负相关,分别达到 -0.75 和 -0.62;日平均湿度与它的负相关次之,分别为 -0.41 和 -0.47;日平均风速与上述供暖温度的相关性较小,分别为 0.26 和 0.19。由此看来,供暖期的室外温度是影响集中供热系统运行的最主要气象因素,其他气象要素也对供暖过程起着重要作用,根据室外气象参数的变化确定燃料用量,归根结底是为了能源的节约利用,能源的节约利用可以有很多途径,可以在运行过程中根据气象条件来进行运行调节,从而控制供、回水温度,来达到能源的节约。

(2) 制定了各日平均气象要素的供、回水温度调节运行作业表,根据各表,各供暖单位可根据不同天气条件直接定量控制供热量或下达供、回水温度指令。这有利于在采暖管理中更好地应用气象条件进行供热系统的调节,指导合理采暖,使采暖专业

气象服务逐步趋向系列化、科学化和程序化方面发展。

(3) 根据各气象要素对供、回水温度的影响情况,可以计算出考虑各气象要素的室外温度,利用高分辨率的数值天气预报系统,并通过供暖模型可以模拟出集中供热系统,这样就能够提供相应的未来 24 小时逐时供、回水温度及供热量预报。

参考文献

- [1] 王保民,张德山,汤庆国. 节能温度、供热气象指数及供热参数研究[J]. 气象,2005,31(1):72-74.
- [2] 陈正洪,胡江林,张德山,等. 城市热岛强度订正与供热量预报[J]. 气象,2005,31(1):69-71.
- [3] 王志斌,张德山,王保民,等. 北京城市集中供热节能气象预报系统研制[J]. 气象,2005,31(1):75-78.
- [4] 霍秀英,王锋,崔成和. 温度预报在集中供热采暖中的应用[J]. 气象,1990,16(2):50-54.
- [5] 车少静,傅炳珊,石志增. 石家庄市采暖期气象服务系统[J]. 气象,2002,28(5):50-52.
- [6] 张会粉,张培,吕东岚,等. 可供暖燃料耗量与室外气象条件相关性研究[J]. 节能,2006,1:55-57.
- [7] 曹广真,侯鹏,毛显强. 北京市城市化对地表温度时空特征的影响[J]. 气象,2010,36(3):19-26.
- [8] 郁珍艳,范广洲,华维,等. 气温突变对我国四季开始日期的影响[J]. 气象,2010,36(11):32-37.
- [9] 陈法敬,矫梅燕,陈静. 一种温度集合预报产品释用方法的初步研究[J]. 气象,2011,37(1):14-20.
- [10] Ygge F, Akkermans H. Decentralized markets versus central control: A comparative study[J]. Journal of Artificial Intelligence Research (JAIR),1999,11:301-333.
- [11] Valdimarsson P. Modelling of geothermal district heating systems[J]. University of Iceland,1993,115:37-82.
- [12] Nappa M M. District heating modeling[J]. University of Iceland,2000,27:1-30.
- [13] Yildirim N, Macit Y T, Gulden G. District heating system design for a university campus[J]. Energy and Buildings,2006,38(9):1111-1119.