

# 我国温度变化与冬季采暖气候条件的探讨\*

张家诚 高素华 潘亚茹

(中国气象科学研究院)

## 提 要

本文根据国家规范中关于采暖气候条件(即日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ )的规定,计算了我国 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 日数、负积温等要素,发现1月平均温度与同月负积温,冬季平均温度与冬季负积温之间存在良好的线性关系,相关系数达0.99。根据采暖气候指标与国家规范将我国划分为两个主要采暖带。并研究了不同温度变化对我国采暖气候条件的影响。

## 一、引 言

采暖是能源消费的一个重要方面,采暖问题在我国极为复杂,即使在一个城市里也存在单独使用能量的集中供热设施,也有炊事与采暖同用一个热源的煤炉。另外,近年来高级饭店的增多,因此,对采暖的要求是一直增长的。同时,不论锅炉或小煤炉都存在供热效率的问题。按国家标准,每百万大卡所需标准煤耗对分散供热的小锅炉是280kg,而对热电联产只需160kg<sup>[1]</sup>,二者相差很大。房屋的保暖性能也是一个重要技术因子。类似的经济及技术方面的问题至今还难以找到全面的定量的数据。因此,本文讨论内容仅以采暖的气候条件为限。

## 二、采暖的气候指标

采暖的气候条件包括采暖期长度与采暖强度两个指标。

根据《中华人民共和国标准:采暖、通风与空气调节设计规范》<sup>[1]</sup>的规定,当室内日平均气温在 $18^{\circ}\text{C}$ 以下,人们开始有采暖的要求,低于 $10-12^{\circ}\text{C}$ 时就会明显影响人类活动。一般情况下,室内日平均气温为 $10-12^{\circ}\text{C}$ 时,室外日平均气温在 $5^{\circ}\text{C}$ 左右,因此我们以室外温度 $5^{\circ}\text{C}$ 以下的日数超过90天为采暖线,该线的南北移动代表我国采暖范围的变化。

图1是我国日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的日数分布图。可以看出,我国采暖范围基本在长江、汉水及秦岭一线以北,约相当1月份平均气温 $2^{\circ}\text{C}$ 等温线。在此线以南,直达珠江、柳州及

本文1990年6月12日收到,11月27日收到修改稿。

\* 本文由国家气象局气候基金资助。

云南中部、厦门一线(约相当 1 月平均温度  $12^{\circ}\text{C}$  线)之间的广大地区的  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  日数在 1—90 天之间,虽未符合建筑规范的采暖标准,但却有采暖必要,民间也有采暖习惯。

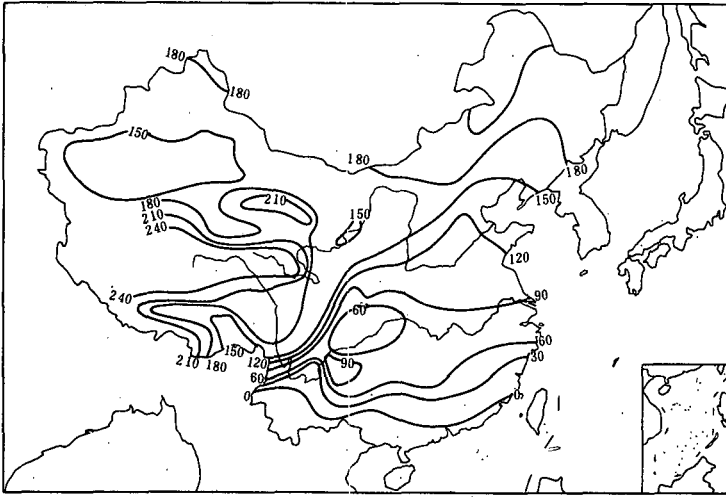


图 1 日平均温度  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  日数

采暖强度一般采用  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  的负积温(也即国外所谓的度日)表示。取暖期间的  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  积温同这一期间的能耗在相同技术条件下是成正比的。因此,负积温在某种意义上比采暖日数具有更明显的经济意义。

日平均温度  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  的多年平均日数可以从逐日气象资料直接得到。负积温则同温度有十分密切的关系。McKay 和 Allsopp 用加拿大的资料得出负积温和同期平均温度(1 月或 12—2 月)有很好的线性关系<sup>[2]</sup>。我们用相同的方法得出我国北方冬季(12—2 月)、1 月平均温度与负积温的关系也是令人满意的(图 2),可用以下两个回归方程表示:

$$\Sigma T_1 = 205.919 - 31.209T_1 \quad (1)$$

$$\Sigma T_{12-2} = 484.589 - 83.292T_{12-2} \quad (2)$$

式中  $T_1$  与  $T_{12-2}$  分别为 1 月和冬季(12—2 月)的平均温度,  $\Sigma T_1$  与  $\Sigma T_{12-2}$  则为相应的负积温。平均温度与负积温相关系数都达到 0.99。

表 1 六站的多年平均温度与负积温( $^{\circ}\text{C}$ )

项 目	$T_1$	$\Sigma T_1$	$T_{12-2}$	$\Sigma T_{12-2}$	$\leq 5^{\circ}\text{C}$ 日数
站 名					
哈尔滨	-19.4	756.4	-16.8	1989.0	185
沈阳	-12.0	527.0	-9.5	1305.0	160
呼和浩特	-13.1	530.1	-11.0	1440.0	175
北京	-4.6	297.6	-3.2	738.0	127
郑州	-0.3	195.3	1.4	324.0	106
乌鲁木齐	-15.4	570.4	-13.0	1620.0	169

表 1 是我国六个站多年平均的负积温与平均气温。可以看出,各地日平均温度  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  日数(采暖期)的差别远不如负积温显著。 $\leq 5^{\circ}\text{C}$  日数在六站中相差不到一倍,而负积温差

别可在三倍以上。因此,就此而言负积温是一个比 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 日数反映更灵敏的指标。由于负积温和温度有良好的关系,用平均温度图计算负积温是很方便和很准确的,所以这里就不再引用负积温分布图。

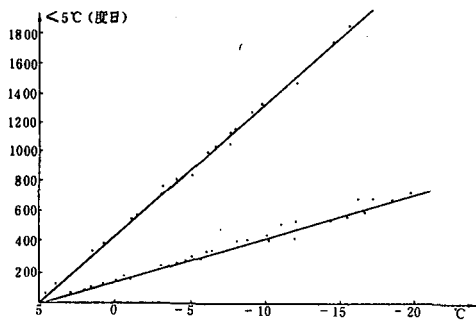


图2 冬季(12—2月)(直线上)、1月(直线下)平均温度与负积温的关系

根据上述采暖的气候条件,可以划分两个采暖带:标准内采暖带,即国家标准所规定的 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 日数超过90天的地区。在这一地区负积温至少超过 $300^{\circ}\text{C}$ 。标准外取暖带,即 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 日数在1—90天之间的地带。在此带内1月平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 地带为取暖地区,而 $> 5^{\circ}\text{C}$ 地带则是不经常取暖的地区。前者仍属气候采暖带,后者则为天气采暖带。

在上述采暖带中,根据我国的标准,只在标准内采暖带中有集中供热设施,因而评价这一地带的采暖条件具有较大的意义。在标准外采暖带中是分散采暖,特别在 $> 5^{\circ}\text{C}$ 地

区往往只在寒潮天气与夜间才生火采暖。这些地区采暖取决于居民的感觉与天气变化,难于纳入统一规划,但也需要消耗一定的能源,影响市场的供给与价格,所以也是值得研究的。

### 三、年平均温度的变化对采暖气候指标的影响

我们探讨年平均温度变化 $1^{\circ}\text{C}$ 所引起的采暖气候指标的变化,并假定年温变化 $1^{\circ}\text{C}$ 时,全年各天的平均温度都相应变化 $1^{\circ}\text{C}$ 。图3是年平均气温变化 $1^{\circ}\text{C}$ 时采暖日数的变化

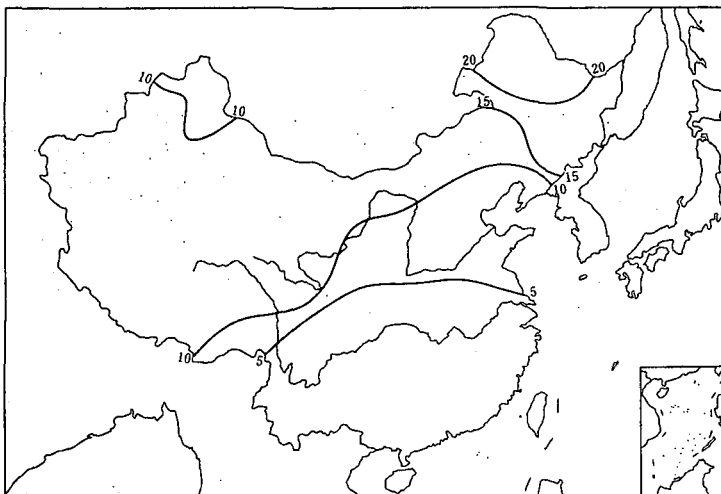


图3 年平均气温变化 $1^{\circ}\text{C}$ 时采暖日数的变化

值。由图可见,这个变化值是随纬度的增高而增加,在黑龙江的最北部变化日数在 20 天以上,约为采暖期总长度的 1/8;但在郑州,其变化值只不过为采暖期长度的 1/20。因此,年平均气温变化  $1^{\circ}\text{C}$ ,对我国寒冷地区采暖的影响更为显著。

当年平均气温变化  $1^{\circ}\text{C}$  时,负积温的变化有其特有的规律性,根据方程(1),对 1 月份负积温影响值可达  $31.0^{\circ}\text{C}$ ,而按(2)式对整个冬季(12—2 月)却达  $83.3^{\circ}\text{C}$  之多。因此,负积温变化值与平均值的比值呈现了同采暖期长度相反的分佈。表 2 为年平均气温变化  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  时负积温变化值与其平均值之比。可以看出,1 月在年平均气温变化  $1^{\circ}\text{C}$  时,郑州负积温变化量在平均负积温中的比值为哈尔滨的 4 倍,而冬季却为 6.5 倍之多。

表 2 年平均气温变化  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  时负积温变化值与其平均值之比

地点 时间	哈尔滨	沈阳	呼和浩特	北京	郑州	乌鲁木齐
1 月	0.04	0.06	0.06	0.10	0.16	0.05
12—2 月	0.04	0.06	0.06	0.11	0.26	0.05

以上情况表明,对采暖期长的地区,年平均气温产生  $1^{\circ}\text{C}$  变化时对采暖的影响主要表现在采暖期的缩短;而对采暖期短的地区其影响主要反映在采暖强度的相对数的减小。而在绝对值的变化方面,一般说来,寒冷地区要大于较暖地区。

我国东部沿海地区处在  $25^{\circ}\text{N}$ — $45^{\circ}\text{N}$  之间,跨越 20 个纬度,1 月平均温度南北相差  $28^{\circ}\text{C}$ ,2 月、12 月却相差  $22^{\circ}\text{C}$ ,即平均每个纬度相差  $1.1$ — $1.4^{\circ}\text{C}$ 。因此,年平均温度变化  $1^{\circ}\text{C}$ ,各取暖带的位置相应移动约 1 个纬距。在日平均温度  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  线附近,约 20 万平方公里面积,相当于 6000 万人口(按每平方公里 300 人密度计算)将进入或退出采暖区范围。加上采暖区负积温的变化,因此在能源的消费上将有很大的变化。

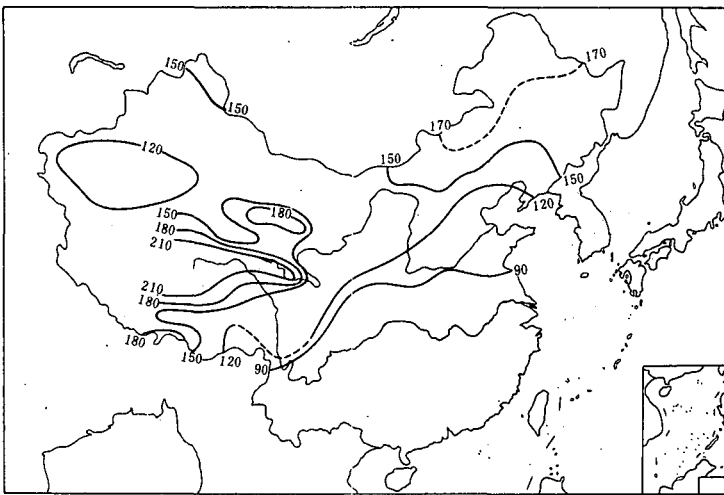


图 4  $\text{CO}_2$  倍增时我国取暖期日数

赵宗慈利用美国俄勒冈大学(OSU)的模式研究了  $\text{CO}_2$  倍增时我国温度的变化<sup>[3]</sup>。根据赵宗慈的研究结果,我们计算了  $\text{CO}_2$  倍增时日平均温度  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  日数(图 4)。比较图 1 与

图4可以看出 CO<sub>2</sub> 倍增时,取暖期的长度约缩短 1/4—1/6。按(1)、(2)式计算的负积温变化,1月达 93.6°C,12—2月达 250.0°C。因此,1月平均温度 10°C 以南地区,日平均温度 ≤ 5°C 日数就不再出现了。也就是说,完全不需要取暖的地区从华南沿海北进到南岭附近。国家标准规定的标准内采暖区则从长江、汉水一线退缩到山东南部及河南北部一带。根据表1所列多年平均负积温的计算,哈尔滨的减少值占多年平均值的 1/8;北京则高达 1/3;郑州为 1/2。所以即使在标准采暖区,数量的变化仍是极为显著的。

#### 四、30年冬季采暖气候条件的变幅

根据 1951—1980年30年的冬季各月资料<sup>[5]</sup>,分析采暖气候条件的变幅,就可以知道30年的最暖与最冷情况对采暖的影响。由于30年中最暖及最冷的12、1、2月三个月很难在一年中同时出现,故三个月平均的最暖及最冷的冬季与这三个月分别所取的极值有所差别。现将这三个月最暖与最冷情况列入表3。

表3 最暖最冷月月平均温度距平(°C)

项 目 地 区	最大正距平			最大负距平		
	12月	1月	2月	12月	1月	2月
嫩江	5.0	5.0	4.9	-6.0	-4.8	-5.2
哈尔滨	5.2	4.0	5.2	-4.5	-5.1	-4.5
沈阳	4.0	4.0	5.0	-5.5	-3.9	-5.1
北京	3.6	2.0	4.0	-4.0	-3.0	-3.9
郑州	2.6	2.2	3.0	-4.2	-2.8	-5.5
乌鲁木齐	5.5	5.0	6.5	-5.8	-5.8	-6.5
玉门	3.5	3.8	4.0	-5.0	-4.0	-6.0
兰州	3.2	2.5	3.0	-4.2	-3.0	-3.5

从表3可以看出,在这30年里,我国较高纬度地区(嫩江、哈尔滨、乌鲁木齐)的最大正距平及负距平一般较低纬度的郑州和北京大。这种情况对最大正距平更为明显。

从最大正距平看,较高纬度地区已超过文献[3]中估计值近一倍,比维拉赫会议(Vil-lach, Austria, 9—15, Oct. 1985)所估计的 CO<sub>2</sub> 倍增时全球的平均升温值<sup>[4]</sup>也要高。根据最大正距平计算,每月的负积温可减少 150°C,三个月可达 400°C 以上,达到负积温总数 20% 以上。对较低纬度的郑州最大正距平基本上等于文献[3]中估计值。由于高纬度冬季是温室效应最大的地区和季节,故在该地区,这一原因所引起的增温幅度并未超过 30 年中的极值。但未来的高温极值将会超过过去的水平。

值得注意的是最大负距平在数量上超过最大正距平,在纬度上的差别不及最大正距平那样明显。其中,乌鲁木齐的最大负距平在三个月中都接近 6°C,即一个月就可增加负积温 180°C 以上,整个冬季甚至可使负积温数增加量接近一倍,其数量是十分可观的。在纬度较低的北京与郑州负积温增加量甚至在一倍以上。由此可见,根据过去 30 年的最冷冬季的采暖气候条件的变化来看,具有使采暖量大幅度上升的因素,这是不能不予以考虑

的。

以上各项分析均未考虑到 12—2 月以外的采暖月份。如果将日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 日数按平均气温变化 $1^{\circ}\text{C}$ 时的变量乘以增温数,那么黑龙江北部与呼伦贝尔盟的采暖期长度将可变化 3 个月以上。但是由于冬季各月不可能同年都出现最大负积温,所以这数字显然是偏大的。同时,对黑龙江与北疆的采暖期长度影响最大的是 10 月(开始期)与 4 月(末期),在这两个月里的最大负距平都只有 $2-3^{\circ}\text{C}$ 。因此,即使最大负距平在冬半年的 10 月与 4 月恰在同一年出现,采暖期延长也不会超过 1.5 个月。

### 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国标准:采暖通风与空气调节设计规范,GBJ,19—87,中国计划出版社,1989 年。
- [2] Kates, R. W. et al. ,Climate Impact Assessment,SCOPE 27,1985.
- [3] 赵宗慈,模拟温室效应对我国气候的影响,气象,3,1989.
- [4] WMO/TD—NO,225,WCIP-1, Apr. ,1988.
- [5] 北京气象中心资料室,中国气温变率图集(1951—1980),气象出版社,1986 年。

## INVESTIGATION ON THE RELATIONSHIP BETWEEN TEMPERATURE CHANGE AND WINTER HEATING IN CHINA

Zhang Jiacheng Gao Suhua Pan Yaru

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, SMA)

### Abstract

According to the national standard on the climate conditions of winter heating (mean daily temperature $\leq 5^{\circ}$ ), the article calculated the number of days with temperature $\leq 5^{\circ}\text{C}$ , negative accumulated temperature and other necessary parameters. It has been found that between negative accumulated temperature and mean January (or annual) temperature there exists a good linear relation with correlation coefficient as high as 0.99. As a result, two heating zones in China are proposed and the impacts of temperature change on the climate conditions of winter heating in China are studied.