

近500年我国东部冬季气温的重建

王日昇 王绍武

(北京大学地球物理系)

提 要

本文利用近500年(1470—1979)我国东部(25°N—35°N, 115°E—120°E)冬季河湖结冰和大雪、冰冻以及有关寒冷灾害记载,重建了这一时期的气温序列。首先将这些记载按照其反映气候寒冷的程度分别分为3级,然后根据他们各自与冬季气温的关系按不同权重加以组合,并导出一个冬季寒冷指数。最后利用近百年实测资料建立了该指数与相应10年平均气温距平的关系,从而得到了自1470年以来我国冬季气温的10年平均距平序列。结果表明,相对于近30年(1951—1980年)平均气温而言,过去500年总的来讲是偏冷的,其中包括3个主要冷期。30年滑动平均距平在-1.0°C以下的分别为1490—1519, 1630—1699和1830—1889年,其中最冷的1840—1869年比近30年平均低约1.5°C,16世纪中后期和整个18世纪相对较为暖和,但仍比近30年平均低0.3—0.4°C,本世纪20至40年代为最暖期,其次为1520—1549年,前者比近30年高0.3—0.4°C,后者高0.2—0.3°C。

一 引 言

气候重建依赖于反映当时气候状况的资料,重建方法也因资料来源及性质的不同而异,其中历史文献资料提供了大量有关天气、气候及灾害现象的文字描述。尽管史料记载有时间和空间上不连续以及不定量等弱点,但由于这些记载很容易与某些气候参数如气温和降水等联系起来,加之有准确的年代乃至日期,他们被广泛地用于气候重建中^[1-4]。竺可桢^[5]在他的开创性研究中,利用我国现存的各种史料记载对中国近5000年的气候进行了分析,并给出了一个时间序列,使我们对我国有史以来气候的变化有了一个初步认识。张德二^[6]利用近500年来的史料记载,在较为定量的基础上研究了我国东部地区气温的变化,用每10年中冷暖冬出现的频率表示气候冷暖的程度。我们的目标是利用史料重建四季气温序列,并且以此为基础进一步研究中国气候变化。由于我们所考虑的是近500年来气候变化,这一时期,正好包括一般所认为的“小冰河期”,气候比较寒冷,加之史料的特点(对灾害性天气和现象往往给予更多的重视),使这一时期史料中有关寒冷现象的记载比温暖记载更多且更详细;同时我们分析发现每10年中寒冷年的频数以及寒冷程度(用温度低于标准差的倍数衡量)与相应10年平均气温有良好的相关关系,所以我们提出了一个利用史料重建中国气温序列的方法,并完成了对夏季气温的重建^[7]。本文的目的是利用史料比较丰富的华东地区(25—35°N, 115—120°E)自1470年以来有关河湖及海滨结

* 本文于1988年6月9日收到,1988年9月23日收到修改稿。

冰和大雪、冰冻以及有关寒冷灾害记载,重建这一地区近 500 年来的冬温序列,分析表明这个地区对我国东部是有较好的代表性的,因此可以用来研究我国的气候变化。

二、冷冬指标的确定

在利用史料重建气温序列时,通常要利用对气温变化敏感的或与气温有较密切连系的现象作为反映气温异常的指标。如冬季河湖封冻,大雪严寒,霜冻冷害等等。但由于各种自然现象与气温的关系复杂,在定义冷冬时,不宜一概而论。这里地理位置和自然条件是首先要考虑到的。秦岭淮河以南地区,冬季河湖封冻现象较少见,而淮河、长江、黄浦江以及太湖和鄱阳湖等结冰以致“可胜重载”的情况则更为少见,很显然,这些是气候寒冷的反映;但同一现象在华北地区则为平常之事,那里只有河湖封冻和解冻日期早晚的变化才对气候异常有指示意义。同样,降雪与气温的关系也因地而异,南方降雪主要与低温有联系,而北方降雪则更多地取决于水汽来源。其次,不同现象所反映的寒冷程度是不同的。很显然,一次大雪天气记载(在没有相应的结冰记载的情况下)与河湖冰封现象所反映的气候寒冷程度一般是不同的。就本文所考虑的范围,出现河湖冰封的年份往往也有大雪记载,但并非所有有大雪记载的年份都有结冰现象。因此大雪年出现的频率要比河湖封冻的频率大一些,这也说明后者反映的气候比前者更冷。将两者区别对待无疑会使我们对历史上的气候有更准确的了解。但是如前所述,他们的共同特点都是代表了气候的寒冷状况,所以,如果能够把这些记载量化,然后根据各自与气温的关系密切程度依不同权重加以组合,即可较客观地反映历史上温度的变化。

就本文所涉及的区域而言,河湖封冻代表冷冬,这是很显然的。以近年来出现的情况为例,1977 年太湖及洞庭湖结冰达数天之久,长江流域及其以南地区也多次出现降雪或冰凌;1954—1955 年冬出现了特大降雪,并且除长江干流外,其他河湖均出现了冰冻,有的河湖冰最厚达 0.33 m。这两年(1977 和 1955)冬季 3 个月平均气温比 30 年平均低 2°C 左右。另一次结冰发生在 1969 年冬,鄱阳湖冰厚达 6 cm,其范围与强度比 1977 年要弱一些,这一年华东地区冬季气温比 30 年平均低 1°C 左右。除此外,在近 30 年(1951—1980 年)没有出现严重的河湖结冰年份。然而在过去 500 年中,特别在 17 和 19 世纪中有不少关于淮河、长江和太湖等冰封的记载,而且从记载来看,结冻的强度比上述情况还要严重,诸如“淮河冻合,车马行冰上”,“冬黄浦冰厚二、三尺,经月不解”,“长江大河过马车”,“太湖冰厚二尺,连二十日”等等不能一一列举,就连 25°N 附近的福建莆田地区也出现过“河水凝冰,可载行人”等现象。问题的关键在于如何将文字资料量化,并做出一个至少能代表本区冬温变化的定量指标。此外,在取值过程中还必须考虑到河湖的地理位置和天气条件(如有无降雪等),因为这些条件都会影响到结冰过程。表 1 给出了我们在分级量化过程中的参考标准,其中 3 级表示最严重的情况,1 级表示有结冰现象但不很严重,2 级介于两者之间(见表 1),凡无结冰记载者都赋于 0 值。这样取值后的结冰变量用 F 表示,即 $F = \{0, 1, 2, 3\}$ 。在取值过程中考虑了地理位置和河湖的大小,这样得到的结果从理论上讲只与气温距平(ΔT)有关,而与其他因素(如地理纬度等)无关,这样做是为了得到一个至少代表本区气温变化的一致的气温序列。

由于史料记载的不连续特点以及结冰现象本身发生频率小等原因,使得重建某条河流或某个湖泊的结冰序列很难实现,但并不排除将不同地点的有关记载进行综合,从而获得一个一致的能代表本区气候变化的结冰现象序列的可能性。表1的设计正是体现了这样一种考虑,即把不同纬度上的结冰记载按照其与当地气温距平的关系系统一起来。问题是,这样做是否有充分的依据?我们将从两个方面来回答这一问题:首先考虑气温的空间相关性,借以证明建立一个代表本区乃至在一定程度上代表全国东部气温变化的温度序列的可能性;其次考虑不同地点上记载的一致性,用来说明不同地点的记载是否可以互相补充。

为了考查气温的空间相关性,我们利用近35年(1951—1985)全国100个站的冬温资料,求上海、南京、温州等若干站与其他各站的空间相关系数,结果表明,他们与其邻近大范围地区的相关系数均超过了0.01的置信水平,与全国绝大部分地区的相关性超过了0.05的信度。做为代表,图1a给出了上海站的空间相关系数分布图。当 $r=0.429$ 和 $r=0.324$ 时,相关系数即达到0.01和0.05信度。因此,图1a说明我国东部大部份地区气温与上海有显著的相关。此外又利用全国100个站的冬季气温资料做经验正交函数分析,结果表明,第一特征向量代表总方差的43.3%,除西南部分地区外,全国大范围距平符号相同(见图1b)。这表明冬季气温确实有良好的空间相关性,因此,在时间变化上全国绝大部分地区内是相同的。为了说明我们选用史料区(图1a中方格区)的代表性。又对这个区域内的站冬季气温做经验正交函数分析(图略)结果表明,EOF₁代表总方差的78.8%,距平符号相同,这三方面的分析都证明用我们所选区域的资料建立反映我国东部气温变化的温度序列是可行的。

其次,从史料记载来看,在我们所考虑的区域,不同地点的记载也表现出较好的一致性,表2给出了几个较典型的例子,这一结果是与气温的空间相关性有联系的,它表明结冰资料可以通过不同地方的记载得到相互补充完善,从而建造一个代表全区冷暖状况的序列

大雪与气温的关系总的来讲不如河湖结冰现象与气温那样直接和可靠,但它仍不失为一个很好的指示寒冷气候的指标。特别是在气温没有低到足以使河湖结冰的情况下,它对气温的指示意义就显得比较重要。表3给出了对大雪记载的分级量化标准。其中3级表示特大雪,积雪不化达二个月以上者,1级表示有大雪记载,2级介于两者之间。0表示无降雪或只有一般小雪或雨雪记载,雪变量用 S 表示,即 $S = \{0, 1, 2, 3\}$ 。与河湖结冰的量化标准类似,大雪的分级标准也随纬度而变。此外,定级时还考虑了降雪的空间范围。

表1 河湖结冰分级量化参考标准

等级 (F)	纬度 (N)	文 字 描 述
0		无任何结冰记载
1	32—35°	淮河冰合、其他小河坚冰经旬
	28—32°	太湖、鄱阳湖结冰,长江冰凌,小河,小湖冰合
	25—28°	地面流水结冰,融雪结冰,雪冻
2	32—35°	淮河冰合经旬不解,人行冰上
	28—32°	大河湖冰合,经旬不解,舟楫不通,冰上行人
	25—28°	河流结冰,鱼冻死
3	32—35°	淮河冰合,经月不解,车马行如平地
	28—32°	太湖、长江等大河湖冰合,冰上可胜重载(车马行冰上)
	25—28°	河流冰合,人行冰上

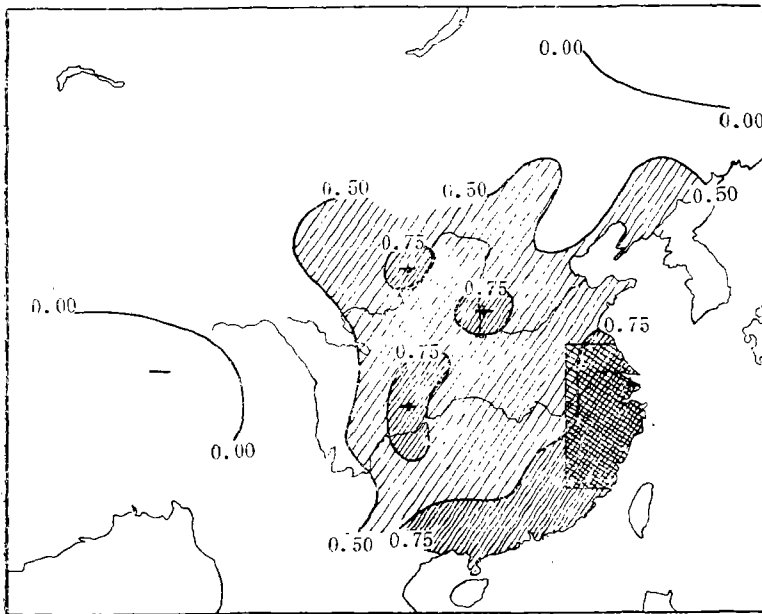


图 1 a 上海站与全国各站冬温的相关系数(分布图)
(数字为相关系数, 方格区为本文所用区)

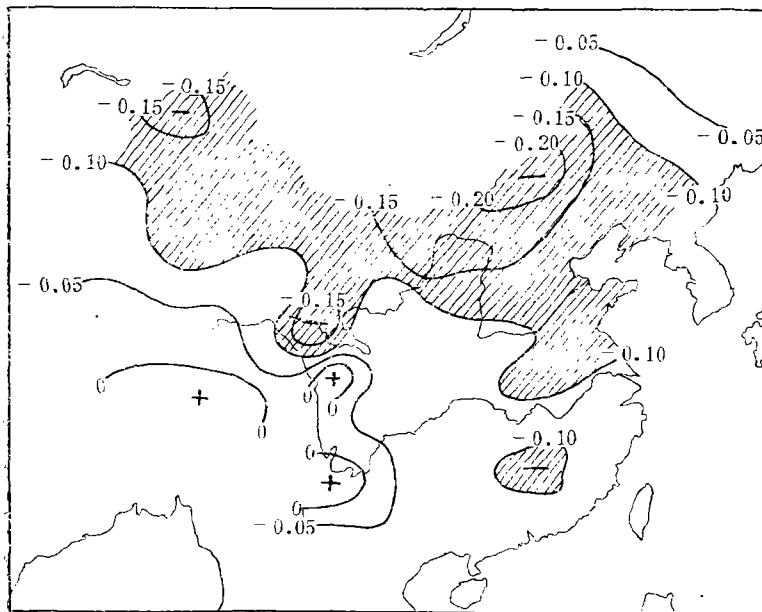


图 1 b 冬季气温的第一特征向量
(EOF_1)

另外, 还有一些记载也反映了气候的寒冷情况, 如地面融雪结冰, 冰凌、雨淞、雾凇(木冰)、我们定级时均加以参考, 但未将这些当成主要依据, 所以在表 3 中未列入。

表 2 不同地点记载比较的例子

年代	有关文字记载 (其中日期为农历日期)
1501	上海(31.1°N, 121.3°E) 青浦县: 冬十一月泖湖冰, 经月始解 松江县: 十一月大寒, 河水冰, 经月始解 浙江嘉兴地区: 十一月恒寒, 冰坚半月, 河荡皆可徒行。 福建莆田(25.4°N, 119.0°E): 隆冬寒、水结冰半寸许, 荔枝冻死
1636	上海: 冬十二月极寒, 黄浦泖湖皆冰 龙溪(24.5°N, 117.6°E): 十一月大雨雪积, 冰厚一尺, 牛羊草木多冻死
1654	上海: 泖淀冻合数日, 人行冰上, 十二月黄浦冰。 苏州: 大寒、太湖冰厚二尺, 连二十日江河尽合 海盐(30.5°N, 120.9°E): 十二月大雪, 海冻不波, 管河水断。 宁波(29.8°N, 121.5°E): 冬寒江水亦冰, 经月不通舟楫。 上饶(28.4°N, 117.9°E): 冬奇寒, ……河水冰合, 月余不解。 龙溪(24.5°N, 117.6°E): 冬大寒
1892	上海: 冬奇寒, 浦港坚冰, 经旬不解 杭州: 冬大寒, 河流皆冰, 舟楫不通者半月余。 浙江嘉兴地区: 十一月下旬寒甚, 河荡坚冰十余日, 舟楫不通……有行于冰上者。 宁波(29.8°N 121.5°E): 冬大寒, 大江皆冰, 舟行不通; 冬寒酒冻。草木鸟兽多冻死 福建龙岩(25.1°N, 117.0°E): 河水结冰, 鱼多冻死。

表 3 大雪记载的定量化参考标准

地区	纬度	降雪变量 (S)	文 字 描 述
长江流域	28°N 35°N	0	无雪或雨雪, 一般小雪(微雪)
		1	大雪数天, 深数尺, 经月不化; 大雪经旬
		2	大雪逾旬, 雪冻经月不化
		3	大雪逾月, 冰冻, 到次年春始解, 严寒
江南	28°N 以南地区	0	无雪, 小雨雪
		1	有大雪, 大雨雪经旬
		2	大雪经旬或大雨雪经月树木尽折, 严寒
		3	大雪经月, 树木尽枯, 鸟兽冻死者无数

根据以上的分析, 对现有资料¹⁾加以整理, 做出了华东地区做为一个整体的河湖结冰(F)和降雪(S)序列, 其中每个变量都变化于0至3之间。图2中a, b给出 F 及 S 的每十年累加和, 如图所示。两条曲线有一定一致性, 但两者不一致的地方也是显而易见的, 表明某些年有大雪而无结冰或有结冰记载而无大雪记载。这意味着用他们相互补充是有意义的。

1) 参考上海气象局等编辑出版的《华东地区近五百年气候历史资料》(1978年1月), 并做了一定补充。

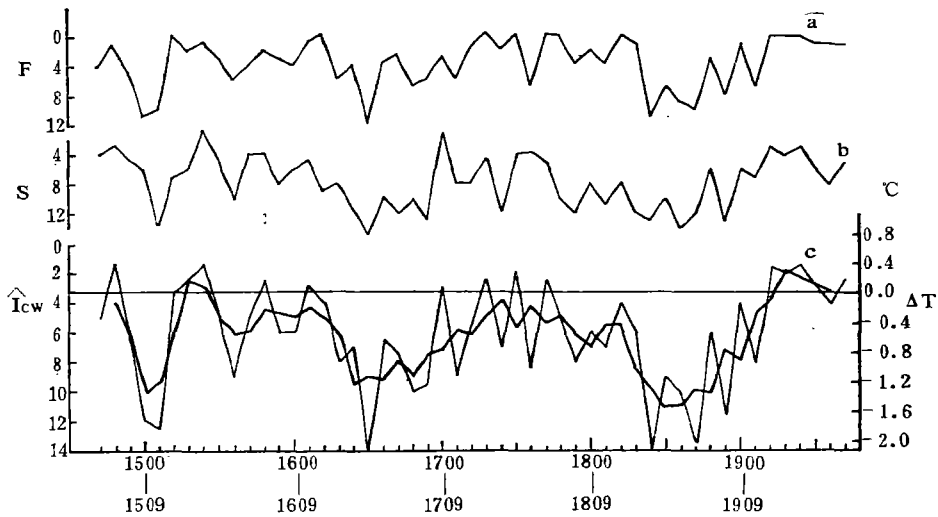


图 2 a. 每 10 年河流结冰等级和,
b. 每 10 年降雪等级和,
c. 每 10 年冷冬指数 \hat{I}_{cw} 及相应的气温距平 (ΔT) (粗黑线表示 30 年滑动平均)

如前所述, 欲获得一个一致的代表全区气温变化的曲线, 把 F 与 S 组合起来是必要的。但由于两者并非独立, 所以不能将两者直接叠加起来, 否则在既有大雪 (S) 又有河湖冰封 (F) 的情况下就会虚假地夸大寒冷程度。考虑到 F 所反映的寒冷程度比 S 严重, 这里我们对原始资料做一些简单的处理, 把凡是有大河大湖结冰 (F) 记载年份的有关雪 (S) 资料全部剔除出去, 唯一的例外是, 当某年 $S=3, F=1$ 时, 保留 S 而去掉 F 。这样相应的冷冬指数用 \hat{I}_{cw} 表示:

$$\hat{I}_{cw} = a \cdot F + b \cdot S$$

F 和 S 分别表示处理过的结冰和降雪等级, a 和 b 为相应的权重系数, 其取值取决于各自与冬季气温的关系。由于有气温观测的时间有限, 所以不能用常规统计方法获得 a 和 b 的值。我们将通过有结冰年份的气温距平与大雪年份的气温距平的对比结果推断出 a, b 来。根据近 30 年气象资料和《中国主要气象灾害分析》(1951—1980)¹⁾ 中提供的资料分析表明: 平均来讲, $F=1$ 的年份 (如 1955, 1957, 1969, 和 1977) 比 $S=1$ 的年份 (如 1956, 1961, 1963, 1964, 1967, 1972 和 1974) 的气温距平的绝对值大一倍左右, 前者变化于 -1.0 到 -2.0°C 之间, 后者在 -0.5 与 -1.0°C 之间, 而与降雪变量 $S=2$ 的年份 (1955, 1957 和 1968) 的气温距平很接近。所以我们取 $a=1.0, b=0.5$ 。事实上经过这样处理后所得到的结果可以概括在表 4 中。相

表 4 冷冬指数的实际取值

结冰变量 F	大雪变量 S	冷冬指数 \hat{I}_{cw}
0	0	0
0	1	0.5
0	2	1.0
1	0, 1, 2	1.0
0, 1	3	1.5
2	0, 1, 2, 3	2.0
3	0, 1, 2, 3	3.0

¹⁾ 冯佩芝、李翠金、李小泉等, 气象出版社 1985 年 11 月。

应的 \hat{I}_{cw} 就是表 4 中的值。图 2c 给出了 10 年 \hat{I}_{cw} 和的变化曲线。但重建冬温序列的关键还在于确定 \hat{I}_{cw} 与相应 10 年平均气温的关系。下一节我们专门讨论这个问题。

三、冬季气温的重建

由于史料记载的特点,重建逐年气温序列困难很大,所以我们侧重于建立 \hat{I}_{cw} 与相应的 10 年平均气温距平 (ΔT) 的关系,从而拟合历史上 10 年平均气温序列。欲将 \hat{I}_{cw} 转化为 ΔT , 需要至少百年以上气温实测资料来确定两者的统计关系。遗憾的是,在本文所考虑的区域只有上海有百年以上的较完整的资料,为了获得一个定量结果,我们不得不采用上海单站资料就上述问题进行研究,然后将所得结果适当地推广到区域平均上。

为了准确起见,我们利用实测气温资料求出上海站实际冷冬指数 I_{cw} 以区别根据史料得到的关于全区的冷冬指数 \hat{I}_{cw} 。由于近 30 年 (1951—1980) 上海站冬季气温的标准差 $\sigma \approx 1.0^\circ\text{C}$, 所以某年的寒冷指数规定取值为

$$I_{cw} = \begin{cases} 0 & \text{当 } \Delta T > -1.0^\circ\text{C} \text{ 时} \\ 1 & \text{当 } -1.0^\circ\text{C} \geq \Delta T > -2.0^\circ\text{C} \\ 2 & \text{当 } -2.0^\circ\text{C} \geq \Delta T > -3.0^\circ\text{C} \\ 3 & \text{当 } \Delta T \leq -3.0^\circ\text{C} \end{cases}$$

这种规定与前面分析的结果基本上是一致的,如前所述,在近 30 年中, $F=1$ 或 $S=2$ 的年份,其冬温距平基本上在 -1.0 与 -2.0°C 之间,即相当于 $-\sigma$ 和 -2σ 之间。由上面公式计算获得 I_{cw} , 求每 10 年的累加和 (图 3d) 为了对比起见,我们将前面得到的 \hat{I}_{cw} , 长江流域气温级别¹⁾ 的 10 年平均 (T_a) 和上海站气温对于近 30 年 (1951—1980) 平均的距平的 10 年平均分别表示在图 3a, b 和 c 上。显而易见,他们之间的对应关系是比较好的。其中上海站的 ΔT 与 I_{cw} 的相关系数 $r = -0.867$ ($n=10$), 超过 0.01 的置信界限 $r_\alpha = 0.765$ 。图 4 给出两者的回归直线。其相应的线性回归系数为 -0.18 , 我们取其近似值为 -0.2 。这表明 I_{cw} 每增加一个单位相当于 10 年平均气温降低约 0.2°C 。由于这一结果是由单站资料获得,推广到区域平均时可能会有所出入。但从图 1a 及 EOF 分析结果可以断定,这里所得到的结果对于全区来讲还是有一定代表性的。

为了判断将上述结果推广到全区的可靠性,我们分析了最冷的 1650—1659 和 1840—1849 年这两个 10 年中每年的情况,并做为总体,与现代情况做了比较。实际上,在前一个 10 年内有五年出现了河湖结冰现象,他们是 1651, 1653, 1654, 1655 和 1656, 其中最严重的是 1654 年 (太湖冰厚二尺,连二十日,江西上饶地区河水冰合,月余不解), 1655 年 (黄浦江结冰,浙江金华十二月大雪至次年二月积冻不解等等), 1656 年 (福建莆田河水凝冰,可载行人) 和 1651 (见表 2), 又有 7 年记载有大雪,其中尤以 1653 最为严重,出现“连续降雪 40 余天”等罕见大雪冰冻现象,对比最近 30 年中最冷的 1977 年, 1955 和 1968, 其冬温最低也不过 -2.0°C , 太湖结冰最严重也只有“数天”, 长江没有结过冰,大雪也没有超过 20 天 (1955)。总之,从出现极端冷冬的频率和寒冷的程度来看,当时的冬温相当于纬度北移

¹⁾ 参考《中国气温等级图》: (1911—1980年), 气象出版社, 1984年5月。

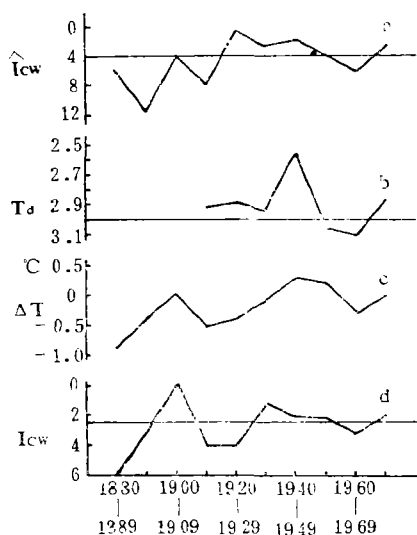


图 3 a. 利用史料获得的全区冷冬指数(\hat{I}_{cW})

- b. 长江流域气温等级的 10 年平均(T_a)
 c. 上海站每 10 年的平均气温距平(ΔT)
 d. 用上海站实测资料获得的冷冬指数(I_{cW})

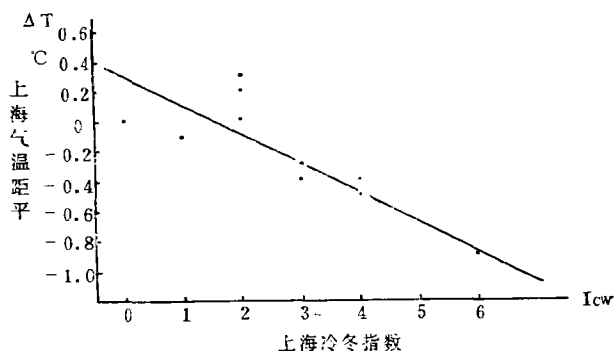


图 4 上海站 10 年平均气温距平(ΔT)与相应冷冬指数(\hat{I}_{cW})的关系

2°—3°的情况,也即,10年平均气温至少比近30年(1951—1980)平均低2.0°C,这一结论基本上证实了上述回归结果。因为1650—1659年这段时间内, $\hat{I}_{cW}=14$,而最近30年平均 $\hat{I}_{cW}=3.3$,两者相差10.7,根据上述回归结果,两者正好相差约2.0°C。分析1840—1849年的资料也得到了类似的结论。图1a和该区EOF的分析结果均表明用上海单站所得到的结果代替区域上的 \hat{I}_{cW} 到 ΔT 转化的标准是基本上可靠的。这使我们对近500年冬季气温的变化得到了一个定量的认识。

根据上述结果,图2c中的冷冬指数 \hat{I}_{cW} 及其30年滑动平均(图中粗实线)被转换成相应的冬温距平(见图2c),其中零值线为近30年(1951—1980)平均值。相应的距平值表示在右边纵坐标上。从图中可以看到,过去500年的气温总的来讲比现在气温低,其中三个最冷期,分别为16世纪初,17世纪中后期和19世纪中后期,包括30年滑动平均低于目前1.0°C的三个时期1490—1529,1630—1690和1830—1890,其30年平均最低气温距平分别为-1.4°C,-1.3°C和-1.5°C。16世纪中后期和整个18世纪相对较暖,但仍可能比目前低0.3—0.4°C左右。1520—1540年为一暖期,冬温比近30年平均高0.2—0.3°C。本世纪20至40年代为最暖期,比近30年平均高0.3—0.4°C,以后又有下降的趋势,到70年代后又回升了。从总体上看,近500年冬温变化有明显的200年周期。限于篇幅这些就不再详细讨论了。

四 讨 论

本文尝试用冷冬指数推断10年平均气温。虽然这也是一个初步的估计,但是

如上所述,这样做在一定程度上考虑了冷冬的强度,这无疑对只考虑冷暖频率来恢复冬季温度是一个改进,只可惜,史料中关于暖的描述比冷的描述少得多,而且有的不很可靠,所以我们就只考虑冷冬,对夏季气温的恢复^[7]证明,单独冷夏的频率与10年平均气温距平有很好的关系。所以我们又把这方法推广应用于冬季气温的重建,当然如果能进一步收集关于暖的记载并考虑温暖程度至少对恢复历史时期气候比较暖时期的气温是会有益的,同时本文的定级仍不够细致,有待于应用物候等其它史料进一步订正,不过我们相信目前冬温序列的建立,至少给出一个定量的概念,春秋季节气温序列的恢复工作即将完成那时就可以得到一个连续的季气温序列,尽管还只是10年平均,但也能对近500年气温变化有一个稍为详细的了解了。

参 考 文 献

- [1] Lamb, H. H., *Climate: Present, past and future*, Vol. 2. 461—473, London, Methuen, 1977.
- [2] Ingram, M. J. et al, *Past climates and their impact on man: a review*, in *Climate and History*, T. M. L. Wigley et al (eds), 3—50, Cambridge University Press, 1981.
- [3] Ingram, M. J. et al, *The use of documentary source for the study of past climates*, in *Climate and History*, 180—213, Cambridge University Press, 1981.
- [4] Pfister, C., *An analysis of the little ice age in Switzerland and its consequences for agriculture production*, in *Climate and History*, 214—248, Cambridge University Press, 1981.
- [5] 竺可桢, 中国近五千年来气候变迁的初步研究, 中国科学, 1973年2期, 168—189.
- [6] 张德二、朱淑兰, 近五百年我国南部冬季温度状况的初步分析, 全国气候变化学术讨论会文集(1978年), 64—70, 科学出版社, 1981.
- [7] 王绍武、王日昇, 中国近500年夏季气温重建, 气候学研究, 纪念么枕生教授执教五十周年文集, 104—112, 1989.

RECONSTRUCTION OF WINTER TEMPERATURE IN EAST CHINA DURING THE LAST 500 YEARS USING HISTORICAL DOCUMENTS

Wang Risheng Wang Shaowu

(*Department of Geophysics, Peking University*)

Abstract

Winter temperature series of last 500 years in East China (25–35°N, 115–120°E) was reconstructed using historical data about freezing of rivers and lakes, severe snowing and the relevant damages to agriculture caused by cold weather in the region. First, series of freeze-up and that of snowing were produced separately on a basis of ordinal scale. Then combination of the two series with different weights was made according to their relationship to winter temperature established by recent observations, and a cold winter index (Icw) was derived thereby. Finally, the winter temperature series was constructed at a

resolution of 10 years on the basis of calibration of regression between the recent observation at Shanghai from 1873 to 1980 and the relevant Icw constructed. It is concluded that winter temperatures in the last 500 years are generally lower than the recent 30 year (1951-1980) mean. Three cold periods were detected, including periods of 1490-1519, 1639-1690 and 1830-1889, where the 30 year running mean temperature reached below -1.0°C , the coldest period lasting from 1840 to 1869, with temperature lower than the recent 30 year mean by about 1.5°C . The late 16th and the whole 18th centuries are relative warm, however the temperatures of these periods are still lower than the recent years by $0.3-0.4^{\circ}\text{C}$. The warmest period of the last 500 years lies in the early part of the present century from 20's to 40's, with temperature higher than recent 30 year mean by about $0.3-0.4^{\circ}\text{C}$, another warm period ranged from 1520 to 1549, with temperature higher than that of the recent years by about $0.2-0.3^{\circ}\text{C}$.