中 国 的 小 冰 河 期

王 绍 武　　王 日 昇

(北京大学地球物理系，北京 100871)

关键词　小冰河期、气候变化、古气候

许多无可怀疑的事实证明，大约在十六世纪到十九世纪之间，地球上广大地区出现了寒冷气候，人们称为小冰河期 (Little Ice Age)[1]。竺可桢[2]首先证明，这段时期内我国也出现了寒冷的气候。但具体冷期可能与世界上其它地区有所不同。张家诚等[3]支持了竺可桢的观点，后来，张德二等[4]根据冷暖冬出现频率，定出冬温指数，然后用统计方法计算了 10 年平均气温距平。近来，作者对应用史料恢复历史时期气温序列进行了系统的研究[5,6]，主要做了两个方面的改进：(1)不仅考虑了寒冷事件的频率，也考虑了强度；(2)分四季建立了华东[1]与华北[2] 10 年平均气温距平序列。因此，现在有可能对我国的小冰河期做进一步的研究。

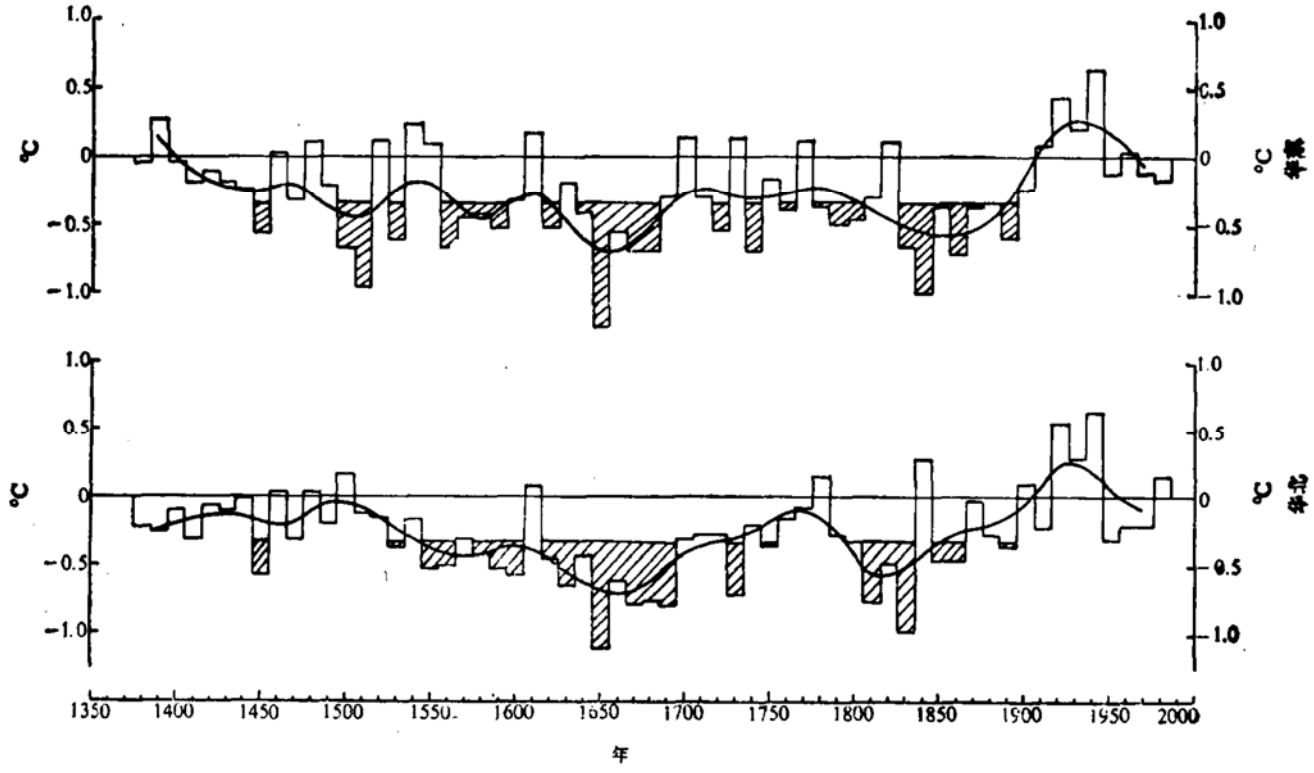


图 1　华东(上)及华北(下) 10 年平均气温距平

曲线为 50 年滑动平均值，斜线部分为冷期

本文 1989 年 7 月 14 日收到.

1) 王绍武、王日昇，近五百年华东四季温度变化，气象学报(即将发表).

2) 王绍武，公元 1380 年以来我国北部气温序列的重建，中国科学(即将发表).

图 1 给出 1380—1988 年 10 年平均气温距平. 1380′ 指 1380—1389 年,其余依此类推,仅 1980′ 为 1980—1988 年. 距平是对 1880′—1970′ 百年平均的偏差. 斜线部分表示冷期. 即低于前 500 年(1380′—1870′)的平均距平(华东为－ 0.33℃, 华北为－ 0.32℃).

为了说明这两条曲线是如何得到的. 我们对分析方法做一个概略介绍, 详细情况参见文献[5,6]及上页脚注所列文献. 分析可分为 4 步: (1)确定寒冷指数的定义(见表 1), 这是根据近百年气温观测与寒冷事件的关系决定的; (2)根据近百年气温观测, 用统计方法得到,寒冷指数为－ 1.0 时, 相当 10 年平均气温距平为－ 0.2℃. 这样就可以把寒冷指数转换为 10 年平均气温距平,并且这个比值基本不随地区与季节而改变; (3)建立四季的寒冷指数序列, 求对近百年平均的偏差,再换算为 10 年平均气温距平; (4)对四季距平求平均,得到年气温距平序列, 做成图 1. 不过需要说明,我们虽然使用了大量经过整编的史料, 但由于我国史料十分丰富,因此不可避免仍有遗漏,所以显然还存在进一步修正与补充的可能性.

表 1 华东、华北寒冷指数定义

地区	指数	春	夏	秋	冬
华东	－0.5	降雪、陨霜	淫雨、飞雪	淫雨、降雪、陨霜	大雪、木冰
	－1.0	陨霜杀禾、大雪、木冰	陨霜、木冰、降雪、大涝	陨霜杀禾、大雪、木冰	冰冻、井冻、河湖结冰
	－2.0	冰冻恒寒、河湖结冰	严霜、大寒	河湖结冰、恒寒	严寒、海冻、大河湖结冰
华北	－0.5	(三月*)陨霜、春大雪、春大水、淫雨	夏大水、夏陨霜	(八月)淫雨、雨雪	大雪深数尺、木介
	－1.0	(四月)陨霜杀稼、(四月)大雪、木冰	(七月)陨霜杀稼、淫雨数十日、飞雪、木冰、地冻	严霜杀稼、大雪、结冰	大雪数十天、树木冻死、大寒、井冻
	－2.0	严霜杀稼、奇寒、河冰、井冰	(五月、六月)严霜、寒如严冬	大雪数十天、奇寒、坚冰可渡	冬大雪、春始消、河冰、海冻

* 月份均指农历,下同.

下面把我们的研究与国内外其他作者的结果做一个比较.为了看起来方便,把不同作者定出的寒冷期集中画在图 2 中. 由于各地温度变化幅度不同,而且有的序列为冬季,有的是年平均,所以无法对寒冷期与非常寒冷期下一个严格的统一的定义,只能说相对每条曲线本身是寒冷或非常寒冷. 对华东 (图 2 中 9)与华北(图 2 中 10)而言,我们把低于前 500 年的平均值定为寒冷期,其中负距平＜－ 0.5℃ 的定为非常寒冷期.

图 2 中 1—4 基本一致,不过 1—2 实际考虑冬季资料为主. 5 是年轮分析,应该与夏半年温度关系较大. 6 为江西省,也是冬季,只有 7 是针对全年建立的序列. 8 为西藏, 也是年轮

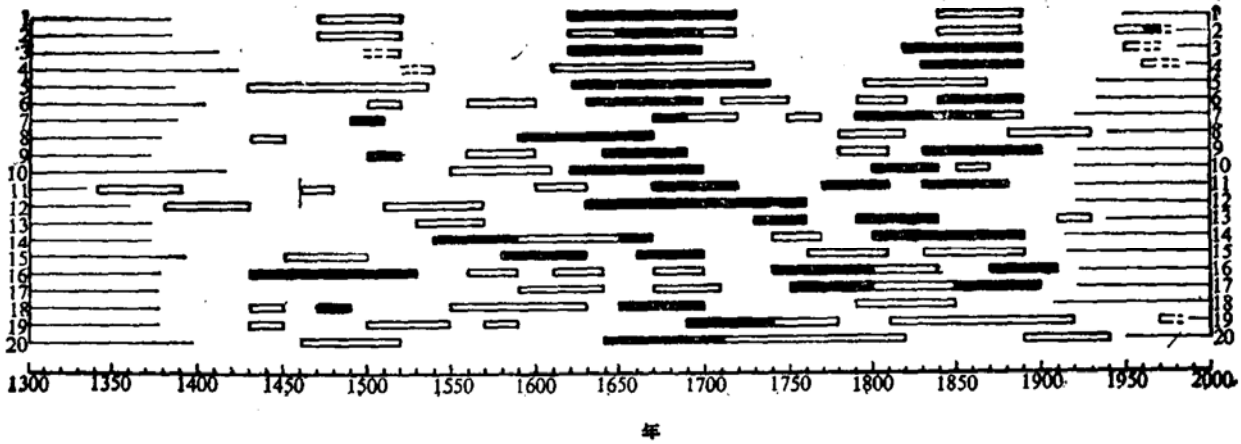


图 2　不同作者给出的小冰河期

长方框表示寒冷期，涂黑部分为非常寒冷期．作者见表 2，纵坐标为编号

表 2　国内外小冰河期研究比较

序号	分析地区	季　节	研究方法	最低气温		作　　者
				时间	距平 (℃)	
1	中　国	年	史料、物候	1650′	−1.8	竺可桢 (1972)[2]
2	中　国	年	史料、观测	1650′	−1.0	张家诚等(1976)[3]
3	中国东部	冬	史料	1870′	−1.0	张德二等(1981)[4]
4	中国南部	冬	史料	1830′		张德二等(1981)[4]
5	中国西部	年	年轮	1700′		张先恭(1981)[7]
6	中国江西	冬	史料	1680′		李一甕等(1981)[8]
7	中国南部	年	史料	1680′		田建和(1986)[9]
8	中国西藏	年	年轮	1610′		吴祥定等(1981)[10]
9	中国东部	年	史料、观测	1650′	−1.2	王绍武等(1990)[1]
10	中国北部	年	史料、观测	1650′	−1.1	王绍武(1990)[1]
11	日　本	年	史料	1830′	−0.5	高桥浩一郎(1980)[11]
12	朝　鲜	春、夏、秋	史料	1690′		Kim Gum-suk et al.(1987)[12]
13	朝　鲜	冬	史料	1780′		Kim Gum-suk et al. (1987)[12]
14	北欧 (56°N)	年	史料、物候	1850′		Schove(1961)[13]
15	英　国	年	史料、观测	1690′	−0.6	Lamb(1977)[1]
16	冰　岛	年	冰芯同位素	1780′	−1.0	Dansgaard et al.(1975)[14]
17	格陵兰	年	冰芯同位素	1890′	−1.0	Dansgaard et al.(1975)[14]
18	美国西部	年	年轮	1450′		LaMarche(1974)[15]
19	加拿大	年	冰芯同位素	1760′		Paterson et al.(1977)[15]
20	新锡兰	年	石笋同位素	1680′	−0.7	Wilson et al.(1979)[16]

分析．9、10 是根据图 1 得到的，代表华东与华北地区．

我们以 9、10 为基础，参考其他作者，特别是反映我国西部的 5 和 8，划分出三个寒冷时期．以下记为 I、II、III，1 个寒冷时期又各分为两个阶段，用下标 1、2 注明，如 I_1(1450′—1470′)，I_2(1490′—1510′)　II_1(1560′—1600′)，　II_2(1620′—1690′)，　III_1(1790′—1810′)，　III_2(1830′—1890′)．　从划分结果来看 II_2 与 IV_2 同大多数作者的结论是一致的．　分歧较大的是 II_1 与 III_1，由于加了这两个寒冷阶段，使 II 与 III 这两个寒冷期的开始较之过去的研究(如图 2 中

1—4）大为提前了. II_1 与 III_1 期间气温还是比较低的，但为什么过去一些作者不认为这是寒冷期呢？可能有两个原因，一是没有严格的统计分析，二是只考虑了冬季。确实 II_1 与 III_1 期间经常出现冬季暖或不很冷，而其它季节则较冷的情况，如 1580′，冬季为暖，但其余 3 个季节均冷，春夏两季尤甚. 至于 I_1 与 I_2，其中除华东 I_2 气温距平达到－0.61℃ 外，其余虽均为负距平，但数值仅接近前 500 年的平均值，而且 I_1 与 I_2 内部也有个别暖的 10 年. 因此可以认为 I 是小冰河期开始的寒冷期，带有酝酿或过渡时期的色彩. 但这个寒冷期在我国西部也有反映，关于 1950′ 之后是否已出现了第四个寒冷期，我们倾向于不划分为寒冷期. 确实，1950′—1970′ 华东及华北30 年平均气温距平均为负值（分别为－0.06℃ 及－0.24℃），但并未达到前 500 年平均，也没有达到 I_1 或 I_2 的寒冷程度. 1980′ 从全国范围来看气温明显回升，虽然还没有达到 1920′—1940′那样暖，但已接近或超过近百年平均. 所以，目前还不能说已经出现了类似于前三个寒冷期的新寒冷时期.

下面我们再简略与其它国家的研究做一对比. 图 2 中 11—20 大致可分三类. 11—13 为日本、朝鲜，三个寒冷时期似乎均比中国要早，14—17 为欧洲，包括格陵兰和冰岛，前两个寒冷时期大体与中国一致，第三个寒冷期可能开始更早，美国西部加利福尼亚(18)亦属这一类. 第三类为加拿大极区与南半球新锡兰 (19,20)，十八世纪较冷，这与北半球大部分地区不一致.

小冰河期的非常寒冷时期 (II_2) 年气温距平的 10 年平均可达 －1.2℃ 以下，50 年平均可达－0.7℃. 季平均距平的绝对值大约比年平均大 50%，以冬季变化幅度最大，这与国外对小冰河期降温幅度的估计值是接近的[1].

参 考 文 献

[1] Lamb, H. H., *Climate: Present, Past and Future*, London, Methueu, 2(1977), 461—473.
[2] 竺可桢，中国科学，1973，2：226—256.
[3] 张家诚等，气候变迁及其原因，科学出版社，1976，60—61.
[4] 张德二、朱淑兰，全国气候变化学术讨论会文集，科学出版社，1981，64—70.
[5] 王绍武、王日昇、纪念么枕生先生执教五十周年文集，1989，104—112.
[6] Wang Risheng and Wang Shaowu, *Acta Meteor. Sinica*, 3(1989), 279—288.
[7] 张先恭等，全国气候变化学术讨论会文集，科学出版社，1981，26—35.
[8] 江西省气象局资料室，全国气候变化学术讨论会文集，科学出版社，1981，81—94.
[9] 曲建和，南京气象学院学报，1986，405—410.
[10] 吴祥定、林振跃，全国气候变化学术讨论会文集，科学出版社，1981，18—25.
[11] 高桥浩一郎，気候が変わる，中公新書，1980，46—47.
[12] Kim Gum-suk and Ghoi Ik-sen, *The Climate of China and Global Climate* (Ed. Ye Duzheng et al.), China Ocean Press, Springer-Verlag, 1987, 30—37.
[13] 根本順吉，冷元しゾく地球，家の光協会，1974，119.
[14] Danagaard, W. et al., *Nature*, 255(1975), 24—28.
[15] Paterson, W. S. B. et al., *Nature*, 266(1977), 508—511.
[16] Wilson, A. T. et al., *Nature*, 279(1979), 315—317.