

国外气候资料整编方法介绍

——以美国、加拿大为例

张志富

(国家气象信息中心,北京 100081)

摘要:世界气象组织认为 30 a 的长度可以消除气候的年变化,建议各国以 30 a 为标准为政府部门以及科研工作者提供气候标准值,同时,包括中国在内的许多世界气象组织成员也规定每隔 10 a 对气候标准值进行一次更新。上次更新的气候标准值时间是 1971~2000 年。而 2010 年就要来临,需要准备整理新的 30 a 气候标准值(1981~2010 年),因此,对上次(即 1971~2000 年)美、加的整编方法和要素进行了介绍和总结,从而为我国新的气候标准值的整编提供一个参考。

关键词:世界气象组织;气候标准值;整编要素;整编方法

中图分类号:P468.0

文献标识码:A

引言

在农业、商业、工业和运输业等方面,气候都是一个非常重要的参考指标。气候广泛地影响着我们的生活,体现在人类活动的各个方面,包括农业耕作、燃料消耗、建筑设计、建筑物选址、贸易、市场趋势分析、其它天然资源的利用等等。

世界气象组织认为 30 a 长度已经足够来消除年变化影响,建议各国以 30 a 为标准^[1],为政府部门提供气候标准值,结束年份分别为 1930 年,1960 年和 1990 年,从而有利于世界气象组织发表全球的气候标准值。同时,许多世界气象组织成员也规定每隔 10 a 可以对气候标准值进行一次更新。气候标准值定义为 30 a 气候要素的平均,可以用来描述气候以及作为现在气候条件的参考对象。

“气候平均”,“气候均值”或者“气候标准值”都具有相似的意义。它们都是基于历史观测数据,针对一定时期和特定地点通过计算得到的。气候标准值应用较广:可以用于划分区域气候,为包括基本居住环境、农业、自然植被、能源利用、运输、旅游以及环境研究等在内的多个领域提供广泛支持。同时,标准值也被用来提供大众感兴趣的温度和降水

气候值的季节监测以及监控干旱和森林火灾。一些实时值(如:每天气温)通过与标准值比较可以决定它们是否偏离平均值以及是否异常。

正是由于“气象标准值”广泛的应用价值以及研究气候变化对人类影响的日益焦点化,所以衡量气候异常作用的“气象标准值”越来越得到重视。本文分别介绍美国和加拿大前 30 a(1971~2000 年)的整编方法和整编要素,以对我国即将开始的新 30 a(1981~2010 年)整编提供参考和借鉴。

1 美国 1971~2000 年气候标准值整编

美国气候标准值的整编产品主要分为:日、月、分区和补充气候整编。最主要的整编是月资料的整编。

1.1 月站点数据整编

月整编中包括月、年平均最大、最小和平均温度(华氏度 F),月、年的总降水量(mm),以及各个台站(7 937 个站)的加热和冷却度日数(基于 65 F)。月数据由温度、降水、加热度日数、冷却度日数 4 种数据的表格组成,站名按照字母顺序排列(具体形式见图 1)。

收稿日期:2009-09-27;改回日期:2009-10-19

基金项目:由“30 年气候资料统计整编方法研究”(GX07-01-01)项目资助

作者简介:张志富(1981-),男,河北唐山人,工程师,博士,主要从事气候变化研究工作. E-mail:zzfrain@126.com

City: AJO(城市)													
State: AZ (所属州)													
Lat:32.22N (纬度)													
Long:112.52W (经度)													
Elev:1800 (海拔)													
ID:020080 (台站号)													
Normal	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
	(整编要素 1 ~ 12 月,及年平均)												
Minimum(最低温度)/°F	44.0	46.9	50.2	56.0	63.7	72.6	77.5	76.2	72.4	63.2	51.9	44.3	59.9
Maximum(最高温度)/°F	65.0	69.6	74.1	82.0	89.5	99.6	102.2	100.9	97.1	86.8	74.0	65.1	83.8
Mean(平均温度)/°F	54.5	58.3	62.2	69.0	76.6	86.1	89.9	88.6	84.8	75.0	63.0	54.7	71.9
Precip.(降水)/mm	17.02	17.02	19.30	5.84	3.81	1.27	19.3	41.15	20.83	16.00	12.7	22.35	196.6
HDD(加热度日数)	334	206	170	70	14	0	0	0	18	128	333	1273	
CDD(冷却度日数)	9	17	83	190	372	634	770	731	592	327	65	14	3804

图1 美国 1971 ~ 2000 年气候标准值的月资料范例
Fig. 1 The month climate normal data of USA in 1971 - 2000

气候资料的均一性检验是保证气候资料统计值具有良好代表性的重要手段^[2-3]。严格意义上的 30 a 气候标准值应该是排除任何非均一性的,同时数据是完整无缺的(无缺测数据)。而有些非气候性的原因能造成资料的非均一性,如台站/传感器迁移、仪器影响、观测时间变化、周围环境影响等,如果一个台站上述原因中有一个发生变化将作为非均一性台站,而这些非均一性台站要进行调整。

非均一性的调整中包括台站观测时间偏差的调整(保证各台站的数据具有可比性)^[4],因为如果某台站历史上具有观测时间的调整将对台站序列的变化造成人为的不均一性,所以要把观测时间都调整为从午夜一午夜;台站观测由于更换仪器、台站迁移等引起的非均一性,通过利用台站周围的台站平均资料序列与参考台站进行比较,得到更换仪器前后的偏差值,这个偏差值加到未更换仪器之前的序列上。

台站数据通过质量控制后,仍有缺测的,要利用周围 20 个台站,通过与该台站的相关作为权重来计算该台站资料。温度考虑的周围站点可以少一点,而降水考虑到空间分布,尽量周围站点都利用到^[5-7],月台站资料的整编流程如图 2。

在具体计算过程中,最高、最低温度和降水量通过相应月份 30 a 的平均求得,月平均温度通过相应的最高和最低温度的平均求得,年温度平均是统计整编后的 12 个月值的平均^[8-10]。年降水是统计整编后的 12 个月值的总和。需要注意的是,如果降水

是固态降水(雪、冰雹、冻雨等)其降水量是固态降水的液态等价值,如果降水量 < 0.127 mm 计为零。

以前利用 Thom 方法,通过平均温度和标准偏差估计每月的度日数。1971 ~ 2000 年的度日数整编采用 2 种不同的新方法,对于不是国家基准站的(First - order National Weather Service locations),使用通过每日数据的样条拟合均值和标准差修订过后的 Thom 公式。对于基准站,度日数直接通过日平均温度数据计算得到^[11-15]。

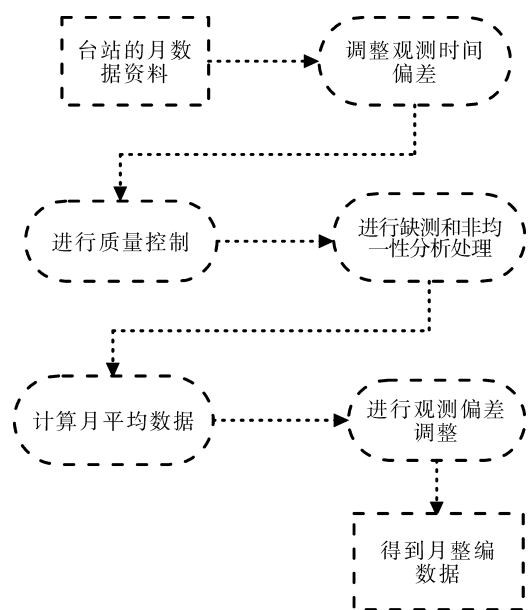


图2 月整编流程
Fig. 2 The processing steps about month normal data

1.2 日站点数据整编

日站点整编数据包括最高、最低温度,加热、冷却度日数,降水量。同时还包括这些要素的月、季、年整编值,以及月、年的降水概率分布和降水5分位数。

日整编数据是从月值的统计拟合曲线中得到,并没有用到日数据。这样日整编数据就反映了季节间的均匀变化趋势,降水的整编可以用来计算一段时间内的平均累计量。在整编过程中,为什么用月整编数据的3次样条拟合代替日数据的平均?主要有以下几个原因,首先,日观测数据的简单平均有较大的日变化,这样每年的日温度曲线将比较粗糙或出现锯齿变化情况,造成某天的日温度数据可能比前几天的数据忽然变暖或变冷很多。而3次样条拟合的数据就很好地克服了这一点。其次,整编需要完整和均一性的数据,这就需要台站的地理位置、仪器、观测方式等都始终保持不变,很少台站能做到这一点,导致台站日数据很少能具有均一性。而对于处理日数据的缺测数据,以及日数据的不均一性要比处理相应的月数据困难得多。日整编流程如图3。

日整编数据的具体计算采用样条拟合法。最高、最低、平均温度,加热、冷却度日数和降水量的日整编通过月整编数据的插值得到,这里的差值方法采用3次样条插值^[16]。这样保证每个月日温度平均、日降水总和、度日数和都与月整编数据相同。为了避免12月31日和1月1日之间的不连续性,整编时间进行前后延伸为24个月,从前一年的7月到后一年的6月,2月29日的数据假定与2月28日的相同。每个要素插值出来后,要进行奇异值的剔除,从而保证各要素间要满足的函数关系以及在气候上的合理性。例如:满足公式 $T - 65 + H - C = 0$, 这里 T 为平均温度, H 为加热度日数, C 为冷却度日数。在做度日数差值平均时,如果出现不能表示为整数的情况,用 * 表示从0到1之间的区域。例如 $15 *$, 表示度日数在 $15 \sim 16$ 之间^[11-12]。

历史的气候数据一般符合一定的统计分布,例如:30 a 6月的温度数据,大部分数据接近平均值,比均值低和高的数据都占少部分,这种分布叫做高斯分布。而对于降水来说,由于零界限的限制,不符合高斯分布。在气候特别干燥的区域,这种分布形式将倾向左边,大部分数据将为0,这种分布型叫做Gamma分布。降水的概率分布和分位数比较符合

Gamma分布^[17-18]。

在计算降水概率分布和分位数时,概率分布一共划分15个等级(0.005, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 0.95, 0.99, 0.995)。如果44.96 mm的降水量对应着0.20的概率分布,说明平均来讲10 a内有2 a降水量 ≤ 44.96 mm,也可以说10 a内有8 a降水量 > 44.96 mm。降水分位数划分为5个等级,分别为:1(0% ~ 20%);2(20% ~ 40%);3(40% ~ 60%);4(60% ~ 80%);5(80% ~ 100%)。每个分位数对应一个降水量的区间,如果降水量处在2的区间内,说明相对偏干。同时,分位数还设有0级和6级,分别用来表示未来降水的最低、最高超过1971~2000年的最低、最高的情况。

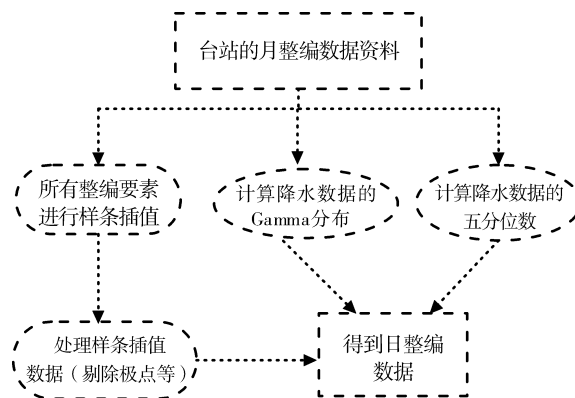


图3 日整编流程

Fig. 3 The processing steps about day normal

1.3 分区数据整编

分区数据的制作能够为水文、农业和能源方面的专家提供方便,他们可能更想得到一个区域平均的数据,而不是一个站点上的数据。这次分区整编数据包括:月平均温度、月降水量、月加热度日数和冷却度日数,以及各变量相应的标准差。

在分区数据整编中,区域包括美国大陆、阿拉斯加、波多黎各和美属维尔京群岛。由于夏威夷岛复杂多变的地形以及台站位置分布不符合均一性的要求,在分区数据中不包括夏威夷。分区时要尽可能在一个州或者邻近州,要保证分区内气候上的均一性,有复杂地形的区域(例如落基山区域)尽可能划分到一个区。这次整编过程中,一共划分出了360个地理单位(也叫气候分区)。

在计算整编过程中,要利用分区里面的所有台站数据,尽管可能每一年、每一月的台站数都不相同。其中温度的月值整编结果,通过计算给定月份各个年的平均得到,温度的年值整编结果,通过计算各月整编结果的平均得到。降水量的整编与温度相同,只是降水年值整编结果是 12 月值的总和。

1.4 补充整编

补充整编包括一些对农业和其它应用部门有意义的整编统计。这些统计包括:结冰日期概率分布、生长度日数、每月降水日数、降雪极值、月降水概率、除去极值日的温度和降水统计、还包括月整编中的温度、降水和降雪极值。对应出版的月整编主要有 2 个辅助整编:降水概率和每年固定基数间的度日数。

降水概率是在一个给定时间范围内,降水量超过某个限制的概率。例如:年降水概率为 0.1,表示每 10 a 超过降水量限制的年次数有一次,或者每 30 a 超过降水量限制的年次数有 3 次。本次整编中设定 3 个概率:0.1,0.5,0.9。包括月和年的降水概率分布。

对于度日数的整编,本次整编年的加热度日数的基数分别是:65,60,57,55,50,45,40 °F,冷却度日数的基数分别是:70,65,60,57,55,50,45 °F;月的加热度日数的基数分别是:70,65,60,57,55,50,45,43,40,35,32,30 °F,冷却度日数的基数分别是:80,75,70,65,60,57,55,50,45,43,40,32 °F。(其中华氏度和摄氏度换算为 $C = 5 \div 9 \times (F - 32)$)

补充整编里还包括冻结和结冰的一些信息。冻结和结冰数据主要是每站的冻结、结冰概率表。该表包括:最开始和最后出现冻结的日期(时间周期从 8 月 1 日到 7 月 31 日)、温度连续超过某个固定值的持续时间(日数)、从 8 月 1 日到 7 月 31 日一年过程中超过某个固定值的概率,春秋季节发生冻结的时间和概率,温度基数取 3 个值(36,32,28 °F),概率分布也取 3 个值(10%,50%,90%)^[19-20]。

1.5 整编要素统计和整编产品

1971~2000 年美国气候标准值整编的要素一共 24 个,整编类型一共 4 个。日整编要素最少,只有 6 项,包括 4 个主要整编项目:平均气温、平均加热/冷却度日数、平均降水,以及最高、最低气温。分区整编有 8 项,为 4 个主要整编项目以及每个项目相应的标准差整编。月整编一共有 17 个整编要素,其中包含了 4 个主要整编项目以及各自的极值、最

高最低值、中值和标准差。补充整编的要素最多,达到 18 个,除相应的标准差、温度中值、降水 5 分位、冻结日数的概率分布外,包含了其它所有整编要素。

最后一共形成 13 种数据产品,其中 8 个产品中都有月整编结果,年和日的整编产品相对较少,年整编产品有 2 个,而日整编产品只有一个(1971~2000 日台站整编),另外,还包括了一些补充信息的整编产品(例如:各州气候志概要、霜和结冰数据整编等)。具体产品如表 1 所示。

表 1 形成的主要数据集产品
Tab.1 The main normal productions

产品	数据集描述
CLIM81	1971~2000 月台站整编
CLIM84	1971~2000 日台站整编
CLIM85	1971~2000 年月分区和标准差整编
CLIM81-01	月的降水概率和分位数整编
CLIM81-02	基于特定值的年的度日数整编
HCS 4-1	以面积为权重的州、区域和全国的月的温度整编
HCS 4-2	以面积为权重的州、区域和全国的月的降水整编
HCS 4-3	以面积为权重的州、区域和全国的月、季、年的温度整编
HCS 5-1	以人口为权重的州、区域和全国的月的加热度日数整编
HCS 5-2	以人口为权重的州、区域和全国的月的冷却度日数整编
CLIM20	各州气候志概要
CLIM20-01	霜和结冰数据整编
CLIM20-02	美国国家气象局降雪整编

2 加拿大 1971~2000 年气候标准值整编

在加拿大 1971~2000 年的整编过程中,严格遵守了世界气象组织规定的“3/5 原则”,主要先确定每个月资料的质量,然后再利用“3/5 原则”去计算 30 a 间的月平均和总和值。不管是求平均还是求和的整编量都进行各自单独的月值计算。每个月的整编值通过 1971 年到 2000 年中规定时间范围内符合完整性要求的值进行平均计算得到。要计算平均的整编要素(例如温度)来讲,一个月如果有连续 3 d

缺测或者共有 5 d 缺测降被排除在整编范围外,该原则被气象组织定为“3/5 原则”。对于要计算总量的整编要素来讲(降水量、度日数、日数等等),一个月的资料必须要 100% 的完整才进行整编。年整编值(除了年标准方差外),通过对符合完整性要求的月整编值进行平均、求和得到。

对整编后的数据要附加整编标记,一共分为 8 个整编标记,主要根据数据资料满足完整性的时间长度区分,同时,对于实施“3/5 原则”的数据也单独进行标记。具体整编标记说明如表 2。

表 2 加拿大 1971 ~ 2000 年气候标准值中的整编标记

Fig. 2 The normal code of Canada in 1971 - 2000

整编标记	在 1971 ~ 2000 年之间连续的年数
A*	WMO 的“3/5 原则”(温度和降水)
A	WMO 的“3/5 原则”(温度或降水)
B	至少 25 a
C	至少 20 a
D	至少 15 a
E	至少 10 a
F	至少 5 a
G	少于 5 a

2.1 整编说明以及计算方法

在标准差的计算中,日平均温度的标准差通过用来计算月平均一样的日数据计算得到。年平均标准差不是通过月平均的标准方差的平均计算得到,而是通过给定台站的年平均值序列计算得到。“3/5 原则”同样应用到年标准差的整编中,整编标记如表 3 所示。

表 3 日数规定以及各分界

Tab. 3 List of days with parameters and thresholds

	最大温 度日数	最低温 度日数	降雨 日数	降雪 日数	降水 日数	雪深 日数
	≤0 °C	0 °C	≥0.2 mm	≥0.2 cm	≥0.2 mm	≥1 cm
	>0 °C	≤2 °C	≥5 mm	≥5 cm	≥5 mm	≥5 cm
	>10 °C	≤0 °C	≥10 mm	≥10 cm	≥10 mm	≥10 cm
分界	>20 °C	< -2 °C	≥25 mm	≥25 cm	≥25 mm	≥20 cm
	>30 °C	< -10 °C				
	>35 °C	< -20 °C				
	< -30 °C					

除月平均和总和值外,整编中还包括一些要素的极值,例如:日最高、最低温度,日降水量、降雪和总降水量,以及发生的日期。在统计气候极值时,极值数据是台站整个观测时间过程中的极值,不局限于 1971 ~ 2000 年的时间段内。每种要素的极值第一次和最后一次出现都要进行记录,如果不只一次出现标上“+”号,对极值的数值和日期要进行加黑处理。由于不受完整性条件的限制,要素极值不需要进行整编标记。

在气候标准值和极值计算过程中,辅助信息都要进行列表。这些辅助信息包括:有效年总数、缺测年数、总共观测数、利用观测数据的百分数、计算平均值可用的整编时间段的起止时间、确定可用极值时间段的起止时间。

对于站址、仪器设备、观测程序等的变化,都应该对整编数据进行相应的修正和调整。不然,这些变动将可能影响温度和降水等要素的变化趋势,从而使基于气候标准值的气候变化分析得出错误结论。虽然为了保证这些数据的精度已经作了大量的工作,但目前还不能准确给出这些数据的错误率。

加拿大的 1971 ~ 2000 年的整编中,主要整编数据为日资料,有部分数据为小时资料。其中,对整编数据最关心的要素是日的最大、最小和平均温度,降雨,降雪和总降水量。对于基本站来讲,还包括一些日的极大风、每天的天气现象,以及小时的风、日照和太阳辐射。基本站进行每天 24 h 的观测,以世界时 06 点为分界点。对于志愿式台站一般只有日的温度和降水观测,以当地时间早上 8 点为界。

2.2 整编要素以及资料完整性要求

表 4 为加拿大 1971 ~ 2000 年气候标准值整编中包含的整编要素,以及相应的计算方法和资料时段、完整性要求。可以看出,加拿大的整编要素大部分都为日数据,有一部分为小时数据,月和年的整编数据较少。同时,整编过程中还包含了 2 个非直接观测的指数数据,湿润指数和风寒指数。计算方式主要有求平均、求标准差、求百分数、求最大、求最小以及求和。资料时段一般要求为整编的整个时段,但求极端值时不仅限于整编时段,而是所有记录的时段。对于完整性的要求,一般日整编数据要求符合“3/5 原则”,求极值时要求所有有效记录值,小时整编数据要求符合 90% 的完整性,对于日数、时数、百分率数、小时的辐射量以及总降水量的计算要求符合 100% 的完整性。

表 4 整编要素以及相应计算要求

Tab. 4 The period of record and completeness required for each normal

	气象要素	计算方式	资料时段要求	完整度要求
温度/℃	日平均、平均最高、平均最低气温	求平均	整编时段	3/5 原则
	月平均气温标准差	求标准差	整编时段	3/5 原则
	日极端最高气温	求最大	所有记录时间	所有有效值
	日极端最低气温	求最小	所有记录时间	所有有效值
降水	总降雨(mm)、降雪(cm)、降水量(mm)	求和	整编时段	100% 完整
	日极大降雨(mm)、降雪(cm)、降水量(mm)	求最大	所有记录时间	所有有效值
	日平均雪深(cm)	求平均	整编时段	3/5 原则
	日的雪深中间值(cm)	求中值	整编时段	3/5 原则
	日的极大雪深(cm)	求最大	所有记录时间	所有有效值
	月末平均雪深(cm)	求平均	整编时段	所有有效值
日数	特定天气的日数(最高、最低温度、降雨(mm)、降雪(cm)、降水(mm)、雪深(cm))	求和	整编时段	100% 完整
风	小时平均风速(km/h)	求平均	整编时段	90% 完整
	小时最多风向频率(deg true)		整编时段	90% 完整
	小时极大风速的风向(deg true)		所有记录时间	所有有效值
	小时极大风速(km/h)、日极大阵风(km/h)	求最大	所有记录时间	所有有效值
	日最大阵风的的风向(deg true)		所有记录时间	所有有效值
	风速 > 12.52 m/s、15.20 m/s 的日数	求和	整编时段	100% 完整
度日数	超过特定温度限值的度日数(℃)	求和	整编时段	100% 完整
土壤温度	特定深度、时间的平均土壤温度(℃)	求平均	整编时段	3/5 原则
蒸发	日平均湖面蒸发(mm)	求平均	整编时段	3/5 原则
日照	日照总时数、有日照的天数	求和	整编时段	100% 完整
	日的极端日照时数	求最大	整编时段	所有有效值
	基于日出/日落的每天的日照时数百分率	求百分数	整编时段	100% 完整
湿润指数	极大湿润指数(℃)	求最大	所有记录时间	所有有效值
	湿润指数 ≥ 30、≥ 35、≥ 40 的天数	求和	整编时段	90% 完整
风寒指数	极小风寒因子(℃)	求最小	所有记录时间	所有有效值
	风寒指数 < -20、< -30、< -40 的天数	求和	整编时段	90% 完整
湿度	平均小时水汽压(kPa)	求平均	整编时段	90% 完整
	当地 06 点、15 点的平均相对湿度(%)	求平均	整编时段	90% 完整
气压	平均小时本站、海平面气压(kPa)	求平均	整编时段	90% 完整
辐射	每小时太阳辐射、散射、反射、净辐射总量(MJ/m ²)	求和	整编时段	100% 完整
	日的极大太阳辐射、散射、反射、净辐射总量(MJ/m ²)	求最大	所有记录时间	所有有效值
能见度	能见度 < 1 km、1 km ~ 9 km、> 9 km 的时数	求和	整编时段	100% 完整
云量	0 ~ 2 成、3 ~ 7 成、8 ~ 10 成云的时数	求和	整编时段	100% 完整

3 小结和讨论

通过以上介绍,可以看出,美国和加拿大的 1971 ~ 2000 年的整编侧重点有所不同,美国整编过程中更侧重整编月值资料,最后形成的产品也大多为月整编产品,日整编数据资料通过月整编值拟合求得,年整编数据通过月整编值求和得到。而加拿大的整编过程中,更重视日整编数据的计算,在所有整编要素中,大部分为日气候标准值,甚至有些要素

是小时的气候标准值,月和年的整编结果较少,主要为降水量的总和整编。

在整编要素方面,美国整编要素主要偏重 4 个要素:温度、降水、加热和冷却度日数。加拿大的整编要素要远远多于美国,几乎包含了所有观测数据,同时还包括了通过其它观测推算出来的指数数据。

在处理方法上,美国对月数据主要进行了非均一性处理以及质量控制,如果处理后的数据仍为缺失时,对温度和降水又实施了相应的插值替补办法,

在处理上更侧重数据的稳定和连续变化。加拿大的整编过程中也进行了非均一性处理以及质量控制,但更注重世界气象组织推行的“3/5原则”的应用,由于加拿大的整编主要为日和小时数据,对数据的完整性要求更大。

通过对整编方案的调研发现,世界气象组织推行的“3/5原则”以及加热和冷却度日数的统计,在我国整编中还没有充分的考虑,这些值得我们新30 a整编方案加以学习和借鉴。另外,本文只是简单介绍了美国和加拿大1971~2000年的30 a整编要素和整编方法,对于一些方法并没有详细介绍,但通过这些介绍能够为我国新的30 a整编提供参考和对比,从而完善我国的新30 a整编方案。

参考文献:

- [1] World Meteorological Organization. Calculation of Monthly and Annual 30-Year Standard Normals. WCDP - No. 10, WMO - TD/No. 1989,341. Geneva; World Meteorological Organization.
- [2] Easterling D R, Peterson T C. A new method for detecting and adjusting for undocumented discontinuities in climatological time series [J]. *International Journal of Climatology*, 1995, 15: 369 - 377.
- [3] Peterson T C, Easterling D R. Creation of homogeneous composite climatological reference series [J]. *International Journal of Climatology*, 1994, 14: 671 - 679.
- [4] Baker D G. Effect of observation time on mean temperature calculation [J]. *Journal of Applied Meteorology*, 1975, 14: 471 - 476.
- [5] Karl T R, Williams C N, Jr P J Young, et al. A model to estimate the time of observation bias associated with monthly mean maximum, minimum, and mean temperatures for the United States [J]. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 1986, 25: 145 - 160.
- [6] Karl T R, Williams C N, Jr. An approach to adjusting climatological time series for discontinuous inhomogeneities [J]. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 1987, 26: 1744 - 1763.
- [7] Karl T R, Williams C N, Jr, et al. United States Historical Climatology Network (HCN) Serial Temperature and Precipitation Data [M]. Oak Ridge National Laboratory Environmental Sciences Division Publication No. 3404 (ORNL/CDIAC - 30, NDP - 019/R1), 1990, 377.
- [8] Guttman N B, Plantico M S. Climatic Temperature Normals [J]. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 1987, 26: 1428 - 1435.
- [9] Reek T, Doty S R, Owen T W. A deterministic approach to the validation of historical daily temperature and precipitation data from the Cooperative Network [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1992, 73, 753 - 762.
- [10] Steurer P. Creation of a serially complete data base of high quality daily maximum and minimum temperatures [M]. Unpublished technical note available from the Global Climate Laboratory, 1985, NCDC.
- [11] Thom H C S. Seasonal degree - day statistics for the United States [J]. *Monthly Weather Review*, 1952, 80: 143 - 149.
- [12] Thom H C S. The rational relationship between heating degree days and temperature [J]. *Monthly Weather Review*, 1954, 82: 1 - 6.
- [13] Thom H C S. The distribution of freeze - date and freeze - free period for climatological series with freezless years [J]. *Monthly Weather Review*, 1959, 87: 136 - 144.
- [14] Thom H C S. Normal degree days above any base by the universal truncation coefficient [J]. *Monthly Weather Review*, 1966, 94: 461 - 465.
- [15] Thom H C S, Shaw R H. Climatological analysis of freeze data for Iowa [J]. *Monthly Weather Review*, 1958, 86: 251 - 257.
- [16] Greville T N E. Spline functions, interpolation, and numerical quadrature [A]. Ralston A, Wilf H S (eds.). *Mathematical Methods for Digital Computers* [M]. Wiley, New York. 1967. 156 - 168.
- [17] Crutcher H L, McKay G F, Fulbright D C. A Note on a Gamma Distribution Computer Program and Computer Produced Graphs [M]. NOAA Technical Report EDS 24, Washington, U. S: Government Printing Office, 1977.
- [18] Crutcher H L, Joiner R L. Gamma Distribution Bias and Confidence Limits [M]. NOAA Technical Report EDIS 30, Washington, U. S: Government Printing Office, 1978.

Introduction of Foreign Climate Normals: A case of U. S. and Canada

ZHANG Zhifu

(National Meteorological Information Center, Beijing 100081, China)

Abstract: The World Meteorological Organization (WMO) considers thirty years long enough to eliminate year - to - year variations, and recommends that countries prepare climate normals for the official and researchers 30 - year normals periods. In addition, many WMO members, including the China, update their normals at the completion of each decade. The last updating of climate normals is for 1971 to 2000, and the new 30 - year normals for 1981 - 2010 will be time for preparing. So, it is necessary to introduce the climate normals methods and elements of U. S. and Canada for 1971 to 2000, in order to provide a comparison for our new climate normals.

Key words: The World Meteorological Organization (WMO); climate normals; climate normals methods; climate normals elements