

利用旱涝县次建立历史 时期旱涝指数序列的试验*

郑景云 张丕远 周玉孚

(中国科学院 地理研究所
国家计划委员会)

提 要: 本文利用27万条自然灾害史料记载, 整理出我国东部及南部85个地区的受灾县次记录, 分析了这些记录的可靠性, 建立了这些地区1471—1950年的旱涝指数序列, 并以北京地区为例, 详细说明了利用旱涝县次建立旱涝指数序列的过程, 分析了这种方法的可靠性。

主题词: 旱涝县次 旱涝指数 序列 可靠性

研究历史气候变化首先需要建立一套系统、客观的历史气候序列。建立历史气候序列的手段很多, 其中最重要的一条途径便是利用历史时期的文献史料记载。

我国具有丰富的文献资料, 明清时期的地方志是其中的一个重要组成部分。这些地方志记载为我们建立历史气候长序列提供了珍贵的史料依据。已有不少研究者提出了许多种序列的建立方法^[1-7]。这些方法的主要出发点是依据史料的描述用语, 利用研究者的经验和统计学分析来建立定量化的气候要素序列。

但方志记载本身还含有定量信息。为了能使这些定量信息能得到充分利用, 我们对地方志记载中的定量信息进行了整理, 得到了我国东部及南部16个省的受灾县次资料, 并利用这份资料中的旱涝县次记录建立历史时期旱涝指数序列。

1 受灾县次资料的整理及可靠性

1.1 资料来源

本文资料来源于以下二个部分: 一是各省及有关部门所整理的历史时期自然灾害史料, 共14万多条。二是本课题组补充收集的自然灾害史料, 约13万多条。二者共计27万多条, 其中90%的记载为旱涝灾害记载。这些资料主要来源于各地方志及部分有关档案记载。也有少部分记载来源于其它史料, 如“天灾表”, “明实录”, “清实录”等。这些原始资料已被证明是较为可靠的^[8]。

* 国家自然科学基金资助项目。承郑斯中、龚高法两位先生热情帮助, 在此深表感谢。

本文1992年6月10日收到, 1993年3月22日收到第二次修改稿。

1.2 受灾县次记录的整理

地方志记载中的定量信息主要是各次自然灾害所造成的受灾县数记载。涉及到受灾县数的记载方法有二类。第一类(主要为府志和省志)是直接给出某次灾害所造受灾县数,如“顺天府志”¹⁾中记载:

“明崇祯五年(公元1632年),八月淫雨损山陵,昌平地动,九月顺为二十七县淫雨害稼。”

我们确定北京地区所代表的区域范围为清代的顺天府及遵化州所属的县,共28个。由此,可知1632年北京地区秋雨过多,有27个县受涝灾,我们记北京地区1632年秋季涝灾为27个县次。第二类记载虽没有直接给出受灾县数,但可以通过统计给出受灾县数,如“昌平州志”²⁾中记载:

“明崇祯十三年(公元1640年),二月风霾,亢旱,五月蝗,六月蝻”。

由此,可知1640年春夏两季,昌平受大旱灾。在1640年,北京地区共有“昌平州志”、“密云县志”、“薊州志”、“武清县志”、“大城县志”、“玉田县志”、“遵化县志”、“顺天府志”等7部方志记载北京地区有7个县由于春夏连旱而受旱灾;另有“顺天府志”记载:“宝坻大水”。“通州志”记载:“冬大雪三尺,米薪腾贵。”因此,我们记北京地区1640年春夏两季旱灾为7个县次,涝灾1个县次,冬雪1个县次。据此,我们整理出1471年以来,各个地区的受灾县次。项目有:旱灾、涝灾、严霜、冬雪、冰雹,冰冻、蝗灾及瘟疫,为便于同灾害县次相对应,我们还整理出丰收及饥荒的县次,共10个项目。

诚然,在方志记载中,常常有一些程度描述用语所提供的灾情轻重的信息,这种灾情轻重信息是用语言描述的。由于语言本身存在一定的模糊性,因此,记载者对于描述用语的掌握以及研究者对描述用语的理解,均会存在一定的模糊性,因而存在一定的“感觉误差”。我们在整理时,舍去了轻重程度的描述,仅相信灾害性质的记述。即相信旱不会被记成涝或其它灾害,反之,涝不会被记成旱或其它灾害。这样可以避免人们在利用描述用语进行旱涝定级时所产生的“感觉误差”,使所建的旱涝指数序列更趋于客观。当然,利用灾情程度描述用语确定旱涝等级已为多人所采用,也自有其不可取代的优点。

1.3 受灾县次记录的可靠性

(1) 明清时期的县数变化 本研究自1471年开始,至1950年止,跨越了明、清二朝及民国时期。同一研究地区内的县数是否变化,将关系到受灾县次资料的可靠性。由于民国时期的方志记载较少,且年代较短,对利用县次资料建立序列的影响不大,因此,我们主要分析明清时期行政区及县数的变化情况。图1给出明、清二个朝代各省的县数,其中明朝的县数来源于《中国历史地图集,第七册》(谭其骧主编),清朝的县数来源于“清代地名录”³⁾。由图1可以看出:除河北、山西、贵州之外,各省县数略有变化,但总数变化不大⁴⁾,明朝仅比清朝少6个县。各省的县数变化主要是由于省级行政界限的变化所致。对此,我们在分地区统计受灾县数时,以清代府级行政区的界限为准,尽量保持地区的县数一

1) 顺天府志,〔清〕光绪十二年刻本,〔清〕万清黎、周家楣修,张之洞、缪荃孙纂,北京图书馆等藏。

2) 昌平州志,〔清〕康熙十二年澹然堂刻本,〔清〕吴郡梁修,潘向奇等纂,中国科学院考古所等藏。

3) 张踵容,清代地名录,中国科学院地理研究所。

4) 河北省不包括口北三厅及承德府,福建省不包括台湾府。

定,差别一般不超过1个县。而我们所划分的地区县数一般在15个以上,仅1个县的县数变化对受灾县次记录的影响不大。因而,我们认为受灾县次记录二个朝代之间基本上是统一的。

(2) 修志多寡对受灾县次记录的影响 一般认为,修志多寡对史料的记载条数具有较大的影响。修志具有时间趋势变化,距今越近,修志也就越频繁,因此,史料的记载条数也就越多。但修志多寡对受灾县次记载的影响如何?本研究自1471年开始,这段时期正是我国各地方志的兴起和发展时期,图2给出北京、长沙、贵阳三个地区的受灾县次及所在省份修志数的时期变化。这三个省分别代表修志较多、中等和较少三种类型。在被研究的时段内,河北省修志501部,湖南省修志379部,贵州省修志134部,其中各省的大部分方志皆被我们所选用。由图2可以看出:修志数有较明显

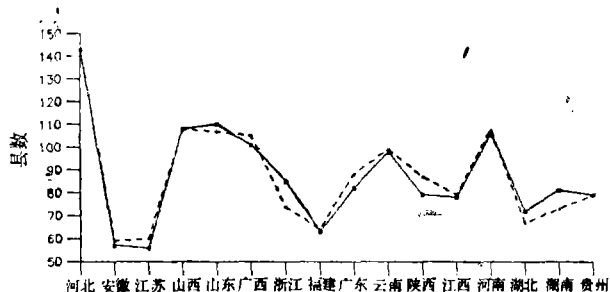


图1 明清时期各省份县数 (实线为明朝, 虚线为清朝)
Number of county for different Province in the period of Qing and Ming Dynasties
(Solid line, Ming Dynasty, Dashed line, Qing Dynasty)
注: 河北省不包括口北三厅及承德府, 福建不包括台湾府。

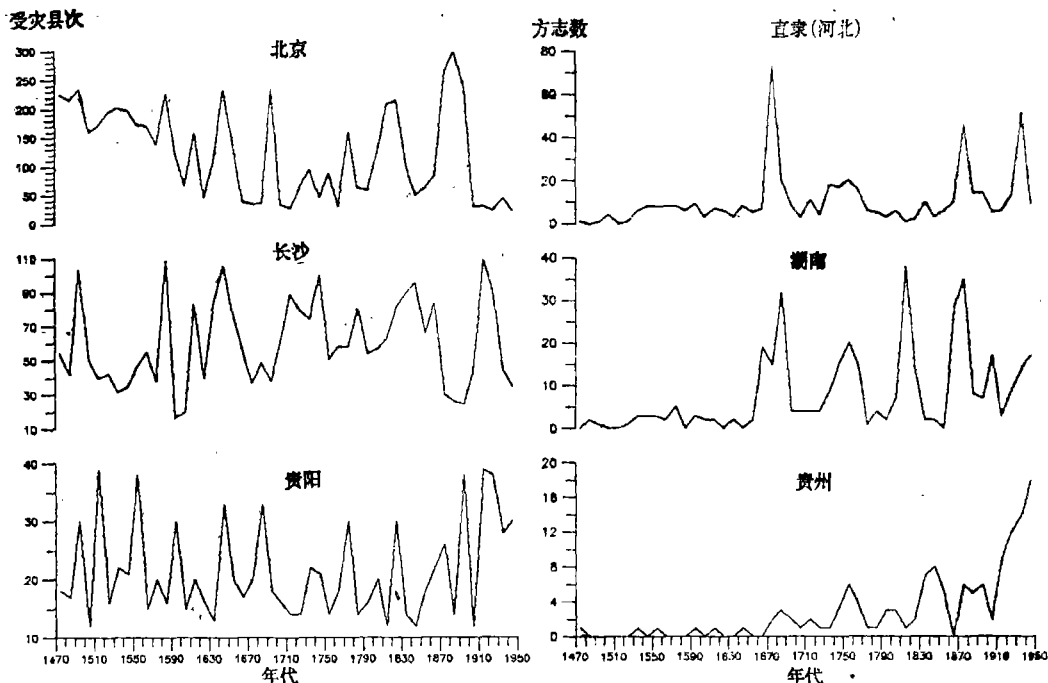


图2 北京、长沙、贵阳三个地区的受灾县次及所在三个省修志部数的时间变化
Time series of disastrous county number in Beijing, Changsha, Guiyang and the local gazettes number in Hebei, Hunan, Guizhou Province

的时间趋势变化,而受灾县次则无明显的时间趋势变化。究其原因:主要是因为修志者对距他所记述年代较远的信息来取浓缩的办法,记载较简略,如采用一条记载记述多个县受灾。而较近的年代则记述较为详尽,一般每条记载仅涉及一个县。对影响较大的灾害甚至不惜采用多条记载记述同一个县的同一灾害。因而造成记载条数具有明显的时间趋势变化,而受灾县次却无明显的时间趋势变化。由此可说明:在被我们研究的时段内,修志多寡对受灾县次记载的影响也较小。

基于上述二点,我们认为,因朝代更替所导致的行政区域的界限变化以及修志多寡对受灾县次记录的影响均较小。受灾县次记载的波动主要是因为自然灾害本身的大小而造成的。受灾县次记录可基本反映出历史时期气候及自然灾害的波动状况,是较为可靠的记录。

2 旱涝指数序列的建立

2.1 序列所代表的地区范围

历史气候序列是分地区建立的,每个地区的气候状况应该比较一致。因此,在整理各地区的旱涝县次时,必须认真确定地区范围的大小,以使所建立的序列在空间上具有较好的代表性。考虑到明清时期我国行政区划的特点,我们以清代府级行政区划为基础,将明代及民国时期划归别的行政区管辖的县订正到清代府级区划上,将我国东部及南部分为85个地区。每个地区包括1—3府。由于有些府所跨区域范围较大,府内的气候状况可能有较大差异,我们将一些较大的府按我国气候区划的分区界限,划分为不同的二个地区。以区内行政、文化中心命名每个地区的名字(表1)。

2.2 序列的建立方法

历史时期的方志记载中,旱涝记载最为丰富,利用旱涝县次资料建立逐年旱涝指数序列是可能的,而其它灾害记载较少,不宜建立逐年的序列,下面以北京地区为例,说明旱涝指数序列的建立方法。

表 1 旱涝指数序列的地区分布
The distribution of spots for dryness/wetness index series during historical times in China

省 份	站点数	地 区 名 称
直隶(河北)	7	北京、天津、保定、沧州、唐山、石家庄、邯郸
山 东	5	济南、德州、莱阳、菏泽、临沂
山 西	3	大同、太原、临汾
河 南	5	郑州、安阳、洛阳、信阳、南阳
江 苏	6	南京、苏州、上海、扬州、淮阴、徐州
浙 江	5	杭州、嘉兴、金华、宁波、丽水
安 徽	6	宿县、阜阳、合肥、安庆、芜湖、屯溪
江 西	6	南昌、九江、宜春、赣州、上饶、吉安
福 建	5	福州、三明、龙岩、厦门、建阳
湖 北	6	襄樊、随州、黄冈、武汉、荆州、宜昌
湖 南	5	长沙、岳阳、沅陵、邵阳、郴州
广 东	5	广州、湛江、海南、汕头、韶关
广 西	5	桂林、柳州、百色、梧州、南宁
陕 西	5	西安、安康、延安、榆林、汉中
云 南	6	大理、昆明、丽江、思茅、曲靖、昭通
贵 州	5	遵义、安顺、贵阳、大定、兴义

(1) 旱涝指数的确立

我们确定北京地区所代表的区域范围为清代顺天府及遵化州所辖的县, 共28个。在这一地区内, 逐年的旱灾或涝灾的县次各不相同。旱涝县次的大小反映了该地区所受旱灾或涝灾的区域范围的大小, 因而旱涝县次的逐年变化亦可间接反映该地区的降水的变化状况。在1471—1950年的480年间, 北京地区有故有的旱灾和涝灾县次的多年平均值, 这是由北京地区的多年平均降水状况所决定的。当某年旱涝县次大于或小于其多年平均值时, 则表明该地区该年的降水偏离了其多年平均值, 产生了旱涝灾害。我们可以用逐年旱涝县次的距平百分率来表示一个地区旱涝县次大小, 计算公式为:

$$PD_i = \frac{ND_i - ND}{ND} \times 100\% \quad (i = 1471 - 1950) \quad (1)$$

$$PF_i = \frac{NF_i - NF}{NF} \times 100\% \quad (i = 1471 - 1950) \quad (2)$$

式中 PD_i 和 PF_i 分别为旱县次及涝县次的逐年距平百分率, ND_i , NF_i 分别为逐年旱县次数及涝县次数, ND , NF 分别为 ND_i 及 NF_i 的多年(1471~1950)平均值。

那么, 当旱县次距平百分率 PD_i 大时, 表明该地区降水偏少, 发生旱灾; 当涝县次距平百分率 PF_i 大时, 表明该地区降水偏多, 发生涝灾; 当 PD_i 或 PF_i 小时, 表明该地区降水接近于多年平均值, 旱涝灾害少。以 I 表示逐年的旱涝指数, 从1至7分为7级, 用于表示逐年旱情、雨情的范围和程度, 使各级出现频率大约为: 1级及7级约占5% (相当于20年一遇的大旱或大涝), 2级及6级约占20%, 3级及5级约占40%, 4级占35%。通过多次试验发现, I 和 PD_i 及 PF_i 之间有以下关系:

$PD_i \geq 200\%$	$I = 7$ 大旱	(3)
$200\% > PD_i \geq 0$	$I = 6$ 旱	
$0 > PD_i \geq -90\%$	$I = 5$ 偏旱	
$PD_i < -90\%$ 或 $PF_i < -90\%$	$I = 4$ 正常	
$0 > PF_i \geq -90\%$	$I = 3$ 偏涝	
$200\% > PF_i \geq 0$	$I = 2$ 涝	
$PF_i \geq 200\%$	$I = 1$ 大涝	

北京地区 $ND = 7.8$, $NF = 6.5$ 。如1632年, 北京地区共有27个县受涝灾, 则 $PF_{1632} = 315\%$, 旱涝指数 $I = 1$ 。1636年北京地区共有25个县受旱灾, 可算得 $PD_{1636} = 212.5\%$, 旱涝指数 $I = 7$ 。

(2) 旱涝记载同时出现年份的处理

对于一个地区来说, 在同一年中可能既受旱又受涝, 因而史料中可能同时出旱和涝的两种记载。对此, 我们采用以下二个原则对其进行处理。

第一, 由于我国大部地区属东亚季风气候, 降水以夏、秋两季占较大比重。因此, 在计算逐年旱涝县次的距平百分率时, 选择夏、秋两季的旱涝县次进行计算。

第二, 当史料记载中难以确定季节, 或旱涝同在夏、秋两季出现时, 则先比较旱和涝县次距平百分率 PD_i 及 PF_i 的大小, 以较大者确定旱涝指数值后, 相应降低一级处理。如1653

年北京地区既受旱又受涝,旱县次数为3,涝县次数为9,可算得 $PD_{1653} = -62\%$, $PF_{1653} = 39\%$ 。 PD_i 与 PF_i 相比, $PF_{1653} > PD_{1653}$,那么以 $PF_{1653} = 39\%$ 确定旱涝指数为 2^2 ,同时降低一级处理,确定北京地区1653年旱涝指数 $I = 3$ 。

(3) 序列空缺年份的处理

方志记载不象气象观测记录那具有连续性,其漏记、缺记现象是在所难免的。方志记载有一个特点:记异不记常。因此,我们很难判断出在方志记载的缺载年份中到底哪些是常年,哪些又是异常年?这就给序列空缺的插补带来较大的困难。对此我们采用文献^[9]的处理方法对空缺年份进行处理。即一个地区缺载年份在3年之内的,将这些年份作正常年处理,当超过3年时,将这些年份作漏记处理。

民国时期(1912—1949年)由于有了大量的档案资料,且这些资料已被我们摘录和整理,并建立了全国103个站点的旱涝等级^[10]。因此,从1912年开始,对于缺记年份,我们用这些站的旱涝等级对其进行描补。

经过上述二步处理之后,大部分地区仍有一些空缺年份,特别是在序列的前半段,空缺量仍较大,平均占记录总数的20.2%。但少部分记载较好的地区已几乎不缺,如北京地区就没有空缺年份,上海仅缺10年,占总年数的2.1%。对于这些空缺年份,我们采用车贝雪夫多项式对其进行空间插补,其插补误差在历史气候资料插补误差的要求范围之内,插补结果是较为可靠的¹⁾。

3 旱涝指数序列的可靠性

利用旱涝县次记录建立的旱涝指数序列是否可靠,可采用不同资料来源的序列加以验证。北京地区的史料记载比较丰富,除了方志之外,还有可信程度较高的故宫“晴雨录”、雨雪分寸等记载,而且降水量的实测值也较长。自1724年以来,张时煌等^[11]已根据故宫的“晴雨录”资料,恢复了北京的各月降水量序列,这一序列自1840年以后(个别年份因缺值除外),采用降水量的实测值,具有很好的可靠性。为了能与这一序列相比较,我们选择旱涝指数与降水量序列重叠的1724—1950年进行对比分析。通过单相关分析可知:旱涝指数序列与降水量序列,特别是与5—9月份的降水量之间的关系极为密切(图3),旱涝指数序列与年降水量序列之间的相关系数达-0.55,与5—9月降水量序列之间的相关系数达-0.61,二者均通过信度 $\alpha = 0.001$ 水平的显著性水平检验。这表明了旱涝指数序列能较好地反映出北京的降水量波动趋势,特别是能很好地反映出5—9月(夏秋季)的降水波动趋势。因而我们认为旱涝指数序列可以反映降水量的变化趋势。同时我们采用Gamma分布概率指标法^[12]对北京1724—1950年间5—9月的降水量进行降水等级的划分,把降水量是由大至小分为7级,然后比较旱涝指数序列和降水量序列之间的差异(图4)。在总共22⁷年中,旱涝指数和降水等级相同的年份有82年,占36%,相差1级的年份有113年,占50%,二者共战总年数的86%;相差2级的年份共32年,占总年数的14%;相差3级及3级以上的

1) 郑景云,马新中,刘喻雷,王其多,近500年我国旱涝指数资料的补补,《中国地球表壳研究进展》,1993年。

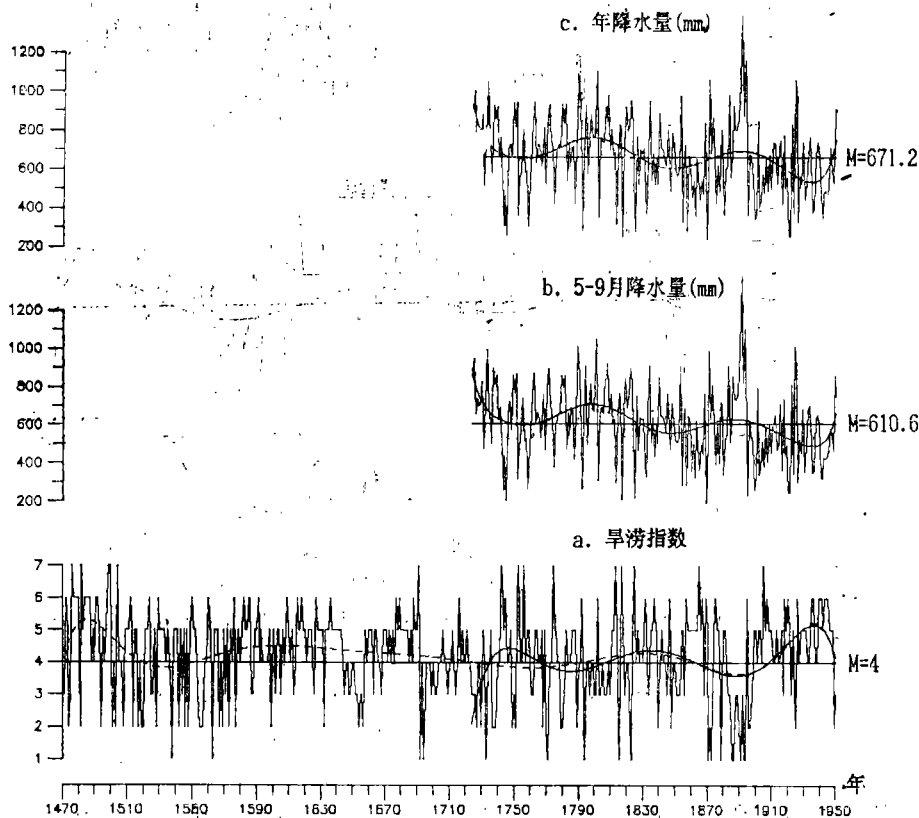


图 3 北京地区旱涝指数、5—9月降水量、年降水量的时间变化

a. 旱涝指数, b. 5—9月降水量, c. 年降水量。

(虚线为1471—1950年的多项式模拟趋势, 曲线为1724—1950年的多项式模拟趋势)

Time series of dryness/wetness index, precipitation from May to Sept., and year precipitation in Beijing

a. dryness/wetness index b. precipitation from May to Sept. c. Year precipitation

(Dashed line, polynomial fitting from 1471 to 1950, curve, polynomial fitting from 1724 to 1950)

年份均没有, 这说明旱涝指数与降水等级之间相差不大, 旱涝指数序列是可靠的。

通过以上分析表明: 我国历史时期自然灾害史料中具有较为可靠的受灾县次记载, 这些信息可以被整理为受灾县次记录。受灾县次记录具有定量化的特点。利用其中的旱涝县次记载建立旱涝指数序列是可行的, 且所建的旱涝指数序列能较好地反映出各个地区降水的长期波动状况, 也较为可靠。

以往的一些研究由于所收集史料的限制, 习惯上都采用史料记载中的程度描述用语对旱涝状况进行定级, 建立序列, 这种方法在资料不充分的情况下, 有其独特的优越性。但这一

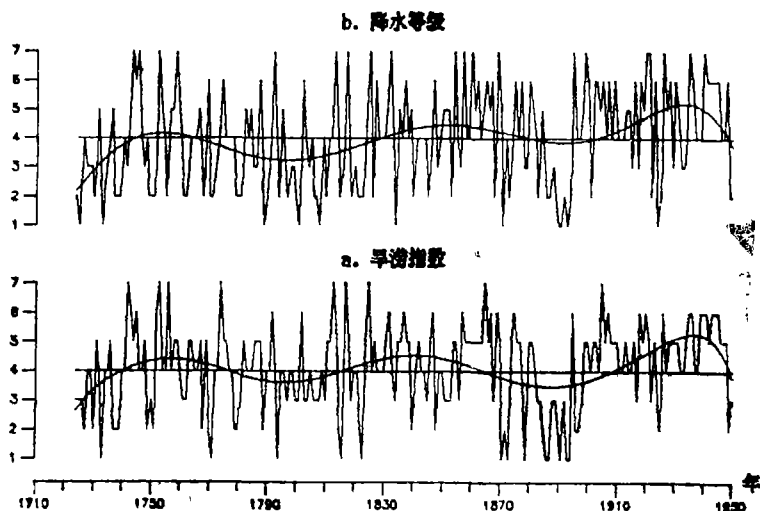


图 4 北京地区旱涝指数序列及 5—9 月降水量等级序列的比较

a. 旱涝指数, b. 降水等级

(曲线为 1724—1950 年的多项式模拟趋势)

Comparison between dryness/wetness index and grade of precipitation
from May to Sept. in Beijing

a. dryness/wetness b. Grade of precipitation from May to Sept.

(curve: polynomial fitting)

方法忽略了史料记载中的定量化信息。本文利用旱涝县次信息建立旱涝指数,使史料记载中的定量化信息得到了应用,同时避免了人们在利用程度描述用语进行旱涝等级确定时所带来的“感觉误差”,使所建的旱涝指数序列更趋于客观。

参 考 文 献

- (1) 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 中国科学 (B 辑), 1973, (4), 168—179.
- (2) 郑斯中, 张福春, 龚高法. 我国东南地区近两千年气候湿润状况的变化. 气候变迁和超长期预报文集, 科学出版社, 1978, 29—32.
- (3) 汤仙鑫. 保定地区近五百年旱涝相对集中期. 气候变迁和超长期预报文集, 科学出版社, 1978, 45—49.
- (4) 龚高法, 张丕远, 吴祥定, 张瑾容. 历史时期气候变化研究方法. 科学出版社, 1983.
- (5) 郑斯中. 1400—1949 年广东省的气候振动及其对粮食丰歉的影响. 地理学报, 1983, 38(1), 25—32.
- (6) 林振杰, 郑斯中. 山东省各地区近 500 年分季旱涝指数. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集 (第二集), 地质出版社, 1991, 62—108.
- (7) 陈家其. 从太湖流域旱涝史料看历史气候信息处理. 地理学报, 1987, 42 (3), 231—241.
- (8) 葛全胜, 张丕远. 历史文献中气候信息的评价. 地理学报, 1990, 45 (1), 22—30.
- (9) 张德二. 重建近五百年气候序列的方法及可靠性. 气象科技集刊, 第 4 号, 气象出版社, 1983,

17—26.

- (10) 郑景云, 张丕远等. 民国时期自然灾害史料的信息处理. 中国减灾, 1992, 2 (3): 15—19.
- (11) 张时煌等. 降水日数, 降水等级与北京260年降水量序列的恢复. 中国气候海平面变化研究进展 (二), 海洋出版社, 1992, 27—28.
- (12) 黄嘉佑. 一种用于旱涝分析的降水概率指标—Gamma分布概率指标. 气象, 1990, 16 (9): 8—12.

A NEW APPROACH OF RECONSTRUCTING THE DRYNESS/WETNESS INDEX SERIES IN CHINA DURING HISTORICAL TIMES BY USING THE NUMBER OF DROUGHT/FLOOD COUNTIES

ZHeng Jingyun ZHeng Peiyuan ZHou Yufu

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences and State Planning
Commission of the People's Republic of China)

Subject terms: Historical times, The Number of Drought/Flood counties,
Dryness/Wetness index, Series, Reliability

Abstract

In this paper, the numbers of the damaged counties (especially for Drought/Flood counties) are extracted from the historical materials in China during historical times, and the reliability of them are described. In general, the materials about the number of Drought/Flood counties can be considered as quantitative information of climate. And so, to reconstruct the Dryness/Wetness index series by using these materials, the comprehensive error of the series can be avoided better than by using the description about disasters in historical documents. To show the process of reconstructing Dryness/Wetness index series by the number of Drought/Flood counties, a case of Beijing is described, and the reliability is discussed.