

曾红玲,张强,祝昌汉. 三峡库区气压资料的不均一性检验及订正[J]. 气象,2010,36(10):57-61.

三峡库区气压资料的不均一性检验及订正^{*}

曾红玲¹ 张 强² 祝昌汉¹

1 国家气候中心,北京 100081

2 中国气象局预报与网络司,北京 100081

提 要: 利用 RHtestV2 软件包,对三峡库区逐月气压气候序列进行了均一性检验并做了初步订正。发现 RHtestV2 软件包对大部分台站都能基本检验出与元数据资料中给出的迁站信息基本一致或接近的不均一或突变出现的时间,同时,也能合理地订正逐月气压气候序列,这有利于进行气候变化研究以及分析水库蓄水后的局地气候效应。对有平行观测资料的秭归站,对用差值法和用 RHtestV2 软件包订正的气压序列做了对比,可以看出两种方法订正后的结果比较接近,都能合理地对气压气候序列进行订正。

关键词: 三峡库区, 气压, 不均一性, 检验, 订正

Detecting and Adjusting on Temporal Inhomogeneities of Air Pressure Datasets in Three Gorges Areas

ZENG Hongling¹ ZHANG Qiang² ZHU Changhan¹

1 National Climate Center, Beijing 100081

2 Department of Forecasting and Information System, CMA, Beijing 100081

Abstract: Using an RHtestV2 software package, this paper tested the inhomogeneities of monthly air pressure series in Three Gorges areas and then the discontinuities were adjusted. The results show that for most stations, the inhomogeneities or change points can be detected and are almost consistent with the station relocation time in metadata. At the same time, the air pressure series were adjusted. This adjusted dataset is more reliable in climate change research or local climate impact analysis after Three Gorges sluice. At Zigui Station, there were 7-year parallel observations and we also use the difference method to adjust the air pressure series. The results show that the two methods both gave reasonably adjusted air pressure series.

Key words: Three Gorges areas, air pressure, inhomogeneity, detecting, adjusting

引 言

长江三峡工程是举世瞩目的巨大水利工程,建成后可有效控制长江上游洪水,提供巨大电力,改善长江航运,增加中、下游干流枯水期流量,综合效益巨大。与此同时,三峡工程建成后通过改变长江水

文情势,势必会对局地气候也产生一定的影响^[1]。加之近几十年来,由于全球气候趋暖等因素,致使气候灾害出现频率加大,分析揭示三峡地区主要气候灾害的时空分布和发展规律是三峡工程建设的需要^[2-3]。众所周知,气候变化研究的基础是均一性的长序列数据,然而大部分的长时间气候序列都会被很多与气候变化无关的因子所影响,从而造成非均

* 国务院三峡工程建设委员会办公室生态环境补偿经费(SX2009-004)、国际科技合作计划(2010DFA21340)、国家科技支撑计划课题(2007BAC29B05)共同资助

2008年8月26日收稿; 2009年12月17日收修定稿

第一作者:曾红玲,主要从事气候应用与服务工作. Email: zenghl@cma.gov.cn

一的序列数据,这些影响因子包括站址迁移、仪器变动、观测方法的改变等。比如目前自动气象观测站在气象预报及服务中发挥着越来越大的作用,但它与常规人工站观测资料还是存在一定的差异^[4-5]。但是在上述所有影响因子中,迁站是造成不均一序列产生的最主要因子^[6]。例如,在中国的 136 个基准站和 537 个基本站中,1949 年以来从未迁址的只有 191 个,占总数的 28%,迁址 2 次以上的有 276 个,占 41%,其中有的迁址多达 5~7 次^[7]。从气候科学的观点来看,由以上各种原因造成不均一可能会导致均一性数据集开发以及极端天气事件分析的误差甚至错误^[8]。为了解三峡库区的基本气候特征和评估三峡水库建成后对局地气候的影响,首要任务就是提供均一化长序列的气候资料。然而在三峡修建过程中,坝区地形与下垫面状况发生了较大的变化,局地小气候也相应变化^[9]。一些气象台的站址都发生了迁移,这势必会对资料的均一性产生影响。由于气压资料相对于降水、气温等其他气象要素对迁站的响应更为敏感,本文通过研究,首先对三峡库区台站的气压资料进行均一化检验;并结合台站的元数据信息,对气压资料进行订正,剔除迁站等因素造成的资料不均一,为评估三峡水库建成后对局地气候的影响提供合理的均一化气压资料。

1 资料与方法

本文的研究范围为三峡库区重庆段及湖北段的 33 个台站,其中,重庆段有开县、云阳、巫溪、奉节、巫山、垫江、梁平、万州、忠县、石柱、北碚、江北、重庆、巴县、南川、长寿、涪陵、丰都、武隆、黔江、彭水、綦江共 22 个站;湖北段有巴东、秭归、兴山、建始、恩施、五峰、宜昌、长阳、宣恩、鹤峰、来凤共 11 个站。据台站元数据资料统计,在三峡库区这 33 个台站中,只有 8 个站没有迁站史,仅占库区站数的 24.2%;而其余台站都有至少 1 次的迁移。

本文的研究时段是从有气压观测记录开始直到 2008 年 12 月 31 日。由于逐日资料的波动比较大,我们通过对逐日资料计算得到月平均资料,只研究月平均的气压序列。所用的检测工具是 RHtestV2 软件包^[10],该软件包是由加拿大环境部气象局气候研究处的 Xiaolan L. Wang 等人开发,是建立在一个非常强大并可以自由获取的、在 windows 下和 Unix/Linux 系统下都能运行的统计包“R”的基础

上,基于 PMT(penalized maximal t test)方法^[11]和 PMFT(penalized maximal F test)方法^[12],并将之嵌入回归算法^[13]来检测并订正存在于一个可能具有一阶自回归误差的数据序列中的单个或多个突变点或不均一点。利用 RHtestV2 软件包,被检测的时间序列允许存在线性趋势的变化,而且,为了更准确地检测和订正突变点,在可能的情况下,也可以选择与检测的序列有较好相关性的均一性的时间序列作为参考序列,具体的用法及操作见相关的参考文献。同时,在本文中也参考了台站的元数据信息,对检验结果进行校验。另外,一地在某一时段内的平均气温等要素的年际变化,主要是由于大范围环流状况的逐年变化造成的。在同一大气环流形势控制下,两个不太远的邻近台站同一气象要素值的差值变化很小,几乎为一常数^[14]。温度、湿度、气压、风速等都具有相应差值稳定的特点,宜采用差值订正方法^[15]。所以,对有平行观测资料的秭归站,我们同时用差值法将秭归新站的气压资料进行订正,延长气候序列,并对得出来的结果与用 RHtestV2 软件包的订正结果进行了对比。

2 不均一性检验及订正

利用 RHtestV2 软件包对三峡库区 33 个台站的逐月气压资料进行均一化检验,结果如表 1 所示,表中同时给出了台站元数据信息中的迁站时间。从中看出,此软件对大部分台站都能检测出和迁站时间一致或接近的不均一出现时间。对只迁过 1 次站的开县、垫江、梁平、忠县、五峰、江北、巴县和武隆,检测出唯一的一个不均一突变点与元数据的迁站时间完全对应,时间吻合得很好,也就是说迁站是引起这些序列不均一性的唯一原因。如开县的迁站时间是 2001 年 1 月 1 日,而检测出来的不均一点是 2000 年 12 月,造成开县气压序列不均一性的原因就是迁站。而其他一些站点,如云阳、奉节、巴东、秭归、石柱、恩施、丰都、黔江和彭水, RHtestV2 软件包能够检测出迁站引起的不均一点,但检测出的不均一突变点的个数却超过了迁站出现的次数,如巴东的迁站时间是 2000 年 1 月 1 日,检测出的不均一点有 1997 年 10 月、1999 年 12 月和 2007 年 6 月,这其中只有 1999 年 12 月的不均一是由迁站引起的,而其余的突变点则可能是仪器的变更等其他因素引起的。当然,对应其他的不均一出现时间,也有可能

是我们的元数据中没有记录下来当时的台站信息,所以无法查阅。但是,我们可以看到与迁站时间对应的不均一突变点是所有不均一中最明显的(图略)。而宜昌、长阳、鹤峰这 3 个站,只有部分的迁站时间被准确无误地检测出来了,迁站时间和不均一出现的时间没有完全对应,或者说迁站不一定会引起序列的不均一。另外,有一些站点的迁站时间和检测出的不均一出现时间完全不对应;还有一些无迁站史的站点,也被检测出了不均一性,这说明还有

其他的因素导致了不均一的出现,比如气候变化、环境变化、观测方法的改变及计算时间平均方法的变化等^[16]。在上面这 33 个站点中,检测出序列均一的只有重庆巫山和湖北宣恩,虽然这两个站点经历过迁站,但从元数据信息中得知,这两个站迁站前后的海拔高度差都在 5 m 以内,这个高度差不至于引起气压的明显变化,从而也不会对序列的均一性产生影响。

表 1 三峡库区 33 个台站检测出的气压资料不均一出现时间与迁站时间对比
Table 1 Comparison of the detected inhomogeneity time with the relocation time for air pressure datasets of the 33 stations in Three Gorges areas

站号	站名	所属省区	检验出的不均一时间/年.月	迁站时间/年.月.日
57338	开县	重庆	2000.12	2001.1.1
57339	云阳	重庆	1973.12;1996.05;2001.12	1974.1.1;2002.1.28
57345	巫溪	重庆	2006.02	无
57348	奉节	重庆	1956.12;1972.11;1975.10;2002.12	1957.1.1;2003.1.1
57349	巫山	重庆	均一	2003.12.31
57355	巴东	湖北	1997.10;1999.12;2007.06	2000.1.1
57358	秭归	湖北	1989.11;1997.12	1998.1.1
57359	兴山	湖北	1972.04	2002.1.1
57425	垫江	重庆	2001.12	2002.1.1
57426	梁平	重庆	1996.05	1995.8.1
57432	万州	重庆	1965.12;1997.10	无
57437	忠县	重庆	1997.5	1997.6.1
57438	石柱	重庆	1980.05;1987.11;2006.12	2007.1.1
57445	建始	湖北	1976.10;1980.09;1996.05	1983.1.1
57447	恩施	湖北	1981.12;1997.10	1982.1.1
57458	五峰	湖北	1993.12	1994.1.1
57461	宜昌	湖北	1956.09;1966.08;1970.12;1997.10;	1954.7.1;1956.1.1;1971.1.1;1975.1.1;1980.1.1
57464	长阳	湖北	1965.12;1996.08	1966.1.1;1982.11.1
57511	北碚	重庆	1973.04	无
57513	江北	重庆	2002.09	2003.1.1
57516	重庆	重庆	1956.06;1975.10	无
57518	巴县	重庆	1990.12	1991.1.1
57519	南川	重庆	2002.09	无
57520	长寿	重庆	1975.10;1991.09	无
57522	涪陵	重庆	1996.06	无
57523	丰都	重庆	1997.10;2000.12	2001.1.1
57525	武隆	重庆	1992.12	1993.1.1
57536	黔江	重庆	1974.01;1979.03;1980.09;1986.06	1974.1.1
57537	彭水	重庆	1953.12;1993.12;1997.10	1954.1.1;1994.1.1
57541	宣恩	湖北	均一	1982.5.30
57543	鹤峰	湖北	1977.03;1980.01	1962.4.22;1980.1.1
57545	来凤	湖北	1959.05;1997.10	1965.1.1;1979.12.22
57612	綦江	重庆	1997.10	无

以上描述了 RHtestV2 软件包对三峡库区 33 个台站气压序列的不均一检测情况,但是检测不是我们的目的,我们的工作是要将气压序列中人为造成的不均一剔除,得到均一的、可用于进行气候变化

研究的气压序列。上面检测出来的不均一点都是 1 类突变点^[10],也就是说即便没有元数据的支持,这些突变点也是客观存在的。所以参考这些突变点,我们同样用该软件对三峡库区的气压资料进行均一

化订正。以开县为例,图 1 给出了开县逐月气压的时间演变以及订正后的结果,可以看到,开县的原始序列在 2001 年 1 月 1 日发生站址迁移时,气压发生了很明显的突变,经订正后,气压的变化呈现出均一性的周期变化。

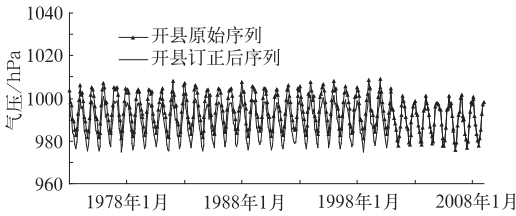


图 1 开县 1973—2008 年订正前后气压的逐月时间演变

Fig. 1 Original and adjusted monthly air pressure evolution during 1973—2008 in Kaixian Station

在三峡库区的站点中,秭归站有 1998—2004 年 7 年的平行观测资料,在杜九三的工作中^[13]提出,对有平行观测的气压资料,可以用差值法对新站的气候资料进行订正延长。这里首先给出了秭归站 1974—2008 年逐月气压的演变以及用 RHtestV2 软件包订正的结果,见图 2。在前面的工作中,已经检测出了秭归气压序列有两个突变时间,即 1989 年 11 月和 1997 年 12 月,从元数据中得知,秭归站曾在 1998 年 1 月有过迁站,所以检测出的 1997 年 12 月的突变点与迁站时间对应得很好。至于 1989 年 11 月的突变点,相对于有迁站信息对应的突变变化幅度要小很多,而且没有元数据对应,原因待查。同样可以看出,RHtestV2 订正后,秭归新站的气压序列呈现均一的周期变化。图 3 给出了秭归站原始序列以及用差值法和 RHtestV2 软件包订正后的年平均气压序列的年际变化,从图中看出,两种方法都能较好地订正秭归站的气压序列年际变化。两种方法的订正结果比较接近,但 RHtestV2 软件包订正的气压结果较差值法订正的略有偏低,这可能与该软件检测出来了两个不均一点有关系。图 4 同图 3,但是是季节变化的对比。同年际变化类似,RHtestV2 软件包订正的气压季节变化较差值法订正的结果有所偏低,但两种订正结果还是很接近的。另外,我们对用差值法订正后的逐月气压气候序列同样用 RHtestV2 软件包进行了检验,结果表明订正后的序列是均一的,这说明当有完善的迁站信息及有平行观测资料时,差值法也能基本合理地完成气压序列的订正工作。

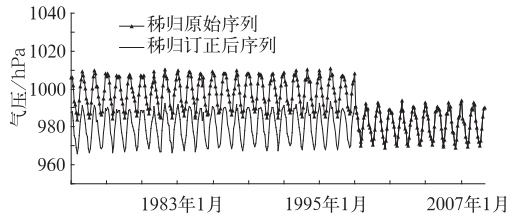


图 2 秭归 1974—2008 年订正前后气压的逐月时间演变

Fig. 2 Original and adjusted monthly air pressure evolution during 1974—2008 at Zigui Station

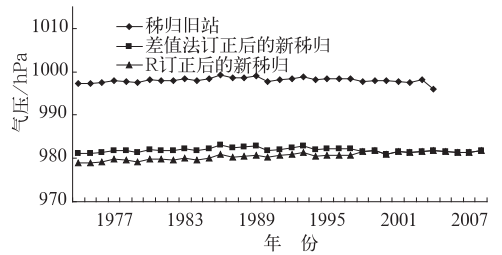


图 3 秭归原始序列及用差值法及 RHtestV2 软件包订正后序列 1974—2008 年年平均气压的年际变化

Fig. 3 Original (top curve), adjusted annual air pressure series using an RHtestV2 software package (bottom curve) and difference method (middle curve) during 1974—2008 at Zigui Station

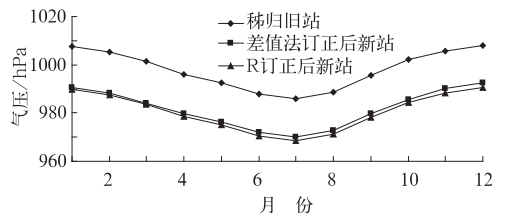


图 4 秭归原始序列及用差值法及 RHtestV2 软件包订正后 1974—2008 年平均的气压季节变化

Fig. 4 Original (top curve), adjusted monthly air pressure series using an RHtestV2 software package (bottom curve) and difference method (middle curve) averaged over 1974—2008 at Zigui Station

3 结论和讨论

在本文中,我们利用 RHtestV2 软件包对三峡库区 33 个台站的气压气候序列进行了均一性检验,并对其进行了初步订正,得出以下主要结论:

(1) 对大部分台站,RHtestV2 软件包都能检测出与元数据资料中给出的迁站时间一致或接近的不

均一或突变出现的时间;

(2) 同时,我们也给出了 RHtestV2 软件包订正后的逐月气压气候序列,订正后的均一化气压序列有利于进行气候变化分析以及分析水库蓄水后的局地气候效应;

(3) 对有平行观测资料的秭归站,我们对用差值法和用 RHtestV2 软件包订正的气压序列做了对比,可以看出两种方法订正后的结果比较接近,都能基本合理地给出均一的气压气候序列。但差值法由于必须提供平行观测资料以及迁站信息,所以其应用有一定的局限性。

虽然,在本文的工作中对三峡库区气压序列进行了均一化检验并给出了订正结果,但资料均一化的检验和订正工作还是一个相对初步的工作。由于气压是一个相对比较容易检验的气象要素,对其他气象要素的检验和订正是我们下一步的工作。

参考文献

- [1] 王有民,张强. 局地气候监测子系统数据库的设计与建立. 长江三峡工程生态与环境监测系统局地气候监测评价研究[M]. 北京:气象出版社,2003:9.
- [2] 王梅华,刘莉红,张强. 三峡地区气候特征[J]. 气象,2005,31(7):68-71.
- [3] 宋春远,熊传辉,罗剑琴,等. 数值预报产品在三峡坝区初夏降水预报中的释用[J]. 气象,2009,35(6):96-99.
- [4] 连志鸾. 自动站与人工站观测记录的差异分析[J]. 气象,2005,31(3):48-52.
- [5] 余君,牟容. 自动站与人工站相对湿度观测结果的差异及原因分析[J]. 气象,2008,34(12):96-102.
- [6] Li Qingxiang, Liu Xiaoning, Zhang Hongzheng, et al. Detecting and adjusting temporal inhomogeneity in Chinese mean surface air temperature data [J]. Adv Atmos Sci, 2004, 21(2): 260-268.
- [7] 任国玉. 地表气温变化研究的现状和问题[J]. 气象,2003,29(8):3-6.
- [8] 余君,胡玉峰,刘均. 我国中部地区自动站与人工站气温的差异及原因分析[J]. 气象,2007,33(5):94-99.
- [9] 王祖承,陈正洪,陈少平,等. 三峡坝区的地面风场与大气扩散气候特征[J]. 气象,2003,29(5):37-40.
- [10] Xiaolan L Wang, Yang Feng. RHtestV2 User Manual. <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/software.shtml>, Climate Research Division Atmospheric Science and Technology Directorate Science and Technology Branch, Environment Canada Toronto, Ontario, Canada, 2007:20.
- [11] Wang X L, Wen Q H, Wu Y. Penalized maximal t test for detecting undocumented mean change in climate data series [J]. J Appl Meteor Climatol, 2007, 46(6): 916-931.
- [12] Wang X L. Penalized maximal F -test for detecting undocumented mean-shifts without trend-change[J]. J Atmos Oceanic Tech, 2008, 25: 368-384.
- [13] Wang X L. Accounting for autocorrelation in detecting mean shifts in climate data series using the penalized maximal t or F test [J]. J Appl Meteor Climatol, 2008, 47(9): 2423-2444.
- [14] 罗汉民,吴诗敦,谭克光. 气候学[M]. 北京:气象出版社,1980.
- [15] 杜九三. 秭归新站短序列气象资料气候平均值估算初探[J]. 湖北气象,2002,3:33-35.
- [16] 李庆祥,刘小宁,张洪镇,等. 定点观测气候序列的均一性研究[J]. 气象科学,2003,31(1):3-10.