

张学珍, 方修琦, 郑景云, 等. 2011. 基于《翁同龢日记》天气记录重建的北京 1860~1897 年的降水量 [J]. 气候与环境研究, 16 (3): 322-328. Zhang Xuezhen, Fang Xiuqi, Zheng Jingyun, et al. 2011. Reconstructed precipitation in Beijing during 1860-1897 based on the weather records from "Diary of Weng Tonghe" [J]. Climatic and Environmental Research (in Chinese), 16 (3): 322-328.

基于《翁同龢日记》天气记录重建的 北京 1860~1897 年的降水量

张学珍¹ 方修琦² 郑景云¹ 郝志新¹

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875

摘要 私人日记中的天气记录是重建历史时期高分辨率降水量序列的重要资料。通过摘录、整理《翁同龢日记》中晴、雨(雪)记录,统计了逐月降水日数,并利用降水量与降水日数之间的转换方程,重建了北京 1860~1897 年的夏季和年降水量。将重建的降水量与当时的器测降水量和依据“晴雨录”重建的降水量进行对比,综合这 3 种资料重新估算了北京 1860~1897 年的年降水量,并且将估算降水量与旱涝等级进行了对比。结果表明:(1)依据《翁同龢日记》记录的降水日数重建的降水量是基本可靠的,20 年资料完整年份的年降水量平均为 611.5 mm,不过由于重建方法对偏涝年降水量的估算普遍偏低,致使此重建结果低于重新估算的平均年降水量(662.6 mm);(2)重新估算的 1860~1897 年平均年降水量为 701.3 mm,均方差为 202 mm,与 20 世纪后半期相比,历史时期的降水量略大(未通过显著性检验),而古、今降水量的年际变率大致相当;(3)1891 年的器测降水量较实际偏高,1895 年的则较实际偏低;并且有些年份(如 1869、1863、1885、1889 和 1887 年)的旱涝等级尚需进一步验证。另外,验证了《翁同龢日记》中的晴雨(雪)记录在定量重建降水量方面的价值,并指出了其不足,为今后利用私人日记定量重建降水量提供了参考。

关键词 《翁同龢日记》 北京 降水日数 降水量

文章编号 1006-9585 (2011) 03-0322-07 **中图分类号** P467 **文献标识码** A

Reconstructed Precipitation in Beijing during 1860 - 1897 Based on the Weather Records from "Diary of Weng Tonghe"

ZHANG Xuezhen¹, FANG Xiuqi², ZHENG Jingyun¹, and HAO Zhixin¹

1 *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Science, Beijing 100101*

2 *School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875*

Abstract Daily weather records from private diaries are important proxy data for reconstructing historical precipitation. The authors extracted daily weather records from "Diary of Weng Tonghe" and calculated the monthly rain/snow days using these records. The annual and summer precipitation in Beijing during 1860 - 1897 was reconstructed using the conversion functions relating precipitation with rain/snow days. Finally, by integrating the reconstruction

收稿日期 2009-10-28 收到, 2011-02-20 收到修定稿

资助项目 全球变化研究国家重大科学研究计划 2010CB950102, 国家自然科学基金青年基金项目 41001122、40701021, 地理科学与资源研究所自主部署创新基金项目 200905006

作者简介 张学珍, 男, 博士, 助理研究员, 主要从事历史气候变化及其影响与适应研究。E-mail: xzzhang@igsrr.ac.cn

with the instrumental data and the reconstruction from Sunshine Rainfall Records (SRR), the precipitation during 1860 - 1897 in Beijing was reestimated. The results show: (1) The reconstruction based on the rain/snow days from "Diary of Weng Tonghe" is generally reliable and the reconstructed annual precipitation was about 611.5 mm; however, the precipitation in relative flood years was underestimated by the conversion functions; (2) the reestimated annual precipitation was about 701.3 mm, which might be more than that in the later half of 20th century; (3) the instrumental precipitation record in 1891 may be more than the actual value and the instrumental precipitation record in 1895 may be lower than the actual value; dry-wet grades in 1869, 1863, 1885, 1889, and 1887 may be not consistent with actual conditions. This research demonstrates the daily weather records from private diaries have great potential to reconstruct historical precipitation, but it is worthy to note that lower biases existed in the present reconstruction.

Key words Diary of Weng Tonghe, Beijing, rain days, precipitation

1 引言

气候变率和可预报性研究计划 (CLIVAR) 及过去全球变化研究计划 (PAGES) 均将重建高分辨率的气候序列作为其核心研究内容之一。重建高分辨率降水 (干湿) 序列的代用资料主要有树木年轮、石笋和历史文献。在中国东部季风区, 人类活动历史悠久, 自然证据相对匮乏, 而文字记载颇为丰厚。20 世纪 70 年代, 中国科学家就已开始大规模整理历史文献中的降水 (包括旱涝) 记载, 并取得了丰硕成果, 如重建了全国 120 个站点 1470 年以来逐年的旱涝等级 (中国气象局气象科学研究所, 1981), 中国东部过去千年逐年的干湿指数序列 (张丕远等, 1994; 张德二等, 1997; Zheng et al., 2006), 北京、南京、苏州等地 18~19 世纪逐年的降水量序列 (张德二和刘月巍, 2002; 张德二等, 2005), 黄河中下游 17 个站点 1736 年以来的逐季降水量序列 (Zheng et al., 2005) 等。

上述研究采用的历史文献主要是地方志、晴雨录、雨雪分寸等官方记载, 除此之外, 私人日记中也有大量的天气和气候记录。不少研究曾经专注于摘抄整理其中的物候记录, 用于重建历史时期的温度 (方修琦等, 2005), 近年来, 沙尘天气记录也被摘抄整理 (Fei, 2005; Zhang and Fang, 2007), 晴、雨记录已被用于重建历史时期梅雨季的变迁 (满志敏等, 2007; 萧凌波等, 2008)。与之相比, 鲜有研究利用私人日记中的晴、雨 (雪) 记录定量重建历史时期的降水量。

《翁同龢日记》是清代晚期的著名日记之一,

其中有极为丰富的天气和气候现象记录, 因而具有极高的气象学价值。此前, 已有研究对其中的物候 (龚高法等, 1984)、沙尘天气 (Fei, 2005; Zhang and Fang, 2007)、人的冷暖感知 (张学珍等, 2007a) 及其响应行为 (张学珍等, 2007b) 进行了整理和分析。本文挖掘整理其中的晴、雨 (雪) 记录, 以此为基础定量重建 1861~1897 年北京的降水量, 以期利用私人日记中的晴、雨 (雪) 记录定量重建降水量提供有益的参考。

2 资料来源及重建结果

2.1 《翁同龢日记》

翁同龢 (公元 1830~1904 年) 是晚清颇具影响力的政治人物, 曾两度入军机处, 且为 “两朝帝师”, 光绪 “每事必问同龢, 眷倚尤重” (谢俊美, 2000)。其日记中有详细的天气现象描述, 比如 “(1876 年 7 月 7 日) 晴。午后阴, 大风起, 云散。热甚, 而风来如秋, 此天时之可怪者。子初闻雨声, 忽大忽小, 达旦不已, 梦中欣然。”, “(1876 年 7 月 8 日) 天明雨犹绵绵。已初二退。雨声点滴, 东风, 露日光。夜见月。”, 这些记录是我们研究历史时期天气和气候状况的重要基础资料。

该日记始于 1858 年 7 月 31 日, 止于 1904 年 6 月 27 日 (翁同龢, 1989a, 1989b, 1992, 1997, 1998a, 1998b)。其中, 自 1860 年至 1897 年间, 翁同龢生活比较安定, 除了 1868~1869 年和 1872~1874 年两次返乡 (今江苏省常熟市) 以外, 其余时间均居住在北京, 并几乎保持不间断的日记记录。1860 年 1 月 1 日至 1897 年 12 月 31 日共计

13880 天, 其中记录北京天气的日数有 12195 天 (占 87.86%), 因作者离开北京 (出差或者返乡) 而未记录北京天气的日数和作者在北京但是没有写日记的日数共计有 1258 天 (占 9.06%); 另外, 作者虽然居住在北京并写了日记, 但是日记未描述天气现象的日数有 427 天 (占 3.08%), 这类记录在时间上分布比较零散。

从逐月的记录数量 (记录北京天气的日数) 来看, 1860 年 1 月至 1897 年 12 月共计 456 个月, 其中记录完整无缺的月份有 316 个 (占 69.3%), 缺记日数在 1~5 天之间的月份有 63 个 (占 13.8%), 缺记日数 ≥ 6 天的月份有 77 个 (占 16.9%)。从图 1 可以看出, 缺记日数出现最多的是 1860~1863 年和 1872~1875 年, 另外, 1868、1877 和 1889 年资料缺失也比较严重。

2.2 资料处理及重建方法

在历史气候研究中, 处理缺失记录的方法对重建结果具有很大影响。本文处理缺失记录的基本原则是“多则舍弃、少则忽略”。具体来说: (1) 对于缺记超过 6 天 (含 6 天) 的月份, 本文将舍弃, 暂不重建降水量。因为, 如此大量的资料缺失, 往往是连续的资料缺失, 并且大多是由于作者离京而未记录北京的天气, 难以借助日记的其它内容估计缺记日的晴雨状况; (2) 对于缺记 1~5 天的月份, 本文忽略这些缺失记录, 也就是将缺记日期全部作为无降水日处理。这是因为这些少量的缺记很少是连续的资料缺失, 并且一般是作者写了日记, 而没有描述当日的天气,

由此我们依据缺记前后的天气记录和作者在缺记当天的日常活动 (比如户外赏景、露天集会等) 推断当日的天气, 经此推断, 可以发现缺记日一般都是晴天。由此得到 1860~1897 年间 379 个有效月份 (即缺记日数在 0~5 天的月份) 的降水日数, 如图 2 所示。

北京 1951~1999 年的器测降水数据表明, 春 (3~5 月)、夏 (6~8 月)、秋 (9~11 月)、冬 (12 月至次年 2 月) 季降水量与降水日数 (日降水量 ≥ 0.1 mm 的日数) 的相关系数分别是 0.58、0.74、0.59 和 0.62 (均达到了 99.9% 的置信度)。本文重建的目标除了年降水量以外, 还有夏季降水量, 这是因为北京是典型的东亚季风气候, 夏季降水量占全年降水量的 74.4%。表 1 列出了不同因子组合方法建立的年降水量及夏季降水量的预报方程。由此可以看出, 无论对于夏季降水量还是年降水量来说, 各种因子组合方法建立的预报方程的方差解释量基本相等, 由此可知因子 (降水日数) 组合方法对预报方程的效果没有显著影响。综合考虑各回归方程的方差解释量和残差标准差, 本文选用方程 (1) 重建夏季降水量, 选用方程 (5) 重建年降水量。重建结果如图 3 所示。

3 结果

1860~1897 年, 有 30 年的夏季资料是完整的, 降水日数平均为 34.4 天, 均方差为 5.5 天, 最大降水日数 46 天 (1894 年), 最小降水日数 24

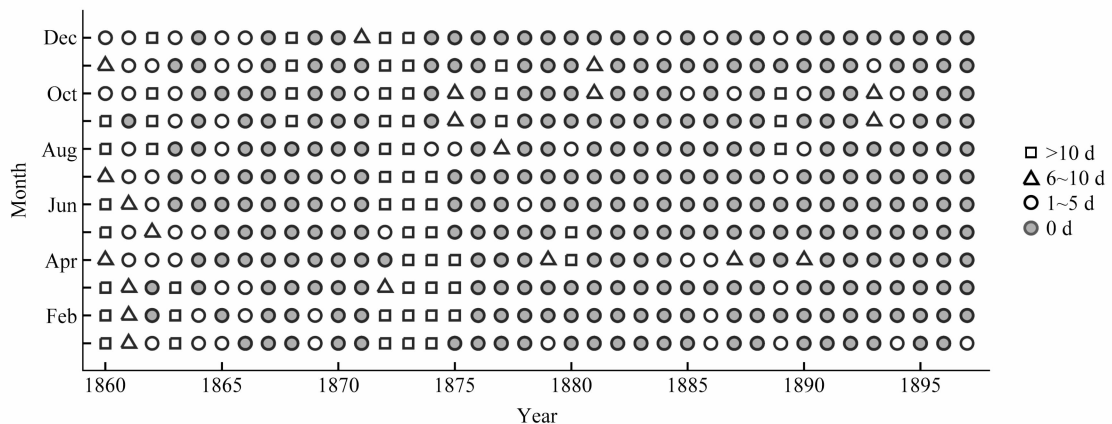


图 1 《翁同龢日记》中逐月的天气记录缺记日数

Fig. 1 The monthly days without weather records from "Diary of Weng Tonghe"

天 (1865 年)。降水量平均为 420.1 mm, 均方差为 95.8 mm, 最大降水量 621.9 mm (1894 年), 最小降水量 239.1 mm (1865 年)。其中, 有 20 年的重建结果可与器测降水量进行比对, 在这 20 年中, 有 14 年的重建结果与器测降水量基本一致 (器测降水量落在重建降水量 95% 的置信区间内), 有 5 年的重建结果低于器测降水量, 最多偏低 1006 mm (1891 年), 有 1 年的重建结果高于器测降水量, 偏多 289.3 mm (1895 年)。

全年资料完整的年份有 20 年, 年降水日数平均为 73.2 天, 均方差为 10.3 天, 最大降水日数 91 天 (1878 年、1886 年), 最小降水日数 32 天 (1891 年); 1951~1999 年间年降水日数平均为 73

天, 均方差为 11.9 天, 最大降水日数 97 天 (1954 年), 最小降水日数 52 天 (1975 年)。由此来看, 19 世纪后期的年降水日数的平均值和变率皆与 20 世纪后半期大致相当。并且, 这两个时期降水日数的季节变化也基本一致 (图 2), 冬半年 (1~3 月和 10~12 月) 最少, 一般不足 $5 \text{ d} \cdot \text{mon}^{-1}$, 尤其以 12 月最少 ($< 2 \text{ d} \cdot \text{mon}^{-1}$); 夏半年较多, 6~8 月降水日数均 $\geq 10 \text{ d} \cdot \text{mon}^{-1}$, 尤以 8 月最多 ($13 \sim 14 \text{ d} \cdot \text{mon}^{-1}$)。

以全年资料完整的这 20 年而论, 年降水量平均为 611.5 mm, 均方差为 134.1 mm, 最大年降水量 858.1 mm (1878 年), 最小年降水量是 447.5 mm (1866 年)。晴雨录降水量、器测降水

表 1 夏季降水量和年降水量与降水日数之间的回归方程
Table 1 Regressions functions of summer and annual precipitation with precipitation days

重建目标	预报方程		R^2	F	P
夏季降水量 P_m	$P_m = 17.4D_{678} - 178.5$	(1)	0.55	58.5	0.00
	$P_m = 17.4D_6 + 17.5D_7 + 17.5D_8 - 178.5$	(2)	0.55	28.6	0.00
	$P_m = 17.4D_6 + 16.9D_7 + 17.9D_8 - 177.5$	(3)	0.55	18.7	0.00
年降水量 P_a	$P_a = 13.3D_a - 350$	(4)	0.55	57.9	0.00
	$P_a = 15.3D_m + 10.9D_{pfw} - 336.2$	(5)	0.56	29.5	0.00
	$P_a = 11.3D_{pf} + 15.2D_m + 8.9D_w - 333.3$	(6)	0.56	19.3	0.00
	$P_a = 9.7D_{pw} + 15.2D_m + 13.9D_f - 352.9$	(7)	0.57	19.6	0.00
	$P_a = 9.7D_p + 15.2D_m + 13.9D_f + 9.7D_w - 352.8$	(8)	0.57	14.4	0.00

注: P_m 和 P_a 分别是夏季和年降水量 (单位: mm), D 表示降水日数; 在夏季降水量预报方程中, D 的下标代表月份; 在年降水量预报方程中 D 的下标表示季节, 下标 p、m、f、w 分别表示春 (3~5 月)、夏 (6~8 月)、秋 (9~11 月)、冬 (1~2 月和 12 月); R^2 、 F 和 P 分别表示回归方程的方差解释量、均方回归与均方残差的比值和显著性水平。

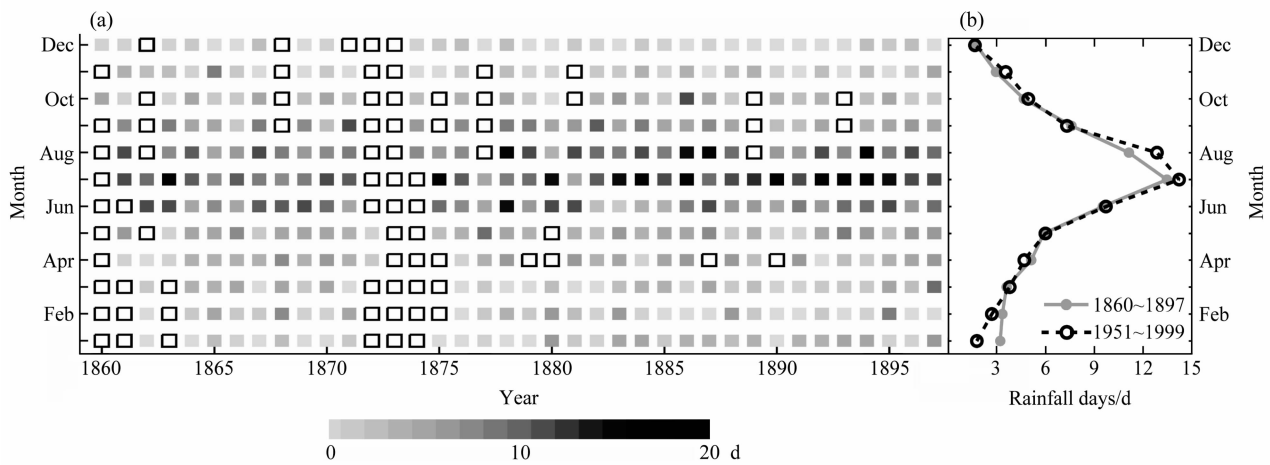


图 2 《翁同龢日记》记录的 (a) 1860~1897 年逐月的降水日数 (中空正方形代表资料严重缺失的月份) 及 (b) 其与 1951~1999 年的对比
Fig. 2 (a) Monthly rain days during 1860 - 1897 from "Diary of Weng Tonghe" (hollow squares indicate months with more than five days of missing records) and (b) average monthly precipitation days during 1860 - 1897 and 1951 - 1999

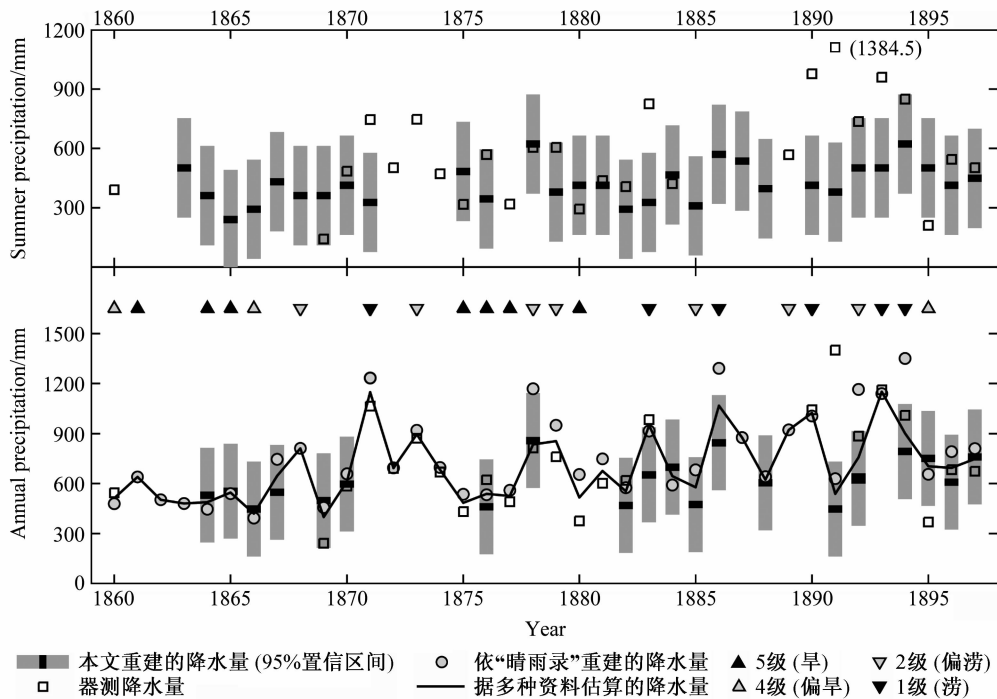


图3 依据《翁同龢日记》重建的降水量及其与依据晴雨录重建降水量和器测降水量的对比。旱涝等级引自中国气象科学研究院(1981), 3级为正常年(图中未标出); 依据晴雨录重建的降水量引自张德二和刘月巍(2002); 器测结果引自Tao et al. (1991)

Fig. 3 Comparison between reconstructed precipitations based on daily weather records from “Diary of Weng Tonghe” with the reconstruction using Sunshine – Rainfall Records (Zhang and Liu, 2002) dry-wet grades (Chinese Academy of Meteorological Sciences, 1981) (grade 3 representing normal condition is not given), and the instrument precipitation (Tao et al., 1991)

量和依据《翁同龢日记》(以下简称为日记)重建的降水量(以下简称为日记降水量)的综合对比表明(共12年可用于对比),三者基本一致(两者均落在日记降水量95%置信区间内)的年份有6年,分别是1869、1870、1876、1882、1896和1897年。对于其余6年,依据资料之间的相似程度可以分为3类:(1)日记与器测降水量比较一致,晴雨录降水量与其相差较大,这样的年份有1878、1892和1894年;(2)日记与晴雨录降水量比较一致,器测降水量与其相差较大,这样的年份是1891和1895年;(3)晴雨录与器测降水量比较一致,而日记降水量与其相差较大,这样的年份是1883年。由此可知,在这6年中,有5年是日记降水量与晴雨录和器测降水量中的一种基本一致,仅仅有1年与其它两种降水量相差较大。另外,还有8年日记降水量可与晴雨录降水量互相比,二者基本一致的年份有7年,仅仅在1886年二者相差较大(晴雨录降水量较日记降水量偏大53%)。总体来看,在全年资料完整的20

年中,有18年的日记降水量与晴雨录降水量和器测降水量中的一种或者两种基本一致。

基于上述认识,本文综合上述3类资料重新估算了北京1860~1897年的年降水量,方法如下:(1)对于3类资料基本一致的年份(6年),计算三者的平均值;(2)对于3类资料中仅仅两类基本一致的年份(6年),计算这两类资料的平均值;(3)对于仅有两类资料的年份(20年),计算这两类资料的平均值;(4)对于仅有晴雨录资料的年份(6年),采用晴雨录降水量。经此估算,1860~1897年北京年降水量平均值为701.3 mm,均方差为202 mm,最大年降水量1151.2 mm(1893年),最小年降水量398.8 mm(1869年),如图3所示。1951~1999年的平均年降水量是622 mm,均方差是213 mm,最大年降水量1407 mm(1959年),最小年降水量267 mm(1965年)。由此来看,19世纪后半期年降水量略大于20世纪后半期(未通过统计显著性检验),不过这两个时期的年际变率基本相当。

将重新估算的年降水量与旱涝等级进行对比的结果表明,在大部分年份二者基本一致,而在有些年份二者差异较大。比如,1869 和 1863 年的旱涝等级为 3 级(正常),然而这两年的降水量明显偏少,依照旱涝等级的划定标准,这两年均为 5 级(旱);1885 年的旱涝等级为 2 级(偏涝),然而该年降水量较少,依照旱涝等级的划定标准,该年为 4 级(偏旱);1895 年的旱涝等级为 5 级,依照旱涝等级的划定标准,该年为 3 级;1887 年的旱涝等级为 3 级,依照旱涝等级的划定标准,该年为 2 级。

4 结论与讨论

由上述分析可以得到如下认识:

(1)《翁同龢日记》记录的晴、雨(雪)日数是可靠的,据此反演出来的降水量与依据晴雨录重建的降水量及器测降水量基本一致;不可否认的是它与后两种资料有一定差异。依据日记记录的晴、雨(雪)日数重建的年降水量(共 20 年)平均为 611.5 mm,均方差为 134.1 mm,基于 3 种资料重新估算的(相同 20 年的)年降水量平均为 662.6 mm,均方差为 174.5 mm,导致差异的主要原因是本文采用简单线性回归方程重建降水量,该方法只能较准确的估算旱、偏旱和正常年的降水量,而低估了涝年的降水量。

(2)基于 3 种资料[依据《翁同龢日记》记录的晴、雨(雪)日数重建的降水量、依据晴雨录中的晴、雨(雪)日数重建的降水量和早期的器测降水量]重新估算的 1860~1897 年平均的年降水量是 701.3 mm,均方差为 202 mm。与 20 世纪后半期相比,19 世纪后半期的降水量略大(未通过显著性检验),不过两个时期降水量的年际变率大致相当。

(3)早期的器测降水量需要进行评估和验证,比如 1891 年的器测降水量可能较实际情况偏大,而 1895 年的器测降水量可能较实际情况偏小。具体来说,器测的 1891 年 7 月降水量达 995.7 mm,是自仪器观测以来月降水量的极大值,明显大于位于第二位的 1893 年 7 月降水量 871.8 mm。1893 年雨水偏多已被《晴雨录》、《翁同龢日记》和旱涝等级资料证实,而 1891 年尚未被任一资料证实;另外,《中国雨量径流图表》(中国科学院和

水利电力部水利科学研究所,1958)公布的北京自有仪器观测至 1955 年降水最多的年份也是 1893 年(1084 mm),据此推测本文所用资料中 1891 年降水量偏大,很可能是资料整理过程中的错误,而不是仪器观测记录本身的错误。至于 1895 年器测降水量偏少的主要原因可能是张德二和刘月巍(2002)提到的“早期器测降水量存在多日降水量漏记”。另外,本文提供的证据还说明 1869、1863、1885、1889 和 1887 年的旱涝等级尚需进一步的验证。

本文尝试着将《翁同龢日记》中的晴、雨(雪)记录用于定量重建降水量,其重建结果尚有一定的不确定性,主要表现为:(1)日记难免有漏记的降水,这也就意味着真实的降水日数有可能多于日记记录的降水日数,不过漏记的降水一般雨量较小。较小的雨量没有引起作者注意,因而也就没有写入日记;但是,较大的雨量一般都能引起作者注意,很少被漏记。(2)本文建立降水量与降水日数之间的回归方程依据的是 1951~1999 年的器测资料,其降水日有严格的定量标准,即 20:00~20:00(北京时间)降水量 ≥ 0.1 mm,而在日记记录中,我们只能依据当日是否记录有降水来判断是否是降水日,由此可见古、今判断估计降水日的标准是不同的,将依据器测记录建立的回归方程直接用于古代能否对本文的结果产生显著影响,尚需进一步分析。

参考文献 (References)

- Fei J, Zhou J, Zhang Q Y, et al. 2005. Dust weather records in Beijing during 1860 - 1898 AD based on the Diary of Tonghe Weng [J]. *Atmos. Environ.*, 39: 3943 - 3946.
- 方修琦, 萧凌波, 葛全胜, 等. 2005. 湖南长沙、衡阳地区 1888~1916 年的春季植物物候与气候变化 [J]. *第四纪研究*, 25 (1): 74 - 79.
- Fang Xiuqi, Xiao Lingbo, Ge Quansheng, et al. 2005. Changes of plants phenophases and temperature in spring during 1888 - 1916 around Changsha and Hengyang in Hunan province [J]. *Quaternary Research (in Chinese)*, 25 (1): 74 - 79.
- 龚高法, 张丕远, 张瑾瑜. 1984. 北京地区自然物候期的变迁 [C] // 侯仁之, 邢嘉明, 苏天钧. 环境变迁研究. 北京: 海洋出版社, 64 - 75.
- Gong Gaofa, Zhang Piyuan, Zhang Rongjin. 1984. Variations of phenology in Beijing [C] // Hou Renzhi, Xing Jiaming, Su Tianjun. *Environmental Evolution Research (in Chinese)*. Beijing: Ocean Press, 64 - 75.
- 满志敏, 李卓仑, 杨煜达. 2007. 《王文韶日记》记载的 1867~

- 1872 年武汉和长沙地区梅雨特征 [J]. 古地理学报, 9 (4): 431 - 438. Man Zhimin, Li Zuolun, Yang Yuda. 2007. Characteristics of Meiyu during 1867 - 1872 in Wuhan and Changsha areas recorded in Wang Wenshao Diary [J]. Journal of Palaeogeography (in Chinese), 9 (4): 431 - 438.
- Tao S Y, Fu C B, Zeng Z M, et al. 1991. Two long-term instrumental climatic data bases of the People's Republic of China [R]. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U. S. Department of Energy, Tech. Rep. ORNL/CDIAC-47, NDP-039.
- 翁同龢 (陈义杰整理). 1989a. 翁同龢日记 (第二册) [M]. 北京: 中华书局, 581 - 1094. Weng Tonghe (Chen Yijie, Ed.). 1989. Diary of Weng Tonghe (Vol. 2) [M] (in Chinese). Beijing: China Press, 581 - 1094
- 翁同龢 (陈义杰整理). 1989b. 翁同龢日记 (第一册) [M]. 北京: 中华书局, 1 - 580. Weng Tonghe (Chen Yijie, Ed.). 1989. Diary of Weng Tonghe (Vol. 1) [M] (in Chinese). Beijing: China Press, 1 - 580
- 翁同龢 (陈义杰整理). 1992. 翁同龢日记 (第四册) [M]. 北京: 中华书局, 1713 - 2336. Weng Tonghe (Chen Yijie, Ed.). 1992. Diary of Weng Tonghe (Vol. 4) [M] (in Chinese). Beijing: China Press, 1713 - 2336
- 翁同龢 (陈义杰整理). 1997. 翁同龢日记 (第五册) [M]. 北京: 中华书局, 2337 - 2970. Weng Tonghe (Chen Yijie, Ed.). 1997. Diary of Weng Tonghe (Vol. 5) [M] (in Chinese). Beijing: China Press, 2337 - 2970.
- 翁同龢 (陈义杰整理). 1998a. 翁同龢日记 (第六册) [M]. 北京: 中华书局, 2971 - 3535. Weng Tonghe (Chen Yijie, Ed.). 1998. Diary of Weng Tonghe (Vol. 6) [M] (in Chinese). Beijing: China Press, 2971 - 3535.
- 翁同龢 (陈义杰整理). 1998b. 翁同龢日记 (第三册) [M]. 北京: 中华书局, 1095 - 1712. Weng Tonghe (Chen Yijie, Ed.). 1998. Diary of Weng Tonghe (Vol. 3) [M] (in Chinese). Beijing: China Press, 1095 - 1712.
- 萧凌波, 方修琦, 张学珍. 2008. 19 世纪后半叶至 20 世纪初叶梅雨带位置的初步推断 [J]. 地理科学, 28 (3): 385 - 389. Xiao Lingbo, Fang Xiuqi, Zhang Xuezhen. 2008. Location of rainbelt of Meiyu during second half of 19th century to early 20th century [J]. Scientia Geographica Sinica (in Chinese), 28 (3): 385 - 389.
- 谢俊美. 2000. 翁同龢传 [M]. 北京: 中华书局, 648pp. Xie Junmei. 2000. Bibliography of Weng Tong-He [M] (in Chinese). Beijing: China Press, 648pp.
- 张德二, 刘传志, 江剑明. 1997. 中国东部 6 区域近 1000 年干湿序列的重建和气候跃变分析 [J]. 第四纪研究, 17 (1): 1 - 11. Zhang De'er, Liu Chuanzhi, Jiang Jianmin. 1997. Reconstruction of six regional dry/wet series and their abrupt changes during the last 1000 years in east China [J]. Quaternary Sciences (in Chinese), 17 (1): 1 - 11.
- 张德二, 刘月巍, 梁有叶, 等. 2005. 18 世纪南京、苏州和杭州年、季降水量序列的复原研究 [J]. 第四纪研究, 25 (2): 121 - 128. Zhang De'er, Liu Yuewei, Liang Youye, et al. 2005. Reconstruction of annual and seasonal precipitation series of Nanjing, Suzhou and Hangzhou during the 18th century [J]. Quaternary Sciences (in Chinese), 25 (2): 21 - 128.
- 张德二, 刘月巍. 2002. 北京清代“晴雨录”降水记录的再研究——应用多因子回归方法重建北京 (1724~1904 年) 降水量序列 [J]. 第四纪研究, 22 (3): 199 - 208. Zhang De'er, Liu Yue'e. 2002. A new approach to the reconstruction of temporal rainfall sequences from 1724 - 1904 qing-dynasty weather records for Beijing [J]. Quaternary Research (in Chinese), 22 (3): 199 - 208.
- 张丕远, 王铮, 刘啸雷, 等. 1994. 中国近 2000 年来气候演化的阶段性 [J]. 中国科学 (B 辑), 24 (9): 998 - 1008. Zhang Peiyuan, Wang zheng, Liu Xiaolei, et al. 1994. The modes of climate change for the past 2000 years in China [J]. Science China (Ser. B) (in Chinese), 24 (9): 998 - 1008.
- 张学珍, 方修琦, 齐晓波. 2007a. 《翁同龢日记》中的冷暖感知记录及其对气候冷暖变化的指示意义 [J]. 古地理学报, 9 (4): 439 - 446. Zhang Xuezhen, Fang Xiuqi, Qi Xiaobo. 2007a. Perception records on cold/warm in Weng Tonghe Diary and its significance to cold/warm variation [J]. Journal of Palaeogeography (in Chinese), 9 (4): 439 - 446.
- 张学珍, 方修琦, 郑景云, 等. 2007b. 19 世纪后半叶北京地区人的季节性换装对气候变化的适应 [J]. 资源科学, 29 (2): 91 - 96. Zhang Xuezhen, Fang Xiuqi, Zheng Jingyun, et al. 2007b. Adaptation to climate change in date of seasonal dressing change in Beijing during late 19th century [J]. Resources Science (in Chinese), 29 (2): 91 - 96.
- Zhang X Z, Fang X Q. 2007. Sand dust weather in Beijing from the late 19th century [C] // Hyo Choi, et al. Advances in Geosciences 2006. Singapore: World Scientific Publishing Company, 125 - 134.
- Zheng J Y, Hao Z X, Ge Q S. 2005. Variation of precipitation for the last 300 years over the middle and lower reaches of the Yellow River [J]. Science China (Ser. D), 48: 2182 - 2193.
- Zheng J Y, Wang W C, Ge Q S, et al. 2006. Precipitation variability and extreme events in eastern China during the past 1500 years [J]. Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences, 17 (3): 579 - 592.
- 中国科学院, 水利电力部水利科学研究所. 1958. 中国雨量径流图表 [M]. 北京: 水利电力出版社, 55pp. Chinese Academy of Science, Academy of Water Science, Ministry of Water Resource and Electric Power of China. 1958. Charts of Precipitation and Runoff of China [M] (in Chinese). Beijing: China Water Power Press, 55pp.
- 中国气象科学研究院. 1981. 中国近 500 年旱涝分布图集 [M]. 北京: 地图出版社, 260pp. Chinese Academy of Meteorological Sciences. 1981. Precipitation Distribution Maps in China in Recent 500 Years [M] (in Chinese). Beijing: SinoMaps Press, 260pp.