

基于日记的历史气候变化研究综述

黄 媛¹, 李蓓蓓^{1,2}, 李忠明¹

(1. 南京信息工程大学语言文化学院, 南京 210044; 2. 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875)

摘 要:重建历史时期的气候变化可为分析当前气候变化规律和模拟未来气候变化趋势提供历史参考情景。古代私人日记中保存的气候信息,因其直观性强、分辨率高等特点而受到研究者的重视,成为重建历史气候时使用较多的一类代用数据。近年来,国内外学者利用日记资料,已经重建了多个地区历史上的温度、降水及物候变化,并已逐步由定性描述发展到定量研究。本文从代用指标、研究方法、研究成果3个方面,对基于日记的历史气候重建研究成果进行综述,得到以下结论:①重建指标选取上,国内外均较常使用天气情况日数和感应记录两类指标;此外,国内常用自然生长植物的物候期,而国外还使用风向、云量等指标;重建指标类型可分为定量、半定量、定性3类,定量与定性指标使用较多,半定量指标使用相对较少。②重建方法上,中外研究者多采用定性分析法和定量转换法等;资料校对方法上,西方学者多采用器测资料进行检验,国内则常选用方志与官私文件进行校订。③国外研究的重建内容主要涉及区域温度和降水;而国内除了温度和降水重建外,还研究了沙尘和梅雨等中国特有的天气气候现象。利用日记重建历史气候的优势在于,日记中保存的历史气候信息细节丰富、时间分辨率高,因而能够很好地保证重建结果的准确性。未来这一领域的研究还应继续改进代用指标的定量转换和重建结果的校验方法,并加强对不同区域、不同时段同类研究结果的集成研究。

关 键 词:古代日记;气候变化;重建;代用指标

doi: 10.11820/dlkxjz.2013.10.012

1 引言

气候变化是全球环境变化的重要方面,对人类社会、经济、政治产生深刻影响。过去气候变化研究是认识人类生存环境变迁的重要方面(葛全胜等, 2002);重建历史时期气候变化,可以认识当前气候变化和模拟气候系统机理,进而预测未来气候变化提供历史参考情景(韩翠华等, 2013; 满志敏, 2009; 闫军辉等, 2012)。定量化、精确化是历史气候研究在全球变化研究框架下的主要发展趋势,因此,用于重建过去气候的主要代用指标中气候信息提取的不确定性问题备受重视。

时间跨度长、记录连续的历史文献资料(主要分为4类:官私文献类、地方志类、档案类和日记类)(满志敏, 2009),是除自然代用指标以外,用于历史气候重建的重要数据源。在对历史文献中有关天

气、气候的记录进行整理和信息提取、量化的过程中,也同样要面对和解决一系列不确定性问题,特别是天气记载的简略性和文字描述的模糊性,会给整理者和研究者带来许多困难(葛全胜等, 1990; 郑景云等, 2002)。

在各类历史文献中,日记文献是比较特殊的一类,它主要包括日记、私人笔记以及带有日期的书信等。其内容常常含有丰富的物候、天气、气候信息;且具有时空分辨率较高(因日记一般都会带有地点和日期),直观性、准确度较好的特点。尽管也存在记载脱漏、地点不连续、时段较短以及作者带有一定主观性等缺点,给研究工作带来一定困难,但日记中的逐日天气记录有利于提取一段时期内的气候变化细节和天气变化过程,对阶段性天气过程、局地性气候特征重建均有不可替代的作用;以其重建的高分辨率气候变化序列尽管存在一定的

收稿日期: 2013-05; 修订日期: 2013-08.

基金项目: 国家公益性行业(气象)专项项目(GYHY201306064); 江苏省哲社规划项目(11ZWB001); 全球变化研究国家重大科学研究计划项目(2010CB950103); 南京信息工程大学科研启动经费项目(S8112090001)。

作者简介: 黄媛(1989-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为气象科技史。E-mail: angelyuan1989@163.com

通讯作者: 李蓓蓓(1984-), 女, 讲师, 主要从事环境演变、气象科技史等研究。E-mail: libeibei@nuist.edu.cn

时空尺度局限,但可以很好地补充和订正已经重建的相关区域和时段的其他序列。

在国内,竺可桢先生(1972)率先在历史气候研究中使用了古代日记记录,这一“古为今用”的思想一直积极影响着之后学者们的研究工作。其后,龚高法等(1983)利用一系列日记、诗文等史料重建了1849-1982年间北京地区的春季物候序列。近十余年来,这一方向的研究得到了快速发展,以满志敏等(2007, 2009)、方修琦等(2005)、杨煜达等(2006, 2009)为代表的一批研究者,在前人研究基础上,改进了研究方法,对文字描述进行更为精确的指标化和定量化,使历史信息与现代气象要素更好地相互转换。

国外学者在利用日记类文献研究历史气候变化方面也涌现了许多有价值的成果,例如Walsh等(1991)利用德国、丹麦与英国的传教士所记录的报告及信件,重建南印度部分地区18世纪的降水、温度变化情况;在“小冰期”背景下,Rodrigo等(1994)利用城市间的信件来往、市文件、城市史册、城市居住者笔记等,研究17世纪西班牙局地的降水情况等。

本文收集了近年来国内外利用日记研究历史时期气候变化的主要研究成果,分别从代用指标选择、研究方法、研究成果等方面进行综述,并比较了国内外研究的异同。

2 代用指标

日记中保存的历史气候信息与现代器测资料形态上差异较大,它们反映的是日记作者对天气、气候变化等对其生活造成影响的某种感受。重建历史气候时,需要借助一定的方法,将这些文字记录转化为可与现代气候记录对比的气候信息。这种信息载体即是代用指标。日记中常用的代用指标包括物候期、雨雪日数、感应记录等,按照定量化程度又可分为3类:

(1) 对于降水日数、降雪日数、冰冻日数、沙尘日数这些代用指标,可以直接将其定量化,与现代的器测指标进行对比,分类为定量指标。

(2) 对于降水与旱涝等级、物候期(如红梅始花日期、初雪日期、初雷日期、河流初冰日期、蝉始鸣日期等)等指标,由于分等定级是对一个变化范围的描述,物候期则存在年际差异和古今差异,使得

这类指标不能直接量化,但通过一定处理,也可将其用于定量分析,故归为半定量指标。

(3) 记录日记作者主观感受的文字,如对冷、暖的感受,往往是一些充满文学色彩的语句,难以量化,因而也无法将其与现代数据进行直接对比,只能用于定性分析,故归为定性指标。

2.1 国内研究常用代用指标

国内学者在采用日记研究历史气候变化常用的代用指标有:①日记中每天的天气状况记录,表征了每天天气的晴雨情况,通过统计晴雨日数,可以判断该时段内的降雨情况;②日记中降雪情况,通常可提取初雪日期、终雪日期、降雪日数,可用于分析相应年份冬季的寒冷程度;③沙尘日数,即记载沙尘天气的日数统计,以此可量化一段时期内的沙尘天气发生频率;④物候期,如植物花期、初霜日等,将其与现代物候期进行对比,可以分析当时气候与现代气候的差异;⑤降水等级或旱涝等级,基于一定标准对古代降水分等定级后,与现代降水等级(基于同一标准转换)进行比较,可以分析历史时期的旱涝特征;⑥感应记录,由于是作者的主观感受,在提取分析时,可能带有人为判读的不确定性,但可在一定程度上反映当时的相对气候变化状况。根据对代用指标的分类,将2000年以来研究中常用的代用指标进行整理(表1)。可以看到,在重建温度变化时,研究者常选取半定量的植物开花期、降雪日期、结冰日期及日记作者定性的冷暖感应记录;重建降水变化时,研究者多选取日记中的定量指标如晴雨记录、降水日数;对一些特殊天气气候现象如梅雨和沙尘进行重建时,也多采用定量代用指标。

通过统计日记类各种指标的使用频率(图1)可以发现,国内研究者在日记中使用频率最高的是定量指标,如晴雨和沙尘天气日数记录,基本每项研究中都用到了定量指标;其次是定性的感应记录与半定量的物候指标,两者使用频率也较高,各占到总数将近一半;基于等级划分的半定量代用指标使用频率最低。

2.2 国外日记研究的代用指标

国外学者的研究用到从定性到定量的多种代用指标,除国内学者使用过的降水日数、降雪日数、冰冻日数及感应记录等以外,还有一些不同的代用指标,如风向、云量。风向是通过历史文献中的直接记录获得的,通过分析历史时期的风向变化,可

表1 中国日记研究中的气候重建代用指标

日记及文献出处	重建区域	重建指标	指标类型	重建内容
《畏斋日记》 (朱晓禧, 2004)	江西婺源	天气情况记录(晴、雨、阴日数)	定量指标	降水、旱情
		干旱感应记录	定性指标	
		物候记录(降雪日期、结冰日期、植物开花日期)	半定量指标	冬半年温度、
		冷暖感应记录	定性指标	冷暖
《湘绮楼日记》 (方修琦等, 2005)	湖南长沙、衡阳	物候记录(毛桃、李、杏、牡丹、樱桃、海棠、紫荆等植物的始花、盛花、末花等物候期)	半定量指标	春季温度
《翁同龢日记》 (张学珍等, 2006)	北京	沙尘日数	定量指标	沙尘天气
《湘绮楼日记》 (萧凌波等, 2006)	湖南长沙	冬季天气情况记录(降雪日数)	定量指标	冬半年温度
		物候记录(降雪日期、连续积雪日期、冰冻日期)	半定量指标	
		冷暖感应记录	定性指标	冷暖
《翁同龢日记》 (张学珍等, 2007)	北京和上海	冷暖感应记录	定性指标	冷暖
《王文韶日记》 (满志敏等, 2007)	湖北武汉和湖南长沙	降雨等级、旱涝等级	半定量指标	梅雨期降水
		天气情况记录(晴、雨记录)	定量指标	梅雨期变迁
		燥热程度感应记录	定性指标	
《湘绮楼日记》 (萧凌波等, 2008)	湖南长沙、衡阳	降水日数	定量指标	梅雨期变迁
		蝉始鸣日期	半定量指标	
《翁同龢日记》 (费杰等, 2009)	北京	沙尘日数	定量指标	沙尘天气
《翁同龢日记》 (张学珍等, 2011)	北京	天气情况记录(晴、雨、雪记录)	定量指标	降水
《味水轩日记》 (马悦婷等, 2009)	嘉兴	天气情况记录(雨雪、冰冻记录)	定量指标	极端天气现象
		物候记录(植物开花期、降雪日期)	半定量指标	冬半年温度
		冷暖感应记录	定性指标	冷暖
《己酉被水纪闻》 (晏朝强等, 2012)	上海	降水日数	定量指标	梅雨期降水
		降水等级	半定量指标	
《味水轩日记》 (刘炳涛等, 2012)	长江下游	天气情况记录(雨、雪日数)	定量指标	冬半年温度
		物候记录(降雪日期、植物开花期、春雷日期、冰冻日期)	半定量指标	
		冷暖感应记录	定性指标	冷暖

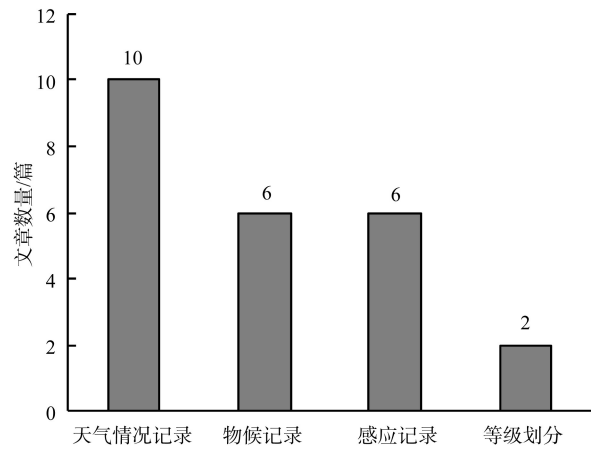


图1 中国日记研究中气候代用指标使用频率
Fig.1 Frequency of different proxies used in diary-based research on climate reconstruction in China

以判断局部地区的降水受风向的影响情况;云量是通过文献中对天空中云的描述,与现今云量判断标准进行比对之后得到的一种代用指标,云量的变化可用于分析天气的晴雨变化。通过对国外研究中代用指标的分类整理(表2),可以比较出中外学者在选择指标方面的异同。

从国外学者代用指标使用频率(图2)来看,几乎每篇文献都采用了定性感应记录;作为定量指标的天气情况和风向的使用频率也很高;有近半数的文献使用到了云量这一指标;由于西方近代气象科技水平较中国高,故还有雨量、雨强等降水数据的使用。此外,有个别研究是以农民日记为对象,所以选取了农业生产活动记录作为代用指标。

表 2 国外日记研究中的气候重建代用指标

Tab.2 Proxies of climate reconstruction based on historical diary abroad

日记	重建区域	重建指标	指标类型	重建内容
德国、丹麦与英国传教士的日记、报告、信件(Walsh et al, 1991)	南印度东岸马德拉斯地区(现印度金奈)	降雨日数;风向	定量指标	降水
		云量	半定量指标	
		灾害性天气的感应记录	定性指标	
美国西部的旅行者和摩门教徒的定居者日记(Mock, 1991)	北美洲的东北大峡谷和相邻的美国西部落基山脉附近地区	降雨日数;风向	定量指标	降水
		云量	半定量指标	
		冷暖感应记录	定性指标	冷暖
人物日记和航海日志(Tyrrell, 1995)	爱尔兰科克地区	降雨、降雪、冰冻日数;风向	定量指标	降水、冬半年温度
		冷暖感应记录	定性指标	冷暖
塞维利亚和格拉纳达两城市间的原始来往信件、城市居民笔记(Rodrigo et al, 1994)	西班牙南部地区	降雨量;风向	定量指标	降水
		云量	半定量指标	
		冷暖感应记录	定性指标	冷暖
1634-1648年耶稣会期间的1000多封私人信件(Rodrigo et al, 1998)	西班牙卡斯蒂利亚为中心的附近地区	降雨、降雪、冰冻日数;降雨量;风向	定量指标	降水、冬半年温度
		冷暖感应记录	定性指标	冷暖
农民Grude I G的日记(Kastellet et al, 1998)	挪威西南部的罗佳兰地区	天气情况记录(晴天日数、雨天日数);风向	定量指标	降水
		天气冷暖潮湿的感应记录	定性指标	冷暖
1760-1863年间的8篇私人日记(Gimmi et al, 2007)	瑞士伯尼尔地区	雨雪强度、冰冻强度	半定量指标	降水
日本东京18世纪Ishikawa家族的私人日记(Mikami, 2008)	日本东京西部地区	天气情况记录(晴、多云、雨)、降雨日数	定量指标	夏季温度
		冷热、干湿的感应记录	定性指标	
19世纪早期Anders Berg所著的农民日记(Linderholm et al, 2005)	瑞典东部地区	风力、云量、降雨强度	半定量指标	干湿
		天气情况记录(晴、多云、雨)	定量指标	
19世纪的5篇农民日记(Nordli, 2001)	挪威中部、南部地区	各种农业生产活动日期(年初次春耕日期、畜牧业转移日期、割草及收割谷物日期)	定量指标	夏季温度
		冷暖感应记录	定性指标	
18世纪Scussa的日记(Raicich, 2008)	欧洲意大利东北部的港市里雅斯特地区	降雨、降雪日数	定量指标	温度、降水
		风力	半定量指标	
		冷暖感应记录	定性指标	
15-16世纪欧洲中部的32篇日记(Pfister et al, 1999)	欧洲中部地区(波兰、捷克、德国、瑞士、丹麦等)	风向、天气情况记录(晴、多云、雨日数)、农业各种生产活动的日期	定量指标	温度、降水
		风力、云量	半定量指标	
		灾害性天气的感应记录	定性指标	

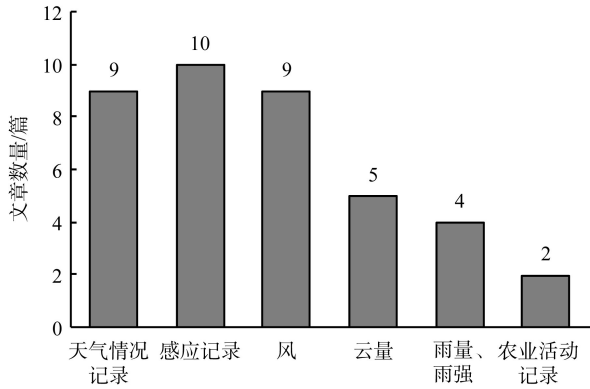


图 2 国外日记研究代用指标使用频率

3 研究方法及其应用

3.1 国内常用研究方法

3.1.1 主要方法种类

(1) 定性分析法

这一方法主要是基于现代气候观测知识,根据日记中提供的文字描述,推断当时气候状况相比现代的冷暖、干湿程度,或极端天气事件的严重程度。刘炳涛等(2012)在《味水轩日记》所提供的气候记录、天气记录、物候记录、感应记录,与现代冬半年温度特征现象进行比对,推断分析了1609-1616年长江中下游的冬半年冷暖状况;张学珍等(2006)

Fig.2 Frequency of different proxies used in diary-based research on climate reconstruction abroad

采用现代北京地区的温度作为对比,推断《翁同龢日记》中所记载的当时北京温度情况;萧凌波等(2008)是在对现代冬季常出现的寒潮、冷锋等天气变化的认识基础上,分析《湘绮楼日记》中所记载的1877-1878年寒冬的情况。

(2) 半定量分级法

当代用指标无法与现代数据直接进行对比时,往往采取旱涝降水等级分级化的方法。这种方法首先将历史时期的降水、旱涝情况按文字描述反映的严重程度进行归类整理,然后划分等级。如满志敏等(2007)参照杨煜达等(2006)关于档案文献中的降水记录分级处理的标准,对日记中的降水记录进行了分等定级,并重建历史时期的降水量。

(3) 定量转化法

这是目前日记研究中较多采用的方法,主要分为两个层次:①通过整理记录,直接统计天气状况,如晴雨天数、降雪天数等,这些数据在分析时可直接与现代同类数据进行对比。②将定量数据进一步转化,通过建立相关关系,重建历史时期的实际温度或者降水。例如张学珍等(2011)利用降水量与降水日数之间相关关系,利用分析整理的降水日数数据计算了北京地区1860-1897年的降水量,并与《晴雨录》的对应年份进行比对验证。

3.1.2 研究方法应用

(1) 温度重建

常用到定量转换方法中的第二层方法,为建立高分辨率的温度序列,研究者常进一步采用单因子回归方程和双因子回归方程重建气温序列(刘炳涛等,2012)。为了建立整个研究区域的温度序列,有研究者将研究区域划分为若干站点,以定性分析中的物候方法为基础,将古今同种物候的地区差异和日期差异换算为站点的温度差异,并根据计算出的各个站点的温度变化对研究区域温度变化的贡献率,从而算出整个区域较现代气温的距平值(方修琦等,2005)。

(2) 降水重建

在研究历史降水变化时,研究者亦多采用定量转换法中的第二层方法,但直接对比的方法也不鲜见。例如,萧凌波等(2008)将1869-1916年湖南长衡地区与现代(1951-1980年)长沙4-9月逐旬及6-7月逐候的平均降水日数进行对比,直观地呈现当时的降水状况与现代的不同。同时,研究者利用现代对降水、旱涝的科学认识和生活经验,基于日记提

供的信息,定性推断当时的降水、旱涝情况(满志敏等,2007)。

(3) 沙尘天气重建

多用到定量转化法的第一层方法,即直接比对。如费杰等(2009)将《翁同龢日记》中的沙尘天气与《清史稿·灾异志》进行对比,建立了沙尘天气校正序列,并与气温、降水的器测资料进行对比,分析了沙尘日数与春季降水量、冬季降水量、平均气温间的关系。

3.2 国外常用研究方法及应用

(1) 定性分析方法

国外研究者对定性分析方法使用较多,多基于现代气象观测资料及专家对历史文献中记录的判读来推断历史气候状况,本文收集的文献中有42%使用此类方法。如Mock(1991)将日记中对降水、温度的描述与1936-1987年间的气象资料进行比较,推断1849年7、8月的温度较低、降水较少。Tyrrell(1995)将日记与航海日志中的气候信息(如冬季冷暖干湿的感应记录)与现代气候特征进行对比,认为1753-1756年间,美国西部落基山脉附近与爱尔兰科克地区的冬季温度较现代偏低、降水偏少。利用过去物候分析历史气候的研究相对较少,只有Pfister等(1999)和Nordli(2001)在研究中使用了农民日记中记录的谷物生长期、春耕日期等物候信息。

(2) 半定量分级方法

国外学者使用也较多,占到本文收集文献33%,该方法常与定量转换法结合使用。如Rodrigo等(1994)将日记中搜集的年降水情况进行分等定级,从-2到+2分为5个等级,重建了1601-1650年西班牙南部地区的年降水情况。Kastellet等(1998)利用农场日记研究温度和降水时,通过整理日记中对天气冷暖的描述,从-3到+3划分了7个等级,将等级标准与气测数据进行比对,重建了罗佳兰地区1821-1850年间的年平均温度。Linderholm等(2005)将日记中对干湿状况的描述划分为很湿润、湿润、正常、干旱、极度干旱5个等级,与观测点的降水情况进行比较,重建了1815-1833年间瑞典东部地区夏季的降水情况。Gimmi等(2007)将降雨、降雪划分为强、正常、弱3个等级,进而重建了瑞士伯尼尔地区的年际与四季的降水情况。

(3) 定量转换方法

国外学者主要通过对日记中的气候信息进行

统计,与现代器测数据建立关系方程,来定量重建过去气候。如Pfister等(1999)统计15-16世纪32篇日记中不同地区所记载的晴、雨、降雪日数,将其直接与现代气候数据和降雨标准进行比较,重建了欧洲中部多个地区的降水情况;Mikami(1996, 2008)利用家族日记中保存的降雨日数与温度的线性关系,重建东京西部地区的夏季温度;Nordli(2001)基于谷物生长收获期与温度数据间的相关关系,重建1820-1850年间挪威中部、南部地区夏季温度。

纵观国内外日记研究成果,可以总结出以下共同特点:①研究时段相似。无论国内还是国外,利用日记重建历史气候所选的时间段都集中在气候相对寒冷的小冰期。②研究方法相近。特别是2000年以来,国内外学者越来越多的使用以回归方程法为代表的定量转换方法。

不同点在于:国内日记研究多是从一本日记出发,由于日记作者的居住地或任职地的限制,研究区往往较为狭小;研究区的地理环境特征决定了重建具体内容的差别,例如江浙地区主要研究夏季降水或梅雨时期的情况,华北地区则关注沙尘天气事件。国外日记研究则往往包含多份日记类资料,一篇研究用到的不仅有日记,还有信件、笔记等历史资料。资料多样性使得研究的结果涉及内容更广泛,也有助于减少单一作者主观性较强产生的误差。

4 科学贡献与研究优势

4.1 日记重建的科学贡献

(1) 温度重建

日记研究可以较为精确地定量重建具体区域的温度变化。例如,方修琦等(2005)利用《湘绮楼日记》中春季植物,如毛桃、李、杏、牡丹、樱桃、海棠、紫荆等植物的始花、盛花、末花等物候期,重建得到1888-1916年长沙、衡阳地区春季平均气温比现代低 0.37°C 。

利用连续的日记资料,还可重建较长时段上的温度变化序列。如Mikami(1996)通过整理收集日本Ishikawa家族日记中记载的降水日数记载,利用降水日数与夏季温度间的相关关系,重建了1721-1995年的东京西部地区夏季7月份温度。

(2) 降水重建

通过转换方程等定量方法,可以使用日记资料中的降水日数等信息,建立区域的降水序列,由于日记在天气状况记录上的连续性和精确性特点,由此重建的序列精度亦较高。如Rodrigo等(1998)收集了1634-1648年1000多封“耶稣会”内部人员的私人信件,提取了降雨、温度、风、云量4类气象信息,把年降水记录从-2到+2分为5个等级,确定每个月的降水指数及季降水指数,通过季降水指数得到年降水指数,重建了西班牙卡斯蒂利亚为中心的附近地区气候、降水情况。

(3) 梅雨重建

梅雨是东亚地区所特有的气候现象,也是中国学者对历史降水研究的特色内容。尽管目前重建历史梅雨变化的研究成果尚不多见,但其对于摸索更长时间尺度内的梅雨活动、季风环流变化规律都具有深刻意义。如萧凌波等(2008)基于《湘绮楼日记》中1869-1916年间长沙一带夏半年(4-9月)的逐日降水日数与蝉始鸣的日期记录,通过与现代雨日和物候期的对比,推断出19世纪后半叶至20世纪初叶的梅雨带位置较现代偏南。

(4) 沙尘天气重建

日记类文献往往保存有较为丰富的天气细节,因此在特殊气候事件重建方面具有不可替代的作用,对中国北方沙尘天气的重建就是一例。如费杰等(2004)利用《翁同龢日记》中的沙尘天气信息进行摘录整理,初步建立了1860-1898年北京年沙尘日数和春季(3-5月)沙尘日数序列;其后,费杰等(2009)又对1860-1898年北京沙尘日数校正序列与气温和降水的仪器观测资料进行对比分析,同时进一步分析出北京沙尘日数与冬春季的降水量存在较强的负相关关系。

4.2 日记重建的研究优势

与其他用于古气候重建的代用资料、特别是与其他类别的历史文献相比,使用日记重建历史气候变化的研究优势主要体现在以下几个方面。

(1) 历史气候信息细节丰富

日记类文献多为非正式的私人文件,较正史类官方文献更贴近于生活,所记载的与天气气候相关的内容也更为细致、更为丰富。许多日记都十分细致地描述了逐日晴雨、寒暖等天气状况、物候现象以及作者对此的感受,可供提取的历史气候信息种

类多样,且细节丰富,能够在研究内容和方法上给予研究者更多的选择。相比之下,其他历史文献,如各类正史、地方志、官私文献等,气候信息记录多为逐年的极端气象事件,特别是干旱、洪水等灾害,种类较为单一,且比较简略。

(2) 时间分辨率高

日记中的天气气候记录在时间分辨率上可以达到天、甚至时,这是其他历史文献和自然代用资料都无法达到的。这就允许使用日记重建的历史气候序列具有更高的时间分辨率(如年、季节、月),能够观察到天气气候现象的年内甚至月内变化,而采用其他代用资料重建的历史气候序列一般只能达到年/10年左右的分辨率。

(3) 重建结果准确性较好

由于相关记载丰富、可供提取的代用指标种类较多,且许多都可以与现代器测气象数据直接对比(如雨日、沙尘日数等),使得利用日记重建得到的历史气候序列、或极端气候事件具有较高的准确性。例如张学珍等(2006)从《翁同龢日记》中提取的逐年、逐季沙尘天气日数,萧凌波等(2008)从《湘绮楼日记》中提取的夏季降水日数,与按照现代观测标准获得的器测记录相差很小,从而保证了重建序列的精度。

5 结论与讨论

以上对近年来使用日记类文献开展历史气候重建研究的国内外主要研究成果进行了梳理和分析,可以得出以下主要结论:

(1) 用于重建历史气候的代用指标主要可以分为定量、半定量和定性指标3类。从代用指标的使用频率来看,国内外最常用天气情况日数(定量指标)与感应记录(定性指标)这2个代用指标;国内外研究的差别在于:由于近代气象科技的发展水平不同,国外研究者能够使用降水量、云量和风向等定量指标,而国内则较多使用物候期与冷暖、干湿等级这两类半定量代用指标。

(2) 研究方法主要可分为定性分析、半定量分级和定量转换3类。在本文搜集的24篇(国内外各12篇)文献中,主要使用定量转换方法的有9篇,其中用到回归分析法的有6篇;主要使用定性分析法的有9篇,其中用到物候记录的有6篇(国内4篇,国

外2篇);主要使用半定量分等定级方法的有6篇。在数据校订方法上,国内学者使用的日记集中在明清时期,当时气象观测资料极少,故在研究中多选用地方志、官私文件作为参考;西方现代气象科学萌芽较早,观测仪器已有一定发展,校订时常选用器测数据。

(3) 研究内容方面,中外学者重建成果最集中的均为温度和降水。由于研究区特点、资料记录丰富程度与信息提取方法等方面的差异,中外研究内容的侧重不同:国外研究的多是小冰期时段内的温度与降水状况;国内则还有沙尘天气重建、梅雨气候重建等具有一定中国特色的研究成果。

古日记中保存的天气气候信息有着重要的研究价值,有助于研究者更为详尽、精确地了解历史时期的气候变化。尽管近年来已经取得了一定的研究进展,但在许多方面还有待深化,如在代用指标提取方面,需要进一步提高定量转换的数据精度,并摸索更为有效和系统的定量转换方法;在日记记录和重建结果校验方面,除了选取地方志、官私文献等,也可与同时期同区域利用其他代用指标重建的气候序列或者模型模拟结果进行互校。

随着未来相关历史资料的不断积累和历史气候研究方法的不断改进,利用日记类文献获得的历史气候重建结果进一步丰富,对不同区域、不同时段的结果进行整合,建立更大范围内、更长时间段上的高分辨率历史气候序列(杨煜达等,2009),将是一个很具潜力的研究方向。

参考文献(References)

- Fang X Q, Xiao L B, Ge Q S, et al. 2005. Changes of plants phenophases and temperature in spring during 1888-1916 around Changsha and Hengyang in Hunan Province. *Quaternary Sciences*, 25(1): 74-79. [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. *第四纪研究*, 25(1): 74-79.]
- Fei J, Hu H K, Zhang Z H, et al. 2009. Research on dust weather in Beijing during 1860-1898: Inferred from the *Diary of Tonghe Weng*. *Journal of Catastrophology*, 24(3): 116-122. [费杰, 胡化凯, 张志辉, 等. 2009. 1860-1898年北京沙尘天气研究. *灾害学*, 24(3): 116-122.]
- Fei J, Zhou J, Zhang Q Y, et al. 2004. A preliminary investigation on the dusty days in Beijing over 1860-1898 A.D. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 26(5): 535-539.

- [费杰, 周杰, 张青瑶, 等. 2004. 1860-1898年北京沙尘天气初探. 冰川冻土, 26(5): 535-539.]
- Ge Q S, Zhang P Y. 1990. The evaluation on climatic information in the historical literatures. *Acta Geographica Sinica*, 45(1): 22-30. [葛全胜, 张丕远. 1990. 历史文献中气候信息的评价. 地理学报, 45(1): 22-30.]
- Ge Q S, Zheng J Y, Fang X Q. 2002. New understandings on the historical temperature changes in China. *Progress in Geography*, 21(4): 311-317. [葛全胜, 方修琦, 郑景云. 2002. 中国历史时期温度变化特征的新认识: 纪念竺可桢《中国过去五千年温度变化初步研究》发表30周年. 地理科学进展, 21(4): 311-317.]
- Gimmi U, Luterbacher J, Pfister C, et al. 2007. A method to reconstruct long precipitation series using systematic descriptive observations in weather diaries: The example of the precipitation series for Bern, Switzerland (1760-2003). *Theoretical and Applied Climatology*, 87(1-4): 185-199.
- Gong G F, Zhang P Y, Zhang J R. 1983. Changes of natural phenology in Beijing area. *Chinese Science Bulletin*, 34(24): 1517-1519. [龚高法, 张丕远, 张瑾瑜. 1983. 北京地区自然物候期的变迁. 科学通报, 34(24): 1517-1519.]
- Han C H, Hao Z X, Zheng J Y. 2013. Regionalization of temperature changes in China and characteristics of temperature in different regions during 1951-2010. *Progress in Geography*, 32(6): 887-896. [韩翠华, 郝志新, 郑景云. 2013. 1951-2010年中国气温变化分区及其区域特征. 地理科学进展, 32(6): 887-896.]
- Kastellet E, Nesje A, Pedersen E S. 1998. Reconstructing the palaeoclimate of Jaeren, southwestern Norway, for the period 1821-1850, from historical documentary records. *Geografiska Annaler: Physical Geography*, 80(1): 51-65.
- Linderholm H W, Tina M. 2005. Early nineteenth century drought in east central Sweden inferred from dendrochronological and historical archives. *Climate Research*, 29(1): 63-72.
- Liu B T, Man Z M. 2012. A study on climatic of cold and warm from 1609-1616 A.D. in *Wei Shui Xuan Diary* in the lower reaches of Yangtze River. *Journal of Chinese Historical Geography*, 27(3): 16-22. [刘炳涛, 满志敏. 2012. 《味水轩日记》所反映长江下游地区1609-1616年间气候冷暖分析. 中国历史地理论丛, 27(3): 16-22.]
- Ma Y T, Zhang J Q, Yang M J. 2009. A preliminary study on climatic information from 1609-1616 A.D. in *Weishuixuan Diary*. *Yunnan Geographic Environment Research*, 21(3): 57-62. [马悦婷, 张继权, 杨明金. 2009. 《味水轩日记》记载的1609-1616年天气气候记录的初步分析. 云南地理环境研究, 21(3): 57-62.]
- Man Z M, Li Z L, Yang Y D. 2007. Characteristics of Meiyu during 1867-1872 in Wuhan and Changsha areas recorded in *Wang Wenshao Diary*. *Journal of Palaeogeography*, 9(4): 431-438. [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. 古地理学报, 9(4): 431-438.]
- Man Z M. 2009. *Climate change research in Chinese history*. Jinan, China: Shandong Education Press. [满志敏. 2009. 中国历史时期气候变化研究. 济南: 山东教育出版社.]
- Mikami T. 1996. Long-term variations of summer temperatures in Tokyo since 1721. *Geographical Report of Tokyo Metropolitan University*, 31(17): 157-165.
- Mikami T. 2008. Climatic variations in Japan reconstructed from historical documents. *Weather*, 63(7): 190-193.
- Mock C J. 1991. Historical evidence of a cold, dry summer during 1849 in the northeastern Great Basin and adjacent Rocky Mountains. *Climatic Change*, 18(1): 37-36.
- Nordli P Ø. 2001. Reconstruction of nineteenth century summer temperatures in Norway by proxy data from farmers' diaries. *Climatic Change*, 48(1): 201-218.
- Pfister C, Br'azdil R, Glaser R, et al. 1999. Daily weather observations in sixteenth century Europe. *Climatic Change*, 43(1): 111-150.
- Raichich F. 2008. Some features of Trieste climate from an eighteenth century diary (1732-1749). *Climatic Change*, 86(1-2): 211-226.
- Rodrigo F S, Parra E M J, Diez C Y. 1994. An attempt to reconstruct the rainfall regime of Andalusia from 1601 A.D. to 1650 A.D. using historical documents. *Climatic Change*, 27(4): 397-418.
- Rodrigo F S, Parra E M J, Diez C Y. 1998. On the use of the Jesuit order private correspondence records in climate reconstructions: A case study from Castille (Spain) for 1634-1648 A.D. *Climatic Change*, 40(3-4): 625-645.
- Tyrrell J G. 1995. Paraclimatic statistics and the study of climate change: The case study of the Cork region in the 1750s. *Climatic Change*, 29(2): 231-245.
- Walsh R P D, Glaser R, Militzer S. 1991. The climate of Madras during the eighteenth century. *International Journal of Climatology*, 19(9): 1025-1047.
- Xiao L B, Fang X Q, Zhang X Z. 2006. Severe 1877-1878 winter in Changsha City of Hunan Province recorded in the book *Xiangqilou Diary*. *Journal of Palaeogeography*, 8(2): 277-284. [萧凌波, 方修琦, 张学珍. 2006. 《湘绮楼日记》记录的湖南长沙1877-1878年寒冬. 古地理学报, 8(2): 277-284.]

- Xiao L B, Fang X Q, Zhang X Z. 2008. Location of rainbelt of Meiyu during second half of 19th century to early 20th century. *Scientia Geographica Sinica*, 28(3): 385-389. [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. 地理科学, 28(3): 385-389.]
- Yan J H, Ge Q S, Zheng J Y. 2012. Reconstruction and analysis on the series of winter-half-year temperature change during the Qing Dynasty in the Northern China Region. *Progress in Geography*, 31(11): 1426-1432. [闫军辉, 葛全胜, 郑景云. 2012. 清代华北地区冬半年温度变化重建与分析. 地理科学进展, 31(11): 1426-1432.]
- Yan Z Q, Fang X Q, Ye Y, et al. 2012. Reconstruction of plum rain season and its rainfall of Shanghai in 1849 based on *Records of the Flood in 1849*. *Journal of Palaeogeography*, 13(1): 96-102. [晏朝强, 方修琦, 叶瑜, 等. 2012. 基于《己酉被水纪闻》重建1849年上海梅雨期及其降水量. 古地理学报, 13(1): 96-102.]
- Yang Y D, Man Z M, Zheng J Y. 2006. Reconstruction of series in later or earlier starting date of rainy season in Yunnan Province and evolvement of summer monsoon in Qing period. *Acta Geographica Sinica*, 61(7): 705-712. [杨煜达, 满志敏, 郑景云. 2006. 清代云南雨季早晚序列的重建与夏季风变迁. 地理学报, 61(7): 705-712.]
- Yang Y D, Wang M S, Man Z M. 2009. The progress of research methods in chinese historical climate in the past 30 years: Focusing on the use of historical documents. *Journal of Chinese Historical Geography*, 24(2): 5-13. [杨煜达, 王美苏, 满志敏. 2009. 近三十年来中国历史气候研究方法的进展: 以文献资料为中心. 中国历史地理论丛, 24(2): 5-13.]
- Zhang X Z, Fang X Q, Tian Q, et al. 2006. Sand dust weather of Beijing in the later half of 19th century recorded in the book *Weng Tonghe Diary*. *Journal of Palaeogeography*, 8(1): 117-124. [张学珍, 方修琦, 田青, 等. 2006. 《翁同龢日记》记录的19世纪后半叶北京的沙尘天气. 古地理学报, 8(1): 117-124.]
- Zhang X Z, Fang X Q, Zheng J Y, et al. 2011. Reconstructed precipitation in Beijing during 1860-1897 based on the weather records from "*Diary of Weng Tonghe*". *Climatic and Environmental Research*, 16(3): 322-328. [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. 气候与环境研究, 16(3): 322-328.]
- Zhang X Z, Fang X Z, Qi X B. 2007. Perception records on cold/warm in *Weng Tonghe Diary* and its significance to cold/warm variation. *Journal of Palaeogeography*, 9(4): 439-446. [张学珍, 方修琦, 齐晓波. 2007. 《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. 古地理学报, 9(4): 439-446.]
- Zheng J Y, Hao Z X, Di X C. 2002. A study on the establishment and application of environmental change database during historical times. *Geographical Research*, 21(2): 146-154. [郑景云, 郝志新, 狄小春. 2002. 历史环境变化数据库的建设与应用. 地理研究, 21(2): 146-154.]
- Zhu K Z. 1972. A preliminary study of nearly 5000 years Chinese to climate change. *Science in China: Ser. A*, 4(2): 168-189. [竺可桢. 1972. 中国近五千年来气候变迁的初步研究, 中国科学: A辑, 4(2): 168-189.]
- Zhu X X. 2004. Climatic information from 1700-1703 A.D. in *Weizhai Diary*. *Journal of Palaeogeography*, 6(1): 95-100. [朱晓禧. 2004. 清代《畏斋日记》中天气气候信息的初步分析. 古地理学报, 6(1): 95-100.]

Review of climate reconstruction based on ancient diary

HUANG Yuan¹, LI Beibei^{1,2}, LI Zhongming¹

(1. School of Language and Culture, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China;

2. School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Climate change is an important issue in science research, which deeply influences the human society. The historical climate reconstruction is one topic, which can provide reference scenario for analyzing current climate variation and simulating the future climate change. There were many climate proxies from natural recorders of climate variability such as tree rings, ice cores, fossil pollen, ocean sediments, corals and historical data. The dairies are important historical data for historical climate reconstructions, and there have been lots of studies both at home and abroad. The dairies included the private dairy, the private note, and letter with detailed date. There were weather records, phenological informations, and climatic events in the dairies. Although the dairies

have some shortcomings such as time gaps and omissions, place limitations and the author's wrong understanding, they are advanced in daily weather records for extracting the details of climate change and weather process during a period and at the local level. In addition, the dairy-based studies can contribute to verifying the high resolution sequence of paleoclimate based on other climate proxies. In this paper, the current dairy-based studies were reviewed from three aspects including reconstructions proxy, research method and research subject. The dairy-based studies usually used the days of rain and snow, the plant phenological period, the life experience records, and etc. These proxies can be divided into three types including quantitative proxy, semi-quantitative proxy, and qualitative proxy. The quantitative proxy can be counted and compared to the modern meteorological data. The semi-quantitative proxy was the record which reflected the range or the rank of the weather condition or climate phenomenon. The qualitative proxy mainly was the feeling of the people which was hard to be quantified. With the process of the research development, the method of dairy-based studies turns from the simple qualitative analysis method to quantify analysis method, like regression equation method. The conclusions were as follows: (1) The frequently-used proxies were the number of days and experience records both in home and aboard studies; and the domestic researches also used natural plant phenological period; and the foreign researches used wind direction and cloud cover as well. The reconstruction proxies were classified to quantitative proxy, semi-quantitative proxy, and qualitative proxy. Both the domestic and foreign scholars used the quantitative proxy and qualitative proxy more frequently than semi-quantitative proxy. (2) The foreign and domestic academics usually applied the qualitative analysis method and quantitative transformation method. In the data verification, the foreign researches often chose instrumental data, and the domestic researches often used the official files and chorography. (3) The subjects of foreign researches mainly were the local temperature and precipitation, while the domestic studies not only focused on those but also studied dusty weather and precipitation characteristics during sand storm and plum rain period. The advantages of using diaries to reconstruct historical climate include the abundant details in climatic record, high time resolution and high veracity of the reconstruction result. In the future, the ancient diary research should enhance the quantitative transformation method and the verification with other proxies. As the diary-based reconstructions increasing and the method improving, there would be long climate series on large area, which will contribute to the historical climate research.

Key words: ancient diary; climate change; reconstruction; proxy