

过去 300 年雄安新区涝灾年表重建及特征分析

郝志新^{1,2}, 熊丹阳^{1,2}, 葛全胜^{1,2*}

1. 中国科学院地理科学与资源研究所陆地表层格局与模拟重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院大学, 北京 100049

* 联系人, E-mail: geqs@igsrr.ac.cn

2018-01-16 收稿, 2018-03-01 修回, 2018-03-02 接受, 2018-06-19 网络版发表

国家重点研发计划(2017YFA0603302)、国家自然科学基金(41671201)和中国科学院地理科学与资源研究所可桢杰出青年学者计划(2014RC101)资助

摘要 通过对历史文献、县志和相关期刊中雄县、安新、容城(合称“雄安新区”)洪涝灾害记录的摘录整理, 并与降水观测数据比对, 确定了反映雄安新区1715~2016年洪涝灾害程度的年表, 分析了过去300年洪涝灾害时空分布特征. 主要结果为: 1715~2016年间雄安新区发生洪涝灾害共计139次, 平均2~3 a发生1次; 其中灾情最为严重的特大洪涝灾害(文中定义为4级)发生在1738, 1801, 1892和1954年, 3级大涝、2级偏涝、1级轻涝发生的年份数分别为14, 35和86. 1796~1827, 1886~1898和1948~1965年3个时期, 雄安地区洪涝灾害发生频繁且灾情严重; 空间上, 偏涝年份, 区域内滨临河湖、地势低洼地段容易被淹没, 占全区面积的20%~30%, 而特大洪涝年份, 除了容城地势较高之处, 雄安新区约80%面积被淹没. 鉴于历史时期本区水患频发, 未来城市建设规划设计中需要考虑水灾频率及空间发生特征.

关键词 洪涝灾害年表, 历史文献, 雄安新区, 过去 300 年

洪涝是最为常见的自然灾害之一, 具有发生频率高、破坏性大、经济损失严重且社会影响广泛等特点. 全球每年平均洪涝所致经济损失达数百亿美元, 死亡人数达数千人^[1]. 2005年Katrina飓风袭击了美国路易斯安娜州, 洪水造成1570人死亡和500亿美元的直接经济损失^[2]; 2010年巴基斯坦大洪灾, 造成近2000人死亡, 2000万人受灾, 经济损失高达400亿美元^[3]. 中国东部位于东亚季风区, 受季风环流的影响, 洪涝灾害频发, 1990~2005年洪灾造成的损失约占中国同期GDP的2%, 年均1100多亿元人民币^[4], 如1991年洪涝灾害造成近800亿元损失, 占中国当年所有自然灾害经济损失的50%以上^[5]; 1998年特大洪涝灾害致3000余人死亡, 直接经济损失超过1666亿元人民币^[6,7].

历史上, 洪涝灾害也是影响城市发展的重要因素. 1787年多瑙河中游的大洪水冲毁了布拉迪斯拉发(Bratislava)的人工防洪堤坝以及交通设施, 一度切断该城通过多瑙河与奥地利哈布斯堡王朝首都维也纳的交通联系^[8]; 20世纪30年代, 长江流域、密西西比河流域皆发生特大洪灾, 武汉、路易斯维尔(Louisville)、辛辛那提(Cincinnati)等工业城市被洪水淹没, 市内航运设施、工厂企业、陆路交通皆受重创^[9,10].

中国大量的历史文献等气候代用资料为还原中国境内旱涝灾情提供了丰富的文字依据^[11]. 葛全胜等人^[12]综述了利用历史文献研究过去2000年中国气候变化的进展, 认为史料中大部分记载有准确的地点和年份以及清晰的气候意义, 如清代海滦河、黄河、淮河、珠江、韩江等流域的洪涝档案史料可较为

引用格式: 郝志新, 熊丹阳, 葛全胜. 过去 300 年雄安新区涝灾年表重建及特征分析. 科学通报, 2018, 63: 2302–2310

Hao Z X, Xiong D Y, Ge Q S. Reconstruction of the chronology and characteristics of flood disasters in the Xiong'an New Area over the last 300 years (in Chinese). Chin Sci Bull, 2018, 63: 2302–2310, doi: 10.1360/N972018-00068

准确地反映各流域的水旱程度。近些年,利用史料对自然灾害严重程度的研究已取得一定进展,如通过梳理近年关于旱涝史料分析的文献,发现明代1637~1643年崇祯年间的大旱灾,在范围和严重程度均超过近百年所有旱灾,特别是华北和西北东部经历了5年以上的连续大旱^[13];通过利用雨雪分寸资料重建黄河中下游降水量,发现光绪三年大旱是1736年以来最为严重的一次,且具有全球性^[14]。此外,通过史料建立自然灾害序列,不仅可以反映研究区涝灾发生规律,还可对比不同CO₂浓度下(对应于不同强度的人类活动),涝灾发生频率是否有显著差异,为推断可能致灾的大气环流背景提供案例。

雄安新区位于河北省保定市境内,包含雄县、容城、安新等3个县(图1),耕地130余万亩,村庄共计570个(截至统计时段,表1);属海河流域,分布着潯龙河、拒马河、白沟河、清水河组成的大清河水系。近些年海河流域常发生严重的水灾,如638(1963年8月),968(1996年8月)和719(2016年7月19日),这些均为因导致多人死亡和严重经济损失而被百姓牢记的数字。因此只有了解雄安地区历史时期的洪涝灾害发生规律,才有利于未来采取恰当的防治措施,提早防范和治理。本文从雄安地区清代洪灾史料以及雄县、安新、容城的县志和水利、灾害等统计资料入手,结合1951年以来的降水观测数据,探讨自1715~2016年雄安地区的水灾情况,包括发生水灾的年份和灾

情程度。雄安新区是继深圳经济特区和上海浦东新区后,又一个具有全国意义的特区;它的建成将作为首都副中心,发挥疏解北京非首都功能的作用^[15];且该区域地势相对低洼,在对新区的规划和建设中应关注洪水的影响^[16]。因此了解其洪涝发生的历史及原因,可为未来城市发展规模及建设规划提供借鉴,对国家制定千年大计具有重要参考价值。

1 资料与方法

1.1 资料

本文主要使用文献和器测降水量两类资料建立雄安新区涝灾年表。其中文献包括1715~1985年的《安新县志》^[17]、《雄县志》^[18]和《容城县志》^[19]等县志,1736~1911年源于清代档案中的奏折和军机处录副的《清代海河滦河洪涝档案史料》^[20]及1986年以来的《海河水利》^[21]、《中国减灾》^[22~25]、《河北水利》^[26~28]等期刊;根据这些文献对不同时段灾情记载的详略程度,可重建该时段的涝灾等级。我们从文献记载中提取对洪水灾情的直接描述,如“大雨滂沱,连宵达旦。迄今十数日之久……”、“滹沱河之水涨至一丈六七尺,河面宽至六百余丈……”、“屡次大雨,河水大涨”等;及人畜伤亡、房屋倒塌、农作物的丰歉成数等影响的间接描述,如“容城县各项地亩,除被水地八成无收外,计有收地二成,秋禾约收三分”、

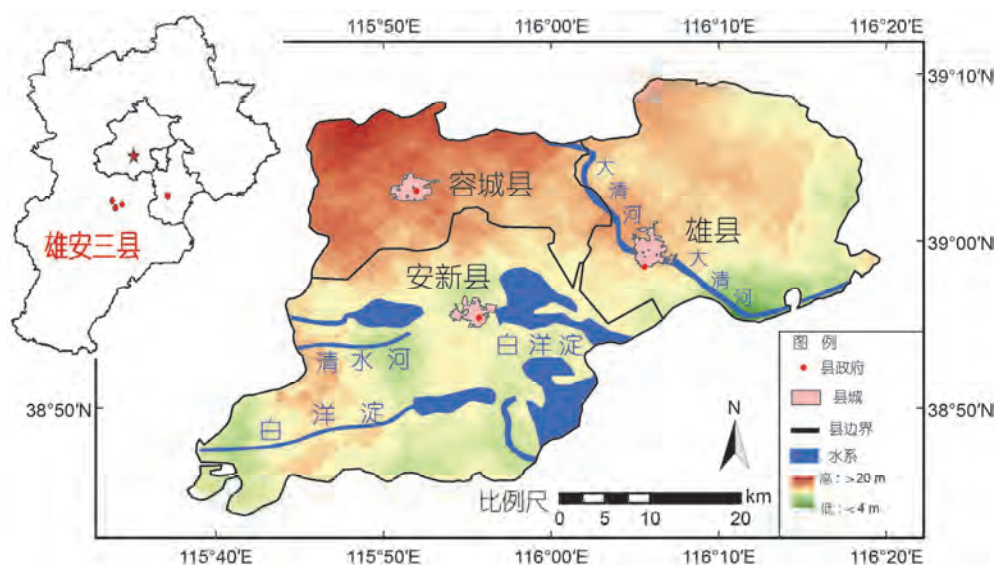


图1 雄安三县示意图(原始地图下载自<http://www.sbsm.gov.cn/>)

Figure 1 The sketch map of Xiong, Anxin and Rongcheng Counties in Xiong'an New Area (Map was downloaded from <http://www.sbsm.gov.cn/>)

表1 雄安地区所辖3县耕地面积和村庄数量

Table 1 Cultivated farmland areas and quantities of villages in Xiong, Anxin and Rongcheng Counties

县城	耕地面积(万亩)	村庄数量(个)
雄县	55.36(1989年)	233(1989年)
安新县	48.33(1984年)	210(1984年)
容城县	34.47(1989年)	127(1989年)

“山水陡发、大路成河”、“苏家桥等六十一村庄洼地全行淹没”^[20]等；期刊中则主要选取涉及海河流域洪涝汛情通报、灾情调研、灾后重建、抗洪防洪工作总结等内容的文字。

1.2 方法

(i) 雄安地区涝灾范围的划定. 文献资料中不对洪涝灾害中受灾村庄和居民点、被涝地亩面积的记载, 如: 1786年“至赵北口东南……一带道路, 本属洼下……水势涨发, 即淹及大道, 一切差使文报均须用船渡送”、1806年“应请将安州南冯等一百六村庄, 新安县于家等六十三村庄, 雄县王家等二十一村庄……本节年应征粮租概行蠲免”、1894年“安州三关村等二十八村成灾九分, 同口村等十五村成灾八分, 北冯村等三十三村成灾七分, 南冯村等三十四村成灾六分, 辛庄等二十三村成灾五分, 陶口店等四十村歉收四分”^[20]、1956年“全县(雄县)……成灾面积18万亩, 占耕地面积27.9%”、1964年“全县(雄县)受灾面积35万亩, 绝收17万亩, 减产八成5万亩, 五至八成7万亩”^[18], 类似上述文字的记录为还原洪涝灾害的被涝区域、受灾地亩面积提供了依据, 基于此我们划定了洪涝灾害发生的空间范围。

(ii) 雄安地区年降水量的重建. 保定市区和安新县均位于华北平原, 城区相距40 km, 年降水变率及降水量较为接近($P_{\text{安新}} = 0.82 \times P_{\text{保定}} + 82.8$, $r^2 = 0.79$; 1997~2016年安新县降水量由该公式换算而来), 因此采用两地降水的平均值代表雄安地区降水量, 其1951~2016年年降水量变化如图2所示, 年平均降水量为525 mm; 该区域降水年际变率大, 其中1954年降水量最大为1261 mm, 2000年降水量最少为262 mm, 相差近1000 mm. 年代际尺度看, 20世纪50年代降水量偏多; 21世纪前十年降水偏少. 由于1951~1985年时段《安新县志》^[17]、《雄县志》^[18]和《容城县志》^[19]等县志中也同时记载有涝灾灾情描述类记录, 故可通过降水量与涝灾灾情相对比, 将涝灾年份给出半

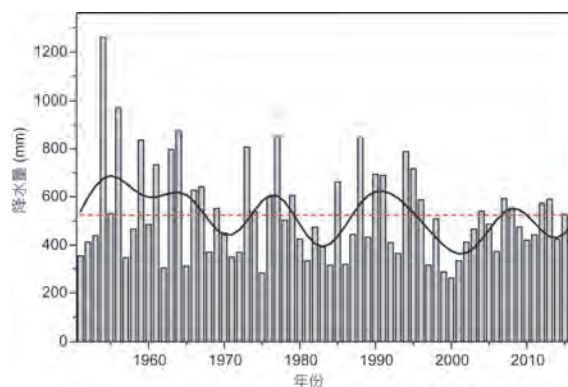


图2 1951~2016年雄安地区降水量变化. 黑线: 10 a低通滤波曲线; 红色虚线: 平均降水量

Figure 2 Precipitation in Xiong'an New Area region from 1951 to 2016. Black line: 10-a low-pass smoothing filter; red dotted line: average precipitation of the series

定量化的等级数据.

(iii) 涝灾记录与年降水量的对照. 据《雄县志》^[18]第107页记载, 该县“大涝”发生在年降水量距平 $>50\%$ 的年份, 在 $20\% < \text{年降水量距平} \leq 50\%$ 的年份中会“偏涝”. 因此我们在划分特大涝灾、大涝、偏涝和轻涝的等级时, 以该标准为基础, 结合县志中具体洪涝灾害相关文字描述, 比较了灾害程度与降水量的对应关系, 确定了4个涝灾等级. 如在1951~1985年间, 1954年观测降水量为1261 mm(是平均降水量2倍以上), 当年县志中对灾情的记载也最为严重, 3县全部遭受严重洪灾, 其中雄县耕地成灾面积39万亩, 占全县耕地57.9%; 安新县倒塌房屋5万余间; 容城县全部土地被淹33万亩, 39个乡中34个遭受重灾. 1956, 1964, 1977和1959年降水量分别为970, 876, 853和835 mm(是平均降水量的1.5倍以上), 县志中的记载为1956年雄县耕地成灾面积18万亩, 安新县倒塌房屋1.2万余间, 容城县52个村庄被洪水包围……; 1964年雄县涝面积29万亩, 绝收17万亩, 安新县3.3万亩田地淹等; 1977年雄县大水、偏涝, 安新县28万亩庄稼被淹等. 1961, 1963和1985年的降水量分别为733, 797和661 mm($20\% < \text{年降水量距平} \leq 50\%$), 其县志中的灾情描述也略轻, 一般3县中只有1~2县记载有洪涝发生, 如1963年雄县洪涝成灾面积17万亩, 安新县170个村庄被洪水浸街; 而其余年份如1966~1967, 1976和1979年降水量仅较年平均降水量多出不足20%, 县志中记载了如“春旱秋涝”、“大水涝”、“淀区由旱而涝”等灾情描述. 需要说明的是, 部分年份如1959年降水量达835 mm, 但基本无涝灾的

记载,可能与当时特殊历史时期有关;而1955年降水量为531 mm,但灾情记载上达到偏涝等级,可能与8月14~18日连续5 d降水量达127 mm有关。总体来说,用于相互参照对比的35年间,除了1955和1959年外,其余涝灾均可以通过降水量的多少得到辨识,且与灾情描述基本一一对应。因此通过降水量与涝灾灾情描述相结合,不仅可识别1951~1985年时段的涝灾等级,还为重建1715~1950年时段的涝灾年表找到了合理的定级标准。本文参考1715~1950年县志^[17~19]和1736~1911年《清代海河滦河洪涝档案史料》^[20]中的记载,根据逐年灾情的文字描述,建立了该时段的涝灾等级(表2)。

此外,对于1986~2016年时段,由于灾情记载方式与县志中略有区别,因此将采用降水量作为主要判断指标,期刊中搜集到的涝灾灾情描述则作为次要指标的方法建立涝灾等级年表,如表3所示。最后,将上述3个阶段1715~1950,1951~1985和1986~2016年的涝灾等级衔接,进而形成过去300年完整的涝灾年表。

2 结果与分析

2.1 灾情的时间分布

1715~2016年时段的302年中,4级特大洪涝共发

表2 1715~1950年雄安新区洪涝灾害等级划分标准

Table 2 The criteria to classify the grades of floods in Xiong'an New Area region from 1715 to 1950

涝灾等级	与灾害等级对应的文字描述内容	对应年份	与平均降水量相比
4级特大洪涝	3县均有水灾记载,且出现“高洼地亩尽被水淹无获”、“被水地九成无收,计有收地一成”、“全县农作物全部被淹”、“庄稼均被淹”	1954	约2.0倍
3级大涝	3县均有水灾记载,且出现“安州地处最洼全境淹没”、“安州、新安、雄县等州县,系三四面水围,深至四五六七尺不等”、“各河溃决,淀边相继决口,洪水直流境内”、“安州、新安二州县境内多有三四面水围村庄,贫民谋生乏术,糊口无资,…先行照例抚恤”、“被灾最重之…安州、新安等八州县…抚恤在案”、“成灾六七分不等”	1956, 1964	1.5倍
2级偏涝	1~2县有水灾记载,出现“傍淀以及形如釜底处所,补种无望,不免成灾”、“大道多洼为水所汇注,易致停积”、“安州、新安…等十六州县亦各禀报洼地田禾被水淹损”、“低洼地亩致被淹浸”、“拒马河等多有冲决”、“本节年应征粮租概行蠲免”等、“歉收三四分不等”	1963, 1973	1.2~1.5倍
1级轻涝	仅记载“春旱秋涝”、“淀周边被淹”、“淀水猛涨”、“涝”、“偏涝”、“晚禾被欠,情形稍轻”、“稼禾伤损”、“水消涸未尽”、“尚存积水”等并不严重的灾情记录,且未提及赈济灾民或蠲免赋税等情况	1967, 1974, 1979	1.0~1.2倍

表3 1986~2016年洪涝灾情及降水量年表

Table 3 Chronology of floods description and precipitation from 1986 to 2016

年份	降水量(mm)	与平均降水量相比	等级	灾情描述
1988	853	1.62倍	3级	海河流域发生1964年以来最大洪水,安新县34万亩农田及苇田被淹,倒塌房屋1216间 ^[21]
1990	693	1.32倍	2级	9月16日,河北省衡水、唐山、保定、邢台、承德、石家庄地(市)的61个县(区)遭受暴雨、风雹袭击 ^[22]
1991	688	1.31倍	2级	7月27~28日,河北省沧州、廊坊、保定3地、市的部分县降大到特大暴雨 ^[23]
1994	788	1.50倍	2级	保定、承德等地(市)遭受风雹、洪涝灾害……15个县、91个乡(镇)受灾,因灾死亡6人;倒塌房屋1446间 ^[24]
1995	716	1.36倍	2级	7月28~29日的一场特大暴雨袭击了保定、廊坊下辖县,有14个县市区受灾,因灾死亡8人,倒塌房屋5989间 ^[25]
1996	586	1.12倍	1级	8月上旬,我省中南部的漳卫、子牙、大清三大河系发生暴雨洪水 ^[26]
2012	573	1.09倍	1级	大清河北支发生较大洪水,洪水陡涨陡落,洪峰流量大;部分河段洪峰流量位于历史第二,但在河道行洪能力可控范围内 ^[27]
2013	589	1.12倍	1级	局部暴雨频繁 ^[28]

生4次, 平均每76 a发生1次, 发生年份分别为: 1738, 1801, 1892和1954年; 3级大涝共发生14次, 平均22 a发生1次, 发生年份分别为1775, 1816, 1819, 1822, 1823, 1890, 1893, 1894, 1950, 1956, 1959, 1964, 1977和1988年; 2级偏涝和1级轻涝各为35和86次, 分别平均9 a和3~4 a发生1次; 302年内总计发生涝灾139次, 平均2~3 a发生1次. 从涝灾发生严重程度看, 在年代际尺度上, 1796~1827, 1886~1898和1948~1965年间灾情较严重; 而1845~1875和1989~2016年间灾情较轻, 未发生3级大涝和4级特大洪涝(图3). 在世纪尺度上, 19世纪灾情最为严重, 共发生2次4级特大洪涝和7次3级大涝; 而1715~1800年灾情较轻, 仅发生1次4级特大洪涝和1次3级大涝; 在最近的半个世纪(1967~2016年)灾情较轻, 未发生4级特大洪涝. 从涝灾发生次数看, 在年代尺度上, 19世纪10~20年代、19世纪80~90年代与20世纪50年代为洪灾频发的年代; 而19世纪50~60年代为低发年代, 且20世纪中期后, 洪灾发生频次呈减少趋势, 最近30年中仅9年受灾, 平均3.33 a受灾1次(图4). 世纪尺度上, 18世纪(1715~1800年)共发生29次洪涝, 平均每3 a发生1次, 为洪灾发生频率最低的时期; 19世纪共发生58次洪涝, 平均每1.72 a发生1次, 为洪灾发生最为频繁的世纪; 20世纪共发生洪涝49次, 平均每2 a发生一次.

2.2 灾情的空间分布

由于县志等史料中记载了雄安3县洪涝灾害发生范围, 因此依据其中不同等级洪涝灾害中受灾、被淹村落、致灾河流和湖泊涨溢范围, 并结合农业丰歉记

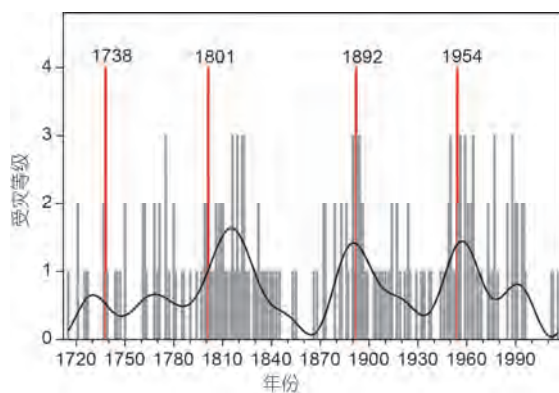


图3 1715~2016年洪涝灾情等级序列. 黑线: 30 a低通滤波曲线; 红线: 4级特大涝灾

Figure 3 Chronology of flood disaster grades from 1715 to 2016. Black line: 30-a low-pass smoothing filter; red line: mega-flood events

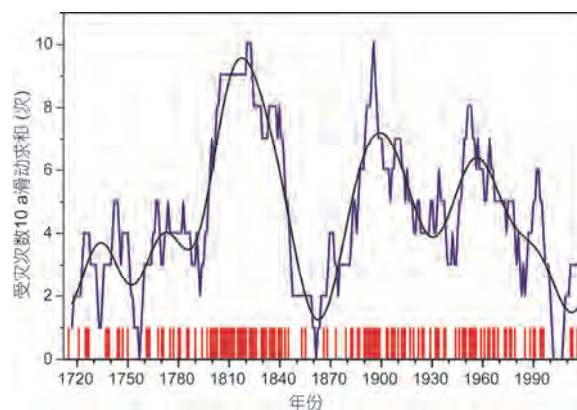


图4 1715~2016年每10年受灾次数动态图. 黑线: 30 a低通滤波曲线; 红线: 受灾年份

Figure 4 Changes of moving flood disasters for each 10-years during 1715~2016. Black line: 30-a low-pass smoothing filter; red lines: the flooding year

录中歉收、成灾地亩位置等信息, 绘制了2~4级洪涝灾害的淹涝范围图. 由于1级轻涝灾情较轻, 仅沿河滨淀处局部地区被涝, 故未成图. 图5显示, 2级偏涝被淹地亩主要分布在滨临白洋淀地区的低洼地带, 以及大清河等河道的沿岸地区, 受灾面积占3县全部地亩的20%~30%(图5(a)). 3级大涝被淹范围向地势较高的周边地区与距河湖较远地区扩展, 如2级偏涝中, 雄县东部的几个孤立被涝区域, 在3级大涝范围中, 与以白洋淀为中心的洪涝区域连成一片, 受灾面积约占全部地亩的50%(图5(b)). 需要说明的是, 今安新县的清水河与白洋淀西南部的中间地带在清代区划中位于安州县(今安州镇)、清苑县两县的交界地带, 当时居民点分布较为稀疏, 对此区域洪涝记载较少, 但此区域地势低洼易于沥水停蓄, 经与周边被淹地带参校对比, 推测这一地区有10余村在3级大涝中存在被淹没风险, 并已在被涝区域图中标示. 而4级特大洪涝则淹没雄安地区大多数地亩, 受灾面积约占全部地亩的80%以上, 仅有容城县北部地势较高区域及雄县中北部距大清河较远地区未被淹; 安新县除局部区域外, 几乎全县被淹(图5(c)), 这可能与安新县地势低洼, 且白洋淀等湖淀广泛分布有关.

3 结论

在过去300年, 雄安地区共发生洪涝灾害139次, 平均2~3 a发生1次. 其中4级特大洪涝灾害4次, 平均76 a发生1次, 发生年份分别为: 1738, 1801, 1892和

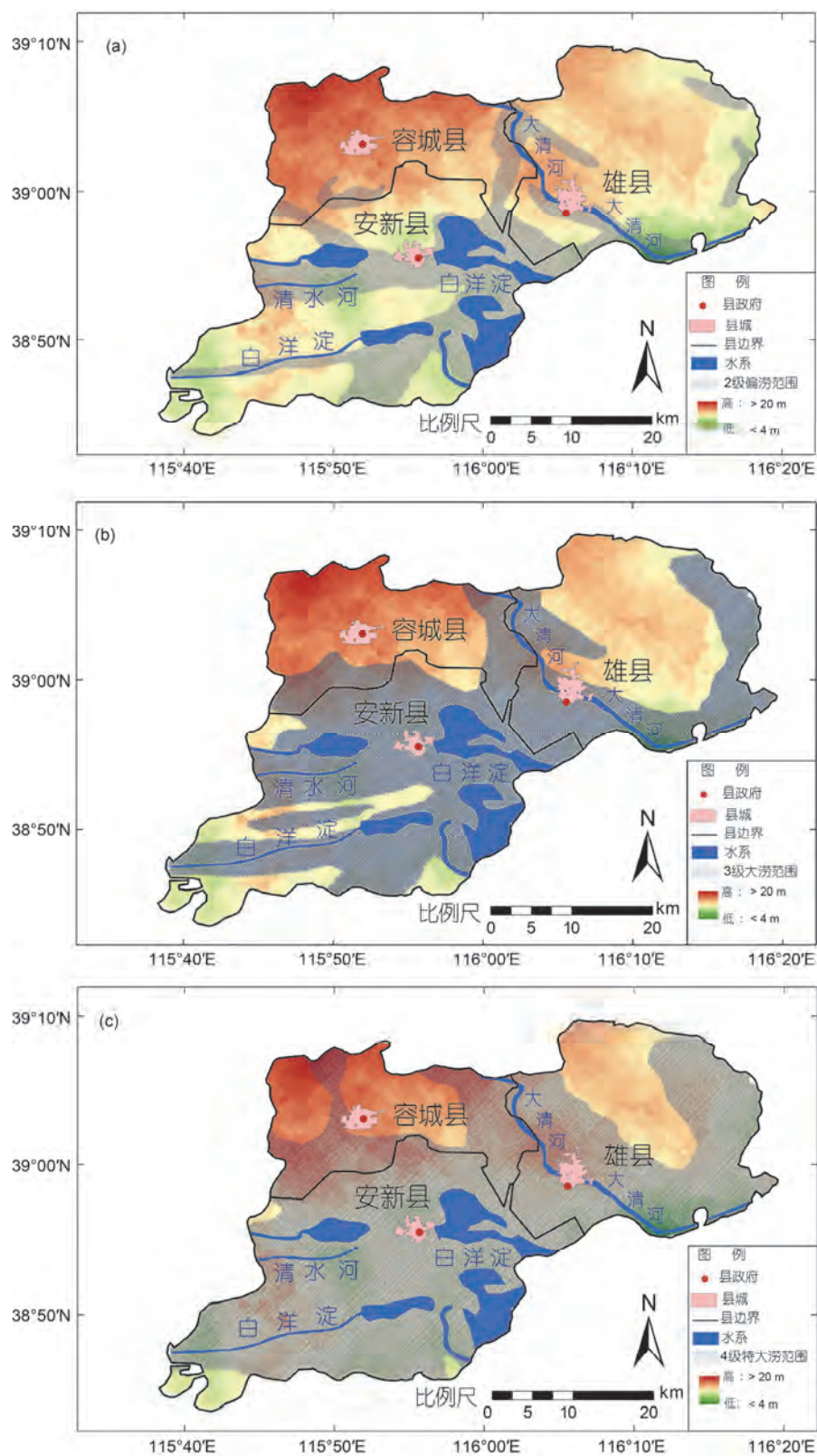


图5 各等级涝灾淹没的空间范围. (a) 2级偏涝范围图; (b) 3级大涝范围图; (c) 4级特大涝范围图

Figure 5 The spatial areas inundated when different level floods occurred. (a) Range of Grade 2 medium flood; (b) range of Grade 3 severe floods; (c) range of Grade 4 mega-flood

1954年; 3级大涝共发生14次, 平均22 a发生1次; 2级偏涝共发生35次, 平均9 a发生1次; 1级轻涝共发生86次, 平均3~4 a发生1次. 雄安地区水灾的发生具有明显阶段性: 1796~1827, 1886~1898和1948~1965年洪涝灾害发生频繁且灾情严重. 近30年涝灾发生次数明显减少, 共9次, 平均3.33 a发生1次, 且无4级特大洪涝灾情出现. 通过统计2~4级涝灾发生区域的空间特征, 发现在2级偏涝中, 滨临白洋淀、大清河等水域

的周边地带被淹, 过水面积占20%~30%; 而4级特大洪涝则淹没雄安地区大多数地亩(容城地势较高地亩除外), 受灾面积约占全部地亩的80%以上. 由于雄安新区境内低洼而多河湖, 降水具有在7~8月集中的特点, 尽管近些年随着降水量逐渐减少, 涝灾发生次数明显降低, 但建设新区是国家百年甚至千年大计, 以史为鉴, 洪涝灾害仍是该区域未来规划设计中需要考虑的重要气候灾害之一.

参考文献

- Hirabayashi Y, Mahendran R, Koirala S. Global flood risk under climate change. *Nat Clim Change*, 2013, 30: 816–821
- Kates R W, Colten C E, Laska S, et al. Reconstruction of New Orleans after Hurricane Katrina: A research perspective. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2006, 103: 14653–14660
- Webster P J, Toma V E, Kim H M. Were the 2010 Pakistan floods predictable? *Geophys Res Lett*, 2011, 38: 30–31
- Xia J, Liu C Z, Ren G Y. Opportunity and challenge of the climate change impact on the water resource of China (in Chinese). *Adv Earth Sci*, 2011, 26: 1–12 [夏军, 刘春葵, 任国玉. 气候变化对我国水资源影响研究面临的机遇与挑战. *地球科学进展*, 2011, 26: 1–12]
- Tao S Y, Li J S, Wang A S. East Asian monsoon and flood disaster in China (in Chinese). *Disaster Reduct China*, 1997, 7: 17–24 [陶诗言, 李吉顺, 王昂生. 东亚季风与我国洪涝灾害. *中国减灾*, 1997, 7: 17–24]
- Ren G Y, Wu H, Chen Z H. Spatial patterns of change trend in rainfall of China (in Chinese). *Quart J Appl Meteorol*, 2000, 11: 322–330 [任国玉, 吴虹, 陈正洪. 我国降水变化趋势的空间特征. *应用气象学报*, 2000, 11: 322–330]
- Zhang X L, Tao S Y, Wei J. An analysis on the basin-wide catastrophic floods in the Yangtze River during the 20th century (in Chinese). *Clim Environ Res*, 2006, 11: 669–682 [张小玲, 陶诗言, 卫捷. 20世纪长江流域3次全流域灾害性洪水事件的气象成因分析. *气候与环境研究*, 2006, 11: 669–682]
- Pišút P. The 1787 flood of the River Danube in Bratislava (in Slovak). *Geogr J*, 2011, 63: 87–109
- Shi Y F, Su B D, Jiang T. Historic evolution of flood hazard in western middle reaches of the Yangtze River: Human impact and current flood situation (in Chinese). *J Nat Disasters*, 2006, 15: 1–9 [施雅风, 苏布达, 姜彤. 长江中游西部地区洪水灾害的历史演变——人文因素与当前趋势. *自然灾害学报*, 2006, 15: 1–9]
- Davenport R W. The Ohio-Mississippi floods of 1937. *Nature*, 1937, 140: 666–669
- Holmes J A, Cook E R, Yang B. Climate change over the past 2000 years in Western China. *Quat Int*, 2009, 194: 91–107
- Ge Q S, Zheng J Y, Hao Z X, et al. State-of-the-arts in the study of climate changes over China for the past 2000 years (in Chinese). *Acta Geogr Sin*, 2014, 69: 1248–1258 [葛全胜, 郑景云, 郝志新, 等. 过去2000年中国气候变化研究的新进展. *地理学报*, 2014, 69: 1248–1258]
- Zheng J Y, Hao Z X, Fang X Q, et al. Changing characteristics of extreme climate events during past 2000 years in China (in Chinese). *Prog Geogr*, 2014, 33: 3–12 [郑景云, 郝志新, 方修琦, 等. 中国过去2000年极端气候事件变化的若干特征. *地理科学进展*, 2014, 33: 3–12]
- Hao Z X, Zheng J Y, Ge Q S. Precipitation cycles in the middle and lower reaches of the Yellow River (1736–2000). *J Geogr Sci*, 2008, 18: 17–25
- Meng G W, Jin F J, Li G P, et al. Xiong'an New Area: Opportunities and challenges for geography (in Chinese). *Geogr Res*, 2017, 36: 1003–1013 [孟广文, 金凤君, 李国平, 等. 雄安新区: 地理学面临的机遇与挑战. *地理研究*, 2017, 36: 1003–1013]
- Jiang L G, Lü P Y, Feng Z M, et al. Land use patterns of the Xiong'an New Area and comparison among potential choices of start zone (in Chinese). *Resour Sci*, 2017, 39: 991–998 [姜鲁光, 吕佩忆, 封志明, 等. 雄安新区土地利用空间特征及起步区方案比选研究. *资源科学*, 2017, 39: 991–998]
- Anxin County Local Annals Codification Committee. *Anxin County Annals* (in Chinese). Beijing: Xinhua Publishing House, 2000. 38–68, 124–125, 150–155 [安新县地方志编纂委员会. *安新县志*. 北京: 新华出版社, 2000. 38–68, 124–125, 150–155]
- Xiong County Annals Codification Committee. *Xiong County Annals* (in Chinese). Beijing: China Social Sciences Publishing House, 1992. 105–109 [雄县县志编纂委员会. *雄县志*. 北京: 中国社会科学出版社, 1992. 105–109]
- Rongcheng County Annals Codification Committee. *Rongcheng County Annals* (in Chinese). Beijing: Local Records Publishing House, 1999. 10–41, 77–86, 462–463 [容城县地方志编纂委员会. *容城县志*. 北京: 方志出版社, 1999. 10–41, 77–86, 462–463]

- 20 Research Institute of Water Conservancy History of Water Conservancy and Hydropower Science Research Institute. HaiheLuanhe River Flood Historical Archives in Qing Dynasty (in Chinese). Beijing: Zhong Hua Book Company, 1981. 6–629 [水利水电科学研究院水利史研究室. 清代海河滦河洪涝档案史料. 北京: 中华书局, 1981. 6–629]
- 21 Chen L, Han Z J. Preliminary analysis of rainstorm flood in June to August in 1988 in Baiyangdian watershed (in Chinese). Haihe Water Resour, 1989, 8: 19–21 [陈林, 韩占军. 白洋淀流域 1988 年 6~8 月暴雨洪水初步分析. 海河水利, 1989, 8: 19–21]
- 22 Chen H L, Li X R, Liu Z W. Disaster information from July to December in 1990 (in Chinese). Disaster Reduct China, 1991, 1: 49–55 [陈洪玲, 李先瑞, 刘自文. 1990 年 7~12 月灾情信息. 中国减灾, 1991, 1: 49–55]
- 23 Chen H L. Disaster information from July to September in 1991 (in Chinese). Disaster Reduct China, 1992, 2: 53–60 [陈洪玲. 1991 年 7~9 月灾情信息. 中国减灾, 1992, 2: 53–60]
- 24 Li X R. Disaster situation from July to September in 1994 (in Chinese). Disaster Reduct China, 1995, 5: 57–65 [李先瑞. 1994 年 7~9 月灾情实况. 中国减灾, 1995, 5: 57–65]
- 25 Li X R. Disaster situation from July to August in 1995 (in Chinese). Disaster Reduct China, 1996, 6: 47–56 [李先瑞. 1995 年 7~8 月灾情实况. 中国减灾, 1996, 6: 47–56]
- 26 Wei Z M, Song G Q. Research on flood control and flood risk management in the “96·8” flood in Hebei Province (in Chinese). Hebei Water Resour, 2010, (Suppl): 18–19 [魏智敏, 宋国强. 河北省“96·8”抗洪与洪水风险管理探索. 河北水利, 2010, (增刊): 18–19]
- 27 Liu Y H. Analysis and comparison between “12·7” storm flood and historical storm floods in Hebei Province (in Chinese). Hebei Water Resour, 2013, 20: 24–33 [刘彦华. 河北省“12·7”暴雨洪水与历史暴雨洪水的分析比较. 河北水利, 2013, 20: 24–33]
- 28 Flood Control and Drought Relief Headquarters in Hebei Province Office. Summary of flood control work in Hebei Province in 2013 (in Chinese). Hebei Water Resour, 2013, 20: 9–10 [河北省防汛抗旱指挥部办公室. 河北省 2013 年防汛工作总结. 河北水利, 2013, 20: 9–10]

Summary for “过去 300 年雄安新区涝灾年表重建及特征分析”

Reconstruction of the chronology and characteristics of flood disasters in the Xiong'an New Area over the last 300 years

Zhixin Hao^{1,2}, Danyang Xiong^{1,2} & Quansheng Ge^{1,2*}

¹ Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

² University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

* Corresponding author, E-mail: geqs@igsnrr.ac.cn

The chronology of flood grades in the Xiong'an New Area between 1715 and 2016 is reconstructed based on Chinese historical documents, specifically the Haihe-Luanhe River Flood Historical Archives from the Qing Dynasty, local gazettes from Anxin, Xiong, and Rongcheng Counties, and peer-reviewed papers published in scientific journals that covered flood disasters and water resources in Hebei Province, and observed precipitation data. Flooded areas at each grade were plotted to analyze the spatial characteristics of flood disasters.

The chronology of flood disaster grades between 1951 and 1985 was initially reconstructed using both county-level event descriptions (intensity and flooded area) and precipitation data. Thus, because the highest level of precipitation (1261 mm, more than twice the average, as reported by records in local gazettes) was experienced in 1954, the disaster was categorized as a grade 4 mega-flood. Similarly, records show that precipitation levels in 1956, 1959, 1964, and 1977 were more than 1.5 times the average, and these were categorized as grade 3 severe floods. Using this method, grade 2 medium floods and grade 1 light floods were defined and recognized. While the grades of floods between 1715 and 1950 were reconstructed based on the literal historical descriptions of the flood disasters, the primary index for floods during the period from 1986 to 2016 was observation data, accompanied by literal records from journals. In this way, a complete reconstruction of flood grade chronology for the period between 1715 and 2016 in the Xiong'an New Area is presented in this study.

The results suggest that 139 flood events have occurred over the past 300 years within the Xiong'an region, at an average rate of approximately once every two to three years. Mega-flood events occurred in 1738, 1801, 1892, and 1954, at a rate of approximately one every 76 years. Fourteen severe floods occurred, in 1775, 1816, 1819, 1822, 1823, 1890, 1893, 1894, 1950, 1956, 1959, 1964, 1977, and 1988, at a rate of approximately once every 22 years, and grade 2 medium floods and grade 1 light floods have occurred 35 and 86 times, respectively. The periods between 1796 and 1827, between 1886 and 1898, and between 1948 and 1965 were characterized by the occurrence of severe flood events, while the periods between 1845 and 1875 and between 1989 and 2016 were characterized by less severe disasters. At the centennial scale, reconstructions show that flood disasters during the 19th century were the most serious, as mega- and severe floods have occurred twice and seven times, respectively, while just one mega- and one severe flood are thought to have occurred during the 18th century. The impact of flood disasters over the last 50 years (between 1967 and 2016) has been relatively weak, however, because no mega-flood has occurred. In contrast, a temporal comparison of the frequency of flood disasters at the decadal scale reveals that these events occurred frequently during the 1810s and 1820s, the 1880s and 1890s, and during the 1950s, while they occurred infrequently during the 1850s and 1860s. Data also show that the frequency of floods has decreased since the middle of the 20th century; at the centennial time scale, the 18th century (between 1715 and 1800) experienced the least flood disasters because events occurred 29 times over this period, which was once every three to four years on average. A total of 58 events occurred during the 19th century, once every one to two years on average, while 49 flood events were recorded throughout the 20th century, once every two years on average. Spatially, grade 2 medium flood disasters have tended to inundate between 20% and 30% of the whole region, especially low-lying areas around rivers and lakes. However, during grade 4 mega-flood disasters, 80% of the Xiong'an region was inundated because these events covered both low-lying and higher areas.

Although the frequency and intensity of flood events have decreased over the last 50 years compared to the historical record, policy makers may nevertheless take into account the spatial and temporal features highlighted in this study for future urban construction planning.

chronology of flood events, historical documents, Xiong'an New Area, the last 300 years

doi: 10.1360/N972018-00068