

明清时期浙江沿海自然灾害的时空分异特征

曹罗丹 李加林 叶持跃 徐谅慧 袁麒翔 王明月 马仁锋 黄大鹏

摘要: 明清小冰期是中国气候的异常期,各种自然灾害频发。通过系统搜集、整理明清时期浙江沿海地区自然灾害历史资料并对其进行统计分析发现,浙江省沿海地区各种自然灾害发生频次和造成的损失具有明显的时空地域分异特征:① 明清时期,随着时间推移,各种灾害发生频次成波动上升的趋势,在明末清初达到一个高峰值;在浙江沿海地区的各种灾害中,水、旱两灾的发生最为频繁,水灾发生频次高于旱灾。② 水灾、旱灾、台风和潮灾是该地区的主要灾害类型,台风与水灾、潮灾之间高度相关,且台风灾害是浙江沿海地区的主要致灾因子,台风灾害诱发的灾害链具有波及面广、危害严重的特点。旱灾和水灾具有显著的相关性,在该地区水、旱两灾在时间尺度上的变化相对一致,这种现象可能是副高季节内振荡所导致的。③ 浙江省自然灾害发生频次和损失程度与地貌形态之间具有一定联系。以平原、丘陵及低山等地貌类型为主的孕灾环境对浙江沿海地区水灾、旱灾、台风灾害和风暴潮灾等4种主要自然灾害类型及其损失的空间分布有着显著的影响。浙北地区水旱灾害变化剧烈,浙中、浙南地区相对较弱。杭州湾地区台风灾害的分布具有湾口多于湾顶,南岸多于北岸的特点。④ 从灾害损失的空间格局来看,特大损失程度灾害的主要类型为潮灾,且集中分布在浙北平原,浙南山地和浙东南平原丘陵分布较少。

关键词: 浙江沿海; 自然灾害; 时空分异特征; 明清时期

DOI: 10.11821/dlyj201409018

1 引言

灾害是当今世界公认的最严重的全球性问题之一^[1]。古人记录自然灾害,具有居安思危,防患于未然的意义^[2]。在人类发展史上,无论是灾害种类,还是灾害强度,中国历来都是世界上的多灾国家。在科技进步的今天,人类对自然灾害的监测与预警能力相较于古代已有极大地提高。但对古代自然灾害的研究,不仅可完整地反映自然灾害的演变史,而且对今后更精确地分析、预测现代灾害的形成演化特征有重要的实际意义及应用价值^[3],并可为当今防灾减灾工作提供科学借鉴。

自然灾害的发生与气候有着密切的联系。根据竺可桢的研究,近5000年的气候变化可分为四个时期:考古期、物候期、方志期和仪器观测时期。其中“方志期”主要是指中国历史上的明清两代,该时期开始盛行修地方志,相应的灾害历史数据较为详尽^[4,5]。从元末到清末,中国历史气候变化进入最为漫长的一个寒冷期,即明清小冰期时期^[6,7],各种自然灾害发生频率都很高,达到历史时期一个新的高点^[8]。这个时期自然灾害的时空特征是历史灾害的研究热点,研究区域涉及西北地区、陇南地区、凉山地区、河西走廊等^[5,9-11]。

中国是典型的季风区,季风气候的不稳定性,导致中国气象灾害频繁发生,严重危害了国民经济和人民生命财产安全^[12]。浙江位于中国东部沿海,频繁的自然灾害已成为制约浙江沿海地区社会经济持续发展的重要因素之一。对于浙江历史自然灾害的研究,主要集中在对单一灾害或旱涝灾害的统计分析研究方面^[13,14],而浙江沿海地区自然灾害的历史资料中,相对完整地记录着灾害发生时间和地点、灾害种类、受灾损失等情况。因此,通过将历史纯文字叙述描述量化,研究历史自然灾害的时空分布特征,对探讨当前灾害形成演化规律及防灾减灾措施具有重要的借鉴意义。

2 资料来源和研究区概况

主要选取 1401AD-1900AD 近 500 年间的各种自然灾害数据进行汇总统计,分析明清历史时间段中各种自然灾害的发生情况,包括其时空分布特征和损失强度。所统计资料主要根据《浙江通志》^[15]、《中国气象灾害大典·浙江卷》^[12]、《清史稿·灾异志》^[16]等以及明清时期浙江沿海地区的府县地方志、档案、正史中有关各府县记录,并参考对照今人相关的研究成果^[12-18],以求得到尽可能全面准确的史籍自然灾害资料。

自 20 世纪 80 年代以来,学者们对历史文献资料中定性数据如何转化为定量数据进行了探索,以气象科学研究院主编的《中国近五百年旱涝分布图集》为代表,该研究首次把描述性的史料转换成定量的等级,系统地反映了中国近 500 年旱涝分布状况^[19]。葛全胜等利用历史文献资料对过去 2000 年中国气候进行定量重建并揭示了气候变化时空规律及其动力学原理^[20,21]。对历史文献中所涉及的灾害信息进行系统的整理和提取,各地方志、记中一般都可派生出受灾的县次和范围以及对灾害的描述等^[22]。若灾害发生时间和地点涉及范围较广,应按照所涉及的季节和县次分别进行统计。由于这些资料的来源、记载特点不同,各地方志、记一般都已经把灾害分类,但历代的分类体系中,都将饥荒、洪涝等非自然灾害或衍生灾害与台风、暴雨等原生灾害混合,故本文在量化过程中,将致灾因子和具体灾害分开统计,使得同一时段各类灾害并发的情况中,因果分明。

浙江沿海地区属于亚热带季风气候,属于中、低纬度的沿海过渡地带,四季分明,加之地形复杂,气象灾害种类繁多。其中,夏秋两季热带气旋(台风)频发,是沿海地区常规性灾害。此外,由于季风的不稳定性,冬夏季风的强弱变化和进退的迟早,造成反常的低温和高温,形成旱涝^[12],对沿海地区农业生产和居民生活带来较大影响。浙江沿海地区关于自然灾害的记录,最早见于东汉元和二年,公元 85 年分别对台州回浦地区“回浦久雨,害稼”和台州临海地区“临海,宁海久雨害稼”两次暴雨的记录^[23]。

根据《浙江地理简志》中浙江省历史建制变化表以及相关文献^[17,18],得到研究区明、清两代的历史行政区划即建制并未发生明显变化,政区范围基本一致。并在此基础上结合现有行政区划,将浙江沿海研究区主要分为嘉兴府、杭州府、绍兴府、宁波府、台州府、温州府 6 个地区。需要说明的是,明朝的定海即是清代的镇海,而舟山在明末清初,清政府为了巩固自己的政权,曾发起两次大移民,舟山沦为空岛,几乎没有相应的灾害史料,为了弥补这一数据缺失,将舟山并入宁波府进行分析^[18]。因此本研究主要对该 6 个地区明清时期的自然灾害进行统计并进一步分析其时空变化分布特征。

3 浙江沿海地区自然灾害发生的时间及损失特征分析

3.1 各种自然灾害发生频次

浙江沿海地区由于其特殊的地理环境,是中国自然灾害频发、种类较多的地区之一。据不完全统计,浙江省沿海地区历史时期共发生水灾、旱灾、台风、潮灾、大雪、低温冷害、雷电、冰雹、龙卷风、大风、地震、虫灾、雹灾、寒流霜冻、雷击、山崩、泥石流、火灾等十几种自然灾害类型。一般所说的水灾泛指洪水泛滥、暴雨积水和土壤水分过多对人类社会造成的灾害,以洪涝灾害为主,本研究把洪涝灾害和暴雨灾害都视为水灾进行统计分析。

对浙江沿海地区(嘉庆、杭州、绍兴、宁波、温州、台州)发生的自然灾害进行统计分析,得到图 1。由图 1 可知,1401AD-1900AD 的 500 年中,各种自然灾害共计发生 2727 次。水灾、旱灾、台风灾害、潮灾等 4 种灾害总共发生 1987 次,其发生频次占有灾害总次数的约 73%,是浙江沿海地区主要的自然灾害类型。其中,水灾与旱灾是浙江沿海最主要的自然灾害类型,水灾发生 780 次,占各种自然灾害总数的 28.6%,平均每年发生 1.56 次;旱灾 642 次,占各种自然灾害总数的 23.5%,平均每年发生 1.28 次,两者占各种自然灾害总数的比例达 52%。台风灾害与潮灾是浙江沿海地区发生频率仅次于水灾与旱灾自然灾害。台风灾害共发生 339 次,占自然灾害发生总数的 12.4%,平均 1.47 年发生一次;潮灾 226 次,占自然灾害发生总数的 8.3%,平均 2.21 年发生一次。此外,地震、虫灾、冰雹、雪灾等灾害的发生次数较少,共计 539 次,其占自然灾害发生总数的比例分别为 6.6%、5.2%、4.9%、3.1%。而剩余的其他灾害,山崩、滑坡、饥荒、疫病共发生 201 次,合计占自然灾害总数的 7.4%。以上分析表明,明清时期浙江沿海地区的自然灾害以水、旱灾害及台风灾害、潮灾为主,与刘毅等^[24]对同期中

国重大自然灾害的时空分异特征研究的结论基本一致。浙江沿海地区自然灾害的类型构成与其所处的特殊地理位置有着必然的关系。浙江沿海地区河网密度，一旦降水量过多，容易形成大范围的水灾；地处季风区，降水变率较大，一旦降水过少，又易形成旱灾；此外，地处东部沿海，风暴潮与台风增水常可形成灾害影响。

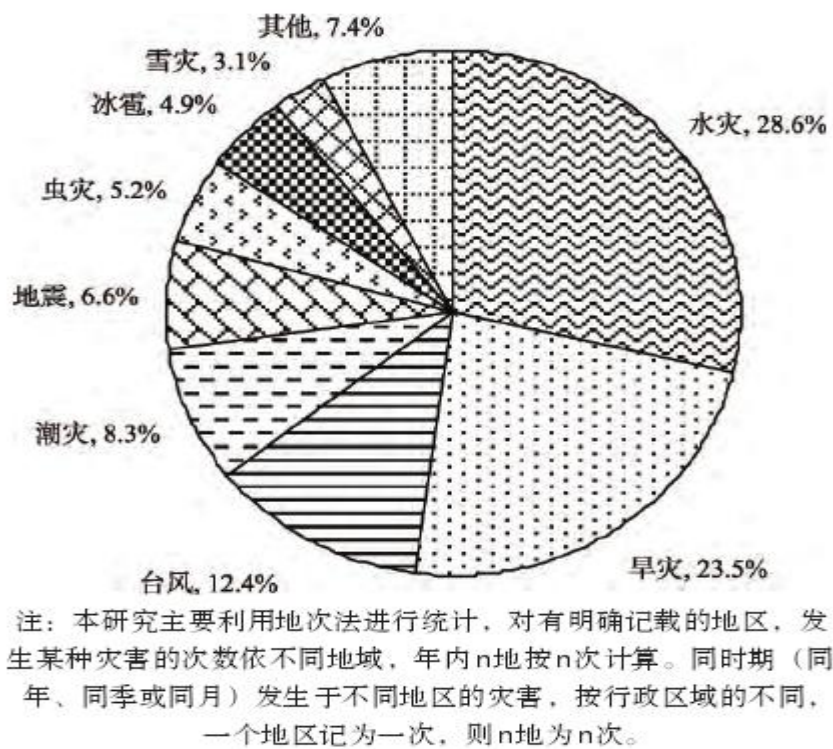


图 1 浙江省沿海地区各自然灾害发生频次饼状图

3.2 各种自然灾害发生年际变化特征

相关研究表明，自然灾害的发生具有一定的阶段性，在一定的时期内发生频次较少，随后则可能进入发生频次较多的高发期^[25]。以 50 年为统计单位，对浙江沿海地区灾害数据进行发生频次统计分析可知（图 2），

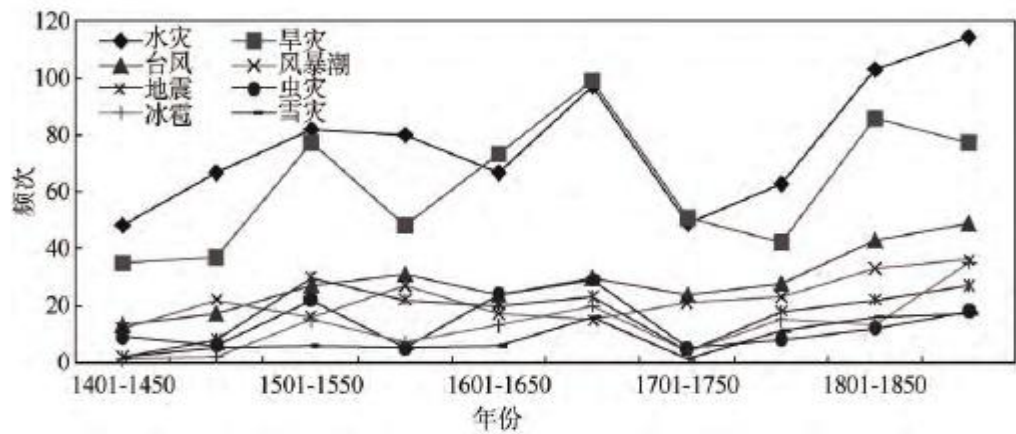


图 2 浙江沿海地区各自然灾害频次曲线图

浙江省沿海地区自然灾害发生频率有以下特征：一是清朝自然灾害发生的频次要高于明朝，随着时间的推移，明清时期自然灾害的发生频次整体上呈逐渐增加的趋势。这当然可能与历史文献记载的详细程度以及政府对自然灾害的重视程度有一定关系^[26]，但是不可否认的是人类活动对自然资源利用强度与自然环境破坏力度的加剧是自然灾害发生频次及灾害损失增大的重要原因。清朝是浙江历史上人口激增的重要时期，人口数量和规模出现飞速增长，达到了历史最高峰^[27]。浙江沿海人口的快速增长造成了突出的人地关系矛盾，大量的山地被开垦，生态环境遭到了严重的破坏，加大了自然灾害的发生频次。二是各种灾害的发生频次均有明显的峰值。在明末清初时期即公元 1650 年附近，浙江沿海地区各种自然灾害的发生频次出现峰值，是灾害的高发期。这与中国整体上的“明清自然灾害群发期”基本一致^[28]；三是浙江沿海地区各种灾害呈现明显的波浪式发展，而水、旱二灾是发生最频繁的灾害类型。总体上看水灾明显多于旱灾，只有在公元 1600-公元 1700 年这段时期，旱灾的发生频次大于水灾。据记载公元 1640 年左右中国的华北和西北地区出现大范围的旱灾^[29-32]，20 世纪 90 年代，学术界认为 16-17 世纪的中国，“水灾少于旱灾几乎是各省的普遍现象”^[33]。而浙江沿海地区旱灾的发生明显滞后于华北和西北地区，说明灾害变化与气候变化类似，都具有一定的穿时性^[13]。

明清时期水灾发生十分频繁，往往大部分年份每年发生数次水灾，从总体时间上看，清代水灾的发生次数明显多于明代，说明随着时间的推移，灾害的发生频次不断增加。从朝代上来看，明代后期的水灾发生频率明显高于前期，清代前期水灾发生率明显高于后中期，这是明清水灾的总体特征。由此看来，灾害的分布都不是均衡的，总是表现出一定的波动状态。

3.3 自然灾害发生的季节变化

对浙江沿海地区灾害的发生季节进行统计（图 3），

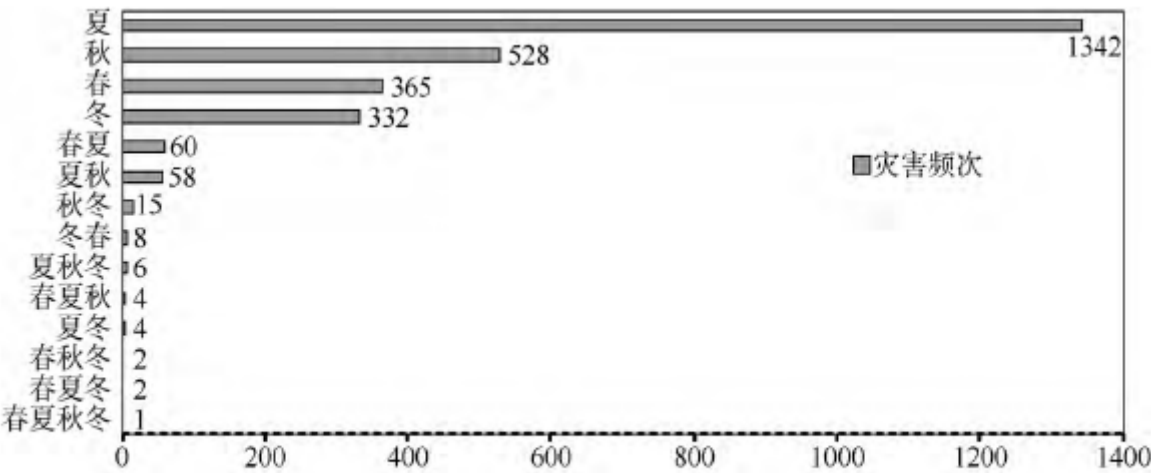


图 3 浙江沿海地区自然灾害季节分布

浙江沿海地区灾害的发生季节，主要为夏季、秋季、春季、冬季、春夏季、夏秋季等。灾害发生的数量为 2685 次，占所有自然灾害发生次数的 98.5%。在单一季节发生的灾害中，夏、秋两季共计发生灾害 1870 次，占总数的 68.6%。其中夏季是灾害多发季节，发生次数达到 1342 次，占统计总量的 49.2%；秋季次之，发生 528 次，占统计总量的 19.4%。春、冬灾害发生较少，以旱灾和雪灾为主，分别为 365 次和 332 次，占统计总量的 13.4%和 12.2%。持续时间跨季节的灾害统计中，春夏和夏秋两季的灾害相对其他跨季节的灾害发生次数也比较多，分别为 58 次和 60 次，占到统计总量的 2.13%和 2.21%，而秋冬、春冬、夏秋冬、春夏秋、夏冬等跨季节灾害的发生次数则非常少，仅占灾害发生总数的 1.5%。

因此，从季节分布来看，夏、秋两季是明清时期浙江沿海地区自然灾害的高发期，冬、春两季则为灾害的相对低发季节。

浙江沿海地区灾害的这种季节分布规律主要是因为其位于季风区，湿润性气候显著，夏秋两季多季风雨且台风影响频繁，易致灾害多发，从而导致水灾和潮灾发生次数较多。冬季气候干燥少雨，气候稳定性强，灾害发生概率相对较低。春季是灾害间歇期向高发期过渡的阶段，气温回升相对稳定、冷暖起伏相对较小，其灾害的发生次数相对较少。

4 浙江沿海地区自然灾害的损失程度及相关性分析

4.1 浙江沿海地区灾害损失程度统计分析

灾害的发生次数与灾害发生的实际损失空间格局分布并不完全一致[24]。灾害发生后损失的程度与各地区气候、地形地势以及人口集中度、经济发展状况密不可分，同一种灾害在不同地区所造成的破坏程度不尽相同。参照《中国近五百年旱涝分布图集》，结合浙江省沿海地区的特点，对浙江沿海地区的灾害划分等级。本文相关的历史记载中，灾情的描述主要有坏田、伤稼、歉收、饥荒、病疫、沉船决堤、断桥、坏城、毁屋、伤人、死亡等类。根据描述的灾情程度，将灾害损失程度分为 5 级：小、中、较大、大、特大^[19]。损失程度为小的灾害发生 1402 次，其判断依据为：无灾情程度或损失描述，如“1518 年秋，余姚海溢”^①。损失程度为中的灾害 373 次，其判断依据是有灾害程度或损失描述。如“1833 年七月十七日，玉环大风雨，田禾尽漂”^②。损失程度为较大的灾害 774 次，其判断依据是有灾害程度描述，且损失满足坏田、伤稼、歉收、伤人、病疫、饥荒任一类，如“1751 年镇海自闰五月至八月雨，大饥”^③。损失程度为大的灾害 140 次，其判断依据是有灾害程度描述，且损失满足决堤、断桥、坏城、毁屋、沉船、和死亡任一类，或死亡百位以下，如“1889 年特大洪水，官园村全村房屋被冲毁，死 85 人”^④。损失程度为特大的灾害 38 次，其判断依据是有灾害程度描述，且损失满足饥荒、决堤、断桥、坏城、毁屋类强化，或死亡上百或有“无数”“甚重”，如“1663 年萧山七月连雨，余姚六月大风潮，漂庐舍，坏禾棉，伤人畜无数”^⑤。

利用 SPSS 对明清小冰期时期的浙江沿海地区灾害损失程度次数进行频率分析，得到表 1。

表 1 灾害损失程度频数分布
Tab. 1 The frequency distributions of loss degree for natural disasters

损失程度	频数(次)	百分比(%)	有效百分比(%)	累积百分比(%)
小	1402	51.4	51.4	51.4
中	373	13.7	13.7	65.1
较大	774	28.4	28.4	93.5
大	140	5.1	5.1	98.6
特大	38	1.4	1.4	100

由表 1 可知，浙江沿海灾害损失程度的发生频数的分布总体上表现为由损失程度小向损失程度特大递减的趋势。损失程度为小的灾害共发生 1402 次，次数占到总损失次数的 50%多，损失特大的为 38 次，其中损失程度中等发生次数要少于损失程度较大，前者为 373 次，后者则达 774 次。尽管损失程度为中的灾害发生频次低于损失为较大的灾害的发生频次，但这可能与历史资料的描述过于简单，导致部分损失中等的灾害被统计到损失程度小 1 级中。因此，总体上看，明清小冰期时期的浙江沿海地区灾害按损失程度的发生频次分布特征符合统计规律，具有一定的可信度。

4.2 各种自然灾害之间的相关性

各种自然灾害的发生往往并不是单独发生的，它们常常在某一时段或某一地区相对集中出现。各种自然灾害之间或多或少存在着一定的联系，往往一种灾害的发生是另外灾害发生的诱因，各种灾害之间相互作用影响，就容易形成灾害链。

各种灾害要素之间相互关系的密切程度，可以用相关系数来解释。相关系数的绝对值越接近 1，表示两要素之间的联系越密切；反之，越接近于 0，表示两要素的关系越不密切。利用 SPSS 相关分析模块，分别探索浙江沿海地区 4 种主要灾害类型即水灾、旱灾、台风和潮灾之间的关联度。由于这 4 个变量之间可能存在同时发生的状况，故在分析时，对这 4 个变量进行交叉分析，得到表 2。

表 2 水灾、旱灾、台风以及潮灾之间的相关性分析
Tab. 2 The correlation analysis among typhoon, flood, drought and tide disasters

		潮灾发生频次	旱灾发生频次	水灾发生频次	台风发生频次
潮灾发生频次	Pearson 相关性	1	0.163	0.635 [*]	0.836 ^{**}
	显著性（双侧）		0.652	0.048	0.003
	N	10	10	10	10
旱灾发生频次	Pearson 相关性	0.163	1	0.762 [*]	0.623
	显著性（双侧）	0.652		0.01	0.055
	N	10	10	10	10
水灾发生频次	Pearson 相关性	0.635 [*]	0.762 [*]	1	0.876 ^{**}
	显著性（双侧）	0.048	0.01		0.001
	N	10	10	10	10
台风发生频次	Pearson 相关性	0.836 ^{**}	0.623	0.876 ^{**}	1
	显著性（双侧）	0.003	0.055	0.001	
	N	10	10	10	

注：^{*}在 0.05 水平（双侧）上显著相关。^{**}在 0.01 水平（双侧）上显著相关。

由表 2 可知，浙江沿海地区 4 种主要自然灾害之间都呈正相关，其中台风灾害发生频次与水灾、风暴潮灾害发生频次的 Pearson 相关系数分别达到 0.876 和 0.836，这说明台风与水灾、潮灾之间是高度相关的，与史培军等^[34,35]对长江三角洲和中国东南沿海台风灾害链的有关论述一致。陈桥驿^[2]对浙江历史上 2405 年的自然灾害的统计分析也表明，在发生水灾的 700 多年相关文字记录中，可以肯定有台风入境的约在 170 年以上，且历史记载中灾情特别严重的水灾，几乎都与台风入境有关。台风灾害是浙江沿海地区的主要致灾因子，台风灾害诱发的灾害链具有波及面广、危害严重的特点。

其中，旱灾和水灾频次的相关系数高达 0.762 且在 0.01 水平上显著相关，说明在该地区水、旱两灾在时间尺度上的变化相对一致，在水灾发生较为密集的时段，旱灾发生亦比较频繁，反之亦然。这也印证了许多学者的研究结果：长江中下游流域大旱与大涝的频次相当，且大旱与大涝常常交替或同年出现^[36-38]。浙江沿海地区地处东部季风区，夏季受东南季风的影响，冬季受西北季风的影响，其中在夏汛期，西北太平洋副高与浙江旱涝关系密切^[39]。若副高较强大，北抬南落的活动空间范围非常大，有利于北太平洋热带气旋登陆中国东南沿海地区，带来充沛的降水，而一旦台风影响较小，夏季气候变得比较干旱。因此副高季节内振荡常常伴随着长江中下游地区的雨涝过程^[40]。

5 浙江沿海地区主要自然灾害空间分异特征

从历史时期的灾害记录来看，灾害损失不仅与灾害本身的强烈程度有关系，同时也与灾害发生区域的地理位置、地貌条件、社会经济发展水平等密切相关^[41]。因此，各地区不同类型的自然灾害发生频次和损失程度空间分布也可能各不相同，表现出一定的地域分异特征^[24]。浙江沿海地区，从地貌学上可以划分为浙北平原区、浙东丘陵区、浙东南平原丘陵区 and 浙南山地区 4 种类型。嘉兴府和杭州府位于浙北平原区，绍兴府和宁波府位于浙东丘陵区，台州府位于浙东南平原丘陵区，温州府位于浙南山地区，不同的孕灾环境导致了浙江沿海地区灾害类型空间分布的差异。以下主要探讨浙江沿海地区的水灾、旱灾、台风灾害、潮灾等 4 种主要自然灾害类型的空间分布及其造成损失程度空间分异特征。

5.1 主要自然灾害空间分布特征

从明清时期浙江沿海地区主要自然灾害类型的空间分布看，各府灾害的发生次数最高为台州府，灾害次数为 393 次，次为绍兴府、宁波府、杭州府与嘉兴府，灾害次数分别为 358 次、334 次、330 次、327 次，最少的温州府为 245 次。考虑到历史记载的详细程度等的影响，可以认为明清时期浙江沿海地区主要自然灾害类型发生总量的空间分布具有相对均一性。

从浙江沿海各府自然灾害类型构成特征看（图 4），

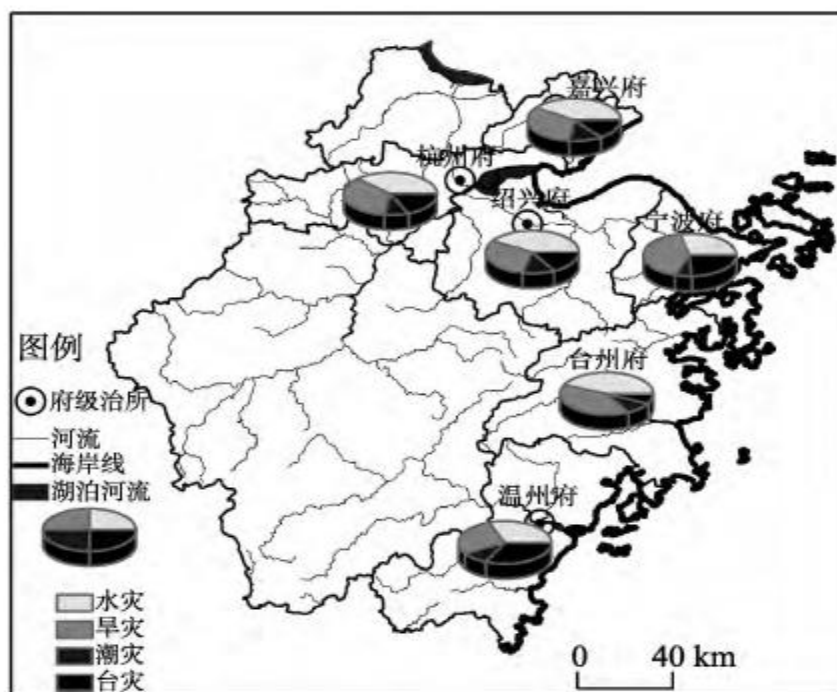


图 4 浙江沿海地区各府主要自然灾害类型构成
注：图 4 的底图为 1820 年清朝嘉庆时期的浙江省矢量图，来源于中国历史地理信息系统（CHGIS），复旦大学历史地理研究中心，2003 年 6 月。

明清时期，浙江沿海各府的自然灾害类型构成与整个沿海地区的自然灾害类型构成基本相同，以水灾与旱灾为主，次为台风灾害与风暴潮灾。从各府水灾与旱灾分布来看，大部分地区水灾的发生频次多于旱灾，只有宁波府旱灾的发生率大于水灾，

旱灾成为宁波府的发生次数最多的灾害类型。宁波府发生的 334 次主要灾害类型中，旱灾为 128 次，远高于水灾的 99 次、台风的 81 次和潮灾的 26 次。如前所述，台州府是浙江沿海地区主要灾害类型发生频次最多的地区，尤以水、旱两灾最为频繁，期间发生水灾 177 次，旱灾 157 次。发生台风灾害次数最多的地区是温州府，共计 83 次。宁波台风灾害发生次数为 81 次，仅次于温州，杭州、嘉兴、台州等府发生的台风灾害相对较少。绍兴府和嘉兴府是发生潮灾较多的地区，分别发生 53 次和 48 次，合占全省潮灾发生次数的 45%，次为杭州、台州、宁波和温州，灾害发生次数从 38 次、37 次、26 次到 24 次不等。

5.2 主要自然灾害损失程度空间分异特征

从浙江沿海各府自然灾害造成损失程度的空间构成特征看（表 3），

表 3 浙江沿海地区各府灾害损失程度构成
Tab. 3 The loss degrees of natural disaster sin the coastal regions of Zhejiang province

损失程度	小		中		较大		大		特大	
	频次	比率 (%)	频次	比率 (%)	频次	比率 (%)	频次	比率 (%)	频次	比率 (%)
嘉兴府	147	45	99	30.3	69	21.1	8	2.4	4	1.2
杭州府	172	52.1	58	17.6	81	24.5	10	3	9	2.7
绍兴府	197	55	55	15.4	86	24	13	3.6	7	2
宁波府	158	47.3	43	12.9	95	28.4	31	9.3	7	2.1
台州府	184	46.8	62	15.8	106	27	35	8.9	6	1.5
温州府	109	44.5	36	14.7	73	29.8	21	8.6	5	2.4

明清时期自然灾害造成损失特大的灾害共 38 次，以杭州府发生频次为最多，其次为绍兴府和宁波府，最少的为嘉兴府，主要的灾害类型是潮灾、台风和水灾。浙江沿海地区的特大损失灾害类型主要是由台风所引起的潮灾，且对浙北平原所造成的影响比较大，而特大旱灾发生频次较小且在浙北平原上分布较少，主要集中在浙江的东部和南部。损失程度为大的灾害主要集中在宁波府和台州府，其次是温州府，在浙江沿海北部的嘉兴府、杭州府和绍兴府分布较少。宁波府发生大程度的台风最多，其次是水灾和潮灾。台州府大程度的水灾发生频次为 18 次，占总数的半数以上，其次为旱灾和台风。说明大程度的灾害类型主要是水灾和台风，潮灾发生的概率较小。而小程度的灾害在绍兴府分布最多，其次为温州府和杭州府。

5.3 主要自然灾害与浙江沿海地貌的关系

各种自然灾害的孕灾环境不同，不同灾害所造成损失的空间格局的差异性，是自然条件下的必然^[26]。以平原、丘陵及低山等地貌类型为主的孕灾环境影响着浙江沿海地区水灾、旱灾、台风灾害和风暴潮灾等 4 种主要自然灾害类型及其损失的空间分布。

浙江沿海地区的平原主要包括位于浙北的杭嘉湖平原、浙东的宁绍平原、浙东南的温黄平原，大部分是第四纪海积、冲积平原，其地势普遍较为低洼，加上平原区地形平坦，河网密布，遇到暴雨时，下游河道径流宣泄不畅，易造成洪水漫流，形成水灾，此外，也极易受到海潮的影响，形成潮灾，并导致内涝。杭州府是明清时期浙江沿海地区农业、社会人口相对集中的地区，也是经济贸易发达的区域，一旦发生灾害，所造成的损失程度必然严重。浙江沿海地区低山丘陵广布，浙东南和浙南地区分布有大面积的低山丘陵，由于浙江人多地少，受人类开发活动影响，低山丘陵区森林破坏、水土流失严重，受短时强降雨

影响,极易引发山洪,往往造成大范围的洪涝灾害,因此低山丘陵区水灾出现的频率也较高。台风是浙江沿海地区的主要致灾因子,台风的影响不仅频繁而且程度也比较严重。影响浙江沿海的台风类型较多,加上台风强度,登陆点或路径不同,对浙江沿海地区各处带来的影响也有较大差异。从统计数据来看,浙东丘陵、浙南山地台风的发生次数较多,说明在明清时期,台风多在宁波府和温州府登陆,这两个地区首当其害,受到的台风影响较大。而影响杭州湾的台风,湾口多于湾顶,南岸多于北岸。浙江沿海风暴潮的灾害地域,多集中于杭州湾南北两岸,主要是由于杭州湾是一个典型的喇叭型河口湾,地形对潮波有集能作用,风暴潮的强度增加。总体而言,无论是从灾害形成原理还是统计结果来看,浙江沿海地区自然灾害发生频次和损失程度与地貌形态之间具有一定的联系。

6 结论与讨论

区域内各种自然灾害的组合以及灾害链的变化是影响自然灾害空间分布规律的主要因素。通过对明清时期浙江沿海地区自然灾害历史统计数据和文献史料的分析,浙江沿海地区各种自然灾害发生频次和造成的损失具有明显的时空地域分异特征:

① 明清时期浙江沿海地区各种自然灾害的发生频次随着时间推移,成波动上升趋势,并在明末清初达到一个高峰值。清朝是浙江历史上人口激增的重要时期,人口数量达到历史的高峰,人类活动对自然生态环境的加剧破坏增大了灾害的发生频次。在浙江沿海地区的各种灾害中,水、旱两灾发生最为频繁,水灾发生频次高于旱灾。水灾、旱灾、台风灾害以及潮灾是该地区的主要 4 种灾害类型,台风与水灾、潮灾的发生是高度相关的,且台风灾害是浙江沿海地区的主要致灾因子,台风灾害诱发的灾害链具有波及面广、危害严重的特点。旱灾和水灾具有显著的相关性,在该地区水、旱两灾在时间尺度上的变化相对一致,这种现象可能是副高季节内的振荡所导致的。

② 浙江沿海自然灾害发生频次和损失程度与地貌形态之间具有一定的联系。各种自然灾害的发生受孕灾环境的影响,平原、丘陵以及低山等不同地貌单元,灾害发生的频次和带来的损失的空间格局也不相同。从明清时期水灾的格局可以明显看出,浙江沿海平原地区是水灾较为严重的区域,其中浙北地区的水旱灾害发生频次的变化幅度高于浙中、浙南地区,说明浙北地区的水旱灾害变化剧烈,而浙中、浙南地区相对较弱。明清时期宁波府和温州府受台风影响较大,首当其害,而杭州湾地区台风灾害的分布具有湾口多于湾顶,南岸多于北岸的特点。由于杭州湾是一个典型的喇叭型河口湾,对潮波有集能作用,因此浙江沿海的风暴潮灾害主要集中在杭州湾南北两岸的杭嘉湖平原及宁绍平原区。

③ 从灾害损失的空间格局来看,损失程度特大灾害的主要类型为潮灾,且集中分布在浙北平原,浙南山地和浙东南平原丘陵分布较少。在相同的致灾强度下,灾害损失的大小主要取决于该区域人口以及社会经济等承灾体的类型及其空间配置关系。浙北平原上的杭州府是当时人口、农业和社会经济发展的中心,明清时期中国正处于农业社会,一旦发生大的自然灾害容易导致大范围的饥荒和疫病,造成的损失较大。

现代科技为自然灾害的预警、监测及灾后损失评估提供了技术支撑,而历史自然灾害研究由于受限于历史资料数据的可得性及其不同时期史料记载的详略差异,与当代自然灾害的研究有很大不同,特别是在进行历史自然灾害进行统计分析时可能出现偏差,这种偏差不仅仅是体现在灾害发生的次数上,而且在灾害持续时间、灾害损失等方面都难以进行细致准确的统计分析,从而影响对历史灾害的精确描述与分析。此外,对于历史自然灾害的研究大多基于统计分析的方法,而统计分析方法对历史灾害统计数据的完整性和准确性要求高,否则研究中确定的各种统计分析标准就可能缺乏科学性,从而影响研究结论。如灾害损失评估中,随着社会经济发展水平的提高及防灾减灾能力的提高,灾害造成的人员伤亡逐渐减少,而经济损失则不断增加,通过人员伤亡来研究历史上不同时期的灾害损失本身就存在局限性。因此,如何获取更为详尽的史料数据是历史自然灾害深入研究的难点,而历史自然灾害损失评估与社会经济发展水平之间的关系,历史自然灾害对人口迁移、城市迁建等的影响则是未来相关研究的重点。

注释:

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41171073, 41101517); 浙江省科技厅公益项目 (2010C33155) ; 浙江省自然科学基金项目 (Y5110321); 浙江省社科规划项目 (12JDHY01Z, 13JDHY01Z); 宁波市自然科学基金项目 (2010A610105)

作者简介: 曹罗丹 (1990-), 女, 河南许昌人, 硕士, 主要从事洪涝灾害遥感监测研究。E-mail: caoluodan@qq.com

通讯作者: 李加林 (1973-), 男, 浙江台州人, 教授, 博士生导师, 主要从事海岸带资源开发及自然灾害研究。E-mail: nbnj2001@163.com

参考文献:

- [1] 袁祖亮. 中国灾害通史·明代卷. 郑州: 郑州大学出版社, 2009: 2-5.
- [2] 陈桥驿. 浙江省历史时期的自然灾害. 中国历史地理论丛, 1987, 1(1): 5-17.
- [3] 郭涛, 谭徐明. 中国历史洪水和洪水灾害的自然历史特征. 自然灾害学报, 1994, 3(2): 34-40.
- [4] 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 中国科学, 1973, 3(2): 168-189.
- [5] 朱圣钟. 明清时期凉山地区水旱灾害时空分布特征. 地理研究, 2012, 31(1): 23-33.
- [6] Lamb H H. Climate, Present, Past and Future. London: Methuen, 1977.
- [7] 王劲松, 陈发虎, 杨保, 等. 小冰期气候变化研究新进展. 气候变化研究进展, 2006, 2(1): 21-27.
- [8] 王绍武, 叶瑾琳, 龚道溢. 中国小冰期的气候. 第四纪研究, 1998, 18(1): 54-64.
- [9] 彭莉. 明清时期西北地区农业灾害研究. 咸阳: 西北农林科技大学硕士学位论文, 2009.
- [10] 李宗慈. 明清时期陇南地区自然灾害研究. 兰州: 西北师范大学硕士学位论文, 2012.
- [11] 郁科科, 赵景波, 罗大成. 河西走廊明清时期旱灾与干旱气候事件初步研究. 干旱区研究, 2011, 28(2): 288-293.
- [12] 温克刚. 中国气象灾害大典·浙江卷. 北京: 气象出版社, 2006.
- [13] 叶玮, 赵虎, 王俊荆, 等. 明末浙江水旱灾害分布规律与成因分析. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2008, 26(4): 9-13.
- [14] 庞茂鑫, 斯公望. 浙中东部沿海地区历史时期旱涝灾害的气候分析. 科技通报, 1992, 8(4): 213-218.
- [15] (清) 沈翼机. 浙江通志. 上海: 上海古籍出版社, 1987.

-
- [16] 赵尔巽. 清史稿. 北京: 中华书局, 1967.
- [17] 陈桥驿. 浙江地理简志. 杭州: 浙江人民出版社, 1985: 275-281.
- [18] 何淑芳. 浙江沿海地区自然灾害对其主要产业的影响风险综合评估研究. 宁波: 宁波大学硕士学位论文, 2011.
- [19] 中国气象局气象科学研究院. 中国近 500 年旱涝分布图. 北京: 地图出版社, 1981: 321-332.
- [20] 葛全胜, 郑景云, 满志敏, 等. 过去 2000a 中国东部冬半年温度变化序列重建及初步分析. 地学前缘, 2002, 9(1): 169-181.
- [21] 郑景云, 邵雪梅, 郝志新, 等. 过去 2000 年中国气候变化研究. 地理研究, 2010, 29(9): 1561-1570.
- [22] 郑景云, 郝志新, 狄小春. 历史环境变化数据库的建设与应用. 地理研究, 2002, 21(2): 146-154.
- [23] (汉)班固. 汉书·五行志. 北京: 中华书局, 1962.
- [24] 刘毅, 杨宇. 历史时期中国重大自然灾害时空分异特征. 地理学报, 2012, 67(3): 291-300.
- [25] 唐兵, 安瓦尔·买买提明. 1949-1990 年塔里木盆地自然灾害时空分布特征研究. 干旱区资源与环境, 2012, 26(12): 124-129.
- [26] 马强, 杨霄. 明清时期嘉陵江流域水旱灾害时空分布特征. 地理研究, 2013, 32(2): 257-265.
- [27] 王业键, 黄莹珏. 清代中国气候变迁、自然灾害与粮价的初步考察. 中国经济史研究, 1999, 14(1): 5-20.
- [28] 王嘉荫. 中国地质史料. 北京: 科学出版社, 1963: 77-114.
- [29] 袁晓玉, 薛根元, 顾俊强, 等. 浙江省洪涝灾害的统计分析. 灾害学, 2002, 17(1): 56-61.
- [30] 李明志, 袁嘉祖. 近 600 年来我国的旱灾与瘟疫. 北京林业大学学报: 社会科学版, 2003, 2(3): 40-43.
- [31] 谭徐明. 近 500 年我国特大旱灾的研究. 防灾减灾工程学报, 2003, 23(2): 77-83.
- [32] 赵景波, 陈颖, 周旗. 延安地区明代、清代干旱灾害与气候变化对比研究. 自然灾害学报, 2011, 20(5): 82-89.
- [33] 陈关龙, 高帆. 明代农业自然灾害之透视. 中国农史, 1991, 11(4): 8-15.
- [34] 帅嘉冰, 徐伟, 史培军. 长三角地区台风灾害链特征分析. 自然灾害学报, 2012, 21(3): 36-42.
- [35] 王静爱, 雷永登, 周洪建, 等. 中国东南沿海台风灾害链区域规律与适应对策研究. 北京师范大学学报: 社会科学版, 2012, 21(2): 130-138.

[36] 梅惠, 李长安, 徐宏林. 长江中游水旱灾害特点与水旱兼治对策: 以“两湖”地区为例. 华中师范大学学报: 自然科学版, 2006, 40(2): 287-290.

[37] 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): 231-242.

[38] 黄忠恕. 长江流域历史水旱灾害分析. 人民长江, 2003, 34(2): 1-3.

[39] 钟元, 顾骏强, 滕卫平, 等. 浙江省汛期旱涝趋势对气候变暖的响应. 浙江大学学报: 理学版, 2007, 34(1): 106-114.

[40] 吴志伟, 何金海, 李建平, 等. 长江中下游夏季旱涝并存及其异常年海气特征分析. 大气科学, 2006, 30(4): 570-577.

[41] 刘成武, 黄利民, 吴斌祥. 湖北省历史时期洪、旱灾害统计特征分析. 自然灾害学报, 2004, 13(3): 109-115.