



“十二五”国家重点图书出版规划项目
“十一五”国家科技支撑计划重点项目

综合风险防范关键技术与示范丛书

综合风险防范

长江三角洲地区综合自然灾害风险评估与制图

史培军 王静爱 方修琦 叶 瑜 著
辜智慧 葛 怡 卓 莉 徐 伟



科学出版社

综合风险防范关键技术与示范丛书

综合风险防范

长江三角洲地区综合自然灾害风险评估与制图

史培军 王静爱 方修琦 叶 瑜 著
辜智慧 葛 怡 卓 莉 徐 伟

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书对长江三角洲地区台风、洪水和干旱等主要历史气候灾害进行了风险诊断,并对不同尺度的承灾体遥感测量方法、自然灾害社会脆弱性评估方法和典型台风—滑坡灾害链风险评估进行了探讨,同时评估了基于公里网和县乡行政单元的长江三角洲地区综合自然灾害风险和基于土地利用单元的典型城市综合自然灾害风险,阐述了长江三角洲地区综合自然灾害风险地图制图和数字地图系统。

本书可供灾害学、风险管理、应急技术、防灾减灾、地理、资源、环境、保险、生态、农业等领域的政府工作人员、研究人员、企业管理人员以及高等院校的师生等参考,也可作为高等院校相关专业研究生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

综合风险防范:长江三角洲地区综合自然灾害风险评估与制图/
史培军等著. —北京:科学出版社, 2014. 6
(综合风险防范关键技术与示范丛书)

ISBN 978-7-03-040579-1

I. ①综… II. ①史… III. ①长江三角洲—自然灾害—风险评估②长江
三角洲—自然灾害—风险分析—制图 IV. ①X43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 094519 号

责任编辑:朱海燕 彭胜潮 杨帅英 等 / 责任校对:刘亚琦

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 6 月第一次印刷 印张:25 1/4 插页:2

字数:600 000

定价:198.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

长江三角洲地区是中国的经济中心之一，也是受台风、洪水等自然灾害严重影响的地区之一。开展对长江三角洲地区综合自然灾害风险评估的研究，特别是编制大比例尺自然灾害风险地图，对制定该区域综合防灾减灾对策、减轻自然灾害损失有着重要的科学与实践价值，也是当前我国综合自然灾害风险管理中一项重要而迫切的任务。

2008年汶川地震后，科技部通过组织专家广泛论证，设置了国家“十一五”科技支撑计划项目“中国重大自然灾害风险等级综合评估技术研究”(2008BAK50B00)。该项目由中国科学院资源环境科学与技术局牵头组织，中国科学院地理科学与资源研究所所长刘毅研究员负责，北京师范大学史培军教授和徐伟副教授作为课题负责人承担了第七课题“长三角地区自然灾害风险等级评估技术研究”(2008BAK50B07)的科研任务。同时，中国科学院南京地理与湖泊研究所、中国地震局地球物理研究所、国家基础地理信息中心、国家气候中心、中国地质环境监测院、广东省气候中心、南京大学、中山大学、中国地质大学(武汉)和深圳大学等单位的相关研究人员也参加了此项科研任务。

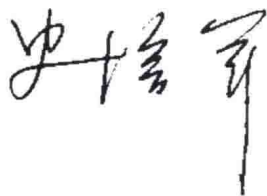
《综合风险防范：长江三角洲地区自然致灾因子与风险等级评估》和《综合风险防范：长江三角洲地区综合自然灾害风险评估与制图》是“长三角地区自然灾害风险等级评估技术研究”课题所取得的部分成果。《综合风险防范：长江三角洲地区自然致灾因子与风险等级评估》对长江三角洲地区台风、风暴潮、洪水、干旱、地震、崩塌、滑坡和泥石流等主要自然灾害进行了风险诊断，同时基于公里网单元和县乡行政单元对这一地区的自然灾害风险评估进行了系统而深入的研究。《综合风险防范：长江三角洲地区综合自然灾害风险评估与制图》对长江三角洲地区主要历史气候灾害进行了风险诊断，并对不同尺度的承灾体遥感测量方法、自然灾害社会脆弱性评估方法和典型台风—滑坡灾害链风险评估进行了探讨；同时，基于公里网单元、县乡行政单元对研究区综合自然灾害风险评估及基于土地利用单元对典型城市综合自然灾害风险评估进行了深入研究，对综合自然灾害风险地图制图和数字地图系统进行了系统的阐述。

这两本专著的总体设计和统一审定由史培军和徐伟完成；《综合风险防范：长江三角洲地区自然致灾因子与风险等级评估》由徐伟、田玉刚、张勇、郑璟、方伟华、吕红山、杨旭东、万荣荣、赵婷婷和史培军等完成；《综合风险防范：长江三角洲地区综合自然灾

害风险评估与制图》由史培军、王静爱、方修琦、叶瑜、辜智慧、葛怡、卓莉和徐伟等完成；两本专著中的地图插图由王静爱、周垠和连芳统一设计和绘制。在两本专著的编写过程中，北京师范大学明晓东、方建、周垠、刘宝印、陈文方、胡馥好和中国地质大学(武汉)杜渊会等帮助整理资料、计算或绘图，特此致谢！此外，作者对在课题中期和结题评估过程中提出宝贵意见的各位专家表示衷心感谢！

在这两本专著的编写中，除了得到前述国家“十一五”科技支撑计划课题的支持外，还得到了教育部-国家外国专家局高等学校学科创新引智计划“北京师范大学综合灾害风险管理创新引智基地”(B08008)和国家自然科学基金委员会创新研究群体科学基金“地表过程模型与模拟”(41321001)项目的支撑。

北京师范大学



2014年3月

目 录

前言

第 1 章	历史气候变化与历史气候灾害分析	1
1.1	历史气候灾害数据库与历史气候灾害重建方法	1
1.2	江浙沪地区历史干旱、洪水灾害变化	11
1.3	长江三角洲地区历史台风灾害变化	21
1.4	重特大自然灾害案例及其重现的影响情景分析	30
第 2 章	不同空间尺度承灾体的遥感测量	50
2.1	国内外研究进展	50
2.2	基础数据	58
2.3	不透水面丰度提取	62
2.4	基于 GeoEye-1 以及 IRS-P5 的建筑物信息提取	74
2.5	不同空间分辨率下人口空间分布模拟	90
2.6	基于土地利用的 GDP 空间分布模拟	123
第 3 章	长江三角洲地区社会脆弱性评估	126
3.1	国内外对脆弱性研究的进展	126
3.2	脆弱性评估模型	135
3.3	脆弱性评估常用方法	139
3.4	应用：长江三角洲地区的社会脆弱性评估	144
第 4 章	长江三角洲地区灾害链风险评估	175
4.1	灾害链国内外研究进展	175
4.2	灾害链损失/风险评估的理论基础	183
4.3	长江三角洲地区台风灾害链分析	185
4.4	长江三角洲地区台风-滑坡相互关系研究	192
第 5 章	长江三角洲地区综合自然灾害风险评估	202
5.1	国内外研究进展	202
5.2	综合自然灾害等级评估	213
5.3	基于信息扩散的综合自然灾害风险评估	252
第 6 章	长江三角洲地区典型区域综合自然灾害风险评估	274
6.1	基于城市用地单元的区域综合自然灾害风险评估概念模型	275
6.2	典型区介绍	279
6.3	城市用地单元自然灾害损失信息库构建	282
6.4	上海市综合自然灾害风险评估	286

6.5	苏州市综合自然灾害风险评估	296
6.6	宁波市综合自然灾害风险评估	304
第7章	长江三角洲地区综合自然灾害风险地图编制	314
7.1	基于区域灾害系统理论的综合自然灾害风险地图内容体系	314
7.2	基于信息传输理论的综合自然灾害风险地图结构体系	320
7.3	长江三角洲地区综合自然灾害风险系列地图制图设计	322
7.4	自然灾害风险地图自动制图等级表达思考	351
第8章	长江三角洲地区数字自然灾害风险地图系统	357
8.1	长江三角洲地区数字自然灾害风险地图系统总体构架	357
8.2	长江三角洲地区数字自然灾害风险地图系统数据库设计与管理	359
8.3	长江三角洲地区数字自然灾害风险地图系统开发与使用	367
参考文献		380

第 1 章 历史气候变化与历史气候灾害分析*

在中国的历史长河中，自然灾害一直与人类活动相伴而行，给人们的生产生活带来了诸多的损失和危害。历史是现在和未来的钥匙，分析历史时期自然灾害的形成原因与时空变化格局，重建历史时期发生的重大典型灾害事件，可以加深对自然灾害发生特点和规律的认识，为准确描述自然灾害危险性及进行现代自然灾害风险评估提供长时间序列的数据支持和参照情景，进而可以为人类防御和适应未来重大气候灾害提供科学的决策依据。

1.1 历史气候灾害数据库与历史气候灾害重建方法

1.1.1 历史自然灾害史料来源及资料质量评估

中国历史文明悠久，在数量浩瀚的文献典籍中丰富的历史灾害记载是历史自然灾害研究的宝贵资料。本书搜集了 1644 ~ 1949 年长江三角洲地区各种有关干旱、洪水(包括水灾和涝灾，在本书中统一用洪水)或台风的历史记录，其中干旱、洪水资料的范围为江苏、浙江和上海全境，部分年份资料覆盖全国。这些记录来自于方志、档案、日记和文集共三大类史料。

第一类：方志类资料。在众多的历史文献中，种类丰富、数量繁多的地方志资料是研究历史灾害最重要的数据源之一。方志中较好地保存了当地历史上所发生的重要自然和社会灾害事件的完整记载，其中包括水、旱、地震等，它们主要分布在各地方志中的“祥异志”“符瑞志”“灾异志”“杂记志”“大事记”等栏中，直接或间接地反映出当时的天气、气候和灾害情况。由于地方志的编纂是为了向地方官提供参考，所以一般比较严谨。地方志多数是本地人写本地区的志，由于对周边人熟、地区熟，便于调查采访，甚至是作者自己的所见所闻，所以有条件记载得详细、可靠。同时，地方志中的大多数内容是后任记前任的，需要避讳的地方较少(张丕远等，1999)。20 世纪 70 年代，中央气象局和各省市气象部门查阅大量以地方志为主的历史文献，绘制完成了《中国近五百年旱涝分布图集》。王绍武和赵宗慈(1979)通过对中国东部地区近 500 年干旱、洪水情况的分析，认为利用历史文献资料重建的几种干旱、洪水分布类型和现代利用器测资料分析出来的干旱、洪水分布类型高度一致，完全可以衔接分析。本书共收集了 7 套以方志记录为主的整编资料(表 1-1)，以及 1204 本清代的原始地方志，包括省志、府志、县志等，其中江苏和上海 369 本、浙江 509 本、安徽 227 本、江西 99 本。

* 本章执笔人：北京师范大学方修琦、叶瑜、张向萍、崔玉娟、晏朝强、张玉洁、黄红铸、魏学琼，青海师范大学刘峰贵。

第二类：清代和民国洪水档案资料。清代档案主要包括清内阁大库档案、清军机处方略馆大库档案、清史馆大库档案、宫中各处档案以及清代宫外各衙门和一些私人所存档案，目前主要存于中国第一历史档案馆内，总藏量约有 1000 万件（册）。民国历届中央政权机构的国家综合性档案现存于中国第二历史档案馆中，计有 760 个全宗，140 多万卷（张丕远等，1999）。本书收集的洪水档案记录来自于我国七大江河流域的洪水档案史料、《清代奏折汇编——农业·环境》（葛全胜，2005）、《中国近代灾荒纪年》（李文海，1990）等整编资料中（表 1-1）。洪水档案对每年全国水情和灾情过程有着翔实的描述，时间分辨率一般可以精确到“日”，对雨情、水情及灾情记载较清楚，但有时对地点记载比较模糊。

第三类：日记和文集。私人日记中有关天气的描述对研究历史灾害有重要的价值。清朝中后期的长篇日记多记载了逐日的天气观察，是分析一个地方较长天气过程的有效资料，它的优越性其他资料不可替代的。日记中天气记录的精度与档案中的晴雨录资料相当。日记中的记载都是作者亲身体验的事情，可靠性好。但是，日记随作者的游历而出现记载地点的变化，给研究带来不便。本书收集的日记和文集主要是清朝的（表 1-1）。

表 1-1 收集整编资料一览表

文献名称	资料类型
《清代长江流域西南国际河流洪涝档案史料》	档案
《清代珠江韩江流域洪涝档案史料》	档案
《清代黄河流域洪涝档案史料》	档案
《清代淮河流域洪涝档案史料》	档案
《清代海河流域洪涝档案史料》	档案
《清代辽河、松花江、黑龙江流域洪涝档案史料》	档案
《清代奏折汇编——农业·环境》	档案
《中国三千年气象记录总集》	方志
《淮河和长江中下游旱涝灾害年表与旱涝规律研究》	以方志为主
《中国气象灾害大典》	以方志为主
《江苏省近两千年洪涝旱潮灾害年表》	以方志为主
《江苏省气候历史资料（公元 234 ~ 1975 年）》	以方志为主
《杭嘉湖平原水灾成因考》	以方志为主
《上海地区自然灾害史料汇编（公元 751 ~ 1949 年）》	以方志为主
《太平天国史料丛编简辑》	正史
《漏网喁鱼集》	文集
《清史纪事本末》	文集
《清史稿》	正史
《清代日记汇抄》	日记
《己酉被水纪闻》	日记

不同整编资料收集记录的目的和空间范围不同,因此它们对灾害信息的记述和表达也具有选择性,有可能使所收集记录的信息不完全,给再次使用这些整编资料进行历史灾害重建带来了一定的不确定性,因此对这些信息的准确性需要考证和甄别(方修琦,2007)。在整编资料中,整编方志资料的问题较大,针对其可能存在的资料质量问题,以1849年洪水灾害记录为例,提供记录数、受灾区域、灾损、灾害响应等方面的分析对比,对《中国气象灾害大典》(以下简称《灾害大典》)、《中国三千年气象记录总集》(以下简称《三千年总集》)、《淮河与长江中下游旱涝灾害年表和旱涝规律研究》(以下简称《江淮年表》)及《江苏省近两千年洪涝旱潮灾害年表》(以下简称《江苏年表》)四套以方志为主的整编资料进行质量评估,重点分析不同类别整编方志资料相对于原始方志记录对灾害信息记载的完备程度(张向萍等,2011)。

在四套整编资料中,收集到的长江中下游江苏、安徽、浙江、江西、上海五省市1849年的洪水灾害记录277条。来源于直隶府、州、厅志和府属州、厅、县志的记录数为245条,占88.45%,其中,《江淮年表》收录66条,《江苏年表》收录28条,《三千年总集》收录96条,《灾害大典》收录55条;省志和乡村特色小志水旱资料在总记录中所占比例为11.55%。因此,在使用各类整编方志资料记录时,可以优先使用其中的县志记录,它们的数量多,来源可靠,可信度高,能够满足空间分辨率为县一级的历史气候灾害重建。府志或省志记录的区域广、内容概括,综合性强,数量少,在进行县级空间分辨率的历史气候灾害重建时,可以作为补充和参考。乡志和一些特色的地方小志虽然空间分辨率较高,但其数量少,记录的空间范围有限,可以和县志记录进行相互比对和佐证。

从五省市的1204本原始方志中摘录出1849年洪水灾害记录132条。将132条原始方志记录中属于同一府、州、厅、县不同版本的方志记录进行归并、筛选,共得到107条记录,其中安徽24条,江苏24条,江西26条,上海8条,浙江25条(表1-2)。就江苏而言,《江淮年表》、《江苏年表》、《三千年总集》、《灾害大典》与同县归并后的24条原始方志资料完全对应的记录数分别为18条、15条、14条、0条,占原始方志记录比例分别为75%、62.5%、58.3%、0%。四套资料综合后,记录数可达到24条,比例相应提高到100%。将安徽、江西、上海、浙江四省份四套资料综合后,与归并后的原始记录完全对应的比例都有很大的提高,分别可以达到83.3%、80.8%、100%、72%。五个省份合并后,四套资料与原始方志资料完全对应的记录数分别为54条、17条、69条、34条,比例分别为50.5%、15.9%、64.5%、31.8%。四套整编资料记录综合同县归并后与原始方志资料完全对应的记录数达到91条,其比例提高到86%。以上结果表明,每套整编资料对该事件的描述记录都有遗漏,四套整编资料记录合并后仍有14%的遗漏,因此,在进行历史气候灾害重建时,每套整编资料在使用前需要对记录的完整性进行评估,最好综合使用多种整编方志资料,使收集的记录对历史事件的描述更加详细、完整和全面,提高研究结论的可信度。

从灾损、灾害响应方式、救灾措施三个方面对四套资料的完整性和侧重点进行评估,对灾损状况和灾害响应方式四套资料都有详细的记载,包含有救灾措施信息的记录在《三千年总集》中相对丰富,而《江淮年表》、《江苏年表》、《灾害大典》中较少。就总的信息量而言,《灾害大典》和《三千年总集》更加丰富和完整,《三千年总集》的空间覆盖范围较完整均一,可以反映灾害空间上的特征。

表 1-2 四套整编资料和原始方志资料中 1849 年洪水事件记录对应程度(单位:条)

省 (直辖市)	从原始方志摘录的记录		四套整编资料同县归并后与原始方志资料完全对应的记录及比例				
	原始记录数	同县归并	总数	《江淮年表》	《江苏年表》	《三千年总集》	《灾害大典》
安徽	25	24	20 (83.3)	17 (70.8)	—	19 (79.2)	12 (50)
江苏	31	24	24 (100)	18 (75)	15 (62.5)	14 (58.3)	0 (0)
江西	33	26	21 (80.8)	8 (30.8)	—	14 (53.8)	19 (73.1)
上海	10	8	8 (100)	8 (100)	2 (25)	6 (75)	0 (0)
浙江	33	25	18 (72.0)	3 (12)	—	16 (64)	3 (12)
总数	132	107	91 (86.0)	54 (50.5)	17 (15.9)	69 (64.5)	34 (31.8)

注:括号中的数据为所占的比例(%)。
资料来源:张向萍等,2011。

1.1.2 历史自然灾害数据库

长江三角洲地区历史自然灾害数据库的建立主要参考郑景云等(1992,2002)提出的历史环境变化数据库结构和数据编码方法。本着尽量不损失资料记载信息,又忠实于信息原始来源,同时便于计算机处理的基本原则,借鉴类似经验(陈家其,1987;林振杰和郑斯中,1989;郑景云等,1992,2002;王静爱等,1995;方伟华和王静爱,1998;王均和陈向东,2001),设计数据库并将历史自然灾害有关资料文字信息录入到数据库中加以处理。

本书的数据库主要包括两个部分三层结构,第一部分为原始记录数据库,第二部分为专题数据库。

原始记录数据库包含从历史文献中收集到的长江三角洲地区所有有关风、雨、洪水、干旱的记录,其中干旱、洪水资料的范围为江苏、浙江和上海全境,共收集录入数据约13 500条,其中从整编方志资料中摘录台风灾害相关记录2 027条,干旱记录3 704条,洪水记录为6 756条,1736~1911年档案类整编资料摘录的洪水记录约1 032条,洪水记录合计为7 788条。专题数据库是根据不同的研究主题从原始记录表中提取相关记录,并对其分类、整理、编码再集成建构,包括了台风专题数据库、洪水专题数据库、干旱专题数据库3个。每个专题数据库都可分为原始记录数据表、派生专题数据表和合成数据表三层结构(图1-1)。各个数据表之间用同一字段(ID1)相连接,层层递进承上启下,便于查询和处理。

1. 洪水专题数据库

从原始记录数据表中提取江浙沪地区1644~1949年来源于方志、档案等史料的4~9月雨涝信息记录,并以月、县分别为时空分辨率进行整理,建立江浙沪地区近300年历史洪水灾害专题数据库,该数据库分为洪水灾害原始数据表、洪水灾害专题数据表两部分。

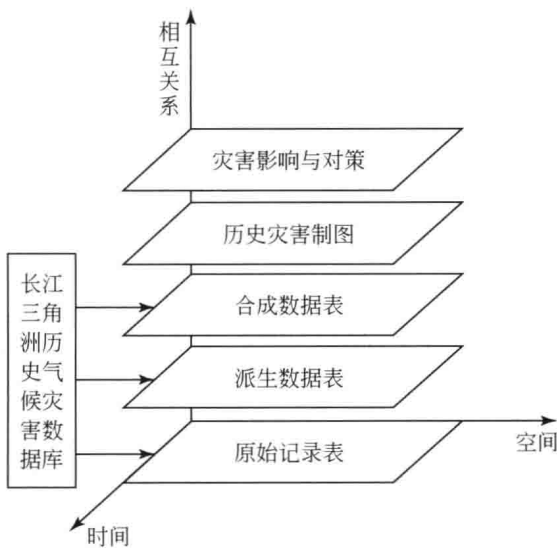


图 1-1 长江三角洲历史气候灾害数据库构架

洪水灾害原始数据表为直接利用历史资料读取并记录得到的信息，主要包括 ID1、年号、年份、史料记录、省、市、古县名、资料来源、原始出处、奏报时间、奏报人等信息，其含义说明如表 1-3 所示。

表 1-3 洪水灾害原始数据表结构

字段名	字段类型	说 明
ID1	Long	为记录编码，共 7 位，前 4 位表示该记录年份，后 3 位表示该年份的第几条记录
年号	String	灾害发生年号
年份	String	灾害发生公元年份
史料记录	String	灾害的具体描述
省	String	灾害发生的省份
市	String	灾害发生的地级市
古县名	String	灾害发生时的县或县级市地名
资料来源	String	记录的整编资料来源
原始出处	String	资料的原始方志出处
奏报时间	String	奏报日期
奏报人	String	奏报人官衔及姓名

洪水灾害专题数据表是以洪水问题为研究目标从原始记录表中筛选的相关信息，并对其
进行拆分、合并而整理得到的。历史资料均为描述性记录，在充分分析历史资料记载特点、
综合比对历史资料记录中描述性词汇的基础之上，设定雨涝程度分类标准，将定性描述转
换为定量信息，以最大限度地提取定量信息。依据其对于雨涝的描述，按降雨强度从弱到

强分为1级(如雨、小雨、霪雨等),2级(如大雨、大风雨、大霖雨等),3级(如暴雨、霪雨如注、倾盆等)三类;依据对于积涝状况的描述词汇,按积涝程度也分为1级、2级、3级三类,并进行进一步的归纳、整理。

由于近300年的行政沿革变化,将历史时期灾害发生地点对应于现代地点进行拆分与归并,整理得到现代县名对应的洪水灾害信息,在专题数据表中保证每个县仅对应一条记录。如果一个县有多条记录,依据描述的详细程度并结合其他雨涝信息进行挑选,主要选用记录时间更为精确的。

洪水灾害专题表中的项目包括:ID1、ID2、年号、年份、古县名、今县名、Code_90、NPD、4月雨涝、5月雨涝、6月雨涝、7月雨涝、8月雨涝、9月雨涝、史料记录,其含义说明如表1-4所示。

表 1-4 洪水灾害专题表结构

字段名	字段类型	字段解释
ID1	Long	与洪水原始记录表中 ID1 相应
ID2	Long	ID2 为 9 位编码,前 7 位与 ID1 一致,后 2 位表示从 ID2 中分出的记录号
年号	String	灾害发生年号
年份	String	灾害发生公元年份
古县名	String	灾害发生时的县或县级市地名
今县名	String	灾害发生地的现代县名或县级市
Code_90	Long	国家行政区县级行政区代码
NPD	Long	国家行政区中县所在地级市的行政区代码
4 月雨涝	Long	4 月灾害的雨涝强度,由弱到强分为 1、2、3 级
5 月雨涝	Long	5 月灾害的雨涝强度,由弱到强分为 1、2、3 级
6 月雨涝	Long	6 月灾害的雨涝强度,由弱到强分为 1、2、3 级
7 月雨涝	Long	7 月灾害的雨涝强度,由弱到强分为 1、2、3 级
8 月雨涝	Long	8 月灾害的雨涝强度,由弱到强分为 1、2、3 级
9 月雨涝	Long	9 月灾害的雨涝强度,由弱到强分为 1、2、3 级
史料记录	String	灾害的具体描述

2. 干旱专题数据库

从原始记录数据库中摘录江浙沪地区 4~9 月(1644~1949 年)包含干旱信息的记录,并以季、县分别为时空分辨率进行整理,建立江浙沪地区近 300 年历史干旱灾害数据库,该数据库分为干旱灾害原始数据表和专题数据表两部分。

干旱灾害原始数据表为直接利用历史资料读取并记录得到的信息,主要包括原始 ID、年号、年份、史料记录、省、市、古县名、资料来源、原始出处等信息,其含义说明如表 1-5 所示。

表 1-5 干旱灾害原始数据表结构

字段名	字段类型	说明
ID1	Long	为记录编码，共 7 位，前 4 位表示该记录年份，后 3 位表示该年份的第几条记录
年号	String	灾害发生年号
年份	String	灾害发生公元年份
史料记录	String	灾害的具体描述
省	String	灾害发生的省份
市	String	灾害发生的地级市
古县名	String	灾害发生时的县或县级市地名
资料来源	String	记录的整编资料来源
原始出处	String	资料的原始方志出处

干旱灾害专题数据表依据研究所需从原始记录表筛选有关信息，并进行拆分整理而来。依据原始记录对干旱程度的文字描述，设定干旱等级分类标准，将有关干旱灾害的描述信息量化为干旱等级。由弱到强分为 1 级(如旱、蝗等)、2 级(如大旱、亢旱、赤旱千里等)两类。将灾害发生时的古县名对应于现代地点进行整理，得到现代县名对应的干旱灾害信息，在专题数据表中保证每个县仅对应一条记录。如果一个县有多条记录，依据描述的详细程度，选用记录时间更为精确的，结合其他信息进行综合挑选。

整理得到的干旱灾害专题表包括 ID1、ID2、年号、年份、古县名、今县名、Code_90、NPD、春旱、夏旱、秋旱、冬旱、史料记录，其含义说明如表 1-6 所示。

表 1-6 干旱灾害专题表结构

字段名	字段类型	字段解释
ID1	Long	与干旱原始记录表中 ID1 相应
ID2	Long	ID2 为 9 位编码，前 7 位与 ID1 一致，后 2 位表示从 ID2 中分出的记录号
年号	String	灾害发生年号
年份	String	灾害发生公元年份
古县名	String	灾害发生时的县或县级市地名
今县名	String	灾害发生地的现代县名或县级市
Code_90	Long	国家行政区县级行政区代码
NPD	Long	国家行政区中县所在地级市的行政区代码
春旱	Long	春季干旱灾害强度，由弱到强分为 1、2 级
夏旱	Long	夏季干旱灾害强度，由弱到强分为 1、2 级
秋旱	Long	秋季干旱灾害强度，由弱到强分为 1、2 级
冬旱	Long	冬季干旱灾害强度，由弱到强分为 1、2 级
史料记录	String	灾害的具体描述

3. 台风专题数据库

将收集到的历史台风记录统计整理，建立长江三角洲地区近 300 年历史台风灾害数据库，其中共包含原始记录表、台风专题表、台风过程表、重大台风事件信息统计表四层结构。

以 1732 年台风灾害事件辨识为例，简述数据表的建立过程和结构。从原始记录表中提取到 55 条关于 1732 年风雨潮涝的灾情记录，建立台风原始记录表（表 1-7）。其中 ID1 为记录编码，前 4 位表示这条记录的年份，后 3 位表示该年份的第几条记录，如 1732 年的第一条记录的编码便是 1732001。时间分辨率设置为 5 位编码，每个数位上分别用 1 和 0 表示有无相应时间记录信息，万位为 1 表示这条记录有时间信息，没有则为 0；若记录最高时间分辨率为日以下（时刻），则千位为 1，否则为 0；若最精确时间为日则百位为 1，否则为 0；若最精确时间为月则十位为 1，否则为 0；若最精确时间为季则个位为 1，否则为 0，如“七月十七日飓风历一昼夜，潮大涨沿江田禾淹没无算。岁稔。”则时间分辨率为“10110”。将原始记录表按时间分辨率排序，筛选分辨率在日以上的记录，辨识台风过程。根据原始记录表中的台风记录，依据建立的台风辨识准则，确定台风过程。根据辨识的台风过程和记录的空间相邻性，查补使用时间分辨率较低的记录，以便能够最大限度利用文献中的灾害记录。若一条记录的最高时间分辨率为月，如青浦县“秋七月，大风海溢”，倘若该年 7 月仅辨识出一次台风过程且与它相邻的地区也有台风记录，那么判断该记录为描述此次台风过程的记录。若一条记录的最高时间分辨率为季，如通州“秋，风雨大作，江海水溢”，使用与利用月分辨率记录同样的方法，遵循方志往往记录灾情较为严重的现象的规则。如果一条记录没有时间信息，如丹徒县“海水涨，濒江村市皆为巨浸”，则参考与丹徒邻近县——扬中市，若有此次灾害的发生，则插补使用该条记录。根据筛选、收集的台风过程记录，拆分记录，建立台风专题表(表 1-8)。

表 1-7 台风原始记录表结构

字段	字段类型	字段解释
ID1	Long	记录编码，共 7 位，前 4 位表示该记录年份，后 3 位表示该年份的第几条记录
年号	String	记录事件发生年的年号
年份	String	记录事件发生的年份
时间分辨率	Long	时间分辨率设置为 5 位编码，万位表示这条记录有无时间信息，如果有，则为 1；没有，则为 0；如果万位为 1，则看记录时间信息的分辨率，若最精确时间为日以下（时刻），则千位为 1，否则为 0；若最精确时间为日，则百位为 1，否则为 0；若最精确时间为月，则十位为 1，否则为 0；若最精确时间为季，则个位为 1，否则为 0。例如，“七月十七日飓风历一昼夜，潮大涨沿江田禾淹没无算。岁稔。”则时间分辨率为“10110”
灾情描述	String	记录中对天气过程和灾情的描述
省	String	记录事件发生的所在省

续表

字段	字段类型	字段解释
市	String	记录事件发生的地级市
县	String	记录事件发生的县或县级市
灾害类型	String	在《中国气象灾害大典》中被归为一次台风过程
原始记录出处	String	记录的原始方志出处
资料来源	String	记录的整编资料来源

表 1-8 台风专题表结构

字段	字段类型	字段解释
ID1	Long	与台风原始记录表中 ID1 相应
ID2	Long	ID2 为 9 位编码，前 7 位与 ID1 一致，后 2 位表示从 ID2 中分出的记录号，如 173200101 表示从 1732001 条记录中拆分出的第一条记录
县	String	记录事件发生的县或县级市
风灾发生时间	String	记录中风灾发生的时间
风灾描述	String	对风灾情况的描述
暴雨发生时间	String	记录中暴雨发生的时间
雨灾描述	String	对雨灾情况的描述
潮灾发生时间	String	记录中潮发生的时间
潮灾描述	String	对潮灾情况的描述
洪水时间	String	记录中洪水发生的时间
水灾描述	String	对水灾情况的描述
灾损描述	String	对田亩淹没、房屋倒塌、水利设施受损、人口伤亡等灾损情况的描述

在拆分记录时，将包含多个地点的按县拆分为多条记录。ID1 是与原始记录表中 ID1 相对应，ID2 为 9 位编码，前 7 位与 ID1 一致，后 2 位表示从 ID2 中分出的记录号，如 173200101 表示从 1732001 条记录中拆分出的第一条记录。风灾时间、暴雨时间、潮时间、洪水时间分别表示风、雨、潮、洪发生的时间，风情描述、雨情描述、潮情描述、水情描述、灾情描述分别表示对风、雨、潮、水、灾情的记述。依据台风专题表建立台风过程表（表 1-9）或重大台风事件信息统计表（表 1-10）。

表 1-9 台风过程表结构

字段	字段类型	字段解释
年份	String	台风发生的年份
全年台风过程数	Long	该年共发生的台风数
台风过程	Long	此次台风是该年的第几次台风
台风时间	String	此次台风的发生时间
台风影响时间	String	此次台风的影响时间

续表

字段	字段类型	字段解释
台风过程时间分辨率	String	此次台风发生时间的分辨率
每年台风影响县次	String	该年台风影响到的县数
台风影响县次	String	此次台风影响到的县数
台风影响地区	String	此次台风过程的影响区域
台风现象	String	此次台风的伴随现象

表 1-10 重大台风事件信息统计表结构

字段	字段类型	字段解释
CODE_ 90	Long	国家行政区县级行政区代码
CNTY_ NM	String	县名的拼音
CNAME	String	中文县名
NPD	Long	国家行政区中县所在地级市的行政区代码
清地名	String	所在地区的清朝地名，如崇明县在清朝时归定海县所辖
民国地名	String	所在地区的民国时地名，如启东市民国时归海门县所辖
其他所属地地名	String	所在地区现有部分地区划归地区，如靖江县现有部分归泰州市辖区
ID1	Long	与台风专题表中 ID1 相应
ID2	Long	与台风专题表中 ID2 相应
风灾区	Integer	若记录中该次大风过程影响该县，则为 1；若不影响，则为空值
雨灾区	Integer	若记录中该次暴雨过程影响该县，则为 1；若不影响，则为空值
潮灾区	Integer	若记录中该次潮灾影响该县，则为 1；若不影响，则为空值
洪水区	Integer	若记录中该县有洪水发生，则为 1；若不影响，则为空值

1.1.3 历史自然灾害重建方法

本研究所采用的历史自然灾害重建方法有：历史类比分析法、频次统计法、县次统计法、灾害等级法、干旱与洪水空间型分析法、空间重大灾害事件重建法、GIS 空间分析方法等。

(1)历史类比分析法：尽管现代灾害和历史灾害在孕灾环境、承灾体方面存在着一定差别，但自然灾害发生、发展、演化、消亡的过程存在一般性。基于过去环境变化重建的均一性假设，利用历史类比法，将历史时期的气候灾害和现代可观测或已认知的气候状况和自然灾害发生情况进行比对，将今论古，用于历史气候灾害的复原和重建研究。例如，参照现代仪器观测资料和台风活动情况，制定历史台风辨识标准，用于历史台风过程的重建和历史台风灾害的分析。以现代雨涝区的空间推移型为参考，重建历史时期雨涝区的时空变化特征和推移过程，分析洪水灾害的成因。

(2)频次统计法：结合对灾区的划分，逐年统计灾害的发生次数。它是一种比较传统