

基于中国人口承灾体的综合自然灾害 风险时空格局

王静爱^{1,2,3}, 毛佳^{1,2}, 陈静¹,
易湘生^{1,2}, 刘珍^{1,2}, 夏梦莹¹

(1. 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875; 2. 北京师范大学区域地理研究重点实验室, 北京 100875; 3. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

摘要:依据灾害系统理论与中国县域人口、自然灾害数据库,采用反映人口承灾体的人口密度和反映自然灾害强度的频数,建立二者的对应关系,将中国划分为15个不同的人口密度与综合自然灾害频数等级组合类型.通过定性和半定量分析进行风险等级划分,将中国人口承灾体综合自然灾害风险划分为高与较高风险、较高与中等风险、中等与较低风险和低风险4个等级,并编制了风险等级分布地图.重建了中国1950—1964年与1990—2004年两个时段的人口承灾体综合自然灾害风险时空格局.研究表明:综合自然灾害风险水平东高西低,存在江淮、东南沿海和西南3个高风险区,内蒙古中东部和新疆北部2个次一级高风险区;综合自然灾害风险等级变化显著,60%的县域风险等级增加,高风险区域向西扩展.本研究可为区域人口综合灾害风险管理和减灾决策提供科学依据.

关键词:中国;人口密度;灾害频数;风险等级;时空格局

中国是世界上人口最多的国家,也是自然灾害人口灾情最严重的国家之一.1949—2000年中国平均每年受灾人口达2亿人以上,重灾年超过4亿人;20世纪90年代以来,平均每年约3亿人受灾^[1].中国人口分布极不均匀,有94%的人口和95%的城市集中于胡焕庸线^[2]以东,全国有74%的省会城市及62%的地级以上城市位于地震烈度Ⅶ度以上的危险地区,70%以上的大城市、半数以上的人口,分布在气象、海洋、洪水、地震灾害等严重的地区^[3].人口密度的不断增加、人口和财富的高度集中,都使得人口承灾体受各类灾害影响增大,所形成的风险也在提高.因此,关注中国人口承灾体自然灾害综合风险具有重大现实意义.

自然灾害风险评价指通过风险分析的手段或观察外表法,对尚未发生的自然灾害之致灾因子强度、受灾程度,进行评定和估计^[4].自然灾害风险等级的划分,是根据研究区域灾害危险性特征,参考区域承灾能力及社会经济状况,把研究区划分为不同等级. Ben

收稿日期:2006-09-08

基金项目:国家自然科学基金(40671003);国家重点基础研究发展计划(2006CB400505);国家985工程;北京师范大学公共安全政策项目

作者简介:王静爱(1955—),女,教授. E-mail: sqq@bnu.edu.cn

Wisner 等的自然灾害风险定义及一般表达式为风险 = 危险性 × 易损性^[5]。中国学者先后对自然灾害风险评价进行了研究,刘希林^[6]对风险度的计算模式进行了较详细研究。丁燕等^[7]建立了台风灾害的模糊风险评估模型。史培军等^[8]采用确定自然灾害风险相对大小的定性-半定量的风险评价模型,对中国城市进行了综合自然灾害风险评价。大多数学者是对单灾种的风险评价,考虑综合自然灾害风险评价较少,基于人口承灾体的综合自然灾害风险评价几乎没有,因此本文试图开展中国人口承灾体自然灾害风险区的划分。

风险评价还要考虑承灾体的响应水平及响应时间^[9],例如同样水平的灾害在人口稀少地区造成的风险远小于高人口密度区;人口向高风险地区进入,使得 50 年前的成灾风险远小于今天的成灾风险。因此空间和时间的差异使得风险水平发生变化,导致了风险时空转移。王静爱等^[10],利用信息扩散原理,提出用受灾比(FP)刻画灾害的时空动态变化及其风险评价,还运用数字地图技术,重建了 1949—2000 年中国旱灾的时空格局,得出中国旱灾分布规律及向西部扩展的趋势。Angel David Hurtado Artunduaga 等^[11]以可能性水平将哥伦比亚南部的加莱拉斯火山灾害分成高风险、中风险、低风险区域,以区划图表示风险水平。综上所述,以成灾风险制成的风险区划图可表示灾害空间变化。但关于自然灾害风险分布与转移的研究主要集中于致灾因子的研究,而对承灾体,特别是人口空间格局及其变化对灾情影响的研究则很少涉及。因此,进行人口承灾体自然灾害综合风险评价,可为区域人口综合灾害风险管理和减灾决策提供重要依据。

1 研究方法

1.1 数据来源

本文主要涉及中国人口普查数据和自然灾害两类数据信息,数据来源由 3 部分构成(表 1)。中国人口承灾体综合自然灾害风险评价的数据来源主要由以下部分构成,即中国人口普查数据、中国省级报刊自然灾害报道记录、进行区域制图分析的中国行政区图等。数据的来源与质量是判断灾害格局和灾害风险等级精度和客观性的关键,也是进行人口承灾体综合自然灾害风险评价的重要基础。

表 1 中国人口承灾体综合自然灾害风险评价数据来源

Table 1 Data source of integrated natural disaster risk assessment based on population in China

数据库名称	提取指标	统计单元	数据时段	数据来源处
中国人口普查数据库	总人口	全国各县城 (台湾缺资料)	1964、2000 年	第二、第五次人口普查数据 ^{①②}
中国自然灾害报刊数据库	灾害事件的时间、地点、灾害种类、灾害发生次数		1949 年—2004 年	中国各省、市、区报纸
中国政区图数据库	政区界;国界、省(市、区)界、地区界和县界	全国各省、市、区县	2000 年	《中华人民共和国行政区划简册 2001》 ^③

①国家统计局人口统计司,公安部三局. 中华人民共和国人口统计资料汇编 1949—185[M]. 北京:中国财经出版社,1988

②国家人口普查办公室,国家统计局人口司和社会科技统计司. 2000 人口普查分县资料[M]. 北京:中国统计出版社,2003

③中华人民共和国民政部编. 中华人民共和国行政区划简册 2001[M]. 北京:中国地图出版社,2001

1.2 风险评价制图

人口承灾体综合自然灾害风险评价是以区域自然灾害系统理论为基础,综合考虑各种自然成灾因子强度和人口承灾体脆弱性,基于人口密度与综合自然灾害频数的对应关系,编制了人口承灾体综合自然灾害风险评价地图。

制图过程分3个步骤:首先,结合中国人口分布和灾害多发区的先验知识,根据人口密度等级(5级)和综合自然灾害频数等级(3级)的组合关系,将中国各县域划分为15个不同的人口密度与综合自然灾害频数等级组合类型(表2);第二,在上述组合类型基础上,利用二维表格得出风险度等级分区矩阵,利用人口和自然灾害地域分异的先验知识,通过半定量分析,进行风险水平分级,得到4个综合自然灾害风险等级,即:高与较高风险(EⅢ、DⅢ、CⅢ和EⅡ)、较高与中等风险(BⅢ、AⅢ、DⅡ、CⅡ和EⅠ)、中等与较低风险(BⅡ、AⅡ、DⅠ、CⅠ)、低风险(BⅠ、AⅠ);第三,根据综合自然灾害风险等级,编制基于人口密度的综合自然灾害风险等级地图。

表2 人口密度(人/km²)与综合自然灾害强度(次/年)风险水平组合类型划分

Table 2 Compartmentalization of combination types of risk level of population density (person/km²) and integrated natural disaster intensity (count/year)

频数/人口密度	A(≤50)	B(50—100)	C(100—200)	D(200—400)	E(>400)
I(≤0.1)	AⅠ(低密度低 风险区)	BⅠ(较低密度 低风险区)	CⅠ(中密度低 风险区)	DⅠ(较高密度 低风险区)	EⅠ(高密度低 风险区)
Ⅱ(0.1—0.3)	AⅡ(低密度中 风险区)	BⅡ(较低密度中 风险区)	CⅡ(中密度中 风险区)	DⅡ(较高密度中 风险区)	EⅡ(高密度中 风险区)
Ⅲ(>0.3)	AⅢ(低密度高 风险区)	BⅢ(较低密度高 风险区)	CⅢ(中密度高 风险区)	DⅢ(较高密度高 风险区)	EⅢ(高密度高 风险区)

这种地图可以实现综合自然灾害风险的两级综合表达.第一级综合,表达了人口密度与综合自然灾害频数的组合关系;第二级综合,表达了基于人口密度与综合自然灾害频数组合类型的综合自然灾害风险等级.为了揭示中国综合自然灾害风险区的时空变化,根据数据的完备性,编制了1950—1964年和1990—2004年两个时段的、基于人口密度的综合自然灾害风险等级图(图1,图2)和中国综合自然灾害风险等级变化图(图3).

2 基于人口密度的综合自然灾害风险时空格局

图1是基于1964年人口密度的综合自然灾害风险等级地图,表明1950—1964年平均灾次风险区的空间格局呈现明显的东西分异,受人口密度格局制约,胡焕庸线以西地区主要为低风险区,以东主要为较高与中风险区.不同风险等级的区域受地形和区域开发影响表现为:(1)高与较高风险区集中在人口稠密、农业集中的中原地区,在苏沪、京津和福建沿海也有分布;(2)较高与中风险区普遍存在于东部平原,东部沿海地区,成渝地区和广西盆地;(3)中与较低风险区除了分布在上一级的周边地区以外,较大范围在内蒙古中东部地区;(4)低风险区分布在西部地区,大兴安岭地区和南方山地丘陵地区。

图2是基于2000年人口密度的综合自然灾害风险等级地图,表明1990—2004年平均灾次风险区的空间格局,仍然呈现东西分异,但胡焕庸线以西大部分地区的风险等级明

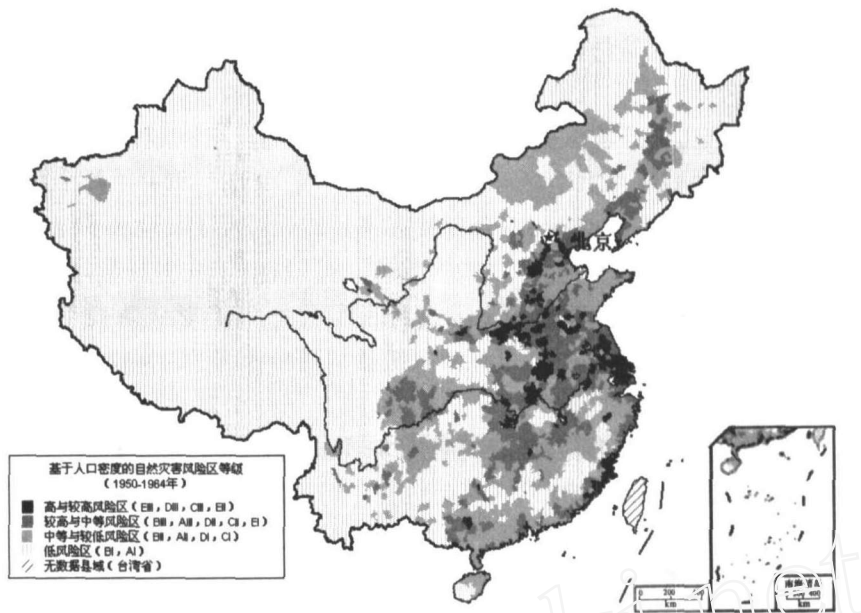


图1 基于1964年人口密度的中国综合自然灾害风险等级

Fig. 1 Levels of integrated natural disaster risk: based on population density of China in 1964

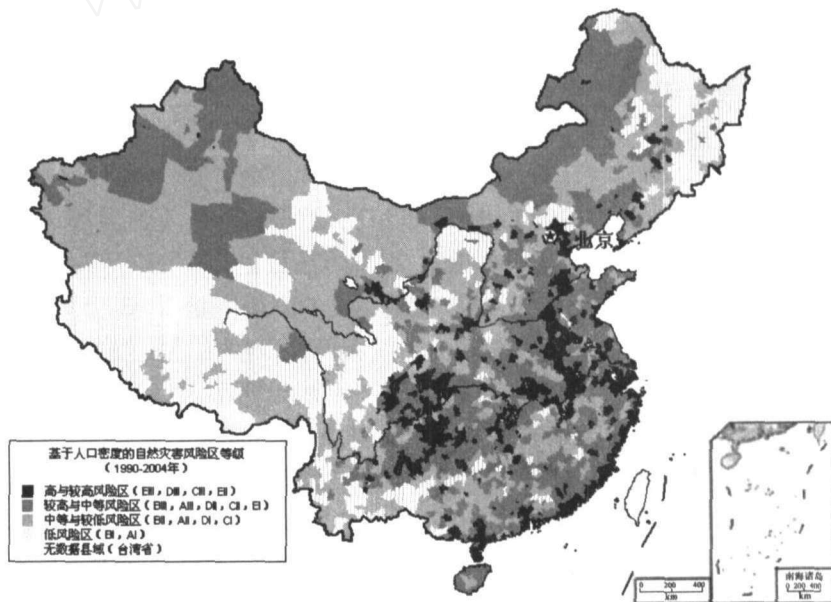


图2 基于2000年人口密度的中国综合自然灾害风险等级

Fig. 2 Levels of integrated natural disaster risk based on population density of China in 2000

显提高. 不同风险等级的区域表现为:(1)高与较高风险区集中分布在5个区域,即黄淮平原、长江中下游平原、川东和重庆、贵州以及东南沿海等地区,这些地区是加强自然灾害

风险管理的重点区域;(2)较高与中风险区存在于上一级风险区的周边地区,还有新疆和内蒙古东北部,这些地区是调整土地利用结构,降低自然灾害风险的重点区域;(3)中与较低风险区除了分布在上一级的周边地区以外,还分布在青海、内蒙古和新疆的大部分地区,这些地区是加强生态环境保护,降低自然灾害风险的重点区域;(4)低风险区大范围分布在人口稀少的西藏和川西地区.对1990—2004与1950—1964年两个时段的风险水平进行对比,人口密度(人/km²)与综合自然灾害频数(次/年)风险水平组合类型变化明显(表3),最显著的是人口密度小于400人/km²的县域由于灾害频数增加,灾害风险等级提高,40%的县域灾害发生频数由I增加到II或以上.与自然灾害发生频数对应的变化,突出表现为风险等级普遍提高:低风险等级县域减少30%,中和较高风险等级的县域增加20%,较高和高风险等级的县域增加10%.图2与图1对比可以看到高风险区域的扩展和空间转移.(1)中原高风险区域向南转移,形成与长江中下游平原连为一片的江淮高风险区域;(2)以福建沿海高风险区域为中心向南北两方向扩展,形成东南沿海高风险区域;(3)新增川东、重庆和贵州连为一片的西南高风险区域;(4)北方新增内蒙古中东部和新疆北部两个次一级高风险区域.

表3 中国人口密度(人/km²)与综合自然灾害强度(次/年)风险水平组合类型变化(增减县域个数)

Table 3 Change in Combination of Risk Level of Population Density (person/km²) and Integrated Natural Disaster Intensity (count/year) (Numbers of Counties Change in Each Level)

频数/人口密度	A (≤50)	B (50—100)	C (100—200)	D (200—400)	E (>400)
I (≤0.1)	A I (-393)	B I (-268)	C I (-129)	D I (-126)	E I (245)
II (0.1—0.3)	A II (141)	B II (62)	C II (143)	D II (33)	E II (173)
III (>0.3)	A III (70)	B III (13)	C III (28)	D III (10)	E III (38)

注:“-”表示县域个数减少

图3是1990—2004年与1950—1964年相比,综合自然灾害风险等级增减变化的空间格局.总体上呈现风险等级普遍增加,占20%的县域提高2—3个等级,40%的县域提高1个等级,有33%的县域无明显变化,仅有8%的县域降低1—2个等级.空间格局呈现:(1)以大兴安岭、太行山、巫山、雪峰山一线为界,以西的广大地区风险等级普遍增加,以东地区风险等级的增加与减少镶嵌分布.前者反映出西部人口密度增加与生态环境退化相伴,特别是土地退化导致承灾体脆弱性增加,加大了成灾风险;后者反映出城市化过程中,部分城市和县域人口密度增加与经济水平提高、防灾能力增强相伴,导致承灾体脆弱性降低,减少了成灾风险.部分县域由于人地矛盾尖锐,开发山地,山洪增多,也增大了成灾风险;(2)西南地区是成灾风险增加最为显著的地区.这些地区本来就是中国地质灾害最严重的地区,多年来因为人类不合理利用土地,砍伐森林、开垦坡地导致水土流失,滑坡、泥石流、山洪等灾害加剧,导致成灾风险加大;(3)北方农牧交错带和草原地区是成灾风险增加显著的地区,风险等级普遍增加1至2级,这与该地区全球变暖和北方干旱化背景下的人口快速增加、土地利用不合理,进而导致的土地沙化,沙尘暴和气象灾害等的频繁发生有关,导致成灾风险加大;(4)新疆地区也是成灾风险增加显著地区.主要是在极端脆弱的生态环境下,由于人口增加和农业开发导致承灾体脆弱性加大,成灾风险加大;

(5) 东南浙闽丘陵和两广丘陵地带,也连片出现成灾风险增加区.主要是在经济高速发展,人口快速增加的背景下,人地矛盾加剧,不断开发山区,使植被覆盖减少,水土流失加重,山洪、泥石流、台风等灾害增多,导致成灾风险加大.

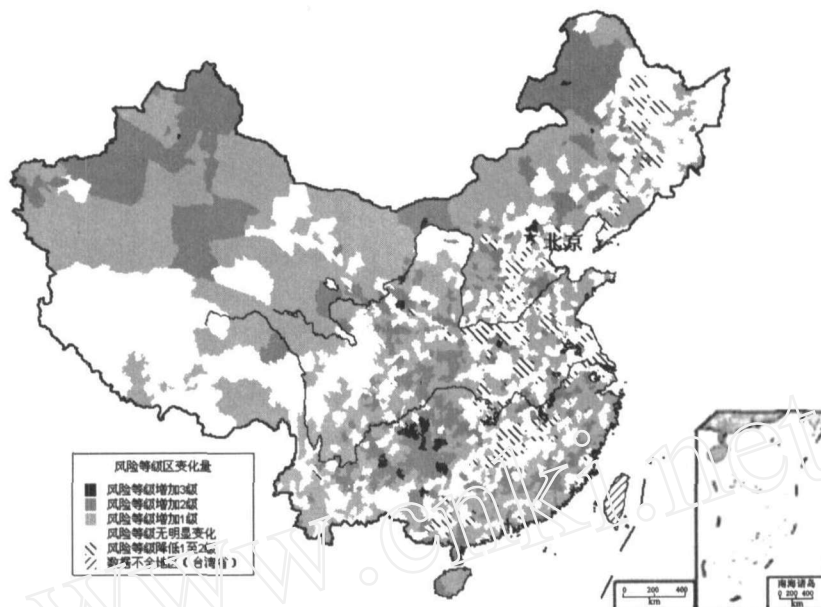


图3 中国综合自然灾害风险等级变化

Fig. 3 Variation in levels of integrated natural disaster risk of China

3 结论与讨论

(1) 本文在灾害系统理论和中国县域人口和自然灾害数据库基础上,采用人口密度和自然灾害频数,将中国划分为15个不同的人口密度等级与综合自然灾害频数等级的组合类型,可以较好地表示人口承灾体与自然灾害强度之间的对应关系;

(2) 通过定性和半定量分析进行风险等级划分,将中国人口承灾体综合自然灾害风险划分为高与较高风险、较高与中等风险、中等与较低风险和低风险4个等级.重建了中国1949—1964年与1990—2004年两个时段的人口综合自然灾害风险时空格局.研究表明:中国综合自然灾害风险呈现东高西低分异,存在江淮、东南沿海和西南3个高风险区,内蒙古中东部和新疆北部2个次一级高风险区,这些区域是灾害风险管理的重点区域;

(3) 中国有60%的县域综合自然风险等级增加,高风险区域向西扩展.西南地区是成灾风险增加最为显著的地区.此外,北方农牧交错带和草原地区、新疆、浙闽丘陵和两广丘陵等地区成灾风险也显著增加.这一方面反映出区域人口密度增加与生态环境退化相伴,特别是不合理的土地利用导致承灾体脆弱性增加,加大了成灾风险;另一方面也反映出城市化过程中,人地矛盾加剧,人类不断开发山区和低湿地,向高风险地区进入,水土流失加重,山洪、泥石流、台风等灾害增多,导致成灾风险加大.因此,控制人口数量、合理利用土地和加强防灾建设是降低风险的关键;

(4)人口承灾体综合自然灾害风险评价的关键是构建人口承灾体脆弱性.人口、财富的集中程度与灾害造成的结果有着密切关系.人口密度、地均GDP、地均财政收入越大,承灾体可能遭遇灾害或受灾害破坏的几率也就越大,与承灾体脆弱性呈正相关关系;而人均银行存款、人均GDP以及人均财政收入越大,则遭遇灾害的几率越小或者在遭遇灾害后的抵御能力越强,与承灾体脆弱度呈负相关关系.因此,还需要综合多项指标来构建人口承灾体脆弱度模型,进一步深化人口承灾体综合自然灾害风险时空格局的研究.

参考文献

- [1] 梁必骥. 自然灾害人类的天敌[J]. 绿色中国, 2005, (3): 16-20
Liang Biqi. Natural disaster born to be mankind's enemy[J]. Green China, 2005, (3): 16-20
- [2] 王静爱. 中国人口分布与可持续发展的模式选择[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 1998, (1): 72-80
Wang Jing'ai. Population distribution of China and model of sustainable development[J]. Journal of Beijing Normal University(Social Science Edition), 1998, (1): 72-80
- [3] 徐伟, 王静爱, 史培军, 等. 中国城市地震危险度评价[J]. 自然灾害学报, 2004, 13(1): 9-15
Xu Wei, Wang Jing'ai, Shi Peijun, et al. Hazard degree assessment of urban earthquake disaster in China[J]. Journal of Natural Disasters, 2004, 13(1): 9-15
- [4] 黄崇福. 自然灾害风险评价理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2004
Huang Chongfu. Theories and practice of assessment of natural disaster risk[M]. Science Press, Beijing, 2004
- [5] Ben Wisner, Piers Blaikie, Terry Cannon, et al. At risk(second edition)[M]. New York: Routledge, 2003
- [6] 刘希林. 泥石流风险区划研究[J]. 地质力学学报, 2000, 6(4): 37-42
Liu Xilin. Research of debris flow risk zonation[J]. Journal of Geomechanics, 2000, 6(4): 37-42
- [7] 丁燕, 史培军. 台风灾害的模糊风险评估模型[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(1): 34-43
Ding Yan, Shi Peijun. Fuzzy risk assessment model of typhoon hazard[J]. Journal of Natural Disasters, 2002, 11(1): 34-43
- [8] Shi Peijun, Wang Jing'ai, Du Juan, et al. Urban risk assessment research of major natural disasters in China[J]. Advance in Earth Science, 2006, 21(2): 170-177
- [9] Ward S C. Assessing and managing important risks[J]. International Journal of Project Management, 1999, 17(6): 331-336
- [10] 王静爱, 王瑛, 黄晓霞, 等. 18世纪中叶以来不同时段的中国水灾格局[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(1): 1-7
Wang Jing'ai, Wang Ying, Huang Xiaoxia, et al. Chinese flood pattern in different periods since the middle of the 18th century[J]. Journal of Natural Disasters, 2001, 10(1): 1-7
- [11] Angel David Hurtado Artunduaga, Gloria Patricia Cortés Jiménez. Third version of the hazard map of Galeras Volcano, Colombia[J]. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 1997, 77(1-4): 89-100

Temporal and Spatial Pattern of Integrated Natural Disaster Based on Hazard-affected Population in China

WANG Jing'ai^{1,2,3}, MAO Jia^{1,2}, CHEN Jing¹,
YI Xiangsheng^{1,2}, LIU Zhen^{1,2}, XIA Mengying¹

(1. College of Geography & Remote Sensing of Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Key Laboratory of Regional Geography of Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. Key Laboratory of Environmental Changes and Natural Disasters of Department of Education, Beijing 100875, China)

Abstract

Based on the population and the natural disaster database of counties in China, this paper adopts population density, which shows hazard-affected population, and disaster frequency, which reflects intensity of natural disasters, to establish the corresponding relationship between them. There are 15 types of combination of population density and integrated natural disaster frequency in China. By qualitative and half-quantitative analysis, integrated natural disaster risk in China is divided into four levels, named as high risk, relatively high risk, medium risk, relatively low risk, according to which risk rank maps are created. Temporal and spatial pattern of integrated natural disaster is reestablished in two periods, from 1949 to 1964 and from 1990 to 2004. Research indicates the degree of risk reduces from east to west, with three highest risk areas, Jianghuai area, the coast of southeast and the southwest, and two higher risk areas, middle east of Inner Mongolia and northern Xinjiang. Integrated natural disaster increases in 60 percent of counties and expands westward at high level. This paper provides a scientific theory for integrated natural disaster risk management and reduction based on regional population.

Keywords: China; population density; disaster frequency; levels of risk; temporal and spatial pattern