

公元前1831年-公元1980年中国地震灾害 对交通影响的时空分布及其类型

任慧子, 曹小曙

(中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275)

摘 要:在综合整理公元前1831年-公元1980年中国地震灾害资料的基础上,运用GIS技术,着重探讨了中国地震灾害的时空特征以及中国地震灾害对交通影响的时空分布与类型分析。中国地震灾害记载的时间分布不平衡,是随时间的推移而逐渐呈现上升趋势;其空间分布也不平衡,元代以前集中于山西、河南、陕西一带,明清时期西南和台湾地区有所增加,民国及1949-1980年主要集中于西南、西北及台湾地区。中国地震灾害对交通影响的时空分布也集中于西北、西南地区,特别是云南、四川和新疆,通过地震烈度的空间分布,可知高烈度的地震对新疆的交通系统影响较大,云南和四川较低烈度的地震对其交通系统的影响也比较大,这是因为3省皆分布于中国强震带内,且四川和云南地形复杂,多山地丘陵,其交通线的分布多沿山川行进,故较易受地震影响。然后,依据破坏程度、次生灾害、交通构筑物破坏可将地震灾害对交通的影响划分为不同的影响类型。

关 键 词:公元前1831年-公元1980年;中国;地震灾害;交通;影响类型

1 引言

地震灾害对交通具有显著的影响。随着经济发展和技术进步,人们应对自然灾害的能力也在逐步增强。但是,地震灾害后所暴露出的交通系统的脆弱性,以及交通系统在震害后所扮演的“生命线”角色,提示人们要更加重视地震灾害对交通的影响研究。

国内外地震灾害与交通的相关研究,多数集中于工程地震领域,即从工程建设的角度研究交通系统的抗震性能、地震时的破坏力度或震后修复,较少从人文地理学的视角,以地震史料为基础^[1],探求地震灾害对交通的影响。

世界范围内几次灾难性地震,使震区城市内部及周边的交通系统蒙受巨大损失,各国都十分重视和强化地震交通应急规划^[2],特别是城市交通系统应急空间的研究。国内这一方面的研究,主要集中在交通系统地震应急的技术方法探讨、城市交通系统抗灾规划(包括震灾)、城市地震应急系统设计及主动应急空间体系的构建、应急物资运输保障体系的建设等^[3-8]。

交通系统震后破坏程度的评估,也是各国研究的重要内容。Nobuoto 和 Masata 采用一个基本的 OD(origin-destination)节点模型模拟评估震后公路运输网络系统的功能;Chang 和 Nojima 共同提出了灾后交通系统运行的基于网络覆盖和交通可达性的评估方法,并在1995年日本阪神地震中得到了成功应用,其主要是对铁路和高速公路灾后运行的评估^[9];Deakin 提出了一种独特和新颖的方法来研究震后交通系统的破坏,即研究开车人在地震发生时的路线选择,1994年的美国北岭地震为此研究提供了机会^[10]。

除了交通系统震后评估方法的研究,国外还关注特定城市或类型的交通系统震害研究,比如探讨地震灾害对港口城市交通系统的影响^[11],或地震对集装箱码头运作的影响^[12]等。国内的相关研究主要是交通系统震害预测、震后交通系统破坏类型划分和震后交通损失评估等^[13-16],早期多数案例选择为单个城市。但是随着经济发展及区域一体化进程的加快,区域内部各城市间的联系日益紧密,出现城市群或相似形态,无疑加大了防震减灾的难度。何萍、李志强在探讨震后交通系统功能评估方

收稿日期:2010-08; 修订日期:2010-11.

基金项目:国家自然科学基金(40571052);广东省普通高等学校人文社会科学重点研究基地重大项目(09JDXM84001)。

作者简介:任慧子(1984-),汉族,女,博士生,研究方向为交通与历史地理。E-mail: renhuizi@hotmail.com

通讯作者:曹小曙,男,博士,教授,博士生导师,主要从事交通地理与土地利用研究。E-mail: caoxsh@mail.sysu.edu.cn

法和利用 ArcGIS 空间分析功能进行最小路径计算的基础上,以珠江三角洲为例,考察了珠江三角洲震后各城市交通运输可达性的变化程度^[17]。

GIS 技术在地震工程研究中的应用及其广泛,已用于地震分析、预测、预报、抗震、减灾及灾害预测、辅助决策及应急指挥中。在交通系统震害研究方面,GIS 的应用也极为广泛^[18-23]。20 世纪 60 年代以来,欧美、前苏联、日本和中国等国家相继把遥感技术也引入到地震灾害调查和评估工作中^[24-25]。多种地理学方法在抗震减灾中的应用,可以使我们更为清晰和全面地了解地震灾害对交通的影响。

另外,地震灾害的宏观分析和风险管理以及相关次生灾害的研究,为深入的认识致灾原因、灾害发生机制、交通系统在震害中的角色以及全面减灾提供了最为有效和积极的途径^[26-28]。

2 研究区域与数据

2.1 研究区域

本文的研究区域是整个中国范围。中国位于世界两大地震带——环太平洋地震带与欧亚地震带之间,受太平洋板块、印度板块和菲律宾海板块的挤压,地震断裂带十分发育。中国地震活动频度高、强度大、震源浅,是一个震灾严重的国家。

2.2 数据来源

中国地震史料的久远和详细,是世界上其他国家所不能及的。中国不仅拥有大量的古籍地震史料,如《太平御览》地震篇中自周至隋的 45 条地震资料,《文献通考》地震篇中自周至金的 268 条地震资料,《古今图书集成》中自周至清康熙的地震、地陷和地裂资料 654 条^[29];而且还有大量的近现代地震汇编资料。另外,20 世纪 80 年代,中国国家地震局与复旦大学中国历史地理研究所,运用历史地理学和地震学的方法,以地图的形式,详细表现了远古至清时期历次地震的震中位置、震级和波及范围,更加直观、容易地寻找地震在时间上、空间上的发震规律^[30]。本文研究数据,主要来源于顾功叙主编的《中国地震目录(公元前 1831 年-公元 1969 年)》(强震目录,震级 $4\frac{3}{4}$ ^①)^[31]以及谢毓寿、蔡美彪编写的《中国地震历史资料汇编》^[32],所收资料起自远古,止于 1980 年。《中国地震历史资料汇编》中所载

中国最早地震记录是在约公元前 23 世纪,但并未指明地震地点,故本文的时间区间取为公元前 1831 年至公元 1980 年,然后,参照《中国历史地震图集》,探讨各区域地震灾害对交通造成影响时空特征与变化。

3 地震灾害对交通的影响类型

3.1 地震分析

3.1.1 自远古至元代

纵观中国地震历史史料,自远古至元代,有感地震共有 981 条记载,强震记录有 99 条(震级 $4\frac{3}{4}$)。由于历史时期并未制定明确的地震等级规范,故历史史料为描述性质。其中关于地震灾害对交通影响的论述少之又少,原因总结为 3 个方面:①历史时期由于交通设施以及交通方式的落后与发展缓慢,使得社会对于交通的依赖度和关注度较低;②由于历史时期国家在灾后救助方面的缺憾,使得灾后救助多以地方自救为主,交通的重要性并未体现;③历史时期由于技术条件等的限制,很多地震可能并未记录下来,或者虽有所记录,但记载并不完整或并未传承至今。

远古至元代,地震记载最多的朝代是元代,其次是唐代、北宋和东汉等,这些朝代都是大一统时代,疆域广阔且经济繁荣、技术进步,为详细记载地震灾害提供可能(图 1)。

远古至元代,地震记载最多省份为山西省,其次为河南、陕西、河北、甘肃等地。主要原因可能是

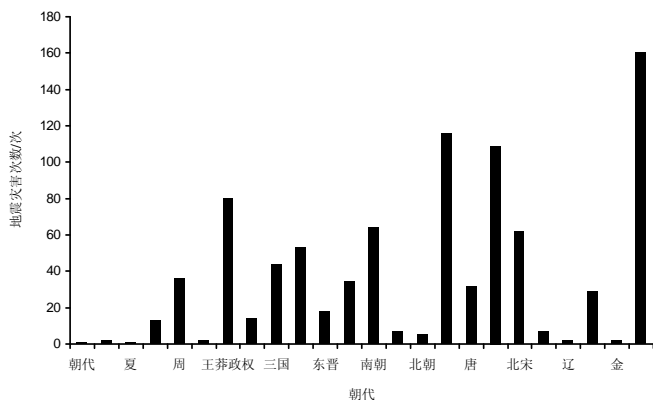


图 1 远古至元代各朝代地震灾害统计图

Fig.1 The cartogram of earthquake disasters from ancient times to the Yuan Dynasty

①震级在 $4\frac{3}{4}$ 级(包括 $4\frac{3}{4}$ 级)及其以上。

古代交通、通讯不发达,人们关注的视野只能局限于都城及其近域范围内(图2)。

3.1.2 明清民国

明代有 227 条强震记录,清代有 337 条强震记录,民国时期(1912-1949 年)有 985 条强震记录,由此可见,强震记录呈逐渐上升的趋势。以省份发生来看,明代主要集中于云南、陕西、山西、甘肃和河北;清代主要分布于云南、台湾和四川;民国时期主要集中于台湾,其次是新疆、云南和西藏(不考虑渤海、黄海、东海、南海公海部分的地震)。从明代、清代至民国的地震发生地域来看,从华中地区相对集中到西南地区,再到西南、西北两地区(图 3-5)。

3.1.3 1949-1980 年

因《中国地震目录》中所记载为强震目录,止于 1969 年,故此之后至 1980 年,参照《中国地震历史资料汇编》之记载,但《中国地震历史资料汇编》建

国后的记载自成一体系,故从 1949-1980 年皆参照《中国地震历史资料汇编》^②。1949-1980 年,共发生 4.7 级及以上(即震级 4.7)地震 2610 次(此记载因大震后的余震独立计算,故数值较大)。以年代统计,地震发生较多的年份为 1950 年、1966 年和 1976 年。主要原因是大震引起的余震较为集中,如 1976 年

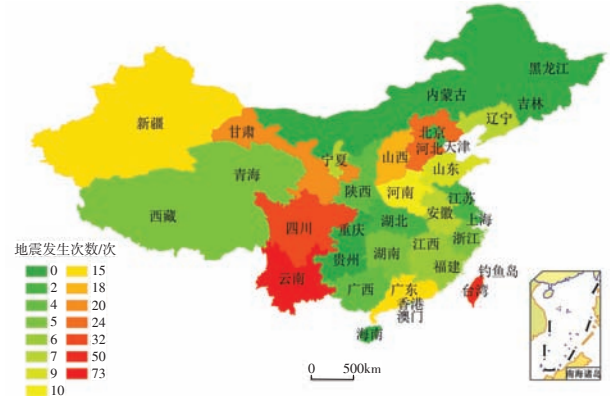


图 4 清代地震灾害分省统计图

Fig.4 The cartogram of earthquake disaster of each province in the Qing Dynasty

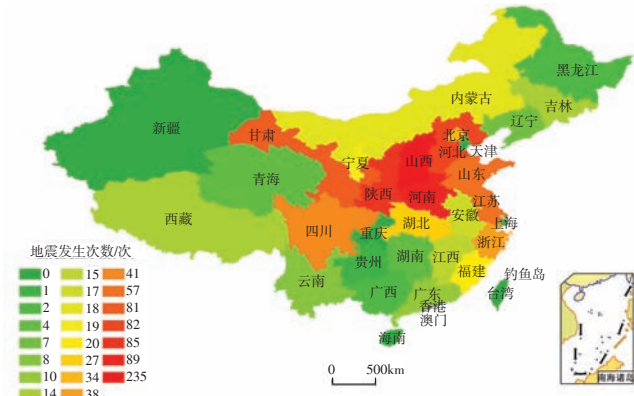


图 2 远古至元代地震灾害分省统计图

Fig.2 The cartogram of earthquake disaster of each province from ancient times to the Yuan Dynasty

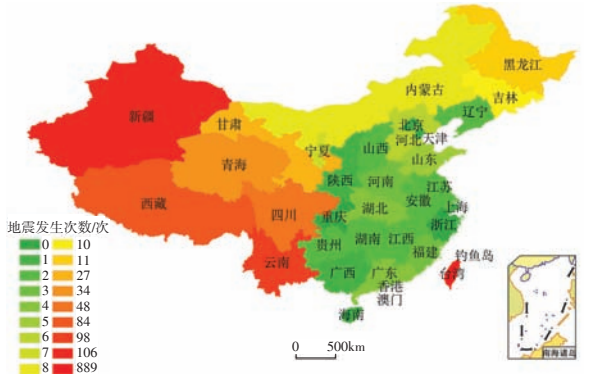


图 5 民国时期地震灾害分省统计图

Fig.5 The cartogram of earthquake disasters of each province in the period of the Republic of China

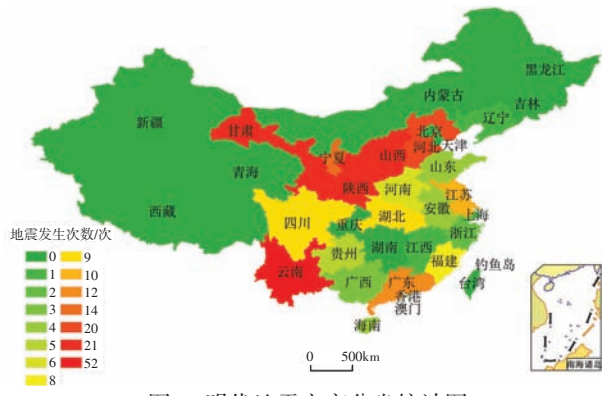


图 3 明代地震灾害分省统计图

Fig.3 The cartogram of earthquake disasters of each province in the Ming Dynasty

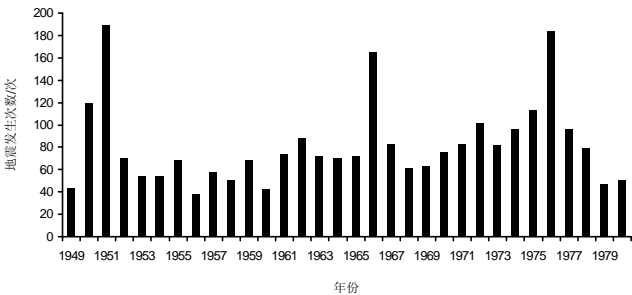


图 6 1949-1980 年地震灾害年度统计图

Fig.6 The cartogram of earthquake disasters during 1949-1980

②《中国地震历史资料汇编》(第五卷)包括一条 1981 年 1 月 24 日的地震记载,在此纳入统计范围内。

7.8级^③的唐山大地震,其余震多达数十次。其余年代的地震发生次数相对较为平均(图6)。

以省份统计来看,地震发生相对较为集中于西藏、新疆、台湾、云南、四川和河北六省(不考虑东海、黄海、东海、南海公海部分的地震)(图7)。

3.1.4 地震灾害对交通的影响记载

从远古时期至公元1980年年所收录的强震记录中,关于地震灾害对交通影响的记录有164条,仅占很小比例。这说明在地震灾害记载和研究中,交通的破坏从古至今并未引起足够的重视。但随着交通重要性的逐步增强,这种状况亦有所改善(图8)。

从图8中可以看出,地震造成的交通系统的破坏除中部湖北、湖南等几个省份未有发生外,其他省份均有发生,并且主要分布在云南、四川、新疆等

省份。这一分布特点与以上所总结的地震发生集中地区相吻合。另外,这与各地的地理环境和交通道路的布局也有十分密切的关系。

从地震灾害对交通影响记载的时间分布来看,19-20世纪,主要呈直线上升趋势,这一趋势与地震发生的总趋势一致,原因是多方面的。除了地质运动本身的规律发生作用之外,人类意识或技术条件的进步使得史料记载更加详尽也是一个重要原因。另外,人类活动范围的不断扩大、开发利用自然的强度不断增加以及人们加强对交通系统的建设等也是重要原因。

刘凯等指出,地震的发生频率和地震烈度是最受关注的两个要素,前者说明地震发生在时空分布特征,后者则反映地震造成破坏的程度^[33]。又因为地震史料的久远,其中并未详细记载地震灾害对交通造成的直接损失,例如道路破坏里程等,很难从交通影响规模上对其进行详细分析。但是,可以利用地震烈度间接反映地震灾害对交通的破坏程度(表1)。

根据《中国地震目录》中的烈度-震级关系,我们可以对地震灾害对交通影响的记载进行分析。发现对交通造成影响的地震烈度集中发生在Ⅷ和Ⅸ~Ⅹ两个较高等级,而较低等级Ⅵ发生为最少。从而可知对交通产生影响的地震灾害震级相对较高,其对周围事物的破坏程度也相对较高,即包括交通系统在内。

另外,地震灾害对交通影响记载所分布的省份中,各级地震烈度的发生比例也是不相同的。以此为基础,可以初步判定各区域地震灾害对交通影响的主要原因。在地震灾害对交通影响发生较多的

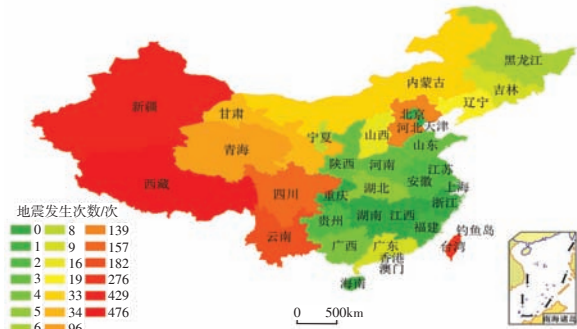


图7 1949-1980年地震灾害分省统计图

Fig.7 The cartogram of earthquake disasters of each province during 1949-1980

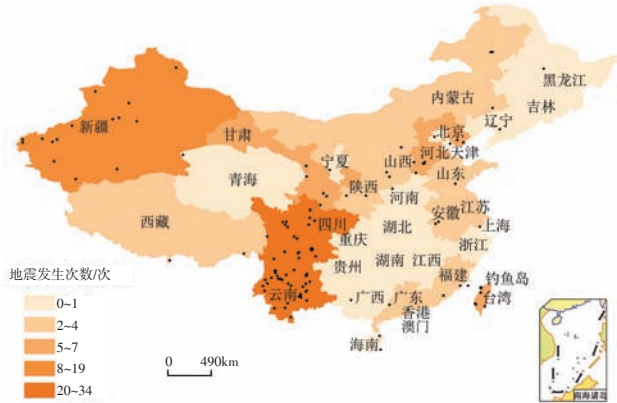


图8 地震灾害对交通的影响分布图

Fig.8 The distribution of the influence of earthquake disasters on transportation

注:以震中位置为标准落图,因部分记载是同一震中、相邻地点的交通破坏记载,仅算作一次独立发生。

③刘恢先. 唐山大地震震害. 北京: 地震出版社, 1985.
④顾功叙. 中国地震目录. 北京: 科学出版社, 1983: 4.

表1 烈度-震级关系表^④

Tab.1 Intensity-magnitude relationship	
烈度	震级/级
VI	$4\frac{1}{4} \sim 5$
VII	$5 \sim 5\frac{3}{4}$
VIII	$6 \sim 6\frac{3}{4}$
IX ~ X	$7 \sim 7\frac{3}{4}$
> X	$> 7\frac{3}{4}$

省份,如云南省,地震烈度集中于第Ⅱ、Ⅲ等级,较高等级地震烈度发生较少,这说明地震本身破坏力对其交通造成的影响较少,而是较低烈度的地震对其交通造成的影响较大,这就与其地形地貌、次生灾害及交通走向等有非常大的关联;相反,在宁夏回族自治区和陕西省,其最高等级的地震烈度所占比例较大,说明地震本身破坏力对其交通造成的影响最大(图9)。

3.2 类型划分

3.2.1 地震地表破坏力对交通造成的影响

地震历史史料关于地震灾害对交通影响的记载,多数为纯描述性质,很难从定量上加以把握。综合分析地震灾害对交通影响的资料记载,由于地震所产生的挤压和张力等破裂构造使得道路发生拱曲和断裂,这种破坏方式占有道路破坏方式的比重最大,其记载多达64条。

根据其资料描述,这种道路破坏方式主要有路面开裂、道路崩断、铁路扭曲变形、道路塌陷等。其中路面开裂有42条记载,道路塌陷的有4条记载,道路崩断的有4条记载,铁路扭曲变形有3处记载,10处记载为综合性破坏(图10)。

由于地震的地表破坏力所造成的道路破坏的空间分布与地震灾害对交通的影响的空间分布相似,主要集中于云南、四川、新疆等地。但是,在地震灾害对交通影响记载较少的省份,这种破坏方式所占比例很高,像广西、辽宁等省份,地震灾害对交通影响的记载全部为地震地表破坏力所造成的道路破坏,由此可见,这种破坏方式的分布范围较为广泛,是地震灾害对交通的影响中最易产生破坏的类型。

3.2.2 次生灾害对交通造成的影响

已发生的震区交通系统损毁情况表明,目前的交通系统特别是地震带附近山区的交通系统是十分脆弱的。其中一个很重要的原因,是地震所引发的次生灾害对交通系统的影响,造成灾区“生命线”的中断或被毁。根据资料,地震次生灾害对交通系统的影响类型主要有地震引发山体崩塌、滑坡、塌方,大量山石滚落阻塞或破坏道路;地震亦可造成水毁、水枯、水堵、堰塞湖等,使交通特别是水路交通瘫痪。另有关于地震山体崩落而导致行人死亡的记载。以上所提及的道路,多数为受灾聚落与外界的联系通道,而聚落内部大量建筑物的倒塌,也会使得“木石堵塞,不辩街巷”。

综合资料记载,由地震引发的次生灾害对交通系统造成影响的有32处,其中的21处由于山体崩塌所导致的道路阻塞甚至被毁;5处由于崩塌体导致河流阻塞,其中1处形成堰塞湖;2处河流枯竭,其中1处可徒步过河;2处崩塌体造成行人死亡;另有3处记载为聚落内部街巷的破坏描述(图11)。

山体崩塌所导致的道路破坏高度集中于云南、新疆两个省份;河流阻塞集中发生于四川省,而河流枯竭主要是“洛渭”两河。由此可见,地震次生灾害对交通的影响的空间分布,与各地的地理环境及交通布局有十分密切的关系。

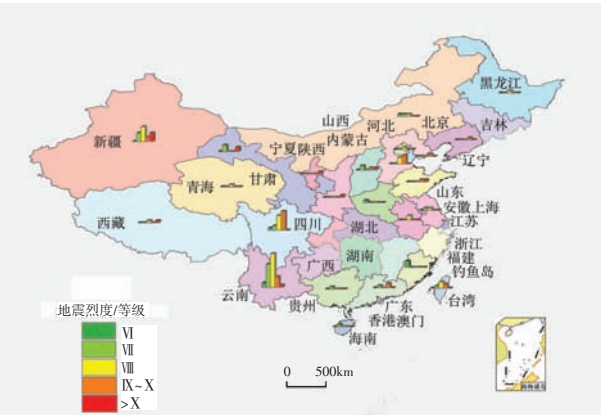


图9 地震烈度图(以地震灾害对交通影响的分布为基础)

Fig.9 Seismic intensity map based on the influence of earthquake disasters on transportation

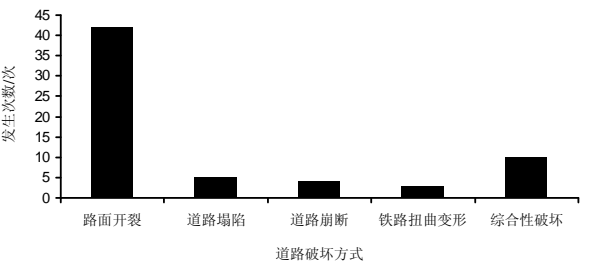


图10 地震地表破坏力引发道路破坏方式统计图

Fig.10 The cartogram of the forms of wegeknick caused by the surface destructive power of earthquakes

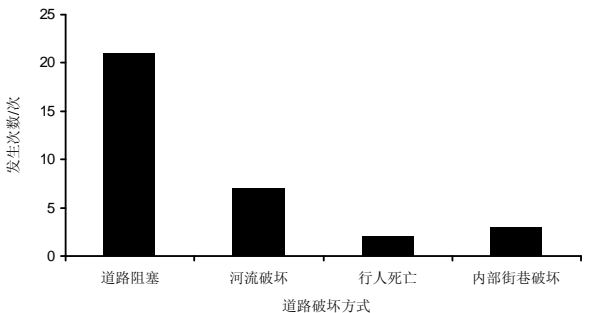


图11 次生灾害引发道路破坏方式统计图

Fig.11 The cartogram of the forms of wegeknick caused by the secondary disaster of earthquake

3.2.3 地震对交通系统构筑物的影响

交通系统不仅包括道路,还包括许多其他构筑物。桥梁是道路交通的主要构筑物,桥梁在交通路网中的重要作用决定了其在地震中的破坏会给人们的生活带来重大的影响。很多学者对于防震桥梁的工程技术以及震后桥梁的恢复等都有很深入的研究。在资料记载中,关于桥梁破坏的记录不仅比例很高,而且时间、区域分布都较为均匀。其主要破坏类型是桥梁塌陷、桥梁开裂、桥梁附属物的破坏等。

综合资料记载,关于桥梁破坏的记载有62处,其中14处为桥梁开裂,其震级跨度较大,既有震级 $5\frac{1}{2}$ 的地震造成桥梁开裂,也有Ms 8.0的记载。有20处桥梁塌陷的记载,震级主要集中于震级 $6\frac{3}{4}$ 范围。概况记载“桥圯”的记载有9处,其震级范围较低,集中于震级 $6\frac{3}{4}$ 。桥梁及其附属物,包括桥栏、桥墩等破坏综合记载有16处,震级在 $4\frac{3}{4}$ 之上,尤其集中于震级6.0以上。另外,还有2处铁桥折断的记载和1处次生灾害导致桥梁毁坏的记载。根据黄龙生等对桥梁震害特征的分类^[34]来看,桥梁开裂、塌陷、桥圯等均属于毁坏和严重破坏,以致桥梁不能使用;桥墩轻微开裂属中等破坏;桥栏等附属物的损坏仅属轻微破坏(图12)。

驿站是古代供传递官府文书和军事情报的人或来往官员途中食宿、换马的场所,可以把它看作是与交通系统有一定关联的要素。近现代的车站,虽与驿站有本质差别,但是也往往设立在对外交通较为方便的地方,同样是道路系统中一个比较醒目的标示。资料中有关于驿站和车站的记载有6处,其中4处驿站损坏的记录,2处车站损坏的记录。

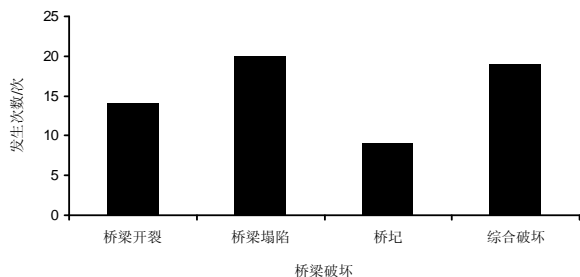


图12 地震灾害引发桥梁破坏方式统计图

Fig.12 The cartogram of the forms of bridge destruction caused by earthquake disasters

隧道、涵洞是近现代才出现的交通系统构筑物,它们的破坏同样会对整个交通系统造成影响。记载仅有2条(其中涵洞记载包含着桥梁综合破坏记录内)。

3.3 类型分析

较早时期关于地震灾害对交通的影响记载,水路占绝大部分,特别是泾洛渭三川地区。明清时期,地震灾害对交通影响的记载逐渐增多,明代记载有11条,其中关于桥破坏的记载有6条之多,其余为驿站、水路和道路破坏的记载。这一时期记载的地区分布较为分散,多为东南沿海和华北内陆地区。清代记载有37条,其中桥梁破坏的记载占70%左右,并且出现了铁路和隧道的破坏记录。这一时期记载的地区已较为集中,主要是西南地区,包括云南、四川等。民国时期的记载有40条,其中道路(包括铁路)破坏的记载占68%左右,这一时期记载的地区除西南地区较为集中外,还包括台湾地区。

建国至1980年,关于地震灾害对交通的影响有74条记载,道路破坏的记载仍占绝大多数。这一时期的分布地区已可明显看出集中于西南、西北和华北内陆地区。

4 结论

从以上的分析和总结可以看出,历史时期人们不够重视地震灾害对交通的影响,但地震灾害中交通系统所暴露出的脆弱性,迫切要求人们加强这一方面的认知。地震灾害对交通影响的记载集中分布于西南、西北地区,特别是云南、四川和新疆,通过地震烈度的空间分布,可知高烈度的地震对新疆的交通系统影响较大,云南和四川较低烈度的地震对其交通系统的影响也比较大。这是因为三省皆分布于中国强震带内,且四川和云南地形复杂,多山地丘陵,其交通线的分布多沿山川行进,故较易受地震影响。因此,在高烈度地震影响区,应加强交通系统本身的抗震性能;而在低烈度地震影响区内,除加强交通系统本身的抗震性能外,还应加强对次生灾害的防范及规划交通系统走向。本文仅对地震灾害对交通的影响类型作一简单分析,其空间分布原因等具体问题尚需具体研究。

在经济科技日益发达的新时代,地震灾害对于现代社会的破坏力远较古代为甚,交通线对于现代

灾后救助的意义也远非古代能比,主要交通线的畅通与否在灾后救助中的作用日益显现。通过对历史时期地震灾害对交通影响类型的分析与总结,可以加深对交通设施的构建与自然环境之间关系的认识,而这一认识显然对现代社会如何构建相关应急设施也具有一定意义。

参考文献

- [1] 王双怀. 1999年以史料记载为基础,探究了明代华南自然灾害的时空特征. 王双怀. 明代华南的自然灾害及其时空特征. 地理研究, 1999, 18(2): 152-160.
- [2] Schiff A J. Earthquakes in transportation contingency planning. Energy, 1983, 8(8-9): 689-693.
- [3] 郭恩栋, 赵振东, 余世舟, 等. 交通系统地震应急智能辅助决策技术研究. 地震工程与工程振动, 2003, 23(2): 128-133.
- [4] 李晔, 张红军. 城市交通系统抗灾变研究进展. 灾害学, 2004, 19(4): 77-82.
- [5] 危福泉, 刘高焕, 姚新, 等. 地震灾害预测和应急模拟系统的设计与应用. 地理研究, 2005, 24(5): 749-756.
- [6] 吕元. 建设城市地震主动应急空间体系. 世界地震工程, 2004, 20(4): 81-84.
- [7] 谢素华. 论我国公路交通应急及运输保障体系的建设. 公路交通科技, 2008, 25(9): 156-158.
- [8] 张明媛, 袁永博, 白广斌. 基于现代信息技术的城市灾害应急管理系统. 防灾减灾工程学报, 2008, 28(3): 382-387.
- [9] Chang S E, Nojima N. Measuring post-disaster transportation system performance: The 1995 Kobe earthquake in comparative perspective. Transportation Research Part(A), 2001, 35(6): 475-494.
- [10] Deakin A K. Factoring motorists' responses to the 1994 northridge earthquake. Computer Environment and Urban Systems, 1997(21): 335-357.
- [11] Chang S E. Disasters and transport systems: Loss, recovery and competition at the Port of Kobe after the 1995 earthquake. Journal of Transport Geography, 2000, 8(1): 53-65.
- [12] Na U J, Shinozuka M. Simulation-based seismic loss estimation of seaport transportation system. Reliability Engineering and System Safety, 2009, 94(3): 722-731.
- [13] 何晓鸣, 关鹏. 地震对公路交通危害分析与防灾减灾预案的探讨. 武汉工业学院学报, 2009, 28(1): 75-79.
- [14] 赵国兴, 陈淮, 李杰. 震后城市交通系统评估与改建. 世界地震工程, 1996(3): 6-10, 78.
- [15] 叶珊珊, 翟国方. 地震经济损失评估研究综述. 地理科学进展, 2010, 29(6): 684-692.
- [16] 王海超, 解国仁, 冯玉岩. 城市公路网络震害预测方法探讨. 东北重型机械学院学报, 1997, 21(2): 167-171.
- [17] 何萍, 李志强. 城市群震后交通快速评估研究—以珠江三角洲为例. 中国地震, 2005, 21(3): 444-450.
- [18] 宋健民, 陈艳艳. 城市交通系统抗震地理信息管理系统. 土木工程学报, 2003, 36(5): 87-91.
- [19] 姜淑珍, 李倩, 柳春光. 泰安市交通系统抗震可靠性分析. 地震工程与工程振动, 2005, 25(6): 189-193.
- [20] 姜淑珍, 柳春光. 三亚市交通系统易损性分析. 世界地震工程, 2005, 21(3): 23-27.
- [21] 倪永军, 吕高峰, 黄世敏, 等. 基于GIS的城市道路交通系统震害预测与连通性分析. 四川大学学报: 工程科学版, 2007, 39(增刊): 163-167.
- [22] 王志涛, 王玲, 张秀彦, 等. 基于GIS的城市震后交通最优路径分析系统. 武汉理工大学学报: 交通科学与工程版, 2008, 32(5): 814-817.
- [23] 王亚强, 王兰民, 张小曳. GIS支持下的黄土高原地震滑坡区划研究. 地理科学, 2004, 24(2): 170-176.
- [24] 韩用顺, 崔鹏, 朱颖彦, 等. 汶川地震危害道路交通及其遥感监测评估: 以都汶公路为例. 四川大学学报: 工程科学版, 2009, 41(3): 273-283.
- [25] 刘亚岚, 张勇, 任玉环, 等. 汶川地震公路损毁遥感监测评估与信息集成. 遥感学报, 2008, 12(6): 933-941.
- [26] 李钊章. 地震灾害宏观分析研究. 地理研究, 1995, 14(2): 35-40.
- [27] 温家洪, Jianping Yan, 尹占娥, 等. 中国地震灾害风险管理. 地理科学进展, 2010, 29(7): 771-777.
- [28] 唐邦兴, 杜榕桓, 康志成, 等. 我国泥石流研究. 地理学报, 1980, 35(3): 259-264.
- [29] 王渝生. 中国地震历史资料的古为今用. 科学时报, 2008(6): 31-32.
- [30] 国家地震局地球协商会议物理研究所, 复旦大学中国历史地理研究所. 中国历史地震图集. 北京: 地图出版社, 1990.
- [31] 顾功叙. 中国地震目录. 北京: 科学出版社, 1983.
- [32] 谢毓寿, 蔡美彪. 中国地震历史资料汇编. 北京: 科学出版社, 1983.
- [33] 刘凯, 廖顺宝, 张赛. 中国地震发生频率与烈度的空间分布. 地理科学进展, 2008, 27(3): 12-18.
- [34] 黄龙生, 刘广信. 道路交通系统的震害预测. 自然灾害学报, 1996, 5(1): 88-97.

Spatial and Temporal Distributions and Types of Impacts of Earthquake Disasters on Transportation from 1831 BC to 1980 AD in China

REN Huizi, CAO Xiaoshu

(Geography and Planning School of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Earthquake disasters have significant effects on traffic. With the development of economy and technology, the ability of people to deal with natural disasters is gradually enhanced. The vulnerability of the transportation system after earthquake disasters and the “lifeline” role that transportation system plays prompt people to pay more attention to the impacts of earthquake disasters on traffic. The research on earthquake disasters and traffic and other related issues are concentrated in earthquake engineering fields, namely from the perspective of traffic engineering construction to study the earthquake resistant behavior of the traffic system. There are relatively few studies from the perspective of human geography on the impacts of earthquake disasters on traffic based on the historical earthquake data. China has more detailed historical earthquake materials and data than any other countries in the world. China has not only a great deal of historical earthquake data, but also a large number of modern earthquake assembly data. On the basis of comprehensively coordinating the earthquake disaster data from 1831 BC to 1980 AD, and using the GIS technology, this article discusses the characteristics of China's earthquake disasters in time and space, and their influences. The earthquakes in China are imbalanced in spatial and temporal distributions. In the Yuan Dynasty, the earthquakes were concentrated in Shanxi, Henan and Shaanxi. Earthquakes in Southwest China and Taiwan increased in the Ming and Qing dynasties, and those in the Republic of China and during 1949-1980 occurred mainly in Southwest China, Northwest China and Taiwan. Traffic impacts by earthquake disasters were also concentrated in Northwest and Southwest China, especially in Yunnan, Sichuan and Xinjiang. The earthquakes with high intensities had significant influences on the transportation system of Xinjiang. And in Sichuan and Yunnan provinces, the earthquakes with low intensity also had great influences on the transportation systems. That is because the three are all in the pleistoseismic zone, and Yunnan and Sichuan provinces have complex geographical environments with more mountains. Different types of impacts can be divided according to the extent of damage, secondary disasters and ruin of transportation structures.

Key words: from 1831 BC to 1980 AD; China; earthquake disaster; transportation; influenced types

本文引用格式:

任慧子, 曹小曙. 公元前 1831 年-公元 1980 年中国地震灾害对交通影响的时空分布及其类型. 地理科学进展, 2011, 30(7): 875-882.