

山西省古交市公路震害预测

王永霞¹⁾ 郭星全²⁾ 撤凤玲³⁾

摘 要

地震发生后,桥梁可能会遭受破坏,路基路面会发生液化,由地震引起的滑坡及建筑物的倒塌会堵塞公路,从这几个因素考虑,对公路系统的震害进行了分析研究,给出了对古交市公路震害进行预测的结果。

关键词:震灾预测 滑坡 桥梁震害 路基路面液化

中国图书资料分类号:P315.9

引言

公路交通是生命线工程运输系统的重要组成部分,在震后抢险救灾工作中起着重要作用。地震的发生,不仅会直接损坏道路设施,而且常常引发地质灾害,使道路设施造成更大的破坏。所以进行公路震害预测,对制定城市减灾规划和救灾方案具有重要意义。此项工作目前国内主要着重于桥梁的震害预测,对公路整体网络的预测,开展较少,本文从桥梁破坏、路基路面液化、滑坡堵塞公路以及建筑物倒塌堵塞公路等方面对古交市公路系统的震害进行分析预测。

古交市地震基本烈度为Ⅷ度⁴⁾,取3%的地震超越概率,进行震害预测时,主要考虑Ⅵ,Ⅶ,Ⅷ度时的损害情况。

古交市境内现有各级主干公路14条,其中省道3条(太宁线、黄古线、古吴线);县级公路3条(屯岔线、杜关线、梭界线);乡道3条(交原线、古曹线、河大线);煤矿专用线路5条。古交市区内主要街道有金牛大街、滨河路、大川东路、大川西路等,具体统计情况见表1、第99页表2。

表1 古交市主干公路统计表

序号	名称	境内起止地点	里程 km	公路等级	序号	名称	境内起止地点	里程 km	公路等级
1	太宁线	太原—宁武县	47	2~3	10	矾石沟 专用路	西曲 矾石沟矿	4	4
2	黄古线	黄陵—古交	29	3	11	桃园矿 专用路	太宁公路— 桃园煤矿	4	4
3	古吴线	古交—吴城镇	30	2~3	12	半马专 用公路	半沟—马家滩	4	
4	屯岔线	屯村—岔口	34	2~3	13	长峪沟 专用路	太宁公路—		4
5	梭界线	梭峪—界口	29	3	14	风坪岭 专用路	太宁公路—		4
6	杜关线	杜儿坪—关头	16	3					
7	交原线	交口—原相	11	4					
8	古曹线	古交—曹坪	19	4					
9	河大线	河口—大南坪	13	4					

1) 王永霞,女,1974年2月生,山西天镇人。1996年毕业于中南工业大学资源开发工程系,助理工程师。

2) 郭星全作者简介见本刊1997(1—2):84。

3) 撤凤玲,女,1967年7月生,山西襄汾人。1988年7月毕业于北京邮电大学无线电系,工程师。

以上3人工作单位:030002,山西省太原市水西关南街16号,山西省地震局。

4) 兰青龙.地震危险性分析.见:山西省地震工程勘察院.古交市地震灾害损失预测与减灾对策,1997年。

表2 古交市内道路统计表

道路名称	起止地点	道路名称	起止地点
金牛大街(东段)	古城路—金牛大桥	文化路(北段)	滨河路—金牛大街
金牛大街(中段)	金牛大桥—西曲路	文化路(南段)	金牛大街—义学路
金牛大街(西段)	西曲路—牛角上	大川东路	滨河路—中心区南
古城路(东段)	建设路—大川东路	桃园路	大川西路—滨河路
建设路	滨河路—金牛大桥	滨河路(西段)	牛角上—大川河
西曲线	金牛大街—西曲矿	滨河路(西段)	铁磨沟—大川河
迎宾路	火车站—西曲线	滨河路(东段)	古钢南大门—铁磨沟
青年路(北段)	滨河路—金牛大街	屯马西路	风坪岭公路—总仓库
青年路(南段)	金牛大街—义学路		

1 桥梁震害预测

桥梁是道路交通系统的重要组成部分,是震后道路交通恢复正常的控制工程。桥梁的破坏会造成运输中断,甚至会造成某一区域的交通瘫痪。另外桥梁修复比较困难,且需较长的时间。因此,桥梁是公路系统震后恢复运输的关键所在。对桥梁的抗震性能的合理评价,对正确评估整个交通网络震后功能的恢复具有重要意义。

1.1 结构破坏预测

1.1.1 破坏等级的划分^[1]

依据震害程度的不同,可划分为5个等级:

毁坏:桥毁如落梁,拱倒塌,墩台折损、压层,不能使用;

严重破坏:主要承重构件破碎、断裂,如梁裂缝,拱身开裂、破碎,墩台滑移、断裂、严重倾斜,跨度明显变化,承载能力大大降低;

中等破坏:局部破坏,如支座锚栓剪断,梁移动,梁端混凝土剥落,腹拱错位、开裂、拱波龟裂,墩台轻微下沉、滑移和开裂,桥台胸墙裂缝等。经适当补强可继续使用;

轻微破坏:墙、护坡、栏干等非承载构件破坏,桥面伸缩缝变化,梁轻微移动,腹拱柱裂缝,拱身微裂,拱肋与拱波联系处松脱,墩台轻微错位,台背填土下沉等,不影响承载能力,可照常使用;

基本完好:结构完好,或非承载构件受轻微损伤。

1.1.2 预测结果

用统计回归方法,计算古交市各公路桥梁在不同烈度下的震害程度,得出如下震害预测结果(见第100页表3)。

1.2 桥梁破坏对道路交通的影响

据上文得出的桥梁震害预测结果,对各条线路进行分析,有如下结论。

1.2.1 市内桥梁对道路交通的影响

市内河流众多,主要有汾河、大川河、原平河,纵横交汇于市中心地区,市内的交通主要靠桥梁联系,桥梁地位举足轻重。

古交市内金牛大街上金牛大桥在遭遇烈度为Ⅵ度、Ⅶ度地震时为基本完好和轻微破坏,对交通不会造成影响;在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时均为中等破坏,经适当补强也不影响交通。

古交市内滨河路上有滨河大桥和汾河桥,两桥在遭遇Ⅵ度、Ⅶ度地震时为基本完好和轻微破坏,不会影响交通;在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时皆为中等破坏,适当补强不影响交通。

斜拉桥在遭遇Ⅸ度地震时也只是轻微破坏;西曲便桥和古交便桥在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时

表3 古交市大中型公路桥梁震害预测结果表

公路名称	桥梁名称	烈 度		
		VI	VII	VIII
太宁线	半沟桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
太宁线	长峪河桥	基本完好	中等破坏	中等破坏
太宁线	铁磨沟桥	基本完好	中等破坏	严重破坏
太宁线	原平川桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
太宁线	滩上大桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
太宁线	梭峪汾河桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
太宁线	闹沟桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
黄古线	关头桥	基本完好	轻微破坏	轻微破坏
旧太宁线	屯兰河桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
旧太宁线	成家曲桥	基本完好	基本完好	轻微破坏
交原线	原平河桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
河大线	古钢汾河桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
古曹线	矾石沟桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
古曹线	河口中桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
古曹线	磨石中桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
屯岔线	岔口桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
市内桥梁	汾河桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
	滨河桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
	金牛桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
	西曲人行桥	基本完好	中等破坏	严重破坏
	西曲宿舍便桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
	西道人行桥	基本完好	轻微破坏	中等破坏
	斜拉桥	基本完好	轻微破坏	轻微破坏
	古交便桥	基本完好	中等破坏	严重破坏

会遭受严重破坏,但西曲便桥是人行桥,对交通影响不大;古交便桥承载能力大大下降,会使交通中断,西曲宿舍便桥和西道桥在遭遇Ⅸ度地震时,会发生中等破坏,适当修补不影响交通。

从以上分析可以看出,当发生Ⅷ度、Ⅸ度地震时,公路桥梁破坏对市内交通影响不大。

1.2.2 境内主干公路桥梁对道路交通的影响

太宁线上有7座桥梁,在遭遇Ⅵ度地震时均为基本完好;在遭遇Ⅶ度地震时长峪河桥、铁磨沟桥出现中等破坏,适当补强不影响交通;在遭遇Ⅷ度地震时铁磨沟桥严重破坏,在遭遇Ⅸ度地震时半沟桥、长峪河桥也会严重破坏,使道路的承载能力大大下降,可能中断交通。

黄古线上关头桥在遭遇Ⅸ度地震时会发生中等破坏,故可认为在遭遇Ⅵ度、Ⅶ度、Ⅷ度、Ⅸ度地震时均不会中断交通。

旧太宁线上屯兰河桥、成家曲桥在遭遇Ⅸ度地震时会发生中等破坏,在遭遇Ⅵ度、Ⅶ度、Ⅷ度、Ⅸ度地震时不会中断交通。

交原线上原平河桥在遭遇Ⅷ度地震时会发生中等破坏,补强后不影响交通;在遭遇Ⅸ度地震时会发生严重破坏,将大大影响承载能力,可能中断交通。

河大线上古钢汾河桥,在遭遇Ⅷ度地震时会发生中等破坏,补强后不影响交通;在遭遇Ⅸ度地震时为严重破坏,将使道路的承载能力严重下降,可能中断交通。

古曹线上有3座桥,在遭遇Ⅷ度地震时皆为中等破坏;在遭遇Ⅸ度地震时河口中桥、磨石中桥为严重破坏,承载能力将大大下降,可能中断交通。

屯岔线上岔口桥在遭遇Ⅷ度地震时为中等破坏;在遭遇Ⅸ度地震时为严重破坏,将影响承载能力,可能中断交通。

2 路基路面震害预测

地震对于路面的破坏通常表现为路面开裂、隆起、凹陷、坍塌等。古交市路基面破坏的主要原因是砂土液化、地裂缝等地质灾害造成的。

2.1 路基面破坏等级

路基路面的破坏等级分为3个等级^[2](见表4)。

表4 公路路基路面破坏等级划分标准

破坏等级	震害情况
基本完好	路面完好无损或出现少量裂缝,不影响交通运输
轻微破坏	路基路面出现不同程度的裂缝、涌包、沉陷、塌滑或喷砂冒水,但一般车辆仍可正常行驶,对交通影响不大
中等破坏	路基路面出现较严重的裂缝、涌包、沉陷、塌滑或喷砂冒水,影响车辆的行驶速度,交通运输量明显减少,需及时抢修

2.2 路基面震害预测

古交市地形四周高山环绕,中部地势低缓,河谷纵横。主干道路多分布在河川谷地及山地上,河川谷地容易发生砂土液化,又因道路均不在矿区采空、塌陷及地表塌陷区内,所以主要考虑砂土液化对路面的影响。

据《古交市地区地震液化区域预测结果》,参照《古交市地区液化分布图》,可得出如下结论。

太宁线在古交境内大部分穿越汾河谷地,汾河谷地是液化区,分布有中等液化区、极易液化区、强液化区。在遭遇Ⅶ度地震时,部分路段会发生砂土液化,在遭遇Ⅷ,Ⅸ度地震时会发生严重液化。

黄古线、古吴线分别沿大川河和原平河走向修筑,也有部分路段分布在中等液化区、极易液化区、强液化区。当遭遇Ⅶ度地震时,即有部分路段会发生砂土液化,在遭遇Ⅷ,Ⅸ度地震时会发生严重液化。

屯岔线沿屯兰河下游部分路段分布在中等液化区,其余部分处在非液化区,在遭遇Ⅷ度地震时屯兰河下游部分路段可能出现液化。在遭遇Ⅸ度地震时严重液化。

梭界线、杜关线、交原线、古曹线、河大线地势均较高,处在非液化区,故地震时不会出现喷砂冒水等现象。

矿区专用公路地势较高,处在非液化区,故不会出现喷砂冒水等现象。

市内主干街道金牛大街中段穿过强液化区,西段和东段处在非液化区,故中段在遭遇Ⅶ度地震时可能会发生液化,在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时会发生严重液化。

滨河路为太宁线在古交市内路段,砂土液化情形同太宁线。

大川东路与大川西路情况基本相同,大川东路为黄古线古交市内路段,破坏情况同黄古线。

西曲线主要分布在强液化区,在遭遇Ⅶ度地震时可能发生液化,在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时会发生严重液化。

桃园路、建设路全部分布在强液化区,在遭遇Ⅶ度地震时可能发生液化,在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时会发生严重液化。

青年路、文化路、古城路大部分处在非液化区,沿汾河岸边靠近滨河路小部分路段分布在

极易液化区,此小部分路段在遭遇Ⅶ度地震时可能会发生液化,在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时会发生严重液化。

屯马西路全部分布在中等液化区,在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时可能会发生液化。

迎宾路大部分分布在中等液化区,部分在非液化区,基本情形同屯马西路。

综合分析如上破坏情况,得出在不同烈度下路面震害预测的结果(见表5)。

表5 古交市主要公路路面震害预测结果

公路名称	烈 度		
	Ⅶ	Ⅷ	Ⅸ
太宁线	轻微破坏	中等破坏	中等破坏
古吴线	轻微破坏	中等破坏	中等破坏
黄古线	轻微破坏	中等破坏	中等破坏
屯岔线	轻微破坏	中等破坏	中等破坏
梭界线	轻微破坏	中等破坏	中等破坏
杜关线	轻微破坏	中等破坏	中等破坏
交原线	基本完好	轻微破坏	中等破坏
古曹线	基本完好	轻微破坏	中等破坏
河大线	基本完好	轻微破坏	中等破坏
矾石沟专用公路	基本完好	轻微破坏	中等破坏
桃园矿专用公路	基本完好	轻微破坏	中等破坏
半马专用公路	基本完好	轻微破坏	中等破坏
长峪沟专用公路	基本完好	轻微破坏	中等破坏
风坪岭专用公路	基本完好	轻微破坏	中等破坏

3 滑坡堵塞预测

古交市区不会出现滑坡,但需考虑房屋倒塌对路面的影响。古交市内建筑基本符合建筑规范,采取了较好的抗震设施。在遭遇Ⅵ度、Ⅶ度地震时,表现为基本完好,在遭遇Ⅷ度地震时,表现为轻微破坏,均不会倒塌,不会对交通造成影响。在遭遇Ⅸ度地震时,会出现中等破坏,个别表现为严重破坏,可能会出现轻微倒塌,在一定程度上影响交通。在遭遇Ⅹ度地震时,表现为毁坏,会影响交通。

其它地区主要考虑滑坡对道路的堵塞,据《古交市滑坡灾害及其预测结果》,参考《古交市滑坡危险性分区预测图》,有如下结论。

太宁线有部分路段分布在滑坡严重危险区,考虑到严重危险区在Ⅶ度地震时即可能出现滑坡,所以,在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时,土体会倒塌,可能会严重堵塞路面。

黄古线、梭界线有2个路段分布在滑坡严重危险区,其余路段均分布在危险区内,故在遭遇Ⅶ度地震时,即可能出现滑坡,在遭遇Ⅷ度、Ⅸ度地震时会发生严重滑坡。

古吴线、屯岔线、杜关线皆有1个路段分布在滑坡严重危险区,其余均分布在危险区内,在遭遇Ⅶ度地震时即可能出现滑坡。

交原线、古曹线均分布在危险区内,在遭遇Ⅶ度地震时不会出现滑坡,在遭遇Ⅷ度地震时会出现滑坡,在遭遇Ⅸ度地震时会严重滑坡。

河大线有一路段分布在危险区内,其余均分布在安全区内,故在遭遇Ⅶ度地震时不会出现滑坡,在遭遇Ⅷ度地震时会出现滑坡,在遭遇Ⅸ度地震时会发生严重滑坡。

5条矿区专用公路均分布在危险区内,破坏情况同交原线。

在遭遇Ⅷ度地震时主干公路震害预测结果见第103页图1。



图1 古交市主干公路震害预测结果图(地震烈度Ⅷ度)

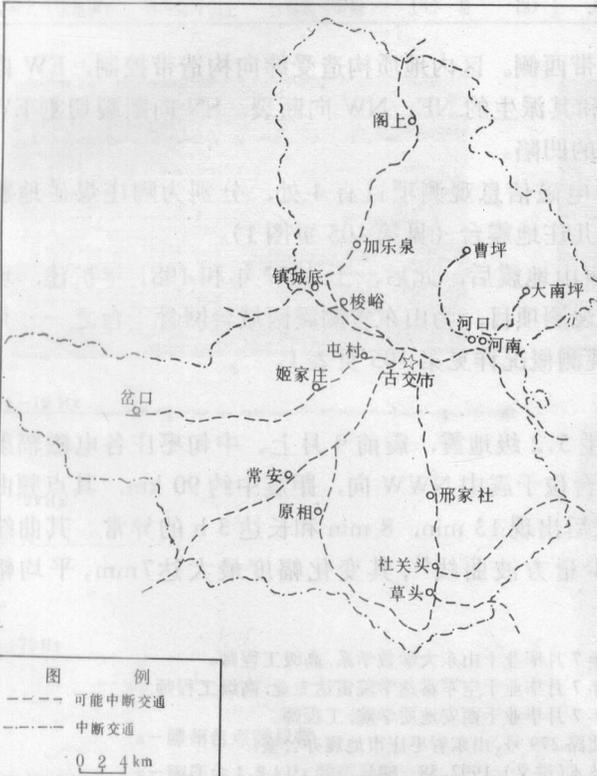


图2 古交市公路网络预测结果图(地震烈度Ⅷ度)

4 整个公路交通网络震害预测

道路交通可靠性分析主要考虑桥梁破坏、路面破坏和堵塞3个因素。

在地震作用和影响下,桥梁若为基本完好和轻微破坏,则对交通不会造成影响;若为中等破坏,经适当补强也不影响交通。

在遭遇Ⅷ度地震时公路网络预测结果见图2。若为严重破坏,则道路的承载能力会大大下降,可能中断交通。路基路面若为基本完好,不影响交通;若为轻微破坏,对交通影响不大;若为中等破坏,可能影响交通。

市区内,若房屋不倒塌,不会影响交通;若轻微倒塌,在一定程度上影响交通;若毁坏,会中断交通。

其它地区,若出现滑坡,则可能中断交通;若出现严重滑坡,则中断交通。

综合上述,总结出古交市整个公路系统在不同地震烈度下的交通受损情况如下。

在遭遇Ⅵ度地震时,整个公路交通网不会中断交通;

在遭遇Ⅶ度地震时,太宁线、黄古线、古吴线、屯岔线、梭界线、杜关线、交原线可能中断交通;古曹线、河大线、5条专用公路及市区内全部道路不会中断交通;

在遭遇Ⅷ度地震时,太宁线、黄古线、古吴线、屯岔线、梭界线、杜关线、交原线会中断交通;古曹线、河大线、5条专用公路及市区内除屯马西路和迎宾路外其余道路均可能中断交通;

在遭遇Ⅸ度地震时,古交市境内主干公路会全部中断交通。市区内主干道路可能中断交通。

参 考 文 献

- 1 赵成刚,冯启民. 桥梁的震害预测. 生命线地震工程. 北京:地震出版社, 1994. 50~78
- 2 陈一平,陈欣. 公路路基路面的震害预测. 工程抗震, 1993(3): 32~36

(收稿日期: 1998-01-04, 修回日期: 1998-06-23; 英文摘要见第110页)

(上接第 103 页)

Earthquake Disaster Forecast for Roads in Gujiao

Wang Yongxia Guo Xingquan Han Fengling

(Seismological Bureau of Shanxi Province)

Abstract

Based on bridge seismic damage, foundation liquafaction, seismic landslide blockage and structures collapsed blockage, the paper studies the earthquake disaster of road system, and gives the total earthquake damage of the road in Gujiao.

Key words: Seismic disaster prediction Landslide Bridge seismic destory Foundation liquefaction