

# 汶川 8.0 级地震桥梁震害<sup>\*</sup>

解 丽, 卢永坤, 非明伦

(云南省地震局, 昆明 650224)

**摘要:** 汶川地震造成了生命线系统巨大的破坏。详细介绍了汶川地震中桥梁的震害情况及其造成的影响, 总结了桥梁震害的特征, 对桥梁震害原因和致灾机理进行了分析, 并对建设中应注意的问题提出了建议。

**关键词:** 汶川 8.0 级地震; 生命线工程; 桥梁震害

**中图分类号:** P315.9      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-0666(2008)增刊-0530-05

## 0 前言

历次大地震的震害表明, 生命线工程破坏造成的损失所占比例往往随震级增加而加重。而交通系统是地震灾害发生后疏散群众、救援队伍与工程队伍进入灾区以及运送救灾物资的抗震救灾生命线。交通系统的破坏不仅会导致惨重的经济损失, 还会延误救援时间, 给震后的抢险救灾、恢复生产以及人们生活造成极大困难 (褚雪松, 2006; 张子璐, 2006)。交通系统破坏中又以桥梁的破坏最为严重, 且桥梁破坏更易造成交通中断。

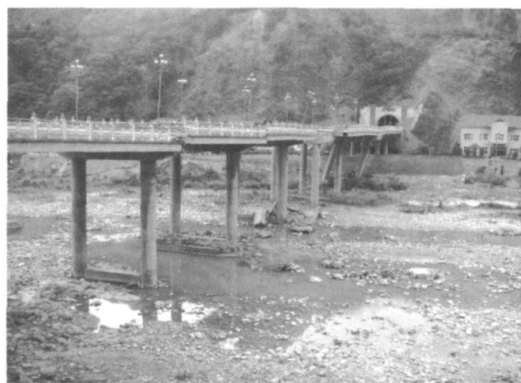
本次汶川大地震造成了交通系统公路、铁路和桥梁不同程度破坏, 造成较重的经济损失。本文主要介绍震区桥梁破坏的情况。

## 1 四川震区桥梁震害

### 1.1 IX~XI 度高烈度区桥梁震害

本部分内容大多为地震现场工作队以及中国地震局直属所、省局震害评估组调查结果。

(1) 陈家坝一曲山镇入口有 11 座中小桥彻底垮塌。北川县北出口 800 m 长龙尾大桥桥墩歪斜, 部分桥面塌陷, 桥面呈波浪型起伏状, 车辆无法通行 (照片 1)。与该桥相接的长 60 余米的龙尾隧道衬砌严重受损, 但车辆尚可通过, 桥头另一桥梁全部塌陷。



照片 1 北川县长龙尾大桥梁毁坏

(2) 北川县城有一斜拉桥, 桥面为钢板铺设, 震后在钢筋混凝土柱的部位由于挤压作用, 桥面隆起约 1 m (照片 2)。可以想象, 若为混凝土桥面, 地震发生时肯定会坍塌。

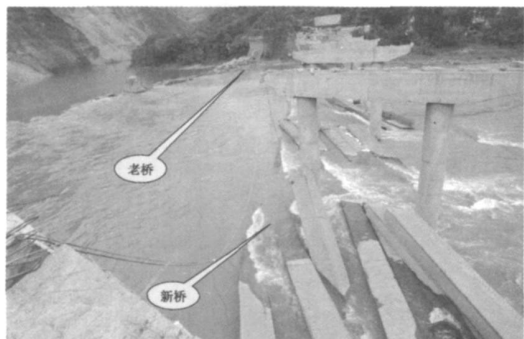


照片 2 北川县城斜拉桥

(3) 平武县南坝镇通县城方向有两座钢筋混凝土桥垮塌 (照片 3)。河面宽约 150 m, 老桥两

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2008-07-16.

跨,震后桥面垮塌,桥墩破碎、断裂;新桥在建,震后桥面顺桥向滑入河中,桥墩未见破坏。这两座桥的破坏中断了南坝至平武的交通,救援队伍进入南坝镇也必须依靠轮渡。



照片 3 平武县南坝镇桥梁破坏 (通平武县城)

(4) 安县和北川交界以南信用村有一处长 50 余米的石砌拱桥全部塌落,该桥 NW 方向 100 m 左右的一处混凝土拱桥桥面和支座严重受损 (照片 4)。



照片 4 混凝土拱桥桥梁毁坏

(5) 都江堰—汶川映秀镇高速公路一段桥墩受压边缘破碎、断裂,钢筋裸露、屈曲,桥面整体下落 5 m 左右,疑为断层通过的地方 (照片 5)。



照片 5 汶川高速路桥梁破坏

另有漩口段一跨桥面塌落。该震害直接导致了都江堰至汶川道路的中断。

(6) 彭州市小渔洞大桥震后桥面塌落,桥墩台面受损 (照片 6)。



照片 6 彭州市小渔洞大桥

高烈度区桥梁桥墩破坏、地基下陷、桥面塌落及桥拱开裂等破坏现象较为常见,而且分布较广。这些震害几乎无一例外地影响了所在地区的交通,并导致救援时间的延误和惨重的经济损失。

## 1.2 VI~Ⅷ度低烈度区桥梁震害

云南省地震局震害评估组工作人员对眉山市彭山县、洪雅县和仁寿县交通系统作了详细调查,取得了丰富翔实的桥梁破坏资料。

### (1) 彭山县

S03 青龙立交桥栏杆钢管断裂缺损 10 m,锈蚀现象严重,引导部分路面开裂、破碎,伸缩缝有漏水现象;桥面破碎、松散,伸缩缝有漏水现象。新彭路成乐高速公路立交桥伸缩缝漏水,观音侧引道左边 100 m 已沉陷、滑移。江回路顺正桥桥面破碎、松散。江回路象耳桥桥面破碎、松散。双桥子桥位于双彭路 K31+316 处,为 1~8 m 钢筋砼空心板梁桥,台帽出现两条裂缝,桥台搭板和桥面铺装严重破碎,桥台沉陷、护坡垮塌。出江桥位于双彭路 K39+177 处,为 1~8 m 红石拱桥,拱圈出现裂缝,桥台搭板和桥面铺装严重破碎,桥梁栏杆严重损坏。

### (2) 洪雅县

洪洲大桥部分桥面钢筋裸露,人行道上伸缩缝略微下沉 1 m,人行道铺装、桥栏出现裂缝,行车道边缘破碎,引道侧墙开裂,桥头伸缩缝略微变形,重车行驶时感觉桥梁有振动。青衣江大

桥引道侧墙开裂,桥面横向裂缝 5条,人行道铺装层破损,桥栏杆破损,钢筋裸露 10几根;省道 305线 K300+998处湖冰沱桥桥面严重破坏,桥面积水向下渗透。省道 305线 K299+422处联合桥桥面右侧路基沉降挤压,护栏外倾,侧墙有位移,桥栏杆右侧外倾。

### (3) 仁寿县

G213兰磨线李子桥两桥台基础上下游强度不均,下沉量不一致,致使桥台纵向裂缝,缝宽最大达 15 mm,基础未裂穿,在拱圈距上游 6 m及 1.5 m处各有一条贯通全拱纵向裂缝,上下游侧墙均出现裂缝,乐山岸锥坡杂草丛生,桥面一块断板,一块破碎板,三块板沉陷。G213兰磨线矮子桥两桥台对称地在距上下游桥边 1 m处及中线附近各产生一条竖缝,下端裂至基础顶面,上端裂至拱桥 1/4处,中线上裂缝裂至拱脚 1 m左右,在距上下游桥边 1 m处,各产生一条裂缝,从跨 1/4处裂至拱脚,桥面渗水。乐山岸桥头一块板板解断裂,并沉陷。G213兰磨线慈航桥,因基础下沉,两桥台出现 3条竖直裂缝,在靠钝角边 4 m处各有一条贯通全拱纵向裂缝,拱圈变形,仁寿岸上游锥坡垃圾成堆,由于锥坡下沉,致使与桥台相连处错开 20~30 cm。G213兰磨线向阳桥,仁寿岸上游锥坡护坡垮塌,仁寿岸桥墩出现宽 2 cm 长 7 m的纵向裂缝,两岸基础冲刷严重,仁寿岸拱圈下游 3 m处、拱脚 1/4处至拱顶有一条 5 m纵向裂缝,在成都岸有数条较长裂缝。

华清路白杨桥成都岸上下游翼墙纵向断裂,裂缝贯穿至基础,下游侧墙与主拱圈间有裂缝。仁东环线东升桥下游栏杆侧墙裂缝严重倾斜,彭加岸上游护坡纵向拉裂至基础,上游拱圈 2 m处有一条裂缝,该裂缝从两侧拱座起纵向贯通,缝宽约 3 cm,上游栏杆已经损坏。仁简路珠加桥拱圈纵向拉裂,裂缝从两侧拱座纵向贯通。S106富资路三苑桥北斗岸上游翼墙有 3条纵向裂缝,拱圈有 3块拱石横向断裂。荣仁路铁马桥威远岸上游侧墙挤压外移,威远岸上游护坡垮塌严重,两边栏杆损坏 37 m,仁简路向荣桥两边栏杆分别向外倾斜 15和 17 cm,档土墙向外移出 20 cm,骑河路红光桥始建岸上游侧墙倾斜外移。

低烈度区桥梁震害现象普遍,虽没有给车辆通行造成较大影响,但其范围广,也造成了较重的经济损失(图 1)。

## 2 桥梁震害原因分析

汶川地震中的桥梁震害丰富多样,分析其原因,往往是多种因素综合作用的结果,主要有:

(1) 断层力作用。断层力巨大,断层经过之处地貌改观,致使地面隆起或下陷,即便 6~7级的地震也能瞬间错断地表上部结构。照片 5中的桥面整体下陷 5 m左右极有可能是断层错动导致。这种破坏现象在其他地震中也出现过。

(2) 砂土液化、地基失效造成破坏。由于砂土液化、基础的不均匀沉降引起地基失效,地基承载力稳定性不够,进而导致桥梁基础位移、倾斜、下沉,墩身开裂、失稳甚至折断,上部桥梁垮塌。如 G213兰磨线李子桥,两桥台基础上下游强度不均,下沉量不一致,致使桥台产生纵向裂缝。这种震害现象在郫县、峨眉山、绵竹及什邡等县市也较为常见。低烈度区也常见路基、桥基沉降情况,但未造成桥梁严重破坏。

(3) 桥台、桥墩失稳造成破坏。桥台、桥墩的破坏除了上述地基失效引起的下沉、倾斜及墩身开裂等现象外,还有部分是由于地震力反复作用及护坡土的推力引起的破坏,严重的致使受压缘混凝土崩溃、钢筋裸露屈曲,桥墩与基础连接处开裂、折断等,轻微破坏则多为开裂。如照片 1中桥面的波浪型起伏破坏以及桥墩的倾斜折断,照片 2中钢板桥面的挤压隆起,及照片 3中老桥的桥墩坍塌导致的桥面垮塌均属该原因造成。

(4) 桥梁结构问题造成破坏。从结构选型到桥面、桥墩配筋,桥梁的结构性问题多种多样,如结构选择不合理、桥梁单跨跨度较大、配筋不足、桥面连接不充分等。以照片 4中拱桥的破坏为例,拱桥本身是一种抗震性能很好的结构,其受力分布合理,但由照片可以看出该桥完全由砖砌而成,不见任何拉结钢筋,震后几乎酥碎垮塌。照片 3中老桥的跨度较大,而抗震措施,新桥桥面拉结不足,致使桥面沿顺桥向塌落。照片 6中的小渔洞大桥桥跨较大,拉结不足,引起破坏。震区还有一部分桥梁露筋,多数因为配筋不足引起,如箍筋细、间距大等原因。

## 3 结论与建议

桥梁是交通系统的枢纽,桥梁遭受地震破坏,

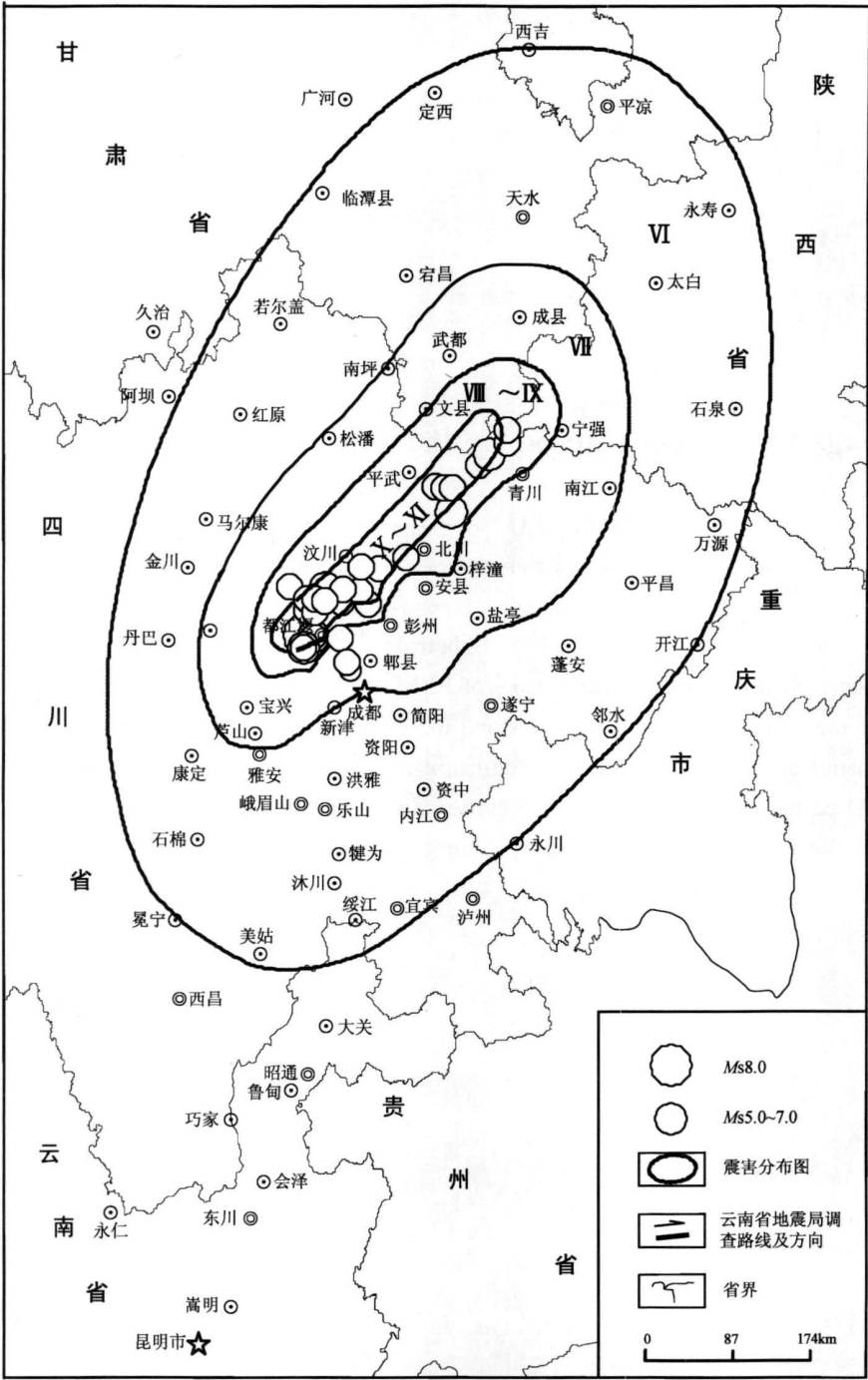


图 1 桥梁震害调查点分布位置图

轻则造成经济损失，重则造成交通中断，进而影响震区救援和人员疏散。因此，必须加强对桥梁抗震的研究。笔者分析认为，在今后的建设工作中应注意以下几个方面的问题：

- (1) 场地选址应避免不利地段，如断层经过处及易液化、软弱土层场地（卢永坤等，2007）。
- (2) 桥梁设计时，应注意合理选型，跨度不

宜过大，桥墩、承台缘配筋要足，应注意顺桥向桥面连接。

- (3) 注意一些抗震设计新理念的应用，如“分级抗震设防目标”、“延性设计”、“基于性能的抗震设计”等。（卓卫东等，1999；王砚田等，2006）
- (4) 注意一些抗震新技术的应用，如“橡胶

隔震”、“阻尼器”、“滑动支座”等（周云等，1997）。

本文得到崔建文、冉华等同志的帮助，在此表示诚挚的感谢！

参考文献:

褚雪松 . 2006. 交通系统中的智能决策研究 [ D]. 大连: 大连理工大学 .

张子璐 . 2006 桥梁震害分析及减灾策略 [ C] //中国交通土建工程学术论文集 . 成都: 西南交通大学出版社: 466—470.  
卢永坤, 曾应青, 周光全, 等 . 2007. 宁洱 6.4 级地震震害综述 [ J]. 地震研究, 30 (4): 364—372  
卓卫东, 范立础 . 1999. 从震害教训中反思我国桥梁抗震设计现状 [ J]. 福州大学学报, 27 (3): 7—10.  
王砚田, 覃永明 . 2006 桥梁震害分析与抗震设计 [ J]. 交通标准化, (10): 68—71.  
周云, 周福霖, 李新平, 等 . 1997. 桥梁震害与减震防灾新对策 [ J]. 世界地震工程, 13 (1): 8—15.

Damage to Bridges Caused by the Wenchuan  $M_s8.0$  Earthquake

XIE Li LU Yong-kun FEI Ming-lin

(Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract

The Wenchuan Sichuan  $M_s8.0$  earthquake of 12 May 2008 caused huge damage to the lifeline engineering. We introduce the various damages to bridges and the effect produced by the damage in this paper, summarize the characteristics of the damage, analyze the cause and mechanism of the damage, and present the problems which should be paid attention to in bridge construction in the future.

Key words: Wenchuan  $M_s8.0$  earthquake; lifeline engineering; damage to bridge