



高烈度艰险山区交通隧道 洞口结构抗减震技术

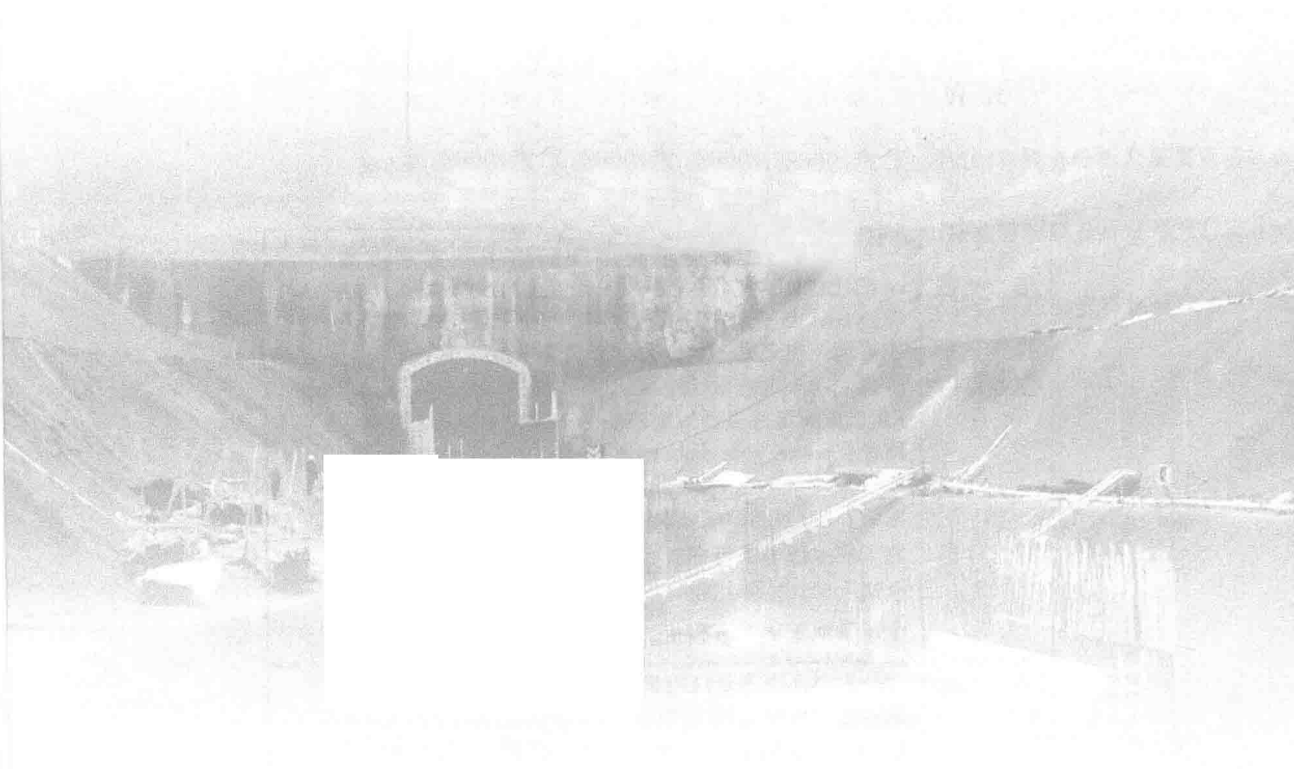
王道远 崔光耀 袁金秀 李庚许 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高烈度艰险山区交通隧道 洞口结构抗减震技术

王道远 崔光耀 袁金秀 李庚许 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书拟以“5·12”汶川地震为契机,检视我国交通隧道洞口结构现有抗震及减震技术的优点与不足,在借鉴相关行业最新抗震、减震研究成果的基础上,结合交通隧道的特点,对不同条件下交通隧道洞口结构的震害特征、震害机理、抗震设计计算方法及抗震、减震技术进行系统性研究,最终获得一套系统的交通隧道洞口结构抗减震技术,为我国地震区尤其是高烈度地震区交通隧道的修建提供技术支撑,争取以合理的技术措施及一定的经济投入有效减轻交通隧道的地震破坏,实现经济、技术与安全的协调统一;同时,本书研究成果将为交通隧道抗震设计规范的修订提供技术支撑,并可供相关行业地下工程借鉴与参考。

图书在版编目(CIP)数据

高烈度艰险山区交通隧道洞口结构抗减震技术 / 王道远等著. — 北京:中国水利水电出版社, 2017.5
ISBN 978-7-5170-5448-1

I. ①高… II. ①王… III. ①隧道口—抗震结构—研究 IV. ①U453.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第100667号

书 名	高烈度艰险山区交通隧道洞口结构抗减震技术 GAO LIEDU JIANXIAN SHANQU JIAOTONG SUIDAO DONGKOU JIEGOU KANG JIAN ZHEN JISHU
作 者	王道远 崔光耀 袁金秀 李庚许 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京京华虎彩印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 10.5印张 249千字
版 次	2017年5月第1版 2017年5月第1次印刷
定 价	45.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究



前言

高烈度艰险山区交通运输通道在强震条件下保证畅通是必须考虑的关键问题，特别对于川西地区，高山、峡谷纵横，交通运输通道稀少、脆弱，保证强震条件下交通运输通道的畅通尤为重要。因此，以川西地区隧道工程为依托，进行交通隧道洞口结构抗震及减震技术的研究是非常必要的。

本书以川西大地震为契机，检视我国交通隧道洞口结构现有抗震及减震技术的优点与不足，在借鉴相关行业最新抗震、减震研究成果的基础上，结合交通隧道的特点，对不同条件下交通隧道洞口结构的震害特征、震害机理、抗震设计计算方法及抗震、减震技术进行系统性研究，最终获得一套系统的交通隧道洞口结构抗减震技术，为我国地震区尤其是高烈度地震区交通隧道的修建提供技术支撑，争取以合理的技术措施及一定的经济投入有效减轻交通隧道的地震破坏，实现经济、技术与安全的协调统一；同时，本书研究成果将为交通隧道抗震设计规范的修订提供技术支撑，并可供相关行业地下工程借鉴与参考。

本书由王道远、崔光耀、袁金秀和李庚许著。全书共分4篇10章，第1篇震害特征与震害机理、第2篇抗震设计计算方法、第3篇抗震技术、第4篇减震技术。

感谢四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院、四川省交通运输厅交通勘察设计研究院、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、中交第二公路勘察设计研究院有限公司、中铁西南科学研究院有限公司及西南交通大学等单位提供的现场震害调查、检测及抢险施工资料。

由于作者水平有限，书中疏漏和不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作者

2016年11月



目 录

前言

第 1 篇 震害特征与震害机理

第 1 章 交通隧道洞口结构震害特征	3
1.1 隧道结构分类及震害概述	3
1.2 洞口结构震害统计	5
1.3 洞口结构震害特征	10
第 2 章 公路隧道洞口结构震害机理研究	14
2.1 隧道结构分析	14
2.2 围岩应力分析	19
2.3 傍山隧道分析	23

第 2 篇 抗震设计计算方法

第 3 章 计算模型及模拟方法	29
3.1 计算软件及计算假定	29
3.2 计算模型与物理参数	30
3.3 数值计算边界条件	32
3.4 接触相关理论	34
第 4 章 浅埋隧道衬砌结构的水平地震合力随埋深的变化规律研究	40
4.1 结构内力时程分析与典型时刻选取	40
4.2 水平地震力与安全系数随埋深变化研究	54
第 5 章 隧道上方土柱地震力传递机制	58
5.1 上方土柱传递到衬砌的地震力	58
5.2 上方土柱与衬砌间的摩擦力分析	59
第 6 章 浅埋隧道衬砌的水平地震力模式	64
6.1 横断面水平地震力的数值表达	64
6.2 对地震力确定后的静力法校核	67

第3篇 抗震技术

第7章 加强隧道衬砌结构的抗震方法	71
7.1 隧道结构抗震方法现状	71
7.2 隧道单层配筋抗震技术研究	73
第8章 加固围岩的抗震方法	81
8.1 洞口段局部注浆抗震技术研究	81
8.2 洞口段全环注浆抗震技术研究	99

第4篇 减震技术

第9章 隧道设置减震缝的减震技术研究	121
9.1 计算工况与测点	121
9.2 未采取抗减震措施模型计算结果分析	122
9.3 设置减震缝模型计算结果分析	122
第10章 隧道设置减震层的减震技术研究	148
10.1 计算工况与测点	148
10.2 未采取抗减震措施模型计算结果分析	148
10.3 设置减震层模型计算结果分析	148
参考文献	160

第 1 篇

震害特征与震害机理

第 1 章 交通隧道洞口结构震害特征

2008 年 5 月 12 日，四川汶川发生 8.0 级地震，地震造成震区交通隧道严重破坏，造成衬砌垮塌、围岩垮塌等严重震害类型。汶川地震区交通隧道分布较广、数量众多，且震害资料翔实、丰富，这为进一步研究交通隧道抗减震技术提供了坚实基础。

汶川地震后对四川、甘肃、陕西三省重灾区、极重灾区的国省干线及典型县乡道路公路隧道，共计 18 条线路 56 座隧道进行了震害调查、统计和特征分析工作。

1.1 隧道结构分类及震害概述

1.1.1 隧道结构分类

隧道结构分为断层破碎带段隧道结构、洞口结构以及普通段隧道结构。洞口结构包括洞外结构（边仰坡、洞门及明洞结构）和洞口段衬砌结构，如图 1.1.1 所示。

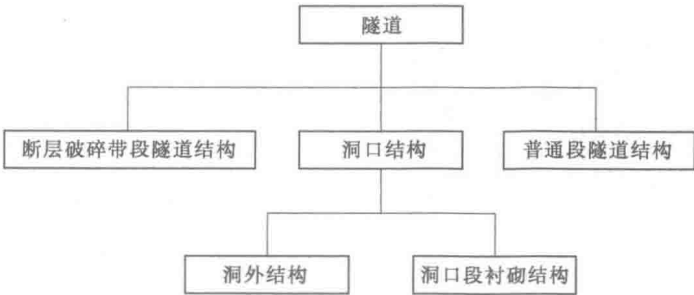


图 1.1.1 隧道结构分类

1.1.2 洞口结构震害概述

隧道洞口是隧道唯一暴露的部位，所处地质条件一般较差（一般为比较严重的风化堆积体、土体），埋深一般较浅，故震害及次生灾害发生较多。震区共有位于地震烈度 9 度及 9 度以下隧道 25 座，9 度以上隧道 15 座。

(1) 9 度及 9 度以下地震区隧道洞口结构震害。

位于地震烈度 6 度的隧道洞口结构未出现震害；位于地震烈度 7 度和 8 度的隧道均有一座隧道洞门墙帽石被落石砸坏；位于地震烈度 9 度的隧道中单坎梁子隧道、草坡隧道和耿达隧道仅边仰坡、洞门墙和明洞出现了震害（见图 1.1.2 和图 1.1.3），且主要为次生灾害引起的，酒家垭隧道洞口段衬砌出现了二衬垮塌、混凝土掉块、剥落等影响车辆通行的严重震害。

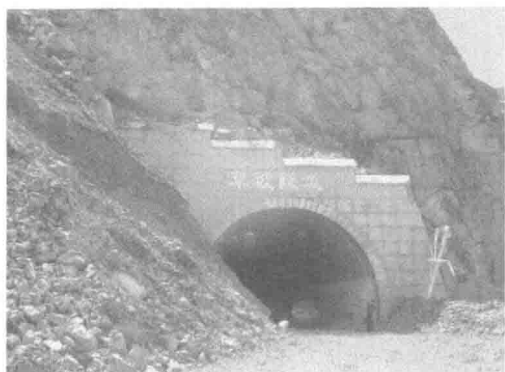


图 1.1.2 草坡隧道进口崩塌，掩埋洞口



图 1.1.3 耿达隧道洞口段明洞被砸穿



图 1.1.4 白云顶隧道洞口段衬砌环向错台

害；龙溪隧道和龙池隧道边仰坡出现小的滑塌，洞口段衬砌破坏严重，出现了混凝土掉块、剥落以及二衬垮塌（见图 1.1.6）等影响车辆通行的严重震害。



图 1.1.5 桃关隧道洞门端墙断裂、拱圈损坏



图 1.1.6 龙溪隧道左洞进口拱部二次衬砌垮塌

(2) 9 度以上地震区隧道洞口结构震害。

位于地震烈度 10 度区的盘龙山隧道、紫坪铺隧道、友谊隧道和马鞍石隧道边仰坡崩塌、滑塌及落石，洞口段衬砌破坏较严重，出现了衬砌开裂等震害；白云顶隧道边仰坡崩塌、滑塌及落石，洞门端墙被砸坏，洞口段衬砌破坏严重，出现了混凝土掉块、剥落、错台（见图 1.1.4）以及二衬垮塌等影响车辆通行的严重震害。桃关隧道洞门端墙断裂、拱圈损坏（见图 1.1.5）。

位于地震烈度 11 度区的毛家湾隧道、福堂坝隧道、皂角湾隧道、彻底关隧道仅隧道洞外结构出现了震害，且主要为次生灾害引起的；龙洞子隧道、牛角垭隧道和烧火坪隧道边仰坡出现崩塌、滑塌，掩埋洞口，洞门墙被砸坏，洞口段衬砌破坏较严重，出现了衬砌开裂等震害。

1.2 洞口结构震害统计

1.2.1 洞外结构主要震害统计

震区公路隧道洞外结构破坏主要集中在 9 度及 9 度以上地区,具体统计结果见表 1.2.1。

表 1.2.1 隧道洞外结构破坏统计

隧道名称	地震烈度	边仰坡	洞 门	明洞	备 注
小丘地隧道	7 度	无震害	帽石被落石砸坏	—	
飞仙关隧道	8 度	无震害	帽石被落石砸坏	—	
草坡隧道	9 度	崩塌、滑塌	开裂、洞口被部分掩埋	—	
单坎梁子隧道	9 度	轻微滑塌	部分落石堆积洞口	—	
耿达隧道	9 度	崩塌、滑塌	无震害	落石 砸穿	边仰坡上方山体崩塌、滑塌
白云顶隧道	10 度	边坡滑坡	端墙和拱圈开裂	—	
友谊隧道	10 度	崩塌、滑塌	开裂	—	边仰坡上方山体崩塌、滑塌
紫坪铺隧道	10 度	边坡碎裂、脱落	—	—	洞门未施做
龙洞子隧道	11 度	崩塌、落石	开裂、断裂,落石砸坏帽石及翼墙并堆积洞口,洞口被仰坡崩塌体掩埋	—	边仰坡上方山体崩塌、落石
龙溪隧道	11 度	山体崩塌,仰坡开裂	—	—	洞门未施做
皂角湾隧道	11 度	崩塌、滑塌	开裂、落石砸坏端墙	—	边仰坡上方山体崩塌、滑塌
福堂隧道	11 度	崩塌、滑塌	开裂、洞口被部分掩埋	—	边仰坡上方山体崩塌、滑塌
桃关隧道	11 度	崩塌、滑塌	开裂、断裂开裂、拱圈损坏	落石 堆积	边仰坡上方山体崩塌、滑塌

由表 1.2.1 可知,隧道边仰坡在地震烈度为 8 度及 8 度以下时无震害。9 度及 9 度以上均出现崩塌和滑塌,且大部分是由边仰坡上方山体崩塌、滑塌引起的。洞门结构在地震烈度为 8 度及 8 度以下时仅出现洞门墙帽石被落石砸坏的震害,在 9 度时出现了洞门墙开裂的震害,在 9 度以上区域隧道洞门墙均出现开裂震害,11 度区的龙洞子隧道和桃关隧道洞门出现了断裂震害。明洞仅耿达隧道被落石砸穿、桃关隧道明洞上方有落石堆积,其他隧道基本未设置明洞。

1.2.2 洞口段衬砌各隧道震害统计

通过震害展示图和调查表,统计出洞口浅埋段各隧道震害类型、长度及比例见表 1.2.2。

通过震害展示图和调查表,统计出洞口过渡段各隧道震害类型、长度及比例见表 1.2.3。

表 1.2.2 洞口浅埋段各隧道震害统计

类型 隧道 名称	A		B		C		D		E		F		G		I	
	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%
龙溪隧道	191	81.62	60	25.64	0	0	0	0	0	0	10	4.27	0	0	14	5.98
紫坪铺隧道	119	68.00	0	0	0	0	6	3.43	0	0	0	0	0	0	11	6.29
龙洞子隧道	10	29.41	0	0	0	0	1	2.94	0	0	0	0	0	0	0	0
烧火坪隧道	6	50	0	0	0	0	1	8.33	0	0	0	0	0	0	1	8.33
白云顶隧道	14	11.20	14	11.20	0	0	3	2.40	0	0	0	0	0	0	12	9.60
马鞍石隧道	8	26.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
友谊隧道	6	5.17	0	0	0	0	2	1.72	0	0	0	0	0	0	10	8.62
酒家堰隧道	66	97.06	14	20.59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.47
类型 隧道 名称	J		K		L		M		N		P		Z			
	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%		
龙溪隧道	25	10.68	17	7.26	14	5.98	151	64.53	7	2.99	0	0	198	84.62		
紫坪铺隧道	0	0	20	11.43	0	0	0	0	0	0	0	0	123	70.29		
龙洞子隧道	0	0	34	100.00	0	0	0	0	0	0	0	0	34	100.00		
烧火坪隧道	0	0	0	0	0	0	12	100.00	0	0	0	0	12	100.00		
白云顶隧道	0	0	7	5.60	0	0	29	23.20	0	0	0	0	66	52.80		
马鞍石隧道	0	0	2	6.67	0	0	0	0	0	0	0	0	10	33.33		
友谊隧道	2	1.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	13.79		
酒家堰隧道	15	22.06	1	1.47	0	0	0	0	0	0	67	98.53	68	100.00		

表 1.2.3 洞口过渡段各隧道震害统计

类型 隧道 名称	A		B		C		D		E		F		G		I	
	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%
龙溪隧道	104	30.59	100	29.41	39	11.47	2	0.59	0	0	57	16.76	0	0	14	4.12
紫坪铺隧道	189	50.13	0	0	0	0	15	3.98	0	0	0	0	0	0	28	7.43
龙洞子隧道	12	27.91	0	0	0	0	1	2.33	0	0	0	0	0	0	1	2.33
烧火坪隧道	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
白云顶隧道	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6.25
马鞍山隧道	21	43.75	1	2.08	0	0	0	0	6	12.50	0	0	0	0	0	0
友谊隧道	32	26.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5.88
酒家埡隧道	122	70.52	20	0	52	30.06	0	0	0	0	23	13.29	0	0	4	2.31
类型 隧道 名称	J		K		L		M		N		P		Z			
	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%	长度 /m	比例 /%		
龙溪隧道	27	7.94	5	1.47	15	4.41	130	38.24	32	9.41	0	0	294	86.47		
紫坪铺隧道	8	2.12	168	44.56	0	0	1	0.27	0	0	0	0	287	76.13		
龙洞子隧道	0	0	42	97.67	0	0	0	0	0	0	0	0	42	97.67		
烧火坪隧道	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
白云顶隧道	0	0	7	43.75	0	0	0	0	0	0	0	0	7	43.75		
马鞍山隧道	1	2.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	58.33		
友谊隧道	6	5.04	10	8.40	0	0	0	0	0	0	0	0	50	42.02		
酒家埡隧道	30	17.34	119	68.79	0	0	0	0	0	0	173	100.00	173	100.00	173	100.00

1.2.3 洞口段衬砌主要震害统计

洞口段衬砌按岩性可分为软岩洞口段衬砌和硬岩洞口段衬砌。

1.2.3.1 软岩洞口段衬砌主要震害统计

(1) 洞口浅埋段震害统计。

洞口浅埋段主要震害统计, 见表 1.2.4 及图 1.2.1 所示。

表 1.2.4 洞口浅埋段震害统计

震害类型	A	B	C	D	I	J	K
震害长度/m	420	88	38	15	49	42	80
震害比例/%	52.90	11.08	4.79	1.89	6.17	5.29	10.08
震害类型	L	M	N	O	P	Z (综合震害)	
震害长度/m	14	202	7	48	67	526	
震害比例/%	1.76	25.44	0.88	6.05	8.44	66.25	

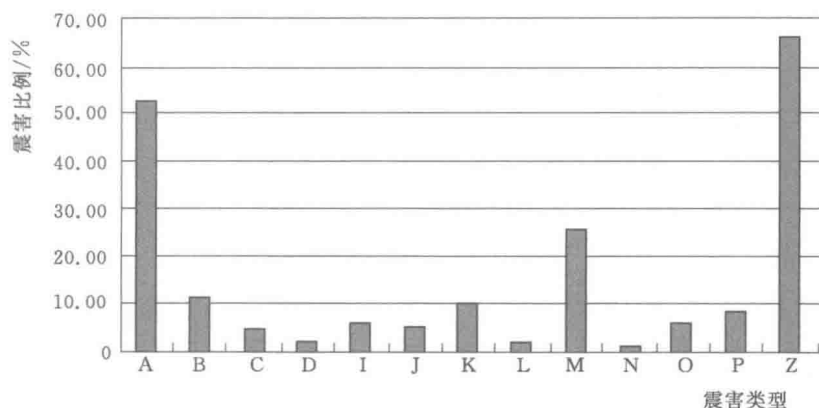


图 1.2.1 洞口浅埋段震害统计

由表 1.2.4 及图 1.2.1 可知, 洞口浅埋段震害以衬砌开裂 (裂纹清晰, 有一定走向) 为主, 占 52.90%; 仰拱错台次之, 占 25.44%; 其他震害比例均较小。综合震害长度为 526m, 占统计长度的 66.25%。

震害中未出现二次衬砌垮塌, 也没有出现隧道垮塌, 这主要与该区域隧道已按 7 度设防, 并且在洞口段采用了钢筋混凝土衬砌有关。

(2) 洞口过渡段震害统计。

洞口过渡段主要震害统计, 见表 1.2.5 及图 1.2.2 所示。

表 1.2.5 洞口过渡段震害统计

震害类型	A	B	C	D	E	F	I	J
震害长度/m	480	121	91	5	6	37	72	72
震害比例/%	43.13	10.87	8.18	0.45	0.54	3.32	6.47	6.47
震害类型	K	L	M	N	O	P	Z (综合震害)	
震害长度/m	351	15	131	32	38	173	881	
震害比例/%	31.54	1.35	11.77	2.88	3.41	15.54	79.16	

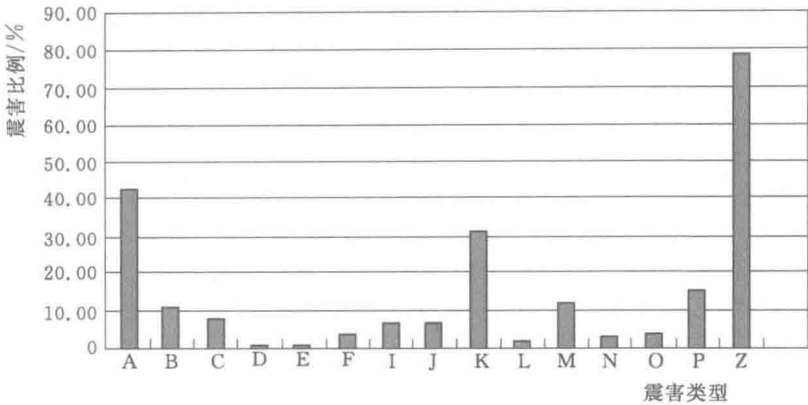


图 1.2.2 洞口过渡段震害统计

由表 1.2.5 及图 1.2.2 所知，洞口过渡段震害以衬砌开裂（裂纹清晰，有一定走向）为主，占 43.13%；路面开裂（裂纹清晰，有一定走向）次之，占 31.54%；出现了二次衬砌垮塌震害，占 3.32%。综合震害长度为 881m，占统计长度的 79.16%。

洞口过渡段出现了二次衬砌垮塌，这主要与围岩存在软硬交界面，同时与处于隧道深埋段有关。

1.2.3.2 硬岩洞口段衬砌主要震害统计

调查统计发现，硬岩隧道洞口段衬砌结构基本未发生损坏（如 G213 线映汶段 7 座隧道）。其洞口段岩性条件见表 1.2.6。

表 1.2.6 硬岩隧道洞口段岩性

隧道名称	岩质	岩性	隧道名称	岩质	岩性
皂角湾隧道	花岗岩	坚硬较完整	桃关隧道	花岗岩	坚硬较完整
毛家湾隧道	闪长岩	坚硬较完整	草坡隧道	花岗岩	坚硬较完整
彻底关隧道	花岗岩	坚硬较完整	单坎梁子隧道	花岗岩	坚硬较完整
福堂隧道	花岗岩	坚硬较完整			

可见，当隧道洞口段位于坚硬、较完整等以上围岩时，处于强震条件下，也不易出现破坏。

1.2.3.3 洞口段衬砌震害综合统计

洞口段衬砌主要震害统计，见表 1.2.7 及图 1.2.3 所示。

表 1.2.7 洞口段衬砌震害统计

震害类型	A	B	C	D	E	F	I	J
震害长度/m	916	279	129	35	6	37	128	114
震害比例/%	48.72	14.84	6.86	1.86	0.32	1.94	6.81	6.06
震害类型	K	L	M	N	O	P	Z（综合震害）	
震害长度/m	441	96	390	106	86	240	1407	
震害比例/%	23.46	5.11	20.74	5.64	4.57	12.77	73.78	

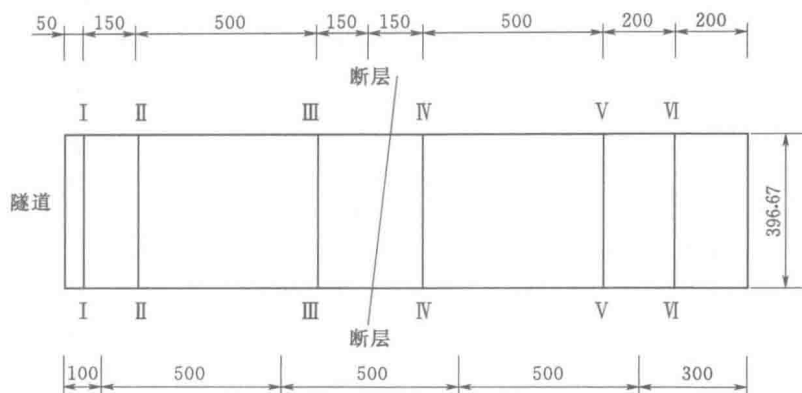


图 1.2.3 洞口段衬砌震害统计 (单位: m)

由表 1.2.7 及图 1.2.3 可知,隧道洞口段震害以衬砌开裂(裂纹清晰,有一定走向)为主,占 48.72%;路面开裂(裂纹清晰,有一定走向)及仰拱错台次之,分别占 23.46%和 18.57%;路面开裂(不能确定裂纹方向,呈片状或网状)再次之,占 14.84%;出现了二次衬砌垮塌震害,占到了 1.94%。综合震害长度为 1407m,占统计长度的 73.78%。

最严重的震害是二次衬砌垮,出现塌洞口过渡段内,这主要与围岩存在软硬交界面,同时由于处于隧道深埋段,二次衬砌可能没有配筋等情况有关。

1.2.4 震害分析

(1) 边仰坡在 8 度及 8 度以上时无震害,9 度及 9 度以上时震害多由边仰坡上方山体崩塌、滑塌引起;明洞震害较少,仅耿达隧道被落石砸穿、桃关隧道明洞上方有落石堆积。

(2) 洞门震害在 9 度以下区域主要由次生地质灾害引起,在 9 度及 9 度以上区域主要是洞门墙开裂和由次生地质灾害引起的震害,11 度区的龙洞子隧道和桃关隧道洞门出现了断裂震害,这主要和洞门地基以及洞门结构形式有关。桃关隧道进口洞门位于巨厚土覆盖层上,且进口处地势平坦,洞门两侧开阔,不适宜做端墙式洞门,宜做削竹式洞门(接长明洞)。

(3) 硬岩隧道洞口段结构基本无破坏,软岩隧道洞口段结构震害较严重。软岩隧道洞口浅埋段由于考虑了抗震设防,未出现二次衬砌垮塌这样严重的震害类型;软岩隧道洞口过渡段出现了二次衬砌垮塌这样严重的震害类型(龙溪隧道和酒家垭隧道),分析其原因主要是:地震烈度高、二次衬砌未配筋、垮塌处位于软硬围岩交接面段等。

1.3 洞口结构震害特征

汶川地震重灾区、极重灾区隧道受损严重的 5 条线路分别是:都映高速、G213 线都江堰至映秀段公路、剑阁至青川公路、S105 线北川至青川段公路、都江堰至龙池公路。

1.3.1 不同烈度区内隧道的比例

在 6~11 度地震烈度区内隧道的数量及比例见表 1.3.1 和图 1.3.1、图 1.3.2 所示。

表 1.3.1 6~11 度地震烈度区内拥有隧道的数量及比例

地震烈度	隧道数量/个	所占比例/%	地震烈度	隧道数量/个	所占比例/%
6	16	28.5	9	5	8.9
7	10	17.9	10	5	8.9
8	10	17.9	11	10	17.9

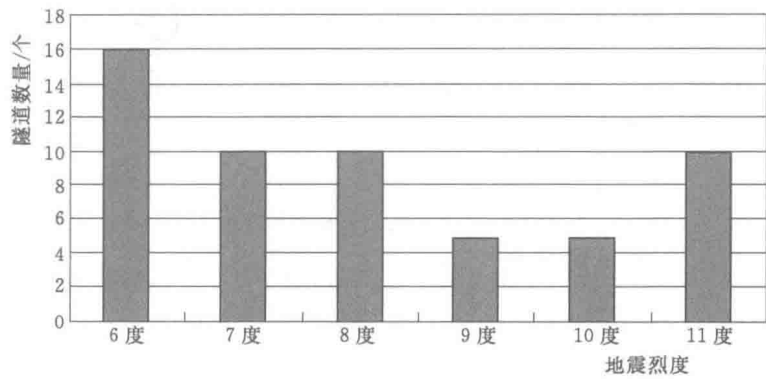


图 1.3.1 6~11 度地震烈度区内拥有隧道的数量

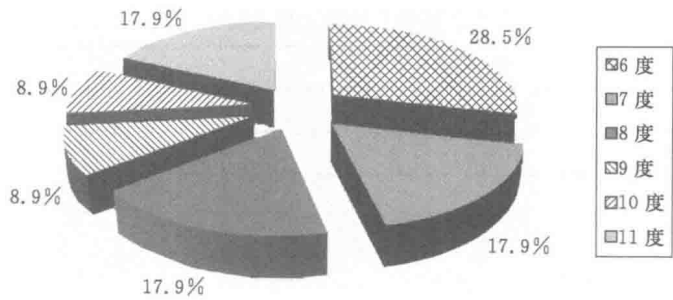


图 1.3.2 6~11 度地震烈度区内拥有隧道数量的比例

1.3.2 不同烈度区内发生震害的隧道震害程度及比例

在 6~11 度地震烈度区内发生震害的隧道震害程度及比例见表 1.3.2 及图 1.3.3 所示。

表 1.3.2 6~11 度地震烈度区内发生震害的隧道震害程度及比例

地震烈度	隧道数量	S	所占比例/%	B	所占比例/%	1A	所占比例/%	2A	所占比例/%	3A ₁	所占比例/%	3A ₂	所占比例/%
6	16	16	100										
7	10	6	60	3	30	1	10						
8	10	5	50	3	30	2	20						
9	5	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20		
10	5	1	20	1	20	1	20			2	40		
11	10			2	20	2	20	3	30	2	20	1	10