

公路养护技术 论文集

GONGLU YANGHU JISHU LUNWENJI

广东省公路学会

广东省公路学会道路工程专业委员会

广东省交通集团有限公司



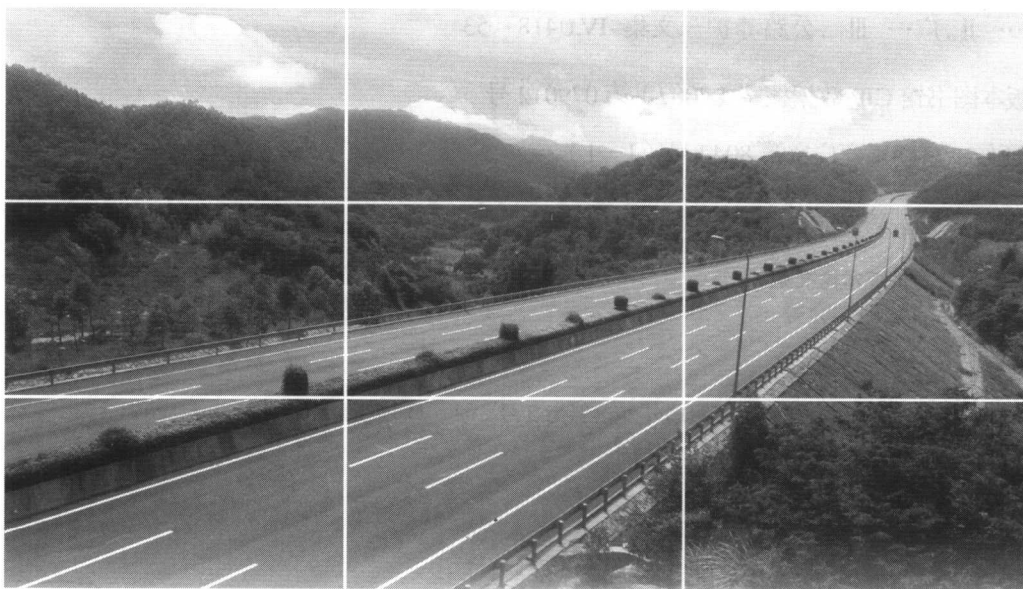
人民交通出版社

China Communications Press

公路养护技术 论文集

GONGLU YANGHU JISHU LUNWENJI

广东省公路学会
广东省公路学会道路工程专业委员会
广东省交通集团有限公司



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本论文集是广东省近几年来公路养护方面的经验总结,其内容涉及公路养护工程中各个方面。书中大多数论文论述了依靠科技进步、使用现代化工具、利用新材料进行公路养护作业所取得的成功经验,把公路养护工作提高到了一个水平。书中内容展现出了时代精神,是广大从事公路养护工作的领导者、工程技术人员和技术工人不可多得的一本应用科技图书。

图书在版编目(CIP)数据

公路养护技术论文集 / 广东省公路学会等编. —北京:
人民交通出版社, 2007.6
ISBN 978-7-114-06607-8

I.公… II.广… III.公路养护—文集 IV.U418-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第079012号

许可证号:京朝工商广字第8042号(1-1)

书 名:公路养护技术论文集

著 作 者:广东省公路学会等

责任编辑:刘永芬

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)85285838, 85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:23

字 数:634千字

版 次:2007年6月 第1版

印 次:2007年6月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-06607-8

定 价:68.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

编委会

主 编 陈见周

编 委 石国彬

苏权科

何振星

编 辑 欧阳明

鲁昌河

柳和平

罗广发

谢少琼

李卫民

匡训杰

赵建安

吴玉刚

苏纪开

前言QIANYAN

在我省召开的公路养护技术交流会上,我会共收到论文 140 余篇,内容涉及公路、桥梁、边坡、涵洞、隧道、管理、筑养路机械与设备和新材料等方面。为此,我们组织了有关专家对全部论文进行认真的评审,从中精选出了 69 篇文章,经过整理分成路基、路面、桥涵、隧道、新技术新材料、综合篇编辑成册,正式出版,以便于在同仁们之间广泛进行交流。

这些论文是作者从事理论研究和工程实践的总结,集中反映了我省公路养护大修技术及管理技术的发展水平,具有较高的实用性和参考价值,在我省公路养护工作中,是一册不可或缺的应用图书。

本论文集在编辑过程中,先后得到了各专业委员会和各市公路工程学会,以及设计、科研、管理、监督、施工、大专院校、生产厂家的大力支持和积极参与。在此谨向你们表示衷心感谢。同时,借本书出版之际,特向论文作者、参加论文评审的专家以及对论文征集、编审、出版等工作给予帮助、支持的同志们致以诚挚的敬意。

鉴于在整理和编辑工作,由于时间仓促,水平所限,在论文筛选过程中,难免挂一漏万,敬请各位作者谅解。

随着国民经济发展,交通量迅速增长,我省的公路养护工作任重道远,期望广大从事公路养护工作的领导、广大科技人员及工作人员,不断地总结经验、撰写论文,为共同促进我省公路养护事业做出积极贡献。

广东省公路学会
2007. 6

目录 MULU

路基工程篇

1. 山区一级公路升级改造工程路基稳定性评价及加固技术 吴明先 吴 羨 台电仓 吴雄飞 蒋宗岑(3)
2. 高边坡锚固工程结构失效原因分析及锚固工程质量检测方法 王建松 朱本珍 刘庆元(8)
3. 高等级公路桥头跳车原因分析及处治方法 李茂山(12)
4. 导向钻进施工法在高速公路横向排水管铺设中的应用 周 舟(16)
5. 钢花管深层压力灌浆在高速公路边坡病害治理中的应用与探讨 吴志强 张诚忠 余新旦(20)
6. 浅谈提高挡土墙抗台风、海浪的设计施工技术 许锦宏(23)
7. 桥头搭板脱空病害原因分析及处治措施 张子达(28)

路面工程篇

8. 水泥混凝土路面水损害分析及其处治 刘桂凤(35)
9. 山区一级公路升级改造工程路面改造加铺技术 台电仓 晁德志 饶 中 吴超凡(39)
10. 浅谈粤东高速公路沥青路面坑槽修补工艺 陈瑞生(43)
11. 旧水泥路面沥青加铺层反射开裂差异性原因及防治措施 李海军 吴传海(47)
12. 我国高速公路沥青路面破损状况合理评价方法探讨 吴传海(55)
13. 破损水泥混凝土路面加铺沥青路面设计研究 吕惠卿 张湘伟 张荣辉(63)
14. 关于高速公路钢纤维水泥混凝土路面养护经验及教训的探讨 卢树炅 李胜娥(67)
15. 水泥混凝土路面接缝填缝料损坏原因分析及提高填缝料耐久性能的措施 陈思文(72)
16. 浅层灌浆在高速公路养护工程处理沥青路面横缝中的应用 刘凤山(77)
17. 同质修补技术在高速公路沥青路面坑槽修补中的应用 陈链冰(81)
18. 巧用 Excel 轻松完成集料级配设计 陈永忠(87)
19. 旧水泥混凝土路面加铺改性沥青混凝土的施工控制要点 王志钊(93)
20. 冲击压实法在旧水泥混凝土路面处理中的应用 麦润添(97)
21. 并联摊铺在路面改造施工中的应用 李应强 胡忠录(102)
22. “白加黑”路面实践的思考 李永志(106)
23. 硬沥青混合料高温剪切性能试验研究 黄伟雄 刘朝晖 汪晓天 欧阳昇(111)
24. 佛罗公路沥青路面良好耐久性的原因浅析 梁世荣 孙锐和 陈俊利(117)
25. 公路沥青路面早期病害成因与维护探索 刘益民 吴作智(121)

26. 稀浆封层在公路养护中的应用及施工技术	香跃宁	刘清	(126)
27. NovaChip 在沥青路面车辙处理中的应用	郭林泉	谭积青	(130)
28. 高模量沥青混凝土的抗车辙能力评价	谭积青	郭林泉	(135)
29. 广韶高速公路旧水泥路面击裂稳板技术应用	莫石秀	谭积青	梁辉如(139)
30. 广韶高速公路旧水泥路面板注浆处理技术应用	谭积青	莫石秀	梁辉如(143)
31. 广佛高速公路沥青路面养护探讨		林俊能	(147)

桥涵工程篇

32. 斜腿刚架桥微弯板的病害原因分析	谭德盼	姜海波	何柏青	吕艳	(157)
33. 体外预应力和自锁式千斤顶反顶技术的应用				杨炜	(161)
34. 抽湿机除湿系统在虎门大桥的应用	王育忠	陈幸福	黄泉	卢志根	(165)
35. 高速公路简支桥梁支座更换施工实例	林文生			杨方旭	(171)
36. 高速公路浆砌片石桥台加固设计与施工实例	盛赛华			余新旦	(176)
37. 高速公路石砌圬工桥涵病害分析及其预防处理措施	余新旦			邓穗芬	(181)
38. 广清高速公路石砌桥(涵)台加固技术简介	何英才			钟昌懂	(184)
39. 中国第一座翻新改造的全无缝桥梁	唐庆黔	马竞	金晓勤	邵旭东	(189)
40. 棉湖大桥维修加固				林少锐	(194)
41. 桥病害原因分析与加固处理				杨忠俊	(198)
42. 虎门大桥钢桥面铺装防水体系的研究	王迎军			陈辉强	(202)

隧道工程篇

43. 清连公路升级改造工程隧道病害原因分析与治理方案	王万平	晁德志	秦洲	赵永国	(211)
44. 轻质土在鲇门隧道病害整治工程中的应用			张玉滢	乔国华	(218)
45. 隧道加固中锚固技术的应用及其锚固效果分析			张武强	乔国华	(224)
46. 隧道病害治理中的喷锚加固技术探讨	刘健航	陈红兵		罗响忠	(230)

新技术新材料篇

47. 沥青路面防水抗油剂室内性能研究	吴少鹏	余剑英	李波	陈箴	(237)
48. 防水抗油剂的性能及在高速公路养护中的应用	杨世明	杨洪波	程青斌	王昕	(243)
49. 探地雷达在水泥混凝土路面改造中的应用	霍明	张娟		赵永国	(248)
50. 魁道压缝带+CAP 封层综合处治技术在路面养护中的应用				邱利锐	(253)
51. 探地雷达天线阵技术在旧路改造病害调查中的应用	孙杨勇			吴波鸿	(259)
52. 新型 HZ/ZD-4 型缩缝材料在水泥混凝土路面的应用				梁锦文	(263)
53. 微波应用于沥青混凝土路面养护的试验研究				李红群	(266)
54. 水性环氧树脂在桥梁维护中的应用研究	陈楚洲			张荣辉	(271)
55. DUROFLEX 外掺剂在京珠东线沥青罩面工程中的应用	魏建年	尹敬泽		陈龙智	(275)
56. 佛开扩建工程气泡混合轻质土试验段分析研究				余正琴	(279)

综合篇

57. 清连一级公路升级改造工程的技术特点与关键技术
..... 吴 菱 吴明先 赵永国 吴雄飞 台电仓(289)
58. 关于使用运行速度对高速公路安全性综合评价技术
..... 霍 明 刘建蓓 陈见周 郭腾峰 张明波(295)
59. 高等级公路养护质量评价指标及体系研究 何振星(302)
60. 基于路况绩效合同的养护管理模式 陈克鸿(306)
61. 基于几何线形设计的道路交通安全评价模型及应用 许伦辉 周 静(309)
62. 基于 GIS 公路养护信息系统开发设计研究 丘建栋 王倩雨 许伦辉(314)
63. 浅谈公路养护市场化的企业之路 黎 毅(319)
64. 浅谈阳山县农村公路的养护管理 黄立进(323)
65. 浅谈公路绿化与养护 张世锋(326)
66. 浅谈高速公路养护管理对策 林俊能(330)
67. 浅谈高速公路养护政策 黄小民(339)
68. 委托经营管理模式下的养护管理 黎伟成(346)
69. 浅谈项目级高速公路养护管理信息系统建设及应用 吴绪志(351)

路基工程篇

LUJI GONGCHENG PIAN



[摘要] 本文紧紧围绕清连一级公路升级改造中遇到的技术难题,进行了路基加固试验研究,研究成果改进了既有路基强度的检测及评定方法,又建立了适用于该公路升级改造的设计指标及质量评定标准,为我国旧路路基升级改造提供了有益的探索,其经验可供借鉴和参考。

[关键词] 公路改造 路基加固

1. 山区一级公路升级改造工程路基稳定性评价及加固技术

吴明先¹ 吴 菱² 台电仓¹ 吴雄飞² 蒋宗岑¹

(1. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司; 2. 广东清连公路发展有限公司)

清远至连州一级公路位于广东西北,全长 214km,1997 年建成通车。在经过 8 年运营之后,道路技术状况不佳,交通事故频发,为适应经济发展需要,为此对其进行升级改造。

本项目所处区域多雨,道路纵坡较大,路基发生了不均匀沉陷,路面破损严重,需要进行大规模改造。关于在现有水泥混凝土路面上加铺改造成高速公路路面,其理论体系尚不十分成熟,更为重要的是不论加铺沥青混凝土或水泥混凝土,结构及材料设计与施工方法若不合理,都易再产生路面病害。为了防止路面再次发生病害,确保施工质量,我们结合本项目,专门对水泥混凝土路面改造技术及路基病害处治进行了技术研究,以指导本项目的设计与施工,提高改造方案的安全可靠性,确保路面的长期使用性能。

1 既有路基检测与稳定性评价

1.1 检测方法的改进

在现行规范中有关路基强度检测方法中,例如现场承载板、CBR 法都仅限于表层,不能对深层基底进行测试。为了解决这一问题,我们研制开发了传力杆,用于检测深层路基回弹模量、CBR 值,补充和完善现行测试方法不足之处(图 1~图 3)。

在清远至连州一级公路升级改造工程中,我们对采用了地质雷达、钻探、现场承载板、CBR、坑探等方法对现有路基强度在现场进行检测试验。以全面、合理地对比路基的技术状况进行评价。

在进行检测中,我们选用了美国劳雷公司地面耦合式地质雷达进行检测,然后再与钻探资料进行对比分析,以期进行验证,获得准确的资料。

采用现场承载板、CBR 法对现有路基技术状况进行检测过程中,共开挖测坑 25 处,一般在路面以下 0.6m、0.9m、1.4m、2.1m、3.0m 处分别进行检验。每层均测试 CBR、E、含水量、干密度,并进行重型击实试验、圆锥轻型动力触探试验(10kg)、圆锥重型动力触探试验(63.5kg)。

通过检测实践表明:

(1)我们研制的传力杆方法改进了现有路基强度的检测及评定方法,可以说是对路基测试规程上所规定的测试方法进一步改进和完善;



图 1 加载设备

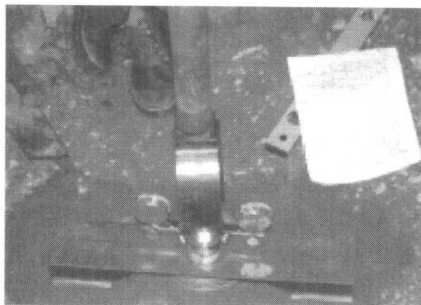


图2 GBR测试



图3 回弹模量测试

- (2)地质雷达用于路基检测并不十分理想;
- (3)现场测试、坑探是检测路基最可靠、最直观的方法;
- (4)研制改进的现场承载板、CBR测试方法成功地用于清连公路路基检测,测试深度达到3m,包容了车辆的荷载作用区,为路基稳定性评价提供了可靠的基础数据。

1.2 既有路基稳定性评价方法

(1)清连一级公路既有路基状况

清连一级公路路基填料,主要是就地取材,以邻近挖方段的土石及附近地区的残坡积土作为路基填料,岩性主要为石灰岩、花岗岩、砂岩及其风化物。填料中的风化物多是紫红色和褐黄色的黏土、亚黏土、角砾、碎砾石土(含大块石)、砾质黏土及亚黏土。现有路基状况大致可以概括为:填料含水量大、路基压实度低、路基强度不均匀。主要指标如下:

①填料含水量多在15%~35%,居于塑限附近,其中黏土含水量最高达35.3%;路基上部3.0m稠度多为0.8~1.5,路基下部稠度多为0.5~1.5。

②路基压实度多为70%~92%,其中,路基上部3.0m压实度为80%~88%,黏性土填料压实度为70%~80%。

③路基填土重型动力触探锤击数 $N_{63.5}$ 多为3~20,路基上部3.0m填土重型动力触探锤击数 $N_{63.5}$ 为5~20。

④路基填土标准贯入试验锤击数 $N_{63.5}$ 为3~28,路基上部3.0m填土标准贯入试验锤击数 $N_{63.5}$ 为3~25。

⑤路基填料CBR为3.0%~35%,回弹模量 E 为30~252MPa。

(2)路基稳定性评价

①既有路路基工后变形已完成,路基基本稳定。

②现场原位测试(承载板、CBR、动力触探)表明路基强度较高。由于填土粒径的不均匀性,测试CBR是单点受力,而测试回弹模量是采用承载板,因而采用回弹模量评价路基强度更为可靠。

③虽然路基填料不均匀,含水量较大,居于塑限附近,密实度低(70%~90%);但现场原位测试(承载板、CBR、动力触探)表明路基强度较高,路基与自然水分、气候环境形成了相对稳定的平衡关系。

目前,我国公路路基的评定指标主要采用压实度和CBR值,采用该标准可有效地控制路基的质量。但现行规范对新建路基评定指标不完全适用于既有路基稳定性评价;既有路基稳定性评价应考虑路基经5~7年运营后,与自然水分、气候环境最终形成相对稳定的平衡关系,路基含水量增大、压实度降低的特点。

实验研究表明:采用压实度的概率统计方法、现场原位测试路基回弹模量评价路基状态更为合理。

2 现场试验路研究及路基整治关键技术

2.1 现场试验路研究

为合理评定既有路基强度与稳定性,提出路基整治加固的设计标准和检查验收标准,我们于

2006年1月进行了路基加固现场试验路研究。其研究的主要内容包括:冲击碾压对路基补强作用和路基加固处理技术。

(1)冲击碾压对路基补强作用

冲击碾压可破碎稳固旧混凝土路面,同时对路基土进行补充压实,提高了路基的承载能力。冲击碾压时我们采用四边形和五边形两种冲击轮机械,其中在 K2232+100~K2232+400、K2235+200~K2235+600、K2242+450~K2242+750 采用五边形冲击碾压机械进行碾压试验,在 K2233+300~K2233+800 中采用四边形、五边形以及四边形与五边形冲击碾压组合方式进行碾压试验。

(2)路基加固处理技术研究

在 K2242+450~K2242+500 路段,采用桩距 0.8m 干拌水泥碎石桩;在 K2242+500~K2232+550 路段采用桩距 1.0m 干拌水泥碎石桩;在 K2242+550~K2242+600 路段采用桩距 1.2m 干拌水泥碎石桩;在 K2235+300~K2235+400 路段采用桩距 1.0m 干拌水泥碎石桩,分别对基进行补强,测试处理后然后对路基强度进行测试。

(3)试验段检测分析

在原有路面面板破碎稳压前后和路基加固处理前后,分别测试路基各项指标。检测内容包括:路基不同填土高度的 CBR、 E 、 N_{10} 、 $N_{63.5}$ 、压实度、含水量、弯沉检测等(图 4~图 7)。

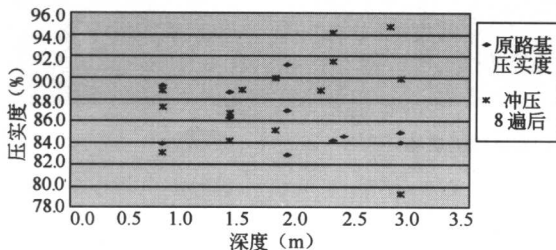


图 4 K2232+100~K2232+400 路段冲击压实后路基压实度检测成果

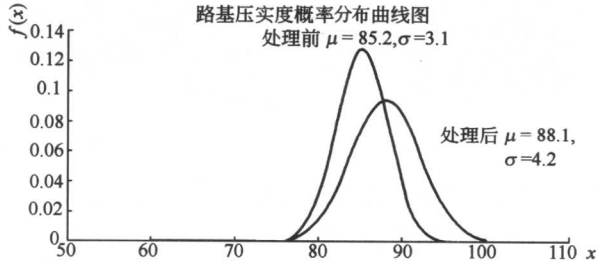


图 5 路基压实度概率分布曲线图

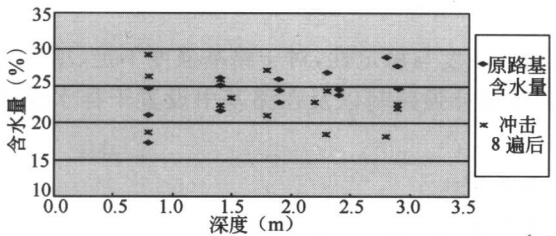


图 6 K2232+100~K2232+400 路段冲击压实后路基含水量检测成果

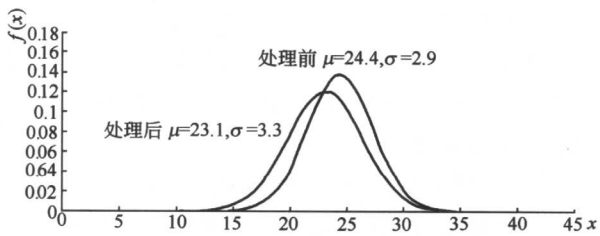


图 7 路基含水量概率分布曲线图

K2232+100~K2232+400 路段冲压前及冲压 8 遍后对路基的上路床、下路床、上路堤的 CBR 及回弹模量进行检测,其检测结果见表 1。

路基 CBR 及回弹模量测试结果

表 1

项 目	0.8m		1.4m		2.1m	
	E_0 (MPa)	CBR (%)	E_0 (MPa)	CBR (%)	E_0 (MPa)	CBR (%)
冲压前	45.4	10.0	32.8	2.8	72.3	27.5
冲压 8 遍后	30.0	9.5	52.0	7.4		
冲压 8 遍后	56.0	13.1	42.0	10.5		
8 遍后平均值	43.0	11.3	47.0	9.0		

干拌水泥碎石桩成桩采用振动下压将预制钢桩下沉至预定位置再拔出钢桩、沉管分段下料并进行振密。桩体材料为 1~3 号碎石、砂、水泥均匀拌和而成,混合料的配合比例为,水泥:砂:碎石=250:600:1500。

(4) 路基加固试验路结论

通过路基检测及加固试验段研究,我们得出了以下结论:

①冲击压实对路基具有补强作用,路基 3m 深度压实度提高 0.4%~9.6%,平均提高 1%~8.6%,路基压实度大于 85% 的概率提高 8%~50%。

②路基 CBR 及模量均有提高。

③干拌水泥碎石桩可以起到挤密、吸收水分的作用(图 8),与路基形成复合地基,桩处理后路基含水量平均降低 1%~6%,压实度平均提高 4.5%~6.2%。

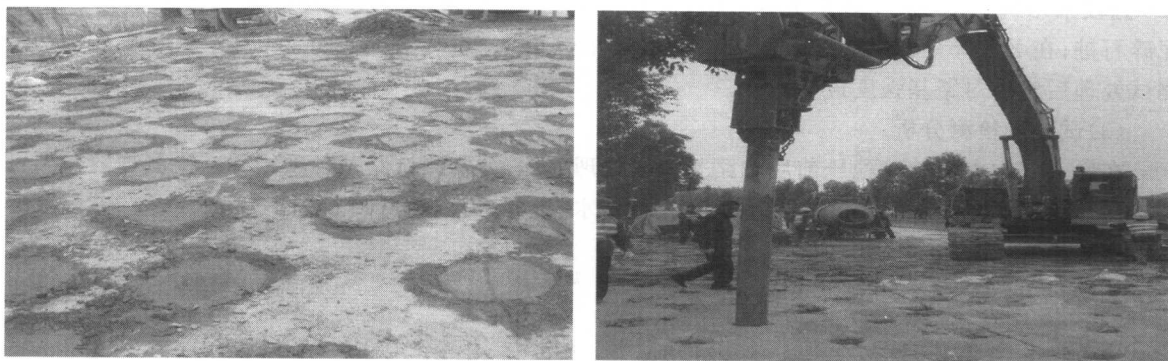


图 8 干拌水泥碎石桩加固路基施工现场

2.2 路基病害治理标准及处治关键技术

(1) 路基病害整治标准

根据试验路检测及研究成果,路基病害整治标准应以强度为主要指标,即以路面破碎或路基加固后顶面弯沉为路基整体强度的设计和验收标准。

(2) 路基病害处治方案

依据路基勘察、检测资料及试验路成果,综合分析路基强度与稳定性,对于路基强度不足、填料含水量大、密实度低的路段,采取挖除换填、挖除路面后冲压补强路基以及在路基中设置干拌水泥碎石桩三种方案进行处治。

①一般路段,冲击破碎稳固水泥混凝土板,同时补强路基;

②特殊路段,换填或设置干拌水泥碎石桩,起到挤密置换、吸水、复合路基作用。

3 结论与建议

通过铺筑试验路进行路基加固试验研究,得到以下主要结论:

(1)现场测试、坑探是检测路基最可靠、最直观的方法。研制改进的现场承载板、CBR 测试方法成功地用于清连公路路基检测,测试深度达到 3m(车辆的荷载作用区),为路基稳定性评价提供了可靠的基础数据。

(2)现行规范新建路基评定指标不完全适用于既有路基稳定性评价,既有路基稳定性评价应考虑路基经 5~7 年运营后,与自然水分、气候环境最终形成相对稳定的平衡关系,路基含水量增大、压实度降低的特点。

(3)路基病害整治标准应以强度为主要指标,即以路面破碎或路基加固后顶面弯沉为路基整体强度的设计和验收标准。

(4)冲击压实和干拌水泥碎石桩均可用于旧路路基的补强加固,提高路基压实度和路基强度。路

基病害处治应依据路基勘察、检测资料及试验路成果,综合分析路基强度与稳定性,对于路基强度不足、填料含水量大、密实度低的路段,可采取挖除换填、挖除路面板后冲压补强路基以及在路基中设置干拌水泥碎石桩等方案进行处治。

参 考 文 献

- [1] 潘科明,项巍.路基路面试验检测技术——回弹弯沉检测方法.辽宁交通科技,2005(9).
- [2] 陈瑜,张起森.基于FWD检测结果旧路地基脱空状况的模糊评定.公路交通科技,2005.
- [3] 李强.路基路面检测技术与质量控制.长安大学硕士学位论文,2002.
- [4] 王保群.高速公路病害检测分析与维修(济青高速公路).东南大学硕士学位论文,2002.

[摘要] 随着时间的推移,边坡锚固工程由于各种原因会出现预应力损失、锚固强度减弱等问题,严重威胁高边坡的长期稳定。对运营期间的高边坡锚固工程结构进行质量检测评定,掌握锚固状态并及时采取补强措施,对于保证高边坡的长期稳定、线路的长期运营安全是十分重要的。本文结合一处运营2年之久的锚固边坡出现失稳的情况,介绍针对锚固工程结构的质量检测评定方法,分析造成锚固工程结构失效的原因以及补强措施,其经验可供借鉴和参考。

[关键词] 高边坡 锚固工程 预应力损失 质量检测

2. 高边坡锚固工程结构失效原因分析及锚固工程质量检测方法

王建松 朱本珍 刘庆元
(中铁西北科学研究院)

预应力锚索结构是一项十分有效的高边坡加固工程措施,随着我国山区高速公路的大规模建设,出现大量采用锚固工程结构加固的高陡边坡。

但是通过大量的工程实践和理论分析证明,随着时间的推移,由于众多的因素变化和作用,导致预应力锚索应力损失,而不利于边坡稳定。例如被加固的岩土在高应力状态下发生蠕变、徐变,致使锚索的预应力产生损失,这一问题已引起工程界的认知和忧虑。同时锚索边坡的开挖造成地质条件、水文条件发生变化,锚索锚固段岩土体的黏结强度可能发生改变。尤其是水文地质条件的改变,将会对锚索锚固段的黏结强度造成较大的影响。

锚索结构长期应力的损失以及承载性能的降低,将对锚固工程边坡造成极大安全隐患,严重影响线路运营的安全。因此定期对边坡锚固工程质量进行检测,并分析出现问题的原因,及时采取措施进行补强是十分必要的。

针对上述问题,本文结合失稳的高速公路高边坡锚固工程结构实例,对锚索工程质量检测方法进行探讨,并分析造成锚固工程结构失效的可能原因,力求为预防和解决高边坡锚固工程的长期稳定提供一种解决方法。

1 工程概况

福建省邵三高速公路一处高边坡,高50余米,分5级加固,坡率较缓,平均坡率1:1。山体四周植被发育,山顶沟谷发育,汇水面积较大。坡体岩层为中强风化砂泥岩地层,大部风化严重,仅在底部1级坡面位置见到微风化砂岩出露。坡体开挖后,坡体中上部3、4、5级坡面采用压力分散型无黏结锚索框架结构支护,锚索设计拉力700kN,锚索孔径150mm,长28~30m。

2006年6月份雨季刚过,坡体左侧部分出现整体滑动,滑动部分的坡体由锚索框架结构加固支挡,锚索框架结构随坡体整体下错10~20cm。坡体全貌见图1。

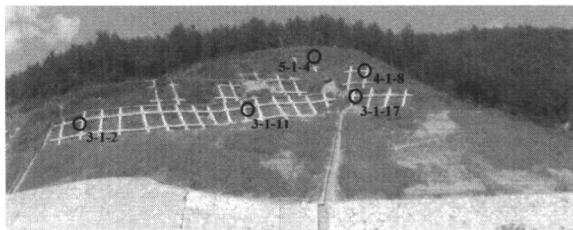


图1 失稳边坡全貌

2 锚固工程结构质量检测

坡体滑动是由于锚固工程结构提供抗滑力不足造成,为了有针对性对边坡进行补强,需要对锚固工程质量进行检测,并查找原因,这是十分必要的。在进行检测时,我们随机抽检 5 孔锚索分别进行检测,其被检测的锚索编号为:5-1-4、4-1-8、3-1-2、3-1-11、3-1-17(第 n 级坡面-第 j 排-第 k 号锚索)。

2.1 锚索锚固深度的检测

锚索锚固深度是否足够,决定锚索是否全部进入了稳定地层。如果锚索深度不足,锚索又没有锚固到稳定地层里,或锚固段没有全部锚固到稳定地层里,可能造成:一是锚固段提供抗拔力不足;二是锚索整体位于失稳地层,完全失去锚固坡体的作用。因此,锚索深度不足将使锚固结构无法达到设计的要求,成为导致边坡失稳的主要原因之一。

2.1.1 锚固深度检测方法

根据应力波在线形杆件中的传播与反射理论,我们研制成了应力波无损检测装置(锚索质量检测仪),结合组成压力分散型锚索的钢绞线特点,即锚索全长受外套塑料管的保护,处于自由状态,对组成锚索的钢绞线进行长度检测。

然后根据检测的钢绞线长度计算出锚索的锚固深度,再与设计深度进行对比,从而判断锚索的锚固位置是否达到设计要求。

(1) 检测步骤

- ① 随机抽检锚索,凿除锚头混凝土,露出端头钢绞线、锚环、锚垫板;
- ② 用专用应力波测试连接装置将外露钢绞线与锚索质量检测仪的信号采集器进行连接;
- ③ 采用专用激发装置进行应力波信号的激发;
- ④ 利用锚索质量检测仪采集激发信号和反射信号的时间;
- ⑤ 利用采集到的时间乘以应力波在钢绞线中的传播速度,计算钢绞线的长度;
- ⑥ 扣除外漏钢绞线长度、混凝土反力结构的厚度、锚板的厚度,即可得到锚索的锚固深度;
- ⑦ 与设计深度进行对比,判断检测锚固深度是否满足设计要求。

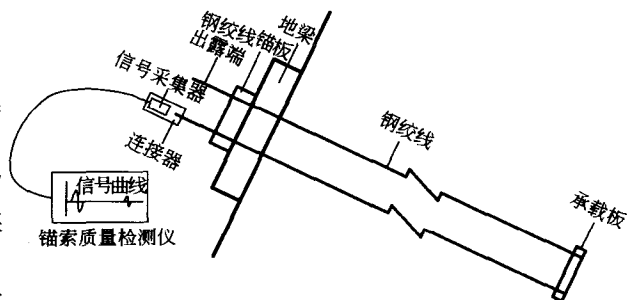


图2 锚固深度检测示意图

(2) 检测结果

检测过程见图2,检测结果见表1。

锚索锚固深度检测结果表

表1

序号	锚索编号*	设计深度(m)	检测深度(m)	检测结论
1	5-1-4	32.00	31.87	合格
2	4-1-8	32.00	31.31	合格
3	3-1-2	28.00	27.24	合格
4	3-1-11	28.00	27.68	合格
5	3-1-17	28.00	27.76	合格

注:5-1-4表示第五级坡面,第1排第4号锚索,余类推。

2.1.2 检测结果分析

随机检测结果表明,坡体锚固工程结构的实际锚固深度满足设计要求。

通过锚索深度检测,排除锚索深度不足是造成锚固工程失效、坡体坍塌的原因。