深汕高速公路某段高边坡病害及处治技术

乔国华[1] 李振彬[2]
(1、广东省煤炭建设(集团)有限公司 广州 510655; 2、广东省深汕西高速公路有限公司 广东惠阳 526000)

摘 要:注浆钢花管是近年来用于土体加固的新技术,与预应力锚索地梁结合使用,可以充分发挥两者的优势。针对深汕高速公路某段高边坡病害特点及其原因,考虑经济合理的原则,采用预应力锚索地梁和注浆钢花管综合施工技术进行治理,实地监测结果表明高边坡病害治理效果显著,对类似边坡病害的防治提供了借鉴参考。

关键词:高边坡; 病害特点; 注浆钢花管; 病害防治

Teatment of High Slope Diseases of Shenshan Expressway in a Section

Qiao Guohua[1] Li Zhenbin[2]
(1、Guangdong Coal Construction(Group)Ltd. Guangzhou 510640, China;
2、Guangdong Shenshanxi Expressway Co., Ltd. Huiyang 526000, China)

Abstract: The disease characteristics of Shen-Shen expressway in a section as well as its internal reasons were presented. According to economic and reasonable principle, steel floral tube which is a new technology applicated in soil reinforcement combined with prestressed anchoring cable beam were used to control the slope diseases. Field monitoring results indicate that it is effective to treat slope diseases by using the intergrated construction technology, which may provide a reference for similar disease cases.

Keywords: high slope; disease characteristics; steel floral tube; treatment

1 概述

在高速公路建设中,由于对山坡、峡谷等进行较多的大方量挖、填方,形成了路堑高边坡及路堤边坡,因此在建设及使用过程中不可避免地会遇到众多高边坡的病害问题,主要表现为崩塌、危石(群)、坍塌体、滑坡(或潜在滑坡)、倾倒、岩堆、长宽裂缝等[1-2]。在处理高边坡病害问题方面,经过长期的理论与实践,基本形成了预应力体系、抗滑桩墙体系、地表和地下排水体系、注浆改良体系和减载与反压体系等病害防治施工技术[3]。由于实际工程表现的多样性和特殊性,高边坡病害处理往往不局限于采用单一的防治技术,而是根据病害特点及其程度,考虑安全经济的原则,联合采用2种或多种技术,以达到根治病害的目的。

本文针对深汕高速公路某段高边坡病害特点及其程度,采用预应力锚索地梁和注浆钢花管相结合的方法进行病害防治。注浆钢花管是近年发展起来的土体加固新技术,在隧道洞口加固、隧道偏压治理、滑坡病害整治等方面取得了较好的效果[4],可适当减少设计锚索的长度和数量,便于施工且经济合理。

2 工程概况

深汕高速公路AK261+900~AK262+054段高边坡位于广东省海丰县鲘门镇深汕高速K262处右侧,坡长约154m,坡高约50m。该路段位于低山丘陵向平原的过渡地带,南侧濒临南海,属风化剥蚀地貌。

坡体上覆结构松散的粘性素填土; 第2、3层分别为第四系坡积、残积亚粘土,依次由凝灰质粉砂岩碎(块)石和风化残积物组成;基岩为侏罗系中统塘厦群(J2th)的凝灰质粉砂岩,按其风化程度分为强风化岩、中风化岩和微风化岩。

该段边坡原采用台阶式设计,分为3级,坡脚为二级浆砌片石护面墙,高约7m,墙胸坡率1:0.3~1:0.5; 二、三级边坡为素喷混凝土防护,坡率放缓至1:0.75~1:1.25,其中1级平台宽1~2m,2级平台宽3~7m。

3 边坡病害及成因分析

3.1 边坡病害

该路段高边坡自2003年以来至今一直可见新的鼓胀开裂等变形迹象,反复修补仍不断出现。根据

现场踏勘资料和《深汕高速公路K262边坡病害治理工程工程地质勘察报告》[5]，经分析总结，将其病害问题归纳如下：

(1) 坡面喷射混凝土防护层严重损坏

坡面喷射混凝土防护层出现严重的鼓胀、开裂等现象，破坏面积接近30%，开裂处坡面杂草丛生；边坡二、三级开裂的喷射混凝土有损坏剥落现象，由于一级坡面较陡，个别脱落的混凝土块可能将直接落入路面，严重影响线路行车的安全。坡体平台前缘没有隔拦措施，强雨季节雨水可能将脱落平台的混凝土块直接冲落路面，造成安全事故。

(2) 坡体潜在滑动迹象

实地勘察结果表明，坡体表面的变形迹象表现如下：①坡体汕头侧~中部坡脚排水沟及坡脚平台区域，自2003年至今一直可见新的鼓胀、积压、开裂等，反复修补仍不断出现，局部缝长达28m；排水沟局部积压，截面缩小，沟壁出现错动弯曲变形；沿片石挡墙墙角出现1条长约22m，宽1~4cm的裂缝；②深圳侧2级坡面中部附近可见1处新产生的明显的变形裂缝，长约17m，宽约1~4cm；③二级坡坡顶平台截水沟出现多处裂缝，深圳侧裂缝长约28m，中部裂缝长约6m，汕头侧裂缝长约12m。深圳侧裂缝位置与前述2级坡面中上部变形裂缝位置相对应。

3.2 病害成因归纳

导致每一类病害的原因都不是孤立的，而是多种诱因联合作用的结果，根据病害表现，将其成因归结为如下几个方面：

(1) 使用年限及排水条件不利

边坡表面的喷射混凝土层防护结构，在使用将近10余年时间内，受雨水冲刷、日晒，发生严重的碳化现象。结构对坡面排水条件的不利，出现喷层鼓胀、开裂变形等现象。地下水的长期作用和影响，引起坡体局部块体的侧向卸荷变形，造成喷浆体拉裂，加剧了坡面喷层的破坏，大大削弱了其防护作用。

(2) 地层岩性的缺陷

通过现场勘察及勘探钻孔揭露的地层显示，该边坡坡体中上部为碎石混土、坡积、残积土层以及强风化岩层，容易受到雨水侵蚀，使土体抗剪强度参数值减小，抗剪及抗滑移能力降低。坡体内部中风化岩层内存在较连续、贯通的强风化软弱夹层，内含短柱状的中~微风化岩岩块，为不均匀风化和结构错动形成的强风化夹层，其走向接近坡面走向，倾向坡面，与坡体四周基岩露头测得的岩层错动结构面相一致，表明该软弱结构面是边坡不稳定的主要滑动面。

(3) 地质构造

该段区域位于北东(东)向惠阳华夏式断裂带，历经多次构造运动；燕山期岩浆的喷出受近东西向和北西向张扭性断裂构造的控制，岩石受后期差异性断裂作用和断块运动的新构造运动的影响，岩石破碎，节理裂隙发育，坡体中发育近南北向或北东向直立陡倾的劈理带(构造结构面)。经现场踏勘分析，发育的主要不利构造结构面为167°∠38°~70°，线路走向70°~75°，该结构面倾向路面，对边坡潜在软弱带的形成和发展有着很重要的影响。

3.3 边坡稳定性评价

由边坡变形迹象和地质勘查结果分析，该边坡由于路堑的开挖以及坡面防护结构的破坏造成雨水的不断侵蚀，已处于欠稳定状态。

边坡深圳侧存在潜层软弱夹层以及残积层滑动的变形迹象，滑动出口位于一级坡浆砌片石挡墙中上部裂缝处以及二级平台坡脚处；边坡中部~汕头侧沿软弱结构面存在深层的蠕动挤压迹象，滑动出口位于路基面以下约2m处。在强降雨等外力因素作用下，变形可能加快，导致边坡失稳，威胁高速公路行车安全，必须对边坡进行加固治理。

4 边坡病害防治措施

考虑到该边坡存在不利的软弱结构滑动面，已具有滑动变形迹象，且边坡面层喷射混凝土防护结构出现大面积开裂及破损，喷层下空鼓现象明显。因此，采用坡体加固与表面防护相结合的方式进行加固治理，考虑坡体整体稳定性及经济合理等多方因素，采用锚索地梁结合注浆钢花管的加固方案。具体如下：

(1) 一级坡在AK261+910~AK262+054范围坡角处设置1个长约144m的花坛，种植爬墙虎。

(2) 二级坡采用锚索地梁进行加固，锚索间距3.5m×3.5m；距二级平台0.5m的AK261+923~AK262+050区段设置1排仰斜排水孔；二级边坡平台中部分2个区布置竖向注浆钢花管，即AK261+999~AK262+054段布置1排；AK261+919~AK261+999区段布置2排。

在二级坡平台AK261+915~AK262+054范围种植约139m的爬墙虎绿化防护；为防止石块掉入高速公路，在二级坡顶AK261+921~AK262+054区段设置

1道约133m长的矮墙，二级坡地梁顶部钢筋伸入矮墙内以起到稳固作用。

(3) 三级边坡在深圳侧至边坡中部AK261+999~AK262+054范围采用锚索地梁结构对潜在滑动进行加固；对破损的喷射混凝土采用挂网喷混凝土修复；距三级边坡平台0.5m的AK261+927~AK262+048区段设置1排仰斜排水孔；平台AK261+920~AK262+050范围种植约133m的爬墙虎进行绿化防护。边坡立面和典型设计剖面如图1~2所示。

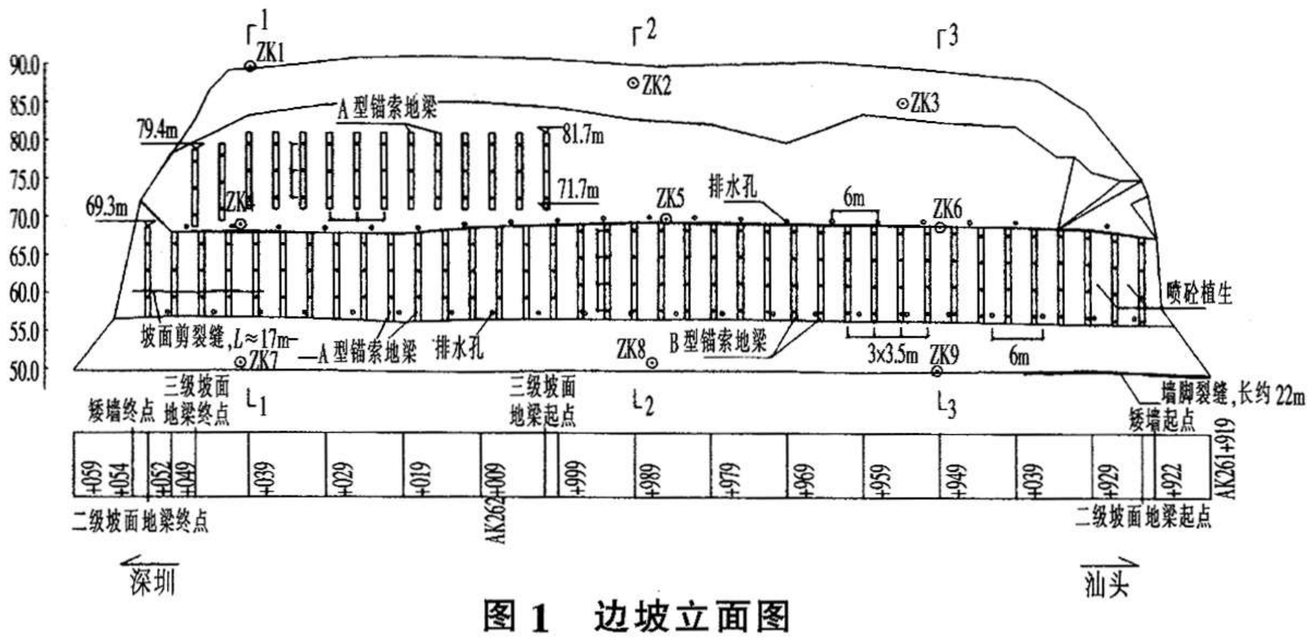

图1 边坡立面图

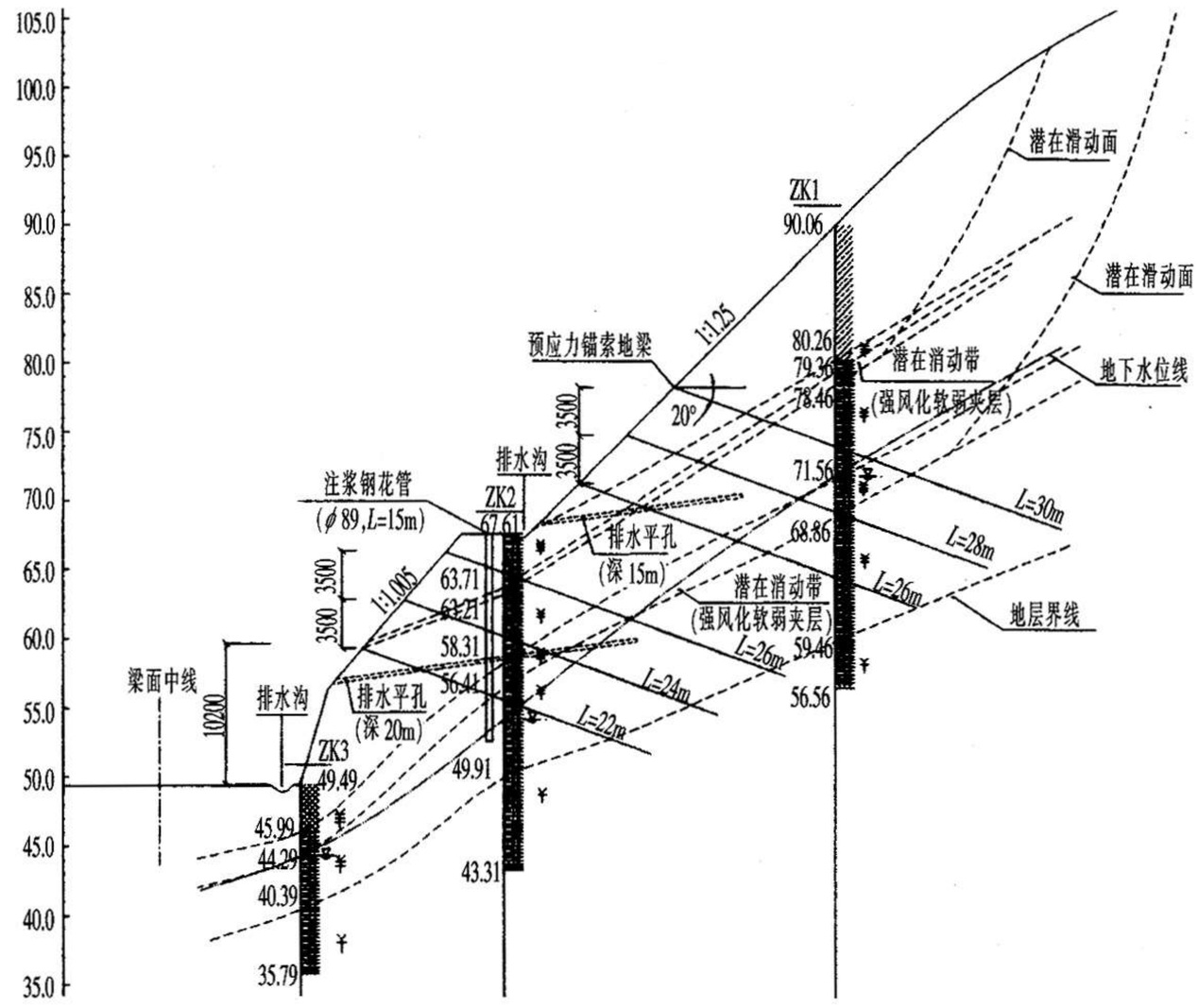

图2 典型设计剖面

5 注浆钢花管施工技术

5.1 注浆钢花管加固机理

钢花管就是在钢管上按梅花型布设出浆孔，注浆钢花管技术是通过注浆将水泥浆液渗透至边坡的岩土体中，有效改善岩土体的物理力学性能，提高边坡自身的抗滑能力，注浆后的钢管留在边坡内，给边坡提供一定的锚固或阻滑作用，两种作用结合起来能有效提高边坡的安全稳定系数[6]。该边坡岩体软弱破碎，节理裂隙发育，很适合采用该技术。

5.2 注浆钢花管制作

注浆钢花管一般采用ϕ89、壁厚5mm的无缝钢管制作，其连接采用对口焊接或套管焊接，沿钢管径向旋转45°。沿钢管四周呈螺旋状钻出ϕ6注浆孔，用特制胶带或凝胶密封，再沿管身每2m焊接3根ϕ8定位钢筋。注浆钢管的底部用5mm厚的钢板封闭，钢板中间再钻孔，将穿过钢管中间的小注浆管从该孔中穿过，孔壁周围孔隙法封死。注浆钢管上部管口制做安装1个密封性好并可方便拆卸的注浆口。注浆口必须装有控制阀，可让注浆钢管内的水泥浆保持稳定压力。钢花管结构如图3所示。

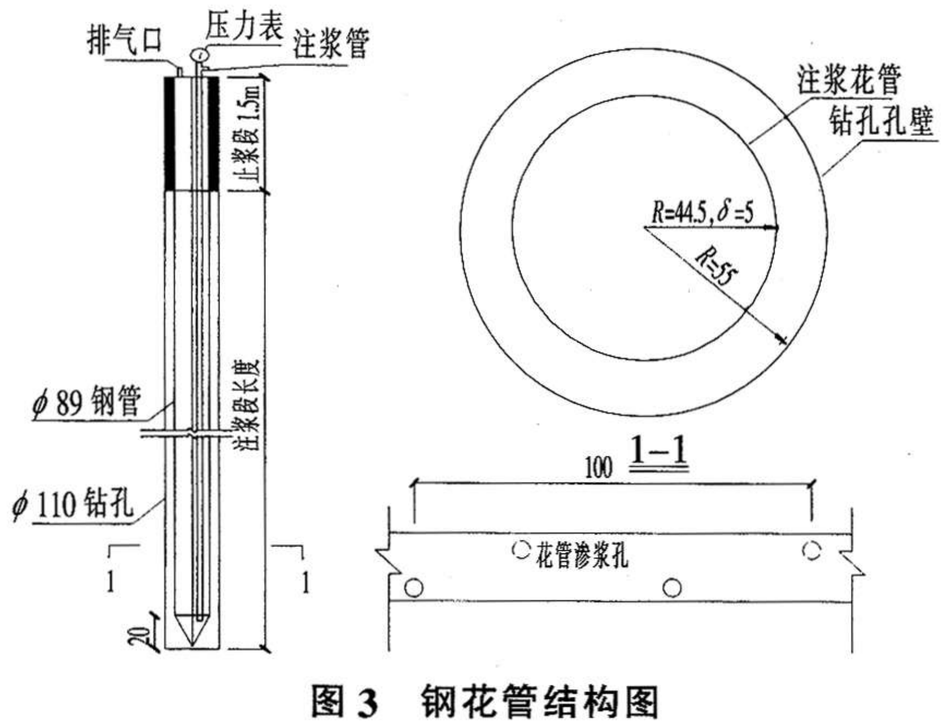

图3 钢花管结构图

5.3 钢花管压浆技术要求

在钢花管试验管施工过程中，需注意以下问题：

(1) 按设计要求布置孔位，钻孔施造时其深度应穿过最底层潜在滑裂面以下至少2m；

(2) 注浆花管采用无缝钢管制作，将花管末端20cm加工成尖头，并点焊封口，以免杂物进入管内；花管上加工注浆孔眼，钢花管按其轴向每10cm开4个ϕ8出浆孔，呈梅花状布置；

(3) 注浆材料采用42.5R普通硅酸盐水泥，浆液水灰比0.4~0.5，必须保证在材料规定的有效时间内将注浆完毕，以免影响注浆材料的性能；

(4) 注浆时，注浆压力控制在1.5~2.0MPa，注浆过程应采用反复间歇注浆的方式，以确保注浆饱满；注浆水泥用量暂按照0.3t/m估算，施工时根据实际

用量计量；

(5) 注浆完成后应对注浆管进行清洗，保证管道畅通，以便下一孔注浆时不出现堵塞现象。

(6) 注浆按跳孔施工次序施工，每排施工均隔1孔施工，跳孔钻孔注浆施工；

(7) 花管注浆施工须在锚索施工完毕后进行。

6 结语

根据病害程度并考虑经济合理的原则，采用注浆钢花管和预应力锚索地梁综合施工技术对深汕高速公路路堑高边坡病害进行了治理。实地观察监测结果表明，边坡变形已趋于稳定，裂缝不再扩展，病害治理效果显著。该路堑高边坡加固治理措施的方法对类似高边坡病害的防治具有较好的借鉴意义。同时我们也可从该高边坡病害前期处理方法及效果上看到，对于类似病害，不能简单地修补，而要认真做好踏勘及病害评估工作，采取有力措施，以便抓住治理病害的有利时机，达到“标本兼治”的效果。

参 考 文 献

[1] 朱建平，蔡军，马惠民. 高山峡谷地段公路边坡变形破坏特点及其防治措施[J]. 公路，2004(4)

[2] 李芙林，刘惠波. 青海公路边坡病害及治理[J]. 公路，2003(12)

[3] 殷跃平. 中国滑坡防治工程理论与实践[J]. 水文地质工程地质，1998(1)

[4] 张昕，蒋炳元. 注浆钢花管在土体加固工程中的应用[J]. 湖南交通科技，2006(1)

[5] 深汕高速公路k262边坡病害治理工程工程地质勘察报告[R]. 中铁西北科学研究院有限公司深圳南方分院

[6] 方霞. 注浆钢花管技术在边坡滑坡治理中的应用[J]. 交通科技，2009(2)

(上接第32页)

(2) 对消火栓泵、喷淋泵、防排烟风机、消防电梯、消防控制中心电源等一级负荷采用专用两路电源供电，由配电室采用放射式配电敷设至配电点，并在末端互投；

(3) 对于冷水机组等大功率用电设备采用插接母线由配电室敷设至配电点；

(4) 对于裙房、塔楼一般照明及空调等用电采用插接母线由配电室电缆竖井采用树干式配电；

(5) 对于应急照明用电采用专用回路双电源树干式配电，并在末端互投；同时采用区域集中式EPS供电的应急照明系统，连续供电时间不小于90min。

4 供配电设计的几点体会

件，绘制施工图图纸，并交酒店管理公司审核。

4.2 本项目酒店部分标准客房数量为372个，其他客房数量为67个，在设计中相应配套服务设施用电负荷统计见表1。

表1 服务设施用电负荷统计

用电场所	用电功率(kW)	功率密度(W/m^2)
夹层员工厨房	70.0	330
地下1层总加工厨房(冷库及库房)	60.0	150
地下1层洗衣房	98.0	220
中餐、西餐、宴会厅厨房	641.0	350
2层风味厅厨房	88	300