

文章编号:1009-6825(2008)23-0285-03

# 高速公路边坡滑塌处理加固技术

杨焕永

**摘要:**结合泉三高速公路 SMA10 合同段 YK201+830~YK201+980 边坡滑塌处理工程实例,重点介绍了预应力锚索框架、抗滑桩等边坡加固处理施工技术,并对边坡进行地表和深孔位移观测,观测结果表明,加固效果良好,值得推广使用。

**关键词:**高边坡,滑塌变形,锚索框架,抗滑桩

**中图分类号:**U417

**文献标识码:**A

## 1 工程概况

泉三高速公路 SMA10 合同段 YK201+830~YK201+980 段右侧高边坡位于永安市埔岭镇员当坑自然村北侧、后洋隧道进口前。该路堑边坡原设计最高四阶,坡体构成主要以残坡积层及强风化粉砂岩为主,该边坡开挖完成后发生滑塌,边坡后缘下错,最大错距可达 2 m;第一~第四阶坡面产生明显裂缝,裂缝延伸长度约 5 m~10 m,宽约 5 cm~20 cm,可见深度约 30 cm~80 cm;大桩号方向坡脚出现明显的鼓胀拱起,高度约 30 cm~50 cm。

沥青路面龟裂的形态表现为路面在一定的范围内呈网状开裂,裂缝的发生、发展没有规律,相互交错将路面分割成块状。裂缝的宽度在刚发生时较小,一般不到 0.5 mm,随着时间的发展会逐渐增大,严重时甚至可达到 2 mm~3 mm,此时路面已破碎成面积很小的块状,并在很多情况下同时伴有唧浆等现象。

沥青路面龟裂发生的原因主要可归结为两个方面:1)沥青路面面层与基层的粘结不可靠、粘结力不足,沥青面层在车辆荷载的作用下不能有效、可靠的将荷载作用传递给基层,从而导致沥青面层被撕裂,产生裂缝发生不规则的龟裂。造成沥青面层和基层粘结不可靠的主要原因在施工方面。沥青路面施工过程中,在喷洒透层油和沥青混凝土摊铺前基层应保持基本干燥状态,这一点在施工过程中往往被忽略。如果路面基层在沥青混合料摊铺前较为潮湿,含有大量水分,在沥青混合料被摊铺、碾压压实后这些水分会被封闭在沥青面层和基层之间的交接面上,削弱沥青面层和基层的粘结力。虽然高温的沥青混合料在摊铺、碾压过程中会将这些水分蒸发掉一部分,但由于沥青混合料摊铺和碾压的施工时间很短,多数情况下这些水分都不会被完全的蒸发掉。2)沥青材料的老化。造成沥青路面中的沥青老化的原因主要有两个:a.在沥青路面施工过程中加工沥青混合料的温度过高。b.沥青面层中的沥青在环境作用下自然老化。在自然环境中阳光的照射是沥青老化的主要原因。与高温作用一样,沥青老化后原有的工作性能下降,变形和抵抗拉应力的能力减弱。沥青的老化会直接导致沥青面层的力学性能下降,从而在车辆荷载的作用下发生龟裂。

## 4 结语

## Analysis on the causes of cracks on asphalt concrete pavement

WANG Hua

**Abstract:** Based upon analysis of distribution rang and types of cracks on asphalt concrete pavement reasons caused the transverse crack, longitudinal crack and alligator cracks on asphalt concrete pavement are discussed, which is significant to prevent this kind of defect of asphalt concrete pavement.

**Key words:** asphalt concrete pavement, crack, rigidity, load

## 2 滑坡成因分析

### 2.1 岩土体特征

边坡开挖后揭示坡体主要以碎块状强风化粉砂岩为主,岩体破碎,节理裂隙发育,局部为顺坡向裂隙,裂隙面局部碳化明显;局部夹有厚度约 3 cm~5 cm 的泥岩、页岩风化而成的饱和黏性土。二者的相互贯通而形成相对的软弱结构面,坡体的整体结构较为松散,抗剪强度低,透水性较好。

### 2.2 人类工程活动

应该注意的是,裂缝的产生往往不是一种原因作用的结果,而通常是几种原因相互作用、相互耦合的结果。比如温度的下降也会在沥青路面中产生较大的收缩应力。在北方地区,当温度变化时这种温度应力往往会和车辆荷载产生的应力相互作用、耦合,从而加速裂缝的发生和发展。

沥青路面的裂缝除了上述主要的、比较常见的形态外,还有其他种类的形态。例如,沥青混凝土路面由于温度应力、应力集中、弯拉应力等的联合作用使检查井周围的沥青混凝土路面开裂,开裂的形态随使用时间的长短表现为宽度、深度不等的环状裂缝等。

从防治、消除公路病害的角度来说,各种裂缝的形态、分布及其产生的原因和机理值得公路工程有关人员进一步研究和探索。

### 参考文献:

- [1] 姚祖康.路面[M].第2版.北京:人民交通出版社,1999.
- [2] 孙立军.沥青路面结构行为理论[M].上海:同济大学出版社,2003.
- [3] 黄仰贤.路面分析与设计[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [4] 马宏岩.沥青混凝土路面病害成因分析与对策[J].科技信息,2008(28):89-90.
- [5] 杜洁.沥青混凝土路面早期损坏的探讨[J].西部探矿工程,2007(12):123-124.
- [6] 王耀阁.沥青混凝土路面裂缝的产生与防治[J].山西建筑,2007,33(32):299-300.

收稿日期:2008-03-24

作者简介:杨焕永(1976-),男,工程师,中铁十三局集团第一工程有限公司,辽宁 大连 116033

路堑边坡的开挖形成高陡临空面,破坏了边坡土体的原有平衡状态,降低了坡体的抗滑能力,同时为边坡的变形提供了足够的空间,从而由前部向后牵引形成滑动,导致坡顶开裂、边坡失稳。

### 3 处理方案

通过现场调查、地质补充勘察资料,并经专家多次论证,确定处理方案为:

1)首先在坡脚处进行堆载反压,防止坡体继续向下滑动,然后对坡体滑塌部分土体进行卸载刷坡,刷坡完成后对相对松散的坡面采用小导管注浆固结土体。

2)边坡第二阶坡面采用锚索抗滑桩加固,桩水平间距6 m,截面尺寸为2 m×2.5 m,桩长为16 m~21 m,桩高出第一阶平台2 m(与第二阶坡面紧贴),距桩顶1.75 m处预留一孔预应力锚索孔(预留,暂不施打锚索),距桩顶0.75 m处设置一排两孔锚索,锚索采用拉压复合型锚索,锚索长22 m~26 m,锚固段长均为10 m,单孔设计拉力为900 kN。

3)在边坡第二阶~第四阶采用预应力锚索框架加固。锚索框架宽6 m,高8 m,每片框架设4孔锚索,预应力锚索单孔设计拉力均为900 kN。

4)在边坡第一阶坡脚处设置3 m高护脚墙,护脚墙高3 m,顶宽1.5 m。其余坡面视坡率及地质条件分别采用拱形骨架、植草等措施进行防护。

### 4 施工技术措施

施工中的关键和难点工序是抗滑桩和锚索框架施工,下面进行重点介绍。

#### 4.1 抗滑桩施工

##### 4.1.1 桩孔开挖

1)土质开挖采用短镐、铲、锹人工开挖,箩筐装土渣,卷扬机起吊出渣。

2)孤石或基岩,进行爆破施工;在滑动面以下土质坚硬的地方,为加快施工进度,也进行爆破松土,爆破时要注意孔眼布置和装药量。

3)采用20 cm厚的现浇钢筋混凝土护壁作为开挖支护,每节开挖深度为0.8 m~1.0 m,当上节混凝土护壁浇灌后,经过一段时间(根据气温、土质与混凝土设计强度而定)即可拆除模板及横撑,继续下挖,护壁的混凝土灌注使上下节连成整体。下送混凝土时做好对称和四周均匀捣固,防止模板偏移。

##### 4.1.2 灌注桩身混凝土

1)核对断面尺寸及桩底长度资料,放出桩底十字线。

2)钢筋绑扎定位:绑扎钢筋采用单根钢筋放到井下定位绑扎,主筋的纵向连接采用直螺纹机械连接,钢筋绑扎完成后,其与护壁的间距应以混凝土块楔紧以保证混凝土的保护层厚度准确。

3)灌注桩身混凝土:将搅拌机置于井口,以串筒漏斗将混凝土传送至井中,采用振捣棒将混凝土捣固密实。

#### 4.2 锚索框架施工

预应力锚索施工主要包括施工准备、锚孔钻造、锚筋制安、锚孔注浆、混凝土结构钢筋制安、混凝土浇灌、锚孔张拉锁定和验收封锚等工作流程。其中有两个主要环节:1)锚孔成孔;2)锚孔注浆。锚孔成孔的技术关键是如何防止塌孔、卡钻,主要是使用套管及水泥浆造壁;注浆的技术关键是如何将孔底的空气、岩(土)沉渣和地下水排出孔外,保证注浆饱满密实。

##### 4.2.1 锚孔钻造

按照设计桩号采用拉线尺量,结合水准测量进行放线,并用

铁钎和油漆标记准确定位锚孔位置。钻机严格按照设计孔位、倾角和方位准确就位,采用测角量具控制角度,钻机导轨倾角误差不超过 $\pm 1^\circ$ ,方位误差不超过 $\pm 2^\circ$ 。锚索成孔应根据地层选用相应的钻机,且钻进过程中严禁开水冲钻及冲洗孔壁,同时严格控制钻进速度,防止钻孔偏斜、扭曲或变径。钻孔孔径、孔深不得小于设计值,并超钻50 cm,钻进达到设计深度后,不能立即停钻,要求稳钻3 min~5 min,防止孔底尖灭,同时,及时进行锚孔清理。钻进过程中若遇到塌孔,应立即停钻,并采用注浆固壁处理,24 h后重新钻进,或采用跟管钻进工艺。

锚孔钻造结束后,使用高压空气将孔中岩(土)粉及水全部清除出孔外,然后进行锚筋体安装。

##### 4.2.2 锚筋制安

锚筋下料应整齐准确,误差不大于 $\pm 50$  mm,预留张拉段钢绞线长度1.5 m。钢绞线一律采用机械切割下料。

挤压头的组装,挤压套、挤压簧安装准确,挤压顶推进应均匀充分,施工中严格控制钢绞线挤压套挤压工艺,并抽样3%进行检测,确保单根挤压强度不低于200 kN。

组装承载体时应定位准确,挤压套通过螺栓在承载体和限位片之间栓接牢固。架线环间距为1.0 m~1.5 m,应准确定位、绑接牢固,锚孔孔口位置必须设置一个架线环。注浆管穿索安装准确定位,绑扎结实牢固,应伸入导向帽5 cm~10 cm。导向帽可点焊固定于最前端承载板上,并应留有溢浆孔,保证孔底返浆。所有的钢质部分均应均匀涂刷防腐油漆。

##### 4.2.3 锚孔注浆

锚索注浆采用水灰比0.4~0.5的纯水泥浆,其中锚固段遇土质或砂土状强风化岩层且富水时应采用二次高压劈裂注浆法来提高地层锚固力。锚孔注浆采用孔底返浆方法(注浆压力一般为2.0 MPa左右),直至孔口溢出新鲜浆液,严禁抽拔注浆管或孔口注浆;如发现孔口浆面回落,应在30 min内进行孔底压注补浆2次~3次,确保孔口浆体充满。

锚孔钻造完成后应及时进行锚筋体安装和锚孔注浆,原则上不得超过24 h。当采用二次劈裂注浆提高地层锚固力时,以浆体强度控制开始劈注时间(一次注浆体强度为5 MPa),需在二次注浆管的锚固段内设花孔和封塞,二次注浆的高压注浆管应采用镀锌铁管或钢管。注浆材料加入聚丙烯腈纤维(PAN),掺入量为 $1.8 \text{ kg/m}^3 \sim 2.0 \text{ kg/m}^3$ (纤维抗拉强度不小于700 MPa)。

##### 4.2.4 锚筋张拉锁定

在注浆浆体与台座混凝土强度达到设计强度的80%以上时,进行张拉锁定作业。锚斜托台座的承压面应平整,并与锚筋的轴线方向垂直。锚具安装应与锚垫板和千斤顶密贴对中,千斤顶轴线与锚孔及锚筋体同轴一线,确保承载均匀。锚筋的张拉必须采用专用设备,设备在张拉作业前应进行标定,锚具、夹片等检验合格后方可使用。

锚索正式张拉前,应取10%~20%的设计张拉荷载,对其预张拉1次~2次,使其各部位接触紧密,钢绞线完全平直。

### 5 结语

YK201+830~YK201+980段右侧高边坡滑塌处理工程已经完成,从施工期间开始至今一直对该边坡进行地表和深孔位移观测,从观测数据分析,该边坡已经稳定,加固处理取得了满意的效果。从而说明预应力锚索框架与抗滑桩结合治理高边坡滑塌是行之有效的办法,无论从短期或长期效果来看都是很好的。

#### 参考文献:

文章编号:1009-6825(2008)23-0287-02

# 一般公路排水系统存在的问题与对策

白宏伟 张春英

**摘要:**根据黄土地区一般公路的实践经验,从路面表面排水、路基地面排水及综合排水系统三方面分析了一般公路排水系统存在的问题,并针对性地提出了防治问题的对策,以完善公路排水系统,延长公路的使用寿命。

**关键词:**道路工程,排水系统,问题,对策

**中图分类号:**U417

**文献标识码:**A

## 0 引言

公路使用过程中,各种来源的水将会给路基路面、防护支挡设施、桥涵构造物等带来显著影响,引起各种水毁。公路水毁是世界各国共同存在的一个普遍问题,是公路建筑物遭到洪水破坏的一种自然灾害,造成的直接或间接经济损失决不能低估。诱发公路水毁的原因复杂多样,除了洪水、罕见暴雨等特殊自然原因和山体滑坡、地震等特殊地质原因外,公路排水系统设计、施工与养护管理中存在的一些问题也是主要影响因素。

近年来,随着高速公路的快速发展,我国高等级公路排水系统的重要性引起了足够重视,也取得了许多重要建设经验和成果。文中根据多年来在黄土地区一般公路管理中积累的经验,分析一般公路排水系统存在的问题及其原因,提出防治对策,供大家参考借鉴。

## 1 路面表面排水

路面表面排水的主要任务是把降落在路面和路肩表面的水迅速排除,以免造成路面积水而影响行车安全,减小雨水下渗造成路面病害。当路基横断面为路堤时,目前主要有两种方式排除路面表面水:

- 1)利用路面横坡度,以横向漫流形式向路堤坡面分散排放;
- 2)在路肩外侧边缘处设置拦水带,将路面表面水汇集在拦水带同路肩铺面组成的浅三角形过水断面内,然后通过一定间距设置的泄水口和急流槽集中排放到路堤坡脚外。对于一般公路而言,路面宽度较小,表面水汇水量并不大,主要采用第一种方式排除路面表面积水。

与高等级公路相比,一般公路路面表面排水中存在的问题主要有:

- 1)排水不畅,容易积水。
- 2)渗透进入路面结构内部的水分较多,诱发唧浆、沉陷等路面病害。

一般公路路面表面排水中存在的这些问题主要与施工质量控制不严、沥青路面内部未设置排水设施有关。因此,为了减小路面表面水对一般公路的危害,在表面排水设计、施工和管理中应注意以下几点:

- 1)严格控制路面施工质量,必须满足空隙率的设计要求,按设计要求选择防水层材料和进行施工,保证防渗漏效果;
- 2)加强各路段养护,特别是雨季养护工作的力度,经常性检查排水畅通情况,修补低洼部位路面,保证平整度和横坡度。

## 2 路基地面排水设施

### 2.1 边沟

边沟的用途是汇集和排除路面、路肩和边坡坡面上流下的表面水。目前一般公路中边沟常见的问题有以下几方面:

- 1)边沟设置长度不符合要求,边沟出水口间距过长,淤积严重,边沟沟底纵坡几乎成为平坡。
- 2)边沟出水口问题较突出,例如未设出水口,水顺土路肩流淌,造成路基边缘有冲沟(沟);因出水口设置不当,造成路基边坡形成冲沟(洞);出水口设置过陡,致使地面有冲洞等。
- 3)边沟淤积是一个普遍的问题,淤积严重,影响边沟排水,造成边沟两侧湿陷,加剧路基冲刷破坏。

- [1] [美]YANG H. HUANG. 土坡稳定分析[M]. 包承纲,译. 北京:清华大学出版社,1988.
- [2] [英]E. Hoek. 岩石边坡工程[M]. 卢世宗,译. 北京:冶金工业出版社,1983.
- [3] 铁道部科学研究院西北分院. 滑坡防治[M]. 北京:中国铁

道出版社,1997.

- [4] 崔政权,李 宁. 边坡工程[M]. 北京:中国水利水电出版社,1999.
- [5] 耿东阳,孙云飏,丁海鹏. 边坡滑坡的影响因素与防治措施[J]. 山西建筑,2007,33(29):106-107.

## The strengthening technology of highway slope collapsed treatment

YANG Huan-yong

**Abstract:** Combining with the engineering practice of Quan-San highway SMA10 contract section YK201 + 830 ~ YK201 + 980 slope collapsed treatment, the slope strengthening treatment construction technologies such as prestress anchor cable frame and anti-slide pile were mainly introduced, and the surface and deep hole displacement of slope were observed. The observation results show that the strengthening effect is good, and is worth to popularize and apply.

**Key words:** high slope, slump deformation, anchor cable frame, anti-slide pile

收稿日期:2008-03-17

作者简介:白宏伟(1974-),男,工程师,陕西省铜川公路管理局,陕西 铜川 710064

张春英(1963-),女,工程师,陕西省铜川公路管理局,陕西 铜川 710064