

山区公路病害治理中锚筋桩的运用与研究

罗美华, 涂孝波

(国家林业和草原局 昆明勘察设计院, 昆明 650031)

摘要: 由于中国经济发展的需要,越来越多的山区公路投入建设,在山区公路的投入使用后,均发生各种各样的地质灾害,严重时导致公路断交。因此如何经济、快捷、有效地治理地质灾害是山区公路面临的普遍问题。针对山区公路多种地质灾害成因,对采用锚筋桩方案治理地质灾害进行研究。结果表明,锚筋桩用于山区公路病害治理是经济、快捷和可行的。

关键词: 锚筋桩;地质病害;山区公路

中图分类号: U416.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2022)04-0380-05

近年来,随着山区公路建设的迅速发展,路线受地形限制,开挖量大,形成了大量的高边坡。每逢雨季来临,高边坡发生变形破坏,不仅威胁过往车辆和人员安全,严重时将导致公路断交。除此之外,受山区公路独有的自然条件的影响,导致越来越多的地质灾害发生。通过对大量地质病害的总结分析(以沿江公路为例),发现山区公路中易发生的病害主要包括边坡坍塌、路基沉降、挡墙变形开裂、挡墙倾斜、路堤整体滑移、桥台、涵洞路基不均匀沉降、路面开裂破损等方面。因此,如何找到一种普遍快捷的、环保的、经济的方案用于治理山区公路出现的一些地质灾害点是很多设计人员面临的问题。

目前,很多学者对山区公路存在的病害及锚筋桩施工、设计及灾害治理的运用中做了大量的研究。陈全等^[1]以 G65 包茂高速公路为阳朔至平乐段边坡滑塌应急处置工程为例,介绍了锚筋桩在公路边坡滑塌应急处置中的应用方案;隆海军^[2]以龙开口水电站进场路为例,针对常见的山区公路病害分析其原因,同时有针对性地提出相应处治方案;陈宇辉等^[3]根据试验段边坡锚筋桩监测数据,分析强风化顺层砂岩边坡锚筋桩作用机理,验证了多角度交叉布置锚筋桩对强风化顺层砂岩边坡的加固效果。李志谋^[4]结合阳鹿高速公路边坡处治实例,分析了滑坡产生的原因,确定了采用锚筋桩挡土墙组合片石反压的边坡滑塌处治方案,并通过地质变形监测分析,验证了该处治方案的效果;周波等^[5]通

过龙滩通航建筑物边坡采用锚筋桩进行支护的案例,得出锚筋桩支护方案起到加强支护、保证边坡稳定性的作用;刘全超^[6]结合实际案例,在介绍固结灌浆技术和锚筋桩技术的同时,对固结灌浆结合锚筋桩技术在水电站地基处理中的应用做出初步探讨,为水电站的地基加固工作提供参考;王忠辉^[7]以砂浆锚筋桩在白沙河水电站厂房后边坡岩石边坡支护处理施工为例,研究结果表明,锚筋桩技术在进行滑坡处理时施工简单、方便,工期短且经济,可供类似地质边坡支护加固工程借鉴。童康益等^[8]结合上海城区某电力隧道和管线工程项目特点,工程范围地质灾害危险性进行评估,分析工程建设可能引发的边坡失稳、地基变形、水土突涌、地面沉降、砂土液化等地质灾害问题,并进行危险性评价分析,提出地质灾害防灾减灾措施。杜光远^[9]以某高原公路 K66 边坡滑坡治理为例,通过对该滑坡体的水文地质、形成原因、稳定性等分析,采取了锚筋桩与预应力锚索框架梁等工程措施,并对坡体地下、地表排水进行了综合处治,取得了理想的治理效果,具有一定的借鉴意义。

本文将针对一些常见的山区公路病害类型,分析其灾害原因,并采用锚筋桩方案进行治理。尤其在应急抢险中,采用锚筋桩方案不仅减少了投资,缩短了施工工期,且治理效果明显、有效。

1 锚筋桩构造

如图 1 所示,锚筋桩由 3 Φ 32 钢筋制作,沿杆体

收稿日期: 2021-12-02

作者简介: 罗美华(1987—),男,云南昆明人,国家林业和草原局昆明勘察设计院,调查室主任,注册岩土工程师,硕士,研究方向为岩土工程勘察。

每隔 1.0 m 设置一组钢筋托架,保证锚杆的保护层厚度不低于 25 mm;锚筋采用 HRB400 级钢筋,锚筋采用对焊连接,对焊连接应满足相关规范要求,锚筋连接面不应在同一平面上。

锚筋桩桩径为 $D=130\text{ mm}$ 或 $D=150\text{ mm}$,间

距按 1~2 m 布置,桩长最大可达 15 m。设计时根据实际地形设置多排,按梅花形布置。必要时可在锚筋桩顶部设置冠梁,增加锚筋桩的整体性。锚筋桩注浆采用 M30 水泥浆。水泥宜采用 P. O. 42. 5R 水泥,配合比为水泥:水=0. 45~0. 55。

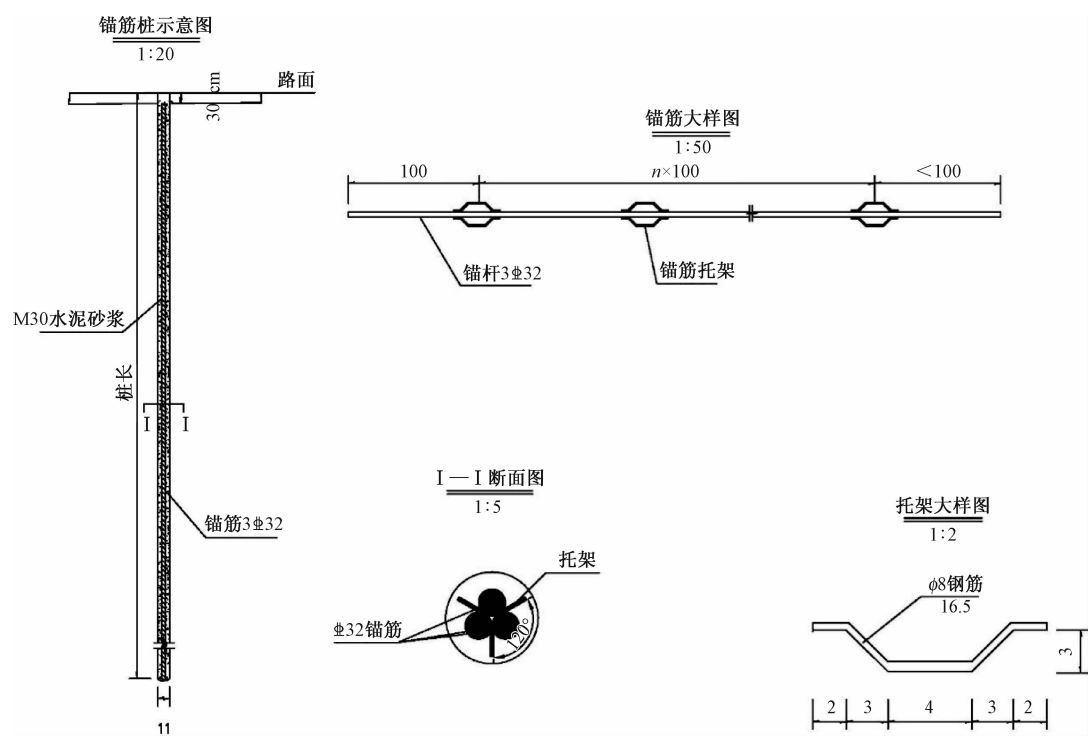


图 1 锚筋桩构造

2 锚筋桩施工工艺

- 1)锚筋桩钻孔施工宜采用风动干钻成孔、地质钻成孔等;超钻 20 cm 作为存渣段。在松散覆盖层或极破碎基岩地层钻进过程中如果遇到成孔困难,可采用套管方式成孔;为保证注浆效果,套管必须在注浆前拔出,且须重复利用,跟管钻进增加的工作量以监理现场核实为准。
- 2)锚筋采用 HRB400 级钢筋,垂直放入;锚筋顶端应嵌入墙顶 50 cm,沿杆体每隔 1.0 m 设置一组钢筋托架,保证锚杆的保护层厚度不低于25 mm;锚筋之间采用双面焊接。
- 3)M30 水泥砂浆采用 P. O. 42. 5R 水泥,配合比为水泥:水=0. 45~0. 55,必须过秤计量,准确配比,并用搅拌机不停搅拌,避免沉淀离析。分为两个序次实施,即跳孔注浆。注浆采用上行式,注浆压力为 0. 25~0. 5 MPa,当孔口返出正常浆液时即停止,如果出现浆液凝固收缩回落到孔口以下要及时补浆,直到孔口注满为止。
- 4)在施工锚筋桩前必须在监理的见证下做现

场注浆试验,试验的锚筋桩数量不应少于 3 根,根据注浆量平均值修正设计注浆量。当实际注浆量不超过设计注浆量时,按上述正常注浆工艺实施;如现场超浆情况十分严重,改注水泥砂浆(水灰比采用灰砂比 1:1,水灰比 0. 45~0. 55)。注浆前应按设计强度要求做好配合比试验。

3 锚筋桩在病害处治中的运用

3.1 用锚筋桩处治路基沉降

由于排水不畅或者施工时路基未压实,使得路基土物理力学指标降低,加上过往的重车碾压,导致路基发生沉陷、开裂。此时,若采用路基换填,则需要装载机、挖掘机、压路机等重型机器,加上材料运输,等不仅延误工期、造价高,而且影响道路正常通行。而采用锚筋桩进行处治,施工主要为风动干钻成孔、地质钻成孔等,对场地条件要求低,造价低,而且可以保证公路半幅路面通行。所以采用锚筋桩进行防护是快捷、可行的。锚筋桩治理路基沉降的主要工作机理:①锚筋桩成孔注水泥浆可硬化地基土,提高地基土的物理力学性质指标,提高承

载力。②锚筋桩穿过软基至稳定地层,既增加了路基的整体性,同时可以将路面压力传递至路基以下的稳定地层。

如图 2 所示,K241+705~K241+760 段路基地形较陡,由于该段边沟破损,流入的地下水并未通过边沟流入管涵排走,而是直接渗入路基,从挡墙下方的坡体中以地下泉水的形式排出,导致路基

土体饱水软化,进而使地基土物理力学指标降低。同时,地基土中的细颗粒被地下水带走,导致路基发生沉降。采用锚筋桩对该段路基加固,利用锚筋桩成孔注浆提高地基物理力学指标,提高路基的承载力,同时路基承受来自重车的压力一部分可通过锚筋桩作用传到底部稳定地层,从而使路基的整体稳定性增大。

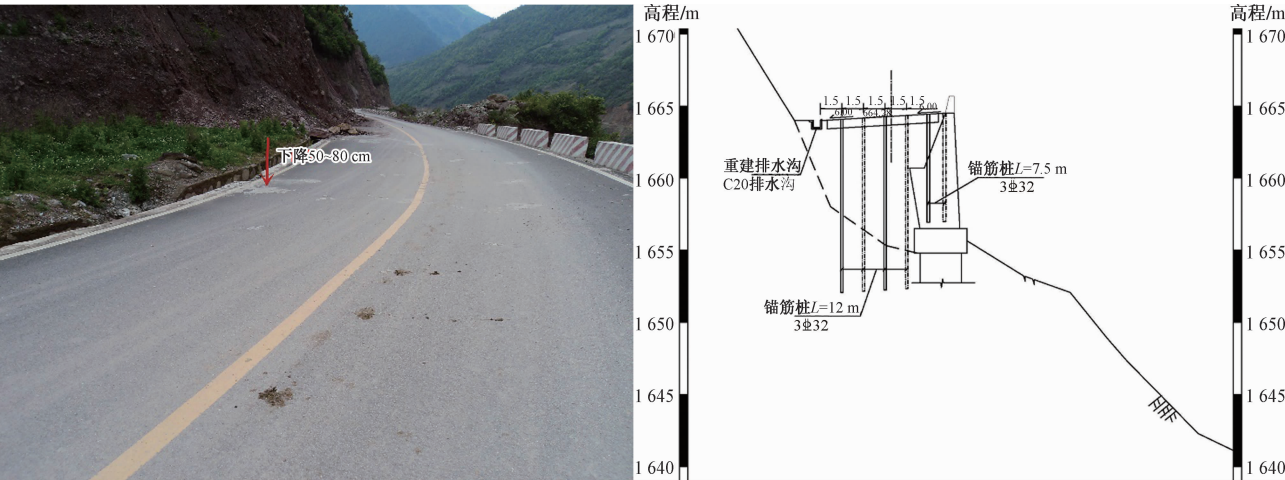


图 2 K241+705~K241+760 段路基沉降治理方案图(碧白公路)

3.2 锚筋桩加固挡墙

山区公路的挡墙出现变形开裂、滑移、倾斜的原因有很多,但主要是地基软弱且不均匀、挡墙尺寸小、施工质量差以及排水不畅等造成。其中,对于施工质量较差、尺寸小引起的挡墙开裂或者倾斜,若采用拆除重建挡墙,不仅造价高、工期长、公路保通难度大,而且严重造成资源浪费。而采用锚筋桩加固,缩短了工期,保证了道路的通畅,造价低,节约了砂石料。锚筋桩加固挡墙的设计机理主要为:①山区公路一些路段由于施工较差,造成很多浆砌挡墙砂浆量严重不足,采用锚筋桩进行加固,可以利用注水泥砂浆充填挡墙内的空隙,从而增加挡墙的整体强度;②使用锚筋桩穿过挡墙基础,可使得挡墙基础埋深增大,增加了挡墙的整体刚度,同时增大了挡墙的抗滑移和抗倾覆力。K79+390~K72+450 段路面开裂,挡墙变形、开裂及路基和挡墙加固方案如图 3~图 5 所示。



图 3 K79+390~K72+450 段路面开裂



图 4 K79+390~K72+450 段挡墙变形、开裂

K79+390~K72+450 段挡墙变形、开裂,伴随着该段路面沉降、开裂,采用锚筋桩进行防护,可保证半幅路基畅通,施工便捷,不仅加固了挡墙,同时也解决了路基沉降问题。达到“一石二鸟”的加固效果。

3.3 锚筋桩加固边坡

山区公路高边坡坍塌类型多种,雨季来临时,对于一些边坡坍塌主要方式是坡口坍塌,且塌方量大,

严重时将导致公路断交。对于这一类边坡,若不及时治理,边坡将进一步产生爬坡式破坏。坡口线越爬越

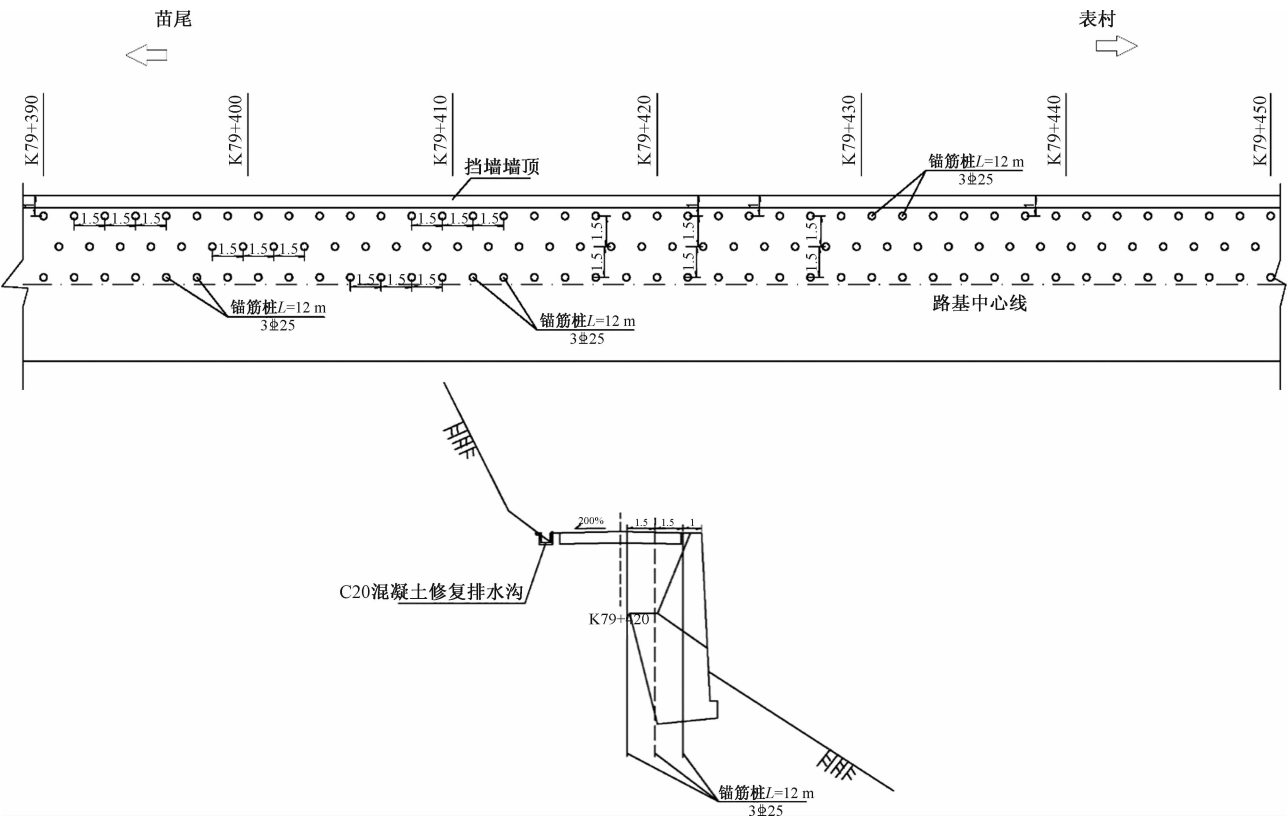


图 5 K79+390~K79+450 段路基和挡墙加固方案

高,边坡也越来越高。这一类边坡具有边坡高陡,全坡面防护面积大等特点。若采用全坡面防护,不仅工期长、造价高,施工过程中公路保通也是一大难题。而且对于需要应急抢险的边坡时间紧、任务重。采用全坡面防护是不可行的。通过分析,这类边坡仅仅坡口线以外发生破坏。为了防止边坡进一步破坏,而且经济、快捷、有效地治理此类边坡,采用锚筋桩进行边坡锁口防护,不仅大大缩短了工期,而且节约了造价,防止了大挖大填,保护了环境,保障了来往的车辆正常通行。锚筋桩用作锁口防护其设计机理为:①通过注浆增加了坡口岩土体力学性质指标,增大了坡口处岩土体的抗剪强度;②锚筋桩直接深入坡口潜在的滑动面从而达到边坡锁口的作用。

K282+500~K282+520 段边坡的坍塌区域主要为边坡坡口区域(图 6 红色线框区),若不及时治理,边坡将越塌越高,治理成本也将增大。采用锚筋桩锁口是从根本上解决边坡越塌越高,越塌范围越大的问题,缩短了工期,保护了环境,节省了造价。可广泛运用于山区公路中类似破坏模式的边坡治理中。

3.4 锚筋桩结合其他防护措施的运用

1)锚筋桩作基础。对于山区公路一些路段,由于地形限制,在修建一些构筑物,如挡墙、贴坡墙等

无法开挖至基础埋深,或者开挖到相应埋深时,需要的材料、造价相对较高等因素。可采用竖向锚筋桩和横向锚筋桩,即保证了构筑物的抗倾覆同时也保证了抗滑移的要求。

2)挂网喷锚。对一些较破碎的岩质边坡,挂网喷锚中加入锚筋桩,即达到了封闭坡面,防止冲刷的效果,同时采用锚筋桩加固,大大提高了基岩的完整性,使整个防护区域形成了一道坚固的、类似完整岩体的边坡。

3)施工中的辅助措施。在一些施工中,由于弃土的堆载,使得渣场防护中的钢筋石笼挡墙或混凝土挡墙发生滑移、断裂。可采用锚筋桩进行加固处理,增加挡墙的抗剪强度及整体性。另外,在一些路基垮塌路段施工时,为了防止交通正常通畅和施工的安全,也可沿路基坍塌口采用锚筋桩进行加固。

4 结论

1)锚筋桩具有抗剪、抗弯强度大,结构整体稳定性好,增大岩土体的物理力学指标,具有施工快捷、缩短工期、节约材料、造价低等优点。

2)锚筋桩采用风动干钻成孔、地质钻成孔等小型机械进行施工,对场地条件要求低。采用锚筋桩处治地质灾害点对场地狭小,受地形条件限制,交

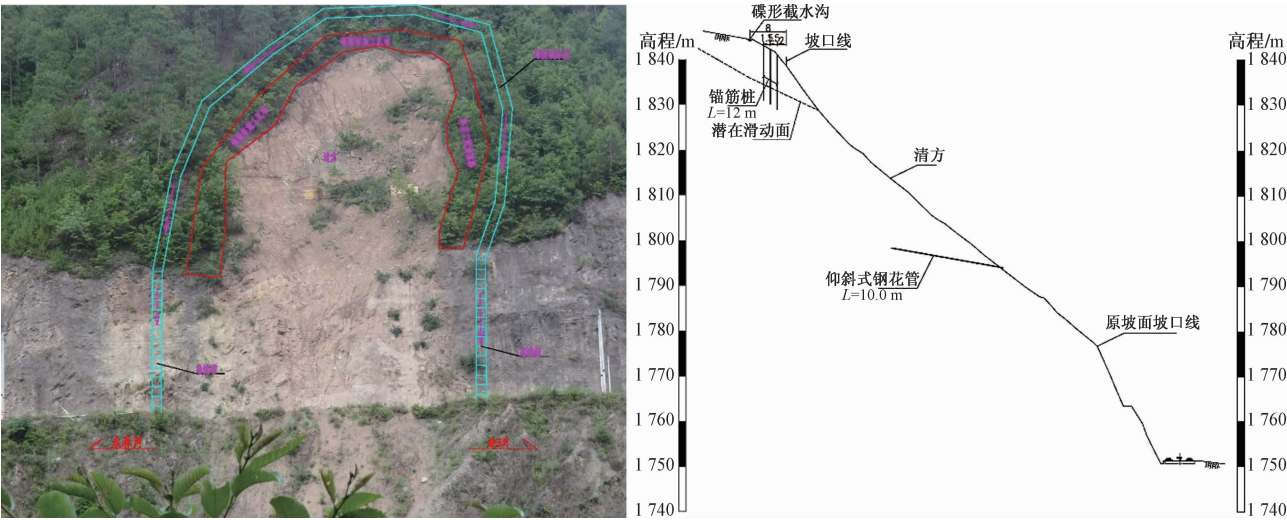


图 6 K282+500~K282+520 段边坡坍塌治理方案

通管制要求高,应急抢险的工程具有明显的优势。

3)采用锚筋桩处治边坡可防止边坡大挖大填,锚筋桩锁口不仅防止边坡越垮越大,而且保护了坡口以外的树木的正常生长,节约了土地,防止了水土流失,保护了环境。

4)锚筋桩对场地要求小的特点不仅可以作为主要措施治理地质灾害点,同时也可以作为辅助措施。作为一些构筑物的基础,增大构筑物的抗倾覆、抗滑移的安全性。或在一些岩质边坡防护措施如挂网喷锚、加入锚筋桩可大大提高基岩的完整性。除此之外,在地质灾害点施工过程中,锚筋桩可用作一些安全性防护,如挡墙基坑开挖坡面锁口、路基的加固等。既节约,又能有力地保障施工安全。

参考文献

[1] 陈全,吕彦达. 锚筋桩在公路边坡滑塌应急处置中的应用[J]. 西部交通科技,2018(8):66-69.

[2] 隆海军. 山区公路常见病害及处治方案研究[J]. 黑龙江交通科技,2014,37(11):57.

[3] 陈宇辉,王保田,叶琼瑶,等. 强风化砂岩边坡锚筋桩布置方式及支护作用研究[J]. 粉煤灰综合利用,2020,34(2):15-20.

[4] 李志谋. 高速公路边坡处治中锚筋桩挡土墙组合片石反压的应用[J]. 西部交通科技,2021(6):63-67.

[5] 周波,程纲为,胡和平. 通航建筑物破碎岩体边坡锚筋桩施工技术[J]. 东北水利水电,2018,36(11):21-23.

[6] 刘全超. 固结灌浆结合锚筋桩技术在水电站地基处理中的应用[J]. 四川建材,2016,42(4):137-138.

[7] 王忠辉. 砂浆锚筋桩在岩石边坡支护中的施工浅析[J]. 水电与新能源,2014(11):32-34.

[8] 童康益,付栋. 城市地下空间建设引发的地质灾害问题及对应防治对策:以上海某电力隧道和管线工程为例[J]. 科技和产业,2021,21(10):367-374.

[9] 杜光远. 锚筋桩与预应力锚索在滑坡治理中的综合应用:以某公路 K66 滑坡治理工程为例[J]. 工程技术研究,2017(8):8-9.

Application and Research of Anchor Reinforcement Piles in Mountainous Highway Disease Treatment

LUO Meihua, TU Xiaobo

(Kunming Survey and Design Institute of State Forestry and Grassland Administration,Kunming 650031,China)

Abstract: Due to the needs of China's economic development, more and more mountain roads have been put into construction. After the mountain roads are put into use, various geological disasters have occurred, and the roads will be cut off in severe cases. Therefore, how to deal with geological disasters economically, quickly and effectively is a common problem which is faced by mountain roads. According to the causes of various geological disasters in mountainous roads, the use of anchor-reinforced piles to control geological disasters is studied. The research results show that anchor-reinforced piles are economical, quick and feasible for disaster management in mountainous roads.

Keywords: anchor pile;geological disease;mountain road