

单束张拉和多束张拉工艺在斜坡治理中的联合应用

王新建

(北京中色资源环境工程股份有限公司,北京 朝阳 100012)

摘要:格构梁的锚索张拉大多采用多束张拉工艺。在甘肃陇南消防支队后山不稳定斜坡锚索格构梁防护施工中,遇到钢绞线外露工作长度不足,多束张拉难以进行的问题。提出了单束张拉工艺与多束张拉工艺联合应用治理不稳定斜坡的方案。详细介绍了施工工艺以及治理效果。

关键词:锚索张拉;单束张拉;多束张拉;斜坡治理;格构梁

中图分类号:P642.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2018)05-0071-06

Combined Application of Single Beam Tensioning and Multi-beam Tensioning Technology in Slope Treatment/WANG Xin-jian (SINOEX Resource & Environment Engineering (Beijing) Co., Ltd., Beijing 100012, China)

Abstract: Multi beam tensioning technique is mostly adopted for the tensioning of anchor cables of lattice beams. In a protection construction of the unstable slope cable lattice beam in Longnan of Gansu, it was difficult to carry out multi-beam tension due to the insufficient working length of the strand. A treatment scheme of combined application of single-beam tension technology and multi-beam tension technology is put forward. The construction technology and treatment effect are introduced in detail.

Key words: anchor cable tensioning; single-beam tensioning; multi-beam tensioning; slope treatment; lattice beam

1 工程概况

甘肃省陇南市消防支队后山不稳定斜坡坡脚周围有陇南市消防支队、世博林橄榄油基底等多家单位和居民。2008 年“5.12”大地震发生后,该不稳定边坡上出现大量裂缝,局部出现小型崩塌。斜坡存在失稳隐患,威胁着周围单位及居民的人身与财产安全,治理迫在眉睫。

工程治理措施包括:(1)搬迁避让;(2)削坡减载;(3)坡面防护,包括锚索格构防护、锚杆格构防护、挡土墙防护 3 种;(4)截水沟工程;(5)夯填裂缝工程。

工程依据地形,采取分段治理的原则。按照设计分区,该工程坡面防护工程分为锚杆格构梁防护区(位于南部)和锚索格构梁防护区(位于北部)。其中锚杆格构梁防护区又划分为 3 个区,锚索格构梁防护区划分为 3 个区。见图 1。

2 锚索结构和格构梁结构设计

锚索框架梁间距 $4\text{ m} \times 3\text{ m}$,为竖向间距 4 m ,水平间距 3 m 。

在每根格构梁交点设计一根锚索,第一排锚索距柱顶 2 m ,锚索采用 8 束钢绞线,锚固端应进入中

风化千枚岩中,锚固段长度 5 m ,自由端长度 $11 \sim 28\text{ m}$,倾角 25° 。

锚索材料采用 $\Phi 15.2\text{ mm}$ 、公称抗拉强度 1860 MPa 、截面积 139 mm^2 钢绞线,每根钢绞线极限张拉荷载 P_u 为 259 kN 。

锚索孔内灌注水泥砂浆,采用从孔底到孔口返浆式注浆,注浆压力为 $0.6 \sim 0.8\text{ MPa}$ 。

格构梁断面长 \times 宽为 $400\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 。格构梁钢筋保护层厚度 50 mm ,混凝土强度等级为 C25,格构梁下端基础伸长 1.0 m 与小挡墙连为整体。 $3 \sim 4$ 根竖梁与 5 根横梁组成一片框架,每片框架段整体浇灌,一次完成,两片框架之间设置伸缩缝,缝宽 2 cm 。

3 锚索偏离设计意图的问题及原因分析

偏离设计指的是格构梁的纵横向间距与设计值存在一定的偏差,如果锚索间距过小,势必引起“群锚效应”的安全问题。

群锚效应指的是格构梁间距过小,如果仍按照设计张拉控制值张拉,势必造成局部拉拔值过大,超出了滑坡体推力要求,造成边坡更不稳定。

收稿日期:2017-10-31

作者简介:王新建,男,汉族,1971 年生,高级工程师,从事铁路、公路、建筑、水利水电、梁场等工程施工工作,北京市朝阳区北苑 5 号院四区有色地质大厦 701 室,905484285@qq.com。

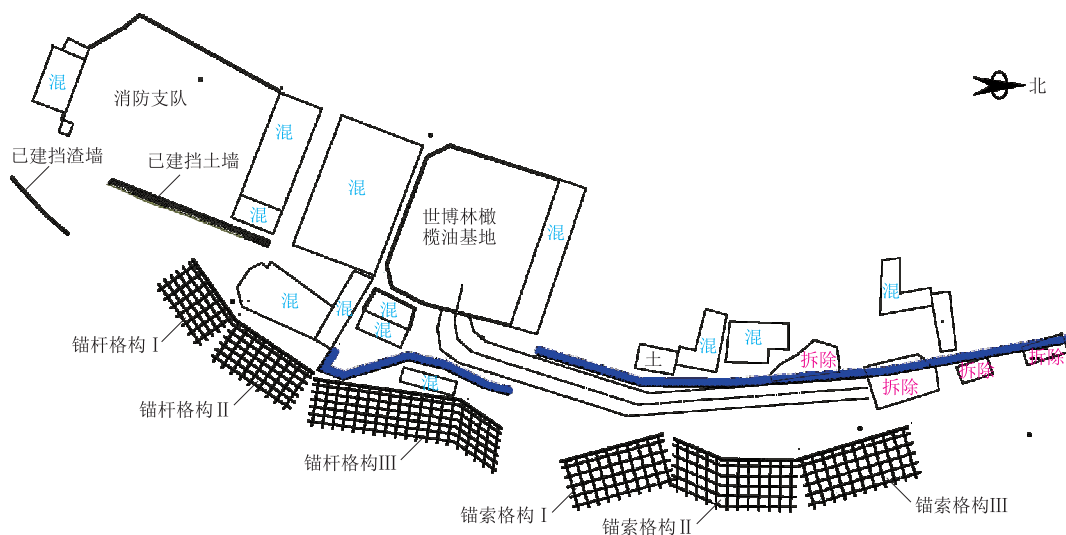


图1 锚索格构梁和锚杆格构梁分布

本工程锚索格构梁的锚索在施工中,严重偏离了设计意图,主要表现是:

(1)已浇筑完成的锚索格构梁间距未按照设计图进行测量放线,致使梁间距不符合要求,设计锚索框架梁间距 $4\text{ m}\times 3\text{ m}$,竖向间距 4 m ,水平间距 3 m ,而实际施工间距为 $3\text{ m}\times 3\text{ m}$,一部分水平间距变小,极个别甚至小于 2 m 。经详细量测,相对问题较严重的出现在锚索Ⅱ区。

(2)有几处节点的锚索露出梁面的长度不足 45 cm ,造成锚索无法按多束同时张拉。

经详细调查,钢绞线外露长度不足的情况集中分布在锚索施工区Ⅱ区第3片的北半部分和第4片,也就是自北向南数第(1)~(7)道竖梁之间的节点,共有20个节点处的钢绞线外露长度不足 45 cm ,其中第4片的第(1)、(2)道竖梁上的6个接点处的钢绞线问题比较严重,仅露出 $5\sim 15\text{ cm}$ 。见图2、图3。



图2 锚索Ⅱ区锚索露出长度现状

由于施工时的粗心,造成局部格构梁间距过小和钢绞线外露长度不足,同时治理范围随之进一步



图3 锚索Ⅱ区锚索分布现状

缩小,就违背了治理前的初衷。

4 关于偏离设计意图的锚索处理措施研究

4.1 锚索框架梁不拆除的理由

在预应力锚索框架梁张拉时必须采用整片框架梁循环进行张拉,分两次张拉锁定到设计荷载,防止局部应力集中导致构筑物破坏。

上述问题严重违背了设计要求,突破了设计原则底线,如果按正常的施工程序施工,可能会造成局部拉应力过大,对边坡稳定造成不可估量的影响;钢绞线外露长度不足,造成不能用多束千斤顶同时张拉,程序变得复杂;按照设计意图和规范要求,应该拆除重做,但鉴于以下几个方面的情况,最好能不拆除。

4.1.1 拆除重做对边坡造成很大的影响,易造成边坡不稳

现在边坡从上到下已按设计图纸完成刷坡,格构梁已经全部完成,如果拆除重做,边坡暂时就失去了防护,加上重新挖土开槽,重新钻孔,势必对边坡

造成一定程度的破坏,易出现边坡失稳的险情。

4.1.2 重新钻孔存在技术上的困难

按照设计图,在锚索Ⅱ区锚索长度从下到上依次是16、19、22、24、26 m,已完成压浆,锚索已经无法拔出。如果重新钻孔,按照设计4 m×3 m布孔,由于距原来的锚索位置很近,钻孔角度不易掌握控制,可能会钻到先期施工的锚索,造成钻孔无法继续。

4.1.3 拆除重做会造成工期严重滞后

仅问题相对较严重的锚索Ⅱ区就有 11 道竖梁(153 m 长)和 5 道横梁(153 m 长)、51 根锚索。如果拆除重做,工期可能会延迟 3 个月,又将面临下一个雨季。

4.1.4 造成较大的经济损失

按照拆除 11 道竖梁、5 道横梁、废弃 51 根锚索来计算,初步估计经济损失约 102 万元。

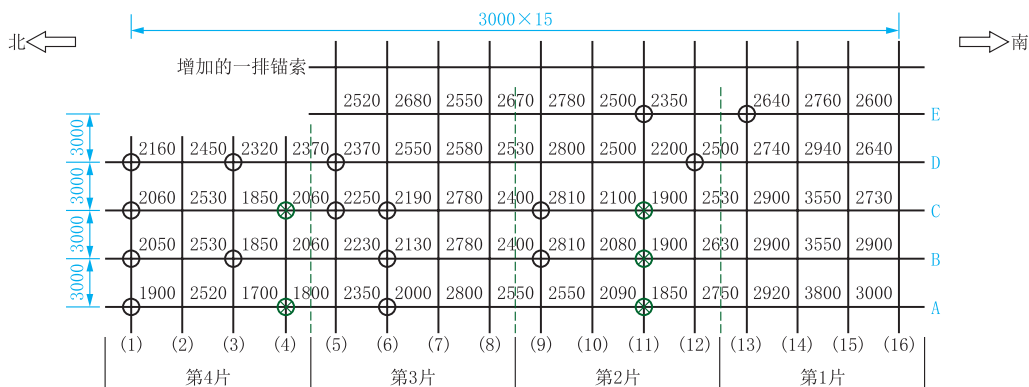
综上所述,针对该工程出现的问题,建议不拆除。

4.2 解决措施的研究

如果不拆除格构梁,可通过采取一系列技术措施,达到不降低使用功能的目的。经过仔细勘察,查阅资料,认真研究,我们提出单束张拉工艺与多束张拉工艺联合治理不稳定斜坡的解决措施,得到了设计单位及监理单位的认可。

4.2.1 格构梁间距不符合设计的问题

这个问题主要是所有的锚索格构梁竖向间距全部由 4 m 变为了 3 m。通过查阅一些资料了解到,根据锚索框格梁防护的设计理念,为避免出现群锚效应,框格梁间距一般 4~6 m 为宜,最小不宜小于 3 m。据此我们认为,3 m×3 m 间距不至于影响锚索的功能。但为此带来的问题是由于竖向间距的变小,所控制的范围也变小了。对于这个问题,我们认为可以在设计要求的范围内增加一排锚索和格构梁,费用自理,见图 4。



注:1.图中虚线为伸缩缝。蓝色标注为理论间距,内标数据为实测水平间距;2.○代表张拉力减小节点,⊗代表废弃锚索节点。

图 4 锚索护坡 II 区问题处理技术措施示意

4.2.2 间距小于 $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ 的情况

对于这种情况,可以通过减小节点处的张拉控制值解决,减少到什么数值,请设计院通过验算提供。对相邻连续不足 2.1 m 的情况,可废弃其中的锚索。处理方案具体见图 4。

张拉方案按正常的千斤顶方案进行,张拉控制值一般减到图 4 中的规定。

4.2.3 钢绞线外露长度不足问题

对于钢绞线外露长度不足的问题,我们计划分两部分区别处理。

锚索施工区Ⅱ区自南向北数第(3)~(7)道竖梁之间的节点,钢绞线外露长度均大于15 cm,可以采取用单根张拉的小千斤顶分5级循环张拉的方法。

第4片的第(1)、(2)道竖梁上的6个接点处的钢绞线问题比较严重,仅露出5~15 cm。这种情况采用单点张拉也解决不了问题了,只有把纵横梁凿除,加大梁的槽深,重新浇筑纵横梁。

采用单束张拉千斤顶逐根钢绞线单束循环张拉,张拉程序同上面一样,分 5 级张拉。

张拉采用压力表读表为主、伸长量校核为辅的双控施工方法,因此必须做好锚索实际伸长值的量测。

5 锚索张拉的补救施工方法

5.1 锚具斜承台的施工

所谓斜承台就是锚垫板的混凝土支撑台座。锚索安装完成后,还没有进行工作锚具斜承台的施工,

这一定程度上影响了工程进度。锚斜承台施工重点是锚垫板的安装,关键点是锚垫板承压面与锚索必须垂直、必须保证“三同心”。

首先要扩孔,将用PVC管预留的锚索孔凿扩孔,以便能将螺旋筋和锚垫板安装上去;与锚斜承台接触的梁面必须凿毛并冲洗干净;安装锚垫板时一定要使用直角拐尺从两个方向量角度,确保锚垫板承压面与锚索垂直;锚垫板调整到位后应采取固定措施,保证浇筑混凝土时不发生位移。

5.2 张拉前的准备工作

机具材料准备和技术准备要先进行,张拉正式开始前,必须已经完成锚索抗拉拔试验。梁体及锚斜承台混凝土强度达到设计要求的强度方可张拉,要有试验报告。压浆强度达到设计强度方可张拉。特别是后来增加的锚索及格构梁必须确保强度达到设计值后才可以进行,且保证锚具、夹片等检验合格。

5.2.1 张拉补救方案

不稳定斜坡先在锚索Ⅱ区顶部加了一道横梁,设置锚索,竖梁与下面的相接(见图3)。

该工程锚索施工偏离原设计意图的原因就是锚索格构梁间距过小,如果仍然按设计控制值张拉,就很可能造成边坡的进一步破坏。因此锚索格构梁应尽可能使整体框构发挥作用,为防止局部应力集中导致构筑物破坏,张拉必须分两次张拉到位锁定。第一次张拉到50%设计荷载,第二次张拉到110%设计荷载。

按照锚斜承台混凝土浇筑顺序试压试块,初步计划按照下面的顺序:

首先按“锚杆Ⅲ区→锚索Ⅰ区→锚索Ⅱ区→锚索Ⅲ区”的顺序逐级张拉到50%设计荷载,然后从锚索Ⅲ区转到锚杆Ⅲ区,再按照“锚杆Ⅲ区→锚索Ⅰ区→锚索Ⅱ区→锚索Ⅲ区”的顺序由50%设计荷载逐级张拉到110%设计荷载。完成两次循环后,仍然从锚索Ⅲ区转到锚杆Ⅲ区,仍然按照“锚杆Ⅲ区→锚索Ⅰ区→锚索Ⅱ区→锚索Ⅲ区”的顺序进行补偿张拉。

鉴于现场的实际情况,张拉方法分两种情形:

(1)锚索外露长度足够的,按通常的方法,采用穿心式千斤顶,多束同时张拉,见图5。

(2)锚索外露长度不够千斤顶长度的,采用单束张拉千斤顶逐根钢绞线单束循环张拉,张拉程序同上面一样,分5级张拉,见图6。



图5 多束千斤顶张拉



图6 单束张拉千斤顶

采取用单根张拉的小千斤顶分5级循环张拉的方法具体如下:

(1)将张拉程序分成5级,分别是 $25\%\sigma_k$ 、 $50\%\sigma_k$ 、 $75\%\sigma_k$ 、 $100\%\sigma_k$ 、 $110\%\sigma_k$ 。

(2)校验千斤顶,根据校验方程换算张拉读数、油表读数。

(3)先选一束钢绞线张拉至 $25\%\sigma_k$,接着换第二根同样张拉至 $25\%\sigma_k$,一次类推,8根全部张拉至 $25\%\sigma_k$ 后,开始第二轮张拉。第二轮张拉至 $50\%\sigma_k$,然后以此类推,直至8束钢绞线从 $25\%\sigma_k$ 到 $110\%\sigma_k$ 张拉一遍。

5.2.2 张拉程序计算

无论是小千金顶单束张拉还是180 t穿心式千斤顶多束张拉都按照下面的5级张拉程序进行: $0 \rightarrow 25\%\sigma_k \rightarrow 50\%\sigma_k \rightarrow 75\%\sigma_k \rightarrow 100\%\sigma_k \rightarrow 110\%\sigma_k$ 。

这里特别提出注意卸载程序不能忽视,同样不能掉以轻心,同样需要两级控制。

正常张拉时,往往忽视稳压时间,这是必须加强注意的事。一般稳压时间是2、5、5、10、15 min。

5.2.3 实测伸长值的计算

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

式中: ΔL ——锚索实际伸长值,mm; ΔL_1 ——从初始应力到最终应力之间的实测总伸长值,mm; ΔL_2 ——初始应力下的推算伸长值,mm。

这里有一个伸长值 ΔL_1 如何计算的问题,一般

初始应力阶段和每一级张拉控制值的测量方法都是相同的,一般用标定过的钢尺测量并记录。同时计算油缸伸出长度递增值和夹片外露长度递减值。递增值和递减值均为与初始应力时的数值相比较。

补偿张拉后,最后量测油缸伸出长度及工具锚夹片外露长度,用最后的油缸伸长值递增值减去夹片的递减值即为实际钢绞线伸长值。

5.3 张拉作业

张拉时,锚斜承台的承压面应平整(若不平整,则必须经过凿磨处理),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切对中,千斤顶轴线与锚孔及锚索体轴线在一条直线上,不得弯压或偏折锚头,应确保承载均匀同轴,防止张拉过程中锚索折断。

5.3.1 千斤顶、锚具和夹片安装

第一步,将工作锚的锚环套入钢绞线束,安装夹片。

第二步,安装千斤顶。千斤顶的型号要符合本次处理方案的要求,一般采用穿心式千斤顶和单束张拉千斤顶。

第三步,安装工具锚。

如果给千斤顶加力的泵体的油量不足时,需先向泵中加入工作油才能工作。张拉前,应估计锚索张拉所需要的荷载,切忌超载使用。

5.3.2 预应力筋的张拉

将计算好的张拉程序放大后放在油泵上,或张贴,或悬挂在明显位置,采取防风防雨措施。

预应力筋的张拉与其它治理工程的做法相似,也分为初始应力阶段、张拉阶段、卸载阶段3个阶段。

特别强调的是,100% σ_k 级和110% σ_k 级稳压时间分别是10、15 min,其余每级稳定5 min。

(1)初始应力即初应力主要是为了使钢绞线从松弛状态达到受力状态,使其各部位接触紧密,钢绞线完全平直,消除伸长值测量误差,并使同束各根钢绞线受力趋于一致。

(2)张拉阶段要做好伸长值的记录。从25%至110%逐级张拉。在稳压过程中,要随时补油,保持油表指针始终在规定的位置。

(3)卸载(即油缸回程)也分两级控制,必须严格注意。110% σ_k →75% σ_k →0。

卸载过程也要注意稳压时间,一般采取2 min即可。

最后一级张拉完毕后锁紧。7 d后进行补偿张

拉,以减少预应力损失。经检测符合要求后,最后锁定。

5.3.3 特殊边坡张拉必须注意的问题

虽然解决了单束锚索的张拉问题、锚索区张拉的顺序问题、张拉的程序问题、张拉的记录问题,但还是必须注意锚索张拉的质量。具体来说包括以下内容:

(1)千斤顶的标定必须进行,这是计算张拉程序的关键。

(2)锚索实际伸长值的要求、钢绞线回缩、锚索重复张拉的次数、稳压时间持荷,这些必须符合规范。

(3)张拉记录非常重要,记录人员必须认真记录,清晰明确,保存完整。

(4)断丝、滑丝情况,夹片的更换必须认真仔细地检查、记录,提供科学的依据。

(5)施工中,简单地问题,如果不严格管理,会造成很大的问题:边坡锚索孔的放样看似简单的问题,如果由于大意,格构梁的外观会很很不好看;锚索钻孔如果不严格控制,会造成锚索与斜承台不垂直,造成工具锚不能进入垫板的槽刻内;没有高压风管,造成补浆压力不足,对锚具的锈蚀带来严重影响。

(6)为了防止张拉时所用的钢绞线断裂,必须认真检查钢绞线,不得有锈蚀或电焊火花烧伤等缺陷。

(7)张拉工作应听从千斤顶处的人员统一指挥;操作高压油泵人员,必须按规定的信号开机与停机。

(8)张拉过程中,必须保证电力正常。如果发生临时停电时,应立即关闭油泵的电门,以防突然来电转动,引起安全事故。

(9)应该对变形进行观测。一旦出现构筑物及坡面异常变形、开裂、突起等现象必须立即停止张拉,并分析查找原因。

6 锚索锁定及检验

锚索张拉完毕后卸载的同时,锚环及夹片即完成锁定。锚索锁定后10 d内,若发现明显的预应力损失现象,应及时进行补偿张拉。

锚索张拉锁定完毕后,应邀请第三方检测单位检验单束张拉和正常张拉的有效性,检测数量依据设计要求。

7 锚头补浆和封锚

锚索张拉完成后应及时对锚头实行补浆和封锚。锚头就是卸载并割丝后剩余的锚索部分。

外锚头应采用与格构梁同标号的混凝土包封,以防锈蚀破坏。一般会采用 C30 细石混凝土。

对于锚具和格构梁等空隙的补浆,应作为锚头防腐的一项关键工序认真进行。锚筋外露部分应严格进行去锈除油后封锚。

7.1 锚索割丝

锚索割丝应符合施工规范。一般是在补偿张拉和锁定 24 h 后,使用砂轮片切割,切割不会对锚具造成损害。人员在边坡上行走要注意安全,千斤顶操作人员必须带安全带并系到安全杆上。

7.2 临时封锚头

临时封锚头很重要,这是经验之谈。用 M10 砂浆临时封闭锚具外侧钢绞线之间空隙,待凝固后才可压浆。临时封锚主要用以增加压浆时的压力,确保压浆饱满。压浆完成后,予以凿除。

7.3 二次压浆

二次压浆主要是把格构梁内及锚具内一段空隙补满浆。方法是从锚垫板的注浆口注浆,采用有螺丝的压浆阀与锚垫板及压浆管连接。浆液必须保证要求的稠度,与原来一次压浆时相比,应减少用水量或增加水泥和砂的用量。压浆机必须保证一定的压力,待从锚头钢绞线里冒出浆后停止压浆。

7.4 锚索封锚砼施工

当全部 264 束工作锚索施工完毕,经抽样,进行验收试验,结果达到合格后,方可进行封锚作业。

首先清理临时封锚砂浆、清理压浆时残留的浆液。

封锚时,应将锚头砼凿毛后,用 C20 细石砼封闭,以防止锚索锈蚀并保持美观。人工灌注,人工捣实。因为外露且体积小,混凝土容易产生裂纹,注意加强养护。

8 实施效果

大胆提出采用单束张拉工艺和多束张拉工艺联合处理不稳定斜坡,沉着应对锚索施工偏离设计理念的问题,处理了锚索Ⅱ区格构梁间距小于设计尺寸、治理范围缩小、可能会出现“群锚效应”等安全问题。

首先在锚索Ⅱ区上部增加了一道横梁和数道纵梁,重新施工锚索;第二,对于钢绞线露出长度仅 5~15 cm 的重新浇筑横梁和纵梁,至少保证单束张拉的条件;第三,采取单束张拉和多束张拉联合处理工艺,当然必须张拉控制值小于设计值;最后进行后

续的锚固施工。工程在施工单位技术人员和质检人员的有效监管下,按建设单位要求的工期顺利完成。

中铁西北科学研究院有限公司工程检测试验中心对“陇南市武都区消防支队后山不稳定斜坡锚索防治工程”进行了检测,并出具了检测报告。从检测结果来看,长度符合设计要求,注浆基本密实。2014 年年初竣工验收,专家评议质量合格。结合监测装置结果,从验收到现在,治理工程一直安全。

因为两种工艺的联合应用,为施工单位避免了 102 万元的损失。单束张拉工艺技术并不复杂,在应用前景上仍然有开发空间。

9 结语

多束张拉工艺在各种工程中应用比较广泛,单束张拉工艺只是在更换锚具和其它一些材料时才应用。本工程将单束张拉工艺应用在地质灾害治理中,是一次大胆的尝试。经过不断的总结,应该可以在较大范围内使用。

参考文献:

- [1] 王清标,金洪涛,王立华,等.高边坡压力分散型预应力锚索施工工艺研究[J].岩土力学,2006,27(S1).
- [2] 乔刚,石文仙.京珠高速公路粤境南段 14、15 标段高边坡预应力锚索施工[J].公路交通技术,2002,6(2).
- [3] CECS 22:90,土层锚杆设计与施工规范[S].
- [4] DL/T 5083—2004,水利水电工程预应力锚索施工技术规范[S].
- [5] GB 50086—2001,锚杆喷射混凝土支护技术规范[S].
- [6] GB 5224—85,预应力混凝土用钢绞线[S].
- [7] 徐祯祥,等.岩土锚固技术与西部开发[M].北京:人民交通出版社,2002.
- [8] 周外男.云南小湾大桥缆索吊机后锚碇设计[J].桥梁工程,2002,(6).
- [9] 张德圣,潘勇,林柯.小湾水电站边坡预应力锚索施工[J].铁道建筑,2009,4(2).
- [10] 郑颖人,陈祖煜,王恭先,等.边坡与滑坡工程治理(第二版)[M].北京:人民交通出版社,2010:383—394,479—490.
- [11] 谭彬建,俞敏,息颀,等.桂柳高速公路边坡预应力锚索加固方案设计[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(5):73—77.
- [12] 魏万鸿,宿星,叶伟林,等.预应力锚索地梁在矿山已变形边坡加固中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(7):71—75.
- [13] 冯杨文.预应力锚索有关问题的分析研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(S1).
- [14] 虞利军.浙东沉积岩顺层滑坡预应力锚索加固治理设计与施工[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(10):49—52.
- [15] 周伏良,刘运思,赖威根,等.长沙冰雪大世界高陡边坡锚索钻孔施工关键技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(10):53—55.
- [16] 杜慧君,杨超,向东.水电工程边坡支护锚索灌浆费用控制对策探讨[J].四川水力发电,2010,(6).