

压力分散型锚索在地质灾害应急抢险工程中的应用

张成杰

(广东省地质建设工程集团公司,广东 广州 510080)

摘要:压力分散型锚索有效地避免了锚固段应力集中、钢绞线受力不均而导致某些锚固段上的钢绞线过早拉断的现象,受力性能更加合理,工程适用性广。近年来,压力分散型锚索在高边坡,特别是破碎岩体边坡加固方面得到了越来越多的应用,并取得了良好的加固效果。以广州南沙某地质灾害应急抢险工程为例,通过现场分散型锚索极限抗拉拔试验提出设计原则和设计值,并详细介绍了压力分散型锚索的施工工艺。

关键词:压力分散型锚索;极限抗拉拔试验;地质灾害;应急抢险

中图分类号:U418.5⁺5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)07-0069-04

Application of Pressure Decentralized Anchor Cable in Emergency Response to Geological Disaster/ZHANG Cheng-jie (Guangdong Group Company of Geo-construction Engineering, Guangzhou Guangdong 510080, China)

Abstract: Pressure decentralized anchor cable has more rational stress performance and extensive engineering applicability, with which stress concentration in anchorage section and too early steel strand tensile failure caused by unevenly stressing can be avoided. It was applied more and more in fractured rock slope reinforcement in recent years with ideal effect. Based on an engineering case of emergency response to geological disaster in Guangzhou, the paper put forward the design principle and value according to the ultimate resistance of pull-out test on pressure decentralized anchor cable, and detailed the construction technology.

Key words: ultimate resistance of pull-out test; geological disaster; emergency rush repair

0 引言

压力分散型锚索凭借其合理的受力性能与良好的工程适用性,在不稳定边坡加固、滑坡及崩塌地质灾害治理工程中得到了广泛的应用,尤其是它与混凝土格构结合,发挥了二者的优点。锚索锚固在滑动面以下稳定地层中,利用锚固力主动抗滑;格构既能表层护坡,又能作为反力装置给滑体施加应力来稳定边坡^[1]。因此,它兼顾了边坡的深层加固与浅层护坡,是在高边坡防护中具有代表性的一种新型结构。不少学者对此开展了试验和数值分析研究,并在工程实践中特别是破碎岩体边坡加固方面得到了越来越多的应用,取得了良好的加固效果^[2]。王虎法^[3]以福宁高速公路福鼎分水关至福安坞段八尺门互通区滑坡整治工程为实例开展压力分散型锚索抗拔现场试验研究,对该新型锚索的抗拔试验过程及其锚索受力测试方法进行了详细介绍,试验结论显示压力分散型锚索有效地避免了锚固段应力集中的现象,并指出对各压力分散型锚索锚固段钢绞线进行预张拉的重要环节应进行严格的预拉力的大小计算,否则会由于钢绞线受力不均而导致某些锚固段上的钢绞线过早拉断,试验研究成果为锚索设

计和施工提供了直接依据。

对于压力分散型锚索的工作机理与应力分布特点,以及锚索与格构共同作用的工作机理与应力分布特点,目前尚无完善的理论,工程实践中还存在着诸多问题,且该类型锚索在广东地区的应用目前还比较少,能够借鉴的实际经验不多,本文以广州南沙某地质灾害应急抢险工程高边坡加固工程为例,通过压力分散型锚索极限抗拔试验,对压力分散型锚索在该地区的实际应用和现场施工进行探讨,旨在能够对今后的实际应用提供一些参考。

1 工程概况

本工程位于广州市南沙区环岛路南面,为一人类工程活动形成的宽约300 m、高约70 m的人工边坡,总体坡度45°~50°,局部地段因坡体滑塌形成陡坎。边坡所在地地形高差大,山高坡陡,属滑坡等地质灾害的高发地区。勘察报告显示,坡体所在地地层岩性主要为砂质粘性土、混合岩,场区岩石风化不均匀,位于斜坡表面的残积土层厚度较大,这样的地形地质条件是险情发生的主要因素。该边坡未做任何工程防护,只是简单进行了绿化,2008年6月,

收稿日期:2009-03-31; 改回日期:2009-05-25

作者简介:张成杰(1981-),女(汉族),江苏盐城人,广东省地质建设工程集团公司,岩土工程专业,硕士,从事岩土工程工作,广东省广州市东风东路739号地质大厦8楼,zhangchengjie@sina.com。

在强降雨的作用下,斜坡局部地段发生了溜滑,沿坡顶地表出现多组平行于边坡开口线的裂缝,边坡顶部也出现了宽度不等的裂缝,且有进一步发展的趋势。由于坡顶有一重要的输电线塔,为此需要对边坡进行加固以确保电塔的安全。由于地层的特殊性,通过设计计算及前期试验,设计中采用了压力分散型锚索结合混凝土格构梁对该边坡进行加固治理。为了验证设计的可靠性,开展了相应的压力分散型锚索极限抗拔试验,根据试验结果,提出了相应的设计指标,通过现场运用显示效果良好。

2 压力分散型锚索极限抗拔试验

2.1 试验目的

为了获得相应的设计参数,并对压力分散型锚索在本区的适用性进行验证,试验中选择了3根锚索,在坡脚进行了锚索的试验。试验锚索长26 m,单元锚固段间距为5 m,锚索孔径为130 mm。本次试验的主要目的是:

- (1) 确定锚索的极限锚固力;
- (2) 验证锚索的各项安全系数、锚固性能、设计参数以及施工工艺的合理性;
- (3) 探索类似地层边坡锚索加固方法。

2.2 试验方法

试验采用锚杆钻机成孔,采用电动油泵、反力架和油压空心千斤顶(YCW-150型)组成的加载装置进行加载。试验根据《岩土锚杆(索)技术规程》(CECS 22:2005)中相关的规定进行。

张拉时锚索的预应力在补足差异荷载后即采用分级循环加荷的方法,加荷等级和位移观测时间按规范进行。每级加荷阶段要求均匀、缓慢地逐级施加拉拔力,在每级加荷观测时间内测读锚头位移不少于3次。

压力分散型锚索在差异补偿时的位移量很大,要求张拉设备的行程要比普通型锚索的大。若张拉设备行程不足时,应在锚板位置增设一装置,以抵消千斤顶行程的不足。

锚索在试验过程中出现以下之一情况均视为锚索已破坏:

- (1) 后一级荷载产生的锚头位移增量达到或超过前一级荷载产生位移增量的2倍;
- (2) 锚头位移不稳定;
- (3) 锚索索体拉断。

2.3 试验结果(详见表1)

表1 锚索极限抗拔试验结果

| 孔号 | 钢绞线根数 | 孔径/mm | 锚固段长度/m | 自由段长度/m | 锚固地层岩性 | 破坏荷载/kN |
|-----|-------|-------|---------|---------|--------|---------|
| 试-1 | 6 | 130 | 15 | 11 | 风化混合岩 | 963 |
| 试-2 | 6 | 130 | 15 | 11 | 风化混合岩 | 951 |
| 试-3 | 6 | 130 | 15 | 11 | 风化混合岩 | 957 |

3 锚索设计与施工

3.1 锚索设计

考虑到地层属软弱破碎岩体,锚索设计为压力分散型锚索能提高加固效果。与普通拉力型锚索相比,压力分散型锚索变拉为压,即使注浆体受压,不易开裂,又能使注浆体受压产生横向扩张,加大注浆体与岩土体之间的粘结强度。锚索体采用有套管无粘结钢绞线,防腐性、耐久性好,也使得锚索的使用寿命较普通拉力型锚索更长。在受力状态方面,不会发生应力集中现象。由于压力分散型锚索在锚固机理上与普通的拉力型锚索相同,决定了两者在锚索间距分布、锚索的倾角等设计方法上是一致的,但其工作机理和失效模式与普通拉力型锚索有着不同的地方,因此决定了其设计方法上也有不同的地方。鉴于关于锚索间距分布、倾角设计等已经有不少研究,因此这里主要提出两者不同的地方。

3.1.1 锚固体承压面积

压力分散型锚索由若干单元锚索组成。其锚固体的尺寸设计应首先满足锚固体抗压承载力的要求。

$$P/n = 1.5A_p \beta \xi f_c \quad (1)$$

式中: P ——压力分散型锚索的总承载力; n ——单元锚索数; A_p ——单元锚索承载体与灌浆体接触面积; β ——锚固段灌浆体局部受压时强度提高系数, $\beta = (A/A_p)$; A ——灌浆体截面积; ξ ——锚固段灌浆体受压时侧向地层约束力作用的抗压强度提高系数,由试验确定; f_c ——灌浆体轴心抗压强度标准值。

3.1.2 锚固体长度

锚固体的设计还应满足锚固灌浆体与周边地层间的粘结摩阻力的要求,也就是锚固体长度的要求。

$$P = \pi D(l_1 q_{r1} + l_2 q_{r2} + l_3 q_{r3} + \dots) \quad (2)$$

式中: P ——压力分散型锚索的总承载力; D ——锚固体直径; l_1 、 l_2 、 l_3 ——各单元锚索的锚固段长度; q_{r1} 、 q_{r2} 、 q_{r3} ——各单元锚索锚固段灌浆体与周边地层间的粘结摩阻强度。

压力分散型锚索的设计与普通拉力分散型锚索的设计在前期是一致的,首先按照规范计算加固滑

坡的所需下滑力,从而求得合理布置下的单根锚索的锚固力,再按照上述公式设计满足锚固力要求的锚固体长度和锚固体承压面积即可。

根据上述步骤,计算得到锚索设计长度约 26 m (其中锚固段 15 m,自由段 11 m),锚孔孔径 130 mm,成孔角度 15°。锚索采用 6Ø15.24 mm 高强度、

低松弛、抗拉强度为 1860 MPa 的无粘结预应力钢绞线编束,设计拉力为 600 kN,单元锚固段设计长度为 5 m。注浆材料采用水灰比为 0.40 ~ 0.45 的纯水泥浆,要求灌浆体抗压强度 < 30 MPa。锚索结构如图 1 所示。

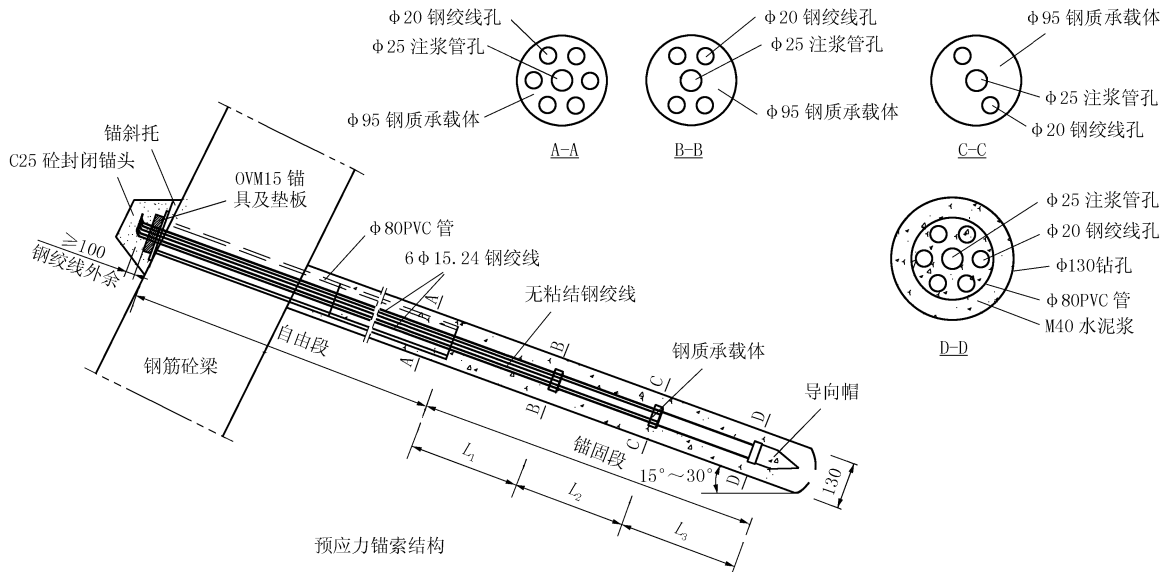


图 1 锚索结构设计图

3.2 锚索施工

3.2.1 施工流程

施工平台搭设→布孔→编索→造孔→清孔、验孔→安装锚索→注浆→锚墩制作→安装外锚头→张拉→验收→封锚。

3.2.2 关键工艺控制要点

3.2.2.1 锚孔钻造

钻孔要干钻,禁止用水钻,孔位倾角符合要求,钻孔深度超过锚索设计长度 0.3 ~ 0.5 m。锚孔完成后应及时安装锚索和注浆,等待时间 > 24 h。

3.2.2.2 锚索制作与安放

锚索钢绞线下料应整齐准确,误差 > ± 50 mm,并注意各单元锚索体长度的差异。承载体与钢绞线连接要可靠,连接强度 < 200 kN。各单元锚索的外露端应用油漆或剥除 PE 套的方式做好永久性标记,在锚索张拉前,该标记不得损坏。

锚索编束前,要确保每根钢绞线顺直,排列均匀,除锈、除油污。锚固段架线环间隔 1 m 设置,自由段隔间隔 2 m 设置。锚索安装前应再次认真核对锚孔编号,确认无误后再人工缓缓放入孔内,准确量出孔外露出的钢绞线长度,确保锚固长度(误差控制在 50 mm 范围内),安装锚索时应避免油脂、泥土

等物粘附于钢绞线上。

3.2.2.3 注浆

注浆材料要严格按照经试验合格的配比备料,随拌随用,注浆体抗压强度 < 40 MPa。锚孔注浆必须采用孔底返浆方法,直至孔口溢出新鲜浆液。

锚索锚固段遇强风化岩层且地下水发育时,除适当加长锚固段外,还可采用二次高压劈裂注浆法来提高地层锚固力。

3.2.2.4 张拉与锁定

当注浆体强度和传力系统(墩座)混凝土强度均达到设计强度的 80% 以上时,即可进行张拉锁定。张拉锁定采用等荷载方法,锚索正式张拉前,取 10% ~ 20% 的设计张拉荷载,对其预张拉 1 ~ 2 次,使其各部位接触紧密,钢绞线完全平直。由于压力分散型锚索各单元锚索长度不同,应根据设计荷载和锚索长度计算确定差异荷载,并根据计算的差异荷载对各单元锚索进行补偿张拉。图 2 为锚索张拉示意图。

4 治理效果

锚索施工完成,注浆体的强度达到设计强度的 80% 以后,对锚索进行了张拉,张拉至 1.2 倍的设计

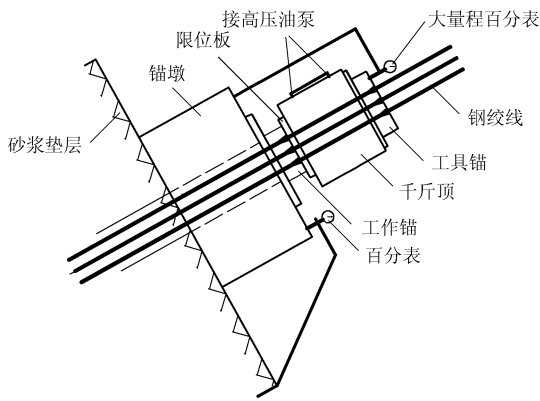


图2 锚索张拉示意图

拉力,持荷 10 min,然后卸荷至锁定荷载后进行了锁定,对 6 根明显发生预应力损失的锚索进行了补偿张拉。工程结束后,随机选择了 8 根锚索进行验收试验,试验结果均满足规范要求。通过近一年的边坡变形监测表明,该边坡的变形已趋于稳定,边坡治理已达到了预期效果。

5 结论

(1) 不同于拉力型锚索,压力分散型锚索将集

中荷载分散为几个较小的荷载作用于固定段的不同部位,使粘结应力峰值大大降低,因单元锚索的固定长度很小,不会发生粘结效应逐步弱化,使粘结应力均匀地分布在整个固定长度上,最大限度地调用整个锚索固定长度范围内的地层强度,锚索承载力可随固定长度的增长而成比例提高。

(2) 在软弱破碎、坡表面残积土层厚度大的地质条件下,采用压力分散型锚索能提高锚固力和加固效果。

(3) 本工程的成功应用为压力分散型锚索在广东地区(尤其在地质灾害多发的广州南沙区)的广泛应用提供了经验数据。

(4) 基于地质灾害现象常发于软弱地质条件,故压力分散型锚索在地质灾害应急抢险边坡加固工程中有着良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 赵世华. 压力分散型锚索性能研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2007, 28(S1): 86-90.
- [2] 夏长华, 田学明. 压力分散型预应力锚索在高边坡加固中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(4).
- [3] 王虎法. 压力分散型锚索现场抗拔试验测试与分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(6): 47-49.

大批项目相继开工投产 重大项目建设火热辽西北

《辽宁日报》消息 从突破辽西北高层论坛上了解到,阜新、铁岭、朝阳三市借助实施突破辽西北战略,紧紧抓住国家扩大内需的机遇,大力推进项目建设,把抓项目作为保投资、保增长、保突破的重要手段,促使一大批重大项目相继开工投产,在辽西北大地掀起了一股项目建设的热潮。

据介绍,目前阜新市重点推进投资额超千万元项目 290 个,总投资 288.5 亿元,其中,续建项目 172 个,总投资 204.9 亿元;新开工项目 118 个,总投资 83.7 亿元;已经竣工投产的项目 37 个,总投资 14.4 亿元。铁岭市重点推进投资额超千万元项目 450 个,新开工 372 个。朝阳市重点推进投资额超千万元项目 536 个,已经取得重大进展。

重大基础设施项目的稳步推进,对突破辽西北具有重要意义。在铁路方面,巴新铁路、锦州至赤峰铁路通道改造、大郑线铁路复线工程目前正在建设,京沈高速铁路辽宁段、沈阳至铁岭轻轨近期将开工。在公路方面,朝阳至赤峰高速公路计划 2010 年通车,铁岭凡河新城至调兵山的二级公路已经开工建设,盘锦至阜新高速公路、开原至西丰高速公路、彰

武至通辽高速公路即将开工。

搞好资源开发利用和深加工,努力打造以新型能源、煤炭和煤化工等为主的新型产业基地,是实施突破辽西北战略的重要内容。在能源建设方面,朝阳燕山湖发电项目已获国家发改委核准,即将开工建设;华电彰武电厂开工准备工作就绪;清河发电有限责任公司“上大压小”二期工程已进行场地平整;调兵山煤矸石发电二期工程已经通过评审。阜新市 3 个在建风电项目稳步推进,2 个风电项目已开工建设,8 个风电项目近期将开工;铁岭市 7 个风电项目已列入 2009 年开工计划;朝阳市正在推进一批风电项目建设。

一批在建和即将建设的水利工程项目对辽西北水资源的短缺将起到缓解作用。引白济阜一期工程、阎王鼻子水库引水工程年底前可实现通水。引白入北(北票)一期工程进展较快,预计 2010 年底竣工通水。闹德海水库引水及管线改造工程正在开展前期工作,计划 2010 年开工。凌源引水工程的前期工作也已展开,同时建平引水工程和东水西调工程正在紧张的谋划之中。