

Analysis Prestressed Anchor Cable Reinforcement Technique And Prestressed Detection Method

Qi-wen LIU

College of Civil Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400074, China

Abstract: This paper mainly introduces the strengthening technology with prestressed anchor cable in slope protection of the role, and its construction technological process, and introduces in detail the rafa this method of testing, prestress, analyses some problems of the prestressed anchorage technology and in need of improvement.

Keywords: Prestressed anchor cable; Against rafa; Detection of slope; Reinforce the slope

浅析预应力锚索加固技术以及预应力检测方法

刘棋文

重庆交通大学，土木工程学院；重庆 400074

摘要：本文主要介绍了预应力锚索加固技术在边坡防护中所发挥的作用，以及其施工工艺流程，并详细介绍了反拉法这种检测锚索预应力的方法，分析了我国预应力锚固技术所存在的一些问题和需要改进的方面。

关键词：预应力锚索，反拉法，边坡检测，加固边坡

1 引言

预应力锚索框架加固技术作为一种新型抗滑支挡结构是近 10 几年来才开始应用的，其最早就是应用在公路工程中，随着设计经验和施工经验的不断积累，相关的技术规范开始出现，在预应力锚索锚固机理、试验设备、施工工艺等研究方面都取得了很大的进步和发展。预应力锚索加固技术的出现，是岩土工程技术发展史上的一个里程碑，尤其是在边坡防护中，得到了广泛的应用，也带来了巨大的经济和安全效益，为岩土体的加固与支护开辟了一条新的途径。预应力锚索加固技术是通过锚索、砂浆或者水泥浆与深层稳定岩体的胶合作用，由锚索传递张拉力，牵动表层坍塌体，通过预应力锚索使松散层或者滑坡体与稳定地层连接成一个坚固的整体，从而达到加固边坡的目的。泥石流的堆积特征的研究，对区域交通布局及人类活动具有重要意义。

2 边坡防护中预应力锚索框架的施工工艺流程

2.1 施工主材

预应力锚索主材选用直径 15.2mm 的高强度低松弛无粘结钢绞线编制而成。预应力筋全长无接头、搭接、焊接、扭结、刻痕等质量缺陷，并且采取防腐措施。每批钢绞线必须附有产品质量证明书和合格证，经监理人检查合格后方可使用。

2.2 施工机具

采用 YG-80 型钻机打孔，并且配置中风压移动式空压机来配合施工。灌浆采用 ZJ-400 高速搅拌机制浆，J-200 低速搅拌机储浆、BW-200 灌浆泵来灌注，采用 GJY-3 型灌浆记录仪进行记录灌浆过程。

2.3 张拉机具

采用 YDC140Q 千斤顶和 ZB4--500 高压油泵来张拉锚索，并且安装压力传感器来随时记录张拉应力。

2.4 施工工艺流程

根据设计技术条件并结合以往施工经历施工。首先按照设计图纸对锚孔孔位定位放线，然后按照设计孔位、倾角固定钻机，并采用专用稳杆器保证钻孔精度，孔口位置偏差不超过 50mm，并及时记录钻进速

度、孔口返风、排渣等情况。锚索入孔后应该及时进行锚固段注浆。锚固段采用纯水泥灌注，强度等级为42.5级。浆液配比由试验确定。锚固段注浆要从孔底开始，当回浆管回浓浆并且浆液比重、回浆量与进浆量一致时，封闭回浆管屏浆。无粘结锚索采取全长灌浆一次完成。垫墩施工混凝土采用一级配，混凝土由本标混凝土系统供应。施工前应先清理岩面浮渣，以保证混凝土与外漏岩面的有效结合。首先安装锚垫板、刚套管、结构钢筋等预埋件。锚垫板安放时必须保证垫板平面与孔道轴线垂直。垫墩混凝土采用现场搅拌机拌制，斗车配合提升架运输，人工下料入仓，插入式振动棒振捣。为了保证垫墩混凝土的浇筑密实，混凝土采用二次振捣法施工。混凝土施工完毕后应该及时洒水并加以养护。

配套使用的张拉机具不得混用，张拉系统和量测仪器使用前要标定，并且每6个月重新标定一次。若张拉设备拆卸检修或强烈碰撞后，则需要重新标定后再使用。张拉在内锚固段注浆体、垫墩混凝土满足设计要求后进行。张拉前先安装锚具。锚索张拉采用YDC240Q千斤顶单根钢绞线对称循环张拉至设计荷载的10%，然后分别逐级张拉至设计荷载的1.05~1.10倍，稳压10~20分钟后锁定。锚索张拉应该缓慢、连续、匀速进行，张拉中严格测量记录锚索在不同张拉吨位的伸长值和油表读数等。当实际伸长量大于计算值的10%或者小于5%时暂停张拉，查明原因处理后继续张拉。锚索锁定48小时后，若发现明显的与预应力松弛时，要及时进行补偿张拉。在锚索补偿张拉完成后应立即对张拉段注浆，注浆应该自上而下连续进行，注浆压力控制在0.5Mpa~1.0Mpa，并采用GJY-111型灌浆记录仪记录灌浆量。为保证所有的空隙都被浆液回填密实，在浆液初凝前应进行不少于2次的补灌，锚索回填灌浆完成后，将锚索多余部分用砂轮机切除，并保证钢绞线外露15cm以上。钢绞线外露部分用混凝土覆盖成锚头，混凝土保护的厚度不小于10cm。

3 反拉法检测锚索预应力的介绍

由于预应力施工属于隐蔽工程，它的内在张拉质量很难通过竣工验收时的临时加载观测分析得到准确的判别。对此，国内各大科研机构开展的有效预应力检测技术，早期主要是在施工期间安装传感器进行过程检测，但是由于费用成果过高，无法得到广泛地推

广。

锚索锚下预应力利用反拉法检测的原理是：锚索索体可以视为弹性结构体，利用该材料的应力应变特征，对锚索外露段进行反拉，通过测力计、位移计实时跟踪反拉力和反拉产生的位移连续变化值，对其进行曲线拟合，并绘制出F-S曲线，同时跟踪验算曲线的切线斜率变化，进行判别从而终止反拉。当开始张拉时，由于张拉设备被压紧，空隙排除，位移变化较大，而反拉力变化不大。然后反拉力增大迅速，这是因为反拉外露段钢绞线发生弹性变形，自由锻锚索材料并没有受影响。

拉拔试验也（反拉法）就是一次再张拉的过程，对已经张拉的预应力锚索施加荷载，从而确定锚下预应力。现场拉拔试验只能注浆前检测，对已经张拉的预应力筋进行反张拉检测，通过施加短期分级荷载，通过应力和锚索位移之间的关系来判断预应力筋工作预应力损失情况是否满足设计预应力要求。具体流程：第一步：清洗干净已经张拉的预应力筋、工具锚垫板等张拉用部件。第二步：把限位板、千斤顶、测力计、工具锚板依次套在预应力筋上，然后上好夹片，测量反拉段长度并记录。第三步：将高压油管与盖亚油泵、千斤顶连接好，将位移计固定在千斤顶上。第四步：千斤顶的拉力按荷载分级加载的方法，逐级增加到设计荷载的100%，同时采用液压和测力计控制施加的荷载。先张拉到设计荷载的10%，记录下应力，然后位移计归0，然后分级张拉从设计荷载的10%逐级加载到100%，在加载过程中随时记录下每一级应力所对应的位移。第五步：千斤顶卸载，取下位移计、千斤顶、测力计、工具锚板及夹片、限位板等部件。

由于张拉时预应力筋承受的荷载很大和具有很高的应力，因此现场的安全问题至关重要，进行张拉作业时，千斤顶正前方严禁站人。当检测作业面的坡度较大或者不满足作业空间时，要搭设脚手架。

4 预应力锚索加固技术所存在的问题以及需要改进的地方

4.1 预应力锚索加固技术存在的一些问题

目前国内外预应力筋的强度取值由普遍降低的趋势，我国的预应力强度取值普遍偏高，锚索材料强度储备安全度偏低，国产钻机性能与效率较低。锚固材料及设备的系列化与标准化还不够。预应力锚索应用

中许多配件是各工程中具体加工的。配套性差,工艺粗糙,不仅影响受力性,锚固效率也相对较低。长期以来关于锚固技术的权威性规范比较少,近年来行业规范才逐步出现,但是仍然不完善。

3.2 预应力锚固技术需要改进的地方

根据研究发现预应力锚固技术应该重点加强研究与改进的有以下几个方面:

(1) 锚固与围岩的相互作用研究。应进行综合性与系统性的研究,而不是单项因素的研究。这是一项具有现实意义的课题。

(2) 锚固的基本理论研究。对内锚段受力机理进行微观分析研究,对内锚段长度的确定方法进行深入的研究,并结合内锚段长度安全度取值进行深入的试验工作,对整体加固安全度、荷载安全度、材料强度安全度等采用分项系数表达。

(3) 锚固材料方面。加速高强、超高强低松弛预应力筋的研制,对胶结材料和改性外加剂的进一步研究与深入的化学分析。

(4) 锚固配套设备与机具。加速产品的标准化与系列化,提高锚固件与机具的加工工艺与加工水平,加强高效钻孔机具的研制。

(5) 锚索受力研究。深入进行不均匀受力、预应力损失的研究。

(6) 锚索防腐技术。对锚索腐蚀机理和防腐新材料进行深入研究,进一步探索防腐新方法。

4 结语

本文主要总结了预应力锚固技术的发展过和应用

情况,以及锚索预应力的检测方法-反拉法的原理和检测步骤以及反拉法检测锚索预应力的优越性,分析了预应力锚固技术存在的问题和需要改进的方面。

References (参考文献)

- [1] Johnson A.M, Rahn P.H. Mobilization of debris flows[J]. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 1970, 9 (Supplement): 168-186.
- [2] Takahashi T. Mechanical characteristics of debris flow[J]. *Journal of the Hydraulics Division*, 1978(104): 1153-1169.
- [3] Takahashi T. Debris flow on prismatic open channel[J]. *Journal of the Hydraulics Division*, 1980, HY3: 381-396.
- [4] Chen C. Generalized viscoplastic modeling of debris flow[J]. *Journal of Hydraulic Engineering*, 1986, 114(3): 237-258.
- [5] Atkin R. J. and Craine R. E. Continuum theories of mixtures: basic theory and historical development[J]. *Quarterly Journal of Applied Mathematics (Part 2)*, 1976, 29: 209-244.
- [6] Iverson R. M. The physics of debris flows[J]. *Reviews of Geophysics*, 1997, 35(3): 245-296.
- [7] Wang Guang-qian, Ni Jin-ren. Basic equations of debris flow dynamics [J] *Chinese Science Bulletin*, 1994, 39(18): 1700-1704.
- [8] Xia Xiong, Zhou Pei-De. Beam of prestressed anchor cable frame type in the application of the slope reinforcement[J]. *The sub-grade engineering*, 2006, 2: 46-48
- [9] You Yong, Cheng Zun-lan. Effect of Viscous Debris Flow Pattern Movement on Erosion and Deposition Evolution of Gully Bed [J]. *Journal of Disaster Prevention and Mitigation Engineering*, 2005, 25(2): 146-151.
- [10] Yuan En-xi, Chen Jia-lang. *Mud Hydraulics [M]*. Beijing: Petroleum Industry Press, 1957.
- [11] Wang Yan-fen, Prestressed anchor cable reinforcement mechanism analysis and numerical calculation of rock mass [D]. Ph.D. Thesis, Huazhong university of science and technology, 2007.
- [12] Zhang Yi. Anchor stress concentration under seismic load anchor cable force bearing analysis on the numerical simulation research[D]. Chongqing Jiaotong University, 2010.
- [13] Jiang Hao. Loss of prestressed anchor cable frame reinforced slope on the slope stability and the influence of the deformation [D]. A master's degree thesis, Chongqing Jiaotong University, 2013.