

文章编号: 0451-0712(2006)03-0210-04

中图分类号: U415.6

文献标识码: B

压力分散型预应力锚索的施工与质量控制

凌 四

(路桥集团国际建设股份有限公司北京工程处 北京市 100025)

摘 要: 通过福宁高速公路 A17 合同段的高边坡加固处治施工实践, 总结压力分散型预应力锚索的设计、施工和质量控制。

关键词: 压力分散; 预应力锚索; 设计; 施工; 质量控制

岩土工程中采用恰当的锚固技术, 能较充分地调用和提高岩土体自身强度和自稳能力, 大大提高岩土工程的稳定性, 并有利于施工安全。岩土锚固已在我国边坡、基坑、矿井、隧洞、地下工程、坝体、水库和机场等工程建设中获得广泛的应用。常用的锚固方法有普通粘结锚杆、预应力锚杆(索)、土钉支护和喷射混凝土支护等。

高速公路滑坡和高边坡处治预应力加固工程一般采用预应力锚杆(杆体为精轧螺纹钢)、普通拉(压)力型预应力锚索(普通钢绞线)和压力分散型预应力锚索(无粘结钢绞线)。其中压力分散(单孔复合)型预应力锚索。具有承载力高和耐久性好等优点, 因而越来越广泛地应用于高速公路工程中。

1 压力分散型锚索的基本概念

压力分散型锚索属于单孔复合锚固系统。是指在同一钻孔中安装几个单元锚索, 而每个单元锚索

有自己的索体、自由长度和固定长度, 而且承受的荷载也是通过各自的张拉千斤顶施加的, 并通过预先的补偿张拉(补偿各单元锚索在同等荷载下因自由长度不等而引起的位移差)而使所有单元锚索始终承受相同的荷载。

当单元锚索(杆)的固定长度很小, 而不会发生粘结效应逐步弱化或“脱开”的情况下, 能最大限度地调用锚索(杆)整个固定长度范围内的地层强度。此外, 使用这种锚固系统的整个固定长度理论上是没有限制的, 锚索承载能力可随固定长度的增长而提高。而对于普通拉力型锚索而言, 当固定长度大于 8~10 m 时, 其承载力增量很小或不增加^[1]。

2 普通拉力型和压力分散型预应力锚索的工作性能比较

根据参考文献[1]的成果, 两种不同类型的锚索工作性能比较见表 1。

表 1 压力分散型锚索与普通拉力型锚索工作性能比较

锚索工作性能	普通拉力型锚索	压力分散型锚索
受荷时索体轴向力及粘结应力	峰值高, 应力集中现象严重	峰值显著降低
受荷时粘结应力沿锚固段分布状况	分布极不均匀, 在荷载传递过程中, 会发生粘结作用渐进性破坏	可沿锚固段全长较为均匀地分布
粘结强度	灌浆体受压, 不会对孔壁产生径向力, 不能使原有的粘结强度增大	灌浆体分段受压, 会对钻孔壁产生较为均匀的径向力, 使粘结强度提高
锚索承载力	锚固长度超过 8~10 m 后, 承载力增长极其微弱或不增长	锚索承载力随锚固长度增加而成比例地提高, 可得到高承载力的锚索
耐久性	受荷时, 灌浆体受拉, 易开裂, 防腐性差	受荷时, 灌浆体受压, 不易开裂, 预应力筋外有油脂、PVC 外套及水泥浆体多层防腐料, 耐久性好

3 福宁高速公路A17合同段压力分散型预应力锚索的设计说明(以K109+592~720右第二级边坡为例)

K109+592~720右路堑边坡原设计共四级。由于边坡的差异风化现象十分严重,强、弱风化岩在开挖坡面上呈条带状间隔分布,岩石节理十分发育,整体结构较差。在大气降雨及孔隙型潜水或基岩裂隙水的作用下,造成坡脚土体湿软,强度降低,导致边坡坡面挤压错出,局部拱起。根据边坡变形破坏性质、规模与状态,结合地质水文资料,采用圆弧破坏模式进行稳定性分析,决定放缓边坡,加宽平台,在第二级和第四级边坡设置压力分散型预应力锚索加固。

K109+592~720右二级边坡采用预应力锚索框架。锚索设上下二排,长度分别为24 m和22 m,锚固段长为12 m,锚孔孔径为130 mm,向下俯斜25°。单孔锚索设计拉力为600 kN,由6根直径为15.24 mm的无粘结钢绞线配以承载体和挤压套等制作。“井”字形框架为C25钢筋混凝土,每片框架有4根锚索,设在节点处。框架宽8 m,竖肋间距为4 m,横梁与竖肋截面均为0.45 m×0.45 m。

锚索体中的相关部件和材料说明如下。

(1)承载体:直径为95 mm,厚20 mm,45号钢制作,采用柳州预应力公司产品。

(2)挤压钢套:挤压前长约59 mm,内径为18 mm;挤压后长约70 mm,外径30 mm。挤压套内有钢丝弹簧圈内衬以增强与钢绞线的握裹力。采用柳州南部预应力配套公司生产的GYT型挤压器挤压。

(3)压浆管:采用直径25 mm的PVC管。

(4)无粘结钢绞线:采用江阴法尔胜公司生产的直径为15.24 mm、强度为1 860 MPa的低松弛无粘结钢绞线(即在普通钢绞线表面涂满专用防腐润滑油脂,再用聚氯乙烯塑料管护套裹住钢绞线)。

(5)导向帽:采用直径为89 mm的钢管制作,长约12~15 cm,其中尖头部分长约6 cm。

(6)隔离环:采用直径50 mm的钢管制作,长约6~8 cm,沿圆周用直径6 mm钢筋焊好支腿,以保证钢绞线定位准确。

(7)锚具:选用柳州产OVM15-6圆锚。

4 锚索的施工工艺及技术要求

锚索的主要施工程序为:放孔位—搭设支架—

钻孔—清孔—锚索编制及安装—压浆—混凝土框架(格子梁)施工—张拉—封锚。

4.1 放孔位

在已经达到设计坡率并完成坡面清理的边坡上根据图纸所示锚孔孔位放样。孔位纵横误差不得超过±50 mm,高程误差不得超过±100 mm。当坡面特别不平顺或场地特殊困难时,经设计和监理单位认可后可适当放宽定位精度或调整孔位。

4.2 搭设支架

施工支架(脚手架)应满足相应承载能力和稳固条件,宜采用建筑钢管脚手架。

4.3 钻孔

钻机准确安置后即可钻进。应采用潜孔钻机无水干钻,禁止开水钻进。以保证孔壁的粘结能力并防止恶化边坡岩土工程地质条件。如遇地层松散、破碎时,应采用跟套管的钻进技术。如遇塌孔、缩孔等不良钻进现象时,应立即停钻,及时进行固壁灌浆处理(灌浆压力0.1~0.2 MPa),待水泥浆初凝后重新扫孔钻进。当地下水或承压水丰富时,应先设置排水孔导水。

钻孔孔径不得小于设计值,孔深应大于设计0.5 m以上,钻孔倾角允许误差为±1.0°,方位允许误差±2.0°,用地质罗盘仪检查。

4.4 清孔

钻孔完成后,要使用0.2~0.4 MPa的高压空气将孔内岩粉及水体全部清除出孔外,以免降低水泥浆与孔壁岩土体的粘结强度。清孔后进行验孔,合格后应尽快穿锚索,放置时间不宜过长。

4.5 锚索的编制及安装

锚索应在场外集中编制。编索前确保每根钢绞线顺直、不扭不叉、排列均匀,对有死弯、机械损伤及护套破损的应剔除。每隔1.0~1.5 m设置一个隔离环,安置好压浆管和导向帽。钢绞线要求采用机械切割,禁止使用电弧切割。压力分散型锚索每个单元由两根等长的无粘结钢绞线内锚于钢质承载体而组成,要求单根钢绞线的连接强度大于200 kN,经用千斤顶现场试验实际连接强度在245~255 kN之间,均能满足要求。

锚索体经检查合格后即可穿索,要求平顺推送,严禁抖动、扭转和串动,防止中途散束和卡阻。入孔长度应满足设计要求。

4.6 压浆

穿索完毕应立即压浆,以防坍孔。压浆采用孔底

返浆方式注浆直至孔口溢出浓浆液或排气管停止排气。注浆材料采用纯水泥浆,稠度宜为14~18 s,水灰比为0.4~0.45,设计强度为40 MPa。施工选用配合比为水泥(海螺牌42.5级):水=1 329:531,水灰比为0.4,掺加XP-Ⅱ型高效减水剂(上海新浦化工厂生产),掺量为水泥用量的0.75%。注浆压力不小于0.4 MPa,宜先压下排锚孔,后压上排锚孔,以防串浆。当用浆量明显超出设计时应分析原因,做好记录并报请监理和设计代表签认。

4.7 混凝土框架施工

框架为现浇混凝土,采用常规施工方法。绑扎钢筋前应在坡面设砂浆垫层。特别注意锚垫板安装要准确,保证锚垫板与钢绞线轴向垂直,防止将来张拉时应力集中或造成钢绞线断丝,并加强锚孔周围混凝土的振捣。两框架接触处留2 cm宽伸缩缝,用浸沥青木板填塞。务必确保框架紧贴坡面,不得悬空。超挖坡面应用片石或混凝土补平,欠挖坡面应开槽。

4.8 张拉

当水泥浆体和框架混凝土均达到设计强度的80%以上时,方可进行张拉。压力分散型锚索由于各个单元锚索的自由长度不同,要求先分别对单元锚索进行张拉,当各单元锚索在同等荷载条件下因自由段长度不同引起的弹性伸长差得到补偿后,方可同时张拉各单元锚索。初张拉值宜取0.15倍设计张拉值,确保锚固体各部分接触紧密,钢绞线布置平顺,不能交叉。正式张拉应采用分级张拉,最大张拉值为1.1倍设计张拉力。分级张拉宜分别为0.15、0.25、0.5、0.75、1.1倍设计张拉力,最后一级张拉应持荷15 min,其余每级持荷5 min。采用应力应变双控。考虑到锚索的张拉受地质影响较大,张拉过程应以张拉力控制为主,伸长量校核为辅。当伸长量超出理论值的-6%~+15%时应查明原因,并采取措施后方可继续进行。张拉锁定后不得立即封锚,应观测7 d左右,看是否有明显的预应力损失,若发现有,应及时进行补偿张拉。

具体张拉方法如下:某单孔锚索(6根 $\phi 15.24$ mm钢绞线)总设计拉力 $P=600$ kN,超张拉值为1.1 P ,单根钢绞线初张拉值为15 kN。由A、B、C等3个单元锚索组成,自由长度分别为24 m、20.5 m和17 m,0.95倍张拉力(95 kN)计算而得的理论伸长量 ΔL 分别为84 mm、71 mm和59 mm。A、C单元的 ΔL 相差25 mm、B、C单元的 ΔL 相差12 mm,A单元伸长

25 mm需张拉力28.4 kN,B单元伸长12 mm需张拉力16.2 kN。张拉操作程序为:

(1)A单元张拉 2×15 kN并持荷5 min→张拉到 $2 \times (15 + 28.4)$ kN并持荷5 min后回油,量取伸长值;

(2)B单元张拉 2×15 kN并持荷5 min→张拉到 $2 \times (15 + 16.2)$ kN并持荷5 min后回油,量取伸长值;

(3)C单元张拉 2×15 kN并持荷5 min后回油;

(4)A、B、C等3个单元同时张拉到0.5 P (300 kN)并持荷5 min→张拉到0.75 P (450 kN)并持荷5 min→张拉到1.1 P (660 kN)并持荷15 min,量取伸长值,最后回油锁定。

4.9 封锚

切割锚索时应留有10 cm的外露钢绞线,以防拽滑。最后用水泥净浆注满锚垫板及锚头各部分空隙,并按设计要求用C25混凝土封闭锚头,以防止锈蚀和兼顾美观。

5 锚索的试验

锚索试验可分为基本试验(抗拔拉破坏试验)、验收试验和蠕变试验3种。除非有设计要求或监理指令,一般只需进行验收试验。

验收试验锚索的数量为总数的5%,且不少于3索。最大试验荷载为设计轴向拉力值的1.5倍。加荷等级见表2。

表2 验收试验锚索的加荷等级与观测时间

加荷等级	测定时间 min	加荷等级	测定时间 min
0.10倍设计荷载	5	1.00倍设计荷载	15
0.25倍设计荷载	5	1.20倍设计荷载	15
0.50倍设计荷载	10	1.50倍设计荷载	15
0.75倍设计荷载	10		

锚索验收标准:

(1)总弹性位移应超过自由长度理论弹性伸长的80%,且小于自由长度与1/2锚固段长度之和的理论弹性伸长;

(2)在最大试验荷载作用下,锚头位移趋于稳定。

6 主要施工设备的配置(见表3)

7 施工体会

(1)边坡超挖和欠挖、坡面凹凸不平将会增加锚

表3 主要机械设备配备

设备名称	型号	数量	产地	备注
潜孔钻机	QZ100K	1	长沙矿山研究院机械设备钻具公司机械厂	孔径25~130 mm 孔深25~30 m
潜孔钻机	KSZ100	1	黄石中凿风动机械公司	同上
潜孔钻机	MGJ-50	1	重庆	可跟套管钻进
空压机	P600SCA	2	上海英格索兰公司	
千斤顶	YCW-150B	1	柳州OVM建筑机械厂	
挤压器	GYT	1	柳州南部预应力公司	
压浆泵		2		
切割机		2		
电焊机		2		

索的施工难度,因此要特别注意刷坡准确,石质边坡临近坡面应采用光面爆破和预裂爆破技术。

(2)边坡的加固处治是一项综合性工程,施工时应与截水沟、护面坡、衬砌拱、排水沟、急流槽和挂网锚喷等辅助配套工程协调进行,确保边坡稳定。

(3)水是影响锚索施工质量的重要因素。水能显著降低岩土体的抗剪强度和粘聚力,减小锚索的锚固力,并能增加岩土体的下滑力,影响边坡稳定。施工中要特别注意排水、导水。可以说治水将是边坡加

固处治工程成败的关键。本工程地处东南沿海,地表水及地下水较丰富,采取了预先打导水孔、压浆固壁重新扫孔等处理措施。

(4)成孔质量和压浆质量是保证锚索施工质量的主要因素。因此,要坚持采用无水干钻,并保证清孔干净,确保孔壁与水泥浆体有足够的摩擦力。压力分散型锚索的拉力是通过承载体传递给水泥浆体,压浆时要封住孔口并预留排气管,加压至2.5 MPa,并稳压2 min,才能保证压浆饱满。

(5)边坡上应设立位移观测点,定期使用仪器监测边坡的稳定状况。在施工过程中特别是雨后应加强边坡的巡视检查,防患于未然。

(6)因受地质水文等资料所限,设计可能不尽合理。施工时要坚持“逐级开挖防护、动态跟踪设计”的原则,及时将实际地质水文资料反馈到设计、监理和业主单位,以便优化设计。

(7)为防止边坡失稳,应尽早张拉锁定边坡,充分发挥锚索的加固作用。张拉工作应紧跟框架梁施工,每完成一榀框架,一般7 d后就应进行张拉锁定,必要时可提高框架混凝土的早期强度,不要等全部框架完成后一次性张拉。

参考文献:

- [1] 程良奎.单孔复合锚固法的理论和实践[M].2000年.
- [2] 福建省高速公路建设总指挥部.关于印发高速公路边坡锚固工程施工技术暂行规定的通知(闽高路工[2002]99号)[Z].2002.

广西“十一五”形成高速公路主骨架

“十一五”是广西经济发展由艰难爬坡转向起飞的重要时期。为构筑经济起飞的“跑道”,广西五年内交通建设投资力争突破一千亿元,为建设富裕广西、文化广西、生态广西、平安广西提供便捷、通畅、高效、安全的公路水路运输服务与保障,基本形成全区高速公路主骨架。

广西交通厅坚持加快发展这一要务,围绕构建和谐交通这一主线,制定了“十一五”期间交通发展的“八大目标”:一是基本形成全区高速公路主骨架,高速公路突破3 000 km,实现所有地级市通高速公路;二是与周边国家、邻省建成约45条二级以上高等级公路通道,通往广东省的高等级公路通道达17条;三是新开工港口项目约40个,新增万吨级以上泊位34个;四是二级公路占公路总里程比例达19.6%,实现县县通二级以上公路;五是农村公路建设取得重大进展,实现所有乡镇通沥青路、所有具备条件的建制村通公路、近50%的建制村通沥青路;六是沿海港口吞吐能力突破1亿吨,内河实现右江、红水河、柳黔江三条西南水运出海通道全线通航;七是建成约480个客货运输枢纽站场,全区50%乡镇的汽车客运站建成投产;八是交通支持保障力度明显加大。