

边坡工程中压力分散型锚索施工技术

袁波, 吴国华, 周富荣

(浙江省第十一地质大队, 浙江温州 325006)

摘要: 压力分散型锚索是一种新型单孔复合锚固体系, 其在同一锚索孔中设置多个单元锚索, 各单元锚索具有各自不同的自由长度和锚固长度, 并通过预先的补偿张拉, 使锚索的集中拉力分成为多个较小且荷载数值相等的分散压力分别作用于各单元锚索的锚固段上。结合 330 国道 K17 + 440 ~ 695 段路基边坡治理的工程实践, 论述了压力分散型预应力锚索的施工工艺以及在施工及工程运行管理中应注意的一些要点。

关键词: 边坡工程; 压力分散型锚索; 单孔复合锚固体系; 差异补偿张拉

中图分类号: P642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 7428(2011)10 - 0070 - 04

Construction Technology of the Pressure-dispersive Anchor Cable in the Slope Engineering/YUAN Bo, WU Guo-hua, ZHOU Fu-rong (11th Geological Team of Zhejiang Province, Wenzhou Zhejiang 325006, China)

Abstract: The pressure-dispersive anchor cable is a new type of single-hole composite anchorage system developed in recent years. Several unit cells are set in the same hole, each unit cell with different free length and anchor cable length. By the preliminary compensate tension, the concentration tensile of cable are divided into several small dispersive pressure with equal load value, which respectively acts on cable segment of each unit anchorage. With the engineering practice of slope treatment of K17 + 440 ~ 695 subgrade of 330 national highway, this paper discusses the construction technology of pressure dispersion pre-stressing cable and some key points which should be paid attention in the construction and engineering operation.

Key words: slope project; pressure-dispersive anchor cable; single-hole composite anchorage system; tension compensation for difference

我国的锚索技术始于 1964 年, 而后随着岩土工程的多样化、复杂化和锚索的大量用于工程, 锚索的种类和形式也出现了多样化。压力分散型锚索是在荷载集中型锚索基础上发展起来的一种新型单孔复合锚固体系^[1]。其在同一锚索孔中设置多个单元锚索, 各单元锚索具有各自不同的自由长度和锚固长度, 并通过预先的补偿张拉, 使锚索的集中拉力分成为多个较小且荷载数值相等的分散压力分别作用于各单元锚索的锚固段上。因其具有锚固段分段受压, 可设置高承载力, 防腐及耐久性能好等显著特点, 近 10 年来, 在我国得到了长足的发展, 工程应用十分广泛。

1 工程概况

330 国道 K17 + 440 ~ 695 路段左侧为一高陡路堑边坡, 坡长 255 m, 坡高 90 余 m, 坡度 50° 以上, 边坡山体地质条件复杂, 活动频繁, 曾多次发生滑坡、坍塌事故, 造成路面堵塞、交通中断、路边多处民房损毁。为消除隐患, 该处边坡采用“清坡刷方 + 锚

固 + TBS 植草”的方案进行治理。刷坡后边坡分为 6 级(边坡设计断面如图 1)。其中第二级坡面设计用压力分散型预应力锚索框架加固。共布设 136 根拉力 1000 kN 的压力分散型预应力锚索(共分 17 片框架)。锚索间距 4 m × 5 m, 长度 23 ~ 30 m, 孔径 150 mm, 倾角 20°。每根锚索分为 4 个单元, 每个单元由 2 根 $\varnothing 15.24$ mm 1860 MPa 级高强度低松弛无粘结钢绞线组成。单元锚索钢绞线内锚于钢质承载体上, 锚固段总长 10 m, 各单元锚索锚固长度均为 2.5 m。注浆体为 M40 水泥浆液。锚索结构如图 2。

工程区内自下而上所揭露地层分别为:

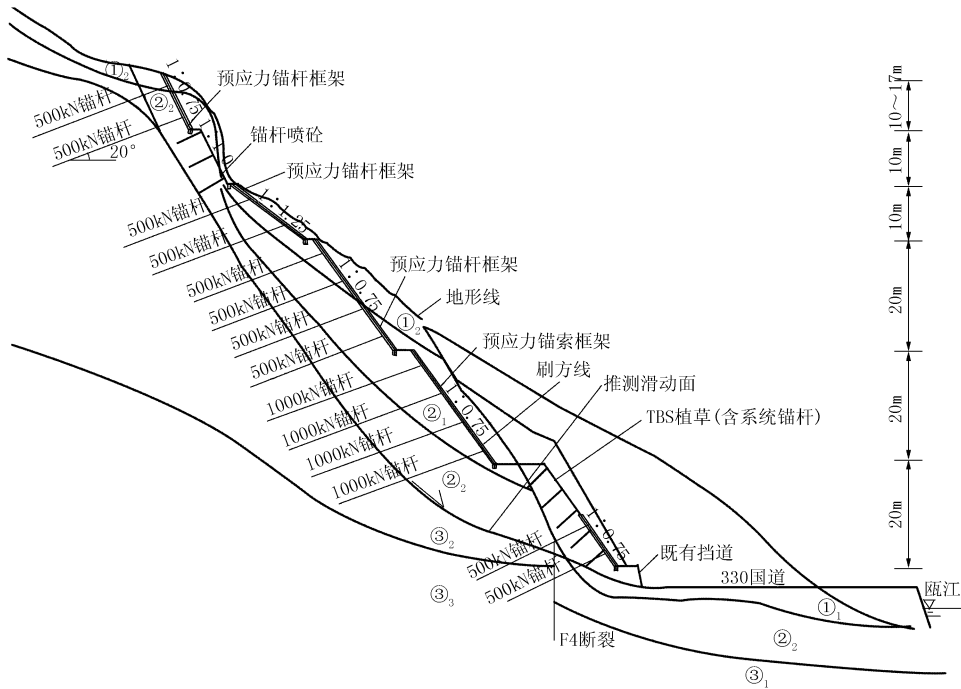
(1) 上侏罗统九里坪组(J_3j): 分布于标高较低处及边坡坡面上, 岩性为紫红、灰、灰白色流纹质玻屑凝灰岩、沉凝灰岩。

(2) 下白垩统馆头组(K_1g): 覆盖于九里坪组(J_3j)之上, 主要分布于山体上部, 岩性为灰白色含岩屑粗砂岩、粉砂岩、含砾岩屑粗砂岩, 砾石成分为流纹质玻屑凝灰岩。

(3) 坡积层(Q_{el}^{dl}): 主要分布于山体浅表部, 岩

收稿日期: 2011 - 06 - 10

作者简介: 袁波(1970 -), 男(汉族), 浙江桐庐人, 浙江省第十一地质大队副队长、工程师, 探矿工程专业, 从事岩土工程及探矿工程技术及管理工作, 浙江省温州市瓯海区站前路 199 号地质大厦 16 楼, dzyb2851@126.com。



图例：①₁ 人工填土；①₂ 粉质粘土混碎、块石；②₁ 碎、块石混粉质粘土；②₂ 碎、块石夹粉质粘土
③₁ 全~强风化凝灰岩；③₂ 中风化凝灰岩；③₃ 微风化凝灰岩

图1 边坡设计断面图

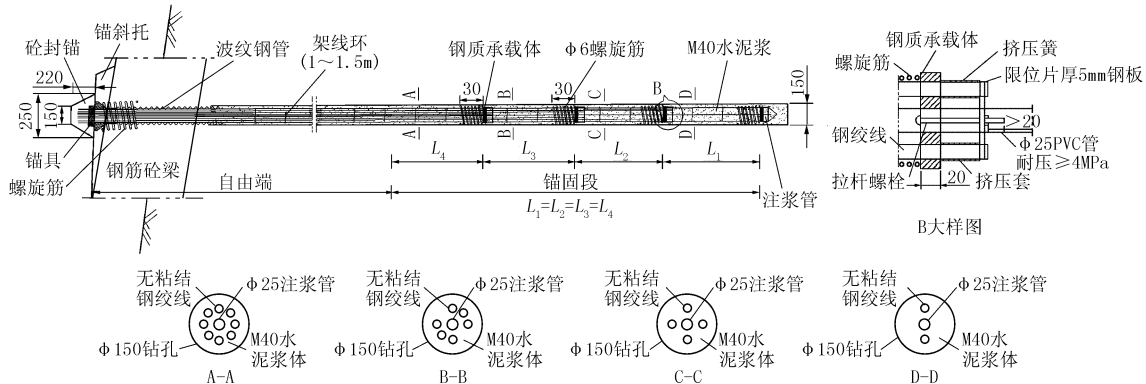


图2 压力分散型锚索结构图

性为黄褐、黄棕色粉质粘土夹碎石,厚度 0.5 ~ 3.0 m 不等。

2 施工工艺

压力分散型锚索施工工艺为:施工准备→搭设钻孔平台→钻机就位→造孔→锚索制作→锚索安装→注浆→砼框架浇筑→锚索张拉、锁定→补浆及封锚。

2.1 锚索造孔

本工程采用 MD-50 型气动冲击型潜孔钻机配 15 m³/min 空压机进行钻孔作业。钻孔前,搭设好施工作业平台,现场测量放样标出孔位,钻机严格按设计孔位、倾角和方位准确就位。钻孔采用干式钻

进,严禁给水钻进和泥浆护壁。钻孔过程中,作业人员要严格控制钻速、钻压,以保证钻孔平直,不发生偏斜、扭曲或者变径现象。遇到破碎地层,可采用套管跟进工艺或者对钻孔固结灌浆处理后重新钻进的方法进行施工。施工结束,为保证有效深度不小于设计孔深,钻孔应有 50 ~ 100 cm 的超深长度。并使用高压风将孔内岩(土)粉及积水清除出孔外,保证孔壁清洁。

2.2 锚索制作

压力分散型锚索下料长度根据各单元不同的锚固段长度、自由段长度、锚头长度、张拉长度之和截取,误差 $\geq \pm 50$ mm。钢绞线下料应采用机械切割,不得采用电弧。锚索组装前,要认真检查索体,确保

钢绞线排列顺直,不交叉、不扭转、无死弯、无机械损伤及套管破损现象,并分别做好标记,以免混淆。承载体按设计间距 2.5 m 在索体下侧分别安装,挤压头组装要准确安装挤压套、挤压簧,挤压顶进应均匀、充分,严格控制挤压工艺质量,确保单根挤压强度不低于设计值。注浆管捆绑在索体中心,捆绑时要注意控制松紧程度,既要保证不致于松脱,又要保证注浆时能顺利拔出,注浆管管头应距索体末端 5 ~ 10 cm。锚索底端加设留有溢浆孔的导向帽,导向帽点焊于最前端承载体上,点焊时不得损伤钢绞线。锚索体组装好后,所有钢质部分涂刷防腐油漆。

2.3 锚索安装

锚索安装时人工进行搬运,搬运扛抬支点间距 ≥ 2 m。锚索安装在高压风清孔后立即进行,安装时要用力均匀一致,平顺推进,防止损伤锚索配件及保护层;严禁抖动、扭动和串动,以防中途散束和卡阻;同时要不断检查注浆管,确保注浆管畅通。若下索时中途卡住,可将索体稍稍拔出后再向前推送;当锚索推送困难时,可用高压风对钻孔进行再次清孔,然后向前推送;若以上两项措施均不能使锚索安装到位,则应将锚索拔出,对钻孔的通畅情况和清洁度进行排查,必要时对钻孔重新进行钻进和清扫,同时检查拔出锚索的防护层、配件、注浆管,如有损坏要立即修复,严禁强行和扭转塞入。

2.4 锚孔注浆^[2]

锚孔注浆应在锚索安装好后尽快施工。本工程注浆采用 UBJ3.0 型挤压式注浆机作业。注浆体为掺入 1.8 ~ 2.0 kg/m³ 聚丙烯腈纤维(PAN)的 M40 水泥浆。锚索注浆前,应检查注浆机具状况,并在管路连接完成后进行压水试验,确保机具和管路运转良好。注浆浆液必须采用机械搅拌,搅拌时间 ≤ 2 min 且保证浆液搅拌均匀,随拌随用,浆液水灰比控制在 0.4 ~ 0.45 之间。注浆采用孔底返浆方法,不得孔口灌浆,中途随着浆液的注入缓慢的向外抽拔注浆管,但必须保证注浆管口始终有一段处于浆液内部,直至孔口溢出浆液且其浓度和注入浆液浓度相当为止。注浆压力不得小于设计值。注浆完成后,若锚孔孔口浆液面回落,应在 30 min 内进行压浆补足。注浆完成 24 h 内,不得对锚索进行扰动。浆体强度未达到设计强度的 70% 时,不得在锚索上悬挂重物 and 拉绑碰撞,以免破坏注浆体。

2.5 砼框架梁浇筑

本工程锚索框架梁砼强度等级 C30,共 17 片。框架梁按片施工,相邻两片框架之间留 2 ~ 3 cm 宽

伸缩(沉降)缝一道。砼采用 JZ350 型搅拌机搅料,HB-30B 型砼泵送料入仓,机械振捣。砼施工前,必须将波纹钢管、螺旋筋、锚垫板按设计要求放入锚索节点处,保证其轴线和钻孔轴线方向一致,并牢靠地固定在节点钢筋上。砼浇筑时,保证砼料均匀,具有良好的保水性和可泵性,并及时振捣。振捣时,既要保证砼密实、无漏振,又不得使钢筋和节点处的锚具移动。砼施工时,应同步取样进行同条件养护,以掌握框架梁砼的强度状况,为锚索张拉提供详实的数据资料。

2.6 锚索张拉

2.6.1 张拉方法及原理^[3]

采用差异补偿张拉法进行张拉。其原理是从最大变形量(自由长度最大)的单元锚索起按次序先后张拉以补偿各单元锚索的变形位移差,在到达最小变形量的单元锚索后,再同时张拉全部单元锚索,直至达到设计要求荷载。相关参数及计算公式如下。

(1) 每个单元锚索的变形量 S_i (mm)

$$S_i = Q_{\max} L_i / (n E_s A_s) \quad (1)$$

式中: Q_{\max} ——锚索最大荷载, kN; L_i ——每个单元锚索的长度, mm; E_s ——钢绞线的弹性模量, GPa; A_s ——每组钢绞线的截面积, mm²; n ——单元锚索数量。

(2) 单元锚索的预加荷载 Q_i (kN)

当 $i = 1, Q_1 = 0$; 当 $i > 1$,

$$Q_i = [(i-1)Q_{\max}/n - Q_{i-1}](S_{i-1} - S_i)/S_{i-1} + Q_{i-1} \quad (2)$$

(3) 压力分散型锚索的初始荷载 Q_0 (kN)

取适当大于 Q_i 的荷载。

2.6.2 张拉工艺

本工程张拉设备采用 YCW150A 型液压千斤顶。张拉的具体作业步骤如下。

(1) 分次序差异补偿张拉。首先将工具锚夹片安装在最大变形单元锚索上,自 Q_1 ($Q_1 = 0$) 加压张拉至 Q_2 止。然后,在不放松最大变形量单元锚索的状态下,再将工具锚夹片装上次大变形量单元锚索,加压张拉至 Q_3 ; 同理,再至再次级变形量单元锚索,加压张拉至 Q_4 ; 直至张拉到压力分散型锚索的初始荷载 Q_0 为止。

(2) 按照荷载分级进行锚索的张拉和锁定。锚索在补足差异荷载后,按 110% ~ 115% 的设计荷载分 3 ~ 5 级进行整体张拉,并且在各分级荷载张拉到位后持荷 5 ~ 10 min,最后一级荷载持荷稳定 15 ~

30 min 后进行锁定。

锚索张拉时采用应力应变双控法^[3]控制,以张拉荷载主控,伸长量校核。当实际伸长量与理论值相差大于5%时,应暂停张拉,待查明原因采取措施后方可继续张拉。锚索锁定后48 h内加强观察,若发现存在明显的预应力损失,必须及时进行补偿张拉。

2.7 补浆及封锚

锚索张拉锁定后,即可对锚头下的空隙采用一次注浆时的同质同强度等级浆液进行二次补浆,补浆应做到饱满,不留空隙。锚索外露钢绞线用手提式切割机切除,切除后必须保证钢绞线外露长度 ≤ 5 cm,严禁采用电弧切割。最后为了防止锚头锈蚀和增加美观,按设计要求采用和锚索框架梁同强度等级的砼对锚索锚头进行封锚处理。

3 结语

压力分散型锚索的受力结构合理,且有利于防腐,在承载力和耐久性要求高的重要和永久工程应用中,其优势明显。但同时由于其自身的结构特点,在锚索施工和工程运行过程中,做好以下工作也至关重要。

(上接第69页)

实践证明,两种注浆固井方法都能达到要求效果,但相对而言,管内注浆法充填密实度高一些,但所需对注浆系统的要求也高一些。

理论和实践都已证明,要使固井效果好,除了要求钻孔“垂直”外,充填管中非常重要,否则,浆液充填时因浆液流变特性和流动特性,可能存在“包水”现象而致固井空洞,充填料浆充填时因垂直自落震动较大而导致充填管活动,进而可能折断报废。

4 结语

充填采矿法是现代矿山广为采用的高效无废采矿法,充填钻孔是充填系统的“咽喉”。钻孔偏斜等施工质量是充填钻孔使用寿命的首要因素,充填钻孔施工方法与工序质量控制是保证充填孔质量的关键。对于具体充填钻孔项目,要科学地分析工程特点与难点,准确掌握钻越岩层资料,综合钻进方法与固井方法相关因素,选定合理的钻进方法(技术方

(1)压力分散型锚索通过差异补偿张拉方法来实现使各单元锚索的拉应力大致相等,张拉质量的好坏直接影响着锚索内部的荷载分布及受力情况,张拉不当甚至会发生单元锚索钢绞线断裂,从而造成整根锚索的损毁。施工时必须严格控制张拉作业质量。

(2)预应力损失以及外部因素(如锚固介质上荷载变化、受到冲击等)的变化都将导致锚索的各单元锚束拉应力不能保持一致,受力不均,锚索的受力状况发生改变,这对于压力分散型锚索尤其不利^[4]。因此应加强管理,尽量避免和减少这些情况的发生。

参考文献:

- [1] 赵长海. 预应力锚固技术[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2001.
- [2] 中国岩石力学与工程学会岩石锚固与注浆技术专业委员会. 锚固与注浆技术手册[M]. 北京:中国电力出版社, 1999.
- [3] 程良奎,等. 岩土锚固[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2003.
- [4] 吴国华. 浅谈预应力锚索的预应力损失及预防措施[J]. 岩土锚固工程, 2006, (1).
- [5] GB 50086-2001, 锚杆喷射混凝土支护技术规范[S].

案),制定详细可行、可靠的措施及预备方案,施工过程中,时刻掌控工序质量,确保各项工程质量指标符合要求,取得合理的经济效益。

参考文献:

- [1] 王湘桂,唐开元. 矿山充填采矿法综述[J]. 矿业快报, 2008, (12).
- [2] 李耀武,王新民,赵彬,等. 充填钻孔磨损因素分析[J]. 金属矿山, 2008, (6).
- [3] 王贤来,郑晶晶,张钦礼,等. 充填钻孔内管道磨损的影响因素及保护措施[J]. 矿冶工程, 2009, (5).
- [4] 刘广志,汤凤林. 特种钻探工艺学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2005.
- [5] 鄢泰宁,孙友宏,等. 岩土钻掘学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社, 2001.
- [6] 梁贵和,关洪军,毛云. 螺旋式扶正器与钻铤组合满眼防斜钻具在基岩地层深水井施工中的应用[J]. 水文地质工程地质, 2005, (1).
- [7] 黄才启. 受控定向钻探技术在煤矿竖井勘察孔中的应用[A]. 工程施工钻探技术论文集[C]. 北京:地质矿产部勘查技术司, 地矿部机械电子研究所钻机室, 1991.