

# 长珲高速公路某边坡锚索受力分析及选型

刘士虎<sup>1</sup>, 卢文阁<sup>1</sup>, 于万富<sup>2</sup>, 徐志超<sup>2</sup>

(1. 吉林大学 建设工程学院, 吉林 长春 130026; 2. 东煤长春基础有限公司, 吉林 长春 130026)

**摘要** 压力分散型锚索以其合理的受力机理及其在软弱土中能更有效地发挥土体承载能力的优势取得了在本工程中的优选。主要介绍了该类型锚索的特点、作用机理和张拉程序,同时对工程的施工情况作了简述。

**关键词** 压力分散型锚索; 拉力型锚索; 压力型锚索; 荷载; 张拉; 长珲高速公路; 边坡支护

中图分类号: U418.5+2 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2005)08-0032-03

**Selection of Anchor Cables and Analyses of Stress on Them/LIU Shi-hu<sup>1</sup>, LU Wen-ge<sup>1</sup>, YU Wan-fu<sup>2</sup>, XU Zhi-chao<sup>2</sup>**

(1. Jilin University, Changchun Jilin 130026, China; 2. Dongmei Changchun Foundation Engineering Co. Ltd, Changchun Jilin 130026, China)

**Abstract**: Pressure-dispersed anchor wire takes advantage in this project because of its reasonable mechanism and its exciting soil strength. This text mainly introduces its traits, mechanism of effect and tension procedure. At the same time the status of this project are talked about.

**Key words**: pressure-dispersed anchor wire; tensile anchor wire; pressure anchor wire; loading; tension; Changhui Highway; side slope supporting

## 1 工程概述

吉林省长珲高速公路 K115+500~K116+170 段位于延吉市附近,由山体中间穿过,采用双边坡支护方式,最大开挖深度 22 m,最大宽度 130 多米,设计开挖坡率 1:1.5,每隔 9 m 设一道台阶,台阶宽度 6 m,共 3 级。该处地层复杂,岩体内含有大小不同的砾石,并且内部裂隙多且分布广,富含水,有的地方可见明水流出,岩层成层状分布,倾向为北东 25°~130°,倾角 40°~60°,岩性主要为白垩系中统龙井组 K<sub>2</sub>d 地层,以泥岩、泥质砂岩、含砾泥岩为主,其胶结性较差。地层的力学性质见表 1 所示。

表 1 施工区岩层的力学性质表

岩性	抗压应力 /MPa	lgφ	c /MPa	τ /MPa
含砾泥岩	50	1.0~1.2	1~1.5	15
泥质砂岩	73.7	0.62	1.3	18.43
泥岩	20	1.23	15	8.36

公路与岩层的走向成 110°角,斜穿岩层。为了防止边坡破坏,采用综合加固方案,即钢管桩、锚索和框架梁支护方式,并在框架梁内种植紫荆槐固结坡表面。两边坡面设计锚索 686 根,钢管桩 18644 根,采用无粘结力 Ø15.24 mm 钢绞线和 Ø60 mm 钢管并灌注 C25 水泥浆形成固结体,锚索及钢管桩剖

面布置如图 1(一面边坡图)所示。

## 2 锚索类型的确定

目前在国内边坡支护中,使用的锚索类型有拉力型、压力型、剪力型和压力分散型。常见的是拉力型、压力型。剪力型由于制作和下入复杂,造价较高应用较少,而压力分散型锚索是近年新出现的锚索类型。根据岩层性质和岩体滑动应力来确定采用的锚索类型。

### 2.1 拉力型锚索的受力分析

拉力型锚索的结构如图 2 所示。

从拉力型锚索的结构可知,当对锚索施加应力后,首先自由段和锚固段界面处的应力通过钢绞线、结石体传递到岩体,随着预应力增大,岩体发挥自身强度逐渐增加,同时应力经结石体向岩体深部下传,直到岩土与结石体的粘结力和岩土自身抗剪力之和与施加的预应力平衡后方停止传递。这种类型锚索的受力以及利用岩体自身强度的能力在距地表(滑动面)近处最大。依据该工地现场地层条件,显然胶结性差的含砾泥岩、砂岩的抗剪力不能满足施加的预应力值,将受到破坏,而且不能充分发挥深部稳定岩土体的力学性质,锚索过长造成成本增加,而锚索过短,则不利于抵抗突发外力的作用。

收稿日期 2004-11-10

作者简介:刘士虎(1978-)男(汉族),河北衡水人,吉林大学硕士研究生在读,岩土工程专业,从事岩土工程的研究工作,吉林省长春市吉林大学朝阳校区,15504709460。

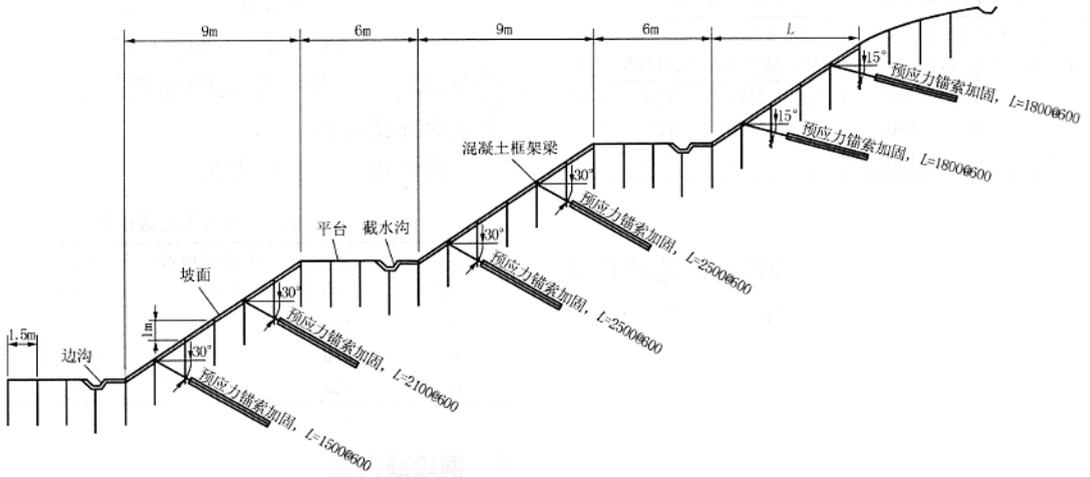


图 1 锚索及钢管桩剖面布置图

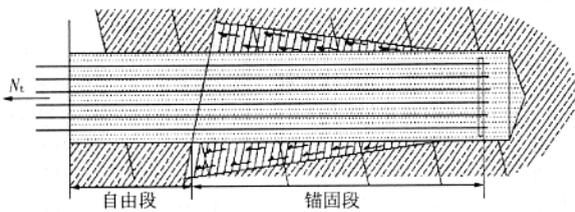


图 2 拉力型锚索结构图

### 2.2 压力型锚索的受力分析

压力型锚索全长采用无粘结的钢绞线和最下部的承压板(下锚具)与水泥结石体构成锚固体,对其施加预应力后,其岩土体的受力状态如图 3 所示。

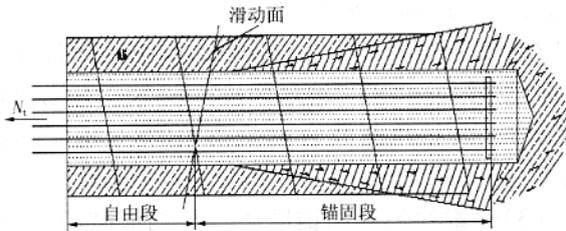


图 3 压力型锚索岩土体受力图

由于采用无粘结的钢绞线,自承压板以上的钢绞线不和水泥石体存在握固力,处于自由状态,当地表施加预应力时,施加的拉力直接通过挤压套传递给承压板,而与水泥石体粘结在一起的承压板将拉力直接传递到锚固体下端和水泥石体与岩层粘界面,从而发挥岩石的内力作用,拉力逐渐增大,通过锚固体将拉力逐渐向上传递,锚固体受压而达到滑动面附近时,其岩石与结石体受力最小,因此对滑动面附近的岩层力学性质改变较小,使岩石保持原有状态而不被破坏,地表施加的拉应力通过台座给预滑动地层以反力,有助于地层的稳定。通过图 3 可知,在锚索全长范围内所通过的岩层受力并不均匀,而且处于滑动面以下的岩石的内力并没有

充分发挥作用。

### 2.3 压力分散型锚索受力分析

压力分散型锚索是在锚固段内设立几个受力段,根据锚固段全长内岩石力学性质,划分几个单元,在每个单元内施加不同拉应力,而施加于岩石体的总预应力为各单元拉应力之和,这样就能充分发挥锚固段通过的各种岩石的内力,可使锚固段缩短,而且安全性增大。压力分散型锚索的结构如图 4 所示。

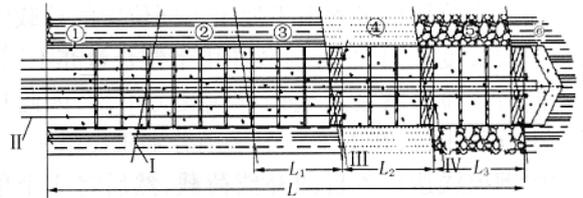


图 4 压力分散型锚索结构示意图

- ①—滑动岩土体;②—泥质砂岩;③—泥岩;④—含砾泥岩;
- ⑤—泥岩
- I—滑动面;II—无粘结钢绞线;III—下锚板;IV—挤压套

### 2.4 锚索类型选择

根据边坡的地质情况和岩层力学性质,若采用拉力型和压力型锚索时,由于压应力集中,不能充分发挥锚固段岩石的天然内力,并且钢绞线通长而造成成本增加,而采用压力分散型锚索可发挥所有岩层的内力,不产生局部破坏或过载,又充分发挥锚固段处岩石的内力作用。故本工程拟选用压力分散型锚索。

## 3 长晖高速公路边坡支护中压力分散型锚索的受力计算

采用压力分散型锚索其各段载体的拉力值和岩石内力发挥值见表 2。

表2 锚固段各单元承载体和岩石受剪力值表

岩性	岩层厚度/m	单元段长度/m	锚索直径/mm	抗剪强度/MPa	理论承载力/kN	设计承载力/kN	安全系数
泥岩	5	4	130	8.36	2598	720	3.61
砂岩	3	4	130	18.43	3009	720	4.18
含砾泥岩	4	4	130	15	2449	720	3.4

### 3.1 锚索理论伸长量的计算

拉力型、压力型锚索每根钢绞线的理论伸长量可以看作是一致的,其计算公式为:

$$\Delta L = PL / (EA)$$

式中: $\Delta L$ ——单根钢绞线的最终伸长量; $P$ ——单根钢绞线所应承担的荷载; $L$ ——自由段长度(拉力型),钢绞线全长(压力型); $E$ ——钢绞线的弹性模量; $A$ ——单根钢绞线的截面积。

而压力分散型锚索的各单元钢绞线长度不同,各自的伸长量也就不同,计算公式为:

$$\Delta L_i = PL_i / (EA) \quad (i=1, 2, 3)$$

式中: $\Delta L_i$ ——第*i*单元锚索伸长量; $L_i$ ——第*i*单元锚索长度。

### 3.2 锚索张拉程序

普通拉力型、压力型锚索采用同步分级张拉,即对所有钢绞线同时施加荷载,直到张拉到设计所需的张拉荷载。

而压力分散型锚索由于处于不同位置的承载体的钢绞线长度不同,在等荷载作用下伸长量亦不同,如若同时张拉必然会造成钢绞线受力不均,因此只能采用分步张拉,在本工程中采用分别张拉第一、二单元的钢绞线达到各自的补偿荷载,然后将3个单元同步分级张拉直至设计荷载的1.2倍后锁定的方式,更好地消除因钢绞线长度不同而造成在弹性模量相同条件下的伸长量对施加应力的影响。

计算方法如下:

(1)先求出每个承载体的荷载  $T$

$$T = T_d / n$$

式中: $T_d$ ——锚索轴向拉力设计值; $n$ ——承载体个数。

(2)求出在荷载作用下,单根钢绞线的伸长量  $\Delta L_i$

$$\Delta L_i = TL_i / (2AE)$$

式中: $\Delta L_i$ ——每根钢绞线长度; $T$ ——施加在每个承载体(2根钢绞线)上的荷载; $A$ ——钢绞线的截面积; $E$ ——钢绞线的弹性模量。

(3)根据3个单元的钢绞线伸长量的差值求出补偿荷载

$$\Delta T_1 = 2AE(\Delta L_1 - \Delta L_3) / L_1$$

$$\Delta T_2 = 2AE(\Delta L_2 - \Delta L_3) / L_2$$

式中: $\Delta T_1$ ——第一单元的补偿荷载; $\Delta T_2$ ——第二单元的补偿荷载。

具体相关数值见表3。

表3 锚索张拉数值表

承载体序号	承载力值/kN	单根钢绞线长度/m	单根伸长量/mm	补偿荷载/kN
A	120	18	79	53.1
B	120	14	62	35.1
C	120	10	44	

### 4 钢绞线用量

经计算,压力分散型锚索用量比拉力型、压力型锚索少(见表4)。

表4 钢绞线用量对比表

锚索类型	钢绞线用量/m	钢绞线质量/(kg·m <sup>-1</sup> )	钢绞线价格/(元·kg <sup>-1</sup> )	单根锚索钢绞线价格/元
拉力型	108	1.4	6.9	1043
压力型	108	1.4	6.9	1043
压力分散型	84	1.4	6.9	811

### 5 结语

(1)本工程中采用压力分散型锚索,充分调动了整个锚固段内地层自身强度,锚索承载力随承载体数量增加而加大,解决了锚固段地层较弱、强度较低,难以达到预应力要求的矛盾。

(2)由于压力分散型锚索中各承载体的长度可根据地层性质而确定,地层强度大的岩石可承担较大的预应力,使总荷载合理分布,有利于地层的稳定。

(3)锚索的长度和锚固体直径相应减小,从而减少了施工难度和施工成本,钢绞线的用量比拉力型、压力型少,便于成孔、锚索安装等工艺要求。

(4)通过该工程实践证明,压力分散型锚索在复杂地层特别是软硬不均、易软化岩层中使用有独特优越性,但对于承载体长度、锚固体直径、注浆压力与岩石的物理力学性质的关系,还要进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 杨顺臻,李鑫,李海民.大吨位压力分散型锚索在个冷公路边坡支护工程中的应用[J].云南交通科技,2002,18(3):31-36.
- [2] 姜新龙,李锦峰,王志德.压力分散型锚索实验分析[J].石家庄铁道学院报,2003,16(z1):91-93.
- [3] 刘佑荣,唐辉明.岩体力学[M].武汉:中国地质大学出版社,1999.