

重 249t, 而一套液压提升跨缆吊机总重 100t, 采用后者节约材料 149t, 节约投资近 500 万元。由于液压提升跨缆吊起主要受力件受力简明, 可节约荷载试验费用 100 多万元, 并且安装工期短, 每套吊机可节省 15 天的安装时间。

从悬索桥向大跨度发展的趋势分析, 液压提升跨缆吊机吊装钢箱梁比传统的跨缆吊机更具发展前景。随着系统性能的完善和推广应用, 社会效益将十分明显。

### 五、结论与展望

虎门大桥钢箱梁的吊装成功标志着液压吊装钢箱梁技术在我国首次成功地运用于建桥工程实践, 为我国大跨度桥梁结构施工技术的发展作了一次成功的

尝试。联系法国诺曼底斜拉桥钢箱梁液压吊装的成功实践, 我们有理由相信, 液压连续提升技术将广泛地应用于我国大跨度悬索桥、斜拉桥、拱桥等结构工程施工。为使该项技术赶上国际同类技术水平, 我们将继续努力, 计划在 1998 年以内研制出提升速度 30m/h 以上、超大吨位连续提升千斤顶、泵站及控制系统, 为推进我国大跨度桥梁结构施工技术的发展作出积极的贡献。

### 参考文献

- [1]《大岛大桥施工总结》, 广东虎门大桥技术咨询公司, 1995 年
- [2] 尼尔斯丁·吉姆辛, 《缆索承重桥梁——构思与设计》, 人民交通出版社 1992 年
- [3] 钱冬生、陈仁福, 《大跨悬索桥的设计与施工》, 西南交通大学出版社

(上接第 30 页)

实行“信息施工法”, 即边监测边施工, 以反馈回的监测资料指导施工。因此, 在施加预应力前全面测量被加固体高程及路面裂缝宽度。在张拉锚索过程中和锁定后, 严格监视裂缝变化。由表二可见张拉锁定前后路面基本没有发生位移变化。在整个施工过程中裂缝发展 3.5~7.5mm, 张拉锁定后裂缝没有发展。如表 2。

### 六、结论

OVM 拉压分散型锚索结构合理, 可缩短锚索长度, 节省工程材料, 降低工程造价。同时, 由于受力更加均衡, 避免了由于应力集中导致锚索失效, 延长了锚索寿命。近年来, 土层锚杆的应用越来越广泛, 但由于地质条件千变万

化, 很难准确选取土体力学指标值, 给设计者提出了一道难题。随着 OVM 拉压分散型锚索的开发与应用, 无疑为解决软土地基的承载力问题提供了一种新思路。

### 参考文献

- [1] 程良奎、张作、杨志银, 《岩土加固实用技术》, 地震出版社。
- [2] 中国工程建设标准化协会标准, 土层锚杆设计与施工规范, CECS22:90
- [3] 周增富译、田裕甲校, 《VSL 锚固施工法设计施工规则》, 日本 VSL 锚固协会
- [4] 易著伟、顾寅、李伟斌, 《桂柳高速公路 K248 路基加固工程竣工报告》

备注: 参加该工程的还有 OVM 工程公司的李伟斌、顾寅、黄家齐、唐建武等工程技术人员。

# OVM 拉压分散型锚索在边坡加固中的应用

易著伟

**摘要** 广西桂柳高速公路在运营中出现路面开裂,路基下滑。针对工程实际情况,采用了国内首创的 OVM 拉压分散型锚索对路基进行加固。其效果明显,保证了公路路基的安全。

**关键词** OVM 拉压分散型锚索 边坡加固

## 一、工程概况

广西桂柳高速公路 K248 路基位于桂林地区永福县城西 6km、洛清江龙溪电站溢流坝坝肩处。路基下面为浆砌石挡土

墙,墙高 8~12m,挡土墙至路坡肩坡角 32°,坡距 12m。该处路基沉陷塌滑长度为 36m,路面最大裂缝宽为 19mm,路肩最大沉降 25.5cm,路基下挡土墙最大外移

桂柳高速公路 K248 段路图(坡面)及锚索加固图

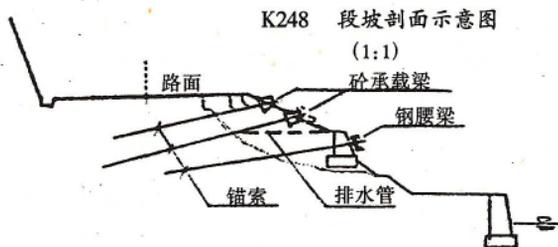
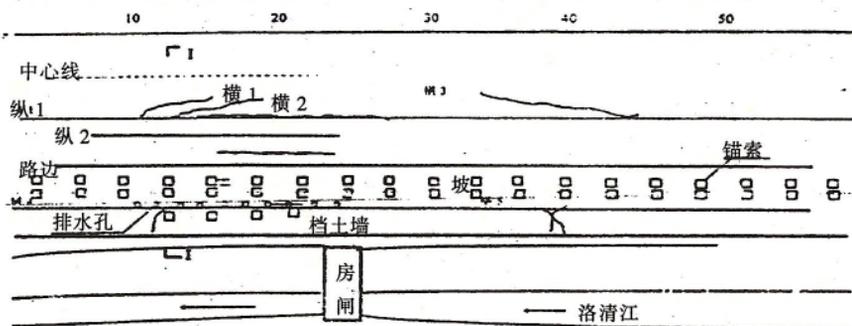


图 1

6cm。路基处于滑移状态,见图 1。

## 二、勘测及设计

由于该路基段缺乏必要的地质资料,经补充钻探,收集有关路基及滑动面参数,分析判断造成滑坡的原因,提出加固方案。

(一) 钻孔勘测。发现该路基段土层变化比较大。从路面中心往下,大致分布着: 0~5.8m 层为杂填土,主要为黄色或褐红色土、浅黄色粉土,夹有小颗粒砾石; 5.8~10.4m 层为褐红色硬质粘土,部分地段有粉砂段,遇地下含水层后呈泥浆段。

易著伟:柳州 OVM 工程公司助理工程师

## (二) 稳定性分析

按照圆弧滑动面进行下滑稳定分析,如图2。土体力学指标综合取值为

$$F_s = \frac{\text{抗滑力}}{\text{下滑力}} = \frac{[W \cos \theta_i + T \cos \beta] \operatorname{tg} \varphi + C \times L + T \sin \beta}{\sum W \sin \theta_i}$$

当每根锚索张力  $F_1 = 320\text{KN}$  时,  $F_{s1} = 2.22$

当每根锚索锚固力  $F_2 = 600\text{KN}$  时,  $F_{s2} = 2.87$

以上计算结果皆满足了《岩土工程勘

$C = 20\text{KPa}$ ,  $\varphi = 20^\circ$ ,  $\gamma = 19\text{KN}/\text{m}^3$ 。计算出锚索加固后边坡稳定安全系数  $F_s$  为:

察规范》(GB50021-94)中一级边坡的稳定要求。

## (三) 加固设计

锚索设置为三排。排间距为  $4 \times 3\text{m}$ 。每根锚索由4根  $\Phi 15.2$ 、强度  $1670\text{MPa}$  级无粘结平行钢绞线组成。每根锚索的设计锚固力为  $600\text{KN}$ ,即保证边坡变形时,锚索受力逐渐增大到  $600\text{KN}$  时仍不致破坏。实际张拉时,每根锚索只施加  $320\text{KN}$  的张力即可满足稳定安全要求。这是为避免过大的张力导致路面上抬破坏路面结构的不良后果,所以选定  $320\text{KN}$  为最终的张力。

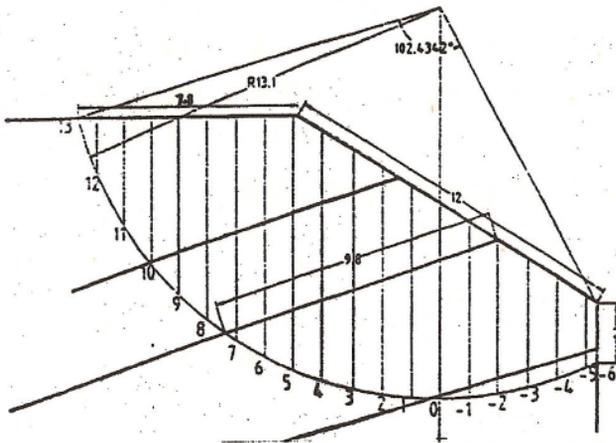


图2 圆弧法稳定分析图

表1

锚索设计参数表

编排	锚索根数	锚索组成	锚索孔径 (mm)	钻孔深度 (m)	钻孔角度 ( $^\circ$ )	单索设计张力 (KN)	单索设计锚固力 (KN)	总锚固力 (KN)	总张力 (KN)
第一排	18	4 $\Phi 15.2$	$\Phi 150$	21.5	18	320	600	10800	5760
第二排	18	4 $\Phi 15.2$	$\Phi 110$	27	18	320	600	10800	5760
第三排	4	4 $\Phi 15.2$	$\Phi 110$	19	16	320	600	2400	1280

第一、二排锚索外锚头设置钢筋砼承载梁,梁的设计强度为  $C_{20}$ ;第三排则设计为钢腰梁,采用  $25\#$  槽钢,布置在浆砌石挡土墙上。钢腰梁与挡土墙间设置细石砼垫层。锚索设计长度  $19 \sim 27.5\text{m}$ 。内锚头锚固在褐红色硬质粘土层。锚索设计参数见表1。

## 三、锚索结构

由于路基中锚固段土体力学参数指标变化大,因此选用了新型 OVM 拉压分散型锚索,以确保锚固效果,如图3。这种锚索结构兼具拉力分散型锚索与压力分散型锚索的优点,具有独特的传力机制和良好的工作特性。即通过力的分层传递、

拉应力与压应力的叠加,使得锚固段上的砼锚固体内应力及锚固体与周围土体间的粘结摩阻力分布更趋均匀,从而充分调用了土体的抗剪强度,缩短了锚索长度。

现应用比较普遍的拉力集中型锚索在张拉时,位于临近自由段处锚固体周边土体存在最大的粘结摩阻应力。随着张拉

力的增大,摩阻应力逐渐增加,并向深部转移。当张拉荷载继续增加到超过锚固体内浆体与钢绞线握裹力或浆体与周边土体间粘结力时,则在锚固体内或周边界面上将出现渐进性破坏。为了避免这种情况发生,将拉力集中型锚索粘结段按一定距离分散布置在内锚固段上,形成了拉力分散型锚索。

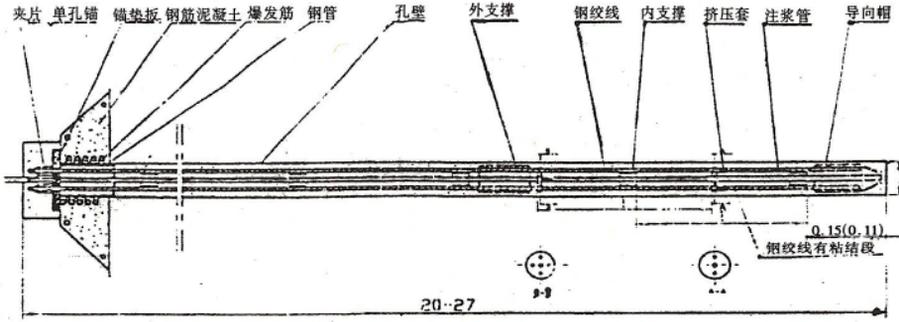


图3 OVM拉压分散型锚索

压力分散型锚索是在无粘结构绞线上按一定距离分散布置若干承载体,对承载体施加压应力,并使荷载分散。在同等条件下,压力分散型锚索比拉力分散型锚索具有更大的承载力。

OVM拉压分散型锚索是在压力分散型锚索的基础上,利用承载板下部的裸钢绞线与浆体的粘结力及压力分散结构共同作用,使得承载板上面的锚固体受压,而后一个承载板下有粘结钢绞线段受拉,二者共同抵抗张拉力,其方向与张拉力方向相反。这样,拉应力与压应力相互叠加,使得整个锚固体内应力及锚固体与周边土体间的钻结摩阻应力分布较均匀,应力峰值得以大幅度降低。从而可以充分利用土体的抗剪强度,锚固效果将更加理想。OVM拉压分散型锚索结构如图3。

#### 四、锚索防护

OVM拉压分散型锚索采用涂有建筑油脂的钢绞线外包裹高密度聚乙烯防护套的无粘结筋作为受力筋,具有良好的防护功能。安装锚索时,又沿钻孔全长设置了内、外支撑,以保证浆体保护层厚度达到设计要求。外锚头处用水泥砂浆将预留的钢绞线和外锚头严格封闭好。因此,锚索的防护能力大为增强。

#### 五、锚索施工及监测

##### (一)锚索施工

施工工艺主要包括钻锚索孔、编索、安装锚索、注浆、浇筑砼承载梁及制作钢腰梁、砼养护、预应力张拉及封锚等。

##### 1、钻锚索孔

按设计要求测量放线定孔位后,即可进行锚索钻孔。钻孔严格按设计要求及

《土层锚杆设计与施工规范》要求进行。

## 2、编索

按钻孔深及锚索结构图计算出无粘结钢绞线下料长度。在内锚固段有粘结段剥除 1m 长有粘结段钢绞线，紧靠承载板位置套上 OVM15P 型锚具，用穿心式挤压机挤压 OVM15P 型锚。两个承载板相隔 1m，在锚索下端安装导向帽，然后沿锚索长每 2m 间距安装一内、外支撑，最后将注浆管从中间穿过整个锚索。

## 3、安装锚索

锚索孔钻成后，将相应的锚索人工抬至孔口穿索。穿索时避免锚索体扭曲。注意保护好注浆管和钢绞线 PE 护套。

## 4、注浆

采用注浆泵进行注浆，保证出浆口始终在浆液面以下。浆体由孔底向孔口缓慢注入。浆体为水泥砂浆，水泥、砂的配合比为 1:1，水灰比 0.4，TQ 型外加剂按水泥重 10% 掺加。浆体强度  $C_{30}$ 。

## 5、浇筑砼腰梁及制作钢腰梁

砼腰梁每根长 54m，分三段，18m 长

表 2 裂缝宽度监测表

测点日期	79 # (mm)	97 # (mm)	103 # (mm)	8 # (mm)	9 # (mm)	10 # (mm)	319 # (mm)	323 # (mm)	325 # (mm)	329 # (mm)
08/26	3	0	0	5(10)	4.5	1	9.5	10.5	10.5	4
10/24	6	5	3	8(18)	8	2	16	19	19	9
11/10	6	5	3	8(18)	8	2	16	19	19	9
11/16	6.2	5.3	3.1	8(18)	8	2	16	18.5	19	9.2
11/18	6.4	5.5	3.4	8(18)	8	2	16	18.3	18.5	9.4
11/21	6.5	5.5	3.5	8(18)	8	2	16	18	18	9.5
11/24	6.5	5.5	3.5	8(18)	8	2	16	18	18	9.5

注：1) 97# 和 103# 处在 8 月 26 日用砂浆抹平，故初值为 9mm。

2) 8# 处括号内数字为高差值。

3) 张拉开始日期为 97 年 10 月 24 日。

处设一道伸缩缝。腰梁砼强度为  $C_{20}$ 。钢腰梁位于浆砌石挡土墙上，用 25# 槽钢制成。槽钢与墙体间用  $C_{20}$  细石砼垫平。张拉完后，槽钢面上涂防腐油漆。

## 6、砼养护

砼浇筑完后，即用塑料薄膜覆盖。定时浇水养护，养护期 15 天。

## 7、张拉

张拉采用分批、分级、对称同时张拉。先张拉最里端承载板上的两根钢绞线，再张拉第二层承载板上的两根钢绞

线。张拉千斤顶选用两台单根张拉千斤顶，型号分别为 YC20Q-150 及 YC18-100，油泵配套选用 ZB4-500S 及 ZB4-500 各 1 台。

## 8、封锚

预应力张拉达到设计值后，作好记号。观察三天，没有异常情况即可用手提砂轮机切除多余钢绞线，然后支模，用 1:1 水泥砂浆封锚。

## (二) 监测

在预应力张拉过程中，(下转 26 页)