

# 框格梁式预应力锚索在公路滑坡治理中的应用

吴金生 吴和政 王全成 段玉刚

**【摘要】** 框格梁式预应力锚索目前在边坡治理上是一种新型结构。它既能十分有效地稳固边坡,达到彻底治理的目的,同时又经济可靠,美化环境。本文介绍了框格梁式预应力锚索在云南楚大公路马庄垭口段右边坡治理中的应用,首先论述了马庄垭口段的工程地质条件,然后提出了设计思路,最后介绍了施工过程及质量检测。

**关键词** 框格梁 预应力 锚索 滑坡

## 一、工程地质概况

楚大公路马庄垭口段,沿山间鞍部开挖明槽形成路面。公路开挖形成的右边坡路缘陡坎 9~12m 高,坡高约 60°,斜坡坡度 18~35°,坡长 30~60m,斜坡岩性为紫红色、灰绿泥岩类粉细砂岩,为薄至中厚层状结构,层理发育,岩层走向为 195~210°,倾角为 18~42°,垂直节理较发育,岩层走向与公路走向基本一致,为一顺层滑坡。右边坡公路内侧出露的泥岩为软质岩,抗风化能力弱,抗水化能力极低,遇水后易软化成亚粘土。经工程地质初勘和分析,滑移面深度 5~13m,在雨水的侵蚀及地震等外力的作用下,将发生整体下滑。

## 二、治理工程设计

马庄垭口边坡防治工程的重点是防止风化至强风化泥岩沿其层理面整体向下滑动。经过方案比选,在治理方法上,是采用预应力锚索施加的预应力将滑动岩体与稳定岩体紧密串连为一体,增加岩体各层面的抗滑力,另一方面利用砂浆锚桩组成微型群桩的抗剪作用,“钉”住滑动岩体,而岩体表面的短锚杆和喷砼网,则通过岩面上框格梁将“索”、“桩”、“杆”有效地连在一起,形成一个由表及里的加固体系,从而达到防止整体边坡失稳的目的。在对岩体表面防风化和环境美化方面,用土工网和喷砼格梁网及局部喷砼,对岩面封闭加强,再辅以耕植土种植植被,利用植被的根系作

用完成表层保护和环境美化。

工程共设计锚索 87 束,总锚固力 6.09 万 KN,总吨位为  $1.222 \times 10^6$  KN·m,分别布置于 A 区 73 束,B 区 8 束,C 区 6 束,设计预应力锚索级别为 700KN,破坏荷载为 1020KN;锚桩共设计 160 根,设计锚固力为 200KN;框格梁为短形,与锚墩对接宽 20cm,高 25cm,保护层厚 4cm。工程布置见图 1。

## 三、施工

### 1 钻孔

按照框格梁锚固剖面图 2 施工。

锚索孔:孔径  $\varnothing 100$ mm,孔深 17~23,方位角 105~125°,倾角 55~68°。

锚桩孔:孔径  $\varnothing 80$ mm,孔深 9m,其方位角和倾角同锚索一致。

锚杆孔:孔径  $\varnothing 38 \sim 40$ mm,深度 2.2m。

### 2 编锚、下锚

选用按 ASTM 标准生产的高强度低松弛无粘结型预应力钢绞线。根据现场经验,下料长度 L 为孔深加 1.5m,每束锚索由 4 根钢绞线绑扎而成,按设计要求,5m 锚固段每隔 1m 安放一个架线环,自由段每隔 3m 安放一个架线环,绑扎牢固后,穿入注浆管,在锚固段,两架线环之间用 12# 铁丝绑扎成外径  $\varnothing = 60$ mm。锚桩应焊接对支架。经除锈、防腐处理后,下入孔内。

吴金生 原地质矿产部探矿工艺研究所 助工  
吴和政 原地质矿产部探矿工艺研究所 高工  
王全成 原地质矿产部探矿工艺研究所 助工  
段玉刚 原地质矿产部探矿工艺研究所 助工

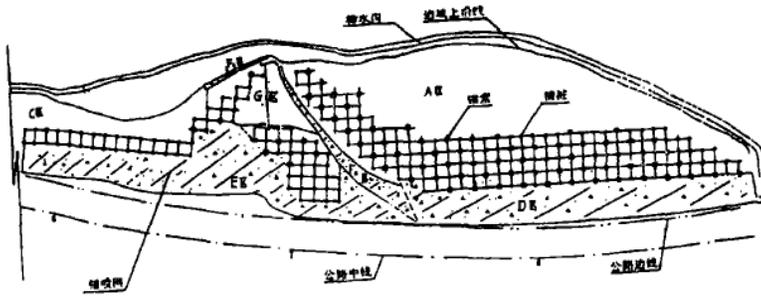
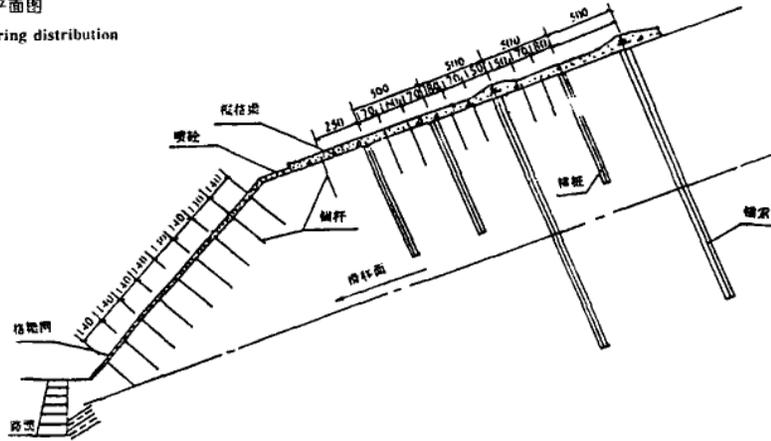


图 1 工程布置平面图

Fig. 1 Layout of engineering distribution



框格梁锚固剖面图(单位: cm)

图 2

图 1

### 3 注浆

采用孔底无压反向注浆,全孔一次注浆完成,注浆压力为 0.6MPa,其配合比为:

锚索:C:S=2:1 W:C=0.48 强度 M30

锚桩:C:S=2:1 W:C=0.68 强度 M20

锚杆:采用 SF 型快硬水泥卷锚固。

### 4 锚墩的制作

制作前先将锚墩下的凹型基石用 C<sub>30</sub> 砼找平,框格梁基本按随坡就势布设,走向为 35°,十字框锚墩混凝土强度 C<sub>30</sub>,卵石粒径≤20mm。锚墩的钢筋结构在此不作阐述。

### 5 张拉锁定

预应力锚索设计承载能力 700KN,锁定荷载为设计值的 75%,为 52.5KN,安全系数为 1.5。按设计值的 110%即 770N 进行张拉验收,分五级张拉,张拉锁定后锚环外留钢绞线 10cm,其余切除并用细石砼进行封锚。

### 6 框格梁施工

在锚索、锚桩以及水泥卷锚杆按照设计要求

完成施工后,按照下列步骤施工框格梁,其结构如图 3 所示。

#### (1)挂网

从上往下挂上 45×45mm<sup>2</sup> 聚乙烯土工网(网筋直径为 4mm),接头地段为 20cm,用 20# 铁丝绑扎。

#### (2)钢筋制安

先将框格梁下的松浮石土清除,形成局部凹面,浇筑梁时一起填充,然后将 2∅22×300@170 的横筋焊接于锚桩上,将 2∅14×180@170 横筋焊接于水泥卷锚杆上,横筋焊接好后,按照设计要求与框格梁搭接,用 20# 铁丝绑扎牢固,见图 3。

#### (3)架模、浇筑混凝土

按设计要求架模后,用 C<sub>25</sub> 的混凝土进行浇筑,用振动棒振捣密实,必须使混凝土充填饱满。沿梁走向方向,每间距 20m,预留 20mm 伸缩缝,最后得到框格梁平面图如图 4。

### 四、工程质量

为了保证工程质量,对以下内容进行严格检

查。

1、原材料检查。施工中,对原材料的性能、规格、牌号、称重、拌合进行了检查,结果表明符合要求。

2、砼强度检验。每浇筑  $100\text{m}^3$  砼,取了 3 组(每组 3 块)砼试件检验其抗压强度,检验结果表明,其平均值均超过  $C_{20}$ 。

3、格梁结构检验。每隔  $5\sim 10\text{m}$  检验 1 个点,结果均符合设计要求。

4、锚杆质量检验。我们对其长度、间距、角度方向、抗拉拔力等项进行了检验,均符合设计要求。其中抗拉拔力是锚杆质量的综合指标,检验数量为锚杆总数的 4%,锚固力达到和超过设计

要求。

5、锚索张拉及验收。张拉结果表明,每束锚索均达到了设计锁定值,其中,对 5% 的锚索进行验收试验,张拉力均在  $770\text{KN}$  以上,满足了设计要求。

五、结论

目前该项锚固工程已竣工半年,并经历了多次暴雨的检验,治理后的滑坡未发现进一步滑动的迹象,各锚固结构完好,表明治理工程的设计是合理的,治理工程的施工是成功的。框格梁式预应力锚索在地质灾害治理上值得应用和推广。

注:本文原载于 1998 年 11 月《中国地质灾害与防治学报》第 9 卷增刊。

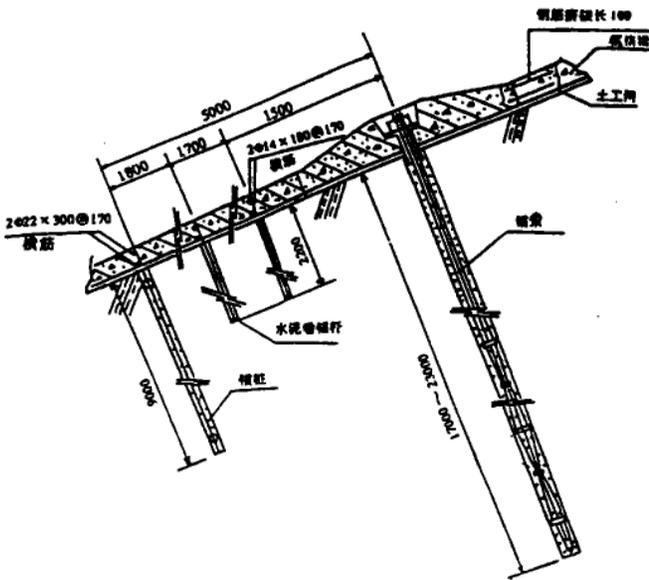


图 3 框格梁锚固结构图

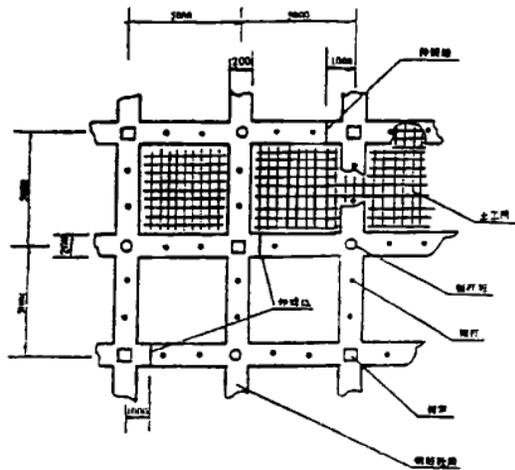


图 4 框格梁平面图