

# 土钉与挡土墙复合技术在公路边坡加固中的应用

莫赐国, 林维海, 黄志华

(广东省地质物探工程勘察院, 广东 广州 510800)

**摘 要** 通过 2 个实例介绍了土钉与砌石挡土墙、土钉与钢筋砼挡土墙及微型桩相结合的边坡加固设计及施工的方法。在公路边坡加固和地质灾害防治中具有较高的推广价值。

**关键词** 土钉 挡土墙 边坡加固 地质灾害防治

中图分类号: U417.1 文献标识码: B 文章编号: 1000-3746(2003)02-0018-02

采用土钉支护技术对边坡稳定进行加固处理, 因其施工简便、造价低廉、工期短、效果显著等综合优点, 受到广大工程技术人员的重视, 并使这一新技术得以迅速推广和应用。而传统的重力式挡土墙、钢筋混凝土墙挡土结构仍占有重要地位, 尤其在低矮、地层复杂、墙背需要填土等情况的边坡加固中得到广泛应用, 具有施工方法简单、计算方便、造价低、美观等特点。若将两者结合起来, 则可以在高危、复杂岩土条件等边坡加固、滑坡整治中更加有效地应用。

## 1 工程概况

广州北环高速公路边坡和广州花都云山路边坡均系建成道路后, 经雨水冲刷、渗透后产生小面积滑坡和局部岩块崩塌现象。场地分别位于广花盆地南北缘, 区域地质构造复杂, 处于岩层交错发育的接触带位置, 多为砂岩、泥质页岩、炭质页岩、炭质灰岩夹煤系等层构成, 从云山路边坡切剖面上观察到一组背斜褶皱构造, 核部位为泥质页岩, 翼部为炭质灰岩。炭质灰岩裂隙发育, 岩层被分割成块状和球状岩块, 节理面风化形成软粘土和夹泥煤。见表 1。

表 1 边坡性状及地质情况

边坡名称	坡长 /m	坡高 /m	坡角 (°)	地质条件	滑动表现形式
北环高速公路边坡	206	15.6	48~71	强风化砂岩、页岩, 边坡中部夹有大量泥煤	页岩部分崩落, 泥煤滑动
云山路边坡	112	25.7	42~57	上部为砂、页岩风化残积土, 局部素填土, 下部为强风化页岩、炭质灰岩夹泥煤	东侧上部土层滑移、页岩崩解, 灰岩岩块滑落

## 2 边坡加固设计

### 2.1 设计思路

#### 2.1.1 北环高速公路边坡

该边坡坡高不高, 以岩石边坡为主, 不会发生大面积岩体失稳现象, 边坡 7 m 以下作砌石挡土墙, 上部由于征地红线限制, 采用土钉墙加固, 坡底、坡顶作截水、排水措施。

#### 2.1.2 云山路边坡

该边坡较高, 上层以土层为主, 下层以岩石为主, 局部地下水渗水严重, 并且顶部有构筑物, 土质边坡和岩质边坡均出现较大面积滑移、崩落现象, 但整体失稳可能性极小。拟在土层与岩层接触位置设一个台阶, 坡脚采用钢筋砼墙护脚, 东侧坡顶采用微型桩护顶, 坡面采用土钉加固。渗水严重的地方做

专门导水排水措施。

### 2.2 构造设计

#### 2.2.1 北环高速公路边坡

(1) 清除坡内残余土, 坡面基本平整, 坡度 45°~60°。

(2) 砌石挡土墙构造: 上宽 1 m, 下宽 2.5 m, 高度 7 m, 倾角 70°。

(3) 土钉墙构造: 土钉孔  $\phi 50$  mm, 长 1.5~3.0 m, 间距 1.0 m; 土钉钢筋  $\phi 20$  mm, 钢筋网  $\phi 8@200 \times 200$ , 砼强度等级 C20, 砼厚 120 mm。

设计标准剖面见图 1。

#### 2.2.2 云山路边坡

(1) 清除坡内残余土, 土层边坡坡度 40°, 岩层边坡坡度约 50°。

收稿日期: 2002-04-25

作者简介: 莫赐国(1972-), 广东湛江人, 广东省地质物探工程勘察院岩土公司主任工程师, 探矿工程专业, 从事岩土工程技术管理、设计和施工管理工作。地址: 广州市花都区秀全大道 59 号 (020) 86805395、13509297656。

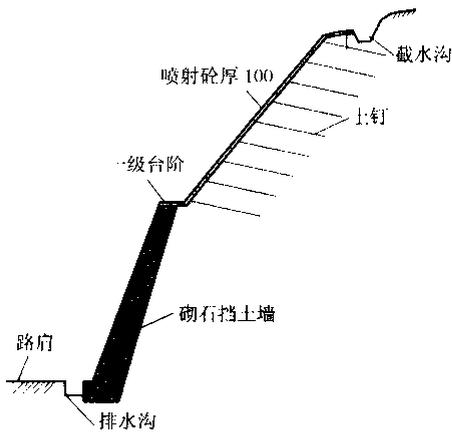


图1 北环高速公路边坡加固剖面图

(2)护脚砼墙构造:直墙,基础为中、微风化岩石,墙宽400 mm,内加肋300 mm×400 mm,墙背填块石和碎石。

(3)护顶微型桩构造:桩径200 mm,钢管 $\delta 108$  mm,桩长入中、微风化岩3.0 m,间距1.0 m,桩顶作连系梁200 mm×300 mm。

(4)土钉墙构造:土层土钉孔 $\delta 100$  mm,长4.0 m,间距2 m,岩层土钉孔 $\delta 50$  mm,长2.5 m,间距2.0 m。土钉钢筋 $\delta 20$  mm,钢筋网 $\delta 6.5@200 \times 200$ ,砼强度等级C20,厚150 mm。

设计标准剖面见图2。

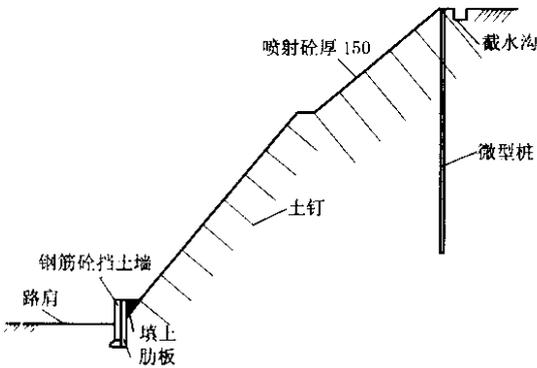


图2 云山路边坡加固剖面图

## 2.3 土钉与微型桩注浆设计及砼设计

### 2.3.1 注浆设计

材料采用425R普通硅酸盐水泥,水灰比0.5。

### 2.3.2 喷射砼设计

喷射砼强度等级C20,其配合比:水泥:中砂:碎石(10 mm)=1:2:2,水灰比0.4~0.45。

### 2.3.3 挡土墙砼设计

砼强度等级C20,其配合比:水:水泥:中砂:碎石(10~30 mm)=0.6:1:2.37:3.26。

### 2.3.4 砌筑砂浆设计

砂浆强度等级M7.5,其配合比:水泥:中砂=1:5。

## 3 施工方法及措施

### 3.1 施工方法

(1)挡土墙基槽采用风镐施工,达到中微风化岩面方可扎钢筋,现浇砼或砌筑块石。

(2)土层土钉孔采用人工洛阳铲施工,岩层土钉孔采用凿岩机施工。

(3)微型桩采用钻机泥浆护壁回转钻进,先用 $\delta 150$  mm硬质合金取心钻头钻至设计深度,后改用 $\delta 200$  mm三翼钻头扩孔。

(4)土钉孔成孔后,用空压机清除孔内余渣,再注入水泥浆,全孔注满水泥浆后插入钢筋。微型桩成孔后先插入钢管再清孔,然后灌注水泥浆。

(5)喷射第一层砼后挂钢筋网,待锚头与加强筋焊接牢固后再复喷。

### 3.2 施工措施

(1)由于处于高速公路或市政道路旁边,车流量大,采用了全封闭的钢管脚手架围护施工。

(2)先施工挡土墙与微型桩,后施工土钉墙,确保坡脚稳定和边坡安全。

(3)采用干喷法施工,为保证喷头输水压力 $\geq 0.2$  MPa,采用加压泵输水。

(4)土钉墙可视为柔性面层,加强砼养护工作,早晚一次洒水养护,持续15天。

## 4 结语

(1)边坡加固和滑坡整治是一项永久性工程,该项工程相继竣工以来,经受了多次台风和暴雨考验,边坡稳定。尤其是云山路边坡于1997年遭遇花都150年来最大暴雨洪水考验,仍然保持边坡稳固。

(2)由于不采取控制性预应力锚杆(锚索),节约了工程成本。

(3)实践表明,采取土钉墙与挡土墙复合技术加固边坡是可行和有效的,具有施工设备、工艺简单,效率高,工期短,成本低等优点,具有显著的技术、经济效果,应用前景广阔。

## 参考文献:

- [1] GBJ 86-85, 锚杆喷射混凝土支护技术规范[S].
- [2] 尉希成. 支挡结构设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.
- [3] 中国岩土锚固工程协会. 岩土锚固工程技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 1996.