

SNS 柔性防护网在黄山风景区边坡支护中的应用

李春英, 吴志强

(安徽省地勘局第一水文工程地质勘察院, 安徽 蚌埠 233000)

摘 要: 黄山风景区钓小旅游公路全长 3.9km, 其间有五个边坡稳定性较差, 故对此进行加固治理。本文浅谈治理工程中的 SNS 柔性防护网的应用。

关键词: SNS 柔性防护网; 边坡支护; 应用

中图分类号: P642.22

文献标识码: B

文章编号: 1672-7428(2009)S1-0360-05

1 工程概况

黄山风景区西大门小岭脚至钓桥游览道路是黄山西大门上山旅游的唯一通道, 起点位于钓桥庵西北约 150m 处, 接通往风景区的石板路, 终点位于小岭脚, 顺接焦小公路, 全长约 3.9km。在道路的拓宽改造过程中, 出现了多处路堑边坡变形开裂现象及局部滑塌险情, 给未来的公路营运留下了严重的安全隐患。为此对稳定性较差的 5 个边坡地段进行加固治理。

工作区山体雄厚, 谷坡陡峻, 基岩裸露, 相对高差 100 余米, 为典型的深切“V”型谷。自然坡度一般为 45~65°, 地形完整性较差, 呈山梁与沟谷相间的微地貌特征。

工作区出露的基岩岩性主要为燕山期花岗岩, 岩性单一, 裂隙较发育。岩体风化程度受裂隙、构造及地下水活动影响明显, 且风化作用主要沿裂隙和构造破碎带进行, 风化程度和裂隙发育程度是构成影响岩体质量及其力学性质的主要地质因素。

1.1 1 号边坡特征

边坡走向 122~138°, 倾向 212~228°, 倾角 70~75°, 边坡岩性均一, 由强风化~中风化花岗岩构成, 最大边坡高度 16.3m, 沿坡底长度约 60m。发育两组不利边坡的结构面: (1) 产状: 27°∠73°, 走向与边坡走向基本一致, 倾向反坡向, 陡倾, 易产生倾倒破坏或形成滑坡的后缘裂面; (2) 产状: 231°∠31°, 走向与边坡基本一致, 倾向顺坡向, 缓倾, 易形成顺坡向平面破坏(图 1)。

1.2 2 号边坡特征

边坡走向 138~157°, 倾向 228~247°, 倾角 70~80°, 边坡岩体岩性单一, 主要由弱风化花岗岩构成, 岩石强度高, 但裂隙发育, 边坡岩体呈破裂状结构, 最大边坡高度达 30m, 沿坡底长度约 80m。发育两组不利边坡的结构面: (1) 产状: 260°∠87°, 走向与边坡走向基本一致, 倾向顺坡向, 陡倾近于垂直, 形成陡立边坡面, 易产生倾倒破坏; (2) 产状为 250°∠38°, 走向与边坡基本一致, 倾向顺坡向, 缓倾, 易形成顺坡向平面破坏(图 2)。

1.3 3 号边坡特征

边坡走向 122°, 倾向 212°, 倾角 70~90°, 局部倒挂反倾, 边坡岩体岩性单一, 主要由弱风化花岗岩构成, 岩石强度高, 风化裂隙发育。最大边坡高度 13m, 沿坡底长度约 45m。风化裂隙将边坡岩体切割成大小不等的岩块构成危岩, 约有 10 余块危岩分布在坡面上, 由于边坡陡立, 危岩稳定性差, 易形成崩塌破坏(图 3)。

1.4 4 号边坡特征

边坡走向 133~210°, 倾向 229~300°, 倾角 65~80°, 边坡岩性均一, 由弱风化花岗岩构成, 岩石强度高, 边坡岩体具块状结构, 最大边坡高度达 25m, 沿坡底长度约 60m。发育不利边坡稳定的结构面有: 普遍发育一组顺坡向结构面, 产状: 241~260°∠43~48°, 走向与边坡走向基本一致, 倾向顺坡向, 陡倾, 易形成顺坡向平面破坏; 另发

收稿日期: 2009-08-30

作者简介: 李春英(1964-), 女, 安徽宿州人, 安徽省地勘局第一水文工程地质勘察院探矿工程师, 主要从事地质灾害防治工程的技术管理; 吴志强(1963-), 男, 湖南长沙人, 安徽省地勘局第一水文工程地质勘察院探矿工程师, 主要从事钻探施工技术及生产管理。

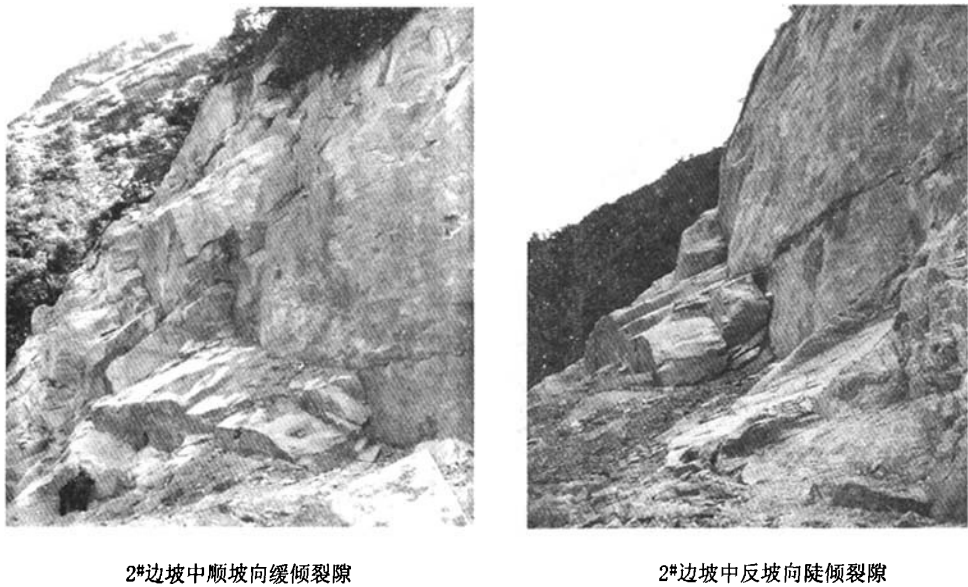


图 2 2 号边坡治理前地质特征图

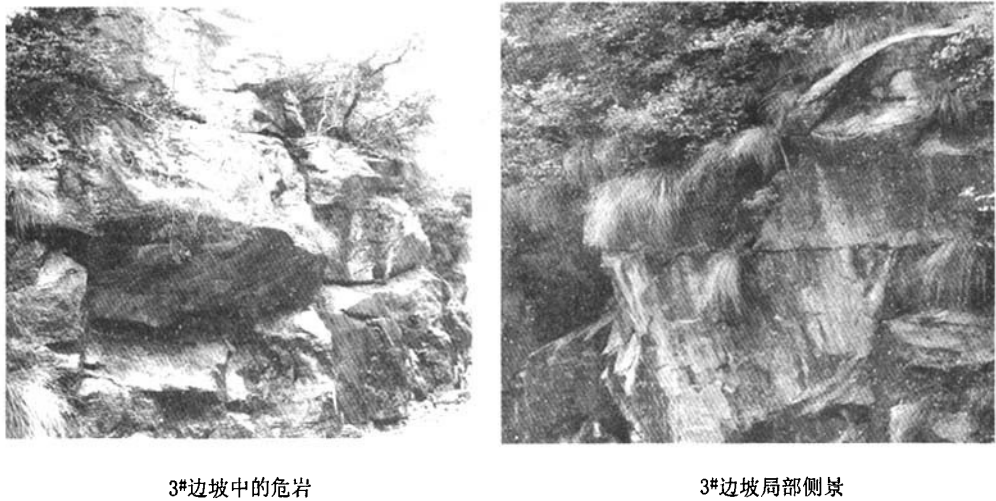


图 3 3 号边坡治理前地质特征图

育一组断裂结构面，产状： $24^{\circ}\angle 79^{\circ}$ ，走向与边坡走向斜交，反坡向陡倾，与顺坡向结构面组合构成滑坡后缘裂面，不利于边坡稳定（图 4）。

1.5 5 号边坡特征

边坡走向 $133^{\circ}\sim 180^{\circ}$ ，倾向 $223^{\circ}\sim 270^{\circ}$ ，倾角 $55^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，上缓下陡。边坡岩性单一，主要由中风化花岗岩构成，裂隙发育，边坡岩体具破碎结构，最大边坡高度达 28m，沿坡底长度约 42m。普遍发

育一组顺坡向结构面，产状为 $275^{\circ}\angle 37^{\circ}$ ，走向与边坡走向基本一致，倾向顺坡向，易产生顺倾向平面破坏，局部沿结构面出现渗水现象。不利于边坡稳定（图 5）。

2 设计依据及设计参数

根据边坡主要破坏模式及边坡稳定性分析，设计治理方案为：危石清理；各边坡加固措施，即采



4#边坡中的顺坡向裂隙



4#边坡中的顺坡向裂隙和陡倾裂隙劈理带

图 4 4 号边坡治理前地质特征图



5#边坡中沿顺坡向结构面渗水现象



5#边坡中的顺坡向结构面

图 5 5 号边坡治理前地质特征图

用锚杆、锚索对不稳定边坡进行加固，提高其抗滑能力；坡面防护措施。

（1）坡面柔性防护。对于坡面块状落石除采用单个逐一锚固的办法外，还可采取整体防护，如喷射混凝土网加短锚杆类防护。

近几年发展起来的 SNS 柔性网技术也是坡面地质灾害常用的防护措施之一，其采用专用钢丝绳、钢丝网、柱、钢绳锚杆等防护措施，变传统的刚性防护为柔性防护，对于主动防护体系类似于网喷混凝土，但防护的效果却大大高于前者，尤其对于坡面凹凸不平，岩块大小混杂的复杂条件均可较好的适用，还可对较大的块石进行主动加固，限制其位移，防治其产生滚落，由于系统本身的开放

性，可以最大程度上保持原坡面自然景观不变，因而是一种集防灾与环保的有效措施。

（2）坡面刚性防护。坡面块状落石可采用单个逐一锚固的方法或整体防护如喷射混凝土网加短锚杆等刚性防护，但本场地存在问题：

- ① 坡面凹凸不平，极不利于网喷混凝土施工的铺设；
- ② 施工场地可能占据较大的道路，影响交通，高空作业难度较大；
- ③ 坡面景观效果不好，不符合黄山风景区的要求。

故不易采用刚性防护措施。所以该方案采用 SNS 网主动柔性防护技术对各坡面进行防护。

3 SNS 防护网原理与特点

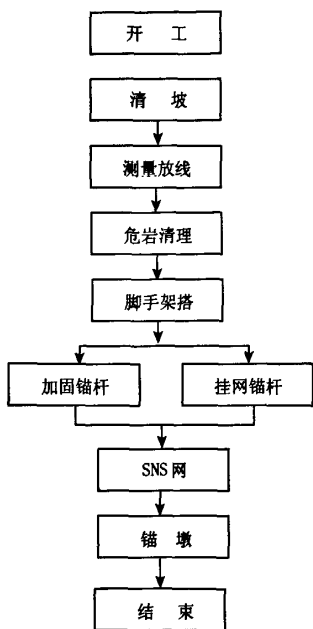
SNS 主动防护网系统是通过锚杆和支撑绳对各网块施加的预张力使各网块在坡面上张紧后对坡面危岩落石施以一定的预紧压力,从而提高危岩稳定性,阻止危岩落石的发生。改系统各构成部分在每一独立的防护区域内为一互相联系的共同作用整体,一旦坡面岩土体发生局部的变形或位移则系统将不是局部而是以整体的形式发挥作用。其特点:这是一种先进的危岩落石防护技术。其优点是施工周期短,对地形的适应性比较强,而且施工安装比较灵活,这种系统可以安装在坡面的任何位置。

4 设计参数

SNS 防护网类型:主动防护体系;防护网类别:GPS2 加强型,防护网层次:双层,内层为钢丝格栅,外层为钢丝网;钢丝网规格:D08/300/4m×4m 型,边缘为 4m×2m 型;支撑绳:横向,Φ12 纵向,横纵间距 4.5m×4.5m,两侧边缘为 4.5m×2.5m;格栅网规格:S0/2.2/50 型;钢绳锚杆:2Φ16 钢绳锚杆,上缘长 3m,中部机下侧为 2m,均锚入稳固岩土坡面。钢绳锚杆间距同支撑绳间距 4.5m×4.5m。缝合线:Φ8 钢丝。

5 施工工序及注意事项

5.1 施工工艺流程图



5.2 SNS 网施工工序

(1) 清除坡面防护区域内威胁施工安全的浮土及浮石,对不利于施工安装和影响系统安装后正常功能发挥的局部地形(局部堆积体和凸起体等)进行适当修整。

(2) 放线测量确定锚杆孔位(根据地形条件,孔间距可有 0.3m 的调整量),在孔间距容许的调整范围内,尽可能在低凹处选定锚杆孔位,对于非低凹处或不能满足系统安装的锚杆孔(一般连续悬空面积不得大于 5m²,否则宜增加长度不大于 0.5m 的局部锚杆,该锚杆可采用直径不大于 Φ12mm 的带弯钩的钢筋锚杆或直径不大于 2Φ12 的双股钢绳锚杆),应尽可能紧贴坡面,并应在每一孔位处凿一深度不大于锚杆外露环套长度的凹坑,一般口径 20cm,深 20cm。

(3) 按照设计深度钻凿锚杆并清孔,孔深应大于设计锚杆长度 5~10cm,孔径不大于 Φ42mm,当受岩体设备限制时,构成每根锚杆的两股钢绳可分别锚入两个孔径不大于 Φ35mm 的锚孔内,形成人字行锚杆,两股钢绳间夹角 15°~30°,以达到同样的锚固效果。当局部孔位因地层松散或破碎而不能成孔时,可以采用断面尺寸不小于 0.4m×0.4m 的 C15 砼基础置换不能成孔的岩石段。

(4) 注浆并插入锚杆,采用标号不低于 M20 的水泥浆,用水灰比 0.45~0.50 的纯水泥浆,水泥用 42.5 级普通硅酸盐水泥,在进行下道工序前注浆体养护不少于 3 天。

(5) 安装纵向支撑绳,张拉紧后两端各用 2~4 个(支撑绳长度小于 15m 时为 2 个,大于 30m 时为 4 个,其间为 3 个)绳卡与锚杆外露环套固定连接。

(6) 从上向下铺挂格栅网,格栅网间重叠宽度不小于 5cm,两张格栅网间以及必要时格栅网与支撑绳间用 Φ1.5mm 铁丝进行扎结。当坡度小于 45°时,扎结点间距一般不得大于 2m,当坡度大于 45°时,扎结点间距一般不得大于 1m(有条件时本工序可在前一工序前完成,即将格栅网置于支撑绳之下)。

(7) 从上向下铺设钢绳网并缝合,缝合绳为 Φ8mm 钢绳,每张钢绳网均用一根长约 31m(或 27m)的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并预张拉,缝合绳两端各用两个绳卡与网绳进行固定联结。

5.3 施工注意事项

(1) 危岩清理要分段分层次自上而下人工清理,由于清危主要在欠稳定的边坡地段,施工后形

成的坡体将采用锚杆加固和 SNS 网防护，所以为防止形成新的滑体，对现状边坡面主要为清理险石、孤石及浮土，避免撬动大块石。

(2) 搭设脚手架要确保在稳定性好的边坡，立柱间距 2m，架子宽度 2m，横杆高度 1.8m，以满足施工操作；搭设管扣要牢固和稳定，钢架与壁面之间必须楔紧，相邻钢架之间连接牢靠，确保施工安全。

(3) 在钻进锚杆孔过程中，要精神集中，合理掌握钻进参数、钻进速度，防止埋钻、卡钻等各种孔内事故。

(4) 安放锚杆杆体时，应防止杆体扭曲、压弯，注浆管宜随锚杆一同放入孔内，管端距孔底 50 - 100mm，杆体放入角度与钻孔倾角保持一致，安好后使杆体始终处于钻孔中心。

(5) 注浆完毕后至少 24h 后才能浇注锚墩，锚墩施工应在 SNS 网施工完毕后进行，施工时尽量避免锚头震动。

6 结语

黄山风景区钓小旅游公路边坡地质灾害治理工程，历时 3 个月，圆满完成全部设计工程，治理后的边坡功能符合要求、视觉美观，一次性通过验收组验收。目前经过几个月的营运，受到业主的好评（图 7）。



图 7 边坡治理后效果图

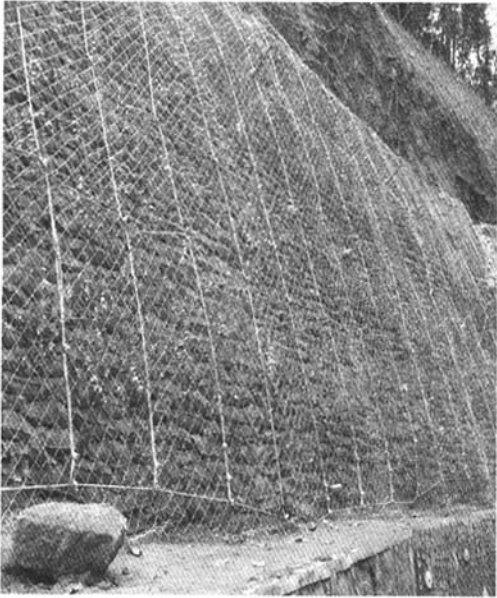


图 8 边坡支护治理后效果图

参考文献：

- [1] GB50330 - 2002, 建筑边坡工程技术规范[S].
- [2] GB50086 - 2001, 锚杆喷射混凝土支护技术规范[S].
- [3] DZ/T0219 - 2006, 滑坡防治工程设计与施工技术规范[S].
- [4] 马鞍山长江地质工程公司. 黄山风景区钓小旅游公路边坡治理工程设计方案[R].