

广西寨任二级公路大坝村滑坡治理工程技术

黄 海, 吕富雪

(广西桂林水文工程地质勘察院, 广西 桂林 541002)

摘 要:介绍了六寨至水任二级公路大坝村山体滑坡的治理方案、施工工艺、施工中遇到的问题及处理方法,在滑坡治理方案中采用了抗滑桩+预应力锚索+锁梁等组合抗滑结构形式。经过了 5 年多时间的考验,证明治理方案和施工工艺是合理的。

关键词:滑坡治理;抗滑桩;预应力锚索;锁梁

中图分类号:U418.5⁺5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)05-0033-03

1 工程概况

六寨至水任二级公路是国道主干线重庆至湛江公路,成都至北海公路重要路段,属西南公路出海大通道的重要组成部分。2001 年 11 月开始运营,沿线地形陡,水文地质、气候条件复杂,穿越崇山峻岭,地势极为险峻,有广西的“青藏公路”之称,生态环境脆弱,属地质灾害高发区。大坝村滑坡于 2001 年 2 月路堑开挖接近设计标高时形成高约 25 m 的临空面,而发生蠕滑变形,裂缝长 40~190 m,宽 0.1~0.7 m,错落高度 0.1~0.5 m,分布面积约 12500 m²,体积约 18 万 m³,主滑方向与公路呈近 40°斜交,边坡上排水沟部分已被破坏、开裂。严重影响公路路基施工和威胁坡下近百户村民及坡上塔式电杆的安全。

2 工程地质特征

该滑坡属云贵高原桂西隆起带,区域地貌为构造剥蚀残积崩坍堆积中低山,山高谷深,地形坡度较陡,自然坡度一般 20°~40°,局部 50°~80°,地面相对高差 200~490 m。

根据我院提供的《寨任二级公路 K56+660~860 路段大坝村滑坡工程地质勘察报告》,滑坡场地内主要分布有:种植土(Q₄)、含粉土块石、碎石(Q₄^{cel})、含粉土碎石角砾(Q₄^{cel}),基岩为炭质泥灰岩(C₁),其野外特征按自上而下的顺序描述如下:

①种植土(Q₄),以粉土为主,混有碎石、角砾约为 35%,松散、稍湿,层厚 0.3~0.4 m。

②含粉土块石、碎石(Q₄^{cel}),为 I 类混合土,以

碎石、角砾为主,含量 50%~80%,结构松散,稍湿,层厚 5.3~10.95 m。

③含粉土碎石角砾(Q₄^{cel}),为 I 类混合土,以碎石、角砾为主,含量 63%~85%,结构松散,稍湿,层厚 4.3~10.25 m。

④炭质泥灰岩(C₁),灰色,薄~中层状,节理裂隙发育,岩层产状 34°∠52°。按风化程度可分为:全~强风化炭质泥灰岩,岩石多风化为土夹石状,原岩结构较明显,节理裂隙极发育,质软,遇水易崩解软化,其中顶面 0.2~0.3 m 风化粘土为饱和软化状,为滑坡滑动带,层厚 0.5~6.8 m;弱~微风化炭质泥岩,细裂隙较发育,少量方解石细脉充填,岩块较坚硬,硬质合金钻具较难钻进,厚度不详。

3 水文地质特征

本工点地下水为孔隙水和基岩裂隙水,该区降雨充沛,是地下水主要补给来源之一。含粉土块石、碎石和含粉土碎石、角砾含水、透水性较强,地下水运动速度较快。据注水试验资料,其渗透系数 $K = 4.5 \times 10^{-4}$ cm/s。强、中风化炭质泥灰岩节理裂隙虽然较发育,但多被方解石脉和泥质充填,呈弱透水性,尤其是全~中风化炭质泥灰岩起相对隔水作用。由于雨季降水量大,大量地表水下渗使岩体风化界面的土石强度降低,边坡压力增大,加之又有坡率较陡及临空面,使边坡工程地质条件恶化,是造成边坡滑移的主要原因。

4 滑坡的治理方案

根据大坝村滑坡的成因、类型、规模、发展趋势,

收稿日期:2006-11-24

作者简介:黄海(1973-),男(壮族),广西靖西人,广西桂林水文工程地质勘察院主任工程师,水文工程地质专业,从事工程地质、地质灾害、岩土工程勘察设计及施工工作,广西桂林市象山区铁西金竹街,13977375084,huanghai7325@163.com;吕富雪(1973-),男(汉族),广西永福人,广西桂林水文工程地质勘察院工程师,勘察工程专业,从事工程地质、地质灾害、岩土工程勘察设计及施工工作。

业主对滑坡治理方案要求是:(1)保证路基顺利施工以及将来公路正常运行;(2)保证滑坡不再沿山脊向上发展,即不得在滑坡后缘再出现牵引滑坡;(3)确保上边坡塔式电杆和下边坡村民的生命安全。

因此,该滑坡的治理必须是用工程措施在整个滑坡范围内进行加固,经加固处治后的边坡能保证路基施工安全,在公路设计使用年限内,边坡不再发生滑移、蠕变变形现象。经分析论证,确定该滑坡采用如下综合治理措施。

4.1 防水、排水措施

渗入滑坡体的雨水和滑坡体内的地下水会加重滑坡体的重力,恶化滑动面的力学性质,因此防止雨水渗入和排泄滑坡体内地下水对治理滑坡具有重要意义。

具体措施为:(1)所有直观看到的地面裂缝用粘性土填平夯实;(2)修补滑坡后缘及坡体已有被损坏的排水沟,使滑坡地表排水顺畅;(3)在滑坡前缘,施工 8 个仰角为 5° 的泄水孔,埋设 $\varnothing 63$ mm 的热镀锌管,使积存在滑坡体内的部分地下水排出,改善滑动面的物理力学状态。

4.2 支挡、加固措施

坡体一经滑动就说明已失去力学平衡,暂时的稳定也只是表明坡体处于极限平衡状态,一旦雨水渗入就将打破平衡引起新的滑动,仅靠坡体的自身稳定是不能保证滑坡体长期稳定的,因此必须在整个滑动范围内进行加固。

具体措施是:设 2 道预应力锚索 + 抗滑桩 + 锁

梁加固。抗滑桩下部嵌于稳定坚固的岩体中,桩径为 1500 mm,桩距 4.5 ~ 6.5 m,桩顶设锁梁,梁上设置 1 道预应力锚索,每根抗滑桩顶下 3 m 处设置一束预应力锚索,每束锚索设计预应力均为 900 kN,锚索与水平夹角均为 25° ,锚索内锚固段进入稳定的岩体中,由此形成抗滑桩与预应力锚索和锁梁组成一组稳定的组合结构,这种结构不同于常用的悬臂式抗滑桩形式,它可改善抗滑桩的稳定和受力状态,大大提高抗滑桩的抗滑能力。治理加固措施如图 1、2 所示。

5 施工工艺

5.1 抗滑桩锁梁施工

抗滑桩施工前,先对坡面上的裂缝用粘性土进行填平夯实,修补排水沟。抗滑桩采用人工挖孔,由于桩距较小,为避免同时开挖桩孔造成临空面,引起新的滑动,我们采取相邻的 4 个只开挖一个,在上一批桩浇注混凝土 2 天之后方可开挖下一批桩孔。施工时正值雨季,滑坡正处于蠕滑阶段,当挖到滑动面附近时,人工开挖难以成孔,浇注的混凝土护壁第二天就因滑坡蠕动变形破坏,为此采取了 2 项临时加固措施:(1)因施工场地所限,不能对滑坡前缘进行大面积的堆土压脚,我们采用袋装泥土堆压坡脚,这种反压能使滑坡处于暂时相对稳定状态;(2)将原先 C25 素混凝土护壁改为 C25 钢筋混凝土,搅拌混凝土时掺入适量早强剂,提高桩孔的孔壁稳定性。实践证明这 2 种措施是可行的。成孔后,经监理工

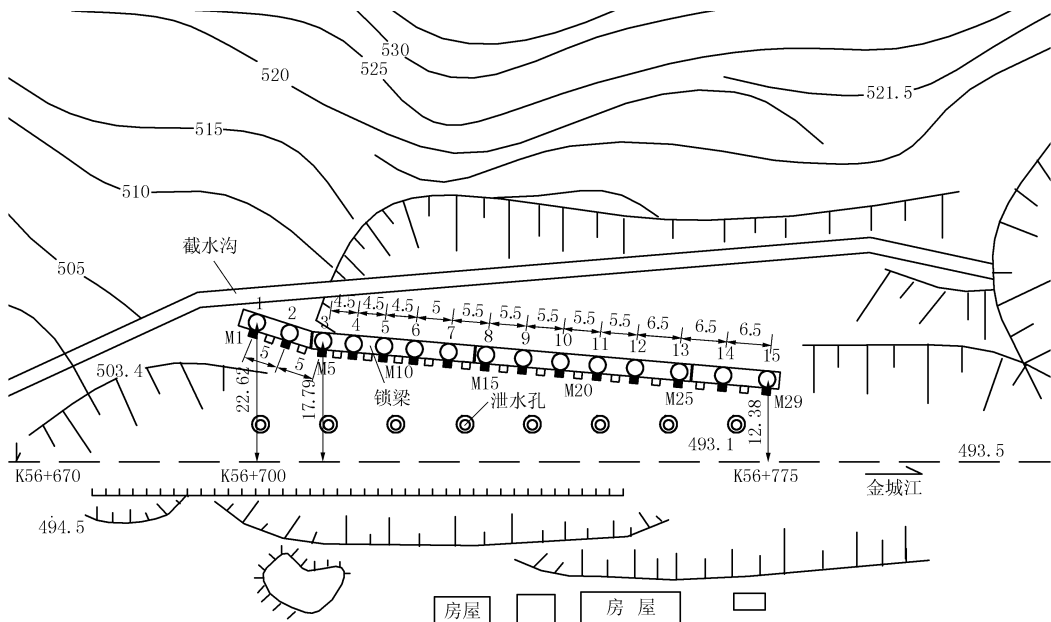


图 1 滑坡地貌及加固措施平面示意图(单位:m)

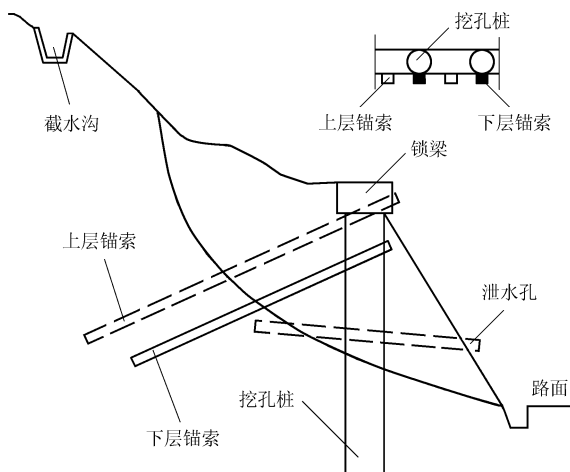


图 2 预应力锚索 + 抗滑桩 + 锁梁加固示意图

工程师进行检查验收,安放钢筋笼及时浇注混凝土,在锚索孔位置处预埋一根 $\varnothing 150$ mm 的 PVC 管,埋设时注意位置、倾角要准确,安放要牢固,避免振捣混凝土时 PVC 管移位,同时作好管口保护,以免混凝土进入管内。

5.2 造锚孔

锚孔设计孔径 110 mm,孔深由滑床深及锚固段长度决定,即等于锚固段长加自由段长,钻孔必须达到设计孔深,由于滑坡体岩体较破碎,孔底落渣较多,一般超打 0.5 m 左右,终孔后用高压风吹洗干净。采用 MGJ-50 型锚杆钻机,风动潜孔锤,动力采用英格索兰 VPH700 型空压机。在岩体完整地段,钻进速度很快,在岩体破碎带及滑动面附近,则常常发生跑风、塌孔、返渣少现象,这些地段往往需经处理后才能通过,强行通过极易发生卡钻或掉钻头现象。在含粉土块石碎石层中,钻进时易塌孔或偏位,我们采用下套管护壁方法,效果较好。

5.3 锚索的制作安装

锚索采用高强低松弛无粘结预应力钢绞线,标准抗拉强度 1860 MPa,直径 15.24 mm,截面积 140.00 mm^2 ,破坏力 260.7 kN,弹性模量 199 GPa,延伸率 $>4.0\%$,对中支架、内锚板、导向帽均自制。根据设计,一束锚索的承载力为 900 kN,用 6 根钢绞线制成,锚固段除去保护层及擦干净油脂,以提高锚固效果,增加锚固力。为张拉需要,钢绞线截长为锚索设计长度加 1.0 m 的预留张拉段,锚索的内端头安装内锚板及导向帽,注浆管直通至导向帽,内锚固段每 1.0 m 设置一对中支架,自由段每 1.5 ~ 2.0 m 设置一对中支架,组装时要求理顺钢绞线,不得有交叉重叠现象。

5.4 锚孔注浆

锚孔注浆是锚固质量好坏的关键工序,注浆采用 M30 水泥砂浆,水灰比为 0.38 ~ 0.45,注浆设备为 UB1.8 型灰浆挤压泵。注浆前应先用纯水泥浆润滑注浆管,以确保砂浆畅通,防止管道堵塞,注浆浆液由孔底往孔口注,随着砂浆注入缓慢地将注浆管往外拔,但注意注浆管必须低于孔内浆液面 2 ~ 3 m,待锚孔口溢出水泥石浆后再拔出注浆管。

5.5 锚索张拉

锚索张拉应在内锚固段砂浆和锁梁混凝土达到设计强度后进行,具体为在内锚固段注浆 20 天后及锁梁混凝土浇注 15 天后进行。张拉设备采用 YDC260-200、YCW100A-200 型千斤顶和与之配套的 BZXZ-500 型高压油泵, OVM 锚具。张拉作业前对张拉设备进行标定,绘出千斤顶输出力(kN)和压力表指示压强(MPa)的关系曲线,作为锚索张拉时的依据。由于锚索由 6 根钢绞线组装而成,不可能保证每根钢绞线长度完全一致,为确保锚索中每根钢绞线均匀受力,先用 YDC260-200 型千斤顶对单根钢绞线进行预张拉,张拉力控制在设计拉力的 10% ~ 20%,然后用 YCW100A-200 型千斤顶对 6 根钢绞线进行整体张拉,分 5 级进行张拉,分别为 25%、50%、75%、100%、110%,考虑到各种因素的影响将造成预应力损失,对锚索超张拉至设计拉力的 110%,待压力稳定不少于 5 min,即可锁定。

5.6 外锚头保护

前述工序结束后,将多余的钢绞线切除后用 M30 水泥砂浆将锚头封闭,保护层厚 <50 mm,以防自然环境对锚索的风化侵蚀,延长锚索寿命。

5.7 排水孔施工

排水孔设计孔径 110 mm,孔深 15 m,仰角 5° ,排水管为 $\varnothing 63$ mm 热镀锌管,在强风化岩层段排水管为花眼,并用 20 ~ 40 目的铝质纱网绑扎固定,制成渗水管,待钻孔完成后下入孔内,并在孔口下 50 cm 段用 M20 水泥砂浆封闭排水孔与孔壁间隙。实践证明,排水孔施工后,在雨季大量的地下水通过排水孔涌出,为减轻边坡的动水压力起了明显的作用。

6 治理效果

该滑坡治理工程于 2001 年 10 月竣工,根据对甲方的回访,工程竣工到现在 5 年多时间再没有出现滑动现象。

采用预应力锚索 + 抗滑桩 + 锁梁组成的抗滑结构形式,不仅投资省(该治理工程造价仅 110 万元),而且工期短,治理效果佳,经济效益非常明显。