

抗滑桩在中缅天然气管道某滑坡地质灾害中的应用

王显伟 毛启平

四川省地质工程勘察院集团有限公司 四川成都 610000

摘要: 针对中缅天然气管道某处发生的滑坡地质灾害, 该灾害对管道的安全运行构成了潜在威胁。本研究深入探讨了滑坡的边界特征、规模、物质组成等基本特性, 并提出了切实有效的治理措施, 旨在确保管道设施的安全性及稳定性。解决这一问题不仅能够提升地质灾害防治技术的应用水平, 还将为类似工程提供宝贵的参考依据。

关键词: 抗滑桩; 滑坡; 治理

一、工程概况

(一) 工程基本情况

中缅天然气管道某滑坡位于云南大理巍山县紫金乡。中缅天然气管道、原油管道、成品油管道沿滑坡中部斜穿通过。滑坡长约154.6m, 宽约131.4m, 厚约9.1m, 面积约10472.11m², 体积 $9.54 \times 10^4 \text{m}^3$, 主滑方向249°, 为一小型浅层推移式土质滑坡。

(二) 工程地质条件

1. 地形地貌

根据区域资料分析, 工程区位于巍山彝族回族自治县西山山脉构造剥蚀侵蚀高中山地貌区。工程区最高高程约2122m, 最低高程约2008m, 高程差114m。滑坡位于一斜坡地形中上部地带。滑坡后部为一斜坡上部陡缓过渡的缓坡平台, 该平台宽30~80m, 长约145m, 为新九村居民集居地, 经人工改造呈阶状展布, 总体地形坡度10~15°; 平台下部为一高4~6m陡坎, 其下部H1滑坡区为呈阶展布的耕地和林地, 阶坎高1.5~4m不等, 阶面宽5~20m, 长20~50m, 阶面坡度5~15°, 总体地形坡度20~35°; 滑坡前缘为一宽10~40m缓坡平台, 长约250m, 阶面坡度5~15°, 其前部为一25~35°的陡坡。滑坡两侧各发育一条宽0.3~0.5m小型冲沟, 沟深0.5~1.5m, 有季节性水流发育。

滑坡区内及外围主要为旱地和核桃树等混合地, 工

程区植被覆盖率大于60%。

2. 地层岩性

第四系全新统滑坡堆积(Q4del)。根据地质测绘和钻探揭露, 滑坡堆积物为碎石土夹粉质黏土, 与周边崩坡积成分相近。碎石土: 黄褐、黄棕色等杂色, 稍密~中密, 稍湿~湿; 碎块呈棱角状, 主要成分为中风化板岩、粉砂岩; 粉质黏土充填, 含量30~45%。粉质黏土: 黄棕色, 可塑~硬塑, 无摇振反应, 干强度中等, 韧性中等, 含角砾, 粒径一般1~2cm, 含量约占15~20%, 呈棱角状, 母岩成分主要为板岩、粉砂岩。呈透镜体状间夹于碎石土中, 层厚变化较大。滑坡堆积物表层0.3~0.5m富含植物根系。

第四系全新统崩坡积(Q4col+dl)。碎石土: 黄棕色等杂色, 稍密至中密, 稍湿至湿; 碎块形状呈棱角状, 主要由中风化板岩、粉砂岩构成; 粉质黏土作为充填物, 含量在30~45%之间, 状态为可塑至硬塑。局部间夹粉质黏土透镜体, 呈可塑~硬塑, 含砾石。表层30~50cm富含植物根系。

更新统堆积(Qp)。根据地质测绘和钻探揭露, 该套地层为漾濞江高阶地残留的冲洪积和山前崩坡积形成的混合堆积物, 主要为碎石土和块石土, 局部夹粉质黏土和细砂层透镜体。碎石土: 黄棕色, 中密, 稍湿~湿; 碎石粒径2~20cm, 含量55~70%, 呈棱角状, 主要成分为中风化板岩、粉砂岩; 粉质黏土充填, 含量30~45%, 呈可塑~硬塑状。块石土: 灰黑、灰褐等杂色, 中密, 稍湿~湿; 块石粒径25~55cm, 个别大于1.5m, 含量50~70%, 主要成分为中风化板岩、粉砂岩; 碎石、粉质黏土等充填密实。该层中间夹细砂透镜体, 层厚0.5~1.5m。

作者简介:

1. 王显伟(1976.03-), 男, 汉, 四川成都人, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑行业。

2. 毛启平(1990.11-), 男, 汉, 四川泸县人, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑行业。

(三) 滑坡基本特征

1. 边界特征、规模

边界特征。滑坡中、后部变形迹象明显，前、后缘及左侧边界特征明显，形状在平面上呈“簸箕”状。后缘界定于陡坎脚部，前缘则在前部地形陡缓变化之处，左侧由微地貌变化形成的小型冲沟划分，而右侧边界则依据变形迹象的延伸及地貌微凸的分水岭来确定。

规模。该滑坡纵向长约154.6m，横向平均宽约131.4m。滑坡体空间分布不均匀，总体上右侧较薄，左侧较厚，后部较薄，中、前部稍厚，后缘一带厚4.8m-13.8m，中、前部厚6.8m-11.5m，平均厚约9.1m，面积约10472.11m²，体积9.54×10⁴m³。主滑方向249°，属小型浅层推移式土质滑坡。



图1 滑坡体全貌图

2. 物质组成及结构特征

滑坡体土特征。滑坡体为第四系滑坡堆积形成的碎石土夹粉质黏土。碎石土：连续分布于斜坡上部，为同期崩坡积混合物，稍密-中密，稍湿-湿；碎石粒径2~10cm，含量35%~45%，块石粒径20~45cm，含量15%~20%，碎块呈棱角状，主要成分为中风化板岩、粉砂岩；粉质黏土充填，含量30%~45%，局部夹含碎石粉质粘土层。粉质黏土：黄棕色，可塑~硬塑，无摇振反应，干强度中等，韧性中等，含角砾，粒径一般1~2cm，含量约占15%~20%，呈棱角状，母岩成分主要为板岩、粉砂岩。该层位于滑坡体底层，呈透镜状分布。

滑带土特征。根据钻探显示，滑坡体底层粉质黏土层与下伏碎石土界面为该滑坡内部均存的软弱结构面，其滑带土为含砾粉质黏土，黄棕、灰黑等呈杂色，软塑，干强度较高，韧性中等，无摇震反应，砾石含量

15%~25%，粒径0.5~1cm，棱角状，厚度0.2~0.3m。

滑床特征。根据区域资料和本次勘查揭露，该滑坡滑床主要为第四系更新统(Qp)碎石土和下伏三叠系上统三合洞组二段(T3s2)板岩。板岩：灰黑色，层状结构，块状构造，强风化强度低，锤击易碎，中风化强度较高。在滑坡区西侧外围约500m处紫金线陡坎地带有出露，岩层呈单斜产出，岩层产状170°~178°∠15°~29°。

(四) 地质灾害危害程度

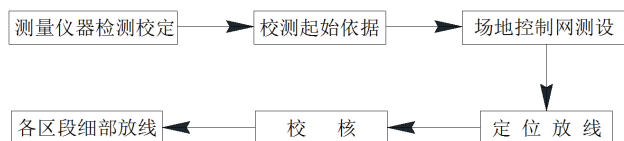
根据现场勘查以及对相关资料的分析：滑坡长约154.6m，宽约131.4m，厚约9.1m，体积9.54×10⁴m³；滑坡后缘发生下错沉降，滑坡中部发生2处溜滑，体积约240~600m³。前部局部堡坎出现胀裂变形；主滑方向249°，为一小型浅层推移式土质滑坡。其特点是：滑坡体的形态清晰、变形强烈，滑坡失稳对管道的危害性较大，以及影响斜坡体上耕地、经济林地，前部居民、村道过往行人的生命财产安全，进行工程治理刻不容缓。

二、治理工程设计

抗滑支挡线位于坡体下部，设置22根抗滑桩，其中Z1桩长11m、Z2桩长15m、Z3、Z4、Z7~Z11桩长18m；Z5、Z6、Z12~Z14、Z22桩长20m；Z15~Z21桩长22m；桩芯间距6m，截面尺寸1.5m×2.0m，均采用C30混凝土浇筑；桩顶均低于地面线0.5m。

三、施工组织设计及主要技术措施

1. 施工测量



2. 抗滑桩施工

(1) 开挖原则

根据地层岩性特征，选择合适的开挖工艺进行施工。粉质黏土、碎石土采用铁锹配合风镐开挖。碎石、块石采用风镐、水磨钻开挖。

(2) 施工放线测量

按设计给定坐标进行定位，用RTK进行实地放样，以轴线位置引出护桩，便于现场施工人员施工时随时进行校核、检验。

(3) 桩锁口井圈施工

在挖孔桩孔口做钢筋砼锁口，锁口厚400mm。锁口混凝土浇筑完成后，于其周边1米范围内实施土石方开

挖,形成一道高约0.2m围挡,以防止地表水渗入及杂物掉入孔中。

(4) 搭设施工平台

在混凝土锁口外侧,采用木板搭设操作平台。井口平台应只留出渣口及人员出入口,其余地方进行封闭。合理堆放材料和机具,减轻孔壁压力、不影响施工。在平台上搭盖篷布,用于遮挡雨水,确保施工不受天气影响。

(5) 桩孔开挖

作业机具。包括提桶、卷扬机、提绳、风机、风管、镐、锹、风镐、水磨钻、低压照明灯等。

施工方法。跳桩开挖,采用二序跳一挖一施工方法。边挖边支护。全断面开挖,在护壁工作进行前,对桩孔尺寸进行校正,满足设计要求。孔口周边应保持清洁,禁止杂物堆积。孔内挖掘出的土方应临时堆放于桩间或桩孔前方,并每日利用挖掘机、装载机协同自卸车转运至指定废弃物堆放区,避免过量堆积。护壁采用木模板支护。

土方开挖。土方采用自上而下分段开挖,分段长度为1.0m。模板支护完成后,校正中心位置。护壁砼必须用振捣棒振捣密实,当砼达到80%的强度后,方可拆除。之后开挖下一段土方,钢筋制安、支模、浇筑,如此循环,直到挖至设计深度。

土石方运输。在井口平台安装起吊设备,用吊桶提升到孔外。孔口采用钢管脚手架搭设,四周必须设置护栏,护栏高度宜为1.20m。

孔内通风。孔内开挖至10m以下时,向孔内进行送风。每次下孔前用空压机向孔内送风至少15分钟,待孔内废气循环彻底后方可下井作业。

孔壁保护。桩孔挖掘及护壁不宜中途停顿,以防坍塌。护壁每天必须检查是否有变形、裂缝、渗水等情况。孔内设置应急软爬梯,人员上下井采用安全可靠并有自动卡紧保险装置的吊笼。

终孔检验。挖至设计孔深,清理孔内残渣,验收合格后,立即进行同标号混凝土封底。

(6) 护壁模板制作安装

模板使用木模板。在砼浇筑之前,需确保与砼直接接触的模板表面均匀涂刷脱模剂。模板的安装应遵循自下而上的原则,在确保下层模板精准定位并稳固支撑后,

方可着手进行上一层的安装工作。模板就位后,要及时采用木方、钢管进行支撑加固,以保证模板整体稳定。模板拆除时,应先拆除侧模,后拆底模;先拆非承重部分,后拆承重部分;应逐块拆卸,不得成片松扣撬落或拉倒。

(7) 桩芯钢筋制作

钢筋笼的制作与安装,钢筋加工在钢筋房内进行。由技术人员按图纸及规范要求提出加工计划,在钢筋房加工成半成品,按现场进度随用随运。由于施工场地各种因素限制,加工好的桩孔钢筋采用人工搬运至孔口,钢筋入孔采用在孔口搭设天滑轮,逐根放入桩孔内进行连接、绑扎制作的施工方式进行。

(8) 护壁及桩芯混凝土灌注

本工程抗滑桩混凝土用量较大,为了加快施工进度保证混凝土质量,抗滑桩护壁及桩芯砼采用商品混凝土,混凝土搅拌车运送溜槽前,溜槽输送入仓浇注。

清理桩底浮渣并铺设5~10cm厚同标号砼封底。灌注桩身砼时,混凝土应通过串筒或导管进入桩孔,串筒或导管的下口与混凝土面的距离不得大于3m,且应保持1m以上。每连续灌注0.5m~0.7m时,应插入振动器振捣密实一次,分层振捣搭接高度不小于0.2m。对已浇注完成的抗滑桩,需细心洒水养护,确保混凝土表面持续保持适宜的湿润度,养护周期不得少于7个昼夜。

结语

近年来,由于极端天气事件的频发,地质灾害对管道安全构成了严重威胁。在此背景下,抗滑桩作为一种有效的管道地质灾害治理手段,因其施工便捷性和成本效益性而被广泛采用。在滑坡灾害的防治中,抗滑桩发挥着不可或缺的作用。

参考文献

- [1]熊朝辉.深汕高速公路101滑坡整治新技术——圆安抗滑桩明洞[J].岩石力学与工程学报,2001,(04):532-537.
- [2]史佩栋.评《桩基工程手册》[J].岩土工程学报,1997,(02):119-120.
- [3]王恭先.滑坡防治中的关键技术及其处理方法[J].岩石力学与工程学报,2005,(21):20-29.