

# 陕西省镇坪县竹溪河街滑坡治理方案优选及治理效果

王亚军, 李宏智, 杨鲁飞

(西北有色地质勘查局, 陕西 西安 710054)

**摘要:**介绍了对陕西省镇坪县竹溪河街滑坡治理方案的优化选定过程,提出了4种方案进行对比分析,对确定的桩锚联合支挡方案及实施效果进行了论述。

**关键词:**滑坡治理;方案优选;桩锚联合支挡

**中图分类号:**P642.22 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)08-0067-03

## 1 滑坡基本状况及勘察结论

### 1.1 滑坡基本状况

竹溪河滑坡位于陕西省镇坪县城竹溪河与南江河交汇处北侧约200m的竹溪河街后山一斜坡上。坡体前缘因修筑楼房形成人工护坡陡坎。自然坡面倾向 $90^{\circ} \sim 136^{\circ}$ ,坡度为 $28^{\circ} \sim 42^{\circ}$ ,坡面现为退耕地,植被稀疏;斜坡后缘树林茂密,自然坡度陡峻,坡度 $60^{\circ}$ 左右,偶见岩质陡坎;坡脚(街道)地面标高897m,山脊地面标高1164m,高差267m。竹溪河街道靠山侧房屋均建在坡脚,大部分是削坡建房,计有20余栋3~5层楼房。

2003年雨季,街道靠山侧已经有多处房屋因后山滑体蠕动下移出现裂缝,数栋房屋已成危房,迫使坡下居民搬迁撤离。该滑坡若遇连续强降雨,就会继续蠕动变形,直至整体滑移,一旦大范围下滑,对县城的破坏将十分严重,威胁竹溪河街道136户544人的生命安全及450间房屋的财产损失,是县城安全稳定的一大隐患。为此,镇坪县政府高度重视,上报给相关管理部门。经县、市、省国土资源部门评估后决定对该区进行勘察并治理。我单位承担了该项目的勘察及治理设计任务。

### 1.2 勘察结论

该滑坡依据其地貌形态可分为I、II 2个亚区。I区长120m,宽130m,厚度0~27m,滑坡体体积 $37 \text{万 m}^3$ ;II区长60m,宽70m,厚度0~21m,滑坡体体积 $6 \text{万 m}^3$ 。滑坡类型属潜在堆积层滑坡,滑体为第四系冲洪积夹坡积堆积层,其规模属中型滑坡。

勘察报告对该滑坡的稳定性进行了定量计算与分析评价,计算采用不平衡推力传递法并取稳定系数1.2作为坡体稳定性判别依据,计算结果见表1。

表1 滑坡稳定性验算结果

滑坡分区		I 区		II 区	
计算剖面编号		I - I'	II - II'	III - III'	
稳定系数 $K_s$	天然状态	1.21	1.15	1.25	
	饱和状态	1.09	0.99	1.07	

根据定性分析与定量计算结果,勘察报告认为I区滑体暂处于相对稳定状态,II区滑坡处于不稳定状态。

## 2 滑坡治理设计方案的选取及优化

### 2.1 治理范围及设计基本参数

受治理资金的限制,治理设计主要针对II区进行,治理范围约60m。I区仅作坡面截排水处理。

本次设计以勘察报告中最危险II-II'剖面为计算依据,粘聚力 $c$ 取值为20kPa,内摩擦角为 $23^{\circ}$ ,安全系数取1.20,经计算知设计桩位前剩余下推力为685kN/m。

### 2.2 滑坡周边环境

滑坡周边环境极为复杂。整个滑体为一斜坡,滑舌前为建房开挖形成的陡坎,高度9~10m不等,为简易人工砌筑毛石挡墙,且是由各家自行修建,参差不齐,整体性差;挡墙面离建筑物最大距离3m,楼房一层基本与坡脚相连,部分楼房3层以上也延伸到开挖陡坎上与坡体相连。楼房前面即为街道,是唯一一条山安康通往镇坪到重庆的交通要道。滑坡II区西南端和I区相连,北端直到坡体尖灭处均与已有建筑相连。上山的通道只有滑体下方楼房间2个不到10m宽的尚未建设的空地。由此可见,施工可利用的场地非常狭小,只能利用这2条通道,作为施工场地的进料出渣口,这使治理方案的选择存在很大的局限性。

收稿日期:2008-06-01

作者简介:王亚军(1962-),女(汉族),陕西高陵人,西北有色地质勘查局工程师,地质矿山专业,从事岩土工程勘察、施工技术工作,陕西省西安市雁塔路中段78号,wangyj626393@yahoo.cn。

### 2.3 可供选择的治理设计方案

根据该滑坡的周边环境及Ⅱ区滑坡现状,有效的治理方案有削坡卸载、大截面悬臂抗滑桩支挡结合地表排水与地下排水措施、桩锚联合支挡结合地表与地下排水措施、锚杆格构梁支挡结合地表排水与地下排水措施4种治理方案。

### 2.4 方案对比

为了选择科学合理,经济可行的治理方案,我们对上述4种方案进行了初步设计。

#### 2.4.1 削坡卸载方案

此方案共需卸载Ⅱ区土方约6万 $m^3$ ,Ⅰ区土方约2万 $m^3$ 。工程造价约220万元。由于治理区附近无弃土场,8万 $m^3$ 土石排放将造成一个新的环境问题。而且,Ⅱ区滑坡体卸载后形成新的高陡边坡,出现新的稳定问题,同时Ⅱ区卸载也会使Ⅰ区稳定性降低,风险较大。

#### 2.4.2 大截面抗滑桩方案

在Ⅱ区滑坡体下缘已有挡墙内侧设置抗滑桩一道,共13根,桩间距5.0m,桩后(非靠山侧)设置浆砌片石挡护墙,墙身下部设仰斜排水孔一道,上部设置泄水孔,滑坡顶设截水沟一道。

桩径2.0m $\times$ 2.5m,桩长20m,桩顶设连梁一道。人工挖孔,200mm厚钢筋砼护壁跟进,要求嵌岩3m,总挖方量1809 $m^3$ ,钢筋砼量2048 $m^3$ 。

由于受地形限制,抗滑桩紧贴原有浆砌挡墙布置。原有浆砌挡墙为各住户自行砌筑,结构不一,质量参差不齐,自身稳定性差。大断面抗滑桩开挖时容易造成原有浆砌挡墙失稳倒塌,同时,滑体土压力断面也相对较大,使施工安全难以保证。

就具体施工而言,为了保证施工安全,就须控制

施工进度,而且,大量的渣土外运及施工材料进场也比较困难,材料堆放场地狭小,即使每次存一根桩的材料(砂、石约150 $m^3$ )也无法保证,很难在预定的工期(雨季以前)竣工,可实施性差,造价相对提高。

#### 2.4.3 桩锚联合支挡方案

在Ⅱ区滑体下缘设置锚拉抗滑桩一道,共17根,桩间距3.7m,每个桩顶设 $\varnothing 130\text{mm}\times 30\text{m}$ 锚索一根,桩后(非靠山侧)设置浆砌片石挡护墙,墙身下部设仰斜排水孔一道,上部设置泄水孔。

桩径1.4m $\times$ 1.7m,桩长20.0m,桩顶设连梁一道。人工挖孔,200mm厚钢筋砼护壁跟进。要求嵌岩3m,总挖方量1033 $m^3$ ,钢筋砼量1250 $m^3$ 。

与大截面抗滑桩方案相比,桩顶锚索有效地补偿了抗滑桩减小部分的抗力。桩径减小使抗滑桩施工安全性大大提高;渣土、原材料相对减少49%,材料场地每次可存放一根桩的材料,使施工场地得到保障;施工周期缩短,施工可操作性较好。

#### 2.4.4 锚杆格构梁方案

锚杆格构梁设计参数:锚杆 $\varnothing 130\text{mm}\times 30\text{m}$ ,锚拉杆2 $\varnothing 28$ ,间距3m $\times$ 3m,格构梁截面400mm $\times$ 400mm,梁内M7.5浆砌片石护面。总工作量:锚杆2520m,格构梁钢筋砼81 $m^3$ ,浆砌片石171 $m^3$ ,结构底部设仰斜排水孔一道。此方案在原有墙体上施工,没有施工场地,设备无法进入。若拆掉原有挡墙,分段削坡施工,大面积开挖容易造成滑坡变形,无法保证施工安全及工程安全。

#### 2.4.5 4种方案的比较分析

4种方案在安全性、造价、工期、可实施条件等方面的对比如表2。

表2 四种治理方案对比

治理方案	主要工程量	造价/万元	工期/天	施工安全系数	治理后安全隐患	对环境的影响	施工条件
削坡卸载	土方8万 $m^3$	约220	约120	大	大	大	一般
大口径抗滑桩	挖方1809 $m^3$ ,钢筋砼2048 $m^3$ 。坡面截水沟一道,仰斜排水孔12根320m	约230	约150	小	小	小	差
桩锚联合支挡	挖方1033 $m^3$ ,钢筋砼1250 $m^3$ 。 $\varnothing 130\text{mm}$ 锚索一道计17根。坡面截水沟一道,仰斜排水孔12根320m	约180	约140	大	小	小	较好
锚杆格构梁	锚杆2520m,格构梁钢筋砼81 $m^3$ 。卸载2000 $m^3$ 土方。坡面截水沟一道,仰斜排水孔12根320m	约150	约120	小	中等	小	不具备

### 2.5 治理方案的选定

经过对以上4种方案进行比较,结合现场的狭小空间以及滑舌前有危房等复杂环境因素对其施工的影响,综合考虑后,认为第3种治理方案即桩锚联合支挡治理方案具有安全性好、施工较容易、能保证

工程进度和质量,造价相对较低等优点。所以,把此治理方案上报并组织专家进行论证,最后确定了采用桩锚联合支挡结构+地表排水+地下排水+桩后护面墙(非靠山侧)对该滑坡Ⅱ区进行治理。

### 3 施工图设计及施工治理效果

方案对比选定后,即开始施工图设计,该阶段进一步对选定的方案进行优化与细化。

#### 3.1 主要设计项目及工程量

(1)抗滑桩 17 根,桩长 20 m,断面 1.4 m × 1.7 m,桩端嵌入中风化基岩 3 m;

(2)预应力锚索 17 根,长 30 m,钻孔直径 130 mm,7 $\phi$ 15 钢绞线为一束,设计荷载 920 kN,锁定荷载 500 kN;

(3)桩顶连梁一道,钢筋混凝土 60.3 m<sup>3</sup>;

(4)坡面截水沟一道;

(5)仰斜排水孔 16 个,计 320 m;

(6)桩后挡墙 1064 m<sup>3</sup>。

工程布置平面图及断面图见图 1、2。

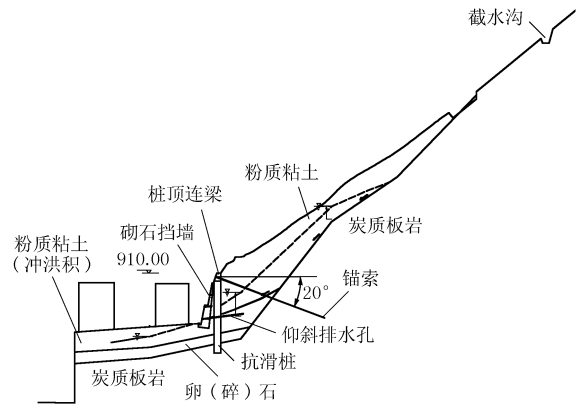


图 2 滑坡治理设计断面图

工序进行施工,采用人工挖孔桩,间隔 2 根桩开挖一根桩。等抗滑桩施工完成后,再施工预应力锚索,然后再开挖桩后土方,使滑坡体与已有楼房基础断开,砌筑新的毛石挡墙,同时施工仰斜排水孔。本工程历时 5 个月全面竣工。

#### 3.2.2 治理效果

该滑坡治理施工完成后,经过 2 个雨季的考验,监测结果表明,施工前后坡体仅有微小变形,但支挡结构没有位移,说明其已发挥阻滑作用,治理效果满足设计要求。本项目于 2007 年 10 月通过了验收。

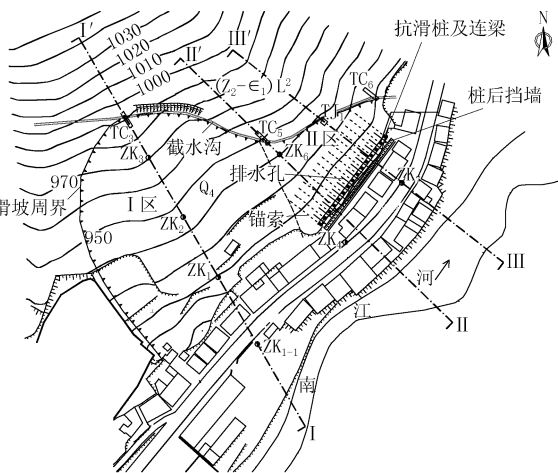


图 1 滑坡治理工程平面布置图

#### 3.2 施工情况及治理效果

##### 3.2.1 治理施工

该项目于 2005 年 9 月初完成施工图设计,按照设计要求,施工必须避开雨季,故到当年 11 月才开始正式施工。因场地狭小,上料困难,滑坡前面是危楼,为降低施工对滑坡的扰动,防止施工诱发滑坡活动,保证施工安全,合理的施工工序尤为重要。

首先施工抗滑桩,施工组织设计把桩分为 3 个

#### 4 结语

(1)地质灾害治理工程在设计过程中,通过安全、造价、环境及治理后的影响等方面全面分析、论证,选出最优化的治理方案,是保证工程安全、施工安全、节约投资、方便施工、保证工期的关键。

(2)本项目通过多种方案的对比分析及优化,最终选定的桩锚联合支挡辅以地表和地下排水的治理措施,在滑坡前缘环境复杂、作业空间小的条件下是经济可行的,治理后取得了较好的效果。

(3)桩锚联合支挡的不足之处是治理施工过程中工艺较复杂,需用机械设备多,工序先后要求严格,对施工队伍要求高。

## 西气东输二线开工 2009 年将引进国外天然气资源

西气东输二线工程霍尔果斯首座压气站 2008 年 7 月 20 日开工建设,从而拉开了西气东输二线工程建设的序幕。

西气东输二线工程是特大型国家重点工程,是当今世界上最大的管道工程,也是我国建设史上投资最多、管线最长、口径最大、输气量最大、设计压力最高和钢材等级最高的管道工程项目。管线西起新疆霍尔果斯口岸,南至广州、香港,东到上海,途经 14 个省、自治区、市,总长 9100 km,年输量 300 亿 m<sup>3</sup>。

目前,工程进程顺利,管子焊接已超过 400 km,合格率达到 98%

以上。2009 年年底将把土库曼斯坦的天然气引进来。

霍尔果斯首站工程是西气东输二线主干线开工以来,开工建设的第一个站场工程,也是连接中亚管道的第一座压气站。它位于伊犁州霍城县农四师 62 团场南 10 km 处,土建基础在 2008 年 11 月 3 日完工,第一台压缩机将于 2009 年 10 月 19 日具备点火条件,于 2009 年底建成后的霍尔果斯首站将是中国石油管道建设的象征,并成为当地的新景观。

(据 中国矿业网 2008-07-23)