

四川古蔺郎酒热电联产厂场区滑坡成因分析及治理

曹克文

(四川煤田地质局泸州 135 地质队 四川 泸州 646000)

摘 要 从郎酒热电联产厂场区滑坡治理成因分析入手,对滑坡稳定性进行验算,并介绍了滑坡治理措施及整治后收到的效果。

关键词 郎酒热电联产厂 场区滑坡 成因分析 治理

中图分类号 P642.22 **文献标识码** B **文章编号** 1000-3746(2002)S1-0250-03

四川古蔺郎酒集团有限责任公司热电联产厂技改工程是四川省和泸州市的重点建设项目。当技改工程竣工进入调试阶段时,在主控楼、化水车间和综合水泵房工程场区范围内出现了灾变性的下沉、裂缝和位移等蠕滑现象,严重危及工程安全,若不及时整治,直接经济损失将达几千万元。为此,在有关各方支持下,建设方集中精力进行滑坡治理。

1 场区地表及建筑物破坏状况

场区地处赤水河中游左岸。其技改工程于 1997 年春开工,1998 年底竣工。建设过程中,地面发生过大沉降及建筑物产生的倾斜,虽采取了补救措施,仍未能制止裂缝及变形的发展。1998 年末,各地面建筑物及设备安装已基本完工。1999 年初,调试过程中因 500 t 水池蓄水渗漏,使裂缝与变形发展十分严重,其情况如下:

裂缝与变形发展在场区以西十分严重,在东西长 100 m、南北宽 50 m 的范围内共分布 20 多条规模大、危害严重的变形裂缝;正继续发育中的小规模变形裂缝为数更多。裂缝宽 10~120 mm 不等,走向近东西向。建设场区外围北界的拉筋挡墙已严重外倾、下沉、开裂,500 t 蓄水池已拉裂变形,砼中钢筋已被拉断,墙北侧农耕地局部外凸并产生崩塌,使架设管线的砼墩滑移,个别已严重倾倒;东端连拱轻型挡墙外凸 700 mm,条石开裂。

2 场区滑坡成因分析

2.1 地形地貌

厂东段卸煤厂、干煤棚、锅炉房、除氧煤仓、汽

轮发电机房和中央控制室布于侵蚀台阶上,基岩埋深浅,建筑物及设备基础置于基岩上,稳定性较好;西段主控楼、化水车间、综合水泵房及室外设施座落在支沟山洪泥石流与坡崩积形成的土质斜坡上——处于谷肩的缓~陡交接部位,基岩埋深大,土性差异大,地下水富集,又有易滑地层,稳定性较差。

2.2 地层岩性

钻探揭露地层为(1)碎石土(Q_{4dl})主要为弃土和早期残坡积物组成,分布于场区表部,厚 3.40~19.50 m,由东向西逐渐增厚,结构疏松,局部有架空现象;(2)泥灰岩($O_3 + S_{11}$)分布在场区西部,东部缺失或已风化剥蚀。矿物组成中水云母、绿泥石等含量高,抗风化能力差,浸水后软化,为易滑地层;(3)灰岩(O_{2b})分布于整个场区,东部埋藏较浅,直接与上覆土层接触,西部埋藏较深,伏于泥灰岩以下。

2.3 构造与地震

厂区处于东西向古叙北斜构造的轴区附近,岩层倾向 300°左右,倾角 12°~13°,受两侧高角度断层影响,基岩中的构造裂隙和层面裂隙较为发育,其次是风化裂隙和卸荷裂隙,裂隙演变较为缓慢。区内无断裂构造带通过,因而周围山体基岩相对稳定。本区属小于Ⅵ度地震烈度区。

2.4 气象水文因素

主控楼~综合水泵房建设场区有利于滑坡形成的自然条件有:处在赤水河深切切割 V 型峡谷谷肩部位,高差大,位于冲沟出口,堆积层厚,土质不均匀,含粘性土多,属易滑地层,地下水位高,排水不畅,岩土分界面呈 13°外倾,有利于滑面形成;暴雨集中,强度高,既是地下水的主要补给源,又是滑坡活动的

收稿日期 2001-01-16;改回日期 2002-02-30

作者简介:曹克文(1967-),男(汉族),四川仁寿人,四川煤田地质局泸州 135 地质队工程师,地质专业,从事地质勘察、地质灾害处理等工作,四川省泸州市叙永西路(0830)B105886,13708288331

激发因素。

2.5 人为活动

(1)挖填土方使地表微地貌形态改变、地下水流路改变,也使坡体结构和受力状态恶化(2)滑坡场区范围内房屋基础未达基岩,在软基上修建房屋、酸碱储罐、蓄水池等重型设施,增加荷载,使地基不堪重负(3)场地北侧构筑8~10 m高平台使下滑力增加,破坏了斜坡的稳定性(4)雨水、生产生活废水渗入地下未能及时排走,使滑带土的抗剪强度大大降低,出现整体沉陷和蠕移。

3 场区滑坡治理措施及实施情况

3.1 滑坡稳定性分析与计算成果

根据现场地基基础变形与裂缝资料,勘定滑坡范围及滑动主轴方向,以此为依据对不同横断面进行比较,计算成果如下。

(1)对同一断面采用一套经验参数,由本次勘探成果提供的土样物理力学指标来确定(见表1)。根据后缘及前缘剪出口位置确定几个可能的不同滑面位置试算,经搜索得出最大可能的滑面。

表1 滑带土抗剪强度试验成果

样品编号	天然快剪		饱和快剪	
	<i>c</i> /kPa	<i>φ</i> /(°)	<i>c</i> /kPa	<i>φ</i> /(°)
坑	38.25	11.50	25.31	4.70
ZK18	54.42	15.80	22.84	3.00
坑1	48.60	22.70	51.97	9.50
坑3-1	72.73	9.10	23.17	4.20
坑3-2	52.31	13.00	32.17	4.00
平均值	47.88	12.58	31.09	5.08

注:饱和快剪剔除了土样中约20%粗粒。

(2)由同一套经验参数分别计算出主滑断面,计算2-2为主滑断面(见图1)。

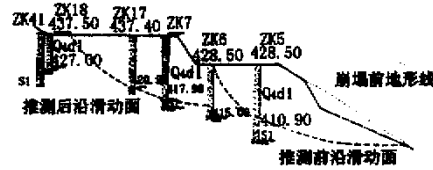


图1 滑坡主断面2-2剖面图

(3)假定施工前滑坡处于极限平衡状态($K=1.0$),反算出岩土力学参数取值:

$c=25\sim45\text{ kPa};\varphi=7.5^{\circ}\sim10.5^{\circ}$

(4)将房屋建筑和设备基础荷载,以及容器内液体质量换算成等效的土柱高,重复以上计算,算出人为加载后滑坡的安全系数 $K=0.9$,表明此时滑体丧失稳定,产生滑移。

$E_n = E_{n-1} \phi_n + W_n \sin \alpha_n - W_n \cos \alpha_n \operatorname{tg} \varphi_n - c_n L_n$
式中: E_n ——条块滑面中心处的剩余下滑力; ϕ ——传递系数; K ——滑坡推力安全系数; W ——条块土体质量; α ——条块滑面中心处的倾角; φ ——土体内摩擦角; c ——滑面上的内聚力; L ——条块滑面长; n ——条块序号。

3.2 滑坡治理措施及实施情况

根据以上分析,下部采用锚固支挡,上部实施沟道防渗,地面封闭与排水,外围护坡与沟道防冲工程等综合措施治理滑坡,将其稳定之后再作地基加固处理及建筑基础与设备纠偏等工程综合治理。

3.2.1 抗滑锚固工程

采用双排圆形抗滑锚固桩锁定滑动面,并以预应力锚索控制并减少桩的位移,增加抗滑能力。桩顶用盖梁联接,使其发挥群桩抗滑的整体效应。盖梁上用圬工肋撑将原有挡土墙支护固定。桩分2排成交错布置,共58根,其中桩径1.00 m的28根,排距2.00 m,行距3.00 m,长7.40~20.00 m;桩径1.20 m的30根,排距3.00 m,行距4.50 m,长8.50~20.30 m。

3.2.1.1 放孔

场地平整完毕,对设计单位交付的测量资料进行检查、复核测量场地基线与基点,测定桩位与地面标高,桩孔中心位置偏差 $\nless 5\text{ mm}$ 。

3.2.1.2 人工挖孔成桩

严格按有关规范规程人工挖孔成桩,并按设计要求预留锚索孔位。

3.2.1.3 锚索造孔

根据预留孔位挖出一个适当的槽孔,移钻机就位,用架管支撑钻机,抓钉固定底脚,并在钻机尾部及两侧用 $\phi 32\text{ mm}$ 的螺纹钢筋限位,以保证钻进过程中钻机不发生移动,使钻孔角度偏差 $\nless \pm 1^{\circ}$ 。

在钻机定位后,即开孔钻进。开孔用 $\phi 138\text{ mm}$ 硬质合金钻头钻进4~5 m,以防预留孔内有矸存在,影响跟管钻进。

根据地层特点首先采用潜孔锤跟管钻进穿过易垮塌的碎石土,然后再换 $\phi 100\text{ mm}$ 钻头钻到终孔。而后根据多数钻孔地下水丰富、土体膨胀导致孔壁缩径,管靴经常脱落的具体情况,部分钻孔采用孔外跟管,即先用 $\phi 115\text{ mm}$ 钻头钻进至基岩界面后,再将 $\phi 127\text{ mm}$ 护壁管顶压或拍打至预定位置,最后换径钻至终孔。

钻具组合为:潜孔锤偏心跟管钻具—冲击器—普通钻杆—主动钻杆。

钻进参数为:转速20~40 r/min,钻压3~5

kN, 风压及风量以空压机正常出风为准。

钻孔过程中,为了排屑充分,多次扫孔,并使钻进深度超过设计深度 30~50 cm,以利沉渣,保证锚固效果。

由于孔内有水,经常形成泥包,给钻孔及下锚索带来了极大的困难。因此,在钻孔结束时,向孔内加入适量清水,随后送风及时清除孔内的泥团,直到孔内干净为止。

3.2.1.4 锚索制作与安装

锚索材料选用高强度低松弛预应力钢绞线,根据现场经验,一般下料长度为孔深加 0.8~1.0 m,每束锚索由 5 根钢绞线绑扎而成。

在自由段均匀饱满地涂上防锈油脂,同时在自由段钢绞线外套 PE 管,并在 PE 管的两端缠上聚乙烯胶带,用电工胶布粘牢。

把经过防腐处理的钢绞线拉直并放在平整的场地上,按设计要求套上架线环。锚固段每隔 1 m 安放一个架线环,自由段每隔 3 m 安放一个架线环,用 22 号铅丝绑扎收缩,最后在锚索前端套上导向帽,并用电焊把锚索头焊接牢固。检查合格的锚索进行编号、登记。

编制好的锚索由人工搬运到锚孔处,下锚前仔细核对孔深与锚索的长度、编号是否相符,在确认无误后,再由人工将锚索送到孔底。若出现下不到孔底的情况,可缓缓提出一段,再推入,反复几次,若再下不到孔底,拔出锚索重新洗孔。锚索下到位后,将孔口用水泥袋塞紧,以防防水或其它杂物掉入孔内。

3.2.1.5 注浆

选用 425 普通硅酸盐水泥,砂是赤水河岸边的中砂,使用前过筛洗去泥土;水为热车间自来水。根据设计要求,通过现场试配,确定注浆所用砂浆灰砂比为 1:0.4,水灰比为 0.5。

注浆设备为 100/2.5 MPa,采用 0.4~0.7 MPa 的注浆压力全孔一次性注浆,注浆管下至距孔底 0.5 m 处,注浆前先用风把注浆管吹通,边注浆边提拉注浆管,保证注浆管底部不提出浆液面。观察从孔口流出的浆液浓度与搅拌的浆液浓度是否相同,以此确定是否结束注浆。

浆液随搅随用,在初凝前用完,并用筛勺过滤防止石块、杂物混入浆液造成堵管。对因回压而出现的孔口少量空位孔段均采取了补浆措施,保证全孔段充满水泥砂浆。

注浆施工过程中,按设计和规范要求,对砂浆进行了取样试验,共取样 8 组,每组试块的抗压强度均在 M30 以上,结果表明浆体强度满足设计要求。

3.2.1.6 锚索张拉与锁定

在砂浆达一定强度后,进行锚索张拉。按规范要求,先对称单根预拉,再整体分级张拉并锁定。单根张拉目的在于使每一根钢绞线在整体张拉之前所受的初始张拉力基本一致。单根张拉使用 YD-CN250 型千斤顶,张拉力为 37 kN(590 号压力表为 14 MPa)持荷稳定 5 min,整体张拉使用 YCW-100 型千斤顶,配用 ZB2×2-500 型电动油泵。每一级荷载缓慢施加压力,加荷稳定后,测读 3 次位移取平均值,经试验,锚固力能达到 880 kN。

张拉顺序是先外排,后内排,跳隔张拉。张拉记录结果表明,曲线线性度非常好,与理论基本吻合,未出现滑丝等情况,锚索的预应力达到和超过了设计要求,说明施工达到了设计要求。

3.2.1.7 封锚

每孔张拉锁定后,用电焊机切除锚具 10 cm 以外的钢绞线,并进行了防腐处理,然后浇筑 C20 砼封锚,并对锚墩用砂浆进行抹面修饰。

3.2.2 沟道防冲及护坡工程

在滑坡前缘牵引段的土质斜坡的 1~3 号冲沟处,分别修筑 3 座谷坎(潜槛)护底防冲,其上用浆砌石护坡,护坡长 59.70 m,地表裂缝用砼填塞封闭。

3.2.3 地基加固工程

紧贴建筑物和承重设备基础钻孔,用高压旋喷桩托换组成复合地基来支撑加固,以增加土体的承载力。桩径 0.08 m,长 12~15 m,共 110 根。

3.2.4 防渗与排水工程

修补建筑设施的砼裂缝,对场区地表实施封闭并挖排水沟,将地表径流引走,在滑坡牵引段钻 2 个水平孔,共计长 83.10 m,伸入滑体内以排泄地下水,使土体固结增加其抗剪强度。

3.3 治理效果评价

根据中国建筑西南勘察研究院 1999 年 6 月~2000 年 10 月对滑坡治理工程观测控制网的 3 次观测成果及工程指挥部分段定期多次观测资料,1999 年 9 月至今观测控制网稳定,测量精度符合规范要求,32 个沉降观测点最大位移仅 6 mm,相当于平均桩长 17.5 m 的 1/3000,29 个位移观测点最大水平位移 10 mm,相对位移为 1/2000,均在规范容许值(1/750)之内。经现场检查,滑坡场区地面建筑物及基础均未发现有害性贯穿裂缝,证明设计合理,施工质量良好,经过治理后滑坡已趋于稳定。

致谢 本文经中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所李德基研究员审阅,谨致谢忱。