

贵州省习水县二郎电厂厂址区稳定性研究

白彦波¹, 罗选红², 余鹏程¹

(1. 成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059; 2. 铁道第一勘察设计院, 西安 710054)

摘要:在掌握习水县二郎区域地质构造的基础上, 通过对二郎电厂厂址区内水文地质、滑坡、洪积泥流-残坡积碎石土混合堆积体、岩土体的浅表层变形及断裂与地震危险性的调查研究分析, 确定厂址区的稳定性, 并做出结论及建议, 为二郎电厂的施工提供科学依据。

关键词:地质构造; 滑坡; 堆积体; 变形; 断裂与地震

中图分类号: P642.22

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0205-03

Study on Stability of the Area of the Site of Erlang Power Plant in Xishui County, Guizhou Province

BAI Yan-bo¹, LUO Xuan-hong², YU Peng-cheng¹

(1. College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. The First Survey & Design Institute of China Railways, Xi'an 710054, China)

Abstract: Based on grasping Erlang's regional geological structure of Xishui county, through investigating, researching and analyzing of the hydrogeology landslide, diluvial mud flow-incomplete slope accumulation of detritus and soil, deformation at shallow surface layer of rock and soil, rupturing and earthquake dangerous in the area of the site of Erlang power plant correctly, the authors confirm the stability of the area of the site of the power plant, and make conclusion and suggestion, offering scientific basis for the construction of Erlang power plant.

Key words: geological structure; landslide; accumulation; deformation; rupture and earthquake

1 地形地貌

构造侵蚀河谷阶地区: 包括分布于厂址区南部二郎酒厂、北部郎坪-头道水及盆角湾附近的五级阶地, 地势平坦开阔, 最大高差 21 m, 地形坡度 4~7°; 构造侵蚀台地区: 分布于厂址区中部教堂附近, 地势低缓起伏, 最大高差 44 m, 地形坡度 9~21°, 中更新世地壳长期处于构造抬升-侵蚀状态, 缺少沉降-沉积作用, 形成基岩缓坡台地; 剥蚀构造山麓斜坡区: 分布于厂址区东侧、北侧及西侧山麓地带, 地势较陡, 高差 193 m, 地形坡度 21~39°, 冲沟发育, 地形完整性较差, 在第四纪以来的漫长地质时期内, 地壳表面一直处于构造抬升-剥蚀状态, 形成高差较大、冲沟发育、地形完整性差的斜坡地貌。

2 地层岩性

2.1 下、中侏罗统-自流井群(J₁₋₂zl)

湖相紫红色泥岩夹粉-细粒石英砂岩及灰岩, 顶部为深灰、黄绿色泥、页岩夹“油页岩”及介壳灰岩, 底部为石英砂岩, 总厚 290~476 m。自下而上分为 5 个岩性段, 测区内仅分布有中、上部大安寨段(J₁₋₂zl¹)和马鞍山段(J₁₋₂zl⁴)。

2.2 中侏罗统下沙溪庙组(J₂x)

本组岩相特征与自流井群(J₁₋₂zl)的不同之处在于: 泥岩、粉砂岩均呈紫红色, 一般不显层理; 泥岩中砂和粉砂的含量变化、分布, 在纵、横向上都很不均匀, 粉砂岩中所含的泥

质亦呈相同的情况; 长石砂岩普遍出现(与下伏的石英砂岩差别大), 多呈透镜状, 大型单斜层理发育, 见底部冲刷现象, 具较明显的侵蚀充填构造。

2.3 第四系

(1) 冲积层(Q₃^{al}): 主要发育于厂址区南部二郎酒厂及其东侧、北部郎坪-头道水及盆角湾一带, 由漫滩及阶地河流相沉积层构成, 阶地冲积层厚 1.5~2.5 m。

(2) 洪积泥流-坡积混合堆积(Q₃^{pl+al}): 集中发育于厂址区 NE 侧黄泥坡-胥家寨附近, 由泥岩、粉砂岩块石与粉质粘土混合堆积而成, 厚 3~15 m, 总体上呈稍密-中密状态。

(3) 残坡积(Q₃^{st+al}): 广泛发育于厂址区东部、北部、西部山麓斜坡及中部侵蚀台地, 厚度一般不超过 10 m, 主要由泥岩及泥质砂岩块石和黏性土组成, 多呈稍密-松散状态。

(4) 滑坡堆积(Q₄^{sd}): 仅发育于厂址区东侧及西侧局部地段, 分布范围极为有限。主要由自流井群泥岩及砂岩滑移解体的块石、角砾和黏性土组成, 具有一定的固结度, 中密状态, 厚 2.5~18 m。

(5) 沼泽沉积(Q₄^l): 仅分布于厂址区西南部鹤湾附近, 灰-深灰色软塑状泥质夹岩屑及圆砾, 饱水, 厚 1~2 m。

3 地质构造

3.1 区域地质构造的总体特征

厂址区区域地质构造与地壳岩体结构的总体发育模式

* 收稿日期: 2005-12-08

作者简介: 白彦波(1979-), 男, 成都理工大学在读硕士研究生, 专业: 地质工程; 研究方向: 环境工程地质。

表现为:区域构造线呈 NE 向展布。NW 与 SE 部发育有两条构造变形较为强烈的 NE 向褶-断构造隆起带,中部为构造变形相对较弱的 NE 向构造凹陷带。前者伴随着褶皱隆起,断裂构造极为发育,地壳岩体的刚度和完整性相对较差;后者在构造变形过程中的应力集中程度相对较低,断裂构造不甚发育,地壳岩体表现出相对较好的整体稳定性,二郎电厂恰位于此构造稳定区内。

3.2 厂址区的地质构造特征

(1) 厂址区位于二郎电厂的 NE 转折端的构造仰起部位,核部由上侏罗统下沙溪庙组(J_{2x})紫红色泥岩夹长石砂

岩组成,地层倾角一般较缓($\angle 25\sim 30^\circ$)。SE 翼及 NW 翼和 NE 端构造转折部位,均由侏罗系自流井群紫红色泥岩夹石英砂岩组成,地层倾角相对较陡($\angle 35\sim 48^\circ$)。两翼地层基本对称,轴面走向 NNE、近直立。

(2) 图 2 调查成果表明,区内向斜构造具有明显的复式褶皱特征,其纵向及横向均有不同程度的褶曲变形,虽然各地段地层产状变化较大,但总体上仍保持向斜构造的基本格架。

(3) 自流井群大安寨段上部页岩($J_{1-2z}I^{5-1}$)地层中,构造褶皱过程中形成的层间揉皱(图 1)及构造劈理极为发育,是厂址及周边地区最为特殊的构造层。

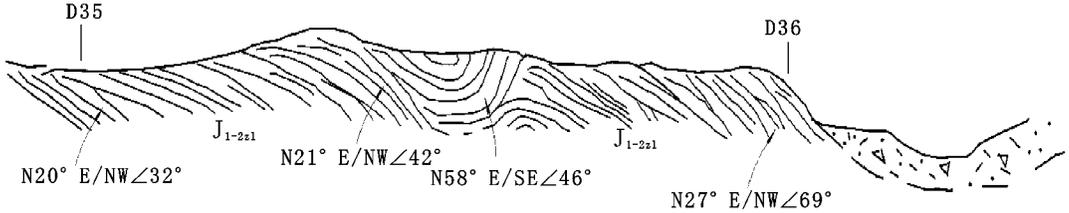


图 1 大安寨段($J_{1-2z}I^5$)顶部页岩层中的褶皱构造

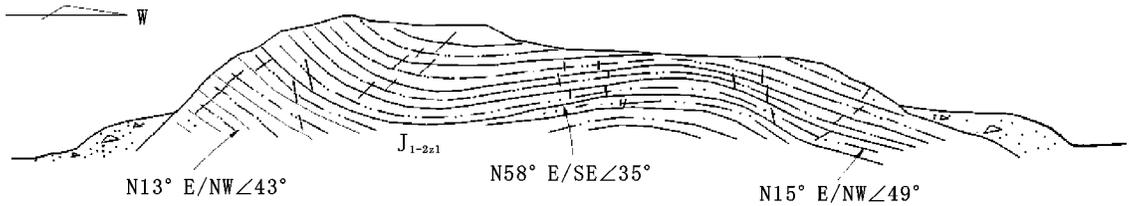


图 2 大安寨段($J_{1-2z}I^{5-2}$)砂岩夹层的褶皱构造

4 水文地质

4.1 地下水类型及补、径、排条件

(1) 松散堆积层孔隙水。广泛储存于区内各类第四系堆积、沉积层的孔隙中,主要受大气降雨和地表水补给,以微流量下降泉形式排泄于沟槽、河谷,属孔隙潜水。

(2) 碎屑岩类裂隙水。主要储存于自流井群大安寨段下段($J_{1-2z}I^{5-1}$)、下沙溪庙上段(J_{2x}^2)各类砂岩、粉砂岩及泥质砂岩和下沙溪庙下段(J_{2x}^1)的构造或风化裂隙中,各套地层中的泥岩及页岩构成其隔水顶、底板。地下水除通过出露地表的裂隙接受大气降雨、地表水补给外,还通过向斜构造盆地接受相邻水文地质单元补给。以微流量下降泉形式排泄于沟谷及第四系松散堆积层。

4.2 地下水动态及水化学特征

测区地处地形切割较为强烈的山区,地下水循环交替条件相对较好,水质类型简单,一般为低矿化度略偏碱性的重碳酸-钙镁型或重碳酸-钙型水(表 1)。

表 1 地下水简分析成果表

含水层	矿化度($g \cdot L^{-1}$)	总硬度	总碱度	pH 值	水质类型
Q	0.85	36.2	13.8	7.07	$SO_4 \cdot CO_3 - Ca$
J_{2x}	0.15-0.29	2.44-18.14	2.41-16.29	6.5-7.7	$HCO_3 - Ca \cdot Mg$
J_{1-2z}	0.10-0.33	0.83-17.64	0.45-16.46	0.0-7.7	$HCO_3 - Ca \cdot Mg, HCO_3 - Ca$

5 不良地质现象

5.1 滑坡

测区内发育有三处规模相对较小的滑坡堆积体,分布于厂址区东侧及西侧斜坡地带,体积 $5.2 \times 10^4 \sim 8.9 \times 10^4 m^3$,滑坡堆积体结构主要为紫红色泥岩、泥质粉砂岩块石及角砾与黏性土混合堆积。堆积体总体上呈稍密-中密状态,地表

1.0~1.5 m 为稍密-松散状态。滑坡堆积体无明显的变形迹象,雨季地表土体局部垮塌。

5.2 洪积泥流-残坡积碎石土混合堆积体

测区内发育有四处规模相对较大的洪积泥流-残坡积碎石土混合堆积体,分布于厂址区东侧北段斜坡地带,体积 $16.6 \times 10^4 \sim 27.9 \times 10^4 m^3$,堆积体主要为泥岩、粉砂岩块石与粉质黏土混合堆积,稍密-中密,块石呈棱角状。堆积体明显属多期堆积而成,略具成层性,无明显的变形迹象,雨季地表土体局部垮塌。

5.3 岩土体的浅表层变形

区内各类岩土体变形破坏现象极为少见,仅在桉树林西侧冲沟内,发现一处小规模的基础表层卸荷松动变形现象。

该处坡面走向近南北、倾向西、倾向角约 30° 。坡体由自流井群大安寨段紫红色泥岩夹砂岩条带组成,层面产状 N/W $\angle 33^\circ$ 。清晰可见砂岩条带向临空方向弯曲-鼓出变形,并沿层面张裂(图 3)。现场调研不难发现,在斜坡遭剥蚀改造未接受坡残积堆积的初期,坡面产状与层面产状近于一致,坡体临空面高度超过 30 m。层状砂岩沿泥化层面向下滑移受阻,在顺滑移方向形成压应力集中效应,并导致岩层发生弯曲(褶皱)变形。这类变形破坏模式称之为“滑移-弯曲”^[2],该处变形处于轻微弯曲阶段。目前,该斜坡因剥蚀-堆积改造作用的较快发展,坡体已不具备初期的地形临空条件,弯曲变形处于稳定阶段。在不改变坡体临空条件的前提下,变形作用不会继续发展。

6 主要工程地质问题的分析评价

6.1 区域构造稳定性

6.1.1 新构造运动的基本特征

表 2 研究成果表明,挽近地质时期以来地壳抬升速率保持 $0.4 \sim 0.9 mm/a$ 相对较低的水平,显示出地壳岩体应力-形变作用处于稳定状态。

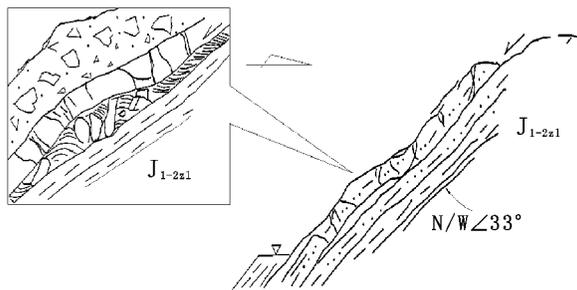


图 3 顺向层状坡体的滑移-弯曲变形
表 2 地壳抬升速率计算表

地质时代	抬升时段/a	地貌单元	高程/m	抬升幅度 /m	抬升速率 /(mm·a ⁻¹)
中更新世 Q ₂	4 × 10 ⁴	侵蚀台地	455.2	29.5	0.725
晚更新世 Q ₃	3.5 × 10 ⁴	级阶地	425.7	5.1	0.41
		级阶地	420.6	2.8	
全新世 Q ₄	3 × 10 ³	级阶地	417.8	6.5	0.83
		级阶地	411.3	2.5	
		级阶地	408.8	2.2	
		河漫滩	406.3	1.9	

6.1.2 断裂与地震危险性

(1) 断裂活动性问题。根据黔北-川南地区震源机制及区域地应力实测资料,该地区地应力的最大主应力作用方向为 NW 向,地壳岩体的三向应力状态为“潜在走滑型”,即最大主应力与主应力最小近水平作用、中间主应力近垂直作用。在这种应力状态下,地壳岩体内最小剪应力作用面(活断层)的走向与最大主应力作用方向成 $45^\circ - \varphi/2$ 交角^[3]。已有的研究资料表明,区域近场断裂带走向 NE,与地应力作用方向近于垂直,不符合地壳岩体的剪应力集中方位,故不具备活动性断裂面的基本因素^[3]。

(2) 地震危险性问题。根据历史记载和国家地震年鉴资料,自 1536 年以来,近场区域仅发生过 5 次震中烈度小于 Ⅱ 度的有感地震。在特定的地应力状态和地壳岩体结构条件下,这种低强度、低频度的地震活动,是区域稳定性的客观反映^[3]。

6.2 场地稳定性分析

建筑场地内不良地质现象和地质灾害问题不发育,地基稳定性取决于以下几个基本地质工程条件的分析与认识:

(1) 场地位于桐梓河与二郎河交汇处的侵蚀-剥蚀谷地,地势低缓。由于建筑场地的地面标高已接近二郎河侵蚀基准面,地基岩体势能处于场地及附近区域最低部位。

参考文献:

- [1] 电力岩土工程实录集[Z]. 电力勘测科技情报网, 1989. 295- 302.
- [2] 徐开礼, 朱志澄. 构造地质学(第二版)[M]. 北京: 地质出版社, 1989. 78- 88.
- [3] 张倬元, 王仕天, 王兰生. 工程地质分析原理(第二版)[M]. 北京: 地质出版社, 1994. 137- 176, 177- 215.

(上接第 204 页)

县级各种应用需求,又降低了开发难度和成本。它的建立将能够有效的实现蓟县水土保持各种空间数据和档案资料的动态管理,实现数据共享、数据动态查询统计和分析,为县水土保持参考文献:

- [1] 方天纵, 张贤瑞, 刘秀芹. 基于 GIS 的天津市水土流失监测信息系统建设[J]. 水土保持研究, 2004, 11(2): 37- 38.
- [3] 张思聪, 唐莉华, 段淑怀, 等. 北京市水土保持生态环境管理信息系统设计[J]. 中国水土保持, 2004, (3): 35- 37.
- [4] 胡建, 张亚美. 广东省水土保持信息系统的开发设计[J]. 中国农村水利水电, 2002, (12): 45- 46.
- [5] 杨德生, 陈伟豪, 吕能辉, 等. 基于 3S 技术的深圳市水土保持管理信息系统研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 119- 121.

(2) 场地内岩层倾角 ($\angle 19^\circ \sim 43^\circ$) 大于地形坡度 ($\angle 4^\circ \sim 20^\circ$), 沿泥化层面等潜在滑移控制面的倾向方位, 无变形临空条件;

(3) 场地内地质灾害现象不发育, 未发现岩土体变形迹象。

显然, 建筑场地内的地基稳定状况良好, 场地稳定性条件取决于周缘岩土体的稳定问题。

7 结论与建议

7.1 地质灾害与场地稳定性

(1) 建筑场地内不良地质现象和地质灾害问题不发育, 地基稳定性状况良好, 场地稳定性条件取决于周边岩土体的稳定问题。

(2) 现场地质调研与岩体力学计算成果均表明, 场地东侧的 1 号及 3 号滑坡体、1 号...4 号堆积体, 在天然环境条件下表现出良好的整体稳定性, 稳定性系数有较高的安全储备。在坡体饱水的异常环境条件下, 1 号滑坡体上部、2 号滑坡体及 2 号、3 号堆积体的稳定性状况显著下降, 整体稳定性的安全储备已接近或低于岩土体长期稳定的技术标准。

(3) 自流井群大安寨段上部页岩 ($J_{1-2} z^{1-2}$) 与下沙溪庙组下段砂岩 (J_{2x}^1) 之间的假整合面, 是控制场地东侧工程边坡岩体整体稳定性的潜在滑移面, 而且处理难度很大。为了有效地避免工程边坡岩体力学条件的恶化、降低边坡工程风险, 任何有关建筑场地的东移方案应不予考虑。

综上所述, 厂址区位于地壳稳定性状况相对较好的构造部位, 建筑场地内不良地质现象和地质灾害问题不发育, 地基稳定性状况良好。场地周边各类不良地质体和地质灾害体, 均具有相对良好的稳定性现状。在周边环境条件不发生显著改变的情况下, 这些不良地质体对场地稳定性状况不会产生显著影响。

7.2 建议

(1) 建筑场地东缘线适当西移, 即可降低工程边坡的设计风险, 也可减小边坡工程加固的技术难度。

(2) 场地东部工程边坡设计的基本原则建议: 边坡坡角小于岩层倾角。边坡设计时, 应重视页岩易风化、易变形及易软化等不利因素的影响。

(3) 考虑到 1...4 号堆积体及其它第四系松散堆积体一但发生变形破坏问题, 工程处理难度很大, 应避免在其前部设置开挖工程。岩质边坡工程建议采用喷-锚加固系统。

(4) 建议在工程防洪设计方案中, 考虑场地周边不良地质体的排水措施, 避免因排水不畅而触发地质灾害。

水土保持研究、规划和设计提供基本资料, 为县水土保持科学评价、决策和监督执法提供依据。