

报告编号	GK-2016-11-28
出版册数	6
分 发 号	

洛阳丰墨新能源有限公司
100MW 光伏电站项目（一期 60MW）升压站工程
岩土工程勘察报告
(详细勘察)



河南省有色工程勘察有限公司

二〇一六年十一月二十八日

报告名称 洛阳丰墨新能源有限公司光伏电站项目（一期 60MW）升压站工程

委托单位： 洛阳丰墨新能源有限公司

勘察单位： 河南省有色工程勘察有限公司

单位资质： 工程勘察综合甲级

资质证号： B141026688

法人代表： 赵全胜

总 经 理： 赵全胜

总工程师： 吴清星

工程负责：

技术负责：

报告编写：

校 对：

报告审核：

提交日期： 2016 年 11 月 28 日

单位地址： 郑州市郑东新区郑开大道与雁鸣路交叉口向南 50 米路西
河南省有色金属地质矿产局办公楼 A 座 12A 层、14 层

联系电话： 13663875688 0371—56552133

目 录

1. 概况	1
1.1 工程简况	1
1.2 勘察目的与任务	2
1.3 勘察依据的技术标准	3
1.4 勘察工作量的布置和勘察方法	4
1.5 完成的野外工作量	5
2. 场地工程地质条件	6
2.1 场地地形、地貌条件	6
2.2 地质构造	6
2.3 地层结构及地基土分层描述	6
2.4 地基土物理力学性质及原位测试成果	8
2.5 水文地质条件	10
2.6 不良地质作用及不利埋藏物	10
2.7 场地标准冻结深度	10
3. 场地岩土工程分析与评价	10
3.1 环境工程地质条件	10
3.2 场地稳定性及地基均匀性评价	10
3.3 地基土承载力特征值及压缩性评价	11
3.4 场地地震效应	12
3.5 地下水、土腐蚀性评价	13
3.6 地基土的湿陷性评价	16

4. 地基基础方案建议.....	17
4.1 升压站区域.....	18
4.2 升压站区域南侧的生活区.....	20
5. 基坑开挖及边坡稳定性评价.....	21
6. 结论与建议	22

附 图（表）：

1. 图例	1 张
2. 建筑物与勘探点平面布置图	1 张
3. 工程地质剖面图.....	12 张
4. 工程地质柱状图	7 张
5. 标准贯入试验成果统计表	3 张
6. 土壤视电阻率测量成果说明	5 张
7. 土壤溶液分析测试结果报告（引用）	8 张
8. 工程剪切波速测试报告.....	15 张
9. 土工试验成果报告表... ..	8 张
10. 勘探点一览表.....	1 张
11. 岩土工程勘察任务委托书.....	1 份

1. 概况

1.1 工程简况

洛阳丰翌新能源有限公司拟建的“洛阳丰翌新能源有限公司 100MW 光伏电站项目”位于河南省洛阳市新安县五头镇。

本次勘察为（一期 60MW）220kV 升压站工程，包括配电房、主变基础、配电装置、SCG 设备基础、及生活区的综合楼、门卫室、水泵房等。

根据设计院提供的《岩土工程勘察任务委托书》，主要拟建建筑物及构筑物参数见表 1.1.

主要拟建建筑物及构筑物参数一览表 表 1.1

拟建物名称	配电房	综合楼	门卫室	水泵房	物外配电装置	主变基础
层数	1	1	1	1		
高度 (m)	5.4	3.9	3.6	5.0		
结构类型	框架	框架	砌体	框架	混凝土	混凝土
安全等级	二	二	二	二	二	二
建筑面积 (m ²)	354	518.4	36	25		
长×宽 (m×m)	34.5 × 15.5	38.4 × 13.5	6×6.0	5.0×5		
基础形式	独立基础	独立基础	条形基础	独立基础	块式整体浅基础	块式整体浅基础
地下层数						
基础埋深 (m)	2	2	2	5	2	2

根据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001) (2009 年版)，拟建工程重要性等级为二级，场地的复杂程度为二级，地基的复杂程度为二级，本工程的岩土工程勘察等级为乙级。

根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)，拟建工程地基基础设计等级为丙级。

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版) 及《建

建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008），220kV 配电装置楼建筑抗震设防类别为乙类，其他建筑抗震设防类别为丙类。

根据《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB50025-2004），拟建工程在湿陷性黄土场地上建筑类别为丙类建筑。

受洛阳丰墨新能源有限公司的委托，拟建工程的详细勘察工作由我公司完成。

1.2 勘察目的与任务

本次勘察阶段为详细勘察，根据设计院提供的《岩土工程勘察任务委托书》及相关规范，本次勘察的主要目的和任务为：

①查明场地范围内的地形地貌特征，地貌成因类型及地貌单元的划分；

②查明岩土层的类型、深度、分布以及物理力学性质；分析和评价地基的稳定性、均匀性，提供满足设计、施工所需的岩土参数和地基承载力指标；并提供地基变形计算参数、预测建筑物的变形特征。

③查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；

④查明建筑物附近有无影响工程稳定性的不良工程地质现象（如溶洞、古河道或人工洞穴等）及其类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，提供不良地质现象的防治工程所需的计算指标及资料，提出整治方案的建议；

⑤评价确定场地土类别、对进行场地与地基的地震效应评价，并对饱和土、粘土、砂土及粉土进行液化判断，查明有无可液化的地层，指出他们对场地或地基的危害程度，提出治理方案建议；

筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)，220kV 配电装置楼建筑抗震设防类别为乙类，其他建筑抗震设防类别为丙类。

根据《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB50025-2004)，拟建工程在湿陷性黄土场地上建筑类别为丙类建筑。

受洛阳丰翼新能源有限公司的委托，拟建工程的详细勘察工作由我公司完成。

1.2 勘察目的与任务

本次勘察阶段为详细勘察，根据设计院提供的《岩土工程勘察任务委托书》及相关规范，本次勘察的主要目的和任务为：

①查明场地范围内的地形地貌特征，地貌成因类型及地貌单元的划分；

②查明岩土层的类型、深度、分布以及物理力学性质；分析和评价地基的稳定性、均匀性，提供满足设计、施工所需的岩土参数和地基承载力指标；并提供地基变形计算参数、预测建筑物的变形特征。

③查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；

④查明建筑物附近有无影响工程稳定性的不良工程地质现象（如溶洞、古河道或人工洞穴等）及其类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，提供不良地质现象的防治工程所需的计算指标及资料，提出整治方案的建议；

⑤评价确定场地土类别、对进行场地与地基的地震效应评价，并对饱和土、粘土、砂土及粉土进行液化判断，查明有无可液化的地层，指出他们对场地或地基的危害程度，提出治理方案建议；

⑥查明地下水的埋藏条件、地层的渗透性、地下水位变化幅度及其规律、地表径流条件，以及地下水对建筑物的侵蚀性等。

⑦提出地基基础、基坑支护、工程降水和地基处理设计与施工方案的建议；

⑧有针对性的提出适宜的基础形式、埋深、地基处理和沉降分析等相关的计算参数及应注意的事项。如地基条件决定需采用桩基，应提出采用何种桩基、其相应的桩径尺寸、桩端持力层情况等，提出单桩极限承载力与计算公式。对于地基处理应提供具体的处理方案及计算指标。

⑨提供设计施工所需要的基坑开挖与人工降低地下水位的有关资料。分析判定地基土及地下水在施工及使用中可能产生的变化影响，并提出防治建议等。

⑩提供土壤电阻率

1.3 勘察依据的技术标准

- ①《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001) (2009 年版)
- ②《变电所岩土工程勘测技术规程》(DL/T5170-2002)
- ③《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)
- ④《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版)
- ⑤《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)
- ⑥《电力工程地基处理技术规程》(DL/T5024-2005)
- ⑦《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)
- ⑧《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB50025-2004)
- ⑨《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)

- ⑩《电力工程钻探技术规范》（DL/T5096-2008）
- ⑪《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T87-2012）
- ⑫《土工试验方法标准》（GB/T50123-199）
- ⑬《土工工程勘察报告编制标准》（CECS：98）
- ⑭《岩土工程勘察任务委托书》
- ⑮《建设工程勘察合同》。

1.4 勘察工作量的布置和勘察方法

1.4.1 勘察工作量的布置

本次勘察为详细勘察，共布置勘探点 22 个，其中控制性勘探点 9 个，孔深 25.00m，一般性勘探点 13 个，孔深 22.00m。

勘探点间距 6.00~21.00m。

详见附图表“建筑物与勘探点平面位置图”。

1.4.2 勘察方法

1.4.2.1 钻探及取样

本次勘察钻探采用 DPP-100-3A1 型钻机螺旋钻头回转钻进。土样使用黄土地区薄壁取土器连续快速静压法采取，土试样质量等级为 I 级。

1.4.2.2 探井及取样

为查明场地土的湿陷性，布置人工探井在井壁刻取土样，试样质量等级为 I 级。

1.4.2.3 标准贯入试验

标准贯入试验，目的是划分地层，确定土层的力学性质、均匀性及密实度。

1.4.2.4 室内土工试验

本次勘察室内土工试验包括土样的常规试验、湿陷性试验、直剪试验等。

常规试验测定土的含水量、容重、比重、液限、塑限、压缩系数、压缩模量；湿陷性试验测定土的湿陷系数、湿陷起始压力；直剪试验测定土的内摩擦角、黏聚力。

1.5 完成的野外工作量

本次勘察野外工作于 2016 年 11 月 16 日开始，于 2016 年 11 月 18 日完成野外工作，于 2016 年 11 月 24 日提出土工试验报告。本报告书于 2016 年 11 月 28 日提交。

本次勘察共完成勘察工作量见表 1.5。

勘察工作量汇总表

表 1.5

勘探点：22 个	鉴别孔：3 个
	取土样钻孔：4 个
	取土样探井：8 个
	标准贯入试验孔：7 个
勘探总进尺：511.00 m	鉴别孔：66.00m
	取土孔：91.00m
	取土样探井：197.00m
	标准贯入试验孔：157.00m
原位测试	标准贯入试验：174 组
	波速测试试验孔：7 孔，每孔 20.00m
取样：216 件	原状样：216 件
室内试验：2167 件	常规土工试验：216 件
	直剪试验：48 件

勘探点位置及高程采用 GPS 测试，引测基准点位于场地西侧村间道路上的 0A 点，高程 368.425m（85 国家高程系），座标 $\frac{x=3852477.5366}{y=612934.1419}$ ，

0B 点，高程 361.280m（85 国家高程系），座标 $\frac{x=3852349.4429}{y=612917.5633}$ ，各点高

程均依此实测。

2. 场地工程地质条件

2.1 场地地形、地貌条件

拟建场地升压站区域相对平坦，勘探点高程介于 366.40~367.65m 之间，最大高差 1.15m。在升压站区域东南角有一条近南北向陡坎，坎高约 3m，坎下高程约 363.50m。

在升压站南约 80m 为生活区，地势大致北高南低，勘探点高程介于 366.81~363.03m 之间，最大高差 3.78m。在综合楼位置有一条“L”形陡坎穿过场地，坎高近 4m；在卫生间西侧有一条近南北向陡坎，坎高约 2.2m，坎下高程约 361.28m。

地貌单元属于黄土丘陵坡地。

2.2 地质构造

拟建场址区在大地构造单元上属于中朝准地台华熊台缘拗陷的澠池—确山陷褶断束。近场区北部为太行隆起区，东南部为秦岭隆起区的崤山~熊耳山断块隆起，西部为澠池盆地。中生代末至晚第三纪以剥蚀为主，早更新世和中更新世以沉积为主。晚更新世至全新世，本区与周围山区一起隆起受到剥蚀，只是在澠池盆地边缘和河谷（涧河和洛河）中有厚度不大的晚更新世、全新世风积、坡积和冲积物沉积。

近场区地震活动不强烈，场址区为基本稳定区。区内未发现新构造活动痕迹。基本适宜本工程建设。

2.3 地层结构及地基土分层描述

拟建场址区在勘探深度范围内的地层主要由第四系全新统、上更新统黄土状粉质黏土及中更新统粉质黏土组成。可分为以下 4 层，自上而下描述如下：

①黄土状粉质黏土 (Q_4^1): 黄褐色, 大孔隙发育。含砖屑、炭屑、钙质溶盐、钙质结核。硬塑, 无摇振反应, 稍有光泽, 干强度中等, 韧性中等。压缩系数平均值 $\alpha_{1-2}=0.23 \text{ MPa}^{-1}$, 中压缩性。具轻微湿陷性。属新近沉积土层。局部分布于升压站区域的 3#、6#、8#~14#孔, 揭露厚度 0.40~3.20m。在该层土上部局部分布约 0.5m 左右近期堆填土。

②-1 黄土状粉质黏土 (Q_4^1): 褐黄、浅黄色, 见大虫孔和钙质网纹, 大孔隙发育。硬塑, 无摇振反应, 稍有光泽, 干强度中等, 韧性中等。压缩系数平均值 $\alpha_{1-2}=0.24 \text{ MPa}^{-1}$, 中压缩性。具轻微湿陷性。局部分布于 15#~22#孔, 揭露厚度 0.70~4.20m。

②黄土状粉质黏土 (Q_4^1): 浅棕黄、棕褐色, 针状孔隙发育, 含钙质溶盐、钙质结核 (在 1#的 0.80~1.00m、3#孔的 3.20~3.40m、6#孔的 3.20~3.50m、10#孔的 4.30~4.40m、11#孔的 3.90~4.20m、14#孔的 4.70~4.90m、20#孔的 4.50~4.70m、22#孔的 2.80~2.90m 处, 钙质结核富集, 局部半胶结状)。硬塑~坚硬, 无摇振反应, 稍有光泽, 干强度中等, 韧性中等。压缩系数平均值 $\alpha_{1-2}=0.19 \text{ MPa}^{-1}$, 中压缩性。全场地分布, 厚度 2.20~6.90m, 平均厚度 5.18m, 层底埋深 5.20~8.20m, 层底标高 357.66~361.05m。

③黄土状粉质黏土 (Q_4^1): 棕黄~棕褐色, 针状孔隙发育。含钙质溶盐、钙质结核及锰质斑点。硬塑~坚硬, 无摇振反应, 稍有光泽, 干强度中等, 韧性中等。压缩系数平均值 $\alpha_{1-2}=0.17 \text{ MPa}^{-1}$, 中压缩性。全场地分布, 厚度 7.30~10.60m, 平均厚度 9.16m, 层底埋深 13.00~17.20m, 层底标高 349.20~351.43m。

④粉质黏土（Q₂）：浅褐黄、棕褐色，含少量钙质溶盐，，偶见灰绿色黏性土团块。硬塑～坚硬，无摇振反应，稍有光泽，干强度中等，韧性中等。压缩系数平均值 $\alpha_{1-2}=0.14\text{MPa}^{-1}$ ，中压缩性。本层未揭穿，揭露最大厚度 11.80m。

以上各土层之间相对位置关系，详见附图表“工程地质剖面图”。

2.4 地基土物理力学性质

2.4.1 常规项目试验

为了解各地基土层的物理力学性质指标，室内对钻孔和探井所取土样做了常规项目试验。经对试验指标进行分析，剔除异常值，各地基土层的物理力学性质指标统计值详见表 2.4.1-1《物理力学性质指标统计表》，2.4.1-2《物理力学性质指标统计表（探井）》各土样的详细数据见附录中的《土工试验成果报告表》。

2.4.2 直剪（快剪）试验

本工程对①、②、②-1、③、④层进行了直剪（固结快剪）试验（q），黏聚力、内摩擦角值统计结果见表 2.4.2。

地基土黏聚力、内摩擦角标准值统计表（q） 表 2.4.2

土层	样本数	黏聚力 c (kPa)				内摩擦角 ϕ (°)			
		最小值	最大值	平均值	标准值	最小值	最大值	平均值	标准值
①黄土状粉质黏土	6	28.5	32.4	29.8	28.5	21.8	24.0	23.2	22.5
②黄土状粉质黏土	18	32.7	41.2	38.0	36.9	23.6	31.5	27.7	26.7
②-1 黄土状粉质黏土	6	28.7	34.9	31.8	30.0	22.3	26.0	24.2	29.7
③黄土状粉质黏土	10	42.6	62.7	51.7	48.4	29.7	35.7	32.6	31.6
④粉质黏土	8	49.8	63.4	57.2	53.7	32.9	37.8	35.2	34.1

2.4.3 标准贯入试验

本次勘察在 2#、8#、9#、11#、18#、19#、21#等 7 个孔内进行了标准贯入试验，实测击数随深度绘于工程地质剖面图上，进行数理统计时，首先将异常数值舍弃后，按杆长予以修正，统计结果见表 2.4.3。

标准贯入试验锤击数统计表 表 2.4.3

地层	样本数	项 目	最小值 (击)	最大值 (击)	平均值 (击)	标准差	变异系数	标准值 (击)
①黄土状粉质黏土	6	修正前	5.0	6.0	5.7	0.5	0.09	5.2
		修正后	5.0	6.0	5.7	0.5	0.09	5.2
②黄土状粉质黏土	23	修正前	6.0	12.0	8.5	1.5	0.18	8.0
		修正后	5.6	11.0	8.1	1.4	0.18	7.6
②-1 黄土状粉质黏土	6	修正前	6.0	8.0	7.0	0.6	0.09	6.5
		修正后	6.0	8.0	7.0	0.6	0.09	6.5
③黄土状粉质黏土	30	修正前	7.0	14.0	10.3	1.5	0.15	9.8
		修正后	6.0	11.2	8.4	1.2	0.14	8.0
④粉质黏土	25	修正后	13.0	18.0	15.8	1.6	0.10	15.2
		修正后	8.7	13.3	11.3	1.1	0.10	10.9

2.5 水文地质条件

勘探期间，在勘探深度内未见地下水，可不考虑地下水的影响。

2.6 不良地质作用及不利埋藏物

拟建场地及附近不存在全新活动断裂、滑坡、泥石流、崩塌、岩溶、震陷、采空区、地面沉降等影响工程建设的不良地质作用，且场区无防空洞等其它人工地下设施分布。

2.7 场地标准冻结深度

根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2002）之“中国季节性冻土标准冻深线图”，场地标准冻结深度小于 60cm。

3. 场地岩土工程分析与评价

3.1 环境工程地质条件

拟建场地属新征地，多在村庄附近，施工环境一般。

3.2 场地稳定性及地基均匀性评价

3.2.1 场地稳定性评价

根据区域地质构造资料，拟建场地区内无区域全新活动断裂通过，场地无影响工程建设的不良地质作用。场地稳定性较好，适宜建筑。

3.2.2 地基均匀性评价

根据设计院提供的《岩土工程勘察任务委托书》，升压站区域±0.00 标高比场地西侧道路交叉点 OA 高程(368.425m)高出 0.50m，场地±0.00 标高为 368.925m，基础埋深均为-2.0m，基底标高为 366.925m。

配电房持力层为②层或高出自然地面，为不均匀地基。

主变基础持力层为②层，层面坡地小于 10%，为均匀地基。

设备基础持力层为①或②层，为不均匀地基。

配电装置基底高出自然地面，为不均匀地基。

升压站区域南侧的生活区，±0.00 标高比场地西侧道路交叉点 OB 高程 (361.280m) 高出 0.50m，场地±0.00 标高为 361.780m，综合楼、卫生间基础埋深均为-2.0m，基底标高为 359.780m；水泵房基础埋深均为-5.0m，基底标高为 355.780m。

综合楼、卫生间基础持力层②层，层面坡地小于 10%，为均匀地基。

水泵房基础持力层③层，层面坡地小于 10%，为均匀地基。

3.3 地基土承载力特征值及压缩性评价

综合野外钻探、探井编录及室内土工试验结果，经分析计算，并结合地区工程实践经验综合确定地基土承载力特征值 f_{ak} 及压缩模量 E_{s1-2} ，见表 3.3-1、表 3.3-2。

地基土承载力特征值统计表

表 3.3-1

地层名称	标准贯入试验确定的承载力 f_{ak} (kPa)	土工试验确定的承载力 f_{ak} (kPa)	建议值 f_{ak} (kPa)
①黄土状粉质黏土	150	105	100
②黄土状粉质黏土	180	150	140
②-1 黄土状粉质黏土	170	140	135
③黄土状粉质黏土	190	150	150
④粉质黏土	250	220	220

地基土压缩系数及压缩模量统计表

表 3.3-2

地层名称	压缩系数 (MPa^{-1})				压缩模量 (MPa)				压缩性评价
	a_{1-2}	a_{2-3}	a_{3-4}	a_{4-5}	E_{s1-2}	E_{s2-3}	E_{s3-4}	E_{s4-5}	
①黄土状粉质黏土	0.23				8.41				中压缩性
②黄土状粉质黏土	0.19				9.90				中压缩性
②-1 黄土状粉质黏土	0.24				8.44				中压缩性
③黄土状粉质黏土	0.17	0.15	0.12		10.87	13.24	15.78		中压缩性
④粉质黏土	0.14	0.12	0.10	0.09	12.92	15.26	17.88	20.37	中压缩性

3.4 场地地震效应

3.4.1 场地地震抗震设防烈度

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版), 及《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 表 C16, 新安县五头镇抗震设防烈度为 7 度, 峰值加速值为 0.10g, 设计地震分组为第二组。

3.4.2 建筑抗震地段及建筑场地类别划分

3.4.2.1 建筑抗震地段

拟建场地位于黄土丘陵坡地, 根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版), 拟建场地为可进行建设的建筑抗震一般地段。

3.4.2.2 建筑场地类别划分

依据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版), 土层的等效剪切波速按下列公式计算: $v_{se}=d_0/t$

$$t = (d_i / v_{si})$$

式中:

- v_{se} ——土层的等效剪切波速 (m/s);
- d_0 ——计算深度 (m), 取 20m;
- t ——剪切波在地面至计算深度之间的传播时间;
- d_i ——计算深度范围内第 i 层土的厚度 (m);
- v_{si} ——计算深度范围内第 i 层土的剪切波速 (m/s);
- n ——计算深度范围内土层的分层数。

计算结果如表 3.4.2。

表 3.4.2

孔号	1#	5#	7#	9#	14#	15#	22#
等效剪切波速 (m/s)	200.00	204.08	206.19	200.80	194.17	217.39	229.62

根据计算结果,等效剪切波速 v_{se} 介于 194.17~229.62m/s 之间,平均值 207.46m/s。场地土①层属软弱土,②、②-1、③层属中软土,④层属中硬土。根据区域地质资料,场地的覆盖层厚度介于 3~50m,根据 GB50011-2010 (2016 年版),判定该建筑场地类别为 II 类。

3.4.3 场地的特征周期

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)表 C16,新安县五头镇反应谱特征周期值为 0.40s。

3.4.4 场地的抗震稳定性

拟建场地未见地下水,无可液化土层分布。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版)综合判别,拟建场地可不考虑液化影响。

根据区域地质资料及现场地质调查,场地无活动性大断裂通过,无滑坡、崩塌等不良地质现象。

综上所述,该场地在地震情况下是稳定的。

勘察中,未发现墓穴、防空洞等不良地质现象。

3.5 地下水、土腐蚀性评价

3.5.1 地下水腐蚀性评价

勘探深度内未见地下水。

结合地质调查,可不考虑地下水的影响。

3.5.2 场地土视电阻率测试

场地土视电阻率测试工作于 2016 年 11 月 16 日进行,共完成测试点 12 个,测探点的布设按网格进行布置。测量方法采用电阻率法对称四极

测深装置，测线、测点布设应用罗盘加测绳进行定位。

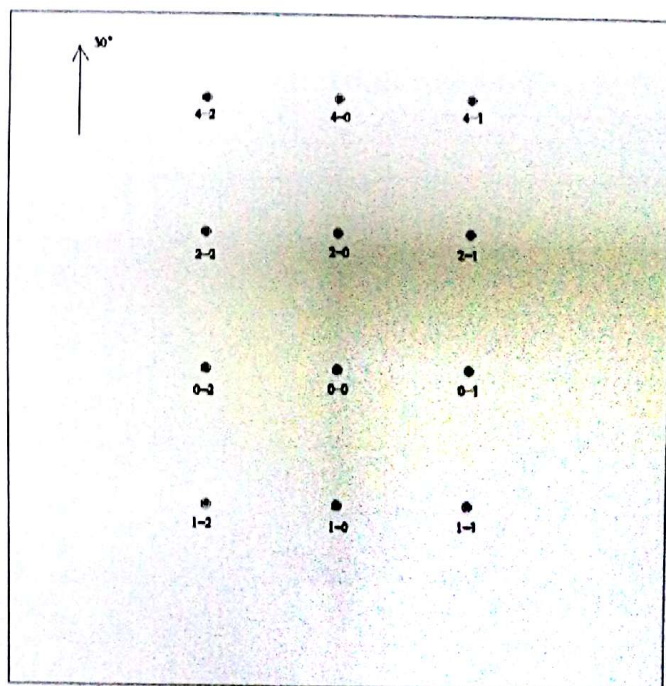


图 1 测深点布置示意图

从测试结果看，土壤视电阻率分布特点为：

- ①深度 $AB/2=4.5\text{m}$ ，场地范围内的土壤视电阻率最大值为 $25.0 \Omega \cdot \text{m}$ ，最小值为 $11.8 \Omega \cdot \text{m}$ 。
- ②深度 $AB/2=9\text{m}$ ，场地范围内的土壤视电阻率最大值为 $20.8 \Omega \cdot \text{m}$ ，最小值为 $11.4 \Omega \cdot \text{m}$ 。
- ③深度 $AB/2=15\text{m}$ ，场地范围内的土壤视电阻率最大值为 $20.5 \Omega \cdot \text{m}$ ，最小值为 $13.7 \Omega \cdot \text{m}$ 。
- ④深度 $AB/2=20\text{m}$ ，场地范围内的土壤视电阻率最大值为 $20.0 \Omega \cdot \text{m}$ ，最小值为 $13.9 \Omega \cdot \text{m}$ 。

场地地质结构简单，同一深度的土壤视电阻率值相差较小，同一位置随着深度的增大土壤视电阻率变化也不大，土壤视电阻率在横向和垂向上的变化主要是由土壤干湿度和土壤紧密程度变化引起，不同深度的

视电阻率值见表 3.5.2。

土壤视电阻率一览表

表 3.5.2

测试点	不同深度土壤视电阻率值			
	AB/2=4.5m	AB/2=9m	AB/2=15m	AB/2=20m
4-2	14.2	14.3	14.7	14.4
4-0	11.8	13.8	14.6	14.8
4-1	11.9	13.2	14.1	13.9
2-2	16.0	14.3	14.5	16.0
2-0	17.1	13.5	15.3	15.4
2-1	19.0	16.5	15.9	15.2
0-2	12.2	11.4	13.7	13.9
0-0	19.4	15.0	20.1	17.4
0-1	14.9	16.5	16.5	15.9
1-2	17.5	14.8	14.9	15.3
1-0	22.8	18.0	18.0	17.9
1-1	25.0	20.8	20.5	20.0

根据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001) (2009 年版) 表 12.2.5 土对钢结构的腐蚀性评价，场地土视电阻率值大多小于 $20 \Omega \cdot m$ ，腐蚀性等级评价为强腐蚀性，仅场地东南角位置（1-1、1-0 测试点）视电阻率值介于 $20 \sim 50 \Omega \cdot m$ ，腐蚀性等级评价为中腐蚀性。应采取相应防腐措施。

详见附件《洛阳丰盈 100KW 光伏电站项目（一期 60MW）升压站工程土壤视电阻率测量成果说明》。

3.5.3 土腐蚀性评价

引用同一场区我公司于 2016 年 10 月 10 完成的《洛阳丰盈新能源有限公司 100MW 光伏电站项目地质勘察工程一期岩土工程勘测报告(初勘)》

土腐蚀性测试报告，按《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）附录 G 划分，场地环境类型为 II 类，按弱透水层 B 类考虑。土质分析试验统计见表 3.5.3

易溶盐质分析成果表

表 3.5.3

孔 号	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	Mg ²⁺ (mg/kg)	NH ₄ ⁺ (mg/kg)	OH ⁻ (mg/kg)	总矿化度 (mg/kg)	pH 值	土中 Cl ⁻ (mg/kg)
引用 (24#)	65.0	12.0	未检出	0.0	156.4	7.7	12.0
引用 (40#)	108.0	16.0	未检出	0.0	227.6	8.1	18.0
引用 (77#)	72.0	11.3	未检出	0.0	176.6	7.5	13.4
引用 (151#)	93.3	14.5	未检出	0.0	222.4	7.9	15.6
判定标准	<450	<3000	<750	<64500	<30000	>5.5	<250
对砼结构 判定结果	微	微				微	
对钢筋砼 中的钢筋 判定结果							微

由以上知，本场地土对混凝土结构、钢筋混凝土中的钢筋均具微腐蚀性。

3.6 地基土的湿陷性评价

勘察对所取土样进行了黄土湿陷性试验。拟建建筑基底压力均小于 300 kPa，根据《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB50025-2004），测定湿陷系数的压力按常规压力进行。

根据土工试验结果，土样的湿陷系数部分大于 0.015，显示湿陷性。对具湿陷性土样测定了自重湿陷系数，个别土样的自重湿陷系数大于 0.015，显示自重湿陷性。同时，对具湿陷性土样采用双线法浸水压缩试验测定了土样的湿陷起始压力。试验结果详见后附《土工试验成果报告》。

湿陷系数最大值 0.024，湿陷量的计算值 Δ_s 最大为 92.18mm。自重

湿陷量的计算值 Δ_{zs} 最大为 0mm。根据《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB50025-2004）规范表 4.4.7 判定，拟建场地为非自重湿陷性黄土场地；地基湿陷等级为多为 I 级（轻微）。第①、②-1 层为湿陷性土层，湿陷性土层分布最大深度 3.20m。详见《黄土湿陷性质计算表》表 3.5.1。

黄土湿陷性质计算表 表 3.5.1

黄土湿陷性计算								
勘探点 编号	湿陷性黄 土分布深 度 (m)	湿陷性黄 土计算厚 度 (m)	湿陷性黄 土分布厚 度 (mm)	湿陷系 数	分层湿陷 量 (mm)	湿陷量 的计算值 (mm)	地基湿陷等级	分布土层
6	1.20	1.20	1200	0.018	32.40	32.40	I 级 (轻微)	①
14	3.20	3.20	750	0.015	16.88	92.18	I 级 (轻微)	①
			750	0.024	27.00			①
			1000	0.021	31.50			①
			700	0.016	16.80			①
注：湿陷性计算自基底算至基底下 10m。								

本次勘察对 6 件具湿陷性土样进行了黄土的双线法浸水压缩试验，结果进行分层统计，其统计结果见表 3.5-1。

湿陷起始压力统计表 表 3.5-1

地层 编号	湿陷起始压力 P_{sh} (kPa)		
	范围值	平均值	样本数
①	107~126	114	5
②-1	117~130	125	4

根据勘察及湿陷性试验资料，场地湿陷系数及湿陷起始压力随深度和自重压力增加变化规律不太明显。

4. 地基基础方案建议

根据勘察，地基土主要由黄土状粉质黏土及粉质黏土组成，共分 4 层。根据拟建建（构）筑物的结构特点，结合工程场地工程地质条件，

对可能的地基基础方案建议如下：

4.1 升压站区域

升压站区域±0.00 标高比场地西侧道路交叉点 0A 高程 (368.425m) 高出 0.50m，场地±0.00 标高为 368.925m，基础埋深均为-2.0m，基底标高为 366.925m。

配电房：拟采用框架结构，独立基础，持力层主要为②层，但在场地东部 3#、6#孔附近地势较低，基底高出自然地面，且该处分布①黄土状粉质黏土属新近沉积土层，具轻微湿陷性，分布厚度约 0.40~1.20m。建议局部分布①层地段，全部挖除①层，然后回填三七灰土，分层压实，形成人工地基。持力层为②层地段可以采用天然地基浅基础。

主变基础：拟采用的是块式整体浅基础，基础持力层为②层，如果设计基底压力不大于 140kPa，可以采用天然地基浅基础；如果基底压力大于 140kPa，建议采用三七灰土垫层换填地基处理。

设备基础：如基础埋深为 2.0m，持力层主要为①层，①层分布厚度 0.90~1.30m。仅 7#孔处分布②层。建议全部挖除①层新近沉积土或部分②层，然后回填三七灰土，分层压实，形成人工地基。

配电装置：拟采用的是块式整体浅基础。该场地位于升压站场地的东南角，地势较低，自然地面标高 366.40~366.92m，基底均高出自然地面，且该场地上部分布①层新近沉积土，①层分布厚度 1.40~3.20m。建议全部挖除①层新近沉积土或部分②层，然后回填三七灰土，分层压实，形成人工地基。

三七灰土垫层的设计、施工应注意的问题：

灰土垫层的承载力宜通过现场载荷试验确定。当三七灰土垫层的压

实系数大于 0.95，干重度大于 15.0 kN/m^3 时，根据地区建筑经验，初步设计时其承载力特征值 (f_{az}) 可采用 $150 \sim 200 \text{ kPa}$ 。

根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012) 第 4.2.2 条，垫层底面的宽度应满足基础底面压力扩散的要求，可按下式确定：

$$b' \geq b + 2z \tan \theta$$

式中： b' ——垫层底面宽度 (m)；

θ ——压力扩散角 (灰土取 28°)；

z ——垫层厚度 (m)；

b ——基础宽度 (m)。

地基的处理深度或垫层厚度首先应满足《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB50025-2004) 的处理要求，基底下处理厚度不应小于 1m，再根据上部荷载及下卧层验算后进一步确定。

垫层下卧层验算根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011) 第 5.2.7 条，按下式进行：

$$p_z + p_{cz} \leq f_{az}$$

式中 p_z ——相应于荷载效应标准组合时，软弱下卧层顶面处的附加压力值；

p_{cz} ——软弱下卧层顶面处的自重压力值；

f_{az} ——地基承载力特征值。

$$f_{az} = f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d - 1.5) \text{ (湿陷性黄土)}$$

式中 f_{az} ——软弱下卧层顶面处经深度修正后的地基承载力特征值；

f_{ak} ——软弱下卧层承载力特征值， kPa ；

η_d ——软弱下卧层顶面埋深的地基承载力修正系数；

γ_m ——软弱下卧层顶面以上土的加权平均重度， kN/m^3 ；

d ——软弱下卧层顶面埋深， m 。

灰土垫层的灰、土体积比宜 3:7，土料粒径不得大于 15mm，宜用不含松软杂质的粉质粘土，不宜使用块状粘土及砂质粉土，灰土所使用的消

石灰应符合Ⅲ级以上标准，石灰应消解 3~4 天，并筛除生石灰块后再使用。其粒径不得大于 5mm，灰土混合料应拌合均匀，含水量适中。

可采用电动蛙夯或压路机进行分层夯（压）实。其虚铺厚度应控制为 20~30cm。每层灰土的夯实遍数，应根据设计要求的干重度由现场试验确定。

基坑开挖时若采用机械设备，建议对坑底接近设计标高以上 30cm 位置处，采用人工作业挖除，以免地基土体受到扰动。基坑不得雨水浸泡，否则应将浸泡土体清除。

进入槽（坑）内的灰土，不得隔日夯打、碾压，夯实后的灰土三日内不得受水浸泡。如迂阴雨天，应采取防雨及排水措施，刚碾压或未碾压完的灰土，如遭受雨淋浸泡，应将积水及松软灰土挖除并补填夯实，受浸湿的灰土，应在凉晒干后再压实。

在施工进程中，应分层取样检验，采用环刀法（采取原状土试样）检验。取样点应在每层表面下 2/3 厚度处。检验点数量：每个独立柱基不应少于 1 个点，每层不少于 3 处，取样点的位置应在各层的中间及离边缘 150~300mm 处。质量要求：灰土垫层的压实系数 $\lambda_c \geq 0.95$ 。

垫层竣工验收若采用载荷试验检验其承载力时，每个单体工程不宜少于 3 点。

4.2 升压站区域南侧的生活区

升压站区域南侧的生活区，±0.00 标高比场地西侧道路交叉点 OB 高程 (361.280m) 高出 0.50m，场地±0.00 标高为 361.780m，综合楼、卫生间基础埋深均为-2.0m，基底标高为 359.780m；水泵房基础埋深-5.0m，基底标高为 355.780m。

综合楼：拟采用框架结构，独立基础，基础持力层②层，可以采用天然地基浅基础。

卫生间：砌体结构，条形基础，基础持力层②层，可以采用天然地基浅基础。

水泵房：拟采用框架结构，独立基础，基础埋深大，基础持力层③层，可以采用天然地基浅基础。

5. 基坑开挖及边坡稳定性评价

基坑粘性土侧壁土体自立高度按下式计算：

$$H_c = 2c / \gamma \times [\tan (45 + \Phi / 2)]$$

式中：H_c----允许自立高度（m）；

c----侧壁土体粘聚力厚度加权平均值（kPa）；

Φ----侧壁土体内摩擦角厚度加权平均值（°）；

γ----侧壁土体的天然重度厚度加权平均值（kN/m³）。

地基土①、②、②-1、③、④层粘聚力、内摩擦角标准值建议如下表：

地基土层名称	粘聚力 c (kPa)	内摩擦角 Φ (°)	天然重度 (kN/m ³)
①黄土状粉质黏土	28.5	22.5	17.70
②黄土状粉质黏土	36.9	26.7	18.24
②-1 黄土状粉质黏土	30.0	23.0	17.41
③黄土状粉质黏土	48.4	31.6	18.65
④ 粉质黏土	53.7	34.1	19.17

采用天然地基或三七灰土垫层地基处理时，拟建建（构）筑物基坑挖深一般约 1~4m。基坑安全等级为三级，重要性系数 γ₀ 取 0.9。侧壁地基土为①、②层黄土状粉质黏土。水泵房位置基础埋 5m，基坑深度约 7.8m，基坑安全等级为二级，重要性系数 γ₀ 取 0.9。侧壁地基土为②

-1、②、③层黄土状粉质黏土。

以 14#孔为例，基坑挖深约 3.2m，基坑侧壁土为①层黄土状粉质黏土，经计算基坑侧壁土体自立高度为 4.8m，略大于基坑开挖深度，根据当地工程经验及现场环境条件，可以近直立或分小台阶开挖。

再以 22#孔为例，基坑挖深约 7.8m，基坑侧壁土为②-1、②、③黄土状粉质黏土，经计算基坑侧壁土体自立高度为 9.2m，略大于基坑开挖深度。根据理论计算，可以直立开挖，结合当地工程经验及现场环境条件，建议略放坡或分小台阶开挖。

坡顶应避免重力堆载。

6. 结论与建议

1、拟建场地地貌单元属黄土丘陵坡地。根据区域地质构造资料，拟建场地区内无区域全新活动断裂通过，场地无不良地质作用，无可液化土层。场地稳定性较好，适宜建筑。

2、拟建场地属非自重湿陷性黄土场地，地基湿陷等级为 I 级（轻微）。湿陷性土分布于第①、②-1 层黄土状粉质黏土，分布最大深度 3.20m。

拟建建筑应采取结构措施及基本防水措施。

3、场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第二组，场地特征周期为 0.40s，建筑场地类别为 II 类。建筑场地划分为可进行建设的一般场地。

4、勘探期间，在勘探深度内未见地下水，可不考虑地下水的影响。

场地土对混凝土及混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。土对钢结构具中～强腐蚀性，建议采取相应防腐措施。

5、地基基础方案建议：

配电房：持力层为②层地段可以采用天然地基浅基础。但在场地东部 3#、6#孔附近地势较低，基底高出自然地面，建议局部分布①层地段，全部挖除①层，然后回填三七灰土，分层压实，形成人工地基。

主变基础：基础持力层为②层，如果设计基底压力不大于 140kPa，可以采用天然地基浅基础；如果基底压力大于 140kPa，建议采用三七灰土垫层换填地基处理。

设备基础：建议全部挖除①层新近沉积土或部分②层，然后回填三七灰土，分层压实，形成人工地基。

配电装置：建议全部挖除①层新近沉积土或部分②层，然后回填三七灰土，分层压实，形成人工地基。

综合楼、卫生间、水泵房建议采用天然地基浅基础。

6、在施工时，如遇坑、洞、墓、穴等地下隐患应采取措施给予妥善处理。

7、基坑开挖至设计标高，请及时通知勘察设计部门进行地基验槽。