

# 蓟县电厂主厂房场地的工程地质条件

焦 景 有

(中国建筑科学研究院地基所 北京 100007)

**【提要】** 本文通过对蓟县电厂主厂房冲击钻孔灌注桩施工的监理, 在详勘地质报告与实际不符的情况下, 经少量的补勘工作, 弄清了场地的地质条件; 用冲击钻孔的岩渣判别基岩风化程度; 对场地进行了工程地质分区, 使桩基施工缩短了工期, 节约了造价。经检测, 桩基强度完全满足了设计要求。

**【Abstract】** Based on the monitoring to the construction of the percussion boring filling pile for the main building of the power plant in Ji county, the engineering geological conditions of the site were understood through a little supplement investigation in the case that the report of the detailed investigation isn't correspond to the practice. The weathering degree of the rock is decided by debris from percussion boring. And the site is delimited to different areas in engineering geology.

## 1 工程概况

蓟县电厂位于蓟县城南10km处, 是国家“八五”大型重点工程, 总装机容量为220万kW。由苏联设计, 主厂房采用冲击钻孔嵌岩灌注桩基础。根据单桩所受荷载的不同, 设计要求桩长以“桩身分别嵌入强风化安山岩2d; 中风化安山岩0.5d、1d(d为桩径), 有效桩长 $\geq 20\text{m}$ ”为控制条件。为此桩基岩石风化程度的准确鉴别至关重要, 它是保证成桩承载力满足设计要求和工程造价合理的决定因素之一。桩基施工于1990年8月开始, 1991年8月结束, 作者自始至终参加了施工监理工作。

## 2 施工中所遇到的问题

(1) 桩基施工以详勘报告为地质依据。按报告所述, 拟建场地地形平坦, 地面标高为22m左右; 地表岩性为第四系冲洪积亚粘土, 下部含多量碎石, 碎石成分以强~中风化安山岩为主; 下伏基岩为侏罗系安山岩, 基岩面埋深为18~22m, 局部达23.95m, 强风化安山岩厚2~5m, 呈土状或碎屑状, 棕黄色、灰褐色; 中风化安山岩厚5~8m, 微风化安山岩埋深为28m。给人的概念是场地下为一稳定的安山岩基, 自上而下有正常的

强→中→微风化层序, 乃至深度越大岩体越完整, 岩性越坚硬, 施工中发现详勘报告与地质条件出入很大。

(2) 没有统一的在冲击钻孔条件下用岩渣判别基岩风化程度的标准。详勘中将土状安山岩判为强风化, 施工之前的桩静载荷试验报告则认为从力学性能而言, 土状者不能做为实用的强风化安山岩使用, 各类规范中所述的基岩风化程度的判别标准也不能运用岩渣来鉴别。

(3) 桩基施工初期, 在458\*和485\*桩孔(见图1、2)中发现强风化安山岩厚度大于9.7m, 且有挤压破碎现象和变质矿物; 在431\*桩孔深度为25.6~35.3m、440\*桩孔深度为24.5~34.4m发现了粘土岩(见图1、2、)这是详勘报告中所没有反映的岩性。

(4) I轴桩孔在安山岩下也发现了粘土岩, 少量桩孔在中风化安山岩下有较上部破碎及风化更严重的现象。

(5) I轴南北的安山岩从颜色、成分、强度等均大不相同。

## 3 施工中的地质工作

为解决勘察报告与地质条件不符和制订

统一的在冲击钻孔条件下运用岩渣判别基岩风化程度标准的问题,在不停止施工的同时,对场地进行了补勘工作,并有意识地在场地上均匀分散布置桩孔,使之兼具勘探作用。

#### 4 场地的工程地质条件

通过一系列的工作,对场地的地质条件获得了如下新的认识:

##### 4.1 地层

第四系复盖层主要由冲洪积亚粘土组成,底部混10~20%碎石,碎石成分以强~中风化安山岩为主。

场地基岩均遭构造破坏和影响,岩性可分为第三系安山岩、第三系粘土岩和侏罗系安山岩三种。

(1) 第三系(R)安山岩: 灰黑~深灰色,隐晶~细晶质,块状构造,坚硬,分布在I~J轴之间地段(见图1);

(2) 第三系(R)粘土岩: 棕红、褐红色,成岩度较高,含方解石脉及方解石斑点,分布在J<sub>6</sub>~I<sub>6</sub>~I<sub>5</sub>~I<sub>4</sub>之间地段的第三系安山岩下及H<sub>2</sub>~I<sub>2</sub>~G<sub>2</sub>~I<sub>2</sub>之间和H<sub>6</sub>~I<sub>6</sub>

~G<sub>6</sub>~I<sub>6</sub>之间地段(见图1);

(3) 侏罗系(J)安山岩: 棕褐色,含方解石团块,深灰色含锈斑,暗绿色含绿泥石,分布在J轴以北及H轴以南地段(见图1);

##### 4.2 断裂构造

在距主厂房南、北1 km处各发育一条走向近东西的区域性正断层,两断层倾向相向,形成地堑,受其影响在主厂房范围发育有走向近东西,倾向相向的迭瓦式断层F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>和F<sub>3</sub>(见图1、3)。

在补勘钻孔的岩芯上可见有断层角砾岩,有变质矿物绿泥石、叶腊石,先期形成的方解石脉被后期断层裂隙(已被方解石充填)所错断。

(1) 断层F<sub>1</sub>,走向东西,倾向南,倾角50°~70°。从2 m标高起,断层上盘自上而下相继为第三系强风化安山岩,中风化安山岩,粘土岩,侏罗系强风化安山岩;断层下盘为侏罗系强风化安山岩(见图1、3)。

(2) 断层F<sub>2</sub>,走向东西,西端转为南北倾向北,倾角40°~55°。从2 m标高起,断层

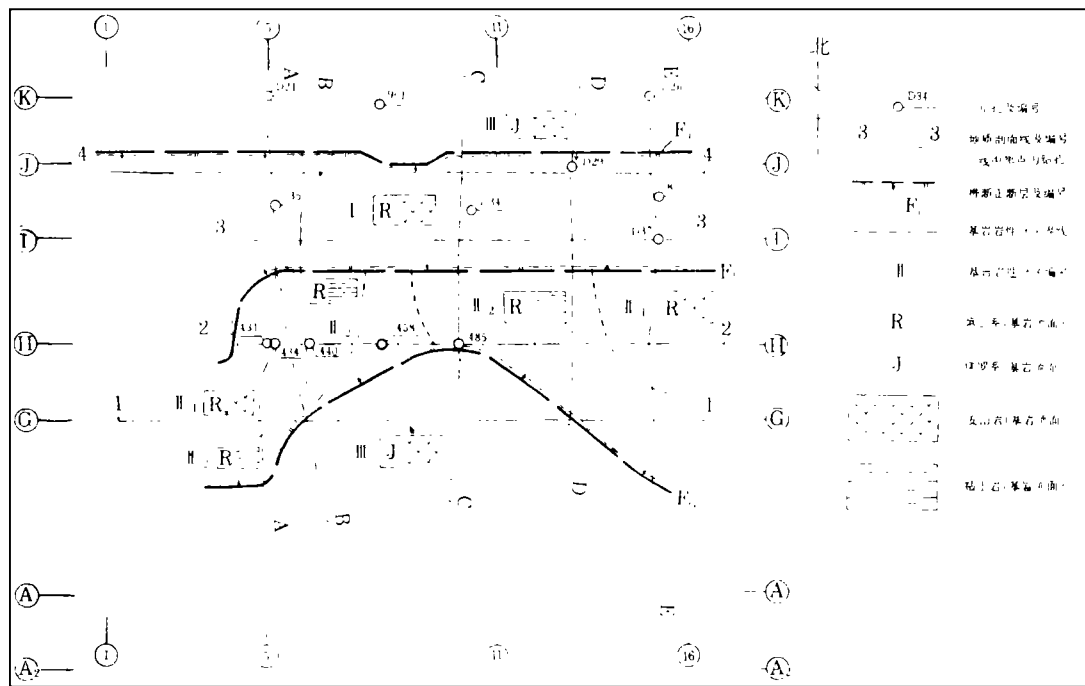


图 1

上盘自上而下相继为第三系强风化安山岩，中风化安山岩，粘土岩；下盘自上而下为第三系强风化安山岩，粘土岩，大部分地段第三系强风化安山岩缺失（见图1、2、3）。

(3) 断层F<sub>G</sub>，呈弧形向北突出，倾向北，倾角30°~45°，从2m标高起，上盘自上而下相继为第三系粘土岩，侏罗系强风化安山岩；下盘为侏罗系强风化安山岩（见图1、3）。

由于场地受构造压力大小不一，使断层上下盘的变形也不一致，故在2m标高平面上，断层线产生了部分弯曲。

#### 4.3 基岩风化程度标准的制订

桩孔由冲击钻钻成，工作过程是用冲击钻头将基岩击碎，再用抽砂筒将碎岩渣捞出，

使桩孔逐渐加深。根据上述工艺，只能从抽砂筒捞取的岩渣来判别孔内基岩的风化程度，目前规范没有这种鉴别标准。由于用抽砂筒捞取岩渣不能彻底干净，部分岩渣有随钻进深度增加而下沉与下部岩渣相混，场地上覆

第四系亚粘土中所含的与基岩岩性一致的安山岩碎石，在钻进过程中也变成岩渣下沉与基岩岩渣相混，其结果造成基岩风化层界面在深度数据上产生滞后或不准确。而准确的判别基岩的风化程度及分布深度对单桩承载力及造价至关重要，为解决上述问题，采取了下述办法：

(1) 在场地上均匀布置8个直径为108mm的回转钻孔，采取完整岩芯，对岩芯进行详细编录，根据岩芯的外观及完整程度划分下伏隐蔽基岩的风化程度，并确定不同风化程度基岩顶、低面的埋藏深度。

(2) 在同一地点用直径为800~1200mm的冲击钻钻进桩孔，

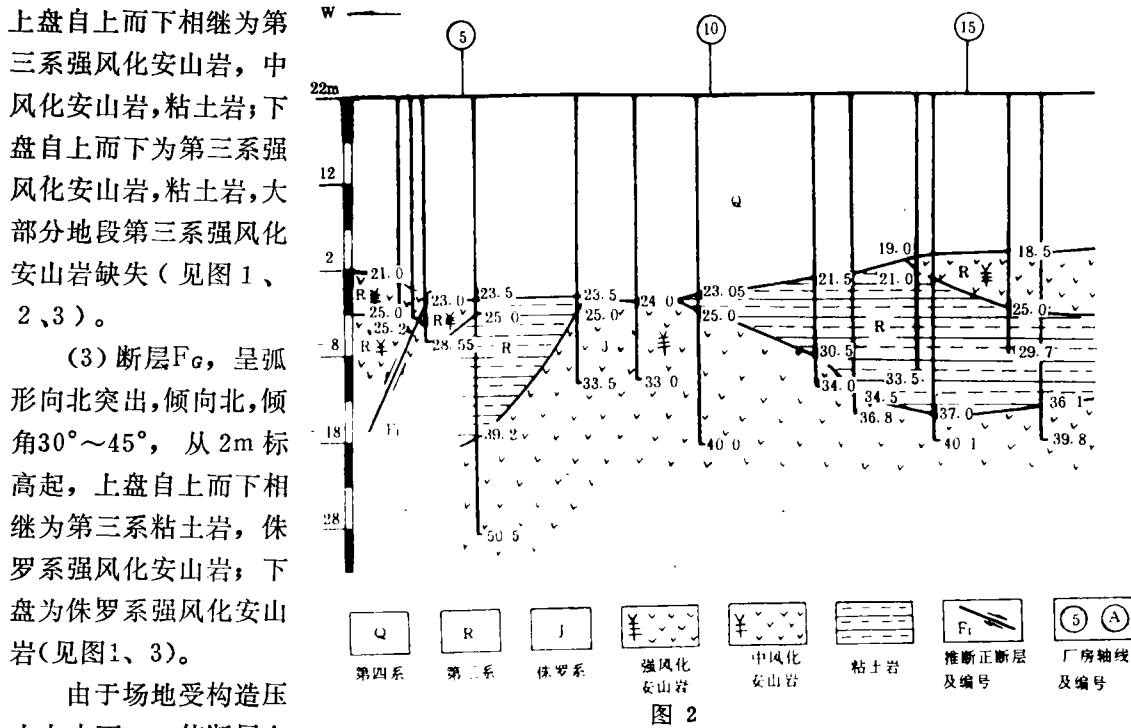


图 2

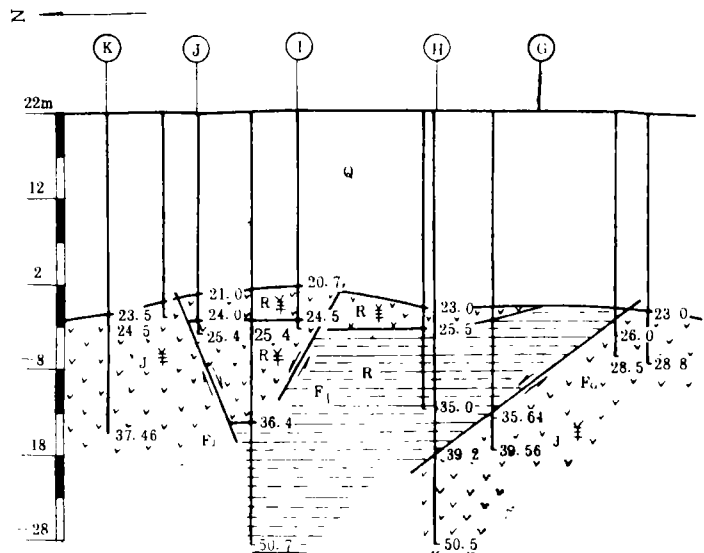


图 3

用冲击钻头击碎基岩,用抽砂筒捞取岩渣,按回转钻孔确定的不同风化程度基岩的顶、底埋藏深度来分放岩渣。这样与回转钻深度区间相同的岩渣所指示的基岩风化程度则与该深度区间用回转钻岩芯判别的基岩风化程度是相同的。

(3) 观察分析研究总结不同风化程度岩渣的特点,制订出用岩渣鉴别基岩风化程度的标准如下:

a. 全风化安山岩: 安山岩粒占30%~100%,灰褐、棕褐色,亚圆形,风化土状,颗粒手捻即碎或容易折断,手折断困难的颗粒 $\leq 20\%$ ;

b. 强风化安山岩: 安山岩粒占30%~100%,灰黑、深灰色、隐晶质、具新鲜面的棱角状锤击方断的颗粒 $< 75\%$ ;棕褐色、亚圆形、具风化面、手折断困难、具变质矿物和氧化铁颗粒 $> 20\%$ ;

c. 中风化安山岩: 安山岩粒占95%~100%,灰黑、深灰色、隐晶质、具新鲜面棱角状颗粒 $\geq 75\%$ ;粒径 $> 0.5\text{cm}$ 、锤击方断、无变质矿物、有些含少量褐红色锈斑;棕褐、灰褐,亚圆~次棱角状、具风化面手折断困难颗粒 $< 25\%$ ;

d. 破碎安山岩: 按上述标准并结合强度将其划归全风化或强风化安山岩;

e. 粘土岩: 对风化强烈、强度明显低的土状者应视为粘土;微风化~新鲜的粘土岩可按强风化安山岩使用。

## 5. 工程地质分区

经补勘认为场地基岩受断层作用影响强烈,产生了厚度颇大的破碎安山岩,再加第三系安山岩下伏第三系粘土岩的发现,使场地的基岩地质条件复杂化,详勘报告与实际严重不符,失去了指导施工的意义。为使桩基施工满足设计要求及造价合理,我们根据补勘及部分桩孔资料,将深度20.0~52.8m(标高2.0~-3.08m)的场地划分为三个分区: I区;

深度21.0~25.0m(标高1.0~-3.0m)为第三系强风化安山岩,25.0~30.5m(标高-3.0~-8.5m)为第三系中风化安山岩,30.5~50.0m(标高-8.5~-28.0m)为第三系粘土岩,50.0~52.8m(标高-28.0~-30.8m)为侏罗系强风化安山岩,本区分布在I~J轴之间地段(见图1)。

II区:

本区分布在G~I轴之间地段,其中又分II<sub>1</sub>和II<sub>2</sub>两个亚区。

II<sub>1</sub>区:

分布在本区的东西两端,深度19.0~25.0m(标高3.0~-3.0m)为第三系强风化安山岩,25.0~36.0(标高-3.0~-14.0m)为第三系粘土岩,36.0~50.5m(标高-14.0~-28.5m)为侏罗系破碎安山岩(见图1)。

II<sub>2</sub>区

分布在本区中间地段,深度22.0~35.0m(标高0~-13.0m)为第三系粘土岩,35.0~50.5m(标高-13.0~-28.5m)为侏罗系破碎安山岩(见图1)。

III区:

分布在H轴以南和J轴以北地段,深度24.0~40.0m(标高-2.0~-18.0m)为侏罗系破碎安山岩(见图1)。

由于受断层作用的控制,各区基本呈东西向条带状分布。

## 6. 工程地质分区对桩基工程的意义

(1) 经地震部门鉴定,场地断层为非活动性,侏罗系破碎安山岩和第三系完整粘土岩从力学强度角度可视为强风化安山岩,土状的全风化安山岩和粘土岩不能作为实用的强风化基岩使用,第三系中风化安山岩岩体较完整,强度较高,是良好的桩基持力层。

(2) 由于弄清了地质条件,使桩基施工有了可靠的依据,克服了施工初期桩孔超深过多的现象,节约了造价。

(3) 由于I区中风化安山岩下为粘土岩,

(下转第45页)

基坑施工前,不但对场地内有无地下电缆、通讯电缆、天然气管道、输水管道等地下设施进行调查,而且对场地四周临近重大建筑物结构、基础埋深、各类地下管线、道路、地面及护坡桩等更应进行调查,并设置监测点。因为在基坑开挖过程中,它们均会不同程度地产生垂直和水平位移。从基坑开挖直至施工结束,根据施工进度,定期逐一进行监测。在监测过程中,一旦测出某建(构)筑物的位移值趋向接近它的破坏极限位移量时,应及时报警,立即采取相应措施,避免重大事故发生,确保施工顺利进行。如四川省政协商贸大厦深基施工时,毗邻数米的四川省机械进出口公司大楼底楼围墙因结构本身存在一定的问题(大楼柱基放在6m以下的卵石层上,围墙基础放较浅的粘土层上),基坑未开挖时,围墙已有多处水平裂缝出现,最宽的已达数毫米。由于采取了护壁桩、降水孔位远离大楼和控制降水井的含砂量等措施,在基坑开挖过程中,对围墙原有裂缝一一作好标记多次进行监测。监测表明:原隙缝虽有发展,但对大楼安全未构成威胁。如今省政协商贸大厦已建成,省机械进出口公司大楼仍安全无恙。由于各种不同建(构)筑物,各类地下管线因材料和结构型式不同,应参照有关资料,根据各

不相同的破坏极限位移量定出相应的极限位移值。通过监测,不断积累这方面的资料,供以后基坑工程参考。

### 2.5 统一指挥

基坑工程从破土开挖到修建至设计地坪正负零,涉及的工序和工种多,彼此之间关系十分密切,工序之间不可逆转或超前,为了协调配合好,有效地运转,必须成立工程指挥部,负责整个工程的统一指挥,协调各工序之间的衔接和各施工队伍之间的关系,以免造成施工紊乱,贻误建设。指挥部成员应有高素质的工程勘察技术人员和结构设计人员,负责协调和施工监督。如在四川省经济管理干部学院主楼深基施工中,我院为施工单位之一,何时降水,何时挖土方,何时验槽,何时浇注混凝土,何时进行沉降观测等等,都是在工程指挥部统一安排下,配合默契,有序运转,使该大楼提前数月封顶。

综上所述,基坑系统工程的首要工序是基坑降水的一次性成功,非稳定流理论符合强行疏干含水层时的地下水运动状态,是进行降水设计首选公式之一。在整个基坑系统工程施工过程中,应在工程指挥部的统一指挥下,加强以质量为核心的全面质量管理,使工程保质保量如期按时完成,加速改革与城市建设的步伐。

(上接第39页)

故在I区特别加强地质条件控制桩孔深度,加密岩渣取样,精确划分强与中风化安山岩深度界线,使桩端下中风化安山岩的厚度尽可能大。不能盲目施工打穿宝贵的中风化安山岩,而使桩端落在粘土岩内,避免造成既不经济又不安全的不良后果。

(4) 桩基施工完成后,对不同桩基持力层有代表性的进行了单桩垂直静载荷试验。试验结果, $d=1200\text{mm}$ 的单桩容许承载力,嵌入中风化安山岩 $1d$ 的为 $8100\text{kN}$ (设计要求为 $8100\text{kN}$ )、嵌入强风化安山岩 $2d$ 的为

$7800\text{kN}$ (设计要求为 $6800\text{kN}$ )、嵌入粘土岩的为 $7200\text{kN}$ (设计要求为 $6000\text{kN}$ ),安全系数为 $\geq 2$ ,累计垂直变形最大为 $3.5\text{mm}$ ,完全满足了设计要求。

### 7. 结束语

在详勘与实际严重不符的情况下,我们通过少量补勘工作,弄清了场地甚为复杂的地质条件,制订了在冲击钻孔条件下用岩渣判别基岩风化程度的标准,使施工得以在正确地质依据指导下顺利进行,使桩长得到合理的控制,为工程缩短了工期,节约了造价,经载荷试验检测,桩基强度满足了设计要求。