

Case study of geotechnical engineering investigation under complex geological conditions

Yin Xiaolei

Hebei University of Architecture, Zhangjiakou

Abstract: With the rapid development of China's economy in recent years, industrial and domestic electricity consumption reached unprecedented levels, the nuclear power plant construction has become increasingly important, geotechnical engineering investigation is important to the entire nuclear power plant project. In this paper, combining existing nuclear power plant technical specifications, aiming at the problems found in preliminary design stage, measures to solve geotechnical engineering problems under complex geological conditions are discussed.

Key words: Nuclear power plant; Geotechnical engineering; Survey

Received: 2020-01-13; Accepted: 2020-01-28; Published: 2020-01-30

复杂地质条件下岩土工程勘察实例讨论

尹小雷

河北建筑工程学院，张家口

邮箱: xlyin1@163.com

摘 要: 随着近年来我国经济的飞速发展，工业及生活用电量达到了前所未有的水平，核电站的建设也显得越来越重要，岩土工程勘察对整个核电站工程具有重要意义。文章结合我国现有核电站勘察技术规范，针对核电站初步设计阶段岩土工程勘察中发现的问题，就解决复杂地质条件下岩土工程勘察问题进行了初步探讨。

关键词: 核电站；设计阶段；岩土工程；勘察

收稿日期：2020-01-13；录用日期：2020-01-28；发表日期：2020-01-30

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



核电厂在我国电力工业发展中占有极其重要的地位,其发电量大,且不像化石燃料那样排放大量的污染物质到空气中,是一种优质高效的清洁能源。但由于核反应堆容器内有大量的放射性物质,如果在事故中释放到外界环境,就会对生态及民众造成伤害,因此必须保证其安全稳定的运行。查明核电厂的地质条件是核电厂安全建设、平稳运行的重要前提条件之一,初步设计阶段的岩土工程勘察工作目的就在于此,不同厂址地质条件不同,岩土工程勘察工作的思路、方法、手段也不尽相同。

1 岩土工程勘察概述及核电厂地质概况

核电厂岩土工程勘察等级为甲级,工作周期大多为2~3个月,勘察的对象为处于隐蔽状态的地下部分。岩土工程勘察采用的工作手段多样,对拟建项目重要程度也要求深入了解,勘察工作质量直接影响到整个工程项目的质量,因此勘探工作也是整个项目实施的重点之一。一旦岩土工程勘察有误或不全面,后期将很难补救,即便补救,所耗费的成本也是相当巨大的,因此一定要在初步设计阶段充分做好岩土工程勘察工作。

某核电厂附近地质条件复杂,有山区常见的残坡积层,河流两岸和沿海地带常有的河流冲积层、海积层以及混合堆积层,厂址附近大部分均属于侵入岩分布区,核岛区场坪达到设计高程后,场地即为挖方区,微风化基岩无覆盖层,直接露出。

2 岩土工程勘察关键问题及解决方案

岩土工程勘察首先要对勘察区进行钻探取样,取样是岩土工程勘察成果的直接数据来源,没有可靠、完整、适用的数据,一切分析评价都将成为空中楼阁,毫无价值。岩土工程设计计算的准确性主要取决于计算模式和计算参数两个方面,其中计算参数又比计算模式更为重要。岩土工程勘察的难度还在于,在钻探取样、样品制备以及进行原位测试时,难免对试样有一定程度的扰动,影响测试结果。测试结果能否具有充分的代表性也是个重要问题,因为岩土体并不是均质体,多少都存在各向异性问题。我国近年来通过了《原状取土器标准》、

《原状取样技术标准》、《岩土工程勘察规范》等一系列法律法规，规范了我国岩土工程勘探的取样工作。

核电厂岩土工程地质钻探中使用的钻头、钻具与一般项目钻探中使用的有所不同,在进行勘察工作时应选择好钻探方法,钻孔口径也应根据实际情况确定。在砂土、软土中一般采用泥浆护壁,有需要时可以使用套管,在套管底部三倍孔径距离以下才能进行取样,以免采到击入套管时已被扰动的土体。使用冲击、振动、冲洗等方式钻进时,当还差1m左右达到预计取样位置时应改用回转钻进。在下放取土器之前应对钻孔进行仔细清洗,使取土器废土段长度大于孔底残渣的厚度(活塞取土器除外)。采取土样时一般选择快速静力连续压入法,有时也可选择采用重锤少击法,此时配有导向装置,以此来避免锤击时产生的摇晃,影响取样的准确性。通过采取以上一系列的控制手段,才能使钻探后工作的正常进行得到保证,并且勘察数据的真实性也将得到很大的提高。下面就某核电站进行具体的说明。

核电站前期勘察资料显示,场地存在斑状花岗岩、中细粒花岗岩和花岗斑岩3种岩体。查明它们在核岛区的接触界限、分布规律及岩土工程条件是初步设计阶段勘察的首要任务,另外,本阶段勘察的主要任务还有测定核岛地基岩土土的动、静设计参数并查明其地质条件。

为准确查明上述关键问题及其岩土工程条件,本阶段采取了多种勘察方法。按照相关规范的要求在核岛区布置了钻探孔,钻孔弹性模量测试、岩石动三轴试验、跨孔法波速测试、单孔波速测试和阻尼比等是为测定核岛地基岩土设计参数采用的特殊勘察手段。在每个反应堆均进行一组双跨孔波速试验,两组跨孔波速试验的钻孔在平面上相互垂直,以便分析地基岩体是否存在各向异性。取样进行了岩石的物理、力学性质试验、阻尼比试验和岩石动三轴试验,在取样过程中应注意样品的代表性。压水试验和声波测井也同时安排在核岛区。

3 对勘察成果进行分析并提出地基岩体设计参数

中细粒花岗岩主要分布在厂区东侧山丘地带,为燕山早期第一阶段侵入岩

体。斑状花岗岩主要分布在厂区西部山丘,东部山坡地带以及中西部沟谷覆盖层之下,主要为燕山早期第二阶段侵入岩体。花岗斑岩主要分布在厂区西南部和东部接近海岸的地带,为燕山早期第三阶段侵入岩体,以岩墙岩脉形式产出。

跨孔波速试验结果表明,核岛基础底面以下3种岩体波速近似,岩体波速稳定,可看作一个波速层;岩体钻孔弹性模量测试结果显示了岩体结构特征,能体现较好的测试压力变形曲线规律性,较破碎岩体的弹性模量和变形模量低于较完整岩体。中细粒花岗岩、斑状花岗岩和花岗斑岩岩体没有明显的各向异性,而且3种岩体的模量也没有显著的变化;压水试验结果显示,核岛地基岩体局部地段为扩张型或充填型,主要为弱透水层;声波测井试验显示核岛地基岩体的完整性主要为较完整,只有在局部地区显示为较破碎,并且岩体的完整程度随深度的增加而变好。

各试验结果显示,花岗斑岩和中细粒花岗岩岩体的横、纵波速都与斑状花岗岩十分相近,花岗斑岩、中细粒花岗岩的波速特征与斑状花岗岩也基本一致,因此可将核岛岩体的波速特征一律按斑状花岗岩来考虑。

静态参数和动态参数是两类重要的核岛地基设计参数。核岛地基静态设计参数包括:岩体的抗压强度、重力密度、软化系数、抗剪强度参数、静泊松比、弹性模量和地基承载力;动态设计参数包括:动弹性模量、动剪切模量、动泊松比、岩体波速、阻尼比等。

由于核电厂核岛地基主要组成部分是斑状花岗岩,花岗斑岩、中细粒花岗岩与斑状花岗岩力学性质十分接近,因此在为核岛地基设计参数取值时,将微风状花岗斑岩设计为主要参数,同时辅之以其他两种岩体。地基的静态参数主要通过岩体原位测试和岩块室内试验获得,按照规定的参数取值原则进行取值。在核岛区进行了检层法波速测试及跨孔法测试,单孔检层法波速测试是地表激发、孔中接收的岩体竖直方向波速测试,它所反应的波速会受到测试点以上地层波速较低的影响,而跨孔波速则克服了不同岩性和地层因波速差异造成的结果偏差。通过以上分析比较,跨孔法测试更能接近地震波的传播模式和代表岩体的动态特征,在参考其他方法的测试成果、测试方法的影响、节理裂隙发育等因素的基础上,岩体动参数(动弹性模量、动剪切模量)设计值采用跨孔法

波速测试成果。岩体的阻尼比可以采用室内岩石阻尼试验和现场激振法测试来得到。

4 结论

本文通过分析某核电厂设计阶段岩土工程勘察的具体流程，得出了以下结论：岩土工程勘察要多种方法综合使用，且应根据核电厂的地质情况布置出有针对性的岩土工程勘察方案；设计参数的选择要结合实际情况对勘察结果进行分析，以此来推导出合理的设计参数。

参考文献

- [1] 常金铭. 岩土工程勘探工作重点 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002.
- [2] 韩至成. 岩土工程勘探技术概述 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [3] 李喜田. 我国岩土工程勘探现状与发展 [J]. 北方工业, 2006 (5).