

胡海涛 易明初 向祖廷 唐昌韩 董志国著

档案出版社

广东核电站规划选址 区域稳定性分析与评价

23.1

TM623.1

2

3

广东核电站规划选址 区域稳定性分析与评价

胡海涛 易明初 向祖廷 唐昌韩 董志国 著

1987/12

档案出版社

1988年



B

39483

内 容 简 介

广东核电站是我国正在兴建中的第一座大型核电站。本项成果在我国尚属首次，曾获地质矿产部科技成果奖，并得到国内外有关专家、教授和部门领导的好评。本书以此成果为基础，在胡海涛教授指导下由易明初副教授重新整理修改而成。

全书共分四章，分别为区域地质、晚近及现今活动构造、地震地质和区域稳定性分析与评价。内容丰富、研究方法和步骤比较完善。有新观点和新认识，是应用地质力学原理，在“安全岛”思想和地（岩）块观点上有所发展，并与国外经验相结合的一本专著。书中图表、照片丰富，资料充足。

本书是作者等长期从事区域地壳稳定性研究的经验总结。它不仅对核电站选址起指导作用，而且对其他重大工程建设也具有重要参考价值。本书可供从事区域地壳稳定性、工程地质、地震地质、新构造和活动构造研究的部门和专业人员参考使用。

广东核电站规划选址区域稳定性分析与评价

胡海涛 易明初 向祖廷 唐昌韩 董志国 著

档案出版社出版

（北京市西城区丰盛胡同21号）

新华书店北京发行所发行

中国地质科学院印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：8.375 字数：211千字
1987年 月第一版 1988年10月第一次印刷
印数：1—700册
统一书号：ISBN7-80019-088-9/G·62 定价：9.00元

目 录

前言	(1)
第一章 区域地质概述	(5)
第一节 地层	(5)
第二节 岩浆岩	(12)
第三节 地质构造	(15)
第四节 深部构造特征	(25)
第五节 地壳运动及地质发展历史	(28)
第二章 晚近及现今活动构造	(31)
第一节 新生代地层	(31)
第二节 层状地貌	(37)
第三节 活动构造带	(44)
第四节 晚近构造运动基本特征	(57)
第五节 现今构造活动及其应力场分析	(63)
第三章 地震地质	(65)
第一节 历史地震分析	(65)
第二节 强震构造背景分析	(76)
第三节 拟选厂址及邻近地区的微震显示	(81)
第四节 地震危险区的预测	(86)
第四章 区域稳定性分析及评价	(94)
第一节 区域稳定性的涵义及其评价依据	(94)
第二节 选址地区的区域稳定性特征分析	(95)
第三节 区域稳定性区划与评价	(101)
第四节 各候选厂址的工程水文地质条件概述	(113)
第五节 各候选厂址区域稳定性及工程水文地质条件的比较评价	(119)
结论、问题和建议	(120)
图版及说明	(129)
参考文献	(130)

前 言

广东核电站是我国拟建中第一座引进的大型核电站，它的兴建对广东经济特区的建设和新能源的开发利用，具有重要的意义。为此，自1980年以来广东省政府组织有关地质、地震部门对选址地区进行了区域地质、第四纪地质、地貌、地质构造、地震地质及工程地质等多学科的综合调查研究工作。地质矿产部地质力学所、地质矿产部562综合大队于1981年与广东省电力勘测设计院协作，在上述工作的基础上，开展了选址地区的区域稳定性分析工作。

核电站选址地质在国外已形成一门新的应用地质学科，对于地震地质和工程地质工作有着严格的技术要求和准则。我们的工作是根据我国的地质实际，应用地质力学理论和方法，参照1975年4月美国核管理委员会（NRC）联邦法规（10—CFR100附件A）“核电站地震地质选厂准则”等技术要求进行的。

广东省的地震活动与全国相比，虽不及台湾、西藏、西南、西北及华北地区强烈，但在东南沿海低水平活动区中是相对较高的区域。因此，在进行核电站规划选址中，从地震地质——工程地质角度，应用地质力学观点，对选址地区的区域稳定性进行综合分析评价，以便在活动构造带内，寻找相对稳定的地块、岩块——“安全岛”作为核电站的建厂场址，具有重要的战略意义。

广东核电站候选场址地区，位于粤东南的大鹏湾，大亚湾沿海一带，行政区划分属深圳市和惠东县。候选场址区分东（大亚湾东岸）、中（大亚湾西岸）、西（大鹏湾东岸）三区，工程设计方面先后曾在三区中比选过八处厂址，经研究淘汰确定四处候选厂址即：东区的长咀角厂址，中区的大坑厂址和岭澳厂址及西区的下沙厂址，作为规划选址阶段研究比选的对象，各候选厂址均有公路可通，加之濒临海湾，有较好的水运条件，水陆交通尚称便利（见图1）

选址地区的大地构造部位，属新华夏第二隆起带的莲花山活动断裂带的西南段。在地震区划中属东南沿海地震区的政和—海丰地震带，此带内历史上除发生过4 $\frac{1}{2}$ —5 $\frac{1}{4}$ 级地震5次，5 $\frac{1}{4}$ —5 $\frac{3}{4}$ 级地震2次而外，均为小震，微震，不论从地震强度和频度上与相邻的泉州—汕头、邵武—河源地震带相比，都大为逊色。

为了使区域稳定性评价能够符合实际，在已往工作的基础上，本阶段又补充进行了必要的调查研究和测试工作（见表1所列）。

表一所列各项工作的成果，是本文编写的基础。除此之外，编写人尚进行了选址地区及其外围强震地区的野外考察，并参阅广东省地质矿产局区测队、广东省地震局地震所、地质矿产部909队、地质矿产部航空物探地质总队、地质矿产部第二海洋地质调查大队、地质矿产部南海地质调查指挥部综合研究队、地质矿产部562队和地质矿产部地质力学所所提供的大量研究成果等已有文献、资料，经综合分析、整理编写成研究区域包括以大鹏为中心半径约320km的范围，重点调查和野外测试工作仅在半径30km的选址地区进行。

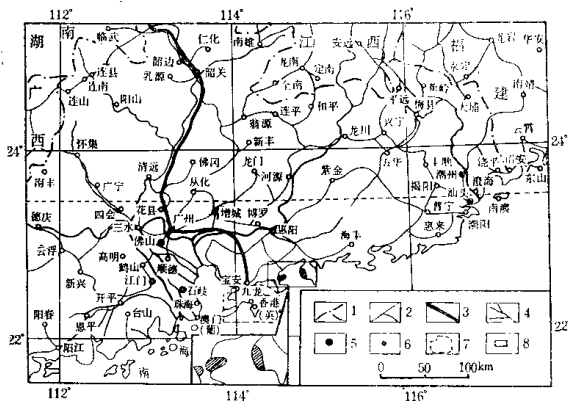


图1 广东核电站选址区地理位置图

1. 省界 2. 公路 3. 铁路 4. 河流 5. 省辖市 6. 县城 7. 与香港分界线 8. 候选场址区

广东核电站规划选址阶段地质——地震工作量及参加单位一览表 表 1

序号	项 目	工作范围及工作量	时 间	承担单位
1	卫星照片航空照片的地质判译	东经113°—116°, 北纬22°—24°	81年4月—11月	中国科学院遥感应用研究所
2	1/10万蛇口—梅陇沿海一带, 地貌第四纪地质及新构造运动调查	2500km ² (148×17) 观测点460个, 取样238个	80年—81年	中国科学院南海海洋研究所
3	1/5万厂址附近地区地质调查	362.5km ² , 地质观察点1000个, 断裂带剖面0.9km, 岩石薄片100块, 同位素年龄样10个	80年元月—11月	广东省地质矿产局区队
4	1/5万重点地区地质测绘	10km ² , 地质调产路线27km, 地质点44个, 节理测量点6个, 岩石薄片71块, 探槽土方3000余m ³	81年10月—11月	地质矿产部562综合地质大队, 广东省5210勘测队
5	1/20万区域地质调查	830km ² , 地质观察点856个, 构造路线剖面15.6km, 岩石薄片258块, 同位素年龄样9个	81年元月—7月	广东省地质矿产局区队

表 1

6	活动断层调查及年代 鉴定	候选厂址近区四条断裂, 观测点24 个, 观察路线长70km, 采样101件, 其 中孢粉80件, C ¹⁴ 样16件, 热发光样 1件, 钾-氩年龄样1件, 岩组样3件	81年5月—81年9 月	国家地震局地质研 所
7	地震地质背景调查及 地震烈度综合研究	区域 (R=300km) 及候选厂址近 区	80年—81年	广东省地震局研究所
8	天然地震转换波探测	大亚湾周边地区三条测线 (二条北 西向, 一条北东向) 共17个测点	81年4月—9月	国家地震局地质研究 所
9	航磁延拓计算	东经113°30'—116°30' 北纬21°40' —23°20'	81年2月—6月	地质矿产部航空物探 大队
10	候选地区微震观测	平海、大鹏两半岛共9个观测台	81年5月—11 月	地质矿产部562综合地 质大队
11	强震区地震背景考察	汕头南澳、海丰、河源	81年4月、6月	广东核电站区域稳定 性综合分析组等
12	拟选场址区工程地质 初步勘探	电灯东山钻孔共10个总进尺377.63m 电法勘探点200个, 大坑、岭澳电法勘 探点130个	80年 81年4月—5月	广东省5210勘测队 广东省电力勘测设计 院

全文的编写工作, 系由地质矿产部地质力学所, 地质矿产部562综合大队及广东省电力勘测设计院三单位人员组成的“广东核电站区域稳定性综合分析组”负责完成, 编写工作自1981年10月开始至同年12月底结束, 历经三个月时间。各章节的编写人员, 分列如下:

前言 由广东省电力勘测设计院向祖廷完成;

第一章 区域地质概述, 由地质矿产部562综合大队唐昌韩完成;

第二章 挽近时期及现今活动构造, 由地质矿产部地质力学所易明初完成;

第三章 地震地质, 由地质矿产部562综合大队董志国及唐昌韩完成。

第四章 区域稳定性分析评价, 由地质矿产部地质力学所胡海涛及广东省电力勘测设计院向祖廷完成; 本章第四节候选厂址的工程水文地质条件由广东省电力勘测设计院刘万明完成。

结论及汇总由胡海涛、向祖廷完成, 并经全体组员讨论, 修改。最后由易明初、唐昌韩复核。

在各章编写过程中, 钟立勋、王世湘、李晓军和朱家良等同志编绘了相应的主要物件和提供了重要资料, 并做了大量的辅助工作。

本书插图由地质矿产部562综合大队邢秀起同志和地质力学所周金法同志清绘, 整个文、图、表及照片的修改整理由易明初完成, 董志国同志也给予了大力协助。

整个工作是在广东省地震地质工作组、中国地质科学院、广东省电力工业局核电筹建处

及广东省电力勘测设计院的领导和关怀下进行的。全文是在技术顾问胡海海教授的 直接 指导，及易明初的具体组织领导下编写的。

中国科学院学部常务委员谷德振教授曾亲临选址现场考察，对选址的地震地质 及 工程地质工作提出了宝贵的指导性意见。

工作期间，除得到表列各兄弟单位的大力协作外，尚得到电力部核电局、电力建设总局、中国科学院地质研究所、中山大学、地质矿产部南海地质调查指挥部及其所属第二海洋地质队、综合队，华东电力设计院以及深圳市、惠东县、海丰县、河源县等单位的支持和协助，在此一并表示衷心的感谢。

该成果经孙殿卿、陈庆宣、杨开庆和崔盛芹等四位研究员和教授审阅后认为，广东核电站是我国拟建中第一座引进的大型核电站，此项研究在我国尚属首次。它应用和发展了李四光教授“在活动构造带内选择相对稳定地区（即安全岛）作为工程 建设 场地”的思想。并在推荐的相对稳定地块中得到了应用，产生了实际效益。总之，“安全岛”思想在区域稳定性评价中起了重要作用，而且仅用一年半时间，就选定了安全可靠的厂址，加快了核电站的建设进程，取得了明显的经济效益，与此同时，还建立了一套比较成熟的工作方法，目前国内核电站选址工作中已经得到推广和应用。地质矿产部前部长孙大光同志曾在1985年部级评功授奖大会上指出，广东核电站选址为重大工程建设作出了显著成绩。叶选平前付省长、彭士禄前付部长签发的文件时指出：“大亚湾西部大鹏半岛排牙山南侧地区是一个相对稳定的地块，同意大坑厂址作为推荐方案”（图版1-1）。目前，核电站正在这个相对稳定地块上进行施工。

第一章 区域地质概述

本章概述内容，主要包括地层、岩浆岩、地质构造、深部构造和地壳运动及其发展历史。

区域地质仅作简略阐述；重点论述则放在选址地区半径30km范围内。

第一节 地 层

本区地层发育较为齐全，从震旦系到第四系均有出露。但由于构造复杂，岩性、岩相多变，按其特点在大范围内有如下分布规律。

在佛岗—丰良东西向构造带以北地区，古生界地层分布广泛，有震旦—奥陶系浅海相砂页岩类复理石沉积发育；上泥盆统至上二叠统的浅海相碳酸盐沉积发育。中生界及新生界分布零星。

在吴川—四会断裂带和紫金—博罗断裂构造带之间地区，下古生界发育较差，泥盆、石炭、二叠系碳酸盐建造普遍减少，而代之以浅海—滨海相碎屑岩建造。区内震旦系深变质岩分布较广，中、新生界发育齐全。

在紫金—博罗断裂构造带以东，包括深圳大鹏半岛和惠东平海地区，区内下古生界震旦系、寒武系零星分布；上古生界泥盆系，石炭系多为浅海—滨海相碎屑岩沉积，且不甚发育，二叠系海陆交互相及含煤岩系沉积较好。中生界发育了巨厚的浅海—滨海相碎屑岩沉积和陆相酸—中酸性火山喷发岩系，越近海域有越趋发育之势。（图2）

全区地层的层序、沉积特征，建造类型、厚度和接触关系等综合列如表2。

表列地层，在区内从分布规律上有如下特征：

（一）古生界地层，出露零星。其原因是与后期构造破坏和后期地层的不整合覆盖有关。

（二）上古生界全区处于隆起状态，仅于中泥盆世始至早二叠世

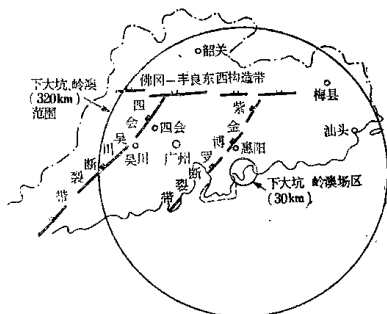


图2 广东核电站地区（320Km）地质分区图

表 2

界	系	统	地层代号 及接触关系	厚度 (m)	沉积特征和建造类型
新生界	第四系 第三系		Q	1.30	冲积、洪积、三角洲、海相砂层、砾石层、泥等
		上统	N		内陆盆地、冲积洪积相、红色复成分砾岩、砂岩沉积
		下统	E		内陆盆地、冲积洪积、火山岩质花岗岩质砾岩等
中生界	白垩系		K ₂		内陆盆地、洪积冲积、火山岩质花岗岩质砾岩、夹流纹岩、粉砂岩沉积
			K ₁		
	侏罗系		J ₃		陆相酸—中酸性火山喷发岩系
			J ₂		
			J ₁		浅海相砂、泥质碎屑岩建造
	二叠系		T ₃		浅海、滨海、沼泽相含煤碎屑岩建造
			T ₂		浅海、滨海相碎屑岩建造
			T ₁		浅海碳酸盐—碎屑岩建造
上古生界	二叠系		P ₂		浅海相碳酸盐建造、海陆交互相含煤碎屑岩建造
			P ₁		浅海相碳酸盐，含锰、硅质岩建造
	石炭系		C ₂₋₃		浅海相碳酸盐建造
			C ₁		浅海相碳酸盐，含煤碎屑岩建造
	泥盆系		D ₃		浅海相碳酸盐—细碎屑岩建造
			D ₂		浅海相碳酸盐、含泥质碎屑岩建造
			D ₁		滨海相碎屑岩建造
			S		浅海相笔石建造，砂、页岩沉积
下古生界	志留系		O		浅海相类复理石建造，砂页岩沉积
	奥陶系		ε		浅海相砂页岩、碳酸盐建造
	寒武系		Z		浅海相碳酸盐建造，砂页岩沉积
	震旦系				

局部拗陷海浸，由滨海相碎屑岩建造过渡到浅海相碳酸盐建造和海陆交互相碎屑岩含煤建造。

(三) 中生界由于印支运动的影响，地层不如上古生界齐全。早、中三叠世多继承古生代海浸，与二叠系“跟踪追迹”。晚三叠世以后，全区地壳变动稍大，沉积区移至全区之东，沉积了一套滨海相砂页岩建造。晚侏罗世以后及白垩纪沉积多在局部的内陆断陷盆地中发育。

(四) 新生界沉积的大型红色盆地，第三系与白垩系具继承性沉积特征。

广东核电站选址地区半径30km范围内的地层，通过1:20万区测，尤以泥盆系，侏罗系较为发育；寒武—奥陶系，石炭系、白垩系及第三系分布零星；第四系本章从略。选址区30km内所见地层划分如表3。

表 3

界	系	统	地层代号 及接触关系	厚度 (m)	沉 积 特 征
新生界	第三系	下统	E	>192	内陆盆地冲积相砂砾岩
中生界	白垩系	上统	K ₂	>145	内陆盆地冲积洪积、火山岩质砾岩等
	侏罗系	上统	J ₃	>7448	陆相酸性中性火山喷发岩系
界	三叠—侏罗系		T ₃ —J ₁	>4175	浅海滨海相砂岩、粉砂岩沉积
古生界	石炭系	下统	C _{1d_c}	>210	海陆交互相含炭质页岩沉积
			C _{1d_s}	>123	浅海相碳酸盐沉积
			C _{1y_m}	>279	浅海、滨海相砂砾岩沉积
	泥盆系	中统	D _{2g^b}	>1005	浅海、滨海相砂砾岩粉砂岩沉积
			D _{2g^a}	672 790	滨海相砂砾岩沉积
界	寒武—奥陶系		ε—O	>1662	浅海相砂页岩类复理石沉积

表内地层，在广东核电站下大坑、岭澳场址及其周围出露的主要为泥盆系，上三叠系至下侏罗系和第三系，现评述于后：

(一) 泥盆系中统桂头组 (D_{2g})

分布于大鹏半岛排牙山和坪海地区坡沙山一带。桂头组为一套滨海—浅海相粗至细碎屑岩建造所组成。在大鹏公社高峰顶附近 (图3) 以不整合覆于寒武系—奥陶系之上。总厚度大于1261—1510m。

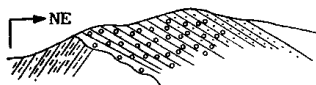


图3 大鹏公社高峰顶附近 D_{2g} 不整合于 $\epsilon-O$ 系剖面

1. 砂砾岩 2. 含砾石英砂岩 3. 石英细砂岩
4. 千枚状粉砂质页岩

桂头组在排牙山构成背斜构造，在高峰顶组成单斜构造，据岩性和沉积特征，可分为a和b两个亚组。

a 亚组：为一套滨海相碎屑岩沉积，主要岩性为灰白色厚层状石英质砾岩、含砾石英砂岩、中—细粒石英砂岩夹石英粉砂岩。厚约790m。

b 亚组：为一套滨海—浅海相的灰白、灰黑色厚层条带状石英砂岩、含砾石英砂岩、粉砂质页岩夹微层理发育的泥质粉砂岩沉积。底部以一层石英质砂砾岩与a亚组分界。厚约1005m。

现将广东省地质矿产局区测队在大鹏排牙山和高峰顶两处所测剖面列下并对比之。(图4)

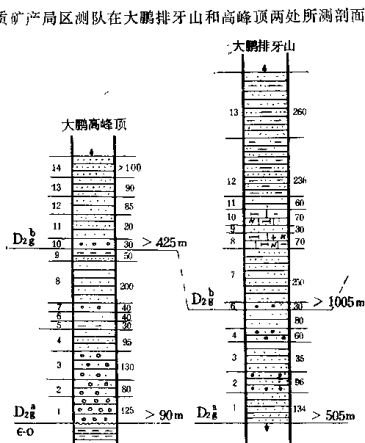


图4 大鹏公社高峰顶，排牙山中泥盆统地层柱状对比图

大鹏高峰顶实测剖面，从下而上为：

下伏地层：寒武系—奥陶系深灰色薄层状泥质页岩。

~~~~~不整合~~~~~

a、亚组：

1. 灰白色厚层状石英质砾岩。厚125m。
2. 灰白色厚层状石英砂岩，局部含石英砾石。厚80m。
3. 灰白色厚层状石英质砂砾岩。厚130m
4. 灰白色厚层状石英细砂岩夹粉砂岩。厚95m。
5. 紫红色千枚状粉砂质页岩。厚30m
6. 紫红色厚层状粉砂岩夹黄白色厚层状石英细砂岩。厚40m
7. 灰白色厚层状石英质砂砾岩，具水平层理和斜层理。厚40m
8. 灰白色厚层状硅化石英细砂岩。厚200m
9. 紫红色千枚状砂质页岩与黄白色中厚层状石英粉砂岩互层。厚50m

-----整合接触-----

b 亚组：

10. 灰白色厚层状石英砂砾岩。厚30m
11. 紫红色中厚层状石英粉砂岩，具微层理。厚120m
12. 灰白色厚层状石英细砂岩，具水平层理和斜层理交替出现。厚85m
13. 紫红色厚层状石英粉砂岩。厚90m
14. 灰白色硅化石英细砂岩夹千枚状石英粉砂岩。厚>100m。

大鹏排牙山路线剖面，自下而上为：

-----未见底-----

a 亚组：

1. 深灰色条带状石英粉砂岩。厚134m
2. 灰白色石英砂砾岩，上部为含砾石英砂岩夹石英粉砂岩。厚96m
3. 浅灰色细粒石英砂岩和石英粉砂岩。厚96m
4. 灰白色石英砂砾岩。厚60m
5. 灰白色石英粉砂岩和细粒石英砂岩。厚80m

-----整合接触-----

b 亚组

6. 灰白色石英砂砾岩。厚30m
7. 深灰色石英粉砂岩夹黄褐色硅化细粒石英砂岩，粉砂岩具微层理。厚250m
8. 灰绿色条带状透辉石长石角岩，具微层理。厚70m
9. 深灰色角岩化砂岩。厚30m
10. 透辉石长石角岩与黑云母角岩互层。厚70m
11. 灰白色硅化细粒石英砂岩。厚60m
12. 青灰色泥质粉砂岩夹石英粉砂岩。厚235m
13. 青灰色石英粉砂岩夹泥质粉砂岩。厚260m

总厚1510m

由以上两个剖面看出, 柱头组的岩性、岩相变化不大。a亚组明显地可分出三个沉积韵律层; 但二者厚度变化较大。b亚组岩石多具微层理出现, 显示为一种静水浅海相环境沉积。

另外, 地质矿产部562综合地质大队和广东省电力勘测设计院在岭澳地区b亚组地层中, 通过勘探揭露, 可进一步划分出两个沉积旋回四个岩性段。自下而上为:

第一岩性段 ( $D_{2_1}^{b-1}$ ): 分布于长湾—岭下村北一带。岩性为含砾中—粗粒石英砂岩夹细砂岩及粉砂岩, 往东细碎屑岩夹层增多, 并出现硅质岩。

含砾中—粗粒砂岩, 灰、深灰色, 砾石为石英、石英岩、板岩, 大者约4—6cm; 砂粒为石英, 滚圆至半滚圆状, 胶结物为泥质。有斜层理, 具波状。

细砂岩、粉砂岩, 具水平层理。

第二岩性段 ( $D_{2_1}^{b-2}$ ): 分布在长湾、北龙、岭澳, 岭下一带。岩性以泥质粉砂岩、粉砂岩为主, 夹细砂岩及硅质岩。风化后岩性极松软且风化节理发育, 风化带深度厚达10m以上。

细砂岩: 变余砂状结构, 成份主要为石英, 次为白云母, 胶结物为泥质。滚圆中等, 厚至中厚层状, 偶见波状层理。

粉砂岩: 粉砂泥质结构, 成份为石英及大量泥质、白云母。层系不发育, 小层厚1—3mm, 具微层理, 由泥质、绢云母富集而成。

硅质岩: 灰黑色微粒石英组成, 钙硅质胶结, 薄层状, 微层理发育, 小层厚1—3mm。

上述两岩性段表明, 属近海湖泊相夹有少量近海平原河流相, 厚度120—430m。地层中石英脉穿插, 北东向脉中有钨、钼矿化。

第三岩性段 ( $D_{2_1}^{b-3}$ ): 分布于新屋—岭下以南。由细粒砂岩组成, 岩石深灰色、黑色, 成份石英, 次棱角状, 次圆状, 胶结物泥质, 基底胶结。粒径0.3—0.01mm, 其中5% 0.3—0.15mm。细砂岩具微波状层理。蚀变为云英岩化、绢云母化、硅化及绿泥石化, 还有强烈钨、钼矿化。

第四岩性段 ( $D_{2_1}^{b-4}$ ): 分布新屋附近。以泥质粉砂岩、粉砂岩为主。其次为泥质细砂岩, 夹有薄层泥岩。风化深度较大, 在矿工宿舍处垂直深达16m, 在LD<sub>2</sub>铜距地表深达45m左右, 仍为半风化基岩。强风化岩石松软。

镜下鉴定结果列表4:

表 4

| 岩石名称   | 主要矿物% |    |       |       |     | 微量矿物% |    |     |      | 结 构    |
|--------|-------|----|-------|-------|-----|-------|----|-----|------|--------|
|        | 石英    | 长石 | 岩屑    | 白云母   | 黑云母 | 绿石    | 辉石 | 电气石 | 金属矿物 |        |
| 泥质粉砂岩  | 62—85 | 0  | 5     | 20—25 |     | 微     | 微  | 微   | 1    | 片理构造   |
| 角岩化细砂岩 | 60—65 |    | 30—50 |       |     | 微     | 微  | 微   | 1    | 变余砂状结构 |

综合看来, 预选厂区由两个沉积旋回层组成。下部砂砾岩、砂岩; 上部泥质粉砂岩。前者抗风化力强; 后者抗风化力弱。就岩石蚀变而言, 西北部变质程度浅; 东南部蚀变深。

## (二) 上三叠系与下侏罗系 ( $T_3—J_1$ )

分布于选址地区外围的平海、葵冲、水头沙一带。由于区内侵入岩发育，火山岩的覆盖，再造加动力、动热变质和后期构造的破坏，使区内该系地层支离破碎，并普遍角岩化和片理化。据岩性、岩相可分下部 and 上部分述：

1. 下部：为一套浅海滨海相的陆源碎屑建造。岩性以砂质、粉砂质沉积为主。厚度大于900m。

2. 上部：为一套浅海海湾泻湖相陆源碎屑沉积。岩性有长石石英砂岩、混质粉砂岩、粉砂质页岩、页岩。石英砂岩具有条带状水平层理。厚度大于1037—3275m。

该系地层无下界，它与下伏古生界呈断裂接触，其上为上侏罗系，酸性熔岩及火山碎屑岩所不整合覆盖。

## (三) 上侏罗统高基坪群

分布于拟选厂址地区平海—梅湾和西冲—屯洋乃至三门岛一带。

高基坪群 ( $J_{3g}$ )，不整合于上三叠统一下侏罗统之上，为一套陆相喷发的流纹—英安质建造，由酸性及中性熔岩、火山碎屑岩和少量沉积岩层组成。按岩性和喷发间隙分上下亚群。

1. 下亚群 ( $J_{3g1}$ )：为一套熔岩及火山碎屑岩。由浅灰、深灰色流纹斑岩、凝灰质流纹岩、凝灰角砾岩夹球状流纹岩及多层黑色页岩、页岩和凝灰质砂岩组成。屯洋—西冲见流纹质角砾集块岩和多层球粒流纹斑岩，沉积岩夹层较少。

本亚群共分3—12个喷发韵律，下部为流纹质凝灰角砾岩或流纹质粗粒岩屑、晶屑凝灰岩；上部为流纹斑岩、凝灰质流纹斑岩及沉积夹层。厚约1229—3494m。

2. 上亚群 ( $J_{3g2}$ )：为一套英安质、流纹质中酸性火山碎屑及熔岩，可分2—14个喷发韵律。下部为火山碎屑岩或碎屑岩；上部为熔岩或沉积夹层。总厚1105—3959m。

该群分层详述，参见广东省核电站厂址地区区域地质构造调查说明书。

## (四) 下第三系

分布于广东核电站选址地区的西部下沙。它与花岗岩呈断层接触。(图5)为一套内陆盆地冲积相粗碎屑建造。出露厚度大于192m。所测路线剖面自下而上为：

1. 暗红色厚层状复成份砾岩。厚>70m。

2. 浮土掩盖层位。厚12m。

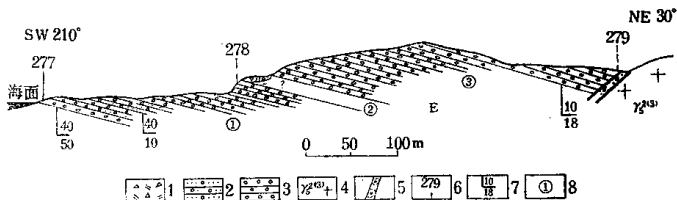


图5 深圳市大鵬公社下沙下第三系路线剖面图

1. 砾层；2. 紫红色含砾砂岩；3. 砾岩；4. 燕山期花岗岩；5. 断层硅化带；6. 观测点编号；7. 岩层产状；8. 分层编号

### 3. 紫红色厚层状复成份砾岩。厚102m

砾岩，厚层或巨厚层状，砾石有紫色砂岩、脉石英、石灰岩（少），次滚圆状，大小 $10\times 5\text{cm}$ ，大砾小砾相差悬殊，胶结物为泥砂质，靠近花岗岩岩石轻微硅化。其地层时代暂定为下第三系，是属问题。

## 第二节 岩 浆 岩

岩浆岩在广东核电站选址地区，包括侵入岩和喷出岩。在320km范围内，岩浆岩在广东省境内属“南岭花岗岩”的一部份。其分布特征，似乎在广东核电站选址区的以北和西北广大地区，为燕山期花岗岩体所占据；其东或东南沿海一带，则广泛发育燕山期火山岩系、燕山期花岗岩。

本区的岩浆活动与本区的构造息息相关。强烈的地壳运动和断裂活动，是为本区岩浆活动创造了极为有利的通道。

从大范围内岩浆岩展布空间上来看，不同构造期断裂活动的特点不同，反映出不同期岩浆岩的延伸或展布方向亦各异。加里东期岩体仅见于本区粤北和粤西地区，岩体延伸方向以北西为主，部分为南北向；燕山期岩体的展布，早期以东西向为主，中晚期则为南北向及北东向；喜山期为基性岩、超基性岩，在本区不甚发育，有东西向和北东向。之所以出现这种分布上的规律，完全与不同期断裂活动的主要方向相关。

再从岩浆活动期上来看，也具有展布的特点。加里东期岩浆活动多偏于粤北和粤西北地区。燕山期岩浆活动面积有所扩大，早期岩浆活动中心在粤北；中期转向粤东和粤中；晚期则移至东南沿海一带。喜山期岩浆活动位置迁移到了南海海域。可见，本区岩浆活动的位置有由老到新具有逐渐由北西向南东移动的趋势。恰与本区断裂活动由老到新逐渐由北西向南东迁移的规律相吻合。

岩浆岩出露广泛，几乎约占研究区域的一半面积，岩体大小近150个左右，详见广东省地质图（1:50万）。现参照其说明书岩浆岩部分，将本区划分如下几期岩浆岩：

（一）震旦纪岩浆岩：见于个别地区如粤西信宜、云浮等地。主要为基性、酸性火山岩及凝灰岩，以沉积岩夹层产出。

（二）加里东期岩浆岩：是否存在？历年争论不一。多数实际工作者认为存在。该期岩体见于粤东和平县等地；岩性为中粒或中粒斑状花岗岩闪长岩或二长花岗岩。

（三）海西期岩浆岩：仅见于本区南雄一带，为中粒斑状黑云母二长花岗岩。

此外，在粤西恩平中泥盆统中和连县上二叠统中，均见有流纹斑岩及凝灰岩的夹层。

（四）印支期岩浆岩：见于粤东和平及粤西阳春等地，著名的有马山岩体侵入中泥盆统，岩性为二辉角闪二长岩。

（五）燕山期岩浆岩：在本区岩浆活动甚为强烈，规模大，期次多，侵入与喷发活动频繁交替出现，以酸性为主的侵入岩及火山岩发育。本区常把它划为早、晚两期，早期又分第一、二期；晚期又分第三、四、五期。

广东核电站拟选厂址地区，主要出露燕山第三期花岗岩（ $\gamma_3^{(3)}$ ）。燕山第四期花岗岩（ $\gamma_4^{(4)}$ ）常与第三期“共存”形成复式岩体。



(六) 喜山期岩浆岩：主要为基性岩浆的喷发和溢出。

综上所述，本区各期岩浆岩是构成各种构造带之间所支持岩块的主要介质。特别是侵入岩组成的岩块，多呈块体或整体结构，一般岩石坚硬，为相对稳定地区的物质基础。广东核电站的下大坑长咀角候选厂址，正处于燕山第三期的王母岩体和平安岩体之上。

燕山第三期岩浆岩—王母岩体：分布于广东深圳大鹏半岛王母圩和下大坑一带。其西南部被第四系掩盖或海水淹没而使岩体出露不全。据广东省地质矿产局区测队和地质矿产部562综合大队资料，岩体与围岩呈侵入接触，界面比较平直，局部呈锯齿状，港湾状，多倾向围岩，倾向较缓(图6)。

本岩体长轴方向呈北北西向，按岩石结构的不同，可分为内部相与边缘相。

内部相：是组成王母岩体的主体相带，由中粒斑状黑云母花岗岩和中粒黑云母花岗岩组成。其中以中粒斑状黑云母花岗岩为主。

中粒斑状黑云母花岗岩：岩石呈灰白色，微带浅肉红色，似斑状结构，基质为花岗岩结构。矿物成分主要为钾长石(40%)、斜长石(20%)、石英(35%)和黑云母(5%)，其中钾长石和石英晶体较大，斑晶粒径达7.5 mm。基质粒径一般小于4 mm。

中粒黑云母花岗岩：灰白色，风化后呈浅粉红色，花岗结构。矿物成份为钾长石、斜长石、石英和黑云母等，各矿物含量与上同。

边缘相：主要分布于王母岩体的东部边缘。由细粒花岗岩和细粒斑状花岗岩组成。其出露宽度各地不一，东部下大坑一般为250—350mm。岩石呈完整块体结构。

细粒斑状花岗岩：灰白色，似斑状结构，花岗结构。岩石由钾长石40%，斜长石25%，石英30—35%和少量黑云母组成。矿物粒径0.2—2mm，斑晶为钾长石、斜长石等，含量占20%。

该岩体化学成份，据广东省地质矿产局区测队资料，显示出花岗岩酸碱度成份增大，表现 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 含量比正常花岗岩增高， $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 减低。

王母岩体内部构造，广东区测队实测岩石流线方向主要为 $\text{NW}300\text{—}330^\circ$ 走向；其次为 $\text{NE}25\text{—}30^\circ$ 方向与东西走向。局部也有南北向。地质矿产部562队调查队所测岩体的原生节理有两组：一组走向 $\text{NE}15\text{—}40^\circ$ ；另一组走向 $\text{NW}320\text{—}340^\circ$ ，还有一组走向为 $\text{NE}70^\circ$ 节理，地貌上特征明显，航照反差清晰，沿节理面花岗岩有弱压碎现象，显然是一条次生的构造节理。

在大坑附近，见花岗岩中一组走向 $\text{NE}30^\circ$ 石英脉呈雁行排列。其分布严格受着 $\text{NE}10^\circ$ 走向节理所控制，整个节理系统显示了顺时针向张扭性特点(图7)。

根据王母岩体相带的分布情况，可以大致判定：王母岩体的大鹏城、凌角石、下大坑一

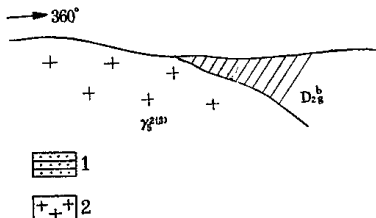


图6  $\text{Y}_3^{(131)}$  与  $\text{D}_2^b$  侵入接触面倾向围岩，倾向较缓  
1. 变质石英细砂岩 2. 细粒花岗岩