

广东田洋火山湖 第四纪地质

陈俊仁 黄成彦 林茂福 金庆焕 韩建修 著



地质出版社

广东田洋火山湖 第四纪地质

陈俊仁 黄成彦 林茂福 金庆焕 韩建修 著

地质出版社

内 容 提 要

本书是关于我国热带—亚热带火山口湖盆第四纪地质综合性的研究专著，是地质矿产部第二海洋地质调查大队调查研究成果的总结。

全书共三章。第一章通过岩石地层学、生物地层学、气候地层学、磁性地层学的全面研究，首次建立了华南沿海地区第四纪中、晚更新世及全新世典型地层剖面，确定了全新世下限、晚更新世下限，特别是对国内外长期争论的晚更新世下限提出了明确的划分意见。第二章通过对硅藻化石的演变史，研究了田洋火山湖盆的古生态、古地理和古环境。第三章通过有机粘土复合体的腐泥型“干酪根”的研究，对生油理论进行了实践性的探讨。

本书可供湖沼学、沉积学、第四纪地质学、古生物学、有机地球化学等方面工作者、石油地质工作者、高等院校、科学研究部门参考。

广东田洋火山湖

第四纪地质

陈俊仁 黄成彦 林茂福 金庆焕 韩建修 著

责任编辑 舒志清

地质出版社出版发行

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092 1/32 印张：13.25 铜版图页：28 字数：299000

1990年9月北京第一版·1990年9月北京第一次印刷

印数：1—660册 国内定价：14.20元

ISBN 7-116-00668-0/P·571

附表一袋

序

田洋火山湖第四纪地质综合研究，是在国际沉积学会主席许靖华教授指导下进行的，由瑞士专家Buggisser博士具体指导，采用国际上最先进的方法进行样品处理，并有许多单位协同研究和多学科的密切配合，获得数千个科学数据。测试手段齐全、数据可靠、基础工作扎实。

当今地质学家对湖泊沉积物兴趣日益增高。本书对火山湖沉积相和相模式的概念以及各种相的特征、形成过程及其控制因素进行了系统的探讨，进而论述古生态、古环境，对认识和研究现代和古代湖泊沉积均有一定意义。

田洋为一火山口深水湖盆，是研究古气候演变的理想场所。气候，和自然界其他因子一样，无论是远古的地质时代，还是未来时期，始终处于运动和变化之中，从来没有停息过。冷暖交替、干湿变易时间尺度有长达数百万年，直至数千万年的冰期和向冰期循环，也有几百年、十几年、甚至几年的短期气候振动。田洋火山湖详细研究了40多万年变化情况，确定了13个气候期，是小区域性的还是全球性的？值得研究。最近几十年间气候异常现象频频出现，给工农业生产与人民生活造成了不同程度的危害，引起各国关注。研究气候变化及异常现象，弄清演变规律是科学界一件大事。

田洋火山湖连续堆积170多米厚的第四纪湖相硅藻土，是迄今为止世界上所罕见的，特别是硅藻演变史的科研成果，受到国外同行们的重视。

古地磁以10—15cm间距系统地采集样品，用超导磁力仪测试结果，在布容期内发现8个短暂的反极性事件，结合同位素测年数据，为建立华南地区40万年磁性地层表提供了宝贵资料。

湖泊沉积物的经济价值，特别是作为蒸发矿物和油页岩的来源，是相当重要的。1958年曾在田洋湖盆边缘掘出部分含油泥炭土，土法冶炼，获得数百公斤原油。这次对“干酪根”及其在沉积物中分布情况作了研究，为目前盛行的干酪根成油学说增添了新内容。

本书材料丰富，立论可信，见解比较新颖，是研究第四纪地质重要书籍之一。

周慕林

1989年10月于天津

前 言

“第四纪地质与古气候研究”是当今地质学重点研究课题之一，因为它与人类生存有着密切的关系。通过田洋火山湖盆第四纪地质的综合研究，对华南地区第四纪地质与古气候的研究将具有十分重要意义。

由于华南地区的自然条件特殊，经常出现暴雨，引起大量流水冲刷地表，致使这一地区的第四纪地层层序难以得到完整的保存，因此至今尚未建立起完整的第四纪标准层序。

田洋火山湖盆得天独厚的自然环境，使得这一地区自中更新世以来几十万年的沉积物得到了完好的保存，从而为华南沿海地区的第四纪地质的综合研究提供了理想的场所。

从1929年开始，我国的地质工作者就已对这一地区进行了一些地质工作，但都是以雷州半岛为背景，进行一些零星的初步性报告和描述。解放后，先后有20余个地质队在这一地区进行过工作，提交的地质报告有50余份，其中大多是偏重于寻找某种矿产进行普查、勘探。由于当时的具体条件所限，始终未能对田洋火山湖盆第四纪地质进行综合研究。

为了保证田洋火山湖盆第四纪地质研究工作的精确性、可靠性，从钻孔定位、钻孔深度、钻孔岩芯的提取率、岩芯的保存方法、各种试样的采集都制定了严格的规章制度并采用国内外最新的研究方法和仪器。针对田洋火山湖盆中沉积物质轻、松脆、遇水很快软化这一问题，特地设计制造了一套 UTS-A 型取芯器。使用这一取芯器不仅使取芯率达到了98.4%，而且保证岩芯不受到外界的污染和保持岩芯的原始结构状态。各科研专题组成员根据各专业的具体情况进行系统采样和分析，如古地磁样品，以10—15cm的等间距方法采集样品，用世界上先进的超导磁力仪进行测试、核实，在布容期内测得了8个短暂的反极性事件，首次建立了华南地区40万年以来的磁性地层表；从田洋孔中取得的141块样品的硅藻分析（实际分析139块），获得了十分丰富的硅藻化石，根据硅藻植物群的组合面貌不同，将田洋湖盆内的沉积物划分为三个硅藻沉积带、12个硅藻植物群；对400余块岩芯孢粉样品的分析，划分出从中更新世以来的13个气候变化期。同时，我们还进行了系统的粒度分析，绘制碎屑物粒度变化曲线，以此研究沉积环境及气候变化对沉积物的影响；通过系统研究常量、微量元素的赋存状态和它们的迁移规律，探讨田洋湖盆的古地理、古环境；此外，还进行了 ^{14}C 、钾氩法、铀系法、热释光等各种方法，对地层中沉积物的形成年代进行测定和对此地层层序进行划分。这一系列的手段和方法为研究田洋火山湖盆的第四纪地质和古气候变化提供了可靠的科学依据。

这一工作得到了国际沉积学会主席许靖华教授的积极支持和帮助，同时也得到了国内众多单位的支持。因此，这一工作是集体智慧的成果。在本书编写过程中，得到地矿部南海地质调查指挥部和地矿部第二海洋地质大队的各级领导大力支持，对此我们表示感谢。虽然我们尽力使这一工作能使众人的成果得到反映，但因水平所限，难免在一些问题上有欠妥当和不足之处，希望有关同志能予以见谅。对田洋火山湖盆中某些问题的研究和分析还有不够深入之处，将有待今后进一步的工作。

目 录

序	V
前言	VI
第一章 田洋火山湖盆沉积特征及古气候	陈俊仁 1
一、田洋火山湖的形成和发展	1
(一) 自然地理与地貌概况	1
(二) 区域地质构造特征	1
(三) 第四纪沉积	3
(四) 第四纪火山堆积	5
(五) 新构造运动与湖盆的形成	6
二、田洋火山湖盆第四纪沉积	9
(一) 钻孔标准剖面岩性描述	9
(二) 沉积物分析	14
(三) 地层划分与命名	40
(四) 沉积物来源与沉积速率计算	43
三、田洋火山湖盆沉积岩相及其特征	45
(一) 沉积相划分依据	45
(二) 田洋火山湖盆岩相特征	47
四、雷琼地区古气候演变	53
(一) 雷琼地区第四纪气候变化划分依据	53
(二) 雷琼地区第四纪气候演化	54
五、田洋火山湖盆沉积环境变迁	60
(一) 各地质时期田洋火山湖盆沉积环境	60
(二) 田洋火山湖盆环境变化特征	63
(三) 主要认识	63
第二章 田洋火山湖盆中的化石硅藻植物群	黄成彦 韩建修 65
一、样品制备与研究方法	65
二、田洋火山湖盆中的硅藻植物群	65
(一) 第 I 沉积带硅藻植物群的特征	66
(二) 第 II 沉积带硅藻植物群的特征	71
(三) 第 III 沉积带硅藻植物群的特征	78
(四) 生物沉积间歇	79
三、田洋火山湖盆的地质时代与环境	80
(一) 田洋火山湖盆沉积物的时代归属	80
(二) 田洋火山湖盆的古生态和古地理	81
四、属种描述	84
第三章 田洋火山湖盆中有机粘土复合体	林茂福 金庆煥 143

一、理论基础及样品制备.....	148
(一) 基本原理	143
(二) 样品采集与标本制备	146
二、样品测试.....	151
(一) 有机质与复合度的测定	151
(二) 气相色谱、色-质谱分析	153
(三) 粘土组分分析	157
(四) 显微光学观察和荧光测定	167
三、有机粘土复合体主要特征	169
(一) 有机质赋存状态	169
(二) 有机粘土复合体与生油关系	171
(三) 小结	173
参考文献	176
英文摘要	180
图版说明及图版.....	184

CONTENTS

Preface	V
Introduction.....	VI
1. Sedimentation characteristics and palaeoclimate of Tianyang	
Volcanic Lake Basin.....	<i>Chen Junren</i> 1
1.1 The formation and evolution of Tianyang Volcanic Lake	
Basin	1
1.1.1 Physiography and geomorphology.....	1
1.1.2 Regional geological structure	1
1.1.3 Quaternary sediments	3
1.1.4 Quaternary volcanic accumulation.....	5
1.1.5 Neo-tectonic movements and the formation of lake	
basin	6
1.2 The Quaternary sediments of Tianyang Volcanic Lake Basin.....	9
1.2.1 The lithological log of the representative borehole.....	9
1.2.2 Analysis of sediments.....	14
1.2.3 Division and naming of the strata.....	40
1.2.4 Material source and sedimentation rate.....	43
1.3 Sedimentary facies and facies features in Tianyang Volcanic	
basin	45
1.3.1 The basic for sedimentary facies division.....	45
1.3.2 The lithofacies characteristics of Tianyang Volcanic	
Lake Basin	47
1.4 Evolution of palaeoclimate in Leiqiong Region.....	53
1.4.1 Edivence for the division of climate change in Leiqi-	
ong Region.....	53
1.4.2 Climate evolution in the Quaternary of Leiquong Reg-	
ion	54
1.5 Changes of sedimentation enviroment in Tianyang Volcanic	
Lake Basin	60
1.5.1 Sedimentation enviroment in Tianyang Volcanic Lake	
Basin during geological epochs.....	60
1.5.2 Changes of sedimentation environment in Tianyang	
Volcanic Lake Basin.....	63
1.5.3 Conclusions	63
2. The fossil diatom flora in Tianyang Volcanic Lake Basin	

.....	<i>Huang Chengyan, Han Jianxiu</i>	65
2.1	Preparation of specimens and method of research.....	65
2.2	The fossil diatom flora in Tianyang Volcanic Lake Basin.....	65
2.2.1	The characteristics of diatom flora in sedimentation zone I	66
2.2.2	The characteristics of diatom flora in sedimentation zone II	71
2.2.3	The characteristics of diatom flora in sedimentation zone III	78
2.2.4	Biological sedimentation gaps.....	79
2.3	The geological period and environment of Tianyang Volcanic Lake Basin	80
2.3.1	Discussion on age of the sediments in Tianyang Volcanic Lake Basin	80
2.3.2	The palaeoecology and palaeogeography of Tianyang Volcanic Lake Basin	81
2.4	Description of genera and species.....	84
3.	Organic clay complex in Tianyang Volcanic Lake Basin	
.....	<i>Lin Maofu, Jin Qinghuan</i>	143
3.1	Basic principles and sample preparation.....	143
3.1.1	Basic principles	143
3.1.2	Sample collection and specimen preparation.....	146
3.2	Sample tests.....	151
3.2.1	Tests for organic matters and their degree of recombination	151
3.2.2	Gas-chromatography and mass- spectrography	153
3.2.3	Clay constituents analysis	157
3.2.4	Microscope observation and fluorimetric determination.....	167
3.3	Main characteristics of organoclay complexes	169
3.3.1	Occurrence of organic matters.....	169
3.3.2	Relationship between oil generating and organoclay complexes	171
3.3.3	Summary	173
References		176
Abstract in English		180
Explanation of the Plates and Plates		184

第一章 田洋火山湖盆沉积特征及古气候

一、田洋火山湖的形成和发展

(一) 自然地理与地貌概况

田洋火山湖盆地位于我国雷州半岛东南的徐闻县曲界区田洋村(图1-1a),盆地呈北西—南东向伸展,长约3.3km,宽约2.2km,面积约7.3km²四周为低平丘陵环抱,盆地标高98m,周缘标高120m(图1-1b)。

雷州半岛是我国三大半岛之一,北接云开大山余脉,东临广州湾,西面是北部湾,南隔琼州海峡与海南省相望。

雷州半岛的地势起伏较小,南北高中间低,火山地形明显,主要表现为熔岩台地及火山锥。台地一般海拔10—50m。火山锥则成孤丘状突起于熔岩台地之上,南部以石峁岭和石板岭为中心,形成海拔259m的丘陵,并分别向四周呈阶梯状下降。水系主要有南渡河,长达80km之多,由东往西注入北部湾。

区内属亚热带海洋性气候,年平均温度为22.7℃,年平均最高温度37.7℃,年平均最低温度3.8℃。年平均降雨量1478.5mm,年平均蒸发量为1790.9mm。每年6—9月为台风季节,多雷阵雨和暴雨,日最大降雨量为231.9mm。

(二) 区域地质构造特征

雷州半岛地表全为第四系或喷出岩覆盖,所见构造形迹不多,根据地球物理、石油普查和水文地质调查资料编制出雷州半岛构造纲要图(图1-2)。

雷州半岛地处新华夏系第二沉降带,同时,雷琼纬向构造带横亘穿越本区。显而,新华夏构造体系和纬向构造体系是区内的主要构造体系,是控制本区地质构造、地形地貌、第四纪沉积和新构造运动的基础。

1. 新华夏构造体系

新华夏构造体系是区内最突出的构造体系。新生代以来地壳不稳定,发生一系列北北东、北东向规模巨大的压扭性断裂带,并伴随着次一级同向压扭性断裂及北西向张扭性断裂,组成多字型或“X”型扭性断裂群,控制着本区玄武岩的分布。

2. 纬向构造体系

雷琼纬向构造带是新生代继承性的构造体系。雷北熔岩台地及火山口均呈东西向分布,显示出东西向断裂的存在。雷中玄武岩沿北西向的断裂呈侧幕状分布。雷南火山沿北西向断裂形成明显的密集群。琼北由玄武岩构成的火山平原,推测是沿北东及北西向两组扭性断裂产生,为东西向压性断裂所控制,限制了雷琼地区沉降的轮廓,形成东西向构造带。

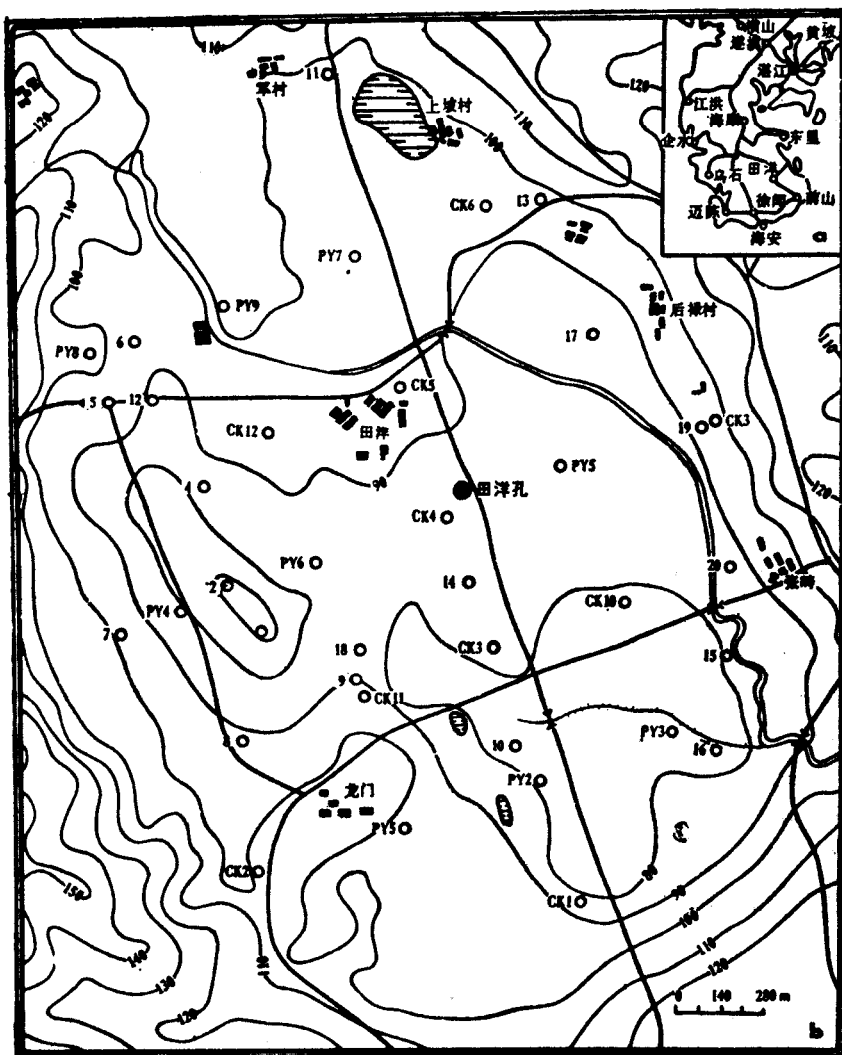


图 1-1 田洋火山湖盆地交通位置图

a—交通位置图，b—钻孔分布图，○—钻孔；粗黑线为公路；细线为等高线

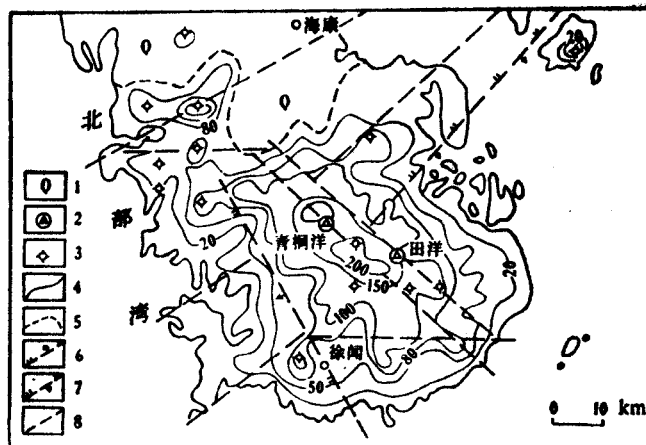


图 1-2 雷州半岛构造略图

1—第四系；2—火山口湖；3—火山口；4—等高线；5—地质界线；6—正断层；7—逆断层；8—推测断层

(三) 第四纪沉积

雷州半岛地表出露的第四系(图1-3)。按时代地层从老到新,可以分为湛江组、北海组、八所组、灯楼角组、鹿回头组、烟墩组。

1. 更新统

湛江组 该地层几乎遍布全区,但地表出露面积不大,主要见于湛江平岭、赤坎、东

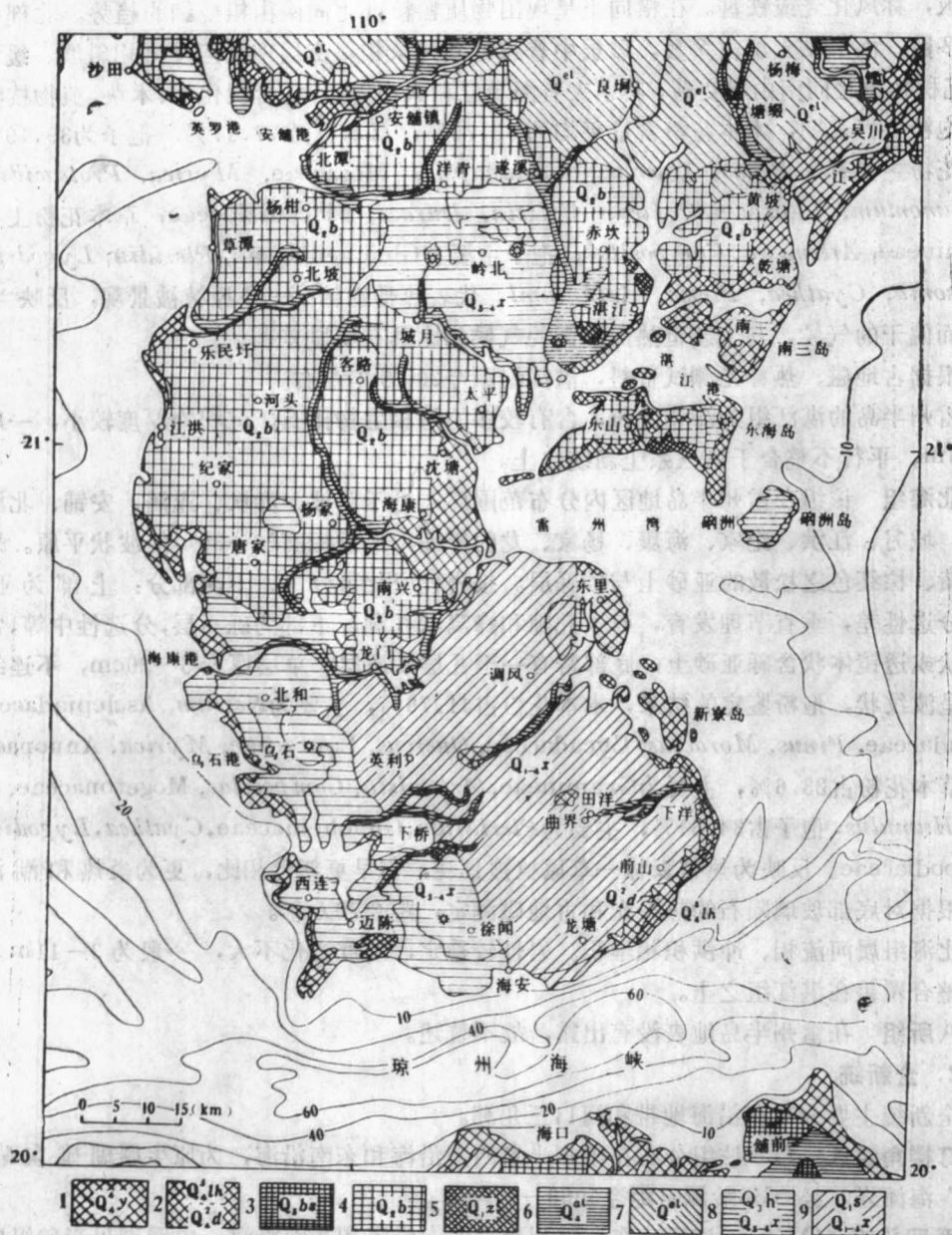


图 1-3 雷州半岛第四纪地质图

1—烟墩组; 2—鹿回头组、灯楼角组; 3—八所组; 4—北海组; 5—湛江组; 6—冲积层; 7—残积及坡积层; 8—湖光岩、火山岩及风化壳; 9—石岭火山岩及风化壳

海岛、草潭、江洪、南兴、龙门、田头、洋家、东坡、田寮、官田、和家、前山等地，代表早更新世的陆相沉积。

湛江组为一套灰白色、灰黄色、黄褐色、棕红色、紫红或杂色的砾石、砂、粘土质砂和砂质粘土互层的沉积物，最大厚度 248.69 m。杂色粘土质粉砂或粉砂质粘土可以作为湛江组的特征岩性。在纵向上呈现出明显的沉积韵律，自下向上，由粗至细构成三套不完整的沉积韵律，下部夹有一、二层火山岩，顶部被火山岩和北海组掩盖，具起伏不平的剥蚀顶板，称风化壳或铁盘。在横向上呈现出物质颗粒自北向南由粗变细的趋势。北部砂砾层占多数，南部粘土层占多数。砂层中普遍见到河床相斜交层理及河漫滩相斜坡、缓坡层理。沉积物由北向南由厚变薄，其中夹有泥炭层和火山岩层，富含炭化木、木块、植物枝叶化石。孢粉分析表明，木本花粉含量平均为 33.70%，草本花粉 27.17%，孢子为 39.19%。木本花粉主要有：*Pinus*, *Quercus*, *Castanopsis*, *Moraceae*, *Myrica*, *Proteacidites*, *Cinnamomum*, *Lauraceae*, *Ilex*, *Albizzia*, *Durazz*, *Flacourtiaceae*；草本花粉主要有 *Gramineae*, *Artemisia*, *Compositae*；孢子主要有 *Gleicheniaceae*, *Pteridiu*, *Lygodium*, *Dioksonia*, *Cyathea*, *Pteris*, *Adiantuml*。代表热带森林——草原植被景观，反映当时为热而偏干的气候，与上新世热而潮湿的气候相比具有明显差别。

根据古地磁、热释光测试资料，湛江组距今 200 万年左右。

雷州半岛的湛江组为海相沉积，含有较多的海相生物化石。沉积物厚度较小，一般为 1—29m，平行不整合于第三系上新统之上。

北海组 该组在雷州半岛地区内分布范围广，见于黄坡、赤坎、遂溪、安铺、北潭、北坡、城月、江洪、纪家、海康、杨家、龙门等地，形成标高 20—30m 的波状平原。岩性为棕黄、棕红色之松散的亚砂土与砂砾层。按岩性变化可分上、下两部分：上部为亚砂土，分选性差，垂直节理发育，有大孔隙和蜂窝状孔洞；下部为砾石层，分选性中等，常夹薄层状或透镜体状含砾亚砂土；底部常有一至几层铁质层。单层厚度 5—20cm，不连续，有时呈波纹状。孢粉鉴定的结果，木本花粉占 41.76%，主要为 *Nerium*, *Asclepiadaceae*, *Sapindaceae*, *Pinus*, *Moraceae*, *Cycadaceae*, *Quercus*, *Lauraceae*, *Myrica*, *Annonaceae* 等。草本花粉占 23.6%，主要为 *Gramineae*, *Artemisia*, *Compositae*, *Mogetonaceae*, *Urtica*, *Humulus*。孢子占 34.54%，主要为 *Pteridium*, *Gleicheniaceae*, *Cyathea*, *Lygodium*, *Polypodiaceae*。反映为热带森林—草原植被景观，与早更新世相比，更为炎热和潮湿。

根据对底部玻璃陨石的热释光和古地磁测定，距今 70 万年。

北海组属河流相、冲洪积相堆积。岩性较稳定，厚度变化不大，一般为 3—11m，平行不整合覆盖在湛江组之上。

八所组 在雷州半岛地表没有出露，故不赘述。

2. 全新统

全新统主要分布在沿海地带和河口三角洲。

灯楼角组 (Q₁d) 该组分布在雷州半岛西南沿海和东南沿海，为原生珊瑚礁灰岩或“老”海滩岩。经 ¹⁴C 年龄测定距今 5000—7000 年。

鹿回头组 (Q₁lh) 该组分布在雷州半岛西南沿海和东南沿海，由珊瑚贝壳砂组成，地面标高 4 m 左右，层厚约 3—10m。经 ¹⁴C 测定距今 3000—4000 年，下伏灯楼角组。

烟墩组 (Q₁y) 该组分布在雷州半岛东南沿海、西部沿海，范围较广，是沿海砂堤和

泻湖堆积物。上部为未胶结的细砂(浅灰色、灰黑色)下部为钙质胶结的细砂岩(浅黄色)。经¹⁴C测定距今2000年左右。

(四) 第四纪火山堆积

雷琼地区自第三纪以来发生过多火山活动,第四纪时达到前所未有的规模,形成大面积玄武岩岩被和星罗棋布的火山锥。

1. 第四纪火山岩的岩性

湛江火山岩 湛江火山岩在本区下伏于湛江组底部。岩性为黑色、黑灰色 橄 榄 玄 武岩、蛇纹石—皂石化玻质粗玄武岩,矿物成分有拉长石(50—65%)、普通辉石(10—25%)、橄榄石(5—10%)。

石峁岭火山岩 石峁岭火山岩是雷州半岛规模最大的火山岩,假整合于湛江组或湛江火山岩之上,有时假整合于北海组之上,受强烈风化。据钻孔资料,石峁岭火山岩综合剖面自上至下:

14. 红土层	0.5 m
13. 火山集块岩、玻质凝灰岩,下部伊丁石化橄榄玄武岩	59 m
12. 红土层	3.5 m
11. 上部为玄武岩,下部为层状凝灰岩	厚60 m
10. 红土层	0.2—4.06 m
9. 橄榄玄武岩	30 m
8. 红土层	0.45—8.88 m
7. 伊丁石化、蛇纹石化橄榄玄武岩和橄榄玄武岩	2.1—57.84 m
6. 红土层	0.45—4.70 m
5. 凝灰岩	1.5—70.5 m
4. 伊丁石化橄榄玄武岩,伊丁石化橄榄玻质玄武岩和橄榄玄武岩	2—34.82 m
3. 红土层	0.5 m
2. 蛇纹石化橄榄玄武岩、橄榄绿岩	1.3—52.41 m
1. 层凝灰岩	6.16—16.81 m

湖光岩火山岩 湖光岩火山岩假整合于北海组或石峁岭火山岩风化壳之上,火山地形保存较好,为多次火山喷发。从玄武岩的原生构造以及凝灰岩的沉积韵律,一般可以分出7—9次喷发活动。岩性主要为玄武岩,并有很厚的火山角砾岩和凝灰岩。

雷虎岭火山岩 分布在海南岛,本区未见。

2. 雷琼地区火山活动的特点

(1) 雷琼地区基性火山活动与新生代强烈拗陷密切相关。拗陷上升时火山活动最强烈,随着地壳趋于稳定,火山逐渐减小。

(2) 火山活动具有多期性。第四纪明显地分出四期火山活动,形成湛江火山岩、石峁岭火山岩、湖光岩火山岩、雷虎岭火山岩,每一期火山活动又包括多次火山喷发。

(3) 具有明显区域性。湛江火山岩主要分布在雷州半岛的北部;石峁岭火山岩分布在雷州半岛的南部;雷虎岭火山岩分布在海南岛北部,而湖光岩火山岩分布较零散。

(4) 火山岩以玄武岩类占绝对优势,形成大片玄武岩岩被和较小的舌状岩流。火山碎屑岩面积较小,仅分布在火山口附近。

(五) 新构造运动与湖盆的形成

在研究了第四纪地层的基础上,探讨新构造运动和田洋火山湖盆的形成。

1. 新构造运动与第四纪地质发展简史

雷琼地区新构造运动强烈,受遂溪一坡头断裂和王五一文教大断裂控制的雷琼拗陷,上新世开始大面积急剧沉降,堆积了厚达3000m以上的海相地层,并伴随有多次海底火山喷发。上新世末期,本区逐渐上升,原先沉积的海相层——望楼港组,遭受风化而形成风化壳。早更新世地壳再度下降,海水内侵,形成以滨海沉积为主的包括河流、三角洲、沼泽、泻湖相沉积在内的湛江组,与此同时或稍后,琼北和雷南有大规模的火山活动,这些火山岩称作湛江火山岩。构造运动主要是继承性的,早更新世褶皱明显发育在断陷区,如平岭背斜发育在湛江断陷中,湖仔背斜发育在乌石断陷中,土秀湖背斜发育在前山断陷中,与背斜构造发育同时,产生次一级小断层,长度小于2km,走向北西或北东,倾角为50—70°,断距小于10m。中更新世接受了厚度不大的以冲洪积相为主的北海组沉积。由于拗陷区上升,火山活动强烈,形成火山岩,即石峁岭火山岩。它分布在雷州半岛的南部,自徐闻径下桥到平湖圩一线以东地区,达到前所未有的规模。石峁岭火山岩的特点是夹有多层红土,它有时在北海组底部,有时夹在北海组地层中,属中更新世。此时断裂有分界岭—顶岭断裂,田洋—屯云岭断裂,走向325°。晚更新世地壳上升为陆地,奠定了现今雷琼地区地形地貌轮廓。堆积物以陆相为主,火山亦为陆相喷发,喷出岩称湖光岩火山岩。它分布在雷州半岛南部,自徐闻径下桥到平湖圩一线以西地区。从玄武岩的原生构造,凝灰岩的沉积韵律,可以划分出9次以上喷发活动,可能喷发间歇时间短或者气候因素,未形成红土,这正是湖光岩火山岩与石峁岭火山岩最明显的区别。昌金断裂可能属这一时期,走向北西西,倾向北东,长5km,属逆断层。全新世大海侵,海侵范围达到现在海岸附近,堆积了滨海相珊瑚贝壳砂、砂堤砂等。

2. 田洋火山湖的形成

田洋地区早更新世是滨海环境,沉积了灰色、灰绿色的砂质粘土、细砂、砂砾等,矿物成分以石英、长石为主,含少量云母碎片,偶尔夹炭化木。岩层产状近水平,层理清楚,呈薄层状结构。本层特点是含有丰富的海生贝壳、有孔虫和炭化程度不同的红树林碎屑。

中更新世北海组堆积厚度仅几米,因地壳上升而遭受剥蚀。由于雨水淋漓,铁质组分在北海组底部富集而形成铁质层。当时,受喜马拉雅运动影响,原来的北东向断裂和北西向断裂重新活动,出现本区规模最大的、最激烈的一期火山喷发活动,它们以四会—吴川断裂和纪家—前山断裂相交叉的石峁岭地区为中心,形成雷南火山群。据查,有火山口16处之多。田洋火山岩岩浆是沿田洋—屯云岭断裂上升,火山口在x:2270040, y:19427030处喷发。

火山喷发前,岩浆沿断裂上升到湛江组地层,岩浆和气体不断积累形成很高的压力(图1-4a)。然后,岩浆首先冲破原来的岩石盖层——湛江组(包括北海组底部铁质层),将炽热的岩块、浮石、火山灰、火山渣抛射出来(图1-4b),数千米之外都可见到黑色玻璃质“目泪石”抛出物。接着液体物质从火山口喷溢到地表,溢出的液体属基性熔岩,粘性小,流动性大,在流动过程中逐渐冷却形成火山口湖及各种火山岩(图1-4c)。根据

岩性分析, 田洋火山活动划分出两期多次喷发。早期喷发, 堆积了火山角砾岩、玄武凝灰岩。火山角砾岩角砾成分有玄武岩、湛江组砂页岩、石英和丰富的海生贝壳碎片。玄武凝灰岩组成成分为玄武岩碎屑占10—20%, 石英占5—10%, 橄榄石占1—8%, 火山玻璃质胶结物50—70%, 夹有砂页岩角砾及贝壳。这期火山活动最少有4次喷发, 第1次喷出岩主要分布在田洋湖盆基底北部和西部, 东部很薄, 东南部缺失。由于这次喷发, 田洋—青桐洋一带地面得到升高, 岩层走向北西, 倾向北东, 倾角10—12°左右。第2次喷出岩以气孔状玄武岩和致密状玄武岩互层产出, 矿物成分主要有拉长石(55—70%), 普通辉石(20—40%), 橄榄石(1—3%), 次要矿物有磁铁矿。熔岩向东部、南部流动, 地层走向北东, 倾向南东, 湖盆基底北部和西部堆积较薄, 东部和南部堆积厚度大, 这次喷发使田洋—九斗洋一带地面得到升高。按致密状玄武岩、气孔状玄武岩划分, 层次达36层以上。底部单层厚度大, 一般2—3m, 越往上越薄, 单层厚为0.5m左右, 分布范围也越来越小, 火山慢慢趋向平息, 熔岩凝固时往往在火山口形成熔岩盖壳, 阻止了火山物质的继续喷发。本期火山岩堆积厚度不大, 由9.5 m至120 m不等, 熔岩覆盖面积限于曲界至英利500km²范围, 构成低平的山丘。

经历一段平静时期, 原已停止活动的火山又重新复活, 暴发晚期火山(图1-4d), 这次火山岩下部由火山集块岩、角砾岩、玄武凝灰岩组成, 火山集块岩和玄武凝灰岩略带暗黑色, 由火山玻璃质、玄武岩碎屑、石英组成。上部由气孔状或致密状玄武岩组成, 矿物成分拉长石占35%, 普通辉石占30%, 紫苏辉石占15%。这套岩石直接覆盖在早期玄武岩之上, 形成典型的火山锥(图1-5)。

田洋火山湖盆是火山锥顶的凹陷, 为一尖底的倒立锥体, 平面上大致呈圆形, 四周由熔岩和火山碎屑岩互层组成围墙, 火山口不大, 直径200—400m左右, 破火山口直径比火山口大好多倍, 深达220多米, 积水成湖, 湖底堆积了玄武岩碎屑及石英砂砾, 有硅藻土、腐泥岩

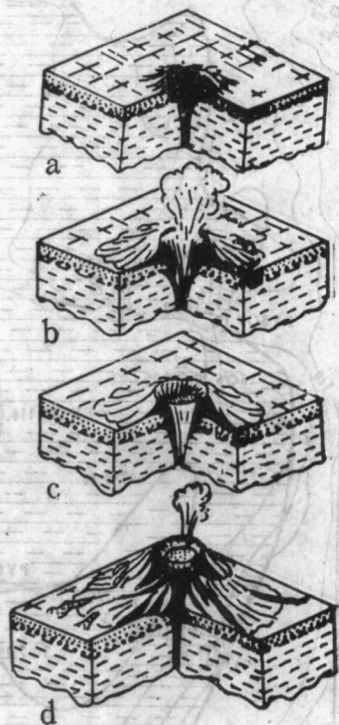


图 1-4 田洋火山湖形成过程
a—断裂产生, 岩浆上升、聚集;
b—早期喷发; c—早期形成的火山口; d—晚期喷发及火山口



图 1-5 青桐洋、田洋、九斗洋火山口素描图

混杂共生，为湖盆的早期沉积。

3. 田洋火山湖的发展与衰亡

田洋火山湖形成的早期，并不是一个湖泊，只是地形上呈现一个凹地，地面遍布火山角砾。

(1) 湖泊的浅水时期 在田洋火山湖盆研究中一个引人注目的情况，是距今37.5万年前，当时气候较冷而多雨，由于降水量增大，凹地内积水开始汇集成湖。当时湖水的补

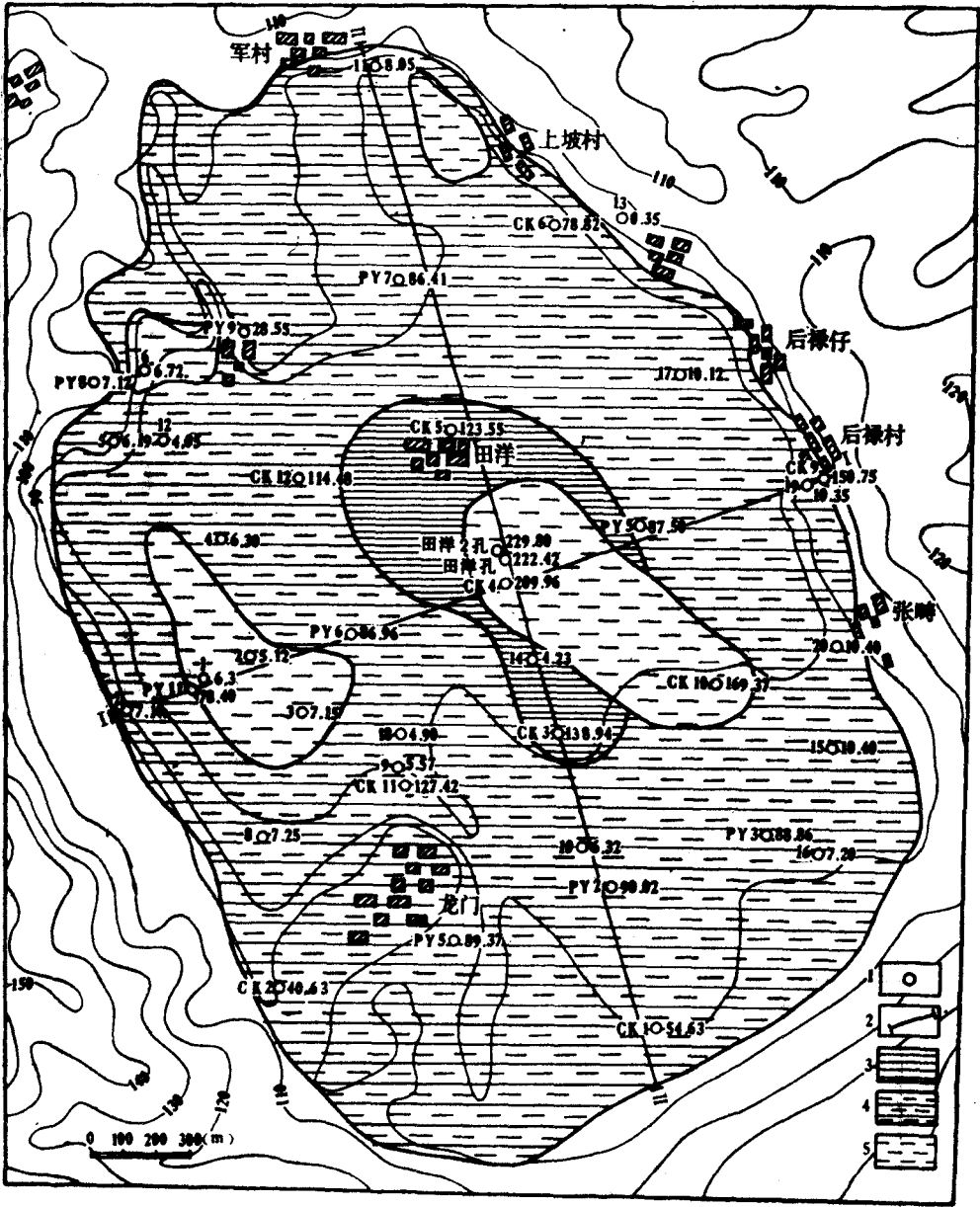


图 1-6 田洋火山湖演化图

1—钻孔编号及井深；2—地质剖面及代号；3—早期湖泊范围；4—全盛时期湖泊范围；5—晚期子湖、沼泽范围