

石家庄经济学院学术著作出版基金资助

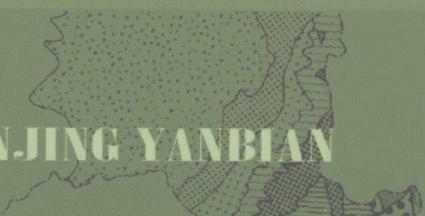


福建漳州

晚第四纪以来的 环境演变

张 璞 陈建强 曲国胜 朱金芳 著
童国榜 江春亮 王东辉 武 铮

FUJIAN ZHANGZHOU
WAN DISIJI YILAI DE HUANJING YANBIAN



地震出版社

石家庄经济学院学术著作出版基金资助

福建漳州晚第四纪以来的 环境演变

张 璞 陈建强 曲国胜 朱金芳 著
童国榜 江春亮 王东辉 武 铮

地 震 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

福建漳州晚第四纪以来的环境演变/张璞等著. —北京:
地震出版社, 2007. 9

ISBN 978-7-5028-3182-0

I. 福… II. 张… III. 第四纪地质-沉积环境-研究-
漳州市 IV. P588.292.573

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 111539 号

地震版 XT 200600265

福建漳州晚第四纪以来的环境演变

张璞 陈建强 曲国胜 朱金芳 著
童国榜 江春亮 王东辉 武铮

责任编辑: 张友联

责任校对: 庞娅萍

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

发行部: 68423031 68467993

门市部: 68467991

总编室: 68462709 68423029

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

邮编: 100081

传真: 88421706

传真: 68467991

传真: 68467972

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京市顺义富各庄福利印刷厂

版(印)次: 2007 年 9 月第一版 2007 年 9 月第一次印刷

开本: 787×1092 1/16

字数: 192 千字

印张: 7.5

印数: 0001~1000

书号: ISBN 978-7-5028-3182-0/P·1336 (3871)

定价: 25.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

摘 要

福建省大地构造位置处于华南褶皱系东部,晚三叠纪以来就进入了濒太平洋大陆边缘活动地带发展阶段,由于地质历史长期处于这种特定构造环境,构造活动带极为复杂,活动带不断变迁,但其分布具有明显的方向性,都呈北东向带状分布。漳州则位于福建省三大构造单元中的闽东火山断拗带之中,就是受控于北东向和北西向两组断裂构造相互切割而成的,是一个以北西向断裂起主导作用的地堑型的断陷盆地。受构造影响,区内沉积物发育不尽相同,为研究方便,将漳州分为两个沉积小区,分别为漳州小区和珩坑-天宝小区。

根据漳州盆地野外勘察、钻孔岩芯、浅层地震剖面探测、构造解译及分析, ^{14}C 和光释光测年等,对岩性、沉积相、沉积旋回、沉积层序、孢粉及藻类组合进行分析、确定了地层划分依据、岩性标志层、不整合面、断层位置及活动时间等,利用层序和年代学对比方法,绘制连孔柱状图和二维剖面的等时层序格架对比图,提出了精细的地层划分和对比方案。第四系划分为更新统上部龙海组和东山组、全新统长乐组。在地层划分的同时建立了盆地分析等时地层单元对比和地层格架。根据详细的第四纪沉积物粒度、有孔虫及硅藻分析,并综合研究区内代表性钻孔的岩性和岩相等资料,得出了研究区第四系沉积环境及其演化的认识。研究表明漳州第四系演化历史、地层发育完整程度、起始时间、成因类型、厚度和沉积特征各不相同,其沉积环境以海湾相为主。利用岩芯孢粉样品,采用孢粉谱定量分析的方法,并结合 ^{14}C 和光释光测年数据,揭示了各地区第四纪以来的气候演化过程。从晚更新世晚期以来,福建东南沿海地区气候总体为温暖型,但期间经历了冷、热不断交替的五大变化期,其中晚更新世晚期两期即由温暖偏干→温暖湿润,全新世有三期即温暖偏干→温暖湿润→温暖偏干。结合地层、测年、孢粉、沉积物、构造等资料对福建东部沿海晚更新世以来的环境变迁对全球变化的响应作出了分析。

将福建漳州、泉州、厦门沉积物、地层、气候等逐一进行对比研究,反映出福建东部沿海地区晚更新世以来环境变化与全球变化是相一致的。经历了两次海侵,但受构造影响,各地沉积环境略有所不同。

关键字: 第四纪后期, 沉积环境, 福建, 漳州

Abstract

Fujian province tectonically located in the east of Huanan fold system, and it has entered active evolving stage of close Pacific continental margin since late Triassic. Long geologic history belong to this specific tectonic environment made the structure active zone very complicated, and the active zone is continuously changed, but with obvious directivity—NE direction, and belted distribution. Zhangzhou, located in the Mindong volcanic fault depression which is one of the three big tectonic units in Fujian province, controlled by NE and NW two groups of mutual incised faults, is a fault basin dominated by the NW faults. The depositions in the study area changed because of the structure. For the convenience of study, we divided the study area into 2 subareas: Zhangzhou subarea and Xingken-Tianbao subarea.

To study Zhangzhou basin, we integrated the results of Field trip, cores study of borehole, shallow seismic survey, structure interpretation and analysis, ^{14}C analysis, and OSL dating, lithology, sediment facies, deposition cycling, sediment sequence, study of spore, pollen and alga, determined the stratigraphic evidence and lithology marker, unconformity, fault location and its active time, et. Apply chronology comparison and sequence methods to map the cross well histogram and 2D section isotime sequence scheme comparison map, raised a fine strata dividing and comparing plan. Quaternary is divided into Upper Pleistocene with Longhai and Dongshan formation, Holocene with changhe formation. At the same time, established a Basin analysis of isotime strata unit comparison and strata scheme. According to the analysis of detailed quaternary sedimentary granularity, foraminifer, and diatom, integrating with the typical lithology and lithofacies data of wells in the study area, understood the quaternary deposition environment and its development in the area.

The study indicates that the evolvement history of quaternary and strata development in Zhangzhou area is integrity, but the starting time, type of formation, thickness and sediment characteristic are different with a mainly gulf facies deposition environment. Applied spore pollen spectrum quantitative analysis methods to analysis spore pollen samples, combining with the ^{14}C and OSL dating (optical stimulate luminescence) finds out the climate evolvement process of all study area since quaternary. From the late Pleistocene, southeast coast area of Fujian province is mainly warm climate but experienced 5 great cold and warm alternant periods among which there are two climates in Late Pleistocene, warm dry and warm and wet. And Holocene Epoch has three climate periods: warm dry, warm and wet, warm and dry. Combining with strata, optical dating, spore pollen analysis, deposition and structure data, analyzed the environmental changes corresponded to

the globe change since late Pleistocene and the eastern Fujian coast line area.

Comparably study of the deposition, strata and climates in Zhangzhou, Quanzhou and Xiamen respectively reflects that the environment change since Late Pleistocene in Eastern Fujian coast area is conformed with the globe changes. The study area experienced two transgression, the sediment environments are different in different area caused by the structure effects.

Key words: Later Quaternary Sediment Environment Fujian Zhangzhou

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 福建省第四纪研究的历史及问题	(2)
1.2 研究思路与方法	(4)
1.3 技术路线	(5)
第二章 福建省漳州自然地理及地质概况	(6)
2.1 福建漳州自然地理概况	(8)
2.1.1 气候	(8)
2.1.2 植被	(10)
2.1.3 水系	(11)
2.1.4 海湾	(13)
2.2 地貌	(13)
2.3 地质概况	(15)
2.3.1 地层	(15)
2.3.2 构造	(18)
第三章 福建省漳州第四纪地层	(26)
3.1 第四纪地层的划分原则	(28)
3.1.1 沉积相	(28)
3.1.2 新老地层的接触关系	(28)
3.1.3 海进海退沉积旋回	(28)
3.1.4 气候地层	(28)
3.1.5 指相化石标志	(29)
3.1.6 年代测定	(29)
3.1.7 对比	(29)
3.2 区域第四纪地层划分	(29)
3.2.1 更新统下部 (2.48 ~ 0.73 Ma)	(29)
3.2.2 更新统中部 (0.73 ~ 0.12 Ma)	(31)
3.2.3 更新统上部 (120 ~ 12 ka)	(33)
3.2.4 全新统 (< 11 ka)	(35)
3.3 漳州第四纪地层系统	(37)
3.3.1 代表性钻孔剖面岩性描述	(38)
3.3.2 钻孔岩石地层学划分与特征	(41)

3.3.3 浅层地震剖面地震波组特征	(45)
3.3.5 粒度分析与层面划分	(48)
3.3.6 生物地层划分与特征	(50)
第四章 福建省漳州第四纪地层时空格架	(51)
4.1 第四纪年代地层格架	(51)
4.2 第四纪岩石地层格架	(53)
4.2.1 全新统长乐组上部 (3.8 ka 或 1.3 ka 以来)	(53)
4.2.2 全新统长乐组下部 (3.8 ka ~ 11.8 ka)	(53)
4.2.3 更新统上部东山组 (15.5 ka ~ 29.0 ka)	(53)
4.2.4 更新统上部龙海组 (47.0 ka ~ 80.0 ka)	(54)
4.3 第四纪层序地层划分及其特征	(58)
4.3.1 龙海组层序 (Sq ₃)	(58)
4.3.2 东山组层序 (Sq ₂)	(58)
4.3.3 长乐组层序 (Sq ₁)	(60)
4.4 第四系综合柱状图	(60)
4.4.1 全新统长乐组上部	(60)
4.4.2 全新统长乐组中部	(61)
4.4.3 全新统长乐组下部	(61)
4.4.4 更新统上部东山组	(61)
4.4.5 更新统上部龙海组	(63)
4.4.6 残积土	(63)
4.4.7 强风化层和中风化层	(63)
第五章 漳州全新世以来的沉积环境变化	(64)
5.1 沉积物粒度反映的环境变化特征	(65)
5.1.1 粒度分布曲线	(65)
5.1.2 粒度参数	(70)
5.2 钻孔硅藻、有孔虫反映的沉积环境特征	(75)
5.2.1 钻孔硅藻分析	(75)
5.2.2 钻孔有孔虫分析	(76)
5.3 孢粉记录的气候、植被变化特征	(77)
5.3.1 孢粉类型	(77)
5.3.2 孢粉组合带特征	(82)
5.3.3 孢粉反映的全新世气候、植被演化	(83)
第六章 福建漳州活动断层特征与盆地演化	(85)
6.1 漳州活动构造分布特征	(85)
6.1.1 北西向断裂	(85)
6.1.2 北东向断裂	(86)

6.2 漳州盆地的形成与演化	(88)
6.2.1 漳州盆地的形成	(88)
6.2.2 漳州盆地的演化	(88)
第七章 福建东部沿海城市更新世晚期以来的环境变化以及对全球变化的响应	(90)
7.1 更新世晚期以来的沉积结构特征	(90)
7.2 更新世以来的海平面变化	(95)
7.2.1 更新世晚期	(95)
7.2.2 全新世	(97)
第八章 主要成果与认识	(98)
7.3 晚更新世以来的气候变化	(99)
7.3.1 第一阶段	(99)
7.3.2 第二阶段	(101)
7.3.3 第三阶段	(101)
7.3.4 第四阶段	(101)
7.3.5 第五阶段	(101)
致 谢	(103)
参考文献	(104)

第一章 绪 论

随着人类社会的发展和科技的不断进步,特别是进入 21 世纪,面对着温室效应、全球变暖、海平面上升、厄尔尼诺、环境恶化等一系列词语,人们对未来生存环境的忧虑正在全球蔓延。认识地球、保护环境,实现可持续发展已成为公众日益关注的焦点。要应对这些问题,就需要研究历史时期地球环境变化规律以及人类活动对地球环境的影响等。只有科学地认识地球气候环境变化的规律,才可以对未来进行科学、合理的预测,并采取积极、科学的应对措施。

福建省自然条件优越,自然资源丰富,开发历史悠久,是全国经济发展水平较高的黄金地带,同时又是生态环境脆弱带。海陆气候的相互耦合作用、全球变化及人类活动的扰动,导致海岸带生态环境的脆弱化,使之成为一个灾害频发的敏感地带。除此而外由于地质历史时期气候的变化,引起了海平面的波动,随之而来的是海陆分布的巨大变迁,并对沿海及陆架地区的形成、沉积环境的变化、植被类型的不断演替与发育有着极为深刻的影响。所以研究气候、沉积环境变化的历史和规律,特别是预测未来环境变化,对于沿海地区经济发展和人类生活以及更科学安排人类的未来,均有重大的理论意义和现实意义。

福建省地理位置优越,大地坐标位置为东经 $117^{\circ}11' \sim 120^{\circ}10'$; 北纬 $23^{\circ}37' \sim 27^{\circ}10'$ 。这种亚热带偏南的纬度位置,恰好位于副热高压带的活动范围内,因而使它拥有该纬度地带所共有的优点——能满足多种生物生长发育所需的、充足的光热资源,但它却没有形成在全球范围内该纬度地带所共有的缺点——干旱气候与荒漠景观,这是与它得天独厚的海陆位置分不开的。福建沿海地区是欧亚大陆和太平洋的接触地带,这两个性质迥然不同的庞然大物,在不同季节产生了巨大的气压梯度差,这是发育出世界上最典型的季风环流的基础,福建海岸带正处于夏半年东南季风登陆的必经之途,而且首当其冲,暖湿的气候结合多山的地形,使这里成为全国沿海降水最丰沛的地区之一;冬半年的干冷气流经过长途迂回跋涉,又受到山地的重重阻碍,对福建省沿海地区的致冷作用较弱,在此基础上发育了典型的亚热带海洋性季风气候,四季常绿,山清水秀,物产丰美,与世界同纬度地区的自然景观形成鲜明对照。但是,随着海岸带的加速开发,尤其是乡镇企业的蓬勃发展,环境质量逐渐下降。同时受温室效应、厄尔尼诺等的影响,季风稳定性减弱、台风频率增加,使得本区自然灾害较重。

福建省具有重要的战略地位。从全球的范围看,当前人类已经逐步进入海洋时代,全世界掀起了开发海洋热,向海洋的深度和广度进军已成为历史的必然。海岸带作为开发海洋的基础,正受到人们极大的重视。福建省海岸带由于其自然条件优越,必将在我国的海洋开发事业中发挥巨大的作用。从亚太地区的角度看,当前世界经济重心已逐步由大西洋沿岸向太平洋沿岸转移,尤其是西太平洋地区。福建省正处于西太平洋沿岸,扼东北亚与东南亚航运的要冲,与亚太地区的海上联系十分便捷,充分发挥港口海运优势,促进我国和福建省经济的发展,目前正是千载难逢的机会。福建省海岸线蜿蜒曲折,形成众多港湾,其中许多港湾是全国罕见的天然深水港湾,通海航道优良。福建海岸为构造断层海

岸,新构造运动对现代海岸地貌影响极大。北北东向转北东向的主干断裂控制了海岸线的基本线方向,而北西向的张性断裂则有助于多数港湾的发育,有时还可见到东西向断裂的影响。密集的断裂及其相互交叉,把本区的地壳切割成许多大小不等,呈菱形或三角形的断块网格。海岸带地貌的轮廓、山脉、河流、岸线、港湾、岛屿、海底槽谷的走向,几乎都与断裂有关。断裂的普遍存在与断块活动性的差异,对海岸带的经济建设关系极大。根据大量资料,福建省沿海近期新构造仍相当活跃,这对沿海地区的经济建设有一定的影响。纵观海岸带的地质发展历史,从第四纪以来,受冰期和间冰期气候变化的影响,福建省港湾形态、海水深度等在不同的时期和地区也存在很大差异。因此了解福建省第四纪以来的构造、气候、环境变化具有重大现实意义。

根据福建省地震局“十五”重点项目《泉州、漳州、厦门市活断层探测与地震危险性评价》的进展和总体要求,中国地震局地质研究所受福建省地震局委托,在中国地质大学和福建地震地质工程勘察院厦门分院的合作支持下,开展了《泉州、漳州、厦门市活断层探测与地震危险性评价的钻孔探测》课题,主要目的是综合地球物理探测、构造和地层资料,查明三地区隐伏活断层的性质。通过详细的钻孔岩芯编录、年龄样品系统采集与测试等,结合各地第四系地层标准剖面,进行活断层两侧岩芯地层柱状图的对比分析,验证浅层人工地震等探测获得的各种界面的正确性,提供年代学的定量约束,直接揭示活断层的活动时代、强度、方式和错动序列,获取活断层两侧不同构造层位位错量、滑动速率、古地震事件序列及其可能的发生年代、上断点埋深等定量参数,用于评价隐伏活断层地震危险性。在此同时进行对各地第四纪沉积环境演化进行分析,开展盆地演化与盆地之间的对比。

结合该项目研究内容的基础上,通过对各钻孔的岩性、岩相的分析,综合年代学、孢粉、硅藻和粒度分析等结果,分别阐述各场地地层划分对比、层段结构和年代特征。提出了各场地单孔柱状图和综合对比解释图的划分对比方案。提出了钻探区域内第四系沉积相分布特征、岩石地层格架,年代地层格架和层序地层划分方案。地层和沉积相及其时空地层格架成果,为钻孔断层位置和活动性确定提供了重要依据。通过对钻孔进行的系统孢粉分析,建立了第四系孢粉组合带,阐述了各地区第四纪气候特征及其气候演化。在地层分析方法上,引入层序地层学的分析思路,将岩石地层单位放在年代地层的格架中,阐明相同阶段不同沉积部位的沉积相变特征和地层发育差异,提出了地层时空格架。在年代地层划分方面取得了明显的进展,根据本课题获得的丰富的光释光和 ^{14}C 测年数据,漳州第四系中、上部主体海湾相淤泥层段的底部(或下部)已进入全新世,获得的多数测年数据都在11000 aBP~13000 aBP之间,其下伏的灰色砂砾层段或灰色含粘土质砂砾层段(前人可能归为全新世长乐组底部或东山组),多数测年数据都大于20000 aBP,甚至达30000 aBP,因此,其岩石地层划归东山组,时代为晚更新世晚期。与此同时对海平面变动进行研究,弥补前人工作上的不足,将福建省第四纪研究提高到一个新的水平。

1.1 福建省第四纪研究的历史及问题

福建地质构造复杂,矿产资源丰富。但在中华人民共和国成立之前,本省只进行过一些地区的矿产和路线地质调查,研究程度很差。据载,1911年,日本地质学会的野田势

次郎、山根新次曾对福建进行内容极其广泛的调查,除矿产外,还包括物产及风土人情等,其调查结果发表于《支那地质调查报告书》中。1912年,派梁津、陆钦颐来闽调查各地矿产,著有《福建矿产志略》。自1930年以后,大批的学者对福建省的地层进行了划分和厘定,创立了许多地层名称。主要论著有:王绍文发表《闽西赣南地质矿产》;1935年侯德封、王日伦,张兆瑾发表的《福建厦门,龙岩间地质矿产简报》;高振西(1942)著《福建地质调查之历史及地质问题》;陈恺(1943)著《福建植物化石之研究》。另外陈恺(1942)对福建花岗岩亦进行了初步总结,著有《福建花岗岩概论》。此外,在海岸变化研究方面也有突出成就。主要有:林观得(1937)的《福州附近海岸线的变迁》;高振西(1943)的《福建之山脉水系及海岸》。中华人民共和国成立之后地质勘查力度加大,发现了许多矿床,而且在区域地质、物化探、水文、地震、地热等方面亦获得了丰富的系统资料和成果。地层方面,确定了福建省地层层序,建立(或厘定)了统一的地层系统和地层名称,地层一般划分到组或群,部分划分到段,并划分了地层区。火山岩方面,建立了全省火山岩系的层序,划分了喷发旋回,而且发现了大量的火山机构及有关矿产。侵入岩方面,建立了福建省侵入岩的侵入活动顺序,基本查明省内存在加里东期、华力西期、印支期、燕山早、晚期和喜马拉雅期等侵入岩。区域变质作用方面,初步查明福建省区域变质岩可划分为加里东期、印支期和燕山期等三个变质地带。构造方面,应用地质力学、多旋回构造运动和板块构造等学说,从不同角度探讨了福建地质构造及其与成矿的关系,从而不断加深对本省地质构造特征的认识。

但是,福建省第四纪的研究程度总体上来说较低,尤其是第四纪以来整个地区的古环境、古气候演化历史没有一个整体的、系统的研究。只是对福建沿岸及沿海等局部地区,有若干专业研究性文章发表,而其余地区就显得比较少。前人的研究工作主要集中在福建东南沿岸及沿海等局部地区和几个较大的第四纪断陷盆地,例如,王开发、陆继军、陈文瑞等对于孢粉、硅藻组合的研究,王绍鸿、林继华、曾从盛等对于海平面变化的研究,程乾盛、陈文瑞、何昭星、李兼海、郑荣章等对于部分地区的地层和沉积所进行的研究。除此之外,还有对于局部地区构造活动的研究,如:徐起浩、谢志平等。

对于漳州盆地前人进行了较为详细的工作研究,主要有:福建省地矿厅有关单位完成的《1:50万福建省地质图说明书》(1998)、《福建省第四纪地质研究报告》(1990)、《福建省地质志》(1985)、《1:20万漳州幅、东山幅区域地质调查报告》(1974)、《1:5万漳州幅、程溪幅、长泰幅、龙海幅综合区域水文地质工程调查报告》(1987)、《1:2.5万漳州地热详查报告》(1987);福建省地震局地震综合队完成的《福建东南沿海活动断裂与地震》(1998)、《漳州部分断裂活动性调查报告》(1986)、《漳州盆地及区附近地区地震地质调查报告》(1983);福建省地震局完成的《闽南示范区城市防震减灾研究》(1996~2000);中国地震局工力所承担的《漳州市区抗震防灾规划》(2001)、《漳州市地质构造勘查报告》(2001);中国地震局地壳应力研究所完成的《厦门、漳州跨海大桥场地地震安全性评价报告》(2000);武汉地质学院研究生褚明纪毕业论文《福建漳州盆地活动断裂研究及热田远景》;福建地震地质工程勘察院及厦门分院等单位在漳州盆地开展的工程地质勘查、供水勘察和地震安全性评价工作等成果资料。

目前,福建省第四纪研究主要存在以下几方面问题:

(1) 第四纪地层的层序还不完全清楚,测年数据、化石较少。还没有一个能在沉积

体系分析、生物地层、年代地层、地震地质学、事件地层等方面综合研究而建立起来的地层层序。

(2) 对于高频旋回的研究、体系域的划分、对比以及等时地层格架下沉积相和沉积体系的发育和空间分布规律;解释古地理、地质史、层序形成机制及模型的建立在研究的深度和广度上还不够,使得第四纪研究程度整体降低。

(3) 东南沿海地区海平面变化差异性研究程度不高。特别是各期海侵在不同地区的表现尚不完全清楚,因此,这就使福建省第四纪以来海平面变化缺乏整体认识。

(4) 在气候研究方面,孢粉资料欠缺,没有进行横向的对比和研究,故也缺乏整体性。

(5) 对于福建省大地构造的性质不少的学者已经进行过研究,并采用多旋回构造运动的观点,结合板块构造的成果和理论,采用历史分析的方法,阐述了福建区域地质构造特征。由于福建地质历史长期处于大陆边缘的特定构造环境,构造活动不断变迁,对于系统地阐明福建地壳构造发生、发展和演化的基本特征及其形成机理有了一定认识,但对于许多新构造运动的幅度、时间、性质等研究程度不够。这就使得福建省第四纪以来地貌及沉积环境变化研究受阻。

(6) 对于气候变化的机制、原因的研究尚未全面开展,一些研究技术系列有待进一步提高。因此对未来气候变化的预测程度很低。

以上这些问题在福建省第四纪研究中普遍存在。只有很好的解决,才能使福建第四纪研究进入一个新的阶段和较高的层次。借助于当前第四纪发展的新理论、新技术,通过本项目的研究,努力解决上述制约福建省第四纪研究的关键因素,建立第四纪研究配套技术序列,进一步充实福建第四纪研究理论,有效指导下一步研究工作的进行。

1.2 研究思路与方法

该项目研究内容密切结合研究区城市建设和发展的需要,在研究内容复杂、精度要求较高的情况下,为顺利完成本项目研究并取得预期效果,本项目采用地质-地球物理相结合的综合解释和研究方法,面向现代城市发展的需要,旨在对福建省漳州第四纪地层的划分、沉积环境及气候的演变历史和所采用的技术、方法进行研究,在理论创新和使用技术方面具有重要的意义。

(1) 利用地震地层学理论和高分辨层序地层学方法对地震资料进行层序分析研究,包括地震相及沉积相的分析,着重从时间和空间确定第四纪沉积物的分布。应用层序地层学、岩石地层、年代地层以及生物地层学方法,建立高精度层序地层构架,对不同层序的沉积物沉积特点、分布范围进行分析,建立盆地分析等时地层单元对比和地层格架,提出各区内的精细地层划分和对比方案。

(2) 第四纪沉积物的粒度主要受搬运介质、搬运方式及沉积环境等因素的控制,多年来,第四纪工作者在采用粒度分析资料确定沉积环境方面已进行大量的工作,大部分工作是根据当代沉积物(已知沉积环境)的样品进行的,在利用其粒度分析资料探索古代沉积环境、利用粒度分布特征解释沉积搬运作用以及将数理统计引入粒度研究等方面都取得了很大的进展。粒度分析已成为第四纪研究中非常重要的途径和手段。该项目的粒度分析采用了常见的粒级百分含量、频率分布曲线图、概率累积分布曲线图、众数值曲线以及

粒度参数计算等方法,对沉积物进行分析,从而对其沉积环境演变过程加以解释。同时利用所绘制图件,进行层序地层、岩石地层以及年代地层划分。

(3) 孢粉是第四纪生物化石中最易找到的化石门类,孢粉组合是植物群的缩影。由于一定的植被类型存在于一定的气候环境中,植物对环境的变化反映最为敏感,所以,古植物群是古气候环境变化的良好温度计,被广泛地应用于第四纪古气候、古环境分析。保存在土壤和沉积物中的孢粉能显示当时植被与气候的重要信息。在第四纪研究中,孢粉分析一直是恢复古植被、古生态、古气候的主要手段之一。该项目利用孢粉分析方法,通过典型剖面不同层位的孢粉组合,反演相应古植被演变,根据古植被演变序列,推导相应的古气候及其变化过程,重建该地区孢粉—植被—古气候演变序列。并利用分析结果进行生物地层划分。

(4) 在地层研究基础上,结合地震地质调查的技术方法,对研究区内活断层的分布、产状、活动时代等进行解译,并提出盆地演化认识。

(5) 通过对沉积物粒度、微体化石分析,结合测年数据、构造解释,建立福建省第四系地层划分及分布的三维立体模型,通过分析不同沉积物类型、不同孢粉组合、不同有孔虫类型及所反映的不同沉积环境和不同的气候条件,最终确定福建省第四纪沉积环境及气候演化发展的历史过程。

(6) 对比所用钻孔沉积物,并结合微体化石分析及年代测定分析,总结出福建东部沿海城市晚更新世以来对全球变化的响应分析。

1.3 技术路线

技术路线如 1-1。

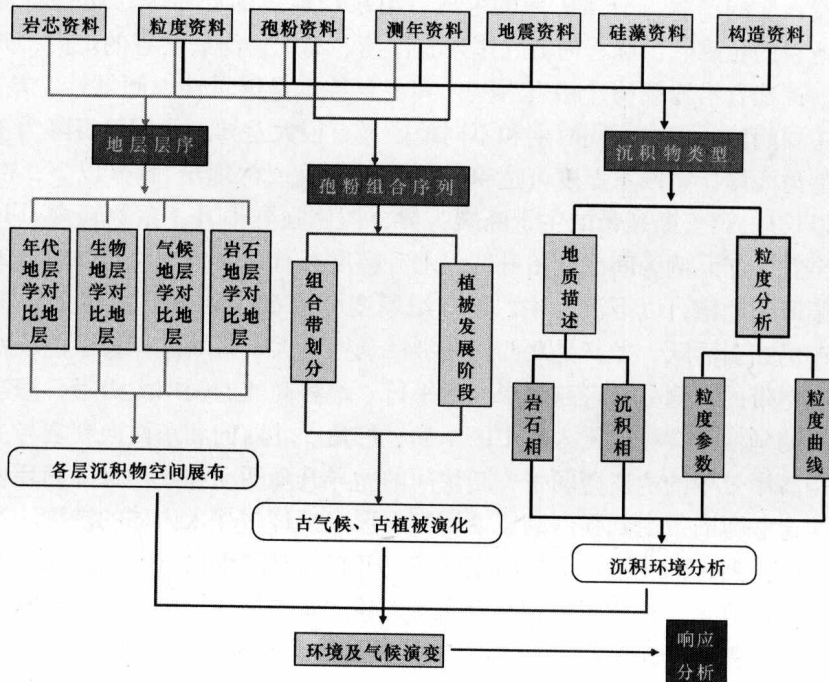


图 1-1

第二章 福建省漳州自然地理及地质概况

福建省位于中国东南部，濒临西太平洋，属华南褶皱系的一部分，是环太平洋成矿带中的重要成矿区之一。区内地层发育较全，岩浆活动频繁，地质构造复杂，成矿条件优越，矿产资源丰富。东南沿海中生代变质带，闽东中生代火山岩，尤其是粒状碎斑熔岩，燕山期花岗岩以及地质构造特征等基础地质问题，亦为国内外地质界所瞩目。本项目研究区域隶属福建海岸带中厦门区的九龙江-厦门港岸段（图2-1）。

福建沿海地区是欧亚大陆和太平洋的接触地带，这两个性质迥然不同的庞然大物，在不同的季节产生了巨大的气压梯度差，这是发育出世界上最典型的季风环流的基础。福建省海岸带正处于夏半年东南季风登陆的必经之途，而且首当其冲，暖湿的气流结合多山的地形，使这里成为全国沿海降水量最丰沛的地区之一；冬半年的干冷气流经过长途迂回跋涉，又受到山地的重重阻碍，对福建省尤其沿海地区的致冷作用较弱，在此基础上发育了典型的亚热带海洋性季风气候，四季常绿，山清水秀，物产丰富，与世界同纬度地区的自然景观形成鲜明对照。

福建海岸为构造断层海岸，北北东转北东向的主干断裂控制了海岸基本线的方向，而北西向的张性断裂则控制了多数港湾的发育，有时还可见到东西向断裂的影响。密集的断裂及其相互交叉，把本区的地壳切割成许多大小不等、呈菱形或三角形的断块网格。火山岩的分布，侵入岩的产状，金属矿床的生成、温泉与地震的分布等，均受断裂构造的控制；海岸带地貌的轮廓、山脉、河流、岸线、港湾、岛屿、海底槽谷的走向，几乎都与断裂密切相关。福建省沿海新构造相当活跃，其主要特点是继承性、间歇性、差异性升降，并以上升为主要趋势，但在不同时期和不同地区又有很大差异。北段以沉降为主，发育了典型的溺谷港湾海岸，第四系厚度可达40 m，红土风化壳深埋于25 m以下；南段情况较复杂，大致以长乐-诏安断裂带的主干断裂为界，西侧强烈抬升，东侧轻微上升，从纵向上看，九龙至九龙江北侧为间歇性抬升区，上升幅度有自北向南增大的趋势；闽江与九龙江河口段为第四纪地槽，以下沉为主，第四纪厚度可达60~80 m。总体上看，福建沿海近期新构造仍相当活跃，尤其是北西向断裂活动性更大，区域总体稳定性较差。

在福建海岸带的内侧分布着与海岸大致平行、地势高峻的闽中大山带，海岸带内的山丘均为其东翼的延伸，常构成突入海中的半岛、岬角。北西向和东西向断裂与主干断裂的交叉部位，是海岸带中的构造薄弱带，断块间的差异升降活动和亚热带湿润环境下的强烈外力作用，使这些薄弱带受到强烈的侵蚀切割，形成了许多深入内陆的港湾。这些港湾与半岛的交错相间排列，构成了一个个向东或东南开口的马蹄形盆谷。这些大大小小的马蹄形盆谷连接而成的链条，组成了福建省海岸带地貌的基本格局。同时，由于断块的差异性抬升和外力的侵蚀剥蚀，在东西方向上形成了明显的层状地貌（尤其在海岸带的中段和南段），在每一个马蹄形盆谷内，自海向陆大致形成了浅海→滩涂→冲海积平原→红土台地→丘陵→山地的地貌梯级。

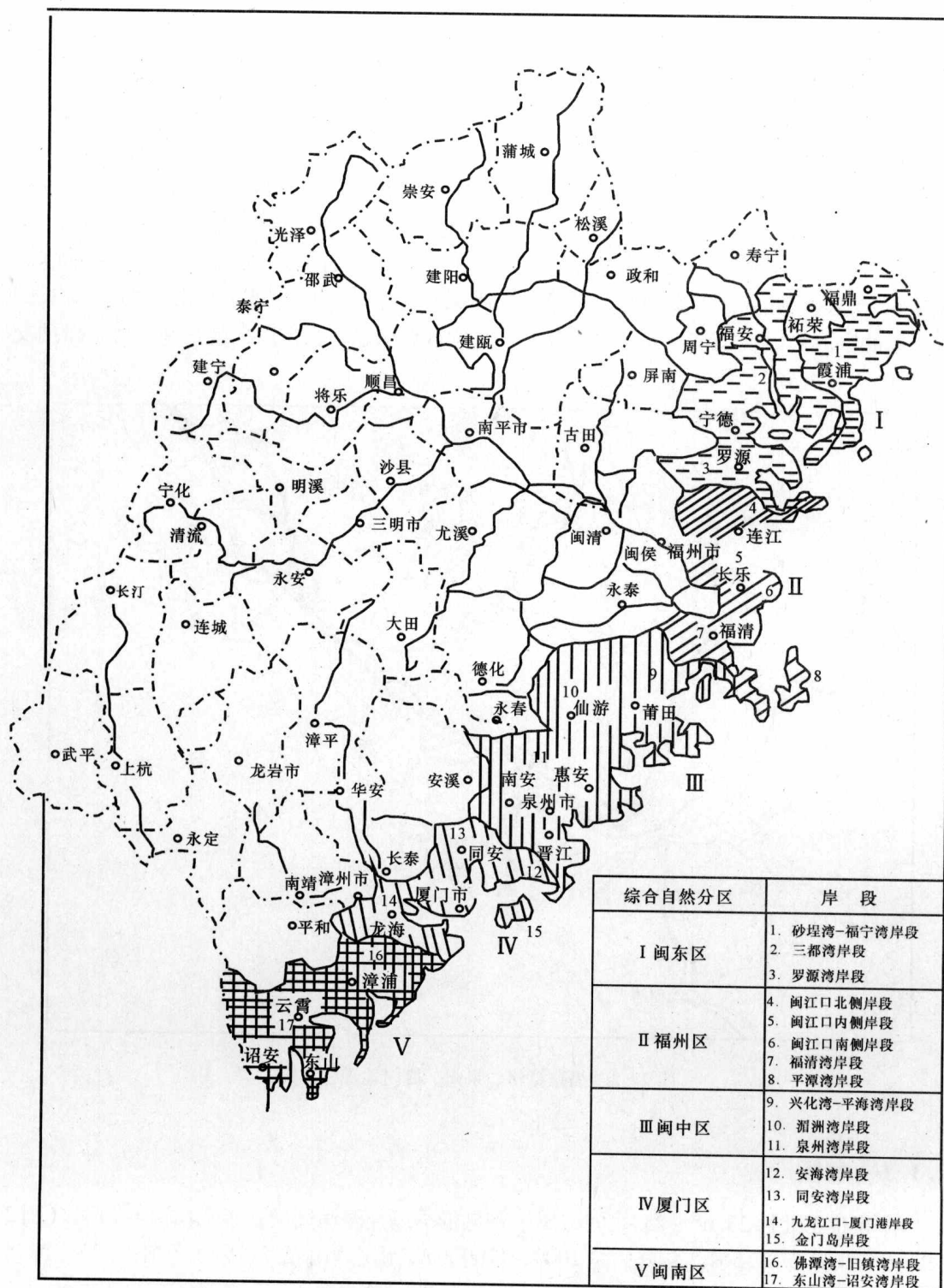


图 2-1 福建省海岸带综合区划示意图

据全国海岸带和海涂资源综合调查组

2.1 福建漳州自然地理概况

福建漳州，地处东经 $117^{\circ} \sim 118^{\circ}$ 、北纬 $23.8^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 之间。东濒台湾海峡，与厦门隔海相望，东北与泉州接壤，西北与龙岩相接，西南与广东的汕头毗邻（图 2-2）。西北多山，东南濒海，地势从西北向东南倾斜，地形多样，有山地、丘陵、台地和平原。总面积 566 km^2 ，土地面积 12600 m^2 ，海域面积 1.86 万 km^2 ，岸线长 680 多公里，有东山湾、诏安湾、旧镇湾等 7 个大海湾和东山岛、西屿等 170 多个岛屿。漳州市最大河流是九龙江，横贯 6 个县区。九龙江下游的漳州平原是全省第一大平原。漳州是个有山、有海、有江、有平原的富庶之地，全市总人口 452 万人。区位优势优越。自古以来就是闽、粤、赣的交通要冲。

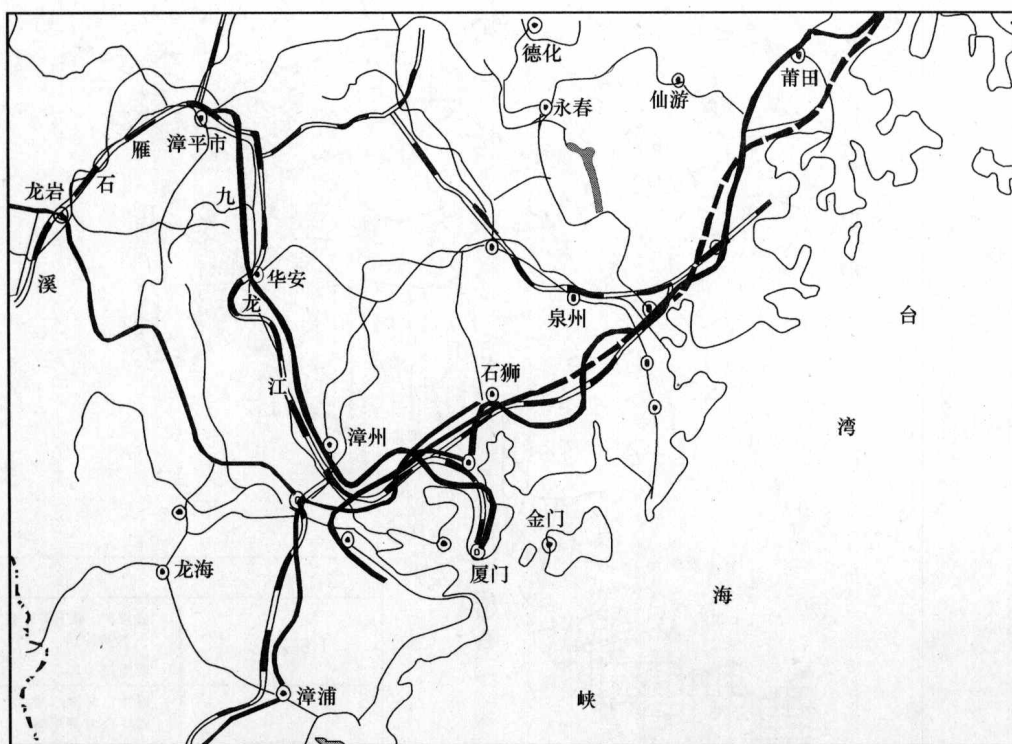


图 2-2 福建漳州、泉州、厦门地理位置图

2.1.1 气候

漳州位于北纬 $23.6^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 之间，属于亚热带季风性湿润气候，年平均温度 21°C （图 2-3）。年积温 7701.5°C 。年降雨量 $1000 \sim 1700 \text{ mm}$ ，雨季集中在 3~6 月（图 2-4）。漳州多年平均降雨量：山区 $1600 \sim 2000 \text{ mm}$ ，平原 $1500 \sim 1600 \text{ mm}$ ，沿海 $1100 \sim 1500 \text{ mm}$ 。

全市年平均降水总量 196.86 亿 m^3 。山区多于沿海平原，由西北向东南递减。年降水量变差系数：沿海 $0.24 \sim 0.28$ ，最大 0.29 ，出现在东山，平均 0.26 ；山区 $0.16 \sim 0.22$ ，