

赵昭昞 著

自然地理与生态

ZIRAN DILI YU SHENGTAI

中国环境科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

自然地理与生态/赵昭昞著. —北京: 中国环境科学出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-80209-725-4

I. 自… II. 赵… III. ①自然地理—研究—福建省
②生态环境—研究—福建省 IV. P942.57 X321.257

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 054517 号

责任编辑: 张维平

封面设计: 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.cn>

联系电话: 010-67112765 (总编室)

发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂

经 销 各地新华书店

版 次 2008 年 9 月第 1 版

印 次 2008 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 26.75

字 数 580 千字

定 价 78.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

赵昭昞教授从事自然地理教学与科学研究近 50 年,论著甚多,涉及福建省的地理结构、自然环境特征、自然资源开发利用以及生态变化与改善。并与实践相结合,提出一些现实性和有价值的建议,在福建省经济建设中发挥了作用。最近,他将有关自然地理结构、资源与环境以及生态建设等方面的论文,汇集为《自然地理与生态》一书,这是作者一生在这些方面研究心得的总结,对今后福建省资源开发、环境治理途径提供建议,还为区域地理、自然环境和生态研究提供参考。

地理科学以地球外壳为研究对象。地理外壳是多项自然因子相互联系、相互渗透和相互影响的综合。随着区域空间的差异,发展进程的不同,各个区域又各自有其独特的结构。就福建省而言,地处亚热带地区,气候温暖湿润;山地构造复杂;海岸曲折、海岛罗列;有着特殊的地理结构。本书作者论述了福建省自然环境的演变,自然地带的划分,探索区域划分的界线,讨论山地地貌的发育,专论植被的景观标志,还就福建海域的结构、海底地貌以及台湾海峡的形成与演变,进行了研究。作者根据福建省山地形态的复杂性、地貌组合的差异性、自然环境的特殊性,提出“山多、海阔、亚热带气候”是本区的三大特点。福建省经济的发展,必须因地制宜,充分发挥地区的优势。这样的论点为福建地区发展和念好“山海经”的方针对策,提供了一个方面的科学依据。

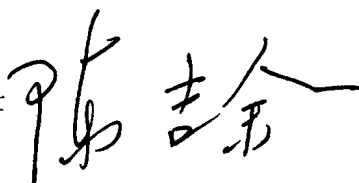
自然资源的开发,需要从综合角度出发去探求合理利用的途径,因此,对于一个区域自然资源数量、质量、基本特性和优势所在,须有充分认识。对于一些地区的开发,一些资源多途发展,必须贯彻科学发展观的要求:要贯彻人与自然的和谐相处、自然资源应能持续利用、资源开发不能以牺牲环境为代价、自然资源开发应该是局部利益服从整体利益等基本原则。在这个问题上,作者对福建省自然资源的合理利用在本书中有整体论述。而对闽北三都澳港湾的开发利用有着精辟的论证,三都澳是福建省的一个大型海湾,港阔水深,有良好的港口资源,是重要的水产增殖基地。港湾所在的宁德地区对三都澳的开发有重要作用,拟规划走两头在外的道路,建深水码头,发展重化工、大钢厂、建设临港工业区。对待这一规划,在三都澳的开发利用审定决策论证会上,作者认为三都澳港湾的自然条件是“口小腹大”,建高污染企业对于与外海水体交换缓慢的海湾而言,将会带来水域环境的牺牲;而且该海湾在国家防务中已有定位,地区的局部利益应服从整体利益,因此提出不同看法,得到与会专家支持,并得到主持者的认同。遂使这个海湾在发展现代化渔业等方面,收到了显著效益。

人与自然如何相处?往往存在着人定胜天、大力改造自然的看法,因而在人为作用下,有可能带来负面影响甚至是不可逆转的影响。本书作者在生态问题上,早在 20 世纪 60 年代就很关注。他注意到良性的生态与所在地区的气候地带相适应,而人类对自然植被破坏而不施必要的措施,必然导致自然环境向恶性方向的发展。人类对于自然的改造,也必须重视在其他方面可能带来的负面影响,开发利用必须全面分析,使不利因素降到最低限度。例如水口电站的建设,作者就提出应重视坝下泥沙减少、河流下蚀危及岸堤安全,堤坝建设所带来上游物资运输不便,水库污染带来富营养化,以及诱发地震等问题,

并及时予以反映。在水土流失问题方面，作者以长汀县河田为基地，多次深入调查、探索规律，提出相应治理措施，并对引进外来树种覆盖裸露地面提出不同看法。他根据地带性的规律，提出本地种应是优势种，这一论点已为事实所证实。作者在生态方面研究的问题颇为广泛，涉及山地的坡面侵蚀，洪水发生原因分析，森林植被的综合效益以及水土保持等若干理论问题，作者还论述了福建建成生态省问题。丰富的实际经验、综合性的理论探索，使本书成为区域生态治理的重要参考文献。

赵昭晒教授 1945 年毕业于浙江大学，以其广博的地理科学素养，求实的学风，在工作中注重野外第一性资料的收集，从地理学的区域性、综合性理念，探索事物发展的规律。他把地方经济发展作为己任，这是高等学校服务于地方经济发展的责任感的具体表现，堪为地理工作者的一个范例。赵昭晒教授野外调研工作非常认真，记录翔实，20 世纪 70 年代笔者去福建海岸调查于漳浦佛昙进行第四纪地层观察时，对他论文中的地层描述非常细致，感到非常钦佩。

中国工程院院士

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of the characters '赵昭晒' (Zhao Zhaoshai) in a cursive script.

2007 年 2 月 26 日

前言

我在大学从教已近 50 年，主授区域地理《中国自然地理》和《福建自然地理》。除教学外，我也热心于科学研究。祖国经济建设的不断发展，为科学研究提供了广阔的天地。把祖国经济建设的新成就和自己参加科研的心得体会用于教学，可进一步提高教学质量。

经济建设的每一个项目，都是一个系统工程，而区域地理的特点是区域性和综合性，因此运用综合观点采取综合分析方法，可以对建设项目作出较正确的评价，肯定优点，指出不足之处，并提出改进建议。我的科研成果以及在各种研讨、论证、评审会上的发言，多得到领导和有关部门的重视。在这里，我特别感谢已故项南书记和胡平省长对我科研工作的关心与支持。

改革开放以来，我在各种学报、刊物上发表了约 200 篇论文，多与生产建设有关，涉及自然保护区建设、港口选址、环境保护、水土保持、国土整治、区域开发、旅游景点评估以及生态建设等各个方面，从中选择 26 篇有关环境、资源的论文作为自然地理的基本内容，选择 26 篇有关环境保护、水土保持、自然灾害防御的论文作为生态的内容，两者整合在一起，定名为《自然地理与生态》。

自然环境是由地质、地貌、气候、水文、土壤、植物和动物等自然要素组成的，它们之间相互联系、相互渗透、相互制约、相互促进，构成了自然综合体。自然资源是自然环境的组成部分，是自然环境演变中的产物。资源是人类生产和生活之源。近半个世纪，由于经济的快速发展和人口的不断增加，环境、资源和人口也就成为全球面临的三大问题。在正常的自然条件下，自然环境的演变总是会朝着良性方向发展，地面上覆盖的将是植被顶级群落，南亚热带是季雨林，中亚热带是常绿阔叶林，生态失衡现象一般较少，即使发生，程度也较轻，而且经过环境各要素的自我调节作用，生态失衡现象也能很快得到修复。如果人为对资源的开发利用不合理或过度的开发利用，只要一个自然要素遭受破坏，特别是森林植被遭受破坏，就会产生连锁反应，其他要素也会受害，导致整个自然环境遭受破坏。自然环境遭受破坏以后，自然规律就朝向恶性方向演变，有利的自然要素也变为不利的自然因素，生态灾害因此频繁发生。例如福建降水丰富，对植物和农作物生长十分有利，一旦森林植被遭到破坏，丰富的降水转化为强大的地表径流，便成为冲刷土壤的破坏因素，造成水土流失；流失的泥沙进入河流、水库、港湾，使河床淤高、水库淤积、港湾淤浅，这些水体不仅功能下降，河流行洪不畅还会引发洪涝灾害，水库也可能成为沙库。本书第三部分对此从各个方面进行了揭示和论述。可喜的是，当 20 世纪 80 年代初全省各地群众为了脱贫致富刮起乱砍滥伐、陡坡垦荒、乱采矿、乱采石、乱围垦等歪风时；省委、省政府即明令加以制止，并反复强调各项建设和各种资源的开发利用，都必须贯彻经济效益与生态效益、社会效益相结合的原则，把眼前利益与长远利益密切结合起来。同时，林业、农业、水利、环保、气象、地震等生产行政部门针对福建存在并有所发展的环境污染、水土流失、自然灾害等环境生态问题，加大了防治力度；全省广大的科技人员也以满腔的热情投入了生态实践。经过多年的共同努力，全省已建成六大防灾减灾、国土保安的防御体系，生态环境已得到明显改善，森林覆盖率居全国第一，水环境质量和大气环

境质量也居全国前列。虽然福建省的国民经济总产值在全国沿海 12 省市中排名较后，但生态建设的成就却位列榜首，我认为这是福建省改革开放以来最大的政绩。

回想当年撰写有关生态问题的文章时，心里总是惴惴不安；虽都提出防治对策建议，但能否被采纳得到实施，心也一直悬着；现在看到防治对策逐一付已实施，生态问题趋向解决，心里感到非常安慰。因此，本书也从一个侧面反映福建从新中国成立以来，特别是改革开放以来经济建设和生态建设的巨大成就，这也是一个人民教师和科技工作者的心愿和责任。

应该说明的是书中引用的数据问题，同一内容的数据，如林地面积、蓄积量和森林覆盖率，海岸线长度和海岛数，工业废水排放量和污染物含量，水土流失面积和治理面积，等等，各个地方常不一致，与现今更有较大的差异，这是由于各篇论文撰写的时段不同所致。在某些政策性提法上，也常有这种情况。

本书的出版得到福建省水土保持学会、福建省水土保持办公室和长汀县水土保持局的关心和支持，在此表示衷心的感谢。

趙怡卿

目 录

序	(i)
前言	(iii)

第一部分 自然环境的结构与演变

福建自然环境演变与地理分区.....	(3)
福建省境内自然地带的划分及其界线问题	(36)
福建地貌基本特征与农业生产的关系	(48)
福建山地基本特征与发展山区经济	(56)
武夷山自然保护区地貌	(65)
从第四纪孢粉组合探讨黄岗山植被的垂直变化	(76)
武夷山自然保护区生物资源丰富的原因探讨	(84)
武夷山自然保护区的特点和作用	(88)
武夷山脉地貌特征及其对气候的影响	(97)
福州盆地第四纪以来演变的初步研究.....	(114)
福建永安的冰缘沉积.....	(131)
植被在自然景观中的标志作用.....	(134)
福建海域的地质结构和海底地貌.....	(140)
福建海岸.....	(145)
福建海岸的升降问题.....	(154)
琅岐岛的形成和演变.....	(162)
台湾海峡演变的初步研究.....	(167)

第二部分 自然资源的开发利用

合理开发利用福建省自然资源的问题研究.....	(175)
山海开发与繁荣福建经济.....	(192)
福建山区要建立立体结构的大农业.....	(198)
笔谈：我国山区的综合开发和整治.....	(201)
加强林业建设，进一步发展食用菌生产.....	(203)
如何扶持贫困县走上长期富裕的道路.....	(207)
福建海域资源.....	(214)
福建港口资源开发的初步设想.....	(220)
开发三都澳刍议.....	(228)

第三部分 生 态

福建自然环境特征与环境保护的关系.....	(235)
-----------------------	---------

龙岩地区的自然环境与环境保护·····	(241)
福建花岗岩山丘坡面侵蚀的研究·····	(249)
福建省河田花岗岩水土流失区沟谷的研究·····	(296)
福建省花岗岩类风化物的特性与建立地带性森林生态系统·····	(306)
福建农地水土保持的若干理论性问题·····	(310)
福建坡地类型划分及其生产意义·····	(314)
50 年来福建省水土保持理论的进展·····	(321)
建设水口水电站需考虑的几个问题·····	(326)
平潭岛的生态环境及发展方向·····	(328)
平潭县防护林的综合效益·····	(334)
“铁观音”故乡安溪考察记·····	(339)
福建的洪涝灾害·····	(345)
福建沿海地区洪涝灾害研究·····	(353)
福建省南靖县 1981 年 9 月 22 日洪水发生的原因剖析·····	(359)
闽江生态环境问题及其整治·····	(366)
九龙江流域生态环境问题及其整治方案·····	(371)
沙溪 1994 年“5·2”大洪水原因分析·····	(376)
福州市区高温原因和防御对策·····	(381)
要惜土如金——谈谈水土保持·····	(386)
福建河田盆地水土流失地区用林草措施治理的研究·····	(391)
河田水土保持再认识·····	(399)
长汀水土流失四年治理评析·····	(403)
成片土地开发中的生态问题·····	(408)
调整全省工业布局加快污染治理步伐·····	(411)
论福建生态省的建设·····	(414)

第一部分

自然环境的结构与演变

福建自然环境演变与地理分区

一、自然环境的演变

现代福建的自然地理环境，是在漫长的地质历史时期由内、外力综合作用形成的。

(一) 第三纪以前

福建省位于欧亚板块的东南部，属大陆边缘的一个组成部分，东面隔海相望的是台湾岛，台湾岛以东为太平洋板块。在大地构造上，黄汲清将福建划为华南加里东褶皱带的一部分；按地质力学观点，则属于新华夏系第二隆起带；《中国大地构造纲要》一书确定其为地块性质，属于次一级大地构造单元——华夏台背斜的一部分；早先也有人称为“华夏古陆”。它的基底是前震旦纪变质岩，在闽西北称“建瓯群”，在闽西南称“楼子坝群”，零星地分别出露在建瓯、建阳、邵武及长汀和武平等地。福建东半壁几乎全为深厚的火山岩和侵入岩所覆盖，对其基底情况了解甚少。自元古代（距今约 7.3 亿年）至中生代末（距今约 7 000 万年前），在福建古地理演变中，曾发生以下巨大变化：

1. 多次地壳运动使地表形态不断变化

最早的地壳运动是距今约 8 亿年前的晋宁运动，由此形成福建构造的原始形态。晚元古代是地槽发育阶段，地壳振荡频繁，火山活动强烈，形成巨厚的火山复理式沉积。早古生代时，总的趋势是处于海退环境，但地壳仍处振荡中，形成沙泥质复理式沉积。志留纪至奥陶纪末初（距今约 4 亿年前），由于加里东运动，造成一系列北东东、北东向褶皱和断裂，产生区域变质作用。特别是崇安—石城、政和—大埔断裂变质作用更为强烈，并产生混合岩作用，形成混合岩和混合花岗岩。这一地壳运动奠定福建境内及华南其他地区主要褶皱构造的形态，具有地质上的划时代意义。因此，中外一些地质学家把福建的大地单元定为加里东褶皱带，属于华南加里东褶皱带的一部分。闽西北地区自加里东运动隆升成陆后，在以后的地质时期，始终处于隆升、剥蚀过程，未受海侵，一般所说“华夏古陆”仅指此一地区而言。

从晚泥盆纪开始，福建进入准地台发展阶段。经过长期风化剥蚀，地面渐趋平缓，进而发生海侵，海水由广东进入福建，到晚石炭—早二叠世，福建西南部和中部处于相对稳定的浅海环境，形成碳酸盐沉积。在二叠纪中，海水屡有进退，成为海陆交互沉积环境，形成福建最重要的含煤碎屑岩系。二叠纪晚期发生海西运动（距今约 2.5 亿年前），运动的形式主要表现为地壳的上升和下降；低洼部分到晚二叠世又接受了海侵。至早中三叠世，海水开始退出。晚三叠纪早期，全省只有局部残留盆地，如漳平天坑一带，接受了含煤碎屑沉积。晚三叠世晚期发生印支运动（距今约 2.1 亿年前），结束了福建准地台的发展历史，形成一系列北东向的褶皱和断裂，并产生轻微的变质作用。

自晚三叠世以后，福建进入大陆边缘活动带发展阶段，印支运动造成的断陷带，形成

一系列含煤碎屑沉积盆地。早侏罗世,海水从西南向东北方向侵入,曾到达大田一带。继而发生燕山运动,并愈演愈烈,到晚侏罗世达到高潮,规模巨大的火山喷发和岩浆侵入,形成巨厚的火山堆积和规模巨大的花岗岩带。在火山喷发和岩浆侵入活动前后,福建境内断裂活动都很强烈。这些断裂大部分是继承老断裂发展而成的,也有一部分是新生的。常见的断裂有北东、北西、南北、东西、北北东、北东东 6 组,而以北北东、北西二组为主。燕山运动沿崇安—南城(也作邵武—河源)和政和—一大埔两条深大断裂的火山喷发和岩浆侵入而形成的巨厚火山岩和侵入岩体,覆盖在老地层之上,地势相对较高,形成福建现代地貌的雏形。

早白垩世福建的火山活动仍然存在,但规模已大为缩小,且集中于沿海一带,形成东南沿海变质岩带。白垩纪气候变得炎热,在内陆形成一系列沿断裂分布的小盆地,沉积了沙县组和赤石群红色岩层。福建现代大陆轮廓在白垩纪时已基本定形,地壳也趋于稳定。

2. 生物在不断演化发展

在漫长的地质历史时期,福建境内的生物一直在不断演化和发展。

泥盆纪以前,有机物主要由简单的有机体所组成,以海生生物为主,陆生生物较少。海生植物以海藻居优势,有各色石灰质藻类;海生动物以无脊椎动物占优势,如古老的节肢动物三叶虫、角质的腕足类、甲壳类和古杯类等。陆上菌藻植物和苔藓植物也都已存在。泥盆纪时,出现裸蕨并盛极一时。同时出现的还有原始鳞木、薄皮木、亚鳞木和古封印木等蕨类植物。这些蕨类植物均具有大树性质。这时,三叶虫、笔石等都趋于绝迹;头足类的棱角石,腕足类的石燕等趋于繁荣。泥盆纪的动物区系为肺鱼和两栖类中的坚头鱼;肺鱼通常是两栖类,是陆上脊椎动物的祖先。

在石炭纪,福建气候特点是温和多雨,陆生植物有了进一步发展,古蕨类植物繁盛。如在龙岩、漳平发现植物化石有拟鳞木、奇异亚鳞木、斜方薄皮木、栉羊齿、脉羊齿、须羊齿、科达狄等。在政和、将乐、宁化、长汀、上杭等地发现有大脉羊齿、假大脉羊齿、青海须羊齿、少见须羊齿、带科达、奇异亚鳞木等。在德化、顺昌、南平、南靖也发现有大脉羊齿、楔羊齿,特别是大脉羊齿分布最普遍。可见当时的鳞木很繁盛,真蕨植物较发达,栉羊齿开始繁盛。它们大都生长在湿润的沼泽、湖边溪谷两旁或山间盆地,这类古蕨有了根、茎、叶的分化,用孢子繁殖后代,因而进化迅速,很快发展为大片茂密的沼泽森林植被,其中高大的乔木是主要的造煤植物。陆生植物空前繁盛,是古生代地质历史的一大特征。

二叠纪时仍以蕨类植物占统治地位,但繁盛于石炭纪的鳞木、封印木、栉羊齿、楔羊齿等,到二叠纪晚期逐渐被多种多样的蕨类植物所代替,二叠纪的植物化石在闽西南地区陆续发现,种类非常丰富。在龙岩、南平、永安、永定、清流、连城陆续发现有猫眼鳞木、封印鳞木、根座、石根、芦木、副芦木、科达狄、烟叶大羽羊齿、福建大羽羊齿、单网羊齿、华夏羊齿、栉羊齿、羽羊齿、蕉羊齿、束羊齿、楔叶、带羊齿、瓣轮木、鳞木、扇叶、古乌毛蕨、枝脉蕨、真羊齿、线囊蕨、星囊蕨等。从植物组成看,出现较多叶子宽大的大羽羊齿和单网羊齿等植物。真蕨和种子蕨植物大量繁殖,银杏等裸子植物增多。温暖而潮湿的气候形成大片森林;滨海沼泽的海进海退,为这些地区的成煤提供了条件。所

以，二叠纪也是福建重要的成煤期。二叠纪晚期，气候逐渐变得干燥，羽叶小而叶缘加厚的一些真蕨和种子蕨类、适应干旱环境而组织结构较复杂的银杏、苏铁和松柏类等裸子植物逐渐取代大羽羊齿类。当时福建滨海地区气候条件可能还较为潮湿而温暖，北方干旱气候的影响还不那么明显，森林还很茂盛，造煤作用还在继续进行。植物种类成分虽有一些变化，但与其他地区比较，变化不明显。所以，其植物区系发展的阶段性似不明显。石炭、二叠纪时，海洋生物中腕足类动物特别多，有乌鲁布腾贝、轮皱贝、直房贝、无洞贝、华夏贝、伯克背孔贝等；蛭科则有肿小泽蛭、苏伯特蛭、阿留陀夫蛭、高级小纺锤蛭、麦蛭等。陆生动物坚头类继续得到发展，并出现了蜚蠊目、蜻蜓目的昆虫类，蜘蛛纲、软体的肺螺亚纲、陆地螺、爬虫类等也逐渐增多。

中生代三叠纪时，福建的自然环境大致与二叠纪时相似，生物界除保留原有属种外，并有较大的发展。陆生植物葛伯特蕨、似托第蕨、准苏铁果、新芦木、鳞羊齿、楔拜拉、尼尔桑、丁菲羊齿、枝羽叶、大网羽叶、网叶蕨、异叶蕨、格子蕨、苏铁等属大量增加。

侏罗纪早、中期是一个气温高而略显干燥的环境，是裸子植物鼎盛的时代，尤以银杏、苏铁、松柏类为最多。其中银杏类植物有裂银杏、楔银杏、凤尾银杏和线银杏。它们构成高大茂密的森林，主要分布在闽西北地区，印支运动所造成的盆地，成为成煤的环境。其他较多的植物，还有格子蕨、耳羽叶、拟木贼、拟刺葵、锥叶蕨、似叶形杉等属。侏罗纪时，福建的植物还相当丰富，根据武夷山、将乐、清流、长汀、浦城、建瓯、南平、尤溪、大田、漳平、华安、南靖等地的植物化石资料可知，共有 28 属 30 种。水生动物以瓣鳃类较多，有河炭蚌属、西伯利亚蚌属、费尔干蚌属、珠蚌属、楔蚌属、图土蚌属等。这一时期，在陆生动物中，恐龙一类的爬行动物在中国南方有了很大发展，但在福建侏罗纪早、中期地层中至今未发现恐龙化石。原始鸟类的始祖鸟、龟类、鳄鱼、蜥蜴等动物也开始出现。

白垩纪初，福建和中国大部分地区在植被区系上是属于古地中海植物区。根据福建局部地区一些化石资料，当时主要植物有袖套杉、鱼网叶、短叶杉和坚叶杉等。白垩纪中后期，气候变得干燥而炎热，原来适应温湿环境生存的森林逐渐削减，植物向新的更高的方向演变，出现了被子植物，如樟科、木兰科、桑科、豆科等一些种。

白垩纪时的动物，在坂头组中见有多种叶肢介、介形虫等化石；在沙县组和赤石群中，见有福建褶珠蚌、洛东褶珠蚌、方形类三角蚌和鳖等化石，均为内陆湖的水生生物。侏罗纪时的陆生动物，特别是鸟类和爬行类，此时继续得到发展。

上述第三纪以前福建古地理的变化，给以后福建自然环境的演变留下深刻烙印，表现在：

(1) 燕山运动奠定福建现代地形的骨架，结束海浸的历史。

(2) 新生代的断裂和断裂活动，基本上继承加里东、印支、燕山运动的断裂和断裂活动；各种不同方向的断裂，把福建地体分割成为许多断块，断块活动便成为新生代地壳活动的主要形式。断裂构造对地貌的形成和发育及河流的流向和水系的形成，有着巨大的控制作用。

(3) 燕山运动以前，福建曾经多次经历海浸、海退，沉积岩分布较广，特别是在闽西

南地区。燕山运动空前规模的火山喷发和岩浆侵入，形成巨厚的火山岩和侵入岩，它们和沉积岩分布的面积在全省约各占 1/3，特别是福建东部绝大部分被岩浆岩所占据。这对福建自然环境的演变和分异，都有较大影响。

(4) 福建的植物不断发展，由古生代的蕨类植物群，演变到中生代裸子植物群，但燕山运动多期多次的大规模的火山喷发和岩浆侵入活动，使得许多地方的生物遭到覆灭，延缓了生物的演化进程。

(二) 第三纪

福建第三纪（距今 250 万～7 000 万年）古地理环境，与全国一样发生了巨大变化，它深刻地影响到第四纪古地理环境。第三纪古地理环境的变化主要表现在以下几个方面：

其一，燕山运动以后，本省地壳处于相对稳定阶段，由燕山运动造成的高峻而崎岖的地形，经过几千万年侵蚀夷平以后，形成准平原，地势低缓。东部海洋受赤道暖流影响，水温达 33℃，比现代（28℃）高 5℃左右。

其二，在早第三纪地表准平原化时期，近地面层的大气环流与现代完全不同。早第三纪时，西藏高原和印度北部是汪洋大海，称为“古地中海”，季风环流尚未形成，福建也不是季风气候，行星风系却起着重要作用。东部受热带海洋的影响，陆地地面又比较平坦，地面大气层的厚度和密度都比较均匀，有着较均匀的保温作用，因此当时大陆的气温比现在高，全国暖温带与温带的纬度界线要比现在的界线向北推移 10°～15°，福建的北部属热带疏林草原带，南部属热带雨林带，两者的界线大致在北纬 25°，即惠安—华安—上杭一线，基本上与现在的中、南亚热带南段界线相符合。

在热带疏林草原带的北面，经常为副高压带所控制。随着高压带的南北移动，影响了北面西风带和南面东北信风带的移动，形成明显的干季和湿季。冬季西风带移入，经常有气旋发生，天气忽晴忽雨；夏季信风带移入，天气一般比较稳定，高温少雨。这种气候酷似现代的地中海气候。现在分布于本省山区的藜科的藜属，十字花科的蔊菜属、莱菔属，石竹科的繁缕属、麦瓶草属、蔊菜属、假繁缕属，豆科的锦鸡儿属，伞形科的破铜钱属、窃衣属、茴香属，蓼科的荞麦属、酸膜属及白蜡树等，都是热带疏林草原、荒漠带的孑遗种，植物具有旱生特点。这时期的沉积都与干热气候相联系，沉积物颗粒上常蒙上一层红色的氢氧化物薄膜，沉积物中常夹有盐层、钙质层或石膏层。典型的热带草原动物在湖北江汉平原及江西、浙江均有发现，而本省尚未发现。

南部热带雨林终年高温，夏季多热带气旋，降水较多，冬季受西风气流影响，比较干燥，红色风化壳广泛分布，砖红壤充分发育。植物数量多，种类复杂，为比较稳定的古热带区系。典型的科属有山橄榄科、山龙眼科、檀香料、芭蕉科、紫金牛科、桑科（榕属）、芸香科（部分属）、列当科（部分属）、樟科（部分属）、壳斗科（部分属）及蛇菰科（部分属）等。现在南靖县和溪乡乐土六斗山保存的亚热带季雨林（有人称为亚热带雨林），实为第三纪热带雨林的孑遗群落。就全省而言，此时期植物种类已相当丰富。蕨类植物有桫欏属、莲座属、水龙骨科、蕨属、蚌壳蕨属、膜蕨属及金毛狗属等；裸子植物有杉科、柏科、松属等；被子植物最多，有桤木属、栎属、石栎属、栗属、锥栗属、樟科、柳属、胡桃属、枫杨属、杨梅属、桑科、苘属、藜科、木兰属、瓜馥木属、假鹰爪属、枫

香属、榧木属、油桐属、乌桕属、蔷薇科、毛茛科、豆科、芸香科、鱼尾草属、马甲子属、紫树属、槭树属、漆树属、菱属、五加科、冬青属、木樨科、山矾属、茜草科、唇形科、茄属、菊科、泽泻科、百合科、禾本科、棕榈科等。上述植物中，樟科、壳斗科、松科等是古热带、亚热带具代表性的种，往往是组成亚热带常绿阔叶林的主要成分。此时的大型动物有剑齿象和森林古猿等。

其三，早第三纪末到晚第三纪，中国发生一次新的、剧烈的地壳运动——喜马拉雅运动，除了喜马拉雅和台湾地区褶皱成山外，其余地区，包括福建在内，在燕山运动所形成的构造骨架和地貌轮廓的基础上，进行着加大地势差别的差异升降运动，对福建自然环境影响极大。

1. 喜马拉雅山区的大面积、大幅度隆起，使“古地中海”消失，使欧亚大陆成为世界上最大的陆地。大陆与太平洋的巨大热力对比反差，产生季风环流，形成季风气候。福建地处中国东南部，便成为中国东部季风区的重要组成部分。早第三纪行星风系造成的地带性气候遭到破坏，西风带因庞大高峻的青藏高原阻挡，分为南、北两支急流，急流的动力作用和冷暖高压的热力作用，加强了季风环流，并改变中国各地气候要素质量和分布。东部季风区热量带南移，福建成为亚热带季风气候。

2. 台湾岛是属于西太平洋弧形岛群的一部分，太平洋板块向西推移到东亚大陆的边缘，由于大陆板块密度较海洋板块小，前者驾于海洋板块之上，经两板块的碰撞，形成第三纪褶皱带，造成高峻的台湾中央山脉。西部断裂下降，形成原始的台湾海峡。原始的台湾海峡形成后曾一度隆起为陆，闽台连成一体，但中新世开始再度沉陷。太平洋板块活动，不仅造成中国台湾及东亚其他地区岛弧山系的建立，而且影响中国东部，特别是福建的构造。早在燕山期，沿海地区大规模的岩浆活动，特别是大块花岗岩体的侵入，就是板块活动的结果。通过第三纪初期地壳相对宁静阶段之后，洋壳再度扩展，台湾岛弧的崛起，对福建东岸产生护卫作用，使大陆架发育较为完整，水深不大，形成大陆架浅海。因此，第四纪台湾与福建数度相连、数度分离，主要是由于气候变化而引起海平面的升降所致。

3. 晚第三纪气温较早第三纪时有所下降，但距海较近，受海洋影响较为深刻，降水有所增加，属于温暖湿润的亚热带海洋性季风气候。植被为常绿阔叶林，在沉积物中找到的植物化石，有木兰、樟、锥栗、荊竹和番荔枝科等种属。在龙海、漳浦的佛土层中，还找到欧洲枫香、瓜馥木、马甲子、山旺木兰、紫玉盘、假鹰爪等植物化石。沿海地区有榕、梧桐、樟等。

（三）第四纪

1. 影响因素

第四纪时间不长，只二三百万年，但在福建自然地理环境的演变上，却具有十分重要的地位。影响福建第四纪自然环境演变主要有三个因素。

（1）新构造运动

全省第四纪新构造运动相当强烈，并以上升运动为总趋势，这种运动至今仍未停止。福建断裂构造十分发育，控制了地貌发育。北东或北北东向主干断裂控制了闽西大山带、

闽中大山带和海岸轮廓线的走向；北西向主干断裂，基本上控制闽江、晋江、九龙江、霍童溪等河流的流向。不同方向的断裂把地体分割成许多断块，各个断块上升的幅度常不一致，有的断块在第四纪中上升几百米，甚至上千米，有的仅几十米，少数断块则表现为下降。武夷山脉北段、戴云山脉和鹫峰山主体部分，都是上升幅度较大的地区；特别是黄冈山一带是本省上升幅度最大的地区，上升量达 1 000m 左右。同样是河谷地带，上升幅度也不一致。闽江上游建溪、富屯溪、沙溪一级阶地的相对高度为 5~8m，而在中游河段这级阶地的相对高度却达 10~15m。这级阶地形成于全新世，也就是说，全新世以来，闽江中游段的上升量要比上游段大一倍，所以河谷形态表现为峡谷型，江窄流急，两岸山丘坡度大。就以海岸带而言，升降也不平衡。九龙江口以南是均一上升区；九龙江口以北至闽江口，是差异上升区；闽江口以北为下降区，只是近期略有上升。从构造角度看，福建的海岸为断层海岸，北东向或北北东向断裂（即长乐—南澳断裂）控制着海岸线的基本走向。北西向、东西向、北北西向等多组断裂与北东向或北北东向断裂相交，形成海岸带的许多构造薄弱地段，在海水和河流等强大外力作用下，便形成深入内陆的海湾。在海湾之间，则是闽中大山带东翼的山丘延伸而形成的半岛，从而构成半岛与海湾相同排列的格局。1989 年，在晋江深沪湾发现古油杉森林残迹，经¹⁴C 测定，其年龄为（7 550±120）年至（7 620±130）年，说明该海湾在 7 000 多年前是一片陆地。福州盆地和漳州盆地也是沉降区，自晚更新世以来，沉降量达数十米。

福建境内小型盆地很多，全省大部分县城都处于盆地部位，它们都是在交错断裂的基础上由河流侵蚀而成，新构造运动上升幅度较小，有的还相对下降。

地震是现代构造运动强度的标志之一，它可以使地球外壳某些部分带来明显的垂直运动和水平运动；同时，它也证明地球某些地段处在活跃状态中，可以引起地壳的位移和严重破裂。地震活动最强烈的地区，也常是新构造运动最活跃的地区，两者的相关性非常明显。闽东南沿海地区和近海区靠近欧亚板块与太平洋板块接触地带，而陆块的地壳运动由西向东逐渐加强，所以成为全省地震活动最频繁、最强烈的地区，地震强度为 6°~7°，它与长乐—南澳断裂带所处的部位一致。地震活动强烈反映在新构造运动上，不一定是上升量或沉降量有多大，而表现为升降活动频繁。这一带温泉密集，实际上也是新构造运动的一个侧面反映。

（2）第四纪古气候

地球的气候史，是以温暖期与寒冷期交替出现为其基本特征。在已知的地球气候史上，曾发生过三次大冰期，其时代分别为震旦纪、石炭—二叠纪和第四纪。对中国来说，以震旦纪大冰期影响最大，长江中下游及滇、黔等地均有此时期的冰碛层。石炭—二叠纪大冰期对中国影响极小，当时中国大部分地区属于气候湿热、植物繁生的成煤时期，福建也是如此。第四纪大冰期以欧、美大陆影响最大，亚洲大陆冰川规模较小，冰盖范围仅限于北纬 60°以北的地区，中国只在高山地区才有山岳冰川发育，其他地区则受冰期与间冰期气候的影响，而有寒暖干湿的变化。但是第四纪气候这种寒暖干湿的剧烈变化，必然影响到动植物的生存和发展，有的死亡，有的迁移，有的发生变异，对福建生物界影响巨大。

第四纪大冰期至少是由三四次时间尺度 10 万~20 万年寒冷的冰期（也称亚冰期）和具有同样时间尺度但比较温暖的间冰期（也称亚间冰期）组成。在同一个冰期或间冰期内，气候并不完全一致，有着许多小波动，这种小波动可以从沉积相中充分显示出来。一般地说，冰期中气温较现在为低，平均低 7~8℃；间冰期中气温较现在为高，在北极气温要比现在高 27℃左右。像福建这样纬度较低地区，气温要比现在高 5~6℃，热带和温带向北推移，冰川也不断向北后退，甚至消失。在垂直方向上，表现为上下移动。所以冰期与间冰期的交替出现，必然会出现两种结果：一是海面大幅度地下降和大幅度地上升；二是动植物作纬向的和垂直高度方向的迁移，即冰期时，动植物自高纬度区向低纬度区或从山上向山下迁移，间冰期时，动植物自低纬度区向高纬度区或自山下向山上迁移。

福建第四纪没有发生冰川，但仍受到冰期气候深刻的影响：一是海面的大幅度升降变化，使福建与台湾几度相连又分离；二是使福建第四纪以前的生物得以继续生存，并成为生物的“避难所”；三是促使整个自然地理环境不断演变、发展。

（3）人类活动

第四纪也被称为“灵生代”，因为在第四纪的二三百万年间出现了人类的祖先。人类发展历史，可分为三个阶段，即猿人阶段、古人阶段和智人阶段。

猿人阶段包括第四纪开始至更新世中期，先后出现元谋猿人、蓝田猿人和北京猿人，其生活时代分别为距今（170 万±10 万）年、60 万~70 万年和 40 万年前，福建境内至今未发现此时期的猿人化石。

古人阶段大致为中更新世中晚期，先后出现丁村人（山西临汾县）、马坝人（广东韶关县）、长阳人（湖北长阳县）和桐梓人（贵州桐梓县），生存时代距今 5 万~40 万年。福建三明万寿岩曾发现距今 18.5 万年前左右古人类遗址及其所使用的石器。

智人阶段大约距今 5 万年。古人类跨入智人阶段，体形与现代人基本相似。最早是河套人（内蒙古伊克昭盟），生存于晚更新世中期，生活在森林草原环境。出现在晚更新世晚期的先后有资阳人（四川资阳县）、柳江人（广西柳江县）、麒麟山人（广西来宾县）和山顶洞人（居住在周口店北京猿人洞穴最高处石灰岩洞穴中），以上均属于旧石器时代。山顶洞人，据¹⁴C 测定，生存于距今 18 000 年前，伴生的动物除狐狸、獾外，尚有南方的香猫、鬣狗等，说明当时华北一带气候转暖。本省漳州市北郊莲花池山的下层红土层中发现的石制品为晚更新世中期的旧石器，距今约 4 万~8 万年前，说明智人阶段福建已经有人类在九龙江下游地区拓荒生息。据考古发现，三明万寿岩洞穴中曾发掘出距今 1 万~3 万年前古人类居址和石器。1999 年在石狮市祥芝镇发现的古人类肱骨化石，经中国科学院鉴定为晚期智人骨骼化石，距今 2 万年前左右，贾兰坡将其命名为“海峡人”。“海峡人”已经具备与现代人相同的体质特征和脑容量，有发达的生理功能。与“海峡人”化石一起发现的大量海底骨骼化石中，许多骨骼表面存在的用石质工具刻画和砍砸的痕迹，说明“海峡人”在台湾海峡成陆时期，主要从事狩猎和采集劳动。至于漳州市莲花池山旧石器时代遗址经几次发掘，已发掘至更新世文化层，揭露出不同时期的旧石器时代，即上、中、下三个砾石带所包含的旧石器，有石核、石片、砍砸器、刮削器等，石器类型丰富。特别是下层文化的石器，存在于距今 40 万年的网纹红土层中（已属于古人阶段），改写了