

国家自然科学基金资助项目

吴正等著

华南海岸 风沙地貌研究

科学出版社

国家自然科学基金资助项目

华南海岸风沙地貌研究

吴正 黄山 胡守真 著
吴克刚 金志敏 朱膺

科学出版社

1995

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书系国家自然科学基金资助项目、中国科学院西安黄土与第四纪地质开放研究实验室基金资助课题的研究成果,是作者通过多年野外调查研究和多项室内实验分析,在取得大量第一手资料基础上,撰写成的我国第一本论述海岸风沙地貌的专著。本书应用地貌学、比较沉积学的方法,对华南海岸风沙的分布、风成砂的沉积特征与海岸沙丘形成发育规律,沙丘岩和老红砂的沉积结构与构造特征、成岩机制、红化作用及其形成年代,以及海岸沙丘的演化对晚更新世以来的气候变化过程的响应等进行了系统的论述,并提出了不少新的观点。

全书内容丰富、资料翔实,并有大量附图与照片。可供从事地理学、地貌学、第四纪学、海岸和港口航道工程、林业与农业、环保与国土整治等方面的科研、教学和生产部门的科技工作者与有关师生阅读参考。

华南海岸风沙地貌研究

吴 正 等 著

责任编辑 吴三保

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

北京市顺义县顺达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1995 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1995 年 10 月第一次印刷 印张: 10 插页: 12

印数: 1-600 字数: 216 000

ISBN 7-03-004903-9/P·855

定价: 28.00 元

序

吴正教授继《风沙地貌学》(科学出版社, 1987年)后, 今又以《华南海岸风沙地貌研究》一书示余, 并嘱为序, 喜事也。吴君毕生研究风沙地貌, 是我国风沙地貌研究的学科带头人之一。好友赵松乔教授常称吴君为我国最优秀的风沙地貌学者之一。开卷拜读, 即觉新意盎然, 不忍释手。盖书中所论华南海岸, 大多余昔考察之区, 50年矣。沿海风沙为患, 知之久矣, 治沙之方, 亦有成绩。但其地貌形成机理, 以及地形发育的过程, 虽有专文, 但欠专著, 今吴君之书, 正补其缺。总结数十年之精华, 参考百余篇专文, 有以成也。吴君夜夜勤思, 过子夜始息, 其勤奋精神, 致足钦佩。他曾长期在我国西北自然条件十分严酷的沙漠地区考察, 艰苦环境对年青学者的锻炼, 诚非坏事, 无艰苦的过程, 难成大器。今吴君年过半百, 仍带研究生野外工作, 10年来, 跑遍华南沿海, 事事带头, 学子无不深谢吴君指导具体, 善解难题, 深受教益。其研究生成绩优良, 今已多赴国外深造或任教于国外大学矣。贤师出高徒, 信乎。吴君能总结他们的成果, 不独专美, 风格至高, 故敢笔颂。

余接触海岸沙丘地貌, 始于1947年冬台湾之考察, 海峡管束作用, 风沙特强。退潮滩面, 起沙成丘, 沿岸输沙, 风力又劲, 台西南岸离岸沙堤, 即风成沙丘的叠展, 成雁行沙嘴之奇观, 远离海岸, 或披覆于台地, 如台南东面沙丘群区, 下部沙层已红土化, 故知更新世末期以来, 已有海岸沙丘的发育。而浊水溪河岸平原起沙, 田土之间, 即有沙丘形成, 大者成片, 高10—20m。此处成于强盛夏季西南季风, 爬坡沙丘可上60m台地。

建国后, 余亦尝考察粤东陆丰乌坎沙荒, 即沙席也, 乃海岸平原上耕旱作起沙而成, 沙丘形态初露; 而粤西老红砂上覆全新世沙丘, 因林地之阻而呈新月形沙丘者不少, 高达40m。最高大的沙丘群又见于海南东北角之文昌海岸, 余曾邀楼桐茂教授同赴考察, 因楼氏为研究我国西北沙漠沙丘之专家。文昌高大沙丘常侵入瀉湖沼泽低地之上。老红砂沉积过程, 风成作用也很明显, 如在汕尾遮浪角老红砂台地上, 即曾采到老红砂层中交错层理标本, 即为风沙沉积相型, 多在沙堤脊部沙丘体中; 而在阳江海岸30m老红砂台地上, 亦发现1.6m厚老红砂层所成幼细砂岩层, 坚硬如石, 铁锤不入, 不显页理, 砂粒纯净均匀, 显为强风恒定吹送下的沉积。此晚更新世沉积的风成结论, 现得本书加以详述, 并从地理环境演化而论之。

吴君能自古而今, 详论华南海岸风沙地貌, 自成一家之言, 更为可喜。盖本书是采用应用地貌学和比较沉积学方法, 技术方法上也采用多种多样的实验和分析方法, 故能对华南海岸风沙地貌分布、海岸沙丘形成发育规律、沙丘岩的成岩机制、老红砂的红化作用与形成年代, 及晚更新世以来华南海岸地理环境的变迁等问题, 提出新见, 诚我国近年优秀的地貌学著作也。

昔史家陈寅恪、岑仲勉提倡“南学”研究, 言自明清以降, 代出才人, 如徐霞客游记之奇书, 即步行万里所致; 毛晋、鲍廷博之藏书, 为仕人读书万卷之库。二者结合乃

有创新。今吴君博览中外古今之作，综其一生之行，故本书得成创新之著，即沿“南学”之轨迹，为当代地学之提高，又增砖瓦。华南师范大学地理系地貌研究室，为省重点学科，所刊《热带地貌》杂志，亦全国唯一地貌学刊物，此绩亦多与吴君之创业才能有关，以吴君为该室领导人也。故乐为序如上。

曾昭璇敬序

时甲戌七月之望（1994年8月21日）

前 言

地处海陆临界的海岸带，是大陆和海洋之间相互交绥、相互作用的过渡地带。在这一地带最集中地反映了海、陆、大气三相相互作用的影响。海岸风沙地貌（主要为海岸沙丘）形成于这一特殊的动力环境，其动力过程与内陆沙漠沙丘有较大差异。

海岸沙丘与内陆沙漠沙丘不同，其分布不具有明显的地带性，不受气候（降水等）条件制约。据调查研究，全球除南极洲外，其它各大洲几乎都有海岸沙丘分布，总面积约2 000万公顷。其中，以温暖的中纬度地区盛行西风的西海岸，以及信风带的东海岸的海岸沙丘发育最好，而在赤道附近的湿润热带地区则很少出现，且规模较小。因此，国外在海岸沙丘的研究上，过去多集中于地处温带的欧洲与北美，而忽视了热带区域。

在我国，除江苏省以外的沿海各省区（包括台湾省的西海岸），差不多都有海岸沙丘分布。华南沿海地处热带^①海洋性季风地区，具有干季与风季在时间上同步性的特点，在有丰富沙源供应的条件下，非常有利于海岸沙丘的发育。如雷州半岛的东海岸和海南岛的东北海岸，是分布着我国沿海规模最大的沙丘海岸之一。海岸沙丘受向岸风的作用，会不断向陆地侵入，可淤塞港湾、埋没农田和村舍，造成风沙危害。华南沿海还分布着两种热带海岸特有的沉积沙体——海岸沙丘岩与老红砂，它们是南方地学界长期论争的地貌与第四纪地质问题之一。过去，长期被视作海滩岩与近源的滨海沉积，并将其沉积和空间展布的特征作为海平面变动、新构造运动和地震活动等的依据。因而，开展华南海岸风沙地貌的研究，无疑具有重要的理论与实践意义。

近10年来，特别是80年代末以来，我们承担了国家自然科学基金资助项目“华南海岸风沙地貌与沉积研究”、中国科学院西安黄土与第四纪地质开放研究实验室基金课题“广东沿海第四纪古风成砂的年代学研究”，对华南沿海的风沙地貌和风成沉积，进行了比较系统地研究。历年来，我们调查研究的范围，包括闽南（福建的闽江口以南）、广东与海南等沿海地区。通过对上述地区较详细的野外调查，并应用粒度分析、重矿分析、化学分析、微量元素测定、扫描电镜分析、X射线衍射分析、硅藻分析、孢粉分析，以及¹⁴C、热释光测年和风洞模拟实验等技术手段，取得了较多的实验分析数据。我们依据野外实地调查与室内实验分析所得资料，并结合前人的工作，撰写了这本《华南海岸风沙地貌研究》专著。书中阐明了研究地区的风成砂沉积物的沉积结构与沉积构造特征，加深了对现代海岸风沙沉积特征的认识，亦为古沉积相的研究中识别海岸风沙沉积方面提供了依

^① 据任美镔等（1992）研究，西起广西百色，循右江北岸至南宁以北，经梧州以南，沿西江至广州，向东经福建漳州、莆田一带，至平潭岛北部越过台湾海峡，迄于台湾北部岛屿一线以南的华南区，属于热带范围。

据。论述了华南沿海现代风沙分布规律，深入探讨了影响海岸沙丘形成发育的因素、沙丘形态类型及其成因，提出了海岸沙丘的地方性演进模式。这一演进模式对我国的沙丘海岸、特别是华南沿海有较普遍的意义。对华南热带海岸特有的沉积沙体——海岸沙丘岩与老红砂，在书中有专章研讨。研究认为，从宏观的地貌形态与沉积构造特征、微观的沉积结构和胶结特征等方面看，海岸沙丘岩都可与海滩岩区分，并提出了区别标志。华南海岸沙丘岩具有近岸胶结和表层胶结两个特点，形成于大气下的淡水环境，其成岩条件是有足够的钙屑组分和表层沙层的频繁干（蒸发）湿（下渗水等）交替。华南海岸沙丘岩的发育过程，经历了物源积累、风沙堆积和胶结成岩三个阶段。提出了华南沿海老红砂是属于晚更新世中晚期末次冰期（即玉木冰期）的风成堆积的观点，认为其发育大致经历了亚冰期相对低海面时的海岸风沙堆积，和亚间冰期（或冰后期高温期）相对高海面时的风化淋溶作用两个不同的阶段。前者是老红砂沉积的原生过程，后者则是受强烈的后生氧化（红化）的过程。并阐明了老红砂的红化作用机制、红化时间与环境关系等问题。书中在着重探讨华南海岸风沙地貌的重要理论问题的同时，也注意到其应用方面。根据海岸风成砂的理化性质、生态环境条件等，提出了海岸沙丘地开发和利用的途径。因此，本书将为进一步深入研究我国海岸风沙地貌提供了基础；对华南沿海地区晚更新世以来的古地理、古气候（尤为古季风）演变、新构造运动与海平面变化，以及沿海的经济开发建设有所裨益。同时，也在一定程度上弥补了国际上在热带区域海岸沙丘研究上的不足。

本书之成，要诚挚地感谢国家自然科学基金委员会、中国科学院西安黄土与第四纪地质开放研究实验室对本项研究工作给予的经费资助。中国科学院院士、中国地理学会理事长施雅风研究员热情扶掖后辈，长期给予作者极大的关怀，悉心教导，时加勉励。中国科学院院士、西安黄土与第四纪地质研究室主任安芷生研究员，在开放研究实验室基金课题的申请和研究工作中惠予大力支持与帮助。中国第四纪研究委员会热带、亚热带环境变迁分委员会主任委员、华南师范大学地理系曾昭璇教授，对本项研究工作十分关切，常赐教诲，并在百忙中审阅了书稿和撰写序言。广州地理研究所黄镇国研究员、李平日研究员，同济大学海洋地质系李从先教授，中山大学河口海岸研究所李春初教授、吴超羽教授，中国科学院南海海洋研究所刘以宣研究员、王文介研究员等，多年来对我们的工作一直给予热情的支持和帮助。中国科学院兰州沙漠研究所沙风洞实验室主任刘贤万研究员等协助进行海岸风沙的风洞模拟实验，广州地理研究所中心实验室冯炎基高级工程师、谭惠忠工程师等协助进行 ^{14}C 和热释光年代测定等。中国科学院西安黄土与第四纪地质开放研究实验室、地质矿产部广东省中心实验室的有关专家协助进行部分样品的化学全量、微量元素、矿物及 ^{14}C 、热释光测年等项目的分析测试。华南师范大学科研处，对本项研究工作长期给予热情支持和帮助。科学出版社领导对本书出版惠予大力支持和照顾，吴三保编审对出版给予热情帮助和亲自编辑、审定。在此一并致以衷心的感谢。

本书系集体劳动成果。全书由吴正执笔。胡守真参加了第三章第二节、谭惠忠参加了第七章第四节、金志敏参加了第七章第五节的撰写；英文摘要由黄山翻译。吴克刚参加了大部分野外工作，后因赴英国深造未能参加书稿撰写；朱膺参加了部分野外工作，并搜集和提供了广东省滨海砂矿资料；研究生陈居成、朱孝宁、王为和周曾权等则分别参加了老红砂和海岸沙丘岩的部分野外调查与室内分析；张悦梅也参加了部分样品的实验

分析工作。对他们的辛勤工作和贡献，我们不会忘怀。华南师范大学实验中心廖秉良副教授，多年来和我们进行真诚和愉快的合作研究，承担了扫描电镜和 X 射线衍射等项目的分析测试工作，并为本书精心洗印照片；本书插图由谭颂红、罗敏等协助清绘，深表谢意。

因时间仓促，又限于作者的水平，本书遗误必多，敬请读者不吝批评指正。

吴 正

1994 年 8 月于华南师大寓所

目 录

序	
前 言	
第一章 引论	(1)
第一节 前人研究回顾	(1)
第二节 研究的理论与实践意义	(2)
一、理论意义	(2)
二、实际应用	(3)
第二章 区域地理环境	(5)
第一节 地质地貌基础	(5)
一、地质构造	(5)
二、岩性特征	(6)
三、海岸地貌类型	(9)
第二节 气候	(12)
一、气温	(12)
二、降水	(14)
三、干燥度	(15)
四、风	(16)
第三节 水文	(20)
一、径流	(20)
二、波浪	(22)
三、潮流与海流	(23)
第三章 华南海岸现代风沙的分布	(25)
第一节 分布特征	(25)
第二节 地区分布概述	(28)
一、闽南海岸	(28)
二、粤东海岸	(31)
三、粤西海岸	(34)
四、海南岛沿岸	(36)
五、其它岸段	(39)
第四章 海岸沙丘的形成发育和形态类型	(41)
第一节 影响海岸沙丘发育的因素	(41)
一、动力条件	(41)

二、沙丘砂物质来源	(45)
三、人为活动影响	(47)
第二节 海岸沙丘的分类及形态特征	(49)
一、海岸沙丘的分类	(49)
二、各种沙丘的形态特征及其成因	(50)
第三节 海岸沙丘的演进模式	(53)
第四节 现代海岸沙丘的形成年龄	(54)
第五章 海岸现代风成砂的沉积特征	(57)
第一节 海岸风成砂的特性	(57)
一、物质成分	(57)
二、粒度特征	(59)
三、沙粒形态与表面结构特征	(63)
第二节 海岸沙丘的沉积构造	(69)
一、层理类型	(69)
二、准同生变形构造	(71)
第六章 海岸沙丘岩	(72)
第一节 沙丘岩的分布及地貌形态	(72)
第二节 沙丘岩的沉积结构与沉积构造	(73)
一、粒度特征及颗粒形态	(74)
二、沉积构造特征	(77)
第三节 沙丘岩的地球化学与古生物特征	(78)
一、地球化学特征	(78)
二、古生物特征	(78)
第四节 沙丘岩的形成发育	(81)
一、胶结特征	(81)
二、成岩机制	(82)
三、形成年代	(83)
四、发育模式	(83)
第五节 沙丘岩与海滩岩的对比	(85)
第七章 老红砂	(87)
第一节 分布与形态	(87)
第二节 沉积特征	(88)
第三节 成因分析	(92)
一、粒度特征标志	(92)
二、石英颗粒表面结构标志	(93)
三、矿物特征标志	(94)
四、地球化学标志	(94)
五、沉积构造与古生物标志	(94)
第四节 热释光测年	(96)
一、样品的采集和制备	(96)
二、样品的热释光测量	(96)

三、环境辐射剂量率的测定	(98)
四、测年结果与讨论	(99)
第五节 红化作用	(101)
一、实验方法与结果	(102)
二、红化过程与机制	(103)
第八章 海岸沙丘发育与古地理环境演变	(108)
第一节 晚更新世古地理环境演变与古沙丘发育	(109)
第二节 全新世环境变迁与新沙丘的发育	(114)
第九章 海岸沙丘地的开发利用	(119)
第一节 海岸沙丘地的改造和利用	(119)
一、造林绿化	(120)
二、建立农田林网,开展多种经营	(122)
三、保护沙生植被,利用植物资源	(123)
第二节 滨海砂矿开采	(125)
一、稀有金属矿产	(126)
二、石英砂矿	(127)
第三节 旅游开发	(128)
结束语	(130)
英文摘要	(135)
主要参考文献	(141)
图版	(146 末)

CONTENTS

Preface

Foreword

Chapter 1 Introduction	(1)
1. A review of earlier study	(1)
2. Theoretical and practical significance of the study	(2)
2.1 Theoretical significance	(2)
2.2 Practical application	(3)
Chapter 2 Regional geographical environment	(5)
1. Geology and geomorphology	(5)
1.1 Geological structures	(5)
1.2 Lithologic features	(6)
1.3 Types of coastal landforms	(9)
2. Climate	(12)
2.1 Temperatures	(12)
2.2 Precipitation	(14)
2.3 Aridity	(15)
2.4 Winds	(16)
3. Hydrology	(20)
3.1 Runoff	(20)
3.2 Waves	(22)
3.3 Tidal and oceanic currents	(23)
Chapter 3 Distribution of recent wind-drift sands along the coasts of the South China	(25)
1. Distributive characters	(25)
2. Broad outline of regional distribution	(28)
2.1 Coasts of the South Fujian Province	(28)
2.2 Coasts of the East Guangdong Province	(31)
2.3 Coasts of the West Guangdong Province	(34)
2.4 Coasts along the Hainan Island	(36)
2.5 Coasts of other regions	(39)
Chapter 4 Formation, development and form type of the coastal dune	(41)
1. Factors impacting on the coastal dune development	(41)
1.1 Dynamic conditions	(41)
1.2 Sediment sources of dune sands	(45)
1.3 Effects of the human activity	(47)
2. Classification and form characters of coastal dunes	(49)

2. 1 Coastal dunes classified	(49)
2. 2 Form characters and geneses of various dunes	(50)
3. Evolution models of coastal dunes	(53)
4. Forming ages of recent coastal dunes	(54)
Chapter 5 Sedimentary characters of recent coastal aeolian sands	(57)
1. Characters of coastal aeolian sands	(57)
1. 1 Material composition	(57)
1. 2 Grain size characters	(59)
1. 3 Characters of sand grain shapes and surface textures	(63)
2. Sedimentary structures of coastal dunes	(69)
2. 1 Bedding types	(69)
2. 2 Penecontemporaneous deformation structures	(71)
Chapter 6 Coastal dune rocks	(72)
1. Distribution and landforms of dune rocks	(72)
2. Sedimentary textures and structures of dune rocks	(73)
2. 1 Grain size characters and particle shapes	(74)
2. 2 Characters of sedimentary structures	(77)
3. Geochemical and paleontological characters of dune rocks	(78)
3. 1 Geochemical characters	(78)
3. 2 Paleontological characters	(78)
4. Formation and development of dune rocks	(81)
4. 1 Cementation characters	(81)
4. 2 Diagenetic mechanism	(82)
4. 3 Forming ages	(83)
4. 4 Evolution models	(83)
5. Comparison between dune rock and beach rock	(85)
Chapter 7 The Old Red Sandy Sediments	(87)
1. Distribution and landforms	(87)
2. Sedimentary characters	(88)
3. Genetic analyses	(92)
3. 1 Indexes of grain sizes	(92)
3. 2 Indexes of quartz sand surface textures	(93)
3. 3 Mineral indexes	(94)
3. 4 Geochemical indexes	(94)
3. 5 Indexes of sedimentary structures and paleontology	(94)
4. Thermoluminescence dating	(96)
4. 1 Samples collected and prepared	(96)
4. 2 Sample thermoluminescence determined	(96)
4. 3 The ratio of environmental radiation dosage	(98)
4. 4 Dating results and discussions	(99)
5. Laterization	(101)

5. 1 Experimental methods and results	(102)
5. 2 Laterized process and mechanism	(103)
Chapter 8 Coastal dune evolution and paleogeographic environmental development	(108)
1. Late Pleistocene paleogeographic environmental development and paleo-dune evolution	(109)
2. Holocene environmental change and neo-dune evolution	(114)
Chapter 9 Coastal dune areas developed and utilized	(119)
1. Coastal dune lands reformed and used	(119)
1. 1 Green made by planting trees	(120)
1. 2 Forest network around farmlands built and diversified economy promoted	(122)
1. 3 Sand vegetation protected and plant resources used	(123)
2. Seashore sand minerals mined	(125)
2. 1 Rare metallic minerals	(126)
2. 2 Quartz sand minerals	(127)
3. Tourism developments	(128)
Conclusion	(130)
Abstract	(135)
References	(141)
Plates	(After page 146)

第一章 引 论

第一节 前人研究回顾

华南海岸风沙地貌研究,在解放前,唐耀先(1945)、刘海蓬等(1946)曾对福建滨海风沙土作过一些调查。建国后,曾昭璇于50年代中期在《韩江三角洲》(1957)一文中,对三角洲西南部海岸沙垅区的沙堤、沙丘的分布特征作了较详细描述,并精辟地阐明了其生成发育方式。嗣后,50年代末至60年代初,中国科学院华南热带生物资源综合考察队和广州地理研究所、中山大学、华南师范学院等单位协作,进行了大规模自然资源考察和自然区划工作,出版了《广东地貌区划》(1962)等专著,书中对粤东、粤西沿海的风成沙丘的形态特征及其分布作了较多阐述。在此期间,参加中国科学院华南热带生物资源综合考察队工作的程明豪^①、徐君亮^②和黄镇国(1962)^③等人,还对粤东滨海沙地进行了专题调查。60年代,华南师范学院曾对广东海岸地貌作了广泛的调查,编制了海岸地貌类型图,其中涉及到海岸风沙地貌的调查与制图。1960—1964年和1973—1974年,中国科学院南海海洋研究所等单位,先后在广东、广西和海南进行1:20万第四纪地质调查,其成果《华南沿海第四纪地质》于1978年公开出版。该书对华南沿海的地质地貌特征、第四纪沉积物成因类型、新构造运动和第四纪地质发展史,以及古地理进行了较全面的论述。其中,对风成砂堆积作为海陆交互堆积的一种主要成因类型,进行了专节阐述,并提出经常处于流动状态的风成砂,其形成时代为全新世晚期或现代;但在雷州半岛锦和、迈陈一带,海南岛翁田等地的风成砂红壤化程度很深,其形成时代较早,可能为晚更新世或全新世早期的产物。1974年,福建省水文工程地质队,在《1:20万漳州、东山幅区域水文地质调查》中,对该区第四系作了详细划分,其中划分出了上全新统和上更新统上部两个风积地层。同年,广东省地质局所属各地质队,在历年矿产普查勘测积累资料的基础上,在华南沿海做了系统的1:20万区域地质测量工作,也对包括风积在内的第四纪堆积物的成因类型和相对时代提出了初步意见。1972—1978年地质部南海地质调查指挥部,也进行了南海北部沿岸的地貌和第四纪地质调查。上述调查研究工作,因当时条件所限,研究方法上囿于定性的描述,对风成砂沉积物的断代主要依据相关地层的对比,缺乏测年手段,故研究工作的广度与深度均嫌不足。然而,它们都为以后的进一步深入研究提供了丰富的基础资料,奠定了良好的工作基础。

80年代以来,根据国务院决定在全国开展了海岸带和海涂资源的综合调查(1980—1986年),对福建、广东(包括海南)海岸风沙进行了较多的调查研究,并开展了粤东滨

① 程明豪,广东汕头专区滨海沙荒类型,1959。

② 徐君亮,粤东滨海沙荒景观类型,1959。

③ 黄镇国,粤东滨海沙荒的类型及其改造利用,1959。

海沙荒地及海南岛西部沙荒地改造利用的试点工作,取得了可喜的成绩。在海岸带调查工作的推动下,不少地学工作者对华南海岸沙丘予以关注,作了专门研究,发表了一批有意义的成果。例如,吴正、吴克刚(1987b)对海南岛东北部的海岸沙丘沉积结构和沉积构造特征作了较深入研究,并提出了琼东北海岸沙丘的形成条件及其发育的基本模式。蔡爱智等(1988, 1989, 1990, 1992)对闽南沿海的风沙搬运和风成地貌进行了较多研究。李从先等(1987b, 1989)用比较沉积学的方法,研究了福建海岸某些生物碎屑岩(所谓“高海滩岩”)和老红砂,证明皆属风成;提出了海岸风沙沉积大规模发育出现在高海面之时,分布也不遵循地带性规律的认识。朱孝宁、吴正等(1988)对粤东沿海的老红砂进行了较详细的野外调查,并作了粒度、重矿、化学全量、扫描电镜分析和¹⁴C测年,也提出了系风成的观点,并认为属于晚冰期低海面时期的产物,其发展大致经历了海岸风沙沉积和后生氧化(红化)两种过程。王雨灼(1990)对福建沿海第四系作了详细的划分,也认为闽东南沿海的老红砂主体部分是风成的,并进行了热释光年龄测定,确定时代为晚更新世中期和晚期。刘以宣等(1987)、徐起浩等(1987, 1990a, 1990b)、叶尔康(1988)、吴克刚(1988)、王为等(1990)、吴正等(1990)和李平日等(1991b)对华南海岸沙丘岩的特性及其成岩机制进行了较深入研究,提出了与海滩岩的区别标志。业治铮等(1985)、张明书等(1987b)根据钙质胶结古沙丘的层理类型,大体确定出西沙石岛的一些古沙丘形态类型;还从沙丘斜层理细层倾向的统计分析,一些典型沙丘类型的轴向,测定出石岛各时期风成沉积物的盛行古风向,并与现在西沙群岛气象台的测风资料相对比,得出更新世末次冰期以来,区域季风的风向并没有很大变化的看法。赵希涛等(1988)测量了福建莆田后石井海岸沙丘岩丘脊交错层理的产状,也说明全新世中期以来盛行东北季风,古今风向未发生明显变化。黄镇国(1993)对中国和日本晚更新世海岸古沙丘进行了全面对比分析,提出了古沙丘的地层层序,表明最终冰期至少有四次环境变化的旋回。邓义等(1988)还从植物生态学的观点讨论了广东(包括海南)滨海沙地沙生植被的演替及其改造利用。刘腾辉等(1988)把滨海沙地作为重要而亟待改造利用的一种国土资源,研究了广东滨海沙地的类型和特性,提出了开发和利用的途径。《广东土壤》(1993)一书,把滨海沙地作为一种重要的土类(滨海沙土),专章讨论了它的分布和面积、形成条件与理化性状,提出利用和改良的措施。

第二节 研究的理论与实践意义

华南海岸风沙地貌(海岸沙丘)的研究,有助于阐明海岸带的动力结构特征、沙质海岸的演化,以及第四纪古气候(古季风)、海平面变化和新构造运动的性质和历史;同时,能为港口建设、砂矿开采和海岸防沙等提供科学依据,在理论上和生产实践上都具有重要意义。

一、理论意义

1. 深化对海岸动力地貌学理论的认识

地处海陆临界的海岸带,通常是指海岸线两侧的陆地和浅海以及沿海岛屿所组成的

狭长地带。它是陆、海、大气三相交接的地带。这一地带最集中地反映了三者内部物理化学过程的相互影响。由于海洋与陆地是两种截然不同的物质，它们与大气相作用，其界面具有明显不同的热力学与动力学性质和过程，因此，作为海陆间两种不同下垫面急剧转变的过渡地带——海岸带，是风场、温度场等变化最复杂的剧变带。海岸沙丘形成于这一特殊的动力环境，由于它的发育受到海洋因素的影响，与内陆沙漠沙丘相比就更为复杂。对海岸带风场的由海向陆变化，及其与海岸沙丘形成的关系，海岸沙丘特有类型（如海岸前丘等）的动力过程的研究，无疑有助于深化对沙质海岸动力地貌过程的认识。

2. 填补热带季风区海岸沙丘研究空白

海岸沙丘与内陆沙漠沙丘不同，其分布不具有明显的地带性，不受气候（降水等）条件制约。根据研究（Goldsmith, 1978; Pye, 1983a），除南极洲外，世界各大洲几乎都有海岸沙丘分布。其中，以温带中纬度地区盛行西风的西海岸，以及信风带的东海岸的海岸沙丘发育最好，而在赤道附近的湿润热带地区则很少出现，且规模较小。因此，国外在海岸沙丘的研究上，也较多地集中于地处温带的欧洲与北美，而忽视了热带区域。

根据初步调查，地处热带季风区的我国华南沿海各省区（未包括台湾省），风沙活动频繁的海岸沙丘地（滨海沙地）面积有 2.378×10^5 ha。因此，华南海岸沙丘不仅在我国海岸沙丘中，而且在世界湿润热带地区的海岸沙丘中均占有重要地位。对华南海岸沙丘的形成条件、发展演变的地貌过程的研究，必将弥补国际上在湿润热带区域海岸沙丘研究的不足。

3. 有助于正确分析华南沿海第四纪环境变化

海岸风沙活动与古气候、尤其是古风向的关系十分密切，通过对海岸古沙丘的研究，有助于确定形成海岸沙丘时的古季风性质。华南沿海分布着许多热带海岸特有的风成沉积砂体——海岸沙丘岩与老红砂，过去长期视作海滩岩与近源的滨海沉积，并将其沉积和空间展布的特征作为海平面变化、新构造运动和地震活动等的佐证。因此，对它们的成因进行深入研究，并确定其胶结成岩或后生红化作用的相应气候环境条件，无疑为恢复华南沿海第四纪古地理环境提供可靠依据。

二、实际应用

1. 石油天然气勘探开发

海岸沙丘的研究，最大的应用莫过于石油天然气的勘测开发。砂体是最好的储油岩体，海岸沙丘作为一种风成砂体也是油气重要储集层之一。绝大多数风成砂被埋藏之后，由压实作用引起的成岩变化是很小的，通常保存着大部分原来的孔隙。在许多风成砂岩体内，孔隙度和渗透率在整个砂体中都是相当均一的。具有良好孔隙度和渗透率的风成砂岩体，常覆于具有生油层的海相或近海相的岩层之上，或被海相地层所覆盖，成为重要的油气储集层。例如，西北欧和北海的早二叠世赤底统红层中有许多含气的风成砂岩体盖在生油层上的例子（Conybeare, 1976）。需要更好地研究海岸风成砂体的自然特性，