

国家教委“九五”重点图书

成煤环境的比较沉积学研究

——海南岛红树林潮坪与红树林泥炭

刘焕杰 桑树勋 施 健 著

(国家自然科学基金资助项目)

中国矿业大学出版社

国家教委“九五”重点图书

登录号	166488
分类号	P618.11
种次号	005

成煤环境的比较沉积学研究

——海南岛红树林潮坪与红树林泥炭

刘焕杰 桑树勋 施 健 著

103/01
〔国家自然科学基金资助项目〕



石油0106488



中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是国家自然科学基金资助项目的研究成果。对海南岛红树林潮坪及红树林泥炭典型发育地区进行了系统的多学科的综合的比较沉积学研究。详细论述了红树林潮坪的微环境与共生环境、水介质特征、生物学特征及沉积物特征;系统讨论了红树林泥炭的证据及红树林泥炭的理化特征、岩石学特征、有机地球化学特征、沉积序列特征及红树林泥炭的形成理论;全面地论证了红树林泥炭及含泥炭沉积序列与我国晚古生代部分煤层及含煤建造的可比性。作者指出了红树林潮坪是特定的潮坪类型,泥炭坪是海相成炭(煤)环境,并在成炭环境、成炭沉积模式、成炭机理等方面提出了独创性的见解,具有很高的学术价值。

本书共分十五章,附图版 31 个,资料丰富翔实,内容广泛紧凑,论证充分严谨,观点新颖科学,全书图文并茂,可供从事沉积学、煤田地质学、石油地质学、泥炭地质学、自然地理学的教学、科研及生产人员以及高等院校学生参考。

技术设计 孙建波

责任校对 宋党育

成煤环境的比较沉积学研究

——海南岛红树林潮坪与红树林泥炭

刘焕杰 桑树勋 施 健 著

责任编辑 王景华 陈贵仁

中国矿业大学出版社出版发行

新华书店经销 南京爱德印刷有限公司印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 16.5 插页 16 字数 400 千字

1997 年 6 月第 1 版 1997 年 6 月第 1 次印刷

印数 1~3000 册

ISBN 7 - 81040 - 626 - 4

P · 32

定价:50.00 元

COMPARATIVE SEDIMENTOLOGY RESEARCH
ON COAL—FORMING ENVIRONMENTS
—MANGROVE TIDAL FLATS AND MANGROVE PEATS IN
THE HAINAN ISLAND OF THE SOUTH CHINA SEA, CHINA

Edited by Liu Huanjie Sang Shuxun Shi Jian

College of Mineral Resources and Environment Sciences

China University of Mining and Technology

The Project Supported by National Natural Foundation of China

China University of Mining and Technology Press

序 一

成煤环境的比较沉积学研究有助于成煤机理的探索、成煤模式的建立,并进而推进成煤理论的优化与完善。这本著作,从成煤环境比较沉积学的角度对红树林潮坪和红树林泥炭进行了研究,是该领域内一部多学科交叉的系统专著。

作者详细论证了位于热带、亚热带海岸带广泛发育红树林的潮间带与潮上带地貌景观的潮坪性质与特点,并称之为“红树林潮坪”,是一种间歇性海相环境;揭示了海南岛红树林潮坪的特点及大量第一手研究资料。作者深入研究了红树林潮坪演化的成炭阶段及红树林泥炭的形成条件,并称潮坪成炭环境为“泥炭坪”,是一种海相成炭环境;展示了海南岛红树林泥炭和泥炭坪成炭环境的各种特点及基本规律。作者指出,泥炭坪作为重要海相成炭环境,其在空间展布、微环境组成、形成条件、成炭植物特征、成炭特点、成炭机理、成炭模式、含炭序列沉积体系及聚炭控制因素等方面,均有别于泥炭沼泽陆相成炭环境;就潮坪沉积物类型而言,泥炭坪应作为陆源碎屑潮坪、碳酸盐潮坪、硫酸盐潮坪的并列类型。

作者通过多年对古代含煤岩系及其煤层的研究,分别从成煤植物的形态和解剖结构、煤的显微组分、地球化学特性、含煤岩系组成与沉积体系等方面,论证了我国部分上古生界含煤岩系及其煤层与海南岛红树林泥炭、泥炭坪、红树林潮坪及含红树林泥炭序列具有相似性和可比性,指出了我国部分上古生界煤层主要形成于泥炭坪海相成煤环境,潮汐沉积是含煤岩系的重要组成部分,含煤岩系主要形成于陆表海多堡岛、碳酸盐台地及三角洲沉积体系或其复合沉积体系。

红树林潮坪、泥炭坪海相成煤环境的提出,是对泥炭沼泽和陆相成煤理论的补充和丰富,为客观认识成煤模式的多样性及聚煤规律和煤质类型的复杂性开拓了新的思路,推进了成煤理论和含煤沉积学的发展;在实践上,可以更全面地分析与把握我国晚古生代成煤及聚煤的特点和规律,可以提高煤田勘探、资源评价及预测的精确度和经济效益。

葉連俊

1996年12月

序 二

在地球演化的过程中,聚煤作用显示出鲜明的阶段性特点。成煤的原始物质是植物体,它同样是在地史过程中逐步由低级向高级发展演化,由水生、半水生到陆生经历过多次飞跃和阶段性变化,而植物演化、气候条件、古地理环境以及古构造因素都影响着煤的聚积在时间上和空间上的规律性。鉴于煤层的前身是泥炭和腐泥(绝大部分是泥炭),它们是沼泽的产物,近年来,不少学者通过对现代成炭环境的调查研究,详细了解泥炭的聚积、性质、展布特点、沉积环境诸方面,从而阐明煤层发育的具体规律性和地史上不同聚煤期的古地理环境。这种研究和探索,不仅具有重要的理论价值,也有一定的实践意义。

近年来,刘焕杰教授、桑树勋博士、施健讲师从事成炭环境的研究,于1990年申请国家自然科学基金资助项目——“海南岛红树林潮坪与红树林泥炭形成模式的研究”。他们采用多学科综合研究,先从野外工作入手,观察海南岛红树林潮坪剖面以及红树林泥炭地,计施工25个钻孔和5个探坑,获得了大量红树林泥炭及其共生环境的翔实资料;在此基础上,运用多学科理论和现代测试手段,做了大量系统的测试分析,取得了丰富的测试数据,并进而总结、归纳终于完成了这部专著。

本书首先阐述了海南岛广泛发育的海岸红树林带的潮坪性质和特点,并称之为红树林潮坪、视为海相环境;进而论述了红树林潮坪的分布、类型、微环境、水介质条件、红树林群落及其演替、沉积物特点及演化规律、红树林潮坪演化的成炭阶段并形成海相红树林泥炭,讨论了泥炭坪的环境景观、成炭特点、成炭机理、成炭模式以及泥炭聚积的控制因素,并阐述了红树林泥炭的理化特征、岩石学和有机地球化学及含红树林泥炭序列的特征。作者还着重从成煤植物形态和解剖结构、煤的显微组分、地球化学特性、含煤岩系组成与沉积体系等方面,论证了我国上古生界部分含煤岩系及其煤层与海南岛红树林泥炭、泥炭坪、红树林潮坪及含红树林泥炭序列具有相似性和可比性,指出我国上古生界含煤岩系部分煤层亦形成于泥炭坪海相成煤环境。作者提出的新见解,均有一定的科学依据,证实了聚煤作用演化的阶段性。

本书内容丰富、阐述详细,系统地阐明了我国红树林潮坪和泥炭坪海相成煤环境及其相应的沉积体系,是应用多学科及比较沉积学知识研究滨海成炭环境所取得的丰硕成果。它不仅可作为泥炭工作者、自然地理工作者有益的参考书,也可作为煤田地质工作者有价值的参考用书。我深信,读者将会从这本专著中获得研究泥炭的大量新的信息和新的启示。

韩德馨

1996年12月

前 言

现代成炭环境的研究总体滞后于煤矿床的研究。加强现代成炭环境的研究将为进一步探索成炭机理、查明聚煤规律、优化和完善成炭理论奠定基础。现代泥炭、含泥炭序列及其自然地理景观的多学科、多角度整体研究,诸如沉积学与煤田地质学、煤岩学与有机地球化学、植物学与古植物学、海洋学与湖沼学等学科的综合研究,将有助于成炭模式的建立和提高含煤建造沉积体系的研究水平。

红树林泥炭是泥炭的重要成因类型,红树林潮坪是热带、亚热带潮坪的重要景观。现代红树林泥炭与红树林潮坪的多学科比较沉积学研究,不仅可以揭示红树林潮坪微环境、水介质、沉积物及生物特征,探明红树林泥炭的岩石学及有机地球化学特点,探索成炭机理及成炭模式,而且有助于古代与海有关的煤层、含煤建造的沉积环境、沉积体系和形成模式的查明与建立。

笔者于1990年申请并承担了题为“海南岛红树林潮坪与红树林泥炭形成模式的研究”的国家自然科学基金资助项目。笔者以多学科理论为指导,以典型红树林潮坪剖面 and 红树林泥炭地的野外观察、研究和取样为立足点,实测了6条红树林潮坪剖面,获得了大量第一手红树林潮坪及其共生环境的资料;施工了25个钻孔、5个探坑,揭露并获得了大量第一手红树林泥炭及含红树林泥炭序列的资料;在室内进行了多方法、多手段、全面系统的测试分析,取得了2万余个测试数据;将野外观察与室内测试相结合,在充分利用前人已有成果和文献资料的基础上综合、归纳、分析、提高,完成了项目研究,本专著就是该项目的最终研究成果。

研究成果可分三部分:第一部分是红树林潮坪研究。阐述了海南岛红树林潮坪的分布、类型和微环境,讨论了红树林潮坪水介质条件、沉积物特征、红树植物群落及生态习性,论证了红树林潮坪显示的潮坪环境特点和潮汐作用的主导因素。第二部分是泥炭坪与红树林泥炭研究。论证了泥炭坪形成的四个条件、泥炭坪是红树林潮坪演化的成炭阶段、红树林泥炭是泥炭坪的主要产物,阐述了红树林泥炭的理化特征、岩石学和有机地球化学特征以及含红树林泥炭序列特征,讨论了泥炭坪的环境景观、成炭特点、成炭机理、成炭模式及泥炭聚集控制因素。第三部分是比较沉积学研究。分别从成煤植物的形态和解剖结构、煤的显微组分及地球化学特性、含煤建造组成和沉积体系等方面,论证了我国部分上古生界含煤建造及其煤层与海南岛红树林泥炭、泥炭坪、红树林潮坪及含红树林泥炭序列具有相似性和可比性,指出我国部分上古生界含煤建造煤层主要形成于泥炭坪海相成炭环境,潮汐沉积是建造的重要组成部分,由于古地理格局空间变化与时间演化,泥炭坪可与泥炭沼泽在垂向上相互交替、横向上相互过渡。

秦勇教授、郭英海博士参加了部分野外工作并付出了辛勤劳动;贾玉茹教授、龙耀珍教授对研究工作给以很大支持并提出了很多宝贵建议;中国矿业大学原地质系矿岩教研室及实验室各位老师也给予课题研究以热情支持并提供方便条件,在此谨致以衷心感谢。

本项研究工作得到了叶连俊院士、韩德馨院士、杨起院士、孙枢院士、沙庆安研究员、田兴有研究员的关心、鼓励和指教。在研究工作实施过程中,还得到了张鹏飞教授、王洁教授、任德貽教授、吴奇虎教授、宋天锐研究员、钟蓉研究员、唐修仪教授、林鹏教授、王开发教授、任文忠教授、张国栋教授、王铁冠教授、李菊英副研究员、钟宁宁教授、范炳恒副教授、赵瑞副研究员、姜乃煌高级工程师、杨志琼高级工程师、郭全梁高级工程师、阎秋宝副教授、李凤兰副教授、张国工程师、王绍烨高级工程师、陈焕雄高级工程师、王恭礼工程师、余樟清讲师、李桂英工程师、张井工程师、涂建琪博士、于长松师傅等的具体指导和帮助。本项研究的野外工作得到了海南省人民政府、海南省地矿局及燃化局、东寨港红树林自然保护区管理站、清澜港红树林自然保护区管理站的大力协助和支持。本项研究的部分测试工作由以下单位帮助完成:中国科学院地质研究所稳定同位素室,国家地震局地质研究所 ^{14}C 室,石油科学研究院测试中心,清华大学化学系,同济大学海洋地质系,北京林业大学林业系,中国地质科学院矿床所,江苏省煤田地质勘探研究所,中国矿业大学测试中心、原综合系环保实验室、原地质系磨片室等。在此,作者谨向以上单位和个人一并表示诚挚的谢意!

作 者

1996年11月于中国矿业大学
资源与环境科学学院

目 录

序 一	叶连俊
序 二	韩德馨
前 言	Ⅲ
第一章 绪论	1
第一节 比较沉积学研究的思路和方法	1
第二节 红树林潮坪与红树林泥炭的研究现状分析	1
一 红树林潮坪的研究现状	1
二 红树林泥炭的研究现状	2
第三节 研究项目实施概况	4
第二章 海南岛自然地理和地质概况	6
第一节 自然地理	6
一 地形和地貌	6
二 气候	7
三 水系	8
四 植被	9
第二节 地质概况	9
一 区域地质	9
二 新构造运动	9
三 第四纪沉积物特征	9
第三章 海南岛红树林潮坪分布与实测剖面	13
第一节 红树林潮坪及其分布	13
一 红树林潮坪	13
二 红树林潮坪的分布	14
第二节 东寨港地区红树林潮坪实测剖面	15
一 龙尾红树林潮坪实测剖面	16
二 博度村红树林潮坪实测剖面	17
三 东截村红树林潮坪实测剖面	20
四 塔市苍头村红树林潮坪实测剖面	21

第三节	清澜港地区红树林潮坪实测剖面	24
一	霞场村红树林潮坪实测剖面	24
二	南岛迈榜村红树林潮坪实测剖面	26
第四章	海南岛红树林潮坪微环境与共生环境	29
第一节	红树林潮坪微环境的划分	29
第二节	红树林潮坪的微环境特征	31
一	潮下带	31
二	无红树林潮间坪	31
三	红树林潮间坪	31
四	半红树林潮上坪	31
第三节	红树林潮坪的类型及共生环境	32
一	红树林潮坪的类型	32
二	红树林潮坪的共生沉积环境	32
第五章	海南岛红树林潮坪水介质特征	36
第一节	红树林潮坪水介质物理化学特点	36
一	pH 值和 Eh 值	36
二	水温和盐度	37
第二节	红树林潮坪水介质动力学特点	38
第三节	影响红树林潮坪水介质的因素	38
一	红树植物生长对水介质的影响	38
二	沉积有机质对水介质的影响	38
三	泻湖开放性对水介质的影响	39
第六章	海南岛红树林潮坪的生物学特征	40
第一节	红树植物群落及其分布	40
一	红树植物的种类及其分布	40
二	红树植物群落及分布	42
第二节	红树植物的形态与生态适应	44
一	红树植物形态根对水深的适应	44
二	红树植物形态根对水动力条件的适应	45
三	叶相与盐度的关系	46
第三节	红树植物的解剖结构及其生态适应	46
一	红树植物茎的解剖特征	47
二	红树植物叶的解剖特征	49
三	红树植物根的解剖特征	49
四	红树植物解剖结构的生态适应	50
第四节	红树植物的生理特点与生态适应	50

一	胎生与生态适应	50
二	生理旱生与生态适应	51
第五节	红树植物分带与群落演替	52
一	红树植物的生态序列及演替	52
二	红树植物分带的影响因素	52
第六节	喜红树林生物	54
第七章	海南岛红树林潮坪沉积物特征	55
第一节	红树林潮坪沉积物的类型及有机质分布	55
一	红树林潮坪沉积物的类型	55
二	红树林潮坪沉积物的有机质分布	56
第二节	红树林潮坪沉积物的碎屑组分特征	57
一	红树林潮坪沉积物碎屑组分的一般特征	57
二	不同红树林潮坪类型的沉积物碎屑组分特征	58
三	沉积物碎屑组分特征的受控因素分析	59
第三节	红树林潮坪沉积物的粘土矿物特征	61
一	沉积物粘土矿物的组成及分布	61
二	粘土矿物的成因分析	62
第四节	红树林潮坪沉积物的重矿物特征	63
一	重矿物的一般特征	63
二	影响重矿物特征的因素	64
第五节	红树林潮坪沉积物的结构及构造特征	66
一	红树林潮坪沉积物的粒度特征	66
二	红树林潮坪沉积物中石英砂的表面结构特征	71
三	红树林潮坪沉积物的构造特征	72
第六节	红树林潮坪沉积物的元素地球化学特征	73
一	样品及分析数据	73
二	红树林潮坪沉积物无机元素分布特征	73
三	影响红树林潮坪红树林带沉积物元素分布的因素	76
四	元素地球化学特征的环境意义	78
第七节	红树林潮坪表层沉积物的微体生物特征	79
一	有孔虫	79
二	介形虫	81
三	藻类微体生物	81
第八章	海南岛红树林泥炭地	82
第一节	福田红树林泥炭地及地质工程揭露	82
一	现代自然景观	82
二	地质工程揭露	83

三	泥炭体形态特征	84
第二节	东寨港红树林泥炭地及地质工程揭露	85
一	现代自然景观	85
二	地质工程揭露	86
三	泥炭体形态特征	87
第三节	红树林泥炭的孢粉学证据	87
一	红树林潮坪沉积物孢粉分析	87
二	红树林泥炭的孢粉学证据	90
第四节	红树林泥炭的植物残体解剖学证据	92
一	植物残体的研究方法	92
二	植物残体的解剖学识别标志	92
三	埋藏型泥炭中植物残体的一般组成特征	93
四	泥炭层中植物残体组成的垂向变化	93
第五节	埋藏型红树林泥炭的成炭环境	94
第九章	海南岛红树林泥炭的理化特征	96
第一节	红树林泥炭的基本理化特征	96
第二节	红树林泥炭的有机组成	97
一	红树林泥炭的有机组成	97
二	泥炭层中有机质成分的垂向变化	98
三	有关问题讨论	99
第三节	红树林泥炭的硫分特征及成因	100
一	红树林泥炭硫分的一般特征	100
二	红树林泥炭中硫的时空变化	101
三	红树林泥炭中硫的同位素特征	102
四	红树林泥炭中硫的成因机制	103
第十章	海南岛红树林泥炭的岩石学研究	105
第一节	红树林泥炭的显微组分及其特征	105
一	红树林泥炭的显微组分分类	105
二	红树林泥炭显微组分的一般特征	107
三	红树林泥炭显微组分的组合特征	110
四	红树林泥炭显微组分的可能煤化作用产物	112
第二节	红树林泥炭的矿物质特征	113
一	红树林泥炭中矿物质的组成特征	113
二	红树林泥炭的灰成分特征	115
第三节	红树林泥炭的结构和构造特征	115
一	红树林泥炭的结构特征	115
二	红树林泥炭的构造特征	117

第十一章 海南岛红树林泥炭的有机地球化学研究	119
第一节 红树林泥炭的生物标志物特征	119
一 生物标志物的一般特征	119
二 正构烷烃	121
三 无环类异戊二烯	123
四 萜类	123
五 甾类	126
六 烷基苯及含硫有机物	127
第二节 红树林泥炭的红外光谱研究	129
一 红树植物及红树林泥炭的一般组成	129
二 红外光谱谱图分析	131
三 泥炭化过程中有机质的变化及其意义	133
第三节 红树林泥炭的电子顺磁共振研究	136
一 基本原理	136
二 样品及测试结果	136
三 红树林泥炭电子顺磁共振研究中的有关问题讨论	137
第十二章 海南岛含红树林泥炭沉积序列特征	140
第一节 含泥炭沉积序列的沉积物特征	140
一 含泥炭沉积序列沉积物的类型及分布	140
二 含泥炭沉积序列沉积物的碎屑组分特征	140
三 含泥炭沉积序列沉积物的粘土矿物特征	141
四 含泥炭沉积序列沉积物的重矿物特征	141
第二节 含泥炭沉积序列的形成环境	143
第三节 成炭沉积序列及沉积环境演变	145
一 成炭沉积序列	145
二 沉积环境演变	146
三 基岩盆地的充填及其古地理	148
第十三章 海南岛红树林泥炭的形成理论	153
第一节 红树林潮坪的环境特点	153
第二节 泥炭坪形成条件分析	154
一 贫无机碎屑供给	155
二 植物碎屑的大量堆积	155
三 酸性、缺氧、微弱的水介质条件	155
四 红树林潮坪的发育程度及稳定性好	155
第三节 泥炭坪成炭特点	156
第四节 泥炭坪成炭机理的初步认识	157
一 植物有机质的堆积方式	157

二	植物有机质的积累·····	157
三	泥炭化作用·····	158
第五节	泥炭坪成炭的沉积模式·····	159
一	泥炭坪的空间展布·····	159
二	泥炭坪的发育及其微环境组成·····	160
三	泥炭坪成炭与海平面变化·····	160
第六节	泥炭坪的演化与泥炭聚集的控制因素·····	162
一	泥炭坪的演化·····	162
二	泥炭聚集的控制因素·····	164
第十四章	海南岛红树林潮坪和红树林泥炭的比较沉积学研究·····	166
第一节	成煤(炭)植物的比较生态研究·····	167
一	晚古生代部分煤层的成煤植物·····	167
二	成煤植物形态和解剖结构特征·····	168
三	成煤植物与红树植物比较生态分析·····	170
第二节	煤岩煤质的可比性分析·····	171
一	晚古生代煤层的煤岩学特征·····	171
二	晚古生代煤层的煤质特征·····	174
三	红树林泥炭与晚古生代煤的可比性·····	175
第三节	地球化学特征的可比性分析·····	176
一	晚古生代煤的无机地球化学特征·····	176
二	晚古生代煤的有机地球化学特征·····	178
三	地球化学特征的可比性·····	179
第四节	含煤建造沉积体系与含炭序列沉积体系之比较·····	180
一	晚古生代含煤建造沉积体系·····	180
二	华北晚古生代聚煤盆地充填特征·····	182
三	含煤建造与含炭序列之比较·····	183
第十五章	结束语·····	184
一	红树林潮坪是特定的潮坪类型·····	184
二	泥炭坪是海相成炭环境·····	185
三	红树林泥炭与晚古生代部分煤层具可比性·····	186
四	海相成煤论的进展与展望·····	187
主要参考文献 ·····		189
图版说明与图版 ·····		196

COMPARATIVE SEDIMENTOLOGY RESEARCH ON COAL—FORMING ENVIRONMENTS

——MANGROVE TIDAL FLATS AND MANGROVE PEATS IN THE
HAINAN ISLAND OF THE SOUTH CHINA SEA, CHINA

(Abstract)

Mangrove peat is one of the important genetic type of peats, and the mangrove tidal flat belongs to the significant landscape of the tropic—subtropic tidal flats. The researches on the modern mangrove tidal flats and mangrove peats, by means of the multidiscipline and comparative sedimentology, may not only enunciate the features of microenvironments, water medium, deposits and living beings on the mangrove tidal flats, perceive the petrology and organic geochemistry characteristics of the mangrove peats, and probe into the peat—forming mechanism and model, but also are helpful for identification and establishment of the ancient depositional environment, depositional system and forming—model of the coals and coal—bearing sequences related to the sea.

Guided by the multidisciplinary theories and based on the field investigations and sample collections of the typical mangrove tidal flats and mangrove peats located in Hainan Island of China, the authors have gained a lot of first—hand data on the mangrove tidal flats and paragenetic environments by measuring 6 typical sections of the mangrove tidal flats; and got a large number of first—hand data on mangrove peats and peat—bearing sequences by operating 25 boreholes and 5 prospecting pits as well. Furthermore, in laboratories we have done the comprehensive and systematical tests and analyses of the collected samples, and obtained more than 20 000 test data. Combining the field observations with the test data from laboratories, and on the basis of existing scientific achievements and literatures, the research project has been completed in a procedure of synthesis, analysis and improvement. The results contain the following 3 parts:

1 Research on the mangrove tidal flats

Along the tropic and subtropic coasts, the intertidal zone and supralittoral zone, on which mangroves are extensively developed, are suggested as the name of mangrove tidal flat mainly characterized by the conspicuous tidal flat environments and tidal action. Mangrove tidal flat is a specific tidal flat type, not swamp. The lagoon mangrove tidal flat is the main type of mangrove tidal flats in Hainan Island. Generally, non—mangrove zone is located in the subtidal zone and lower tidal flat, and mangrove zone in the middle tidal flat, high tidal flat and supralittoral zone.

dal flat; the exozone of mangrove zone is located in the lower part of middle tidal flat, the middle—zone in the middle—upper part of the middle tidal flat and the high tidal flat, and the endozone in the supratidal flat. The mangrove zones are in concordance with the microenvironments of tidal flat. The mangrove plants living in Hainan Island include 29 species belonging to 19 genera of 16 families, which are dominated by either single—population community or compound community, with a spatial distribution pattern being of the ecological and successional order in the direction perpendicular to coastal line. In order to adapt to the tidal flat environment of tropic and subtropical zone, the mangrove plants develop a series of the special external forms and internal textural features, such as the morphologic roots having respiration and support functions, the salt—rejecting texture and salt—secreting texture adapting to high salinity as well as the physiologic xeric phenomena. The deposits on mangrove tidal flats mainly consist of muddy silts and silty clays, of which the organic content in the mangrove zone ranges from 10% to 20%, and Kaolinite content increases obviously. In the mangrove tidal flats, the biogenic structures are well—developed and a lot of micro—organisms, including 15 genera of Foraminifera, 5 genera of Ostracoda and 20 species of 10 genera of Bacillariophyta, are found from the surficial deposits. The medium of the mangrove zone is of low acidity which increases gradually from the low tidal flat to supratidal flat; it is dominated by weak oxidation or weak reduction conditions, with the oxidation in the non—mangrove zone stronger than that in the mangrove zone. The salinity of water medium varies widely, mainly dominated by freshening while salting locally. The depth of water cover is 0 to 2m, the energetic strength of water in the mangrove tidal flat is obviously lower than that in other types of tidal flat due to the obstructive function of mangrove plants.

2 Research on the mangrove peats and peat flats

With the poor supply of inorganic detritus, the large amount of accumulations of plant fragments, the water medium condition of acid and the well—developed and stable mangrove tidal flats, the organic matter content of the deposits increases rapidly and the mangrove peats accumulate in a wide range in the mangrove tidal flats, those tidal flats occurring in tropic and subtropic zone are suggested as “peat flats”. The peat flats are the peat—forming stage of the mangrove tidal flats and the peat—forming environments of marine facies, not peat swamps, in which the marine mangrove peats are formed. The macerals of the mangrove peats in Hainan Island mainly consist of huminite, associated with relatively abundant liptinite and much less inertinite. According to the maceral assemblage features, the peat flat can be divided into such microfacies types as the high peat flat, middle peat flat, low peat flat and tidal channel, and the former three types can be likely compared with the endozone, middle zone and exozone of the mangrove zone. In the mangrove peats, the remains of the euryhaline micro—organisms are common, and sometimes a few of fragments of the benthos may be found. The ash yield of mangrove peats is usually higher, with migratory part up to 10% and more. The element composition of organic matter is characterized by high oxygen, high sulphur and low carbon. The humic acid is dominated by high yellow humic acid. In general, sulphur content is

high, and sulphur joining mainly occurs in the penecontemporaneous stage, forming the most important sulphur form, pyrite. The ratios of Sr/Ba, V/Ni, K/Ga, Ni/Ca, Sr/Ca and Ca/Mg of the peat indicate that the peat has formed in marine environments. In the biomarkers, the odd-even superiority of normal alkane is not conspicuous, with Pr/Ph less than 1, Pr/nC₁₇ about 0.5, C₂₇ steranes/C₂₉ steranes about 1, and the distribution of hopanoid pentacyclotriterpenoid and steroid shows the dual nature of the high maturity and low maturity. The peat stratohorizons spread stably out but the thickness of each layer varies considerably, and the layers are mostly of complicated texture, commonly with interbeds of sandy lenticles. The mangrove peat — bearing sequences are mainly composed of depositional systems that belong to barrier coast zone, the peat flat facies are closely associated with the tidal flat, tidal channel and lagoon facies.

Plant organic matter in the mangrove peats mainly comes from the intrusive accumulation. The peatification can be divided into such two stages as biochemical oxidation and biochemical reduction, the humic acid is mainly derived from the lignin in the former while it is mainly related to the degradation monobody generated from cellulose, tannin and protein, etc. in the latter.

3 Research on the correlatability of the mangrove tidal flats and mangrove peats with coals and coal — forming environments

By systematical analysis and researches, the authors consider that some Upper Paleozoic coal — bearing formations and coal seams in China, such as the Benxi formation and the Taiyuan formation of Upper Carboniferous and Lower Permian in North China, the Ceshui formation of Lower Carboniferous, the Longtan formation and the Wangjiazhai formation of Upper Permian in South China, are of obvious resemblance and correlatability with the mangrove peats, peat flats, mangrove tidal flats and mangrove peat — bearing sequences in Hainan Island. The forms and dissection textures of the coal — forming plants from Late Paleozoic coal seams mentioned above resemble in many aspects to that of the modern mangrove plants. Though the coal — forming plants in Late Paleozoic Era mainly consisted of Lycopsidea and Cordaitopsida, not of mangrove plants, they were tidal halobiont communities living in tropic and subtropic tidal flat environments. As so as the mangrove peats concerned, the maceral constitution of their probable coalification products may resemble with the coal seams of the Taiyuan formation. The vitrinite features of the coalification products may be remarkably conformable with that of the coal seams of the Taiyuan formation, and on the whole conformable with that of coal seams of the Wangjiazhai formation and Longtan formation. The extinite of the coalification products may be of the characteristics of Paleozoic marine coals both in North China and South China. High sulphur content is a common feature in the mangrove peat, the Taiyuan formation coal and the Longtan formation coal, the forms of sulphur are dominated by pyrite, and the sulphur mainly comes from the sulfate in sea water. The Taiyuan formation coal is similar to the mangrove peat in element distribution, element ratio and several organic geochemical parameters, which also revail informations of marine peat and marine coal. More-