

# 潮汐沉积与含煤建造

刘焕杰

(中国矿业大学)

**内容提要** 本文论述了陆表海障壁海岸环境是我国南方晚古生代含煤建造的主要古地理条件,潮汐沉积是含煤建造的重要组成部分,一些煤层形成于潮汐流为主要水动力条件的泥炭坪环境中。论文提出了泥炭坪属于潮坪环境,而不是泥炭沼泽的论点;探讨了泥炭坪的成因标志及其所形成的煤层特点;最后指出了这些特点将成为煤田的普查、勘探、开采和利用的重要标志。

**主题词** 潮汐沉积 含煤建造 障壁海岸环境 泥炭坪

**第一作者简介** 刘焕杰 男 54岁 教授 沉积学

## 一、引言

潮汐沉积是在潮汐起主导作用的地理环境中形成的沉积物和沉积岩。潮积物和潮积岩形成过程的主要机制包括潮汐牵引水流,潮汐牵引水流和潮汐悬浮沉积的交替,以及潮汐滞水悬浮沉积。它们成生于潮间带和浅海潮下以潮汐为主导因素的环境(Grady, M., 1972) [1]。

二次世界大战后,潮汐沉积的研究急速发展。荷兰人开始系统研究北海潮坪;范斯特拉顿(Van Straaten, 1954)进行了潮坪沉积相及其内部构造的研究工作。据赖内克(Reineck, H.E., 1973)统计,已发表文献500余篇(Ginsburg, R.N., 1975),金斯伯格(Ginsburg, R.N., 1975)主编《潮汐沉积》一书问世,概括性的描述了世界各地的潮坪沉积。近年来,潮汐沉积引起了国内外的广泛兴趣,许多过去被认为是浅海、河流沉积的层序,已重新解释为潮汐沉积,为扩大能源和沉积矿产资源开辟了新的领域。研究世界各地前寒武纪直至现代的潮汐沉积,已成为沉积学中引人注目的课题之一。

含煤建造中无潮汐沉积,潮汐沉积在含煤建造中的作用及其对煤层赋存的影响,是值得引起煤沉积学工作者注意的课题。笔者(1977—1980)初次提出了广西晚二叠世合山组碳酸盐岩型含煤建造为碳酸盐潮坪沉积的观点[2];1981年笔者研究了四川三汇坝地区晚二叠世龙潭组含煤建造中的潮汐沉积,建立了清水沉积与浑水沉积的混合模式,提出了“泥炭坪”的概念[3];近年来,针对含煤建造中的潮汐沉积,开展了现代与古代沉积的研究,现归纳为以下几方面问题加以讨论:陆表海障壁海岸环境是近海型含煤建造的重要古地理条件;潮汐流是近海型含煤建造沉积的重要水动力条件;泥炭

坪——潮坪成煤环境；泥炭坪的成煤特点及其意义。

## 二、陆表海障壁海岸环境是近海型含煤建造的重要古地理条件

以湖南省中部早石炭世测水组为代表的含煤建造，砂岩、粉砂岩为主，其次有粘土岩、煤和菱铁矿沉积。具有特征性的沉积环境是以成份成熟度比较高的、具有冲洗层理、交错层理及一些层面构造为代表的障壁岛或滩相<sup>[4]</sup>。整个含煤建造约由八个旋回组成，每个旋回始于障壁岛或滩相，而后过渡为障壁后泻湖、潮坪和泥炭坪沉积，煤层和菱铁矿层赋存于泥炭坪和潮坪、泻湖环境中（图1）。以早石炭世测水组为代表的含煤建造形成于陆表海障壁海岸带，属于堡岛浑水沉积体系。

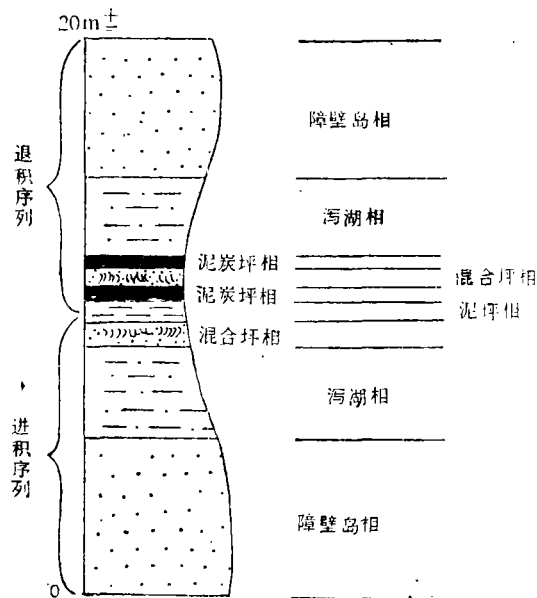


图1 湘中测水组成煤垂向序列

Fig.1 The sequence of coal-forming Ceshui Formation in the central Part of Hunan Province

以广西中部晚二叠世合山组为代表的含煤建造属于碳酸盐岩型含煤建造，碳酸盐岩约占含煤建造的85%以上，并有大量海绵礁灰岩和伞藻灰岩，其次有煤和少量粘土岩、硅质岩。具有特征性的沉积环境是以伞藻灰岩为代表的局限台地相和以海绵礁灰岩为代表的台地边缘生物礁相<sup>[5]</sup>。整个含煤建造约由五个旋回组成，每个旋回始于局限台地相或台地边缘生物礁相，而后过渡为礁后泻湖相、潮坪相，煤层赋存于礁后泥炭坪相（图2）。整个含煤建造反映了陆表海碳酸盐局限台地的古地理面貌，代表了局限台地清水沉积体系。

以四川省三汇坝地区晚二叠世龙潭组为代表的含煤建造，不仅有大量陆源碎屑沉积，

还有大量碳酸盐沉积。沉积环境可划分为障壁后的泻湖—潮坪体系和障壁前的潮下浅海碳酸盐台地体系。泻湖—潮坪体系沉积物以泥岩、页岩、粉砂岩为主，多相间沉积或呈韵律性互层，局部夹粗至细粒砂岩薄层。波状层理、脉状层理、透镜状层理、水平层理发育，局部可见小型缓倾斜的交错层理以及水下冲刷作用形成的泥砾。生物属种单调，常见遗迹化石，生物扰动构造发育<sup>[3]</sup>。整个含煤建造由10个以上旋回组成。主要含煤段的沉积序列始于泻湖相，进积序列由泻湖相、混合坪相和泥坪相组成；退积序列由泥炭坪相过渡为泻湖相和潮下浅海碳酸盐台地相（图3）。整个含煤建造反映了陆表海障壁海岸的清水沉积与浑水沉积的混合体系。

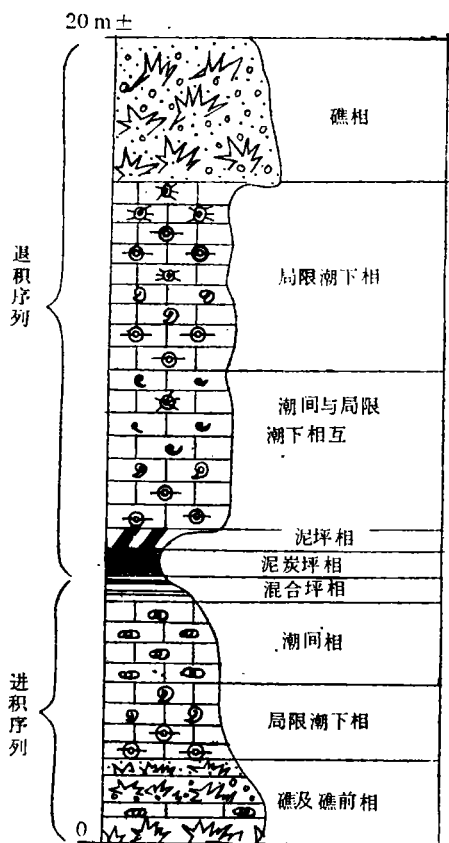


图2 广西合山组成煤垂向序列

Fig.2 The sequence of coal-forming Heshan Formation in the central part of Guangxi Province

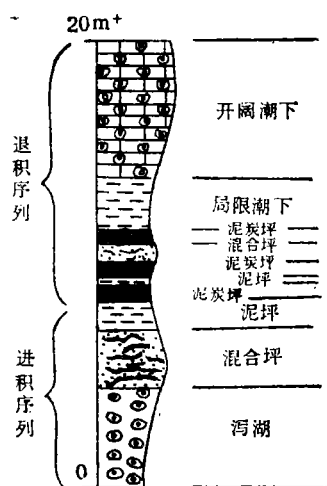


图3 四川龙潭组I段成煤垂向序列

Fig.3 The sequence of coal-forming Longtan Formation in Sichuan Province

以上三例代表了我国南方晚古生代以浑水沉积为主和以清水沉积为主以及浑水、清水混合沉积的含煤建造特点，它们均反映了陆表海障壁海岸环境的古地理条件。

### 三、潮汐流是近海型含煤建造的重要水动力条件

我国南方晚古生代含煤建造和北方中，晚石炭世含煤建造，除部分形成于三角洲环境和河流环境，多数形成于陆表海障壁海岸环境。它是一套障壁海岸的沉积体系。

在障壁海岸环境中，海水处于局限流通状态，具有特殊的水文条件。水介质的能量一般不高，波浪作用微弱，潮汐作用显著。换句话说，潮汐流是障壁海岸环境的主要水动力条件；潮汐沉积是这种类型含煤建造的重要组成部分。煤层的围岩多系泥坪、砂坪或混合坪沉积，煤层多形成于泥炭坪环境，这些在潮坪环境中形成的围岩和煤层都是在潮汐流作用影响下形成的〔3〕。

以潮汐流为重要水动力条件的含煤建造中，少见粗碎屑物质，特别在煤层附近的围岩中，常以泥岩、页岩、粉砂岩或碳酸盐岩为主，多相间沉积或呈韵律性互层。这是以潮汐作用为主的低能环境产物，形成于泻湖、潮坪环境中。含煤建造中常有一些石英砂岩的砂体，这些砂体多形成于潮汐流作用下的障壁岛、潮汐三角洲、潮汐砂坝和潮沟相环境。

沉积构造是以细粒物质呈现的各种类型的沙纹层理，常见的是脉状层理、波状层理、透镜状层理以及水平层理，这是潮汐流在潮流期与平潮期交替作用的产物。在砂体的沙纹层理及交错层理中，常见人字形交错层理以及再作用面，这是在具有双向性以及时速不对称的潮汐流作用下形成的。由于潮汐流水位频繁变化，含煤建造中常见流水波痕，对称或不对称浪成波痕以及干涉波痕。

化石属种单调，但常见大量潜穴爬痕。局部地段，个别经得起淡化的属种大量发育，这些都是潮汐沉积的重要标志。

### 四、泥炭坪——潮坪成煤环境

近海型含煤建造，若干重要煤层或泥炭是在潮汐流为主的水动力条件下形成的，成煤环境与泥坪、混合坪、砂坪甚至潮沟相成生在一起。笔者1981年在研究四川三汇坝地区晚二叠世龙潭组含煤建造时称这种成煤环境为“泥炭坪”，并定义为：热带、亚热带地区的潮间坪和潮上坪，在适宜条件下，可生长大量红树林或类似红树生态的潮汐适盐植物（图版 I，1、2），造成大面积泥炭堆积（图版 I，3、4）。这种在潮坪上直接成煤的环境，建议采用“泥炭坪”这个术语，它包括潮间坪和潮上坪，甚至一部分局限潮下浅水带和潮沟（图4）〔3〕。

泥炭坪与泥炭沼泽不同，这完全是两种性质不同的概念和环境。泥炭坪是潮坪环境，而不是沼泽环境。广义讲，它属于海相的范畴（图版 I，5），主要位于潮间带包括部分潮上带和潮下浅水带，也可以说它是特定条件下的潮坪环境，具有潮坪环境的共同特点。潮汐流是泥炭坪的主要水动力条件，它以潮汐水流的周期性、水流方向的双向性、水位变化的频繁性和潮汐水流能量的脉动性而区别于其它水流和沼泽环境（图版 I，6、

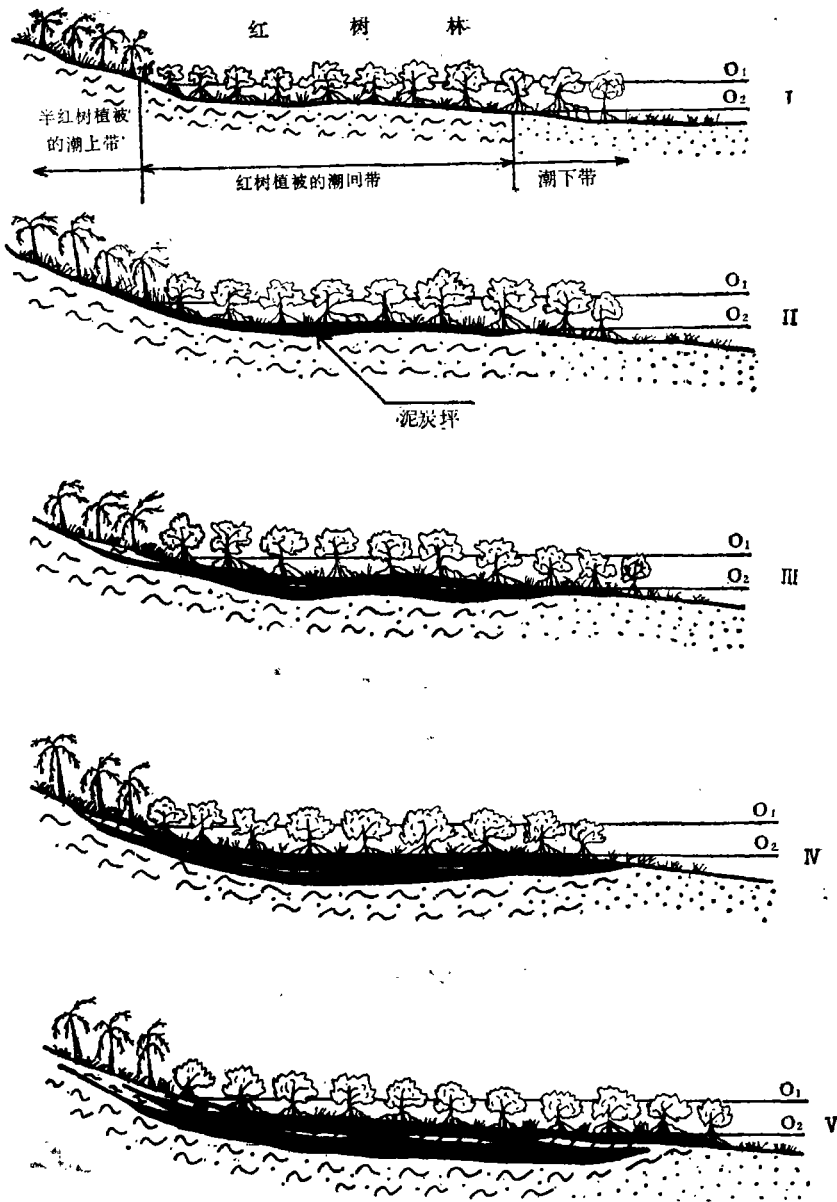


图4 泥炭坪图示

Fig.4 The map of peat flats

7)。介质的物理化学条件不同，水介质为咸水或半咸水。成煤植物则是适宜于海水或淡化海水的红树林或类似红树林生态的潮汐适盐植物，与其共生的还有一些经得起淡化的海相生物。

识别古代含煤建造中泥炭坪相的主要成因标志初步归纳为：

煤层顶、底板为泥坪、混合坪以及砂坪相的炭质泥岩、铝质泥岩、粉砂岩或砂岩，可含有海相动物化石（图5）。部分煤层底板为潮坪相的生物灰岩、藻灰岩、生物微晶

灰岩或潮沟相的粗粒岩石。部分煤层顶板为浅海潮下或风暴流碳酸盐岩沉积。煤层夹矸多为具潮汐层理的混合坪、泥坪相粘土岩、粉砂岩, 以及潮间坪相的生物微晶灰岩, 夹矸中可含海相动物化石。煤层中常见由潮汐流作用产生的泥砾和具有次生加大、成份成熟度高、具流水波痕的砂岩透镜体(图版 I, 8)。煤层顶底板及夹矸中 Sr/Ba 值多大于 1。部分煤层中可含海相动物化石, 这在广西合山煤田、浙江长广煤田、四川华蓥山煤田三汇坝地区均有发现和报道。

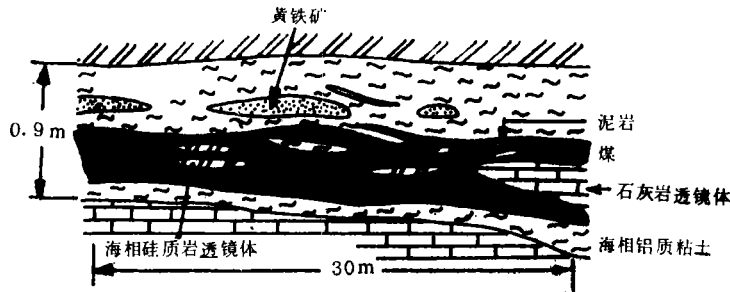


图 5 广西合山组二煤井下素描图

Fig.5 Sketch Showing No.2 coal seam under well of Heshan Formation in Guangxi Province

从现代沉积的角度分析, 按沉积物的性质潮坪可区分为陆源碎屑潮坪、碳酸盐潮坪、蒸发潮坪、红树林潮坪以及过渡类型。含煤建造中的潮汐作用和潮汐沉积近似于现代的红树林潮坪。大量红树林的潮坪及其障壁海岸带的特点有别于一般陆源碎屑潮坪及其障壁海岸带。由于潮汐流受红树林阻挡, 水动力条件趋于微弱, 低能环境显著, 沉积物要更细一些。各种潮汐层理不甚典型, 除有底栖生物及生物扰动构造外, 常有大量植物作用的遗迹。特别在红树林潮坪的潮沟、潮渠之间地带, 为红树林或类似红树林习性植物形成泥炭创造了条件。在漫长的地质年代中, 海水的进退、海岸带的变迁, 造成大面积泥炭连续展布, 形成了大面积的泥炭和煤层分布。虽然由于潮汐流的作用, 煤层多具复杂结构、煤层内的局部冲刷和一些原生构造发育, 但泥炭和煤层都将被保存下来。从现代红树林泥炭的形成可以得到验证: 我国海南岛琼海县现代滨海平原上, 由早期红树林形成的大面积第四纪泥炭层厚近 1 米, 泥炭中可见垂直状红树树干和呼吸根, 底板为含有机质粉砂, 顶板为 0.6 至 0.7 米厚的粘土质细砂, 含海相软体动物碎屑。在美国、澳大利亚等国均有现代红树林泥炭层分布〔6、7〕。

## 五、泥炭坪的成煤特点及其意义

以潮汐流为主要水动力条件的泥炭坪, 位于障壁海岸带的潮坪上, 在泥炭坪环境中形成的煤层自然分布于障壁海岸带上。晚古生代, 我国广布陆表海, 障壁海岸带分布面积广。因此由泥炭坪形成的煤层分布面积广, 层位稳定, 易于对比。

由于频繁的周期性的潮汐水流的涨落, 以及潮汐沟渠侧向侵蚀和侧向迁移, 从而不

断地改造着泥炭坪的堆积物。因此煤层在局部地段的厚度变化、分叉尖灭现象是显著的,常见层内小型冲刷现象。除地表迳流带入泥炭坪碎屑物质外,主要由于潮汐水流作用,周期性频繁地将粉砂、粘土带入泥炭坪上,造成煤层的复杂结构。

成煤植物是类似红树林生态的潮汐适盐植物。总的讲,平均有一半时间位于海水面以下,且经受着潮汐流的作用。这可与第四纪红树林泥炭和现代红树林潮坪相比,我们曾对海南岛琼海县第四纪红树林泥炭进行了分析,硫分在9.23%以上。值得注意的是琼海县福田公社泥炭化红树枝干中的含硫量达4.16%,显示了红树植物的高硫特征。我国南方晚古生代由泥炭坪形成的煤层,一般硫分高,可能与潮汐适盐的成煤植物和泥炭坪的水介质条件有关。

由陆表海障壁海岸沉积环境形成的含煤建造,在其物质成分、结构、构造、生物组合、成煤环境等方面有其自己的特点。由泥炭坪形成的煤层,其煤层赋存特征、成煤规律以及煤质、煤化学等方面也都有其自己的特点。正象本文所归纳的上述特征,这些特点与规律将成为重要标志指导煤田的普查和勘探。

## 六、结 语

我国南方晚古生代与北方中、晚石炭世近海型含煤建造,除障壁海岸沉积体系外,还有三角洲沉积体系、河流沉积模式……等;除泥炭坪成煤环境外,也还有泥炭沼泽、湖沼等成煤环境。应当指出,障壁海岸沉积体系是我国南方晚古生代及北方中、晚石炭世近海型含煤建造的重要沉积体系。在这种类型的含煤建造中,潮汐沉积是主要的组成部分,潮汐流是主要的水动力条件,泥炭坪是重要的成煤环境类型。

本文插图的清绘和照片的翻拍,得到了我系矿岩教研室刘跃进、王宏伟、何康林、施健等同志的大力帮助,在此谨致谢意。

收稿日期 1986年7月25日

## 参 考 文 献

- [1] 孙枢等, 1981, 沉积岩石学研究(论文集)科学出版社, 第109页。
- [2] 刘焕杰, 1980, 中国矿业学院学报, 第3期, 47—48页。
- [3] 刘焕杰, 1982, 中国矿业学院学报, 第2期, 62—70页。
- [4] 刘焕杰等, 1962, 湘中下石炭统测水组含煤建造沉积环境的研究, 32届地质学年会论文摘要汇编, 15—16页。
- [5] 张鹏飞、刘焕杰等, 1983, 沉积学报, 第3期, 20—24页。
- [6] Friedman, G.M. and Sanders, J.E., 1978, Principles of Sedimentology, John Wiley and Sns, p.331-332
- [7] Galloway, W. E. and Hobday, D. K., 1983, Terrigenous Clastic Depositional Systems Applications to Petroleum Coal and Uranium Exploration, Springer-Verlag, p.267-271.

## TIDAL DEPOSITS AND COAL-BEARING FORMATIONS

Liu Huanjie

(China University of Mining and Technology)

### Abstract

This paper deals with the barrier coastal environments of the continental sea are the main paleogeographic conditions in the Upper Palaeozoic coal-bearing formations in the south of China and in the Middle, Upper Carboniferous coal-bearing formations in the north of China. The tidal deposits are one of the important deposits of those parts in coal-bearing formations and the storm deposits can be usually found. Some main coal seams are formed in the peat flats where the tidal currents are the main hydrodynamic conditions.

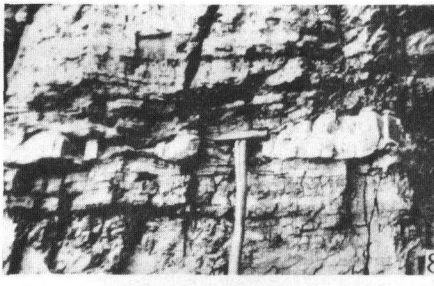
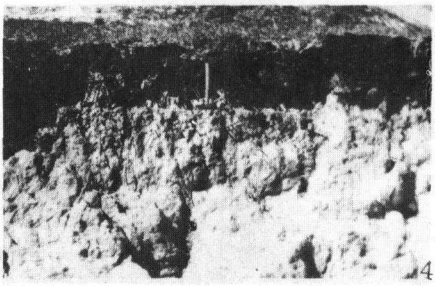
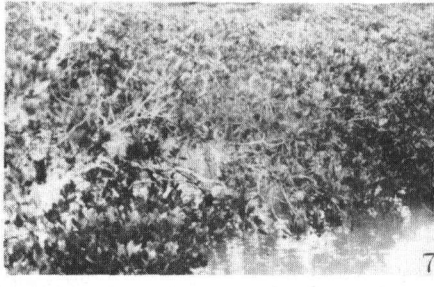
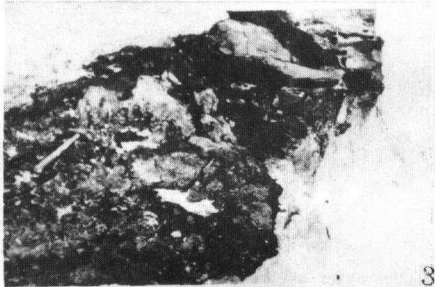
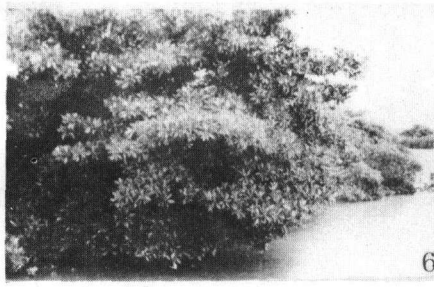
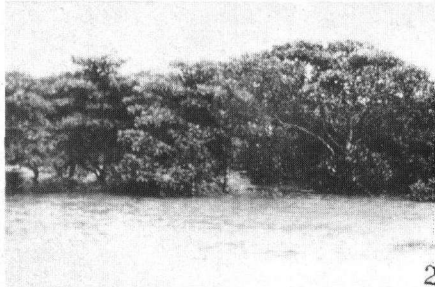
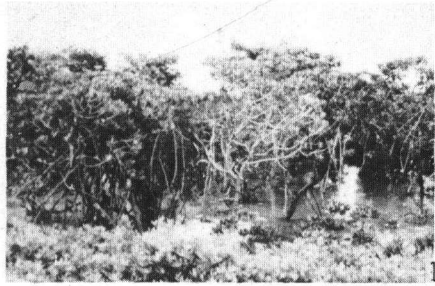
The concept of "peat flat" is set forth by the author. It is a important type of the coal-forming environments in the Upper Palaeozoic coal-bearing formations in the south of China and in the Middle, Upper Carboniferous coal-bearing formations in the north of China. The definition of the peat flat is as follows, mangrove forests or other tidal plants having a similar bioecology in ancient time can be grown in the intertidal flats and some supertidal flats of the tropical and subtropical zones and the peat deposits can be formed from which over a large area. Such environments of coal formed directly in the tidal flats are called peat flats.

The concept of peat flats is not same as that of peat swamps. Peat flats belong to marine facies and peat deposits are formed in the tidal current action where the water level changes frequently and the tidal currents have double directions. The water medium belongs to brackish water or sea water and coalforming plants are the tidal plants with which some marine organisms can be lived.

The features of coal seams formed on peat flats are as follows: The coal seams distributed wide and stably and contrasted easily. The thickness of coal seams changes more and their divergence is notable. The sulphur content is higher. These features are of great use as important signs for the work in the geologic survey and exploration of the coal field.



Liu Huan jie TIDAL DEPOSITS, COALBEARING FORMATIONS



1. 位于潮间带以红海柎(Rhizophora mucronata)为主的红树林。海南岛, 东寨港。 2. 位于潮间带以海莲(Bruguiera sexangula)为主的红树林。海南岛, 东寨港。 3. 由红树林形成的泥炭层, 树干结构清晰可见。海南岛, 铺前港。 4. 由红树林形成的泥炭层, 底部可见垂直状炭化植物根。海南岛, 铺前港。 5. 以潮间带为主体的辽阔的现代红树林潮坪, 潮汐沟渠成网分布。海南岛, 铺前港。 6. 位于潮沟边部的红树(木柎Bruguiera gymnorhiza)退潮时将全部暴露水面之上。海南岛, 东寨港。 7. 位于潮间带的红树(秋茄树Kandelia candel)涨潮时仅树冠暴露水面之上。海南岛, 东寨港。 8. 内蒙准格尔煤田太原组煤层中的砂岩透镜体和泥砾。