福建省三明地区早二叠世晚期潮坪沉积特征及其对聚煤作用的影响

CHARACTERISTICS OF TIDAL FLAT DEPOSITS OF THE LATE PERIOD OF EARLY PERMIAN AND ITS EFFECTS ON COAL-ACCUMULATION IN SANMING, FUJIAN PROVINCE

黄世强
Huang Shiqiang
（闽西地质大队）
（West Fujian Geological Party）

摘　要

童子岩组的潮坪、潮道沉积常与泻湖相沉积伴生形成为潮坪泻湖相沉积体系。其潮坪相沉积可以划分为：1泥坪相，由泥岩或砂质泥岩为主组成，具水平层理，分布有痕迹化石和动物扰动构造。2砂泥坪混合相，由细砂岩、粉砂岩和泥岩互层组成，常见波状层理、透镜状层理，分布有海相动物化石和斜交或垂直层面的管状痕迹化石。3砂坪相，发育透镜状层理，压扁层理和小型斜交层理，在一些砂岩中也常见由于潮汐作用形成的双面粘土层和潮汐作用产生的周期层序。4潮沟相，主要见于各含煤段底部，潮沟相的砂岩厚度一般较大，层位一般相对稳定。透镜状层理、波状层理常见，动物扰动构造发育，有浪成波痕。

ABSTRACT

The sediments of tidal flat and tidal channel of the Tongziyan Formation are commonly associated with the sediments of lagoon facies, forming a tidal flat-lagoon facies system. The Tongziyan sediments of tidal facies can be divided into four subfacies: 1. Muddy flat sub facies, which is chiefly composed of mudstones or sandy mudstones, with horizontal bedding, trace fossils and bioturbate structures. 2. Sand-muddy mixed sub facies, which is made up of fine

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

sandstone, siltstone and mud, commonly with ripple and lenticular beddings, containing, animal and tubular trace fossils. 3. Sandy flat sub facies, with lenticular, flaser and small inclined beddings, often with double-layer clay and tidal cycle of sedimentary sequence formed by tidal action. 4. Tidal-channel sub facies, which is mainly observed at the bottom of each coal segment. The thickness of the sandstone is generally large and the position is quite stable. In the sub facies, the lenticular and ripple beddings are common and bioturbate structure is developed. Besides, ripple bedding is also present in this subfacies.

一、概　述

本区属于闽西南上古生代坳陷区的北缘部分，在整个晚古生代至三叠纪初期，均处于凹陷状态，成为本省上古生界的主要沉积区，区内晚古生代地层除缺失志留系及中泥盆系外，晚泥盆及石炭系、二叠系都发育完整。

本区早二叠世晚期沉积的童子岩组是我省重要的含煤地层，厚度230—528米。最大厚度达747米，整合于文笔山组（P_1w）之上。与上覆的翠屏山组（P_2cp）为假整合接触。岩性主要是泥岩、粉砂岩、砂岩和煤层，该组地层含丰富的动植物化石，并常见痕迹化石和动物扰动构造。

童子岩组的岩性组合、含煤性及沉积岩相等方面，均有变化，但一般可以划分三个岩性段进行对比。

童子岩组第一段（即下含煤段）在本区西部为浅海相碎屑岩沉积，地层厚度63—174米，不含煤。中部～东部本段沉积逐渐增厚300～349米，泻湖～潮坪和滨海沼泽相发育，含煤性好，含煤层26～30层，稳定可采和不稳定可采4～10层，可采总厚度2.06～7.27米，平均可采厚度4.74米，有效含煤系数1.58%。

童子岩组第二段（即不含煤段）全区为海相碎屑岩沉积。

童子岩组第三段（即上含煤段），是全区重要的含煤地层，普遍沉积三角洲潮坪及滨海沼泽相，厚度305～339米，含煤65层，稳定可采和不稳定可采8～11层，可采总厚度6.62～9.18米，有效含煤系数2.28%。最近几年来，作者对本区二叠纪含煤岩系沉积特征、岩相古地理和聚煤规律做了一些工作，现将早二叠世晚期童子岩组含煤段有关潮坪沉积特征介绍如下，并探讨其聚煤作用的主要特点和影响。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

二、童子岩组沉积环境

根据童子岩组岩石类型、沉积结构、沉积构造及生物特征等方面的标志，认为童子岩组包含了滨海泥炭沼泽相、滨岸沼泽相、潮坪相、泻湖相、三角洲及开阔性浅海相，这些岩相组合反映了童子岩组的为离陆源较近、面向开阔滨海潮坪环境。从煤系剖面总的特征也反映了童子岩组在总的海退趋势下煤系沉积过程中广泛发育了潮坪和潮道沉积。其确定依据：

1、童子岩组的岩性是以泥岩、砂质泥岩为主，次为粉砂岩和细砂岩以及煤层、炭质泥岩，还有砂质灰岩或钙质砂岩，这些反映了一方面距陆源近，同时和海湾或泻湖有密切关系。

2、细砂岩碎屑的成分一般较简单，以石英为主，含量都比较高（<85%），泥质或硅质胶结，石英多数为棱角状—次圆状，岩石具颗粒支撑、孔隙式胶结。根据一些薄片粒度分析，作出的粒度概率图，具有滨海砂的特征[1]。有的砂岩具有较多的泥砾或泥片分布，多数泥砾分布不很均匀，有的泥砾集中成堆，排列较零乱，但也有扁平的泥片在砂岩中呈定向排列（图版Ⅰ：1、2）。

泥岩和砂质泥岩的矿物成分绝大多数以水

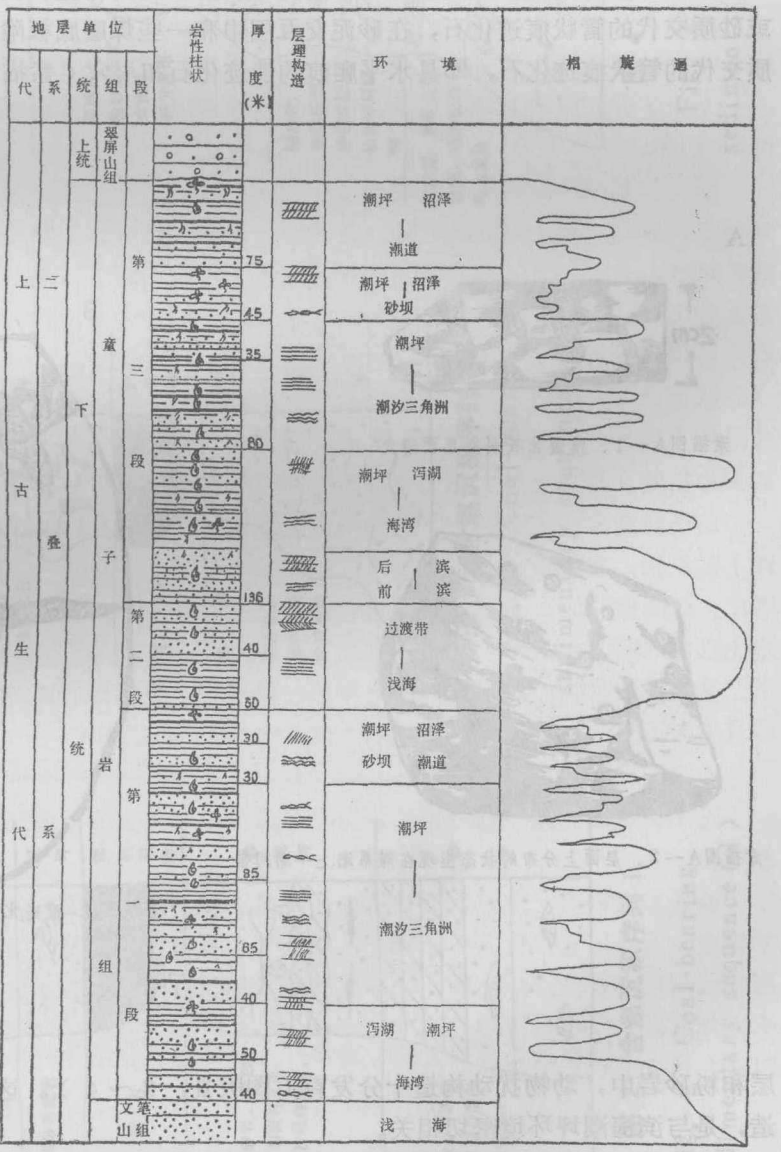


图1　三明地区童子岩组岩相旋回柱状图

Fig. 1　Lithofacies cyclic columnar section of Tongziyan Formation in Sanming area, Fujian Province

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

云母为主，有的泥岩中分布有绿泥石，聚集成鲕状泥粒。

3、层理类型较复杂，除常见的水平层理外，在砂岩和粉砂岩中见有与水流搬运和波浪作用产生的小型交错层理（图版Ⅰ：3）在砂岩和砂泥互层中，常见潮汐层理。如：透镜状层理、波状层理和脉状层理等（图版Ⅰ：4～5、图版Ⅱ：1～2）和潮汐周期层序（图版Ⅱ：3～4）。上述一些层理构造，在童子岩组含煤段十分发育，是潮坪沉积可靠的标志[2][3]。

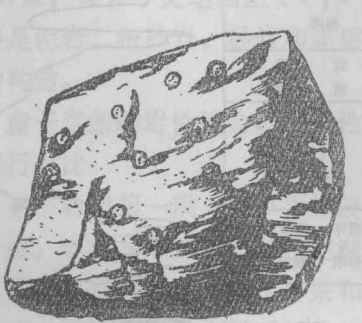
4、痕迹化石和动物扰动构造发育

泥岩中，特别是在煤层顶、底板的泥岩和粉砂岩，常见斜交或垂直层面分布黄铁矿交代或砂质交代的管状痕迹化石，在砂泥交互层中和一些煤层底板附近也见有平行层面分布粉砂质交代的管状痕迹化石，即具水平爬痕的遗迹化石和潜穴（素描图A、B）。在砂—泥交互

A

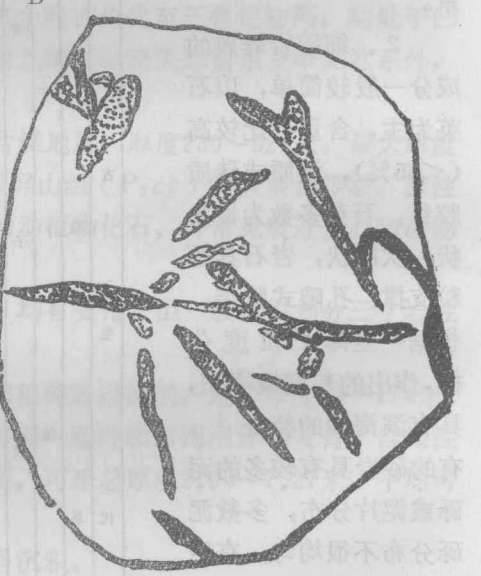


素描图A--1、痕迹化石斜交层面潜穴



素描图A--2、层面上分布的状态出现在煤系潮上—潮间带

B



素描图B、痕迹化石水平分布的觅食潜穴潮间--潮下带

层和粉砂岩中，动物扰动构造十分发育（图版Ⅲ：2～4）。这些痕迹化石和动物扰动构造，是与滨海潮坪环境密切相关。

5、煤层顶底板附近出现的动物化石一般属种单一的个体小的腕足类和双壳类。在岩石中动、植物化石混生现象较常见，薄层的砂质灰岩或钙质砂岩中，往往具有生物碎屑结构（图版Ⅲ：5）。这些反映了煤系形成的环境常为被海水浸没的滨海平原地带[3]。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

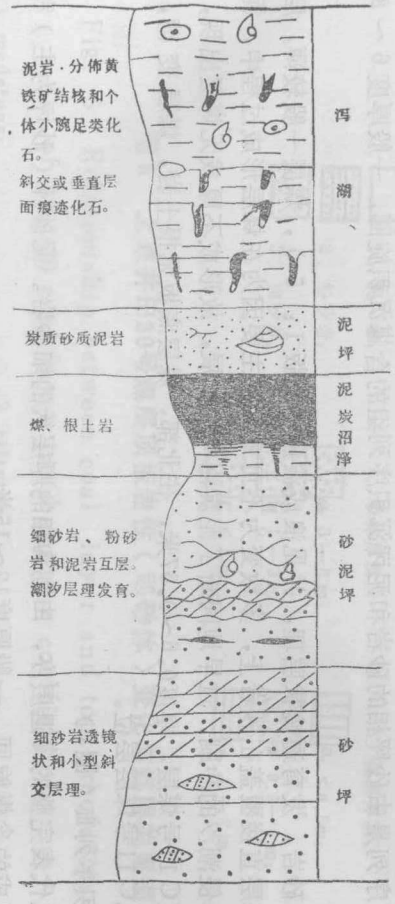


图 2　含煤沉积序列 I

Fig. 2　Coal-bearing sedimentary sequence (I)



图 3　含煤沉积序列 II

Fig. 3　Coal-bearing sedimentary sequence (II)

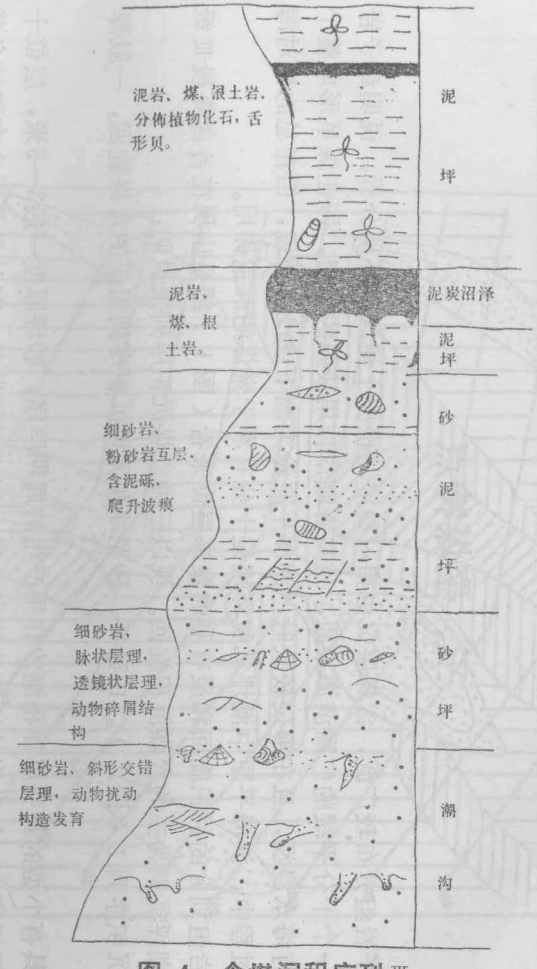


图 4　含煤沉积序列 III

Fig. 4　Coal-bearing sedimentary sequence (III)

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

三、聚煤特点

本区童子岩组分布较广泛，含煤层位也相对稳定，根据上述沉积环境分析，说明童子岩期沉积时是一个十分平缓的广阔滨海平原，且具有潮汐作用较强的特点，即在煤系形成整个过程中，时有海水浸没，且在海侵较大时，滨海平原沦为潮下或浅海环境，但在总的相对海退趋势成煤过程中，滨海平原中潮坪沉积环境是十分有利于聚煤的沉积作用。

从童子岩组划分的沉积旋回和最有利的聚煤层位来看（图1）都是出现在各含煤段Ⅲ级旋回中的以潮坪沉积为主的含煤沉积旋回。现以三种成煤沉积序列来说明：

（1）沉积序列Ⅰ（图2）。由砂坪、砂泥坪和泥坪沉积序列组成的含煤旋回，一般厚度8—12米。

砂坪中具有小型的斜交层理和潮汐作用产生的周期层序，砂坪厚度一般3—5米，层位十分稳定。砂泥坪相中，粉砂岩的比例往往占优势，潮汐层理发育，有时见泥砾分布和较多黄铁矿结核，其上部泥坪相含丰富的根茎化石（即根土岩），煤层直接顶板泥岩，常见单一的双壳类化石，上部泥岩一般较厚可达4米左右，泥岩中可以找到个体较小的腕足类动物化石，菱铁矿结核呈单个体分布。

从上往下，可以说潮汐的作用从大到小，沉积结构是一个由粗到细的正旋回结构，这种砂泥坪上发展起来的泥炭沼泽，形成的煤层十分稳定，是童子岩组主要的可采煤层，如永安加福井田的9号煤层和大田上京井田的33号煤层等，煤层平均厚度分别为1.48米和1.02米。

由于煤层形成主要环境可能为坝后潮坪内侧发展起来的泥炭沼泽，海侵又迅速覆盖了潮坪上沉积物，使海退期含煤的潮坪沉积受到保护，环境又处于还原条件下，成煤物质不致被氧化。煤的硫分0.47～1.35%，灰分14.99～18.01%。但有些地方在潮坪环境上有时候插入水上三角洲形成的砂体对煤的赋存有一定的影响，如上京井田的C 30号煤层，在正常情况下，其煤层顶板为泻湖沉积物泥岩掩覆，煤层均可开采。若煤层顶板出现砂体则煤层急剧变薄或尖灭不可采，说明煤层形成后为潮流影响所致（图5）。

（2）沉积序列Ⅱ（图3）

这个沉积序列是由砂坪相的砂岩和泥坪沉积序列组的含煤沉积旋回，一般厚度6～8米左右。

砂坪相的砂岩，发育透镜状层理，并见浪成波痕（图版Ⅰ：5），煤层一般较薄，层位不稳定。若煤层直接覆盖在砂岩上，多数变为不可采，这主要因为在煤层形成过程中，泥岩沼泽受后期海侵潮汐的冲刷，过早地间断了泥炭沼泽的发展，故形成不厚或无煤层出现，如永安加福矿区C 11号煤层，厚度0.6～0.67米，往北部，煤层底板无根土岩，煤层变薄，不可采，或未见C 11号煤层层位。

（3）沉积序列Ⅲ（图4）

这种模式代表完整的海退层序，由潮沟相的厚层状的细砂岩、泥砂坪（砂坪为主）和泥坪沉积序列组成的含煤旋回，一般厚度12～15米。

底部砂岩，常出现粗细相间条带状构造见有单粘土层和斜交层理，砂岩中常见泥岩

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

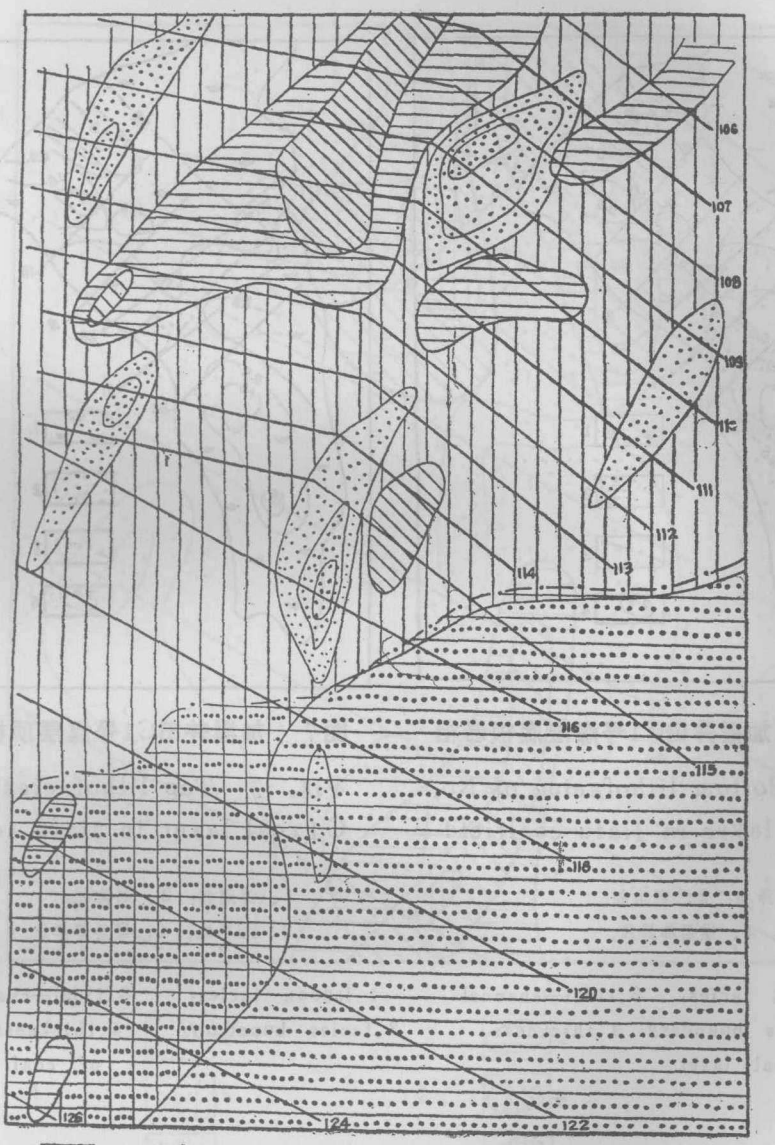


图 5　上京井田30号煤层顶板岩性（即砂体）变化与煤层关系图

Fig. 5　Relationship between coal layer and top lithofacies of No. 30 coal layer in Shangjing coalfield

1. mudstone; 2. siltstone;
3. silver randstone; 4. thickness of sand body;
5. thickness of coal layer.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

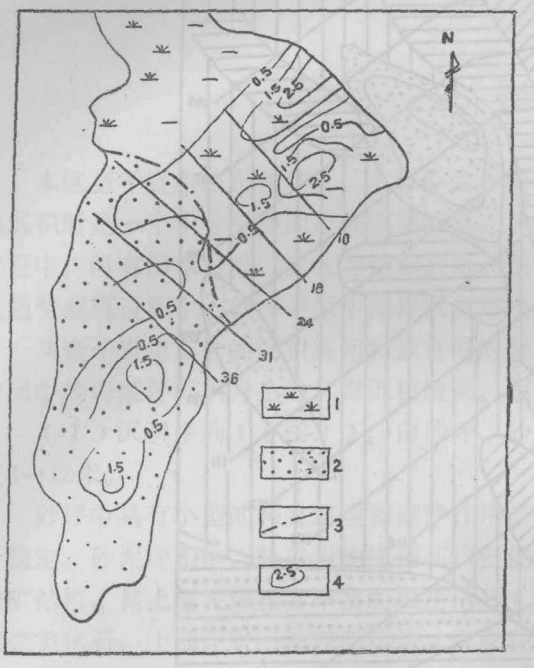


图6 加福井田C1号煤层底板岩相

Fig. 6 Bottom lithofaeiea of No. C1 coal layer in Jiafu coalfield

1、滨岸沼泽相；2、潮沟相；
3、相界线；4、煤层等厚线。

1.littoral bog facies; 2.tidal—channel facies; 3.facies boundary; 4.thickness contour of coal layer.

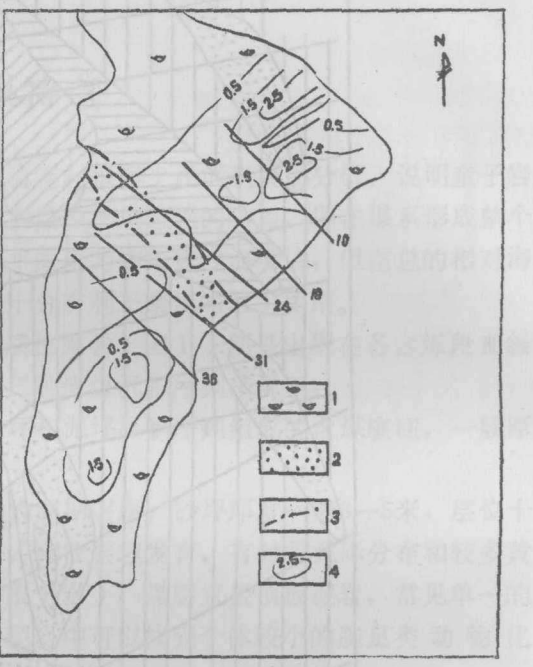


图7 加福井田C1号煤层顶板岩相

Fig. 7 Top lithofacies of No. C1 coal layer in Jiafu coalfield

1、泻湖相；2、潮沟相；
3、相界线；4、煤层等厚线。

1.lagoon facies; 2.tidal—channel facies; 3.facies boundary; 4.thickness contour of coal layer.

碎屑或泥砾。动物扰动构造十分发育，有时可以见到动物化石碎片。砂岩之上的泥砂互层中见有较多泥砾，具小型斜交层理和压扁层理。泥砂层之上根土岩发育，其厚度可达1～2米。煤层顶板泥岩含植物化石，常见舌形贝（*Ljngula*）和植物化石混生，普遍分布菱铁矿结核。

与这种沉积环境有关的煤层，一般煤层厚度变化较大、稳定性差，如永安加福井C1号煤层，井田北部，潮沟沉积和潮坪沉积及泥炭沼泽沉积共生，煤层普遍厚，而井田南部潮沟之上的煤层普遍变薄，甚至中部煤炭顶板被潮沟沉积所占据，使C1号煤层不可采（图5～6）。

大田上京井田C19号煤层也属这种含煤沉积模式，在有潮沟和潮坪共生的地方，煤层基本上都可采，但在煤层底板砂体变薄地方（实际上是缺泛潮坪沉积），出现无煤带(图7)，这充分说明，在潮汐作用强的情况下，泥坪泥炭沼泽往往要受到后期海侵潮汐的冲刷，不利

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

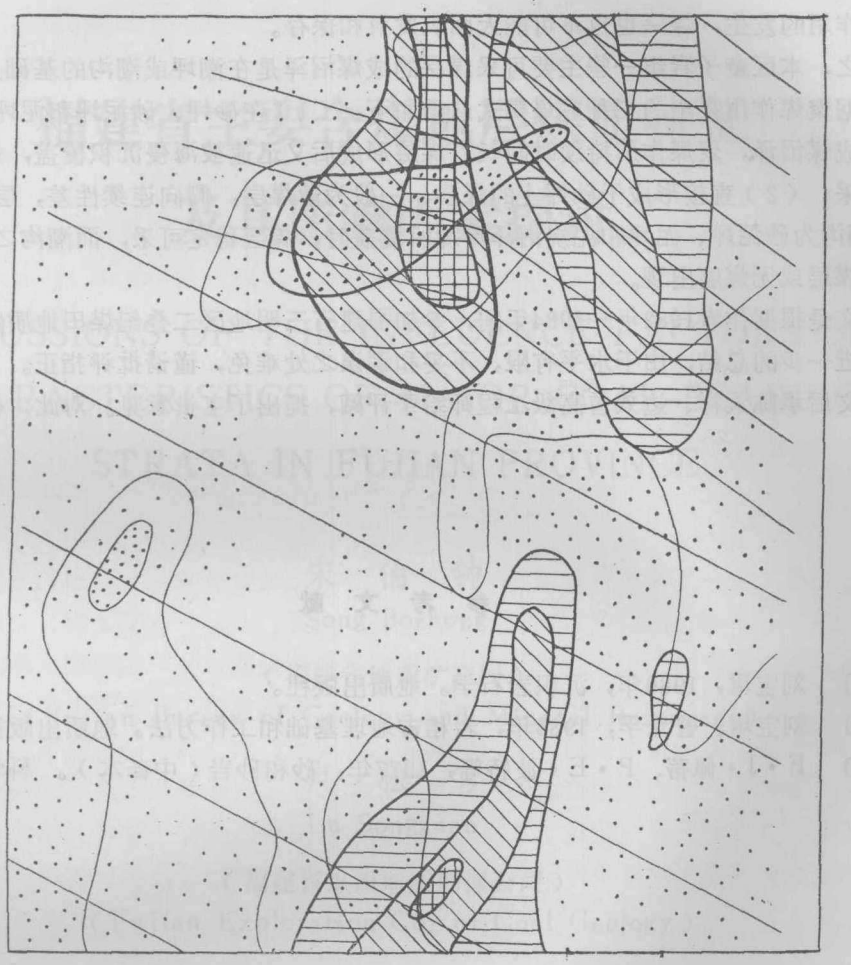


图 8　C19号煤层底板砂体厚度变化与煤层关系

1、砂体厚度；　2、煤层厚度。

a、10—15m；　b、5—10m；　c、0.5—5m。　a、0.5—1.0m；　b、1.0—1.5m；　c、1.5—3.50m。

Fig. 8　Relationship between coal layer and thickness of sand body of No. C19 coal layer (bottom)

1. thickness of sand body;　2. thickness of coal layer.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

于聚煤作用的发生，煤层也也不可能大面积发育和保存。

总之，本区童子岩组一些主要可采煤层的成煤沼泽是在潮坪或潮沟的基础上发展起来的，根据聚煤作用提出的三种成煤模式总结如下：（1）在砂坪、砂泥坪和泥坪基础上发展起来的成煤沼泽，聚煤作用持续时间长、煤层形成后又迅速被海侵沉积覆盖，煤层一般十分稳定可采；（2）直接形成于砂坪上的煤层，一般为薄煤层，侧向连续性差，层位不稳定；（3）潮沟为砂泥坪、泥坪和泥炭沼泽环境所覆盖时，煤层稳定可采，而潮沟之上一般不会有可采煤层或无煤层出现。

本文是根据作者1982年～1984年间，参加福建省三明地区二叠纪煤田地质特征专题研究之后的进一步的总结，由于水平有限，不妥和谬误之处难免，谨请批评指正。

成文后承陈天祥、边效曾高级工程师给于评阅，提出了宝贵意见。对此，作者表示感谢。

参考文献

〔1〕 刘宝珺，1980年，沉积岩石学。地质出版社。
〔2〕 刘宝珺、曾允孚，1985年，岩相古地理基础和工作方法。地质出版社。
〔3〕 F·J·佩蒂、P·E·波特等，1977年，砂和砂岩（中译本）。科学出版社。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net