

广西合山煤田的古土壤层与成煤模式^①

黄乃和 温显端 黄凤鸣 王根发 陶继文

(中国地质大学)

摘要 合山煤田主采煤层底板发现古土壤层,在煤分层之间又发现稳定的陆相根土层,结合煤本身的微量元素含量分析,并与现代咸水植物及现代淡水植物的微量元素含量对比,对这种夹在海相碳酸盐岩中的煤层的成因有了新的认识。作者认为,主采煤层与其间接底板碳酸盐岩间存在沉积间断;合山组合煤岩系中可见规模极小的孤立的海绵小礁块,这些都是碳酸盐台地表面浅水环境常见的特征。分析黔桂两省大面积古地理背景,作者认为,合山煤田主采煤层形成于碳酸盐台地表面废弃潮坪上发育的泥炭沼泽,少数地段则是在碳酸盐台地表面闭塞水体进一步沼泽化的条件下形成的。

关键词 成煤模式 含煤岩系 泥炭沼泽 古土壤层

第一作者简介 黄乃和 女 58岁 教授 煤田地质学

广西合山晚二叠世含煤岩系,与众不同之处是煤层发育在海相碳酸盐岩之中,近年来已有数篇有关合山煤田成煤模式的论述。笔者曾四次赴合山煤田进行野外研究,发现该含煤岩系的成煤环境很独特。沉积环境的转化,特别是海相—陆相地层的转化,在地层剖面中有时中遗留微乎其微的痕迹,寻找出这些沉积转化标志,显然是恢复古地理演变的关键。

1 合山煤田地质概况

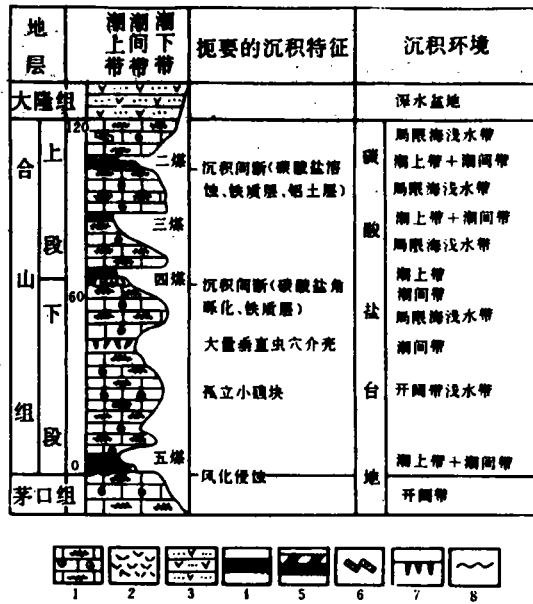
合山煤田是一个四面封口的向斜盆地,总面积约 420km²,在晚二叠世成煤期间,成煤面积却不止如此。合山煤田的主要可采煤层——四煤,向西越过煤田西界,跨过数个类似合山煤田的小盆地,延伸很远,成煤面积比合山现存的煤田面积至少大 60—70 倍。

从黔桂两省所揭示的岩相古地理资料看,二叠纪以来,黔桂两省交界附近发育着规模巨大的线形海绵礁,处于其东部的广西大范围内发育了浅水开阔台地、局限海台地、浅滩、深湖等碳酸盐台地相沉积物,晚二叠世,在碳酸盐台地表面适宜之处出现了成煤环境,合山煤田仅为其中一小部分。煤田主采煤层四煤,处于合山组合煤岩系的中部,夹在一套以海相碳酸盐岩为主的,含少量硅质岩、泥质岩和粘土岩的含煤岩系之中。煤层厚 2—4m,所含灰分、硫分都高,煤岩成分以凝胶化基质为主,也常见镜煤条带和丝炭。

构成合山含煤岩系的碳酸盐岩几乎都是浅水沉积物,生物面貌丰富多彩,以浅水藻类为主,海绵碎块次之。包括碳酸盐台地表面开阔海环境及其中发育的零散海绵小礁块的生物面貌;受限制海的生物面貌;流通差的泻湖生物面貌;典型的潮间带生物面貌及潮上带特征。

现就与主采煤层四煤成因有密切关系的几个问题进行论述。

^① 国家自然科学基金资助项目 NO. 4880114 成果之一。



1. 含藻类及其它生物碎片的灰岩 2. 兰藻岩 3. 凝灰质砂岩 4. 铝土岩和铝土质泥岩
5. 炭质泥岩和煤层 6. 海绵碎块 7. 大量的孤立垂直虫穴 8. 沉积间断面

图 1 合山煤田合山组沉积特征示意柱状图

Fig. 1 Columnar sketch section showing sedimentary features of Heshan Formation in Heshan coalfield

2 古土壤层的启示

合山煤田的煤层以硅质岩为直接底板是极其普遍的。煤田中部里兰矿,四煤与下部硅质层紧紧相接。在鹅滩地表,该硅质层厚达 5m。南部的马滩则仅剩最上部 0.5m。根据钻孔资料揭示,这层硅质层往煤田北部延伸,遍及煤田西北部地区。

在鹅滩,此硅质层奇特。最上部 0.5m 为团块状,中下部为薄层状,并与炭质薄层互层。切开中下部硅质层的岩层表面,可见内部出现黑白相间,两种颜色分明的纹层,黑色纹层含炭极高而白色纹层则含大量有定向排列的单轴海绵骨针,层面上显示对称波痕、生物爬迹、垂直潜穴。在一些单层中出现层状分布的鸟眼构造。这一整套硅质层下部碳酸盐岩所形成的“鼓丘”的接触面非常清晰。由于篇幅有限,有关“鼓丘”的成因本文不再论述。

根据上述硅质层的特征不难分析出,它的中下部是由滨岸带的沉积物经硅化而成,但对于其最上部成为四煤直接底板的 0.5m 团块状硅质层来说,成因并非如此。

近年来,刘志礼与黎汉明对四煤底板硅质岩进行了生物化石鉴定^①,确定最上部约 0.5m 范围内的硅质岩属硅化兰藻岩,由大量的 *Caudiculophycus vaginatus* Liu et Li 和 *Animikia laifinensis* Li et Liu 组成,这些兰藻具有厚而坚固的胶壳,属潮间带气生、亚气生的兰藻植物群,证明其为硅化的兰藻岩。它的外貌与其下部近 5m 厚的滨岸带层状硅质海绵骨针岩有很大

① 全国岩相古地理学术讨论会论文摘要集,1985,第 60 页。

区别,它具有凹凸不平的上表面,杂乱的外表结构形成团块状,无层理。镜下观察,除大量针状兰藻胶壳均已硅化外,炭化的植物根系极其发育,最重要的是我们在这层硅化兰藻岩的上部,发现了土壤结构,即垂直的古干裂隙(图版 I, 1, 2),裂隙形态极其特征:边缘不齐整,向下呈封闭状,当此层沉积物硅化时,垂直的干裂隙被硅质物充填。这层 0.5m 硅质层上部所发现的上述特殊现象,给我们提出了一个新问题:它的特征与一般岩层在成岩作用中所形成的某些变化截然不同。首先,岩层中的古干裂隙越近岩层上表面越多,向下则逐渐消失。这种现象与某些岩层在成岩作用下整体收缩产生裂纹的特点是不同的;其次是其中大量的炭化植物根系提供了在其上植被发育和生长状况的信息;而且,岩层具有的杂乱外表结构也说明在潮间带兰藻堆积之后,经过了一定程度的大气的物理和化学的改造,证明此层富兰藻沉积物曾因海退而抬升,处于大气环境,经干燥收缩,逐渐土壤化,并在大气水影响下,使裂隙中充填的硅质物再次收缩干裂,形成了表层垂直古干裂隙中的二次干裂纹,呈纵向雁行排列的型式(图版 I, 2)。这些特征,表明四煤底板硅质岩上部是一层硅化的古土壤层。这层古土壤层的发现,说明合山煤田主采煤层四煤在形成前其底板已处于潮上环境。

3 陆相根土层的存在

在合山煤田北部,根据各矿井和钻孔揭示的资料,主采煤四煤可分为三层:除可采的四上煤和四下煤之外,在四下煤之下带有一个小分层,这三个分层自北向南逐渐合并成两层,至煤田中部和南部,如里兰、鹅滩、马滩、那岭、河里等地则进一步合并成一层,在这一层四煤的小分层间夹有一层厚 40cm 左右的稳定粘土岩(图版 I, 3),呈灰白色,团块状,质纯,含丰富的植物根化石(图版 I, 4),在那岭地表露头,此层根土岩中还保存有完整的根座化石(*Stigmara* sp.),它的特征与我国广大地区二叠纪含煤岩系中所见到的根座化石完全相同(图版 I, 5),是典型的陆相植物化石,显然,这是一根土层。室内分析资料(表 1)也表明,此层粘土岩成分为高岭石,各项指标均显示陆相特征。

表 1 四煤粘土岩夹矸的某些化学组成特征

Table 1 Some chemical compositional index of the rootlet fed in NO. IV coal-seam, Heshan coalfield

| 采 样 点 | Sr/Ba | Ni/Cr | 粘土岩成分 (X 光衍射分析) |
|------------|-------|-------|--------------------|
| 马滩 (白色粘土岩) | 0.5 | 0.09 | 高岭石(含微量伊/蒙不规则间隔矿物) |
| 马滩 (黑色粘土岩) | 0.28 | 0.19 | 同 上 |
| 那 岭 | 0.75 | 0.34 | 同 上 |
| 鹅滩 (已提纯) | 0.33 | 0.12 | 同 上 |
| 鹅滩 (未提纯) | 0.63 | 0.08 | 同 上 |

4 煤的微量元素特征

为了探讨成煤原始植物的性质,我们选用了现代咸水红树、现代淡水植物,以及那岭四煤光亮条带煤进行了高等植物生活所必须的七种微量元素分析,结果表明,咸水植物和淡水植物间微量元素含量存在明显的差别(表 2),而合山煤田四煤所含的相应元素,大部分不超过植物

本身含量,且煤层中这七种微量元素含量特征更接近淡水植物。

表 2 现代植物与合山煤田四煤微量元素的含量

Table 2 Contents of some tracelements in modern plants and NO. 4 coal-seam, Heshan coalfield

| 元 素 (ppm) | Ca | Mg | Na | Co | Mn | B | S |
|-----------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 现代红树 | 9050 | 3250 | 15400 | 1.75 | 7.125 | 39.50 | 2525 |
| 现代淡水植物 | 1140 | 715 | 1300 | 0.75 | 9.125 | 15.75 | 495 |
| 四煤光亮条带 | 760 | 0 | 230 | <1 | 10.00 | 9.50 | 58600 |

Swaine(1971)认为,澳大利亚南威尔士石炭纪煤中,含硼(B)在 40ppm 以下与淡水沼泽有关,含硼超过 120ppm 与海水有关。而合山煤田四煤硼含量仅为 9.50ppm,从而亦可证明四煤的形成与淡水沼泽有关。

国内外大量煤田地质资料表明,煤中硫含量的富集,是与煤层顶板岩石沉积环境直接相关的,成煤植物中所含的硫,不是泥炭和煤中硫富集的主要因素。从表 2 中所列数据亦可看出,用肉眼挑选的四煤光亮条带含硫量高达 586000ppm,而现代红树和现代淡水植物中硫含量则远比这个数字小得多。由此可见,即使成煤原始植物并没有供给泥炭和煤大量硫分,但堆积后的泥炭在随后被海水淹没、浸泡以及掩埋条件下,最终在煤中吸附了大量海水中的硫,形成各种型式的硫化物,增加了煤的全硫含量。

由此可知,构成四煤的植物群,是在潮间带兰藻岩抬升至潮上带之后,长期暴露而土壤化的基础上发育起来的淡水陆生植物。

5 古溶洞的佐证

合山煤田各煤层之下都发现过顺层出现的溶洞群。据广西 150 煤炭勘探队资料:四煤底板以下约 10—20m 处向上溶洞发育,煤层底板更多。目前,流经合山煤田的红水河底最深标高为 30m,是当地最低侵蚀基准面。已有钻孔在煤田深部—907m 处在煤层以下也发现了小溶洞。它们的成因绝非因岩层出露地表经后期溶蚀而成,而应是成煤期形成的。它说明合山煤田四煤形成时其底板已暴露地表,使底板碳酸盐岩处于古侵蚀基准面附近,地表水或地下水的活动对碳酸盐岩产生了溶蚀作用,形成了顺层分布的古溶洞群。证明四煤形成时已脱离了海相环境。

6 四煤与其下伏碳酸盐岩间存在沉积间断

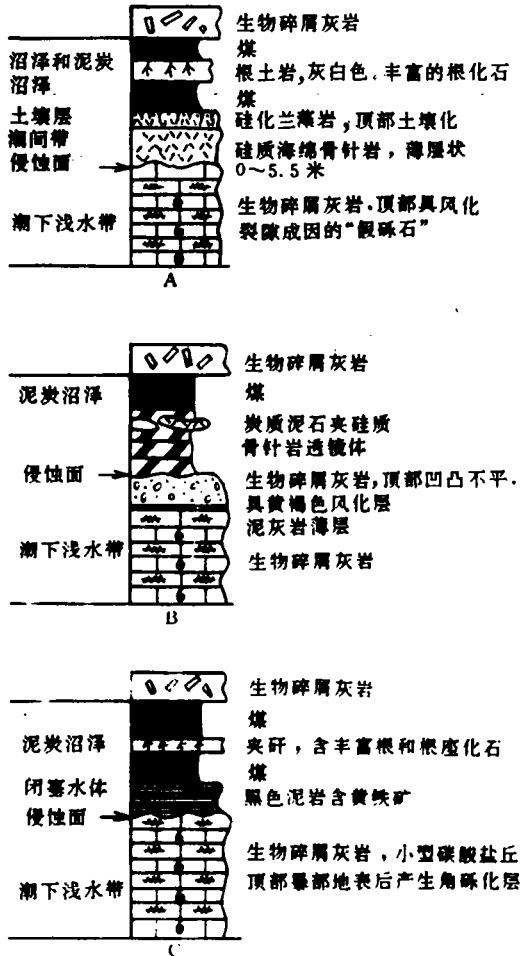
根据矿井下和地表实测资料,可归纳出合山煤田包含四煤在内的三种成因地层层序(图 2):

由此三种成因地层层序可以看出,合山煤田全区在四煤之下的间接底板碳酸盐岩顶部,存在一个明显的沉积间断。在煤田南部(以那岭剖面为例),体现在这层碳酸盐岩顶部的是存在厚达 1m 以上的角砾化层,它们是因碳酸盐岩暴露地表,经物理风化作用产生岩层的崩裂块,形成未脱离母体的“假砾石”层,名为角砾化现象。从图版 I,6 和 I,7 所揭示的角砾化特征不难看出,角砾化层中的假砾石均呈现复杂的、不规则弯曲状,相互镶嵌,从岩层的上下左右任何一

个方向观察,都是如此,这也正是碳酸盐岩中常见的在成岩作用过程中角砾边缘经轻度压溶的结果。众所周知,碳酸盐岩的压溶作用易从裂隙部位开始,因而使角砾化层呈现出独特的镶嵌面貌,并使“假砾石”间形成了缝合接触。

除煤田南部所显现的角砾化现象外,在煤田中部鹅滩一带,煤层底板的一套兰藻岩和层状硅质海绵骨针岩之下,仍可见到碳酸盐岩顶面的角砾化现象,有些部位经硅化后仍保存着“假砾石”的面貌。

至煤田北部东矿附近,四煤之下闭塞水体的黑色泥岩加厚,在黑色泥岩之下,此层碳酸盐岩的假蚀顶面虽无明显的角砾化现象,但凹凸不平的上表面以及约1cm厚的黄褐色风化层更能表明其受侵蚀之程度,这层风化层在东矿井下极易观察(图版I,8)。上述现象说明,此层碳酸盐岩沉积之后,在合山煤田全区曾抬升至地表,遭受侵蚀,也说明四煤的形成与合山组下段沉积物的形成在沉积环境方面无直接联系。证明主采煤层四煤的形成过程,全部发生在碳酸盐台地表面暴露地段,台地本身形成过程中的分散小礁块、藻类密集的泻湖、广泛发育的潮坪都是先期产物。而在随后的成煤期,由于成煤的泥炭沼泽地势低洼,泥炭形成过程易受特大潮水侵袭,而泥炭堆积后又被海水淹没,致使所形成的煤层既具有陆上沼泽特征,又具有与海水密切相关的迹象,如:成煤原始植物分解严重;煤岩成分以凝胶化物质为主,但并不缺乏丝炭;煤层中既有纯陆相夹层,又含滨岸沉积物透镜体;煤中硫分灰分含量高等。



A:发育于煤田中部 B:发育于煤田北部
C:发育于煤田南部和北部少数地段

图2 合山煤田四煤的三种成因地层层序(图例与图1相同)

Fig. 2 Three kinds of sequence of
NO. IV coal-seam in Heshan coalfield

括为碳酸盐岩台地表面废弃潮坪和闭塞水体沼泽化成煤的成煤模式。

本文得到广西150煤炭勘探队、合山矿务局、董家国和覃之琪等的大力协助,特此表示感谢!

结论

合山煤田主采煤层四煤与其下伏沉积物间存在明显的沉积间断,本身具有明显的陆相沼泽成煤证据,因而可以概

参 考 文 献

- 刘焕杰, 1988, 潮汐沉积与含煤建造, 沉积学报, 6 卷 2 期, 42—48 页。
- 杨起主编, 1987, 煤的无机组分地球化学, 煤地质学进展第四章, 北京: 科学出版社, 216—226 页。
- 张鹏飞, 1983, 试论局限台地碳酸盐岩型含煤建造, 沉积学报, 1 卷 3 期, 16—27 页。
- 张鹏飞、邵龙义, 1990, 广西合山地区合山组沉积相和沉积模式, 沉积学报, 8 卷 4 期, 13—20 页。
- 晋慧娟、李菊英, 1987, 广西合山马滩地区晚二叠世沉积环境的研究, 地质科学, 1 期, 61—69 页。
- 谌建国等, 1987, 华南晚二叠世碳酸盐岩含煤地层成煤模式再研究, 中国石炭二叠纪含煤地层及地质学术会议论文集, 217—223 页, 北京: 科学出版社。
- 黄乃和、温显端, 1980, 广西合山碳酸盐岩型煤组的沉积环境, 煤田地质与勘探, 2 期, 1—7 页。
- 董家国, 1984, 合山煤田首次发现植物化石, 煤田地质与勘探, 1 期, 封二。
- J. L. 威尔逊, 冯曾昭等译, 1981, 地质历史中的碳酸盐相, 北京: 地质出版社。
- Flügel Er., 1978, *Microfacies Analysis of Limestones*, Translated by K. Christenson, Springer—Verlag New York, 1982.

The Paleosol Bed and the Coal Deposition Model in Heshan Coalfield, Guangxi, China

Huang Naihe Wen Xianduan Huang Fengming

Wang Genfa Tao Jiwen

(China University of Geosciences)

Abstract

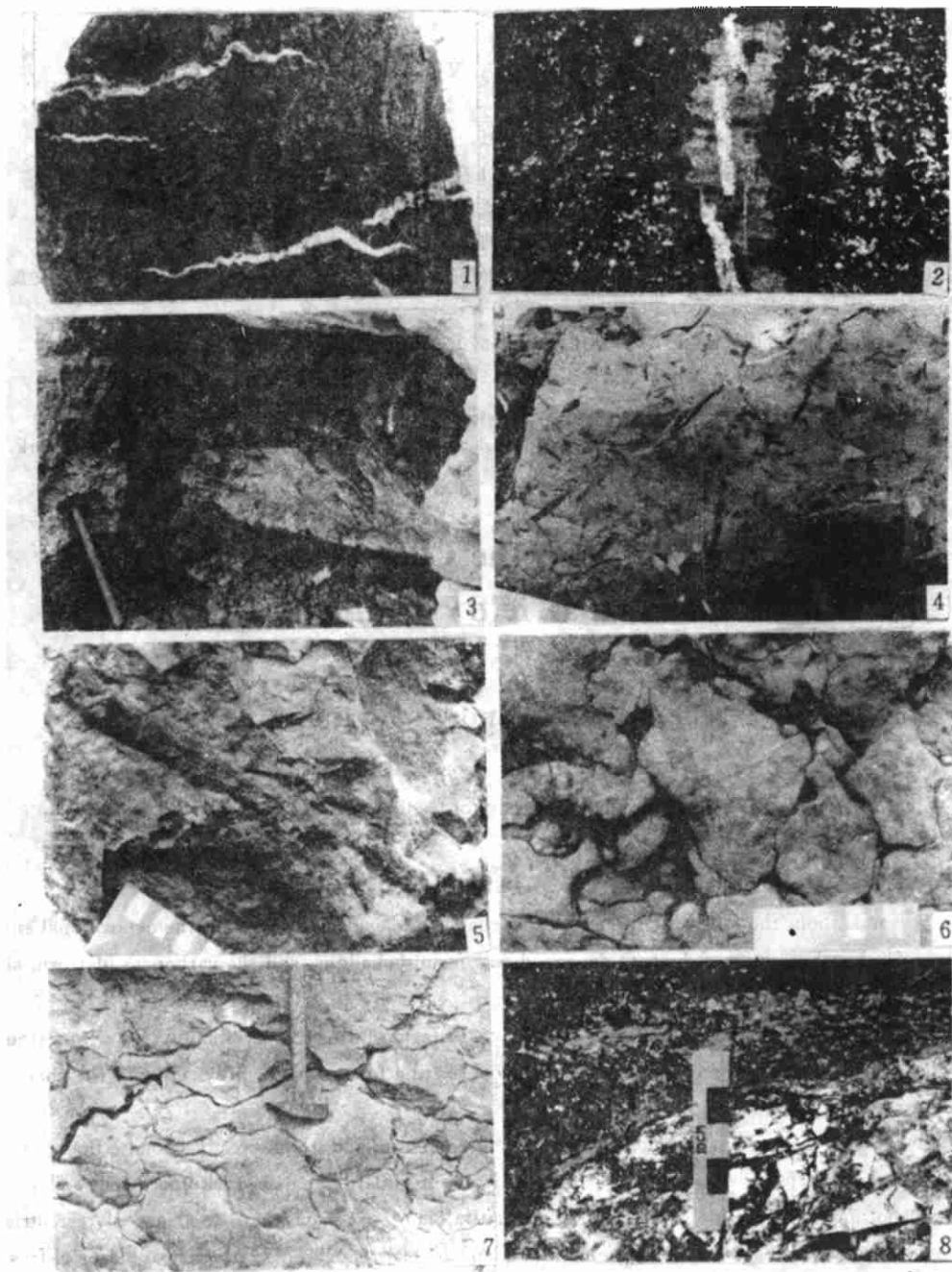
The research about the following three aspects provides the evidences for that, the depositional environment when Heshan Formation sediments deposited was mainly shallow, and the carbonate platform surface was relief.

1. Almost all the limestones composing Heshan coal-bearing formation are shallow-water limestones.

2. Small quantity sponge-reef rocks of Heshan coal-bearing formation are provided with the characteristics of dispersed and isolated small reefs.

3. There was a depositional break between No. IV coal-seam and its indirect carbonate floor.

The discovery of the paleosol, which originated from intertidal blue algae rock underwent soil weathering and siliconizing on supratidal zone, under neath the main coal-seam, and discovery of terrestria seat earth, and the contents of some microelements in the No. IV coal-seam are nearing that of plants of fresh water, demonstrates that the coal-seam in Heshan coalfield formed in the marshes arised on the abandonment carbonate tidal flat and some of them in minor region, were originated under the condition of the process of turning the closed water—body into swamps on the surface of the carbonate platform.



1. 古土壤层中的垂直裂隙, 裂隙中充填硅质物薄片考贝片, $\times 2$, 鹅滩四煤底板。 2. 上图裂隙局部放大, 示雁行排列的二次干裂纹, 裂纹中亦充填硅质物, 单偏光 $\times 8$ 。 3. 四煤的粘土岩夹层, 鹅滩露头。 4. 四煤的粘土岩夹层, 示丰富的根化石, 鹅滩标本。 5. 四煤粘土岩夹层中的根座化石(*Stigmaria* sp.), 那岭露头。 6. 四煤间接底板碳酸盐岩顶面因暴露地表形成的“假砾石”, 那岭露头。 7. 同上, 马滩露头。 8. 四煤底板碳酸盐“鼓丘”顶面因风化产生的褐色铁质层, 东矿井下。