

· 煤田地质 ·

文章编号: 1001-1986(2001) 01-0001-04

法国典型聚煤盆地厚煤层独特的沉积条件分析

王 华, 郑云涛 (中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

杨 红 (西北石油地质局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 从法国典型的断陷聚煤盆地具有重要经济价值的厚煤层的成因标志和沉积特征出发, 对这些厚煤层独特的沉积条件进行了剖析, 指出了厚煤层均发育于盆缘、盆内断层活动强烈的构造背景下。煤层内大量的重力流沉积物——碎屑流、稀性泥石流、重力滑塌、变形构造和再搬运—再堆积的记录等特征, 均表明了这些厚煤层在堆(沉)积时为较深覆水、且水体动荡的湖泊沉积环境, 部分厚煤(泥炭)层在初次堆积后经过了再搬运而在异地堆积。

关 键 词: 断陷聚煤盆地; 沉积条件; 厚煤层; 法国中央地块

中图分类号: P618. 1101 **文献标识码:** A

1 引言

陆相断陷聚煤盆地中赋存有大量具有重要经济价值的厚煤层(单层煤厚 $> 10\text{ m}$), 这一点, 无论是在我国的阜新盆地、早第三纪抚顺盆地、云南晚第三纪昭通盆地以及晚第三纪小龙潭残余盆地^[1], 还是在法国和其他国家(例如 Cevennes 和 Montceau 盆地的面积均不到 140 km^2 , 它们的含煤强度分别为 $1.005 \times 10^5\text{ t/km}^2$ 和 $1.0 \times 10^5\text{ t/km}^2$, 最大单层厚度分别为 30 m 和 60 m ^[2])都具有同等重要的意义。研究这些厚煤层的成因或堆积机制(包括泥炭堆积及运移的沉积环境和条件), 不仅对盆地内煤炭资源的预测、评价及勘探、开采有重要的指导意义, 而且对聚煤学说乃至整个煤地质学理论的发展也具有重要的探索意义。

多年来, 人们普遍接受“绝大部分有经济价值的煤矿床是原地生成”的观念^[3], 且认为聚煤期的泥炭沼泽是在稳定—弱动荡水体或平静而覆水很浅(一般 $< 2\sim 3\text{ m}$)的情况下持续、稳定地下沉, 并与泥炭的堆积速率构成大体平衡的条件下发生的^[4]。因此原地成煤说被作为成煤模式的主流, 而对于那些与重力流沉积物相共生的厚甚至是巨厚煤层(其内夹着大量的、丰富多彩的较深—深水沉积物)的堆积机制及其沉积条件的研究则显得相对薄弱了些。尽管近几年来有关风暴异地煤问题的研究^[5]、异地堆积煤的研究有了些进展^[2, 6], 同时对单层厚度在 60 m 以上的巨厚煤层中存在的滑积相的成因探讨已引起

了国内外煤地质学家的重视^[1], 且在异地煤的成因认识上有所突破。然而这些认识仍是初步的, 且受研究区范围、国界等限制使其结论尚缺乏代表性和普遍性。所研究的“异地煤”多是在沼泽环境或泥炭沼泽环境的背景下研究的, 且多为微异地煤(例如在《煤地质学进展》和《斯塔赫煤岩学教程》中提到的异地煤是指薄而分布范围有限的产物, Stach, 1975), 而未注意到它可能是相当厚和分布范围相当广的; 类似复理石结构的复杂煤层被认为是沼泽本身覆水深浅变化的结果, 而未注意到这种结构的煤层可能是水下重力流的产物; 强调“活动碎屑环境只能形成碳质泥岩和高灰煤”^[4], 而未注意到在特定的水动力条件下, 由于泥炭物质被快速侵蚀、搬运、沉积和埋藏(厚层水体覆盖), 不会遭受太大破坏而能保存下来; 且泥炭物质在搬运过程中虽然裹带了无机碎屑, 但在进入较深和深的水体中时, 由于重力机械分异可能使有机质和无机质有效地分离。类似这些问题, 在现有的聚煤理论研究中, 长期没有得到重视和研究。然而这又是煤地质学家应予以特别探讨的重要课题。值得欣慰的是自第 28 届世界地质大会以来, 含煤岩系的风暴沉积作用及异地堆积说逐步引起国内学者的重视。

笔者在进行国家自然科学基金项目和进行国际合作研究过程中, 在法国的两个内陆山间小型断陷盆地, 观察与研究了厚煤层的野外露头大量第一手资料, 取得了一些有关其成因的新认识^[6, 7, 8], 现介绍如下, 用以抛砖引玉。

收稿日期: 2000-02-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49902012)

作者简介: 王华 (1964—), 男, 黑龙江甘南县人, 中国地质大学教授, 博士生导师, 从事煤、油气地质和盆地分析的教学和研究。

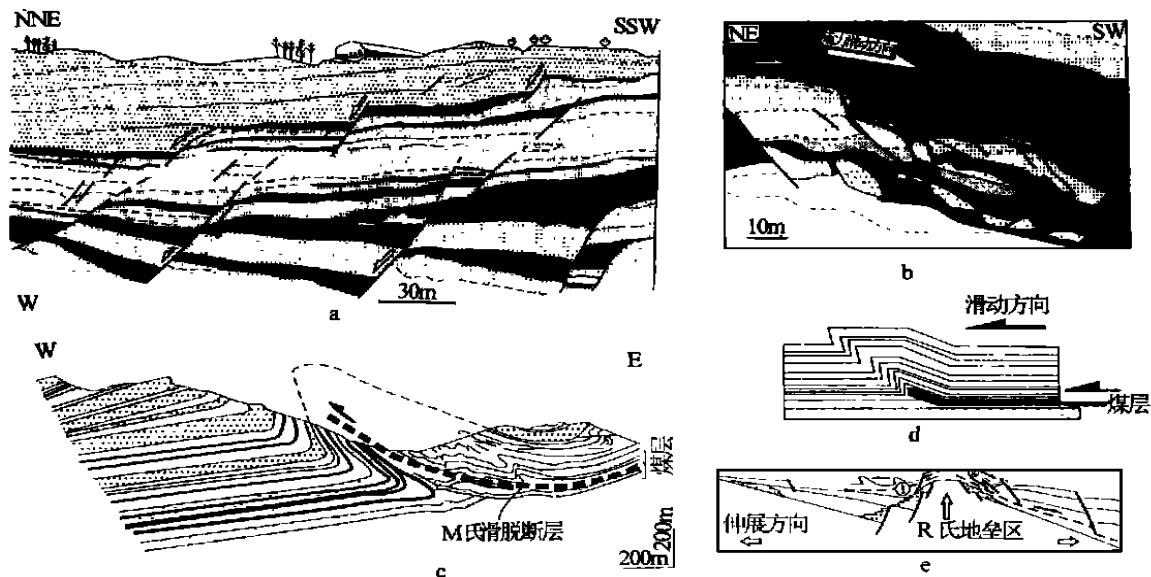


图 1 法国 Cevennes 盆地 Sans-Nom 厚煤层的变形特征与堆积背景图

a——煤层厚度与同沉积正断层的关系；b——煤层内部的重力滑塌构造；c——M 氏重力滑脱断层两侧地层及煤层展布关系图；d——M 氏重力滑脱断层活动与形成机制图示；e——厚煤层堆积于伸展背景下，形成不对称重力滑动现象的模式图（①——不对称褶皱编号，即 c 的位置）

2 Cevennes 盆地厚煤层的构成特征

斯蒂芬期 (C₃) 的 Cevennes 盆地位于法国中央地块的东南缘，面积为 50 km²，盆地基底主要由变质的云母片麻岩、长英麻粒岩及少量的花岗岩组成^[9]。含煤岩系总厚近 2 500 m，主要由砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩和煤层组成。煤系地层堆积于伸展活跃的构造背景条件下，沉积充填序列内的重力滑塌现象异常丰富多彩。其含煤强度分别约为 1.00%~10% t/km²。该盆地的主煤层（即 Sans-Nom 煤层）的最厚处达 40 m，（图 1）且厚度变化受盆内同沉积断层的严格控制^[7]。煤层内部见大量因重力滑动而形成的揉皱、岩层破裂、多源岩石相互混杂等沉积体。

（图 1 b 和图版 I a, b）从图版 I 的 a b 照片上可见，煤层内部夹二层砂、砾岩、粉砂岩及煤层等构成的角砾岩层，角砾岩块棱角清楚，块体大小不等，最大者竟达 40 cm。煤层底界与下伏砂岩体（长石石英砂岩）为突变接触，未见根土岩层；煤层上界面亦与上覆已破碎成大小不等块体的砂岩体呈突变接触，侵蚀与冲刷界面清楚（图版 I a），或见煤层向上刺穿至砂岩层内，形成似“火焰状构造”。从露天开采矿区断面上亦见清楚的重力滑动断面，即 M 氏滑脱断层（图 1 c）^[7]，这条重力滑动断层的运动学机制及其几何学变形特征已被表示于图 1 d 上。该盆地的 W-E 方向剖面显示了盆地在充填过程中，由于中央地区的 R 氏地垒的相对抬升，在主煤层堆积时，形成一个同沉积斜坡，并导致已堆积的煤层由近 R 氏地

垒区分别向东、西两侧滑动，形成不对称褶皱（图 1 c, ①）

3 Montceau 盆地厚煤层的沉积特征

斯蒂芬期 Montceau 聚煤盆地位于中央地块的东北缘，面积为 1.0~10⁵ t/km²，同样为一小型内陆山间断陷盆地^[10]，走向 NE-SW。基底由花岗岩类岩石组成。煤系地层总厚近 2 000 m，由花岗岩质的砾岩、岩屑砂岩及长石砂岩、黑—黑灰色泥岩和煤层组成。煤系含 20 层可采煤层，其中以第 1 号煤层为最厚（达 100 m，图 2）该煤层内夹有大量透镜状角砾岩体、薄层状及透镜状砂岩体及一层火山凝灰岩层。存在于煤层底部，粒序性不明显的薄层状砂岩体，一般单层厚 < 50 cm，含大量结晶黄铁矿，见有波纹和小型水平层理、包卷层理及岩脉状构造（图 2 a；图版 I c）

存在于煤层中下部的多个透镜状角砾岩体（图 2 c, d, e）规模大小不等，但它们都有底部下凸，上部“平展”的外形，单个透镜体一般厚 1~2 m，宽不足 30 m，具基质支撑结构，分选性差。角砾主要由花岗岩、片麻岩、石英、长石碎块组成，其最大直径可达 50 cm，（图版 I d）基质则由砂质、泥质及煤屑组成。角砾岩体的中、上部常含有似层状或扁透镜状的，以镜质体为主的煤层或煤线^[10]。向上粒度变细，显示不太清楚的正粒序^[10]，其内部常具包卷层理的粉砂岩—泥岩“包裹体”，顶部偶见冲刷面，其上为分选中等，具颗粒和基质支撑结构特点的岩屑粗砂岩，但仍

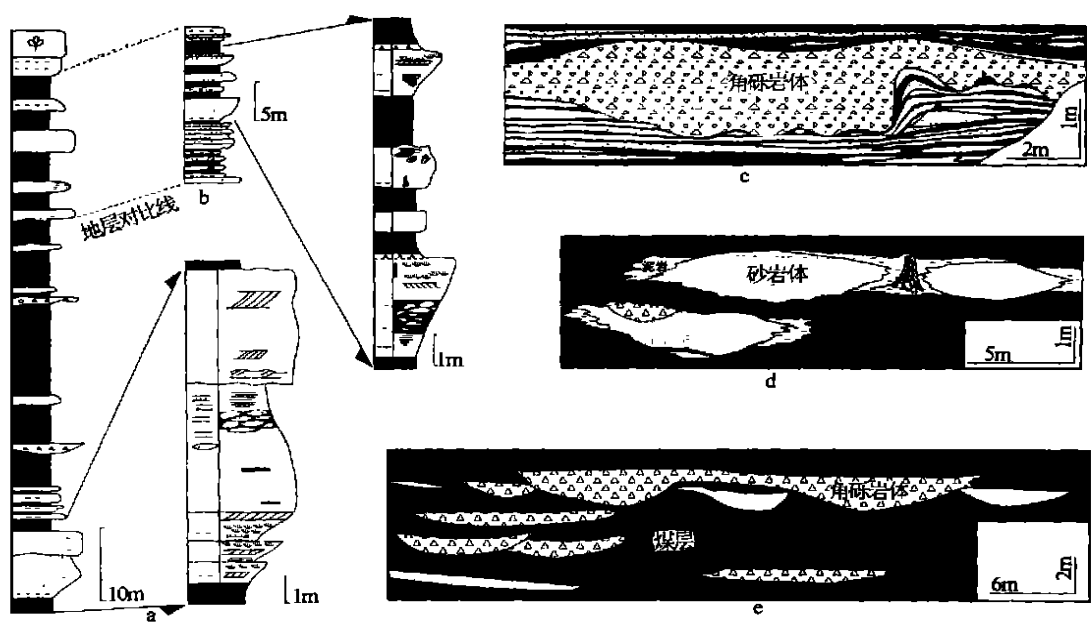


图 2 法国 Montceau 盆地第 1 号超厚煤层的沉积层序及内部构成特征

a 和 b——煤层柱状图及其沉积构造特征；c——煤层内夹具强烈下侵蚀面的角砾岩体；
d——煤层中直立的树干化石、砂岩和角砾岩透镜体及其三者的关系图；e——顶界面规则的角砾岩体形态特征

为致密、块状。角砾岩体对下伏煤层或泥岩层常造成强烈的冲刷或由于压实而形成“底辟”构造。负载构造 (load structure, 图 2 c) 及其他侵蚀—变形构造, (图 2 d) 使之与下伏煤层呈明显的突变接触关系。煤层自身也发生强烈的变形、褶皱。结合角砾岩体的粒度曲线特征、薄片分析、岩石组构等特点, 它们应属于典型的水下重力流—碎屑流沉积的产物。

呈透镜状的小型砂岩体发育于煤层中部 (图 2 d 和图版 I c), 对下伏岩层有侵蚀冲刷但无负载构造, 侧向和顶界面与煤层呈逐渐过渡关系。砂体主要由中—细砂岩及粉砂岩组成, 常具较好的正粒序性。可见多种类型的交错层理, 在侧向相变过渡带附近, 可见清晰的透镜状、波状层理, 相邻的砂体间见直立树干。有趣的是, 一些小型角砾岩体, 对这类砂体的中上部造成明显的冲刷 (图 2 d), 它们被认为是覆水相对较深的沉积环境下, 水下重力流对“水下分流河道”冲刷的产物。

该煤层中所见最大的砂体厚达 25 m, (图版 I e) 宽 80~ 85 m, 对下伏煤层有冲刷现象, 且从东向西 (搬运方向) 具有由若干个铲状冲刷面复合在一起的特点。由下向上, 其岩性构成为含砾粗砂岩 (基质支撑结构, 分选性很差)、中—细砂岩和夹有煤屑的粉砂岩。砂体富含有机质, 色深, 沉积构造不发育。粒度曲线分析可见三个总体, 且在跳跃与悬浮总体间具有重要的过渡带^[10], 结合镜下岩石特征, 认为该砂体为稀性泥石流的产物。

另外, 该煤层底部见有 20~ 35 cm 厚, 呈灰白色且已高岭土化的火山凝灰岩层, 其内含丰富的锆石晶体^[10], 该岩层内部可见水流波痕, 夹少量“线状”煤屑, 具包卷层理。经对其内部锆石形态的分析, 可知为火山喷发成因, 并经过准异地搬运^[10]。

宏观上, 煤层底部具由砂岩透镜体为主, 构成正粒序、反粒序或无粒序的沉积层序。 (图 2 a) 砂岩体侧向上连续性很差, 煤层中部则以发育角砾岩体即重力碎屑流的产物, 和厚层、不成熟的砂岩透镜体即稀性泥石流的产物为特征, (图版 I d) 亦可见与直立树干共生的透镜状以中—细粒为主的长石砂岩体 (图 2 d) 而上部及顶部则以发育成层性好, 具有典型反粒序的砂—泥岩层为重要特征, (图 2 b 和图版 I c) 但此类砂体有时被同生断层所错开, 近断层处常表现为厚度变化较大的砂岩透镜体, 或由若干小型砂岩体的侧列前积构成一个砂岩透镜体。 (图版 I c) 该套煤系地层的充填序列变化为下粗—中细—上粗, 且下部以正粒序为主, 顶部以反粒序为主。煤层内部以发育重力流沉积物, 煤层本身亦以发育滑动构造、揉皱为特征。

通过上述观察与分析可见该煤层形成于能量高, 水体动荡不定, 覆水深度相对较大的水动力条件下。其内部先后发育有水下席状砂体、稀性泥石流、碎屑流、分流河道砂体和相对展布较广的进积式充填砂泥岩体等特征沉积体。同沉积构造及其背景演化分析也表明^[10], 该煤层堆积于盆地构造活动性

强,近物源,盆缘断裂及盆内断层活动期次多,强度变化大及沉积环境覆水深度较大的背景下。

4 La Machine盆地 Varioux超厚煤层的沉积特征

该盆地位于中央地块北缘, Varioux主煤层厚达 39.5 m,从西到东仅延伸 450 m。该煤层受控于一条 N—S 向延伸的同沉积盆内正断层,煤层底界与下伏地层呈角度不整合接触。煤层最厚处的“底板”为重力碎屑流 (debris-flow) 的产物——角砾岩层,不存在根土岩。煤层的“顶板”为多源角砾岩层,成分复杂,与煤层呈突变、侵蚀和冲刷接触关系。

Courel L 等 (1986) 研究认为,该煤层堆积于覆水较深的湖泊环境中,沉积区内并不存在原地生长、发育的植物群落,泥炭是由湖泊周缘的覆水较浅区 (沼泽区) 以及无水、缺水区长成的植物经水流搬运至湖泊内堆积而成的,其搬运—堆积方式为典型的异地堆积模式^[2,8]。

5 法国断陷聚煤盆地厚煤层堆积环境的讨论

通过对上述有共同特点的,均为内陆山间小型断陷聚煤盆地的厚 (巨厚) 煤层内丰富成因标志的分析表明:

a. 煤层堆积的厚度大且相对连续,说明植物碎屑供应充足,供源稳定。当时的气候条件为温暖潮湿,大量成煤 (泥炭) 植物极为发育,这些煤层堆积在盆缘断裂活动性强、盆内同生断层明显控制岩性相带,地貌高差相对较大且物源较近的背景下;

b. 煤层内的重力碎屑流和稀性泥石流的异常发育表明煤层堆积于覆水较深的沉积环境而不是人们传统上认为的大面积沼泽区 (覆水很浅);

c. 煤层内的包卷层理、滑塌、破碎、揉皱等变形构造及大量的沉积构造则表明泥炭 (煤) 堆积于一个不稳定的沉积环境中且经过了再搬运的过程。

这些盆地均发育于活动的构造背景下,盆缘、盆内断层活动强烈,且控制着沉积相带的展布及富煤单元的时空分布;煤层内均发育大量的重力流沉积物——碎屑流、稀性泥石流或浊流沉积物;煤层自身

存在同沉积期的重力滑塌、变形构造和大量的再搬运—再堆积的记录,表明厚 (巨厚、超厚) 煤层在堆积时的湖泊环境为覆水较深、不稳定的沉积环境,且煤 (泥炭) 在初次堆积后经过了再次搬运而成为异地堆积的产物。事实上,在众多的聚煤盆地中,厚煤层内部常夹有大量的重力流沉积物。只是受传统认识的影响,人们有时忽视了它们的存在及其所具有的重要沉积学意义,它们的存在表明了煤层中有很大的部分是异地堆积于较深水环境中的,且成煤环境的水体能量较高 (为活动碎屑环境),而并非通常认为的沼泽覆水区的低能沉积环境。

感谢法国煤炭局的 J LAVERSANNES 总地质师,法国 Dijon 大学 L COUREL 教授和中南煤炭局地质师 M DUMAIN 等国际友人在野外地质考察、室内资料收集等方面提供的便利条件或帮助;本文的完成也受益于吴冲龙教授的多次讨论。

参考文献

- [1] 吴冲龙,王根发,李绍虎,周江羽. 陆相断陷盆地超厚煤层异地成因的探讨 [J]. 地质科技情报, 1996, 15(2): 63~67.
- [2] Courel L, Donsimoni M, Mercier D. La place du charbon dans la dynamique des systèmes sédimentaires des bassins houillers intramontagneux [J]. Mem. Soc. géol. France, N. S., 1986, 149: 37~50.
- [3] Teichmüller M, Teichmüller R. The geological basis of coal formation [A], In: Stach's Textbook of coal petrography, ed. by E. Stach, M-Th Mackowsky, M. Teichmüller, G. H. Taylor, D. Chandra, R. Teichmüller [M]. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1982: 5~86.
- [4] McCabe P. J. Tectonic and climatic controls on the distribution and quality of Cretaceous coals [A]. Geological Society of America, Special Paper [C]. 267, 1992: 1~15.
- [5] 胡益成, 廖玉枝, 李召明. 河南宜洛煤田晚石炭世地层中的异地煤 [J]. 地球科学, 1998, 23(6): 589~594.
- [6] Wang Hua. Analyses géologiques du bassin houiller stephanien des Cévennes (France) [M]. Edition Jamar, 1997, 254.
- [7] Djarar L, Wang H, Guiraud M, et al. The Cévennes Stephanian basin (Massif Central): an example of relationships between sedimentation and late-orogenic extensive tectonics of the Variscan belt [J]. Geodynamica Acta (Paris), 1997, 9(5): 193~222.
- [8] 王华, 吴冲龙, Courel L, Guiraud M. 法国、中国断陷盆地厚煤层堆积机制分析 [J]. 地学前缘, 1999, 6(增刊): 157~166.
- [9] Gras H. Etude géologique détaillée du bassin houiller des Cévennes (Massif-Central français) [R]. Mem. Renéot. Houillères des Cévennes, France, 1970: 305.
- [10] Wang H. Sedimentation et tectonique précoce dans la lère couche de l'Assise de Montceau (Découverte Barrat; Bassin houiller Stephanien de Blanzy-Montceau [D]. D. E. A. Univ. Dijon (France), 1988: 11~17, 34~43.

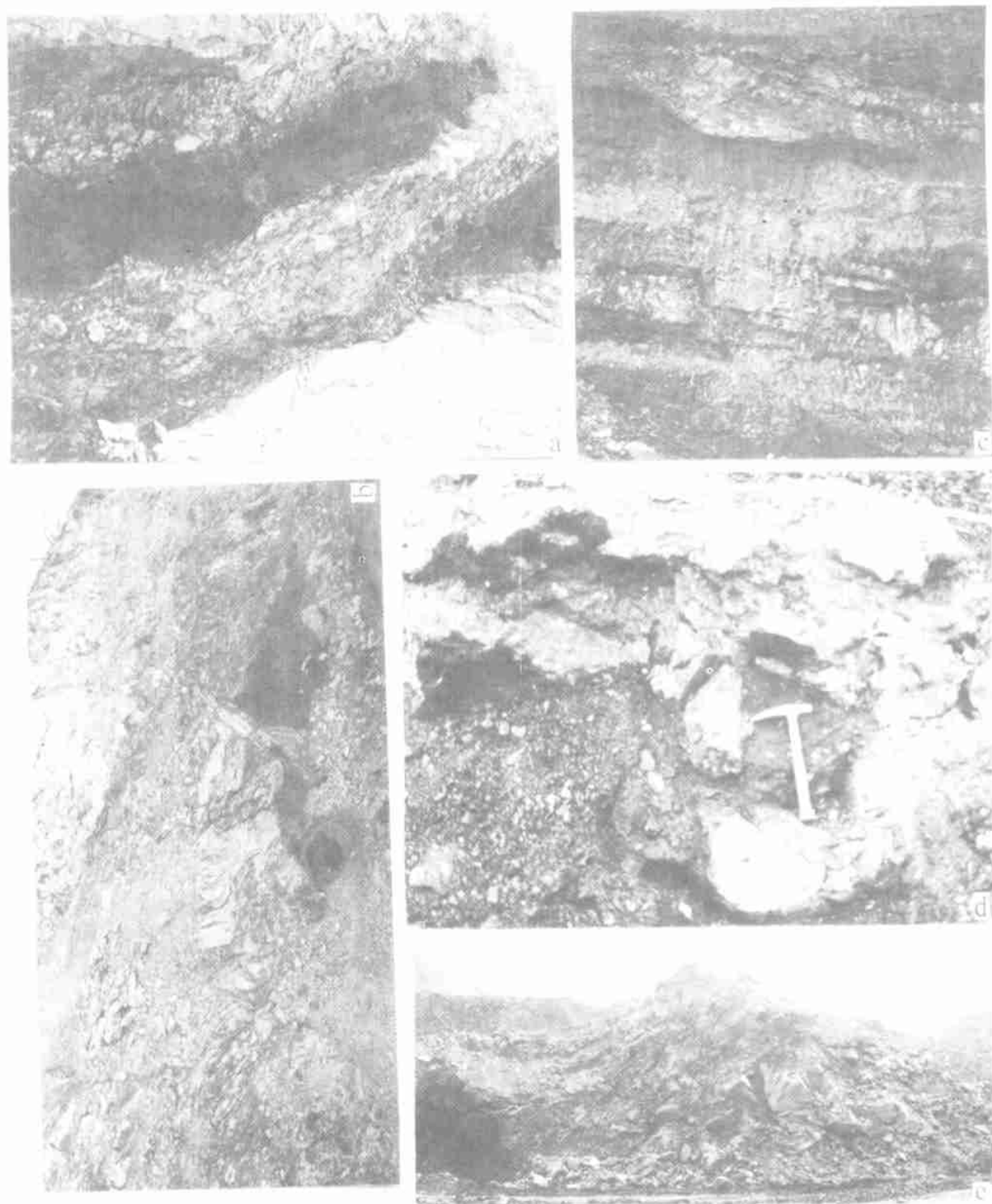
Analysis on the sedimentary conditions of thick coalbeds in French faulted coal basins

WANG Hua, ZHENG Yun-tao (China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

YANG Hong (Xibei Petroleum Geology Office, Wulumuq 830011, China)

Abstract Based on the analysis of the abundant sedimentary indicators of the thick coalbeds in three coal-forming faulted basins on the Massif-Central of France, the distinct accumulation pattern of thick coalbeds and sedimentary conditions are discussed. A new formation mechanism for the intramontagneous thick lacustrine coal (peat) accumulation model is demonstrated. The sub-aquatic gravity current transported the organic (peat) and inorganic clasts formed in lakeshore swamp were formed in active clastic environment, and were associated with various gravity-influenced mudstone and sandstone interlayers. The new thick coalbeds accumulation model can provide reasonable interpretation to genesis of the intramontagneous thick coalbeds.

Key words fault coal basin; thick coal seam; sedimentary conditions; France Massif Central



图版说明:

- 1 法国 Cevennes 盆地 Sans-nom 厚煤层的内部构成和沉积特征
 - a. 厚煤层内夹两层重力滑塌碎屑角砾岩; b. 煤层顶板和煤层本身已强烈变形, 煤层内部夹大量不规则的砂砾岩角砾透镜体
- 2 法国 Montceau (C₁) 盆地第一号超厚煤层内部构成与典型沉积体特征
 - c. 同沉积构造类型及沉积体特征; d. 超厚煤层中夹大量重力碎屑流沉积体; e. 巨厚煤层中的稀性泥石流沉积透镜体