



现代采矿技术国际学术讨论会

论文集

(地质测量)

山东矿业学院

1988年10月

现代采矿技术国际学术讨论会 论文集

(地质测量分册)

山东矿业学院

一九八八年十月

现代采矿技术国际学术讨论会
论 文 册

(地质测量分册)

编 辑：现代采矿技术国际学术讨论会论文集编委会
出 版：山东矿业学院
印 刷：山东矿业学院印刷厂
出版日期：一九八八年九月

前 言

山东矿业学院的教授们有一个良好的愿望：要求和现代采矿技术领域里从事研究的国内外专家、教授们进行学术交流，将近年来的研究成果提供给同行们；同时，也很想了解同行们在这一领域里的新成就。为了使这一愿望能得到实现，我们组织了这次现代采矿技术国际学术讨论会。邀请国内外专家、教授们来泰安进行学术交流，顺便还可登上世界自然遗产之一的泰山，了解其古迹，领略其雄伟。

当我们提出要组织这样一个国际学术会议时，原煤炭工业部给予了大力的支持，并且得到了国家科委的批准及国家自然科学基金委员会的资助。此外，还得到了国内二十六个矿务局、煤矿、设计院等单位的支持与资助。征集论文后，迅速得到国内外同行专家的响应。这次会议在采矿技术、岩石力学、地质测量、矿井建设与系统工程等五个领域内进行交流。这些领域内所交流的最新成果，全部反映在这一论文集中。所以，这一论文集的出版发行，必将达到进一步与世界各国专家交流、探讨这些领域内最近成果的目的。

我作为这次会议组织委员会的主席，在会议的召开、论文出版之际，向支持与资助这次会议的各单位、论文作者和参加会议的国内外专家们致以衷心的感谢！

现代采矿技术国际学术讨论会主席
山 东 矿 业 学 院 院 长

沈光寒

一九八八年十月

13-24/08

编辑前言

现代采矿技术国际学术讨论会于1988年10月在山东矿业学院举行。本次学术会议的目的在于促进国际采矿技术的交流、推动矿业教育、科学研究及采矿业的经营管理。经过专家与教授组成的评审委员会对论文进行了评审，收入论文集的论文共190篇，按学科将论文分成五个部分、四个分册出版，即：采矿工程、岩石力学、地质测量、矿井建设与系统工程。这次会议论文数量多、内容丰富，反映了近年来现代矿业生产、建设与管理科学化的蓬勃发展和岩石力学、矿山压力等学科学术水平的提高。编者相信，这些论文将为发展现代采矿技术、提高科学研究水平做出应有的贡献。

由于本届会议组委会和各国专家、教授与学者们的努力，以及这次会议的筹备工作者们、全体编委的密切合作，才使这本论文集能及时在会前和大家见面，这肯定将对会议的学术交流起到重要作用。为此，编者对作者及各方面的支持者深表感谢！

编者

现代采矿技术国际学术讨论会组织委员会

主 席：沈光寒 山东矿业学院院长，教授

副 主 席：陈冀飞 山东矿业学院副院长，教授
王德民 山东矿业学院副院长，副教授
李传高 山东矿业学院副院长

秘 书 长：杜崇澍 山东矿业学院院长助理，副教授

副秘书长：于润桥 副教授
刘义学 副教授

委 员：田景瑞 教授
宋振骐 教授
冯 豫 教授
陈孟伯 副教授
宋奎武 讲师
田淑芬 高级会计师

现代采矿技术国际学术讨论会论文集编辑委员会

主 编：周文安 教授

副主编：钟发楹 高级工程师
柳吉祥 副教授

编 辑：（以姓氏笔划为序）

于润桥	马金凯	王隆平	尤孩明	白杰平	冯召舒	任福茂	刘 枫	乔世友
乔卫国	安鲁陵	李新平	苏宗武	陆西霞	陈东灵	杨志强	张幼新	张利民
施允春	姚 敏	俞书伟	梁力群	弭尚震	高 航	蒋国安	蒋 宁	靳克祥
虞梦先	魏久传	罗内·凯	南希·赛尔					

地质部分目录

山西宁武煤田朔南勘探区煤层煤质特征及沉积环境控制·····	邵震杰 陈家良 (1)
四川南桐煤田的煤变质作用与瓦斯突出预测·····	黄克兴 谭勇杰 (12)
中国造山带主要特征及其对成煤的影响·····	田景瑞 (18)
鲁西的“×”型断裂体系·····	吕鹏菊 (24)
开采具有岩爆危险煤层的特殊技术·····	(苏) I、M彼特科 赫 夫 (31)
关于长野县上高井地区矿水污染问题·····	(日) 岛田春生 (35)
应用充电法及单极——偶极电阻率法探测断层和溶洞 ·····	(日) 牛岛惠辅 后腾研 (43)
利用地球物理方法和仪器研究煤矿中的岩石·····	(苏) V、M普鲁斯卡亚科夫 (50)
淮南煤田谢家集矿区11和10煤层的煤岩特征 及其含瓦斯性·····	唐修义、杨宜春、吴 俊 (52)
北票矿区煤和瓦斯突出预测的定量解释·····	王大增 (56)
南四湖含煤区遥感影象隐伏地质构造信息初步提取 ·····	李永庆、欧阳贵、江 涛 (59)
突出煤的一种沉积成因标志·····	马兴祥 (63)
关于模糊数学地质应用的若干看法·····	钟显亮 (67)
关于煤炭自燃的研究·····	秦廷武、邵在邦、王春暖 (73)
煤田勘探钻孔数据存贮管理与自动处理系统·····	张明学、郭建斌、熊文革 (77)
关于苏南孤山区龙潭组煤质特征及煤层对比·····	徐榜荣 (83)
山东泰安诺氏古菱齿象相似种化石·····	王明镇、张锡麒 (93)
枣庄矿区井亭矿岩浆活动规律与煤中天然焦分布的关系 ·····	莫德肅 (99)
焦作地区构造格局及其对矿坑涌水的影响 ·····	杨锋杰 (105)

测量部分目录

地下大地测量	(法) 米歇尔·马约德 (111)
中国煤矿中陀螺经纬仪定向测量	桑光灿 (119)
顾及地表运动的变形监测动态优化设计	陶华学、靳奉祥 (123)
观测数据计算公式与预计公式的统一	杨 硕、周国铨 (127)
工作面地质采矿条件对综采的适应性评价	胡振琪、朱晓岚 (132)
感应磁场在矿山测量中的应用	(捷) K·卢多维特 (140)
动态平差及预测	张莲蓬 (146)
论山体下采煤的地面保护	田家琦、陈月华 (152)
山区开采沉陷规律及采动损害防治	何万龙 (157)
开采引起的地表变形的动态预报	贾明海 (163)
下沉盆地曲面的曲率及下沉曲线拐点的分布	杨 硕、石述先 (170)
井下光电测距导线网的精度分析	武文波、朱家钰、田佩俊 (175)
用邻边比率法进行的三边测量相关平差	姚应生 (180)
自由网平差法解析地面摄影测量与变形分析	马金凯、陈国平、李秀坤、陶本藻 (191)
开采沉陷层状随机介质理论的数学模型和实体模型	田治洲、何新义 (196)
矿山测量发展方向	冯克浦 (200)
矿区独立网平差中各种条件方程式的作用	施允春、马金凯、陆健辉 (203)
地表移动参数的动态估计	陈国平、马金凯 (208)
求解条件平差的共轭向量法	张明金 (213)
建筑物及其它井上下设施保护煤柱设计的系统优化	潘辑义 (221)

山西宁武煤田朔南勘探区煤层煤质 特征及沉积环境控制

〔中国〕邵震杰 陈家良（中国矿业大学）

提 要

山西宁武煤田朔南勘探区石炭二迭纪含煤岩系形成于华北聚煤盆地的北部。在奥陶系的基底上沉积了本溪组，太原组，山西组，石盒子组和石千峰组。其形成环境从浅海、滨海潮坪泻湖体系，发展为三角洲体系，再演变为内陆冲积平原河湖体系，为一完整的海退系列。含煤层段主要是太原组和山西组，煤层的形态及厚度变化明显受控于沉积环境的特征。太原组煤层形成于泻湖潮坪、下三角洲平原部份，其煤层厚度与砂体厚度具正相关关系。山西组煤层形成于上三角洲平原及内陆冲积平原，煤层厚度与砂体厚度为负相关关系。环境的控制也显示在煤层的物理性质、宏观及显微组成、矿化特征、化学工艺性质、可选性等。成煤环境是控制该区成煤的关键因素。

一、地质概况

朔南勘探区位于朔县境内，为三面环山的断陷平原，南北长28.5公里，东西宽20公里，石积570平方公里。该区含煤地层为石炭二迭系，含煤岩系主要由陆源碎屑岩，碳酸盐岩和火山碎屑岩组成，属全掩盖式煤田，新生代覆盖层厚200至300米左右。

含煤地层的基底为寒武系和奥陶系，主要为海相灰岩，厚度大于700米，与含煤地层呈假整合接触。

中石炭统本溪组（ C_2 ）：厚33—63米，一般45米，底部为风化残积的褐铁矿（山西式铁矿）和紫色杂色的铝土矿，厚度变化大（7—25米），局部可见一层1米厚的钙质泥质胶结的石灰质砾岩（图1）。中上部一般为粉砂质粘土岩，粉砂岩夹砂岩，含1—4层海相灰岩（层厚0.2—10米），夹0.5米左右的薄煤1—4层。本溪组为浅海、泻湖潮坪沉积。

晚石炭统太原组（ C_3 ）：厚45—112米，一般为100米，为本区主要含煤地层。底部以一层中粗粒石英砂岩（1—18米厚，一般5米厚）与本溪组分界。太原组的岩性为灰白色的中粗粒砂岩，深灰、灰黑色的砂质泥岩、泥岩、炭质泥岩及凝灰岩等，含煤7层。可分为两个含煤组，下含煤组包括7、8、9、10、11号煤层，上含煤组包括5、6号煤层，上下含煤组之间以一层20米左右的中粗粒砂岩分界。煤层中以9号煤最厚，为10—18米，次为11号煤，厚2—6米，其余煤层均较薄。太原组煤层总厚26米，含煤系数达25%。太原组下部为泻湖潮坪沉积，上部为下三角洲平原及上下三角洲平原过渡带沉积。

早二迭统山西组（ P_1^1 ）：厚45—96米，一般50—60米。底部以一层灰白色中粗粒石英

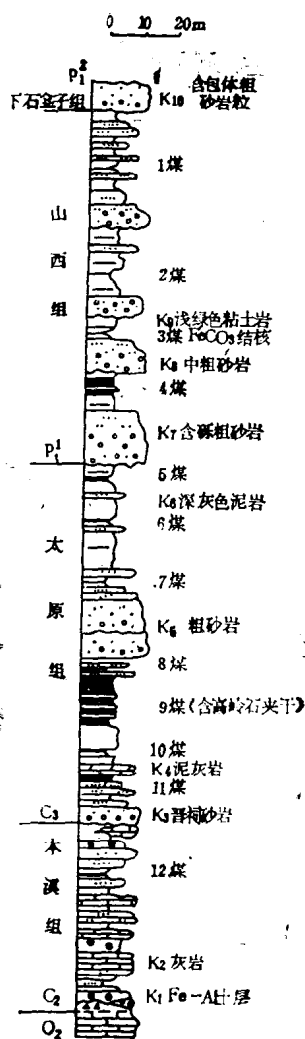


图1 山西朔县勘探区
含煤地层综合柱状图

砂岩(25米左右)与太原组分界。山西组的岩性为灰白色砂岩,灰,深灰色粉砂岩、砂质泥岩、泥岩及凝灰质碎屑岩,含煤4层。主要可采层为4号煤,一般厚6米,2号、3号煤层局部可采,1号煤层不可采。山西组下部为上三角洲平原沉积,上部为下冲积平原沉积。

早二迭统下石盒子组(P_1^2):厚67—152米,一般92米。底部以一层灰白色含泥质包体的中粗粒砂岩与山西组分界。下石盒子组以浅灰、灰绿色中粗粒砂岩为主,夹灰绿、紫色砂质泥岩和泥岩。为内陆冲积平原河湖沉积。

晚二迭统上石盒子组(P_1^2)和石千峰组(P_2^2):上石盒子组厚278米,以紫色、灰绿色泥岩为主,夹灰绿色、灰白色砂岩,底部以一层10米厚的灰色砂岩与下石盒子组分界。石千峰组在本区另呈出露,厚仅40米,由砖红色砂质泥岩、黄色砂岩组成,底部以一层黄白色砂砾岩与上石子组分界。上石盒子组和石千峰组为干燥气候下的陆相河湖沉积。

新第三系上新统(N_2):厚170米。以棕红色亚粘土、亚砂土为主,含钙质结核层及数层不稳定的砾石层,半固结。与下伏地层不整合接触。

第四系更新统——全新统(Q_1-Q_4):厚300米,变化大。为棕红、灰绿、灰黄色的亚沙土和亚粘土为主,夹砾石层,淡水灰岩,泥炭层等。为内陆的洪积、坡积及河湖沉积。

本区的地质构造基本为一个走向南北的开阔平缓的不对称向斜,西翼倾角 $10^{\circ}-25^{\circ}$,东翼 5° 左右,向斜内有小的波状起伏。区内多为东西向的高角度正断层,部份为北东向的,也有少量的逆断层。

二、含煤岩系的沉积环境

本区含煤岩系形成时,北面西面为阴山古陆,东南部为五台隆起,它处于两者中间的坳陷区。太原组、山西组的沉积,基本为滨海泻湖潮坪→三角洲→内陆冲积平原,为一典型的海退式沉积系列(图2)。

太原组下部(太原组底部至9号煤层)为泻湖—潮坪沉积。由泻湖泥岩、泥灰岩沉积,泥坪、砂坪、混合坪的泥岩、粉砂岩和砂岩沉积,以及泻湖潮坪泥炭沼泽沉积组成。沉积物有细互层水平层理、波状、透镜状及脉状等潮汐层理,生物扰动构造,含黄铁矿结核,常见咸水、半咸水的动物化石,如腕足类,有孔虫,介形虫和腹足类化石有壳薄个体小的辨鳃类化石及舌形贝等。砂岩成分较纯,为石英砂岩,分选园度较好,砂体形态多为席状、岛状、短条带状,厚度只有几米。粒度累积曲线显示了明显的双跳跃段特征。

太原组中部(9号煤顶至6号煤底)为下三角洲平原沉积。主要为水下分流河道砂和三

角洲前缘河口砂坝砂的沉积，为含砾的粗、中、细粒长石石英砂岩，分选园度中等，可见大型交错层理。分流间湾及泻湖潮坪沉积主要为泥岩，粉砂质泥岩，粉砂岩和煤层，含植物化石碎屑，舌形贝特化动物化石，具细互层水平层理及各种潮汐层理。

太原组上部（6煤顶至太原组顶）为上下三角洲平原过度带沉积。有分流河道砂岩，分流间湾的泥岩、粉砂岩以及堤岸沼泽及间湾泥炭沼泽沉积。6煤和5煤顶板泥岩中常见舌形贝动物化石，植物化石碎片，具水平层理，波状层理，有菱铁矿结核。其它岩层中可见槽状交错层理，波状层理，透镜状层理，变形层理等，植物化石常见。煤层较薄，但层位稳定。

山西组下部（山西组底至3号煤顶板）为上三角洲平原沉积。主要为分流河道和决口扇砂岩，为岩屑质石英砂岩，分选园度较好，含包体，具大型交错层理（板状层理和槽状层理），正粒序层理明显。还有天然堤，泛滥盆地的粉砂岩，泥岩，粉砂质泥岩和煤的沉积，常见植物化石碎片，动物化石少见。煤层厚度变化较大，有冲刷现象，煤中黄铁矿少，含硫量低。

山西组上部（3号煤顶板至山西组顶）为内陆冲积平原沉积。主要有曲流河河道砂岩，决口扇砂岩，为长石岩屑砂岩、分选园度中等，具大型板状交错层理。还有天然堤，岸后沼泽，泛滥盆地，湖泊的粉砂岩，粉砂质泥岩、泥岩和煤的沉积，一般为水平波状层理、水平层理，透镜状层理等，含较多植物化石碎屑，动物化石少见。煤层厚度小，而且不稳定。

三、沉积环境对煤层厚度变化的控制

本区煤层的厚度及其变化特点受到沉积环境的明显控制。

太原组的11、10、9、8号煤层形成于滨海泻湖潮坪环境，7、6、5号煤层形成于下三角洲分流间湾及堤岸沼泽环境，煤层厚度变化受环境控制，与砂体厚度基本为正相关关系。从图3可以看出，北部煤层总厚最大，为25—30米，往中部变薄，为18—25米，往南部更薄，12—18米。从图4可看出，北部厚度大，为85—105米，中部最薄，为62—85米，南部中等，为80—90米。从图5看，北部砂体最厚，为25—42米，中部砂体最薄，为10—25米，南部砂体中等，为25—35米。通过这三张图的对比和环境分析表明，北部总体为下三角洲平原环境，砂体较厚，地形较高，沼泽化时间较长，故煤层较厚。中部总体为泻湖潮坪地区，砂体薄且少，沉积物细，由于复水较深，沼泽化时间比较短，煤层厚度中等。南部为砂坝障壁环境，虽然砂体厚度及总的沉积厚度较中部大，但由于靠近浅海，地形较低，水较深，沼

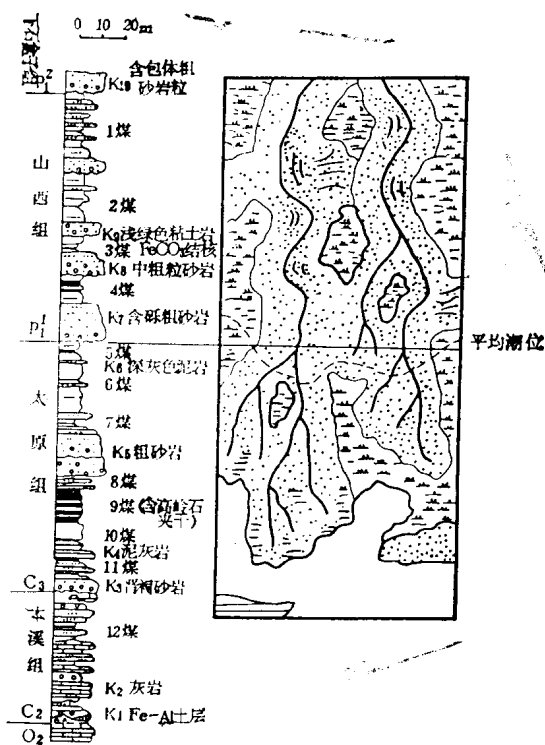


图2 山西朔县勘探区含煤地层综合柱状和沉积环境示意图

泽化时间短，故煤层总厚度较小。总的讲，太原组煤层厚度与砂体厚度基本为正相关关系，由于基本为水下沉积，砂体厚的地方、水比较浅，有利于沼泽化，当然还受地理位置的影响。

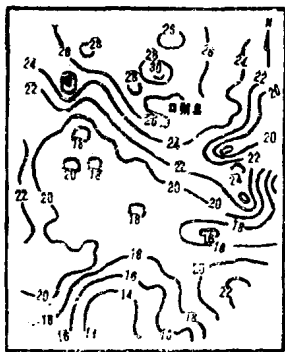


图3 太原组煤层总厚等值线图

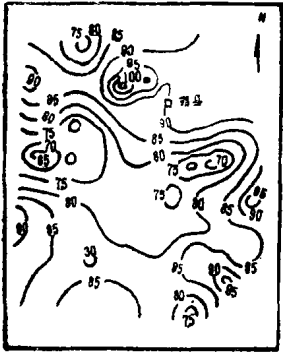


图4 太原组厚度等值线图

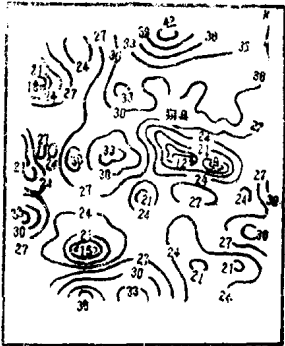


图5 太原组砂岩总厚等值线图

太原组11号煤层是在泻湖潮坪环境中形成的，其底板泥岩为泥坪沉积，顶板泥灰岩为泻湖沉积，含黄铁矿，水平层理。11煤厚0—6.9米，含夹于0—6层，煤层层位稳定，但厚度变化较大，北部较厚（3—6米），中部较薄（0—1米），南部中等（1—3米），见“11号煤层等厚线图”（图6）。从图7可看出，北部砂岩厚度大（8—12米），中部砂岩厚度最小（2—6米），南部砂岩中等（6—10米）。从图8看，北部间距大（12—25米），中部最小（3—9米），南部中等（9—20米），与砂体厚度是吻合的。通过这三张图的对比和环境分析，北部应为三角洲前缘砂的沉积，地形较高，易沼泽化，故煤层厚。中部为泻湖环境，砂少，水较深，不利于沼泽环境的保持，煤层薄。南部为砂坝沉积，地形稍高，对沼泽化较有利，故煤层也较厚。11号煤层的厚度与砂体厚度为正相关关系，即砂体厚，煤层也厚，砂体薄，煤层也薄。

太原组9号煤层，厚4—18米，一般12~16米，含夹于0—11层，一般为5层，煤层层



图6 11号煤层厚度等值线图



图7 11煤—C₃底砂岩等厚线图

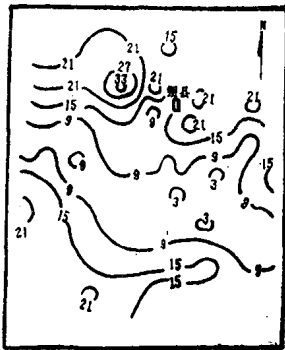


图8 11煤—C₃底厚度等值线图

位稳定，全区可采，是本区主要可采煤层。煤层在北部，东南部及西部较厚，一般为14—18米，而中部南部较薄，一般为10—14米（图9）。10号煤层至9号煤层间基本为泻湖的泥岩及粉砂质泥岩沉积，含舌形贝化石。砂岩很薄，仅1—3米，呈北东方向条带分布，可能为潮沟沉积（图10），地形较低，水较深。故9煤层在该条带上较薄，其它地区水较浅，加上当时地壳稳定，地形较平坦，故形成了厚度较大的9煤层。

山西组的4、3、2号煤层，形成于上三角洲平原和内陆冲积平原的分流河道和曲流河的岸后沼泽或泛滥盆地中，煤层的厚度和变化受分流河道及其周围环境的控制明显。从图11看出，西北部煤层最厚，为8—13米，东南部也较厚，为8—12米，而东部至西部的长条带状地区煤层最薄，为2—6米。从图12看，西北部和东南部薄，为40—60米，而由东部向西南部的长条带地区厚度最大，为70—90米。



图9 9号煤层厚度等值线图



图10 9—10煤间砂岩等厚线图



图11 山西组煤层总厚等值线图

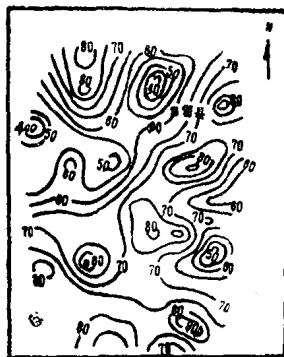


图12 山西组厚度等值线图

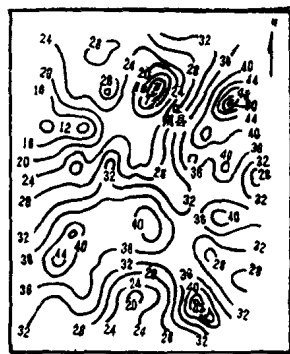


图13 山西组砂岩总厚等值线图



图14 4号煤层厚度等值线图

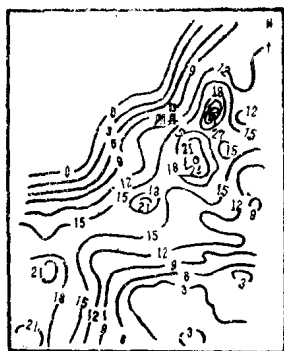


图15 4—5煤间砂岩等厚线图



图16 4—5煤层间距等值线图

从图13看，东部至西南部的长条带砂岩最厚，为30—64米，往西北部和东南部变薄为30—10米。通过这三张图的对比和环境分析，由东部向西南部的厚砂带，应为分流河道的位置，不利于成煤，故煤层很薄。而西北部 and 东南部应为岸后沼泽或泛滥盆地，砂岩少，利于沼泽发育，故煤层厚。上述分析明显看出，煤厚变化受河道控制、煤层厚度与砂体厚度为负相关关系，即砂体厚，煤层薄，砂体薄，煤层厚。下面对主要可采煤层4号煤层进行具体分析。4号煤层厚0—12.8米，一般4—10米，含夹于0—9层，一般2—4层。煤层厚度变化有规律性，西北部最厚，为6—12米，东南部也较厚，为6—10米，而从东部向西南部有一变薄带，煤厚仅2—4米（图14）。从“4号煤至5号煤间砂岩等厚线图”（图15）看，本区有自东北流向西南的上三角洲平原分流河道，此位置上砂岩最厚（15—27米），向西北部及东南部砂岩变薄甚至消失。从“4号煤至5号煤间距等值线图”（图16）看，与砂体厚度变化是吻合的，西北部4、5煤的间距小于3米，东南部也只有几米，而分流河道位置上间距达18—32米。上述分析看出，煤厚变化受河道和周围环境控制，煤厚与砂体厚度为负相关关系。4号煤沉积时的地理景观见图17。



图17 4煤层沉积时的古地理环境

四、沉积环境对煤岩特征和煤的化学工艺性质的影响

山西组与太原组的煤层，由于沉积环境不同，煤的宏观特征、显微组成、矿化特征、物理性质也不一样。

山西组的2、3、4号煤层，形成于内陆冲积平原曲流河和上三角洲平原分流河道的岸后沼泽或泛滥盆地中，为淡水沼泽。由于洪泛水滥，夹带泥砂的洪水经常漫过天然堤而带至泛滥盆地中，由于水流的活动，沼泽水中的氧气比较多。所以2、3、4号煤层的宏观煤岩类型以半暗型煤和暗淡型煤为主，半亮型煤较少，光亮型煤更少见（表1）。从显微组成看，镜质组含量较低（26%），丝质组和半丝质组含量较高（27%），矿物杂质的含量也较高（28%）。显微煤岩类型多为角质、丝质、孢子暗煤或亮暗煤，部份为暗亮煤。由于为淡水的酸性介质环境，成煤植物分解不彻底，故结构镜质体比较常见。由于沼泽中经常有水流活动，成煤植物及其碎屑经常被搬运，故显微煤岩组分比较破碎，如常见厚壁角质层有氧化边，裂缝，溶蚀孔、波解以至破碎为碎片，树脂体也见有氧化现象。煤中各种显微组分常杂乱堆积在一起，形成浸状、斜波状层理（图版I，1—7）。煤中的矿物杂质较多，其中粘土矿物占绝大多数，多呈团块状，透镜状，颗粒状散布在有机质中，部份以微粒状充填在植物胞腔中。煤中有少量的黄铁矿结核及微粒，个别充填胞腔。还有少量的石英微粒，菱铁矿结核和后生方解石脉。

太原组的5、6、7、8、9、10、11号煤层，形成于下三角洲平原的分流间湾及泻湖潮坪的半咸水至咸水的环境中，水动力条件较差，沼泽水中氧气较少，为较还原的环境。故太原组煤层的宏观煤岩类型以半亮型煤为主，次为半暗型和暗淡型煤，少量的光亮型煤，煤中可见较多的黄铁矿结核。显微煤岩组成中，镜质组的含量比山西组的煤高（45%），丝质组和半丝质组含量较低（21%），矿物杂质的含量也相对低一些（16%）。显微煤岩类型以

各煤层形成环境与煤岩特征对比表

表 1

煤层号	形成环境	宏观煤岩类型	显微组成										反射率 R _{max} %	显微煤岩类型	显微特征			
			V	SV	SF	F	E	有机	无机粘土	黄铁矿	石英	方解石				菱铁矿		
2	内陆冲积平原曲流沼泽或泛滥盆地	半暗型和暗淡型煤为主，其次为半亮型煤	25	5	8	12	20	70	30	29	—	1	—	0.60	孢子角质 丝质	暗煤为主	厚壁角质层搬运、破碎、浸解、氧化各组分混杂波状、斜波状层理	
3			25	5	8	20	15	73	27	25	—	1	1	0.63	角质 丝质	暗煤为主 亮暗煤		
4	上三角洲平原泛滥盆地	半暗型煤为主，其次为暗淡型和半亮型煤	27	5	10	21	12	75	25	23	0.5	0.5	0.5	0.65	丝质 角质 木栓	暗煤为主 亮暗煤		
5	下三角洲平原沼泽、分流间湾、潮坪环境	半暗型煤为主，其次为暗淡型和半亮型煤	47	6	7	11	9	80	20	12	2	5	0.5	0.62	丝质 角质 木栓	暗煤为主 亮暗煤		
6			46	12	12	9	10	89	11	8	2	0.5	0.5	0.61	孢子角质	暗煤为主 亮暗煤		
8	泻湖潮坪环境	半亮型煤为主	56	5	6	10	13	90	10	5	4	0.5	0.2	0.3	0.59	孢子角质 丝质 角质	暗煤为主 亮暗煤	F、SF组分多角质氧化、破碎富集，有搬运现象
9		半亮型和半暗型煤为主	35	11	15	13	12	86	14	11	2.5	0.2	0.2	0.1	0.60	角质 丝质	暗煤为主	
10		半亮型煤为主	57	5	5	4	12	83	17	10	6	1		0.58	矿化 孢子角质 丝质	亮暗煤 暗煤为主		
11		暗淡型煤为主	28	5	9	21	12	75	25	21	3	1		0.63	角质 丝质	暗煤为主		
12	浅海—泻湖潮坪	半亮型煤为主	63	2	1	2	13	81	19	2	17			0.54	矿化 孢子角质	亮暗煤为主	黄铁矿结核微粒很多，遍布有机质中	

角质、丝质、孢子暗亮煤、亮煤为主,部份为亮暗煤及暗煤,由于为半咸水至咸水的碱性介质环境,成煤植物分解比较彻底,故结构镜质体较少见,绝大部份为无结构镜质体。煤中矿物质也以粘土矿物为主,但黄铁矿的数量明显增多(2—6%),以结核状,草莓状,微粒状散布在有机质中,部份充腔植物胞腔,尤以8煤和10煤中黄铁矿最多。煤中的石英微粒,菱铁矿结核及一些后生方解石脉数量较少。值得注意的是9号煤和11号煤,镜质组含量较低,丝质组半丝质含量较高,而黄铁矿数量较少。显微组分比较破碎,常见角质层的裂缝、溶蚀孔,浸解破碎等现象,角质层有时富集在一起(图版Ⅰ, 1—6),可见波状,斜波状层理。造成这种情况的原因,可能是在沉积的某些时间里,潮后作用及波浪作用较强,造成成煤物质的搬运、破碎、富集作用,并由于氧气的增多,造成较氧化的环境,使丝质组增多,黄铁矿减少。

沉积环境不同,也影响到镜质体的性质。山西组的煤层形成于陆相的酸性介质中,形成贫氢的无结构镜质体,反射率较高($R_{\text{max}}^0=0.63\%$)。而太原组的煤层形成于过渡相的碱性介质环境中,形成富氢的无结构镜质体,反射率较低($R_{\text{max}}^0=0.60\%$)。本溪组的煤层形成于浅海至过渡相的碱性介质环境,无结构镜质体的反射率更低($R_{\text{max}}^0=0.54\%$)。这种下部比上部反射率低的反希尔特定律现象,是由于不同环境下形成的镜质体性质不同而引起,并不是由于变质程度不同而引起。

沉积环境不同,也造成煤在化学组成、工艺性质和可选性等方面的差异(表2)。山西组的煤层形成于陆相河流的泛滥盆地中,煤的灰分较高($A^s=31\%$),硫分低($S_{\text{a}}^s=0.43\%$),挥发份较低($V^s=41.5\%$),粘结性较差($y=4\text{mm}$, $G_{\text{RI}}=13\%$),煤的发热量较低($Q_{\text{DT}}^s=5100\text{卡/克}$)。煤灰成分中, SiO_2 和 Al_2O_3 的含量高(86%),而 CaO 、 MgO 、 Fe_2O_3 的含量较低(7.0%), $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}/\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ 比低值(0.08),-1.4精煤回收率低(26%),煤的可选性差(中煤53%),为极难选煤。太原组的煤层形成于半咸水的泻湖潮坪环境,煤的灰份较低($A^s=25\%$),硫份高($S_{\text{a}}^s=2.90\%$),挥发份较高($V^s=42.5\%$),粘结性较好($y=5.6\text{mm}$, $G_{\text{RI}}=28\%$),煤的发热量较高($Q_{\text{DT}}^s=5925\text{卡/克}$)。煤灰成分中, SiO_2 和 Al_2O_3 的含量低(74%),而 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 的含量较高(19.7%), $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}/\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值高(0.26),-1.4精煤回收率较高(53%),煤的可选性比山西组煤稍好一些(中煤33%),也为极难选煤。上述分析看出,该区过渡相形成的煤化陆相的煤在化学工艺性质方面要好一些,唯硫含量高是一个难以解决的问题。

工作中得到原煤炭部173煤田地质勘探队周大荣、星金仲、余克纯、赵长伟、董明、孙达山及其它同志的热情帮助,在此表示感谢。

各煤层部份化学分析指标对比表

表 2

煤层号	灰份 A %	硫份 S _Q %	磷份 P %	挥发份 V %		粘 结 性 胶质层厚度 Y _{mm} 粘结指数 GRI %	发热量 g Q _{DT} 卡/克	主要灰成分 %					SiO ₂ + Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ +Cao +Mgo
				原煤	精煤			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cao	Mgo		
2	32.68	0.51	0.016	42.82	42.76	4.7	16.5	55.96	34.76	3.27	1.05	0.46	90.73	0.053
3	28.60	0.38	0.009	42.00	41.60	4.7	13.0	55.52	32.87	2.83	1.37	0.75	88.59	0.056
4	30.90	0.42	0.002	39.80	39.45	3	9	43.30	35.65	6.10	4.08	0.96	78.95	0.141
5	25.23	1.67	0.015	42.40	41.80	4.8	24	55.70	30.03	7.74	1.31	0.39	85.73	0.110
6	20.18	2.61	0.010	41.48	40.47	5.2	18	46.86	28.49	14.18	3.25	1.30	75.35	0.249
8	23.49	3.46	0.027	44.09	44.06	7.4	41	46.81	29.11	15.76	2.35	1.20	75.92	0.254
9	22.64	1.91	0.038	40.53	39.67	4.5	20	42.14	34.90	6.4	7.21	0.98	77.04	0.189
10	28.02	4.24	0.058	45.07	44.00	6.9	38	35.25	23.23	27.78	7.51	0.63	58.48	0.614
11	31.54	3.51		41.29	38.02	4.7	23	45.70	33.83	13.52	2.61	0.66	79.53	0.211
12	34.05	5.64		44.90	42.38	5.5	15							