

新疆伊犁盆地南缘中新世以来构造演化 与聚煤规律研究

李盛富^{1,2}, 陈洪德¹, 周剑², 王谋², 任满船², 王冰², 阿种明²

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 核工业二一六大队, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:新疆伊犁盆地以其丰富的煤碳和铀矿资源倍受专家与学者的高度关注,特别是伊犁盆地南缘。笔者从煤矿勘查角度,运用构造地质学、煤田地质学、沉积学的理论,从构造应力作用强度方面阐述伊犁盆地南缘现存的构造特征、构造格局以及含煤地层中下侏罗统水西沟群的沉积特征和赋煤性。笔者分析了古气候和沉积环境与聚煤关系,认为水西沟群是在温暖潮湿古气候条件下形成的冲积扇-扇三角洲体系的产物,有利于泥碳沼泽环境的形成,特别是西山窑组具备形成稳定而厚大煤层的基本条件。笔者重点分析中新世以来的构造演化过程对煤矿的形成与保护作用,认为区域构造背景直接决定了盆地的形成与演化,从而影响着研究区成煤环境与赋煤潜力;构造格局或构造特征是成煤后构造演化的结果,即其活动影响着煤层成藏或保存程度;构造作用的差异性影响着煤层的保存状态和分布范围。

关键词:构造演化,聚煤规律,水西沟群,伊犁盆地南缘

中图分类号:P618.11

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2016)02-0220-09

Tectonic Evolution and Coal Accumulation about the Southern Margin of Yili Basin in Xinjiang since Middle Cenozoic Era

LI Shengfu^{1,2}, CHEN Hongde¹, ZHOU Jian², WANG Mou², REN Manchuan²,
WANG Bing², A Zhongming²

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan China; 2. No. 216 Geologic Party, CNNC, Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract: The Yili basin is famous for its rich resources of coal and uranium, especially in the southern margin of this basin. From the angle of coal exploration, the tectonic pattern, sedimentary characteristics and coal bearing strata of the Middle-Lower Jurassic Shuixigou Group in the southern margin of the Yili basin have been studied in this paper through using the theory of structural geology, coal geology and sedimentology. After studying and analyzing the paleoclimate and sedimentary environment that related to coal accumulation, it's believed that the Shuixigou Group is a product of alluvial fan-fan delta system that formed in the warm and moist climate, which is beneficial to the formation of peat swamp environment, especially the Xishanyao

收稿日期: 2015-05-23; 修回日期: 2015-12-26

基金项目: 中央返还两权价款资金项目“新疆伊犁盆地南缘(煤碳资源开发区)放射性地质环境现状调查”(S15-2-LQ01)

作者简介: 李盛富(1973-), 男, 陕西淳化人, 高级工程师(研究员级), 成都理工大学在读博士, 主要从事铀矿和煤矿地质找矿工作。E-mail: Limishan2002@126.com

Formation has basic conditions for forming stable and thick coal seam. This paper focuses on analyzing how the structures evolution since Millde Cenozoic era affect and control the formation and mineralization of coal. The results show that the regional tectonic background determinesthe formation and evolution of the basin, thus affecting the coal forming environment and coal potential in this studying area. The structure or structural features serve as the results of tectonic evolution after coal-forming, that is, the tectonic activities affect coal accumulation orpreservation, and the difference of tectonic activities impact the preservation state and distribution of coal seam.

Keywords: tectonic evolvement; coal accumulation; Shuixigou Group; southern margin of Yili Basin

新疆伊犁盆地以其丰富的煤碳和铀矿资源倍受专家与学者的关注,特别是伊犁盆地南缘。前人针对本地区铀矿方面广泛而深入研究,如铀矿的形成机理、成矿条件、成矿类型、成矿规律、物质成分、开采方式等进行了细致的研究,总结为伊犁模式。但在煤碳方面的研究就少了很多,且多是区域沉积环境与聚煤研究(敖卫华等,2012;张井等,1996;马帅等,2012),主要原因是本地区为多家地勘单位立足不同矿种进行勘查,虽工作程度较高,但资料不能共享。笔者利用大量铀矿勘查形成的资料,加上近年来在本地区做过多个大型煤矿勘查项目取得的地质成果,从构造地质学与沉积学方面初步分析伊犁盆地南缘含煤地层水西沟群的成煤环境、沉积特征以及构造演化与构造强度对煤碳资源的形成和保藏的影响,为本地区进行煤碳研究与煤碳勘查提供参考。

1 伊犁盆地地质概况

伊犁盆地在大地构造单元划分上归属于天山造山带中的伊犁-中天山微地块,是在塔里木板块和哈萨克斯坦板块的南北对冲挤压应力作用下形成的中生代内陆山间拗陷盆地。依据区域地质构造特征,将伊犁盆地划分为两山三盆共5个次级构造单元(张国伟等,1999)。盆缘出露的地层主要为第四系、侏罗系、二叠系及零星的石炭系(图1)。其中水西沟群仅分布于盆地南北缘山前地段,大部分被第四系覆盖;从上到上依次为八道沟组、三工河组 and 西山窑组,各组特征为:八道湾组(J_1b)厚度约110 m,以灰色砂砾岩为主,向上粗砂岩、中砂岩、细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩,顶部第五煤层厚1.80~3.50 m,分布相对稳定,为区域标志层。三工河组(J_1s)厚度35~70 m,以泥岩为主,中部夹有细砂岩

和粉砂岩和薄煤层。西山窑组(J_2x)厚度80~225m,由稳定性不一的下粗上细的多个正韵律沉积组合构成。岩性为灰色、褐黄色粗粒砂岩、含砾粗粒砂岩为主,夹中细粒砂岩及灰色泥岩、粉砂岩、泥岩和煤层,第八和第十煤层发育较为稳定,为区域标志层。

盆地北缘 NWW 向科-博断裂系和南缘 NEE 向的苏阿苏断裂控制盆地构造格局,形成西宽东窄的楔形。白垩纪开始,盆地受后期构造运动改造,盆地内构造形态具有南弱北强、西弱东强的特点。盆地次级构造单元分为南部斜坡、中央凹陷、北部断隆。目前已发现的煤层均位于盆缘斜坡带。盆地经历了三叠纪盆地强挤压的萎缩、侏罗纪盆地挤压应力衰减或撤除下的扩展、新生代强挤压下强烈隆升的断陷-拗陷盆地形成的演化历史。

2 伊犁盆地南缘构造特征

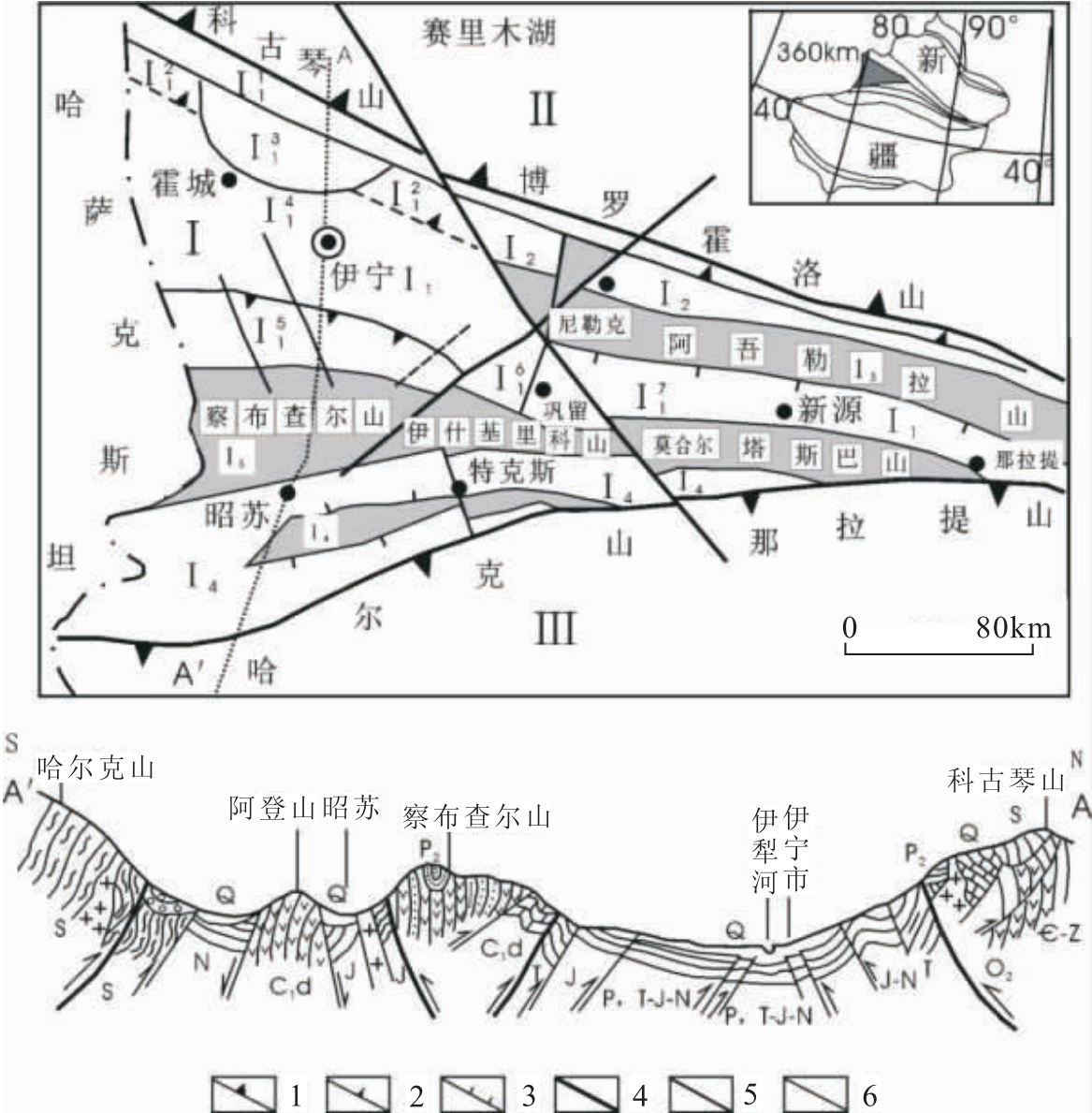
伊犁盆地盆内沉积区和盆缘隆起区呈东西分割特征,可能属前侏罗纪反 EW 向构造形迹,控制侏罗纪聚煤期山间盆地煤系地层发育(李绍虎等,2013),而盆地南缘残存的构造形迹正是中生代以来这一构造运动的表现,在不同地段表现程度不同。南缘的逆冲断裂(F_1)控制着盆地的发展和改造,伴生的断裂构造。如 F_2 等使盆地南缘进一步改造而形成多个次级构造单元(图2)。

在新生代挤压应力作用下,在伊犁盆地内部形成了一系列的断裂和褶皱构造。其中以断裂构造活动为主,褶皱构造多为与断裂构造紧密联系的次生构造。

盆地南缘的西部构造活动较弱,表现为一系列舒缓的背斜和向斜构成的单元,但总体呈向北缓倾

的单斜构造。中部扎吉斯坦地区由于本构造单元位于西部构造相对稳定区与东部构造相对活动区的过渡部位,构造活动在盆边强烈,向盆地内迅速减弱,具有过渡区特征,属扎吉斯坦屈状向斜的东北部,侏

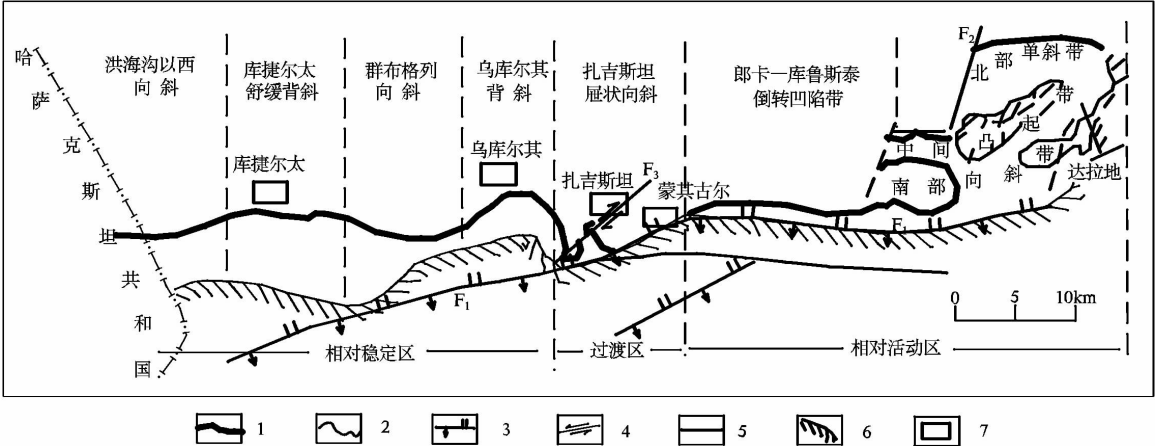
罗系与石炭系火山岩、灰岩沿盆缘断裂呈断层接触,局部地段受逆冲断裂影响,地层直立或倒转(蒙古古尔铀矿床东部),随地层向盆内延伸,岩层倾角急剧变缓为 $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$,倾向北或北北西。



I. 伊犁盆地; I₁. 伊宁-巩乃斯叠合断拗陷; I₁¹. 北缘断坡带; I₁². 北缘同生断陷带; I₁³. 霍城断凸区; I₁⁴. 中央洼陷带; I₁⁵. 南部斜坡带和南缘逆冲断陷带; I₁⁶. 雅玛图-白石墩凸起; I₁⁷. 巩乃斯凹陷; I₂. 尼勒克斯陷; I₃. 阿吾拉勒断块隆起; I₄. 昭苏断陷; I₅. 察布查尔逆冲推覆山地; II. 科古琴-博罗霍洛-依连哈比尔尕早中中生代陆内裂陷造山带; III. 哈尔克-那拉提早中中生代活动陆缘碰撞造山带; 1. 一级逆冲断层; 2. 二级逆冲断层; 3. 三级正断层; 4. 一级断层; 5. 二级断层; 6. 三级断层

图1 伊犁盆地构造区划及盆地结构图(据张国伟等,1999)

Fig. 1 Tectonic division and structure map in Yili basin (After ZHANG Guowei, 1999)



1. 八煤露头;2. 地质界线;3. 逆断层;4. 压性平移断层;5. 性质不明断层;6. 蚀源区;7. 轴矿床

图 2 伊犁盆地南缘中生界构造示意图

Fig. 2 Mesozoic structural schematic diagram in the southern margin of Yili basin

盆地南缘中东部郎卡—库鲁斯泰一带为倒转凹陷带,构造活动强烈,逆冲断裂使地层盆地直立或发生倒转,盆内则急剧凹陷。盆地东端库鲁斯泰—达拉地带构造活动较强烈,在盆缘断裂和库鲁斯泰—苏阿苏河东的北北东向折线式隐伏断裂(F_2)夹持区,发育产状较大、形态不规则的近东西轴向的南部向斜带、中间凸起带和北部单斜带:南部向斜带受南—北、东—西 4 个方向的构造应力作用而形成了一系列复杂的不对称盆式向斜和鞍状背斜构造形态,东西长为 18 km,南北宽为 4~6 km。自西向东依次为库鲁斯泰向斜、阿克巴斯达吾背斜、苏阿苏盆式向斜、察布查尔背斜、察布查尔盆式向斜、达拉地盆式向斜;中部凸起带以隆起剥蚀为主,东西长为 18 km,南北宽为 2~4 km,具有西窄东宽特点;北部单斜带以沉降为主,东起 734 厂,西到苏阿苏东岸,沿近东西向延伸 8 km,倾向延伸大于 4 km。

3 含煤地层水西沟群沉积特征与含煤性

含煤地层中下侏罗统水西沟群,是一套在潮湿气候条件下形成的灰色为主的含煤碎屑沉积,沉积厚度不等,属辫状河冲积扇—扇三角洲—曲流河体系(李盛富等,2006)(图 3)。水西沟群在盆地南缘较大水系附近均不同程度的出露,含煤地层总真厚度为 135.06~376.19 m,平均为 291.77 m。岩性以

灰色、灰绿色、灰黑色为主的砂砾岩、含砾砂岩、砂岩、粉砂岩、泥岩和不等厚煤层,普遍含有碳屑和碳化植物碎片、白云母和黄铁矿晶体或集合体,并且细粒组分中白云母和碳屑含量明显增多。其上覆地层埋深变化较大,一般为 0~500 m,在研究区中东部郎卡地区埋深为 1 200 m 以上,为煤碳勘查带来一定的难度。

水西沟群自下而上发育 13 层煤,其中 M1、M5、M8 和 M10 最为稳定,可作为区域标志层,以煤层为界将这套存在多个沉积旋回并以灰色调为主的含煤建造划分为 3 个组,即 M1~M5 为八道湾组,M5~M6 为三工河组,M6 以上为西山窑组。具有可采煤层 8 层,其中 M1、M5、M8、M10 煤层为全区可采煤层,M3、M5、M7 等 3 个煤层为大部可采煤层,M9 为局可采煤层;M2、M4、M6、M11、M12、M13 属不可采煤层。可采煤层平均厚度为 35.62 m,可采含煤系数为 12.21%。

本区煤层厚度大,结构简单—较简单,属稳定—较稳定煤层,煤质以不黏煤(31BN)为主,是优质的火力发电和煤化工用煤,也可做工业锅炉用煤及民用煤。

4 聚煤规律研究

据本地区钻孔资料揭露的煤岩的宏观特征和样品分析煤岩的微观特征可知,伊犁盆地的煤相为干

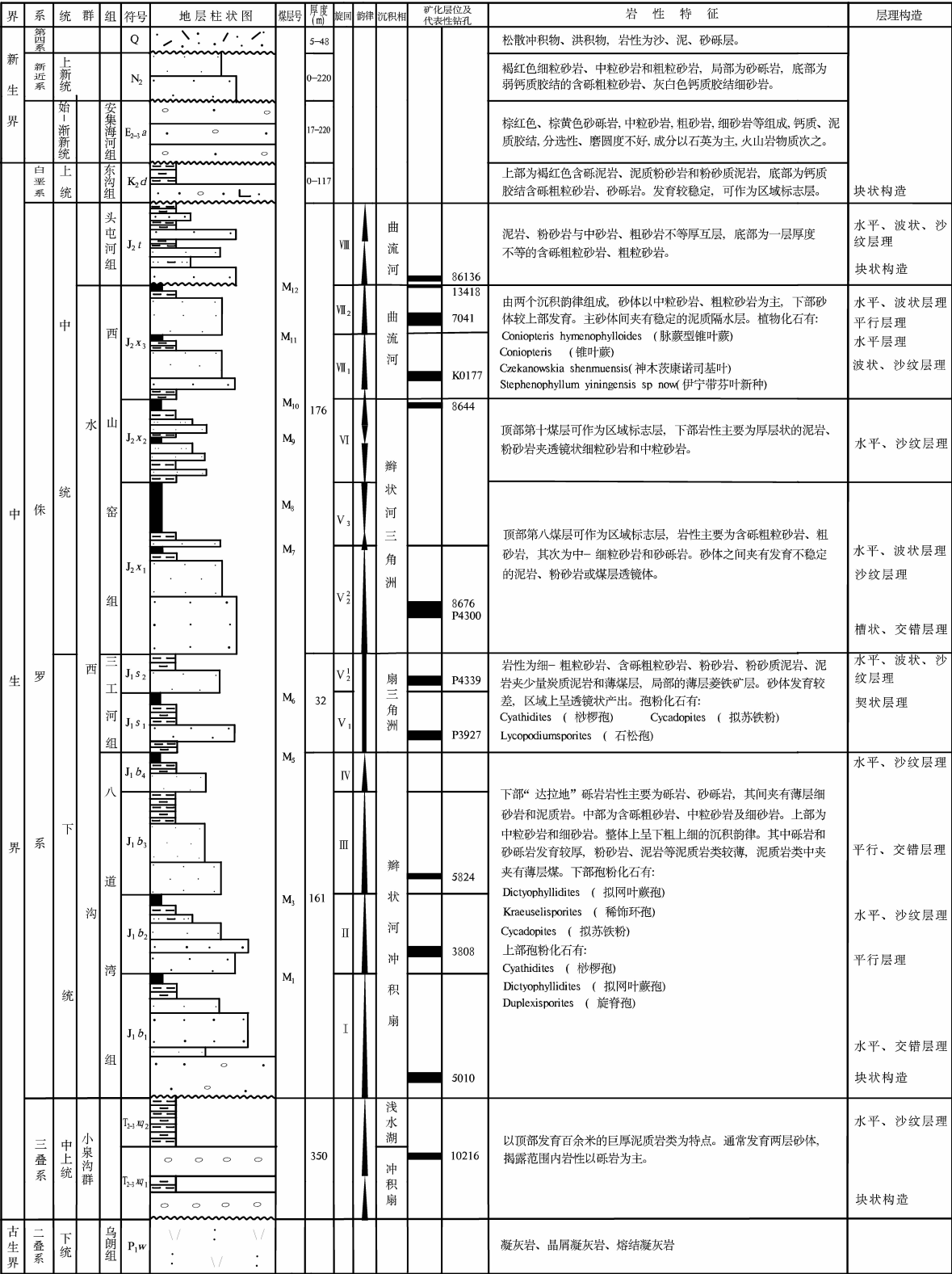


图 3 伊犁盆地南缘地层综合柱状图

Fig. 3 Comprehensive stratigraphic column in the southern margin of the Yili basin

燥森林泥碳沼泽相、潮湿木泥碳沼泽相、草木混生型泥碳沼泽相或芦苇沼泽相及开阔水域泥碳沼泽相，即伊犁盆地陆相聚煤盆地，主要由构造运动、沉积环境和古气候所控制。

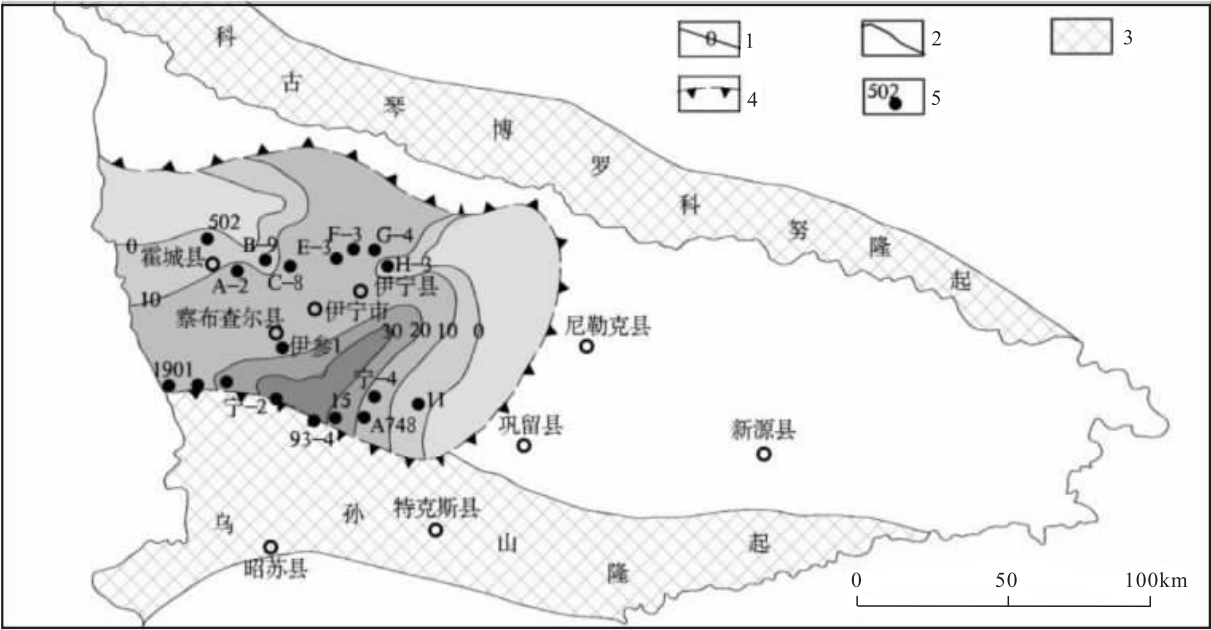
4.1 沉积环境与聚煤关系

一般来说，沉积环境主要包括沉积时的岩相古地理条件、古地貌、古植被、古气候、泥碳沼泽类型与沼泽中水体深度及地化环境等因素，这些因素都是煤层形成的重要的必不可少的条件。

水西沟群含煤建造主要分布在伊犁盆地南缘山前及向盆地中心延伸，盆地内积水面积较为广泛，从下到上依次变深，由辫状河冲积扇向扇三角洲体系演化，最后以曲河流相体系告终，砂体厚度快速变薄，粒度变细，成为铀矿主要赋存空间（杜默等，

2014），同时从湖缘至泛滥平原处广泛发育泥碳沼泽，不同沉积体系沉积时间有较大变化，造成煤层分布与厚度变化较大，特别是在西山窑时期，沉积时间长，从而聚煤作用时间也长，强度大，分布广，几乎遍布整个盆地南缘，易于形成稳定的厚度较大煤层（如 M8）和复煤层（图 4），这就是 M8 成为伊犁盆地南缘标志层的原因。

由于受所处古地理位置、沉积物供应和沉积体系类型控制时间的不同，同一层煤在不同地段的煤层厚度不同。扎吉斯坦地段 M8 厚度达到 40 m 以上，是伊犁盆地南缘煤层最厚的地段，主要受继承性河流扎吉斯坦河所控制的扇三角洲体系所控制，而且经历长期的细粒沉积，形成广泛而稳定的沼泽环境，有利于植物的生长。



1. 煤层厚度；2. 盆地边界；3. 蚀源区；4. 含煤地层分布范围；5. 钻孔
图 4 伊犁盆地 M8 煤层变化与分布略图（据马帅等修改，2012）

Fig. 4 Change and distribution of No. 8 coal seam in Yili basin(After MA shuai, 2012)

按照层序地层学观点，煤层主要形成于高位和湖侵体系域（李宝庆等，2014）。在低位体系域发育后期，湖平面（潜水面）开始上升，但低于地形坡折带，在临近地形坡折带处（初始湖泛面处），若可容空间增长率大体与有机质聚集速率一致，形成局部分布的滨岸沼泽泥碳堆积，可形成厚大煤层，如 M8、M10 及 M5；而在高位体系域，虽然湖岸平原上沼泽虽然广泛发育，但常由于构造运动导致水道改

道、洪水泛滥的发生，致使煤层连续性和煤质变差，如 M3 和 M4。

4.2 古气候与聚煤关系

含煤地层水西沟群形成之前，伊犁盆地南缘已经处于温暖潮湿气候条件下，因为下伏地层上三叠统小泉沟群出现厚度达 200 m 以上的黑色碳质泥岩，这种气候条件是形成富含有机质物和还原剂的灰色或灰黑色还原地化类型含煤建造的基础。在大

的构造环境下,这一时期,整个盆地具有统一性。据该盆地北部的钻孔岩心样品的孢粉测试结果分析(张泓等,1998),笔者认为水西沟群不同层段的孢粉组合面貌颇具特色:八道湾组的孢粉组合以蕨类植物孢子和裸子植物花粉为主(52%~92%),这个孢粉组合大体相当于 *Cyathidites*—*Dictyophyllidites*—*Cycadopites*(CDC)组合带。考虑到八道湾组与三叠系为连续沉积,下部的三叠纪孑遗分子多于上部,将其地质时代厘定为赫唐—普林斯巴赫期,相当于下侏罗统早期。三工河组孢粉组合以蕨类植物孢子占主导地位(73%~92%),相当于 *Cyathidites*—*Cycadopites*—*Quadraeculina*(CCQ)组合带,时代为托阿尔期,相当于下侏罗统晚期。西山窑组孢粉组合以蕨类植物孢子占主导地位(55.5%~99%),相当于 *Cyathidites minor*—*Neoraistrickia*—*Pice-*

aepollenites(MNP)组合带,并无三叠纪孑遗分子,将其厘定为阿连—巴柔期,相当于中侏罗统(李盛富等,2006;金军等,2010)。这一植物演化过程说明含煤地层水西沟群时期经历了温暖环境下的半湿润—湿润—半湿润的古气候微变化的过程,为煤层形成奠定了物质基础。

4.3 构造运动与聚煤规律

伊犁盆地蕴藏丰富的煤碳资源,起因于印支运动造成盆地原始基底整体下陷,气候逐渐变得温暖潮湿,为含煤地层的形成奠定了基本格局。之后经过了燕山运动、喜山运动的一系列的改造,造成盆地大面积的抬升、剥蚀阶段(李盛富等,2006)(表1),这一作用不仅使含煤地层变浅,也有一定程度的破坏作用,从而决定了伊犁盆地煤的分布范围、埋深和煤质类型等。

表 1 伊犁盆地中生代沉积地层与盆地演化关系表(据李盛富,2006)
Tab.1 Relation of Sedimentary stratigraphic & basin evolution in Mesozoic and Cenozoic in Yili basin
(After LI shengfu,2006)

岩石地层			接触关系	构造运动	构造应力变化	盆地演化
系	统	组				
第四系	—	—	—	喜山	挤压聚敛	抬升萎缩
古近系	—	—	—			局部拗陷
白垩系	—	—	—			隆升剥蚀
侏罗系	上统	头屯河组	—	晚燕山	扩张拗陷	断陷下沉
	中下统水西沟群	西山窑组	—	中燕山		
		三工河组	—	早燕山		
		八道湾组	—			
三叠系	中上统小泉沟群		—	晚印支	扩张聚敛	萎缩拗陷
	下统上苍房沟群		—	早印支		
二叠系	—		—		拉张	裂陷

4.3.1 印支运动形成的含煤地层

在印支晚期运动和燕山早期运动的影响下,伊犁盆地周围山体进一步抬升,盆地内部被断裂切割继续下沉,盆地内河流密布,伴随地壳周期性升降运动,盆地内形成了巨厚的三叠系中—统小泉沟群河湖相超覆沉积和侏罗系中—下统水西沟群的含煤碎屑沉积。在该阶段的早期,盆地南缘有一个短暂的整体上升并接受剥蚀和夷平的过程,致使小泉沟群和水西沟群之间普遍存在不整合面(微角度或平行不整合),该过程伴随了古气候条件的显著变化:由原来三叠纪时期的干旱或弱干旱转变为潮湿、温暖

的气候条件。尔后盆地又整体下沉接受早—中侏罗世的沉积。在盆地南缘,侏罗系沉积厚度变化不大,向盆地方向厚度增大,但增加的幅度不大,说明在侏罗纪,盆地南缘地形相对平缓,盆地东西部几乎处于同一高程,即高程差不大。从另一角度讲,整个盆地南缘构造平稳,即没有大的构造沉降或构造改造。

这一时期总体作用在于盆地区域萎缩拗陷,形成控盆断裂,随着南北扩张加聚,盆地进入断陷下沉阶段。这一作用造成气候变得温暖潮湿,盆地湖泛环境广泛发育,适合植物生长并达到繁盛,造就了中下侏罗统水西沟群成为本地区最主要的含煤地层。

在沉积方面，中下侏罗统水西沟群属于冲积扇-扇三角洲沉积体系，总体表现为退积特征。由于盆地多期次的微小上下起伏，形成了多达 13 层的煤层和一系列煤线，其中以 M1、M5、M8 和 M10 煤层厚度大而稳定且分布广泛，可作为本地区煤层对比的标准，这四层可采煤层占本地区总资源量的 70% 以上。因此，中下侏罗统水西沟群所处的古地理沉积环境有利于煤的形成，尤其是西山窑组的扇三角洲相沉积环境达到最佳聚煤状态。

4.3.2 燕山运动控制煤层的形成

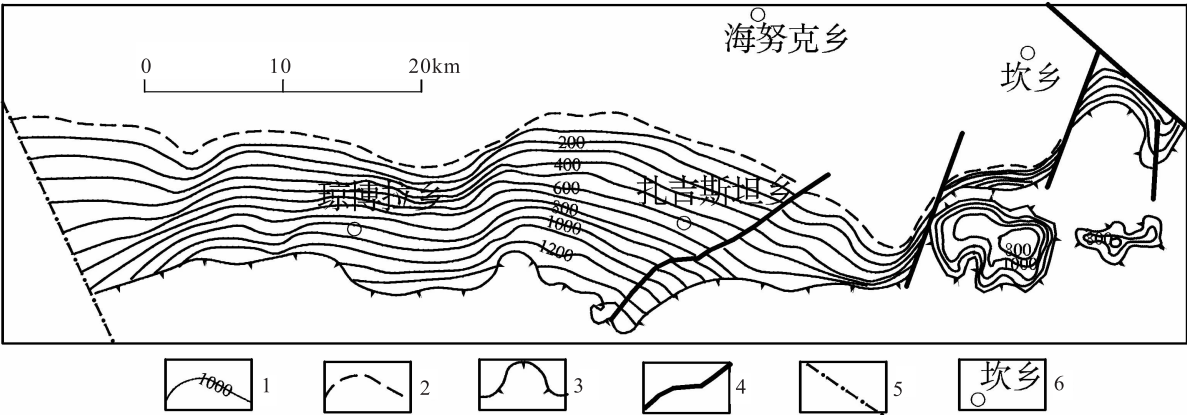
燕山运动使盆地总体上转入抬升剥蚀阶段，其周期性升降在盆内形成间歇性沉积。自晚侏罗世开始，古气候由温暖潮湿转为干燥炎热，盆缘开始隆升，逐渐萎缩，先后在盆内形成上侏罗统齐古组、白垩系河湖相杂色、红色碎屑沉积。燕山晚期受南北挤压应力影响，盆内形成了断裂和一些平缓的褶皱构造。与此同时，上隆剥蚀作用使上侏罗统、白垩系杂色、红色碎屑沉积多局限于盆内，在盆边局部出露。这一时期由于受到来自察布查尔山体和盆地中心的构造应力的作用，致使地层整体抬升，但抬升的幅度不大，由于构造活动的不均一性造成盆地南缘东西部沉积地层差异较大。这一时期由于构造稳定抬升，山前剥蚀使含煤地层范围有所减少，而向盆地内部有利于含煤地层的保护，成为最为有利的成藏

时期，含煤地层中的大量植物碎片和泥碳在无氧环境下逐渐变质形成低变质程度的煤层。

4.3.3 喜山运动对煤层的保护与破坏

在喜山构造运动影响下，盆地南北对冲挤压，盆地与周边山地的差异升降运动显著加强，盆地山前形成逆冲断裂，盆缘山系迅速上升，山前地带强烈下降。由于早期断裂重新复活，强烈的南北向挤压作用伴随东西方向构造应力的释放，在盆地南缘西段的单斜地层局部产生挠曲，南缘东段部分地区地层发生倒转和强烈凹陷和隆起，盆地以脉动式整体稳定抬升为主，河流切割强烈，形成数级河床阶地，并在盆地形成山前磨拉石快速堆积，构成了伊犁盆地现代地貌景观。

由于构造运动强度的差异性，在盆地南缘，中-西部构造相对稳定地段地层抬升掀斜形成了单斜层，煤层基本保持沉积时间期的成藏状态，总体向北倾斜，产状平缓，一般 $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ ，成为伊犁盆地南缘煤层保存最为完好地段，也是重点开采地段；中东部构造运动较为强烈则形成拗陷带，煤层仅在山前出现倒转，之后迅速深埋于 1 200 m 以下；东端构造更为复杂而强烈则形成了东西轴向的南部向斜带、中间凸起带和北部单斜带等次级构造单元，部分煤层或缺失或变浅或变深，给煤矿勘探带来较大难度(图 5)。



1. 煤层底板高程;2. 煤层埋深 1 200m 等深线;3. 蚀源区边界;4. 断裂;5. 国界;6. 地名

图 5 伊犁盆地南缘 M8 煤层 1 200m 以浅底板等值线图

Fig. 5 Bottom contour of No. 8 coal seam in 1 200m with shallow in Yili basin

5 结论

综上所述，伊犁盆地为陆相聚煤盆地，构造运动、

沉积环境和古气候为煤层形成创造了基础条件。水西沟群是在温暖潮湿古气候条件下形成有冲扇-扇三角洲体系的产物，有利于泥碳沼泽环境的形成，特别是西山窑组具备形成稳定而厚大煤层的基本条件。

中生代以来的构造运动和运动强度控制煤层的形成与成藏。印支运动造成盆地原始基底整体下陷,气候逐渐变得温暖潮湿,为含煤地层的形成奠定了基础格局;燕山运动使盆地南缘稳定掀斜抬升,山前剥蚀使含煤地层范围有所减少,而向盆地内部有利于含煤地层的保护,成为最为有利的成藏时期;喜山运动的一系列的改造,造成盆地大面积的抬升、剥蚀,形成一系列的褶皱,不仅使含煤地层变浅达到勘探深度,而且有一定程度的破坏作用,从而决定了伊犁盆地煤资源的分布范围、埋藏深度和煤质类型等。因此,区域构造背景直接决定了盆地的形成与演化,从而影响着研究区成矿环境与赋煤潜力(金军等,2010;沈萍,2010),伊犁盆地成煤古地理环境优越,构造相对稳定且持续时间长,决定着煤层厚度与稳定性;构造格局或构造特征是成煤后构造演化的结果,即其活动影响着煤层成藏或保存程度,由于伊犁盆地南缘构造强度的差异性造成不同地段煤层分布不同,即西部煤层保存完好,而中东部或深埋或变浅或破坏。

另外,对于就本地区而言,构造演化过程也影响了地浸砂岩型铀矿成矿环境与保矿程度,所以,构造对矿产的影响是深远的或具有决定性的作用。

参考文献(References):

敖卫华,黄文辉,唐修义,等.构造附加动力对煤变质过程的影响[J].地质科学,2012,47(2):517-529.

AO Weihua, HUANG Wenhui, TANG Xiuyi, et al. The impact of tectonic dynamic energy on coal metamorphic process[J]. Chinese Journal of Geology, 2012, 47(2): 517-529.

杜默,邱余波,陈文彬,等.伊犁盆地扎吉斯坦北部西山窑组下段砂体发育特征与铀成矿的关系[J].沉积与特提斯地质,2014,34(1):55-60.

DU Mo, QIU Yubo, CHEN Wenbin, et al. Sandstone development and uranium mineralization in the lower member of the Xishanyao Formation, northern Zhajisitan, Yili Basin[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2014, 34(1): 55-60.

金军,唐显贵.贵州省织金—纳雍煤田构造特征及其成因[J].中国煤炭地质,2010,22(3):8-12.

JIN Jun, TANG Xiangui. Structural Features and Their Genesis in Zhijin-Nayong Coalfield, Guizhou Province[J]. Coal Geology of China, 2010, 22(3): 8-12.

李宝庆,王平,庄新国,等.伊宁凹陷侏罗系水西沟群层序地层学与聚煤规律分析[J].新疆地质,2014,32(1):125-129.

LI Baoqing, WANG Ping, ZHUNG Xinguo, et al. Sequence stratigraphy and coal accumulation analysis of Shuixigou group, Jurassic in Yining depression of Yili basin, Xinjiang[J]. Xinjiang Geology, 2014, 32(1):125-129.

李绍虎,周继兵,贾丽春,等.伊犁盆地前侏罗纪反EW向构造对侏罗系煤系地层保存影响[J].新疆地质,2013,31(1):99-103.

LI Shaohu, ZHOU Jibing, JIA Lichun, et al. Influence of Pre-Jurassic anti EW structures acting on coal preservation Jurassic coal-bearing strata in Yili basin[J]. Xinjiang Geology, 2013, 31(1): 99-103.

李盛富,颜启明,王新宇,等.伊犁盆地水西沟群冲积扇-扇三角洲沉积体系研究[J].新疆地质,2006,24(3):297-304.

LI Shengfu, YAN Qiming, WANG Xinyu, et al. Research on the depositional system of alluvial fans and fan-deltas of the Shuixigou group in the south Yili basin, Xinjiang[J]. Xinjiang Geology, 2006, 24(3):297-304.

李盛富,王果,魏安心,等.伊犁盆地侏罗系水西沟群层序地层学研究[J].铀矿地质,2006,22(1):23-28.

LI Shengfu, WANG Guo, WEI Anxin, et al. Research on sequence stratigraphy of Shuixigou group, Jurassic in Yili basin[J]. Uranium Geology, 2006, 22(1):23-28.

马帅,田继军,吴天伟,等.新疆伊犁盆地西山窑组沉积特征及聚煤规律[J].煤田地质与勘探,2012,40(2):9-14.

MA Shuai, TIAN Jijun, WU Tianwei, et al. Sedimentary characteristics and coal-accumulation patterns of Xishanyao formation in Yili basin[J]. Coal Geology & exploration, 2012, 40(2):9-14.

沈萍.吉林营城盆地构造演化与聚煤规律[J].中国煤炭地质,2010,22(5):14-17.

SHEN Ping. Structural Evolution and Coal-accumulating Pattern in Yingcheng Basin, Jilin[J]. Coal Geology of China, 2010, 22(5): 14-17.

张国伟,李三忠,刘俊霞,等.新疆伊犁盆地的构造特征与形成演化[J].地学前缘,1999,6(4):203-214.

ZHANG GuoWei, LI Sanzhong, LIU Junxia, et al. Structural feature and evolution of Yili basin, Xinjiang[J]. Earth Science Frontiers (China University of Geoscience, Beijing), 1999, 6(4): 203-214.

张井,王士俊,唐家祥.新疆伊犁盆地侏罗纪煤岩特征及煤相[J].煤田地质与勘探,1996,25(3):21-26.

ZHANG Jing, WANG Shijun, TANG Jiaxiang. Petrographic characteristics and coal facies of Jurassic coal in Yili basin, Xinjiang[J]. Coal Geology & exploration, 1996, 25(3):21-26.

张泓等著.中国西北侏罗纪含煤地层与聚煤规律[M].北京:地质出版社,1998.

ZHANG Hong, et al. Jurassic coal-bearing strata and coal accumulation in north-west area of China[M]. Beijing: Geology Publishing, 1998.