

文章编号:1673-9469(2020)02-0088-12

DOI: 10.3969/j.issn.1673-9469.2020.02.014

## 南祁连盆地西段中上侏罗统沉积相特征与沉积演化

谢志清<sup>1</sup>,刘志武<sup>2</sup>

(1. 中国煤炭地质总局勘查研究总院,北京 100039;2. 长安大学 地球科学与资源学院,陕西 西安 710054)

**摘要:** 为明确南祁连盆地西段中上侏罗统沉积相特征及其演化过程,在对向阳煤矿、新沟煤矿以及瓦乌斯多索卡等剖面详细观察的基础上,进行了研究区中上侏罗统岩石学特征、古生物特征以及岩性组合分析,划分了沉积相,并探讨了研究区中晚侏罗世的沉积演化过程。研究表明:研究区中上侏罗统主要发育河漫、堤岸、河床沉积、扇三角洲平原、三角洲前缘以及滨浅湖亚相沉积。侏罗纪,南祁连盆地西段新沟—向阳煤矿与瓦乌斯多索卡分属不同的沉积盆地,沉积相差异明显,呈现不同的沉积演化过程。中侏罗世,向阳煤矿一带主要为曲流河沉积,新沟煤矿一带主要为扇三角洲平原沉积,瓦乌斯多索卡一带为浅湖沉积;晚侏罗世,向阳煤矿一带隆起不接受沉积,新沟煤矿主要为滨浅湖沉积,瓦乌斯多索卡一带为滨湖沉积。

**关键词:** 沉积相;沉积演化;中上侏罗统;南祁连盆地

中图分类号:P618.13

文献标识码:A

## Sedimentary Facies Characteristics and Sedimentary Evolution of Middle and Upper Jurassic in the Western Section of the Southern Qilian Basin

XIE Zhiqing<sup>1</sup>, LIU Zhiwu<sup>2</sup>

(1. Exploration and Research Institute, CNACG, Beijing 100039, China;

2. College of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an, Shanxi 710054, China)

**Abstract:** In order to discuss sedimentary facies and sedimentary evolution of middle and upper Jurassic in the western section of South Qilian Basin. Lithological characteristics, paleontological characteristics and lithologic assemblage of middle and upper Jurassic in the study area were analyzed. The results show that the middle and upper Jurassic in the study area were composed of river diffuse, embankment, river bed deposition, fan delta plain, delta front and coastal shallow lake subfacies. Sedimentary facies studies show that Xingou—Xiangyang coal mine and Wausdosoka were belong to different sedimentary basins in Jurassic, respectively. And the differences of sediment facies are obvious, showing different processes of sediment evolution. In the middle Jurassic, the Xiangyang coal mine was mainly composed of meandering river deposit, the Xingou coal mine was mainly composed of fan delta plain deposit, and the area of Wausdosoka was composed of shallow lake deposit. Late Jurassic, there were not deposit in Xiangyang coal mine, and the Xingou coal mine was mainly composed of the coastal shallow lake deposition, and the Wausdosoka area was composed of lakeside deposition.

**Key words:** sedimentary facies; sedimentary evolution; Middle and Upper Jurassic; Southern Qilian Basin

南祁连盆地西段北与中祁连地块相邻,南与柴北缘相接,东与南祁连盆地哈拉湖比邻,西与阿尔金构造带东段相接(图1)。侏罗纪以来,拉萨板块与欧亚板块发生俯冲、碰撞作用,导致青藏

高原北缘经历了一系列挤压、走滑、隆升等重大地质活动<sup>[1-2]</sup>,多期的构造叠加、复合,导致研究区前中生代地层遭受改造与破坏,进一步制约了研究区侏罗系沉积相研究,从而限制了研究区

收稿日期:2020-02-05

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41702144)

作者简介:谢志清(1970-),男,湖南双峰人,博士,高级工程师,主要从事能源地质研究。

侏罗系煤炭资源勘探和开发。同时,西北地区的陆相侏罗系已成为油气勘探突破的重点层系<sup>[3-7]</sup>,研究区的沉积相研究成为亟待解决的问题之一。此外,沉积相研究的薄弱也给西北地区侏罗纪盆地的成盆类型研究和构造属性研究带来了困难<sup>[8]</sup>。因此,正确认识研究区侏罗系沉积相对煤炭与油气勘探和盆地原型研究等工作均具有重要意义。

### 1 研究区概况

南祁连盆地西段侏罗系零星分布,主要分布于向阳煤矿、新沟煤矿、瓦乌斯多索卡一带,呈断块状分布(图1)。研究区下侏罗统发育较少,中上侏罗统较为发育。中侏罗统在向阳煤矿、新沟煤矿和瓦乌斯多索卡均有分布,其下部为中细粒—中粗粒长石石英砂岩,偶夹砾岩;中部为灰白色长石石英砂岩、炭质页岩、煤线及煤层,是研究区的主要成煤期;上部为灰白—褐黄色中粗粒长石石英砂岩与黄绿色页岩、炭质页岩互层,偶夹煤线。

上侏罗统享堂组主要分布于新沟煤矿和瓦乌斯多索卡剖面,为紫红色、灰白色、黄褐色含砾长石砂岩、含砾长石石英砂岩、粉砂岩、泥页岩,底部以灰白色砾岩,剖面上呈现出向上变细的岩性组合。

### 2 沉积特征

#### 2.1 岩石学特征

研究区中上侏罗统岩石类型以碎屑岩为主,碎屑组分石英含量在60%~95%(图2),长石含量在5%~15%,云母含量2%~5%,岩屑含量8%~15%。碎屑颗粒大部分选好,磨圆度高,多呈镶嵌式胶结(图2(a)),少部分呈孔隙—接触式胶结(图2(b)),极少呈现出石英次生加大边(图2(c))。

#### 2.2 古生物特征

研究区古生物化石主要分布于中侏罗统窑街组 and 上侏罗统享堂组。窑街组广泛发育叶肢介、腹足类、双壳类和孢粉类。叶肢介类的发育反映研究区水体较浅、水温较高(13℃~30℃)<sup>[9]</sup>。研究区腹足类主要发育 *Ammicola*, *Amiplovata* 等,

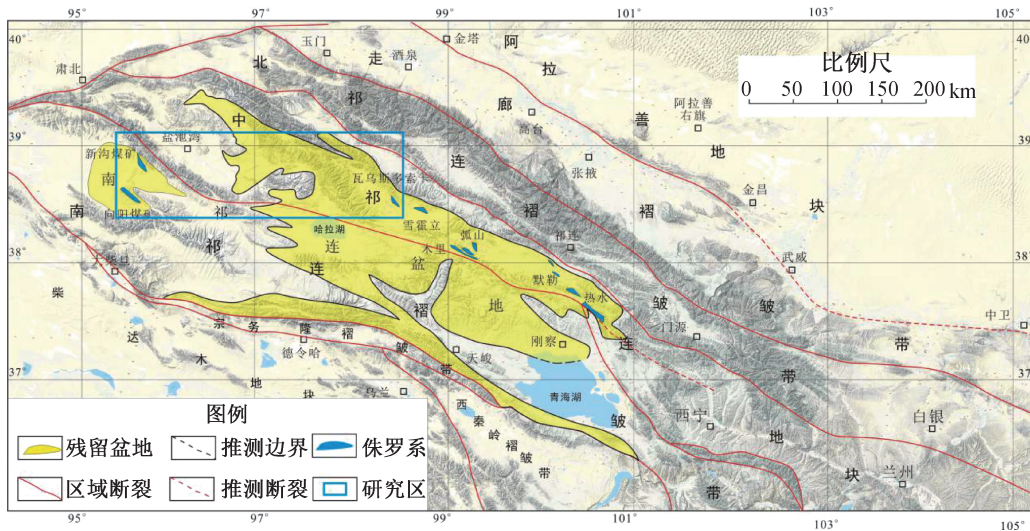


图1 南祁连盆地及其邻区区域构造图

Fig.1 Regional tectonic map of South Qilian basin and its adjacent areas

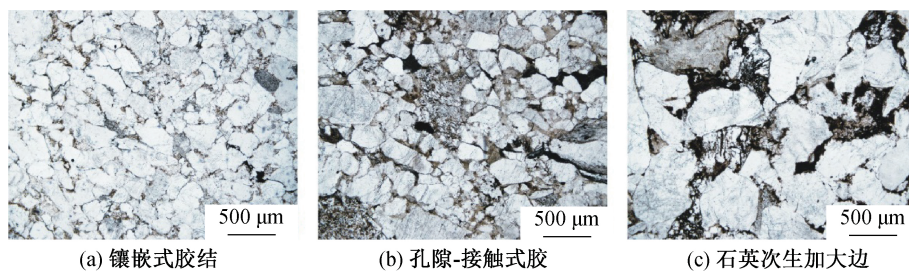


图2 南祁连盆地西段中侏罗统窑街组砂岩显微特征

Fig.2 Microscopic characteristics of Middle Jurassic Yaojie Formation in the western section of South Qilian Basin

反映了温暖的河流、沼泽和淡水湖泊沉积环境。双壳类主要发育 *Unio*, *Eolamprotula*, *Cuneopsis* 等, 反映河流、湖泊相沉积环境。孢粉分析结果显示, 窑街组下部以草本蕨类为主, 乔木松柏类次之, 木本树蕨类含量较少, 并总体呈自下而上木本蕨类降低, 乔木松柏类增加趋势。窑街组上部与下部孢粉特征差异较大, 上部以灌木、乔木、苏铁类为主, 草本蕨类次之。草本蕨类植被多为湿中生环境下的产物, 乔木松柏类为中生环境下的产物, 进一步表明早中侏罗世由湿润-亚热带环境转变为半湿润-温暖带环境。综上所述, 研究区早中侏罗世古气候和古环境为淡水—微咸、湿润—半湿润、亚热带—温暖的河流—沼泽—滨浅湖。上侏罗统享堂组主要发育介形类和腹足类。其中, 介形类以 *Cetacella hongshuigouensi* 等为主, 腹足类以 *Amplovalvat jingguensis*, *A. suturalis* 等为主, 指示其沉积环境为半咸水的滨浅湖环境。

### 2.3 岩相类型

岩性粗细和层理类型的不同代表了不同沉积水动力条件的强弱变化, 同时也反映了介质能量强弱变化<sup>[10-11]</sup>。通过对研究区诸多剖面露头岩性、粒度、层内沉积构造和层面构造等特征进行分析总结, 研究区主要发育以下岩相类型。

**砂质支撑砾岩相(Gms):** 砾石成分复杂, 分选差。砾石呈次棱状, 砾径以 3~9 cm 为主, 砾石间被粗砂充填, 砾石则悬浮于砂质碎屑中(图 3(a)), 属于冲积扇的扇根或者河道沉积。

**槽状交错层理砾砂岩相(S-Gt):** 底部为砾岩, 向上递变为粗砂, 槽状交错层理发育, 反映了水动力方向变化的冲刷沉积(图 3(b))。研究区内主要发育在扇三角洲平原河道沉积中, 一般位于河床砾石滞留沉积的上部。

**厚层块状层理砾岩相(Gm):** 发育于享堂组上部, 呈紫红色。砾石主要为石英质, 棱角状一次棱角状, 分选性差, 平均砾径在 5 cm 以上。砾石呈孔隙-接触式胶结, 胶结物多为铁质(图 3(c))。砾岩单层厚度通常在 0.5~3.0 m 之间。

**板状交错层理中细砂岩相(Sp):** 主要为灰绿色、深灰色中细砂岩, 可见板状交错层理, 层理面与岩层面斜交, 交角约 30°(图 3(d)), 层理面之间呈平行排列, 单层厚 40~50 cm, 其主要发育于扇三角洲平原、曲流河河道。

**砂纹爬升层理砂岩相(Sr):** 以浅深灰色、灰绿色细砂岩、粉砂岩为主, 位于波状层理粉砂岩之

上, 具有砂纹爬升层理, 纹层的起伏高度约 1~4 cm(图 3(e)), 主要由流水砂波迁移而形成, 主要发育在河口坝、席状砂等沉积相带。

**水平层理粉砂岩相(Fh):** 多为灰黑色薄层粉砂岩, 发育水平层理(图 3(f)), 属于低能环境, 研究区主要发育于下三角洲平原陆上天然堤沉积。

**软沉积变形泥岩相(Msd):** 发育于窑街组中部, 强烈变形层夹持于上下未变形层之间, 为层内变形, 且变形层液化痕迹明显。多数呈现出单个或多个球状、椭球状小砂体“陷落”在粉砂质泥岩、泥岩中。“陷落体”呈有枕状构造、球状构造、链状层, 液化卷曲变形, 规模变化较大, 大则 1.5 m 左右, 小则 15~30 cm(图 3(g))。

**炭质泥岩相(Mc):** 主要发育于窑街组下部, 呈深灰色—灰黑色, 泥岩中含炭质碎屑, 发育大型植物茎干, 水平层理(图 3(h)), 属于温暖潮湿气候河流泥沼、三角洲平原和湖泊沼泽沉积。

**块状层理泥岩相(Mm):** 主要发育于窑街组中、上部, 岩性多为深灰色、灰黑色泥岩, 块状泥岩层暴露风化后呈浅灰色、灰黑色(图 3(i)), 为低能静水条件下的产物, 其多与砂岩互层。

**块状层理中细砂岩相(Sm):** 主要发育于窑街组下部, 由无纹理中砂岩、细砂岩、粉砂岩组成, 内部物质均匀, 发育植物碎片化石(图 3(j)、(k)), 表明其可能为悬浮物质快速沉积而成, 多形成于河流相和三角洲相。

**块状紫红色泥岩相(Mma):** 分布于享堂组上部, 呈紫红色泥岩, 发育水平层理(图 3(l))、泥裂, 为干旱炎热的浅湖相沉积。

**厚层灰白色纹层状膏岩相(Gy):** 分布于享堂组上部, 为灰白色—纯白色石膏, 见纹层, 厚约 3~5 cm, 纹层间多以极薄泥岩(0.05~1 cm)充填, 石膏层厚约 0.5 m(图 3(m)、(n))。

**平行层理中细砂岩相(Sh):** 主要发育于窑街组中部, 由深灰色磨圆度、分选性较好的中细砂岩组成, 发育具裂线理的平行层理(图 3(o)), 属于滨湖亚相沉积。

**波状层理砂岩相(Sw):** 主要由灰黑色细砂岩、粉砂岩构成, 波状平行层理发育(图 3(p)), 厚度约 30~40 cm, 主要发育于研究区三角洲前缘的水下分流河道间、河口坝和滨湖相带中。

**冲刷构造:** 发育于窑街组和享堂组, 表现为灰黑色泥岩被上覆细石英砂岩截切, 冲刷面明显(图 3(q))。

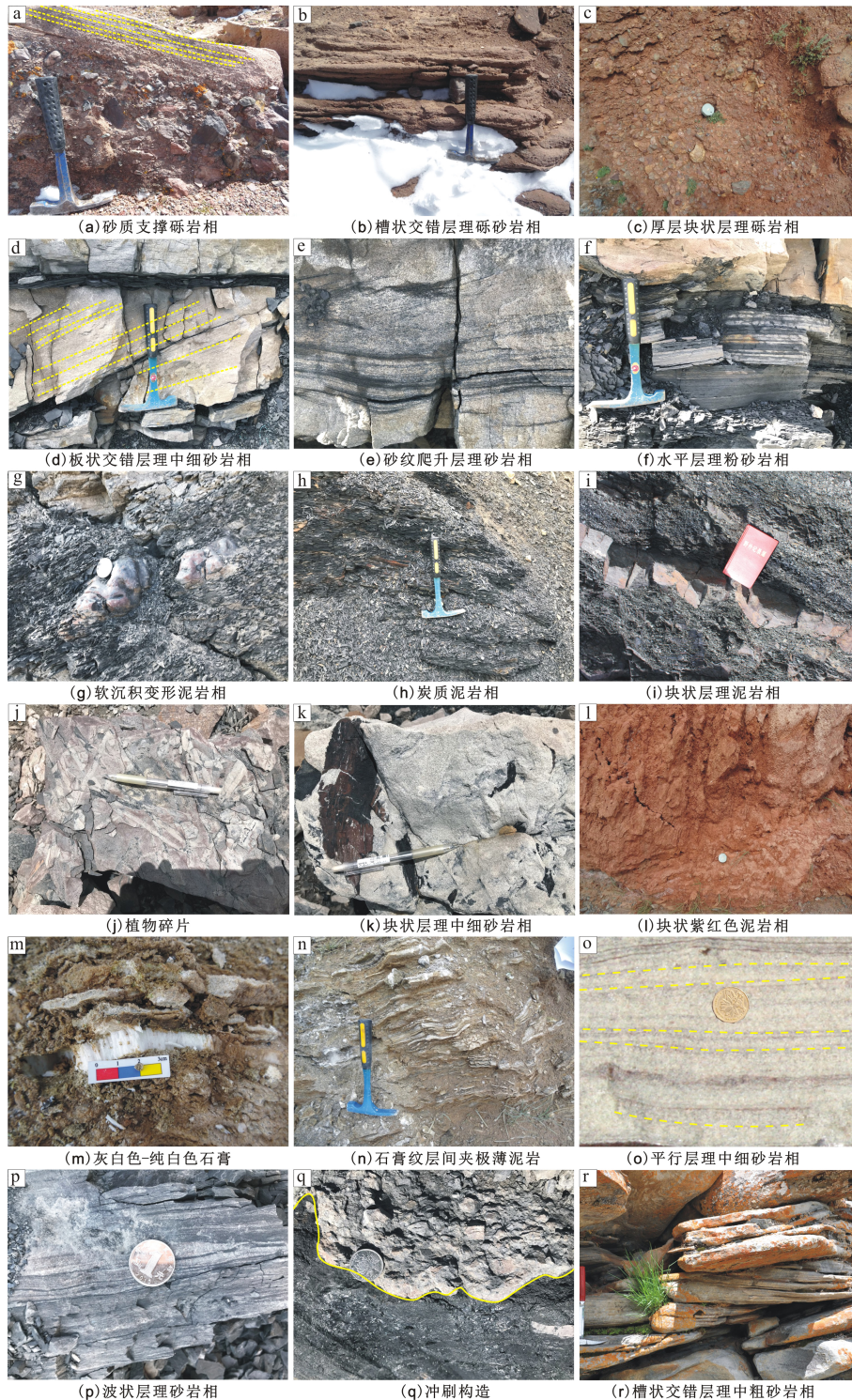


图 3 南祁连盆地西段侏罗系岩相类型

Fig.3 Lithofacies types of Jurassic in the western section of the southern Qilian Basin

槽状交错层理中粗砂岩相(Sct):主要为灰绿色中粗砂岩,发育小、中型槽状交错层理。纵切面上层系界面成弧状,纹层向下倾方向收敛并与之斜交,为水下砂丘迁移的结果(图 3(r))。其主要发育于河流相或水下分流河道中,厚度在 30 ~ 40 cm左右。

### 2.4 岩相组合

岩相组合方式在一定程度上反映了沉积作用和沉积过程,研究区中上侏罗统岩性组合方式主要分为以下 10 种:

类型 1 (Gi-Gms- Gi-Gms):以砾岩、含砾砂岩

为主,具有下细上粗的反粒序韵律,底部可见冲刷面和滞留砾石沉积,砾石混杂堆积(图4(a)),反映水动力不稳定的牵引流环境。此种沉积类型在新沟剖面享堂组上部发育,厚度较大。

类型2(Sct-Sp-Sm-Sct-M):底部以中、细砂岩为主,向上递变为深灰色、灰黑色泥岩,整体为正粒序。剖面上呈现出砂多泥少的特征,发育槽状交错层理、板状交错层理以及水平层理(图4(b)),此类型主要发育于曲流河边滩、天然堤和河漫沼泽。

类型3(Sct-Fw-M-C-M):主要由细砂岩、粉砂岩、泥岩、炭质泥岩及煤层构成,自下向上沉积物的粒度变细,常发育槽状交错层理、水平层理(图4(c))。这种组合主要发育于决口扇和河漫沼泽。

类型4(S-Gm-Fh-Sw-Fh):底部以薄—中层含砾砂岩、砾岩,向上递变为薄层粉砂质泥岩,块状层理、水平层理以及泥裂发育(图4(d)),这种类型主要发育于曲流河决口扇和河漫湖泊。

类型5(Gi-Sh-Gi-Sct):底部以砾岩为主,向上递变为含砾粗砂岩、中砂岩,剖面上呈正粒序,整体以中粗粒为主,槽状交错层理、冲刷构造发育(图4(e)),其为三角洲平原河道沉积。

类型6(S-Gt-Sp-Sh-Sm-M):底部以顺层分布的扁平状泥砾为主,向上沉积物粒度逐渐变细,发育板状交错层、平行层理砂岩。整体为正粒序,顶部偶见泥岩(图4(f))。此类型主要发育在扇三角洲平原的分支河道。

类型7(Fh-M):主要由粉砂质泥岩、泥岩、炭质泥岩构成,总体呈向上变细的正粒序韵律,水平层理发育,顶部可见菱铁矿(图4(g))。此类型主要发育于浅湖相。

类型8(Stc-Fr-Sl):由紫红色细砂岩和粉砂质泥岩构成。剖面上呈现出上下较粗,中部较细。下部砂岩发育板状交错层理,中部粉砂质泥岩夹有薄层石膏层和芒硝层(图4(h)),该类型为干旱、炎热的湖泊沉积。

类型9(Sm-Fp-Sm-Fp):主要由薄层细砂岩和粉砂岩互层构成,发育于瓦乌斯多索卡剖面享堂组上部,板状交错层理发育(图4(i)),为滨浅湖相的产物。

类型10(M-Fw-Fr-Sh):由多个薄层泥岩—泥质粉砂岩组成的短期反旋回组成,发育块状层理,砂岩底部可见冲刷面(图4(j))。发育在三角洲前缘与湖泊的过渡带,为前积作用的产物。

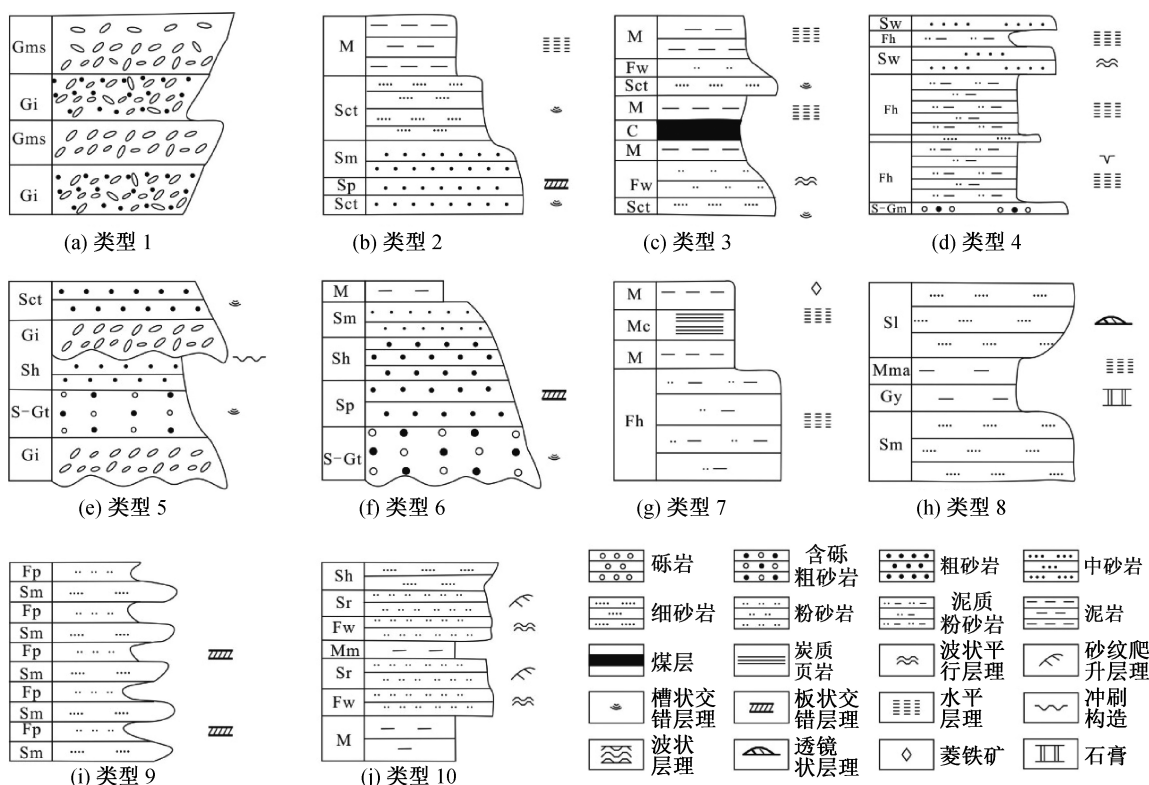


图4 南祁连盆地西段中上侏罗统岩相组合特征

Fig.4 Lithofacies assemblage of Middle -Upper Jurassic in the western section of South Qilian Basin

### 3 沉积相分析

#### 3.1 冲积扇

冲积扇是在一个暂时性水流携带大量混杂沉积物在山口外堆积形成的巨大锥形沉积体,其沉积主要受汇水盆地大小、气候和地形等多种因素的控制。研究区冲积扇主要发育在新沟煤矿剖面上侏罗统享堂组上部(图 5),以灰绿色、紫红色砾岩为主,夹紫红色泥岩。砾石成分复杂,块状堆积,

以中扇、近端扇沉积为主,岩相组合多为类型 1(图 4(a)),剖面上主要由多期的中扇—近端扇叠置而成,总体呈现出向上粒度变粗的沉积序列,表明盆地不断充填淤浅,研究区进一步接近盆地边缘。

#### 3.2 曲流河

根据岩相特征,研究区的曲流河进一步划分为河床、堤岸、河漫滩三个亚相。

##### 3.2.1 河床亚相

主要分布于向阳煤矿剖面(图 6)。岩石类型

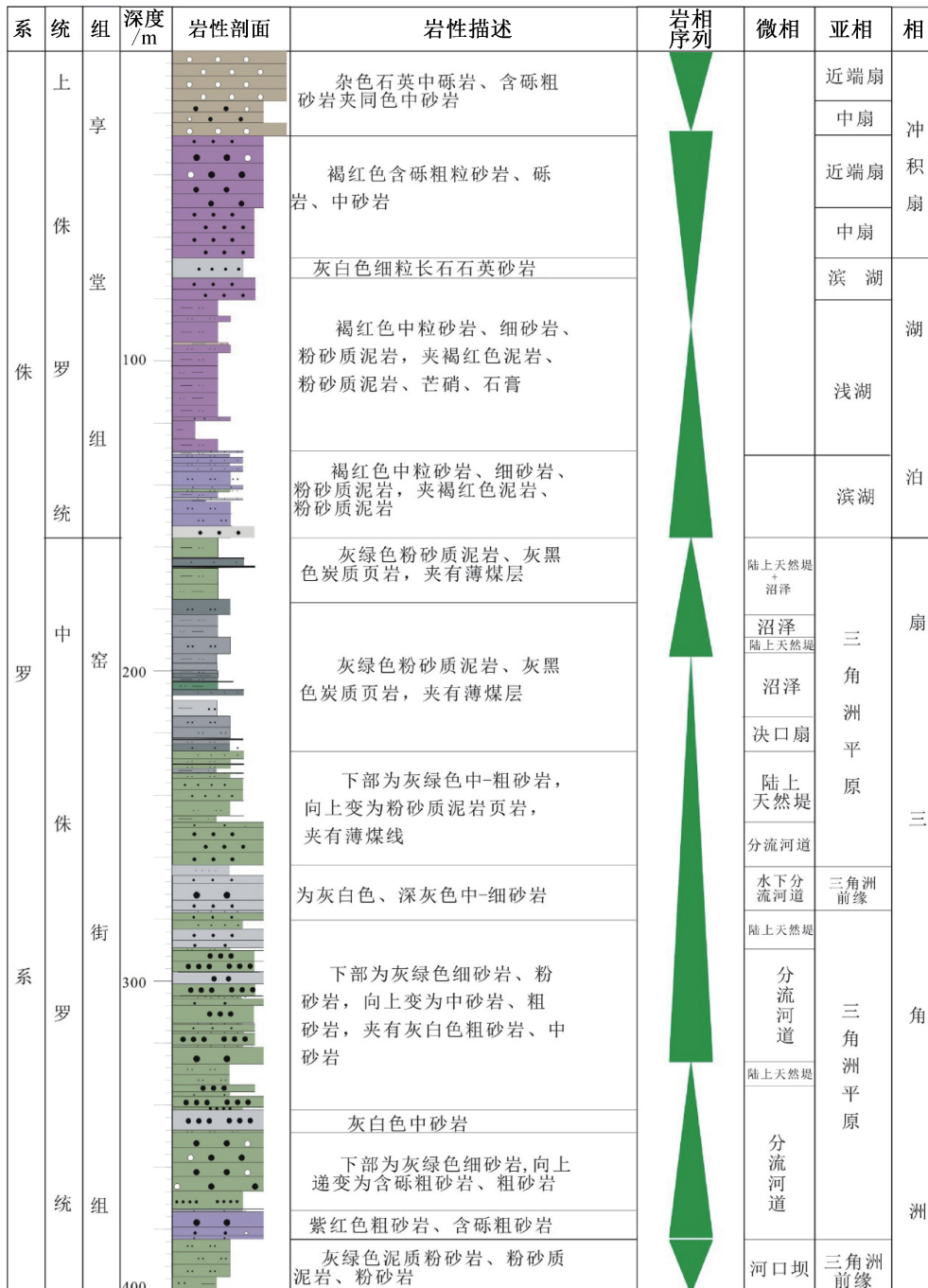


图 5 新沟煤矿中侏罗统窑街组-上侏罗统享堂组沉积相柱状图

Fig.5 Lithology and sedimentary diagram of Middle-upper Jurassic of Xingou Coal Mine

以砂岩为主,砾岩次之,层理较为发育,缺少动植物化石,仅见破碎的植物碎片。剖面上可见到明显的冲刷构造。根据剖面沉积特征可进一步将区内河床沉积划分为河床滞留沉积和边滩沉积。河床滞留沉积粒度较粗,多为紫红色、灰白色砾岩和粗砂岩。砾石多呈叠瓦状排列,无层理,可见冲刷面,砾石砾径0.5~3 cm。边滩沉积是河床侧向迁移和沉积物侧向加积的产物。边滩沉积以灰白色长石石英细砂岩为主。碎屑成分复杂,含云母片、岩屑,成分成熟度

较低。自下而上呈现出由粗变细的正韵律,发育板状交错层理、槽状交错层理,偶见平行层理,其岩相沉积组合为类型2(图4(b))。

### 3.2.2 堤岸亚相

主要分布于向阳煤矿中侏罗统,垂向上常发育在河床沉积的上部(图6)。其岩石类型相对简单,粒度较河床沉积细,以小型交错层理为主。区内堤岸沉积可进一步分为天然堤和决口扇沉积(图7(a))。天然堤主要由细砂岩、粉砂岩、粉砂

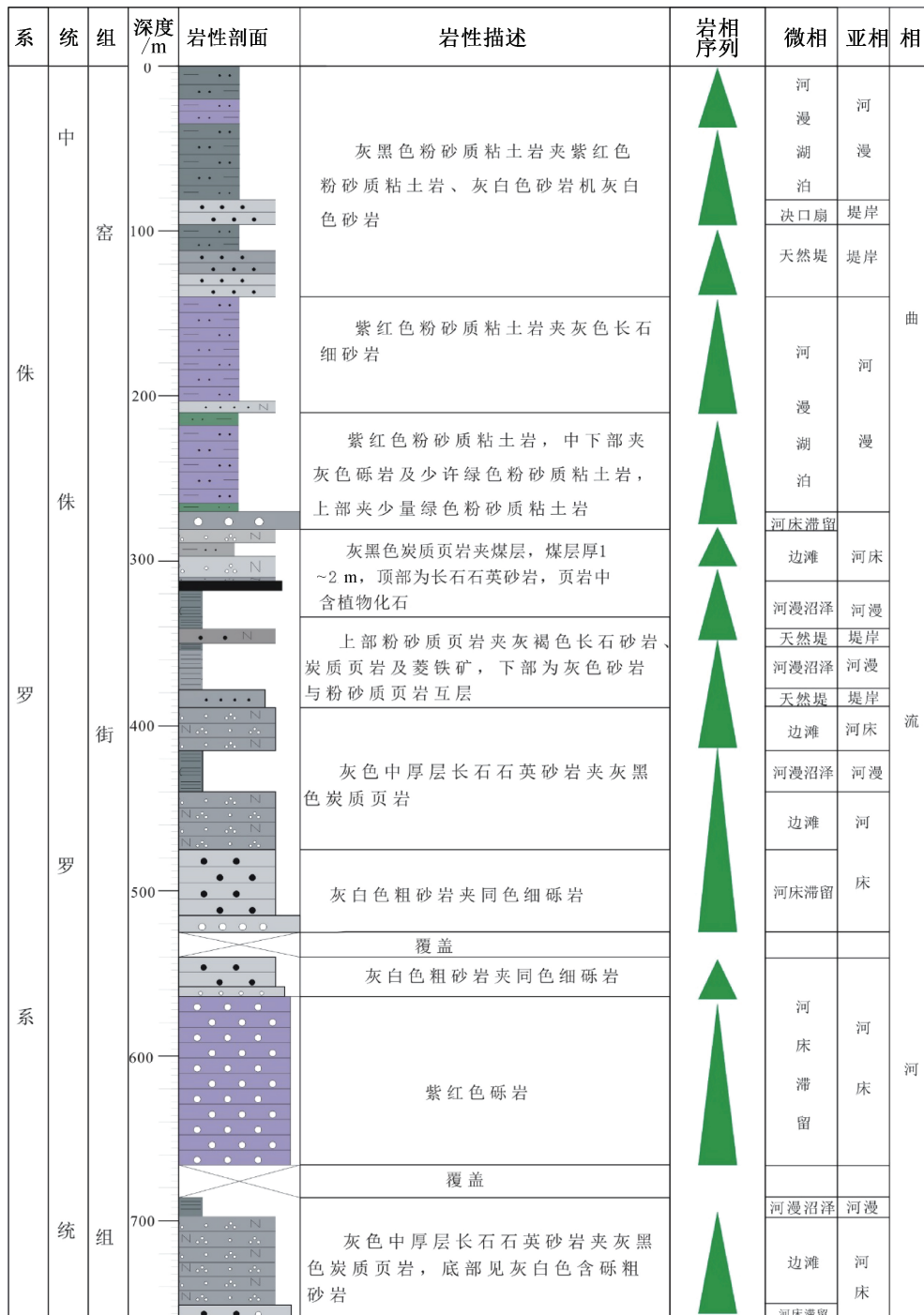


图6 向阳煤矿窑街组沉积相柱状图

Fig.6 Lithology and sedimentary diagram of the Yaojie Formation in Xiangyang Coal Mine

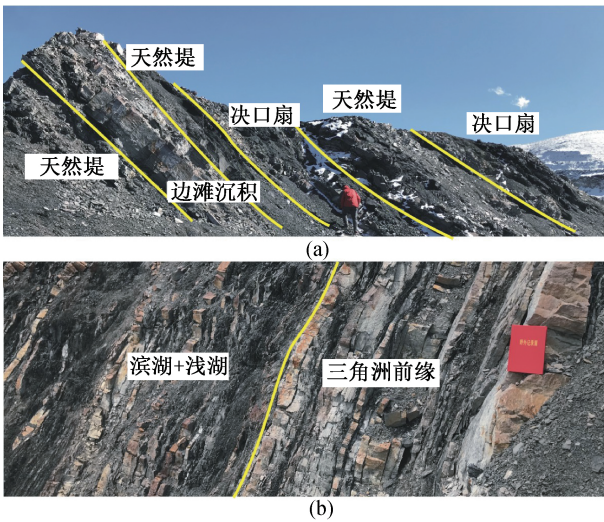


图7 南祁连盆地西段中侏罗统窑街组沉积相剖面图  
Fig.7 Sedimentary profile of Middle Jurassic Yaojie Formation in the western section of the southern Qilian Basin

质泥岩组成,发育小型波状交错层理和槽状交错层理。垂相序列呈现出下部交错层理发育的砂岩,上部水平层理发育的泥质岩,偶见干裂、虫迹以及植物根。决口扇是洪水期河水破坏天然堤,部分水流由决口处流向河漫滩,在决口处形成的扇状沉积体。决口扇主要由细砂岩、粉砂岩构成,粒度比天然堤稍粗,发育小型交错层理、波状层理以及水平层理。细砂岩中可见到植物化石碎片,偶见砂岩透镜体或者冲刷面构造。

### 3.2.3 河漫滩亚相

主要发育河漫湖泊微相和河漫沼泽微相,河漫湖泊主要分布于向阳煤矿窑街组中上部(图6),岩性主要为灰黑色、紫红色粉砂质黏土岩,层理不发育,偶见薄层水平层理,可见铁质结核,其岩相组合为类型3和类型4(图4(c)、图4(d))。河漫沼泽是在温暖潮湿气候下,河漫滩上低洼的积水地带植被大量繁殖并淤积而成的。研究区内河漫沼泽主要分布向阳煤矿窑街组中下部(图6),主要为灰黑色泥岩、炭质泥岩,夹有煤层或煤线。

## 3.3 扇三角洲

扇三角洲主要发育于新沟煤矿剖面的窑街组(图5)。根据岩性特征可将研究区的扇三角洲相划分为三角洲平原亚相和三角洲前缘亚相。

### 3.3.1 扇三角洲平原亚相

研究区的三角洲可进一步划分为分流河道、陆上天然堤、决口扇和漫滩沼泽等微相。前两者成为新沟煤矿剖面窑街组的主要组成部分(图5)。

分流河道位于三角洲平原的上部,研究区分

流河道岩性以灰绿色砂砾岩和粗砂岩为主,底部具冲刷面和滞留砾石、泥砾沉积。垂向上,砂体由多个正旋回叠置而成,发育粒序层理、槽状交错层理以及平行层理。其沉积岩相组合对应于类型5(图4(e))。陆上天然堤发育于分流河道两侧,其沉积特征与河流相天然堤相似。研究区陆上天然堤以灰绿色细砂岩和粉砂岩为主,可见到波状层理、流水波痕,很少见到植物碎片。决口扇发育于陆上分流河道间的低洼地,为洪水期河水漫越河道所形成于两侧的细粒物质,剖面纵向上来看一般夹在两期河道沉积砂体之间,与下部砂岩呈渐变接触,与上部砂砾岩则呈突变接触,并可见冲刷面。岩相组合以类型6为主(图4(f)),发育厚层块状、平行层理砂岩,洪水影响时,可见夹较粗的砂岩透镜体。漫滩沼泽发育于陆上分流河道间的低洼地,为洪水期河水漫越河道所形成于两侧的细粒物质。剖面上夹在两期河道砂体之间,与下部砂岩呈渐变接触,与上部砂砾岩则呈突变接触,并可见冲刷面。岩相组合以类型6为主(图4(f)),发育厚层块状、平行层理砂岩。洪水影响时,可见夹较粗的砂岩透镜体。

### 3.3.2 三角洲前缘亚相

主要分布于新沟煤矿剖面的中下部(图5),主要发育水下分流河道和河口坝。水下分流河道主要发育深灰色、灰白中—细砂岩夹部分薄层泥岩。岩石结构成熟度较高,分选性较好,磨圆度中等—较好,颗粒支撑为主,垂向层序多呈正韵律。剖面中主要发育小型槽状交错层理,偶见冲刷面构造,泥砾。河口坝位于水下分流河道的侧缘和前缘,因河道坡度降低并受海(湖)水阻挡使得水流速度减缓致使细砂质堆积而形成。岩性上主要为紫红色、暗红色细—粉砂岩、泥质粉砂岩、泥岩,分选性较好。垂向沉积序列上呈下细上粗的反韵律层序。沉积构造规模较小,主要见平行层理、波状层理、中—小型交错层理。

## 3.4 前三角洲前缘

前三角洲前缘主要分布于瓦乌斯多索卡剖面的下部(图8),主要发育三角洲前缘席状砂,其主要表现为灰白色细砂岩,夹薄层灰黑色泥质粉砂岩,分选好,交错层理发育,生物化石少,沉积上呈现出下细上粗的垂向序列,常与浅湖相的粉砂岩、泥岩相间出现,岩相组合以类型10为主(图4(j))。

## 3.5 湖泊

湖泊相在研究区新沟剖面上侏罗统享堂组和

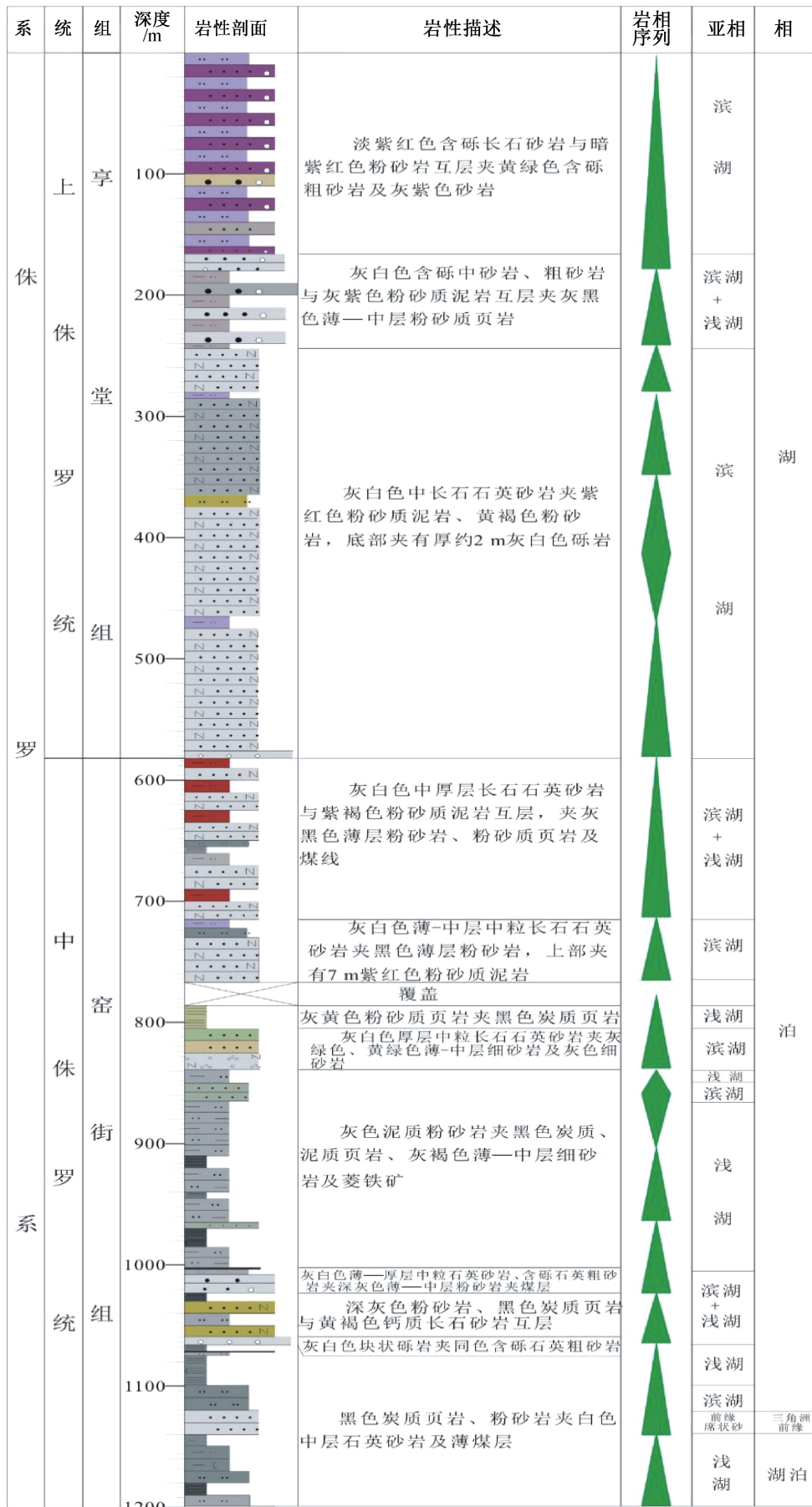


图8 瓦乌斯多索卡剖面中上侏罗统沉积相柱状图  
Fig.8 Lithology and sedimentary diagram of Middle-Upper Jurassic in the Wausdosoka

瓦乌斯多索卡剖面中上侏罗统广泛发育(图5、图8)。研究区内的湖泊相可进一步划分为滨湖亚相和浅湖亚相,二者常相间出现(图7(b))。

研究区窑街组发育的滨湖相较享堂组粒度细,多为细砂岩、粉砂岩,可见到泥裂、雨痕,偶见平行层理、板状斜层理。享堂组主要为褐红色薄—中层含砾粗砂岩、细砂岩和粉砂岩,砂岩发育小型交错层理。总体上,滨湖相在窑街组和享堂组下部多表现为薄层细砂岩、粉砂岩,而在享堂组上部岩相组合方式如类型9(图4(i)),为细砂岩与粉砂岩薄互层。

研究区浅湖相主要为褐红色泥岩、粉砂岩、灰黑色炭质泥岩、炭质页岩,水平层理发育,局部可见菱铁矿。中侏罗统窑街组岩相组合如类型7(图4(g))。上侏罗统享堂组浅湖相常发育膏岩、芒硝

等蒸发岩盐,其岩相组合如类型8(图4(h))。

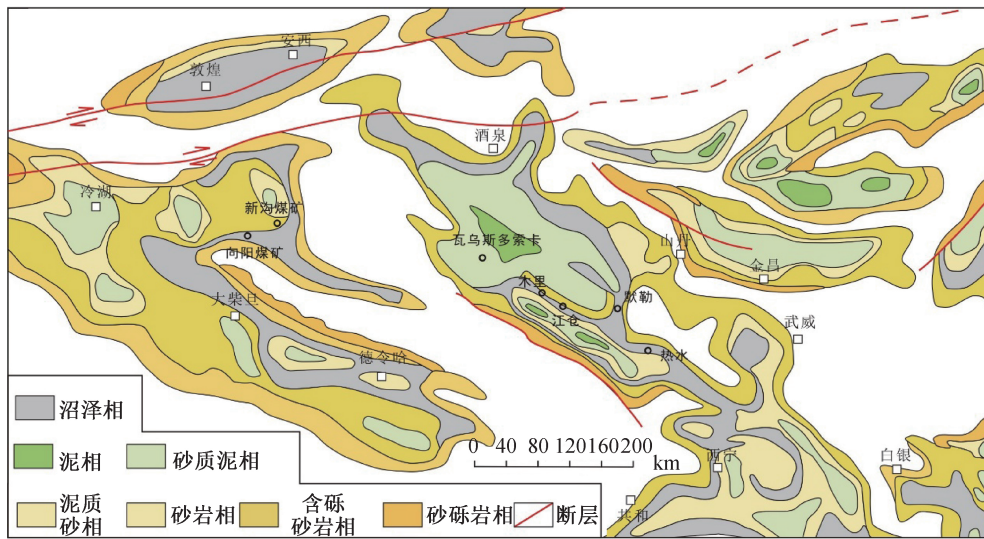
### 4 沉积演化

#### 4.1 早侏罗世

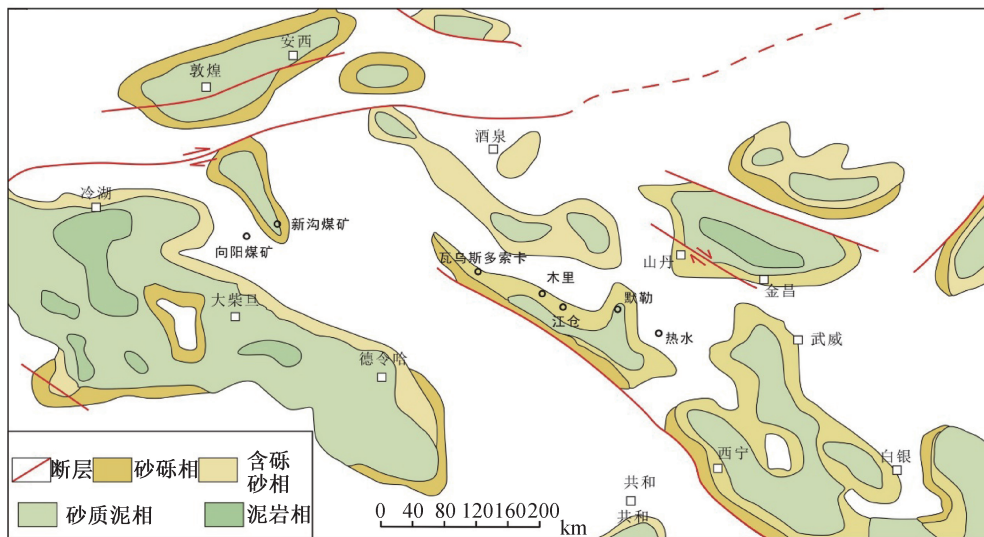
早中侏罗世,西北地区经历过有限的地壳伸展作用<sup>[12-14]</sup>。中—南祁连地区开始形成一系列彼此分割的雁列式断陷盆地。该时期气候温暖湿润,盆地周缘山地剥蚀作用强烈,物源供应充足,在各个断陷盆地沿山麓发育一系列冲积扇,向盆地内部过渡为河流和湖泊,局部地区形成沼泽。在木里—热水发育有冲积扇和沼泽<sup>[15-17]</sup>。

#### 4.2 中侏罗世

中侏罗世早期,中—南祁连地区仍处于伸展构造背景,但伸展作用减弱<sup>[12-14]</sup>,经历了强烈的“填



(a) 中侏罗世



(b) 晚侏罗世

图9 南祁连盆地中晚侏罗世岩相古地理

Fig.9 Paleogeography and lithofacies of Middle and Late Jurassic in the southern Qilian Basin

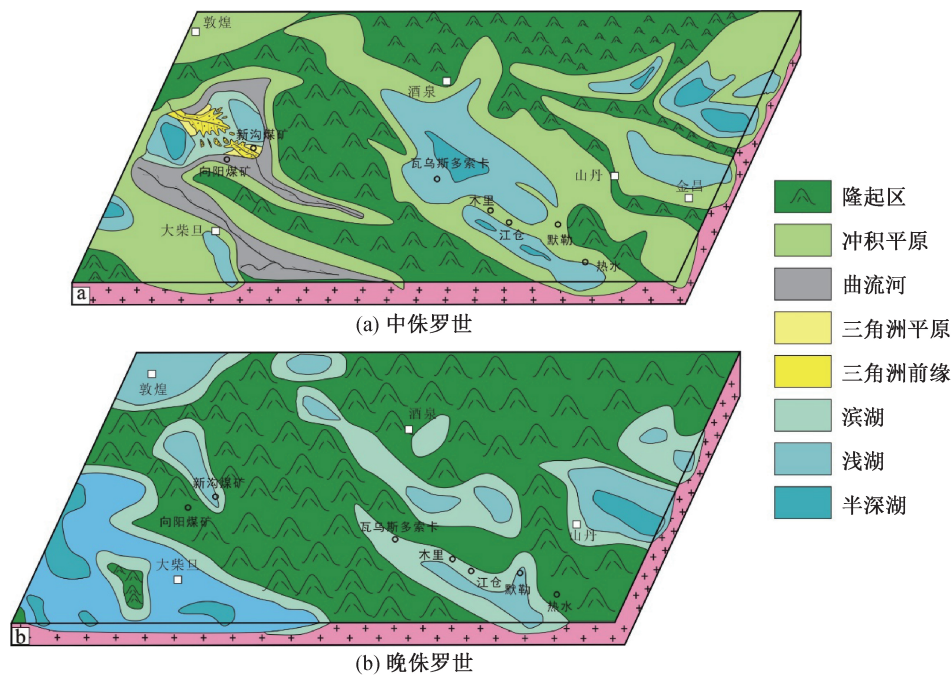


图 10 南祁连盆地中晚侏罗世沉积模式图

Fig.10 Sedimentary Patterns of Middle and Late Jurassic in Southern Qilian Basin

平补齐”式的夷平作用,地形高差进一步缩小,沉积分布范围扩大。此时,气候变为温带—亚热带温暖湿润气候,相对湖平面上升,湖泊覆盖面积广<sup>[15,17]</sup>,大柴旦、新沟、向阳煤矿等地形成统一的盆地,热水、木里、瓦乌斯多索卡、酒泉等地也形成同一沉积盆地(图 9(a))。这两个盆地被隆起分割开,在新沟—向阳一带形成广泛的河流沼泽和扇三角洲(图 10(a))。在瓦乌斯多索卡—热水一带湖泊相沉积以细碎屑岩为主,滨浅湖亚相中有细砂岩、粉砂岩、煤线,深湖—半深湖相中有油页岩、泥岩、炭质页岩(图 9(a))。湖泊沉积稳定,适合有机质的富集和保存。

中侏罗世晚期,研究区构造背景趋于稳定,但气温回升,转变为热带—亚热带温热半干旱气候。岩性普遍以杂色沉积为主,表明已由还原条件向氧化条件转化。在新沟—向阳煤矿一带,形成了研究区扇三角洲平原和河流相沉积。在瓦乌斯多索卡则形成广泛滨浅湖沉积。

### 4.3 晚侏罗世

中侏罗末—晚侏罗世,由于帕米尔高原地区的喀喇昆仑陆块与亚洲大陆南缘发生碰撞,造成中国西北地区的挤压构造背景<sup>[2]</sup>,在这种区域性的挤压构造背景下,晚侏罗世,研究区抬升,从而形成上侏罗统与中侏罗统之间的角度不整合或平行不整合<sup>[17]</sup>,并在上侏罗统享堂组底部发育砂砾

岩相。随着隆起变缓,物源供给较少,泥质成分开始逐渐增加(图 9(b))。岩石颜色主要为紫红色,属滨浅湖沉积(图 10(b))。瓦乌斯多索卡地区和新沟煤矿享堂组岩石颜色由底部灰色向上变为紫红色,表明气候条件由弱还原环境转变为炎热干旱。碎屑粒度也随之变粗,表明晚侏罗世水动力学条件增强。古地理格局显示:新沟—向阳煤矿地区与大柴旦分隔开形成不同的晚侏罗世盆地。在新沟煤矿一带,主要为紫红色薄至中层细砂岩、粉砂岩和泥岩,夹石膏层和芒硝,为滨浅湖沉积,局部发育扇三角洲沉积。瓦乌斯多索卡—默勒盆地进一步缩小,主体为滨湖沉积体系(图 10(b))。

## 5 结论

1) 南祁连盆地西段中上侏罗统可划分为叠瓦状砾岩相(Gi)、槽状交错层理砾砂岩相(S-Gt)、槽状交错层理中粗砂岩相(Sct)、平行层理砂岩相(Sh)等 16 种岩相类型,根据不同的岩相类型和垂向序列组合方式,划分出研究区存在 10 种岩相组合类型。

2) 研究区中侏罗统窑街组主要发育曲流河、扇三角洲、滨浅湖沉积体系,上侏罗统享堂组主要发育滨浅湖相,局部发育冲积扇。

3) 侏罗纪,南祁连盆地西段新沟—向阳煤矿与瓦乌斯多索卡分属不同的沉积盆地,沉积相差

异明显,呈现不同的沉积演化过程。中侏罗世,向阳煤矿一带主要为曲流河沉积,新沟煤矿一带主要为扇三角洲平原沉积,瓦乌斯多索卡一带为浅湖沉积;晚侏罗世,向阳煤矿一带隆起不接受沉积,新沟煤矿主要为滨浅湖沉积,瓦乌斯多索卡一带为滨湖沉积。

#### 参考文献:

- [1] LI Shun, YIN Changqing, CARL Guilmette, et al. Birth and Demise of the Bangong-Nujiang Tethyan Ocean: A Review from the Gerze Area of Central Tibet[J]. *Earth-Science Reviews*, 2019, 198:1-25.
- [2] YANG Yongtai, GUO Zhixin, LUO Yanjun. Middle-Late Jurassic tectonostratigraphic Evolution of Central Asia, Implications for the Collision of the Karakoram-Lhasa Block with Asia[J]. *Earth-Science Reviews*, 2017, 166:83-110.
- [3] 刘全有,戴金星,金之钧,等.塔里木盆地前陆区和台盆区天然气的地球化学特征及成因[J]. *地质学报*, 2009, 83(1):07-114.
- [4] 李剑,姜正龙,罗霞,等.准噶尔盆地煤系烃源岩及煤成气地球化学特征[J]. *石油勘探与开发*, 2009(03): 114-123.
- [5] 李剑,郝爱胜,齐雪宁,等.中国西北地区侏罗系煤成气地球化学特征与勘探潜力[J]. *天然气地球科学*, 2019(6):866-879.
- [6] 邵雨.准噶尔盆地南缘深层下组合侏罗系油气成藏研究[J]. *高校地质学报*, 2013(1):88-96.
- [7] 王招明.塔里木盆地库车坳陷克拉苏盐下深层大气田形成机制与富集规律[J]. *天然气地球科学*, 2014, 25(2):153-166.
- [8] 塔斯肯,李江海,李洪林,等.中亚与邻区盆地群构造演化及含油气性[J]. *现代地质*, 2014(3):573-584.
- [9] 邓胜徽,姚益民,叶得泉,等.中国北方侏罗系(1):地层划分与对比[M].北京:石油工业出版社,2003:391-399.
- [10] 尹泽,刘自亮,彭楠,等.鄂尔多斯盆地西缘上三叠统延长组沉积相特征研究[J]. *沉积学报*, 2019, 37(1): 166-179.
- [11] 肖红平,刘锐娥,张福东,等.鄂尔多斯盆地二叠系盒8段沉积模式重建及其勘探意义[J]. *石油勘探与开发*, 2019, 46(2):78-90.
- [12] 何登发,赵文智.中国西北地区沉积盆地动力学演化与含油气系统旋回[M].北京:石油工业出版社,1999.
- [13] 谢志清.西北地区侏罗纪含煤盆地的构造性质与构造类型[J]. *中国煤田地质*, 2002, 14(4):6-8.
- [14] 靳久强,赵文智,薛良清,等.中国西北地区侏罗纪原型盆地与演化特征[J]. *地质论评*, 1999, 45(1):92-104.
- [15] 宋立珩,薛良清.西北地区侏罗系盆地典型充填序列[J]. *地球学报*, 1999, 20(1):96-103.
- [16] 梁振新.青海省木里煤田沉积环境与聚煤规律研究[D].西安:西安科技大学,2015.
- [17] 孙崇仁.青海省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.

(责任编辑 王利君)