

北祁连东段石炭纪岩相古地理基本特征^①

佟再三 李汉业^②

(兰州大学地质系,兰州,730000)

摘要 本区早石炭世,秦岭海域海水以天水—静宁古海峡为通道侵入本区,向北、西超覆,形成“凹”型海湾环境,沉积了以海湾—泻湖微相及潮坪相为主夹少量碳酸盐台地相含煤岩系。晚石炭世,海侵进一步扩大,红土洼期—羊虎沟期为“凹”字型海湾,太原期,北祁连海与华北、华南及天山海域连成一片,沉积了滩相、潮坪相及三角洲相为主的含煤岩系。沉积作用向银川以北、武威以西超覆。

关键词 北祁连东段 古炭纪 岩相古地理

作者简介 佟再三 男 52岁 副教授 沉积岩石学及岩相古地理

北祁连东段指武威以东地区,区域构造上包括了北祁连加里东褶皱带及走廊过渡带的广大地区。本文论及范围概括了西起甘肃古浪东至宁夏同心,北起甘肃民勤—内蒙古阿拉善左旗一线,南抵甘肃永登—靖远一线的广大区域,面积约70000km²。

区内石炭系发育齐全,出露良好,化石丰富。是晚古生代重要煤炭资源基地之一。

1 地层的划分与对比

本区地层区划属北祁连地区,包括了武威—中宁分区,走廊—六盘山分区及靖远—西吉小区。本文将本区石炭系划分为下石炭统和上石炭统(表1)。根据岩性特征、生物组合及接触关系等,进行了全区地层的划分与对比。石炭系研究的新进展主要如下:

1.1 前黑山组 底部与下伏的晚泥盆世沙流水群连续或假整合接触,页岩中产亚鳞木、拟鳞木和古鳞木等植物化石。灰岩中产腕足类;*Eochoristites—Schuchertella* 组合。

1976年钱志铮报道了景泰黑山发现杜内期的沉积,命名前黑山组。高联达(1980,1985)于磁窑大水沟在李星学(1974)划分的臭牛沟组下段建立了AL孢粉组合带,与西欧杜内期孢粉带对比,也相当于贵州地区岩关期的沉积。因此,将其从原臭牛沟组划分出来,命名前黑山组。

1.2 臭牛沟组 相当于韦宪期的沉积,大致相当于贵州地区的大塘阶。地层中动、植物化石丰富,并由下至上建立了PV、TC、NM及VN四个孢粉带。近年,由于在臭牛沟组上段既燧石条带状灰岩中发现了大量纳缪尔早期蜓类化石,故把这一段沉积划入靖远组。

1.3 纳缪尔期靖远组和红土洼组 近年,在1974年划分的靖远组下段和中段,发现了大量的菊石、孢粉、牙形刺及植物等化石,时代相当于纳缪尔早期E带,将其单独划分为狭义的靖远组,置于下石炭统顶部。

① 国家自然科学基金资助项目

② 通讯联系人:佟再三

表1 北祁连东段石炭纪地层系统表

Table 1 Stratigraphic system of Carboniferous in East north Qilian

年代地层	西 欧 (阶)	北 祁 连 东 段 (组)
上 石 炭 统	斯蒂芬阶 Stephanian	太原组
	维斯发阶 Westphalian	羊虎沟组
	纳缪尔阶 Namurian	红土洼组
下 石 炭 统		靖远组
	韦宪阶 Viséan	臭牛沟组
	杜内阶 Tournaisian	前黑山组

新义靖远组代表了臭牛沟组之上、红土洼组含H带牙形刺灰岩之下的一段沉积,并以产 *Eumorphoceras*—*Cravenoceras* 菊石动物群和以 *Gnathodus bilineatus bollandensis* 牙形刺动物群为特征,以产桧木、纤弱楔叶及多种网羊齿以及许多具维斯发期植物群和以孢粉 TA、VR 组合为其生物群(带)的判别标志(纳缪尔早期 E 带)。

原靖远组上段底部发现的相当于西欧棱菊石类 *Homoceras* 带的标志性牙形刺 *Declingnathodus naduliferus*,上部有 R—G 带菊石,故将其命名为红土洼组。该组相当于纳缪尔中晚期的沉积,代表晚石炭世早期的地层单元。

2 沉积相的划分及主要特征

2.1 沉积相的划分

本区为海陆交互相含煤岩系。根据所处古地理位置,构造背景、岩石类型及结构构造特征,古生物组合、古生态及地球化学特征和沉积相的分异程度等,本区石炭系分为大陆相组和滨岸过渡相组,然后再划分 3 个相区,8 个相、10 个亚相,其中某些亚相还划分出了微相(表 2)。

2.2 沉积相主要标志

河道相以粗碎屑岩为主,常见大型斜层理,底部有冲刷。堤泛相砂岩粒度较细,泥质岩增多,有时夹薄煤层,水平层理及砂纹层理,常见植物化石。微量元素 Sr/Ba 0.1~0.5, B/Ga < 3.3, Ca/Fe < 4。

三角洲平原相由三角洲平原、三角洲前缘和前三三角洲亚相构成。垂向上由下至上碎屑岩的粒度变粗,水平层理、砂纹层理—大型交错层理(图版 I, 2、3、4)常见。前三三角洲相,海相动物化石与植物化石共存。三角洲前缘及三角洲平原相植物化石增多。微量元素 Sr/Ba 0.7~1.2, B/Ga 33~4.5, Ca/Fe 4~7。

滨海平原相区由潮坪、海滩及碳酸盐台地相组成。潮上及潮下亚相以泥质岩及碳酸盐为主(图版 I, 6);潮间带以中、细粒碎屑岩为主,成熟度较高,动、植物化石共生,潮汐层理发育(图版 I, 1)。砂岩粒度概率曲线,以跳跃组分为主,斜率较陡;悬浮组分 20—30%,斜率也较陡。

表 2 沉积相划分简表

Table 2 The simplified table of the sedimentary facies division

相 组	相 区	相	亚 相	微 相
大 陆	滨海冲海平原 I	河 道 I I	未 分	未 分
		堤 泛 I I		
滨 岸 过 渡	三角洲平原 I	三角洲平原 I ₁	泛滥盆地 I I	未 分
		三角洲前缘 I ₂	分流河道 I I	
			支 间 湾 I I	
			河 口 坝 I I	
		远 砂 坝 I I		
	前三角洲 I ₃	未 分		
	滨海平原 II	潮 坪 II ₁	潮 上 I I	蒸发坪 II ₁ ⁽¹⁾
			潮 间 I I	泥 坪 II ₁ ⁽²⁾
				沼 泽 II ₁ ⁽³⁾
		潮 下 I I	未 分	
			潮 渠 II ₁ ⁽¹⁾	
		海 滩 II ₂	未 分	海湾—泻湖 II ₁ ⁽²⁾
碳酸盐台地 II ₃	碳酸盐潮坪 II ₃	未 分		
	碳酸盐台地 II ₃			

海滩相以中粒海绿石英砂岩为主(图版 I, 5), 低角度冲洗交错层理。粒度概率曲线, 跳跃组分达 90%, 斜率最陡; 悬浮组分 < 10%, 斜率也最陡。

碳酸盐台地相, 主要为泥晶灰岩及生物碎屑灰岩, 夹少量泥质岩。水平微波状层理, 海相动植物化石丰富, 如蜓类、珊瑚、苔藓、腕足、菊石及瓣鳃类等, 生物分异度较高, 含遗迹化石 *Zoophycos*(图版 I, 8)。微量元素 $Sr/Ba > 1.3 \sim 1.6$, $B/Ga > 4.5$, $Ca/Fe > 7$ 。

3 岩相古地理基本轮廓

3.1 前黑山期 沉积范围较小, 它是对泥盆纪沉积填平补齐的基础上发展起来的。

秦岭海槽的海水, 经天水—静宁海峡侵入本区, 由北、西浸漫, 北部达阿拉善左旗, 东达东经 106° 线附近, 南部的海岸线在坪城—靖远一线, 天祝磨石沟为西部沉积边界。沉积区呈“ Γ ”字型海湾(图 1)。

区内地形分割较强, 岩相古地理差异较大。香山一带为古隆起, 由一些岛屿组成(可能是走廊隆起带的东延部分), 将本区分隔成南北两个沉积区。南部景泰—靖远拗陷, 为北祁连加里东褶皱带的一部分。下部由堤泛相及潮上带组成, 中上部为泥坪微相, 灰岩、页岩夹白云质岩(图版 I, 6)及藻类灰岩等。沉积中心在磁窑, 厚 180—200m。卫宁拗陷为走廊过渡带的一部分, 形成了海湾泻湖环境。中—细粒砂岩与泥岩互层夹灰岩、白云岩及石膏, 有的层位含食盐假晶。海相动物化石少, 种属单调, 页岩中产植物化石及碎片。地层厚 270—285m, 沉积中心在单梁山一带。

香山岛屿周围的海岸线附近, 为潮上蒸发环境。沉积了碎屑岩、泥质岩、灰岩夹厚层石膏

层。红水堡附近有许多矿点正在开采,甘塘—小红山石膏矿工业价值最大。此外,下河沿、骡子沟及野猫子山等地也赋存石膏矿。

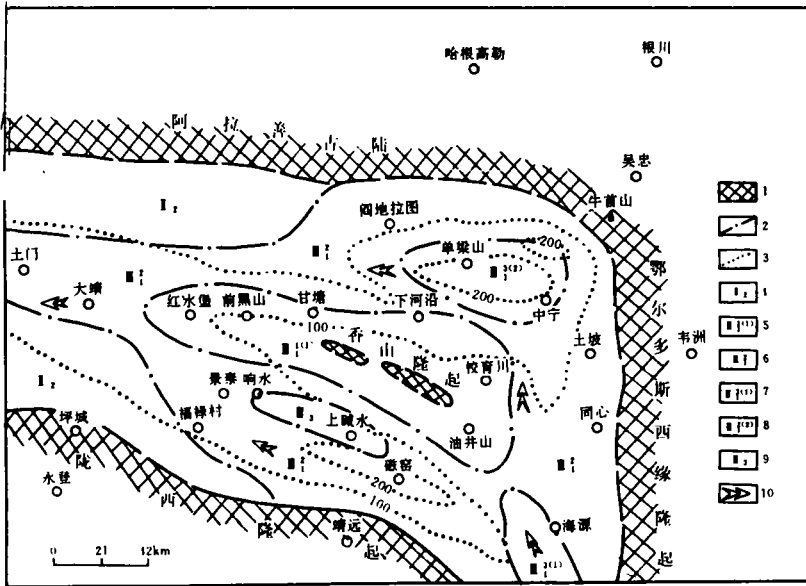


图1 北祁连东段早石炭世黑山期岩相古地理略图

1. 剥蚀区
2. 沉积相界线
3. 沉积等厚线
4. 三角洲前缘相
5. 潮上蒸发坪微相
6. 潮间坪亚相
7. 潮渠微相
8. 海湾—泻湖微相
9. 碳酸盐台地相
10. 海侵方向

Fig. 1 Lithofacies paleogeographic sketch map of the eastern part of Northern Qilian, in the Qianheishan age of Early Carboniferous

相带的分布、拗陷带的展布均呈北西向,表明其控于区域构造线。

前黑山期早期为干热的气候条件,氧化—弱氧化环境。后期转移为干热与湿热交替的气候,弱氧化—弱还原环境。

3.2 臭牛沟期—靖远期 沉积范围扩大,香山古岛下沉成为水下隆起,秦岭海水继续沿天一靖海峡侵入本区,向北部、西部形成超覆,是一次规模较大的海侵活动。仍为“ Γ ”型海湾。

臭牛沟组为三角洲含煤沉积,垂向上显示出向海推进的海退沉积层序。靖远组为纳缪尔早期沉积,下部是厚层碳酸盐台地相含燧石条带灰岩。厚层灰岩在靖远磁窑最厚(40—70m)。此外,在磨石沟、红水堡及校育川等地碳酸盐也较发育,并且灰岩中产丰富的海相动物化石。上部为碳酸盐潮坪、碎屑岩和泥质岩沉积,夹薄煤层。灰岩透镜体中产E带菊石,页岩中产脉羊齿—网羊齿植物化石组合。靖远组沉积也较普遍,但厚度差别大、相变快,局地有缺失。永昌夹道可能为西部边界,牛首山为卫宁地区北部沉积边界。本区的靖远磁窑、宁夏校育川及阎地拉图等地拗陷较深,沉积厚度大,臭牛沟组—靖远组的厚度分别为239.5、208米和>320米。

该期由于基底断裂活动及差异沉降作用,形成了若干小型拗陷。其中磁窑、阎地拉图及红水堡为碳酸盐台地相沉积。其它广大地区为潮坪环境,仅在东部及西南部海岸带发育了三角洲前缘相及潮下亚相沉积。

臭牛沟—靖远期为潮湿的热带气候,弱氧化—弱还原环境。

3.3 红土洼期—羊虎沟期 秦岭海水继续侵入本区,沉积范围进一步扩大。海水向东接近东经 107°线,南部达永登—靖远一线以南。纳缪尔晚期,银北地区开始下沉,形成了宁夏海湾,接受了红土洼组及羊虎沟组的沉积,后者厚度偏大、沉积超覆普遍。永昌红山窑为红土洼组沉积的大致西部边界。羊虎沟组在河西走廊沉积较普遍,并超覆在较老的变质岩之上。呈一“T”型海湾(图 2)。

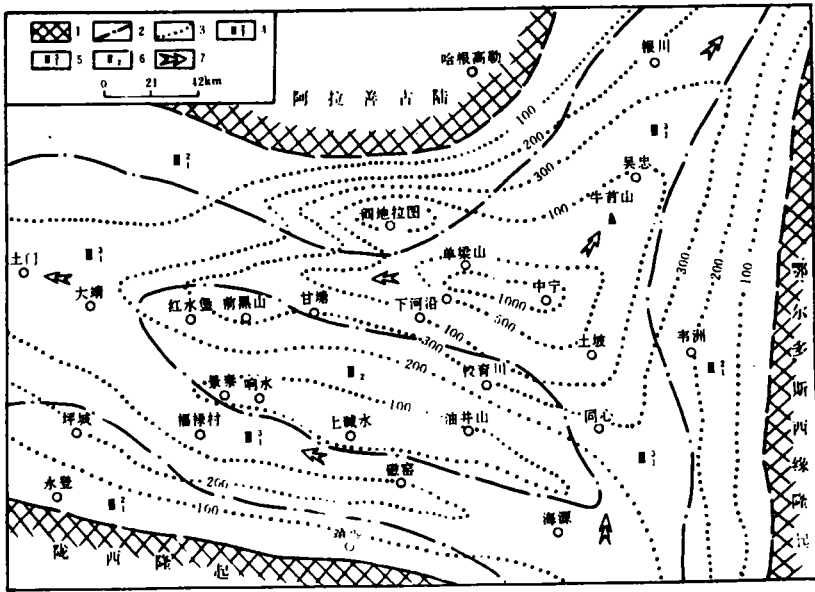


图 2 北祁连东段晚期石炭世红土洼期—羊虎沟期岩相古地理略图

1. 剥蚀区 2. 沉积相界线 3. 沉积等厚线 4. 潮间坪亚相 5. 潮下亚相 6. 海滩相 7. 海侵方向

Fig. 2 Lithofacies paleogeographic sketch map of the east part of Northern Qilian in the Hongtuwa—Yanghukou age of Late Carboniferous

红水堡—拉牌水—上碱水—校育川一线为本区的障壁滩,是以碎屑岩为主的海滩相沉积。由于相变,福祿村、响水及校育川等地缺失了红土洼组 H 带化石的产出。

北部的卫宁地区为拗陷的中心,海湾—泻湖微相的补偿性沉积,总厚度在 1000m 以上。由于相变或构造的原因,卫宁及其以北地区,也普遍缺失红土洼组底部 H 带的沉积。

磁窑—福祿村一带为潮坪环境。

红土洼期—羊虎沟期,气候湿热,雨量充沛,形成了多层薄煤。

景泰—靖远地区,羊虎沟期末,经历了一次上升运动。福祿村—上碱水—磁窑一线以南地区缺失太原组的沉积。二迭系大黄沟组假整合在羊虎沟组之上。

3.4 太原期 景泰—靖远上升之后,太原期的沉积明显向北迁移。鄂尔多斯西缘隆起开始下沉成为水下隆起。华北海与祁连海湾间的挡水“闸门”已打开,形成了与华北、华南及天山海域连通的海区,海侵扩大(图 3)。

北部古陆边缘为潮间—潮上带及沼泽相沉积,南部古陆边缘为三角洲及海湾—泻湖微相沉积,中部一些地区为潮下亚相。东部受鄂尔多斯西缘(贺兰山—六盘山)深断裂带活动的影

响,韦洲拗陷太原组厚 600m 以上,为海湾—泻湖微相夹潮间—潮上带的沉积;单梁山拗陷受沙坡头—同心—彭堡断裂控制,太原组厚达 760 余米。

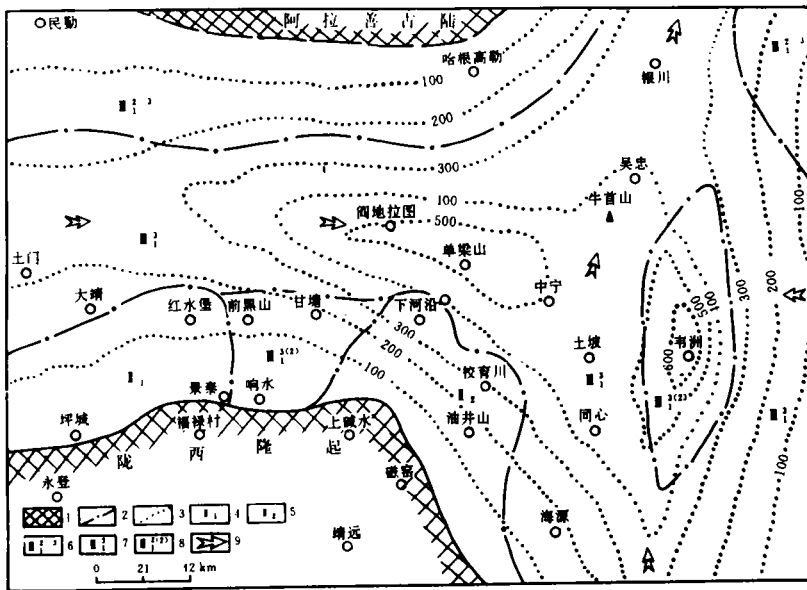


图 3 北祁连东段晚石炭世太原期岩相古地理略图

1. 剥蚀区 2. 沉积相界线 3. 沉积等厚线 4. 三角洲平原相 5. 三角洲前缘相 6. 潮上—潮间带
7. 潮下亚相 8. 海湾—泻湖微相 9. 海侵方向

Fig. 3 Lithofacies paleogeographic sketch map of the east part of Northern Qilian in the Taiyuan age of Late Carboniferous

4 海侵方向的论证

秦岭海水以天水—静宁海峡为通道侵入本区。根据:

(1)天祝磨石沟为前黑山组沉积西部大致边界。此后臭牛沟组、靖远组及红土洼组等沉积渐次向西超覆。同样,宁夏地区早石炭世的沉积大致不超过牛首山,而晚石炭世的红土洼组、羊虎沟组及太原组渐次向银北超覆。例如,卫宁地区普遍发育的纳缪尔期 E 带,在牛首山超覆在老变质岩之上。再往北,又被纳缪尔期 R 带、G 带超覆在变质岩之上代替。表明沉积层位,往北逐渐抬高。

(2)陇西隆起东部的静宁界石堡、威戎、通渭的何家山等地,有晚石炭世早期沉积。在西秦岭北带的海相石炭系中也发现有真形菊石、比材菊石及网纹菊石等纳缪尔期化石。此外,陕西凤县草凉驿、天水社棠及武山新寺等地有纳缪尔期含煤地层的分布。在通渭一带还发育了海相二叠系、三叠系。

(3)石炭系的沉积中心在景泰—磁窑及卫宁地区,碳酸盐沉积较其它地区层数多、总厚度大。

(4)有关的地球物理资料认为,陇西隆起的东界应止于武山附近。并且天水—静宁一带表现出南北向断裂拗陷性质。

结语

(1)早石炭世及晚石炭世早—中期,秦岭海水以天一静海峡为通道侵入本区,海侵逐渐扩大,形成超覆;晚石炭世晚期,与华北、华南及天水海域海水连通。本区为一具海湾性质的陆表海域。

(2)早石炭世,形成“冂”字型海湾;红土洼期—羊虎沟期,牛首山以北贺兰山地区下沉,接受沉积,形成宁夏海湾;全区总体上构成“冂”字型海湾。太原期为较畅通的陆表海环境。

(3)石炭系为海陆交互相含煤岩系,以有障壁海岸环境的碎屑岩、泥质岩为主的沉积,碳酸盐主要产于早石炭世。相组合由三角洲平原相区和滨海平原相区为主。

早石炭世含石膏;韦宪期、纳缪尔期及维斯发期具欧美生物区系特征,地层沉积类型为祁连型。太原组具早期华夏植物群,为华北沉积特征,属华北型。

(4)根据古地磁及古生态资料,本区石炭纪地处低纬度地区,前黑山期早期为干热气候。此后整个石炭纪转为雨量充沛的热带气候。

(5)景秦—靖远地区,羊虎沟期末,经历了一次地壳运动,缺失太原组、二叠系大黄沟组陆相地层假整合在羊虎沟组之上。这次地壳运动可称“景靖运动”。

本文在完成过程中,得到了沈光隆、李克定先生的指导与帮助,谨此致谢。

参 考 文 献

吴秀元等,1987,地层学杂志,11卷3期,163—176页。

刘志才等,1983,地层学杂志,7卷2期,130—134页。

霍福臣等,1989,宁夏地质概论,科学出版社。

何宝珍、晁吉祥,1982,煤田地质与勘探,2期,14—20页。

张抗,1980,煤田地质与勘探,6期,8—13页。

顾群,1980,地震地质,2卷2期,25页。

西安地质学院等,1989,甘肃河西走廊东部地区石炭纪地层及沉积相和生储条件的研究,西北大学出版社。

Characteristics of Carboniferous Lithofacies and Paleogeography in Eastern Part of North Qilian

Tong Zaisan Li Hanye

(Department of Geology, Lanzhou University, Lanzhou, 730000)

Abstract

The studied area is located in the eastern part of the North Qilian Caledonian foldbelt where the Carboniferous system with rich paleontological fossils develops perfectly and outcrops well, and the studies of the biostratigraphy have a long history.

The two-fold division scheme for Carboniferous is adopted in this paper, i. e., the Lower Carboniferous Series is composed of Qianheishan, Chouniukou and Tsingyuan Formations; and Upper one consists of Hong-

tuwa, Yanghukou and Taiyuan Formations.

The Qianheishan formation is equal to Tournaisian, Chouniukou to Visean, Tsingyuan and Hongtuwa to Namurian, Yanghukou and Taiyuan to Westphalian and Stephanian respectively.

The evolution of the Carboniferous lithofacies and paleogeography is described as follows:

1. This area was an epicontinental sea characterized by gulf. To the north was old Alaxa land; to the South Longxi uplift of Ordos.

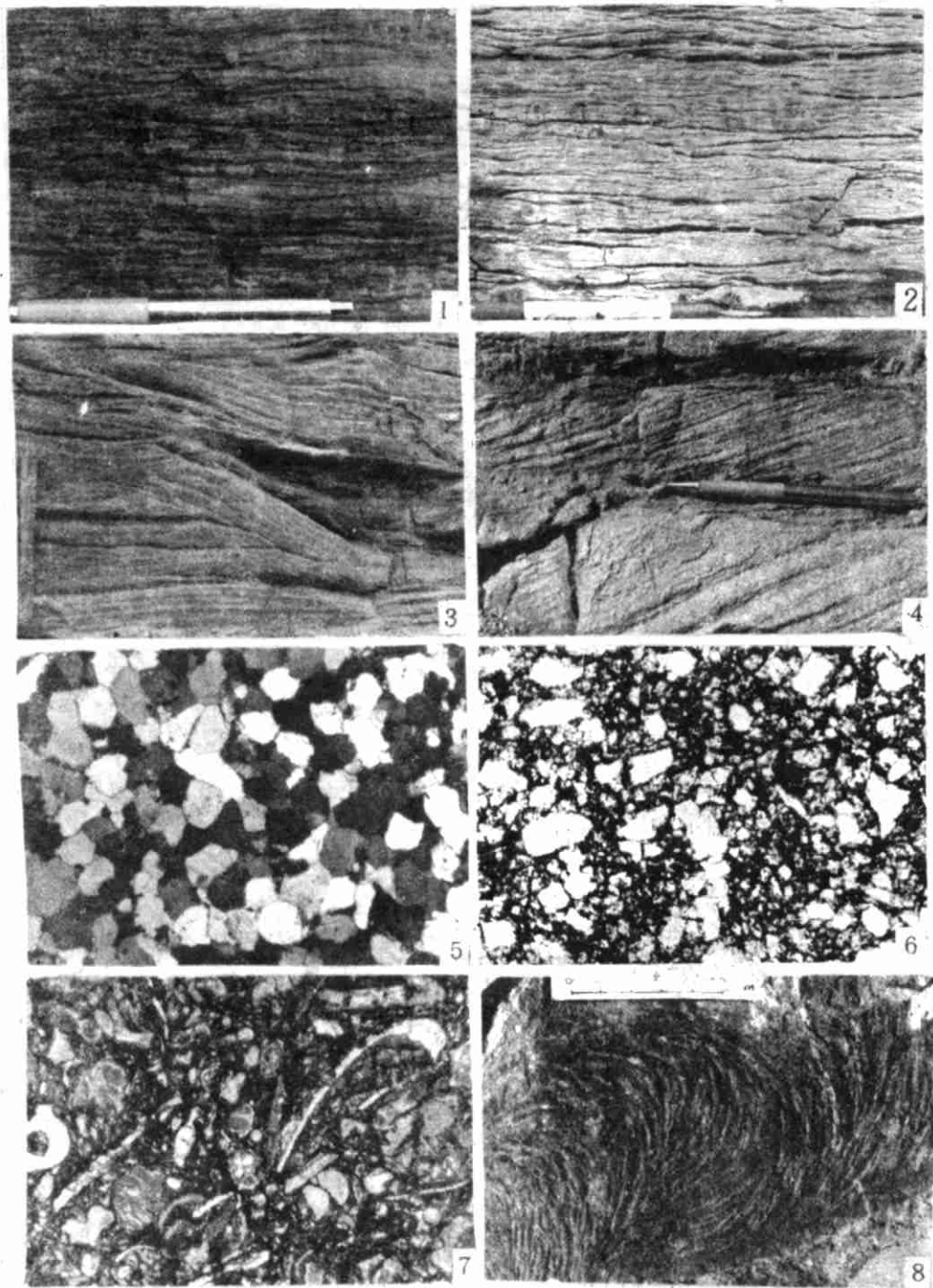
2. During the Qianheishan-Tsingyuan period, the marine water invaded the area from Qinling through the Tianshui-Jingning strait, making it a gulf in the shape of “ \sqcap ”; in the Hongtuwa-Westphalian, the invasion of this area became progressive overlap regularly, resulting in developing a “ \sqcap -shaped” gulf. In the Stephanian, the sea water expanded from North China into North Qilian, and conjoined with South China and Tianshan seas respectively.

3. The coal-bearing alternative marine-continental facies of barrier coast consists mainly of clastic rocks and the region is composed of the plain facies zones of delta and seashore.

The Lower Carboniferous contains gypsum. Although the fauna realm of the Visean, Namurian and Westphalian is similar to that of Euramerian, the sedimentary association is of the Qilian type. Taiyuan Formation belongs to the North China type characterized by the Early Cathaysian flora.

4. Based on both the paleomagnetism and the paleoecology, this area was situated in the low latitudinal zone in the Carboniferous period. It changed from the dry-hot in Tournaisian into damp-hot climate in the rest of the Carboniferous period. The Stephanian stage is a main coal-forming period in this area.

This area, the northern margin of Gansu-Qinghai-Tibet plate, acted as an ocean during the Early Paleozoic Era. The ancient oceanic crust should be subducted beneath the Center Qilian, and then, the collision between the Alaxa-Tarim and Caidam took place in the Caledonian, finally, resulting in the forming of the Hexi-Corridor transitional zone and the Caledonian foldbelt of the North Qilian. After that, the historical geology of Carboniferous in this area began to develop in the continental crust.



1. 透镜状层理, 潮坪相, 红水堡, 红土洼组, 33层。 2. 砂纹层理, 远砂坝亚相, 上碱水, 红土洼组, 19层。 3. 槽状交错层理, 分流河道亚相, 上碱水, 红土洼组, 19层。 4. 单向斜层理, 河口砂坝亚相, 下河沿, 羊虎沟组, 13层。 5. 中粒海绿石英砂岩, 海滩相, 红水堡, 红土洼组, 31层, $\times 25(+)$ 。 6. 微晶砂质的云岩, 潮上带, 磁窑大水沟, 前黑山组, 3层, $\times 60(-)$ 。 7. 泥晶生物碎屑灰岩, 泻湖—潮坪微相, 红水堡, 靖远组, 23层, $\times 20(-)$ 。 8. 灰岩层面上动藻迹化石 *Zoophycos*, 碳酸盐台地相, 下河沿, 太原组, 49层。