

中国西北地区石炭纪沉积盆地分析

丘东洲

(地质矿产部成都地质矿产研究所)

国内外百余年的油气资源普查勘探表明,沉积盆地分析是含油气盆地地质研究的核心。法国地质学家 A. Perrodon (1980) 在“石油地球动力学”一书中,开宗明义地提出“没有盆地,便没有石油”(Pas de bassin, Pas de Petrole)。在此以前,一位美国地质学家 L. G. Wecks (1975) 也认为:“盆地的分类是估计未发现油气资源量的基础”。一个地质历史发展较长的现今的沉积盆地,多数是由几个性质不同的原型沉积盆地叠合而成(如我国的塔里木、四川、鄂尔多斯等盆地),要剖析一个较复杂的叠合沉积盆地,应从其不同的原型沉积盆地分析入手。我国著名石油地质与大地构造学家朱夏在“论中国含油气盆地构造”(1986)一书中指出,“一个大型盆地总是包含着若干个由不同的地球动力学机制产生的不同结构部分,即称原型(Prototype)。对较复杂的叠合沉积盆地的研究,首先要分析其各个不同演化阶段的原型”。在此强调了“原型”在沉积盆地分析中的意义。

如何对一个沉积盆地不同演化阶段的原型进行分析呢?不同的地质学者从不同的方面提出了不同的方法。如 1977 年美国波特(P. E. Potter)、佩蒂庄(F. J. Pettijohn)的“古水流与沉积盆地分析”;美国迪肯森(W. R. Dickinson, 1977)的“板块构造与油气聚集”;澳大利亚尼比尔(C. E. B. Conybeare, 1980)的“沉积盆地岩石地层学分析”;英国博特(M. H. P. Bott, 1982)的“大陆边缘和克拉通上沉积盆地”;加拿大迈尔(A. D. Miall, 1984)的“沉积盆地分析原理”;美国金斯顿(D. R. Kingston, 1984)的“全球盆地分类和油气聚集”等,均阐述了沉积盆地的分析原理及方法。

本文据我国西北地区石炭纪沉积盆地的地质实际,参考前国际沉积学会主席、英国著名沉积学家里丁(H. G. Reading)1985 年来华讲学时所提出的沉积盆地分析方法和作者近年来对我国中、新生代沉积盆地的研究,即从控制沉积盆地沉积作用的主要因素出发,对沉积盆地进行原型分析的方法,对西北地区石炭纪沉积盆地原型加以分析。试图为我国西北地区现今沉积盆地的综合分析提供基础资料,并为西北地区石炭系和与石炭系有关的油气资源普查勘探提出参考意见。

一、西北地区石炭系沉积特征

西北地区石炭系分布面积约 $100 \times 10^4 \text{ km}^2$ (其中裸露区 $42 \times 10^4 \text{ km}^2$, 掩盖区 $58 \times 10^4 \text{ km}^2$), 是我国石炭系发育较好的地区。层序上通常分为上、下两统。下统一般厚 1500--1800m, 最厚 8434m, 主要岩类为碎屑岩(40%)、岩浆岩(25%, 主要为火山岩)、碳酸盐岩

(18%)及粘土岩。平面上可分为北区,中区和南区。

北区:艾比湖—阿其克布都克—六驼山断裂(简称艾—阿—六断裂)以北地区,包括北疆的阿尔泰、北准噶尔、南准噶尔等沉积区,岩性主要为碎屑岩、火山岩及碳酸盐岩,动物以管孔石燕等北型生物为主;植物为安格拉型,火山活动强烈,地层接触关系多为角度不整合。

南区:汗腾格里峰南—库米什断裂(简称汗—库断裂)和疏勒河断裂以南,包括南疆、甘青等沉积区,岩性主要为碎屑岩、碳酸盐岩及蒸发岩,动物以南型为主,植物主要为华夏型,大部分地区无火山活动,地层接触以假整合和整合为主。

中区:界于上述两区之间,包括天山、北山沉积区,岩性为碎屑岩、碳酸盐岩及火山岩,生物为南、北混合型,火山活动强烈。

(一)早石炭世主要沉积区与沉积相(图1)

1. 北疆北部沉积区于布尔布特—克拉美丽断裂(简称布—克断裂)以北地区。主要岩类为火山岩、火山碎屑岩及碎屑岩,含北型腕足、头足、斧足等动物化石及安格拉型植物化石,火山岩见枕状构造,碎屑岩见粒序层理、变形层理及底痕等。主要沉积相为海岸相区、浅海陆棚相区及海底火山相区。

2. 北疆南部沉积区于布—克断裂以南、艾—阿—六断裂以北地区。主要岩类为火山岩、火山碎屑岩、碎屑岩、粘土岩及硅质岩,生物化石组合似北部区,以北型动、植物为主。火山岩见枕状构造,碎屑岩与火山碎屑岩常构成复理石沉积,见鲍玛层序、底痕及滑塌构造,鲍玛层序上部常见具纹层的硅质岩薄层。主要沉积相为海岸相区、浅海陆棚相区及半深海—深海相区,局部剥蚀区边缘见陆相系。

3. 天山—北山沉积区于①与②断裂及①与⑤断裂之间地区(断裂名称见图1)。主要岩类为碳酸盐岩,其次为粘土岩、火山碎屑岩和碎屑岩,动物化石有腕足、珊瑚、蛭科等,植物化石较少,动、植物组合均具南北型混生色彩。沉积构造既有流动、浪成因,又有重力流成因,火山岩见枕状构造及韵律性层理。主要沉积相为浅海陆棚相区,其次为海岸相区和海底火山相区。

4. 南疆沉积区于汗—库断裂以南、车尔臣断裂以西地区。主要岩类为碳酸盐岩,其次为粘土岩、碎屑岩,少数为蒸发岩、火山岩。生物化石丰富,有腕足、珊瑚、苔藓、腹足等,为典型南型种属,沉积相主要为海岸相区、浅海陆棚相区及台地相区。海岸相区主要分布于塔里木盆地中部及西部,包括萨勃哈、潮坪、泻湖等相,浅海陆棚相区主要分布于南天山及西昆仑地区。

5. 甘青沉积区于阿尔金断裂以东、库塞湖北—秀沟断裂以北地区。主要岩类为碎屑岩和碳酸盐岩,其次为粘土岩、火山岩、火山碎屑岩。生物化石丰富,动物有珊瑚、腕足、苔藓、菊石等,以南型为主,仅北部含少量安格拉植物分子。沉积相主要为海岸相区、台地相区及浅海陆棚相区,西南局部有半深海—深海相区。海岸相区类型丰富,有岸沼、岸盆、潮坪、岸滩及泻湖等相。

(二)晚石炭世主要沉积区及沉积相(图2)

晚石炭世沉积与早石炭世沉积具有一定的继承性,沉积区主要分布于北疆、南疆、甘青及天山—北山区等地,仍具北部沉积区较活动,南部沉积区较稳定,天山—北山沉积区为过渡区的特点。与早世相比晚世沉积有以下几点差异:

1. 早石炭世沉积海相系的北疆北部沉积区,晚石炭世上升为陆,成为河流相和湖泊相

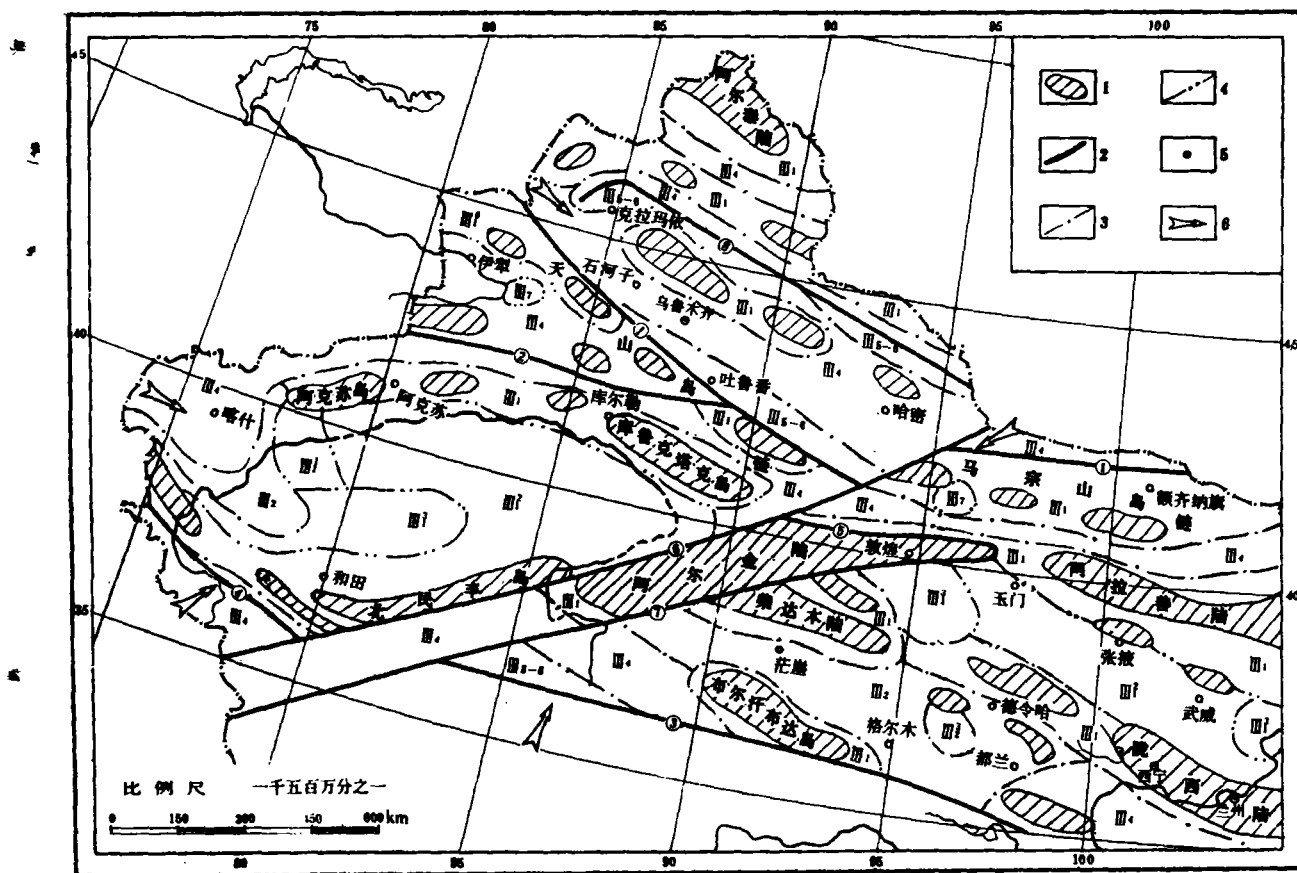


图 1 中国西北地区下石炭统岩相古地理图

1—剥蚀区; 2—断层; 3—相区界线; 4—相界线; 5—城镇; 6—海侵方向

■₁—海岸相区; ■₁—萨勃哈相; ■₂—潮坪相; ■₃—泻湖相; ■₄—片滩相;■₅—台地相区; ■₆—台滩相; ■₇—浅海陆棚相区; ■_{8,9}—半深海—深海相区; ■₁₀—海底火山相区

①艾比湖—阿克布都克—六轮山断裂; ②汗腾格里峰南—库米什断裂; ③库尔湖—秀沟断裂; ④塔什库

干—康西瓦断裂; ⑤疏勒河断裂; ⑥车尔臣—塞克沙依断裂; ⑦阿尔金山断裂; ⑧布尔津—克拉美丽断裂

Fig. 1 Lower Carboniferous sedimentary facies and palaeogeography in Northwest China

1=denudation area; 2=fault; 3=facies region boundary; 4=facies boundary; 5=town; 6=transgression direction

■₁=coastal facies region; ■₁=sabkha facies; ■₂=tidal flat facies; ■₃=lagoon facies; ■₄=beach facies; ■₅=platform facies region; ■₆=intraplatform beach facies; ■₇=shallow-sea shelf facies region; ■_{8,9}=bathyal-abyssal facies region; ■₁₀=submarine volcanic facies region

①=Ebinur-Aqqikbuduk-Liuruoshan fault; ②=South Hantengri-Kümüx fault; ③=North Hoh Sai-Xugui fault; ④=Taxkor-gan-Kangxiwar fault; ⑤=Shulehe fault; ⑥=Qarqan-Saykexay fault; ⑦=Altun fault; ⑧=Burbur-

Karameli fault

区;

2. 南疆沉积区与早石炭世比较,虽陆岛分布变化不大,但海水加深,海岸相区缩小,台地相区和浅海陆棚相区扩大;

3. 甘青沉积区的欧龙布鲁克北一带,晚石炭世出现断续的台地边缘相区;

4. 阿尔金陆向南扩大,西南沉积区范围缩小,以浅海陆棚相沉积为主。

二、西北地区石炭纪古构造轮廓

(一)西北地区石炭纪古断裂

早石炭世古断裂,如图1所示,主要有8条。据其性质、特点和作用,可分为两类(王鸿祯等,1985)。

俯冲消减断裂:推测有艾-阿-六断裂(①)、汗-库断裂(②)、库-秀断裂(③)、塔-康断裂(④)及布-克断裂(⑧)等。这些断裂的深度可能切穿地壳或至上地幔,为地壳断裂或岩石圈断裂。它们对石炭纪的沉积区划、古构造分区起着分界作用。如艾-阿-六断裂,是北疆南部沉积、古构造区与天山-北山沉积、古构造区的分界。它于加里东期开始形成,海西期活动达到高峰,印支、燕山、喜马拉雅期又多次再活动,是一既有继承性又有发展性的复合成因断裂。它是石炭纪时北侧准噶尔板块向南侧天山-塔里木板块俯冲的地壳消减断裂,沿断裂南侧逆冲带各类花岗岩发育,地层普遍变质,形成一明显的中高温变质带,而北侧俯冲带地层变质微弱或未变质(陶钧政等,1981;陈哲夫等,1985)。沉积相南侧为海岸相区、浅海陆棚相区,北侧为半深海—深海相区,南、北两侧沉积相突变。古生物组合北侧为北型,南侧为混合型。总之,断裂南北两侧沉积、构造、古生物及火山活动均有显著差异。又如汗-库断裂,是天山沉积、古构造区与南疆沉积、古构造区的分界,断裂两侧沉积、构造、古生物及火山活动有着明显的不同(李春昱,1986)。

转换走滑断裂:推测有阿尔金断裂(⑦)、车-塞断裂(⑥)等。这些断裂在沉积时和沉积后有较大规模的平移、具压扭性力学性质。其中阿尔金断裂为岩石圈断裂,沿断裂有超基性岩体分布,它在石炭纪以前就已形成,石炭纪活动显著,在石炭纪后又多次活动,并发生水平错位。它对石炭纪的沉积、构造分区起着重要作用。

晚石炭世古断裂发育基本上继承早世特征,二者区别主要有以下几点(图2):

1. 布-克断裂于晚石炭世中期由地壳俯冲带转为地壳叠接带。北侧北疆北部沉积区上升为陆,与南侧北疆南部沉积区贴合成为一体。

2. 艾-阿-六断裂于晚石炭世早期活动达高峰,沿断裂基性、超基性岩浆侵入广泛发育。独山子南的巴音沟剖面见有自下而上由蛇纹石化超基性岩、层状辉长岩、枕状玄武岩、紫红色放射虫硅质岩层序组成的典型蛇绿岩套(陈哲夫,1985)。

3. 阿尔金断裂、车-塞断裂,较早石炭世断块活动更为显著,而使塔里木与甘青沉积区、甘青沉积区与北山沉积区之间的分割性进一步加强(宋立勋,1984)。

(二)古构造分区

早石炭世的古构造分区,以古断裂为边界,结合沉积特征分为以下六区:

1. 北疆北部古构造区:具两隆两拗古构造格局。自北而南为,阿尔泰隆起、乌伦古拗陷、木斯套-北塔山隆起、苏格拉拗陷,隆、拗之间多以次一级断裂为界。如乌伦古拗陷北侧为额

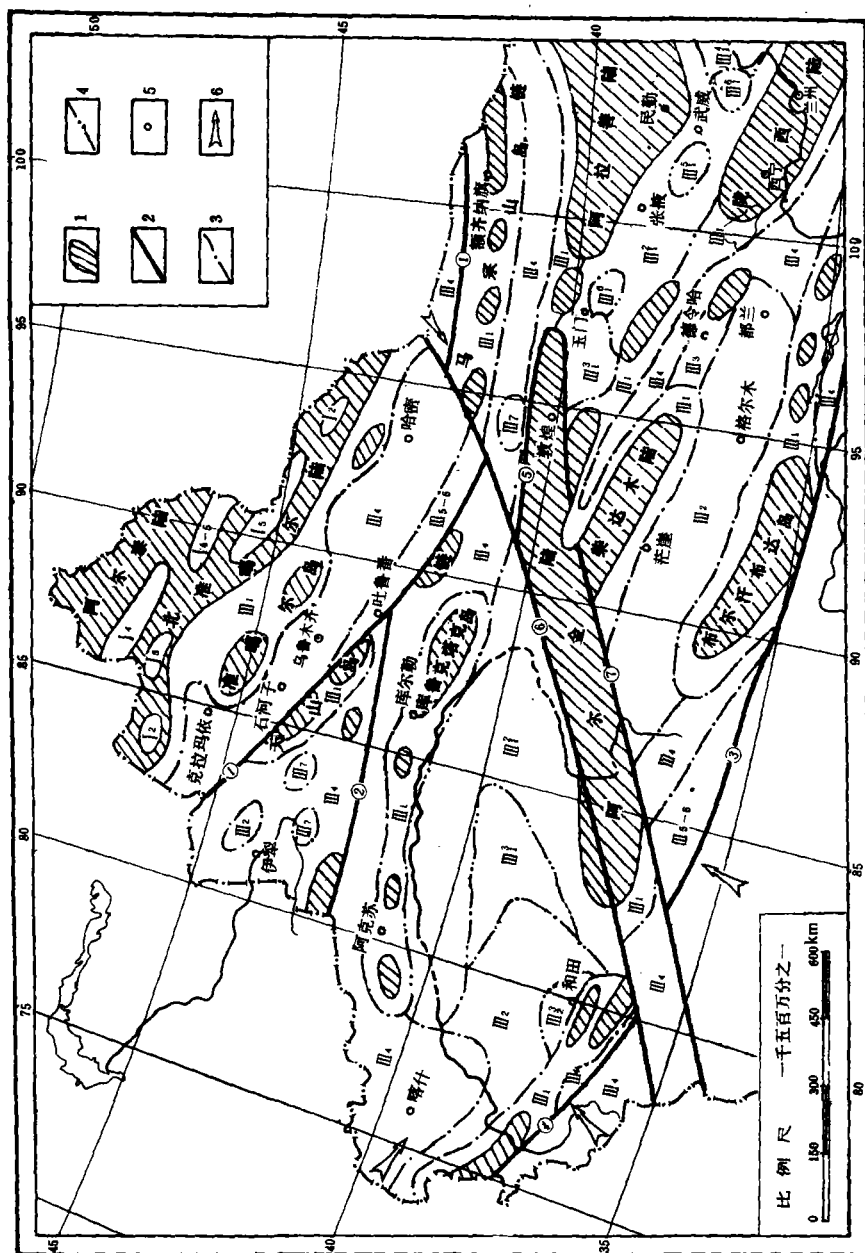


图 2 中国西北地区上石炭统岩相古地理图

1—河流相区, 2—湖相区, 3—相区界线, 4—相界线, 5—城镇, 6—海侵方向

1 2—河流相区, 1 3—湖相区, 1 4—大陆火山相区, 1 5—台地边缘相区, 其余代号、名称同图 1

Fig. 2 Upper Carboniferous sedimentary facies and palaeogeography in Northwest China

1=denudation area; 2=fault; 3=facies region boundary; 4=facies boundary; 5=town; 6=transgression direction

1 2=fluvial facies region; 1 3=lacustrine facies region; 1 4=continental volcanic facies region;

1 5=platformal margin facies region. The other symbols and names are same as Fig. 1

尔齐斯断裂,南侧为白衣山断裂。区内以海岸和浅海陆棚相区沉积为主,火山岩多为中性安山岩。

2. 北疆南部古构造区:具一隆两拗古构造格局。自北而南为玛拉斯湖-沙丘河拗陷、准噶尔中部隆起,石河子-乌鲁木齐拗陷。布-克断裂和艾-阿-六断裂对区内拗陷的形成起决定性作用。在两拗靠断裂一侧发育大量以复理石沉积为特征的半深海—深海相,厚度达 6000m 以上。区内火山活动多为基性玄武岩和中基性火山岩。

3. 天山-北山古构造区:本区沉积、古生物组合均具明显过渡带特点,构造上则视为北部活动区与南部稳定区的结合部,从板块观点看具大陆边缘岛弧的性质(李春昱,1986)。区内自北而南可分为三个次一级古构造单元,北带为北天山-马宗山隆起,中带为特克斯-新源拗陷,南带为汗腾格里-巴仑台隆起。

4. 南疆古构造区:具两隆两拗两坡的古构造格局。自北而南为南天山拗陷,柯坪-轮台-克鲁克塔格隆起,塔北斜坡,塔里木中部隆起,塔西南斜坡,西昆仑北缘拗陷,慕士塔格-铁木里克隆起。南天山拗陷和西昆仑北缘拗陷,在加里东期和早海西期破碎的基底上,下拗较深沉积厚达 4000m 以上。塔里木中部隆起及其两侧斜坡为稳定的海岸相区和台地相区,西部为浅海陆棚相区。柯坪-轮台-克鲁克塔格隆起和慕士塔格隆起为一加里东期和早海西期的继承性隆起。区内火山活动较弱。

5. 甘青古构造区:具四隆五拗的古构造格局。自北而南为龙首山拗陷、张掖-金川隆起、走廊南缘拗陷、大通山-陇西隆起、青海南山拗陷、柴达木隆起、祁漫塔格拗陷、布尔汉布达隆起、木孜塔格拗陷。本区总体为一稳定下沉构造背景,隆、拗分布继承了晚加里东期和早海西期古构造特征。其中青海南山和木孜塔格两拗陷沉降幅度大,发育火山岩具裂陷槽特点。

6. 阿尔金古构造区:具一隆两拗古构造格局。北部为红柳园拗陷,具裂陷槽性质,沉积厚达 1888m,发育大量中性、中基性火山岩;中部为阿尔金隆起,构造较稳定;南部为普鲁拗陷,沉积浅海陆棚碎屑岩及碳酸盐岩。

晚石炭世的古构造分区,基本上继承了早世的格局,所不同的是:

(1)北疆北部古构造区和南部古构造区成为统一的北疆古构造区。具四隆三拗一坡的格局。自北而南为阿尔泰隆起、额尔齐斯河拗陷、福海隆起、玛拉斯河-沙丘河拗陷、准噶尔隆起、石河子-乌鲁木齐斜坡。其中北部次一级断裂发育,火山喷发频繁,构造较活动。南部艾-阿-六断裂晚石炭世早期活动达高峰,其北侧吐鲁番一带沉积厚达 6000m 的陆源碎屑与火山碎屑组成的复理石沉积,晚期活动减弱,直至准噶尔板块与天山-塔里木板块贴合。

(2)天山-北山古构造区晚石炭世早期较早石炭世活动更为显著,见大量基性、超基性岩浆侵入和喷发,岛弧特征明显,晚世晚期活动性减弱。

(3)阿尔金古构造区中部隆起局部下沉接受沉积,北部红柳园裂陷槽性质更为显著。

三、西北地区石炭纪古海洋与古气候背景

(一)古海洋

石炭世的古海洋,据沉积、构造、古生物、岩浆活动及古地磁资料,可能存在两个古大洋。

1. 古北方大洋:为乌拉尔-兴安岭大洋的中段。在区内以准噶尔陆为界可分为两支,北支位于准噶尔陆以北,包括北准噶尔海域及阿尔泰海域。此支主要发育期为早石炭世,晚石炭

世早中期因克拉美丽断裂向北俯冲洋面变窄。从下石炭统北准噶尔与阿尔泰山地区沉积类型、古生物组合基本相似,判断当时洋面不是很宽。南支位于准噶尔陆以南,天山以北,主要发育期为早石炭世至晚石炭世早中期,晚石炭世晚期消失于艾-阿-六断裂。据沉积相,沉积厚度和古生物资料,早世至晚世早中期准噶尔地区南部见含放射虫硅质岩的半深海—深海相复理石沉积,厚度达5000余米;动物为北型,与北美、西伯利亚可以对比,植物为安格拉型;而天山地区以浅海陆棚相区为主,生物为南北混合型;加之古地磁资料(白云虹等,1985),准噶尔东北缘早石炭世古纬度为北 45° ,而天山南缘早世古纬度为 24° ,两者古纬度差 21° ,故可推测当时南支曾经是个宽阔的洋面,宽度约1700km左右(A. Ronov et al, 1984)。

2. 古特提斯大洋:为古特提斯大洋主体的东延部分,包括南疆海域、甘青海域等。此区和中地中海、四川、华南等地区一样,沉积类型均以台地和浅海碳酸盐岩为主,生物化石可以对比,反映早石炭世至晚石炭世早期,它们曾经是一连通的古大洋。该大洋石炭纪以其暖水型生物组合特征,既有别于北侧古北方大洋温水型生物,又有别于南侧古冈瓦纳大洋冷水型生物组合(李春昱, 1986; A. Ronov et al, 1984)。

上述两古大洋的界线大致在艾-阿-六断裂一带,其北为海沟,其南为天山-马宗山岛链。

(二)古气候

西北地区早石炭世古气候,据岩石矿物、生物化石组合,南北两区有明显的差异。

北部地区(艾-阿-六断裂以北),碎屑岩较多,碳酸盐岩较少;植物化石为 *Angaropteridium*, *Neeggerathiopsis* 等安格拉型,动物化石见管孔石燕,切马切夫贝等,化石组合与北美、西伯利亚等地区可以对比,推测当时古气候为亚寒带温湿背景。

南部地区(汗-库断裂,疏勒河断裂以南),岩石组合中碳酸盐岩较发育,并有蒸发岩和少量红层沉积;植物化石为 *Neuropteris gigartea*, *Linopteris* 等华夏型,动物化石见珊瑚、蛭科等,化石组合与地中海、四川、华南等地区可比,推测当时古气候为亚热带干热背景。

中部天山-北山地区,其岩石类型、古生物组合具南、北过渡和混生的特点,古气候界于上述两区之间,具温带古气候背景。

西北地区晚石炭世古气候,与早世相比较温度略低、湿度偏大,这与全球石炭纪古气候变化规律基本一致。晚石炭世古气候的南、北区差异不及早世明显,但也略有不同。其中北区植物仍以安格拉型为主,动物以温水型为主,含部分冷水型,推测古气温较早世变低。南区岩石类型中发育碳酸盐岩,见蒸发岩,并有煤层;植物为华夏型,动物为古特提斯型,推测古气候仍属亚热带干热背景。与早世相比可能温度降低,但湿度增大(李春昱, 1986)。

四、西北地区石炭纪沉积盆地类型探讨

(一)控制西北地区石炭纪沉积作用的主要因素

西北地区石炭纪的沉积作用主要受以下三个因素的控制(丘东洲, 1986; H. G. 里丁, 1985)①。

1. 海平面的变化

海平面控制沉积作用的重要性,早在100多年前就被人们认识。海平面的变化直接影

① H. G. 里丁, 1985, 《岩相古地理研究与编图通讯》(增刊)

响着西北石炭纪海盆的沉积相区和相的差异。如早石炭世晚期,晚石炭世早期,由于海平面上升,海侵扩大,浅海陆棚相区和台地相区广泛分布。而晚石炭世晚期,由于海平面下降,海域缩小,海岸相区广泛发育。海平面变化对海境较低或近海陆盆的影响也不可忽视。当陆盆受到海侵或海漫时,陆盆的水文系统,包括水动力、水介质盐度、水体深度都将随之变化,而这些变化将影响着原来陆盆的沉积物和生物组合的变异(丘东洲,1985)。

据沉积盆地受海水影响的程度不同,可将西北地区石炭纪沉积盆地分为海相、海陆过渡相和非海相三类。

2. 气候因素

气候对西北地区石炭纪沉积作用的影响,主要表现在以下几方面。(1)气候是控制风化作用的重要因素。如物理风化主要发生于干燥气候条件,化学风化主要发生于潮湿炎热气候条件。剥蚀区风化作用的性质,对沉积区沉积物的类型有重要影响;(2)气候是生物发育的重要因素。它对陆地植物的生长关系尤为密切;不同的气候背景常生长着不同的植物种类,安格拉植物多生长于亚寒带,华夏植物多生长于亚热带;(3)气候对化学和生物沉积的形成具有重要意义,如碳酸盐岩形成于温暖气候,蒸发岩形成于干旱气候。气候变化还表现在对大气的温度、湿度、对流强度、对流方向,以及对沉积盆地水动力、水介质等的影响;而这些则直接影响着沉积作用。

纬度不同对沉积作用的影响,可理解为纬度对气候分带的作用。西北地区石炭纪南、北区气候的差异,纬度不同显然是重要原因之一。

据气候对沉积作用影响的不同,可将西北地区石炭纪沉积盆地分为亚寒带、温带、亚热带三种气候类型。

3. 大地构造因素

大地构造是所有沉积作用的主要控制因素。因为没有上升,陆地就不会被剥蚀,也就没有物质供给。而没有下陷,就不会有沉积空间,也就没有沉积作用。大地构造对沉积作用的影响,主要表现在以下几方面。(1)控制盆地的形成,由于各种应力引起的构造运动往往会使一些地区相对下沉,而另一些地区则上升,于是形成盆地;(2)控制沉积物的厚度;(3)控制沉积物的物质,如成分、结构和成熟度等;(4)影响火山物质掺入;(5)影响古地理环境和气候。构造运动的剧烈期常与干热气候相关联,而构造宁静期多与温暖气候相关联;(6)影响沉积物的后生作用;(7)影响沉积物堆积的形态,如克拉通区和大洋沉积体常为宽带状,而大陆边缘区多为楔状;(8)控制沉积、沉积矿床的赋存等等。对西北石炭纪来说,构造运动机制对所有盆地,包括海相、海陆过渡相和非海相盆地的形成,发展以及其中的沉积作用均起关键性作用。

据板块构造对沉积的控制作用和地球表面的大型地貌单元,可将西北地区石炭纪沉积盆地分为大洋(洋壳)、大陆边缘(过渡壳)和大陆(陆壳)三种大地构造类型。

(二)石炭纪沉积盆地分类

据上述控制盆地沉积作用的三个主要因素,先将盆地进行单项因素分类;后用三个主要因素再对盆地进行综合分类,为盆地类型的划分奠定基础。

1. 按沉积盆地受海水影响程度不同,石炭纪沉积盆地可分为三类:

(1)非海相沉积盆地(M_o):如晚石炭世阿尔泰地区、北准噶尔地区发育的一些陆相系和大陆火山相沉积盆地。

(2)海陆过渡相沉积盆地(M_1):如晚石炭世准噶尔沉积区的北部盆地。

(3)海相沉积盆地(M_2):如石炭纪准噶尔南部盆地、塔里木盆地、甘青盆地、天山盆地等。其中准噶尔为浅海,半深海—深海相区海盆,塔里木为海岸、台地、浅海相海盆,天山为浅海、海底火山相海盆。

2. 按沉积盆地气候背景的不同,石炭纪沉积盆地可分为三种:

(1)亚寒带气候沉积盆地(C_1):如准噶尔南部和北部盆地。

(2)温带气候沉积盆地(C_2):天山、北山沉积区的一些盆地。

(3)亚热带气候沉积盆地(C_3):南疆沉积区的盆地,甘青沉积区的盆地。

3. 按沉积盆地大地构造位置,基底性质的不同,石炭纪沉积盆地可分为三种类型(图3):

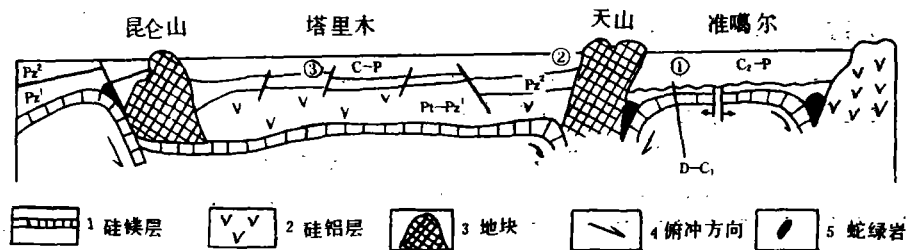


图3 中国西北地区石炭纪板块构造与沉积盆地类型示意图

①-洋壳沉积盆地;②-大陆边缘沉积盆地;③-陆壳沉积盆地

Fig. 3 Sketch map showing the Carboniferous plate tectonics and the types of the sedimentary basins in Northwest China

①=oceanic crust-type basin; ②=continental margin-type basin; ③=continental crust-type basin

(1)洋壳沉积盆地(T_1):即大洋沉积盆地,沉积作用在以硅镁质成分为主的洋壳基础上进行。洋壳盆地是板块构造的生长地带,通常为深海沉积区。如准噶尔盆地,据航磁资料(宋立勋,1984),现盆地中央大拐—三台有一宽40—80km,长400km的强磁性体,推测是残余洋壳的反映。地震资料得知,盆地硅铝质陆壳厚仅1.0—1.5km,反映陆壳薄,洋壳埋藏浅。现盆地南缘巴音沟石炭系复理石沉积中夹蛇绿岩套,可能是石炭纪洋盆的洋壳残片(陈哲夫,1985)。

(2)大陆边缘沉积盆地(T_2):沉积作用在过渡壳(介于洋壳与陆壳两者的中间型壳)基础上进行。大陆边缘沉积盆地沉积环境多样,沉积物类型在不同环境中变化较大,沉积作用速度也较快,且大部分均可能在地质历史中被保留下来。区内大陆边缘盆地可再分为两亚型。

被动大陆边缘沉积盆地(T_{21}):位于不具活动带的大陆和大洋接壤带,这里洋壳和陆壳直接接触,没有洋壳和陆壳间的相对运动。如早石炭世南疆沉积区的南天山盆地(王宜昌,1981),早石炭世甘青沉积区的祁漫塔格、西倾山盆地。

活动大陆边缘沉积盆地(T_{22}):位于具活动带的大陆和大洋接壤带,具强烈的火山活动,地形上两者以深海槽相隔,并发育洋壳俯冲带。如早石炭世—晚石炭世天山沉积区的新源盆

地、特克斯盆地,北山沉积区的将军台盆地。早石炭世北疆沉积区的乌伦古河盆地。

(3)陆壳沉积盆地(T_3):即大陆沉积盆地,沉积作用在以硅铝质成分为主的陆壳基础上进行。这种盆地有较厚的陆壳,沉积作用发生的位置较高,很少有半深海—深海相。本区石炭纪陆壳沉积盆地据其稳定性和动力学特征,可分为三种亚型。

稳定陆壳沉积盆地(T_3^1):沉积作用在稳定的克拉通基础上进行。如早石炭世—晚石炭世塔里木沉积区的塔里木中部盆地。

不稳定陆壳沉积盆地(T_3^2):地质历史时期中已稳定过的陆壳基底再次活动而形成的新的沉积盆地。如晚石炭世的阿尔金北部玉门关北盆地,晚石炭世甘青沉积区的中吾农盆地。

碰撞造山带陆壳沉积盆地(T_3^3):如晚石炭世北准噶尔北塔山盆地、富蕴盆地。

4. 石炭纪沉积盆地类型

若以 M (marine)代表海相性, M_0 为非海相, M_1 为海陆过渡相, M_2 为海相;以 C (climate)代表气候背景, C_1 为亚寒带气候, C_2 为温带气候, C_3 为亚热带气候;以 T (tectonics)代表大地构造性质, T_1 为洋壳盆地, T_2 为大陆边缘盆地, T_3 为陆壳盆地,那么盆地的类型则为 M 、 C 、 T 三因素的函数,即 $F=f(M \cdot C \cdot T)$ 。

从理论上分析,据三项因素可分出 27 种沉积盆地类型(表 1),目前已知资料表明,西北地区石炭纪沉积盆地主要有以下十余种类型。

表 1 中国西北地区石炭纪沉积盆地分类表

Table 1 Classification of the Carboniferous sedimentary basins in Northwest China

C M T F	C_1									C_2									C_3								
	M_0			M_1			M_2			M_0			M_1			M_2			M_0			M_1			M_2		
	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3
	如 $C_1M_2T_1$ —亚寒带海相洋壳沉积盆地 $C_1M_1T_3$ —亚寒带海陆过渡相陆壳沉积盆地 $C_3M_2T_2$ —亚热带海相大陆边缘沉积盆地																										

(M —海相性; C —气候背景; T —大地构造性质)

(1) 早石炭世盆地原型

北疆南部沉积区:准噶尔陆南侧和北侧盆地为亚寒带海相洋壳盆地($C_1 \cdot M_0 \cdot T_1$);

北疆北部沉积区:乌伦古河盆地为亚寒带海相活动大陆边缘沉积盆地($C_1 \cdot M_2 \cdot T_2^4$);

天山沉积区:新源盆地、特克斯盆地为温带海相(海底火山)活动大陆边缘沉积盆地($C_2 \cdot M_2 \cdot T_2^1$);

北山沉积区:将军台盆地、玉门关北盆地为温带海相(海底火山)活动大陆边缘沉积盆地($C_2 \cdot M_2 \cdot T_2^1$);

南疆沉积区:南天山盆地为亚热带海相被动大陆边缘沉积盆地($C_3 \cdot M_2 \cdot T_2^1$),塔里木中部盆地为亚热带海相稳定陆壳沉积盆地($C_3 \cdot M_2 \cdot T_3^1$),塔西南盆地为亚热带海相被动大陆边缘沉积盆地($C_3 \cdot M_2 \cdot T_2^1$);

甘青沉积区:祁漫塔格盆地、西倾山盆地为亚热带海相被动大陆边缘沉积盆地($C_3 \cdot M_2 \cdot T_2^1$)。

(2) 晚石炭世盆地原型

北疆南部沉积区:南部盆地仍为 $C_1 \cdot M_2 \cdot T_1$ 型盆地,北部盆地因克拉美丽断裂于晚石炭世早中期由俯冲带转为叠接带而成为碰撞造山带陆壳盆地($C_1 \cdot M_2 \cdot T_3^1$)。

北疆北部沉积区:北塔山和富蕴盆地为亚寒带非海相碰撞造山带陆壳盆地($C_1 \cdot M_0 \cdot T_3^1$)。

天山沉积区:新源和特克斯盆地性质同早期为 $C_2 \cdot M_2 \cdot T_2^1$ 型。

北山沉积区:玉门关盆地晚石炭世成为温带海相碰撞造山带陆壳盆地($C_2 \cdot M_2 \cdot T_3^1$),将军台盆地仍为 $C_2 \cdot M_2 \cdot T_2^1$ 型盆地。

南疆沉积区:南天山、塔西南盆地仍为 $C_3 \cdot M_2 \cdot T_2^1$ 型,塔里木中部盆地仍为 $C_3 \cdot M_2 \cdot T_1^1$ 型。

甘青沉积区:祁漫塔格、西倾山盆地性质同早石炭世、中吾农山和中宁、中卫地区为亚热带海相不稳定陆壳沉积盆地($C_3 \cdot M_2 \cdot T_3^1$)。

将西北地区石炭纪沉积盆地类型综合列表如下(表2),从表中可看出不同沉积区的不同盆地,它们在石炭纪有着各自的海相性、气候、大地构造性质和演化规律,而这种性质和演化规律则决定了它的油气及沉积、层控矿床赋存的地质条件。在沉积盆地原型分析的基础上,结合考虑其后期的构造变动,有机质成熟程度和成矿规律,则可对该盆地的油气远景进行初步评价和以类比法对该盆地的油气资源量加以估算(朱夏,1986;丘东洲,1986、1987)。经分析认为,西北地区石炭纪十余种原型盆地中以亚寒带海陆过渡相洋壳盆地($C_1 \cdot M_1 \cdot T_1$)、亚寒带海相洋壳盆地($C_1 \cdot M_2 \cdot T_1$)、亚热带海相陆壳盆地($C_3 \cdot M_2 \cdot T_3$)和亚热带海相大陆边缘盆地($C_3 \cdot M_2 \cdot T_2$)等类型原型盆地对油气的形成最为有利^①。

表2 中国西北地区石炭纪沉积盆地类型表

Table 2 Types of the Carboniferous sedimentary basins in Northwest China

地区 时 代	北疆北部		北疆南部		天山区	北山区		南疆区			甘青区			
	富蕴	北塔山	南盆	北盆	新源、特克斯	玉门关	将军台	南天山	塔中	塔西南	中卫	中吾农	祁漫塔格	西倾山
C ₂	C ₁ M ₀ T ₃ ¹		C ₁ M ₂ T ₁	C ₁ M ₁ T ₃ ¹	C ₂ M ₂ T ₂ ²	C ₂ M ₂ T ₂ ²	C ₂ M ₂ T ₂ ²	C ₃ M ₂ T ₁ ¹	C ₃ M ₂ T ₁ ¹	C ₃ M ₂ T ₂ ¹	C ₃ M ₂ T ₂ ²	C ₃ M ₂ T ₂ ²	C ₃ M ₂ T ₂ ¹	C ₃ M ₂ T ₂ ¹
C ₁	乌伦古河		南盆	北盆	新源、特克斯	玉门关	将军台	南天山	塔中	塔西南	中卫	中吾农	祁漫塔格	西倾山
	C ₁ M ₂ T ₂ ²		C ₁ M ₂ T ₁	C ₁ M ₂ T ₁	C ₂ M ₂ T ₂ ²	C ₂ M ₂ T ₂ ²	C ₂ M ₂ T ₂ ²	C ₃ M ₂ T ₁ ¹	C ₃ M ₂ T ₁ ¹	C ₃ M ₂ T ₂ ¹	C ₃ M ₂ T ₂ ¹	C ₃ M ₂ T ₂ ¹	C ₃ M ₂ T ₂ ¹	C ₃ M ₂ T ₂ ¹

参 考 文 献

- (1) 王鸿祯等,1985,中国古地理图集,地图出版社。
- (2) 王宜昌等,1981,塔里木板块构造的演化与含油气远景,石油勘探与开发,3期。
- (3) 白云虹等,1985,新疆塔里木地台晚古生代古地磁极移曲线及其地质构造含义,地震地质,7卷1期。
- (4) 丘东洲等,1985,中国早第三纪非正常陆与油气,27届国际地质大会论文,地质出版社。
- (5) 丘东洲等,1986,中国西北地区中生代沉积模式研究的几个问题,岩相古地理文集(2),地质出版社。
- (6) 丘东洲,1987,中国中生代陆相盆地沉积模式与油气,中国中生代陆相盆地发育沉积与油气,石油工业出版社。

① 白秀刚、丘东洲等,1988年,中国西北地区石炭系、二叠系含油气远景

- [7] 丘东洲, 1988, 中国中生代陆相盆地沉积分类探讨, 沉积学报, 6 卷 2 期。
- [8] 朱夏, 1986, 论中国含油气盆地构造。石油工业出版社。
- [9] 李春昱等, 1986, 板块构造基本问题, 地震出版社。
- [10] 宋立勋, 1984, 新疆板块构造与含油前景。物探科技通讯, 2 卷 1 期。
- [11] 陈哲夫等, 1985, 新疆天山地质构造几个问题的探讨。新疆地质, 3 卷 2 期。
- [12] 陶钧政等, 1981, 新疆板块构造初探, 新疆地质(国庆 30 年论文集)。
- [13] A. D. Miall, 1984, *Principles of Sedimentary Basin Analysis*, Springer-Verlag, New York.
- [14] A. Ronov, V. Khain, K. Seslavinsky, 1984, *Atlas of lithological-Paleogeographical Maps of the World*, Leningrad.
- [15] D. R. Kingston, 1984, *Hydrocarbon Plays and Global Basin Classification*, A. A. P. G. , V. 67, P2174—2198.
- [16] H. Yarborough et al, 1978, *Geology of Continental Margins*, A. A. P. G. . Continuing education note series 5.
- [17] W. R. Dickson, 1977, *Plate Tectonics and Hydrocarbon Accumulation*, A. A. P. G. , Continuing education note series 1.

Analysis of the Carboniferous Sedimentary Basins in Northwest China

Qiu Dongzhou

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The Carboniferous deposits which contain commercial oil and gas are well-developed in Northwest China. What kind of the basins would be in the depositional period attracts so many geologists. In terms of sedimentary characteristics, palaeotectonic configuration, palaeo-oceanography and palaeo-climate, the author suggests that the primary factors controlling the sedimentation of the Carboniferous basins in the study area include sea level fluctuation, palaeoclimate background and tectonism among which the latter is the most important. According to the above-mentioned factors, three sedimentary facies (nonmarine, transitional and marine facies), three palaeoclimatic zones (subtropical, temperate and subfrigid zones) and three tectonic types (ocean crust, transitional crust and continental crust types) have been distinguished for the basins. A comprehensive name was then given to a certain basin. This classification is easy not only to name but also to correlate. Therefore, it is helpful to the prediction of the occurrence of the basin sediments, stratabound deposits, especially oil and gas resources.