文章编号: 1671-1505(2006)03-0307-10

西藏古错一岗巴盆地下白垩统黑色页岩地质特征 及其油气资源意义^{*}

岳来群^{1,2} 李永铁³ 史晓颖⁴

1 国土资源部油气资源战略研究中心,北京 100034

2 中国石油大学(北京),北京 102200

3 中国石油勘探开发研究院,北京 100083

4 中国地质大学(北京),北京 100083

摘 要 西藏古错—岗巴盆地呈东西向展布,位于北喜马拉雅构造分区。早白垩世沉积以碎屑物质为主, 黑色页岩主要集中于下白垩统古错四组、古错五组和东山组。黑色页岩沉积物颗粒微细,以泥质、粘土质组分 为主,砂/泥比值低,局部夹有海底扇沉积的细砂岩、粉砂岩等韵律层,富含菱铁矿、钙质结核,少见菊石等生 物化石。其沉积环境应为相变缓慢、水体低能且较为特殊(受火山活动影响)的海相还原环境。黑色页岩中的粘 土质所反映出的稀土配分模式与玄武岩标准模式极为接近,显示出当时的沉积可能伴随有火山活动及基性物质 的介入。综合地质特征显示出本区下白垩统黑色页岩厚度巨大,构造简单,具有较好的成烃条件,虽然有机质 成熟度较高,但黑色页岩仍是未来本区油气资源潜力评价中值得重视的积极因素之一。

关键词 西藏 古错—岗巴 北喜马拉雅 下白垩统 黑色页岩 成烃条件 油气资源潜力 第一作者简介 岳来群,2001年9月毕业于中国地质大学(北京),获理学博士学位。现为研究员、教授级高 级工程师,长期从事野外地质普查、基础地质研究及资源经济研究工作。

中图分类号: P588.22 文献标识码: A

Geologic characteristics and their hydrocarbon implication of black shales of the Lower Cretaceous in Kuco-Gamba Basin, Tibet

Yue Laiqun^{1,2} Li Yongtie³ Shi Xiaoying⁴

Strategic Research Center of Oil and Gas Resources, MLR, Beijing 100034
 China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102200

3 Research Institute of Petroleum Exploration & Development, PetroChina, Beijing 100083
 4 China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083

Abstract The Kuco-Gamba Basin in the southern Tibet is located in the northern Himalayas structural zone, and is distributed in an east-west direction. The sediments of the Early Cretaceous were dominated by clastics. Black shales were mainly developed in the member 4 and member 5 of Kuco Formation and Dongshan Formation of the Lower Cretaceous. Black shales are dominated by muddy and clay minerals. The ratio of sandstone to mudstone is tiny. Locally the cycles composed by

^{*}国家自然科学基金项目(No.49825102)

收稿日期: 2006-04-10 改回日期: 2006-04-30

fine-grained sandstones and siltites of the submarine fan were interbedded. Siderite and calcareous aerites were abundant, while organic fossils such as ammonite were poor. The sedimentary environment was a marine reduction environment with slow facies change, low-energy waterbody and a special setting influenced by volcanic movement. The rare earth assemblage pattern reflected by the siltites in the black shales is quite similar to the basalt standard pattern. It is demonstrated that the deposit at that time was possibly accompanied by volcanic movement and intervention of mantle materials. Comprehensive geologic characters show that the black shales of the Lower Cretaceous in the study area are characterized by large-thickness, simple structure and better hydrocarbon formation conditions. Though the organic maturity is high, black shales are one of the important factors in future petroleum resource appraisal in the study area.

Key words Tibet, Kuco-Gamba, northern Himalayas, Lower Cretaceous, black shales, hydrocarbon formation condition, hydrocarbon potential

About the first author Yue Laiqun, graduated from China University of Geosciences and obtained his doctoral degree in 2001. Now, he is a research professor and professoral engineer, and is engaged in geoscience and research on resources economy.

1 概述·

西藏古错一岗巴中新生代盆地位于欧亚大陆和 冈瓦纳大陆之间的特提斯带,总体上呈东西向展 布,地处北喜马拉雅构造分区(图1)。北喜马拉雅 亦称为特提斯喜马拉雅,位于喜马拉雅山脉北坡、 定日一岗巴断裂以南地区。



图 1 古错一岗巴大地构造位置 Fig.1 Tectonic location of Kuco-Gamba

本区中生界出露较齐全。下白垩统是研究新特 提斯洋发展、演化的关键层位之一,主要为一套陆 棚相、陆坡相以及半深海相的碎屑岩沉积。聂拉木 县古错、岗巴县东山等地是较为典型的下白垩统海 相剖面所在地(图 2),其中黑色页岩最为发育,具 有极为重要的石油地质与大地构造意义。

结合已有的研究成果(西藏地质矿产局, 1993,

1997;余光明等,1991;刘训等,1992;史晓颖等, 1996),在野外实际资料的基础上,本文将北喜马拉 雅地区早白垩世岩石地层系统总结如表1。





2 下白垩统黑色页岩特征

2.1 岩石分布及结构构造

古错剖面位于聂拉木县古错村西山,其下白垩 统厚约3000m,露头良好,地层层序清晰,构造 较为简单,化石丰富,尤以菊石、双壳类最为发 育,是我国目前研究海相白垩系的最佳剖面之一 (姚培毅等,1990)。由于底部发现了划分侏罗系和 白垩系界线的重要菊石带,即下白垩统贝利阿斯阶 的 Jacobi 带和 Grandis 带,故该剖面地层时代当属 表 1 北喜马拉雅地区白垩纪地层系统及其主要特征

Table 1 Stratigraphic systems and their major characteristics of the Cretaceous in northern Himalayas

	年代	地层		古错地区			岗 巴 地 区	
系	统	阶.	岩石地层	岩性描述		地层	岩性描述	
	上统	and the second second						
		阿尔比阶	-		察且	拉组	粉砂岩夹黑色页岩	
		阿普第阶	古错五组	黑色页岩为主,次为粉砂岩夹层等	东山组		黑色页岩夹粉砂岩	
		巴列姆阶 ————	-			T		
白垩系	下	欧特里阶	古错四组	暗色页岩,粉砂岩,岩屑砂岩,夹细 砾岩和钙质砂岩		上组		
杀	统	凡兰吟阶	古错三组	上部为暗色粉砂岩、泥页岩,下部为 粗粒岩屑砂岩、长石岩屑砂岩,夹细 砾岩和钙质砂岩	吉鲁	中组	暗色页岩、粉砂岩,硅质页岩、硅质	
		古错二	古错二组	粉砂岩、页岩为主,夹岩屑砂岩和细 砾岩,底部为石英砂岩		5 3.814	岩、燧石岩屑砂岩 	
		贝里阿州所	古错一组				1983、你了你们一些	
侏罗系	侏罗系 上统		休莫组	碳酸盐岩为主	下组			

于早白垩世(刘桂芳和王思恩, 1987; 张启华, 1985; Pathak and JaiKrishna, 1993)。

下白垩统上部黑色页岩主要集中出现于古错地 区古错四组、古错五组及岗巴地区的东山组,其颜 色与相邻岩性段形成鲜明的对照(图 3)。



图 3 岗巴地区东山组黑色页岩与上覆的察且拉组' 黄绿色页岩接触界线

Fig. 3 Boundary between the Dongshan Formation and the Chaqiela Formation in Gamba

古错四组主要形成于巴列姆期,底部为长石岩 屑砂岩,中、上部为黑色页岩夹有较多的粉砂岩、 钙质细砂岩等,海底扇、滑塌沉积发育。

古错五组成生于阿尔比期一阿普第期(史晓颖 等,1996),下部为黑褐色页岩,页理发育,岩性 单调,局部夹少量薄层长石石英粉砂岩,含有大量 的钙质、菱铁矿结核,海底扇、滑塌沉积等十分发 育;中、上部由纸状页岩组成;顶部粉砂岩、细砂 岩增多,含基性火山岩碎屑,镜下清晰可见含有玄 武岩岩屑(图4)。可能代表短暂的、相对较活动的 构造环境,至少表明此时的沉积作用受到火山活动 的影响。

东山组位于岗巴县城西侧、东部及东南部。厚 约800 m, 以黑色页岩为主, 夹有暗色粉砂岩, 含 有大量钙质、铁质和硅质结核。东山组中部产有双 壳类和少量菊石类化石, 菊石类有 Dimorphoplites, Hypacanthoplites 及 Protanisoceras 等属,显示其时代 为阿普第期(张启华, 1985; 徐钰林等, 1990)。岗 巴地区东山组底部以一个大的海进面开始,大致相 当于古错五组底部的海进面(史晓颖等, 1996)。此 外, 东山组的岩性特征大致可以与古错五组相对比, 其层位与古错五组相当(图 5)。古错地区的古错五 组顶部为一断裂,导致该区上白垩统出露不全。断 层的下盘即古错五组顶部突出特征表现为黑色页岩 硅化强烈,凝灰质较古错四组甚至古错五组下部急 剧增多,根据镜下资料统计,局部凝灰质含量可超 过20%。综合资料分析,古错五组的顶部相当于岗 巴地区东山组顶部或察切拉组的下部(图 5)。

2.2 矿物组成

古错四组、古错五组及岗巴东山组黑色页岩主 要成分为粘土矿物,含量约为60%~90%,包括 白云母、伊利石、蒙脱石、绿泥石和伊利石—蒙脱

2006年8月





Fig.4 Photographs of the fine-grained rock fragments of sandstone intercalated layer in black shales A-古错五组,砂岩夹层,石英碎屑具一定磨圆,暗色部分为玄武岩岩屑,单偏光,4×50;
B-古错五组,细粒长石岩屑砂岩夹层,视域中心左侧部位为一长轴状玄武岩岩屑,长粒径约0.1mm, 其周围为火山灰物质,单偏光,4×20



图 5 古错、岗巴地区下白垩统黑色页岩层位对比图

Fig.5 Correlation of black shale-bearing strata of the Lower Cretaceous between Kuco and Gamba areas

石混层矿物等,其次为火山凝灰、粉砂质或生物碎 屑,另见有少量铁质及有机质。伊利石见程度不同 的重结晶,多呈片状,自形程度高者呈长条状,长 度为 0.04 mm 左右。黑色页岩中白云母、伊利石 等云母类层状矿物多具定向排列。伊利石的排列有 两种形式,一种为棱面互相垂直的"卡片多米加结 构";一种为伊利石层面近平行排列。前者反映了 沉积速率较快,后者可能为沉积间歇期间的悬浮质 缓慢沉降而成。生物组合主要有双壳类及少量腕足 类;粉砂碎屑成分主要为石英,含量约为5%,其 次为云母与粘土的混杂类。局部层段的火山凝灰分 布较均匀,少见晶化,火山碎屑夹于其中。黑色页 岩中含菱铁矿、钙质、硅质结核或结核团块,其大 小一般为 5~20 cm, 大者可达 35 cm。页岩中化石 稀少,少数结核中含有菊石或其碎片等,其形态呈 长椭球状。页岩中的灰黄色薄层状细砂岩、粉砂岩 夹层化石含量比页岩多,也以营游泳的菊石类为 主。沉积构造常见水平层理、纹层构造及与粉砂质 互层等层理,代表本区较深水沉积环境可能形成于 陆坡中、下部或受斜坡扇影响很弱的扇外缘(岳来 群等,2003),为相对较为封闭的较强还原环境。 其矿物特征与印度西北部喜马偕尔邦 (Himachal Pradesh)的 Spiti 下白垩统黑色页岩基本一致(Bhargava and Bassi, 1998).

2.3 稀土元素

稀土元素样品由中国科学院高能物理研究所实 验室采用 X 荧光分析(表 2),每个样品测试 14 个 元素,为简便表中只列出其中 8 个。分析结果表 明,古错五组稀土模式与东山组几乎完全相同(图 6),表明此时的沉积环境可能是相近的。

元	古错四组				古错	五组	东山组	
素	g4 - 1	g4 - 2	g4 - 3	g4 - 4	g5 - 1	g5 - 2	d6 - 6	d9 - 6
La	60.7	43.4	47.8	49.8	59.0	70.6	58.3	57.7
Ce	125	85.9	96.1	107	123	153	112	104
Nd	50.2	40.4	44.5	48.8	62.0	73.9	57.4	50.1
Sm	11.8	8.9	8.93	9.58	1.16	13.5	10.5	9.31
Eu	2.17	1.55	1.89	2.34	2.25	3.54	2.59	2.33
ТЪ	1.78	0.99	0.94	1.17	1.39	1.57	1.26	1.41
Yb	3.74	2.42	2.51	3.16	2.93	3.4	2.67	2.82
Lu	0.44	0.30	0.39	0.37	0.39	0.43	0.38	0.37

表 2 黑色页岩稀土分析结果(×10⁻⁶) Table 2 Rare earth analysis results of black shales

注:稀土元素的采样位置标于本文图 5 中。





为了更好地说明上述特点,以14个元素测试 结果的 $\Sigma L/\Sigma H$ 和 Eu/ $\Sigma REE(\Sigma L)$ 为 La – Eu 轻稀 土元素之和, Σ H为Gd-Lu重稀土元素之和, Σ REE 为 La-Lu 轻、重稀土元素之总和)分别为纵、 横坐标作散点图(图7),将太平洋深海粘土、球粒 陨石的稀土元素相应的值投入,结果只有太平洋深 海粘土和球粒陨石点落入富 Eu 和贫 Ce 区内,其 它所有点全落入富 Ce、Eu 平衡区。古错地区沉积 物 $\Sigma L/\Sigma H$ 的范围值为 57~98, Eu/ Σ REE 为 0.45~0.70, 少数点位于富 Ce 区的下方。当出现 大量安山岩、玄武岩等时,岩石中含有较多的 Eu 和 Ce, 原岩经后期抬升暴露、侵蚀而使得部分 Eu 带入沉积物中。Ce³⁺在风化过程中升价为 Ce⁴⁺, 尔后近距离搬运,快速沉积。而其后期的(上覆的) 地层所受的影响相对较小。古错四组、五组和东山 组黑色页岩大多落入大陆拉斑玄武岩与钙质泥岩的



图 7 黑色页岩∑L/∑H 与 Eu/∑REE 关系图 Fig.7 Diagram showing relationship between ∑L/∑H and Eu/∑REE of black shales

叠合区(图 8)。至少说明这些样品的地层可能与火 山喷发和基性物质介入有关。





2.4 微量元素

Th、U的丰度与泥页岩的吸附性、颜色等相 关。Th的溶解度低,一般以碎屑颗粒的机械迁移 为主,只有极少部分以络合物、有机络合物的形式 迁移。U除以碎屑颗粒和悬浮物质迁移外,还可 以硫酸盐(UO₂SO₄)、碳酸铀酰络合物(Na[UO₂ (CO₃)₃])和易溶铀的有机络合物形式迁移,U很 容易在还原的酸性介质中被有机质和其他胶体吸 附,因此,U的丰度与有机质关系密切。古错五 组黑色页岩 Th 含量与岗巴东山组极为相似,连 同古错五组的稀土配分特征综合分析,表明在阿 尔比、阿普第期海水达到最深,两地的海水可能 已经贯通,形成统一的黑色页岩沉积环境(表 3、 4)。

2.5 碳同位素

海水碳酸盐的碳同位素组成主要受控于大气 CO₂的碳同位素组成和当时的环境温度。大气 CO₂ 的碳同位素组成既受植物光合作用对大气 CO₂的利 用率的影响,又受到生物死亡后有机质分解、氧化 以及以 CO₂形式返回到大气中的数量多少所影响。 碳同位素动态平衡的破坏是导致早白垩世晚期缺氧 事件的直接原因。碳同位素动态平衡取决于生态环 境、生物的繁盛等生态条件、地理条件,最终取决 于大地构造环境。

表 3 北喜马拉雅地区下白垩统黑色页岩元素对比值

Table 3Element ratio of different black shales of theLower Cretaceous in northern Himalayas

剖面	样豆	地层	元						
	1 + пп		Sr/Ba	K/Na	Rb/K	Th/U	Co/Ni	Cr/K	
	g3 - 1	十进二组	0.174	0.494	0.003	0.325	0.233	0.005	
	g3 - 2	口相二组	0.389	1.408	0.003	0.114	0.031	0.004	
	g4 - 1	古错四组	0.480	1.174	0.004	0.211	0.051	0.004	
古错	g4 - 2		0.629	1.880	0.004	0.16	0.013	0.005	
剖面	g4 - 3		1.482	6.708	0.003	3.364	0.038	0.005	
	g4 – 4		0.327	2.798	0.003	7.500	0.019	0.004	
	g5 – 1	十雄工组	0.315	3.213	0.004	6.875	0.125	0.005	
	g5 – 2	口油工组	0.320	4.480	0.004	10.131	0.032	0.005	
岗巴 剖面	d6 – 6	东山组	0.306	2.472	0.004	7.547	0.038	0.009	
	d9 - 6	东山组	0.310	3.033	0.003	6.392	0.009	0.007	

表4 北喜马拉雅地区下白垩统黑色页岩粘土质 U、Th、K 丰度

Table 4U, Th and K abundance of douke in blackshales of the Lower Cretaceous in northern Himalayas

元素、元素对	古错(平均)	岗巴(平均)	
K/10 ⁻⁶	18 073	19 750	850
Th/10 ⁻⁶	7.38	12.2	0.04
U/10 ⁻⁶	2.2	1.77	0.015
Th/U	2.44	6.97	2.67

据采自古错、岗巴等地样品的碳同位素分析结 果(表 5)。在不考虑地表有机碳风化损失的情况 下,古错四组、古错五组有机碳含量约为0.2%~ 0.76%, $\delta^{13}C(PDB_{\infty})$ 为-24.380到-21.854;东 山组有机碳含量约为0.46%~1.37%,平均 1.02%, $\delta^{13}C(PDB_{\infty})$ 为-21.148和-24.092,且 数值集中分布于-22‰左右。本区黑色页岩中有机 质的 $\delta^{13}C$ 值位于-20.805‰~-24.380‰区间内, 平均为-23.25‰。本区下白垩统黑色页岩有机碳 所表现出的上述正偏移特征,符合早白垩世全球性 缺氧事件过程中形成的黑色页岩特征(Hart and Kim, 1986; Ken Goldeira *et al.*, 1991; Leary *et al.*, 1989)。本区黑色页岩的岩石学特征,根本意 义上是早白垩世板块运动的结果(Yoshiyuki Tatsumi *et al.*, 1998)。

表 5 研究区下白垩统黑色页岩有机碳同位素值

Table 5 Isotope data of organic carbon in the Lower Cretaceous black shales of study area

样品号	层位	岩性	δ ¹³ C/‰	σ/‰	备注
g3 - 1	古错三组	黑色页岩	- 22.164	0.009	5 个单样 组合
g4 - 2	古错四组	黑色页岩	- 24.101	0.014	7 个单样 组合
g5 - 1	古错五组下部	黑色页岩	- 21.854	0.004	9 个单样 组合
g5 - 2	古错五组上部	灰黑色页岩	-20.805	0.008	9 个单样 组合
d6 - 6	东山组下部	黑色页岩	- 21.148	0.007	9 个单样 组合
d9 - 6	东山组上部	黑色页岩	- 24.092	0.009	9 个单样 组合

3 黑色页岩的油气资源意义分析

3.1 有机质丰度研究

对于黑色页岩(泥质岩)类而言,关于有机质丰 度评价的标准研究较多,建立了不同的评价标准, 但国内所推出的标准基本上是建立在对湖相泥岩研 究基础之上,与海相沉积岩有一定差别。本文采用 中国石油集团总公司青藏油气勘探项目总经理部的 相关标准(表 6)。

研究区内古错四组、古错五组及东山组各层位 平均黑色页岩有机质丰度如表 7。

总体而言,古错四组、古错五组及东山组有机 质较为丰富,表7中数值为层位平均值。古错四组、 古错五组厚度超过1800m。在不考虑地表有机碳风 化损失的情况下,古错五组有机碳含量(恢复前) 约为0.2%~0.76%,其中达中等生油岩的样品占剖 面样品总数的44%。东山组有机碳含量约为0.46%

表 6 羌塘盆地泥质岩类有机质丰度评价标准

(据中国石油集团总公司青藏油气勘探 项目总经理部(内部资料))

Table 6	Abundance appraisal standard of organic mass
	for argillaceous in Qiangtang Basin

级别 参数	非生油岩	差生油岩	中等生油岩	好生油岩	
有机碳/%	<0.4	0.4~0.6	0.6~1.0	>1.0	
氯仿沥青	<i></i>				
"A"/10 ⁻⁶	< 100	$100 \sim 500$	500~1 000	>1 000	
总烃含量	< 100	100 000			
/10 ⁻⁶	< 100	100~200	200~500	>500	
生烃潜力		1.0			
/mg•g ⁻¹	<1	1~2	2~6	>6	

表 7 各组黑色页岩平均有机质丰度

 Table 7
 Organic mass abundance in different

 black shale-bearing formations

层位	恢复前有 机碳/%	氯仿沥青 "A" ∕10 ⁻⁶	总烃含量 ⁄10 ⁻⁶	生烃潜力 ∕mg•g ⁻¹	
古错四组	0.1~0.5	35	9.0	0.12	
古错五组	0.2~0.76	49	17.0	0.18	
东山组	0.46~1.37	48	12.0	0.40	

~1.37%,平均1.02%,其中达到好生油岩的样品占样品分析数的57%,中等生油岩样品数占16%,层位平均生烃潜力为0.15~0.8 mg/g。

3.2 有机质类型研究

对烃源岩有机质类型的判别主要是采用地球化 学方法,并建立相应的判别标准。本文采用中国石 油集团总公司青藏油气勘探项目总经理部的相关标 准(表 8),即"三类(I、II、II)五分(I₁、I₂、 II、II₁、II₂)法"。古错四组、五组和东山组有机 质类型参数如表 9。

表8 烃源岩有机质类型划分标准

项目	关 型								
	Ш 2	Π 1	Ш	I ₂	Ι 1				
H/C原子比	<0.7	0.7~1.0	1.0~1.3	1.3~1.5	>1.5				
δ ¹³ C/‰	> - 23.0	-23.0~24.5	-24.5~26.0	$-26.0 \sim -28.0$	<-28.0				
2920/1600(干酪根)	<0.8	0.8~1.7	1.7~3.0	>3.0	>3.0				
1460/1600(干酪根)	<0.25	0.25~0.5	0.5~0.8	>0.8	>0.8				

表9 ī	古错四	g组、五组 [;]	和东山组	1有机	质类型参数	t		
in the	Fourt	h Kuco For	mation,	the F	ifth Kuco F	ormation and t	he Dongshar	n Formation
11.00		N13 C /0/		- 1	<u>e /e</u>	记券外田	十略瑞	方 切 质米7

Table 9	Parameters of organic mass in the Fourth Kuco Formation, the Fifth Kuco Formation and the Dongshan Formation								
	样号	岩性	H/C	δ ¹³ C/‰	HI/mg•g ⁻¹	S ₂ /S ₃	碳数范围	主峰碳	有机质类型
古错	G410	页岩	0.03	- 24.06	1	0.06	C ₁₀ - C ₂₇	C14	<u>∎</u> ₂ − <u>∎</u> ₁
四组	G411	页岩	0.06	- 24.15	1	0.08	C ₁₁ - C ₂₇	C ₁₇	<u>∭</u> 2 − <u>∭</u> 1
	G516	页岩	0.05	- 21.85	9	0.07	C ₁₇ - C ₃₁	C19	III 2
古错	G517	页岩	0.14	- 24.60	2	0.09	C ₁₃ - C ₂₇	C ₁₅	<u>∭</u> 2 − <u>∏</u>
山坦	G518	页岩	0.13	- 20.80	1	0.03	C ₀₈ - C ₁₇	C ₁₄	III 2
	G06	页岩	0.12	- 21.2	. 1	0.07	C ₁₃ - C ₃₁	C ₁₇	<u>∭</u> ₂ − <u>∭</u> ₁
东山组	G07	页岩	0.04	- 22.2	3	0.09	C ₁₃ - C ₃₁	C ₁₇	<u>∏</u> ₂ − <u>∏</u> ₁
	G08	页岩	0.08	-24.5	7	0.09	C ₁₃ - C ₃₁	C ₁₇	

古错四组、古错五组和岗巴东山组热解分析指 标(HI、OI、S₂/S₃)显示有机质类型属于Ⅲ2型;分 析结果表明古错四组、古错五组和岗巴东山组有机 质碳数范围基本上为Ⅲ2-Ⅲ1型;古错五组中部可 达到Ⅱ型;下白垩统顶部的偏向Ⅲ型。这与本地区 下白垩统大陆斜坡下部的成生环境有些出入。多数 认为,斜坡下部环境下即使由于陆源物质的沉积而 出现Ⅲ型干酪根,仍应该有一定量的Ⅱ型甚至Ⅰ型 存在,造成这种结果的最好解释是样品(地层)遭受 到风化,成熟度高或过高,风化及高成熟度会降低 有机质中氢的含量,降低剩余生烃潜力(S₂),导致 氢指数(HI)和类型指数(S₂/S₃)降低,使得有机质 类型变差,最终导致分析结果的判别全部为Ⅲ型。 古错地区的古错五组顶部受断裂影响较大,硅化强 烈,无疑导致有机质成熟度过高。

一般说来,陆源腐植型有机质富¹³C,海相腐 泥型有机质富¹²C,但古错一岗巴盆地下白垩统较 为复杂,古错五组 δ¹³C‰较大,底部、顶部分别为 -21.85 和 - 20.80, 除了有机质类型的差异外, 根据前人资料(邓宏文和钱凯, 1993)推测, 也可能 是与较强的还原电位或超盐度有关。

3.3 有机质成熟度研究

研究区早白垩世黑色页岩 R。均大于 2.0, 镜质 体反射率显示有机质以高一过成熟度为主,且在剖 面上 R。基本随时代趋老而增高。碳数分布范围大 多介于 C13-C33之间,分布范围宽,但从总体上以 C_{21} 前占多, C_{21}^{-}/C_{22}^{+} 大于1的样品占55%。正 烷烃主峰碳位于 C17-C19的样品占分析样品总数的 约60%,一些主峰碳位于 C₂₅ - C₂₇的样品主峰碳 数多,分布范围宽。研究表明印度板块与冈底斯地 块间的对撞对于烃源岩成熟度具有持续性的影响, 有机质成熟度距离雅鲁藏布缝合带的距离愈近,成 熟度似乎愈高。此外样品一定程度的风化对于镜质 体反射率也有一定的影响。上述本区黑色页岩的有 机质特征表明具有一定的生烃潜力。事实上,就全 球角度而言,早白垩世黑色页岩生烃潜力普遍具有 理论意义和经济意义(Ruediger Stien et al., 1986)。

4 分析与讨论

4.1 下白垩统黑色页岩特征与生成环境

本区地层对比研究表明,古错四组、五组和东 山组黑色页岩主要形成于巴列姆期、阿普第一阿尔 比期,波及到晚白垩世早期的赛诺曼期,也正是本 区新特提斯洋由拉张趋向闭合的转折期。本区早白 · 垩世黑色页岩含有营游泳的菊石类等化石、岩石具 备极薄的水平层理以及菱铁矿结核、钙质结核等, 均反映了稳定、还原、较为封闭和丰富有机质的半 深海、深海成生环境。

本区下白垩统顶部出现的基性火山岩碎屑应该 代表了相对较活动的构造环境。古错四组、古错五 组和东山组黑色页岩稀土配分特征有一定的相似 性,镜下发现玄武岩质碎屑等,说明下白垩统上部 沉积有基性火山物质的加入。这与似乎已成定论的 本区早白垩世被动陆缘属性相悖,一个可能的解释 是,本区早白垩世位于新特提斯洋南岸,总体属于

被动陆缘,但局部强烈拉张裂陷作用导致的深大断 裂可能诱发了一定程度的火山活动。

4.2 下白垩统黑色页岩油气资源意义

世界上一些主要的油气田生、储地层的形成, 大都与黑色页岩有关。有的黑色页岩即为生烃岩。 古错四组、古错五组和东山组黑色页岩厚度巨大, 构造简单,有机质丰度较高,有机质类型为Ⅲ2-Ⅲ1或Ⅲ型,具备一定的生烃潜力和油气资源意义。 需要注意的是,仅从泥质物结晶以及伊利石重结晶 现象分析,该段黑色页岩中显然经受过一定程度的 改造(变质)等作用,有机质成熟度为高一过高的分 析结果也显示了后期板块活动的巨大影响,削弱了 其作为烃源岩的意义。

本文的讨论仅仅限于黑色页岩的的岩石特征以 及生烃能力。需要指出的是,油藏的控制性因素极 为复杂,烃源岩只能是条件之一。就目前经济、技 术及地理条件而言,本区早白垩世黑色页岩并不具 备十分诱人的石油资源意义,但深层次的重要性则 体现在对其成生环境、黑色页岩自身以及上覆地层 的油气资源意义研究。

参考文献

- 邓宏文,钱凯.1993. 沉积地球化学与环境分析[M]. 兰州:甘肃科学 技术出版社,24.
- 刘桂芳,王思恩.1987.西藏喜马拉雅区上侏罗统和下白垩统研究的 新进展[C].见:地质矿产部青藏高原地质文集编委会编.地层 古生物论文集(17).北京:地质出版社,143-166.
- 刘训,傅德荣,姚培毅,等.1992.青藏高原不同地体的地层、生物区 系及沉积构造演化史[M].地质专报(二).地层古生物.北京:地 质出版社,(15):1-169.
- 史晓颖, 雷振宇, 阴家润. 1996. 珠穆朗玛峰北坡下侏罗统层序地层 及沉积相研究[J]. 地质学报, 70(1):71-83.
- 西藏地质矿产局.1993.西藏自治区区域地质志[M].北京:地质出版 社.394-462.
- 西藏地质矿产局.1997.西藏自治区岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,179-180.
- 徐钰林,万晓樵,苟宗海,等.1990.西藏侏罗,白垩,第三纪生物地层 [M].武汉:中国地质大学出版社,1-147.
- 姚培毅,刘训,傅德荣.1990.西藏南部古错侏罗-白垩系界线剖面 的新观察[M].中国地质科学院院报,第21号.北京:地质出版 社,41-52.
- 余光明,王成善.1991.西藏特提斯沉积地质[M].地质专报(三).第 12号.北京:地质出版社,1-153.
- 岳来群,史晓颖,王鸿祯.2003.北喜马拉雅地区下白垩统海底扇沉 积环境[J].古地理学报,5(4):391-403.

张启华.1985.西藏聂拉木地区普普嘎组早白垩世菊石的发现及其 地层意义[C].见:地质矿产部青藏高原地质文集编委会编.青 藏高原地质论文集(16).北京:地质出版社,165-183.

References

- Bhargava O N, Bassi U K. 1998. Geology of Spiti-Kinnaur Hiimachal Himalaya[J]. Geological Survey of India Memoirs, 124:51 - 67, 137 - 156.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Xizang Autonomous Region. 1993. Regional Geology of Xizang(Tibet) Autonomous Region [M]. Beijing: Geological Publishing House, 394 - 462(in Chinese).
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Xizang Autonomous Region. 1997. Stratigraphy (Lithostratic) of Xizang (Tibet) Autonomous Region [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 179 - 180(in Chinese).
- Deng Hongwen, Qian Kai. 1993. The Sedimentary Geochemistry and the Analysis upon Environment[M]. Lanzhou: Publishing House of Science and Technology, 24(in Chinese).
- Hart M B, Kim C B. 1986. Late Cretaceous anoxic events, sea-level changes and the evolution of the planktonic foraminifera [C]. In: Summerhayes C P, Shackleton N J (eds). North Atlantic Palaeoceangraphy. Geological Society Special Publications, 67 - 78.
- Ken Goldeira, Michael R Rampino. 1991. The Mid-Cretaceous super plume, carbon dioxide and global warming [J]. Geophysical Research Letters, 18(6):987-990.
- Leary P N, Carson G A, Cooper M K E, et al. 1989. The Biotic response to the late Cenomanian oceanic anoxic event, integrated evidence from Dover, SE England [J]. Journal of the Geological Society, 146: 311 - 317.
- Liu Guifang, Wang Sien. 1987. A new advance in study of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of the Himalayas, Xizang (Tibet)
 [C]. In: Editorial Committee of Professional Papers of Stratigraphy and Paleontology, Chinese Academy of Geological Sciences (ed). Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology, No. 17. Beijing: Geological Publishing House, 143 - 166 (in Chinese).
- Liu Xun, Fu Derong, Yao Peiyi, et al. 1992. The Stratigraphy, Palaeobiography and Sedimentary-Tectonic Development of Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau in Light of Terrane Analysis[M]. People's Republic of China Ministry of Geology and Mineral Resources Geological Memoirs, Series 2, No. 15. Beijing: Geological Publishing House, 1 169(in Chinese).
- Pathak D B, JaiKrishna. 1993. Preliminary remarks on the biostratigraphic relevance of the ammonoid collections from Spiti Formation, Tethys Himalaya, India [J]. Journal of Himalaya Geology, 4 (2):207-221.
- Ruediger Stien, et al. 1986. Accumulation of organic carbon-rich sediments in the Late Jurassic and Cretaceous Atlantic Ocean: A synthesis[J]. Chemical Geology, 56:1-32.
- Shi Xiaoying, Lei Zhenyu , Yin Jiarun. 1996. Lower Jurassic sequence stratigraphy and sedimentary facies on north slope of the Mount

第8卷 第3期

Qomolongma. Acta Geologica Sinica, 70(1): 71 - 83 (in Chinese with English abstract).

- Xu Yulin, Wan Xiaoqiao, Gou Zonghai , et al. 1990. Biostratigraphy of Xizang(Tibet) in the Jurassic, Cretaceous and Tertiary Periods [M]. Wuhan; China University of Geosciences Press, 1 147. (in Chinese with English abstract).
- Yao Peiyi, Liu Xun, Fu Derong. 1990. New Observation on the Jurassic-Cretaceous Boundary Section at Gucuo, Nyalam, Xizang [M]. Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences, No. 21. Beijing:Geological Publishing House, 41 - 52(in Chinese with English abstract).
- Yoshiyuki Tatsumi, Hironao Shinjoe, Hideo Ishizuka, et al. 1998. Geochemical evidence for a mid-Cretaceous superplume[J]. Geology, 26 (2):151-154.
- Yu Guangming, Wang Chengshan. 1991. The Sedimentary Geology of Thethys in Xizang (Tibet) [M]. People's Republic of China Min-

istry of Geology and Mineral Resources Geological Memoirs, Series 3, No. 12. Beijing: Geological Publishing House, 1 – 153(in Chinese with English abstract).

- Yue Laiqun, Shi Xiaoying, Wang Hongzhen. 2003. Sedimentary environments of submarine fan of the Lower Cretaceous in northern Himalayas[J]. Journal of Palaeogeography, 5(4): 391 - 403 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Qihua. 1985. The Discovery of Early Cretaceous Ammonites from the Pupuga Formation in the Nyalam area, Xizang (Tibet) and its significance on the stratigraphy[C]. In: CGQXP Editorial Committee Ministry of Geology and Mineral Resources PRC(ed). Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau No. 16. Beijing: Geological Publishing House, 165 - 183 (in Chinese with English abstract).

(责任编辑 王海华)