

浙江萧山小石盖寒武—奥陶系 界线地层牙形刺

丁连生

(地矿部华东石油地质研究所, 扬州 225002)

本文根据在浙江省萧山县小石盖剖面中所发现的寒武—奥陶系界线地层的牙形刺化石, 建立4个牙形刺化石带。该界线地层位于第2与第3牙形刺带之间, 把原浙江石油地质大队划分的界线上提了30.7m。这些化石带均可与国内外相当层位的牙形刺带对比, 与国际寒武—奥陶系界线工作组投票决定的界线一致。文中还对牙形刺色标与油气关系进行探讨。

关键词 小石盖 牙形刺 寒武纪 奥陶纪 油气评价

作者简介 丁连生 男 54岁 高级工程师 地层古生物

小石盖剖面位于永兴桥东北1.2km(图1)。地层剖面出露清楚, 沉积连续, 化石丰富, 是下扬子地区比较理想的寒武—奥陶系界线剖面之一。浙江省石油地质大队和浙江省区调队曾对该剖面作地质调查和研究工作, 但从古生物角度研究地层界线的资料至今尚无专论。笔者于1985年对该剖面作系统的牙形刺采集, 室内分析研究, 发现了较为丰富的牙形刺化石(图版1), 它们分别为15属, 15种和若干未定种。在其界线附近自下而上建立4个牙形刺化石带。即第4带 *Acanthodus costatus*-*Rossodus manitouensis* 带; 第3带 *Utahconus*-*Monocostodus sevierensis* 带; 第2带 *Cordylodus proavus* 带; 第1带 *Proconodontus muelleri* 带。

根据牙形刺化石带, 将本区寒武—奥陶系界线置于第2与第3牙形刺化石带之间。文中利用牙形刺色标, 对区内油气远景作预测。

1 地层概述

本剖面由浙江省石油地质大队测制(图2)。

1.1 下奥陶统印渚埠组(图3)

33 灰黑色风化石呈黄色含灰岩小透镜体微晶泥质灰岩, 透镜体0.5~1.5×1~5cm, 易被淋蚀, 风化后形成一排平行层面的孔洞, 夹钙泥条带。产牙形刺: *Rossodus manitouensis* Repetski et Ethington, *Chosonodina herfurthi* Muller, *Acanthodus costatus* Druce et Jones, *Cordylodus inter-*

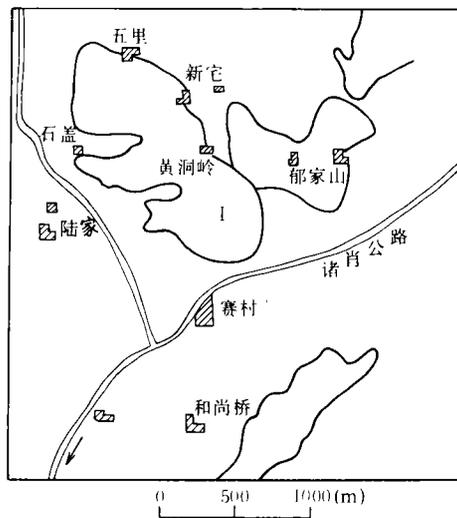


图1 剖面位置

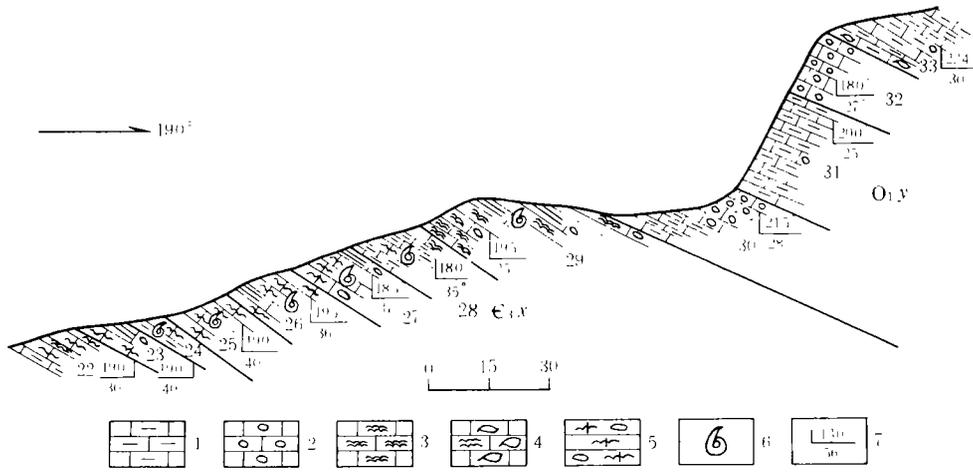


图2 浙江萧山小石盖寒武—奥陶系界线地层剖面

1. 泥质灰岩; 2. 块状隐晶砾屑灰岩; 3. 网状隐晶灰岩; 4. 饼条状灰岩; 5. 灰岩透体状灰岩; 6. 大化石; 7. 产状倾向

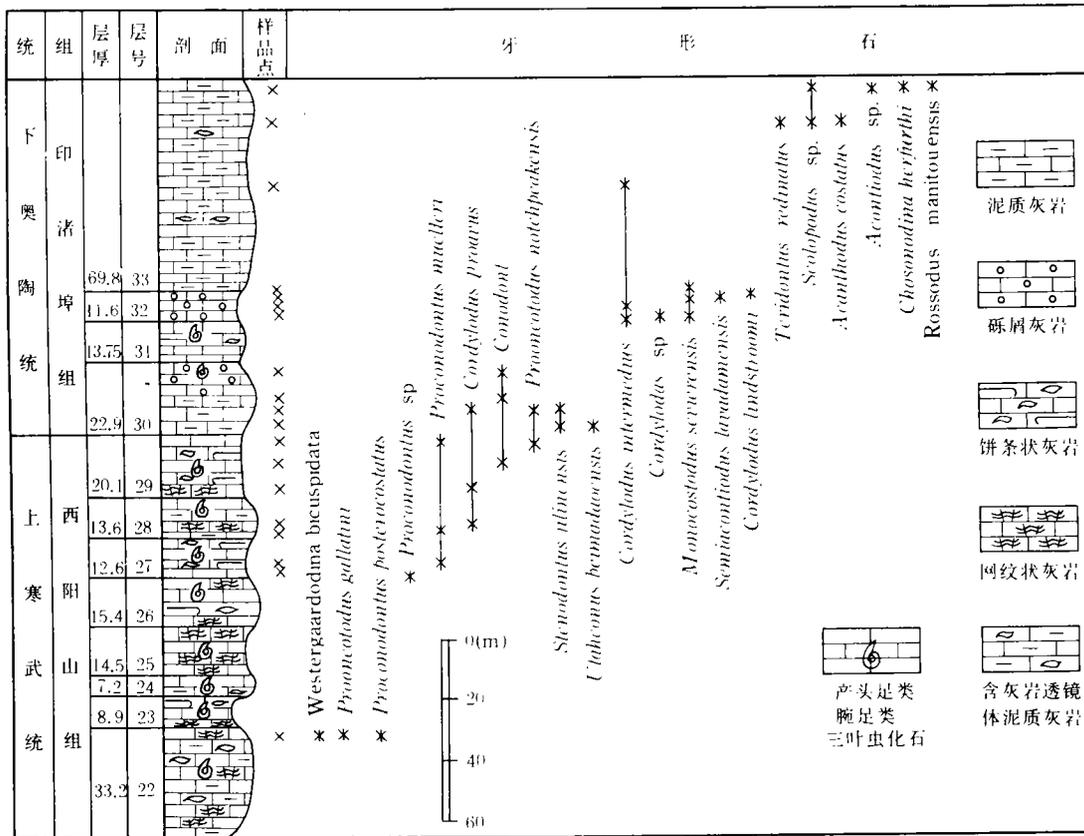


图3 浙江萧山小石盖剖面牙形刺垂直分布图

medius Furnish, *Teridontus reclinatus* Jiang et Xing, *Acantiodus* sp., *Scolopodus* sp. 厚69.8m。

32 上部以泥质灰岩为主,含灰岩和黑色硅质岩透镜体;下部为灰黑色,风化后呈黄灰色块状砾屑灰岩,灰岩砾微晶质,夹黑色硅质岩透镜体。产牙形刺: *Monocostodus sevierensis* (Miller), *Cordylodus lindstroemi* Druce et Jones, *Cordylodus intermedius* Furnish, *Semiacontiodus lavadamensis* (Miller), *Acodus* sp. 等。厚11.6m。

31 深灰色微晶灰岩,局部含灰岩透镜体及燧石结核,夹饼条灰岩。产腕足类化石。厚15.76m。

30 上部灰色块状淀晶砾屑灰岩,砾石为微晶灰岩,呈球状、椭圆球状,被中粗粒亮晶方解石充填;下部为灰黑色微晶灰岩,局部含灰岩条带、团块,与网纹状灰岩、隐晶灰岩互层。产牙形刺: *Cordylodus proavus* Müller, *Utahconus beimadaoensis* Chui et Zhang, *Proconodontus notchepeakensis* Miller, *Stenodontus jilinensis* Chen et Gong 等。厚22.9m。

—— 整合 ——

1.2 上寒武统西阳山组(图3)

29 深灰色饼条状微晶灰岩与网纹状隐晶灰岩互层,两者逐渐过渡。顶部含饼粉晶泥质灰岩。产牙形刺: *Cordylodus proavus* Müller, *Proconodontus notchepeakensis* Miller, *P. muelleri* Millet 等;腕足类: *Oboius* sp. 厚20.1m。

28 灰色网纹状隐晶灰岩与灰黑色微晶灰岩互层。产牙形刺: *Cordylodus proavus* Müller, *Proconodontus muelleri* Miller 等;三叶虫: *Symphysurus* sp.;腕足类: *Acrotreta* sp. 厚10.6m。

27 灰黑色饼条状微晶粉晶灰岩与网纹状隐晶灰岩互层夹条带及团块,含黄铁矿细晶。产牙形刺: *Proconodontus muelleri* Miller 等;三叶虫: *Lotagnostus(Trilobagnostus)hedini*, *Westergaardites* sp.;腕足类: *Acrotreta* sp. 厚12.6m。

26 浅灰色中层网纹状灰岩与含薄层不规则灰岩饼条的粉—微晶灰岩互层。头足类: *Ellesmeroceras* sp. 厚15.4m。

25 浅灰色块状网纹灰岩,灰岩中含泥质条带和网纹,条带由粗变细,具韵律性变化,粗者向饼条灰岩过渡。产腕足类: *Acrotreta* sp. 厚14.6m。

24 浅灰色厚层—块状网纹状灰岩与厚层含灰岩透镜体泥质灰岩互层,形成四个韵律。产角石: *Acaroceras* sp. 厚7.2m。

23 深灰色薄层饼条状微晶灰岩与中厚层状网纹状灰岩互层,两者厚3:1。产腕足类化石。厚8.9m。

22 浅灰色中厚层网纹状灰岩与深灰色中厚层含灰岩透镜体微晶泥质灰岩互层,含黄铁矿细晶及结核。产牙形刺: *Westergaardodina bicuspidata* Müller, *Prooneotodus gallatini* (Müller), *Proconodontus posterocostatus* Miller 等。厚33.8m。

2 牙形刺化石带分析及对比

本剖面寒武—奥陶系界线附近自下而上建立4个牙形刺化石带。即第1带 *Proconodontus muelleri* 带; 第2带 *Cordylodus proavus* 带; 第3带 *Utahconus-Monocostodus sevierensis* 带; 第4带 *Acanthodus costatus-Rossodus manitouensis* 带(表1)。

第1化石带的带化石 *Proconodontus muelleri* 产于北美犹他洲 Nothch Peak 灰岩的第6段中部含鲕粒灰岩之下, 是伊朗上寒武统第3带的主要分子; 在加拿大纽芬兰西部的上寒武统牛头群(Cow Head Group)在 B_4 (含 *Saukia* 带三叶虫) 之上和 B_3 之下的层状灰岩中发现以 *Proconodontus muelleri* Miller (等于本文 *Proconodontus muelleri*), *Proconodontus muelleri serratus* Miller 为主的动物群; 在瑞典中部、南部和厄兰岛(öland)上寒武统第5三叶虫带广泛发育; 在我国它产于华北上寒武统凤山组一、二、三段, 内蒙古清水河县刘家窑的凤山组和贺兰山强岗岭剖面的凤山组中, 它是吉林大阳岔上寒武统 *Proconodontus muelleri* 亚带的主要成员; 是浙江江山杨柳岗、礁边大豆山、诸暨里巽坞和临安板桥剖面上寒武统西阳山组 *Proconodontus muelleri* 带的带化石; 它在湖南凤凰箭塘的上寒武统箭塘组和桃源汤家溪的沈家湾组也盛产该带化石。值得注意的是与带化石伴生的 *Westergaardodina bicuspadata* Müller 产于瑞典上寒武统第 I ~ V 三叶虫带。 *Proconodontus posterocostatus* 产于吉林大阳岔上寒武统 *Proconodontus* 带中的 *Proconodontus posterocostatus* 亚带到 *P. muelleri* 亚带下部, 和本区一致。因此本化石带的时代大致相当于华北晚寒武世的凤山期的 *Proconodontus-Rotundoconus* 带(安泰序, 1983)、浙江江山、诸暨晚寒武世晚期的 *Proconodontus muelleri* (丁连生, 1987, 1988)、吉林大阳岔晚寒武世晚期的 *Proconodontus muelleri* 亚带(陈均远等, 1986), 与伊朗第3牙形刺带(Müller, 1973), 美国西部和北部的晚寒武世的 *Proconodontus* 带对比, 该化石带的地层无疑为上寒武统西阳山组中上部。

第2化石带的时限以 *Cordylodus proavus* 的首次出现为下限, 以 *Utahconus* 或 *Monocostodus sevierensis* 出现为上限标志。带化石 *Cordylodus proavus* 是全球性广泛发育的牙形刺, 其世界各地产出层位是上寒武统顶部 *Saukia* 带的 *Corbinia apopsis* 亚带及其相当层位, 最早报道于美国俄克拉荷马州 Signal 山灰岩上部(Müller, 1959)、尔后在北美犹他洲的 Notch Peak 灰岩(Müller, 1969, 1980)、内华达洲的 Whipple Cave 组上部和 Hales 灰岩上部、得克萨斯洲的 Wilberns 组和 San Saba 段上部、宾夕法尼亚洲 Stonebenge 组 Stoufferstown 段、南达科他洲的 Deadwood 组; 在加拿大纽芬兰、阿尔伯达省和马更些, 格陵兰东部、墨西哥、瑞典、苏联、伊朗北部上寒武统顶部和澳大利亚昆士兰地区的 *Saukia* 带最上部至 *Symphysarina* 带最下部或其相当层位中广泛发育此种。在我国华北、东北、内蒙等地见于上寒武统凤上组顶部, 相当于三叶虫 *Mictosukia-Calvinella* 带。在湖北三峡地区见于三游洞群上部白云岩中。在浙江江山礁边大豆山、杨柳岗, 本种产于上寒武统西阳山组顶部, 并可上延到 *Utahconus-Monocostodus sevierensis* 带中, 并与寒武纪晚期的三叶虫 *Lotagnostus hedini* 带共生; 在湖南凤凰箭塘、桃源汤家溪等地见于上寒武统顶部箭塘组和沈家湾组。因此该化石带与三峡地区上寒武统三游洞群上部, 浙江上寒武统西阳山顶部(丁连生,

表 1 浙江萧山小石盖寨武—奥陶系牙形刺带的对比

统	组	浙江萧山	浙江诸暨	浙江荆山岭	江苏	三峡	华北	伊朗	澳大利亚	
下奥陶统	印渚埠组	本文	丁连生等 1988	丁连生等 1985	丁连生 1987	倪世钊等 1983	安泰康等 1983	Muller 1973	Dnue et Jones 1971	
		<i>Acanthodus costatus</i> - <i>Rossodus manitouensis</i> Z.	"Acodus" <i>oneotensis</i> Z.	"Acodus" <i>oneotensis</i> Z.	<i>A. costatus</i> - <i>Chosonodina fisher</i> Z.	<i>A. oneotensis</i> - <i>Cordylodus angulatus</i> Z.	<i>A. oneotensis</i> - <i>C. rotundatus</i> Z.	<i>C. angulatus</i> - <i>C. rotundatus</i> Z.	Warendian	<i>C. prion-</i> <i>Scolopodus</i> Z.
	陶统	留组	<i>Utahconus Monocostodus Sevierensis</i> Z.	<i>U. beimadaoensis</i> - <i>M. Sevierensis</i> Z.	<i>M. Sevierensis</i> Z.		南津关组	里组	6	<i>C. oklahomensis</i> - <i>C. lindstroemi</i> Z.
			<i>Cordylodus proavus</i> Z.	<i>Cordylodus proavus</i> Z.			西陵峡组	西陵峡组	5	Datsonian
上奥陶统	西阳山组	<i>proconodontus muelleri</i> Z.	<i>proconodontus</i> Z.			雾渡河群	凤山组	4	<i>Cordylodus proavus</i> Z.	
		<i>proconodontus</i> Z.	<i>proconodontus</i> Z.			洞群	雾渡河组	3	<i>proconodontus</i> Z.	

1987, 1988) *Cordylodus proavus* 带, 湖南上寒武统箭塘组和沈家湾组顶部, 以及华北上寒武统凤山组四段(安泰序, 1982, 1987) *Cordylodus proavus* 带直接对比, 与美国西部犹他洲(Müller, 1980) *C. proavus* 带的1、2亚带, 伊朗(Müller, 1980)的第4带相当。

第3化石带以 *Monocostodus sevierensis* 和 *Utahconus* 的首次出现为下限标志, 以它们的基本消亡和 *Rossodus manitouensis* 的出现而结束。*M. sevierensis* 是洲际型奥陶纪早期特马豆克阶底部常见分子, 它的正型产于美国犹他洲 Notch Peak 灰岩顶部的 *Symphysarina brevispicata* 亚带下部—House 灰岩下部, 也见于俄克拉荷玛洲 Signal 山灰岩上部、内华达州 Whiple Cave 灰岩顶部—House 灰岩下部, 得克萨斯洲的 Wilberns 组 San Saba 段等地层中, 其地质历程大致限于 *Cordylodus proavus* 带上部的 *Hirsutodontus simplex* 亚带至牙形刺动物群 B, 它们所在层位均属奥陶系底部三叶虫 *Symphysarina* 带的 *S. brevispicata* 亚带。在伊朗该种与 *Acanthodus costatus*, *Rossodus manitouensis*, *Drepanodus tenuis* 等伴生, 称第5、6牙形刺带, 在澳大利亚昆士兰地区的 Datsomian 阶的 Ninmaroo 组下部亦盛产此种, 称 *Monocostodus sevierensis-Teridontus bicuspatus* 带(Druce et Jones, 1971)。在我国三峡三游洞群顶部、华北冶里组底部、浙江江山礁边、杨柳岗、诸暨里巽坞、临安板桥印渚埠组 *Hysterolenus* 三叶虫带之底部广泛发育此种。*Utahconus beimadaoensis* 与 *U. utahensis* 非常类似, 它产出层位与 *Monocostodus sevierensis* (Miller) 非常类同, 主要产于美国得克萨斯洲 Wilberns 组的 San Saba 段上部, 内华达州的 Hales 灰岩。犹他洲 Notch Peak 灰岩顶部—House 灰岩下部、宾夕法尼亚和马里兰州的 Stonebenge 组 Stoufferstown 段上部、俄克拉荷玛洲 Signal 山灰岩上部、加拿大阿尔伯达省 Survey Peak 组, 格陵兰岛 Dolomite Point 组上部。本种广泛发育于华北冶里组底部。以此创建 *Utahconus beimadaoensis-M. sevierensis* 带, 相当于 *Onychopyge-Leiostegium* 大化石带, 在浙江等地见于印渚埠组底部条带状灰岩中, 常常与 *Monocostodus sevierensis* 共生。与带化石共生的 *Cordylodus intermedius* 亦是世界性的奥陶系底部常见分子, 其产出层位与前述带化石类同, 在我国吉林大阳岔地区为奥陶系最下部第1个牙形刺带(*Cordylodus intermedius* 带)。综上所述, 本带属特马豆克阶早期第一个化石带, 可直接与湖北三峡三游洞群顶部 *M. sevierensis* 带, 浙江地区印渚埠组底部 *Utahconus-M. sevierensis* 带, 华北地区冶里组底部 *U. beimadaoensis-M. sevierensis* 带、吉林大阳岔奥陶系底部 *Cordylodus intermedius* 带对比, 大致相当于犹他洲的 *C. proavus* 带的第4~5亚带, 伊朗第5、6带, 澳大利亚昆士兰地区 *M. sevierensis-Teridontus bicuspatus* 带。

第4化石带以 *Acanthodus costatus*, *Rossodus manitouensis* 的首次出现为下限标志, 以它们的消亡而告终。前者产于澳大利亚昆士兰地区 Ninmaroo 组的 *Chosonodina herfurthi*—*Rossodus* 带, 伊朗 Derenjal 山 Shirgesht 组的第7组合带, 在美国该种地理分布很广, 主要产于阿肯色洲 Collier 页岩。明尼苏达洲的 Oneota 白云岩和 Dry Creak 页岩、宾夕法尼亚洲 Stonehenge 组和 Rockdal 组、得克萨斯洲 El Pasa 群和科罗拉多洲 Maniton 组等。在苏联西伯利亚东南部亦发现此种。在我国常见于三峡南津关组、江苏宁镇、宜昆地区仑山组下部、浙江杭州荆山岭留下组、浙江江山、诸暨等地区的印渚埠组下部, 与 *Rossodus manitouensis*, *Chosonodina hefurthi* 共生, 为奥陶系下部第2个带化石。*R. manitouensis* 是北美下奥陶统牙形刺动物群 C(Fauna C)的主要分子, 主要产于俄克拉荷玛洲的 Mckenzie 组, 得克萨斯洲 El Paso 灰岩, 柯罗拉多洲 Maniton 组, 阿肯色洲 Collier 组; 在伊朗北部见于 Shirges 组第7牙

形刺带和澳大利亚昆士兰地区 Ninmaroo 组上部;在 Bonaparte 湾盆地 Jinduskin 组和 Pander Greensand 组该种也很发育,1964年 Müller 报道朝鲜南部三陟郡仓里 Shozl 化石点产该种,并与三叶虫 *Calvinella* sp. 共生。综前述,本化石带可直接与湖北三峡 *Acanthodus costatus*-*Acodus oneotensis* 带,江苏宁镇地区 *Acanthodus costatus* 带,宜昆地区 *A. costatus*-*Chosonodina fiheri* 带,浙江诸暨 *A. costatus*-*Rossodus manitouensis* 带对比,大致相当于伊朗第7牙形刺带和北美中部牙形刺动物群 B 和 C。

3 寒武—奥陶系界线划分

本区寒武—奥陶系界线过去曾在西阳山组的薄层条带状灰岩与印渚埠组灰质泥岩之间(33层与34层之间),1978年浙江省石油地质大队将其界线划在原西阳山组27层灰黑色饼条状微—粉晶灰岩与网纹状隐晶灰岩互层和28层的灰色网纹状隐晶灰岩与灰黑色微晶灰岩互层之间。笔者根据牙形刺化石带将其界线置于29层与30层之间,因为在22、26、27层出现齿体壁薄、基腔深而原始的副牙形刺化石:*Westergaadodina bicuspidata*, *Proconodontus muelleri* 等,称第1牙形刺带。在28、29层出现以复合型副牙形刺为代表的 *Cordylodus proavus*, 它的基腔形态简单,基腔深而壁薄,基腔顶有时达齿锥顶部,基腔前坡平行于齿体前缘等特征,均反映了它的原始性质,称第2牙形刺带。在30、32层出现了以 *Utahconus beimadaoensis*, *Monocostodus sevierensis* 为代表的牙形刺,伴生有:*Cordylodus intermedius*, *C. lindstroemi*, *Stenodontus jilinensis*, *Proconodontus notchepeakensis*, *Semiacontiodus lavadamensis* 等牙形刺化石,称第3牙形刺带。该带牙形刺与下伏寒武系的牙形刺炯然不同,出现了许多真牙形刺类,并与副牙形刺类伴生,而复合型牙形刺的基腔形态多样,齿体表面装饰也较晚寒武世的复杂,从而表明到早奥陶世早期牙形刺的演化发生了质的变化,进入了一个新的繁盛期。在第33层出现了以 *Acanthodus costatus*, *Rossodus manitouensis* 为代表的牙形刺,伴生有:*Chosonodina herfurthi*, *Teridontus reclinatus*, *Scolopodus* sp., *Acontiodus* sp. 等真牙形刺类化石,称第4牙形刺带。根据牙形刺化石带及其它的演化特征,笔者把本区寒武—奥陶系界线置于以副牙形类为主和复合型副牙形类动物群首次出现的所在层位之上和真、副、复合型牙形类混生动物群之下,即第2与第3牙形刺带之间,本界线在特马豆克阶底部,与国际寒武—奥陶系界线工作组投票决定的界线一致。就牙形刺化石带而言,可与全球性有关层段对比,这种划分方案与大化石确定的界线亦吻合。依据牙形刺化石所划分的寒武—奥陶系界线比前人最早划分的界线低118.05m,比浙江省石油地质大队划的界线高33.7m。

4 牙形刺色标

本区上寒武统和下奥陶统地层中牙形刺颜色变化指标 CAI 值为4,从阿里尼厄斯坐标上推算出 CAI 值古地温为207℃左右,处于热演化的过成熟期,因此在本区上寒武统和下奥陶统只能寻找些天然气。

(收稿日期:1992年1月8日)

参 考 文 献

- 1 安泰庠,张放等. 华北及邻区牙形石. 北京: 科学出版社, 1983
- 2 安泰庠,丁连生. 宁镇山脉地区奥陶系牙形石的初步研究及对比. 石油学报, 1982, 3(4)
- 3 安泰庠,杜国清,高琴工. 湖北奥陶系牙形石研究. 北京: 地质出版社, 1985
- 4 安泰庠. 中国南部早古生代牙形石. 北京: 北京大学出版, 1987
- 5 倪世钊,汪啸风等. 湖北宜昌黄花场寒武系与奥陶系的界线. 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊, 第6号, 北京: 地质出版社, 1983
- 6 丁连生,安泰庠. 杭州余杭荆山岭奥陶系牙形石及地层意义. 地质研究论文集, 北京: 北京大学出版社, 1985
- 7 丁连生. 江苏昆山地区奥陶纪牙形石生物地层探讨. 石油地层古生物会议论文集, 北京: 地质出版社, 1987
- 8 丁连生,包德宪,曹海虹. 浙江大豆山及安徽琅琊山寒武—奥陶系界线牙形石新知. 山西矿业学院学报, 1988, 6(1)
- 9 丁连生,包德宪,曹海虹. 浙江诸暨地区寒武—奥陶系牙形石研究. 地质论评, 1988, 34(4)
- 10 Barnes CR et al. Lower Paleozoic Conodont Provincialism. *The Geological Society of America. Special Paper*, 1973, (141), 157~160
- 11 Muller KJ. Late Cambrian and Early Ordovician Conodonts From Northern Iran. *Geological Survey of Iran Report*, 1973, (3), 1~76
- 12 Druce EC et al. Cambrian-Ordovician Conodonts from the Burke River Structural Belt, Queensland, Australia Bureau of Mineral Resources. *Bulletin*, 1971, (110), 1~120
- 13 Fahraeus LE et al. Fraconian (late Cambrian) to early Champlainian (middle Ordovician) Conodonts from the Cow Head Group, Western Newfoundland. *Journal of Paleontology*, 1978, 53: 144~171
- 14 Muller KJ. Upper Cambrian Conodonts from Sweden. *Fossil and Strata Num*, 1991, (8)

AN APPROACH TO THE CONODONTS FROM XIAOSHIGAI SECTION AT THE BOUNDARY BETWEEN THE CAMBRIAN—ORDOVICIAN SYSTEMS, XIAOSHAN, ZHEJIANG PROVINCE

Ding Liansheng

(East China Bureau of Petroleum Geology, MGMR)

Abstract

Conodonts discovered from Xiaoshigai section at the boundary between the Cambrian—Ordovician systems of Xiaoshan Region, Zhejiang Province are used to establish 4 conodont fossil zones. The boundary bed is located between No. 2 and No. 3 zones, suggesting it is 30.7m upward than that of previously defined. It is considered that those fossil zones are comparable to the conodont zones of the corresponding beds at home, as well as consistent with the boundary decided by the International Work Group for the Cambrian—Ordovician Boundary. Moreover, the color indexes of conodonts and their relationship with oil and gas are also discussed in the paper.