

二叠-三叠系界线层的牙形刺 与生物地层界线*

王成源

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

内 容 提 要

在研究二叠-三叠系界线地层时,应严格地将事件地层界线与生物地层界线区分开来。而定义生物地层界线时,也不应与“过渡层”或“混生层”的概念相连。在浙江长兴煤山,“界线粘土”层的底界,应为事件地层界线,界线层2的中部应为生物地层界线,比事件地层界线高15cm。二叠-三叠系生物地层界线应以 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 的首次出现为准。在 *H. parvus* M. 1 缺乏的地区可以 *Clarkina changxingensis*, *C. deflects*, *C. dicerocarinata*, *Clarkina* sp. nov., *Hindeodus latidentatus*, *H. typicalis*, *H. changxingensis* sp. nov 等种的绝灭和 *Hindeodus parvus* M. 2, *H. turgidus*, *Ophiceras*, *Claraia wangi* 首次出现作为确定二叠-三叠系生物地层界线的辅助标准。这一生物地层界线恰在连续的单相地层中,完全符合全球界线层型剖面点的要求。因此长兴煤山忠心大队剖面是世界上最好的二叠-三叠系全球界线层型剖面点(GSSP)。

关键词 二叠-三叠系界线 牙形刺 长兴 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 生物地层界线 全球界线层型剖面点

二叠-三叠系分界,也是古生界与中生界的分界,这一界线的研究近年来在我国已有相当大的进展,特别是事件地层学的研究,几乎已得到公认,即长兴槐坎乡葆青“界线粘土”层的底界即是二叠-三叠系事件地层界线。但是关于生物地层界线还没有得到深入的研究。以往的生物地层学定义,要么过于笼统,无法确定具体界线位置;要么总是与“过渡层”或“混生层”的概念相连,而将生物地层界线与事件地层界线混为一谈,这是不符合生物地层学定义的,也不符合国际地层委员会有关全球界线层型剖面点(GSSP)的要求,与事实也不符。对此,笔者已有专文论述(王成源,1994;Wang Cheng-yuan,1994)

二叠-三叠系生物地层界线应当是高精度的,菊石、腕足类等大化石,由于自身壳体较大,演化较慢、分布局限,用其确定地层界线,是不可能达到厘米级高分辨率的,二叠-三叠系生物地层界线的研究必须以牙形刺为主导,才能使生物地层界线的确定准确无误。因此,对二叠-三叠系界线层牙形刺的研究是至关重要的。

* 国家自然科学基金资助项目(编号为 49272078)。

一、二叠-三叠系界线层的牙形刺

1. 二叠-三叠系界线层的概念

在长兴剖面上,廖卓庭(1979)将长兴灰岩之上殷坑组下部的既含二叠纪型又含三叠纪型化石的层位,称“混生层”或“混生动物层”,全部归入三叠系。Sheng 等(1984)主要是根据腕足类的特征,再将“混生层”分为 3 层。“混生层 1”以二叠纪腕足类和三叠纪头足类为特征;“混生层 2”仅有二叠纪腕足类;“混生层 3”则以三叠纪化石为主,出现三叠纪双壳类 *Pseudoclararia*, 菊石 *Ophiceras*, *Lyophiceras*, 二叠纪型腕足类仅残存 2 属 2 种。

“混生层”是“混生动物层”的简称,它很容易被误解为化石再沉积,或与真正有化石再沉积的地层混同,通常在相邻的两个系之间,都有交替的动物群存在。只是在二叠-三叠系界线研究中,中国学者广泛地用“混生层”,但在其它两系之间的界线研究中,很少使用“混生层”。按国际惯例,这个“混生层”应该称界线层(boundary beds)。

我国学者在二叠-三叠系界线研究中使用的“过渡层”的概念也是值得推敲的。杨遵仪等(1984)曾指出:“过渡层一词,国内外用法不一,易致混淆。我们使用的过渡层,其定义是:在岩性与化石均呈连续过渡的二叠系-三叠系剖面,一段一般厚仅数十公分至数公尺,含二叠纪孑遗和少量‘三叠纪型’新生分子混生的地层,其下限为二叠系之顶,上限为大量出现克氏蛤、蛇菊石类的三叠系底部层位,即 *Pseudoclararia wangi* 带的底界”,进而明确指出:“华南过渡层底界是一个明确的岩性界线,而其顶界则非”。“过渡层”概念各家不一,王义刚(1984)的“过渡层”仅 7cm,只相当“混生层 1”。张克信(1984,1987)的“过渡层”不包括界线粘土层。杨遵仪等(1984)的“过渡层”的底界是一岩性突变的界面,在岩性上,没有任何过渡特征。顶界是 *Pseudoclararia wangi* 带的底,其上下岩性没有什么变化,实际是一生物地层界线。因此,这一“过渡层”,并没有任何岩性过渡特征,其生物群的涵义也不明确。

笔者建议,在二叠-三叠系界线研究中,最好不用“混生层”或“过渡层”,而称“界线层”。“界线层”并没有严格的定义,二叠-三叠系界线上下的地层,均可称“界线层”。在长兴剖面研究中,笔者倾向于用“界线层 1,2,3”分别代替“混生层 1,2,3”。

2. 二叠-三叠系界线层牙形刺研究现状

二叠-三叠系界线层的牙形刺目前还没有得到全面系统的研究,无论在牙形刺动物群组成或在有关种的演化关系上,都有待进一步深入研究。

1993 年 8 月,国际地层委员会二叠-三叠系界线工作组会议上,选出 4 个二叠-三叠系的全球界线层型剖面点(GSSP)的候选剖面,即浙江长兴煤山剖面(剖面位置行政上不属煤山镇而属长兴县槐坎乡葆青),四川广元上寺剖面,西藏色龙西山剖面和克什米尔 Guryul Ravine 剖面。这里将主要分析这 4 个候选层型剖面的界线层中的牙形刺,同时也涉及到其它有关剖面的二叠-三叠系界线层中的牙形刺,如 Spiti 地区的 *Otoceras* 层中的牙形刺,奥地利阿尔卑斯、南京镇江大力山等地界线层中的牙形刺。

Bhatt 等(1981)首次报道了 Spiti 地区的 *Otoceras* 层的牙形刺,他们将 *Otoceras* 层归属到上二叠统的最上部。Spiti 的 Lalung 剖面,*Otoceras* 层厚 54cm,而最早的 *Otoceras* 仅见于此层的上部(样品 LG65),距所谓 *Otoceras* 灰岩层底 44cm。而最上部(样品 LG66)也不见 *O-*

otoceras。Lalung 剖面的 *Otoceras* 层中,Bhatt 等记载产牙形刺 *Gondolella subcarinata*, *G. orientalis*, *G. carinata*, *G. planata*, *Anchignathodus* spp., 也产菊石 *Ophiceras* (Bhatt et al., 1981, fig. 1)。从图版上看,Bhatt 等的牙形刺鉴定多数有误。*Otoceras* 层并无 *Clarkina orientalis*, 他鉴定的 *G. orientalis* 齿脊均达齿台后端, 齿台轮廓各异, 可能归到不同的种, 其中不乏 *Clarkina guangyuanensis* (Pl. 1, figs. 12, 14, 16), 而所谓 *G. planata*, 多为 *C. changxingensis*。*Gondolella subcarinata* 的鉴定也多有误, 按笔者的鉴定, 在 Lalung 剖面的 *Otoceras* 层存在如下的牙形刺: *Clarkina carinata* (Pl. 2, figs. 7, 8.), *Clarkina changxingensis* (Pl. 1, figs. 20, 22; Pl. 2, figs. 14, 15, 17, 20), *Clarkina deflecta* (Pl. 2, fig. 11), *Clarkina guangyuanensis* (Pl. 1, figs. 12, 14, 15), 其它种暂时难以确定。

Lalung 剖面值得怀疑的还有菊石的鉴定, 即 *Otoceras* 层中的 *Ophiceras* 是否可靠。其次, 所谓 *Otoceras* 层, 真正产 *Otoceras* 的可能只限中上部, 此层中下部并没有可靠的 *Otoceras* 的记录。而在 *Otoceras* 层之下为大约 10cm 厚的褐铁矿砾石层, 与上下地层均为假整合接触。笔者推测, 这个褐铁矿砾石层可能为事件地层的标志, 可与界线粘土层对比。Bhatt 图示的 *Anchignathodus* spp., 肯定包括有 *Hindeodus minutus*, *H. parvus*, 至于 *H. parvus* 的具体层位尚不清楚, 因为剖面记载不详细。

克什米尔的 Guryul Ravine 剖面是很重要的, 因为这里的菊石 *Otoceras*—“*Glyptophiceras*”带和 *Ophiceras* 带都得以确认并都有牙形刺伴生, Sweet (1970), Nakazawa 等 (1975), Matsuda (1981, 1985) 都对此剖面的牙形刺做了研究, 尤以 Matsuda (1981, 1985) 的研究最为详细, 他将 Sweet (1970) 在本剖面上的“*A. typicalis*”带划分为 3 个带, 由下而上为 *Hindeodus minutus* 组合带, *H. parvus* 组合带和 *I. isarcica* 带。前两个组合带分别相当 *Otoceras woodwardi* 带的下部和上部, 面后一个带相当 *Ophiceras tibeticum* 亚带的下部。在 *Otoceras woodwardi* 带, 没有 *I. isarcica*, 但 *H. minutus* 和 *H. parvus* 可以延伸到 *I. isarcica* 带。Matsuda 的结论是至关重要的, 因为可与长兴剖面作对比 (表 I)。在 Guryul Ravine 剖面 *Otoceras woodwardi* 带上部有最典型的 *H. parvus* Morphotype 1, 因此, 二叠-三叠系的生物地层分界应在 E_2 (E_2 层相当于 *Otoceras woodwardi* 带) 中部, 比事件地层界线 (E_2 底) 高 3m 多。 E_2 层中的牙形刺仅有 *Hindeodus latidentatus*, *H. parvus* 和 *Gondolella carinata*, 但 Guryul Ravine 剖面有机变质程度高, 所有牙形刺都是黑色的, 孢子、疑源类等微体化石都不复存在, 不符合作为全球界线层型剖面点 (GSSP) 的要求 (Wang Cheng-yuan, 1990)。

四川广元上寺长江沟剖面, “过渡层”较厚, 约 80cm。*H. parvus* 出现的层位比岩性界线 (? = 事件地层界线, 26 层与 27 层之间) 高 3.69m。即在张景华等 (1984) 的“过渡层”之上, 而张景华等建立的新种 *Anchignathodus decrescens* 比岩性界线高 1.48m (张景华等, 1984), 也在他们的“过渡层”之上。因为他们的“过渡层”是 GS26, GS27 和 GS28 层底部 40cm 在内的厚约 80cm 的地层。在 *Anchignathodus decrescens* 之下大约 90cm 的地层中没有牙形刺化石。可以认为广元上寺长江沟剖面的牙形刺研究很不详细, 由于在“过渡层”内没有逐层发现牙形刺, 确定不了 *H. parvus* 的准确层位。以 *Anchignathodus decrescens* 建带也不妥。丁梅华认为 *A. decrescens* 应归属于 *A. parvus* 范围之内 (杨遵仪等, 1987, p. 93), 而 Kozur 认为是 *H. turgidus* (个人通信), 笔者也认为 *A. decrescens* 是不成立的, 应当归入 *H. turgidus*。

表 1 浙江长兴剖面二叠-三叠系生物地层界线划分的不同方案及与克什米尔二叠-三叠系界线层的对比

The Different proposals for the Permian-Triassic biostratigraphic boundary at the Meishan sections of Changxing, and the correlation with the Permian-Triassic boundary beds of Kashmir

MEISHAN SECTIONS AT CHANGXING, ZHEJIANG											KASHMIR																															
This Paper				Zhao et al. 1981 Sheng et al. 1984		Zhang, K. X. 1984		Yang et al. 1984, 1987 Jin et al. 1985, 1988		Clark et al. 1986	Sheng et al. 1987	Nakazawa et al., 1975 Matsuda, 1981																														
PERMIAN		TRIASSIC																																								
Changhsingian Stage				Griesbachian Stage																																						
Changhsing Formation				Yinkeng Formation																																						
				Otoceras		Ophiceras		Gyrtonites																																		
				Bound. bed 1	Bound. bed 2	Bound. bed 3																																				
				<i>Clarkina subcarinata</i> <i>C. changxingensis</i> <i>C. deflecta</i>	<i>Hypophiceras</i> <i>Otoceras</i>	<i>Clarata stacheri</i> <i>Ophiceras</i> <i>Clarata wangi</i>																																				
				Mixed bed 1	Mixed bed 2	Mixed bed 3																																				
				Boundary clay																																						
				Upper Permian Series	Lower Triassic	29																																				
				Changhsing Formation	Yinkeng Formation																																					
				23	27																																					
				Upper Permian Series	Lower Triassic																																					
				Changhsingian	Early Griesbachian																																					
				Changhsing Formation	Transitional beds																																					
				<i>Pseudotiroloites</i> Zone	<i>Anchignathodus parvus</i> Z.																																					
Changhsingian Stage				Griesbachian Stage																																						
Changhsing Formation				Yinkeng Formation																																						
Changhsingian				Lower Triassic																																						
Changhsing Formation				Chinglung Formation																																						
ZEWAN FM.				KHUNAMUH FM.																																						
Unit E 1				Unit E 2				Unit E 3				Mb. F																														
				<i>Otoceras</i> Z.				<i>Ophiceras</i> Z.				<i>P. V.Z.</i>				<i>P. P.Z.</i>																										
				<i>minutus</i>				<i>parvus</i>				<i>sacri</i>				<i>car.</i>				<i>div.</i>																						
				<i>Otoceras woodwardi</i>				<i>Cl. dieneri</i>				<i>Cl. cf. gries</i>				<i>Ophi. tibeti</i>				<i>Vishhaites</i>				<i>Paranorites</i>				<i>Koninckites</i>														
				<i>H. minutus</i>																																						
				<i>"Gryptophiceras"</i>																																						

是没有见到化石图片,如他们的资料可靠,则与长兴剖面界线层下部的牙形刺几乎一致。

色龙西山可能存在 *H. parvus*, 王志浩曾给笔者看了一张照片,与奥地利 Schönlaub (1991)描述的 *H. parvus* 相似,但与 *H. parvus* Morphotype 1 不同。笔者认为可能属 *H. latidentatus*。目前还不能证明 *H. parvus* Morphotype 1 出现在 *Otoceras latilobatum* 层。色龙西山牙形刺鉴定上的分歧,在夏凤生、章炳高(1992)以及王志浩等(1993)的文章中,都能清楚地看到,可见迄今为止,有关色龙西山的牙形刺,特别是关系到长兴组是否存在的一些牙形刺的鉴定,仍然没有解决。*

鉴于色龙西山三叠系底部有间断,牙形刺鉴定有分歧,研究程度低,交通不便,有机变质程度高,CAI 值达 5 级,孢子、疑源类等微体化石可能已不存在,古地磁的测定也困难,因此,作为二叠-三叠系的全球界线层型剖面点,是有缺陷的。

长兴剖面最早报道有 *Hindeodus parvus* 的是王成原,王志浩(1981,图版 1,图 20),产于长兴灰岩的最上部,此标本多数细齿已断,鉴定有误。最早报道长兴葆青剖面二叠-三叠系界线层中的牙形刺的是张克信(1984)。他在黑色泥岩(第 26 层)中发现了两个实体标本和两个印模标本。实体标本为 *Gondolella deflecta*, *G. subcarinata changxingensis*, 印模标本为 *G. subcarinata changxingensis*, *G. sp.*。但张克信认为两个实体标本可能为偶然混入第 26 层中的。张克信在真正的“界线粘土”层(他的第 25 层)中,并没有发现牙形刺。张克信(1984)的报道表明,在葆青剖面界线层 2 中可能有 *Hindeodus parvus*,可惜没有图版。1987 年张克信发表了 *Anchignathodus parvus* 的图片(张克信,图版 1,图 22,登记号:85187)。此标本主齿宽大,但已断掉,后方细齿分离,齿脊上缘不平直,近后方有 3 个较大的细齿。此标本, Kozur 曾认为是 *H. parvus*,但后来又认为应归入他修订后的 *H. latidentatus*(个人通信)**。几乎所有有关华南二叠-三叠系界线层上的 *H. parvus* 的讨论,主要依据都是张克信这枚不完整的标本,是否为 *H. parvus* 又颇有分歧。值得注意的是,张克信(1984,1987),殷鸿福、张克信(1993)将“界线粘土”层(25 层)划入二叠系,而将二叠-三叠系界线划在 25 层与 26 层之间。张克信的“过渡层”概念不包括“界线粘土”层(25 层),这与杨遵仪等(1987),殷鸿福等(1985,1988)的观点不同。多数人都认为“界线粘土”层的底界才是明显的事件地层界线。张克信(1987)认为 *A. parvus* 出现的层位比 *Otoceras* 层的底界高出约 14cm,即距“界线粘土”层顶而不是底约 14cm。这个二叠-三叠系界线(25 层与 26 层之间)是不能被接受的,因为在 26 层中,存在较多的二叠纪牙形刺,比 25 层中多,它不是事件地层界线,也不是牙形刺的生物地层界线。

Clark 等(1986)在长兴煤山葆青剖面 B、剖面 D 和忠心大队剖面(Zh)的“界线粘土”(B₃,84-2,C₃)中发现 *Neogondolella carinata*, *N. deflecta*, *N. changxingensis*, *N. subcarinata*, *Hindeodus minutus*,依据牙形刺的特征,将“界线粘土”归入二叠系。

* 据悉,1994 年 8 月贵阳二叠系会议上,已否认了色龙西山长兴组的存在,此剖面牙形刺有大量再沉积分子,并有冷水型牙形刺分子。

** 1994 年 8 月贵阳二叠系会议上。Dr. Kozur 亲自看了这一标本后,认为标本不完整,无法确定是 *H. parvus* 或 *H. latidentatus*。

在长兴煤山 D 部面记载并图示有真正 *Hindeodu parvus* 的是在王成源主编的《下扬子地区牙形刺》(1993)一书中(253—254 页,图版 55,图 2),但这一标本出现的层位较高,是在“界线层 3”之上,青龙灰岩的最底部。

杨守仁等(1993)报道了江苏镇江大力山二叠-三叠系界线层的牙形刺是相当重要的。他们记述的剖面中,7a 层“黄色粘土岩”,厚 0.06m,即为“界线粘土”层,而 6b 层中含菊石 *Hypophiceras* 为灰绿色薄层泥岩,厚 0.05cm,相当于长兴剖面“混生层 1”(=界线层 1)的上部,8 层与 9 层含有较多的牙形刺 *Clarkina changxingensis*, *C. deflecta*, *C. subcarinata*, *C. carinata*, *C. aff. carinata* 和一些枝形分子。值得注意的是,在这一层位中,没有发现 *Hindeodus parvus* 和 *Hindeodus minutus*。二叠-三叠系界线,还不能得到准确的确定。但在长兴忠心大队剖面 *Hypophiceras* 层有相对丰富的台型牙形刺分子,是典型的二叠纪分子。大力山剖面在 9 层和 7b 层中,均有 *Claraia*,也是值得注意的,按方宗杰(1993)的分类,二叠纪没有 *Claraia wangi*。

Schönlaub (1991)描述了奥地利阿尔卑斯 Gartnerkofel-1 钻孔和地面剖面的二叠-三叠系界线层的牙形刺。Schönlaub (1991)所鉴定的几乎所有 *Hindeodus parvus* 均与此种的形态型 1 相距甚远,而他的 *Hindeodus* n. sp 的细齿特征反而更接近形态型 1,主齿分岔可能为病变标本。Schönlaub (1991)的 *H. parvus* 极大多数要归入 *Hindeodus parvus* Morphotype 2 或 *H. latidentatus*。Schönlaub (1991)的 3 个标本(Pl. 1, figs. 4, 6, 21)可能归入到 *Hindeodus parvus* Morphotype 1。这 3 个标本出现的层位都较高,与 *H. turgidus* 同层。长兴剖面有 *H. parvus* M. 1,也有 *H. turgidus*。

Schönlaub (1991)建立的组合带 B(*H. parvus* 的高峰带)和依据一个标本建立的组合带 C(*H. turgidus* 的一个标本)是不妥的,但在奥地利 *H. parvus* 带是明显存在的。

3. 二叠—三叠系界线层中几个牙形刺种的讨论

二叠-三叠系界线层的下部(界线层 1 和界线层 2 下部)存在与长兴灰岩中几乎相同的牙形刺,即 *Clarkina changxingensis*, *C. deflecta*, *C. subcarinata*, *C. carinata* 等,它们显然都属于长兴阶,也都属于 *C. changxingensis*-*C. deflecta* 组合带。

界线层中与二叠-三叠系生物地层界线关系最大的是 *Hindeodus* 的几个种,即 *Hindeodus latidentatus*, *H. decrescens*, *H. turgidus*, *H. sichuanensis*, *H. julfensis*, *H. postparvus*, *H. parvus*, *H. typicalis*, *H. anterodentatus*, *H. zhenanensis*, *H. minutus* 和 *Isarcicella isarcica*。下面将对这几个种进行讨论。

Hindeodus latidentatus (Kozur, Mostler and Rahimi-Yazd. 1975)最早发现于伊朗上二叠统 Kuh-e-Ali Bashi 剖面,正模标本采自接近 *Paratirolites* 层的上界的层位,显然属二叠纪。Kozur (1985)报道在奥地利南阿尔卑斯山的 Tesero 层也发现此种。Schönlaub (1991)在奥地利阿尔卑斯 Reppwand 露头部面 B 的 12 号样中发现 1 枚,定名为 *H. cf. latidentatus*,不同于正模,细齿间宽,后方细齿侧视三角形,主齿部分已断掉,很难确定是否为 *H. latidentatus*。

Kozur(个人通信)曾认为,张克信在长兴煤山发现的 *A. parvus* 就是 *H. latidentatus*(看过标本后,又认为无法确定是那个种)。

H. latidentatus 的特征,按原来的描述,主齿的高度为其它细齿的两倍。主齿比主齿后

的2—3个细齿宽,但再往后的3—5个细齿的宽度又超过主齿。除主齿外,其它所有细齿长度几乎一致。后方的细齿完全分离,细齿侧视呈三角形。*H. latidentatus* 是以后方有几个宽大的细齿为主要特征。Kozur等(1975)同时强调,*H. latidentatus* 的细齿的细槽(riefung)与细齿齿轴平行,而*H. minutus* 和*H. julfensis* 的细槽向细齿顶尖收敛。

笔者认为,*H. latidentatus* 的正模是一幼年期标本,虽正模标本主齿不宽大,但归入此种的其它标本,主齿多数是较宽大的。主齿之后第3—6或第4—6细齿较宽大,甚至有时比主齿还大,是此种的重要特征。在长兴忠心大队剖面,此种见于界线层2的中部(AEL882-2, AEL882-3)。张克信的标本不能确定是*A. parvus* 或是*H. latidentatus*,由于后方有3个较大的细齿,属于*H. latidentatus* 的可能性最大。

笔者认为最值得注意的主齿之后的细齿高度的变化和齿片后缘特征的变化。以克什米尔Guryul Ravine剖面的牙形刺为例,在*H. parvus* 带内的*H. latidentatus* (Bed 56以上)出现主齿之后的几个细高度一致的类型,齿片后缘无细齿、较高(Matsuda, 1981, pl. 1, fig. 1),这种类型Matsuda (1981)称*H. minutus*, Kozur (1994)称*Hindeodus latidentatus* M. 1, 此种类型出现的层位较早,由此种形态型演化出*Hindeodus parvus* M. 1。

主齿之后细齿逐渐向后倾斜的或齿脊前半部后方细齿略宽的类型(Matsuda, 1981, Pl. 1, figs. 2—4, 10—11),可称为*Hindeodus latidentatus* M. 2, 由此进化出*H. parvus* M. 2 (Matsuda, Pl. 5, figs. 2, 3)。

Hindeodus turgidus, *H. decrescens* 和*H. sichuanensis*。在Kozur等(1975)描述*Anchignathodus turgidus* 的基本特征时指出,此种固定齿脊和自由齿片上的齿脊增高,基腔扩伸,不对称,长度超过刺体长的三分之二。基腔膨大,上方表现平滑。有8—10个细齿,仅前方和后方的细齿略扁,中部细齿断面几乎为圆的。在高倍镜下,细齿上有沟槽。遗憾的是, Kozur等(1975)仅给出此种的口视照片,没有侧视图,但亦可见主齿向后斜,自由齿片极短,基腔两侧也不等大,左侧略大于右侧。

Schönlaub (1991)在奥地利Reppwand剖面B的64号样品中发现一个*Hindeodus turgidus*, 其层位比*Isarcicella isarcica* 低1.1m。*H. turgidus* 在浙江、四川、江西的二叠-三叠系界线层中都存在,其最低层位几乎与*H. parvus* 一致。在长兴剖面上,它最早出现在界线层3的下部(AEL884),比*H. parvus* 略高。

戴进业、张景华(1984)在广元上寺下三叠统最下部建立了*Anchignathodus decrescens* 带,此带之上为*H. parvus* 带,此带之下有90多公分厚的地层无化石,亦归下三叠统,上寺剖面*H. parvus* 距传统二叠-三叠系界线为3.84m。

戴进业、张景华建立的*Anchignathodus decrescens* 最早发表于1984年,但无描述无图版,命名无效。1986年又发表在内刊教材“牙形石”一书中,没指定正模。1989年以新种正式描述发表有图版和描述,并指定正模。正模的两侧视图显示,基腔膨大不对称,一侧稍大,一侧强烈膨大,并有平行于底缘的、丁梅华称之为“横脊”的宽边。显然此种应为*H. turgidus* 的同义名。丁梅华认为(杨遵仪等, 1987)*A. decrescens* 就是*H. parvus*, 这是不能接受的。

丁梅华(杨遵仪等, 1987)建立的*Isarcicella sichuanensis*, 基腔不对称膨大,一侧稍膨大,一侧强烈膨大。并有与底缘平行的“横脊”,此特征可能不同于*H. turgidus*, 但*H. turgidus* 缺少侧视特征的描述,从口视照片上看,很可能有这样的宽边(“横脊”)。至于*I. sichuanensis*

齿脊加厚不明显,齿脊中部断面是扁的而不是圆的,这一差别可能为种内变异。基腔不对称膨大等特征与 *H. turgidus* 一致,有可能为同一个种。*H. turgidus* 是重要的界线层的牙形刺,在缺少 *H. parvus* 时,也可作为三叠系底界的标志。Kozur 将 *Hindeodus turgidus* 归 *Isarcicella? turgida*,并认为在演化上处于 *H. parvus* 和 *I. isarcica* 之间,这是值得注意的。*H. turgidus* 有加厚的齿杯边缘,侧视有时似 *H. parvus*。

Hindeodus minutus 由六分子组成,即 Pa, Pb, M, Sa, Sb, Sc。Matsuda (1981) 已有详细讨论,这里仅涉及 Pa 分子。此种 Pa 分子原命名为 *Spathodus minutus* Ellison (1941),后来很多牙形刺专家将其作为形态种 *Spathognathodus minutus*。在多分子分类中,也曾作为单一分子看待。Sweet (1970) 曾将 *H. minutus* 的其它分子归入 *Ellisonia teichertii*。Sweet (1970) 建立了 *Anchignathodus typicalis*, 也被很多作者当作单一分子使用。Matsuda (1981, fig. 3) 对不同作者对 *H. minutus* 种各分子的归属和命名,曾作了比较。几乎所有牙形刺专家都同意, Pa 分子是最为重要的,是 *Hindeodus* 不同种的主要特征,其它枝形分子在形态上的差异,可能在地层上也是重要的,但这些分子并不常见,其变化特征的研究还有待今后的工作。

H. minutus 的时限较长,从石炭纪的纳谟尔阶(Rexroad and Thompson, 1979)到早三叠世早期的 *Otoceras* 层(Matsuda, 1981)。

Sweet (1970) 最初指定的 *A. typicalis* 的补模(hypotype)标本产于克什米尔 Guryul Ravine 剖面上部 K41 号样,与他同年指定的正模不同。Kozur (1975, 1980) 曾指出的, Sweet 的此种的正模应属 *Hindeodus minutus*, 因此, *H. typicalis* 不应再使用。*H. typicalis* 的补模(Sweet, 1970, Pl. 1, fig. 13, 22), 按 Kozur 和 Mostler (1973), Kozur (1975) 的意见, 应归 *Hindeodus parvus*, 此补模标本产于 *Ophiceras* 带, 但 Matsuda 将其归入 *H. minutus*。Sweet (1970) 强调 *H. typicalis* 长为宽的 2—2.5 倍, 主齿之后的细齿长度向后逐渐变低, 而 *H. minutus* 长为宽的 3 倍, 主齿之后的细齿突然变低, 细齿长度几乎相近。如以主齿不突出、细齿高度逐渐向后变低为特征, *H. typicalis* 完全可以作为一个独立的种。最近, Kozur 又将 *Otoceras* 层中的 *H. minutus* 全归为 *H. typicalis*。

Sweet (1977) 曾不恰当地把早三叠世最早期的 3 个牙形刺种, 即 *A. parvus*, *A. typicalis* 和 *Isarcicella isarcica* 归入到 *Isarcicella isarcica* 一个种, 他曾错误地认为此 3 种都产于同样的层位。*H. parvus* 与 *Isarcicella isarcica* 在形态上易于区别, 在层位上也是不同的, 后者仅始见于 *Ophiceras* 带, *H. parvus* 的出现明显比 *I. isarcica* 早, 这两个种不能归到一起。

戴进业、张景华(1989)建立的 *Anchignathodus zhenanensis* 的最大特点是主齿不发育, 主齿与后方细齿高度逐渐向后变低, 应归入 *H. typicalis*。

Hindeodus parvus 是界线层中最重要的牙形刺分子, 但在鉴定上分歧甚大, 导致生物地层界线位置确定上的不同。究其原因, 至少有 4 点: 1) Kozur 等先后指定了两个正模标本。1976 年最早发表此种时, 指定一个正模标本(Kozur and Pjatakova, 1976, fig. 1b)。1977 年再次发表此新种时, 又指定一个正模(Kozur, 1977, Pl. 1, fig. 17, 与 1976 fig. 1a 为同一照片), 这两个正模形态并不相同, 层位也不同。1976 年的正模标本产于 *Ophiceras commune* 带上部, 距 *Paratirolites* 层约 7m; 1977 年的正模标本产于 *Ophiceras commune* 带下部, 距 *Paratirolites* 层约 1.5m。按优先律原则, 第一个正模有效, 第二个正模特征突出, 但作为正

模无效。2) 原 *H. parvus* 的两个正模均产自 *Ophiceras commune* 带, 它与 *Otoceras* 带中的 *H. parvus* 又有些差别, 而 Kozur 认为(个人通信)真正的 *H. parvus* 带中的 *H. parvus*, 以 Matsuda (1981) 克什米尔的标本为典型(Matsuda, 1981, Pl. 5, figs. 1—3)。3) 原 *H. parvus* 的涵义广, 包括有 1989 年 Kozur 命名的 *H. postparvus* (Kozur and Pjatkova, 1976, fig. 1c)。*H. postparvus* 的正模标本与 1976 年 Kozur 等指定的 *H. parvus* 的正模产于同一样品, 而 *H. postparvus* 是高于 *I. isarcica* 带的一个牙形刺带。4) 1989 年 Kozur 在建立 *H. postparvus* 时, 区分出 *H. parvus* 的两个形态型。形态型 1 的特征与 1977 年的“正模”一致(Kozur and Pjatkova, 1976, fig. 1a), 他将 1976 年的“正模”归入形态型 2 (Kozur and Pjatkova, 1976, fig. 1b), 而正模又与形态型 2 的描述特征不完全符合。

Kozur 和 Pjatkova (1975) 在原来描述 *H. parvus* 时, 曾认为它与 *H. minutus* 的区别是长度较短, 主齿突出。Matsuda (1981) 注意到, *Hindeodus minutus* (现应归入 *Hindeodus latidentatus*) 和 *H. parvus* 的 Pa 分子之间有过渡类型, *H. parvus* 以主齿较高、较窄, 长宽比例低不同于 *H. latidentatus*。

Matsuda (1981) 为克什米尔 Guryul Ravine 剖面 *Otoceras* 带上部的 *H. parvus* 记述的特征是, 刺体短而高, 反口缘直, 或三分之二上拱, 主齿高但并不宽, 顶尖尖或浑圆, 有时微向后弯。主齿后的细齿高度大约为主齿高的一半或三分之一, 主齿后有 6—9 个细齿, 基部愈合。齿脊前半部高度一致, 后半部的细齿高度向后减少, 后缘陡直。主齿后方有几个近于等高的细齿, 是 *H. parvus* 的重要特征之一。长宽比例不是 *H. parvus* 的主要特征, *H. parvus* 也有较长的。主齿和细齿齿式特征是主要的。笔者认为 *H. latidentatus* 的细齿特征各有不同, 可分出不同的形态型, 两个种间的演化, 可以追索到两个种间不同形态型之间的演化关系。

H. parvus 可分为二个形态型: 形态型 1 的主齿高, 较宽, 主齿后方细齿至少 4—6 个是等高的, 侧视齿脊口缘直, 前基角多数不突出, 齿片后方陡直, 无细齿, 刺体底缘稍拱曲 (Kozur and Pjatkova, 1976, fig. 1a; Matsuda, 1981, Pl. 5, fig. 1)。这与 Kozur (1989) 确定的形态型 1 一致。它是由 *Hindeodus latidentatus* Morphotype 1 演化来的。形态型 2 的主齿高, 不够宽大, 主齿后细齿直立, 多数细齿高度相近并逐渐向后变低。齿片后缘较缓弧形至底缘, 有细齿, 前基角较突出或不突出, 正模标本即属此型 (Matsuda, 1981, pl. 5, fig. 1; Kozur and Pjatkova, 1976, fig. 1b), 这与 Kozur (1989) 指定的形态型 2 一致。Kozur (1989) 认为它的齿式与 *Isarcicella isarcica* (Huckriede) 和 *H. turgidus* 一致, 并认为由形态型 2 演化出此二种。这是可疑的。形态型 2 由 *Hindeodus latidentatus* M. 2 演化而来。

Otoceras 带中的 *Hindeodus parvus* Morphotype 2 与 *Ophiceras* 带中的 *Hindeodus parvus* Morphotype 2 略有不同。主要是 *Ophiceras* 带中的主齿后方的细齿近于等高, 仅略向后变低, 后缘较陡直, 齿片后方几近矩形, 而 *Otoceras* 带中的主齿后的细齿逐渐向后变低, 齿片后方呈弧形, 不陡直, 有小细齿, 也可以将这类单独建立形态型。*Hindeodus parvus* M. 1 的特征在 *Otoceras* 带和 *Ophiceras* 带中是稳定的

Kozur 强调指出, *Hindeodus parvus* Morphotype 1 与 Morphotype 2 是不能完全分开的, 中间有过渡类型存在。从奥地利、克什米尔和西藏色龙西山的资料推断 *Hindeodus parvus* Morphotype 2 有可能比 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 出现的稍早些, 当然这有

待于进一步深入研究来证实。

Hindeodus parvus 的器官种肯定是由六分子组成的。Schönlaub (1991) 发现了 *H. parvus* 的 Sa, Sb 分子, 在长兴剖面上与 *H. parvus* 同层的, 也有不少枝形分子, 存在 Pb, M, Sa, Sc 分子。

H. julfensis 是 Sweet (1973) 建立的。其主齿特征同 *H. minutus*。主齿后有 3—6 个等大的细齿, 此列细齿之后为全部愈合的光滑的脊, 侧视明显呈驼峰(hump)状, 直落底缘。*H. julfensis* 的正模标本产自伊朗西北部 Ali Bashi 组底部之上 4m, 属二叠纪最晚期。

本文描述的新种 *Hindeodus changxingensis* sp. nov. 是由 *H. julfensis* 演化而来, 主齿后仅有 2 个极不发育的细齿, 齿脊平直、驼峰消失, 两种间的过渡类型是丁梅华等(1990)描述的产于贵州紫云的 *Hindeodus julfensis* 标本。

Hindeodus changxingensis sp. nov. 见于界线层 2。是一事件种。

Hindeodus postparvus 是 Kozur (1989) 依据原来他归入 *H. parvus* 的副模标本(Kozur and Pjatakova, 1976, p. 142, fig. 1c; Kozur, 1977, Pl. 1, fig. 20, 两者为同一标本的同一照片)为正模建立的新种。此种个体不, 具有大而宽的主齿, 主齿后为 6—7 个大的大部愈合的细齿, 其顶尖散射状。主齿前缘脊可能有小的细齿。细齿在齿片中部或中后部较大。齿片上缘侧视呈明显的拱曲状。Kozur (1989) 认为它的器官与 "*Ellisonia teichertii*" 和 *Hindeodus typicalis* 相同。*H. postparvus* 出现在 *Isarcicella isarcica* 带的最上部, 但大部分高于此带, 因此成为 *I. isarcica* 带之上的一个牙形刺带。*H. postparvus* 的建立, 使 *H. parvus* 种的范围缩小, 但在 *H. parvus* 内, 仍有不同形态的分子。在中国至今还没有发现 *H. postparvus*。*H. postparvus* 显然是由 *Hindeodus parvus* Morphotype 2 演化而来。

Hindeodus anterodentatus (Dai et Tian), 1989, 原是戴进业、田树刚(1989)建立的 *Anchignathodus anterodentatus* Dai et Tean, 1989, 最大特点是前齿片前缘有细齿, 主齿不特别发育。戴进业、田树刚归入此种的副模(李子舜等, 1989, 图版 48, 图 10, 11)应为 *H. minutus*, 因为主齿不发育。

此种在上寺剖面出现在 *I. isarcica* 带最下部, 在陕西镇安剖面则与 *H. parvus* 同层, 但这是指 6.46m 厚的一段地层。它可能由具前缘细齿的 *H. latidentatus* 演化来, 此种能否成立, 笔者还不能确定。

Isarcicella isarcica 刺体短小, 主齿高大, 齿脊内侧基腔上方有一个或两个细齿, 或在齿脊两侧基腔上方均有细齿。主齿后的细齿大部愈合, 细齿高度几乎一致, 它在地层层位和形态上与 *H. parvus* 均不同。显然是由 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 演化来的。笔者不赞成以 *I. isarcica* 的底界作为二叠-三叠系分界的生物地层标准。在长兴剖面上还未发现 *I. isarcica*。

界线层中的 *Clarkina* 在长兴剖面上主要见于界线层 1 和界线层 2 下部, 即 *H. parvus* 出现之前, 主要种有 *Clarkina changxingensis*, *C. deflecta*, *C. subcarinata*, *C. carinata*, *C. xianangxiensis*, *C. dicerocarinata*, *Clarkina* sp. nov.。在忠心大队剖面, 真正穿过 *H. parvus* M. 1 底界的只有 *Clarkina changxingensis* 和 *C. carinata*。

4. 长兴忠心大队剖面二叠-三叠系界线层的牙形刺

长兴忠心大队采石场剖面是 Sheng 等(1984)提出的华南二叠-三叠系界线层型剖面, 该

剖面距 D 剖面东 0.5km, 现属浙江长兴县槐坎乡葆青, 行政上不属煤山镇。剖面所在位置的
土地已被长兴水泥厂征用。

忠心大队剖面自 Sheng 等(1984)提出后, 至今并没有得到更深入的研究, 特别是此剖
面上界线层的牙形刺, 仅 Clark 等(1986)曾报道过。1993 年初, 张遵信、王成源、周祖仁、徐
自强在此剖面逐层取了牙形刺样品, 其中仅界线层 2(=“混生层 2”)一层就取了 58kg。界线
层 2 的样品在实验室由王文武沿层面切开, 每 4cm 一个, 共 4 个样(AEL882-1—AEL882-
4)。在酸处理时, 采用缓冲剂技术, 控制 pH 值在 3.6—4.5 之间, 确保牙形刺分析的有效性。
粘土层的样品, 仅用水浸泡即可。第一批样品分析后, 仍感到牙形刺标本不足。笔者又在
1994 年春节期间去长兴, 在长兴煤校徐自强陪同下, 在同一剖面的界线层共取了 105kg 样
品, 再次用同样的方法处理。常常在几公斤的样品内才能找到一个标本, 而且多数不完整, 岩
性描述及大化石名单依据 Sheng 等(1984)的资料, 新增加的是牙形刺的名单。

煤山忠心大队界线层剖面地层层序及化石由上而下为:

下三叠统——下青龙组(殷坑组)

15. 浅灰绿色泥岩, 夹薄层泥质灰岩, 灰岩成分向上增加, 含有双壳类 *Claraia fukienensis* Chen,
Cl. longyenensis Chen; 菊石有蛇菊石类和 *Lytophicerias* sp. 0.07m
14. 浅灰黄色泥岩, 含灰岩结核, 在中部产双壳类 *Cl. stacheri* (Bittner), 在下部产 *Palaeonucula*
sp.; *Claraia* sp. 6.0m
13. 黄色伊利石蒙脱石粘土岩 0.02m
- 界线层 3
12. 灰黄色泥灰岩, 含双壳类 *Claraia griesbacheri* (Bittner) 0.30m
11. 黄色伊利石蒙脱石粘土岩 0.02m
10. 浅黄色泥岩, 产双壳类 *Claraia wangi* (Patte) 0.98m
9. 黄色伊利石蒙脱石粘土岩, 产鱼牙化石(AEL 887) 0.04m
8. 蓝灰色泥灰岩含蛇菊石类(ophiceratids) 0.46m
7. 浅灰黄色泥灰岩, 产 *Cl. wangi* 和蛇菊石。产牙形刺(AEL 886—AEL884); *Hindeodus parvus*
M. 1, *H. parvus* M. 2, *H. minutus*, *H. turgidus*, *Clarkina carinata*, *Ellisonia fransita* 0.36m
6. 浅黄色泥岩 0.02m
5. 浅灰黄色粘土岩, 产牙形刺(AEL 883) *Clarkina* sp., *Hindeodus typicalis*, *Hindeodus* sp.
0.01—0.02m

界线层 2

4. 浅灰黄色白云质泥灰岩, 产腕足类 *Paryphella triquetra* (Liao), *F. orbicularis* (Liao), *Waagenites*
sp., *Paracrurithyris* sp., *Fusichonetes pigmaes* (Liao), 本层产牙形刺, 由上而下, 每 4cm 为一
个样。(AEL 882-4); *Hindeodus parvus* Morphotype 1, *H. parvus* Morphotype 2, *H. typicalis*,
Hindeodus sp., *Clarkina* sp., *Ellisonia* sp., 牙形刺枝形分子和鱼牙。(AEL 882-3); *Clarkina*
changxingensis, *Clarkina carinata*, *Clarkina* sp., *Hindeodus latidentatus*, *H. parvus* Morpho-
type 1, *H. parvus* Morphotype 2, *H. julfensis*, *H. cf. turgidus*, 牙形刺枝形分子及鱼牙。(AEL
882-2); *Clarkina changxingensis*, *Hindeodus latidentatus*, *H. typicalis*, *H. cf. turgidus*, *Merril-*
lina sp. nov., 牙形刺枝形分子及鱼牙。(AEL 882-1); *Clarkina changxingensis*, *C. subcarinata*,
C. carinata, *Hindeodus changxingensis* sp. nov., *H. typicalis*, *H. latidentatus*, *H. cf. turgidus*,
Ellisonia transita 以及鱼牙化石 0.16m

界线层 1

3. 浅灰黄色泥岩,有小的黄铁矿晶体,风化后呈紫红色,产菊石 *Otoceras?* sp., *Hypophiceras* cf. *martini* (Trümpy), *Hypo. changxingensis* Wang, *Tompophiceras* sp. *Metophiceras* sp., *Pseudogastriceras* sp.; 双壳类 *Waagenites barsiensis* (Davidson), *Paryphella sulcatifera* Liao, *Neowellera pseudoutah* (Huang), *Araxathyris minuta* Grunt., 牙形刺 (AEL 881); *Clarkina carinata*, *C. changxingensis*, *C. dicerocarinata*, *C. xiangxiensis*, *C. deflecta*, *C. sp. nov.*, *Hindeodus latidentatus*. 0.04—0.07m
2. 黄色、黄白色伊利石蒙脱石粘土岩,产牙形刺 (AEL 880); *Clarkina carinata*, *C. changxingensis*, *C. deflecta*, *C. xiangxiensis*, *C. sp. nov.* 0.03—0.05m

—— 整 合 ——

长兴组

1. 浅灰色薄层灰岩,含硅质结核,产筳 *Palaeofusulina* 及牙形刺 (AEL 879—AEL 872); *Clarkina carinata*, *Clarkina changxingensis*, *C. subcarinata*, *C. denticulata*, *C. deflecta*, *C. xiangxiensis*, *C. wangi*, *Hindeodus minutus*, 牙形刺枝形分子及鱼牙。

长兴煤山忠心大队剖面清楚地表明 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 最早出现在界线层 2 上部 (AEL 882-3, 882-4), 尤以最上部的为典型, 而 *Clarkina* 的几个种, 除 *Clarkina changxingensis* 外, 在界线层 2 下部, 即 *Hindeodus parvus* 出现之前即已绝灭, 在界线层 1 上部 (AEL 881) 出现 *Clarkina* sp. nov., 在界线层 2 下部出现 *Hindeodus changxingensis* sp. nov., 界线层中牙形刺的绝灭和新生都是逐步 (stepwise) 发生的。 *Hindeodus changxingensis* sp. nov. 和 *Clarkina* sp. nov 都是事件种, 即在二叠-三叠系之间的事件中产生和消失的种。

二、二叠-三叠系生物地层界线定义

以往关于二叠-三叠系生物地层界线定义提法不一, 至少已有 13 种不同的定义, 本文作者已有专门论述 (王成源, 1994; Wang Cheng-yuan, 1994)。以往的定义多数过于笼统或总是与“过渡层”的概念相连, 将事件地层界线视为生物地层界线。长兴煤山忠心大队剖面清楚地显示, 牙形刺动物群的重大更替发生在界线层中。

依据浙江长兴、江西修水、乐平以及克什米尔和奥地利 P/T 界线层的牙形刺, 笔者提出新的二叠-三叠系生物地层界线定义: 在 *Hindeodus latidentatus* 到 *Hindeodus parvus* 的连续演化谱系中 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 的首次出现作为三叠系开始。

为使这一界线定义具有更广泛的实用性, 同时提出辅助的标准: 在缺少 *Hindeodus parvus* M. 1 时, 也可用 *Clarkina changxingensis*, *C. deflecta*, *C. dicerocarinata*, *Clarkina* sp. nov., *Hindeodus latidentatus*, *H. typicalis*, *H. changxingensis* sp. nov., 等种的绝灭或 *Hindeodus parvus* M. 2, *H. turgidus*, *Ophiceras*, *Claraia wangi* 的首次出现, 作为二叠-三叠系生物地层界线的辅助标准, 这些辅助的标准非常接近 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 首次出现的层位, 仅略有不同。

煤山忠心大队剖面界线层 2 上部既有 *H. parvus* M. 1 也有 *H. parvus* M. 2。煤山 D 剖面青龙灰岩最下部的灰岩也存在 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 (王成源主编, 1993, 图版 55, 图 2)。在江西修水县清水岩乡东岭剖面 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 在大冶组灰岩

表 I 长兴煤山忠心大队剖面二叠-三叠系界线层样品牙形刺的产出情况

Conodont occurrences in samples from boundary beds of the Permian-Triassic of Zhongxing Dadui section at Meishan, Changxing

conodonts	sample weight (kg)		874	875	876	877	878	879	880	881	882	882	882	882	883	884	885	886	887
			1. 1	0	2. 1	1. 5	1. 2	1. 2	5. 5	7. 4	25. 1	23. 3	29. 7	23. 8	4. 9	10. 2	4. 2	3. 1	7. 1
<i>Clarkina carinata</i>											1	1	2					1	1
<i>Clarkina</i> cf. <i>carinata</i>					2	3	1	2	5	21									
<i>Clarkina changxingensis</i>			1		4	6	6	4	3	5	2		6	3					
<i>Clarkina deflecta</i>					1	1				8		1							
<i>Clarkina dicerocarinata</i>										1									
<i>Clarkina meishanensis</i>									4	5									
<i>Clarkina subcarinata</i>			1		9	2	2												
<i>Clarkina xiangziensis</i>						1	2	4	2	3	7								
<i>Clarkina</i> sp.					7					14	2			3	1				
<i>Hindeodus changxingensis</i> sp. nov											1		1						
<i>Hindeodus latidentatus</i>											1		1						
<i>Hindeodus typicalis</i>			1		1			1			10	11	4	3					
<i>Hindeodus parvus</i> M. 1													1?	2		2	1	1	
<i>Hindeodus parvus</i> M. 2													3	2	2	1			
<i>Isarcicella</i> ? <i>turgida</i>																4	5	1	
<i>Hindeodus yufensis</i>													1						
<i>Hindeodus</i> sp. (Fragments)													13	27			7	1	
<i>Ellisonia</i> spp.											2		12	6		10	5	2	
<i>Stepanovites</i> sp.												1							
<i>Merrillina longidentata</i>												3							
Ramiform elements			14		2					2		6	16	31			4		
Fish teeth and scales			6		2	3	2	3	1	2	6	11	13	2	1				2

内,比界线粘土层底高 13cm;在江西乐平沿沟剖面,*Hindeodus parvus* Morphotype 1 和 *Hindeodus parvus* Morphotype 2 均比事件地层界线高 20cm。长兴煤山忠心大队剖面的界线层,可逐层发现牙形刺,可详细追索牙形刺的演化关系,可准确确定牙形刺种的绝灭和新生分子出现的层位,这是对 Sheng 等(1984)早已提出的煤山忠心大队剖面是二叠-三叠系界线层型剖面的重要论证和补充,这个剖面也是我国二叠-三叠系界线层牙形刺研究最详尽的剖面。界线层 2 的中间,就是二叠-三叠系界线的金钉子的位置。

从现有资料来看,几乎所有的 *Hindeodus parvus* Morphotype 1 和 *Hindeodus parvus* Morphotype 2 都同层产出,并有很多过渡类型,因此以 *Hindeodus parvus* 的首次出现作为二叠-三叠系生物地层的分界是可取的。只是考虑到 *H. parvus* 种内变异范围太大,易导致鉴定和层位上的分歧。如 Schönlaub (1991)就把 *Hindeodus latidentatus* 鉴定为 *H. parvus*,把二叠-三叠系界线划低。从形态构造上看,*Hindeodus parvus* Morphotype 1 更特征,主齿

后有几个等高的细齿,后缘陡直、没有细齿,分布较广,而 *Hindeodus parvus* Morphotype 2 特征不稳定,易与 *H. latidentatus* 相混,为使界线能更精确地确定,所以,笔者选用 *H. parvus* M. 1 作为确定界线的标志化石。

对 *H. parvus* 的最早期的演化阶段,即由 *Hindeodus latidentatus* M. 1 进化到 *H. parvus* M. 1 和由 *H. latidentatus* M. 2 进化到 *H. parvus* M. 2 是否完全同步,仍不清。不能完全排除 *H. parvus* M. 2 的出现稍微早于 *H. parvus* M. 1 的可能,但这仅是一种推测,目前还没有实证。笔者赞同以 *H. parvus* 的首次出现作为三叠系的底界标志,强调 *H. parvus* M. 1 的作用,仅是对这一定义的补充和限定,如仍将二叠-三叠系生物地层界线定义为 *H. parvus* 的首次出现,但十分强调 *H. parvus* M. 1 在识别这一界线上的重要性,也是可取的。

牙形刺带都是以某个种的首次出现为开始(底界)的,可否能以某个种的形态型为准呢?可以的,这是有先例的。

早石炭世的 *Gnathodus typicus* 就有不同的形态型,而 *G. typicus* 带的底界定义是以 *Gnathodus typicus* Morphotype 2 的首次出现为准的(Lane, Sandberg and Ziegler, 1980, p. 119)。

再如早石炭世早期的下 *duplicata* 带和上 *duplicata* 带定义都是用形态型。下 *duplicata* 带,是以 *Siphonodella duplicata* Morphotype 1 的首次出现为底界。下 *duplicata* 带的顶界或上 *duplicata* 带的底界定义是以 *Siphonodella cooperi* Morphotype 1 的首次出现为标志。

在理论上,作为界线标志的古生物,其分类单元越低,界线的精度越高,“型”就是最低的分类单元,其精度也最高。

1. *H. parvus* 带的底界与事件地层界线不一致

殷鸿福等(1988)曾正确指出, *H. parvus* 是三叠系底部的最好标志,它是三叠系底部的新生分子,分布广泛。但他们同时反复强调 *H. parvus* 的下限与事件地层界线一致,认为 *H. parvus* 带与“过渡层”的时限一致,而“过渡层”的底界是始于界线粘土层的。界线粘土层是公认的事件地层界线。殷鸿福等(1988)曾指出:“从事件地层学角度看,该界线粘土层应是一很好的等时面,是划分两系的一个自然界面。”但他接着又说,“而 *H. parvus* 正是从这一界面上开始出现的,因此 *H. parvus* 的底界与事件地层界线一致。”事实上, *H. parvus* 从未在界线粘土层中发现,也从未在界线层 1(或混生层 1)的上部发现,在界线层 2 的下部也从未发现 *H. parvus*。按笔者在煤山忠心大队剖面的研究,只在界线层 2 的上部才开始出现,比事件地层界线(界线粘土层底)高约 15cm。

2. 此生物地层界线恰在连续的单相的地层中

由于殷鸿福等(1988)将 *H. parvus* 带的底界线与“过渡层”的底界线或界线粘土层的底界线视为一致,而这一事件地层界线是一岩性突变的界面,它与国际地层委员会关于全球界线层型剖面点(GSSP)的位置要在连续的单相地层中通过的规定不符,因此殷鸿福等(1986, 1988)认为,二叠-三叠系的生物地层界线也是二叠-三叠系的事件地层界线,这个结论随着研究工作的深入而显露出缺乏一定的精确性。其实, *H. parvus* 在煤山忠心大队剖面 and 煤山其它剖面,都是出现在界线层 2 的上部,这恰恰是在连续的单相的地层中,完全符合国际地层委员会有关全球界线层型剖面点的规定。

3. 新生分子与“停滞阶段”

丁梅华在讨论古生代与中生代之交海洋生物界的更替时(杨遵仪等,1987,168页),认为早三叠世牙形刺的演化可分为4个阶段,其中:

第一阶段,她称“停滞阶段”,“大致时限为格里斯巴赫期的早期,其特点是继承了二叠纪的牙形石动物群的面貌,主要以 *Anchignathodus parvus*, *A. minutus* 为代表。没有新生分子。它与二叠纪型腕足类和三叠纪的菊石混生,构成混生动物群,层位相当于过渡层”。

第二阶段,她称“新种开始出现,即 *Isarcicella isarcica* 开始出现,其余仍为二叠纪分子,相当上格里斯巴赫亚阶。”

这样的划分和论述是值得商榷的。首先 *Hindeodus parvus* 的出现,就是新生分子的出现,而且是最重要的新生分子。其次, *H. parvus* 从不出现在界线层1,它并不与典型的二叠纪腕足类(指“混生层1”)和三叠纪型的菊石(*Hypophiceras*)混生。*H. parvus* 仅从界线层2的上部开始出现,层位也并不“相当于过渡层”。因“过渡层”的底界是从界线粘土层开始的。而二叠纪的一些主要的牙形刺分子,在 *H. parvus* 出现之前即已消失,只有极少的 *Clarkina changxingensis* 和 *C. sp.* 与最早出现的 *H. parvus* 共存,但它们也很快就消失了。

二叠-三叠系界线层中的牙形刺,确实处于牙形刺动物群大更替的时期。界线粘土层的上下,或者说事件地层界线的上下,牙形刺的丰度变化极大。Clark等(1986)曾统计过长兴B剖面上长兴组最上部的灰岩(B₁)每千克含牙形刺322个,而在界线粘土层之上(B₄)的样品中,每千克仅6个牙形刺,在界线粘土中则更少。

据称,早三叠世克氏蛤新种的增加速度是很快的。每十多万年到20万年增加一个新种(杨遵仪等,1987,170页)。牙形刺的演化肯定比克氏蛤的演化还要快很多倍。

在长兴忠心大队剖面, *H. parvus* 的出现,仅比界线粘土层底高15cm,如以每厘米沉积需1000年计,则要1.5万年。现代自然界,一个自然物种的形成,最快也要5000年以上。在二叠纪之末,自然界遭到的大灾变,很多物种消失,而经过至少5000年之后,牙形动物又产生新种是很正常的。况且从现有资料来看,在界线层1上部(AEL 881)已出现 *Clarkina sp. nov.*, 界线层2中的新生分子并不止 *H. parvus*, 还有本文描述的 *Hindeodus changxingensis sp. nov.*。Schönlaub(1991)记述的奥地利 Gartnerkofel-1 钻孔剖面中的相当层位中,也有未定名的新种 *Hindeodus n. sp.* (Pl. 1, figs. 4, 6),这完全表明,界线层1和2是新生分子出现的层位,是新的适应辐射的开始,不宜称之为牙形刺演化的“停滞阶段”。

长兴欣德齿刺(新种) *Hindeodus changxingensis sp. nov.*

(图版 I, 图 14—18)

1989 *Anchignathodus julfensis* Sweet, Dai and Zhang in Li. Z. S. et al, pl. 53, figs. 11—12, 22—23 (no pl. 48, figs. 6, 7, 12).

特征 主齿后齿脊光滑平直。

描述 刺体直,主齿发育,宽大,主齿后有一个或2个很不发育的细齿,中部齿脊平直,光滑无饰,无细齿。近后端齿脊突然降低,延至底缘,有2—3个不发育的瘤齿(细齿),刺体前缘脊也有2个很小的细齿。基腔膨大,不对称,左侧明显地大于右侧。基腔上方口方表面光滑无饰。

比较 新种以主齿后齿脊平直、无细齿为特征,不同于本属已知种。新种与 *Hindeodus*

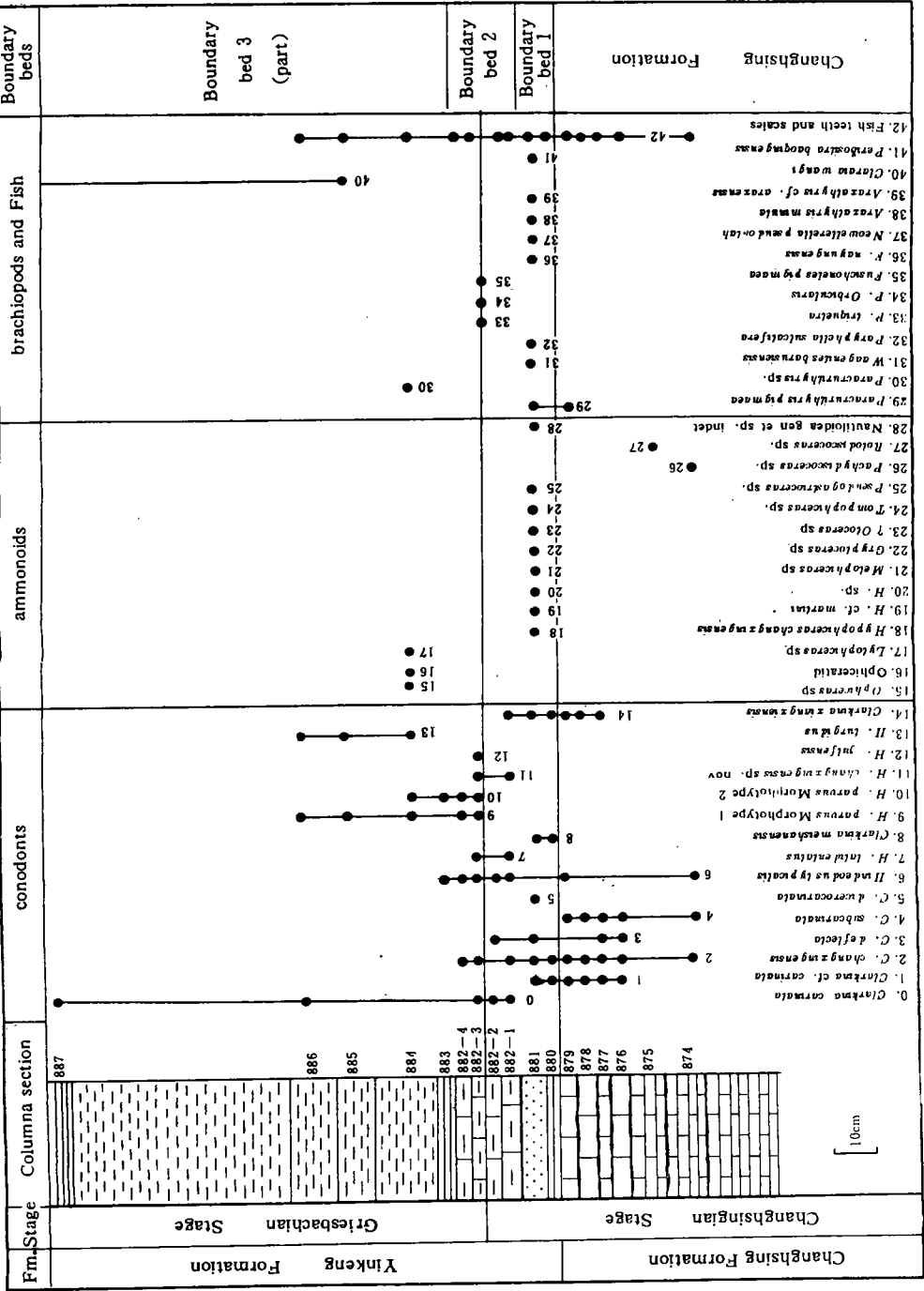


插图 1 浙江长兴煤山忠义大队剖面二叠-三叠系界线层主要化石分布(菊石、腕足类、双壳类引用 Sheng 等, 1984 资料)
Distribution of major fossils in Permian-Triassic boundary beds of Zhongxin Dadui section, Changxing, Zhejiang

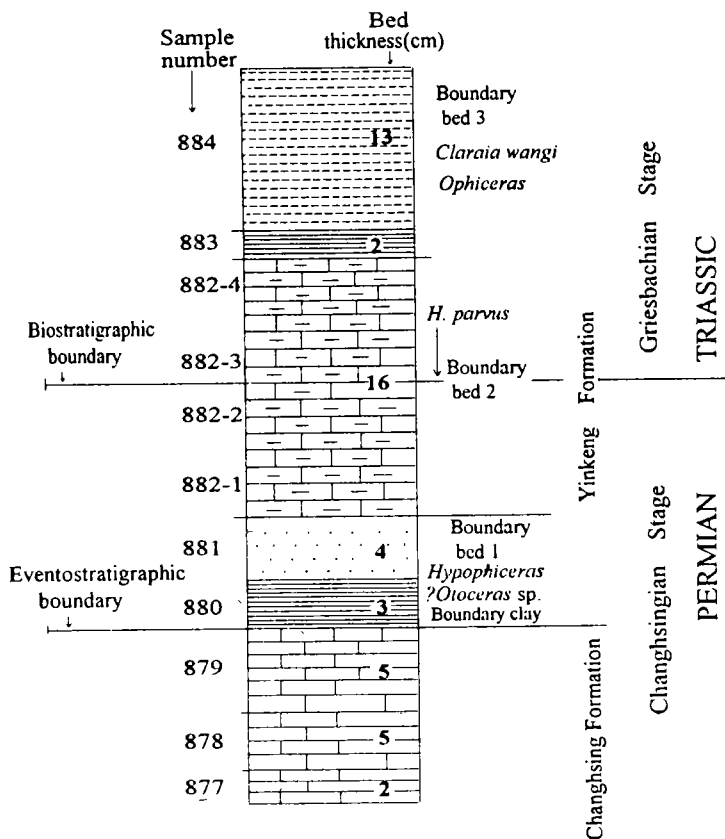


插图2 浙江长兴煤山忠心大队剖面的事件地层界线与生物地层界线

Permian-Triassic eventostratigraphic and biostratigraphic boundaries in the Zhongxin Dadui section at Meishan, Changxing, Zhejiang.

julfensis 最为接近,但后者齿脊后方有一驼峰(hump)状构造,主齿之后有较多的细齿。新种很可能由 *Hindeodus julfensis* 演化来。丁梅华、黄清华(1990)记述的贵州紫云长兴组中上部的 *H. julfensis* Sweet (图版 IV, 图 1),很可能是 *Hindeodus julfensis* 至 *Hindeodus changxingensis* sp. nov. 之间的过渡类型。

产地层位 浙江长兴煤山忠心大队剖面,二叠-三叠系界线层 2 下部(AEL 882-1)。

参 考 文 献

- 丁梅华,1983: 安徽巢县马家山下三叠统牙形石及其地层意义。地球科学——武汉地质学院学报,1983(2):37—48。
- 丁梅华、黄清华,1990: 贵州紫云石头寨晚二叠世一中三叠世牙形石动物群及生态意义。地球科学——中国地质大学学报,15(93):291—298。
- 王义刚,1984: 论苏、浙一带三叠纪最早期的菊石群及二叠系-三叠系界线定义。古生物学报,23(3):257—267。
- 王义刚、陈楚震、芮琳、王志浩、何锦文,1989: 论二叠系-三叠系界线定义。地层学杂志,13(3):205—212。
- 王成源(主编),1993: 下扬子地区牙形刺——生物地层与有机变质成熟度的指标,1—326页,1—60图版。科学出版社。
- 王成源,1994: 华南二叠-三叠系的事件地层界线与生物地层界线。地层学杂志,18(2):110—118。
- 王成源、王志浩,1981: 浙江长兴地区二叠纪龙潭组、长兴组牙形刺及其生态和地层意义。中国微体古生物学学会第一次学术会议论文选集,114—120页。科学出版社。

- 王志浩, 1978: 陕西汉中梁山地区二叠纪一早三叠世牙形刺. 古生物学报, **17**(2): 213—227.
- 王志浩、陈楚震、廖卓庭, 1993: 对《西藏色龙西山色龙群的时代及二叠系与三叠系的界线》一文的质疑. 地层学杂志, **17**(3): 237—239.
- 王志浩、曹延岳, 1981: 湖北利川早三叠世牙形刺. 古生物学报, **20**(4): 363—375.
- 王志浩、戴进业, 1981: 四川江油、北川地区三叠纪牙形刺. 古生物学报, **20**(2): 138—150.
- 田传荣, 1982: 西藏聂拉木县土隆村三叠纪牙形石. 青藏高原地质文集, **7**: 153—161. 地质出版社.
- 李子舜、姚建新, 1984: 中国耳菊石层的生物地层学含义. 国际交流地质学术论文集——为二十七届国际地质大会撰写. 75—86 页. 地质出版社.
- 李子舜、詹立培、戴进业、金若谷、朱秀芳、张景华、黄恒铨、徐道一、严正、李华梅等, 1989: 川北陕南二叠-三叠纪生物地层及事件地层学研究. 地质专报, 二、地层古生物, 第 9 号, 1—435 页. 地质出版社.
- 芮琳、何锦文、陈楚震、王义刚, 1988: 浙江长兴煤山地区二叠-三叠系界线粘土中动物化石的发现及其意义. 地层学杂志, **12**(1): 48—52.
- 何锦文, 1981: 长兴阶层型剖面及殷坑组底部的粘土矿物——兼论二叠、三叠系的分界. 地层学杂志, **5**(3): 197—207.
- 何锦文、芮琳、柴之芳、马淑兰, 1987: 浙江长兴地区二叠、三叠系之交的火山活动. 地层学杂志, **11**(3): 194—199.
- 吴顺宝、魏敏、张克信, 1986: 晚二叠世长兴灰岩在长兴地区的变化及其控制因素. 地质论评, **32**(5): 419—424.
- 陈楚震, 1978: 我国西南地区三叠系的下界. 地层学杂志, **2**(3): 160—162.
- 张克信, 1984: 浙江长兴葆青剖面 *Otoceras* 层中牙形动物群的新资料. 地球科学——武汉地质学院学报, 1984(3)(总 26 期): 38, 104.
- 张克信, 1987: 浙江长兴地区二叠纪与三叠纪之交牙形石动物群及地层意义. 地球科学——武汉地质学院学报, **12**(2): 193—200.
- 张自超、J. C. Claoué-Long、马国干、杜绍华, 1992: 浙江长兴煤山二叠-三叠系界线年龄测定. 地质论评, **38**(4): 372—381.
- 张景华、张纪元、王玉琦、陈冰如、孙景信, 1983: 我国南方二叠纪-三叠纪界线粘土岩的微量元素特征及其地层意义. 岩石矿物及测试, **2**(2): 81—86.
- 张景华、戴进业、田树刚, 1984: 四川北部广元上寺晚二叠世一早三叠世的牙形石生物地层. 国际交流地质学术论文集——为二十七届国际地质大会撰写. 1: 163—178.
- 张勤文、毛雪英、柴之芳、马淑兰、徐道一、杨正宗、孙亦因, 1984: 在前寒武纪和寒武纪界线上的地质事件. 同上. 1: 143—150.
- 杨万容、江纳言, 1981: 浙江长兴组和二叠-三叠系界线的沉积特征及微相. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, **2**: 113—131.
- 杨守仁、王新平、郝维城、段金英, 1993: 江苏镇江 *Hypophiceras* 层中的二叠纪牙形石及其意义. 科学通报, **38**(16): 1493—1497.
- 杨遵仪、吴顺宝、杨逢清, 1981: 关于我国南方海相二叠-三叠系的界线问题和接触关系. 地球科学, 1981(1): 4—15.
- 杨遵仪、殷鸿福、吴顺宝、杨逢清, 1984: 华南二叠系-三叠系界线及生物地层分带. 国际交流地质学术论文集——为二十七届国际地质大会撰写. 1: 99—110.
- 杨遵仪、殷鸿福、吴顺宝、杨逢清、丁梅华、徐桂荣, 1987: 华南二叠-三叠系界线地层及动物群. 中华人民共和国地质矿产部, 地质专报, 二、地层古生物, 第 6 号. 地质出版社.
- 周瑶琪、柴之芳、马淑兰、毛雪英、何锦文、孙亦因, 1986: 浙江长兴煤山二叠、三叠系界线间的冲击事件. 科学通报, **31**(23): 1836—1839.
- 周瑶琪、柴之芳、毛雪英、马淑兰、马建国、孔屏, 1991: 混合成因模式——中国南方二叠-三叠系界线地层元素地球化学及其启示. 地质论评, **37**(1): 51—63.
- 姚建新、李子舜, 1987: 西藏聂拉木县色龙西山牙形石动物群及二叠-三叠系分界. 科学通报, **1**: 45—51.
- 姚建新、李子舜, 1988: 论两种二叠-三叠系界线. 地层学杂志, **12**(3): 226—229.
- 赵金科、盛金章、姚兆奇、梁希洛、陈楚震、芮琳、廖卓庭, 1981: 中国南部的长兴阶和二叠系与三叠系之间的界线. 南京地质古生物所丛刊, **2**: 1—85.

- 柴之芳、马淑兰、毛雪瑛、孙亦因、徐道一、张勤文、杨正宗,1986: 浙江长兴二叠-三叠系界线剖面的元素地球化学特征。地质学报,60(2):139—149。
- 徐桂荣、张克信、黄思骥、吴顺宝、毕先梅,1988: 湖北黄石地区上二叠统和二、三叠系界线事件地层研究。地球科学——中国地质大学学报,13(5):521—526。
- 徐道一、张勤文、孙亦因,1987: 古生物大量绝灭——地质历史发展阶段划分的基本标志。地质学报,61(3):195—204。
- 夏凤生、章炳高,1992: 西藏色龙西山色龙群的时代及二叠系与三叠系的界线。地层学杂志,16(4):256—263。
- 殷鸿福、吴顺宝,1985: 过渡层——华南三叠系的底界。地球科学——武汉地质学院学报,特刊,地层古生物专辑(Ⅱ),10:163—173。
- 殷鸿福、张克信,1993: 新灾变论。穆西南主编:古生物学研究的新理论新假说,109—136页。科学出版社。
- 殷鸿福、张克信、杨逢清,1988: 海相二叠系、三叠系生物地层界线划分的新方案。地球科学——中国地质大学学报,13(5):514—519。
- 殷鸿福、徐桂荣、丁梅华,1984: 华南古、中生代之交海洋生物界的更替。国际交流地质学术论文集——为二十七届国际地质大会撰写。1:195—204。
- 殷鸿福、黄思骥、张克信、杨逢清、丁梅华、毕光梅、张舜新,1989: 华南二叠-三叠纪之交的火山活动及其对生物绝灭的影响。地质学报,63(2):169—181。
- 盛金章,1962: 中国的二叠系。全国地层会议学术报告汇编,1—95页。科学出版社。
- 盛金章、陈楚震、王义刚、芮琳、廖卓庭、江纳言,1983: 浙江长兴地区二叠系与三叠系界层面型研究。地层学杂志,7(4):245—257。
- 盛金章、陈楚震、王义刚、芮琳、廖卓庭、何锦文、江纳言、王成源,1987: 苏浙皖地区二叠系和三叠系界线研究的新进展。中国科学院南京地质古生物研究所编,中国各系界线地层及古生物,二叠系与三叠系界线(一):1—21。南京大学出版社。
- 廖卓庭,1979: 中国南部长兴阶的腕足动物组合及二叠、三叠纪混生动物群中的腕足动物。地层学杂志,3(3):200—207。
- Bando, Y., Bhatt, D. K., Gupta, V. J., Hayashi, S. H., Kozur, H., Nakazawa, K. and Wang, Z. H., 1982: Some remarks on the conodont zonation and stratigraphy of the Permian. Recent Researches in Geology, 8:1—53.
- Bhatt, D. K., Joshi, V. K. and Arora, R. K., 1981: Conodonts of the *Otoceras* bed of Spiti. Jour. Palaeont. Soc. Indian, 25:130—134.
- Clark, D. J., Wang Chengyuan, Orth, J., and Gilmore, J. S., 1986: Conodont survival and low Iridium abundances across the Permian-Triassic boundary in South China. Science, 233:984—986.
- Ding, M. H., 1986: Permian-Triassic boundary and conodonts in South China, Mem. Soc. Geol. Ital., 34(1986):263—268.
- Ding, M. H., 1992: Conodont sequences in the Upper Permian and Lower Triassic of South China and the nature of conodont faunal changes at the systemic boundary. In: Sweet *et al.* (eds.), Permo-Triassic Events in the Eastern Tethys. 109—119. Cambridge University Press.
- Gupta, V. J., and Yin Hongfu, 1987: *Otoceras* and the Permian-Triassic boundary. Jour. Geol. Soc. of India, 30:132—142.
- Kozur, H., 1980: The main events in the Upper Permian and Triassic conodont evolution and its bearing to the Upper Permian and Triassic stratigraphy. Riv. Ital. Palaeont., 85(3—4):741—766.
- Kozur, H., 1977: Revision der Conodontengattung *Anchignathodus* und ihrer Typusart. Z. geol. Wiss. Berlin 5(1977), 9:1113—1127.
- Kozur, H., 1989: Significance of events in conodont evolution for the Permian and Triassic stratigraphy. Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, 117:385—408.
- Kozur, H., and Pjatakova, M., 1976: Die Conodontenart *Anchignathodus parvus* n. sp., Eine wichtige Leitform der Basalen Trias. Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen-Amsterdam, Proceeding, Series B, 79(2):123—128.
- Matsuda, T., 1981: Early Triassic conodonts from Kashmir, India. Part 1, *Hindeodus* and *Isarcicella*. Jour. of Geosci.,

- Osaka City Univ. ,24(3):75—108.
- Nakazawa, K. , Kapoor, H. M. , Ishii, K. , Bando, Y. , Okimara, Y. , and Tokuoka, T. ,1975: Upper Permian and Lower Triassic in Kashmir. India. Men. Fac. Sci. Kyoto. Univ. Ser. Geol. Mineral. ,47(1):1—106.
- Newell, N. D. ,1978: The search for a Palaeozoic-Mesozoic boundary stratotype. *Schriftenr. Erdwiss. Osterr. Acad. Wiss.* ,4:9—20.
- Schönlaub, H. P. ,1991: The Permian—Triassic of the Gartnerkofel-1 Core (Carnic Alps, Austria); Conodont biostratigraphy. *Abh. Geol. B. -A.* ,45:79—98.
- Sheng, J. Z. , Chen, C. Z. , Wang, Y. G. , Rui, L. , Liao, Z. T. , Bando, Y. , Ishii, K. I. , Nakazawa, K. , and Nakamura, K. ,1984: Permian-Triassic boundary in Middle and Eastern Tethys. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. , Ser. IV* ,21(1):133—191.
- Sun, Y. Y. , Chai, Z. F. , Ma, S. L. , Mao, Z. Y. , Xu, D. Y. , Liang, K. L. , Zhao, J. M. , and He, J. W. ,1984: The discovery of Iridium anomaly in the Permian-Triassic boundary clay in Changxing, Zhejiang, China and its significance. *Developments in Geoscience contribution to 27th International Geological Congress. Moscow. Science Press. Beijing* ,235—245.
- Sweet, W. C. ,1970: Uppermost Permian and Lower Triassic conodonts of Salt Range and Trans-Indus Range, West Pakistan. In: Kummel, B. and Teichert, C. (eds.); *Stratigraphic boundary Problems, Permian and Triassic of West Pakistan*, Kansas Univ. Dept. Geol. Spec. Pub. ,4:207—275.
- Sweet, W. C. ,1970: Permian and Triassic conodonts from Guryul Ravine, Vihi District, Kashmir, -Univ, Kansas Paleont. Contr. ,Paper 49:1—10.
- Sweet, W. C. ,1979: Graphic correlation of Permian-Triassic rocks in Kashmir, Pakistan and Iran. *Geologica et Palaeontologica* ,13:239—248.
- Sweet, W. C. ,1992: A conodont-based high-resolution biostratigraphy for the Permo-Triassic boundary interval. In: Sweet *et al.* (eds.); *Permo-Triassic Events in the Eastern Tethys*, 120—133. Cambridge University Press.
- Tozer, E. T. ,1979: The significance of the Ammonoids *Paratirolites* and *Otoceras* in the correlation of the Permo-Triassic boundary beds of Iran and the People's Republic of China, *Canad. Journ. Earth Sci.* ,16(7):1524—1532.
- Tozer, E. T. ,1986: Definition of the Permian-Triassic (P-T) boundary, The Question of the age of the *Otoceras* beds. *Mem. Soc. Geol. Ital.* ,34:291—301.
- Wang, C. Y. ,1990: Some problems on the Guryul Ravine section of Kashmir as Permian-Triassic boundary stratotype. *Palaeontologica Cathayana* ,5:263—266.
- Wang, C. Y. ,1994: A conodont-based high-resolution eventostratigraphy and biostratigraphy for the Permian-Triassic boundaries in South China. in Jin Yugan *et al.* (Ed.). *Permian Stratigraphy, Environments and Resources*, V. 1: Palaeontology and stratigraphy, *Palaeoworld* ,4:234—248. Nanjing University Press.
- Wang, Y. G. , Chen, C. Z. , Rui, L. , Wang, Z. H. , Liao, Z. T. , and He, J. W. ,1989: A potential global stratotype of Permian-Triassic boundary. *Developments in Geosciences. Contribution to 28th International Geological Congress, 1989 Washington D. C. USA.* 211—230. Science Press. Beijing.
- Wang, Z. H. ,1980: Outline of Triassic conodonts in China. *Riv. Ital. Paleont.* ,85(3—4):1221—1226.
- Waterhouse, J. B. ,1973: An ophiceratid ammonoid from the New Zealand Permian and its implication for the Permian-Triassic boundary. *Geol. Mag.* ,110(4):305—329.
- Waterhouse, J. B. ,1976: World correlation for Permian marine fauna. *Univ. Queensland Papers, Dept. Geol.* ,7(2):232.
- Xu, D. Y. , Ma, S. L. , Chai, Z. F. , Mao, X. Y. , Zhang, Q. W. and Yang, Z. Z. ,1985: Abundance variation of Iridium and Trace elements at the Permian-Triassic boundary at Shangshi in China. *Nature* ,314:154—156.
- Yin, H. F. , Yang, F. Q. , Zhang, K. X. , and Yang, W. P. ,1988: A proposal to the biostratigraphic criterion of Permian-Triassic boundary. *Mem. Soc. Geol. Ital.* ,34:320—344.

[1994 年 6 月 2 日收到]

CONODONTS OF PERMIAN-TRIASSIC BOUNDARY BEDS AND BIOSTRATIGRAPHIC BOUNDARY

Wang Cheng-yuan

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

Key words: Permian-Triassic Boundary, conodonts, *Hindeodus parvus* Morphotype 1, biostratigraphic boundary, GSSP

Summary

The Permian-Triassic boundaries in South China may be strictly classified into the eventostratigraphic boundary and the biostratigraphic boundary. The basal limit of the "boundary clay" bed is known as the eventostratigraphic boundary, whereas the biostratigraphic boundary can not be defined in relation with the "mixed beds" or "transitional beds" altogether. The Zhongxin Dadui section at Meishan, Changxing, is known as the best GSSP of the Permian-Triassic boundary. In terms of definition, the best P/T biostratigraphic boundary is the first appearance of *Hindeodus parvus* Morphotype 1, which was derived from *Hindeodus latidentatus* Morphotype 1. This boundary falls within Boundary Bed 2 (= Mixed Bed 2 of Sheng *et al.*, 1984), 15cm higher than the eventostratigraphic boundary at Zhongxin Dadui section. An essential conodont faunal change just happened within the boundary beds. In the absence of *Hindeodus parvus* M. 1, the supplementary criteria for the Permian-Triassic biostratigraphic boundary might be the extinction of *Clarkina changxingensis*, *C. deflecta*, *C. dicerocarinata*, *Clarkina* sp. nov., *Hindeodus latidentatus*, *H. julfensis*, *H. typicalis* and the first appearances of *Hindeodus turgidus*, *H. parvus* M. 2, *Ophiceras*, *Claraia wangi*. *Hindeodus parvus* is a seximembrane apparatus. This biostratigraphic boundary falls within the monofacies strata. The first appearance of *Hindeodus parvus* Morphotype 1 is also the Upper limit of the Changhsingian Stage.

All species of the Permian-Triassic boundary beds are discussed, with the description of *Hindeodus changxingensis* sp. nov., which might be an event species.

Hindeodus changxingensis sp. nov.

(Pl. 1, figs. 14—18)

1989 *Anchignathodus julfensis* Sweet, Dai and Zhang, in Li, Z. S. *et al.*, pl. 53, figs. 11—12, 22—23 (no pl. 48, figs. 6, 7, 12 = *H. typicalis*).

Diagnosis: A species of *Hindeodus* characterized by having a straight, undenticulated and

smooth carina.

Description: Cusp high and wide; top of cusp rounded and subvertical in orientation. Two small denticles situated posterior to the cusp. Carina straight and undenticulated with smooth surface. At posterior one-third carina decreasing in height, with two or three small denticles; anterior edge straight, with two anterior denticles which are slightly inclined anteriorly. Basal cavity expanded, occupying 3/5 of the total length, with left much larger than the right.

Remarks: The new species is distinguished from *H. julfensis* by the straight and undenticulated carina, and the absence of a "hump" as in *H. julfensis*. It was derived from *H. julfensis* through transitional form described by Ding *et al.* (1990) as *H. julfensis* (Ding *et al.*, pl. IV, fig. 1) from the Upper part of the Changhsing Formation, Guizhou.

Locality and Horizon: Zhongxing Dadui section at Meishan, Changxing County; Lower part of Boundary Bed 2 (AEL 882-1), in association with *Clarkina changxingensis*, *Hindeodus typicalis*, *H. latidentatus* and *H. cf. turgidus*, and also found in the lowermost horizon of the Feixianguan Formation at Xiaoba, Anxian, Sichuan.

图 版 说 明

本文所有标本均保存在中国科学院南京地质古生物研究所标本室,斜线上为采集号,斜线下为登记号。

图 版 I

本图版标本均产自浙江长兴忠心大队剖面界线层 1 和界线层 2。

1, 5, 9. *Clarkina changxingensis* (Wang et Wang, 1981)

口视。1. $\times 60$, AEL 882-3/123220, 界线层 2 上部。5. $\times 80$, AEL 881/123224, 界线层 1 上部。9. $\times 100$, AEL 882-4/123228, 界线层 2 上部。

2—4. *Clarkina* sp. nov.

口视。2. 均 $\times 80$, AEL 880/123221, 3. AEL 880/123222, 4. AEL 880/123223, 界线粘土层。

6—8. *Clarkina deflecta* (Wang et Wang, 1981)

口视。6. $\times 60$, AEL 881/123225, 7. $\times 50$, AEL 881/123226, 8. $\times 80$, AEL 882-2/123227。界线层 1 上部和界线层 2 下部。

10. *Clarkina* sp.

口视, $\times 80$, AEL 881/123229, 界线层 1 上部。

11. *Clarkina* sp.

口视, $\times 50$, AEL 882-4/123230, 界线层 2 上部。

12. *Clarkina dicerocarinata* (Wang et Wang, 1981)

口视, $\times 80$, AEL 881/123231, 界线层 1 上部。

13. *Clarkina* cf. *planata* (Clark, 1959)

口视, $\times 80$, AEL 882-1/123232, 界线层 2 下部。

图 版 II

除图 14 外,本图版所有标本均产自长兴忠心大队剖面界线层 2。

1, 2. *Hindeodus parvus* Morphotype 2

侧视。1. $\times 100$, AEL 882-3/123233, 2. $\times 60$, AEL 882-3/123234。界线层 2 上部。图 1 和 2 与 *Ophiceras* 带中的 *H.*

parvus M. 2 不同,后缘渐渐变低。

3,8,9. *Hindeodus* cf. *turgidus* (Kozur, Mostler et Rahimi-Yazd, 1975)

侧视。3. $\times 75$, AEL 882-3/123235, 8. $\times 66$, AEL 882-3/123240, 9. $\times 100$, AEL 882-3/123241。界线层 2 上部。

4,5. *Hindeodus latidentatus* (Kozur, Mostler et Rahimi-Yazd, 1975)

侧视。4. $\times 80$, AEL 882-3/123236, 5. $\times 100$, AEL 882-3/123237。界线层 2 上部。

6,7. *Hindeodus typicalis* (Sweet, 1970)

6. 反口方侧视, $\times 80$, AEL 882-2/123238, 界线层 2 下部, 7. 侧视, $\times 80$, AEL 882-4/123239, 界线层 2 上部。

10—13. *Hindeodus* cf. *turgidus* (Kozur, Mostler et Rahimi-Yazd, 1975)

10, 11. 同一标本之侧视与口视, $\times 80$, AEL 882-1/123242, 界线层 2 上部。12, 13. 同一标本之口视与侧视, $\times 80$, AEL 882-1/123243, 界线层 2 下部。

14—18. *Hindeodus changxingensis* sp. nov.

14. 侧视, $\times 100$, AEL 885/123244, 副模 (Paratype), 界线层 3 下部。15. 侧视, $\times 100$, AEL 882-1/123245, 副模 (Paratype), 界线层 2 下部。16—18. 同一标本之侧视, 侧方斜视, 口视, $\times 80$, AEL 882-1/123246, 正模 (Holotype), 界线层 2 下部。

图版 III

1. *Hindeodus julfensis* (Sweet, 1973)

侧视, $\times 80$, AEL 882-3/123247, 界线层 2 上部。

2,5. *Hindeodus turgidus* (Kozur, Mostler et Rahimi-Yazd, 1975)

侧视。2. $\times 100$, AEL 886/123248, 界线层 3 下部, 5. $\times 60$, AEL 882-4/123251, 界线层 2 上部。底缘有齿杯加厚边。

3,4,12. *Hindeodus parvus* Morphotype 2

侧视。3. $\times 80$, AEL 882-4/123249, 界线层 2 上部, 4. $\times 80$, AEL 882-4/123250, 界线层 2 上部, 12. $\times 100$, JNW 97/122049, 江西修水县清水岩乡东岭剖面大冶组底部。图 4, 12. *H. parvus* M. 2 的特征, 与 *Ophiceras* 带中的此种的正模 (*H. parvus* M. 2) 略有不同, 也可能为一新的形态型。

6—11. *Hindeodus parvus* Morphotype 1

侧视。6. $\times 120$, AEL 882-3/123252, 界线层 2 上部, 7. $\times 100$, AEL 884/123253, 界线层 3 下部, 8. $\times 120$, AEL 882-4/123254, 界线层 2 上部, 9. $\times 160$, ACT 113/112698, 长兴煤山 D 剖面, 下青龙组灰岩底部, 界线层之上, 主齿高而细。10. $\times 120$, JNW 100/122048, 江西修水县清水岩乡东岭剖面, 下三叠统大冶组底部。11. 侧视, $\times 120$, JNW 74/122044, 产地层位同上。此标本产出层位仅比界线粘土层高 13cm。

13,14. 鱼牙 (Gen. et sp. indet.)

侧视。13. $\times 80$, AEL 882-2/123255, 14. AEL 882-1/123256。界线层 2 下部。

