

中奥陶统达瑞威尔阶及其全球层型剖面点 (GSSP) 在中国的确立*

陈 旭¹⁾ C·E·Mitchell²⁾ 张元动¹⁾ 王志浩¹⁾
S·M·Bergström³⁾ D·Winston⁴⁾ F·Paris⁵⁾

1) 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

2) 纽约州立大学地质系, 美国布法罗市

3) 俄亥俄州立大学地质科学系, 美国哥伦布市

4) 蒙大拿大学地质系, 美国密苏拉市

5) 罗纳斯大学地层古生物实验室, 法国罗纳斯市

提要 1991 年以本文著者等组成的国际工作组, 开展了旨在全球范围内确立 *Undulograptus austrodentatus* 带之底作为中奥陶统达瑞威尔阶之底的研究。浙江常山黄泥塘剖面被提名为候选界线层型剖面, 达瑞威尔阶的底以 *Undulograptus austrodentatus* 和 *Arienigraptus zhejiangensis* 首次出现为准, 这两个种分别代表达瑞威尔阶底部的带和亚带化石。这一地区宁国组灰岩夹层中的牙形刺确定为 *Paroistodus originalis* 带。黄泥塘以及三山地区 *U. austrodentatus* 带动物群可与澳大利亚、新西兰、北美洲、蒙古、哈萨克斯坦及中国其它地区相当的动物群进行对比。黄泥塘达瑞威尔阶的全球层型剖面点分别于 1996 年 7 月被国际奥陶系分会、1996 年 11 月被国际地层委员会、1997 年 1 月被国际地科联执行局批准。

关键词 全球层型剖面点 达瑞威尔阶 中国

1 前言

中国的奥陶系最早由葛利普 (Grabau, 1924) 作过总结, 他当时就采用三分奥陶系的方案, 而且葛氏采用的中奥陶统就包括了相当英国阿伦尼格阶和卡拉道克阶之间的地层, 与当前国际奥陶系分会通过的中奥陶统的含义有着惊人的相似之处。1991 年, 在澳大利亚悉尼市召开了第 6 届国际奥陶系大会, 就奥陶系内统/阶级别的全球层型剖面点的确立事宜进行了热烈的讨论。会后各国从事奥陶系研究的学者纷纷组成国际工作组, 对奥陶系自下而上 9 个不同层位开展专门研究, 以论证它们作为次级年代地层单元(统或阶)界线层型的可能性(陈旭, 1991)。在这种背景下, 笔者等组成了国际工作组, 就笔石 *Undulograptus austro-*
dentatus 带的底界作为阶一级界线层型的可能性, 进行了长达 4 年的研究, 在 1995 年发表

* 中国科学院古生物与古人类学科基础研究特别支持经费(920903), 中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学和地层学开放研究实验室(973101)和国家自然科学基金委员会基金(No. 49372082)联合资助。

了最终报告。1996年春,工作组向国际奥陶系分会提出了建立达瑞威尔阶(Darriwilian)的界线层型的提案报告,1996年7月国际奥陶系分会选举委员进行邮投,以94%的多数通过了这一提案,即以 *Undulograptus austrodentatus* 带底界作为达瑞威尔阶的底界,全球层型剖面点确定在中国浙江常山黄泥塘。1996年11月国际地层委员会以65%的多数通过了这一界线层型,1997年1月国际地科联执行局一致通过并批准了这一界线层型,达瑞威尔阶的界线层型遂被确立。

从 *Undulograptus austrodentatus* 带开始至 *Nemagraptus gracilis* 带为止的这一个时间

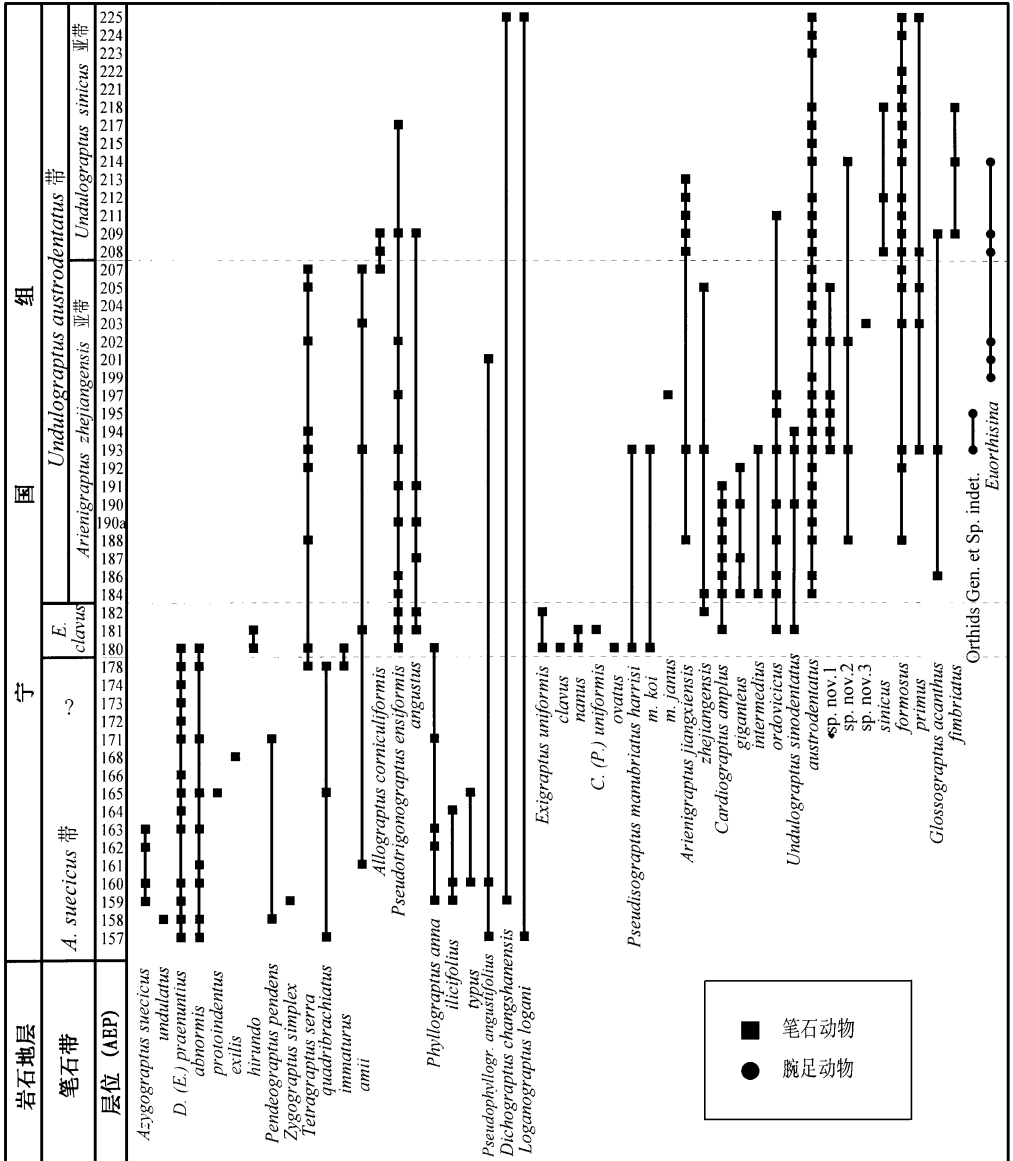


插图1 常山黄泥塘剖面的笔石序列

The graptolite sequence of the Huangnitang section, Changshan, China

间隔,在全球范围内早就被当作相当阶这一级的年代地层单元来加以运用,因为这两个笔石带代表的地质时代也正是全球生物圈发生重大变化的时期。这一时间间隔(或大致相当于这一时间间隔)的年代地层单元曾被称为兰维恩阶(或统)(Llanvirn)、达瑞威尔阶和浙江阶(Zhejiangian),并用作阶这一级的单元。其中兰维恩一名曾被广泛应用。但遗憾的是,不同学者所采用的兰维恩阶的跨度有差异,Forley等(1995)重新厘定后的兰维恩阶把英国以前的兰代洛阶(或统)(Llandeilo)都包括在内,但同时又维持英国传统的以 *Didymograptus* (*Didymograptus*) *artus* 带的底作为其底界的观点,这样英国兰维恩阶的底就高于 *U. austrodentatus* 带的底(Mitchell and Maletz, 1995),所以兰维恩阶不宜作为我们提议的这一个阶的名称,而浙江阶(Chen *et al.*, 1995a)虽然延限相符,但提出时间较晚,尚未在全球范围内被人熟知。因此,这两个名称都不够理想。

达瑞威尔阶由 Hall(1899)建立,并先后被 Harris(1916, 1935)、Harris 和 Keble(1932)以及 VandenBerg 和 Cooper(1992)重新厘定。在第6届国际奥陶系大会期间,各国代表参观了命名地点。正如 VandenBerg 和 Cooper(1992)所述,该地点没有连续剖面,界线上下又无牙形刺和其它壳相化石,作为全球层型剖面点不合适,需要在相同的生物地理区内另选剖面。1993年国际工作组在中国江山—常山—玉山(三山地区,又称 JCY area)调查了黄泥塘剖面,并一致提议该剖面为达瑞威尔阶的全球层型剖面点(GSSP)[Chen *et al.*, 1995b; Chen and Bergström(eds.), 1995; Mitchell and Maletz, 1995]。

Undulograptus austrodentatus 广泛分布于各主要生物地理区,是一种同时出现于全球不同洋盆和陆棚外海的笔石,它的首次出现代表了一个笔石动物群组成上的剧变。*U. austrodentatus* 见于加拿大育空地区 Road River 组,美国爱达荷州 Phi Kappa 组和美国内华达州 Vinini 组的远洋沉积中;在澳大利亚维多利亚 Darriwil 组、新西兰 Aorangi Mine 组和加拿大纽芬兰 Cow Head 群,它见于下斜坡沉积中;在美国得克萨斯州 Marathon 地区的 Fort Peña 组、英国威尔士南部 Pontyfenni 组、华南珠江盆地宁国组,它见于上斜坡或深水陆内凹陷沉积中;在扬子地台大湾组、瑞典斯堪尼亚 Tøyen 页岩-Komstad 灰岩,以及阿根廷前科地勒拉 Gualcamayo 组,见于浅水碳酸盐岩为主的沉积中;而在所有上述各种不同沉积类型的剖面中,黄泥塘剖面是最理想的一个。在该剖面中,穿越 *U. austrodentatus* 带底界的笔石序列显示了一个稳定的剧变序列,而且大量产出立体标本,为种的准确厘定提供了充分的条件。含牙形刺的石灰岩在黄泥塘剖面中也可见及,并可与扬子区、波罗的海地区和北美洲浅水台地相的牙形刺动物群进行对比。在三山地区,卡索缅因阶(Castlemainian)至达瑞威尔阶笔石标准组份分析的良好结果以及卡索缅因阶晚期 K 型斑脱岩的发现,也都从不同方面支持了这一全球层型剖面点(GSSP)的确立[Chen and Bergström(eds.), 1995](插图 1-3)。

2 全球层型剖面点(Global Stratotype Section and Point —— GSSP)

黄泥塘剖面位于浙江省常山县城西南 3.5km 处的黄泥塘村,露头沿河边小路展布。公路可达黄泥塘村北 500m 的二都桥乡,从二都桥乡到黄泥塘村不需翻山越岭,所以在任何气候条件下均可顺利到达黄泥塘剖面。320 国道连通常山、杭州和上海(常山距杭州 360km)。黄泥塘剖面由浙江省人民政府、常山县人民政府、中国科学院、中国科学院南京地质古生物

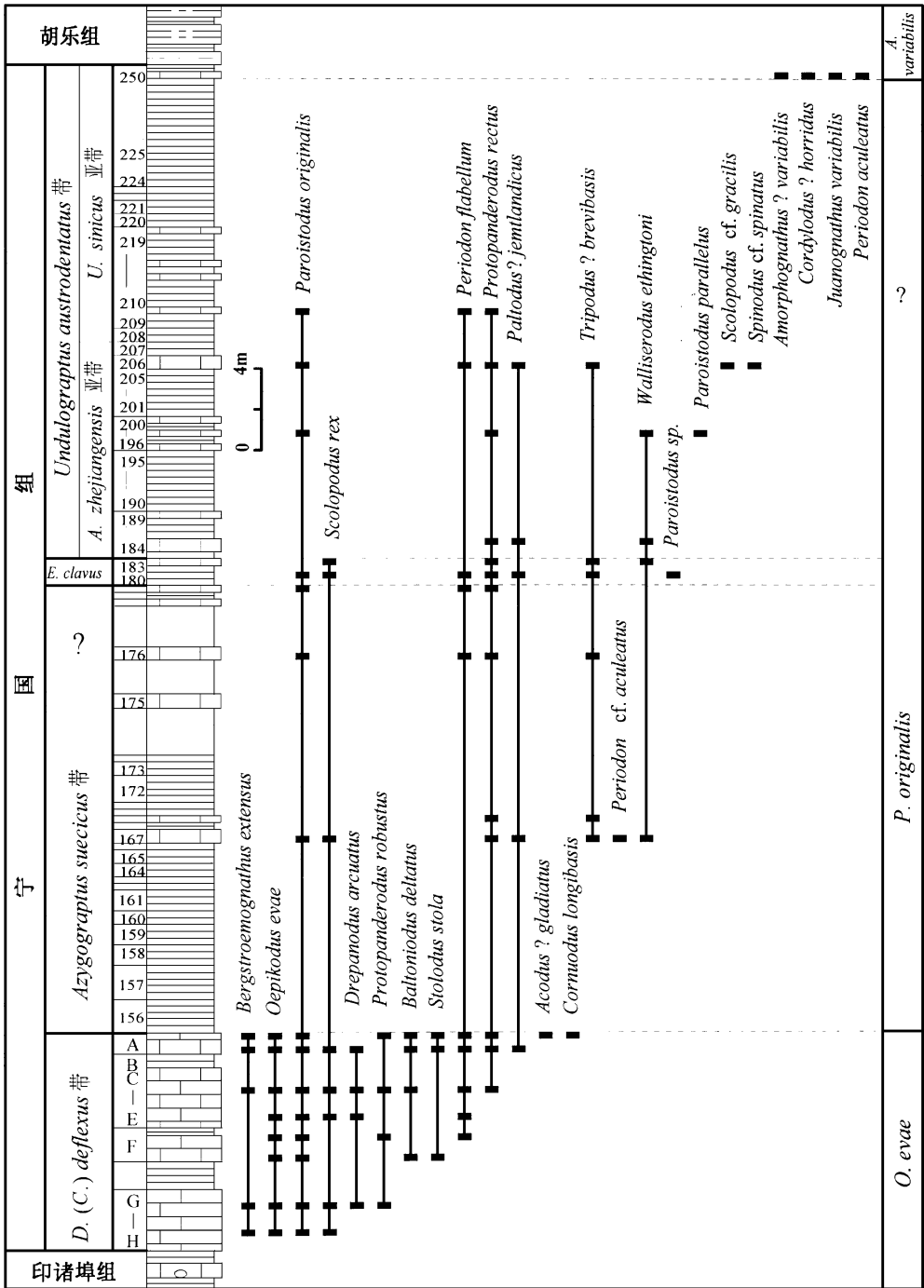


插图 2 常山黄泥塘剖面的牙形刺序列

The conodont sequence of the Huangnitang section, Changshan, China

研究所联合保护。按照国际间的通例，层型剖面不准许随意采集，凡确实需要对黄泥塘剖面进行再研究的单位和个人，可向中国科学院南京地质古生物研究所申请。

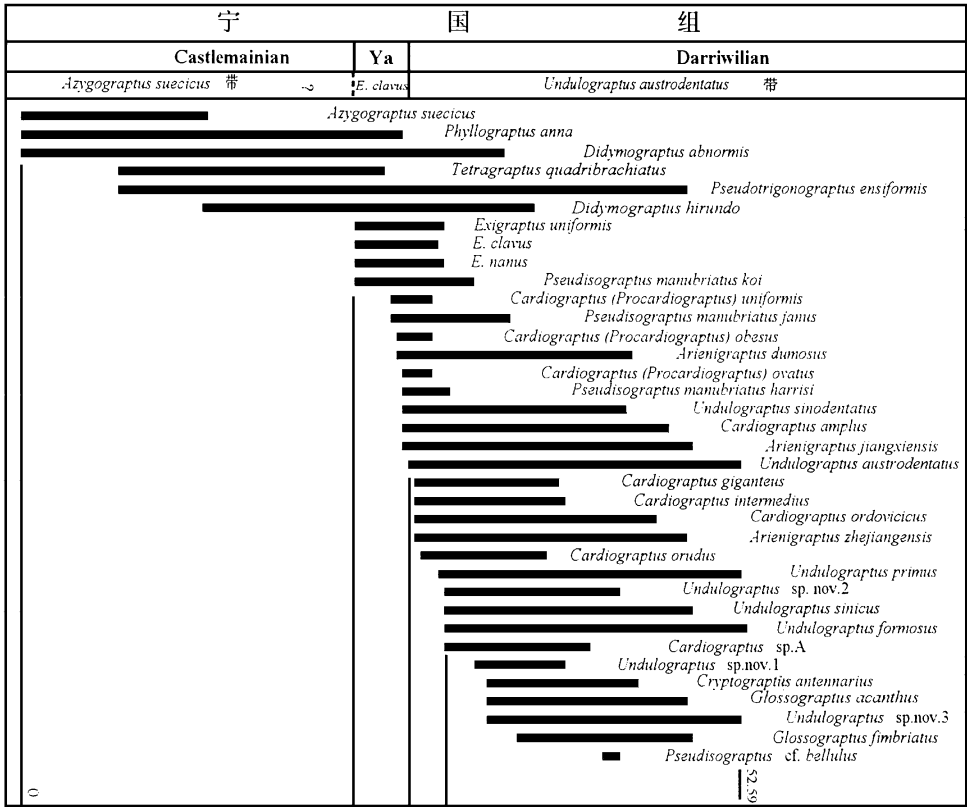


插图 3 浙赣三山地区中奥陶统笔石复合标准序列

The Composite Standard Sequence of the middle Ordovician graptolites, JCY area, China

黄泥塘剖面出露了从本迪戈阶(Bendigonian)至达瑞威尔阶的宁国组,自下而上包括 *Didymograptus* (*Corymbograptus*) *deflexus*, *Azygograptus suecicus*, *Exigraptus clavus* 和 *Undulograptus austrodentatus*⁴ 个笔石带,以及 *Oepikodus evae* 和 *Paroistodus originalis* 两个牙形刺带[Chen and Bergström (eds.), 1995; 本文插图 1—3]。宁国组的笔石十分丰富。达瑞威尔阶之下雅坪阶(Yapeenian)的笔石主要为 *Pseudisograptus manubriatus harrisi*, *P. manubriatus koi*, *Exigraptus uniformis* 和 *E. clavus* 等,后者与 *Apiograptus crudus* 甚为接近。三山地区笔石复合标准序列的结果表明,肖承协、陈洪冶(1990)描述的 *Oncograptus magnus*, *Arieniograptus dumosus*, *Isograptus victoriae maximodivergens* 和 *I. victoriae divergens* 也应属于这一时间间隔内的分子。黄泥塘剖面的 AEP180 至 AEP183 层位属于 *Exigraptus clavus* 带[Chen and Bergström (eds.), 1995], *Cardiograptus* (*Cardiograptus*) *amplus* 和 *Undulograptus sinodentatus* 首次出现于该带的中、上部,随后 *Arieniograptus zhejiangensis* 首次出现。*Paroistodus originalis* 牙形刺带中含有一个较深水、低分异度的北大西洋牙形刺动物群,扬子区的浅水分子几乎均未见及,说明这一牙形刺动物群是原地的,并不包含经过较长距离搬运的再沉积分子。

U. austrodentatus 在黄泥塘剖面的首次出现(FAD)层位在该剖面宁国组顶界之下 22m

处(即 AEP184 层之底)。三山地区 6 个宁国组剖面的笔石复合标准序列分析显示,黄泥塘剖面 *U. austrodentatus* 的最低层位确实反映了该种的首次出现。在黄泥塘剖面, *Arienigraptus zhejiangensis* 首次出现于 AEP182 层,即在 *U. austrodentatus* 首现层之下 0.5m 处,但是在三山地区其它剖面上 *A. zhejiangensis* 的首次出现均与 *U. austrodentatus* 相同,因此可以把 *U. austrodentatus* 和 *A. zhejiangensis* 的首次出现看作是同时的,这一精度完全达到地层精确对比的要求。

3 达瑞威尔阶界线层型的全球对比

正笔石类系统演化中的重大事件之一是双列笔石的突然发生,其发生的时间正好与 *U. austrodentatus* 带的底界接近。基于黄泥塘剖面以及三山地区其它剖面, *U. austrodentatus* 带可分为 *Arienigraptus zhejiangensis* (下部) 和 *Undulograptus sinicus* (上部) 两个亚带。 *U. austrodentatus* 带和 *A. zhejiangensis* 亚带的底界以这两种带化石的首次出现为准。 *A. zhejiangensis* 亚带中的笔石动物群分异度甚高,包括了 *Undulograptus*, *Arienigraptus*, *Cardiograptus* 和 *Exigraptus* 等属的不同种,其中一些重要种如 *A. zhejiangensis* (= *Pseudisograptus angel* Jenkins), *U. formosus*, *U. primus* 和 *Glossograptus acanthus* 的首次出现均发生在这一亚带。 *U. sinicus* 亚带的底界以带化石的首次出现为标志。这一界线与 *Cryptograptus antennarius* 和 *Paraglossograptus tentaculatus* 首次出现的层位十分接近,而雅坪阶上延的一些种如 *Pseudisograptus manubriatus*, *Isograptus victoriae divergens* 和 *Oncograptus upsilon* 等的最后出现层位也接近这一界线。上部亚带的底界与下部亚带的顶界一致。

U. austrodentatus 笔石动物群广布于澳大利亚、新西兰、北美洲、欧洲、南美洲,以及中国、蒙古和哈萨克斯坦。澳大利亚的达瑞威尔阶的底界也以 *U. austrodentatus* 的首次出现为准,并可与中国三山地区互相对比(插图 4)。在美国内华达 Vinini 组 *U. austrodentatus* 带的底界相当于北美中大陆牙形刺 *Histiodella altifrons* 带的上部,并相当北大西洋牙形刺 *Microarkodina parva* 带的下部。 *A. zhejiangensis* 亚带的笔石动物群与美国得克萨斯州 Marathon 地区的相似,也见于科地勒拉西部。 *U. sinicus* 亚带笔石动物群在加拿大魁北克和纽芬兰均已发现 (Mitchell and Maletz, 1995),在北美洲根据笔石动物群的对比, *U. sinicus* 亚带的底界与 *Paraglossograptus tentaculatus* 带的底界几乎一致,类似的关系也见于阿根廷的前科地勒拉 (Ortega et al., 1993)。

在英国威尔士,最早出现的双列攀合笔石是 *Undulograptus cumbrensis*, 产自 *Bergannia rushtoni* 带,它的首现显然是在 *U. sinicus* 亚带之内,因此 *U. austrodentatus* 带的底界尚在威尔士发现最早双列笔石的层位之下。 *U. austrodentatus* 带的下部地层见于威尔士北部 (Nanty Gadwen) 和英格兰湖区的 Skiddaw 群,因为 *A. zhejiangensis* (即所报道的 *Pseudisograptus angel*) 已在那里的 *Isograptus caduceus gibberulus* 带中见及。 *U. sinicus* 亚带在湖区见于更新的地层中,相当 Jackson (1962) 的 *Didymograptus hirundo* 带,也见于威尔士北部的 Caernarfon 和 Bangor (Fortey et al., 1990)。在瑞典 Scania, *A. zhejiangensis* 和 *Pseudisograptus manubriatus janus* 和 *Pseudophyllograptus cor* 一起见于 *D. hirundo* 带中部,而 *U.*

澳大利亚的单元	维多利亚的笔石带	北美的单元	北美东部的笔石带	得克萨斯的笔石带	北美中大陆的牙形刺带	北美亮相化石带	笔石带	三叶虫带	英国的单元	笔石带	北大西洋的牙形刺带	三叶虫带	波罗的海的阶	笔石带	中国的单元
Cast Yap	<i>I. V. maximo-divergens</i>	Whiterockian	<i>I. V. maximo-divergens</i>	Isograptus	<i>T. laevis</i>	L	<i>I. gibberulus</i>	S. abyfrons	Arenig	<i>D. (E.) hirundo</i>	P. originalis	M. simon	Volkhovian	Exigraptus clavus	Yushanian
	<i>Oncogr.</i>		<i>Oncograptus</i>		<i>H. alifrons</i>										
Darriwilian	<i>U. austrodentatus</i>	Whiterockian	<i>U. zhejiang.</i>	<i>P. tentaculatus</i>	<i>H. sinuosa</i>	M	<i>D. (E.) hirundo</i>	I. rushtoni	Llanvirn	<i>D. (D.) artus</i>	D. (E.) artus	E. ? variabilis	Kundian	U. sinicus	Zhejiangian
	<i>U. intersitus</i>		<i>U. dentatus</i>		<i>H. sinuosa</i>										
Darriwilian	<i>Diplogr. ? decoratus</i>	Whiterockian	<i>Holmo. callothea</i>	<i>P. tentaculatus</i>	<i>P. poly-strophos</i>	N	<i>D. (D.) artus</i>	I. rushtoni	Llanvirn	<i>D. (D.) artus</i>	D. (E.) artus	E. ? variabilis	Kundian	U. sinicus	Zhejiangian
	<i>U. intersitus</i>		<i>U. dentatus</i>		<i>H. sinuosa</i>										

插图 4 达瑞威尔阶底界及其上、下地层的全球对比

A global correlation of the base of Darriwilian Stage

sinicus 和 *U. cumbrensis* 则见于 *D. hirundo* 带上部, 而兰维恩阶的底则相当于比中国东南 *A. ? ellesae* 带底界略高一些的层位, 接近澳大利亚和新西兰 Da² 的底部。中国三山地区牙形刺的证据表明笔石 *A. ? ellesae* 带的底和牙形刺 *Amorphognathus ? variabilis* 带的底接近。在波罗的海地区, 这一牙形刺带的底也大致相当阿伦尼格/兰维恩的界线。

Berry (1995) 最近仍然坚持早期双列攀合笔石出现的穿时性, 他提出的生态学 and 海洋学因素对笔石分布的制约性只反映在笔石动物群的生物地理分布上, 并不牵涉到这些物种必然穿时。况且他引以为据的 Vinini 组 *U. austrodentatus* 带的笔石和中国三山地区的对比问题, 事实上已不成问题 [Mitchell and Maletz, 1995; Chen and Bergström (eds.), 1995]。从牙形刺对比的角度来看, 瑞典斯堪尼亚和美国内华达的牙形刺分带也都说明 *U. austrodentatus* 带的下部应对比到 *A. parva* 带之中, 与中国三山地区的结果一致。而中国三山地区、加拿大魁北克和瑞典斯堪尼亚等地 *U. austrodentatus* 带之上都是牙形刺 *A. variabilis* 带的地层。所以完全有理由可以相信, 在太平洋区和大西洋区 *U. austrodentatus* 带的底界不但能够从笔石相而且也可以从混合相地层中识别出来。

奥陶纪太平洋低纬度的动物群与冈瓦纳高纬度凉水和冷水动物群的对比确实存在着难点。威尔士的三叶虫动物群可能有助于解决这一对比问题。最近 Paris 和 Chen (1996) 试图籍黄泥塘剖面 *U. austrodentatus* 带中的几丁虫来解决这一对比问题, 目前他们在此层位中获得的几丁虫包括 *Conochitina*, *Cyathochitina*, *Rhabdochitina*, *Tanuchitina*, *Laufeldochitina*, *Belonechitina*, *Desmochitina* 和 *Sagenochitina* 等属, 其中 *Sagenochitina* 是冈瓦纳北部 (葡萄牙, 阿尔及利亚和利比亚) 相当阿伦尼格阶上部 (Whitlandian) 至兰维恩阶下部地层中的特征分子。此外, 陈孝红等 (1996) 也研究了黄泥塘剖面的几丁虫, 并作了分带和对比。尽管几丁虫的研究才刚刚开始, 但是它在解决缺少 *U. austrodentatus* 笔石动物群的冈瓦纳

高纬度地区达瑞威尔阶的对比问题上,无疑具有潜在价值。

4 界线层型剖面的沉积学研究

玉山地区宁国组是一套分选良好、细颗粒具水平纹层的黑色页岩,暗色的灰岩层状体夹于这一套页岩之中。岩石薄片的研究揭示了这些灰岩层大多是由存在于钙质亮晶基质中分选良好的细粒微晶内碎屑、表鲕粒和骨屑碎片组成。尽管这些灰岩最初是由异地的物质组成,但是牙形刺是一种原地的较深水相生物,未见浅水牙形刺分子,也未发现再沉积的分子,所以三山地区宁国组的牙形刺动物群指示灰岩层的时代。

在黄泥塘剖面 *U. austrodentatus* 带的底界,特别是 AEP182 和 AEP184 层都是一套连续沉积的黑色具纹层页岩,其间为一层 15cm 厚的泥质微晶灰岩(AEP183),未见任何沉积搅动或间断,笔石的种群之间也是渐变的。因此黄泥塘剖面 *U. austrodentatus* 带的底界是连续沉积的。此外黄泥塘剖面的笔石序列与其它 5 个三山地区的辅助剖面(江山横塘、玉山陈家坞、江山黄泥岗、江山丰足和江山拳头棚)的笔石复合标准序列图形对比,也显示了黄泥塘剖面的达瑞威尔阶这一时间间隔内为无间断的较高速率的沉积。

本文蒙樊隽轩、刘爱云同志协助计算机图形处理和中文打字,谨此致谢。

参 考 文 献

- 陈 旭,1991: 推动全球奥陶纪年代地层标准的建立——第六届国际奥陶系大会纪要。地层学杂志, **15**(4):321。
- 陈孝红、汪啸风、李志宏,1996: 华南阿伦尼格世几丁虫生物地层与古生物地理。地质论评, **42**(3):200—208。
- Berry, W. B. N., 1995: Plate motions, oceanographic change and ecologic controls, influence on correlation of the base of the Llanvirn Series, Ordovician System. Newsletters in Stratigraphy, **32**:45—55.
- Chen Xu and Bergström, S. M. (eds.), 1995: The base of the *austrodentatus* Zone as a level for global subdivision of the Ordovician System. Palaeoworld, **5**:1—117.
- Chen Xu, Rong Jia-yu, Wang Xiao-feng et al., 1995a: Correlation of the Ordovician Rocks of China. IUGS Pub., **31**:1—104.
- Chen Xu, Mitchell, C. E., Zhang Yuan-dong et al., 1995b: Graptolite species succession across the base of the *Undulograptus austrodentatus* Zone at Huangnitang, South-Central China, and its prospects for use as a global stage stratotype. In Cooper, J. D., Droser, M. L. and Finney, S. C. (eds.): Ordovician Odyssey. 157—162, SEPM, USA.
- Fortey, R. A., Beckly, A. J. and Rushton, A. W. A., 1990: International correlation of the base of the Llanvirn Series, Ordovician System. Newsletters in Stratigraphy, **22**:119—142.
- Fortey, R. A., Harper, D. A. T., Ingham, J. K., Owen, A. W. and Rushton, A. W. A., 1995: A revision of Ordovician series and stages from the historical type area. Geological Magazine, **132**:15—30.
- Grabau, A. W., 1924: Stratigraphy of China. Pt. 1, Palaeozoic and older. 1—58. Geological Survey, Ministry of Agriculture and Commerce.
- Hall, R. S., 1899: The graptolite-bearing rocks of Victoria, Australia. Geological Magazine, **36**:439—451.
- Harris, W. J., 1916: The palaeontological sequence of the Lower Ordovician rocks in the Castlemaine district. Proceedings of the Royal Society of Victoria, **29**(1):50—74.
- Harris, W. J., 1935: The graptolite succession of Bendigo East with suggested Zoning. Proceedings of Royal Society of Victoria, **47**:314—337.
- Harris, W. J. and Keble, R. A., 1932: Victorian graptolite zones, with correlations and descriptions of species. Proceedings of the Royal Society of Victoria, **44**:25—48.

- Jackson, D. E., 1962: Graptolite zones in the Skiddaw group in Cumberland, England. *Journ. Pal.* **36**(2): 300–313.
- Mitchell, C. E. and Maletz, J., 1995: Proposal for adoption of the base of the *Undulograptus austrodentatus* Biozone as a global Ordovician stage and series boundary level. *Lethaia*, **28**: 317–331.
- Ortega, G., Blanca, T. and Brussa, E., 1993: Las zonas de graptolitos de la Formación Gualcamayo (Arenigiano tardio-Llanvimiano temprano) en el norte de la Precordillera (Provincias de La Rioja y San Juan). *Argentina Revista Espanola de Paleontologia*, **8**: 207–219.
- Paris, F. and Chen Xu, 1996: Contribution of the chitinozoans to the selection of a GSSP for the base of the Middle Ordovician in Southern China. Abstracts of the 8th International chitinozoan conference.
- Vendenberg, A. H. M. and Cooper, R. A., 1992: The Ordovician graptolite sequence of Australasia. *Alcheringa*, **16**: 33–85.

[1997年5月20日收到]

GSSP OF DARRIWILIAN (MIDDLE ORDOVICIAN) IN CHINA

Chen Xu¹⁾, C. E. Mitchell²⁾, Zhang Yuan-dong¹⁾, Wang Zhi-hao¹⁾,
S. M. Bergström³⁾, D. Winston⁴⁾ and F. Paris⁵⁾

1) *Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Nanjing 210008*

2) *Department of Geology, State University of New York, Buffalo, NY 14260-3050 USA*

3) *Department of Geological Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH 43210-1397, USA*

4) *Department of Geology, University of Montana, Missoula, Montana 59812, USA*

5) *Laboratoire de Stratigraphie et de Paleontologie, Universite de Rennes, Rennes Cedex, France*

Key words Global Stratotype Section and Point (GSSP), Darriwilian, First Appearance Datum (FAD)

Summary

Since 1991, an international working group including the authors has been engaged in an active program aimed at identifying the base of the *Undulograptus austrodentatus* Zone with the greatest potential for the base of Middle Ordovician Darriwilian Stage for worldwide use. The Huangnitang section was proposed as the candidate, with the base of the Darriwilian defined on the basis of the FAD of both *Undulograptus austrodentatus* and *Arienigraptus zhejiangensis*, the leading forms of the lowermost zone and subzone of the stage. Conodonts from the limestones interbedded within the shales of Ningkuo Formation are referable to the *Paroistodus originalis* Zone. The distinctive fauna of the *U. austrodentatus* Zone from the Huangnitang section, JCY area has been recognized and correlated with those of Australia, New Zealand, North America, Europe, South America, Mongolia, Kazakhstan as well as other parts of China.

The Huangnitang Darriwilian GSSP was approved by the Ordovician Subcommittee (July of 1996), Commission on Stratigraphy (November of 1996) and IUGS (January of 1997).