

雪峰山西侧地区寒武系地层划分与对比

王传尚 曾雄伟 李旭兵 刘安 白云山

(中国地质调查局武汉地质调查中心, 湖北 武汉 430223)

摘要:在最新的寒武系“四统十阶”年代地层划分方案的框架下,根据对雪峰山西侧地区以三叶虫为主的生物地层资料的分析以及牙形石生物地层学的研究,探讨了雪峰山西侧地区寒武系各统内部的地层划分与对比问题,从而为这一地区提供了可靠的寒武系地层划分与对比方案。

关键词:寒武系;划分与对比;牙形石

中图分类号:P534.41

文献标志码:A

文章编号:1000-3657(2013)02-0439-10

雪峰山西侧地区寒武系从北西-南东方向逐渐由台地相-斜坡相向盆地相过渡,横向变化显著,岩石地层单位较为复杂,在不同的沉积相区、同一相区中不同的地理区所发育的岩石地层序列均各有特点。台地相区寒武系以峡东宜昌黄花场剖面、黔北遵义松林剖面等为代表,过渡相区寒武系以湘西永顺王村剖面、贵州丹寨南皋剖面和贵州台江剖面为代表,盆地相区寒武系主要由湖南安化琅琳冲剖面和贵州三都剖面为代表。

长期以来,雪峰山西侧地区的地层划分与对比存在着巨大困难,这一方面是历史的原因,中国传统的寒武系年代地层框架是基于中国北方台地相区三叶虫生物地层学建立的,而当前最新的年代地层系统则采用与国际接轨的四统十阶的划分方案,二者之间的巨大差异,使寒武系地层划分与对比困难重重,极大地制约了新的年代地层系统在地质调查中的应用和推广;第二方面的原因是这一地区岩性、岩相变化显著,不同相带之间的地层对比一直是一个难点问题。因此,根据当前寒武系生物地层学的研究进展,开展本区地层划分对比研究,为这一地区的地质调查提供可靠的地层划分对比方案,服务这一地区地质调查生产实践,是一项具有十分重要现实意义和紧迫性的工作,笔者等近年来在这一地区开展

了海相油气地质调查,寒武系发育有重要的烃源层和储集层,具有重要的油气勘探潜力,因此,寒武系是我们重点关注和研究的领域。

近年来,随着全球寒武系界线层型剖面 and 点位(GSSP)的研究,生物地层的研究程度大为提高,华南斜坡相寒武纪三叶虫动物群的研究尤为深入^[1-3],中国寒武系年代地层系统日臻完善,彭善池曾对近年来中国华南斜坡相寒武纪三叶虫动物群研究进展进行了综述,并探讨了中国南、北方寒武系的对比^[4]。根据彭善池的研究,江南斜坡带动物群的成分包含“全球性分子”、“区域性分子”和“斜坡区分子”3种不同地理分布的三叶虫动物群,它们在动物群中所占的比例分别为11%、27%和62%^[5]。其中,所谓的“区域性分子”是华北和华南共有的三叶虫分子(属级分类单元)。这样,就架起了中国华北与华南寒武纪地层对比的桥梁,也为雪峰山西侧地区地层划分对比提供了生物地层的依据。

1 寒武系底界及滇东统内部地层划分与对比

滇东统(纽芬兰统)由晋宁阶(幸运阶)和梅树村阶组成,而晋宁阶的底界,亦即寒武系的底界,其底界的金钉子是在加拿大纽芬兰东南部地区 Chapel

收稿日期:2012-05-21;改回日期:2013-01-10

基金项目:中国地质调查局项目(1212010782005,1212011121104)资助。

作者简介:王传尚,男,1969年生,博士,研究员,主要从事早古生代地层研究;E-mail:wangchuanshang@163.com。

Island 组建立,以遗迹化石 *Phycodes pedum* 的首现为标志^[6]。在梅树村剖面,该遗迹化石的产出层位为剖面的第 6、7 层或第 4 层顶部^[7],对于华南早寒武世地层,采用遗迹化石 *Phycodes pedum* 来定义寒武系底界是显然不可行的。国际上,前寒武纪—寒武纪界线年龄已经通过精确的锆石 U-Pb 定年确定为 $(542 \pm 1) \text{ Ma}$ ^[8]。朱日祥等通过对梅树村剖面的凝灰岩层(即第 5 层)进行了高精度的 SIMS 锆石 U-Pb 定年,得到该凝灰岩层的年龄为 $(535.2 \pm 1.7) \text{ Ma}$ ^[7],该测年结果支持华南的前寒武纪—寒武纪界线应该更接近于梅树村剖面小歪头山段底部的 A 点。而彭善池所提出的寒武系的底界或落在梅树村剖面梅树村组小歪头山段底部的假整合所缺失的一大段地层中、或落在该不整合面之下的白云峭段内部的意见^[9],也值得进一步考虑和验证。

华南寒武系梅树村阶的底界定义在云南梅树村剖面重要的标志层之一——B 点(即第 I 化石带和第 II 化石带的分界线)^[9]。而在峡东的黄花场剖面,梅树村阶底界界线落在灯影组天柱山段或岩家河组内部,而晋宁阶底界则可能落在岩家河组或天柱山段与下伏灯影组白云岩之间的不整合界面上,但仍不能排除该界线下移至灯影组白云岩内部的可能;在江南过渡区,存在同样的情况,晋宁阶和梅树村阶与牛蹄塘组之下的留茶坡组上部地层相当,但目前由于在湘西没有可靠的化石依据和年龄测试数据,因此,对于该界线的研究仍有很多工作要做。

但从目前的区域调查结果分析,灯影组顶部硅质岩段与峡东地区灯影组天柱山段或岩家河组为相变关系,换言之,在潮坪相区,为天柱山段中层状白云岩、含磷角砾状白云岩沉积,在浅水陆棚区,则沉积了黑色中薄层状白云质灰岩夹条带状硅质岩,在斜坡区,则沉积了一套中薄层状硅质岩,与下伏灯影组厚层—块状白云岩为平行不整合接触,而进入盆地相区则为一套含磷的黑色炭质页岩沉积(牛蹄塘组或渣拉沟组),与下伏的留茶坡组为整合或平行不整合接触(图 1)。

2 黔东统内部地层划分与对比

黔东统现划分出南皋阶和都匀阶两个年代地层单位,其中,南皋阶的底界年龄为 521 Ma ^[9],周明忠等在贵州遵义牛蹄塘组底部的凝灰岩锆石 Shrimp U-Pb 年龄为 $(518 \pm 5) \text{ Ma}$ ^[10],该凝灰岩层之上约 4 m

处,为该剖面三叶虫的首现位置,综合考虑,将南皋阶的底界置于牛蹄塘组之底,在这一地区是可行的。

南皋阶在台地相区和江南过渡区的岩石地层特征较为相近,以盘虫类三叶虫 *Tsuniyidiscus niutitangensis* 的首现为标志,分别与水井沱组或牛蹄塘组相当;在黔北,牛蹄塘组之上为明心寺组,该组为一套粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹泥质条带灰岩的沉积,其顶部含三叶虫 *Szechuanolenus nanjiangensis* 和 *Paokannia* sp. 等^[11],表明明心寺组顶部进入南皋阶上部的 *Szechuanolenus-Paokannia* 带^[12],而在贵州丹寨一带,南皋阶自下而上分为牛蹄塘组、九门冲组和变马冲组,也有学者仍坚持传统九门冲组的定义,将牛蹄塘组和九门冲组合并称为九门冲组^[13],本文按董卫平的意见,将牛蹄塘组和变马冲组之间的一套黑色含有机质灰岩夹灰绿、灰黑色页岩,并含三叶虫 *Hupeiidiscus* 的地层称为九门冲组^[11],鉴于该组所产的化石属南皋阶第二个化石带 *Hupeiidiscus-Sinodiscus* 带,因此,该组仅相当于南皋阶中部的沉积;变马冲组的时代,根据其上覆杷榔组底部的三叶虫化石,可以确定为南皋阶上部的沉积;在盆地相区,由于缺乏精细的生物地层予以控制,南皋阶在三都一带,大致与渣拉沟组中下部相当,在湘中的安化一带,则与牛蹄塘组基本相当。

都匀阶在峡东地区与石碑组、天河板组和石龙洞组相当,鉴于黔北地区金顶山组所产的三叶虫化石及其该组所夹灰岩中所产的古杯类化石组合类型,与石碑组及天河板组的化石组合类型基本相同,因此,二者在时代上基本是一致的,从金顶山组中所产的 *Palaeolenus lantenoisi*、*Redlichia ichangensis*、*Megapalaeolenus deprati* 等^[11],表明该组的时代可能为南皋期最晚期—都匀期早期;都匀阶在湘西地区与杷榔组和清虚洞组相当,杷榔组底部所产三叶虫 *Arthricocephalus chauveau* 为都匀阶界线生物标志化石,从化石的组合特征看,该组的时代可能限定在 *Arthricocephalus chauveau* 带内,其上覆的清虚洞组亦产有 *A. chauveau*,清虚洞组中下部产 *Redlichia (Pteroredlichia) chinese*,是华北都匀阶第二个化石带^[12],因此,杷榔组时代确属都匀期早期无疑。在贵州台江,都匀阶则包含了凯里组下部,这是因为在凯里组距底 52.8 m 处为武陵统台江阶的生物标志 *Oryctocephalus indicus* 首现的位置,即凯里组下部 52.8 m 的沉积为都匀阶最上部的沉积。在盆地相区,都

匀阶的顶底界线均不易识别,都匀阶的底界在湘中地区大致与牛蹄塘组和污泥塘组的界线一致,而从贵州三都渣拉沟组中部穿过。

3 武陵统内部地层划分与对比

在峡东地区,由于石龙洞组上部普遍存在一个暴露面,因此,该组与上覆的覃家庙组之间存在一个不整合面,该不整合面大致与武陵统的底界一致,该界线在过渡区则从凯里组下部穿过,或与清虚洞组和上覆高台组或敖溪组之间的界线大致一致。从生物组合特征看,在高台组和陡坡寺组中普遍存在的 *Gaotaia magna*, *Douposiella* sp. 等为台江阶下部的分子,而在贵州金沙岩孔陡坡寺组剖面所发现的 *Redlichia*, *Chitidilla*(=*Diandongaspidea*)等属种为都匀阶晚期的三叶虫分子,表明陡坡寺组的时代跨越了都匀阶和台江阶的界线。

王村阶底界的界线曾是唯一一个与国际年代地层系统鼓山阶底界界线不一致的年代地层单位底界界线。原王村阶底界的界线高于鼓山阶底界一个化石带,前者与 *P. punctuosus* 带底界一致,后者底界与 *P. atavus* 带底界一致。彭善池等对王村阶进行了厘定^[12],厘定后的王村阶与鼓山阶的界线一致。但无论是 *P. punctuosus* 带还是 *P. atavus* 带,在台地相区均无法识别,在过渡相区的永顺王村剖面,*P. punctuosus* 带底界位于花桥组距底 56.7 m 处^[3],而鼓山阶的底界则与花桥组的底界基本一致。

古丈阶与王村阶的情况类似,在过渡相区可由三叶虫化石识别其底界,在台地或盆地相区难以确定其精确位置,其界线生物标志为 *Lejopyge laevigata*,位于花桥组(狭义)的近顶部,花桥组在湖南省及贵州省岩石地层清理中虽然已经废弃^[11,14],但仍有学者使用广义的花桥组^[3],包含了原花桥组、车夫组和比条组。事实上,上述 3 个组是建立在生物地层学的基础之上的,具有十分相似的岩性特征,相互之间不易区别,因此,尽管本文仍使用了花桥组(狭义)、车夫组和比条组(图 1),但从岩石地层的概念出发,本文赞成 Peng et al. 的意见,按照命名的优先率,使用广义的花桥组以取代花桥组(狭义)、车夫组和比条组^[3]。

鉴于在沅陵筲箕湾污泥塘组的顶部发现有 *Lejopyge laevigata armata*^[14],该三叶虫化石指示古丈阶的底界在湘中地区大致位于污泥塘组和探溪组的界线附近。

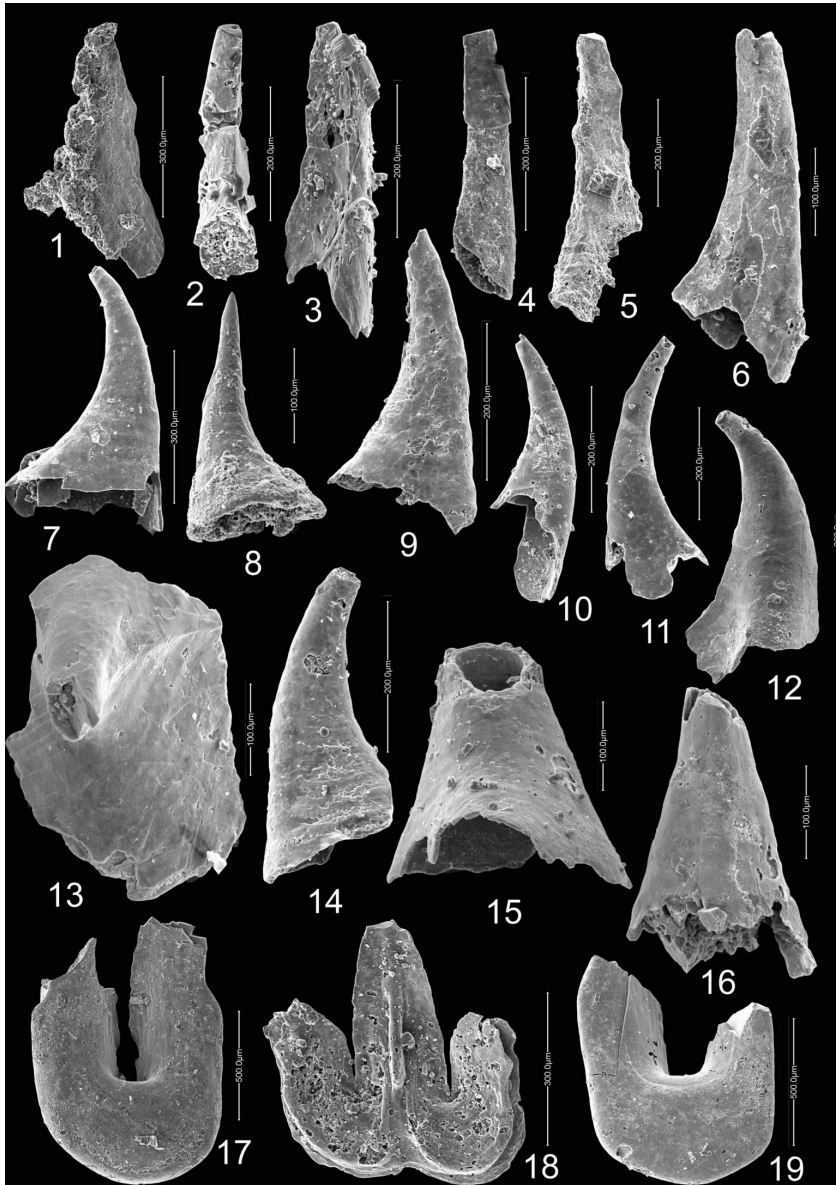
4 芙蓉统内部地层划分与对比

寒武系最上部的一个统芙蓉统的底界全球界线层型剖面和点位(GSSP)确立于湖南花垣排碧村,该界线位于广义花桥组上部,以 *Glyptognostus reticulatus* 的首现为标志。最近,全球寒武系江山阶及其“金钉子”在中国正式确立^[15],其界线生物标志为 *Agnostotes orientalis*,该种的首现层位与多节类三叶虫 *Irvingella angustilimbata* 基本一致,位于华严寺组上部距该组底界 108.12 m 处^[15]。在湖南桃源瓦尔岗剖面的 15 层—17 层下部和沈家湾剖面的 7 层上部—8 层,彭善池曾建立 *Agnostotes clavata*—*Irvingella angustilimbata* 组合带,换言之,江山阶的底界在这一地区大致位于比条组中部^[4],该底界即中国华南寒武系年代地层系统中桃源阶的底界(表 1)。

湘西地区武陵统至芙蓉统为连续沉积的碳酸盐岩地层,是研究华南寒武纪牙形石的理想地区。20 世纪 80 年代末期以前,牙形石生物地层研究相当薄弱,仅安泰序研究过湖南省古丈县罗依溪和凤凰县力口咀两条剖面,由于所获牙形石甚少,无法进行建带工作^[16]。自 20 世纪 90 年代以来,国内外专家先后在这一地区开展了牙形石的分类和建带工作,这一时期卓有成效的工作,为开展寒武系牙形石生物地层学的研究奠定了良好的基础。笔者等为了查明芙蓉统底界附近牙形石的发育情况,在湖南永顺王村剖面采集了花桥组(广义)的牙形石样品 146 件,根据本文作者之一(曾雄伟)鉴定结果,并参考董熙平^[17,18,19]、Dong and Bergström^[20]、祁玉平等^[21]、Dong et al.^[22]的资料,识别出 *Gapparodus bisulcatus*—*Westergaardodina brevidens* 带;*Shandongodus priscus*—*Hunanognathus tricuspidatus* 带;*Westergaardodina quadrata* 带;*Westergaardodina matsushitai*—*W. grandidens* 带;*Westergaardodina lui*—*W. ani* 带等 5 个牙形石带(图 2,图版 I~II)。

尽管生物地层学的研究在斜坡相区取得了一定的成果,但芙蓉统底界在台地相区仍然难以识别,该相区发育了一套以巨厚白云岩为特征的娄山关组(三游洞组),生物化石十分稀少,零星发现的化石常常又是对环境忍耐力高、地质时限长的物种,难以进行地层的划分与对比。最近在湖南永顺王村剖面发现了一个碳稳定同位素的正异常事件,该事件在劳伦大陆、哈萨克斯坦、华南和澳大利亚等地均有发现,是一个全球性的碳同位素异常事件,被称为

图版 I

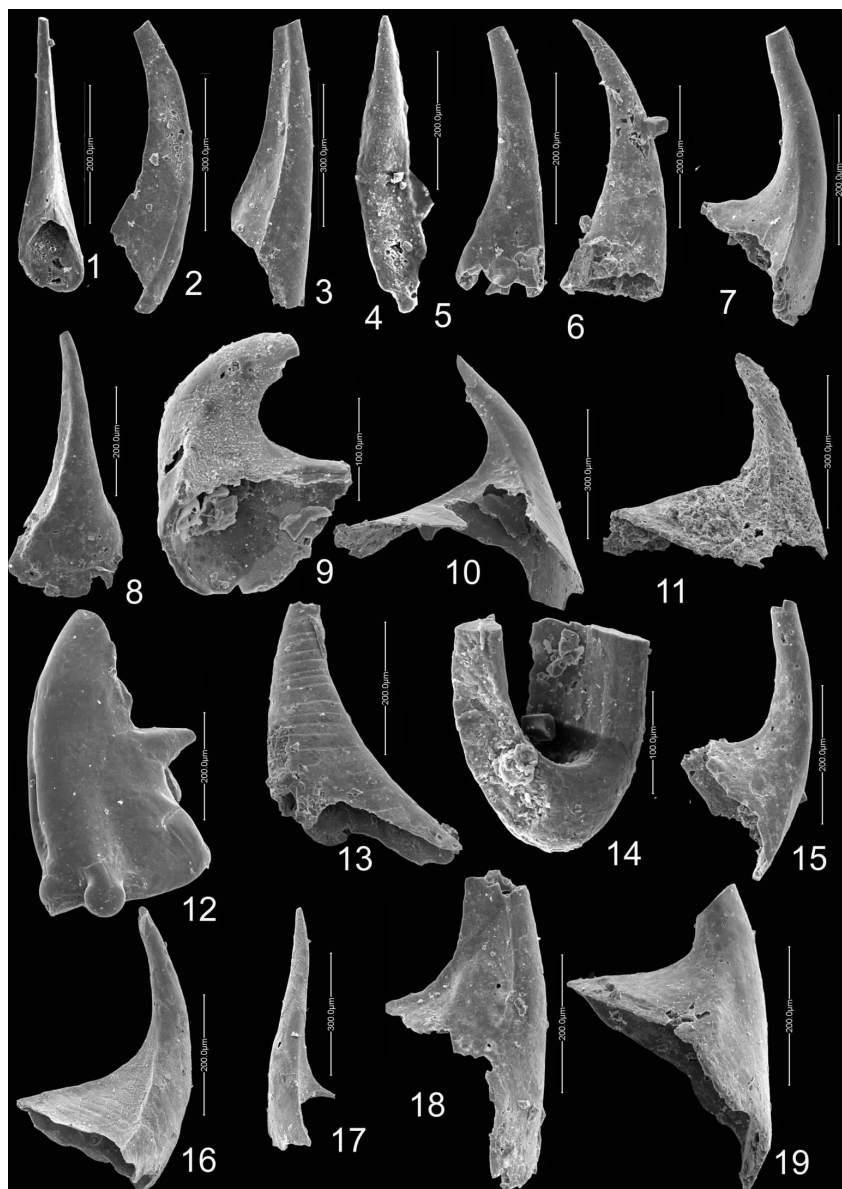


图版说明: 样品采自湖南永顺王村寒武纪剖面

1-*Nogamiconus sinensis*(Nogami, 1966; 前侧视, hq43-1/001, 花桥组); 2-3-*Huayuanodontus tricornis*(Dong, 1993; 2-后视, hq43-1/002, 花桥组; 3-侧视, hq47-1/003, 花桥组); 4-*Huayuanodontus tenuis*(Müller, 1959; 后侧视, hq47-1/004, 花桥组); 5-*Paibicomus proarcuatus*(Dong, 1993; 侧视, hq47-1/005, 花桥组); 6-*Yongshunella polymorpha*(Dong and Bergström, 2001; 侧视, hq47-1/006, 花桥组); 7-9-*Prooneotodus cf. gallatini*(Müller, 1959; 侧视, hq47-1/007-009, 花桥组); 10-*Fumishina dayangchaensis*(Chen et Gong, 1986; 侧视, hq47-1/010, 花桥组); 11-12, 14-*Prooneotodus gallatini*(Müller, 1959; 侧视, hq47-1/011, 012, 014, 花桥组); 13-*Fumishina cf. longibasis*(Bednarczyk, 1979; 顶视, hq47-1/013, 花桥组); 15-*Muellerodus oelandicus*(Müller, 1959; 后视, hq47-1/015, 花桥组); 16-*Muellerodus?* sp.(后视, hq47-1/016, 花桥组); 17, 19-*Westergaardodina* sp.(均后视, 17, hq47-1/017; 19, hq47-2/019, 花桥组); 18-*Westergaardodina cf. calix*(Müller and Hinz, 1991; 后视, hq47-2/018, 花桥组)

Explanation of Plates: The conodont specimens, collected from the Wangcun Cambrian Section in Yongshun, Hunan
1-*Nogamiconus sinensis*(Nogami, 1966; anterior lateral view, hq43-1/001, Huaqiao Fm); 2-3-*Huayuanodontus tricornis*(Dong, 1993; 2, posterior view, hq43-1/002, Huaqiao Fm; 3-lateral view, hq47-1/003, Huaqiao Fm); 4-*Huayuanodontus tenuis*(Müller, 1959; posterior lateral view, hq47-1/004, Huaqiao Fm); 5-*Paibicomus proarcuatus*(Dong, 1993; lateral view, hq47-1/005, Huaqiao Fm); 6-*Yongshunella polymorpha*(Dong and Bergström, 2001; lateral view, hq47-1/006, Huaqiao Fm); 7-9-*Prooneotodus cf. gallatini*(Müller, 1959; lateral view, hq47-1/007-009, Huaqiao Fm); 10-*Fumishina dayangchaensis*(Chen et Gong, 1986; lateral view, hq47-1/010, Huaqiao Fm); 11-12, 14-*Prooneotodus gallatini*(Müller, 1959; lateral view, hq47-1/011, 012, 014, Huaqiao Fm); 13-*Fumishina cf. longibasis*(Bednarczyk, 1979; oral view, hq47-1/013, Huaqiao Fm); 15-*Muellerodus oelandicus*(Müller, 1959; posterior view, hq47-1/015, Huaqiao Fm); 16-*Muellerodus?* sp.(posterior view, hq47-1/016, Huaqiao Fm); 17, 19-*Westergaardodina* sp. (all posterior view, 17, hq47-1/017; 19, hq47-2/019; Huaqiao Fm); 18-*Westergaardodina cf. calix*(Müller and Hinz, 1991; posterior view, hq47-2/018, Huaqiao Fm)

图版 II



- 1~3—*Huayuanodontus tricornis* (Dong, 1993; 除 1 为后视外, 其他均为侧视; 1~3, hq47-2/020-025, 花桥组); 4—cf48-3/034, 车夫组; 5—hq47-2/033, 花桥组); 6—*Prooneotodus* cf. *rotundatus* (Druce and Jones, 1971, 侧视; cf48-2/036-037, 车夫组); 7—*Muellerodus?* *obliquus* (An, 1982; 侧视, hq47-2/040, 花桥组); 8—*Furnishina* sp. (前视, hq47-2/048, 花桥组); 9—*Muellerodus pomeranensis* (Szaniawski, 1971; 侧视, cf48-7/050, 车夫组); 10~11—*Furnishina bigeminata* (Dong, 1993; 侧视, cf50-1/097, 车夫组); 12—*Westergaardodina* sp. (后视, cf48-7/049, 车夫组); 13—*Prooneotodus* cf. *gallatini* (Müller, 1959; 侧视, cf50-1/125, 车夫组); 14—*Westergaardodina* sp. (后视, cf50-2/144, 车夫组); 15—*Furnishina* sp. (侧视, hq47-2/042, 花桥组); 16—*Furnishina* cf. *alata* Szaniawski, 1971, (侧视, cf48-7/043, 车夫组); 17—*Yongshunella polymorpha* (Dong and Bergström, 2001; 侧视, cf48-7/052, 车夫组); 18~19—*Furnishina* sp. (侧视); 18—cf48-3/046, 车夫组; 19—hq47-2/047, 花桥组)
- 1~3—*Huayuanodontus tricornis* (Dong, 1993; 1, posterior view; 2~3, lateral view. 1~3, hq47-2/020-025, Huaqiao Fm); 4~5—*Phakelodus tenuis* (Müller, 1959; lateral view. 4, cf48-3/034, Chefu Fm; 5, hq47-2/033, Huaqiao Fm); 6—*Prooneotodus* cf. *rotundatus* (Druce and Jones, 1971; lateral view. cf48-2/036-037, Chefu Fm); 7—*Muellerodus?* *obliquus* (An, 1982; lateral view. hq47-2/040, Huaqiao Fm); 8—*Furnishina* sp. (lateral view. hq47-2/048, Huaqiao Fm); 9—*Muellerodus pomeranensis* (Szaniawski, 1971; lateral view. cf48-7/050, Chefu Fm); 10~11—*Furnishina bigeminata* (Dong, 1993; lateral view. cf50-1/097, Chefu Fm); 12—*Westergaardodina* sp. (posterior view, cf48-7/049, Chefu Fm); 13—*Prooneotodus* cf. *gallatini* (Müller, 1959; lateral view. cf50-1/125, Chefu Fm); 14—*Westergaardodina* sp. (posterior view, cf50-2/144, Chefu Fm); 15—*Furnishina* sp. (lateral view. hq47-2/042, Huaqiao Fm); 16—*Furnishina* cf. *alata* Szaniawski, 1971; (lateral view. cf48-7/043, Chefu Fm); 17—*Yongshunella polymorpha* (Dong and Bergström, 2001; lateral view. cf48-7/052, Chefu Fm); 18~19—*Furnishina* sp. (lateral view. 18, cf48-3/046, Chefu Fm; 19—hq47-2/047, Huaqiao Fm)

表 1 雪峰山西侧地区寒武系地层划分对比

Table 1 The subdivision and correlation of the Cambrian strata in western Xuefeng Mountain area

华南寒武系年代地层划分			界线层标志 (ISCS,2004; Peng,2006, 2008)		中国区域 年表 地层委 2006	岩 石 地 层									
已定或建议的统与阶的名称			统	阶		宜昌	咸丰	鹤峰	遵义	湄潭	石阡-岑巩	永顺	丹寨	安化	三都
Furongian (芙蓉统)	牛车河阶 (Niuchehean) Stage 10	<i>L. americanus</i> 首现	上	凤山阶	三游洞群		雾渡河组	耗子沱群	耗子沱群	娄山关组	大坪 鲕粒砂屑白云岩	追屯组	娄山关组	探溪组	杨家湾组
	桃源阶 (Taoyuanian) Stage 9	<i>Ag. orientalis</i> 首现		比条组											
	排碧阶 (Paibian) Stage 8	<i>G. reticulatus</i> 首现	车夫组												
	古丈阶 (Guzhangian) Stage 7	<i>Lejopyge laevigata</i> 首现										花桥组			
	(Wulingian) (武陵统)	王村阶 (Drumian) Stage 6	<i>Ptychag. atavus</i> 首现	中								张夏阶			
-499.0Ma	台江阶 (Taijiangian) Stage 5	<i>Oryctocephalus indicus</i> 首现	徐庄阶	覃家庙组	高台组	高台组	陡坡寺组	高台组	高台组	凯里组	敖溪组	凯里组	淤泥塘组		
			毛庄阶											都柳江组	
			(Qiongdongian) (黔东统)	都匀阶 (Duyunian) Stage 4	<i>A. chauveaui</i> 首现	龙王庙阶	石龙洞组	石龙洞组	清虚洞组	清虚洞组	清虚洞组	砂屑灰岩 排楼坡 鲕粒	清虚洞组(乌训组)		清虚洞组
	下	天河板组 石牌组				天河板组 石牌组	杷榔组	金顶山组	金顶山组	杷榔组	杷榔组	杷榔组	牛蹄塘组		
	-521.0Ma	南皋阶 (Nangaonian) Stage 3	三叶虫首现	筲竹寺阶	水井沱组	未出露	牛蹄塘组	明心寺组	明心寺组	变马冲组 九门冲组	牛蹄塘组	牛蹄塘组		牛蹄塘组	牛蹄塘组
(Diandongian) (滇东统)		梅树村阶 (Meishucunian) Stage 2	<i>P. Subglobosus</i> 首现	梅树村阶	岩家河组	天山柱段	灯影组顶部	灯影组顶部	灯影组顶部	老堡组上部	留茶坡组上部	老堡组上部	留茶坡组上部	老堡组上部	
		晋宁阶 (Jinningian) Stage 1	<i>Phycodes pedium</i> 首现												
-542.0Ma			统												

层划分与对比是可行的，对于台地相区难以通过生物地层进行进行精确的年代地层划分的娄山关组及相当地层而言,碳稳定同位素异常(SPICE)能够为地层划分与对比提供可靠的地球化学标志。

参考文献(References):

[1] 彭善池, Babcock L E, 林焕令, 等. 寒武系全球排碧阶及芙蓉统底界的标准层型剖面 and 点位[J]. 地层学杂志, 2004, 28(2): 104-113.

Peng Shanchi, Babcock L E, Lin Huanling, et al. Global standard stratotype-section and point for the Paibian Stage and Furongian Series of Cambrian System[J]. Journal of Stratigraphy, 2004, 28(2): 104-113(in Chinese with English abstract).

[2] Peng Shanchi, Babcock L E, Lin Huanling, et al. Cambrian stratigraphy at Paibi, Hunan Province, China: GSSP and reference section for the base of the Furongian Series and the Paibi Stage[C]// Peng S C, Babcock L E and Zhu M Y (eds.). Cambrian System of China and Korea-Guide to Field Excursions. Hefei: University of

- Science and Technology of China Press, 2005, 136–146.
- [3] Peng Shanchi, Babcock L E, Zuo Jingxun, et al. Cambrian – Ordovician stratigraphy at Luoyixi and Wangcun, Hunan Province, China: Stratotypes for bases of the Wangcunian and Youshuian Stages, and candidate stratotype for the base of an unnamed global stage defined by the FAD of *Lejopyge laevigata* [C]//Peng S C, Babcock L E, Zhu M Y (eds.), *Cambrian System of China and Korea—Guide to Field Excursions*. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2005: 117–135.
- [4] 彭善池. 湖南桃源、慈利一带的晚寒武世地层及三叶虫序列[J]. 地层学杂志, 1990, 14 (4): 261–276.
- Peng Shanchi. Upper Cambrian in the Taoyuan–Cili area, Hunan and its trilobite succession [J]. *Journal of Stratigraphy*, 1990, 14(4): 261–276(in Chinese with English abstract).
- [5] 彭善池. 华南斜坡相寒武纪三叶虫动物群研究回顾并论我国南、北方寒武系的对比[J]. 古生物学报, 2009, 48(3): 437–452.
- Peng shanchi. Review on the studies of Cambrian trilobite faunas from Jiangnan Slope Belt, South China, with notes on Cambrian correlation between South and North china[J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 2009, 48(3): 437– 52(in Chinese with English abstract).
- [6] Landing E. Precambrian –Cambrian boundary global stratotype ratified and a new perspective of Cambrian time [J]. *Geology*, 1994, 22: 179–182.
- [7] 朱日祥, 李献华, 侯先光, 等. 梅树村剖面离子探针锆石 U–Pb 年代学: 对前寒武纪–寒武纪界线的年代制约[J]. 中国科学(D 辑), 2009, 39(8): 1105–1111.
- Zhu Rixiang, Li Xianhua, Hou Xianguang, et al. SIMS U –Pb zircon age of a tuff layer in the Meishucun section, Yunnan, southwest China: Constraint on the age of the Precambrian – Cambrian boundary [J]. *Science in China (Ser. D)*, 2009, 52, doi: 10.1007/s11430-009-0152-6.
- [8] Peng Shanchi, Babcock L E. Cambrian Period [C] //Ogg J, Ogg G, Gradstein F(eds.). *The Concise Geologic Time Scale*[J]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008: 37–46.
- [9] 彭善池. 华南寒武系年代地层系统的修订及相关问题[J]. 地层学杂志, 2008, 32(3): 239–245.
- Peng Shanchi. Revision on Cambrian chronostratigraphy of South China and related remarks [J]. *Journal of Stratigraphy*, 2008, 32(3): 239–245(in Chinese with English abstract).
- [10] 周明忠, 罗泰义, 李正祥, 等. 遵义牛蹄塘组底部凝灰岩锆石 SHRIMP U–Pb 年龄及其地质意义 [J]. 科学通报, 2008, 53(1): 104–110.
- Zhou Mingzhong, Lui Taiyi, Li Zhengxiang, et al. SHRIMP U–Pb zircon age of tuff at the bottom of the Lower Cambrian Niutitang Formation, Zunyi, South China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53 (4): 576–583.
- [11] 董卫平主编. 贵州省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 64–89.
- Dong Weiping. *Lithostratigraphy in Guizhou Province* [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997: 64–89 (in Chinese).
- [12] 彭善池. 华南新的寒武纪生物地层序列和年代地层系统[J]. 科学通报, 2009, 54(18): 2691–2698.
- Peng Shanchi. The newly –developed Cambrian biostratigraphic succession and chronostratigraphic scheme for South China [J]. *Chinese Sci. Bull.*, 2009, 54(18): 2691–2698.
- [13] Zhu Maoyan, Babcock L E, Peng Shanchi. Advances in Cambrian stratigraphy and paleontology: Integrating correlation techniques, paleobiology, taphonomy and paleoenvironmental reconstruction[J]. *Palaeoworld*, 2006, 15: 217–222.
- [14] 张纯臣主编. 湖南省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 62–75.
- Zhang Chunchen. *Lithostratigraphy in Hunan Province* [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997: 62–75 (in Chinese).
- [15] 彭善池. 全球寒武系江山阶及其“金钉子”在我国正式确立[J]. 地层学杂志, 2011, 35(4): 393–396.
- Peng Shanchi. Jiangshanian Stage (Cambrian, Furongian) and the GSSP for the base of the stage established formally [J]. *Journal of Stratigraphy*, 2011, 35(4): 393–396 (in Chinese with English abstract).
- [16] 安泰庠. 中国南部早古生代牙形石[M]. 北京: 北京大学出版社, 1987: 3–16.
- An Taixiang. *The Lower Paleozoic Conodonts of South China*[M]. Beijing: Publishing House of Peking University, 1987: 3–16 (in Chinese).
- [17] 董熙平. 一个潜在的中、上寒武统候选界线层型剖面—介绍湖南花垣排碧剖面[J]. 地质学报, 1990, 64(1): 62–79.
- Dong Xiping. A Potential candidate for the Middle –Upper Cambrian Boundary Stratotype—An introduction to the Paibi Section in Huayuan, Hunan [J]. *Acta Geologica Sinica* (English edition), 1990, 3(3): 309–328.
- [18] 董熙平. 湖南花垣中寒武世晚期至晚寒武世早期牙形石动物群[J]. 微体古生物学报, 1993, 10(4): 345–362.
- Dong Xiping. Late Middle and Late Cambrian conodonts from Huayuan, Hunan [J]. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 1993, 10 (4): 345–362(in English with Chinese abstract).
- [19] 董熙平. 华南寒武纪牙形石序列[J]. 中国科学(D 辑), 1999, 29 (4): 339–346.
- Dong Xiping. Succession of Cambrian conodonts from South China[J]. *Science in China (Ser.D)*, 43(3): 317–327.
- [20] Dong Xiping, Bergström S. M., Middle and upper Cambrian protoconodonts and paraconodonts from Hunan, South China [J]. *Palaeontology*, 2001. 44(5): 949–985.
- [21] 祁玉平, 王志浩, Bagnoli G. 芙蓉统和排碧阶底界全球层型剖面的牙形刺生物地层[J]. 地层学杂志, 2004, 28(2): 114–119.
- Qi Yuping, Wang Zhihao, Gabriella Bagnoli. Conodont biostratigraphy of the GSSP of the base of the Furongian Series and Paibian Stage[J]. *Journal of Stratigraphy*, 2004, 28(2): 114–119 (in Chinese with English abstract).
- [22] Dong Xiping, Repetski J E, Bergström S M, Conodont

biostratigraphy of the middle Cambrian through lowermost Ordovician in Hunan, South China [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2004, 78(6):1185–1206.

[23] Saltzman M R, Ripperdan R L, Brasier M D, et al. A global carbon isotope excursion (SPICE) during the Late Cambrian: relation to trilobite extinctions, organic–matter burial and sea level [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2000, 162: 211–223.

[24] 左景勋, 彭善池, 朱学剑. 扬子地台寒武系碳酸盐岩的碳同位素组成及地质意义[J]. *地球化学*, 2008, 37(2):118–128.

Zuo Jingxun, Peng Shanchi, Zhu Xuejian. Carbon isotope composition of Cambrian carbonate rocks in Yangtze Platform, South China and its geological implications [J]. *Geochimica*, 2008, 37(2):118–128(in Chinese with English abstract).

[25] 王传尚, 李旭兵, 白云山, 等. 湖南永顺地区寒武系 SPICE 事件及其地层对比意义[J]. *中国地质*, 2011, 38(6):1138–1143

Wang Chuanshang, Li Xubing, Bai Yunshan, et al. The Cambrian SPICE event in Yongshun area, Hunan Province, and its significance for stratigraphic correlation[J]. *Geology in China*, 2011, 38(6):1138–1143.

The classification and correlation of the Cambrian strata
in western Xuefeng Mountain area

WANG Chuan–shang, ZENG Xiong–wei, LI Xu–bing, LIU An, BAI Yun–shan

(*Wuhan Center of Geological Survey, CGS, Wuhan 430223, Hubei, China*)

Abstract:According to the newest global Cambrian chronostratigraphic framework which subdivides the Cambrian System into 4 series and 10 stages, the authors discussed the classification and correlation of the Cambrian strata in western Xuefeng Mountain area, based on the analysis of the trilobite biostratigraphy data and the progress in the study of the conodont biostratigraphy. As a result,a more reliable scheme for the Cambrian classification and correlation is suggested for this area.

Key words:Cambrian;classification and correlation;conodont

About the first author:WANG Chuan–shang, male, born in 1969, doctor, professor, engages in the study of Paleozoic stratigraphy;E–mail:wangchuanshang@163.com.