

文章编号: 1009-3850(2000) 01-0098-15

四川盐边稗子田志留系与泥盆系的界线划分及地质意义

何原相, 钱咏臻

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 四川省盐边县北部稗子田地区的志留系发育良好, 牙形刺化石极为丰富, 与上覆泥盆系连续沉积, 并呈整合接触。该剖面为我国扬子区较为理想的志留纪地层剖面, 其代表和反映了扬子区西部一种新的断陷盆地碳酸盐岩沉积类型, 丰富了区内志留系的研究内容。

笔者详细记述了稗子田志留系至下泥盆统下部剖面的岩性特征和生物化石的垂直分布状况, 在此基础上建立和完善区内新的地层系统, 提出地层划分的对比依据和建议。新方案除对志留系底的黑色硅质碳质页岩沿用龙马溪组这一岩石地层单位名称外, 其上的碳酸盐岩均重新划分和建立了新的岩石地层单位, 并确定其涵义和时限标准。

新的地层划分和对比方案, 下志留统自下而上包括龙马溪组、国胜组和乡洞组; 中志留统下部为下稗子田组, 中志留统上部至上志留统下部为上稗子田组; 上志留统上部为沟口组; 顶志留统为岩口组; 下泥盆统自下而上为榕树组和小梁子组。

关键词: 顶志留统; 稗子田剖面; 化石带; 整合接触

中图分类号: P534.43 文献标识码: A

The Silurian-Devonian boundary in Baizitian, Yanbian, Sichuan and its geological implications

HE Yuan-xiang, QIAN Yong-zhen

Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China

Abstract The Silurian strata containing abundant conodont fossils are well developed and conformable with the overlying Devonian strata in the Baizitian region, northern Yanbian, Sichuan. The Baizitian Silurian section is believed to be an idealized section and represents a new type of carbonate sediments in rift basins within the realm of the Yangtze area in China.

The authors have proposed a new classification scheme for the division and correlation of the stratigraphic systems on the basis of lithology and vertical fossil distribution in the Silurian and Lower Devonian strata in the study area. According to this scheme, the Longmaxi Formation is only referred

to as the black siliceous and carbonaceous shales at the base of the Silurian strata. All the carbonate rocks above it have been redelineated and redivided into new lithostratigraphic units. The strata in this region consist, from bottom to top, of the Lower Silurian Longmaxi, Guosheng and Xiangjian Formations; Middle Silurian Lower Baizitian Formation and Middle and Upper Silurian Upper Baizitian Formation; Upper Silurian Goukou Formation; latest Silurian Yankou Formation, and Lower Devonian Rongshu and Xiaoliangzi Formations.

Key words: latest Silurian; Baizitian section; fossil zone; conformable contact

四川盐边稗子田志留系剖面位于盐边县城箐河至大坪子之间的公路旁, 位于扬子区的盐源-丽江地层分区, 是盐源-丽江台缘拗陷区志留系的代表性地层剖面之一。这里的志留系发育完好, 并与下泥盆统为连续沉积, 出露较好。

笔者等(1981)对稗子田奥陶纪至泥盆纪地层剖面进行测制和研究, 积累了丰富的生物化石资料。经研究发现, 该地区的地层结构、沉积序列和沉积特征与扬子区中西部和东部各地差异明显, 与藏东-滇西区和喜马拉雅等地区也有明显区别(表1)。它代表了一种新的志留纪沉积类型, 其沉积环境比较平静, 沉积速度缓慢, 是水体略深的边缘拗陷沉积。反映了与其它地区不同的地质背景和地史演化。

1 剖面叙述(图2)

下石炭统: 灰白色厚层灰岩

===== 断 层 =====

下泥盆统

53 黑灰色页岩。含植物碎片、竹节石、腕足类及双壳类化石 50.1m

===== 整 合 =====

下泥盆统小梁子组(D_{1x}) 267.6m

- 52 灰色中层泥质粉砂岩夹4层泥岩。泥质粉砂岩单层厚20cm左右, 岩层胶结不紧密, 硬度较小, 易风化呈小碎块状。泥岩夹层含丰富的竹节石 *Nowakia acuris* (Richiter), *Paranowakia bohemia* Bucek, *P. intermedia* (Barrande) 和 *P. sp.* 35.5m
- 51 灰黑色薄层泥岩。单层厚1cm左右, 泥岩结晶细而软, 风化后呈很小的薄片状。含有少量植物碎片 25.4m
- 50 灰黑色薄层状泥灰岩。单层厚1~5cm, 层理不发育, 风化后呈小碎块状 11.3m
- 49 灰黑色薄层钙质粉砂质泥岩。单层厚1~5cm, 岩层比较松软, 易风化, 风化后呈黄土状 32.6m
- 48 深灰色中层粉砂质泥灰岩。岩层较软, 风化后呈黄土状。单层厚10~30cm 23.1m
- 47 深灰色厚层钙质细砂岩。单层厚30~50cm, 岩石主要由细粒石英组成, 胶结紧密, 硬度较大, 层理不发育, 节理发育 21.4m
- 46 黑灰色薄层白云质泥灰岩。单层厚1~5cm, 含碳酸钙较多。风化后呈黄土状。含腕足类 *Protathyris praeursor* Kozlowski 23.6m
- 45 灰黑色中层泥岩。单层厚10~20cm, 岩层较软, 易风化呈黄土状。有少量保存不好的竹节石和双壳类 55.8m
- 44 灰黑色薄层泥岩夹灰岩结核(多被掩盖) 37.9m

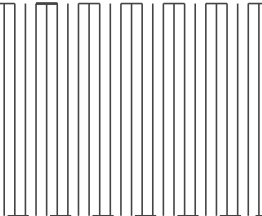
表 1 四川与邻

Table 1 Correlation of the Silurian

地层系统	盐边稗子田区 (本文)	扬子区 ^[1] (林宝玉, 1984)	藏东-滇西区 ^[1] (林宝玉, 1984)	喜马拉雅区 ^[1] (林宝玉, 1984)
上覆地层	下泥盆统溶树组	下泥盆统西山村段	下泥盆统	
顶志留统	岩口组(厚 11m) 上部为灰色网格状泥质灰岩(7m); 下部为黑色碳质灰岩(4m)。 <i>Spathognathodus s. eos-teinhornensis</i> , <i>Ozarkodina typica typica</i>	玉龙寺组(厚 207 ~ 385m) 黑色页岩及薄层瘤状灰岩。 <i>Warburgalla yunnannensis</i> , <i>W. rusolosa sinensis</i>	牛屎坪组(179m) 紫色/灰绿色网纹状灰岩。 <i>Ozarkodina r. eos-teinhornensis</i> , <i>Spathognathodus primus</i> , <i>Camarcrocinus asiaticus</i>	帕卓组(厚 16 ~ 25m) 深灰色灰岩夹灰色页岩。 <i>Ozarkodina r. eosteinhornensis</i>
上志留统	沟口组(厚 55m) 深灰色厚层状泥质灰岩。 <i>Spathognathodus crispus</i> , <i>Hindødella equidentata</i>	妙高组(343 ~ 492m) 黄绿色页岩夹瘤状灰岩、泥岩。 <i>Spathognathodus crispus</i> , <i>Aesopomum delicatum</i>		
	上稗子田组(厚 98.6m) 黑色碳质灰岩夹泥质灰岩。 <i>Plectospathodus extensus</i> , <i>Neoproniodus excavatus</i> , <i>N. latidentatus</i>	关底组(厚 307m) 紫红色粉砂岩、黄绿色页岩夹灰岩。 <i>Heyuncunoceras</i> sp., <i>Morinorhynchus</i> sp.		嘎样组(厚 25m) 灰色中厚层泥质条带灰岩。 <i>Ozarkodina excavata excavata</i>
中志留统		秀山组(170 ~ 900m) 灰绿色/黄绿色页岩夹砂岩及灰岩。 <i>Coronoccephalus rex</i> , <i>Sichuanoceras</i> sp., <i>Monograptus ricartonensis</i>	上仁和桥组(厚 203 ~ 278m) 浅灰色/粉红色泥质灰岩和灰色蠕虫状灰岩。 <i>Monograptus flexilis</i> , <i>M. ricartonensis</i> , <i>Cyrtograptus rigidus</i> , <i>Pterospa thodus amorphognathoides</i>	可德组(厚 44 ~ 50m) 灰色厚层状泥质/硅质条带灰岩。 <i>Spathognathodus sagitt bohemicus</i> , <i>Pterospa thodus amorphognathoides</i>
	下稗子田组(厚 28m) 深灰色厚层状灰岩。 <i>Pterospa thognathus amorphognathoides</i> , <i>Carnidus carnicus</i>			
下志留统	乡涧组(厚 17.2m) 灰色厚层瘤状灰岩。 <i>Pterospa thodus celloni</i> , <i>Ozarkodina adintricis</i> , <i>Hadrognathus stauragnathoides</i>	白沙组(厚 8 ~ 380m) 紫红色泥岩和粉砂岩。 <i>Pterospa thodus ælloni</i> , <i>Hunanodendron typicum</i>	下仁和桥组(厚 49 ~ 280m) 黑色页岩夹灰色/灰绿色页岩。 <i>Oktavites spiralis</i> , <i>Monograptus sedgwickii</i> , <i>Akidograptus acuminatus</i>	扎嘎曲组(厚 80 ~ 93m) 灰色/灰绿色硅质粉砂岩夹硅质岩。
	国胜组(厚 12.6m) 灰绿色泥灰岩。 <i>Spirograptus turriculatus</i>	石牛栏组(厚 58 ~ 510m) 黄绿色页岩和灰色灰岩。 <i>Pristiograptus xiushanensis</i> , <i>Meitanopora</i> sp., <i>Paracondidium</i> sp.		
	龙马溪组(厚 64.7m) 黑色碳质硅质页岩夹泥岩。上部产 <i>Rastrites quizhouensis</i> , <i>Oktavites communis</i> , <i>Climacograptus tangshanensis</i> ; 下部产 <i>Glyptograptus kaochiapiensis</i>	龙马溪组(0 ~ 504m) 灰绿色/黑色页岩。 <i>Monograptus sedgwickii</i> , <i>Glyptograptus persculp-tus</i>		
下伏地层	上奥陶统大箐组	上奥陶统观音桥组	上奥陶统湾腰树组	上奥陶统红山头组

区志留系对比表

strata in Sichuan and its adjacent areas

川东区(华蓥山) ^[2] (四川区域地层表, 1978)	川东南区(秀山溶溪) ^[1] (林宝玉, 1984)	川西区(巴塘中咱·木里) ^[2] (四川区域地层表, 1978)	二 郎 山 ^[3] (金淳太、叶少华等, 1987)
中石炭统	上泥盆统水车坪组	下泥盆统格绒组	下泥盆统陡牛子层
		雍忍组(厚 976m) 灰色/ 灰白色结晶灰岩夹肉红色白云质泥质结果灰岩。 <i>Squamafavosites</i> cf. <i>bohemicus</i> , <i>Storophyllum</i> cf. <i>subcruciatum</i> , <i>Conchidium</i> sp., <i>Pentamerus</i> sp.	麻柳桥组(厚> 117m) 灰色白云质灰岩、生物碎屑灰岩。 <i>Trichonodella incostans</i> , <i>Guizhouprioniodus guizhouensis</i> , <i>Cystiphyllum maliugiaoense</i>
			洒水岩组(厚 177m) 深灰色泥质瘤状灰岩与灰绿色粉砂岩、页岩互层。 <i>Spathognathodus crispus</i> , <i>Hindeodella equidentata</i>
			岩子坪组(厚 279m) 灰绿色/紫红色泥岩粉砂岩。 <i>Cosmogoniophora</i> sp
秀山组(厚 55m) 灰绿色/紫红色泥岩、泥质灰岩和粉砂岩。 <i>Codonophyllum huayingshanense</i> , <i>Entelophyllum irregulare</i> , <i>Amplexoides tianchiliangensis</i> , <i>A. equitabulatus</i> , <i>Strombodes huayingshanense</i> , <i>Hedstroemophyllum huayingshanense</i> , <i>Microplasma huayingshanense</i>	秀山组(厚 588m) 黄绿色/灰绿色页岩、砂岩夹灰岩。 <i>Senticucullus elegans</i> , <i>Coronocephalus rex</i> , <i>Monograptus guizhouensis</i> , <i>Monoclimacis duuchlensis</i> , <i>Eospirifer unipliatus</i>	散则组(厚 717m) 上部为灰色/灰白色白云质灰岩、结晶灰岩及泥质灰岩夹大理岩。 <i>Coronocephalus</i> sp., <i>Favosites</i> sp., <i>Paratriatopora</i> sp., <i>Tryplasma</i> sp 下部为灰色钙质石英砂岩、结晶灰岩、疙瘩状泥质灰岩、钙质板岩。 <i>Fletcheriella</i> sp., <i>Mesofavosites</i> sp., <i>Favosites</i> sp., <i>Tryplasma</i> sp	爆火岩组(厚 64m) 灰色结晶白云岩、结晶灰岩和粉砂岩。 <i>Distomodus kentuckyensis</i> , <i>Stegerrhynchus borealis</i> , <i>Gordonoceras</i> sp.
	白沙组(厚 257m) 紫红色/黄绿色页岩、泥岩夹砂岩。 <i>Huanodonteron typicum</i>		长岩子组(厚 439m) 灰色/灰绿色钙质粉砂岩、泥岩。 <i>Hadrognathus staurognathoides</i> , <i>Encrinuroides songinensis</i>
小河坝组(厚 376m) 灰绿/黄绿色页岩夹粉砂岩。 <i>Spirograptus turriculatus</i>	小河坝组(厚 483m) 灰色/灰绿色/黄色页岩、粉砂岩夹石英细砂岩。 <i>Pristiograptus xiushanensis</i> , <i>Petalolithus tenuis</i>	米黑组(厚 50~207m) 灰黑色变质石英砂岩、泥质板岩、硅质板岩,底部为变质粉砂岩、砂砾岩及碳质/硅质板岩。 <i>Pristiograptus</i> cf. <i>concinus</i> , <i>Petalolithus minor</i> , <i>Monograptus</i> cf. <i>sedgwickii</i> , <i>Glyptograptus</i> cf. <i>perscuptus</i>	罗固湾组(厚 500m) 灰色/深灰色砂质钙质泥岩。 <i>Ptalolithus palmeus</i> , <i>Stomatograptus</i> sp.
龙马溪组(厚 67m) 灰绿色/黄绿色页岩夹黄色粉砂岩。 <i>Streptograptus barrandei</i> , <i>Demirastraptus triangulatus</i> , <i>Petalolithus minusculus</i> , <i>Oktavites communis</i>	龙马溪组(厚 168~350m) 灰绿/黄绿色页岩,下部为黑色页岩夹粉砂岩、细砂岩和薄层灰岩。 <i>Monograptus</i> cf. <i>sedgwickii</i> , <i>Demirastrites triangulatus</i> , <i>Glyptograptus perscuptus</i>		鸳鸯岩组(厚 256m) 深灰色钙质粉砂岩、砂岩与页岩互层,底部为硅质岩夹粉砂岩。 <i>Monograptus sedgwickii</i> , <i>Demirastrites supernus</i> , <i>D. triangulatus</i> , <i>Orthograptus vesiculosus</i> , <i>Glyptograptus persculptus</i>
上奥陶统五峰组	上奥陶统五峰组	下奥陶统瓦厂群	上奥陶统五峰组

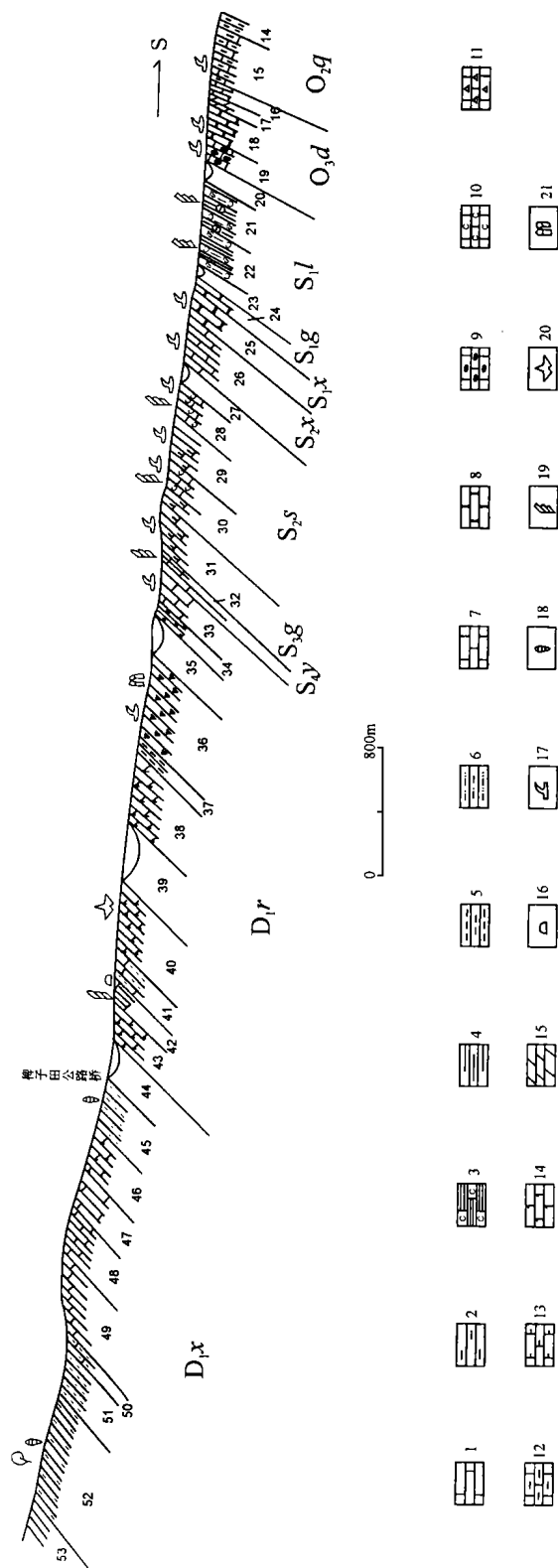


图 2 盐边县稗子田中奥陶统一下泥盆统实测地质剖面

1. 钙质粉砂岩; 2. 泥质粉砂岩; 3. 碳质硅质页岩; 4. 灰岩; 5. 泥岩; 6. 砂质泥岩; 7. 燧石结核灰岩; 8. 瘤状灰岩; 9. 灰岩; 10. 碳质灰岩; 11. 角砾状灰岩; 12. 泥质灰岩; 13. 含泥质灰岩; 14. 泥灰岩; 15. 白云岩; 16. 含白云质灰岩; 17. 笔石; 18. 竹节石; 19. 笔石; 20. 腕足类; 21. 珊瑚; 22. 介形虫

Fig. 2 Measured geological section across the Middle Ordovician and Early Devonian strata in Baizitan, Yanyuan, Sichuan

1 = calcareous siltstone; 2 = muddy siltstone; 3 = carbonaceous and siliceous shale; 4 = limestone; 5 = mudstone; 6 = sandy mudstone; 7 = limestone; 8 = knobby limestone; 9 = limestone with chert nodules; 10 = carbonaceous limestone; 11 = brecciated limestone; 12 = muddy limestone; 13 = muddy bearing limestone; 14 = marl; 15 = dolomitic limestone; 16 = dolomite; 17 = conodont; 18 = tentaculites; 19 = graptolites; 20 = brachiopods; 21 = corals; 22 = ostracods

整 合

- 下泥盆统榕树组(D₁r) 344. 1m
- 43 灰色中厚层白云岩化泥晶灰岩夹薄层泥岩。单层厚 20~30cm, 易风化呈黄土。夹有 3 层薄层状泥岩, 其夹层每层厚 20cm 左右 21. 1m
- 42 黑色薄层钙质泥质页岩。单层厚 1~5cm, 层理清楚, 岩层较软, 结晶细而致密, 易风化, 在地貌上呈凹陷带 33. 4m
- 41 黑色薄层钙质碳质泥岩夹灰岩结核。单层厚 1~5cm, 层理清楚, 风化后呈碎块状。含有丰富的笔石 *Metamonograptus aequabilis notaequabilis* Jaeger, *M.* sp., *Neomongraptus atopus* (Boucek); 介形虫 *Lepiditida* sp., 还有腕足类、双壳类及植物碎片 18. 7m
- 40 灰色厚层含粒白云质泥灰岩夹页岩。单层厚 30~50cm, 层理较清楚, 每层中的微层理发育, 多数平行于层面, 部分岩层中的微层理呈旋涡状, 说明沉积时海底有搅动。夹有 5 层钙质页岩, 夹层页岩厚 10~20cm, 页岩的页理发育, 风化后呈小薄片状。该层含有丰富的腕足类 *Protathyris praecursor* Kozłowski, *P. ovalis* Tong, *Linguopugnoides carens* (Barande), *Lanceonychia tarda* (Barande), *Parmorthis elegantuloides* (Kozłowski), *Atrypa cf. reticularis* var. *nieczlawiensis* Kozłowski, *Leptaena* sp. 52. 11m
- 39 (掩盖) 17. 9m
- 38 深灰色白云岩化的砂质泥质泥灰岩。距底部 5m 处夹一层钙质页岩。单层厚 50cm 左右, 局部岩层形成旋涡状, 沉积时海底有搅动。含有腕足类 *Protathyris praecursor* Lozłowski 及双壳类等化石 43. 2m
- 37 深灰色薄中层状泥岩。单层厚 5~20cm, 岩石层理清楚, 岩层松软, 易风化呈泥土状 8. 1m
- 36 深灰色厚层含角砾泥质灰岩。单层厚 1m 左右, 呈厚层块状, 层理不发育, 节理较发育。方解石脉较多, 排列不规则。层内有排列不规则的同生角砾, 角砾大小不等, 可能为斜坡上的滑塌沉积。含有少量床板珊瑚 *Squamufavosites* sp. 及腕足化石。还有丰富的牙形刺 *Spathognathodus wurmi* Bischoff et Sannemann, *Panderodus striatus* (Stauffer), *P. cf. unicostatus* (Branson et Mehl), *Neoprioniodus excavatus* (Branson et Mehl), *Hindeodella equidentata* Rhodes, *Beldella devonious* (Stauffer) 和 *B. resima* (Phillip) 等化石 68. 2m
- 35 (掩盖) 17. 5m
- 34 灰色中厚层泥质瘤状灰岩(网格状灰岩), 岩层内钙泥质分布不均, 风化后碳酸钙集中处常形成凹穴。泥质凸出于面形成不规则的网格。单层厚 20~30cm, 层理清楚, 含有牙形刺 *Spathognathodus inclinatus* (Rhodes), *Panderodus* sp., *P. unicostatus* (Branson et Mehl), *P. striatus* (Stauffer), *Hindeodella equidentata* Rhodes, *Plectospathodus* sp. 28. 8m
- 33 深灰色厚层块状灰岩。单层厚 1m 左右, 岩石结晶细而致密, 性脆。含有少量腹足类化石, 产有丰富的牙形刺。根据牙形刺化石, 本层距底界 7~9m 处可能为志留纪与泥盆纪的分界线, 本层共 42. 1m, 在 35. 1m 以上为下泥盆统, 下部 7m 底为顶志留统。现分别将牙形刺化石列出:

33b 岩性同上。在 33 层 35. 1m 以上的牙形刺 *Icriodus twoschmidtii* Ziegler, *Spathognathodus steinhornensis repetitor* Carls et Gandl, *S. steinhornensis steinhornensis* Ziegler, *S. exigus* Philip, *S. wurm* Bischoff et Sanneman, *S. inclinatus* (Rhodes), *S. inclinatus inclinatus* (Rhodes), *Hindeodella priscilla* Stauffer, *H. equidentata* Rhodes, *Plectospathodus alternatus* Walliser, *Ozarkodus denckmanni* Zieler, *O. eurekaensis* Klapper et Murphy, *O. media* Walliser, *Bellodella* sp., *B. triangularis* (Stauffer), *Trichonodella excavata* (Branson et Mehl), *T. incostans* Walliser, *T. symmetrica* (Branson et Mehl), *Panderodus* sp.,

Dapsilodus sp.

35. 11m

整合

顶志留统岩口组

11m

- 33a 为 33 层底部 7m, 产牙形刺 *Spathognathodus steinhornensis eosteiornensis* Walliser, *S. inclinatus posthamatus* Walliser, *S. inclinatus inclinatus* (Rhodes), *Ozarkodus typica typica* Branson et Mehl, *O. denckmanni* Zieger, *O. media* Walliser, *Lingonodina silurica* Branson et Mehl, *Hindeodella equidentata* Rhodes, *Trichonodella excavata* (Branson et Mehl), *T. symmetrica* (Branson et Mehl), *Panderodus* sp., *Dapsilodus* sp.

7m

- 32 黑色薄中层碳质泥灰岩。单层厚 5~20cm, 层理发育, 层中含有笔石及腕足类

4. 1m

整合

上志留统沟口组(S_3g)

55. 2m

- 31 深灰色厚层块状泥质灰岩, 单层厚 1m 左右。泥质在岩层中分布不均匀, 风化后泥质凸出于层面形成不规则的网格。含有牙形刺 *Spathognathodus crispus* Walliser(中国南方早古生代牙形石), *Hindeodella* sp., *H. equidentata* Rhodes, *Dapsilodus inornatus* (Elthington), *Panderodus* sp., *P. stratus* (Stauffer), *Ozarkodina media* Walliser, *Trichonodella inconstans* Walliser

55. 2m

整合

中上志留统上稗子田组(S_{2-3s})

98. 6m

- 30 黑色厚层碳质灰岩夹数层黑色薄层碳质灰岩。单层厚 50cm 左右, 结晶较粗, 其夹层黑色含碳质灰岩含有许多笔石, 但保存不佳。含有牙形刺 *Trichonodella inconstans* Walliser, *Plectospathodes extensus* Rhodes, *Neoprioniodus excavatus* (Branson et Mehl), *Dapsilodus inornatus* (Elthington)

21. 7m

- 29 深灰色厚层泥质灰岩(网格状灰岩)。单层厚 1m 左右, 呈厚层块状, 节理发育, 方解石脉较发育, 风化后常形成凹穴。泥质在岩层中分布不均匀, 风化后常凸出于层面, 并形成不规则的网格状。本层含牙形刺比较单调, 但数量较多, 有 *Dapsilodus* sp., *D. inornatus* (Elthington)

42. 7m

- 28 黑色厚层碳质灰岩夹黑色薄层碳质灰岩。单层厚 30~50cm, 岩石结晶较粗。黑色薄层含碳质灰岩中含有笔石等化石 *Monograptus* sp., *Pristiograptus* sp., *Monoclimacis* cf. *voornorni* (Nicholson); 含牙形刺有 *Neoprioniodus latidentatus* Walliser, *Ozarkodina media* Walliser, *Spathognathodus inlinatus* (Rhodes), *Dapsilodus inornatus* (Elthington), *Hindeodella* sp., *Drepanodus* sp.

21. 6m

- 27 (掩盖)

12. 6m

整合

中志留统下稗子田组(S_{2x})

28. 5m

- 26 灰色/深灰色厚层灰岩。岩石结晶细而致密, 可称为致密细晶灰岩。层理不太清楚, 而节理发育, 方解石细脉较发育。单层厚 50~100cm。产丰富的牙形刺 *Pterospathodus amorphognathoides* Walliser, *P. pennatus angularis* (Walliser), *P. pennatus procerus* (Walliser), *Ozarkodina gaevitheri* Walliser, *Neoprioniodus planus* Walliser, *N. costatus costatus* Walliser, *N. triangulatus triangulatus* (Walliser), *N. triangulatus tenuirameus* (Wallis-

er), *Carniodus carnicus* Walliser, *C. carinthiacus* Walliser, *Panderodus* sp.

28. 5m

————— 整 合 —————

下志留统乡涧组(*S_{1x}*)

17. 2m

- 25 灰色微带紫红色厚层泥质瘤状灰岩。单层厚 50~100cm, 风化后形成凹穴, 其周围的泥质凸起形成不规则的网格状, 断面上形成瘤状。含有丰富的牙形刺, 可分为上部和下部, 上部牙形刺有 *Pterospathodus celloni* (Wallser), *P. pennatus pennatus* (Walliser), *P. pennatus angulatus* (Walliser), *Ozarkodina adiutricis* Walliser, *O. graertner* Walliser, *Neoprioniodus triangulatus tenuirameus* Walliser, *N. planus* Walliser, *Apsidognathus tuberculatus* Walliser, *Ambalodus galerus* Walliser, *Caelocerodontus* sp., *Panderodus* sp.。下部牙形刺有 *Hadrognathus stauognathoides* Walliser, *Pygodus iyra* Walliser, *Neoprioniodus costatus pancidentatus* Walliser, *N. costatus costatus* Walliser, *N. triangularis tenuirameus* Walliser, *N. triangularis triangularis* Walliser, *Carniodus carinthiacus* Walliser, *C. carnulus* Walliser, *C. eocurnicus* Walliser, *Caelocerodontus trigonus* Elthington, *Ozarkodina adiutricis* Walliser, *Trichonodella symmetrica* (Branson et Mehl)
17. 2m

————— 整 合 —————

下志留统国胜组(*S_{1g}*)

12. 6m

- 24 灰绿色厚层泥灰岩。单层厚 30~50cm, 层理发育, 岩层结晶细, 呈致密状, 含泥质较多, 岩性较软, 风化后呈黄色泥土状。含有少量笔石 *Spirograptus turriculatus* (Barrande), *Monograptus* sp.
12. 6m

————— 整 合 —————

下志留统龙马溪组(*S_{1l}*)

64. 3m

- 23 掩盖(见有黑色泥土, 系黑色泥岩或页岩风化后而成)
11. 3m
- 22 黑色薄层碳质硅质页岩。单层厚 1~2cm, 硬度较大, 层面上有白云母小片。夹有一层 4~5cm 的碳质页岩, 并含有丰富的笔石 *Oktatites communis* (Lapworth), *Rastrites quizhounensis* Mu et al., *R. hybridus* Lapworth, *Climacograptus tangshanensis* Hsu
20. 2m
- 21 黑色薄层碳质硅质页岩夹灰岩结核。岩石比较坚硬, 层理发育, 单层厚 1~10cm, 风化后呈小碎块状, 含笔石 *Orthograptus quizhouensis* Chen et Lin, *Glyptograptus kaochiapienensis* Hsu, *Climacograptus* sp., *Pritiograptus* sp.
21. 2m
- 20 掩盖
11. 6m

————— 平行不整合 —————

上奥陶统大箐组(*O_{3d}*)

54. 7m

- 19 灰色/深灰色厚层含燧石结核状灰岩。单层厚 30~50cm, 层理清楚, 岩石结晶细而致密, 含有少量黑色燧石结核。含牙形刺 *Oistodus venustus* Stauffer, *Belodina grandis* (Stauffer), *Dapsilodus* sp., *D. similis* (Rhodes)
11. 2m
- 18 灰绿色厚层瘤状灰岩, 新鲜面为灰绿色微带紫红色, 单层厚 50~100cm, 层中的泥质分布不均, 风化后碳酸钙集中处常形成凹穴, 其泥质风化后常成条带凸出于层面上, 形成不规则的网格状。 *Icriodella baotaensis* An, *Oistodus venustus* Stauffer, *Cornaodus longbasis* (Lindstrom), *Belodella resima* (Philip), *B. cf. triangularis* (Stauffer), *Drepanodus* sp., *D. inclinatus* (Branson et Mehl), *Gothodus costutatus* Lindstrom, *Dapsilodus similis*

- (Rhodes), *Panderodus* sp., *Cordylodus* sp., *Amorphognathus* sp., *Keislognathus* sp., *Roundya* sp., *Zygognathus* sp. 25. 5m
- 17 灰色/深灰色薄中层白云岩。单层厚 5~10cm, 岩石的新鲜面为深灰色, 结晶较细而致密。风化后呈白色粉砂状 6 8m
- 16 灰绿色厚层瘤状灰岩。新鲜面呈微带紫红色, 岩石中的碳酸钙和泥质分布不均匀, 碳酸钙集中处常形成瘤状, 其周围由泥质环绕, 风化后碳酸钙瘤下凹, 而周围的泥质凸出于层面, 形成不规则的网格状。单层厚 20~50cm, 下部夹一层灰绿色泥岩, 其厚约 30cm 11. 2m

————— 整 合 —————

- 中奥陶统巧家组(*O₂q*)
- 15 紫红色/灰绿色中厚层泥质瘤状灰岩。单层厚 20~30cm, 岩石中碳酸钙和泥质分布不均匀。风化后断面呈现瘤状条带, 似链条状。该层含有头足类、三叶虫及腕足类, 还有少量牙形刺 *Dapsilodus similari* (Rhodes), *Drepanodus* sp. 38. 7m
- 14 紫红色厚层泥质粉砂岩。该层主要含石英粉砂颗粒和较多的泥质, 易风化呈小碎块。此外还含有白云母小片, 层理发育, 单层厚 30~50cm, 该层含有三叶虫、双壳类及腕足类 94m

2 地层划分及时限讨论

由于研究程度所限, 以前稗子田志留系剖面仅划分出下志留统龙马溪组、中下志留统稗子田群和上志留统中槽组, 且划分标志及界线亦不甚明确。在岩石地层单元中化石较少。通过野外地质调查和室内研究, 笔者根据岩性及牙形刺、笔石、竹节石和腕足类等, 认为稗子田剖面有早泥盆世地层。并将其自下而上划分出 9 个组(表 2)。现分组讨论如下(表 3):

表 2 四川盐边稗子田志留系沿革表

Table 2 The classification schemes for the Silurian strata in Baizitian, Yanbian, Sichuan

四川第一区调队 (1972)	四川地层表 (1978)	西南地层总结·志留系 (1982)	本 文	
上志留统	上志留统中槽组	上志留统中槽组	下泥盆统	小梁子组
				榕树组
中志留统石门坎组	中下志留统稗子田群	中下志留统稗子田群	顶志留统	岩口组
			上志留统	沟口组
				上稗子田组
			中志留统	下稗子田组
下志留统龙马溪组	下志留统龙马溪组	下志留统龙马溪组	下志留统	乡涧组
				国胜组
				龙马溪组

龙马溪组(*S₁l*) 该组以富含笔石的页岩为特征, 位于志留系的底部。广义的龙马溪组不仅在岩性上有泥质页岩、钙质页岩、碳质页岩、硅质页岩之区别, 而且在时限上也不尽相同。稗子田剖面及其邻近的大坪子剖面的志留系底部以富含笔石的硅质页岩为主, 虽然硅质含量较高, 但与统称的龙马溪组涵义仍较接近, 故笔者仍沿用龙马溪组一名。在稗子田和

大坪子剖面的龙马溪组中,其下部含笔石 *Glyptograptus kaochiapienensis* Hsu, *Orthograptus quizhouensis* Chen et Lin。上部采获到 *Oktavites communis* (Lapworth) 和 *Rastrites quizhouensis* Mu et al.。仅就笔石分析,龙马溪组与下伏奥陶系之间的关系尚难定论。但其上限却可能高于 *Monograptus sedwickii* 带的时限。总体相当于早志留世早中期的地层。

国胜组(S_{1g} , 新建组) 主要为灰绿色泥灰岩,包括实测剖面的 24 层,其厚度为 12.6m。该层有少量笔石 *Spirograptus turriculatus* (Barrande) 和 *Monograptus* sp.。*Spirograptus turriculatus* 是我国华南早志留世第 8 个笔石带。在川东华蓑山下志留统小河坝组发现有此笔石。因此,本文的国胜组与小河坝组大致相当。

乡涧组(S_{1x} , 新建组) 为原稗子田群的下部,为灰色厚层瘤状灰岩,包括笔者实测剖面的第 25 层,厚 17.2m,该组含有两个牙形刺带化石,上部为 *Pterospathodus celloni* (Walliser) 带,下部为 *Hadrognathus staurognathoides* Walliser 带。与上部牙形刺带共生的主要分子有 *Pterospathodus pennatus pennatus* (Walliser), *P. pennatus angulatus* (Walliser), *Ozarkodina adiutricis* Walliser, *O. graertner* Walliser, *Neoprioniodus triangulatus tenuirameus* Walliser, *N. planus* Walliser, *Apsidognathus tubercalatus* Walliser, *Ambalodus galarus* Walliser。下部牙形刺为 *Hadrognathus staurognathoides* 带,与其共生的分子主要有 *Pygodus iyra* Walliser, *Neoprioniodus costatus pancidentatus* Walliser, *N. costatus costatus* Walliser, *N. triangularis tenuirameus* Walliser, *N. triangulatus triangulatus* Walliser, *Carniodus carinthiacus* Walliser, *C. carnulus* Walliser, *C. eucunicus* Walliser, *Coeolocerodontus trigonus* Elthington, *Ozarkodina adiutricis* Walliser, *Trinchonodella symmetrica* (Branson et Mehl)。在西欧和北美^[4]将 *Pterospathodus celloni* 牙形刺带置入 *Ilandover* 的上部,在英国将 *Hadrognathus staurognathoides* 带置入 *Pterospathodus celloni* 之下的带化石,属 *Ilandovey* 上部。笔者同意这一划法,认为乡涧组与 *Ilandovey* 上部相当。

下稗子田组(S_{2x} , 新建组) 为原稗子田群的中部,为深灰色厚层灰岩,包括笔者实测剖面的 26 层,厚 28m。该组发现的 *Pterospathodus amorphognathoides* Walliser 带化石,与其共生的牙形刺有 *Pterospathodus pennatus angularis* (Walliser), *P. pennatus proceras* (Walliser), *Ozarkodina gaevither* Walliser, *Neoprioniodus planus* Walliser, *N. costatus costatus* Walliser, *N. trianglatus triangulatus* (Walliser), *N. triangulatus tenuirameus* (Walliser), *Carniodus carnicus* Walliser, *C. carnthiacus* Walliser 等。*Pterospathodus amorphognathoides* 带化石在西欧和北美均作为 *Wenlock* 的下部化石带。该带化石在我国西藏定日可德组底部及滇西上仁和桥组下部均有发现。并将其作为中志留世早期的标志。笔者同意这一看法,下稗子田组与 *Wenlock* 下部相当。

上稗子田组(S_{2-3s} , 新建组) 该组为原稗子田群产的中上部,为黑色厚层碳质灰岩夹泥质灰岩。包括实测剖面的第 27 层~30 层,厚度为 98.6m。该组以牙形刺 *Neoprioniodus latidentatus* Walliser 为带化石,与其共生的牙形刺主要有 *Neoprioniodus*, *N. excavatus* Branson et Mehl, *Plectrospathodus extensus* Rhodes, *Trichonodella inconstans* Walliser, *Dep-silodus inornatus* (Elthington) 和 *Spathognathodus inclinatus* (Rhodes) 等。*Neoprioniodus latidentatus* 在西欧、北美不是带化石,但在稗子田剖面中仅见第 28 层,因此笔者将前者作为上稗子田组的带化石。其时限与西欧 *Kockella* 牙形刺阶相当,笔者提出的这个牙形刺带是否成立,有待今后进一步研究证实。

表 3 四川盐边稗子田

Table 3 Comparison of the Silurian

		华 南 ^[4] (安太彦, 1987)		盐边稗子田 (本 文)	喜马拉雅 ^[7] (林宝玉, 1984)
		笔 石	牙形刺	牙形刺	
Gedin			<i>Icriodus woschmidtii</i>	<i>Icriodus woschmidtii</i>	
末志留世	普里多利世	<i>Pristiograptus transgre-diens</i>	<i>Ozarkodina remschei-densis</i> <i>østeinhornensis</i>	<i>Spathognathodus stein-hornensis</i> <i>østeinhornensis</i>	<i>Ozarkodina r. østein-hornensis</i>
晚志留世	罗德洛克世	<i>P. tumescens</i>	<i>Spathognathodus crispus</i>	<i>S. crispus</i>	<i>O. excavata excavata</i>
		<i>Monograptus scanicus</i>	<i>Polygnathoides siluricus</i> <i>Anoradella ploceekensis</i>		
		<i>Pristiograptus nilssoni</i>	<i>Ozarkodina crassa</i>		
中志留世	文罗克世	<i>Cyrtograptus ramosus</i> <i>Monograptus flezilis</i> <i>Cyrtograptus rigidus</i> <i>Monograptus riccarto-nensis</i>	<i>Spathognathodus sagitt-bohemicus</i> <i>Kockella patula</i>	<i>Neoprioniodus latiden-tatus</i>	<i>Spathognathodus sagitta-boheicus</i>
		<i>Cyrtograptus munchisoni</i> <i>C. centrifugus</i>	<i>Pterospathodus amor-phognathoides</i>	<i>Pterospathodus amor-phognathoides</i>	<i>Pterospathodus amor-phognathoides</i>
早志留世	兰德维里世	<i>Stomatograptus grandis</i> <i>Oktavites spiralis</i> <i>Monoclimacis griestoniensis</i>	<i>Pterospathodus celloni</i> <i>Spathognathodus guizhouensis</i> <i>S. parohasi</i> <i>S. oberus</i>	<i>Pterospathodus celloni</i> <i>Hadrognathus staurognathoides</i>	<i>Dapsilodus obliquocostatus</i> <i>Panderodus gracilis</i>
		<i>Streptograptus crispus</i> <i>Spirograptus turriculatus</i>			
		<i>Monograptus sedwickii</i> <i>Demirastrites convolutus</i> <i>D. Triangulatus</i> <i>Pristograptus cyphus</i> <i>Orthograptus vesiculosus</i> <i>Akidograptus acuminatus</i> <i>Glyptograptus persculptus</i>			

志留纪牙形石对比表

conodonts in Baizitian, Yanbian, Sichuan

西 欧 ^[9] (Walliser, 1971)		北 美 ^[5] (Rexroad & Nicoll, 1977)	
笔 石 带		牙 形 刺 带	牙 形 刺 带
	<i>Monogratus uniformis</i>	<i>Icriodus woschmidtii</i>	<i>Icriodus woschmidtii</i>
	<i>Monograptus transgre- dens</i> <i>M. boučeki</i> <i>M. ultimus</i>	<i>Ozarkodina remscheiden- sis eosteinhornensis</i>	<i>Ozarkodina r. eostein- hornensis</i> <i>Ozarkodina remscheiden- sis eosteinhornensis</i>
36		<i>Spathognathodus crispus</i> <i>S. latialatus</i>	<i>S. crispus</i> <i>S. latialatus</i> <i>Spathognathodus crispus</i> <i>S. latialatus</i>
	<i>Monograptus Iritschilini- earis</i>	<i>Polygnathoides siluricus</i> <i>Anoradella ploeckensis</i>	<i>Polygnathoides siluricus</i> <i>Anoradella ploeckensis</i> <i>Ozarkodina biornuta</i>
33	<i>M. chimaera</i>	<i>Kockella</i>	<i>Spathognathodus bohemi- cus</i>
32	<i>Pristiograptus nilssoni</i>		
31		<i>Ozarkodina sagitta</i> <i>Kockella patula</i>	
26		<i>Pterospathodus amorpho- gnathoides</i>	<i>Pterospathodus amor- phognathoides</i>
25		<i>Pterospathodus celloni</i>	<i>Pterospathodus celloni</i> <i>Icriodus irregularis</i> <i>Panderodus simplex</i>
16			

沟口组(S_3g , 新建组) 该组为原稗子田群上部, 实测剖面的第31层, 厚度55.2m, 为深灰色厚层块状灰岩。该组含牙形刺化石带化石为 *Spathognathodus crispus* Walliser, 共生牙形刺主要有 *Hindeodella equidentata* Rhodes, *Dapsilodus inornatus* (Elthington), *Panderosus striatus* (Stauffer), *Ozarkodina media* Walliser, *Trichonodella inconstans* Walliser。该组的牙形刺带 *Spathognathodus crispus* 与西欧和北美的 *S. sprispus* 带时限相当, 即晚志留世上部。该组的牙形刺 *Spathognathodus crispus* 和共生分子 *Hindeodella equidentata* 在云南曲靖上志留统妙高组^[6,8] 及四川二郎山^[3] 上志留统均有发现。进一步证明笔者新建的沟口组属上志留统是可靠的。

岩口组(S_4y , 新建组) 该组为原稗子田群的上部, 包括实测剖面第33a层和第32层, 厚11.1m, 为深灰色厚层灰岩和薄层碳质灰岩。产有牙形刺、笔石及腕足类。该组中有牙形刺带 *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* Walliser。与其共生的牙形刺有 *S. inclinatus posthamathus* Walliser, *S. inclinatus inclinatus* (Rhodes), *Ozarkodus typica typica* Branson et Mehl, *O. denckmnni* Zieger, *O. media* Walliser, *Lingonodina silurica* Branson et Mehl, *Hindeodella equidentata* Rhodes, *Trichonodella excavata* Branson et Mehl, *T. symmetrica* (Branson et Mehl) 等。该组牙形刺带 *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* Walliser 在西欧仅出现在 *Spathognathodus remscheidensis eosteinhornensis* 带中。与该组牙形刺带共生的分子 *Ozarkodus typica typica* Branson et Mehl 在西欧仅出现于 *Spathognathodus remstheidensis eosteinhornensis* 带中, 并在我国西藏定日县帕卓组^[7] 和云南曲靖妙高组^[8] 均有发现。该组中的 *Ozarkodus media* Walliser, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (Rhodes), *Trichonodella excavata* Branson et Mehl 等均在滇西上仁和桥组上部有发现。根据上述牙形刺该组的时限相当于 Pridoli。

榕树组(D_{1r} , 新建组) 该组包括实测剖面的第33b层至第43层, 主要岩性为深灰色灰岩、白云质泥灰岩、角砾状灰岩夹泥灰岩和泥岩, 厚344.1m。本组的最底部33b层主要牙形刺有 *Icriodus woschidti* Ziegler, *Spathognathodus steinhornensis repetitor* Carls et Gandl, *S. steinhornensis steinhornensis* Zieger, *S. exigus* Philip, *S. wurmi* Bischoff et Sanneman, *Ozarkodus eurekaensis* Klapper et Murphy 等(其它牙形刺见33b层), 34层和36层)。牙形刺 *Icriodus woschidti* Ziegler 在西欧和北美是 Gedin 最底部的带化石。上述其它牙形刺均属早泥盆世早期, 因此, 本组无疑属下泥盆统最下部。该组与下伏地层顶志留统岩口组是在相同岩性33层根据牙形刺分开的。这反映了志留系与泥盆系是连续沉积。本组组上部含有腕足类 *Protathyris precursor* Kozłowski, *P. ovalis* Tong, *Linguopugnoides carens* (Barrande), *Lancomyonia tarta* (Barrande), *Parmorthis elegantuloides* (Kozłowski), *Atrypa cf. reticularis* var. *nieczlawiensis* Kozłowski。上述腕足类属早泥盆世最早期, 相当于原捷克斯洛伐克洛赫科夫阶, 与西欧 丁阶底部相当。本组上部还含有笔石 *Metamongraptus* sp., *M. aequabilis notoaequabilis* Jaeger, *Neomonograptus atopus* (Boucek), 属早泥盆世早期的化石。综上所述, 该组的时限为早泥盆世早期。

小梁子组(D_{1x} , 新建组) 本组包括实测剖面的第44层至第52层, 主要为泥质粉砂岩、钙质粉砂质泥岩、泥岩夹白云质泥灰岩。该组与下伏下泥盆统榕树组为整合接触, 该组含竹节石 *Paranowakia* sp., *P. bohémica* Boucek, *P. intermedia* (Barrande), *Nowakia acuaria* (Richiter)。从竹节石分析属布拉格期早期或洛赫科夫期晚期。因此, 笔者建立的

小梁子组的时限相当于布拉格期早期或洛赫科夫期晚期。

3 稗子田剖面研究的新进展

(1) 在同一剖面、同一岩性的地层中, 根据牙形刺化石, 证明这一地区的志留系与泥盆系为连续沉积, 呈整合接触。在剖面第 33 层距底界 7m 处, 发现末志留世 Pridoli 阶的牙形刺化石 *Spathognathodus steinhornensis eaststeinhornensis* Walliser 带, 在其上 2m 处又发现了早泥盆世 Gedin 阶底部的 *Icriodus twoschmidtii* Ziegler 带, 志留系与泥盆系的界线位于这两个牙形刺带之间。截止目前, 稗子田剖面的志留系—泥盆系界线是扬子区最理想的剖面。

(2) 进一步建立健全了盐边稗子田地区志留系岩石地层系统, 确立了各地层单位的时限, 并以牙形刺化石带为依据, 明确了各地层单位的区域对比标准。前人对稗子田剖面的地层划分, 除龙马溪组外, 其上的碳酸盐岩地层则统称为中下志留统稗子田群, 其上以碎屑岩为主的则套用盐源树河剖面中的上志留统中槽组。根据稗子田剖面的牙形刺, 原稗子田群不仅包括下志留统的上部、中志留统、上志留统和顶志留统, 而且还包括了下泥盆统的底部。因此, 对稗子田群依据化石和岩性特征应解体, 做进一步详细划分。笔者拟新建前述各组, 并相应地划定其时限和化石依据。

(3) 稗子田志留系剖面, 由其特殊的地质构造背景和沉积环境, 决定了它独特面貌, 在扬子区内代表了一种新的志留纪沉积类型。笔者对其进行详细划分, 从而提高了这一地区的地层研究程度, 充实和丰富了扬子区志留系的研究内容。

4 稗子田志留系剖面的重要意义

前述剖面描述和地层划分与其时限的探讨表明, 稗子田志留系发育良好, 与上覆泥盆系为连续沉积, 呈整合接触。牙形刺化石十分丰富, 并在关键层位还有笔石化石佐证, 进一步增强了该剖面在区域地层对比中的可比性。在扬子区范围内, 该剖面别具特色, 是理想的地层剖面, 从地层学研究角度来看, 稗子田剖面为扬子区探讨志留系与泥盆系界线问题提供了实际例证, 其意义是不言而喻的。

稗子田志留系的深入探讨为研究加里东构造阶段地壳运动在扬子地区的表现形式及其对沉积作用的响应, 提供了新的线索和依据。受研究程度的影响, 在以往的地层与地质构造的研究中, 讨论较多的是加里东构造期。由于华夏地块向北西方向推移, 并在早志留世中晚期与中国南方构成统一的南方地块, 受其影响, 扬子地块也随之抬升, 沉积范围逐渐缩小。受加里东运动的影响, 在不同地区先后出现沉积间断。在扬子区主要表现为造陆运动。基于这种地质背景, 在许多地质研究者看来, 扬子区范围内有无良好的志留系完整剖面, 以及志留系—泥盆系是否存在整合接触的边缘沉积剖面都是争议的焦点问题。

从地史演化分析, 扬子区西部在中寒武世之后, 已开始逐步抬升, 如盐边、华坪等地区缺失中寒武统至志留系就是很好的例证。然而在箐河断裂、鱼泡江断裂/程海断裂以西的地区, 却有保存较好的早古生代中期至晚古生代地层, 故有盐源—丽江边缘拗陷之说。据一些新的研究成果表明, 扬子地块西部边缘(鱼泡江断裂以西), 南起云南大理洱海以北, 经永胜程海往北延伸到宁蒗泸沽湖, 自早奥陶世晚期开始便出现呈南北向延伸的断陷盆地沉积, 并在以后的古生代各时期不断延续发展, 形成断陷盆地的边缘斜坡, 沉积一套钙屑浊流沉积岩。箐河断裂以西、以北的盐边稗子田、大坪子、洼落乃至盐源树地区(小金河断裂以南), 总

体特征与宁蒗泸沽湖地区的沉积特征相似, 应属断陷盆地沉积。盐源断陷盆地至二叠纪时进一步拉张形成再生初始小洋盆。随后受北东新构造运动挤压的影响, 扬子地块西南缘发生大规模的左行走滑, 使盐源-盐边构造盆地的位置发生变化。因此, 详细研究盐边稗子田志留纪的地层剖面, 为区域构造研究和原始沉积盆地的复原, 提供了重要的地质信息。

参加野外工作的有王汝植、赵裕亭、王凤玉、白金、白和斌。在完稿过程中承蒙范影年、周名魁审阅和修改, 在此谨表示谢意。

参考文献:

- [1] 林宝玉. 中国的志留系[A]. 中国地层(6)[C]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [2] 四川省区域地层表编写组. 西南地区区域地层表: 四川省分册[M]. 北京: 地质出版社, 1978.
- [3] 金淳泰, 叶少华等. 四川二郎山地区志留纪地层及古生物[A]. 成都地质矿产研究所所刊(11)[C]. 北京: 地质出版社, 1989.
- [4] 安太庠. 中国南部早古生代牙形石[M]. 北京: 北京大学出版社, 1987.
- [5] WALLISER O H. Conodont Biostratigraphy of the Silurian of Europe[A]. SWEET W C and BERGSTROM S M. Symposium on Conodont Biostratigraphy[C]. Boulder (Colorado): The Geological Society of America, Inc., Memoir 127, 1971, 195—206.
- [6] 王成源. 云南曲靖玉龙寺组时代的新认识[J]. 地层学杂志, 1981, 5(3): 240.
- [7] 林宝玉, 邱洪荣. 西藏的志留系[A]. 青藏高原地质文集(8)[C]. 北京: 地质出版社, 1983.
- [8] 王成源. 云南曲靖上志留统牙形刺[J]. 古生物学报, 1980, 19(5): 369—379.
- [9] 方润生, 江能人等. 云南曲靖地区中志留世—早泥盆世地层及古生物[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1985.