

文章编号: 1000-5013(2008)01-0138-05

闽西南上石炭统白云岩层的空间分布特征

李建成¹, 张祖辉¹, 李文实¹, 洪祖寅²

(1. 泉州师范学院 资源与环境科学学院, 福建 泉州 362000; 2. 福州大学 资源与环境科学学院, 福建 福州 350002)

摘要: 系统研究闽西南上杭、宁化、龙岩等地的上石炭统生物地层, 通过对各地生物地层的划分和对比, 揭示该白云岩层的空间分布特征. 文中认为, 闽西南上石炭统中的白云岩层的沉积时限, 分别在南北(上杭至宁化)和东西(上杭至龙岩)方向上存在着横向变化; 白云岩层是在晚石炭世滑石板期至逍遥期, 沿下石炭统林地组基底碎屑岩地层的接触界面而发育的穿时沉积层; 晚石炭世时期形成的铁、锰层控矿床, 特别是“马坑式铁矿”与该套白云岩层关系密切. 最后, 根据其含矿性等分析, 认为该套地层可以作为寻找福建省石炭纪铁、锰层控矿床的找矿标志.

关键词: 白云岩层; 空间分布; 上石炭统; 闽西南

中图分类号: P 587(257); P 536 **文献标识码:** A

闽西南上石炭统下部的白云岩层, 在宁化县泉上镇的福建省石炭系次层型剖面上, 位于黄龙组下部, 岩性为灰白色带淡红色的厚层状微晶白云岩及白云质灰岩. 1995 年, 在福建省地层的清理中, 李兼海等^[1] 将其单独划出, 称老虎洞组. 由于该套地层与铁、锰层控矿床密切相关而倍受福建省地质界所瞩目. 自 2002 年以来, 在上杭、宁化和龙岩等地进行上石炭统地层专题研究过程中, 发现该地层并非一定位于黄龙组下部, 而在沉积厚度和沉积时限存在较大的变化^[2-4]. 本文对该套白云岩层的空间分布特征进行归纳总结, 期望对福建省石炭纪铁、锰层控矿床的找矿工作有所裨益.

1 测点地层剖面简介

选择位于闽西南石炭系地层出露的工作区, 最具代表性的 3 个地层剖面作为基础资料, 如表 1 所示. 表中, h 为厚度. 其中, 在石炭系地层出露的南段, 以上杭庐丰剖面最为典型. 该剖面位于上杭县庐丰下隔村笠麻崇峰 SE167, 距离 950 m 的沟谷中, 白云岩层出露完整, 层序清楚, 厚度为 7.03 m; 在石炭

表 1 3 个典型地层剖面的基础资料

Tab. 1 Fundamental materials for the cross section of 3 typical strata				
剖面	地层	h /mm	岩层状况	产蛭
上杭 庐丰 剖面	上覆地层 (黄龙组)	4.14	青灰色巨厚层状生物碎屑微晶灰岩	<i>Profusulinella staffellaeformis</i> Kireeva, <i>P. parafittsi</i> Rauser, <i>P. ovata</i> Rauser
		11.75	灰白色巨厚层状生物碎屑微晶灰岩, 与下层整合	<i>Profusulinella staffellaeformis</i> Kireeva, <i>P. ovata</i> Rauser, <i>P. prisca</i> (Deprat), <i>P. pseudolibrovichi atelica</i> Rauser, <i>Pseudendothyra moelleri</i> (Ozawa)
	白云岩层	7.03	灰白色巨厚层状微晶白云岩, 与下层接触关系不明	未见化石
	下伏地层 (林地组)	2.00	灰白色带浅紫红色石英砂岩	未见化石
		13.70	灰白色石英砂砾岩, 风化后呈“糖粒状”, 中部夹铁、锰质中粒砂岩, 见有 0.5 m 的褐铁矿层	-

收稿日期: 2007-11-30

作者简介: 李建成(1961-), 男, 教授, 主要从事地质及自然资源的研究. E-mail: ljc6108@163.com.

基金项目: 福建省自然科学基金计划资助项目(D0640008)

续表				
Continue table				
剖面	地层	h/ mm	岩层状况	产蛭
宁化泉下剖面	上覆地层 (黄龙组)	11. 70	灰色厚层状生物碎屑泥晶灰岩, 岩石致密坚硬, 与下层整合	<i>Fusulinella obesa</i> Sheng, <i>F. paracolaniae</i> Safonova, <i>F. microlocula</i> Sheng, <i>Fusiella praetypica</i> Safonova, <i>F. typica</i> Lee et Chen, <i>Profusulinella rhomboides</i> Lee et Chen, <i>Taitzehoella</i> cf. <i>taitzehoensis</i> Sheng, <i>Schubertella magna</i> Lee et Chen, <i>Ozawaia nella tingi</i> Lee
	白云岩层	12. 75	灰色带淡红色厚层状微晶白云岩, 与下层接触关系不明	<i>Pseudoendothyra ninghuaensis</i> Li et Hong, <i>P. parasphaerica umboformis</i> Reitlinger, <i>P. lata</i> (Grozdilova et Iebedeva), <i>P. instabilis</i> Melnikova, <i>P. rara</i> (Grozdilova), <i>P. strnvei</i> (Morller), <i>P. sagittaria</i> (Schlykova), <i>P. moelleri</i> (Ozawa), <i>P. illustria</i> Melnikova, <i>P. sp.</i>
	下伏地层 (林地组)	22. 60	灰白色中厚层状石英砂砾岩	未见化石
龙岩马坑铁矿 ZK614 钻孔剖面	白云岩层	3. 70	浅紫红色铁泥质粉砂岩	含少量植物化石: <i>Neuropteris</i> sp. , <i>Trignocarpus</i> sp. .
		-	灰黑色含燧石结核灰岩, 中部夹泥质灰岩, 与下层整合	<i>Triticites</i> sp. , <i>Rugosofusulina</i> sp. , <i>Schwagerina</i> sp. .
		10. 10	灰白色、黄绿色石榴子石砂卡岩, 下部夹弱黄铁矿化白云质灰岩	-
		12. 10	灰黑色大理岩化泥质灰岩及含燧石结核灰岩, 中部夹碎裂硅质岩	-
		21. 40	灰白色白云岩及大理岩化白云质灰岩, 中部夹砂卡岩, 见少量辉钼矿化, 上部为泥质灰岩及硅质岩	-
		45. 30	磁铁矿透辉石砂卡岩, 底部为大理岩化岩马坑铁矿的西矿段, 云质灰岩	-
		10. 10	石榴子石磁铁矿层	-
		3. 00	绿黑色绿泥石化辉绿岩及透辉石石榴子石砂卡岩	-
		0. 30	透辉石磁铁矿层	-
		5. 40	暗绿色阳起石化、绿泥石化辉绿岩, 与下层平行不整合	-
	下伏地层 (林地组)		灰白色石英岩化粗粒石英砂岩	未见化石

系地层出露的北段, 以宁化泉下剖面为代表. 该剖面位于泉下镇石灰窑下隔村 SW240 约 200 m 处, 白云岩层的层序清楚, 厚度为 12. 75 m; 在石炭系地层出露的东部, 以龙岩马坑铁矿 ZK614 钻孔剖面^[5] 最为典型. 该剖面位于龙钻孔剖面白云岩层的层序较为清楚, 大理岩化明显并夹数层磁铁矿层, 总厚度为 107. 70 m.

2 白云岩层的空间分布特征

在上述 3 个地层剖面中, 尽管白云岩层出露的厚度不一, 但上下地层的层序清楚并含有丰富的蛭类化石, 这就使得区域地层的对比成为可能.

2. 1 纵向分布

从纵向上看, 在上杭庐丰剖面中, 白云岩层的厚度 7. 03 m, 岩性为灰白色巨厚层状微晶白云岩, 岩石致密坚硬, 化石资料缺乏. 其上覆地层为含有 *Profusulinella* 带的微晶灰岩, 地层时代为上石炭统达拉阶的下部, 二者为连续沉积关系; 下伏地层为下石炭统林地组的碎屑岩, 接触关系不明. 由此可见, 上杭庐丰剖面中白云岩层的地质时代应与上石炭统滑石板阶相当. 在宁化泉下剖面中, 白云岩层的厚度 12. 75 m, 岩性为灰白色巨厚层状微晶白云岩, 岩石致密坚硬, 含有大量的 *Pseudoendothyra* 蛭类化石, 并建有 *Pseudoendothyra ninghuaensis* 顶峰带^[3]. 由于国内其他地区同期地层中尚未发现同类化石带,

因此, 该生物地层与国内其他地区的同期地层难以建立直接的对比关系. 但是, 该套白云岩层的上覆地层为含有 *Fusulina-Fusulinella* 带微晶灰岩, 地层时代为上石炭统达拉阶的上部, 且两者的整合接触关系清楚; 下伏地层也为下石炭统林地组的碎屑岩, 接触关系不明. 因此, 宁化泉下剖面中白云岩层的地质时代, 应与上石炭统达拉阶下部地层相当. 在龙岩马坑铁矿 ZK614 钻孔剖面中, 含矿白云岩层的厚度 107.70 m, 岩性为灰白色厚层状白云岩及大理岩化的白云质灰岩夹数层砂卡岩化的磁铁矿层, 化石资料缺乏. 其上覆地层为含有 *Triticites* 带和部分 *Rugosofusulina*, *Schwagerina* 蜓类化石分子的微晶灰岩, 地层时代应为上石炭统逍遥阶^[6], 二者为整合接触关系; 下伏地层仍为下石炭统林地组的碎屑岩, 接触关系不明. 因此, 龙岩马坑铁矿 ZK614 钻孔剖面中含矿白云岩层的地质时代相当于上石炭统达拉阶上部.

2.2 横向对比

从横向上看, 在上杭至宁化近南北方向上, 由两地典型剖面蜓类生物地层的对比可见, 虽然上杭庐丰 *Profusulinella* 带与层位大致相当的宁化泉下 *Pseudoendothyra ninghuaensis* 带因化石组合存在较大差异, 似乎并未构成对比关系. 但是, 超覆于下石炭统林地组碎屑岩之上的白云岩层, 在南部上杭庐丰剖面中其顶部与达拉阶下部的地层呈整合接触; 在北部宁化泉下剖面中, 则与达拉阶上部的地层呈整合接触. 说明在南北方向上, 该套白云岩层的层位有所抬升. 在上杭至龙岩近东西方向上, 通过进行两地蜓类生物地层对比发现, 分布于下石炭统林地组碎屑岩上部的含矿白云岩层的顶部, 在龙岩马坑铁矿 ZK614 钻孔剖面直接与逍遥阶地层呈整合接触关系. 说明在南北方向上, 该套白云岩层的层位也逐步抬升, 局部相变为经畚组碎屑岩. 考虑到 *Triticites* 带的等时分布, 认为闽西南上石炭统中的白云岩层沿上杭-宁化一线和上杭-龙岩一线因沉积相区的差异存在着较大的横向变化. 即在南北和东西方向上层位逐渐抬高, 具有明显的穿时沉积特征, 如表 2 所示. 可见, 闽西南上石炭统的微晶白云岩层, 应是沿下

表 2 闽西南石炭系蜓带的划分和对比

Tab. 2 Division and correlation of Fusulinid zones from the Carboniferous in Southwestern Fujian

地层时代	宁化	上杭	龙岩
	逍遥阶	<i>Triticites</i> 带	<i>Triticites</i> 带
上石炭统	上部	<i>Fusulina-Fusulinella</i> 带	<i>Fusulina-Fusulinella</i> 带
	下部	白云岩层	<i>Profusulinella</i> 带
	滑石板阶	白云岩层	
下石炭统		林地组碎屑岩	

石炭统林地组的基底碎屑岩地层的接触界面而发育的穿时沉积层.

3 白云岩层的控矿作用

3.1 白云岩层的含矿性

石炭纪是我国的主要成矿期, 其中较大型的铁、锰金属矿床与上石炭统黄龙组白云岩层密切相关. 沈喜伦^[7]在研究江苏南部黄龙组底部白云岩时指出, 这一时期形成的白云岩层中富含 Fe, Cu, Pb, Zn, Mn 等金属元素, 这与闽西南上石炭统下部白云岩系中的微量元素的分布十分相似. 在龙岩马坑铁矿的顶板岩石中全铁 (TFe) 的质量分数为 10.52%, 其他金属元素的质量分数平均为 4.1% (Cu), 1.6% (Pb), 15.3% (Zn); 在连城庙前白云质灰岩中 Mn 的质量分数高达 2.559×10^{-5} ; 在龙岩中甲泥岩灰岩中 TFe 质量分数平均为 7.55%, 经畚组泥质白云岩中 TFe 质量分数平均为 9.8%, 含铁泥岩中钨锡的质量分数偏高, w 为 $1.7 \times 10^{-7} \sim 1.8 \times 10^{-7}$, Sn 为 $1.0 \times 10^{-7} \sim 1.9 \times 10^{-8}$. 从以上几个代表性测点所采集的样品分析结果表明, 本区含矿地层中, Fe, Cu, Pb, Zn, Mn 等多金属元素明显高于地壳的克拉克值, 特别表现为 Fe, Mn 等金属元素的相对富集, 说明了含矿地层与磁铁矿层在成因上的相关性. 在大田-龙岩的晚石炭世地层所构成含硫-铅锌铜碎屑岩-硅铁白云岩建造就是佐证^[8].

3.2 层位控矿作用

福建省石炭纪成矿期的主要铁、锰金属矿床 (如马坑式铁矿等) 的主矿体多数呈层状、似层状, 赋存于沿林地组碎屑岩之上沉积界面形成的穿时沉积层——白云岩层的下部. 一般中心厚度较大, 向两侧、

边缘厚度变小并逐渐相变为白云岩、白云质灰岩, 或者碎屑岩, 原始硅铁建造中含有泥、白云质和钙质, 即组成硅铁-白云岩建造. 该含矿建造的底板为下石炭统林地组的碎屑岩层, 顶板地层时代因地而异, 在上杭湖洋铁矿区为含有 *Profusulinella* 带的达拉阶下部石灰岩地层; 在龙岩马坑铁矿的西矿段为含有 *Triticites* 带和部分 *Rugosofusulina*, *Schwagerina* 蜓类化石分子的逍遥阶石灰岩地层; 在长汀草坪矿区铁矿层及含矿白云岩层则与三叠系地层直接接触^[5]. 此外, 在安溪洛阳 ZK1601 钻孔的铁矿层之上 17.9 m 处找到了 *Quasifusulina cf. tenuis* 化石; 在安溪剑斗内坂铁矿顶板 2.5 m 处的硅质灰岩中找到了 *Pseudoschwagerina* 化石^[7], 说明铁、锰矿床及含矿地层的顶板层位沿上杭-长汀-宁化方向和上杭-龙岩-安溪方向也逐渐升高. 由此可见, 含矿建造-白云岩建造在时空上表现为富集于一个穿时界面上, 矿床具有明显的层控特征. 此外, 铁、锰同生矿床的沉积特征十分明显. 以龙岩马坑铁矿中的海相沉积矿床为例^[9], 从矿床产出特征看, 透辉石型-石英型磁铁矿层的主矿体呈层状、似层状赋存于白云岩层的下部; 从铁矿石的矿物成分和化学成分看, 这一类型矿床的矿石矿物成分和化学成分简单, 矿物成分除磁铁矿外, 主要有石英、透辉石、方解石、白云石等, 磁铁矿颗粒一般较细小和均匀, 以 0.005~0.050 mm 为主, 其空间分布较稳定, 厚度变化幅度小, 化学成分则以 SiO_2 、 Fe_2O_3 和 FeO 为主; 从矿石的结构和构造看, 多见变余鲕状结构和条纹、条带状构造, 且原生条纹与白云质灰岩的层理同步皱曲. 上述具备海相沉积的矿石矿物、结构构造垂直分带明显, 反映了原始沉积环境下矿物有规律分选与交替的过程.

3.2 岩相控作用

综上所述, 铁、锰金属矿产与含矿白云岩层具有相似的空间分布特征, 说明矿床的形成在一定程度上受到白云岩层沉积相的控制作用. 从该套白云岩层的特点看, 虽然在整个沉积盆地上形成穿时沉积特征, 但在测点地层剖面中保持着较好的成层性. 根据文[8-9]对宁镇山脉上石炭统黄龙灰岩下部白云岩成因的研究认为, 白云岩的这种严格成层性不应是次生成因的形态, 而是一个相对闭塞的泻湖盆地的一种原生化学沉积的产物, 其岩相应属咸化泻湖相或滞水海湾相. 这种相对闭塞的滞水海湾, 使得海水的盐分和碳酸盐的镁质成分增高而导致白云岩的沉积. 在这种相对闭塞的滞水海湾中, 如果有丰富的铁、锰质来源且在适合的电子活动性(Eh 值)、氢离子活性(pH 值)条件下, 铁、锰质富集形成沉积型矿床是可能的.

晚石炭统滑石板晚期, 闽西南地区存在一个以上石炭统林地组碎屑岩为基底的北东向拗陷. 海水由南向北侵入, 在上杭、武平一带, 形成大致与当时海岸带中潮坪位置相当的半封闭局限海, 并沉积了含矿白云岩层. 随着晚石炭世海侵范围的进一步扩大, 海岸带也随之向北、东、西三面推进, 相应的半封闭局限海台沉积相也产生着位相变化. 在达拉早期, 移动至长汀、宁化一带; 在达拉晚期, 移动至龙岩一带; 进入逍遥期时, 继续向东推进, 构成含矿白云岩层的穿时沉积, 如图 1 所示.

应当指出的是, 早石炭世晚期, 在闽西南拗陷内广泛分布有林地组碎屑岩, 这套地层中富含铁、锰质成分, 在龙岩中甲的含铁砂泥岩中 TFe 的平均质量分数达到 9.55%; 在上杭庐丰剖面, 甚至可以见到有厚薄不一的褐铁矿层, 位于拗陷周边和底部的含铁、锰质碎屑岩. 在当时气候炎热潮湿、化学风化强烈的条件下, 岩石遭受风化剥蚀和离析分异, 岩石析出铁、锰的氧化物或氢氧化物, 它们

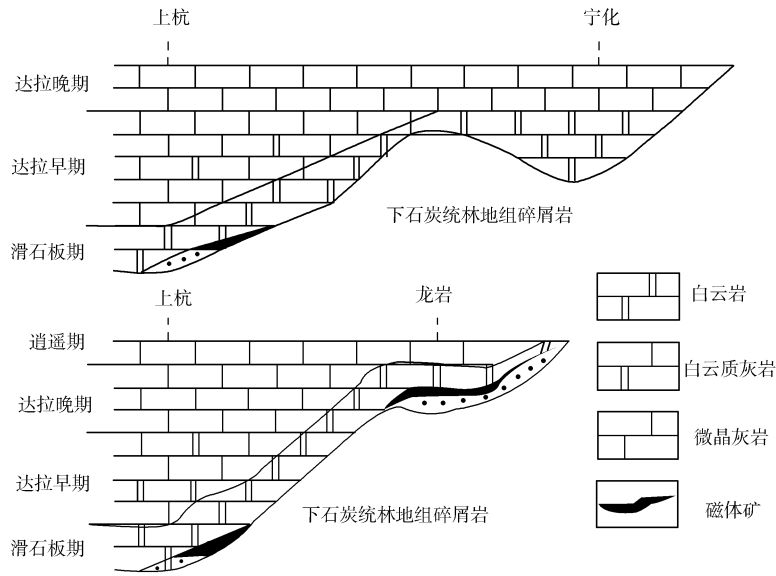


图 1 闽西南晚石炭世沉积模式图

Fig. 1 Diagram showing the sedimentary model of Upper Carboniferous in Southwestern Fujian

多呈游离状或胶体状随地表水或地下水进入海盆,成为这一时期铁、锰矿床的重要物质来源之一。

4 结束语

在上述闽西南上杭、宁化、龙岩等地上石炭统生物地层系统研究的基础上,通过各地生物地层的划分和对比,从纵、横两个方向上分析了含矿白云岩层的分布特征,并从白云岩层的含矿性及岩相古地理的控矿作用等,分析和说明研究其空间分布的意义。福建省晚石炭世时期形成的铁、锰等层控矿床还与后期的岩浆活动有着密切的关系,后者可以通过接触交代或热液变质等作用^[10],使其转变成成为富矿。这有待于今后进一步工作予以证实。

参考文献:

- [1] 李兼海,王国平,郑铁藩,等. 福建地层多重划分对比研究[J]. 福建地质,1995,14(4):234-235.
- [2] 李建成,洪祖寅,陈国庆. 福建上杭晚石炭世蜓类 *Profusulinella* 动物群及其地层意义[J]. 古生物学报,2004,43(2):287-296.
- [3] 李建成,洪祖寅. 福建宁化晚石炭世有孔虫 *Pseudoendothyra* 动物群发现及其意义[J]. 微体古生物学报,2003,20(4):407-418.
- [4] 李建成,洪祖寅,张祖辉. 福建宁化上石炭统蜓类生物地层研究[J],地层学杂志,2005,29(3):275-280.
- [5] 骆金锭,鄢南庆. 闽西南马坑式铁矿主矿体的层位和时代[J]. 地质科学,1980,(4):331-339.
- [6] 全国地层委员会. 中国区域地层单位(地质时代)说明书[M]. 北京:地质出版社,2002:42-43.
- [7] 吴 歧,郑云钦. 福建石炭纪岩相古地理分析[J]. 福建地质,1993,12(4):300-316.
- [8] 夏邦栋. 关于宁镇山脉中石炭纪黄龙灰岩下部白云岩的几个问题[J]. 地质论评,1959,15(9):212-215.
- [9] 沈喜伦. 江苏南部黄龙组底部白云岩的归属问题[J]. 地层学杂志,1982,6(4):312-316.
- [10] 陈跃升. 马坑铁矿开发过程中对矿床成因的新认识[J]. 金属矿山,2002,317(11):50-59.

On Spatial Distribution Characteristics of Upper Carboniferous Dolomite in Southwestern Fujian

LI Jian-cheng¹, ZH NANG Zu-hui¹, Li Wen-shi¹, HONG Zu-yin²

(1. College of Resource and environment, Quanzhou Normal University, Quanzhou 362000, China;
2. Department of Environment and resource Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: This article, based upon a systematic analysis of the Upper Carboniferous biologic stratum of several regions of Southwestern Fujian such as Shanghang, Linghua, Longyan etc., and with the use of delimitation as well as comparison among these regional biologic strata, demonstrates the spatial nature of Dolomite Stratum, puting forwards that there exists transverse differentiation in sediments between south-north direction (from Shanghang to Linghua) and west-east direction (from Shanghang to Longyan). In the end, Dolomite Stratum subjects to under Carboniferous stratum from Huashiban period to that of Xiaoyao which moves along the counter-surface of Lindi unit of Under Carboniferous and go straight to the sedimentary stratum. The iron and manganese deposit of Late Carboniferous Period especially that of Makeng iron ore is of close relationship with the Dolomite Stratum by the analysis upon stratum material elements, it shows that this whole stratum will be the indicator for locating Carboniferous iron and manganese deposit.

Keywords: dolomite stratigraph; spatial distribution; the Upper Carboniferous; Southwestern Fujian

(责任编辑:黄仲一)