2004 年第 23 卷　第 3 期 362~ 369 页　　云 南 地 质　　CN53- 1041/P　ISSN1004- 1885

禄丰腰站以东前震旦系地层及沉积环境

李锡康[1]，柏　坚[1]，刘旭辉[2]，钱祥贵[2]，高子英[1]

(1. 云南省地质科学研究所，昆明 650011；2. 云南省国土资源厅信息中心，昆明 650011)

摘　要：依据腰站以东前震旦系各组岩性特征、沉积构造、叠层石发育情况，划分为滨海环境、潮间带环境、浅海环境、半深海- 深海环境；将孝母山砾岩确定为层间砾岩性质。

关键词：滨海，潮间带，浅海；沉积环境；前震旦系；腰站　禄丰

中图分类号：P534. 3　　文献标识码：A　　文章编号：1004-1885 (2004) 03-362-08

滇中前震旦系地层分布广泛，其中蕴藏丰富的矿产资源，著名的大红山铁铜矿、东川铜矿、易门铜矿等属此。本文的材料来自笔者在禄丰一带从事 1∶5 万区域地质调查工作。

该区位于扬子准地台川滇台背斜武定-石屏隆断束。区域主体构造 NE 向。分布两套地层，下部是前震旦系区域浅变质岩系，构成褶皱基底，展布方向与区域构造方向一致。上部为中生代河湖相红色岩系（红层），形成盖层（图 1）。前震旦系地层形成于距今 18. 5 亿年（龙川运动）~ 8 亿年（晋宁运动）之间，属中~ 上元古界，晋宁运动褶皱变质，为一套浅变质岩组合。从老到新依次出露因民组〈Pt*y*〉、落雪组（Pt*l*）、鹅头厂组（Pt*e*）、绿汁江组（Ptl_2）、美党组（Pt*m*）、七贤村组（Pt*q*）。整套浅变质岩厚度较大，主要为碳酸盐岩和碎屑岩，基本层序为以非旋回性为主、旋回性为辅的加积型，显示冒地槽型沉积特征。

1　地层系统

1. 1　因民组（Pt*y*）　　厚> 192. 33m

与层型剖面相比，区内出露的因民组属因民组三段（Pt*y*3），岩性为灰紫色、紫红色、褐红色、灰色具韵律条带的石英千枚岩、砂板岩夹紫红色、蜡黄色薄层~ 中厚层粉晶~ 细晶白云岩，少量石英白云岩。韵律千枚岩、砂板岩的韵律条带宽 1mm~ 15mm，一般是一层砂、一层泥反复交替形成。局部具有砂岩透镜体（厚 5cm~ 10cm）及潮汐层理（图 2）。薄层~ 中厚层白云岩厚 1. 53m~ 34. 9m，走向上分布不稳定，呈透镜体出现。局部具角砾白云岩。光谱分析碎屑岩含 Fe 较高，为（3~ 7）ωb%；含 Cr、Ni、Co、Na 较低，其中 Na< 0. 05ωb%。白云岩除 Ca、Mg 含量高外，其余元素均很低，属较纯白云岩。该组是区内变质最深、时代最老的变质岩。

收稿日期：2004-02-27.

作者简介：李锡康（1967-），男，云南牟定县人，工程师，主要从事区域地质、矿产地质研究工作。.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

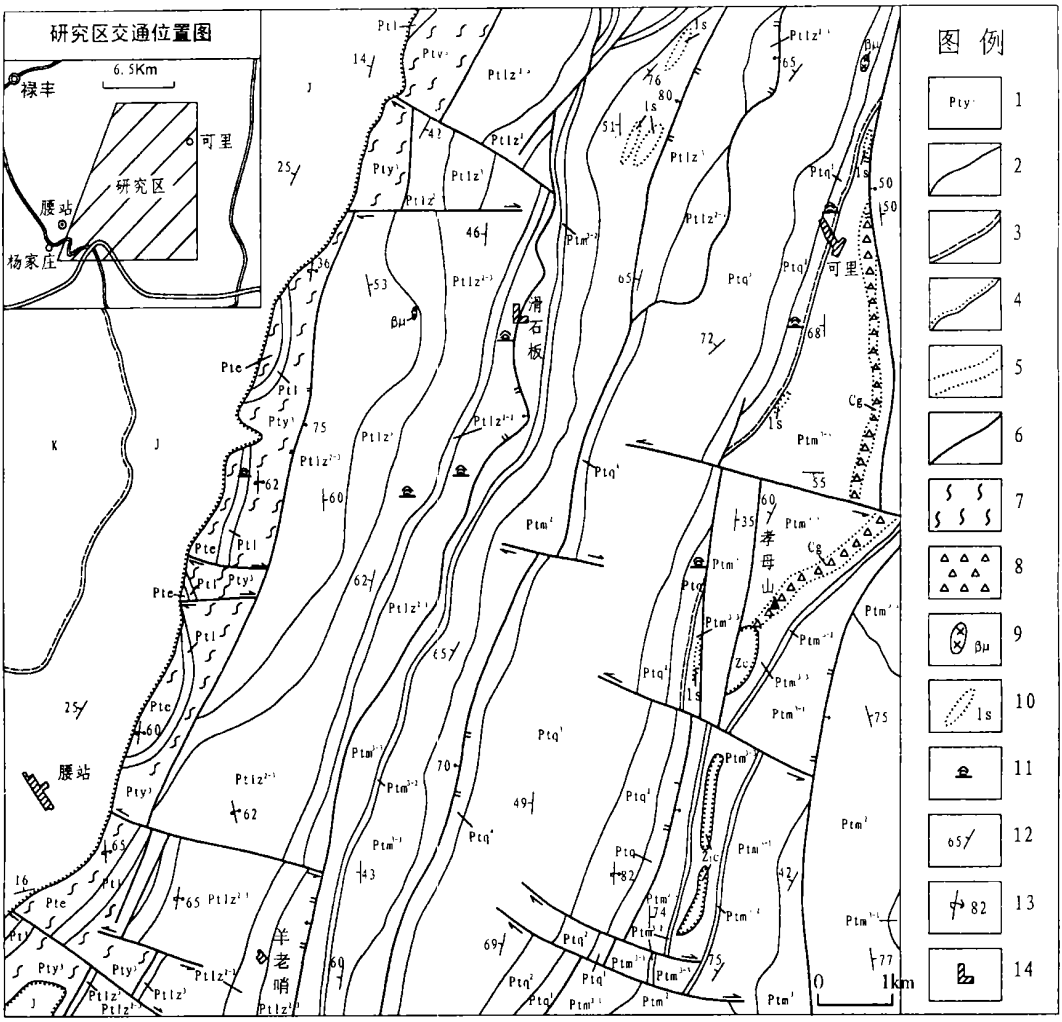

图 1　禄丰腰站东前震旦系地层分布图

Fig 1　Geological Map of Precambrian System, Area East of Yaozhan, Lufeng

1. 地层代号, **2**. 整合地层界线, **3**. 平行不整合界线, **4**. 角度不整合界线, **5**. 非正式单位界线, **6**. 断层, **8**. 强应变带, **9**. 辉绿岩, **10**. 灰岩透镜体 (非正式地层单位), **11**. 叠层石产地, **12**. 地层产状, **13**. 倒转地层产状, **14**. 居民点。

1.2　落雪组 (Pt*l*)　　厚 **77.13**m

落雪组出露较全, 也较稳定, 但厚度薄, 为灰白色、肉红色、青灰色薄层~ 中厚层状粉晶~ 微晶白云岩。局部含硅质条带, 其中常发育叠层石及硅质团块。叠层石主要有核形叠层石、包心菜叠层石、锥状叠层石、层叠层石。据光谱分析, 除主量元素 Ca、Mg 含量高外, 含 Fe (0.5~ 0.7) ωb%, Mn (0.5~ 0.8) ωb%, 正常或略偏高; Na、Cu 等元素含量很低, Na (0.01~ 0.02) ωb%, Cu (4~ 5) $\times 10^{-6}$, 钙镁比值十分稳定, 且平均值接近纯白云岩。铜含量低于因民组, 即是测区落雪组分布区铜矿化较差的原因。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

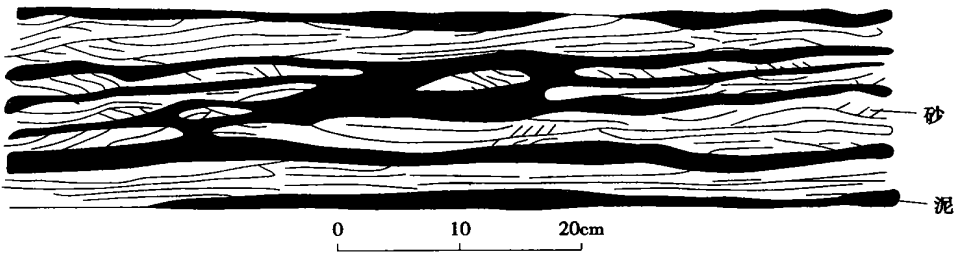

图 2 因民组砂板岩中的潮汐层理

Fig 2 Tidal Bedding in the Sandy Slate of Yinmin Formation

1.3 鹅头厂组 (Pt*e*) 厚> **69.30**m

鹅头厂组底部与落雪组整合接触, 顶部被红层掩盖, 出露不全。岩性为绿灰色、灰色、绿黄色、深紫色板岩、粉砂质板岩、条带状含铁质板状石英千枚岩等, 少量薄层细砂岩。条纹条带发育。风化后颜色较杂, 呈挑红色、灰白色、灰黄色、黄绿色等。个别地方出现走向上不稳定的厚层砂岩透镜体及紫红色铁质砂岩。在板岩中局部见透镜状层理 (图 3) 。据光谱分析, 铁含量较高, 可达 8ωb%, 含 Na0.5ωb%, Mg0.8ωb%, 其余元素含量均较低。

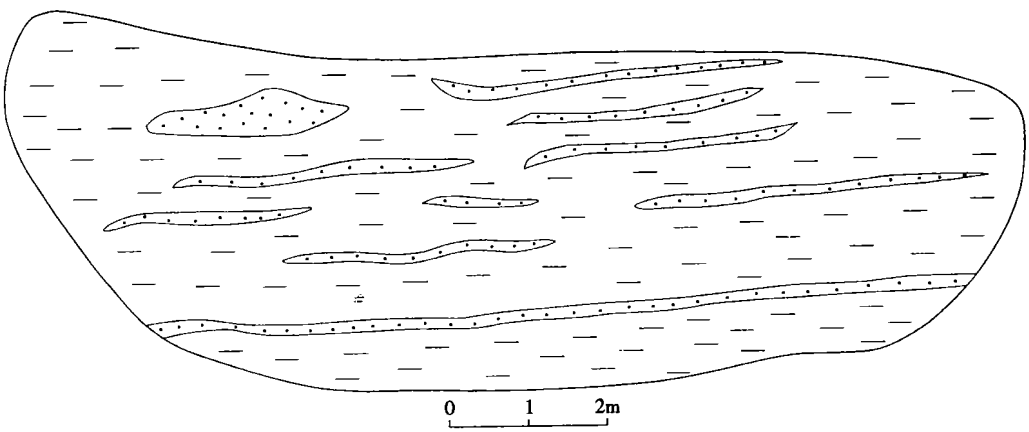

图 3 峨头厂组板岩中砂岩透镜体 (透镜状层理)

Fig 3 Sandstone Lens (Lenticular Bedding) in the slate of Etouchang Formation

1.3 绿汁红组 (Pt*lz*)

绿汁红组东、西两边分别与美党组, 因民组呈断层接触。顶、底出露均不全, 仅出露二段、三段, 其中二段可细分为 3 层, 自下而上:

(1) 绿汁汁江组第二段第一层 (Ptlz^{2-1}) 厚> 323.52m

灰色、青灰色 (风化后可呈灰黄色、杂灰色) 中~ 厚层状细~ 粉晶白云岩, 局部发育水平层理及交错层理。

(2) 绿汁江组第二段第二层 (Ptlz^{2-2}) 厚> 856.92m

底部为灰黄色、杂黄色板岩、钙质板岩, 往上逐渐夹薄层含泥质灰岩及灰岩透镜体, 且有规律地增厚 (由下往上, 0.1m~ 5m) ; 上部为薄层、少量中厚层灰色、深灰色、青灰色

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

微晶~ 粉晶灰岩夹少量薄层~ 中厚层白云岩。灰岩中含大量泥条, 且多含有机质, 局部见星散状黄铁矿及同生滑塌褶皱。在羊老哨, 白云岩中有鲕粒产出。

(3) 绿叶江组第二段第三层 (Pt_{lz}^{2-3})　　厚> 856.92m

肉红色、浅肉红色、灰白色中厚层状隐晶~ 粉晶白云岩, 少量含砂白云岩。底部具不稳定的灰黑色 (风化后呈灰白色、灰黄色) 板岩夹薄层轻变质含微砂粗粉砂岩。白云岩局部显条纹状构造, 见同生角砾及锥状叠层石。据光谱分析, 除 Ca、Mg 含量较高外; Fe、Mn 亦高。其中 Fe (0.1~ 2) ωb%, Mn (0.1~ 1) ωb%。其余元素含量均低。而在羊老哨, 该层白云岩含镁较高 (MgO 为 19.69ωb%), 构成白云岩矿床, 楚雄磷肥厂用之生产钙镁磷肥。

(4) 绿汁江组第三段 (Pt_{lz}^{3})　　厚> 82.68m

灰白色、肉红色薄层~ 中厚层状粉晶~ 微晶白云岩夹黄绿色、灰黄色板岩、泥质粉砂岩、白云质砂岩。部分夹紫红色铁质砂岩, 有赤铁矿及褐铁矿产出 (含铁品位 (58~ 64) ωb%)。

1.4 美党组

与出露美党组第二段和第三段, 其中第三段可分为 3 层, 从下至上:

(1) 美党组二段 (Ptm^{2})　　厚> 186.68m

深灰色 (风化后呈灰黄色、灰白色、桃红色) 板岩、绢云母板岩、含炭质板岩, 产出较多粉砂质条纹条带。局部地段夹薄层石英砂岩、粉砂岩、粉砂质板岩, 部分产出 1m~ 60m 厚的青灰色中厚层微晶灰岩透镜体。据光谱分析, Ti 含量较高 (0.3~ 0.7) ωb%; Fe 含量正常, 0.8~ 5ωb%; 但 Mn 含量较低, 多数样品小于 $20 \times \omega b / 10^{-6}$。

(2) 美党组三段第一层 (Ptm^{3-1})　　厚 293.54m

底部与七贤村组四段断层接触, 灰黄色、深灰色板岩夹薄层灰岩或灰岩透镜体。中部为深灰色 (风化后为灰黄色、杂色) 绢云母板岩、含碳板岩夹少量薄层细砂岩、粉砂岩, 往上含砂渐多。上部为薄层粉砂岩、细砂岩与粉砂质板岩互层、薄层砂岩夹板岩, 砂岩中含黄铁矿、偶见小型楔状交错层理 (层系厚度为 1cm~ 1.5cm), 水平层理发育。据光谱分析, Fe、Al、Mn、Ti 等元素含量由下往上逐渐降低。

(3) 美党组第三段第二层 (Ptm^{3-2})　　厚 35.76m

较稳定的灰白色中厚层状变质中细粒石英砂岩, 局部夹薄层细砂岩、粉砂岩、灰黑色板岩、粉砂质板岩。变质石英砂岩中碎屑含量 (85~ 99.76) %, 几乎全由石英组成, 成熟度较高。石英颗粒呈次棱~ 次圆状, 分选度中等, 次生加大明显。以接触式胶结为主, 基底式胶结为辅。胶结物为次生加大石英和已变质的泥质物。据光谱分析, 各种元素含量均较低, 证明是比较纯的变质石英砂岩。该层中平行层理、交错层理较发育。

滑石板-密马龙一带, 该层变质石英砂岩纯度较高, 含 SiO_2 (90~ 99.76) %, 为一特大型石英岩矿床, 可开发利用。

(4) 美党组第三段第三层 (Ptm^{3-3})　　厚> 274.94m

下部为灰黄色、黄绿色 (风化色) 粘板岩、泥质板岩夹少量灰黄色薄层细砂~ 粉砂岩、往上含砂逐渐增加, 为砂质板岩、绢云母板岩夹少量中厚层砂岩、偶夹紫红色铁质砂岩。砂岩层面上具波痕构造。上部以灰黑色、深灰色 (风化后呈白皮黑心) 绢云母板岩为主, 夹薄层砂岩。在可里大村一带夹灰色、灰黑色薄层~ 中层状泥晶灰岩、粉砂质微晶灰岩透镜体。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

本层在走向上变化较大，普遍见砾岩透镜体，一般厚数十厘米，砾石成分为中粒石英砂岩，砾径 10cm~ 20cm，圆形~ 次圆形，砂泥质胶结，但在孝母山一带见一层长约 6cm，厚 20m ~ 110m 的大规模砾岩透镜体。

在可里大村，该层上部有钴矿产出。钴矿物为灰紫色钴土矿，呈结核状，含钴（0.032 ~ 0.154）ωb%。在丁家村，该层及第一层中，则有赤铁矿、褐铁矿产出，矿体呈层状、透镜状、脉状赋存在石英粉砂岩、粉砂质板岩、板岩层间裂隙和断裂中。区域上美党组是含铁层位。

1.5 七贤村组（Ptq）

七贤村组由东而西可分出 4 个岩性段：白云岩段，炭质板岩夹硅质岩股，变质泥岩段，灰岩段。其归属划分方案颇多。本文根据易门七贤村（小街）剖面，该套地层发育较好而命名其为七贤村组，划分四个岩性段（表 1），自下而上：

表 **1** 前震旦系七贤村组划分对比

Tab 1 Division and Correlation of Precambrian Qixiancun Formation

<table>
<tr><th>岩性柱</th><th>1:20万昆明幅
1971年</th><th colspan="2">黄仲权等
1983年</th><th colspan="2">戴恒贵等
1983年</th><th colspan="2">吴懋德等
1986年</th><th colspan="2">本 文</th></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="3">鹅头厂组</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">清水沟组</td><td colspan="2"></td><td rowspan="4">七贤村组</td><td>四段
(灰岩段)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">美党组</td><td rowspan="2">竹筒口段</td><td colspan="2" rowspan="2">禄表组</td><td rowspan="3">柳坝塘组</td><td rowspan="2">禄表段</td><td>三段
(变质泥岩段)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">清水沟段</td><td rowspan="2">二段
(炭质板岩夹硅质岩段)</td></tr>
<tr><td>大龙口组</td><td>七贤村段</td><td>清水沟组</td><td>上段</td><td>下段</td><td>一段
(白云岩段)</td></tr>
</table>

（1） 七贤村组一段（Ptq^1） 厚> 179.02m

底部大都与美党组三段第三层呈平行不整合接触，少数与美党组三段第一层呈断层接触。岩性为灰白色、青灰色中厚层状细晶~ 中晶白云岩。中部夹灰色、灰白色（局部灰黑色）厚层状泥晶灰岩透镜体。局部含白云质角砾、燧石条带及黄铁矿，产锥状叠层石。据光谱分析，除常量元素 Ca、Mg 含量较低外；Mn 元素含量较高（最高可达 10ωb%）。

（2） 贤村组二段（Ptq^2） 厚> 84.39m

下部为灰黑色、黑色薄层炭质板岩夹硅质岩；上部为黄绿色、灰白色、灰黑色、黑色板岩夹硅质岩、次生石英岩、白云岩。硅质岩单层厚 1cm~ 5cm，少数 10cm~ 20cm，亦有小于 1cm 者。具贝壳状断口，含黄铁矿。据宋学良研究，硅质岩中含丰富的藻类微体化石：

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

Eosaccharomyces, *Huroniospora*, *Eomycetopsis*, *Conthortonema*, *Liubatangophycus*, *Siphoophycus*, *Myxococoides*, *Archaeonema*, *Palaeoanacystis* 等。光谱分析：Fe、Al、Cu、Pb、Zn、Ag 等元素含量较高。

(3) 七贤村组三段 (Pt_1q^3)　　厚> 1073.89m

深灰色、灰绿色（风化后呈黄绿色、黄色）粘板岩、少量粉砂质板岩，偶夹灰黄色薄层砂岩。水平层理及粉砂质条带较常见，普遍含白云母。局部具透镜状层理及波状层理。岩石球状风化普遍，半风化者常破碎成“铅笔条”状（有人称“饵块条”）碎块。据光谱分析：Fe、Al、Ti 等元素含量较高。与二段相比：Cu、Pb、Zn、Ag 等元素含量明显降低。

(4) 七贤村组四段 (Pt_1q^4)　　厚> 50m

灰白色、青灰色中厚层状（局部为薄层状）中细晶白云岩，含砂灰质白云岩，少量泥质白云岩。中间夹一层角砾状白云岩（厚 6.63m），角砾次棱角状、竹叶状，大小 3cm × 5mm ~ 4cm × 5cm。

2　沉积环境分析

2.1　因民组

因民组呈紫红色、灰紫色、褐红色，含铁较高、较发育的韵律条带及潮汐层理判断，因民组三段为氧化、典型潮坪沉职环境。涨潮时水动力条件较强，沉积较粗粒物质（砂、粉砂）；落潮时水能量降低，沉积较细粒物质（泥）。潮涨、潮落反复交替便形成了韵律层理。如果砂质供应不足，就容易形成透镜状层理，若泥质供应不足，则容易形成脉状层理。薄层~中厚层白云岩夹层可能为泻湖环境产物。

2.2　落雪组

落雪组白云岩简单稳定。底部局部见对称波痕，而含叠层石白云岩可能形成于气候干燥、含盐度高、水质清澈、水体较浅的碳酸盐台地~潮坪较高能环境。不含叠层石的白云岩可能形成于较闭塞的、水动力条件较弱的泻湖环境。

2.3　鹅头厂组

本组地层为大面积粘板岩，平直条纹条带发育，说明沉积时水体相对较平静，可能为浅海陆棚环境的产物。局部地方出现砂泥互层的韵律砂板岩及透镜状层理，说明局部出现短时水体较浅的潮坪环境。

2.4　绿汁江组

(1) 绿汁汁江组第二段

第一层 (Pt_1z^{2-1}) 岩石呈中厚层块状，分布面积较广，并见交错层理，应为碳酸盐台地潮坪较高能环境。

第二层 (Pt_1z^{2-2}) 中下部为板岩夹泥质灰岩，灰岩中含有机质及黄铁矿，颜色为深灰色，并含大量泥条，说明当时水体较深且平静，处于还原条件，沉积环境应为平静、不畅之闭塞海湾；上部白云岩中出现鲕粒，又是浅水动荡的潮坪环境。从下到上反映了水体由深变浅的过程。同生滑塌褶皱的存在，反映局部地段水底地形较陡，沉积物在塑性状态下发生过重力滑动。

第三层 (Pt_1z^{2-3}) 区域上较稳定，发育水平纹层，可能为陆缘浅滩~内陆棚环境。局

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

部见同生角砾及叠层石，表明局部存在动荡的滨海高能环境。

(2) 绿汁江组第三段

区域上也较稳定，测区内颜色偏红。板岩、碳酸盐岩中发育水平纹层，砂岩、粉纷砂岩中发育水平层理及小型板状交错层理。应为滨海~ 浅海氧化弱水动力沉积环境。

2.5 美党组

美党组第二段粒度较细，发育水平纹层及水平层理，并见小型板状交错层理，可能为平静、浅海、较深水沉积环境。

美党组三段第一层中水平层理发育，并产出小型楔状、板状交错层理，可里大村东见重荷模。由下往上砂质含量增加，粒度逐渐变粗，厚度逐渐变大。表明由下往上沉积环境由浅海向滨海过渡。

第三段第二层中发育水平层理、平行层理、小型板状及楔状交错层理，岩石成分成熟度较高，基本全为石英。从这些特征看，应为水动力较强的滨海环境。属于高水位体系域沉积产物。

第三段第三层下部及上部以深色板岩为主，水平层理发育，其中产结核状钴土矿，反映沉积时水动力条件较弱，水体较深，应为浅海~ 半深海还原环境。中部含砂增多，具波痕构造，应为滨海环境。反映水体由深变浅又变深的过程。

2.6 七贤村组

七贤村组一段中含叠层石、白云质角砾白云岩，可能形成于水动力较强的潮坪环境。但含黄铁矿的白云岩则可能形成于闭塞海湾- 局限台地环境。

第二段发育水平纹层，夹硅质岩。富含黄铁矿及 C、Cu、Pb、Zn、Ag 等元素。极象深水环境沉积产物，属于水体平静、缺氧、闭塞海湾或深海~ 半深海还原环境的饥饿段沉积。

第三段地层岩石粒度较细，块状层理，沉积构造不发育。说明沉积时水体较为平静，为浅海环境。透镜状层理及波状层理的出现说明短时曾处于潮坪沉积环境。

第四段为中厚层状灰岩、白云质灰岩，沉积环境主要为浅海碳酸盐台地。

3 孝母山砾岩及成因

禄丰腰站 NE25°约 10cm 的孝母山上发现两种砾岩：一是孝母山主峰南侧呈残留顶界分布的澄江组河流相砾岩，厚度较薄；二是分布在孝母山主峰南侧可里大村一线，走向上呈狭长带状的美党组层间砾岩，本文重点讨论。

美党组层间砾岩呈近 NS 向展布，长约 6cm，厚 20m~ 110m，厚层块状。砾岩层底界与粉砂质板岩夹薄层粉砂岩突变接触，接触面产状与下伏地层产状相近。向上与粉砂岩、粉砂质板岩、板岩亦呈突变接触。砾石含量 (10- 95) %，砾径 0.5× 1cm~ 10× 30cm，少数大于 30cm。成分单一，为灰白色、紫红色石英砂岩，含少量板岩、粉砂质板岩砾石。砾石中偶见黄铁矿，部分砾石被石英脉穿插，少数砾石上有小褶皱，说明整套砾岩在形成之前经过了成岩作用及构造作用。砾石磨圆度差，棱角~ 次棱角状，少量次圆状；分选性较差，大小混杂。砾岩大多为接触式胶结，缺失胶结物或极少，胶结物成分为细小岩屑和细砾。整套砾岩结构成熟度较低，而成分成熟度较高。从砾石成分看，为单成分砾岩，很象来自于美党组三段第二层。产状上，砾石层上下均为美党组三段的板岩、砂板岩、砂岩，应属层间砾岩性

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

质。其成因类型应为滑塌砾岩-角砾岩。

推测的孝母山砾岩的形成过程：美党组三段第二层中厚层砂岩曾短时露出水面构成障壁海岸环境。在海岸附近，由于山崩地滑，或因海浪冲击岸边陡崖而使砂岩崩落、破碎成为砾石。在重力作用下，形成重力流，运移到水盆地较深处沉积。次圆形砾石可能是重力流在运移时卷进的半固结的水底沉积物，因处于塑性或半塑性状态，因而易磨圆。

本文是 1:5 万禄丰幅、沙龙幅区域地质调查部分成果，参加该项目的还有潭筱红等。

参 考 文 献

[1] 吴懋德，段锦荪，等. 云南昆阳群地质 [M]. 昆明：云南科技出版社，1990.
[2] 孙克祥，沈远仁，等. 滇中元古宙铁铜矿床 [M]. 武汉：中图地质大学出版社，1991.
[3] 万静萍，马立祥. 沉积学简明教程 [M]. 武汉：中国地质大学出版社，1992.
[4] 余素玉，何镜宇. 沉积岩石学 [M]. 武汉：中国地质大学出版社，1989.
[5] 熊家镛等. 沉积岩区 1：5 万区域地质填图方法研究 [M]. 武汉：中国地质大学出版社，1998.

THE STRATIGRAPHIC CHARACTERISTICS AND SEDIMENTARY ENVIRONMENT EAST OF YAOZHAN, LUFENG

LI xikang(1), BAI jian(1), QIAN xianggui(2), GAO ziying(1)

(1. *Yunnan Institute of Geological Science, Kunming* 650011
2. *Information centre, Territory Resources Department of Yunnan, Kunming* 650011)

Abstract: We divide the sedimentary environment into littoral, interlidal zone, shallow sea bathyal- abyssal environment according to the lithological characteristics, sedimentary structure and stromatolite development of Precambrian east of Yaozhom. And we identify Xiaomushan Conglomerate to be intrastratal conglomerate.

Key Words: Precambrian system, littoral, intertidal zone, shallow sea, sedimentary environment

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www