

# 滇东南发现蛇绿岩

鍾大赉 吴根耀 李建清 张旗 丁林

(中国科学院地质研究所, 北京 100029)

**摘要** 滇东南麻栗坡八布蛇绿岩由超镁铁质岩、镁铁质岩和玄武岩3个单元组成。地质填图、岩石学和地球化学研究表明, 辉长岩类似特罗多斯蛇绿岩中的辉长岩。辉绿岩和玄武岩均属正常洋中脊玄武岩, 与滇西双沟蛇绿岩性质接近。该蛇绿岩呈推覆岩片, 由南向北逆冲在晚古生代-三叠纪深水大陆边缘沉积之上。推测它是古特提斯洋壳的遗迹, 暗示特提斯分支伸向华南地域, 应重新审视华南大地构造属性及其演化历史。

**关键词** 蛇绿岩 地球化学 滇东南八布

长期以来, 对我国西南哀牢山-红河断裂以东, 师宗-弥勒断裂以南的右江-南盘江地域的构造属性在地学界一直是个争论问题。一些研究者认为, 在晚古生代~三叠纪, 它位于扬子和华南地台之间, 具“冒地槽”及“地台”过渡的沉积特点, 属古特提斯海的一部分<sup>[1]</sup>, 富产暖水型动物群; 或由大陆伸展形成碳酸盐岩台地和深水海槽相间的“台槽”结构, 裂谷<sup>[2, 3]</sup>、拗拉槽型陆内地槽<sup>[4]</sup>或边缘裂谷<sup>[5]</sup>。另一部分学者, 从沟弧盆的角度, 设想扬子地块与华南地块之间, 古生代存在一个南盘江洋<sup>[6]</sup>。有的学者认为, 研究区的三叠纪浊积岩盆地是受三江古特提斯扩张和俯冲形成的弧后盆地<sup>[7, 8]</sup>或弧后裂谷型地槽<sup>[9, 10]</sup>。近年来, 吴浩若等人<sup>[11]</sup>对桂西晚古生代地层、沉积岩和火山岩研究表明, 桂西存在晚古生代连续的深海沉积, 与之共生的玄武岩属洋岛玄武岩, 可能代表扬子与印支地块之间有一个宽广的古特提斯。

上述截然不同观点的出现, 反映解决该地区大地构造属性的复杂性和重要性。确定研究区是洋盆, 还是裂谷、裂陷槽性质, 关键在有没有古生代洋壳残片、深海沉积以及与洋盆消减有关的岛弧岩石组合<sup>[12]</sup>。正是依照这个研究思路, 对滇桂毗邻地区进行了野外调查。

## 1 地质背景和蛇绿岩产状

在滇东南地区, 除了广布的三叠纪浊流沉积以外, 两种性质不同的岩石建造, 晚古生代碳

- 6 肖文交, 李继亮, 何海清, 等. 浙西北前陆褶皱冲断带初步研究. 中国科学, D辑, 1997, 27(1): 27~32
- 7 侯泉林, 李继亮. 闽西南前陆褶皱冲断带初步研究. 见李继亮主编, 东南大陆岩石圈结构与地质演化. 北京: 冶金工业出版社, 1993. 27~33
- 8 Zhou Z, Lao Q, Chen H, et al. Early Mesozoic orogeny in Fujian SE China. In: Hall R, ed. Tectonic Evolution of Southeast Asia. Geol Soc Special Pub, 1996, 106: 549~556
- 9 Hutchison C S. Geological evolution of South East Asia. Oxford: Clarendon Press, 1989. 146~147
- 10 任纪舜, 陈廷愚, 牛宝贵, 等. 中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿. 北京: 科学出版社, 1990. 68~69
- 11 Chen H. Reconstruction of the Permian-Triassic archipelago in South China. International Symposium of 50<sup>th</sup> anniversary of Geol. Soc Korea. 1997. 126~131
- 12 Sengor A M C, Natal' in B S. Paleotectonics of Asia: fragments of a synthesis. In: Yin A, ed. The Tectonic Evolution of Asia, 1996. 486~640

(1998\_05\_12 收稿)

酸盐岩台地和深水碎屑岩夹硅质岩、玄武岩,构成该区的基本框架。

麻栗坡八布蛇绿岩片出露在北西向文山-麻栗坡和富宁走滑断裂之间的断块内,块内主要出露一套泥盆~三叠纪泥质、砂泥质夹少量硅质岩的浊积岩系列,也见少量晚古生代碳酸盐岩构造片,两者均以逆冲-推覆断裂叠接。初步野外调查认为,台地碳酸盐岩岩片是异地推覆在浊积岩之上的飞来峰。所研究的蛇绿岩片也是由南向北逆冲-推覆在深水沉积之上的。从滇东南弧形逆冲-推覆构造<sup>1)</sup>看,研究区内见到的推覆构造岩片正位于弧形叠瓦逆冲系的核心部位。

八布蛇绿岩片出露在麻栗坡的龙林~金竹湾一带,即云南省地质矿产局云南省区域地质志(1990)提到的八布镁铁-超镁铁岩区。该岩片东西向长约20km,南北宽约4~8km(图1),北边界为近一东西向逆冲-推覆构造,中部龙林为一近南北向逆冲-走滑断裂,把岩片分为东西两半。调查表明,岩片东半部(龙林以东)出露的蛇绿岩较为完整(图1)。

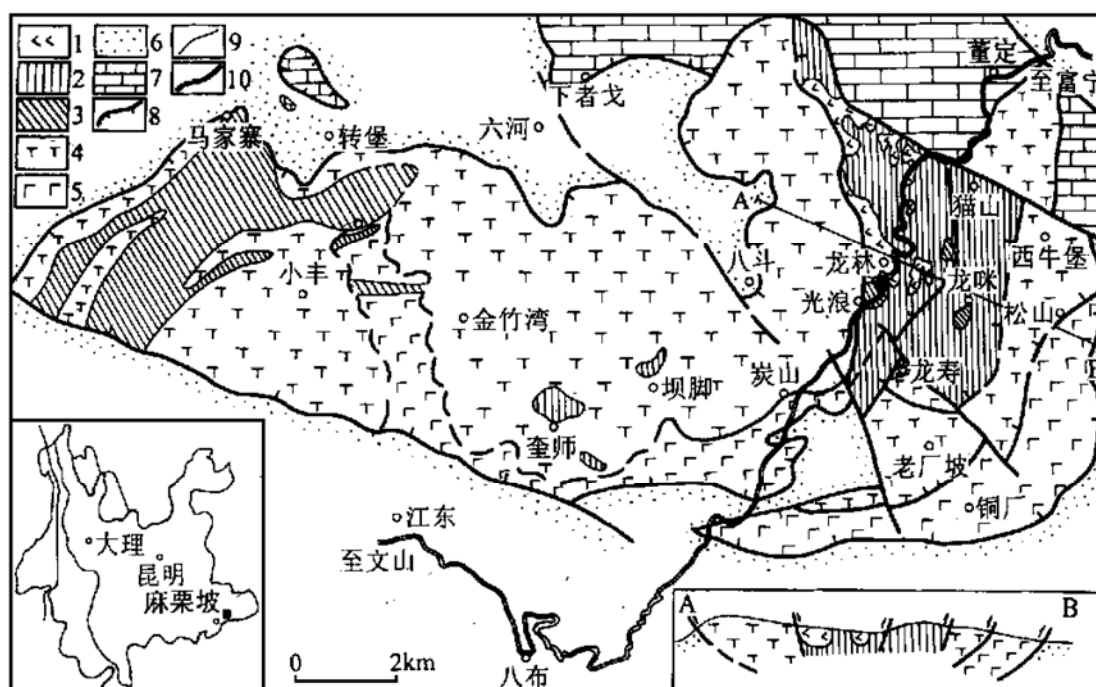


图1 八布地区地质简图

据野外草测资料编,参阅了云南省地质矿产局第二区域地质测量大队1977年的资料。左下角插图示研究区位置(黑色);1——超基性岩,2——辉长岩,3——辉长辉绿岩,4——老厂坡变质玄武岩,5——铜厂玄武岩,6——中三叠统,7——石炭-二叠纪灰岩,8——冲断层(齿示上盘),9——平移断裂,10——公路、村镇

蛇绿岩由3个单元组成,下部单元由蛇纹岩和少量辉石岩的构造透镜体组成,出露在近南北向的龙林断裂东侧。中部单元是镁铁质岩,主要是辉长岩,其中见有辉绿岩墙产出。上部单元由玄武岩组成,在龙林~金竹湾一带,大部分玄武岩已变质为绿帘阳起片岩和钠长阳起片岩,而在岩片南侧的铜厂一带则为轻微变质的玄武岩。3个单元之间均以断裂相接。

蛇纹岩强烈糜棱岩化,镜下仅见细粒破碎的橄榄石残留矿物及斜方辉石假象,推测原岩为方辉橄榄岩。辉长岩仍保留辉长结构,由辉石(已转变为角闪石)和斜长石(已变为钠长石)组成。辉长岩中的辉绿岩墙已全部变质为角闪片岩,由阳起石、钠长石和少量石英组成。玄武岩

1) 丁俊. 滇东南泥盆纪~三叠纪构造古地理演化及陆内变形研究(博士论文). 中国地质大学, 1995

已全部变质为角闪片岩,与辉绿岩不同的是有少量绿帘石成分,唯独铜厂地区的玄武岩保留玄武岩的结构.玄武岩为后期具斑晶的辉绿岩贯入.还见有后期玄武质熔岩胶结早期玄武岩角砾的火山角砾岩.

## 2 蛇绿岩地球化学特征

八布蛇绿岩的主元素和微量元素分析结果见表1.主元素和Ba,Co,Cr,Ni,Nb,Rb,Sr,V,Y,Zr为XRF方法分析(分析者:北京有色冶金设计研究总院矿业测试中心李中山和吴伟);REE和Sc为中子活化(INAA)方法分析(分析者:中国科学院高能物理研究所,韩松和贾秀琴).XRF和INAA分析的GSR2标样,主元素除Na的分析误差为6%以外,其余均<5%;微量元素误差以Y较大(<25%),其次为Co<15%,Ba,Ni,V,Ta,Lu和Eu<10%,其余<5%.

表1 云南八布蛇绿岩化学分析<sup>a)</sup>

|                                | 蛇绿岩(b8) | 蛇绿岩(b12) | 辉长岩(b24) | 辉长岩(b25) | 辉绿岩(b32) | 辉绿岩(b33) | 绿片岩(b38) | 绿片岩(b41) |
|--------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| SiO <sub>2</sub>               | 39.95   | 40.22    | 49.32    | 48.42    | 49.40    | 49.53    | 49.02    | 49.39    |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.01    | 0.01     | 0.41     | 0.42     | 1.71     | 1.36     | 1.33     | 1.66     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.73    | 1.13     | 17.01    | 20.27    | 13.94    | 14.73    | 13.92    | 13.33    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5.61    | 5.40     | 2.17     | 2.34     | 4.24     | 4.88     | 3.91     | 4.69     |
| FeO                            | 1.76    | 2.37     | 4.21     | 4.06     | 6.85     | 5.39     | 6.68     | 7.37     |
| MnO                            | 0.08    | 0.12     | 0.11     | 0.10     | 0.19     | 0.16     | 0.17     | 0.19     |
| MgO                            | 38.78   | 37.90    | 8.33     | 6.64     | 7.05     | 7.60     | 7.81     | 7.41     |
| CaO                            | 0.21    | 0.74     | 12.69    | 12.08    | 10.75    | 11.70    | 10.98    | 10.49    |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.01    | 0.05     | 1.88     | 2.40     | 2.65     | 2.48     | 2.17     | 2.25     |
| K <sub>2</sub> O               | 0.01    | 0.03     | 0.04     | 0.04     | 0.07     | 0.06     | 0.17     | 0.08     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.01    | 0.01     | 0.03     | 0.04     | 0.14     | 0.10     | 0.10     | 0.12     |
| H <sub>2</sub> O+              | 12.48   | 11.62    | 2.92     | 2.16     | 1.44     | 0.71     | 1.95     | 0.60     |
| 损失量                            | 0.24    | 0.10     | 0.47     | 0.59     | 1.14     | 0.96     | 1.61     | 2.22     |
| 总量                             | 99.88   | 99.70    | 99.59    | 99.56    | 99.57    | 99.66    | 99.82    | 99.80    |
| Ba                             | 22      | 24       | 20       | 20       | 20       | 20       | 20       |          |
| Co                             | 45      | 53       | 46       | 39       | 51       | 47       | 47       | 54       |
| Cr                             | 1 920   | 3 780    | 341      | 234      | 242      | 252      | 167      | 164      |
| Nb                             |         |          | 3.8      | 3.7      | 6.8      | 5.8      | 5.5      | 5.3      |
| Ni                             | 1 930   | 1 910    | 243      | 156      | 68       | 77       | 66       | 55       |
| Rb                             |         |          | 3        | 4.2      | 5.8      | 3.4      | 7.9      | 4.8      |
| Sr                             |         |          | 158      | 149      | 99       | 103      | 115      | 83       |
| V                              | 28      | 47       | 157      | 115      | 349      | 306      | 331      | 360      |
| Y                              |         |          | 11       | 9.4      | 36       | 30       | 31       | 35       |
| Zr                             | 11      | 13       | 32       | 30       | 110      | 86       | 84       | 101      |
| La                             |         |          | 0.637    | 0.668    | 2.71     | 2.23     | 2.44     | 2.75     |
| Ce                             |         |          | 2.23     | 1.49     | 7        | 4.79     | 5        | 6.55     |
| Nd                             |         |          | 2.65     | 1.6      | 8.6      | 5.81     | 6.5      | 11.2     |
| Sm                             |         |          | 1.22     | 0.951    | 4.12     | 3.41     | 3.46     | 4.31     |
| Eu                             |         |          | 0.578    | 0.525    | 1.42     | 1.09     | 1        | 1.21     |
| Tb                             |         |          | 0.384    | 0.276    | 0.941    | 0.99     | 0.98     | 0.943    |
| Yb                             |         |          | 1.55     | 1.13     | 4.07     | 3.4      | 3.84     | 4.12     |
| Lu                             |         |          | 0.205    | 0.172    | 0.645    | 0.504    | 0.588    | 0.642    |
| Sc                             |         |          | 35.6     | 22.9     | 38.4     | 36.5     | 40.6     | 39.5     |
| (La/Yb) <sub>N</sub>           |         |          | 0.25     | 0.36     | 0.4      | 0.4      | 0.39     | 0.4      |

a) 岩石名称后括号内为标本号.化合物单位为重量百分比,主元素和微量元素单位为:μg/g

八布蛇绿岩龙林剖面底部的蛇纹岩贫Al,Ca,Sr,Zr,V,Nb,Y和Rb等元素,其中Nb,Y和Rb的含量低于检出线,富Mg,Cr和Ni(表1),Mg'值在0.90~0.91之间,属于中等至较强亏损的橄榄岩.辉长岩Ti,V,Y和Zr含量低,富Al和Ca,推测为富斜长石的辉长岩.轻稀土

(LREE) 强烈亏损,  $(La/Yb)_N = 0.25 \sim 0.36$ , 重稀土(HREE) 丰度低(图 2(e)), 类似特罗多斯蛇绿岩的辉长岩(Coleman, 1977). 蛇绿岩上部辉绿岩与绿片岩的化学成分接近,  $TiO_2$  含量中等略偏高(与正常洋中脊玄武岩[N-MORB] 比较),  $Al_2O_3$  含量略偏低, 在  $TiO_2-MnO-P_2O_5$  (图 2(a))、 $Ti/100 \cdot Zr \cdot Y^* 3$  (图 2(b)) 和  $Zr/Y-Zr$  (图 2(c)) 图中, 落在正常洋中脊(MORB) 范围,  $Ti/V$  比值中等(图 2(d)), LREE 亏损(图 2(e)),  $(La/Yb)_N$  变化很小, 在  $0.39 \sim 0.40$  之间, HREE 丰度较高, 为球粒陨石的  $17 \sim 20$  倍, 普遍有弱的 Ce 和 Eu 负异常(原因待查), 类似 N-MORB. 综合上述资料, 龙林剖面的辉长岩、辉绿岩和绿片岩是具有同样成因的一套岩石, 属于蛇绿岩的成员, 具 N-MORB 的地球化学特征, 与滇西双沟蛇绿岩的性质接近<sup>[13]</sup>.

在龙林蛇纹岩之西, 有广泛的绿片岩出露, 本次采集的龙林西和江东之北的绿片岩, 其岩相学特征、主元素和微量元素以及 REE 分布特征( $(La/Yb)_N = 0.36 \sim 0.58$ ), 均与龙林绿片岩十分类似(图 2), 推测也是八布蛇绿岩的上部玄武岩变质的成员. 八布东的铜厂玄武岩, 总的地球化学特征也与龙林绿片岩相似, 不同之处在于, 铜厂玄武岩  $Zr/Y$  和  $Ti/V$  比值略高, 在图 2(c) 中落入板内玄武岩区, 在图 2(d) 中样品点接近碱性玄武岩区, HREE 丰度偏低, LREE 丰度偏高, 故 LREE 亏损程度也明显低于龙林绿片岩,  $(La/Yb)_N = 0.65 \sim 0.92$ . 推测铜厂玄武岩原先可能也是具 N-MORB 特征的, 但有少量 OIB 物质的带入.

八布蛇绿岩片的组成、结构及其地球化学特征与邻区“三江”古特提斯哀牢山双沟蛇绿岩和昌宁~ 孟连带的绿片岩相的铜厂街蛇绿岩<sup>[13]</sup> 相比, 它们有许多相似之处, 在某种程度上, 八布蛇绿岩保存相对还要完整一些. 其特点是, 玄武岩和辉绿岩都是 MORB 型的, 可以排除岛弧环境下形成的可能. 从八布蛇绿岩片逆冲在滇东南晚古生代~ 三叠纪深水大陆边缘沉积之上, 推测它们很可能是古特提斯洋壳的遗迹. 当然, 从古生物和同位素年代学方法确定蛇绿岩的年代将是今后研究的首要任务.

### 3 八布蛇绿岩发现的大地构造意义

自 80 年代引入板块构造理论以来, 在扬子地块与华南地块之间, 除了皖南、赣东北发现有元古代的蛇绿岩外, 古生代~ 三叠纪时期有没有洋盆遗迹, 或者仅仅是裂陷槽或裂谷仍然是个谜. 正如前面已说过, 关键是要找到可信的蛇绿岩, 同时期的深海沉积, 及其与洋盆消减有关的岛弧组合. 选择了扬子地块和华南地块之间, 古生代~ 三叠纪台地沉积和大陆边缘出露最宽, 保存较好的地段, 在中越边境附近的麻栗坡一带, 找到了较为完整的蛇绿岩剖面 and 典型的 N-MORB 的镁铁质岩, 预示扬子、华南和印支 3 个地块之间存在特提斯洋盆(古生代~ 三叠纪). 也就是说, 在我国三江发育的特提斯主支, 延向中南半岛的泰国、马来西亚, 直至苏门答腊外, 看来还有分支伸向华南地域. 再联系吴浩若等人<sup>[11]</sup> 提出桂西晚古生代连续深海沉积以及与之共生的大洋板内玄武岩<sup>[14, 15]</sup>. 这指示滇黔桂地区不是浅特提斯, 而是一个有深海的洋盆. 因此认为, 以发现八布蛇绿岩片为契机, 有必要重新审视我国华南大地构造属性及其演化历史, 扩大寻找洋壳残片的东延, 加强厘定晚古生代深海沉积, 被动陆缘和活动陆缘(岛弧), 前陆磨拉石盆地时空分布的研究. 这将大大深化我国特提斯构造域的认识, 从而为重塑华南构造格局提供新的思路, 并从新的视角去揭示华南矿产资源分布与显生宙以来板块构造演化之间的联系, 尤其是在华南海相找油难题方面, 可能提供新的启示和方向.

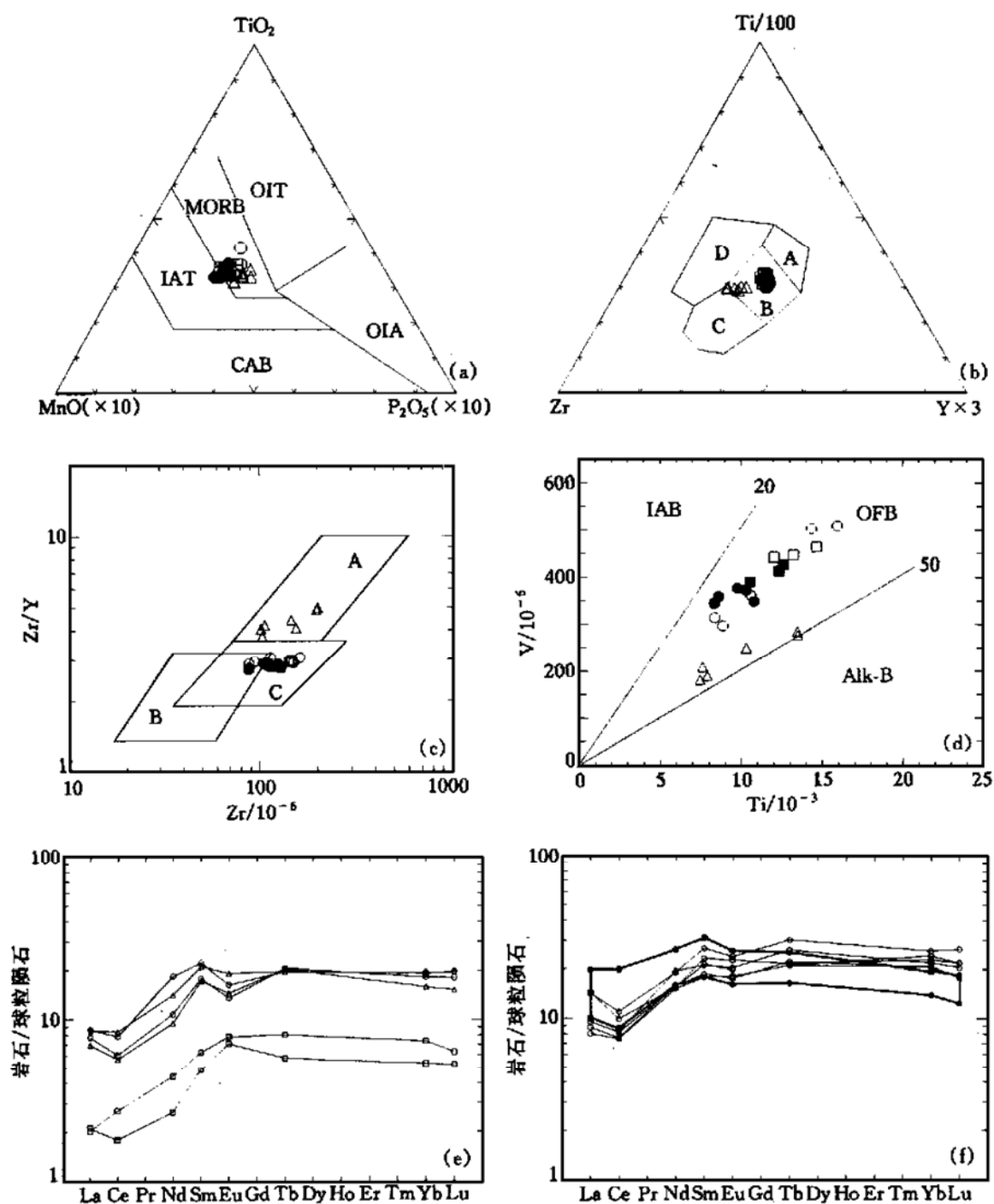


图2 八布蛇绿岩地球化学图

(a)  $\text{TiO}_2$ - $\text{MnO}$ - $\text{P}_2\text{O}_5$  图; (b)  $\text{Ti}/100$ - $\text{Zr}$ - $\text{Y}^*3$  图; (c)  $\text{Zr}/\text{Y}$ - $\text{Zr}$  图; (d)  $\text{Ti}/\text{V}$  图; (e) 球粒陨石标准化 REE 分布型式图(龙林剖面); (f) 球粒陨石标准化 REE 分布型式图(龙林西部和铜厂地区). MORB——洋中脊玄武岩, IAT——岛弧拉斑玄武岩, CAB——钙碱性玄武岩, OIT——洋岛拉斑玄武岩, OIT——洋岛碱性玄武岩, IAB——岛弧玄武岩, OFB——洋底玄武岩(即 MORB), Alk-B——碱性玄武岩. 图 2(b) 中: A~B 区——IAT, B——MORB; B~C 区——CAB. 图 2(c) 中: A——板内玄武岩, B——岛弧玄武岩, C——MORB. 图 2(d) 中: ○——龙林辉绿岩, ●——龙林绿片岩, □——龙林西绿片岩, ■——江东绿片岩, △——铜厂玄武岩. 图 2(e) 中: □——辉长岩, △——辉绿岩, ○——绿片岩. 图 2(f) 中: ○——龙林西和江东绿片岩, 粗实线圈定的范围为铜厂玄武岩