

老挝万象地区基础地质调研的主要进展

严城民 朱延浙 吴 军 冯明刚

云南地质矿产勘查工程总公司老挝钾盐项目经理部,昆明,650216

摘 要 经区域地质调查、专题研究及钻探工程,老挝万象地区基础地质调研取得的主要进展是:① 该区地层自下而上可划分为会辛南组(P_2hx)、南拉组(P_2nl)、南康尚组(P_2nk)、南立组(J_1nl)、南舍组($J_{1-2}ns$)、班辛黑组(J_2bh)、普帕纳帕陶山组(K_1pp)、班纳德组(K_1bn)、班塔拉组(K_1bt)、塔贡组(E_1tg)及班塔博组($E_{1-2}bt$),其岩石地层特征可与中国滇西兰坪-思茅地区的同时代地层相对比;② 在上述11个组级岩石地层单位中均获古生物资料,分属14个生物地层单位,其生物地层特征可与中国滇西兰坪-思茅地区的同时代地层相对比;③ 万象地区的构造变形可划分为成盐前(晚白垩世)、成盐期(古新世)、成盐后(始新世)3个时期,一级构造为塔贡叠加复式向斜、班普夸快叠加复式背斜;④ 含盐地层塔贡组(E_1tg),为一套乳白、淡红色膏盐层及棕红、紫红色陆源细碎屑岩,膏盐层与陆源细碎屑岩构成3个明显的沉积旋回,据此可划分为3个岩性段、6个岩性层,具工业意义的钾镁盐矿均产于塔贡组下段膏盐层(E_1tg^{1-1})中;⑤ 塔贡组(E_1tg)可划分为滨湖、浅湖、半深湖相,在成盐过程中沉积环境发生过较明显的迁移改组,膏盐层形成于气候持续干旱、盆地基底持续下降、卤水持续补给的沉积环境。

关键词 老挝 万象地区 基础地质 主要进展

The Main Advances in the Fundamental Geological Investigation of Vientiane Area, Laos

YAN Chengmin ZHU Yanzhe WU Jun FENG Minggang

Project Office of Laos Potash Deposits, Yunnan Exploration Engineering Company of Geology and Resources, Kunming, Yunnan, 650216

Abstract The fundamental geological investigation in Vientiane area of Laos has made outstanding progress on the basis of regional geological reconnaissance, specific researches and drilling. The main achievements are as follows: ① The strata in this region can be divided upward into such formations as Houay Xiangna (P_2hx), Nam La (P_2nl), Nam Khangxang (P_2nk), Nam Lik (J_1nl), Nam Set ($J_{1-2}ns$), Ban Hinheup (J_2bh), Phu Phanaphathao (K_1pp), Ban Nate (K_1bn), Ban Thalat (K_1bt), Thangon (E_1tg) and Ban Thabok ($E_{1-2}bt$). Their lithostratigraphy can be compared with that of contemporaneous strata in Lanpin-Simao area, western Yunnan of China. ② From the above eleven groups of lithostratigraphic units, paleobiologic materials were obtained, which belong to fourteen biostratic units respectively. Their biostratigraphy can be compared with that of contemporaneous strata in Lanpin-Simao area, western Yunnan of China. ③ The structural features in Vientiane area can be divided into three epochs, namely before salification (Late Cretaceous), during salification (Paleocene) and after salification (Eocene). The first-class structures are Thabok superimposed synclinorium and Banphoukhaoknoay superimposed anticlinorium. ④ The saline strata, i. e., Thangon Formation (E_1tg), comprise a suite of creamy white, rose colored gypsum and halite bed and brownish red, amaranth terrigenous fine clastic. The gypsum and halite bed and terrigenous fine clastic constitute three distinct depositional cycles, hereby three members and six beds can be distinguished. Potassium and magnesium mines of economic value are produced in the gypsum and halite bed under Thangon Formation (E_1tg). ⑤ Thangon (E_1tg) can be divided into shore lake, medium and semi-deep lake facies. During salification the precipitation environment experienced obvious transfer and reorganization. The gypsum and halite bed was formed in a precipitation environment characterized by prolonged drought, continual subsidence of basin basement and sustained brine supply.

Key words Laos Vientiane area fundamental geology main advances

本文为国家发展计划委员会“老挝万象平原钾镁盐矿勘查”项目(计外资[1999]2298号)的成果。

改回日期:2005-11-20;责任编辑:郝树国。

第一作者简介:严城民,男,1957年生,高级工程师,从事区域地质调查及专题研究工作;电话:0877-2017020;E-mail:chengmin@vip.km169.net。

老挝万象地区位于老挝中部,地理坐标为东经 $102^{\circ}12' \sim 103^{\circ}20'$ 、北纬 $17^{\circ}51' \sim 18^{\circ}40'$ (图 1)。该区前人研究程度较低,较为系统的资料为万象平原塔贡地区钾镁盐矿普查评价报告(越南国家地质总局,1986,内刊)、万象平原石油勘查(美国卡森公司,1992,未刊)。但因填图范围较小、地质路线稀少、未进行剖面测制、缺乏古生物资料等,难以建立生物地层单位、无法进行岩相古地理研究,地层分布情况与构造特征有待进一步调研,所建立的岩石地层单位及地层层序难以反映该区的本来面貌。

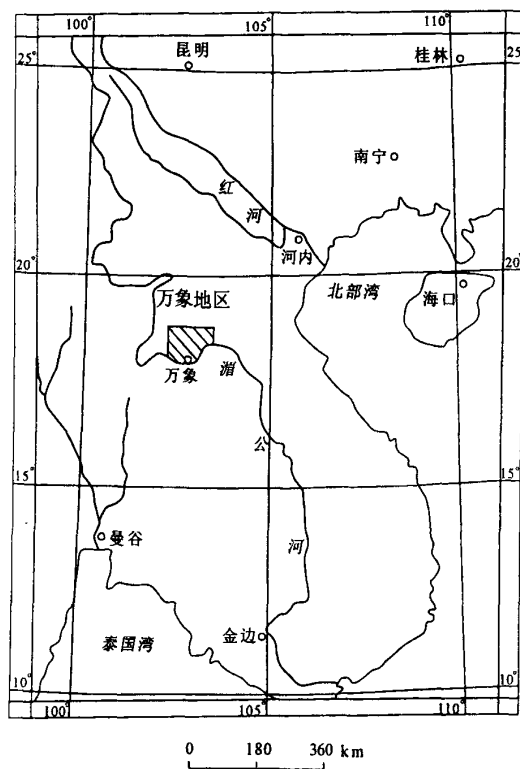


图 1 区域位置图

Fig. 1 Location of the Vientiane area

2001~2003 年,云南地质矿产勘查工程总公司(集团)在该区进行钾镁盐矿勘查。经区域地质调查、专题研究及钻探工程,该区的基础地质在多方面取得较大进展,现总结如下。

1 岩石地层单位及地层层序

在本次研究中,整个万象平原均进行了 1:10 万区调填图,各岩石地层单位均有剖面控制。基本查明了各岩石地层单位的物质组成、生物特征、接触关

系及空间分布,建立了较为可靠的地层层序。

老挝万象地区的岩石地层仅出露中二叠统一古近系。中二叠统与下伏石炭系(AnC)呈角度不整合接触,为一套含火山岩夹煤的陆源碎屑沉积,形成于滨海-沼泽环境,自下而上可划分为会辛南组(P_2hx)、南拉组(P_2nl)、南康尚组(P_2nk)。侏罗系呈角度不整合覆于中二叠统之上,为红色陆源碎屑沉积,属河流-湖泊相,自下而上可划分为南立组(J_1nl)、南舍组($J_{1-2}ns$)及班辛黑组(J_2bh),岩石地层特征可与中国滇西兰坪-思茅地区的漾江组(J_{1y})、花开左组(J_2h)(云南省地质矿产局,1990、1996)相对比。白垩系平行不整合于侏罗系之上,为河流-湖泊相的红色陆源碎屑沉积,自下而上可划分为普帕纳帕陶山组(K_1pp)、班纳德组(K_1bn)及班塔拉组(K_1bt),岩石地层特征可与中国滇西兰坪-思茅地区的景星组(K_{1j})、南新组(K_{1n})、虎头寺组(K_{1h})(云南省地质矿产局,1990、1996)相对比。古近系平行不整合于白垩系之上,为一套含膏盐红色陆源碎屑沉积,形成于河流-湖泊环境,自下而上可划分为塔贡组(E_1tg)、班塔博组($E_{1-2}bt$),岩石地层特征可与中国滇西兰坪-思茅地区的勐野井组(E_{1m})、等黑组(E_2d)(云南省地质矿产局,1990、1996)相对比。

2 古生物资料

通过本次工作,共采集古生物样品 234 件,本区的全部组级岩石地层单位中均获古生物资料。这些化石分属 14 个生物地层单位(中国地质科学院成都地质矿产研究所,1992)。

腕足类有 13 属 14 种,分属 *Taeniotherus-Costiferina* 组合带、*Urushtenia-Monticulfera* 组合带。前者产于南拉组之中,后者分布于南康尚组。

珊瑚仅见于南拉组,具明显的生物混生现象。*Paracania tzuchiangensis* (Huang) 为冈瓦纳珊瑚组合的重要分子, *Hayasakaia raricystata* Zoha et Chen, *Yatsengia asiatica* (Huang) 则为较典型的特提斯分子。

苔藓虫计有 3 属 4 种,产于会辛南组、南拉组中,属 *Hexagonella* 动物群。

叶肢介分布于会辛南组、南拉组中,计有 2 属 4 种,属滇南古渔乡叶肢介动物群。

介形类在侏罗系、白垩系、古近系中均有产出,

计有 14 属 31 种, 分属 *Gomphocythere-Darwinula* 组合、*Darwinula sarytirmenensi-Darwinula magn* 组合、*Monosulcoocypris-Cypridea* 组合及 *Sinocypris-Cypris* (*Cristocypris*)-*Parailocypris* 组合。*Gomphocythere-Darwinula* 组合产于南立组中, *Darwinula sarytirmenensi-Darwinula magn* 组合在南舍组及班辛黑组中均有分布, *Monosulcoocypris-Cypridea* 组合产于普帕纳帕陶山组中, *Sinocypris-Cypris* (*Cristocypris*)-*Parailocypris* 组合在塔贡组、班塔博组中均有出现。

双壳类在白垩系中生物地层意义较为明显, 计有 8 属 23 种, 分属 *Koreanaia-Eonipponaia-Plicatounio-Peregrinoconcha* 动物群、*Trigonioides* (*Trigonioides*) *sinensis* Gu et Ma-*Plicatounio* (*Plicatounio*) *naktongensis* Kobayashi et Suzuki 动物群。前者产于普帕纳帕陶山组中, 后者产于班纳德组及班塔拉组中。

藻轮在侏罗系、白垩系、古近系中均有产出, 在后两者中生物地层意义较为明显。在白垩系、古近系中有 4 属 7 种, 分属 *Nodosoclavator puchangheensis* - *Atopochara trivolis* - *Sphaerochara* - *Stellatachra* 组合、*Peckichara*-*Obtusochara* 组合。前者产于班纳德组中, 后者产于塔贡组、班塔博组中。

3 岩石地层单位空间分布和构造特征

本次区调工作严格按照我国有关规范实施。通过 1:10 万区调填图, 查明了万象地区发生过 3 期变形、一级构造为塔贡叠加复式向斜和班普夸快叠加复式背斜(图 2)。

塔贡叠加复式向斜位于万象平原中部, 是万象平原的主体构造, 也是钾镁盐矿的控矿构造。该向斜核部由古近系组成, 由核部向东、西两翼依次出露白垩系、侏罗系, 向斜形态保存完好。在卫星照片上, 向斜两翼均呈线状山脉向南撒开、向北收敛, 反映了向斜向北扬起、褶皱枢纽向南倾伏。

班普夸快叠加复式背斜位于万象地区东北部。背斜核部为班塔拉组, 向东依次出露塔贡组及班塔博组, 背斜的西翼即为塔贡向斜东翼, 背斜形态仍较完整。在卫星照片上, 班普夸快叠加复式背斜呈弧顶向南的山脉, 水系自背斜核部向转折端及两翼呈放射状撒开, 反映了背斜枢纽向南倾伏。

从构造变形的时期看, 万象地区的构造变形可

划分为成盐前(晚白垩世)、成盐期(古新世)、成盐后(始新世)3 个时期。塔贡叠加复式向斜、班普夸快叠加复式背斜及东西向断层由近东西向挤压形成。该期构造控制了含盐地层的分布与沉积相变化, 为成盐前构造, 形成于晚白垩世。在成盐过程中, 由于近东西向的引张, 在塔贡叠加复式向斜核部及两翼生成了数条大致平行的北西向正断层、脆性剪切带。各断块均以断层、脆性剪切带为边界, 发生了不均衡的裂隙沉降, 致使 3 个成盐期的岩相古地理格局不断发生变化。始新世末, 区内再次发生近东西向的挤压。这次挤压除使成盐前生成的塔贡叠加复式向斜、班普夸快叠加复式背斜发生共轴叠加变形外, 还使成盐期生成的北西向正断层转化为逆断层, 并在班普夸快叠加复式背斜两翼生成东翼左行、西翼右行的平移断层(图 2)。

在大地构造位置上, 万象地区属特提斯造山区(任纪舜等, 1999)。成盐前、成盐后构造与中特提斯、新特提斯海洋(潘桂棠, 1994)封闭的时限一致。

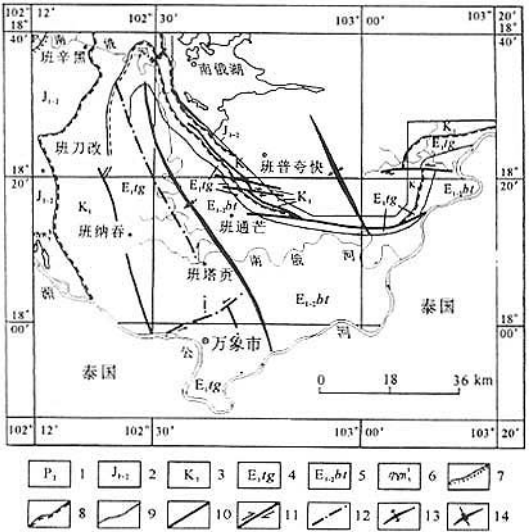


图 2 基岩地质构造图

Fig. 2 Structure map of bedrock

- 1—中二叠统; 2—下—中侏罗统; 3—下白垩统; 4—塔贡组;
- 5—班塔博组; 6—白垩纪二长花岗岩斑岩; 7—角度不整合界线;
- 8—平行不整合界线; 9—整合界线; 10—性质不明的断层;
- 11—平移断层; 12—隐伏断层; 13—背斜; 14—向斜
- 1—Middle Permian; 2—Lower—Middle Jurassic; 3—Lower Cretaceous; 4—Thangon Formation; 5—Ban Thabok Formation; 6—Cretaceous monzonitic granite-porphry; 7—angular unconformity boundary; 8—parallel unconformity boundary; 9—conformity boundary; 10—presumption fault; 11—transcurrent fault; 12—blind fault; 13—anticline; 14—syncline

4 含盐地层划分与对比

在此次研究中,首先对出露于万象平原边缘的塔贡组(E_1tg)进行研究,据岩石组合将其划分为 3 个沉积旋回。然后在万象平原中部的不同部位选择同时出现 3 个泥质层、3 个膏盐层的钻孔进行研究,并与万象平原边缘的塔贡组加于对比。在上述工作中逐步了解到塔贡组的岩性变化规律,确立了地层的划分对比标志。

塔贡组系指平行不整合覆于下白垩统班塔拉组之上,又被古-始新统班塔博组整合覆盖的一套乳白、淡红色膏盐层及棕红、紫红色陆源细碎屑岩。膏盐层与陆源细碎屑岩组成 3 个明显的沉积旋回。据此特征可将该组划分为 3 个岩性段、6 个岩性层。具工业意义的钾镁盐矿均产于塔贡组下段膏盐层中,在塔贡组中段膏盐层中钾镁盐矿出现较少,在塔贡组上段膏盐层中基本未见原生的钾镁盐矿。3 个膏盐层的矿化程度明显不同。

5 含盐地层的岩相古地理

在岩相古地理研究中,以万象平原钾镁盐矿区 1:10 万区域地质调查、钻孔资料为基础,充分利用物探资料,应用“整体分析、综合分析、背景分析、演化分析”方法(李思田, 1989),从含盐地层塔贡组的划分对比入手,在分别查明 3 个膏盐层和 3 个泥质层的岩性、厚度、含矿情况及其变化的基础上,以 1:10 万地质图为基础图件,用地层图法编制了塔贡组上、中、下段的岩相图。

就现有资料看,含盐地层塔贡组限于万象平原,滨湖相位于万象平原边缘,浅湖、半深湖相位于平原中部,反映了成盐盆地在成盐前、成盐期和成盐后(现在的)古地理景观存在极大的继承性和相似性。在塔贡组下段沉积时,沉积中心位于万象平原东部,反映了沉积盆地两岸地形东陡西缓、明显不对称。塔贡组中段的浅湖相位于万象平原中部,其外依次出现滨浅湖相、滨湖相,反映了在成盐期盆地中部的裂隙沉降幅度最大。塔贡组上段的浅湖相多呈孤岛状分散在滨湖相之中,反映了沉积盆地已发生明显的封闭萎缩。

塔贡组各段的膏盐层中未见陆源碎屑岩夹层,反映了在膏盐层沉积时盆地周边的古陆地形较为平

坦,剥蚀作用微弱,地表径流极不发育。膏盐层的岩性组合在不同沉积环境内虽有差异,但均以下部硬石膏岩、中上部石盐岩为特征,钾镁盐矿均出露于石盐岩上部,反映了卤水的浓缩程度越来越高,是沉积盆地气候持续干旱、卤水持续补给的结果。膏盐层最大厚度可达 472.77 m,只能形成于基底持续下降的沉积盆地。

在不同沉积环境的膏盐层之上,覆盖着粒度不等、颜色不同的陆源碎屑沉积。在滨湖相多为暗紫、紫红色砂岩、泥质粉砂岩,在半深湖相下部则为灰绿、上部紫色含膏盐泥岩、粉砂质泥岩。这种变化反映了滨湖带一直处于氧化环境,浅湖、半深湖则出现早期弱还原、晚期弱氧化环境。

参考文献

- 李思田. 1989. 沉积盆地演化的历史分析和系统工程研究. 地球科学, 14(4): 347~356.
- 潘桂棠. 1994. 全球洋-陆转换中的特提斯演化. 见: 地质矿产部成都地质矿产研究所编. 特提斯地质(18). 北京: 地质出版社, 23~40.
- 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 1999. 从全球看中国大地构造. 北京: 地质出版社, 1~38.
- 云南省地质矿产局. 1990. 云南省区域地质志. 北京: 地质出版社, 160~235.
- 云南省地质矿产局. 1996. 云南省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 211~296.
- 中国地质科学院成都地质矿产研究所. 1992. 怒江-澜沧江-金沙江区域地层. 北京: 地质出版社, 367~441.

References

- Li Sitian. 1989. The history analysis and system engineering study of evolution of depositional basin. Earth Science. 14(4). 347~356 (in Chinese).
- Pan Guitang. 1994. The Tethys evolution in global transition between ocean and land. In. Tethys Geology(18). Chengtu geology and minerals institute, Ministry of Geology and Mineral Resources. Beijing: Geological Publishing House. 23~40(in Chinese).
- Ren Jisun, Wang Zhouxin. Chen Binwei et al. 1999. Geotectonics of china from the global. Beijing: Geological Publishing House. 1~38 (in Chinese).
- Yunnan Geology and Minerals Bureau. 1990. Yunnan regional geology records. Beijing: Geological Publishing House. 160~235(in Chinese).
- Yunnan Geology and Minerals Bureau. 1996. Yunnan lithostratigraphy. Wuhan: China Geology University Publishing House. 211~296(in Chinese).
- Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, China Academy of Geological Science. 1992. Regional stratigraphy of Nujiang river and Lancangjiang river. Beijing: Geological Publishing House. 367~441(in Chinese).