

沉积成岩作用对桂西北中三叠统板纳组中金丰度的影响

刘金钟

(中国科学院地球化学研究所广州分部)

范德廉

(中国科学院地质研究所)

提 要 桂西北中三叠统板纳组浊积岩系是该区微细浸染型金矿床的主要赋矿层位。浊积岩中金丰度受到沉积物来源、沉积速率、岩石类型、碎屑物组份、碳酸盐化、绿泥石化等沉积、成岩作用的影响。

关键词 浊积岩 金丰度 沉积成岩作用 桂西北

第一作者简介 刘金钟 男 37岁 博士后 地球化学

桂西北中三叠统板纳组浊积岩系是该区微细浸染型金矿床主要的赋矿层位及矿源层。前人对板纳组中金的区域分布做过一些研究(苏欣栋,1990;王国田,1988),但只限于对地层或地层中不同岩类中金丰度的统计,由于未矿化地层中金丰度很低且受到众多地质因素的制约,故简单的统计方法尚不能揭示影响岩石中金丰度的具体因素。本文通过对板纳组浊积岩系的野外地质工作及室内的分析测试及数据处理,提出了影响浊积岩中金丰度的7种地质因素。

1 地质背景及金的区域分布特征

工作区位于广西西北部、与黔西南、滇东交界(图1),大地构造位置位于右江再生地槽之主要部分桂西拗陷内(广西地矿局,1985)。中三叠统板纳组为该区主要出露地层,约占总面积的80%。板纳组为一套陆源碎屑浊积岩系,厚度150~5000m,一般自下而上分为四个岩性段,即薄层泥岩段、中厚层砂岩段,中层砂岩-泥岩互层段、中薄层泥岩夹泥灰岩段。笔者计对11个地质剖面进行了工作,各剖面位置及沉积相特征见图1。

对上述11个剖面中240件岩石标本的金丰度做了分析。分析方法采用王水溶样→聚氨酯泡沫塑料吸附→硫脲解脱→原子吸收光谱分析。原子吸收仪器为日立Z-8000型,绝对灵敏度为 $1.36 \times 10^{-11} \text{g}/1\%$ 吸收。根据金丰度的分布特征,将本区板纳组中金丰度及分布分为6种类型,区域上分为金的富集区、亏损区及原始区(图1)。关于区域上金分布的详细特征已另文叙

述。^①

2 影响浊积岩中金丰度的沉积、成岩作用

影响浊积岩中金丰度的地质因素有物质来源、岩石组份、沉积速率、沉积环境、成岩、后生作用类型及强度等。现分述如下：

2.1 物持来源

图1中金富集区接近盆地边缘,来自江南古陆的碎屑物占了一定比例(刘宝珺, 1985),而江南古陆的古老沉积物在部分层位金丰度相对较高(马东升,刘英俊,1991),同时,黔西南地区的峨嵋玄武岩中的金可能因海水的淋滤作用而部分进入海水。该金富集带北侧为浅海碳酸盐台地,相对于碳酸盐矿物来说,陆源碎屑物具有较强的吸附水体中微量元素的能力,因而使得碳酸盐台地水体中的金因吸附强度的差异而向南侧的陆源碎屑物中转移,上述几种因素的综合作用使得与碳酸盐台地相邻的浊积岩系成为金背景值较高的富集区。而贫化区与原始区的碎屑物主要来源于越北古陆及云开古陆,碎屑物金丰度不高(约3.5ppb),且由于较高的搬运及沉积速率使得碎屑物中的金在沉积过程中所受的影响不大,因而沉积物中的金在成岩作用初期保持着较平稳的低值。

2.2 岩石类型

板纳组的主要岩石类型分为砂岩、粉砂岩、泥岩、泥灰岩4大类。前人关于金在浊积岩系各种岩石中的分布的研究结论不一,如加拿大Harrigan Cove地区的Goldenville组浊积岩系中金丰度在粗砂岩中最高(J. H. Crocket et al., 1986),刘宝珺(1987)、李文亢(1988)认为黔西南新宛组(相当于桂西北之板纳组)浊积岩中金丰度以在粉砂岩中较高。板纳组不同岩类含金性的统计数据(图2)说明,砂岩和泥岩金丰度分布近似于正态分布,数据较为集中,泥灰岩和粉砂岩金丰度较为离散。图2a~d中均有少数明显高于平均值的样品(Au>12ppb,即lnAu>2.5),在统计时均未计这类样品。表1显示,从砂岩至粉砂岩、泥岩、泥灰岩含金性依次降低,但降低的幅度不大,虽然砂岩的金丰度略高,但变异系数较小,直方图形态最接近正态分布,因而其中金的活动性差,对成矿不利。图2显示,粉砂岩中金丰度分布较为离散,没有明显的主中值,数据明显分为3组,即金亏损型(Au<0.61ppb,lnAu<-0.5);背景值型(Au0.61~12ppb,lnAu-0.5~2.5);金富集型(Au>12ppb,

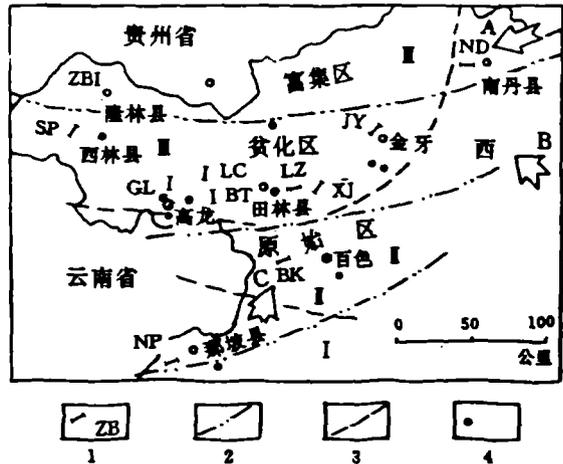


图1 桂西北板纳组金丰度分区示意图

Fig. 1 Regional distribution of gold of Banna Formation in NW Guangxi

- 1. 剖面位置,方向及代号
- 2. 含金性分区界线
- 3. 沉积相分区界线
- 4. 微细浸染型金矿床、矿化点
- I—浊积内扇、斜坡碎屑流相
- II—浊积中扇相
- III—浊积中—外扇相
- A—江南古陆物源流向
- B—云开古陆物源流向
- C—越北古陆物源流向

① 刘金钟,桂西北中三叠统板纳组地层中金的分布及地质意义,地球化学,待刊。

InAu>2.5),若不计金富集型样品的数据,则粉砂岩中金丰度与其他岩性相似(表 1),所不同的是粉砂岩中金的变异系数较大,金的活动性强,因而对于富集成矿是有利的。

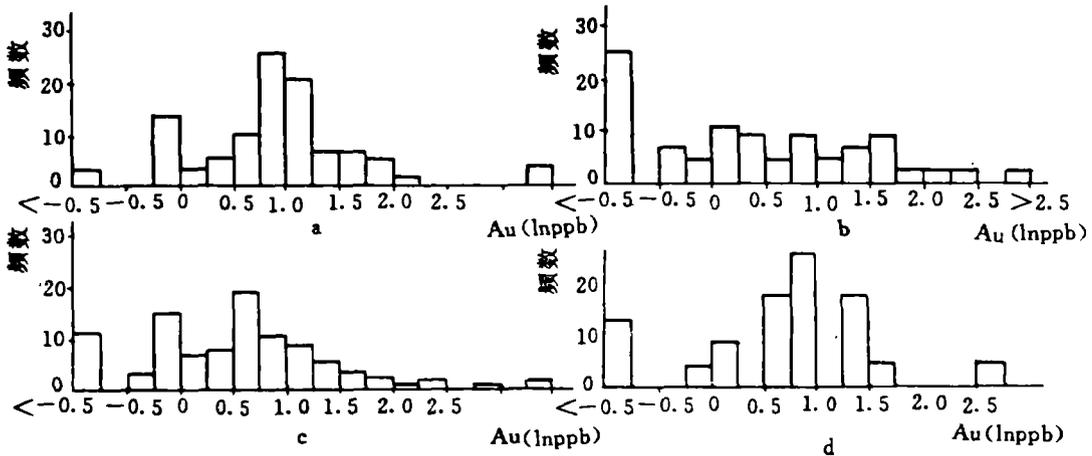


图 2 板纳组不同类型岩石的含金性

a. 砂岩 b. 粉砂岩 c. 泥岩 d. 泥灰岩

Fig. 2 Gold distribution in different rocks of Panne Formation

表 1 不同岩石中金丰度及变异系数

Table 1 Gold concentration and variation coefficient in different rocks

| 岩性 | 样品数 | 平均值 (ppb) | 均方差 | 变异系数 |
|-----|-----|-----------|------|------|
| 砂岩 | 59 | 2.66 | 1.76 | 0.66 |
| 粉砂岩 | 42 | 2.27 | 2.45 | 1.08 |
| 泥岩 | 83 | 2.25 | 2.08 | 0.93 |
| 泥灰岩 | 22 | 2.15 | 1.41 | 0.65 |

注:(表 1 计算时未计 Au>12ppb 的样品)

2.3 鲍马层序

板纳组中常见发育不全的鲍马层序,一般为 A-C-E 序列或 A-E 序列,偶尔有 A-C-D-E 序列。A 层主要为中薄层至厚层的岩屑石英细砂岩、粗粒砂岩,一般具正粉序,C 段为薄—中层含泥质粉砂岩、粉砂岩,一般厚 10~20cm,E 段为层段不清晰的泥岩,单层厚度 1~20cm,常与 C 段呈过渡关系。B 层及 D 层罕见。统计表明,各层序含金性差别不大,但 C 层的变异系数较高(表 2),因 C 层多为粉砂岩,故其含金性变异系数符合表 2 中粉砂岩的特征,即不同层序中岩性的差异导致了金分布的差异。

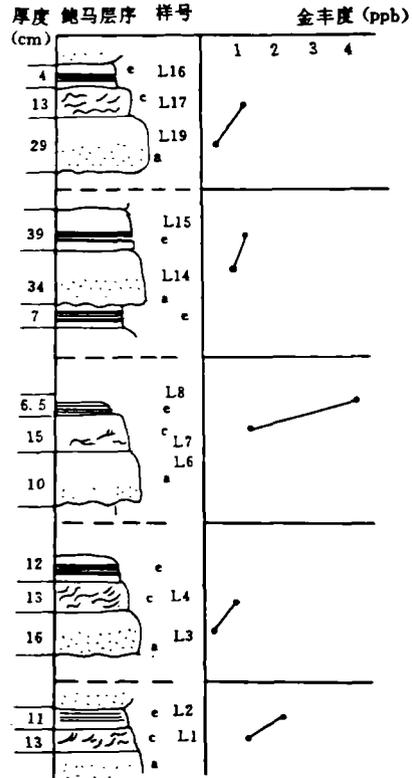


图 3 LC 剖面鲍马层序中的金丰度

Fig. 3 Gold Concentration in the Bauma Sequences of LC Profile

但在个别的地质剖面中(如 LC 剖面),在相邻的层序中,细碎屑岩金丰度均高于相邻的粗碎屑岩(图 3)。这种现象尚无确切的解释。

表 2 不同鲍马层序中金丰度的丰度

Table 2 Gold concentration in different Bauma Sequences

| 鲍马层序名称 | 样品数 | 平均值(ppb) | 均方差 | 变异系数 | 主要岩性 |
|--------|-----|----------|------|------|------|
| A 层 | 7 | 1.75 | 0.98 | 0.56 | 细沙岩 |
| C 层 | 12 | 1.40 | 0.98 | 0.71 | 粉沙岩 |
| E 层 | 9 | 1.79 | 0.82 | 0.46 | 泥岩 |

2.4 岩石组份中石英含量

石英为基本不含金的矿物,故对于未经受强烈成岩、后生作用及矿化作用的背景岩石来说,碎屑石英的含量越高,则全岩金丰度越低。成岩作用较强的岩石,石英颗粒边缘受到泥质杂基的侵蚀,边缘模糊不清,岩石中含有一定数量的颗粒粗大的次生白云母、绿泥石及脉状碳酸盐(图版 I. 1),而成岩作用较轻的岩石,石英颗粒边缘清晰,泥质杂基的重结晶作用较弱(图版 I. 2)。根据对 26 个成岩作用较轻的粗粉砂岩、细砂岩中金丰度与石英含量关系的统计,石英含量与金丰度呈微弱的负相关,相关系数 $r = -0.34$,这种规律仅适用于金丰度小于 10ppb 的样品。

2.5 绿泥石化强度与类型

绿泥石是成岩作用的产物,砂岩中绿泥石化主要发生在基质及中酸性火山岩岩屑、泥质岩碎屑中,绿泥石化有两期,早期的绿泥石呈不规则他形,多围绕在石英颗粒周围或继承了长石、岩屑的外形,呈淡绿色;晚期的绿泥石颗粒较大(0.1~1mm),自形,深绿色,无规则分布(图版 I. 3)。泥岩及粉砂岩中的绿泥石也分为成岩早期的微晶绿泥石及晚期生成的片状绿泥石(图版 I. 4),只含早期绿泥石的岩石(包括砂岩、粉砂岩、泥岩),金丰度分布较为集中,略呈正态分布,而含有两期绿泥石的岩石中,金丰度分布离散,平均值低于前者(图 4),这种现象反映了在强烈的成岩作用过程中部分金已发生了活化迁移。

2.6 碳酸盐种类与数量

岩石中大多含有数量不等的碳酸盐,根据岩石薄片观察,碳酸盐分为原生沉积的方解石和次生的方解石。原生方解石为细晶、泥晶,在基质中均匀分布,次生的碳酸盐晶粒粗大,但晶形差,多为树枝状、脉状、团块状及不规则状,可交代碎屑物及原生方解石。据统计,21 个具有原生碳酸盐的样品,金平均丰度 2.86ppb,23 个

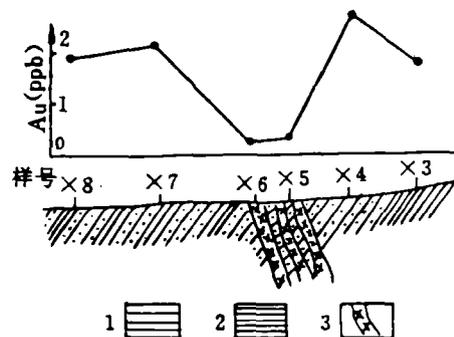


图 4 XJ 剖面中碳酸盐化对金的活化迁移作用示意图

1. 砂岩 2. 泥岩 3. 方解石脉

Fig. 4 Mobilization and migration of gold by carbonation in XJ profile

具有较强次生碳酸盐化的样品,金平均丰度为 1.60ppb,反映出碳酸盐化对岩石中金的活化迁移作用。一个明显的例子是 XJ 剖面,此剖面中下部有一个宽约 20m 的碳酸盐化带,该带的岩石样品 X5,X6 发生较强的次生方解石化及绿泥石化,其中金丰度较正常岩层明显降低。

2.7 金丰度在地层剖面中的脉动性变化

金丰度在剖面中的分布大致可分为平稳型及脉动型二种。平稳型剖面中金丰度自下而上无明显变化,脉动型剖面中金丰度随岩性段的变化呈有规律的波动,一般是在岩性段的中部丰度最低,至岩性段的上部增高至最大值,至上覆另一岩性段的底部时急剧降低。这种现象可能与沉积速率有关,因为在每一岩性段的中下部是沉积速率较高的时期,相对贫金的碎屑物未经过充分的地质改造作用就迅速掩埋起来,而在每一岩性段的上部,沉积速率降低,海水中生物活动较强,产生的有机质及还原硫对底层海水及浅层沉积物中的稀散金起到吸附定位作用,从而使岩性段顶部的金丰度相对增高。

本文工作过程中得到了广西地矿局吴诒、方道年、李德清、王国田等高级工程师的支持与帮助,中国科学院地质研究所刘铁兵、叶杰、饶雪峰同志参加了部分野外工作,特此致谢。

收稿日期:1991年7月27日

参 考 文 献

- [1] 马东升,刘英俊,1991,江南金成砂带层控金矿的地球化学特征和成因研究,中国科学 B 辑,4 期,424~433 页。
- [2] 广西壮族自治区地质矿产局,1985,广西壮族自治区区域地质志,230~241 页,地质出版社
- [3] 王国田,1989,桂西北微细浸染型 JY 金矿床形成机理初探,广西地质,2 卷,2 期。
- [4] 李文元,1988,黔西南微细金矿床地质特征及成矿作用,中国金矿主要类型区域成矿条件文集,黔西南地区分册,地质出版社,1~18 页
- [5] 刘宝琦、张锦泉、叶红专,1987,黔西南中三叠世陆棚—斜坡沉积特征,沉积学报,5 卷,2 期,1~15 页
- [6] 刘金钟,范德廉等,1991,桂西北中三叠统板纳组的沉积地球化学及金的区域分布,沉积学报,9 卷增刊,178~186 页
- [7] 苏欣栋,1989,右江印支昌地槽褶皱带金的区域地球化学,黄金,3 期,13~16 页
- [8] Crocket J. H. et al., Distribution of gold and arsenic in turbidites at Harrigan Cove, Nova Scotia, implications on gold mineralization; in Turbidite-hosted gold deposits, Editors: Keppie J., Duncan, Boyle R. W. and Haynes S. J., Geological Association of Canada Special Paper 32, p149~159

Effects of Sedimentation and Diagenesis on Distribution of Gold of Banna Formation, Middle Triassic in NW Guangxi, Sw China

Liu Jinzhong

(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Science, Guangzhou)

Fan Delian

(Institute of Geology, Chinese Academy of Science, Beijing)

Abstract

Banna Formation is the source beds and host rocks of fine-impregnation gold ore deposits in Northwest Guangxi. The formation is turbidites with 150-5000m thick, and composed of sandstone, siltstone, mudstone and mirl. Through statistical analysis of gold concentration of 240 samples collected from 11 major geological sections and considering sedimentary and petrological characters of those samples, the authors report 7 factors which affect the concentration of gold of Banna Formation;

1: Gold concentration in geological sections is classified into original, barent and enriched type, which include 6 sub-types; and regionally classified into original, barent and enriched area. Among them, part of gold in gold-enriched area is from Jiangnan Uplift and Ermei Basalt Belt.

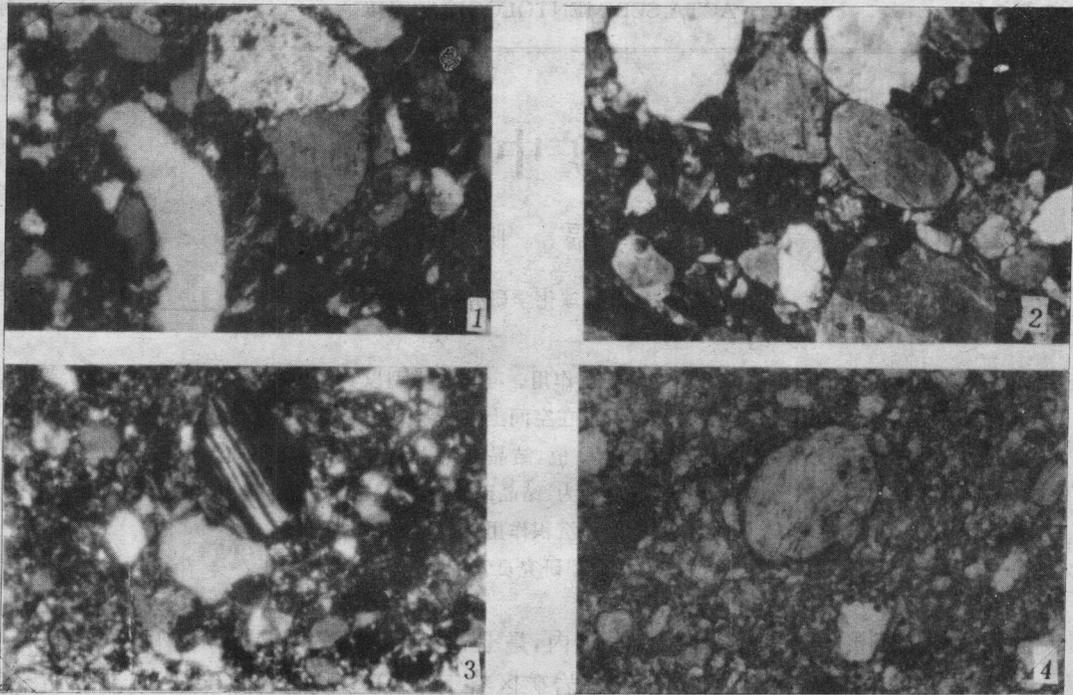
2: There are little differences among mean concentration of sandstone, siltstone, mudstone and mirl, but gold concentration in siltstone has comparatively higher variation coefficient, which indicates that gold in siltstone is mobile and easy migrating.

3: Gold concentration is low in the rocks having high percentage of quartz, but the law is only for those samples which have comparatively slight diagenesis.

4: In Bouma Sequence of turbidites, division C has higher variation coefficient of gold. In parts of geological profiles, gold concentration in fine-grain division is higher than that of underlying coarse-grain division.

5: Gold concentration is low in the rocks which had suffered strong chloritization and carbonatization in late diagenetic stage and subsequent stage.

6: Gold distribution in geological sections is classified into stable type and pulsatory type. In pulsatory type, concentration of gold is low in lower parts and higher in upper parts in each petrological member.



1. 成岩作用较强的细砂岩,碎屑颗粒边缘模糊不清。正交偏光,×50 2. 成岩作用较弱的细砂岩,碎屑颗粒边缘清晰。正交偏光,×50 3. 细砂岩中的次生绿泥石(图版中间),正交偏光,×25 4. 细砂岩中的次生绿泥石(图版中间椭圆形矿物)。单偏光,×50