

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

粤西上元古界—下古生界金背景值 及其与金成矿的关系

张 乾 潘家永

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳)

内容提要 粤西地区90%以上的金矿床(点)都产于该区上元古界和下古生界变质地层中, 但区内变质地层的金背景值及其与金矿化的关系一直没有系统的资料。笔者以1800个样品统计了上元古界和下古生界的金背景含量, 并利用地层金含量的变化规律讨论了地层与金成矿的关系, 认为区内大部分金矿床是变质岩(矿源岩)改造的产物。

关键词 上元古界 下古生界 金背景值 金矿床 粤西地区

粤西地区是我国重要的金成矿带, 区内约60%的面积为上元古界和下古生界出露区, 著名的河台、新洲等金矿床都产于其中, 小型矿床及矿化点不计其数。笔者以20条剖面、1800多个样品统计了区域地层金的背景含量及其变化特点, 为探索本区金矿成矿规律提供了部分地球化学依据。

1 地层概况

1.1 上元古界

粤西的上元古界是区内最主要的产金层位, 遭受了绿片岩相、角闪岩相的变质作用, 中部和南部变质程度较高, 普遍发生混合岩化和花岗岩化。岩石类型主要有片岩类、变粒岩、片麻岩、混合岩化片岩、混合岩、硅质岩、变质砂岩等, 厚度大于10000m, 原岩为深海—半深海浊积岩建造, 局部为浅海相沉积。在西江以北, 称为鹰阳关群和乐昌峡群, 分别属于下震旦统和上震旦统^[1]; 在西江以南的云浮、罗定、信宜、高州、化州、廉江等地, 称为云开群(图1), 时代为1000—600Ma^[2-4]。

1.2 下古生界

粤西的下古生界包括八村群、三尖群、缩尾岭群和志留系。

(1) 八村群属寒武系, 与下伏上元古界呈整合接触, 以半深海—深海碎屑岩—泥质岩组成的浊积岩系为主, 是区内主要赋金层位之一。岩性主要有含砾砂岩、长石石英砂岩、粉砂岩、碳质页岩、泥质岩、硅质岩等, 主要分布于连山、怀集、德庆、封开、阳春等地(图1), 总厚度大于5000m。与下伏上元古界不同之处在于: ① 变质程度较低, 除在南段阳春一带见有混合岩化外, 区内大部分地区均为低级绿片岩相, 主要矿物组合为石英-云母, 岩性以千枚岩、片岩为主; ② 八村群中可见层数不定的炭质层或碳质页岩层; ③ 火山活动微弱。

(2) 三尖群属于下奥陶统, 缩尾岭群属于中、上奥陶统, 主要分布于肇庆、德庆、郁南及罗定等地(图1), 总厚度大于2000m, 与下伏八村群呈平行不整合接触。

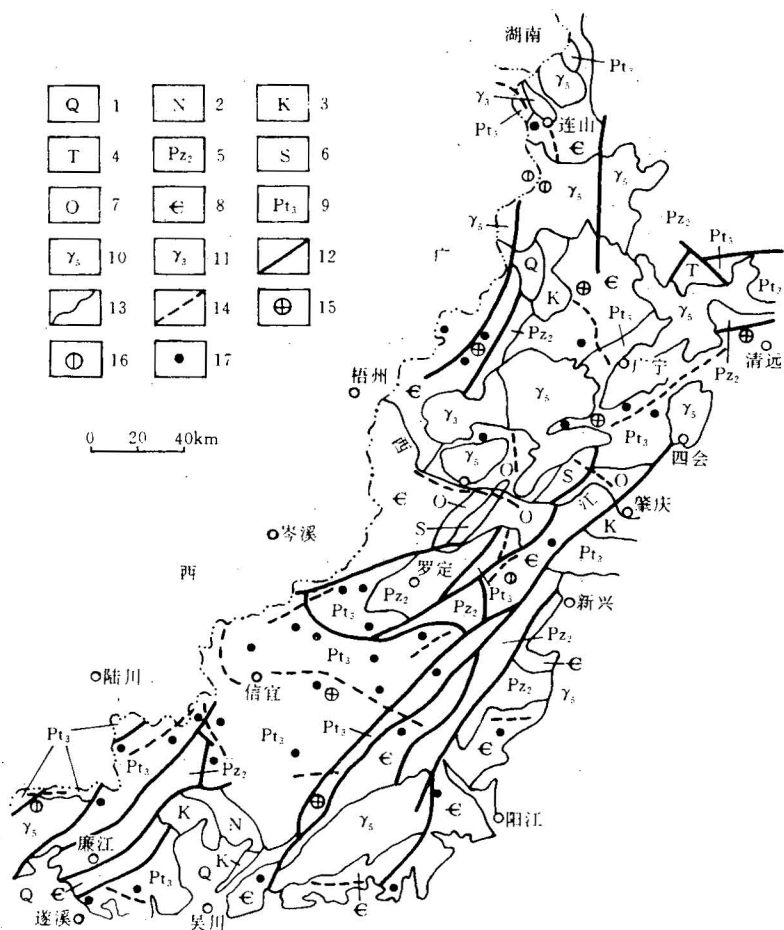


图1 粤西地区地质简图

Fig. 1 Geological sketch map of the western Guangdong.

1—第四系; 2—第三系; 3—白垩系; 4—三叠系; 5—上古生界; 6—志留系; 7—奥陶系; 8—寒武系; 9—上元古界;

10—燕山期岩浆岩; 11—加里东期岩浆岩; 12—断层; 13—地质界线; 14—采样路线; 15—金矿床;

16—银金矿床; 17—金矿点

1—Quaternary; 2—Tertiary; 3—Cretaceous; 4—Triassic; 5—Upper Palaeozoic; 6—Silurian; 7—Ordovician; 8—Cambrian; 9—Upper Proterozoic; 10—Yanshanian magmatic rock; 11—Caledonian magmatic rock; 12—fault; 13—geological line;

14—sample line; 15—gold deposit; 16—silver-gold deposit; 17—gold mineralization

缩尾岭群岩性较简单,底部为砾岩、砂砾岩,向上以石英岩为主夹千枚岩、板岩及片岩。三尖群岩性以泥质岩为主,主要有页岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、黑色碳质页岩等。

粤西奥陶纪的沉积作用是在郁南运动的影响下,云开大山区隆起,寒武纪沉积海盆地缩小至粤西中部一带的浅海环境下进行的。由于沉积海盆范围缩小,物源丰富,沉积了一套由砾岩、砂砾岩、砂岩及泥质岩组成的浅海相类复理石建造。

(3) 志留系分布地区大致与奥陶系相同,即见于罗定、云浮、郁南、高要、德庆一带。划分为下统连滩组、中统文头山组、上统岭下组,厚度大于 4000m,与下伏奥陶系呈整合接触。

志留系是在奥陶纪海盆水体不断加深的情况下连续沉积的。因此,其分布与奥陶系相伴。

中、下志留统(连滩组和文头山组)由页岩及细粒石英砂岩构成的韵律层组成,上统(岭下组)以泥质页岩为主。该套地层延续到桂东,岩性变化不大,为深海一半深海相浊积岩。

2 金背景含量

2.1 样品采集、加工与处理

为了较为可靠地计算粤西地区变质岩系的金背景含量,笔者从南到北选择了 20 条地层剖面,总长度大于 400km,采集岩石样品 1981 件,其中上元古界 922 件,寒武系 511 件,奥陶系 161 件,志留系 387 件。未矿化、未蚀变、未强烈风化的 1883 件样品(表 1)经由原子吸收光谱分析金含量,参加金背景值的统计。样品分析中,采用重复送样并辅以中子活化法和等离子光谱法验证分析结果,相对误差控制在 5%—10%之间,分析结果用于背景值统计是可行的。

2.2 金背景含量统计结果

表 1 为粤西上元古界和下古生界不同区段金的背景含量。从上元古界和寒武系金含量的频率分布形式(图 2)和偏度、峰度及 χ^2 检验,信宜、高州地区的上元古界和连山地区的寒武系金含量服从正态分布,其余均为正偏。

2.2.1 上元古界的金背景值

不同区段金含量标准差在 1.9—2.9 之间,变异系数小于 80%,说明金含量是较稳定的。剔除个别高含量样品后金含量变化于 1×10^{-9} — 19×10^{-9} 之间,全区 864 个样品,平均金含量为 4.02×10^{-9} 。

粤西地区上元古界大面积出露,虽然 864 个样品尚不够充分,但就目前所知,尚无更完整的资料。已有资料大多是针对某一区段或某一矿区的。与本研究相比,邓璟等对信宜—阳春云开群厘定的金背景值为 1×10^{-9} — 2×10^{-9} ^[5],本研究得出该区上元古界的金含量为 4.07×10^{-9} ;陈好寿等^[6]、彭少梅^[7]对河台—新洲一带上元古界研究得出金背景值为 3×10^{-9} — 3.42×10^{-9} ,比本研究结果略低;桂东震旦系平均含金 2.75×10^{-9} ^[8],比本研究结果低。有些研究者将某一矿区的地层金含量(一般都在 10×10^{-9} 以上)作为区域背景值对待,这是不妥的。

2.2.2 寒武系的金背景值

见表 1。471 个样品金含量在 0.5×10^{-9} — 29×10^{-9} 之间,平均 3.7×10^{-9} ,略低于上元古界的金含量,浓集系数为 1.7。不同地段金含量也较接近。

粤西寒武系缺少系统的金背

表 1 粤西上元古界—下古生界金背景含量($\times 10^{-9}$)

Table 1 The gold background value of Upper Proterozoic and Lower Palaeozoic in western Guangdong Province ($\times 10^{-9}$)

时代	地 区	样品数	范 围	$\bar{X}_a$	σ	$C_v(\%)$	浓集系数
上元古界	连山	20	2—9	4.90	1.92	39.18	2.28
	高要—清远	423	1—17	3.58	1.98	63.87	1.42
	云浮	28	1—12	3.19	2.58	75.44	1.46
	信宜—高州	345	1—19	4.70	2.88	61.28	2.15
	廉江	48	2—13	3.09	2.11	33.13	1.87
	全区	864	1—19	4.07	2.30	57.21	1.84
寒武系	连山	140	1—9	3.47	1.65	51.08	1.58
	郁南—怀集	288	0.5—29	3.90	2.87	73.59	1.78
	阳春	43	1—10	3.24	1.41	43.52	1.48
	全区	471	0.5—29	3.71	1.93	52.02	1.69
奥陶系	肇庆—禄步	37	1—7	2.93	0.88	46.32	1.34
	德庆—郁南	86	0.6—9.2	2.55	1.08	42.35	1.16
	兰瓮	38	1—9	2.75	1.49	54.18	1.26
	全区	161	0.6—9.2	2.68	1.10	47.82	1.22
志留系	禄步—播植	119	1—8	2.63	1.34	50.59	1.20
	德庆—郁南	129	1—5	3.03	0.75	24.67	1.38
	连滩	139	1—6	3.17	1.12	35.33	1.45
	全区	387	1—8	2.95	1.21	39.77	1.35

分析者:中国科学院地球化学研究所邵安贞、李荪蓉。

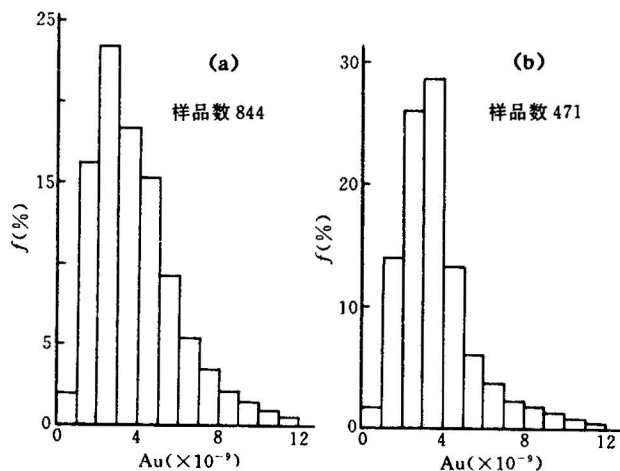


图2 粤西地区上元古界和寒武系金含量频率分布图

Fig. 2 Gold frequency diagram of Upper Proterozoic and Cambrian in western Guangdong Province

a—上元古界; b—寒武系

a—Upper Proterozoic; b—Cambrian

率分布为单峰正偏。

不同剖面金含量变化不大,都小于 3×10^{-9} ,略高于地壳平均含量。全区奥陶系 161 个样品金的算术平均值为 2.68×10^{-9} 。

粤西的奥陶系尚未见到系统的金含量资料,据广东省地质矿产局 719 队^①测定,肇庆—播植—莫村剖面 21 个样品,平均含金 8.2×10^{-9} ;荷包田—留洞剖面 5 个样品平均含金 4.2×10^{-9} ;广西云开地区奥陶系 105 个样品金的算术平均值为 7.66×10^{-9} ,其中下统 8 个样品平均 5.66×10^{-9} ,中统 30 个样品平均 3.58×10^{-9} ,上统 67 个样品平均 9.73×10^{-9} ,与本研究结果相差较大^[8]。

2.2.4 志留系的金背景值

志留系 387 个样品金含量变化于 1×10^{-9} — 8×10^{-9} 之间,平均值为 2.95×10^{-9} ,略高于奥陶系,而明显低于上元古界和寒武系。广东省地质矿产局 719 队测定的志留系 39 个样品的金含量,平均 2.69×10^{-9} ^②,与本研究结果相近;桂东云开地区志留系 22 个样品,平均含金 3.98×10^{-9} ,略高于本研究结果^[8]。

综合上述研究结果,粤西地区上元古界一下古生界金的平均含量为:上元古界 4.02×10^{-9} ,864 个样品;寒武系 3.71×10^{-9} ,471 个样品;奥陶系 2.68×10^{-9} ,161 个样品;志留系 2.95×10^{-9} ,387 个样品。从表 1 可以看出,部分样品的金含量明显高于黎彤给出的地壳平均含量^[10] (2.19×10^{-9}),但不同层位、不同地段的平均金含量与地壳平均含量接近或略高。金元素在岩石中的分布是不均匀的,这种现象在不同剖面中是常见的,因此,部分样品金含量高也是正常的。参加背景值统计的样品,均采自远离矿区及矿化蚀变地段,经严格筛选,避免了严重风化、氧化和受污染样品。分析结果的数学检验表明,不同时代、不同区段地层金含量均为单峰

景值资料。所见及者多为某些矿区或区段的零星资料。与本研究相比,其值大多偏高。据姚建敏等的研究,广西云开寒武系含金 0.2×10^{-9} — 24.2×10^{-9} ,平均 3.58×10^{-9} (154 个样品)^[8],与本研究结果相近;刘腾飞取得的桂东水口群(梧州至贺县一带)的金含量为 4.31×10^{-9} (86 个样品)^[9],比本研究结果略高。

2.2.3 奥陶系的金背景值

见表 1。研究地区主要限于高要、德庆、郁南奥陶系出露较完整地区。和上元古界及寒武系相比,奥陶系无论是不同地区还是不同层位,金的含量变化范围相对较小,在 1×10^{-9} — 9×10^{-9} 之间,基本上没有高异常含量的样品,相应地标准差和变异系数也较小。由于低含量样品受仪器灵敏度和误差影响,金含量频

① 广东省地质矿产局 719 地质大队。广东高要县河台金矿区高村矿床地质勘探报告。1987。

正态或单峰正偏,与矿区及矿区附近受矿化影响的地层金的含量及分布形式(见后文讨论)明显不同,因此,可以排除矿化叠加的影响。粤西地区上元古界—下古生界经历了多期次多种地质作用的改造,尤其是上元古界已面目全非,现在得到的金背景含量已无法代表原始沉积时金的分布情况。粤西地区发生于加里东期至海西期的区域变质、混合岩化及花岗岩化作用对上元古界—下古生界中金的重新分布起了重要作用(见后文),其后的历次地质作用以构造断裂及岩浆活动为主,大量研究表明,粤西地区金的成矿作用主要发生于燕山期。因此,本文的研究结果可以代表加里东期至海西期形成的变质岩的金背景含量。以此来讨论地层与金成矿的关系是有一定意义的。

3 金含量的某些变化特点及其与金成矿的关系

3.1 不同层位的赋矿特点

据区内 400 余处金矿床(点)的统计,90%左右都产于上元古界和下古生界中或与其在空间上有依存关系。其中产于上元古界中者约占 55%,产于寒武系中者约占 30%,产于奥陶系中者不足 5%,产于志留系中者不足 3%,其它约占 7%。该组数字表明,粤西地区上元古界是最重要的赋金层位,寒武系次之,奥陶系和志留系非主要赋金层位。

与金矿床不同的是,区内银矿床在空间上与岩浆岩有较密切的关系,有些直接产于岩体内,有些产于接触带部位,有些虽产于变质岩中,但其成因明显与岩浆活动有关。

3.2 区域金含量的变化特点

从晚元古代到志留纪,粤西地区沉积环境有所变化,沉积盆地渐次缩小,沉积作用基本上是连续的,金的背景值从老到新逐渐降低,上元古界最高,奥陶系和志留系最低(图 3a)。

上元古界不同区段金含量的变化如图 3b 所示,信宜—高州两地及高要—清远两区段明显高于云浮和廉江两地,前两个区段是粤西金矿化密集区,而云浮和廉江两区段银含量高于信宜—高州和高要—清远,是粤西银矿化的主要分布区。寒武系金含量从北往南变化不明显。

从老到新,地层中产出的金矿床(点)数量依次减少,这种分布格局与上元古界到志留系金背景值的逐渐降低趋势是完全一致的。这一现象可能体现了金矿化与地层之间的亲缘关系,高背景含量地段即为金矿化密集区的事实也为这种关系的存在提供了依据。

3.3 不同程度变质岩金含量

变化趋势

图 4a 表示上元古界不同程度变质岩金含量的变化情况。可以看出,粤西地区上元古界变质岩中,片岩类含金最高,随着岩石变质程度的升高,金含量逐渐降低,从混合岩到混合花岗岩,金含量降低幅度较大。变质程度相对较高的信宜—高州地区和廉江地区,岩石金含量随变质程度的加深而降低的趋势尤其明显。

寒武系不同程度变质岩金含量如图 4b 所示,全区寒武系从砂泥质岩石

表 2 某些矿区地层金含量及区域金异常

Table 2 Gold content of strata in some orefields and some gold anomaly

矿区	岩性及时代	样品数	范围	$\bar{X}_a$	σ	$C_v(\%)$
新洲	石英二云片岩	35	7—158	24.21	56.18	232.18
	二云石英片岩	30	3—125	19.07	38.71	203.84
	石英岩	31	4—45	11.72	23.40	197.80
茶洞	寒武系片岩	49	2—55	21.97	24.53	111.65
京村	上元古界混合岩	10	7—35	14.50	17.88	123.31
	上元古界片岩	40	3—60	12.41	12.72	102.50
信宜 白石镇	上元古界	21	7—148	56.33	51.67	91.73
	混合岩化片岩	8	9—105	33.75	41.14	121.90
	混合岩	13	7—148	74.40	52.13	70.07

分析者:中国科学院地球化学研究所李荪蓉。

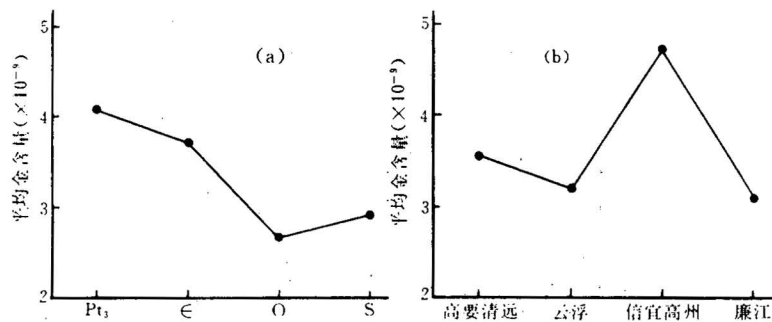


图3 粤西上元古界一下古生界金含量变化趋势

Fig. 3 Gold content variations of Upper Proterozoic and Lower Palaeozoic in western Guangdong Province

a—时代由老到新金含量变化; b—上元古界不同区段金含量变化

a—Gold content variation from old to new; b—gold content variation of Upper Proterozoic in the different regions

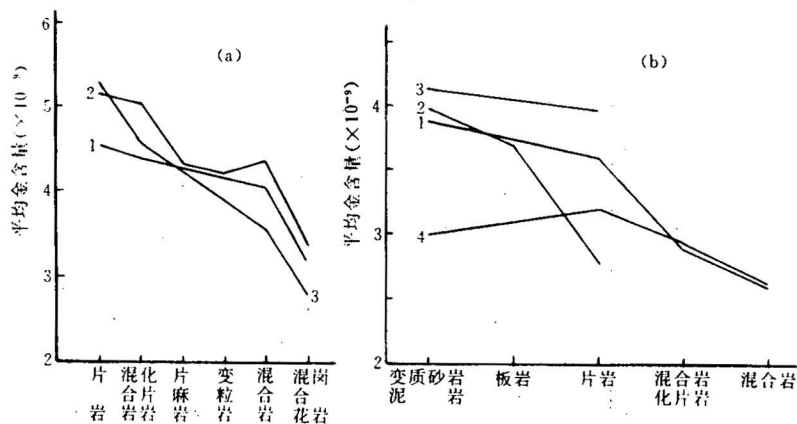


图4 不同程度变质岩金含量变化趋势

Fig. 4 Gold content variation of different metamorphic rocks

a—上元古界: 1—全区; 2—信宜—高州地区; 3—廉江地区;

b—寒武系: 1—全区; 2—连山地区; 3—郁南—怀集地区; 4—阳春地区

a—Upper Proterozoic: 1—all district; 2—Xinyi—Gaozhou region; 3—Lianjiang region;

b—Cambrian: 1—all district; 2—Lianshan region; 3—Yunan—Huaiji region; 4—Yangchun region

到混合岩, 金含量逐渐降低, 连山和郁南—怀集两地区也呈现这种变化趋势。阳春地区从砂泥质岩石到片岩金含量略有上升, 而片岩到混合岩金含量明显降低。

上述现象可能预示着区内上元古界和寒武系地层, 在区域变质过程中, 金有被活化转移现象, 这种活化转移对金的成矿是有利的。

3.4 金异常与金矿化

在几乎每一条采样剖面中, 总有一些高含量样品, 这种样品大部分是独立出现的, 在没有复查之前, 很难弄清高含量的纵横变化。然而在矿区及其外围地层中, 金的高含量往往是连续的 (表 2)。在个别剖面的局部地段, 连续多个样品金含量都很高, 如连山—福堂剖面的寒武系, 其中在 70m 厚的地层中所采 5 个样品, 含金 7×10^{-9} — 50×10^{-9} , 平均 25×10^{-9} ; 阳春永宁南

山寒武系,50m 厚的地层中 3 个样品,含金 10×10^{-9} — 42×10^{-9} ,平均 27×10^{-9} 。

矿区及外围地层,一般金含量变化范围很大,平均值为区域背景值的 2—3 倍以上,同时具有相当高的标准差和变异系数,与区域无矿地段地层明显不同。

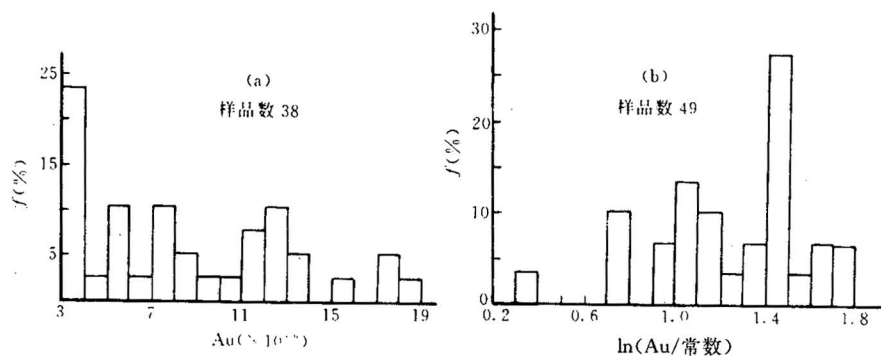


图 5 某些矿区地层金含量频率分布图

Fig. 5 Gold sequence distribution of strata in some orefields

a—京村矿区上元古界;b—茶洞矿区寒武系

a—Upper Proterozoic in Jingcun orefield;b—Cambrian in Chadong orefield

图 5 绘出了京村矿区外围上元古界和茶洞矿区寒武系金含量频率分布图,由于茶洞矿区地层金含量变化很大,故绘出对数分布图。显然,矿区及外围地层异常金含量具多峰分布特点,且不具正态分布,这是与区域地层金含量分布形式(单峰正态或正偏)的根本不同之处。一方面反映了矿区范围内地层金的高含量和不均匀性,另一方面反映了地层中具上述特征的金不是原始沉积时就有的,而是在后期地质作用(主要是矿化过程)中叠加进去的。因此,地层中金的高含量对找金矿具有指导意义。根据这一点,无矿地段金异常有进一步验证的必要。

参 考 文 献

- 1 广东省地质矿产局. 广东省区域地质志. 北京:地质出版社,1988. 23—88 页.
- 2 张仁杰,马国干. 海南岛前寒武纪地质. 武汉:中国地质大学出版社,1991. 54—160 页.
- 3 于津生,桂训唐,黄琳. 广东罗定四轮混合岩田同位素组成特征. 广东地质,1991,6(3):73—82.
- 4 简平. 云开隆起西南端混合岩、花岗岩同位素地质年代研究. 广东地质,1991,6(2):58—67.
- 5 邓璟,冯国荣等. 粤西金矿成矿规律. 广州:中山大学出版社,1991. 15—60 页.
- 6 陈好寿,杨开渠. 广东吴川—四会断裂带北段金矿找矿方向. 地质找矿论丛,1992,7(3):48—60.
- 7 彭少梅. 粤北新洲逆冲推覆构造及金矿成矿系列. 武汉:中国地质大学出版社,1993. 61—95 页.
- 8 姚建敏,陈尚迪,曹殿春. 广西云开地区金银成矿条件分析. 广西地质,1993,6(2):25—38.
- 9 刘腾飞. 桂东寒武系水口群岩石地球化学特征及其与金矿化关系. 广西地质,1992,5(1):13—24.
- 10 黎彤. 地壳元素丰度的若干统计特征. 地质与勘探,1992,28(10):1—7.

作 者 简 介

张乾,男,1955 年 11 月生。1981 年毕业于成都地质学院矿产地质及勘探专业。现为中国科学院地球化学研究所研究员,从事矿床地球化学研究。通讯地址:贵州省贵阳市观水路 73 号中国科学院地球化学研究所,邮政编码:550002。

GOLD BACKGROUND VALUES OF THE UPPER PROTE- ROZOIC—LOWER PALAEOZOIC AND THEIR RELATIONSHIPS TO GOLD MINERALIZATION IN WESTERN GUANGDONG PROVINCE

Zhang Qian and Pan Jiayong

(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou)

Abstract

More than 90% of gold deposits in western Guangdong Province occur in Upper Proterozoic and Lower Paleozoic metamorphic rocks, but there is no detailed information of the relationships between the gold content of metamorphic strata and gold mineralization. This paper presents the gold background values of the Upper Proterozoic and Lower Paleozoic obtained by analyzing more than 1800 samples. The gold average contents of the Upper Proterozoic, Cambrian, Ordovician and Silurian are 4.02×10^{-9} , 3.71×10^{-9} , 2.68×10^{-9} and 2.95×10^{-9} , respectively. The gold variation and relationship between strata and gold mineralization are discussed. The great majority of the gold deposits in the district are the product of the reworking of metamorphic rocks (source rocks).

Key words: Upper Proterozoic, Lower Palaeozoic, gold background value, gold deposit, western Guangdong Province
