二叠系龙潭煤系与黔西南金矿的关系研究

黄建国[1], 郝家栩[2], 张　敏[3], 张竹如[3]
(1. 西南科技大学环境与资源学院; 2. 贵州地质调查院; 3. 贵州大学资源与环境工程学院)

摘要: 贵州最富的特大型微细浸染型金矿(水银洞金矿)产于上二叠统龙潭组中。龙潭组厚度为 230~ 420m, 含丰富的玄武质、凝灰质及硅质岩等, 金平均丰度为 250×10^{-9}; 沉积在大陆向海洋过渡的环境, 沉积期伴随有西部峨眉山玄武岩的喷发及同生断裂控制的热水沉积, 形成与煤系沉积相伴的特殊含金建造。此层位中金矿床(点)发现的频率较高, 具有较大的找矿前景。

关键词: 含金建造; 微细浸染型金矿; 上二叠统龙潭组; 黔西南
中图分类号: P618.51　　文献标识码: B　　文章编号: 1001- 1277(2008)08- 0010- 05

0 引　言

近些年来, 黔西南地区产于上二叠统龙潭组中的微细浸染型金矿的发现频率较高, 计有水银洞金矿、泥堡金矿的上部矿体、紫木凼金矿的"楼下矿"[1]、坡稿金矿、大垭口金矿、大际山金(钼、铀)矿等。这一系列金矿分布范围广, 受层位和岩性控制十分明显, 水银洞金矿是此类金矿的典型代表, 其工业矿体成群整合产于上二叠统龙潭组中段下部的含煤岩系薄层碳酸盐岩夹层中(见图 1)。部分含矿层位与峨眉山玄武岩的喷发层位相当, 沉积特征复杂, 通过对龙潭组含金建造沉积特征的研究有助于进一步的找矿工作。

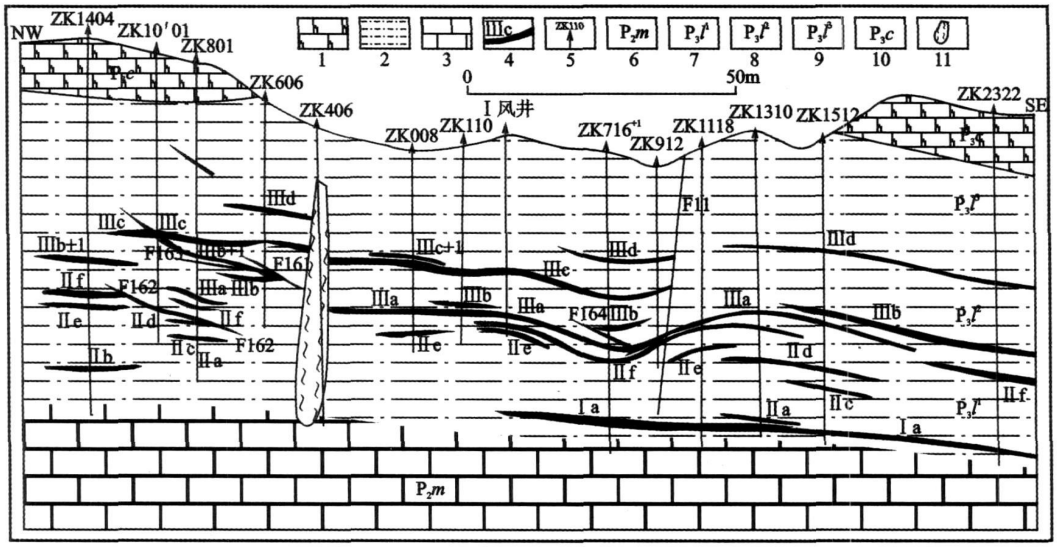


图 1　贵州省水银洞金矿床纵剖面图(资料来源: 贞丰水银洞金矿, 2006)
1—燧石灰岩　2—煤系　3—灰岩　4—矿体及编号　5—钻孔　6—茅口组
7—龙潭组一段　8—龙潭组二段　9—龙潭组三段　10—长兴组　11—断层带

1 龙潭组赋矿地层特征

1.1 龙潭组地层剖面

上二叠统龙潭组依据其沉积旋回可分为 3段(P_3l^1~ P_3l^3):

第三段(P_3l^3): 黏土质粉砂岩、钙质黏土岩、细砂岩、炭质黏土岩夹薄煤 1~ 2层及灰岩、生物碎屑灰岩。厚度为 69~ 116m。

第二段(P_3l^2): 粉砂质黏土岩、黏土质粉砂岩、炭质黏土岩夹 2~ 3层煤线(层), 硅化含生物屑灰岩。

收稿日期: 2008- 04- 10
基金项目: 中国科学院矿床地球化学开放研究实验室资助
作者简介: 黄建国(1980—), 男, 甘肃渭源人, 讲师, 硕士, 主要研究方向: 金矿地质及地球化学; 四川省绵阳市, 西南科技大学环境与资源学院, 621010

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

厚度为 69~ 130m。

第一段 (P_3l^1): 钙质粉砂岩、凝灰质、黏土质粉砂岩夹黏土岩及凝灰质生物碎屑灰岩。厚度为 45~ 105m。

龙潭底部与中二叠统茅口组为假整合接触, 假整合面上从西到东见玄武岩→玄武质凝灰岩→凝灰质硅质岩、硅化灰岩。

龙潭组的总厚度为 230~ 420m, 主要含金层位见表 1。

表 1　黔西南上二叠统龙潭组的主要金矿含矿层位表

矿床	紫木凼	水银洞	泥堡	戈塘	雄武	大际山	大垭口	坡稿
主要含矿层位	T_1y、P_3l^4、P_3l^3	P_3l^1、P_3l^2、P_3l^3、P_3l^4	P_3l^1、P_3l^2	P_3l^1	P_3l^1	P_3l^4	P_3l^3	P_3l^1、P_3l^2

2　岩石类型及沉积构造

2 1　岩石类型

组成龙潭组主要岩石类型为砂岩、泥质岩、碳酸盐岩、凝灰岩及可燃有机岩等, 各类岩石主要特征如下:

(1)细砂岩及粉砂岩: 深灰色薄—厚层, 常具各种交错层理。镜下观察, 砂粒成分主要为玄武岩屑、玻屑、晶屑等。含量 20% ~ 70% 不等。胶结物为泥质、钙质, 多为孔隙式胶结, 累计厚度占龙潭组总厚度的 30% ~ 40%。

(2)泥质岩: 粉砂质泥岩、炭质泥岩及黏土岩。常含数量不等的砂粒、石英、黄铁矿、火山灰、岩屑、有机质、硅质和铁质等, 累计厚度占龙潭组总厚度 24% ~ 35% 。

(3)碳酸盐岩: 主要为灰岩、泥质灰岩、白云质灰岩、硅质灰岩及生物碎屑灰岩等, 灰色薄—厚层粉晶结构, 一般层理不发育, 含动物化石。镜下观察主要为泥晶生物灰岩、生物泥晶灰岩, 基质多为泥晶、少数为亮晶, 混入有玄武岩岩屑, 生物碎屑多为藻类、蜓、有孔虫、腕足及腹足类。单层厚 2~ 7m 不等, 累计厚度占整个龙潭组总厚度 19% ~ 25% 。

(4)硅质岩: 主要有两类, 一类普遍分布在龙潭组底部与茅口灰岩假整合面上, 多呈角砾状构造; 另一类从龙潭组底部到顶部间夹顺层分布于碳酸盐岩中, 呈结核状、透镜状、串珠状及似层状, 形成燧石灰岩。镜下多见玉髓的脱玻化等。

(5)凝灰岩及沉凝灰岩: 除在龙潭组底部分布外, 在龙潭组中—上部中呈夹层产出。

(6)可燃有机岩: 黔西南地区龙潭组含煤 4~ 40层, 可采煤层 0~ 5层, 可采厚度 0~ 7. 39m[2]。

2 2　容金岩石的主要特征

2.2.1　龙潭组中的部分碳酸盐岩

龙潭组含煤系中夹数层碳酸盐岩, 部分碳酸盐岩中含大量的生物化石及玄武质凝灰物质, 生物化石主要有珊瑚、海绵、藻类、腕足类、棘皮类、有孔虫、硅质海绵骨针及腹足类等。玄武质凝灰物质包括晶屑、岩屑及玻屑, 岩石中生物化石与玄武质凝灰物质同时丰富时, 正是工业金矿体产出的位置, 即此类岩石就是金矿石, 一般含金 5~ 20g/t, 最高达 100g/t以上。

2.2.2　龙潭组中的硅质岩

龙潭组底部角砾状硅质岩中以见金矿化及贫金矿体为主。含煤岩系中的玄武质凝灰质生物碎屑灰岩多为富金矿体赋存的部位。

2.2.3　沉积构造

黔西南龙潭组含煤岩系中多见水平层理、波状层理、透镜状层理、韵律层理及沉积混杂堆积、滑塌构造、包卷层理等。这些组构指示强烈的同沉积断裂活动。

3　龙潭组岩石含金性及微量元素特征

3.1　龙潭组岩石含金性

部分矿区龙潭组岩石含金性见表 2。

从表 2可知, 整个黔西南龙潭组含金建造中岩石的金丰度高的加权平均值为 250×10^{-9}, 相对于地壳富集倍数为 62 5, 均方差的加权平均值为 295×10^{-9}, 变异系数大, 其加权平均值为 1. 15, 显示了成矿元素迁移富集成矿的可能性。

表 2　部分矿区龙潭组岩石金平均值、均方值及变异系数

采样位置		样品数 /件	金丰度 /10^{-9}	平均值 $\bar{X}$ /10^{-9}	相对于地壳富集倍数	均方差 σ /10^{-9}	变异系数 ($\sigma/\bar{X}$)	资料来源
水银洞	ZK802+1	57	20~ 1 000	518	129	980	1. 89	水银洞金矿
	ZK810	62	10~ 1 000	497	124	876	1. 76	
幸福煤矿 ZK301		26	10~ 940	200	50	258	1. 29	本文
全区大厂层		2 999	10~ 1 000	240	60	269	1. 12	林草鹰[3]
坡稿、大垭口 雄武、大际山		35	10~ 490	310	78	430	1. 38	本文

注: 取地壳的金平均丰度为 4.0×10^{-9} (黎彤, 1976)进行富集倍数计算

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

3.2 微量元素特征

ICP-MS对龙潭组各类岩石进行测试。测试结果及富集倍数见表 3。

从表 3可知, 各金矿岩石中 As、Sb、Tl、U、Ag等均有不同程度的富集, 矿体 As最高可富集 13 686.79倍, Sb最高 2 064.626倍, Tl最高 78.22倍, U最高 36.323倍, Ag最高富集 10.125倍。其它富集元素有: Pb、Zn、Cr、V、Cu等, 这些元素仅在个别矿床中亏损, 大多数表现为富集, 其元素组合特征显示了热水沉积特征[4]; Rb、Ni、Ba、Co、Th等在所有金矿全部亏损, 亏损系数分别为 0.27、0.48、0.19、0.61、0.34。

表 3 黔西南龙潭组一些金矿岩石微量元素平均值及富集倍数 10^{-6}

元素	水银洞		紫木凼		大垭口		大积山		坡稿		地壳丰度
	平均值	富集倍数	平均值	富集倍数	平均值	富集倍数	平均值	富集倍数	平均值	富集倍数	平均值
V	185.917	1.33	106.237	0.76	310.376	2.22	213.876	1.52	133.707	0.96	140
Cr	107.648	0.98	105.504	0.96	164.471	1.50	333.563	3.03	87.692	0.80	110
Co	24.555	0.98	22.812	0.91	42.990	1.72	21.453	0.86	15.349	0.61	25
Ni	45.486	0.51	62.874	0.70	52.378	0.59	67.740	0.76	43.520	0.48	89
Cu	82.727	1.31	29.176	0.46	134.377	2.13	57.110	0.91	37.243	0.59	63
Zn	101.173	1.08	300.470	3.20	280.32	2.98	90.390	0.96	321.474	3.42	94
As	2 956.250	1 243.75	30 110.94	13 686.79	2 333.351	1 060.56	170.821	77.65	105.816	48.10	2.20
Rb	49.925	0.64	23.687	0.30	64.11	0.82	21.123	0.27	25.643	0.33	78
Sr	297.294	0.62	646.141	1.35	140.25	0.29	3 439.381	7.17	111.216	0.23	480
Ag	0.810	10.13	0.177	2.21	0.812	10.15	0.605	7.56	0.338	4.22	0.08
Sb	7.675	19.19	358.884	18.70	21.688	171.60	1.286	3.22	15.473	2 064.63	0.4
Ba	399.242	1.02	76.571	0.19	311.710	0.80	343.005	0.88	93.874	0.24	390
Tl	2.063	4.30	37.545	78.22	0.752	1.56	1.220	2.54	0.913	1.90	0.48
Pb	8.08	0.67	194.31	16.19	59.347	4.95	24.425	2.04	51.022	4.25	12
Th	6.269	1.08	1.971	0.34	10.292	1.77	10.171	1.75	4.211	0.73	5.8
U	3.501	2.06	61.749	36.32	2.469	1.45	15.480	9.11	2.733	1.61	1.7
样品数/件	50		6		19		5		9		黎彤, 1976

测试单位: 中国科学院地球化学研究所资源环境测试中心

3.3 硅质岩及硅质灰岩主元素特征

采水银洞金矿 P_3l^3 硅质岩金矿石, 据化学分析结果(见表 4)。从 Fe/Ti、(Fe+Mn)/Ti值判断, 水银洞金矿石的硅质岩具有热水沉积形成的性质, 同时据 Al/(Al+Fe+Mn)值判断, 又具有台盆潮下泻湖层状硅质岩的某些特征, 这与水银洞金矿所处的岩相古地理环境是一致的, 同时据冯增昭等[5] (见表 5)不同成因类型硅质岩化学成分平均值比较可知, 水银洞金矿石的硅质岩的值与火山沉积类型的值较接近, 可能与峨眉山玄武岩的喷发有一定的成因联系。

表 4 热水沉积判别指标及硅质岩的有关比值

样 品	$w(Fe)/w(Ti)$	$w(Al)/w(Al+Fe+Mn)$	$w(Fe+Mn)/w(Ti)$
Ⅲc(7件样品平均值)	91	0.889	94
热水沉积判别值	> 20[1)]	< 0.35[2)]	> 20(±5)[2)]
台盆潮下泻湖层状硅质岩	5~10(< 10)	0.8~0.85	< 10
台沟内厚层硅质岩	30	0.62	31

注: 1)据 CTpaxoB, 1976; 2)据 Bostrom 等, 1979, 1983[6]

表 5 不同成因类型化学成分平均比值对比表

样 品	$w(SiO_2)/w(Al_2O_3)$	$w(SiO_2)/w(K_2O+Na_2O)$	$w(SiO_2)/w(MgO)$	$w(TFe_2O_3)/w(FeO)$
Ⅲc(7件样品平均值)	13.45	25.14	9.09	—
正常生物化学沉积	107	235	346	4.4
火山沉积(凝灰质硅质岩)	13.7	36	39.5	0.46

据冯增昭等, 1991

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

3.4 元素相关关系

对 6件金矿中的 As、Ag、Sb、U、Pb、Zn、Tl等主成矿元素作相关分析, 采用 Spearman秩相关系数法[7], 结果见表 6。

表 6 黔西南金矿金与部分成矿元素相关分析结果

样品及元素	Au	As	Ag	Sb	U	Pb	Zn	Tl	样品数 /件
紫木凼	0.753	30 110.94	0.177	358.884	31.749	194.310	300.470	37.546	7
泥堡	0.294	52.6	0.201	2.364	2.790	83.997	79.208	0.055	15
大垭口	0.194	2 333.251	0.813	21.688	2.469	59.348	280.329	0.753	19
大积山	0.380	170.821	0.606	1.286	15.481	24.426	90.390	1.220	5
坡稿	0.164	105.816	0.338	15.473	2.722	51.022	321.474	0.913	9
雄武	0.114	300.322	0.438	60.233	18.066	58.652	80.286	1.098	5
Au	1								
As	0.907	1							
Ag	-0.414	-0.419	1						
Sb	0.857	0.988	-0.446	1					
U	0.761	0.799	-0.302	0.852	1				
Pb	0.829	0.948	-0.570	0.945	0.688	1			
Zn	0.302	0.500	0.049	0.467	0.113	0.446	1		
Tl	0.914	0.997	-0.459	0.989	0.825	0.941	0.474	1	

注: $w_B/10^{-6}$

由表 6可知, As与 Tl相关性最高, 相关系数达到 0.997; As与 Sb、Pb、Au、U等相关性也较好, 相关系数依次为: 0.988、0.948、0.907、0.799。Au相关性较好的元素有: Tl、As、Sb、Pb等, 相关系数依次为: 0.914、0.907、0.857、0.829。做线性回归分析, 得一元回归方程为 $Y_{Au} = 1.423 \times 10^{-2} X_{Tl} + 0.218$, $Y_{Au} = 1.752 \times 10^{-5} X_{As} + 0.220$, $Y_{Tl} = 1.238 \times 10^{-3} X_{As} + 0.106$。

3.5 稀土元素特征

各金矿岩石及玄武岩稀土元素参数对比表及其配分模式图分别见表 7和图 2。

表 7 黔西南龙潭组金矿中岩石及玄武岩稀土元素参数对比表　　10^{-6}

样　品	样品数 /件	ΣREE	L/H	δEu	δCe	$(La/Yb)_N$	$(La/Sm)_N$	$(Gd/Yb)_N$
水银洞	50	192.105	8.752	0.945	0.825	1.761	0.970	1.929
紫木凼	7	85.305	7.248	1.389	0.880	1.950	0.708	2.706
泥堡	15	99.355	10.585	1.076	0.803	2.206	1.509	1.420
大垭口	19	319.604	8.554	1.221	0.912	1.786	0.842	1.960
大积山	5	254.732	11.781	1.140	0.921	2.105	1.008	1.637
坡稿	9	160.748	10.906	1.468	0.868	2.205	1.371	1.397
雄武	5	81.44	11.900	0.967	0.839	2.605	1.327	1.501
玄武岩	Dc-01	215.209	8.605	0.959	1.090	17.876	2.320	5.240
	Dc-02	182.623	7.217	0.791	1.070	17.450	2.816	4.471
	P-04	258.618	12.010	1.131	1.038	15.214	4.541	2.178
	P-05	228.261	13.020	1.390	0.969	15.161	6.887	1.498

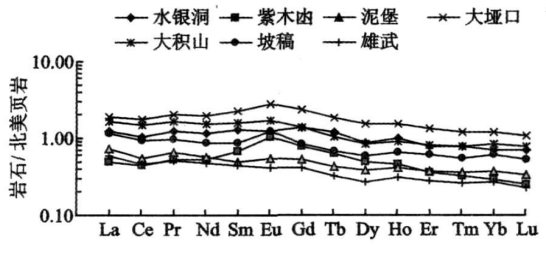


图 2 黔西南龙潭组部分金矿床(点)岩石稀土元素配分模式

从表 7、图 2中可以看出: 7个金矿床含矿建造的稀土总量较高, ΣREE从 81.440×10^{-6} ~ 319.604×10^{-6}, 平均 163.959×10^{-6}; L/H从 5.003到 11.900, 平均 9.341; δEu从 0.945至 1.468, 平均 1.172, 均表现为无异常或正异常; δCe从 0.803到 0.921, 平均 0.864, 均表现为弱负异常, $(La/Yb)_N$ 从 1.761至 2.605, 平均 2.088; $(La/Sm)_N$ 从 0.708至 1.509, 平均 1.105; $(Gd/Yb)_N$ 从 1.397至 3.662, 平均 1.793。

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

利用各金矿岩石稀土元素平均值,作各金矿岩石对玄武岩的稀土配分模式(见图 3),可以看出:

(1)岩石的 Eu有一定的亏损,而 Nd、Tm 有一定的富集,其余的不明显。

(2)岩石对玄武岩的稀土配分曲线较北美页岩为平直,说明玄武岩可能给岩石或矿石提供了部分物源。

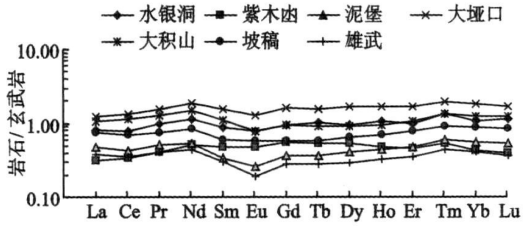


图 3 黔西南部分金矿岩石与玄武岩的稀土配分模式

4 结 论

(1)龙潭组是区内重要成煤期煤系地层,具多旋回、复杂沉积韵律的含煤建造,并具大量同生沉积组构和成岩早期软变形组构。各类岩石中均见数量不等的玄武岩屑、长石、石英晶屑、玻屑和生物碎屑,为一套成分较为复杂的岩石,在这套岩石中产出数个特大、大型、中型金矿床。

(2)整套建造中普遍见硅质,形成硅质岩、硅质灰岩等。主要为脱玻化玉髓,应为化学沉积成因硅质,从 Fe/Ti,(Fe+Mn)/Ti值判断,水银洞金矿石的硅质岩具有热水沉积形成的性质。硅质岩中金丰度高,含煤岩系中夹的含生物碎屑、玄武质及脱玻化玉髓高的岩石为金矿体。

(3)岩石中 As、Ag、U、Ph、Sb、Tl、Zn、Cr、V、Cu等元素丰度高,共同显示富集作用,Au与 Tl、As、Sb、Pb等元素相关性较好,相关系数依次为:0.914、0.907、0.857、0.829,同步增长。

(4)岩石 3 179件样品中,Au含量在 10×10^{-9}~$1\,000\times10^{-9}$,平均值 $\bar{X}=250\times10^{-9}$,显示出其丰度高,均方差 $\sigma=295\times10^{-9}$,变异系数 $\sigma/\bar{X}=1.15$,变异系数大,反映为含金建造,并有提供成矿物质的可能。

(5)微量元素特征反映玄武岩喷发为黔西南龙潭组含金建造提供成矿物源,尤其与成矿元素如 Tl、As、Sb、Pb关系密切,岩石及矿石的形成在物源上与玄武岩有很密切的关系。

(6)黔西南上二叠统龙潭组为一套特殊的煤金建造,龙潭组中下部是重要的产金部位,预测在该组中下部有较大的找金潜力。

[参考文献]

[1] 郭振春. 黔西南灰家堡金矿田"两层楼"模式及找矿意义[J]. 黄金地质 2002,8(4):18-23.

[2] 徐彬彬,何明德. 贵州煤田地质[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2002:95-104.

[3] 林草鹰. 黔西南"大厂层"含金性刍议[J]. 黄金,1996,17(2):12-15.

[4] 韩至均,王砚耕,冯济舟,等. 黔西南金矿地质与勘查[M]. 贵阳:贵州科技出版社,1999:17-50.

[5] 冯增昭,何幼斌,吴胜和,等. 中下扬子地区二叠纪岩相古地理[M]. 北京:地质出版社,1991:33-41.

[6] Bostrom, K. Genesis of Ferromagnese Deposits-Diagenotic Criteria for Recent and old Deposits[C]// In"Hydrothermal Processes at Seafloor Spresding Centers" Ed By Rena P. A. et al Press N. Y. 1983:473-489.

[7] Hugh R. Rollison 岩石地球化学[M]. 杨学明,杨晓勇,陈双喜译. 合肥:中国科学技术大学出版社,2000.

Study on relationship between Permian Longtan coal system and Southwest Guizhou gold deposit

Huang Jianguo[1], Hao Jiaxu[2], Zhang Min[3], Zhang Zhuru[3]

(1. *College of Resources and Environment, Southwest University of Science and Technology;*
2. *Guizhou Institute of Geological Survey;* 3. *College of Resources and Environment, Guizhou University*)

Abstract In Guizhou, the richest micro-fine disseminated gold deposit-Shuiyindong gold deposit-is in Longtan Formation of the upper Permian. The thickness of Longtan Formation is 230~420m, and it contains lots of basaltic, tuffaceous, siliceous rock and so on. Average grade of Au is 250×10^{-9}. The depositional environment is the transitional faces from continent to ocean. The eruption of western Emeishan basalt and thermal water deposit controlled by contemporaneous fault accompanied with the period. All these functions make the special gold-bearing formation which is syndepositional with coal system. The frequency of the gold deposit(mineral occurrence) being discovered is very high in this layer, and there will be bigger prospecting foreground.

Keywords gold-bearing formation; fine-disseminated gold deposit; Longtan formation of the upper Permian group; southwest Guizhou

(编辑:宿晓静)

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