中川岩体周围金矿特征及物质来源分析*

Geological Characteristics and Source Material of Gold Deposits Around Zhongchuan Rock Body

王 勇 张荣华 胡书敏

（中国地质科学院矿产资源所，国土资源部地球化学动力学开放研究实验室，北京 100037）

Wang Yong, Zhang Ronghua, Hu Shumin

(Institute of Mineral and Resource, CAGS; Open Laboratory of Geochemical Kinetics, MLMR, Beijing 100037, China)

摘 要 中川岩体周围形成了一系列的微细浸染型金矿床，在西秦岭金成矿域中占据着重要的地位，也是本成矿域一个重要的金矿类型。经过对岩体南北两侧两个有代表性的矿床——李坝、马泉矿床的地质和地球化学分析可以看出，本区金矿虽然赋存于不同地层之中，但其地质地球化学特征却非常相似。本区金矿床特征元素组合为 Cd、As、Hg、Bi、Sb、Au、W、Ag，成矿物质主要来自地层，岩体的贡献较小。

关键词 中川岩体 金矿 特征元素组合 物质来源

中川岩体也称吴茶坝岩体，位于甘肃省礼县境内，大地构造上位于西秦岭晚古生代盆地范围内。该盆地中主要的一条断裂礼县-山阳断裂进入礼岷地区后分叉为两条断裂——罗坝断裂和洮坪断裂,中川岩体就位于这两条断裂所夹持的人字形区域内。岩体周围产出了以李坝、金山、马泉为主的大大小小十几个金矿床（点），在岩体周围形成半圆形态（图 1），是礼岷地区乃至整个西秦岭地区重要的金矿化集中区之一。

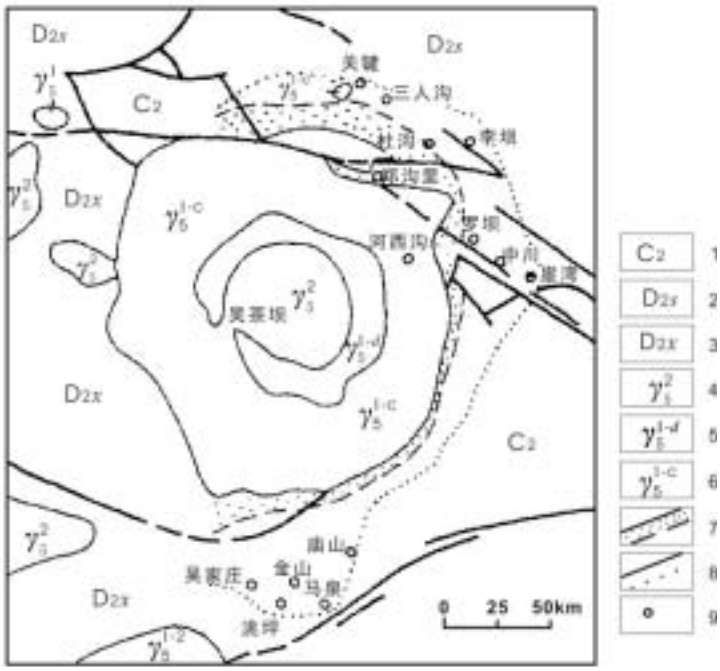


图 1 中川岩体地质简图

（据张姚代等，2001；黄杰等，2000）

1— 中石炭统； 2—中泥盆统舒家坝组； 3—中泥盆统西汉水组；
4—燕山期花岗岩； 5—印支期第二次花岗岩； 6—印支期第一次花岗岩；7—堇青石带；8—黑云母带；9—金矿床（点）

1 岩体基本特征

中川岩体总面积大约 216 km^2，是以印支期花岗岩为主体经由华力西—印支—燕山三期侵入活动形成的复式花岗岩体。其中华力西期辉长岩呈残留体分布于岩体西侧，印支期第二次侵入中粗粒似斑状黑云母二长花岗岩（219 Ma）、第三次侵入中粗粒含斑黑云母二长花岗岩(196 Ma)和燕山期中细粒黑云母二长花岗岩(181.5 Ma)呈小岩基状产出(年龄引

* 本文由国家地质调查局项目（200010200172）资助。
第一作者简介 王勇，男，1971 年生，博士生，构造地质、地球化学专业。

自张姚代等，2001)，是构成岩体的主体部分的 3 个主侵入岩（由外到里)。中川岩体在外围形成热接触变质带，从里往外可分为红柱石、堇青石带、黑云母带和绢云母带，金矿床（点）主要集中产出于黑云母带中（图 1)。

2 金矿床基本地质特征

中川岩体周围接触的地层包括中泥盆统舒家坝组、西汉水组及中、下石炭统月亮寨组，如果加上在教场坝岩体外接触带中的产出于二叠系中的青崖沟金矿点，本区岩体周围的各个时代地层中均有金矿床（点）产出，因此金矿并不具有层控性，而可能与岩体关系更为密切。赋矿岩性主要为碎屑岩，以板岩为主，含矿层位及岩性分别为中泥盆统舒家坝组粉砂质板岩夹变石英砂岩（李坝、三人沟等)、中泥盆统西汉水组钙质粉砂质板岩、结晶灰岩（金山、吴家庄等）和中石炭统炭质粉砂质板岩（马泉等)，对岩性具有很明显的选择性。矿区附近岩浆活动频繁，除中川岩体外，各矿区岩脉均比较发育，主要有煌斑岩脉、花岗斑岩脉、闪长玢岩脉等，其中以煌斑岩脉与矿体关系最为密切，与矿体在空间上有紧密联系。各已发现的矿床（点）大多分布在距离中川岩体 3 km 以内，个别距岩体 4～5 km 处均见有各类岩脉出露（表 1)。矿床（点）分布总体上具有由岩体边界向外，矿床（点）数逐渐减少的趋势。每个矿区地层均变形强烈，地质构造复杂。矿体的产出严格受断裂构造控制，矿体无一例外地产于构造破碎带中。对比李坝和马泉金矿的地质特征（表 1）可以看出，金矿床地质特征基本一致。

表 1 中川岩体周围金矿床与岩体的关系及代表性矿床地质特征简表

地点	规模	距岩体/ km	伴生岩脉	主岩时代	代表性矿床的地质特征（以李坝和马泉金矿床为例）
李 坝	大 型	1.5～3	$x, \delta\mu, \gamma\delta$	D_2s	
金 山	中 型	2.5～4.5	$\delta\mu, \gamma\delta, x$	D_2x	李坝金矿床赋存于背斜核部，受罗坝断裂控制，矿体分布
马 泉	中小型	4.5	$\gamma\pi, \gamma, x$	C_2	于斑点粉砂质千枚岩中，就位于 NW 和 NWW 向断裂破碎
三人沟	小 型	2.5～3	$\gamma\pi, \gamma, x$	D_2s	带中。矿石属少硫化物含砷微细浸染型矿石，金主要为次
崖湾里	小 型	3～3.5	$\gamma\pi$	D_2s, C_2	显微和显微金形式，围岩蚀变有绢云母化、硅化等。成矿
郑沟里	矿 点	0.1～0.5	$\gamma, \gamma\delta$	D_2s	温度在 260~350℃（均一法）（李健中，1999)，属中温矿
楼底下	矿 点	2-2～5	$\gamma, x, \delta\mu$	D_2s	床。成矿期在 142～199 Ma 之间（张姚代等，2001)。
庙 山	矿 点	4～4.5	$x, \gamma\pi$	D_2s	
酒 店	矿化点	2.5～3	$x, \gamma\pi$	D_2s	马泉金矿床赋存于背斜核部，受洮坪断裂控制，矿体分布
关 键	矿化点	2.5～3	不清	D_2s	于千枚状粉砂质板岩中，定位于 NEE 和 NNE 两组断裂构
斜草山	矿化点	0.1～0.5	不清	D_2s	造破碎带中，矿石属少硫化物含砷微细粒矿石，金主要成
岗沟里	矿化点	2.5～3	γ	D_2s	显微和超显微粒状自然金形式，围岩蚀变有绢云母化、硅
柯寨东	矿化点	1～1.5	γ, χ	D_2s	化等。主成矿期温度 170～250℃（孙明，2000)，属中低
河西沟	矿化点	0.05～0.3	不清	C_2	温矿床
吴家庄	矿化点	4～4.5	γ, χ	D_2x	

注：χ—煌斑岩脉、$\gamma\pi$—花岗斑岩脉、$\delta\mu$—闪长玢岩脉

3 金矿床微量元素地球化学特征

为了研究矿床的微量元素地球化学特征，分别采集了马泉金矿 3#、4#矿体和李坝 6#矿体矿石和近矿围岩样品，进行微量元素含量分析，并将结果与石炭系板岩和中泥盆统舒家坝组板岩的平均值（柳淼，1994，引自奚小双❶）和元素地壳克拉克值（黎彤，1976，引自赵伦山等，1988）进行对照，结果见表 2。与地壳克拉克值比较，矿石中除金外，As、Hg、Bi、Cd、W 明显富集，Ag 也富集近 5 倍，以富集系数由大到小，可见本区金矿微量元素组合以 Cd、As、Hg、Bi、Sb、Au、W、Ag 为特征，另外 Be、Sn、Ba 等略有富集，其富集系数均小于 3。与美国卡林金矿微量元素组合（Au、As、Hg、Tl、Sb、Ba）(拉德克 A S，1987，引自陈履安，2000)相比较，发现本区金矿微量元素中比较富集的元素 Cd、Bi 在卡林金矿中并非特征富集

❶ 奚小双，1996，甘肃礼岷金矿田控矿因素、控矿构造及找矿方向研究，中南工业大学科研报告。

元素，而卡林金矿的 Ba 在本区的金矿中也不是特征富集元素。

将矿石与围岩的微量元素含量相比较可见，总体而言，除金以外，Ag、As、Sb、Hg、Bi、Cd、Cu、Zn 等都有一定程度的富集，但 Sn、Ga、Mo、W、Be、Cr、V 等却未见明显的富集，有些反而有了明显的亏损。

再将围岩与相同层位的地层微量元素平均值进行比较（1、2 与 C_2 板岩；3 与 D_2s 板岩），马泉金矿区 Au、As、Sb、Hg、Ba 等元素明显高出地层平均值，而 Ag、Co、Cr、Ni、V 等基本相近，而 Cu、Pb、Zn 等元素明显低于平均值。李坝金矿区中 Au、As、Sb、Hg、Ba 等元素较明显地高出地层平均值，Ag、Co、Cr、Ni、V 等元素基本接近，而 Cu、Pb、Sr、Zn 等元素则明显偏低，与马泉金矿区非常相似。因此，中川岩体周围金矿床不仅地质特征基本相似，微量元素特征上也非常相似，他们应具有相同的成矿机制。地层与地壳克拉克值相比较，Au、As、Ag、Sb、Pb、Zn 等元素都高出地壳平均值，且 As 更是高出近 20 倍，也显示地层具有了向成矿提供物质的能力。由矿石、近矿围岩微量元素含量及地层平均值对比，不难得出围岩向矿体有物质供给的结论，从 Cu、Pb、Zn 等元素上可以显示得更为清楚。

表 2　马泉、李坝金矿矿石及围岩微量元素含量（10^{-6} ； Au / 10^{-9}）

矿体	类型	样号	Au	Ag	Sn	As	Sb	Hg	Bi	Cd	Co	Cu	Ga	Mo	Pb	W	Ba	Be	Cr	Ni	Sr	V	Zn
1	矿石	M1	26.7	0.43	3.3	182	53.2	16.1	0.52	272	19.9	55.5	23.9	0.27	5.9	14.5	516	3.42	102	52.2	108	117	135
	围岩	M3	11.5	0.08	4.8	248	31	6.1	0.04	78	27.3	21.4	33.4	0.33	3.3	17.3	644	4.57	141	78.1	59	162	84
2	围岩	M10	13.1	0.12	3.6	112	9.7	3.5	0.57	54	13.1	27.1	23.5	0.08	7.2	4.73	642	3.41	102	36.4	108	124	90
	矿体	M11	95.9	0.5	3.1	813	60.7	27.2	0.41	84	21.2	25.9	22.4	0.7	6.7	6.47	562	3.11	85	42.9	76	104	94
3	矿石	LB1	45.9	0.34	3.2	1150	33.5	10.6	0.4	501	21.6	51.9	25.8	0.19	15	8.63	575	2.94	108	65.6	49	112	181
	围岩	LB4	11.6	0.1	3.2	99.7	24.1	4	0.12	401	12	22.7	21.3	0.12	19	9.08	631	2.46	104	47.8	47	106	107
地层	C_2 板岩		4.1	0.1		31.7	2.03	0.09			12.5	37.9			54.9		367		107	43.4	91	137	185
	D_2s 板岩		5.4	0.14		42.7	2.92	0.10			11.2	46.1			37.3		484		98	41.2	72	105	156
地壳克拉克值			3.5	0.08	1.7	2.2	0.6	0.09	0.004	0.2	25	63	18	1.3	12	1.1	390	1.3	110	89	480	140	94
矿石富集系数		M1	8	5.4	1.9	83	89	179	130	1360	0.8	0.9	1.3	0.2	0.5	13.2	1.3	2.6	0.9	0.6	0.2	0.8	1.4
		M11	27	6.3	1.8	370	101	302	103	420	0.8	0.4	1.2	0.5	0.6	5.9	1.4	2.4	0.8	0.5	0.2	0.7	1.0
		LB1	13	4.3	1.9	523	56	118	100	2505	0.9	0.8	1.4	0.1	1.3	7.8	1.5	2.3	1.0	0.7	0.1	0.8	1.9

注：廊坊物化探所测试 1-马泉 3#矿带 2-马泉 4#矿体 3- 李坝 6#矿体 富集系数=矿石含量/地壳克拉克值

4　岩体对成矿的贡献

在中川岩体中采集了似斑状黑云母花岗岩样品，进行了微量元素含量分析（表 3）。与世界花岗岩微量元素平均含量对比发现，Au、Sr、Ba、Cu、Pb、Ga、Be 等有一定程度的亏损，其中 Sr、Ba 更是亏损在 10 倍以上，而 V、Zn、Ag、Mo 等有较明显的富集。似乎有理由相信，岩体中的金可能参与了成矿。但将其与南秦岭晚古生代—中生代花岗岩平均成分相比较，发现本岩体中的金还是相当的富集，显不出亏损的

表 3　中川岩体微量元素含量（10^{-6}；Au / 10^{-9}）

样号	Au	Sr	Ba	Co	Ni	V	Cu	Pb	Zn	Cr	Ag	Ga	Cd	Mo	Be
L8	1.2①	24.51	36.7	14.78	32.22	212.3	12.8	27.86	70.69	23.83	0.1469	6.002	7.095	7.182	1.381
A	0.6	381	885	5	8	35	11	46	51	23	0.09	16		0.7	2.5
B	4.5	300	830	5		40	20	60	20	25	0.05	20		1	5.5

注：北京大学地质系分析： A—南秦岭晚古生代—中生代花岗岩平均成分（张本仁，1994）；B—世界花岗岩平均成分(原为黎彤资料，引自张本仁，1994)　①为中川岩体金含量平均值（高珍权，1999）

迹象来。同时，虽然 Sr、Ba 仍然有较大程度的亏损，但在表 2 中可以看出，Sr 在地层、近矿围岩和矿石中均有较大的亏损，Ba 也没有太明显的富集。因此，中川岩体作为一种地壳重熔型花岗岩，这种亏损更可能是由于地壳本身就具有这个特征，而不能说是元素外流的结果。

5 结 论

（1）从地质和地球化学特征对比可以看出，中川岩体周围金矿床地质特点相似，地球化学特征有一定的共性，应具有相同的形成机制，属于同一类型矿床。

（2）从微量元素分析上，可以看出中川岩体的特征成矿物质组合为 Cd、As、Hg、Bi、Sb、Au、W、Ag，与美国卡林金矿相比有一定的特色，明显富集 Cd、Bi。

（3）根据矿床及岩体微量元素分析和前人的一些研究成果（孙明，2000；张姚代等，2001 等），成矿物质主要来自地层，岩体对成矿物质来源的贡献非常小。

参 考 文 献

陈履安. 2000. 贵州老万厂红土型金矿地球化学特征及其成因[J]. 地质论评.46(6): 628~637.

高珍权. 1999. 李坝金矿床地球化学特征及成因探讨[J]. 甘肃地质学报. 8(增刊): P49~54.

黄 杰, 王建业, 韦龙明. 2000. 甘肃李坝金矿地质特征及成因研究[J]. 矿床地质. 19(2): 106~115.

李健中. 1999. 西秦岭碎屑岩型金矿成矿地质特征[J]. 甘肃地质学报.8(增刊): 41~47.

孙 明. 2000.甘肃礼县马泉金矿床地质特征及成因探讨[J]. 甘肃地质学报.9(2): 28~36.

张本仁, 骆庭川, 等. 1994. 秦巴岩石圈构造及成矿规律地球化学研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 85~89.

张姚代, 王争鸣, 董 新. 2001. 岩体与金矿的关系—以李坝式金矿为例[J]. 甘肃地质学报.10(2): 52~65.

赵伦山, 张本仁. 1988. 地球化学[M]. 北京: 地质出版社, 33~35.