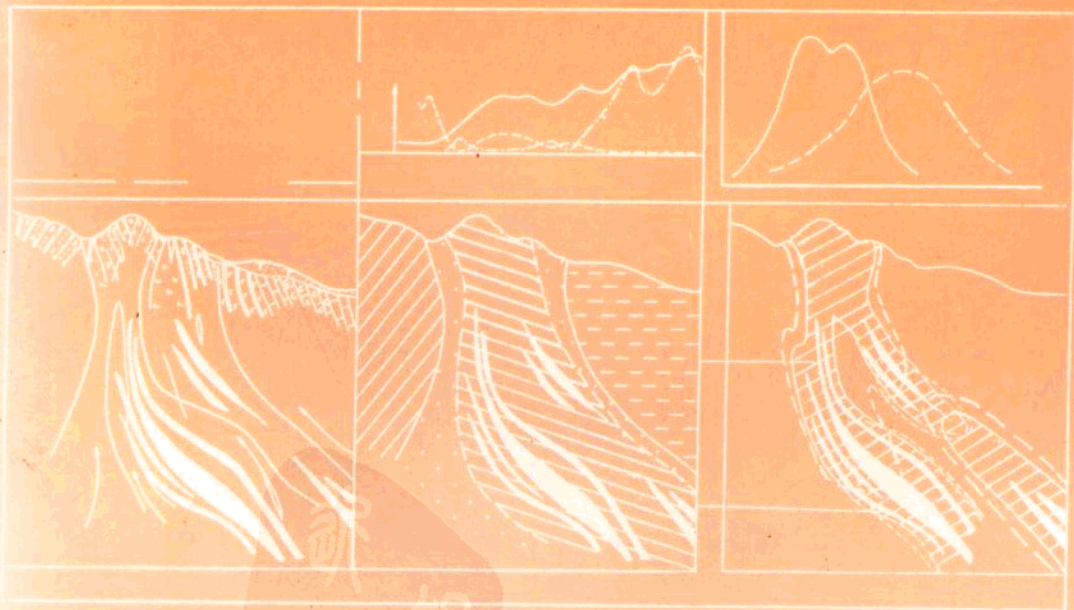


谨将此书献给第三十届国际地质大会



中国主要类型金矿床 找矿模型论文集

邹光华 欧阳宗圻 周庆来 主编



地质出版社

PDG

中国主要类型金矿床 找矿模型论文集

主 编：邹 光 华

副主编：欧阳宗圻

周 庆 来

委 员：李 惠

薛 裕 鹤

郭 瑞 栋

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本论文集汇编了国家重点黄金地质科技攻关课题“我国主要类型金矿床综合方法找矿模型研究”的 30 篇专题成果论文,是《中国主要类型金矿床找矿模型》专著的基础资料。文集内容包括 42 个典型金矿床的地球物理、地球化学找矿模型,重点内容为各典型矿床的地质特征、地球物理特征及地球化学特征,最后归结成各矿床的综合找矿模型(以图表示)及找矿标志(表和文字表达)。本书可供有关地质找矿人员、高等院校和研究单位参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国主要类型金矿床找矿模型论文集/邹光华等主编. 北京:地质出版社,1996.8
ISBN 7-116-02141-8

I. 中… II. 邹… III. 金矿床-找矿-地质过程模型-中国-文集 IV. P618.510.8-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 06728 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:周庆来

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:19.75 字数:481000

1996 年 8 月北京第一版·1996 年 8 月北京第一次印刷

印数:1—750 册 定价:35.00 元

ISBN 7-116-02141-8

P·1607

前 言

本论文集汇编了国家重点黄金地质科技课题“我国主要类型金矿床综合方法找矿模型研究”中所完成的 30 篇专题成果论文。

“我国主要类型金矿床综合方法找矿模型研究”属国家重点黄金地质科技攻关项目“中国主要类型金矿及成矿区带远景预测”下设的课题（编号为 90051-09）。由地质矿产部中国地质勘查技术院与中国有色金属工业总公司物探化探管理中心负责，联合冶金工业部地球物理勘查院、中国核工业总公司地质总局和武警黄金指挥部共同组织所属系统的勘查、科研单位和有关院校承担。专题设置方案详见附件。

我国金成矿区分布广泛，矿床类型多，从前寒武纪到新生代均有金矿产出。但国内目前尚无统一的金矿床分类方案，对原生金矿床成因分类方案仍有许多不同观点。因此，本课题采用目前比较通行的以含金地层建造为基础，综合成矿作用特征的分类方案。按绿岩带型、变质碎屑岩型、沉积岩型、火山-次火山岩型和夕卡岩型等 5 种主要类型，选定 21 片金成矿区内 65 个金矿床开展找矿模型研究。通过对典型金矿床（田）的研究，广泛收集、整理和研究已有的区域与矿区物探、化探资料，并有针对性地开展方法试验与专题研究工作，深入分析了金矿床（田）的地质、地球物理、地球化学的基本特征，经过概括与归纳，首次建立了我国几种主要类型金矿中一批典型金矿床（田）的找矿模型。大多属矿床（田）地质-地球物理-地球化学找矿模型，也有部分为地质-地球物理找矿模型或地质-地球化学找矿模型，从中总结了寻找各类型金矿的找矿标志、评价指标及找矿方法组合。并以模型为指导开展研究区内的金矿预测，提高了一批找矿远景区，找矿靶区与可供验证的异常，经进一步勘查评价已获良好的找矿效果，发现一批矿产地或深部盲矿。

本论文集是第一本汇集我国主要类型金矿床找矿模型的研究成果，内容丰富，与找矿实践紧密结合。由邹光华（地质矿产部中国地质勘查技术院）、欧阳宗圻（中国有色金属工业总公司物探化探管理中心）、周庆来（地质矿产部中国地质勘查院）李惠（冶金工业部地球物理勘查院）、薛裕鹤（中国核工业总公司地质总公司地质总局）与郭瑞栋（武警黄金指挥部）组成的编委会负责汇编工作。邹光华任主编，欧阳宗圻与周庆来任副主编。各编委分别汇集与审阅各部门的专题成果论文。周庆来兼任责任编辑。

在编辑过程中，本着文责自负的原则，在内容上尊重作者的观点，但对个别明显不妥之处作了必要的修改。受篇幅限制，仅汇编了矿床找矿模型，删减了区域（或矿田）找矿模型及运用模型指导矿产勘查与预测的成果。同时，在文字上也作了大量删节与压缩，只选登主要的成果图件与附表。论文集的目录系按上述 5 种主要类型顺序编排的，但其中有些金矿床的分类仍可能不尽妥当。

应该指出：找矿模型是基于现有资料与知识建立起来的，由于建模中所依据的已知矿床还太少；有的矿产勘查研究程度不够；资料不丰富；勘查方法与测试手段不全；因而，已建立的找矿模型仍是经验性的，描述性的，肯定也是不完善的。在今后的找矿实践中，随

着新方法、新资料、新观点的出现，定将不断修改已有的找矿模型，并用新的找矿模型指导矿产勘查与预测。

由于编者水平所限，错误与不妥在所难免，敬请读者批评指正。

1996. 2

各专题设置方案

专题编号	专 题 名 称	专题负责人	主要成员	协作单位
90051-09-1	胶东金矿原生地球化学找矿模型研究及预测	冶金部物勘院 李富国	李 惠 马久菊 方 敏 王军芳	
90051-09-2	胶东破碎带蚀变岩型金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	山东地矿局物探、 化探大队 顾留成	万国普 段林祥 江 涛 朱汝宝 尹德强 胡贤华	
90051-09-3	河北青龙地区绿岩带金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	河北地矿局物探 大队 王昌华	刘念池 李庆方	
90051-09-4	河北张宣地区金矿地球物理找矿模型的研究及预测	冶金部物勘院 黄森才	谭义东 刘奎仁 余永清 赵明昌 (技术指导)	冶金部第一地质 勘查局 516 队
90051-09-5	河北张宣地区金矿地球化学找矿模型的研究及预测	冶金部物勘院 常志民	李永才 李 燕 徐艾武 付洪涛 李 惠 (技术指导)	冶金部第一地质 勘查局 516 队
90051-09-6	河北赤城-崇礼地区金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	武警黄金八支队 王学方	王玉娟 赵志龙 郑振云 丁宪华 陈国勤	东北工学院秦皇 岛分院
90051-09-7	辽西地区金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	辽宁有色地质勘查 局矿产地质研究所 初绍华	孙继春 冯立新	
90051-09-8	陕西小秦岭地区金矿地球物理、地球化学找矿模型评价指标的研究及预测	西北有色地质勘查 局物探、化探队 方维萱	樊子辉 兀鹏武 张慧玲 路润安 朱珊玉 李遐昌 (技术指导)	
90051-09-9	夹皮沟金矿地球物理地球化学找矿模型评价指标研究及预测	吉林有色地质勘查 局地质研究所 孙宝田	王文平 邹立岩	
90051-09-10	内蒙乌拉山-大青山地区金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	武警黄金地质研究 所 王信虎	李习安 陈震洪	

续表

专题编号	专 题 名 称	专题负责人	主要成员	协作单位
90051-09-11	内蒙乌拉山-大青山绿岩带金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	内蒙古地矿局第一物探、化探队 任国栋 常忠跃	王广仁 郭 健	
90051-09-12	陕西双王金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	陕西地矿局物探、化探队 赵中和 刘俊岭	李三泉 王敬恺 唐开金 黄 沙	
90051-09-13	五台山-恒山地区金矿地球化学找矿模型研究及预测	冶金部物勘院研究所 陈举熙	文友梓 江贻方 李爱生 马鹏真 盛艳宁 郝向泽	冶金部第三地质 勘查局物探队
90051-09-14	四川松潘大寨地区超微粒浸染型金矿物探、化探找矿模型的研究及预测	冶金部西南地质勘查局 605 队 何德润	崔茂培 成必清 陈臻朝 梁世泉 等	
90051-09-15	川西北微细粒浸染型金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	四川地矿局化探大队 赵 琦	陈德友 付 强 徐相成 邢邦金 唐于先	四川地矿局川西北地质大队
90051-09-16	川西北南坪-平武地区超微粒浸染型金矿地球化学找矿模型的研究及预测	冶金部天津地质研究所 徐锡华	胡 坤 卢铁贵 何 平	冶金部西南地质 勘查局 602 队
90051-09-17	桐柏-大别山地区绿岩带金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	河南地矿厅第三地调队 韩存强	姚一元 张宗恒 徐大富 吴宏伟 张学智 郇安禄	
90051-09-18	黔西南地区超微粒浸染型金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	贵州地矿局物探队 冯济舟	汪隆六 张元庆 陈远明	
90051-09-19	甘肃李坝微细粒浸染型金矿地球物理地球化学找矿模型评价指标的研究及预测	中国有色金属总公司甘肃地勘局五队 段家训 高珍权	陈友让 王怀远 高增赞 刘菊芹 伏海涛	
90051-09-20	鄂东地区金矿地球物理找矿模型研究及预测	冶金部中南地质研究所 徐柏安	谢世滨 杨世福 张继文	
90051-09-21	西秦岭南亚热带碳硅泥岩型铀金型金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	四川地矿局川西北地质队 雍朝发	唐应芳 詹 旗 代爱国 李荣全 徐兴珍	

续表

专题编号	专 题 名 称	专题负责人	主要成员	协作单位
90051-09-22	江西修水地区碳硅泥岩型铀金矿综合物探、化探找矿模型研究及预测	核工业总公司北京地质研究院 姜义生	徐凤山 崔焕敏 朝耀昭 邓正汉 张国民 田 华	
90051-09-23	湘中南及桂北地区碳硅泥岩型铀金型金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	核工业总公司中南地勘局 何稀雄	管太平 李赞龙 胡铁锋 黄年昌 彭文欣 李世福	
90051-09-24	甘肃北山中带和南带火山岩型金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	核工业总公司北京地质研究院 林玉飞 吴慧山 白云生	常桂兰 谈成龙 韩逢明	
90051-09-25	甘肃北山北带火山岩型金矿地球化学找矿模型评价指标的研究及预测	甘肃地矿局物探大队贾锡江	赵书华 朱家耀 徐家乐 高维英 金海荣	
90051-09-26	河南红庄-康山地区金矿综合物探、化探找矿模型的研究及预测	武警黄金 14 支队 张学一	张发旺 周建民 许 寅	
90051-09-27	河南熊耳山-崤山嵩县地区火山-次火山岩型金矿综合物探、化探找矿模型的研究及预测	河南有色地质勘查局五队 王福贵	秦学业 阮 磊 张新民 崔新悦 彭苏茜 王祖让	
90051-09-28	海南二甲地区破碎带蚀变岩型金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	海南地矿局地质大队 刘衍汉	陈廷煌 陈恩鸿	
90051-09-29	海南抱板-土外山地区金矿综合物探、化探找矿模型的研究及预测	海南有色地质勘查局 934 队 黄木佑	王日灿	
90051-09-30	云南哀牢山北段金矿综合物探、化探找矿模型评价指标的研究及预测	云南地矿局物探、化探队 李丽辉 丁矢勇	吴上龙 骆光廉	

目 录

绿岩带型	(1)
胶东金矿成矿带地球化学找矿模型	李 惠、李富国 (1)
胶东破碎带蚀变岩型金矿床找矿模型	顾留成、万国普、段林祥 (14)
冀东金厂峪、椴树沟金矿床找矿模型	王昌华 (29)
陕西小秦岭构造破碎蚀变岩型及含金石英脉型金矿床找矿模型	方维莹 (48)
吉林夹皮沟三道岔金矿床找矿模型	王文平、孙宝田、侯学森 (63)
辽西柏杖子金矿床找矿模型	初绍华、孙继春、冯立新 (75)
内蒙古哈达门沟金矿床找矿模型	王信虎、李習安、陈震洪 (83)
内蒙古东伙房、乌拉山金矿床找矿模型	任国栋、常忠耀 (92)
河北东坪、后沟金矿床地质-地球化学找矿模型	常志民、李永才、李 惠、徐艾武 (104)
河北东坪金矿床找矿模型	王学方、王玉娟 (112)
河北张宣地区北沟金矿床地质-地球物理找矿模型	谭义东、黄森材、赵明昌、 刘魁仁 、余永清 (122)
五台-恒山地区绿岩带型金矿床地质-地球化学找矿模型	陈举煦、江贻方、文友祥、李爱生、盛艳宁、郝向泽、马鹏真 (133)
变质碎屑岩型	(140)
河南银洞坡、老湾金矿床找矿模型	韩存强、左玉明、张学恒、万守全、徐大富 (140)
海南二甲(红甫门岭、北牛)金矿床找矿模型	刘衍汉 (154)
海南抱板、土外山金矿床找矿模型	黄木佑、王日灿 (165)
沉积岩型	(174)
贵州南部微细浸染型金矿床找矿模型	冯济舟、汪隆六、张元庆、陈远明 (174)
桂西北浪全金矿床找矿模型	何希雄、李赞龙 (185)
川西东北寨金矿床地质-地球化学找矿模型	赵 琦 (194)
四川若尔盖拉日玛金(铀)矿床找矿模型	雍朝发、唐应芳 (200)
川西北联合村金矿床地质-地球化学找矿模型	徐锡华 (209)
四川松潘桥桥上金矿床地球化学找矿模型	何德润、崔茂培、成必清、陈臻朝 (217)
甘肃李坝金矿床找矿模型	高珍权、陈友让 (226)
陕西双王金矿床地质-地球化学找矿模型	赵中和 (233)
江西修水地区碳硅泥岩型金(铀)矿床找矿模型(摘要)	

.....	徐凤山、姜义生、崔焕敏	(240)
火山-次火山岩型		(248)
河南祁雨沟金矿床找矿模型	王福贵	(248)
甘肃南金山金(银)矿床地质-地球化学找矿模型	贾锡江、徐家乐	(259)
甘肃北山小宛南山金矿床找矿模型		
.....	林玉飞、吴慧山、白方生、常桂兰、谈成龙、韩逢明	(271)
河南康山金矿床地球化学找矿模型	郭瑞栋、张发旺	(279)
云南哀牢山老王寨金矿床找矿模型	李丽辉、丁矢勇	(286)
矽卡岩型		(297)
鄂东鸡冠嘴、鸡笼山金矿床地质-地球物理找矿模型		
.....	徐柏安、杨世福、谢世滨	(297)

胶东金矿成矿带地球化学找矿模型

李 惠 李富国

(冶金部地球物理勘查院物化探研究所)

本文根据招(远)-掖(县)金矿带和牟(平)-乳(山)金矿带上30多个金矿床的地球化学特征,通过研究建立了胶东地区金矿床多期、多阶段叠加晕理想模型和地球化学找矿预测系列,用于指导找矿。

一、区域地质地球化学背景

(一) 地层

胶东地区前寒武纪地层分布广泛,有新太古界胶东群、古元古界粉子山群和新元古界蓬莱群。区内与金有关的为胶东群,是由黑云母斜长片麻岩、黑云变粒岩、斜长角闪岩、片岩和大理岩组成。由于混合岩化作用强烈,形成不同程度的混合岩。

通过地层金丰度研究表明:胶东群金丰度高,变化系数大,且Ag、Pb、Cu、Mo等亲硫元素含量高。另外,招掖地区混合花岗岩中胶东群残留体中Au含量为 3.7×10^{-9} ,也明显低于胶东群地层的Au含量(10.2×10^{-9})。据此,推测胶东群是胶东金矿的矿源层。

(二) 岩浆岩

区内出露有中生代中小型酸性侵入岩体。招掖地区有玲珑型混合黑云母花岗岩、郭家岭型斑状花岗闪长岩和滦家河型花岗岩;牟乳地区有崑崙山混合花岗岩。其中郭家岭花岗岩与金矿关系密切,从表1可见:

各岩体中微量元素与克拉克值相比,滦家河和郭家岭岩体中Au、Bi、Ag、Mo、Ba、Pb高于同类岩石。不同岩体中,郭家岭岩体Au、Co、Ni、Cr、V、Sr、Ba最高;滦家河岩体As、Ag、Zn、Pb、Mo、Mn最高;崑崙山岩体Cu、Ti最高。但上述岩体Au含量均低于胶东群地层。

(三) 构造

本区金矿均受构造控制,断裂破碎带是金矿容矿、储矿的空间。含矿构造有明显的地球化学特征,如牟乳金矿带上,含矿构造除了有Au强异常,尚有Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi等异常;含矿性差的构造则反之。同样,在招掖金矿带上含矿断裂地段也具有明显的Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Bi、As、Sb、Hg、Mo等异常。故构造地球化学特征,不仅可划分出含矿构造,还可指出其中的含矿部位。

表 1 胶东群及各岩体中微量元素丰度值

		Au	As	Sb	Bi	Ag	Zn	Cu	Ti	Mn	Co
丰 度 值	招掖胶东群	10.2	1.3	0.5	0.5	0.10	87.5	67.8	3067	685	22
	玲珑岩体	1.9	1.4	0.6	0.5	0.08	38	10	490	137	3.6
	滦家河岩体	4.8	1.6	0.5	0.5	0.12	70	15	577	583	8.6
	郭家岭岩体	6.8	1.2	0.5	0.5	0.06	43	8	1111	215	9.4
	牟乳胶东群	3.23	1.86	0.69	0.5	0.12	55.3	29.9	4141	402	16.3
	昆嵛山花岗岩	3.3	0.88	0.5	0.5	0.07	48.6	21.6	1178	268	5
	地壳丰度 (黎彤, 1984)	3.5	2.2	0.6	0.004	0.08	94	63	6400	1300	25
	酸性浆岩 (维, 1962)	4.5	1.5	0.26	0.009	0.05	60	20	2300	600	5
		Ni	Cr	Pb	Mo	V	Sr	Ba	Hg	F	Cl
丰 度 值	招掖胶东群	33	85	57	13.9	9.3	305	441	0.03	853	710
	玲珑岩体	4.5	5	12	1.5	7	494	2037	0.03	139	710
	滦家河岩体	6.5	14	54	5.4	17	254	1034	0.03	725	710
	郭家岭岩体	11.3	22	28	3.5	24	1150	2323	0.02	424	710
	牟乳胶东群	22.5	70.6	27.7	9.02	76.3			0.02		
	昆嵛山花岗岩	5	10	17.3	3.83	10			0.02	323	
	地壳丰度 (黎彤, 1984)	89	110	12	1.3	140	480	390	0.09	450	280
	酸性浆岩 (维, 1962)	8	25	20	1.0	40	300	830	0.08	800	240

注: 单位 Au 为 10^{-9} , 其它元素为 10^{-6}

二、金矿床地球化学特征

胶东金矿主要有焦家式蚀变岩型和玲珑式石英脉型两种类型, 因其成矿条件不同, 故有其不同的地球化学特征。

(一) 金矿床的元素组合特征

胶东金矿床的共性元素组合是: Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Mo。各典型矿床的标型元素组合是:

焦家金矿—Au、Ag、Pb、Zn、Mo、Bi;

新城金矿—Au、Ag、Cu、Pb、As、Mo、Bi;

玲珑金矿—Au、Ag、Cu、Zn、Sb、As;

金青顶金矿—Au、Ag、Cu、Zn、Sb、As、Mo。

(二) 金矿床围岩蚀变过程中元素带入带出活化转移特点

1. 围岩蚀变

胶东金矿主要产于花岗岩和变质岩中，其围岩蚀变以硅化、绢云母化、黄铁矿化为主，其次有碳酸盐岩化、钾化、绿泥石化、毒砂化、铁白云石化等。

围岩蚀变有一定的分带性：产于花岗岩中的石英脉型金矿，蚀变分带是矿体—硅化—绢英岩化—钾化—花岗岩；蚀变岩型金矿蚀变分带是矿体—黄铁绢英岩化—绢英岩化—绢云母化—钾化—花岗岩。

2. 不同蚀变带元素带入带出模式

根据王鹤年（1991年）、姚凤良（1990年）对胶东金矿围岩蚀变作用的地球化学研究，提出了胶东金矿床不同蚀变带岩石中元素带入带出模式（见图1）。

（1）带入元素：有成矿元素（Au）及其伴生元素（Ag、Cu、Pb、Zn、Co、Ni、As、Sb、Bi、Hg）、矿化剂元素（S、F、Cl），某些控矿元素（Si、K、Rb）。其带入量随蚀变程度增强而增大，矿体中K、Rb有所降低。

（2）活化转移元素：Ca、Na、Al、Fe、Mg、Ti、Sr等元素在交代过程中带出，形成负异常。

3. 金矿成矿阶段的地球化学特征

胶东金矿成矿过程可分为4个阶段：Ⅰ. 黄铁矿—石英阶段；Ⅱ. 石英—黄铁矿阶段；Ⅲ. 金—多金属硫化物阶段；Ⅳ. 碳酸盐阶段。其中Ⅱ、Ⅲ两个阶段为主成矿阶段。Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Hg、Mo等成矿元素主要是这两个阶段带来，其中Ag、Cu、Pb、Zn、Hg在第Ⅲ阶段带入量相对较多。这样的分带结构也正好反映出金矿床（体）原生叠加晕的特点。

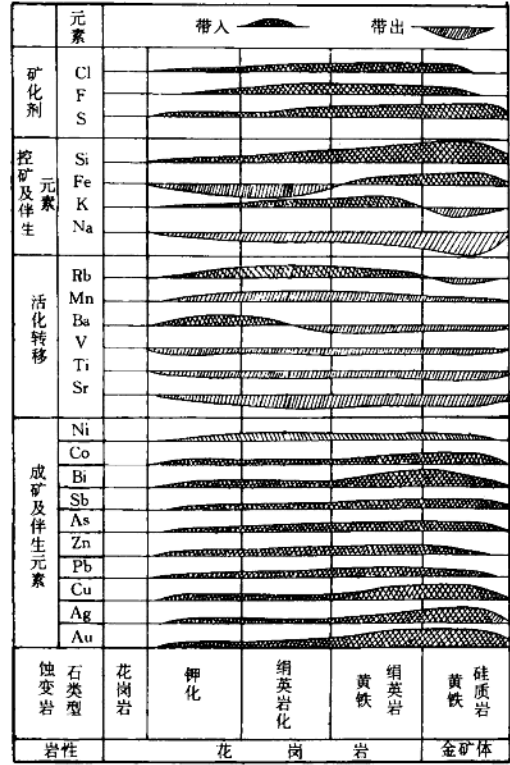


图1 胶东金矿床不同蚀变岩石中元素带入带出模式

三、金矿床地球化学垂直分带特征

（一）金矿床指示元素的分带序列（见表2）

从表2可见，不同类型金矿床分带序列中某些元素上下位置有一定变化，但还是有一定的共性，即Hg、As、Sb（Ag、F、Ba、Pb、Zn）在上部，而Mo、Bi、Mn、Co、Ni总是在下部。

据统计，胶东石英脉型和蚀变岩型金矿床的指示元素分带序列，从上到下，大致为：Hg—Sb、F、Ba—As、Pb—Ag、Zn—Au、Cu—Mo、Bi、Mn、Co、Ni。焦家金矿As、Sb、

Ba 在下部,可能是下部盲矿前缘晕叠加结果。

表 2 某些金矿床的元素垂直分带序列

矿 床		矿床类型		垂 直 分 带 (从上→下)	资料来源
牟 乳	金青顶	混合 岩化 热液 型	石 英 脉 型	Sb—Pb—Zn— (Hg) —Cu—As—Mo—Au—Ag—Bi	李 惠 郑 涛 马久菊
	Hg (Pb) —Sb—Zn—Cu—As—Mo—Ag—Bi—Au ^①				
	Zn—Hg—Pb—Ag—As—Sb—Bi—Mo—Cu—Au				
	Pb—Ti—Zn—Ag—Mn—Cu—Au—As—Mo—Sb—Bi ^①				
招 掖	玲 珑	混合 岩化 热液 型	蚀 变 岩 型	Sb、Hg、As、Ag、Te (Mo) —Pb、Cu、Se、Au—Zn、Mn	刘汉忠
	Cu、Zn、Ag、Se—Au—Pb—Te—As、Sb、Ba ^②			李富国	
	焦 家		石 英 脉 型	Hg—F—Ba—Sb—As—Pb—Cr—Cd—Ag—Au—Bi—Mn—V— Zn—Mo—Ni—Co—Sr—Cu	方 敏
	新 城			Hg—As—Mn—Ba—Cu—Zn—Pb—Au—Ag— (Bi) —Sb—Sr— V—Co—Ni—Mo—Cd—Cr	李富国
	望儿山				

注: 1. 矿床 (体) 浓度梯度分带, 其余为原生晕分带

2. 相邻剖面矿体前缘晕叠加在该矿体下部, 故为“反分带”

(二) 典型金矿床地球化学参数垂直分带特点

1. 招-掖型金矿床垂直分带特点

据焦家、望儿山、玲珑、百里店等金矿床 Pb/Zn 参数统计, 从矿体上部到下部有降低趋势, 头部>1, 尾部<1 (共性)。玲珑矿区含金石英脉 $(Ag+Hg+Sb+As) \times 100 / (Mn+Zn)$ 从上到下则有降低趋势 (特性)。

2. 牟-乳型金矿床垂直分带特点

从金青顶和邓格庄两个金矿床资料统计, 其共性: Ag、Mo、Bi 从上到下有增高的趋势, Zn、Pb 则富集于矿体的中上部;

其分带性指数:

	Sb/Bi	$Pb \times Zn / Au \times Ag$	$Pb \times Zn / Mo \times Bi$	$Bi \times Mo / Sb$	$Pb \times Zn \times Sb / Au, Ag, As$
矿体头部	—	>2000	>1000	<30	>20
矿体中上部	>1	—	—	—	—
矿体下部	<1	<100	<100	>80	<0.5

从上到下除 $Bi \times Mo / Sb$ 外, 都是逐渐降低。综合上述有如下特点:

(1) 同一矿区不同矿脉垂直变化规律有较多共性, 如玲珑矿区各矿脉 $(Ag+Hg+Sb+As) \times 100 / (Mn+Zn)$ 从上到下都降低。

(2) 同一矿带不同矿床垂直变化规律也有共性, 如招掖金矿带各矿床中 Pb/Zn: 头部>1; 尾部<1。

(3) 上述金矿床地球化学参数垂直变化规律是确定矿体剥蚀程度的评价指标依据。

四、金矿床原生地球化学异常模型 及叠加晕模型

（一）金矿脉两侧异常模型

金矿脉两侧若没有裂隙，则其两侧异常为扩散晕；若有裂隙时，则其两侧异常是扩散晕和渗滤晕的叠加晕。

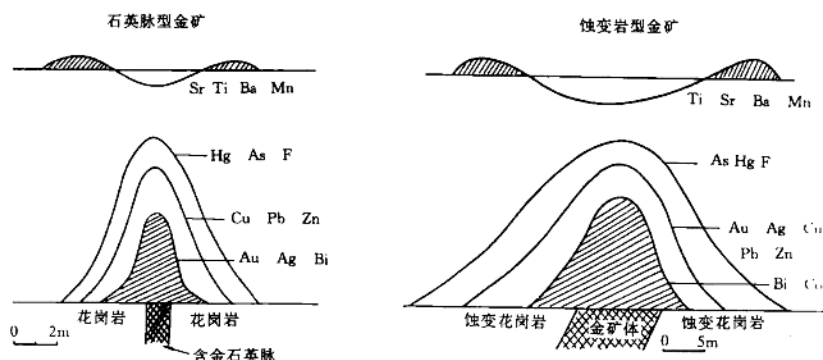


图2 胶东金矿脉两侧异常模型

从图2可见金矿脉两侧异常发育的特征：蚀变岩型金矿脉的特点是，矿脉产于蚀变破碎带内，两侧异常较宽，当矿体宽5—10m时，Au、Ag、Cu、Pb、Zn异常宽可达10—20m，As、Hg、F异常宽可达20—30m，Bi、Co异常较窄；Ti、Sr、Ba、Mn为负异常，宽可达20m，其正异常在外围断续分布。

石英脉型金矿脉的特点是，两侧晕一般较窄，当矿脉宽1m时，Au、Ag、Bi扩散晕范围一侧只有1—4m，Pb、Zn异常也只有2—4m，As、F、Hg可达4—6m，Sr、Ti、Ba正异常一般分布在矿脉外3—5m范围内。

（二）两个主要矿带金矿床地球化学异常模型

1. 招-掖金矿带

根据焦家、新城、三山岛、望儿山、灵山沟、玲珑等石英脉型和蚀变岩型金矿床的地球化学特征，总结归纳出招掖金矿带金矿床地球化学异常模型如图3。

2. 牟-乳金矿带

在该矿带上，重点解剖了金青顶、邓格庄、三甲、金牛山等金矿床的地球化学异常带特征，总结归纳出牟乳金矿带石英脉型金矿床地球化学异常模型，如图4。

（三）胶东金矿床原生叠加晕理想模型

由于金矿成矿具有多期、多阶段特点，故本区金矿体和化探所圈出的原生晕也是多期、多阶段成矿成晕叠加的结果。因此，研究金矿叠加晕的特点，正确运用原生晕分带序列和地球化学找矿模型指导找盲矿，具有实用价值。

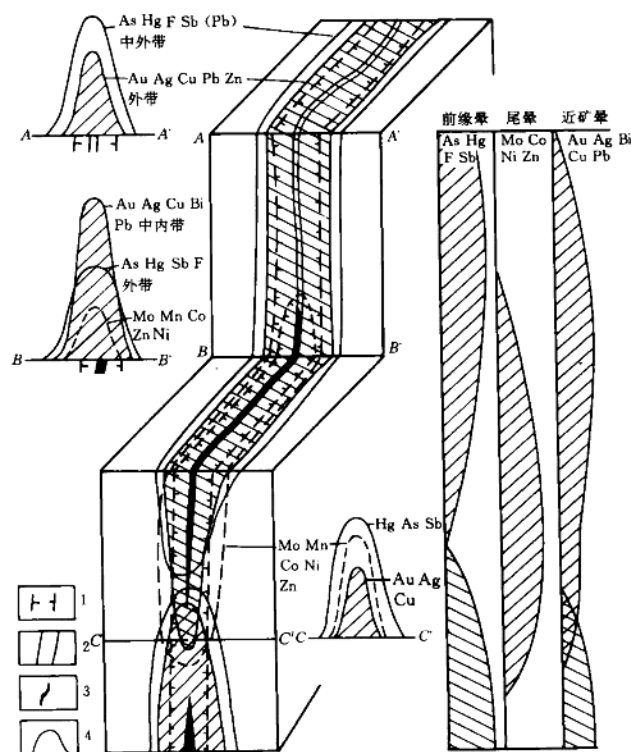


图3 山东招-掖金矿带金矿床地球化学异常模型
1—蚀变破碎带；2—石英脉；3—金矿体；4—异常范围

1. 金矿成矿成晕的基本特征

前已述及，本区金矿成矿成晕是在Ⅱ、Ⅲ阶段，而Ⅱ、Ⅲ两个阶段叠加部分，还会形成富矿。因此，许多金矿床都是这两个阶段叠加的结果。

研究叠加晕首先要研究单阶段成矿成晕的特点，继而研究叠加晕的特点。

(1) 单阶段形成的矿体，其地球化学垂直分带结构，具有前缘晕、尾晕以及正常的轴向分带序列。如胶东金矿床，Hg、As、Sb、F 强异常出现在矿体头部及其前缘；Bi、Mn、Mo、Co、Ni 异常则在矿体下部及尾部。

(2) 同一阶段在同一构造体系中形成的串珠状金矿体，有总体的前缘晕和尾晕，但每个矿体又有自己的前缘晕和尾晕。如串珠状矿上、下有两个矿体，上部矿体有自己的尾晕，下部矿体也有自己的前缘晕，上、下两个矿体相距不大时二者就会叠加在一起。

(3) 不同成矿阶段形成的矿体，各有相似的地球化学分带结构——有自己的前缘晕和尾晕。

(4) 先形成的矿体，当有后期成矿热液叠加时，成矿元素会发生活化转移，对先形成矿体（晕）的分带结构有一定影响。也有些矿床由于反复叠加，造成矿床分带性不明显。

2. 金矿床原生晕叠加晕理想模型

根据矿体在构造蚀变带中的赋存空间，可将金矿床叠加晕理想模型，分为以下四种

情况。

(1) 单阶段或两个主成矿阶段形成的矿体和原生晕完全叠加时的模型见图 5。

在构造蚀变带中只圈出一个矿体(晕),可以是单阶段形成的矿体(晕),也可以是两个阶段形成的叠加矿体(晕)。这两个阶段完全重叠的矿体(晕),前后有一定影响,但总体仍为正常分带,其垂分带序列和异常模型均属正常情况。

(2) 两个主成矿阶段形成的两个矿体(晕)部分叠加时的模型,如图 6。

两个主成矿阶段形成的两个矿体的叠加晕,是由上、下两个矿体的前缘晕和尾晕分别叠加合成,它加大了矿体垂直向的延伸和矿体前缘晕及尾晕的长度和强度,同时,也导致前缘晕和尾晕重叠部分的加大。这种叠加晕垂直分带序列也是正向分带,其特征标志是:

a. 当 Au 含量较低时, Hg、Sb、F、Ba、As 异常强度大,则指示深部有盲矿;若 Bi、Mo、Mn、Co、Ni 异常强度大,则指示深部无矿。

b. 若已知为金矿体,其原生晕中前缘和尾晕都较发育,则指示矿体是两期叠加的结果,矿体延伸较大;若前缘晕强度高于尾晕,则指示矿体延伸很大;若前缘晕强度低于尾晕,则指示矿体还有一定延伸。

(3) 串珠状矿体原生叠加晕理想模型(见图 7)。

串珠状或尖灭再现矿体,可能是同一阶段也可能是两个成矿阶段形成,其主要特点是,上部矿体尾晕和下部矿体前缘晕叠加在一起,即矿体下部会出现 Hg、Sb、F、I、B、As 等强异常;计算垂直分带序列则出现“反分带”,即前缘元素出现在分带序列下部。在计算分带性指数或累乘比值时,注意到矿体下部出现转折,突然下降或上升的现象,说明深部还有盲矿或有第二个富集地段。

(4) 晚期矿体叠加在早期串珠状矿体中间的叠加晕模型(见图 8)。

当第一个成矿阶段形成两个矿体,而第二个成矿阶段形成的矿体叠加在其中间时,则三个矿体的前缘晕和尾晕分别叠加合成后,大大加长了前缘晕和尾晕的延伸长度,同时也加大了两者的重叠部分。其整体原生晕分带和分带序列基本上还是正常的,但取矿体上部部分计算分带序列时会出现反常现象,当然,不同截面叠加晕发育特点不同,其指示意义也不同。

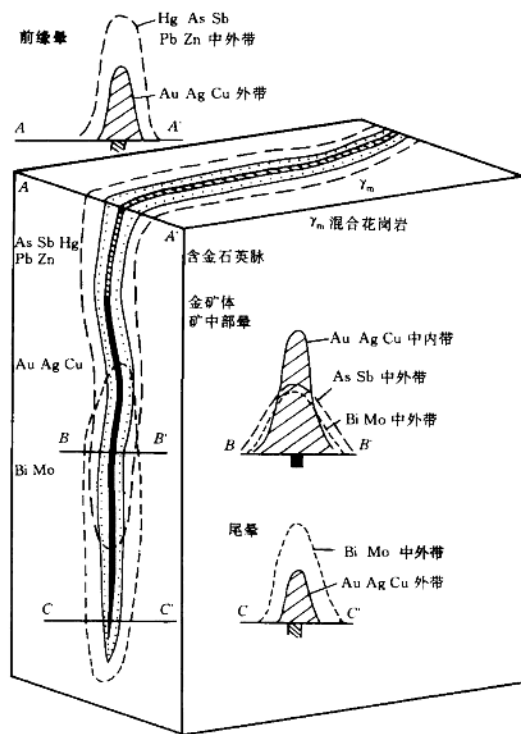


图 4 山东牟-乳金带石英脉型金矿床
地球化学异常模型