

江西省金银为主的典型矿床学术讨论会

论文(摘要)选集

江西省地质学会矿床专业委员会

一九九〇年七月

江西省金银为主的典型矿床学术讨论会 论文(摘要)选集

江西省地质学会矿床专业委员会

一九九〇年七月

编 者 的 话

近年来，素以“五朵金花”著称的江西矿产资源领域，随着改革的进程，不断拓宽、不断深化，尤其是在金、银和钨等有色金属资源的矿产储量、勘查经验以及学术理论等方面都取得了显著成绩。“千淘万漉虽辛苦，吹尽狂沙始到金”，成果可喜，但来之不易。面对国家经济建设的需求，为了切实发挥科技进步效益，再接再厉作出更大贡献，对于大量宝贵经验及其专业知识的交流和总结提高，确属当务之急。江西省地质学会矿床专业委员会，在省地质学会与江西铜业公司等部门的有力支持下，1989年11月21日至25日，在银山铅锌矿举办了“江西省金银为主的典型矿床学术讨论会”。与会者有省内外6个系统39个单位167位代表（含列席）。国际地科联副主席张炳熹教授、南京大学胡受奚教授莅会讲学，省地质学会副理事长包家宝、徐增亮，副秘书长马恒伟以及德兴县政府与银山矿领导，还有邻省学会代表等分别到会指导并致词。会议宣读论文45篇，对银山矿床进行现场考察，同时组织了学术讨论以及国内外典型矿床标本和有关图件、照片资料展讲。

来自各系统地质队、矿山、科研院所、高等院校以及学会、矿管、储委、测试等单位的代表、多属拥有丰富调研经验与专业理论的地质工作者，老中青荟萃一堂，被除门户，不拘资辈，充份发扬对祖国地质事业的高度责任感和奉献精神，无私交流，热烈研讨，其相互启发共同提高的效果和群情激奋的场面，确是我省矿床界近年来卓有成效的一次盛会。

本次会议收到论文(摘要)共63篇(《江西省金银为主的典型矿床学术讨论会论文(摘要)汇编》上、下册及续编打印本)。另有专业参考材料及有关发言稿3篇。本《选集》按编辑工作要求，共纳入论文32篇，摘要5篇，附录论文(摘要)题目26项(编排顺序：矿床地质，成矿条件，普查找矿，技术经济评价)。会议以来，迄今已知被国内学术刊物录用发表以及在高层次学术会议交流的论文(共21篇)，为了避免重复，在《选集》中只将论文题目列入附录。限于出版经费，节缩篇幅，论文内容及其插图、表和参考文献均作了较多删减。再者，从事本项选编工作的同志，均属业余兼顾，时间比较紧迫，疏误不当之处，在所难免，以上各节和其它欠妥的地方，尚请作者和读者给予谅解。

在省地质学会的关怀和热情支持下，通过广大作者、编审同志和矿床委员会成员的努力，本《选集》得以顺利刊发，但愿能够进一步扩大交流，陶冶武钢，并发展江西矿床地质事业产生切实的效益。

编 者

1990年7月

目 录

· 论文 ·

金 矿

北武夷山火山岩带金银矿床类型及其成矿模式·····	张祖海 (1)
金铀型矿床成矿地质特征及找矿前景·····	徐海江、赖绍聪 (4)
村前多金属矿伴生金银的富集特点·····	梁超群 (9)
江西茅排金矿床围岩蚀变浅析·····	彭人勇、徐增亮 (13)
江西遂川草林地区峨岭金矿地质特征的初步认识·····	朱传德 (19)
对赣西武甲金矿点某些矿物特征的认识·····	廖六根 (23)
铁门坎金矿地质特征及成矿条件·····	王忠玲 (26)
吴家金矿床地质特征及富集规律·····	罗钊生、张文学 (31)
九——瑞地区铁帽型金矿床地质特征·····	李德银、侯蕴琴 (38)
王母渡砂金矿床地质特征及其成矿条件·····	朱保清、李庆平 (44)
江西省桐源砂金矿床地质特征·····	颜恩华 (49)
江西省河流冲积型砂金矿的成矿规律·····	涂火根 (52)
双桥山群对江西金成矿的重要意义·····	赵瑞麟 (57)
试论赣中东部武夷山区地质构造与金矿成矿特征·····	沈金云 (60)
金在南丰热穹窿形成和发展过程中成矿的可能性探讨·····	王雨林 (64)
江西武功山变质岩区找金·····	钱蛟凤、许一静 (68)
赣南某区金矿点地质特征及找矿标志·····	黄长生 (73)
江西银山铅锌铜矿区九区共(伴)生金经济评价·····	林嘉明 (76)
吴家铁帽型金矿床技术经济评价·····	曹钟清 (81)

银锡钨多金属

江西冷水坑银铅锌矿床主要矿化特征·····	王安城 (86)
赣南一个隐伏银矿床的地质特征·····	吴允兹 (90)
冷水坑——梨子坑地区中生代火山构造特征及其对成矿的控制作用·····	郭英杰 (99)
冷水坑银铅锌(金)矿田地球化学统计特征及找矿评价中的应用·····	曾祥磊 (107)
上犹焦里银多金属砂卡岩矿床的砂卡岩特征及其与矿化的关系·····	过叔良 (115)

黄沙含银钨矿床的环形分带与银的深部矿化特征.....	陈 微 (125)
赣东北中生代陆相火山岩特征及银金多金属成矿作用.....	游志成 (133)
会昌岩背锡矿构造特征及其控岩控矿作用分析.....	唐维新 (142)
会昌岩背锡矿花岗岩成岩特征及其演化.....	桂永年 (145)
赣肚山交代热液型磁黄铁矿床地质特征.....	李思权 (154)

普查勘探

江西省岩金矿找矿过程中浅表层样品结果的利用.....	余志庆 (161)
模糊综合评判法在利用重砂资料寻找原生金矿中应用.....	叶孝国 (167)
横向联合 成效显著 ——勘查会昌岩背大型斑岩锡矿的启迪.....	陈慧芳 (176)

· 摘要 ·

赣中罗坊地区贵金属的控矿因素及找矿标志.....	袁升云、曾 勇 (182)
江西平排金矿流体包裹体特征与成矿的初步研究.....	刘晓东、徐海江 (183)
江西德兴地区原生金矿化成矿条件分析.....	刘军泉 (184)
江西钨矿资源分析及找矿方向.....	赖乙雄、郑秀中等 (186)
塔前——赋春多金属成矿带主体断裂构造性质及其控矿特征.....	项新葵 (187)

附 录

论文题目.....	(190)
摘要题目.....	(193)

北武夷山火山岩带金银矿床类型 及其成矿模式

张 祖 海

(江西有色地质研究所)

测区位于扬子准地台与华南褶皱带的接壤部位, 赣中南褶皱的北东缘, 东乡——广丰深断裂南侧。区内岩浆活动以燕山期最为强烈。

一、中生代陆相火山岩系基本特征

测区进入晚侏罗世后处于长期隆起状态, 构造运动的加剧引起大量中酸性——酸性岩浆上涌, 导致大规模的火山喷发作用, 其产物呈北东向、东西向沿东乡——广丰深断裂南侧分布, 形成一套陆相中酸性——酸性火山岩系。

1. 火山喷发特征: 晚侏罗世火山活动表现为强烈的火山爆发和熔岩溢流, 呈现“二旋回三韵律”的喷发特征(表1)。

表1 晚侏罗世火山喷发特征一览表

旋回	韵律	分 布	构 成 地 层	组 成 岩 石	喷 发 类 型	次火山(岩)活动特征
I	3	图幅东部广丰境内, 其次分布于东乡铅山及上饶。	上 段 J _{3c} ³ 下 段 J _{3c} ¹	流纹岩、粗面岩和流纹质熔结凝灰岩, 粗面英安质熔结凝灰岩及火山角砾岩。	中 心 式 强烈喷发	次火山相侵入活动不明显, 次火山岩不甚发育, 主要有石英正长斑岩、花岗岩和流纹斑岩。
	2	图幅中部以西大面积出露。	上 段 J _{3c} ¹	上部: 火山集块岩、熔结凝灰岩、凝灰熔岩。 中部: 熔结凝灰岩、角砾凝灰岩、安山岩。 下部: 砂砾岩、凝灰岩、凝灰质粉砂岩。		中酸性—酸性次火山侵入活动较为发育, 有石英正长斑岩、正长斑岩、粗面斑岩、流纹斑岩、花岗岩及流纹质碎斑熔岩、花岗岩岩等。
I	1	图幅西部东乡、余江及贵溪等, 分布较为局限。	打鼓滩组 J _{3d}	以流纹岩、斑状流纹岩、英安岩为主, 次有流纹质(晶屑、玻屑)凝灰岩、集块岩、砂砾岩等。	宁 静 喷 溢, 局部尚伴有爆发性特点 裂 隙 式	次火山活动较局限, 表现为中酸性—酸性岩体浅成侵入, 主要有石英正长斑岩和花岗岩, 次有安山岩等。

2. 火山岩岩石、岩相特征：火山岩基本可归纳为四大类型：熔岩类、火山碎屑熔岩类、火山碎屑岩类和次火山岩类。在Macdonld(1968)A—F—M三角图解和Eweart(1973)SiO₂—K₂O分类图解及邱家骧(1978)组合图解上，测区火山岩主要属于高钾高铝钙碱质系列之中酸性——酸性火山岩岩石组合。在岩相上提出“相系——相——亚相”的划分方案，属陆相系，分为火山通道相、喷发相、喷发——沉积相和次火山相(表2)。

表2 北武夷山区火山岩相分类简表

相系	相	亚相	火山作用机制及成岩环境	岩石特征	与火山构造关系及产出特征	找矿特征
陆相系	火山通道相	火山颈 亚相 隐爆亚相	侵入和喷发作用复合。	熔岩、火山碎屑岩及隐爆成因岩石，堆积物厚，岩石蚀变复杂且强烈。	处于火山通道中，产状受通道形态控制，多为陡直筒状且变化大，常有放射状、环状断裂，与围岩呈侵入关系。	与金属成矿作用关系密切，形成热液矿相。
	喷发相	爆发亚相	爆发作用为主。	正常火山碎屑岩为主，常与熔岩、凝灰岩共生。	构成火山构造实体	与成矿作用有关，具一定的原生矿化。
		溢流亚相	溢流作用为主。	熔岩、角砾岩等为主，具流动、浸蚀、气孔等组构特征。		
		灰流亚相	喷发、溢流作用复合，呈灰流迁移就位。	熔结凝灰岩、熔结角砾岩组成灰流分带。		
	沉积相		间歇期于热条件下河湖堆积为主，属类弱火山活动。	砂页岩、砂岩等粗碎屑堆积夹细碎屑沉积岩，不甚发育。	常赋存于喷发圈、韵律的早期或晚期产物中。	
	次火山相		浅成侵入作用。	与同期火山岩成份相似的浅成侵入岩。	形成于火山通道(含火山口)附近，受火山构造控制的边式。	与成矿作用关系最为密切，是主要的热液矿相。

二、金银矿床类型及其特征

与火山岩有关的金银矿床类型的划分，在国内外一直是争论的热门话题。本文主要依据矿化(体)产出特征，将测区与陆相火山岩有关的金银矿床划分为二类六型(表3)。

表3 北武夷山火山岩带金银矿床类型划分简表

系	陆相火山岩系			次火山岩系		
类	火山熔岩类			次火山岩类		
型	石英脉型	硅化线型	硅化体岩型	脉岩型	脉岩岩型	岩岩型
产出位置	矿床与火山热液活动有关，且位于浅成火山岩中。			矿床与次火山岩活动有关，直接产于次火山岩体中或产于次火山岩的内外接触带上。		
矿石组成	含金石英脉体	含金硅化体岩	含金硅化岩体	含金脉岩	含金脉岩	含金脉岩
找矿标志	砂、砾	尚未发现工业矿体	尚未发现工业矿体	脉岩	脉岩	脉岩
矿床	群峰、地形山、黄岩岭、松林头、瑞岭下等。			松林、黄岩、松林、松林、松林等。		大塘等。

1. 火山热液类金银矿床：为与陆相火山热液活动有关的金银矿床，直接产于酸性火山岩中。以沙潭金银矿床为典型代表，其主要地质特征为：

鹅湖岭组（J₃c）酸性火山岩（流纹质熔结凝灰岩为主）含Au 0.082 ppm、Ag 4.50 ppm（20个样），为含矿岩系。近矿围岩蚀变以硅化、黄铁矿化、冰长石化、绢云母化为主，面型蚀变不发育，仅在矿脉旁出现规模不大的线型蚀变。构造形态以北东向断裂为主，次为破火山口构造。

已发现并编号的矿脉有20条左右，并分为南北两区，分别以V₂、V₃、V₁₄、V₁₅等和V₁、V₈、V₁₁等为代表。矿脉直接受含矿构造的产状、规模和形态的控制，按产状可分为北西组、南北组、东西组和北东东组。钻孔资料表明，地表主干矿脉向下有较大的延伸，但品位变化大，存在“窝子金”串状矿体。

矿化类型有三：（1）石英脉型：呈脉状或不规则脉体产出，以V₁、V₃、V₁₁、V₂为代表，平均品位：Au 5.38g/t，Ag 150.45g/t。（2）硅化破碎带型：矿化减弱，矿体形态产状也不稳定，矿化连续性较差。（3）硅化蚀变岩型：矿化产于强烈硅化流纹质熔结凝灰岩中，地表尚无工业矿体。主要伴生元素有：As、Pb、Zn、Cu、Sb、Sn、Bi、Fe、Mn、Mo、S、W、Hg等。矿石中主要金银矿物有自然金、银金矿、自然银、辉银矿、银黝铜矿、深红银矿等。矿石结构主要有淀晶结构、交代结构及固溶体分离结构，构造主要有脉状、细脉状构造、条带状构造和浸染状构造。

矿区成矿初步划分为二矿化期四成矿阶段：火山热液期——石英——黄铁矿成矿阶段，金属硫化物成矿阶段，玉髓状石英——微粒黄铁矿成矿阶段；表生期——表生成矿阶段。多期多阶段矿液充填交代、矿化迭加，使之富集成矿。

矿石铅同位素资料表明铅主要来源于上地壳。

2. 次火山热液类金银矿床：为与次火山热液活动有关的金银矿床，直接产于次火山岩中，或与火山岩的内外接触带上。有斑岩型、隐爆角砾岩型（冷水坑）和玢岩型（虎圩）之分。冷水坑银金多金属矿床矿化主要与花岗斑岩的侵入有关。矿化和蚀变分带明显，自下而上依次出现金铜矿化带——铅锌矿化带——银矿化带，及相应的绿泥石化带——绢云母化带——碳酸盐化带。工业矿体有银矿体、铅锌矿体、金铜矿体和铁锰矿体。银矿体呈浸染状——细脉浸染状、脉状和层状产出；金铜矿石以脉状、密集细脉状构造为主。主要有益元素及平均含量为：Ag 35.85 g/t（黄铁矿自然银矿石）、Au 0.33 g/t、Cu 0.57%（黄铁黄铜矿矿石）、Pb 2.63%、Zn 3.80%（磁铁方铅闪锌矿矿石）、S、Cd、In、Ga、Ge、Fe、Mn等。矿区硫、氧、碳及铅稳定同位素地化特征（周建平等，1989）表明成矿物质诸如Pb、Zn、S等主要来自深熔岩浆，在其上侵过程中，变质岩基底和围岩又提供了一定数量的成矿物质；在矿化早期矿液以岩浆期后热液为主，随后有天然水的参与，到晚期银矿化阶段矿液中天水所占比例较大。

矿床形成温度界于120—126℃之间（顾巧根等，1988）成矿流体压力估算为300—600巴，对应的静岩深度为1.2—2.3公里，合理深度为1.8公里，属浅成中低温矿床。

三、矿床成矿模式

综上所述，在晚侏罗世伴随陆相火山作用的进行，发生了一系列多期次多阶段的金银及

多金属成矿作用，其实质在于把深部及壳源成矿物质和成矿能量带到地表或浅部有利地质环境下富集成矿。

显而易见，对测区与晚侏罗世陆相火山岩有关的金银矿床成矿模式的研究，应以火山作用过程为基础，结合成矿物质来源、成矿时的地质及物化条件作综合分析。据此认为：在晚侏罗世火山喷发作用期间，一方面火山——次火山热液本身含有一定量的成矿物质，另一方面火山——次火山岩浆上涌通过晚元古——古生界含矿地层时萃取了其中的成矿元素，这两方面的成矿物质构成了成矿流体，成矿流体在上升运移过程中于有利的地质（尤其是构造）部位和一定的地球物理化学环境下富集成矿。初步拟定其成矿空间配置理想模式如图1。

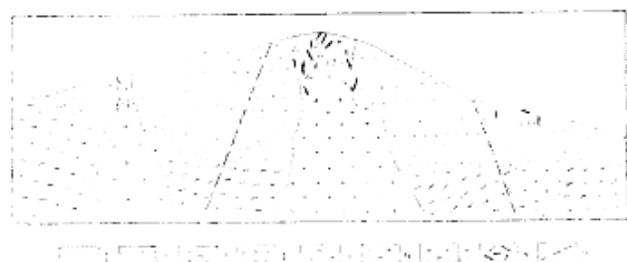


图1 北武夷山火山岩系金银矿床成矿体系理想成矿模式图

1. 侏罗系火山岩；2. 古生界—三叠系；3. 晚元古界变质岩；4. 隐爆相岩石；5. 玢岩体（次火山相）；6. 斑岩体（次火山相）；7. 隐伏岩体（？）；8. 矿体；9. 断裂；（1）流纹式；（2）冷水坑式；（3）沙潭式

最后要说明的是，本文是我所承担的“75—55—04—07—（5）”专题研究成果的一部分，是在周明绶总工程师和扬子江高级工程师的直接指导下完成的，花友仁总工程师还审阅了全文并提出了宝贵意见，文中资料引自前人处，在此一并致谢。

金铀型矿床成矿地质特征及找矿前景

徐海江 赖绍聪

（华东地质学院）

金和铀的地球化学性质尽管存在着很大差异，但在地壳中却常常出现金铀共生或伴生的现象。金铀形成一些极为重要的金—铀砾岩型金矿床，其储量占世界黄金总储量的60%，产量占世界总产量的75%。中国金矿床的元素组合主要有两类，其中Au—Sb—Hg—U是重要类型之一。我国湖南、江西、吉林、浙江、甘肃等省，以及加拿大、巴西—圭亚那地盾、非洲—阿拉伯地盾、印度地盾、芬兰地盾及俄罗斯地盾等地均发现大量的金铀共（伴）生型金矿床。研究金铀矿床的地质矿化特征，共生或伴生规律以及控矿因素，对于寻找新的大型金矿床，增加黄金储量，开辟新的找金远景区均有重要意义。

金—铀型矿床的地质特征

各种元素在地壳中的丰度不一样。因此，它们在地壳中某一地段达到工业品位所需的富集程度也不一样。金在地壳中的丰度为0.0035ppm。而铀在地壳中的丰度为2.7ppm。现代地壳中以深洋区含金最高。地质区、褶皱区次之；而铀则以陆棚和大陆壳丰度较高。不同岩石类型的金、铀含量也有差异。碳质页岩、角闪岩含金最丰富；而铀在碳质页岩和酸性岩浆岩中具有较高的含量（表1）。

表1 金铀在各类岩石中的丰度简表

岩 石 名 称	Au(ppm)	U(ppm)
超基性岩（橄榄岩）	0.0114	0.01
基性岩（玄武岩、辉长岩）	0.020	0.5
中性岩（闪长岩、安山岩）	0.0087	0.8
酸性岩（花岗岩、花岗闪长岩）	0.0106	4.2
碱性岩	0.0034	0.1—30
火成岩平均值	0.0119	1.9
沉积岩（粘土岩、页岩）	0.005	3.2
碳质页岩	0.132	53
角闪岩	0.071	2.4
绿泥石片岩	0.01	3.6
片麻岩	0.0039	0.7

据R·W德伊尔1979《金的地球化学与金矿床》。R·D范尔顿1983。《矿床地质学》

金铀在一定的地质条件下的预富集对于金—铀型矿床的形成具有重要意义。金和铀的预富集又和富碳质、有机质有关。从而形成一些含金较高的金源层，为金—铀矿床的形成创造了条件。如南非金铀脉岩型矿床的形成就与片岩带内镁铁质—超镁铁质火山岩、低品位的原生金矿床以及太古代片岩内条带状铁质建造有关，它们是经过预富集的重要金源，兰德地区花岗岩—片麻岩地体是铀成矿物质的来源。金铀矿的进一步富集则与变质作用有关。与硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化及碱交代有关。并且都形成于地壳处于拉张状态的动力环境中。

从空间、时间分布上看，金—铀型矿床在元古代、中生代和新生代均有分布，其中以元古代最重要（表2）。通常金在元古代的岩层中比较丰富，而铀多在晚期。我国东南沿海诸

省发现的一些中生代金—钼矿化中，钼矿化的年龄通常只有几十个百万年。许多大型金矿床和钼矿床都形成于前寒武纪地槽或其附近的古裂谷(或裂隙带)中，其容矿围岩多以陆源型复地槽建造为特征。巴西潘比纳金—钼矿化就产在一个典型的长而窄的断块里。该地块处于巴西地槽以片麻岩为主的岩区内，而金和晶质钼矿是沿着平行层理的南北向裂隙(或裂隙带)分布的，由热液侵位带来的(White, 1961)，下古生代含金—钼的砾岩盆地，都直接产在太古代基底上。金来源于太古代绿岩，而钼则来源于晚期的富钾和富硅的花岗岩类，兰德金—钼矿床就产在最老的土克瓦通岩系中的石英质碎屑岩中。该岩系沉积在太古代岩石之上的克拉通内裂谷带、克拉通盆地及其边缘盆地。金和钼产在石英卵石砾岩层中，也产在石英质碎屑岩中的玻化化合物胶英层和黄铁矿等重矿物层中，我国华北地台南缘及北缘有类似的大地构造部位和岩性，并已发现一批钼矿床和金矿点。对于层控金—钼矿床，它们都与地层的整合面有关。加拿大西北部比弗洛支地区的“不整合脉型”金—钼矿床就属此类。它们多产在早古生代裂陷槽中，为区域性不整合有空间或成因上的联系。因为不整合面的存在标志着地壳处于长期上升和风化剥蚀状态，有利于金和钼这种元素的活化、迁移，为形成矿床提供充足的金源和钼源。同时，不整合面的存在也为金、钼元素成矿热液的运移提供了通道和富集场所。

表2 金钼型矿床的成矿时代

矿 床	成矿年龄(容矿岩石年龄)亿年	时 代
奥林匹克铜	<0.2	早元古代
红岭钼矿	8~25	太古代末~中元古代
上白垩统铜钼矿	17~24	早~中元古代
红岭钼矿	<17	早元古代

金矿床和钼矿床常常产在构造或相同的岩浆活动带上，中、酸性火成岩构造蚀变带。岩体内外接触带、硅化带、岩脉带及黑色页岩系均是金钼矿床产出的重要部位。从大地构造单元划分考虑，我国华北地台区、环太平洋构造域中的硅化区及地壳深大断裂或裂谷带围限区，均有可能找到金钼型矿床。金钼矿床的形成与构造作用关系密切，多受区域性大断裂系控制，而这些巨型断裂系多是长期活动，并具有张性特征，金钼矿床往往产于两组断裂的交汇部位或夹持地段，或者受火山机构及火山颈附近所断裂控制。奥林匹克铜—钼—金矿床产于典型的以断层为界的凹槽内，该地轴为北东向，长度超过7 Km，位于厚达350m的平铺盖层沉积岩之下，断层位移集中出现在地槽的北东边缘。

目前，对于金钼型矿床类型尚无统一的划分，有按成矿作用组合矿物组份划分的，有按矿床来源及成矿作用分类，也有按工业类型划分的。按成因类型，大体可分为以下几类：

1、变质砾岩型(金—钼砾岩型)，以兰德金矿为代表，其属于一种卵石砾岩型金钼矿床，全位于砾岩层底部，钼往往在含金层之上，砾石主要是胶英和燧石卵石以及岩石碎

屑，卵石一般为圆形，分选性差，基质主要是石英、绢云母、绿泥石和黄铁矿。

2. 沉积角砾型Cu—U—Au矿床：以奥林匹克坝Cu—U—Au矿床最为典型，矿化产在元古代古裂陷槽中沉积变质角砾岩中，赋矿层位属于一种裂谷环境中的洪积成因泥石流建造。

3. 变质碳质泥岩型（不整合脉型）：这类矿床主要分布在澳北和加拿大，产于元古代裂陷槽中，并且都与元古界地层的区域不整合面有着空间上或成因上的联系，金主要以自然金和金的硫化物产出。

4. 黑色页岩型（黑海型）：以现代黑海中的金铀共生黑色淤泥为典型例子，这是变质炭质泥岩型的金铀矿床的雏形。

5. 破碎带蚀变岩型铀矿伴生金：主要是硅化带、断裂构造蚀变带和岩体内外接触带构造附近的金铀伴生矿化，其特点是普遍发育有硅化、黄铁矿化、绢云母化及绿泥石化等。

6. 变质层控型铜铀矿床伴生金：以非洲扎伊尔信科洛布韦铜铀矿床为例，产出古裂谷环境中的海浸—海退层位的下部，含矿岩系为一套浅变质岩系，如白云岩、石墨片岩、页岩、砂页岩及灰岩等。

金—铀矿床的矿化特征

含矿岩系：一般认为，原始金源层是镁铁质火成岩类，但大多数情况下，金矿赋矿围岩无专属性，许多地层，岩性中都可能有金矿产出，金铀矿床的含矿岩性较为复杂，主要为沉积岩系、沉积变质砾岩系和浅变质岩系。其中以含金变质砾岩系为主，主要岩性为含绢云母长石砾岩，如兰德矿；砂岩沉积相中有冲积的三角洲、近岸的浅海相等。砂岩胶结物多为泥质。金大部分产在胶结物的硫化物中，很少一部分呈细脉穿插在石英砾石中。奥林匹克坝金铀矿床是以沉积岩为容矿岩石的矿化的一个非常特殊的例子，其主容矿岩为粗碎屑沉积岩（相当于砂岩），与碳质沉积物有关的金铀矿床，以浅变质碳质泥岩、碳质页岩系最为典型，黑色淤泥经成岩固结为黑色页岩或泥岩，进一步变质则为碳质板岩，它们是不同的成岩阶段或变质阶段的产物，因此，黑色页岩型金铀矿床与变质碳质泥岩型金铀矿床实际上没有本质区别，前者是后者的预富集，后者是前者经过变质改造后富集而成的，此外，构造蚀变岩绿片岩相的浅变质岩以及部分中酸性火成岩均可成为金铀矿床的含矿岩系，据报道，澳大利亚新生代河床的钙质胶结砾岩中，也有新型的金铀矿床产出。

矿石矿物：金铀型矿床的矿石矿物十分复杂，矿石种类繁多，仅在加拿大史密河埃利奥特湖区金铀砾岩型矿床中的矿石矿物就达30多种，金主要是以自然金、金的硫化物形式存在，自然金颗粒一般都比较细小，常被包裹在硫化物和赤铁矿中，浸染在胶结物中，有时，与石英、硅酸盐矿物伴生，或与碳酸盐矿伴生，或呈黄铁矿的薄膜，铀主要以沥青铀矿、钍沥青铀矿、铀石、铀矿、品质铀矿、铀钍矿、水铀铀矿、碳酸铀矿等多种铀矿物形式存在，在奥林匹克坝金铀型矿床中，品质铀矿和油石在整个矿化带中部与硫化物、绢云母、赤铁矿、萤石密切共生、有时与绿泥石等共生。铀矿物的粒度从不足1mm到几毫米，多在50μm以下。与金铀共（伴）生的金属矿物主要是金属硫化物、镍的砷化物、稀土矿物以及大量的稀有金属重矿物。如锆铈矿、锆铁矿和锆石等。

围岩蚀变：金铀型矿床的含矿岩系往往受到不同程度蚀变，主要蚀变有赤铁矿化、绢云

母化、绿泥石化、黄铁矿化、钠长石化、钾化（统称碱交代）、硅化和碳酸盐化，蚀变可分为两种类型。一类是对所有岩石都有影响的较弱的普遍蚀变，另一类是与矿化有关的强蚀变，对于奥林匹克坝型金铀矿床，赤铁矿、绿云母和绿泥石化蚀变对所有岩石都有影响，属普遍性蚀变，在矿化部位产生强烈的赤铁矿化和绿泥石化，在兰德矿区、盆地同生沉积形成金矿田后，发生过弱蚀变作用，产生了黄铁矿化和赤铁矿化，同时，金发生叠加再富集。

碳质物：金铀型矿床与碳质物关系密切，Au、U往往与碳质物的含量呈正相关，碳质物在溶液中与Au形成有机络合物，使Au迁移。另外有机碳表面对Au有物理吸附作用，因此，对金的沉淀富集起着很大的作用。碳质页岩和碳质泥岩中Au、U的含量超出普通页岩和泥岩的5倍。稳定碳的存在是金铀砾石型矿床的一个重要特征。

金铀矿床的成矿规律

金铀矿床的形成一般要经过较长的地质时间，成矿过程较为复杂，往往叠加有多种地质作用，如矿质来源经常是多源的，有时也有主次之分。例如，兰德金矿的矿源物质主要来自铁质—超铁铁质火山岩和低品位的原生金矿，此外，还可能来自于太古代片岩带内的条带状铁质建造。

金铀矿床的形成和分布在相当程度上受矿源层的控制，太古代绿岩带是金的早期主要矿源层。它可形成次生或派生的矿源层；在特定的地质背景中形成的某些火成岩往往也有较高的金含量。铀的来源则可能与震旦、寒武纪地层以及富钾富硅的中酸性岩浆岩有关，它们都具有较高的金含量。金铀型矿床的形成尽管在元古代、中生代和新生代均有出现，但是以元古代为主。

Au、U两种元素都是在高温和高级变质条件下溶解、迁移，在中低温和中低级变质相发生沉淀富集；在氧化条件下，易溶解、迁移；在还原条件下，发生沉淀；在酸性和强碱性介质中，易溶解，而在接近中性（ $\text{PH}=7\pm$ ）的条件下，发生沉淀富集，金和铀的富集都与碳质有机质、铁质及硫化物的存在有关。

对于兰德型金铀型金矿床，其砾岩往往产于晚太古代，位于地层盖层底部，矿区地层都是在太古代地壳形成后大陆上升的第一旋回中沉积的，砾岩之下有太古代砾岩存在。它们是金的主要来源，地台内往往存在有利于金富集和长期活动的大凹陷盆地，沉积作用后，常有弱变质作用，产生广泛的黄铁矿化和赤铁矿化，使金产生再富集，在前寒武纪地层中，储量巨大的金铀矿床多产在单一建造的高碳质片岩中。这类岩石一般赋存于碳酸盐地层中。碳质片岩中铀和金富集，主要是由于有机碳还原作用形成的，这类建造经过岩浆作用，超变质作用和强烈的热液交代作用，导致金铀矿床的形成。

金铀矿床中放射性元素的分布，具有一定规律性，在具体矿化部位上，同生的Au—U与Au—U—Th矿化在空间上常常是分开的。

我国金—铀型矿床的找矿前景

Au、U本来是两个地球化学性质差异较大的元素，但由于特定的地质环境和共同的成矿条件，使它们共生或伴生在地壳中，形成大型或特大型金铀矿床。客观存在要求铀矿地质工作者有必要研究金，在找铀同时，也要找金。以前作为找铀的有利地区，也是现在找金的优先

靶区。由于金与铀共生，我们可以利用放射性找矿法间接找金，事实上，不少类型的金矿，特别是基性和中性火山岩及侵入岩中的金矿，其特点总是在围岩蚀变带里富含钾。而钾交代可能带出岩石中的一部分U、Th和Ra。因此造成岩石中的铀钍异常，同样，在含金的构造带中，往往比围岩的放射性强度偏高，因此，放射性找金不仅对金铀矿床有效，而且对于其它金矿类型也有一定作用。

目前，我国已发现了几个金铀型矿床（如湘、赣、浙以及甘肃、吉林等地），同时，我国西北地台南缘及北缘有类似于南非兰德金铀脉岩型矿床产出的大地构造部位和岩性，已发现了一批铀矿点和金矿点，有可能找到金铀型矿床，如河北青龙元古界地层中，发现 30km 长的脉岩带，其含金量有的可高达 19g/t。河南、山西、山东等地层也存在晋太古代与元古代的接触界面，如山西五台山一带是元古代的变质脉岩与下伏太古代的五台杂岩之间有明显的角度不整合。这种变质脉岩的厚度可达数厘米。从大地构造环境、地质时代、矿体特征及元素组合来看，我国内蒙的白云鄂博和陕西的中元古代地坛在一定程度上具有形成奥林匹克坝沉积角砾岩型金铀矿床的条件；辉绿岩、辉绿岩在我国分布广泛。尤其是华南地区的中、晚寒武纪地层；黑色页岩东起浙江，西到陕西诸省，大量出露。在我国华南广泛分布的碳、硅泥岩型铀矿床中，也有Au、U产出；湖南部分地区的变质板岩有些找到了铀矿化，有些找到了金矿化，甚至找到了金矿床，我国还在东南沿海诸省发现了中生代火山岩型金铀矿化，最近，在华东某地陆相火山碎屑岩中的铀矿床中也发现了有金铀共生的矿化，不少现象表明，在我国寻找金铀型矿床具有大量的线索、广阔的领域，良好的前景。

本文是在中国地质大学徐国风教授建议下撰写的，承蒙他的遗愿完成此文，以此怀念他的英年早逝。

村前多金属矿伴生金银的富集特点

梁 超 群

（江西省地矿局赣西地调大队）

高安村前矿区经多年地质勘查工作，肯定了除铜、铅、锌、铁外，尚有一定储量的伴生金、银。初步研究认为金、银的分布、聚集有一定规律和特点。矿区处于萍乐凹陷与九岭台拱的交接部位，宜丰——景德镇大断裂的南缘。燕山期构造、岩浆活动频繁是该区成矿的有利条件。

一、矿床地质简介

(一) 地 层

1. 中元古界双桥山群：可能属宜丰组，岩性为浅色变质岩。主要分布于矿区北部边缘，区内零星出露，在深部为古生界沉积岩的基底。

2. 石炭系上统壶天群：分布于中部及北部，是主要的含矿层位。岩性为浅色中厚层灰岩、白云岩。与岩体、矿体接触处常具大理岩化（图1）。

3. 二叠系下统茅口组：分布于矿区北部，岩性多为浅色中厚层灰岩、含燧石灰岩、局部见泥灰岩、泥岩及硅质岩。一般属矿体顶板岩石，有时可与矿体直接接触。

4. 侏罗系下统林山组及白垩系上统南雄组覆盖于二叠系之上。

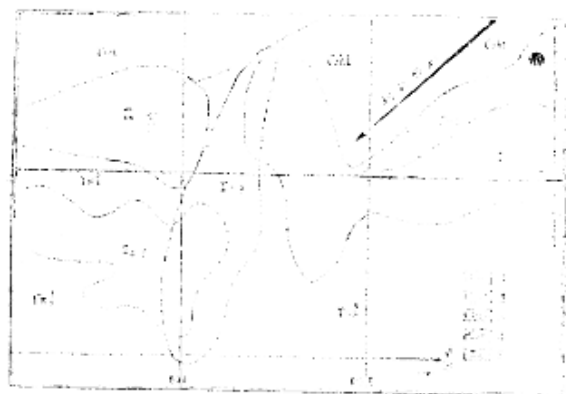


图1 村前矿区基岩地质示意图

1. 下部隐伏矿体界线 2. 二叠系下统茅口组 3. 石炭系上统壶天群 4. 燕山期花岗岩 5. 矿带及矿体编号

(二) 构 造

区域性构造线近东西，在燕山期构造活动的影响下被改造而形成一系列北东向褶皱和断裂。

村前背斜是控矿的主要构造之一。轴线由北东向南西倾伏、轴面倾向北西。基本控制了Ⅰ、Ⅱ号矿带的产出部位和产状。

(三) 岩 浆 岩

村前岩体是燕山期黑云母斜长花岗斑岩、斜长花岗斑岩、细粒花岗斑岩组成的杂岩体。后期有玢岩、凝灰角砾熔岩产出。岩体总体走向近东西、延长 $>2\text{km}$ ，南北宽 $>1\text{km}$ 。北部与灰岩接触，界面倾向北，倾角陡且不规则。接触带控制着矿区Ⅰ号矿带的产出部位、规模及产状。

(四) 矿床主要特征

按多金属矿体的产出部位可划分为3个矿带、9个矿体。东部Ⅰ号矿带东西走向延长 $>800\text{m}$ ，中部Ⅱ、Ⅲ号矿带，北东走向延长 $>500\text{m}$ ，西部Ⅳ、Ⅴ及Ⅵ号矿带东西走向延长 $>300\text{m}$ 。主要矿体走向长 $200\sim 800\text{m}$ 、沿倾向 $>200\text{m}$ 、厚度 $10\sim 15\text{m}$ 。陡倾角，产状变化大、形态复杂。

矿石类型以砂卡岩制多金属为主，次为风化型褐铁矿及氧化铅锌（铜）矿，此外见有硅化破碎带和斑岩型铜铅锌矿。前两者具工业意义。

矿石的有用金属元素为Cu、Pb、Zn、Fe，非金属元素S。伴生元素以Au、Ag为主，次为W、Co、Cd、In、Ti、Te、Sn、Bi及微量元素Ga、Ge、Se、Sc等。前8种伴生元素明显在铜、铅、锌、硫铁精矿中富集，可综合回收。

二、金、银在多金属矿中的富集特点

(一) 金、银分布的空间部位

1. 主要分布于灰岩与花岗岩体的接触部位及外带的多金属矿体中。如Ⅱ₁、Ⅱ₃、Ⅱ₄及Ⅲ₁号矿体。
2. 较陡倾斜矿体赋存于转折端或分支、尖灭部位；矿体产状平缓时，富集于凹形的“锅底”处（图2）。
3. 同一矿体中若同时含有Au、Ag，一般分别富集。金聚集部位常高于银（图3）。

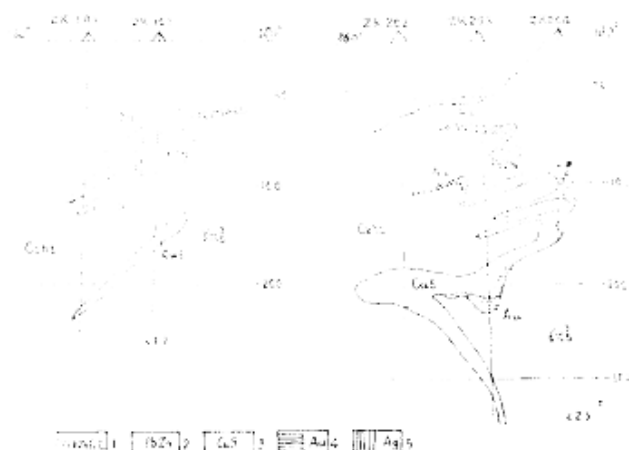


图2 Au、Ag在多金属矿体中富集部位示意图

1. 氧化铅锌褐铁矿
2. 铅锌矿
3. 黄铜黄铁矿
4. 金矿段
5. 银矿段



图3 ZK2306H4-11 Au、Ag品位变化曲线图

1. 金品位曲线
2. 银品位曲线

4. 被矿化（如铅锌矿化）的硅化破碎带全可富集。如ZK2301孔在变质岩中见3m厚的硅化构造角砾岩含Au2.24g/t。

5. 褐铁矿或氧化铅锌矿中Au、Ag富集标高多在+50~-100m之间。

(二) 不同矿石类型中Au、Ag含量有明显差异

矿区初步计算了Au、Ag在各种矿石类型中的平均品位（表1）。

表1 各类矿石中Au、Ag含量表

类 型	Cu	S	PbZn	Fe M	YPbZn	Fe L
Au、Ag						
Au(g/t)	0.2	0.99	0.29	0.12	0.62	0.85
Ag(g/t)	17.45	8.80	56.83	8.16	8.25	21.69

由表中可知Au在氧化物（FeL、YPbZn）中含量较高，Au呈微粒被胶状褐铁矿所吸附。Ag则在原生铅锌矿中品位较高。

(三) 不同元素组合中Au, Ag含量不同

1. Cu高时Au含量有增高趋势

从1线组合分析样结果可知Cu、Au含量有正相关关系(表2)。

表2 1线组合样Cu、Au含量表

组合样 Cu、Au	Z1	Z4	Z5	Z2	Z8	Z3
Cu(%)	0.43	0.45	0.71	0.72	0.80	3.25
Au(g/t)	0.15	0.18	0.20	0.20	0.28	0.65

2. WO₃高时Au明显富集

1302孔63.09~75.80m, 厚12.71m, WO₃平均0.65%(最高单样1.90%), Au平均含量4.02g/t, (最高单样达10.86g/t及26.50g/t)。

3. 通常Ag与Pb含量成正比关系

902孔组合样Pb、Ag分析结果表明Ag的含量随Pb品位增高而递增(表3)。

表3 902孔组合样Pb、Ag含量表

组合样 Pb、Ag	Z7	Z2	Z3	Z1	Z4
Pb(%)	0.09	0.16	0.24	0.46	1.22
Ag(g/t)	15	40	59	90	191.8

铅单矿物分析Ag平均含量1703g/t, 最高达3501g/t。选矿试验证明银主要集中于铅精矿中, 含量可达1780g/t。锌及铜精矿中银虽也相对富集, 但较铅精矿中低得多。

(四) 金、银和菱铁矿有密切关系

于1306孔115.74~117.81m, CFe14.4%, Au品位0.73g/t, Ag110g/t。

通过以上实际材料的分析, 得出矿区伴生金、银有以下富集特点:

1. Au、Ag广泛分布不同岩类、不同类型的矿石中, 在原岩(矿)中含量较低, 经近地表水体作用而聚集在褐铁矿中。一般可富集3~4倍, 甚至更高。

2. Au、Ag成因具多元、多阶段性。从岩浆侵入后期——砂卡岩阶段——硫化物阶段——碳酸盐阶段均有Au、Ag析出, 其中以中低温硫化物阶段最重要, 而富WO₃的硫化物组合Au含量最高。

三、结 束 语

村前矿区是一个以铜为主体的富含贵金属和微量元素的多矿种多成因的矿床。矿床成因以接触交代的砂卡岩型矿床为主; 次为岩浆成岩后期形成的少量浸染状含Au、Ag硫化物矿