

中國金礦大全

第二卷

王德根 歐陽自遠 徐仲倫 主編

中国科学院黄金科技工作领导小组办公室
中国科学院贵阳地球化学研究所

目 录

综 述

1. 宇宙尘中金的丰度及其与铀的相关性.....柴之芳等 (1)
2. 从我国金矿地质的特点出发加速金矿地质工作步伐.....韦永福 (4)
3. 华南内生金矿床区域成矿条件分析及找矿方向.....张景荣等 (6)
4. 我国几种热液型金矿床的找矿方向.....秦 鼎等 (13)
5. 我国卡林型金矿矿物特征及成矿条件探讨.....刘东升等 (15)
6. 我国主要金矿类型找矿方向及今后工作意见.....李 舒 (18)
7. 试论我国金矿床的找矿类型.....孙培基 (20)
8. 金矿源岩研究与判定.....王安建 (21)
9. 含金斑岩铜矿床.....杨志达 (27)
10. 砂金矿床储量计算中若干问题的探讨.....尤慰沛 (30)
11. 国内金矿地质概况.....川西北地质大队情报组 (34)
12. 我国卡林型金矿地质特征.....龙延昭 (36)
13. 当前金矿普查中要特别重视大矿的研究.....张祥生 (37)
14. 金的迁移形式和沉淀富集机理及赋存状态.....王剑铨等 (39)
15. 要注意开展铁锰帽型金银矿床的查定工作.....陈育恩 (43)
16. 砂金矿的分布特征及富集规律.....李俊敏 (45)
17. 超基性岩蚀变热液型金矿.....献 一 (48)
18. 关于金的表生溶液迁移问题.....王义文 (48)
19. 铈的一般地球化学性质及其在找金中的作用.....付 东 (50)
20. 矿物标型性研究在探讨金矿床成因及找矿上的应用.....徐国凤等 (51)
21. 金矿床中黄铁矿标型特征的垂向变化.....真允庆 (57)
22. 砷矿物可作为卡林型金矿中金沉淀的标志.....姚治国 (59)
23. 石英的红外谱学研究及其含金性评价.....吴尚金等 (60)
24. 金银系列矿物成分与其反射率的关系.....邹开勋等 (64)
25. 矿物、岩石与金矿——为《矿物岩石》庆祝建院三十周年专刊
而作.....柴世伟 (66)
26. 某金矿床金赋存状态的研究.....钱定福等 (67)
27. 大坂多金属矿床氧化带黑土中金的赋存状态.....陈远亮 (70)
28. 金矿物探的几个技术问题.....孙文珂 (73)
29. 回收硫铁矿烧渣中金银的体会.....左恕之 (75)
30. 略论硫铁矿烧渣中金银的可浮性.....左恕之 (78)
31. 从浮选厂含金积砂中提取黄金.....林瑞腾 (81)

32. 如何提高卡林型岩金矿区岩矿心质量.....王有干 (81)
33. 硫脲溶金的热力学分析及结构探讨.....肖景中 (82)
34. 载金活性炭无氰解吸新工艺.....刘伯琴 (86)
35. 金银地质标准样品的研究概况及其测试方法的讨论和应用.....郭炳北 (89)
36. 金的分析概述.....伏辉越 (94)
37. 三正辛胺—聚胺酯泡沫吸附原子吸收法测定矿石中的钯和金...王继森等 (98)
38. 低品位金的硫代米蚩酮水相比色法.....周殿琴等 (100)
39. 高灵敏PVC膜金(Ⅱ)离子选择电极研制和巯基棉富集金.....谭新民等 (104)
40. 隐色二甲苯蓝FF分光光度法测定微量金.....谭新民等 (106)
41. 化学光谱法测定地质样品中的痕量金.....黄绍铨等 (108)
42. PTSO萃取色谱法分离无火焰原子吸收光谱法测定矿石中
痕量金.....李玲颖等 (110)
43. 铅金矿金精矿及其他高硅物料中金银原子吸收光谱法连续
测定.....贺荫南 (112)
44. 过氧化氢—硫脲溶解活性炭富集测定化探样中痕量金.....彭定显等 (114)
45. 金—硫代米蚩酮—吐温-80络合体系显色反应的研究及其应用.....薛光 (117)
46. 化学修饰电极的研制和应用研究, IV聚丙烯脒硫氰酸盐修饰电极及
金的分析.....苏致兴等 (119)
47. 活性炭静态吸附DTPM光度法测定矿石中的金.....刘良书 (120)
48. 金的特效化学发光测定法.....林守麟等 (123)
49. 光谱矿物颗粒法测定金的成色.....吴克难 (126)
50. 铈置换富集——原子吸收测定矿石中金.....刘长风 (127)
51. 充炭泡沫塑料吸附——TMK有机相比色测定化探样品中
超痕量金.....张国富 (129)
52. 巯基棉分离富集—流动注射液相化学发光法测定化探样品中的
痕量金.....吕九如等 (130)
53. 简便快速富集测定微量金的方法研究.....张辉俊等 (132)
54. 汞和金的加罩电极光谱连续测定.....周康民等 (133)
55. 铈试金富集痕量金的研究, 地质样品中 ng/g 级金的测定.....林玉南等 (135)
56. 染料交换萃取荧光光度法测定金.....龚国权等 (137)
57. 在Triton X-100存在下金试剂与金显色反应的研究: (1)全差
示光度法在矿石分析中的应用.....薛光 (139)
58. 第三届五省地质找矿成果和经验交流会议集锦.....湖南地质科技情报 (141)
59. 银矿找矿的新进展.....周治国 (143)
60. 化探方法找金矿效果实例.....汪治国 (145)
61. 低温热水体系中金的沉淀机理.....姚治国 (146)
62. 用氯化铁、硫脲、氯化钠浸出多金属硫化矿石回收金、银、铅...汤明坤 (146)

63. 利用细菌找黄金 唐超斌 (148)

按省区划分

辽 宁

64. 义县留龙沟金矿含金矿物特征 孔庆瑞等 (148)

吉 林

65. 珲春县五道沟含金钨矿地质特征 刘大瞻等 (151)
66. 吉林南部台金矿成矿规律及其找矿方向 王恩德 (152)
67. 吉林小西南岔铜金矿床的主要地质特征及其成因 吴尚全 (156)

黑 龙 江

68. 用体积估计法对东风山-东风林场地区进行岩金资源总量预测 于文修 (161)

新 疆

69. 新疆西准噶尔介山金矿成因类型的新认识 张希宣等 (165)
70. 新疆的黄金资源简介 新疆有色金属工业公司 (165)
71. 新疆托里蛇绿岩型金矿床中自然金的某些矿物学特征 甘源明等 (167)

青 海

72. 青海省金矿类型特征 杨先仁等 (169)
73. 青海泥旦沟金矿中金的赋存状态及主要金属矿物的标型特征 罗世清等 (171)
74. 夺确亮地区金矿(化)地质特征 张竞辉 (173)

河 北

75. 河北张家口金矿床氢、氧同位素组成与矿床成因 王时麒等 (175)
76. 张家口金矿的成因研究 王时麒 (179)
77. 金厂峪金矿床地质特征及成因探讨 唐国英 (182)
78. 冀北金家庄产于超基性岩中的金矿床简介 彭 岚 (185)
79. 破碎带浸染黄铁矿型金矿——一种新的金矿类型 浙江地质科学研究所 (186)

山 东

80. 山东三山岛金矿床形成物理化学条件研究 李兆麟等 (187)
81. 山东五莲七宝山金铜矿特征及与隐爆角砾岩筒关系的探讨 周炳煌 (191)
82. 夏甸金矿床黄铁矿标型特征研究及矿区远景评价 臧维生等 (195)
83. 山东栖霞金矿石英的成因矿物学研究 王 健等 (196)
84. 沂南金厂金铜矿田成矿构造特征及其控矿性的定量评价 王子潮等 (198)
85. 山东招掖金矿带的构造-岩浆控制 卢作祥等 (202)
86. 山东金矿资源总量知多少 李殿伦 (207)

内 蒙 古

87. 白云鄂博北矿金矿床物质成分及矿床成因的认识 段成财 (208)
88. 内蒙地轴中段金矿源层的讨论 巩正基 (212)
89. 内蒙中西部地区金矿成因类型分析和找矿方向探讨 孙建国 (214)
90. 内蒙古银官山金银矿床物质成分及找矿方向探讨 郭硯田等 (217)

91. 内蒙白云鄂博金矿地质特征 孙中诚 (221)
92. 赛乌素金矿氧化带特征及其意义 郭砚田 (222)

陕西

93. 小秦岭含金石英脉中黄铁矿的含金性 方耀奎 (226)
94. 陕西秦巴地区金矿主要类型及其地质特征 朱松彬 (232)
95. 小秦岭金矿田地质特征及矿床成因 王亨治 (235)
96. 小秦岭金矿田构造变形史及储矿构造演化模式 吴锁平 (240)
97. 潼关小秦岭金矿自然金标型特征及其意义 叶 芳等 (242)
98. 小秦岭金洞岔金矿床九号石英脉中自然金的发现及研究 张良巨 (244)
99. 对《陕西某卡林型金矿床矿石结构特征》一文中若干问题的商榷 张复新 (245)

河南

100. 河南某地层控型金银矿床中主要金银矿物特征 帅德权等 (248)
101. 东秦岭杨寨金矿区微量元素特征及找矿意义 陆香鸿等 (252)
102. 豫西含金矿源层的演化及层控金矿床地质特征 富士谷 (255)
103. 河南某地鸡蛋坪组含金性及找金工作浅探 张振海 (256)

贵州

104. 贵州省某地区金矿地质-地球化学特征及其找矿意义 程代金 (258)
105. 册亨县册阳金矿氰化堆浸法可行性试验 陈 钢 (262)
106. 板基金矿矿物岩石特征及矿床成因讨论 蒲合科 (265)
107. 贵州G金矿的物源、成矿环境及找矿方向初析 高德黎等 (269)
108. 册亨丫他金矿床地质特征及成因初探 陶长贵等 (272)
109. 黔西南微细粒金的赋存状态及可选性回收评述 刁淑琴 (276)
110. 黔西南区微细金矿地质特征及成因探讨 李存登 (282)

四川

111. 四川松潘东北寨金矿床层控特征探讨 田守玉 (286)
112. 泸州地区砂金矿找矿领域初析 周宏仁 (287)
113. 白玉县砂金矿地质特征 108地质队科技情报组 (289)
114. 攀西地区砂金矿找矿领域浅析 周宏仁 (291)
115. 含金砾岩型金矿的重要线索 刘文君等 (292)
116. 自然金的一种新变种——铬金矿的研究 李治芬 (293)
117. 耳泽金矿特征及成矿机制浅析 张兴润等 (297)
118. 孔隆沟大金块情况介绍 刘尚忠 (299)
119. 四川碧口群绿片岩及其含金性的初步探讨 平 (300)
120. 康定力岳河中上游砂金普查已完成 李建兴 (303)

广西

121. 广西新民铜多金属矿床金、银的某些工艺矿物学特征 廖光素 (303)

122. 广西某金矿床石英热发光特征及其意义.....骆靖中 (308)
 123. 桂东南-粤西地区银金矿产统计预测.....欧阳成甫等 (311)
 124. 广西云开地区找金前景.....梁世伟 (313)

广东

125. 广东河台金矿床地质特征.....凌升生 (314)
 126. 广东河台金矿床的发现及地质特征.....曹 捷 (318)
 127. 广东虎西洞银金矿床地质特征.....陈辉琪 (322)
 128. 广东省澄海县莲花山发现金矿.....李泽华 (328)

江西

129. 江西金矿的分布规律及找矿前景.....符鹤琴 (328)
 130. 砂金矿地层的“锈板-碳板”构造对自然金沉淀的
 富集作用.....徐海江等 (332)

福建

131. 福建浦城屏峰伴生铂、金的多金属矿床地质特征.....聂淦波 (333)
 132. 福建某地金矿的发现及其地质概况.....黄良国 (336)
 133. 永春溪边含金铅矿区找金前景.....庄稼浓 (339)

浙江

134. 浙江省武义县弄坑银矿地质特征及成因探讨.....叶桂顺 (343)
 135. 浙江银坑山金银矿床地质特征及成因讨论.....罗镇宽等 (346)
 136. 论浙江治岭头金银矿床的成矿物质来源.....郑明华等 (350)
 137. 论浙江治岭头金-银矿床的成矿条件.....郑明华等 (356)
 138. 浙江火山岩区金矿床的矿物包裹体标型特征研究及其成因与找矿意义
邵洁涟等 (365)
 139. 浙江遂昌-龙泉地区金银矿床中石英和黄铁矿的标型特征.....
罗镇宽等 (369)
 140. 浙江绍兴-龙泉隆起带中金矿床的成矿地球化学研究.....刘英俊等 (374)
 141. 银坑山金银矿床金银矿物的研究.....罗镇宽等 (377)
 142. 浙江绍兴-龙泉隆起带前中生界含金建造的地球化学.....刘英俊等 (380)

江苏

143. 江苏省溧水硅化带型金-碲矿床的地球化学特征.....汪建明等 (386)

安徽

144. 马山金矿的同位素组成.....李学明等 (391)

湖南

145. 湖南浏阳七宝山多金属矿床的金银矿物及其形成条件.....韩公亮等 (394)
 146. 湖南主要金矿床的矿物标型特征.....罗献林 (398)
 147. 湖南省金矿成因类型及工业类型的分类.....杨舜金 (403)
 148. 康家湾铅锌金矿区砷的赋存状态及富集规律.....杨焕杰等 (405)

149. 水口山矿田老鸦巢矿区深部找矿远景问题.....湖南地质勘探217队综合研究所 (408)
150. 湖南新邵县高家坳金矿地质特征简介.....蒋朝松 (411)
151. 新矿物——锡金矿简介.....陈立昌 (413)

湖北

152. 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

201

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

201

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

201

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

201

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

201

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

201

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

(152) 大冶铁铜矿床中的伴生金.....刘鸯玲等 (413)

1. 宇宙尘中金丰度及其与铱的相关性 黎之芳、冯淑兰、毛雪瑛(中国科学院高能物理研究所核技术应用部), 肖小月、欧阳自远(中国科学院地球化学研究所), 彭汉昌(国家海洋局第一海洋研究所), 《地球化学》, 第4期(1985)

金是亲铁元素, 金的浓度与其它一些亲铁元素(如铱、锇、镍、钴和铁等)的相关性具有重要的地球化学与宇宙化学意义。Au与Ir属同一类元素, 但地壳岩石中的Ir/Au比值较低, 这表明金和铱的地球化学行为并不完全相同, 而上地幔岩石具有未分馏的球粒陨石之Ir/Au比值。一般认为宇宙尘中的Ir/Au比值要比碳质球粒陨石高一些, 这是因为当宇宙尘之母体进入大气层时, 由于高温烧蚀作用, 相对易挥发的金将遭到程度不同的损失。迄今为止, 系统研究宇宙尘的金含量与其他亲铁元素的相关性还未见报导。为此, 我们用高灵敏度且对金有特效的中子活化分析法, 测定了各种(硅质、铁质和玻璃质)宇宙尘中的金含量, 研究了金的丰度分布特征及其与铱的相关性, 从而考察用Ir/Au比值来判别宇宙尘来源的可靠性。

一、实 验

本实验所用的各种硅质、铁质和玻璃质小球分别来自深海沉积物、古老地层, 以及陨石在实验室模拟条件下形成的微球粒。

取高纯金粒10 μ g, 用王水溶解, 稀释至100ml, 配得金的浓溶液(1×10^{-4} g/ml)作为贮存液。从中取出1ml稀释到100ml, 得浓度为 1×10^{-6} g/ml的金溶液, 用Eppendorf微量移液器吸取50 μ l至定量滤纸上, 置于干燥器中凉干, 备用。

将样品和标准紧贴在一起, 置于原子能所重水反应堆中, 于 8×10^{13} 中子/cm²·s通量下照射50h左右。

将照射过的样品冷却一天后, 在显微镜下转移至测量小袋中, 置于探测器表面, 测量样品的 γ 放射性, 计数时间长达 2×10^4 s, 以获得足够的计数统计。对本底效应和因标准与样品测量位置不同而引起的一些几何效应作了校正。

二、结果和讨论

本工作测得的24颗小球其金含量列于表1。为了研究Au与Ir的相关性, 还列出了我们测得这些小球的Ir含量。此外, 作为小球性质的一个重要指标, 表中给出了它们的铁含量。各类陨石中Au和Ir的丰度, 以及文献中现有的宇宙尘其金和铱的数据也都包括在表中。

1. 金的丰度 根据表1中的实验结果, 我们将铁质、硅质、玻璃质小球的金丰范围示于图1。由图可见, 硅质小球的金丰度范围约跨两个量级, 而铁质小球的范围更大。硅质小球的金丰度平均要比铁质的低一个量级, 这与铁陨石的金含量平均比球粒陨石高一个量级相对应。这一事实支持了有些作者的假设: 即硅质小球来自球粒陨石, 而大部分铁质小球来自铁陨石(尤其是那些金含量高达几百ppb的小球)。当然, 也可能有一部分铁质小球来自球粒陨石中的金属相。应该指出, 仅仅根据金的含量来确定小球的母源属性是不够的, 只是根据我们的实验结果, 硅质和铁质小球的金含量大体上反映了它们的地外特征。

表1 实验测得的硅质、铁质和玻璃质小球的含量及Ir比值

样号	性质	Au*** (ppb)	Fe*** (%)	Ir*** (ppb)	相对于 Cl的金 的丰度	Ir/Au	样号	性质	Au*** (ppb)	Fe*** (%)	Ir*** (ppb)	相对于 Cl的金 的丰度	Ir/Au
8309-11	S	86	22.2	210	0.61	2.44	8309-17	I	23	78.4	120		6.22
8403-2	S	85	25.0	620	0.61	7.29	8405-13	I	50	79.5	<10		
8405-1	S	55	36.3	1210	0.39	22.0	8405-14	I	110	88.3	<10		
8405-3	S	64	30.0	180	0.46	2.81	8405-15	I	40	73.1	<10		
8405-4	S	24	35.5	310	0.17	12.9	8408-1	I	8.2	82.6	34.5		4.20
8405-6	S	15	33.0	280	0.11	18.7	8408-5	I	5.3	75.3	46.5		8.77
8405-7	S	7.6	32.9	470	0.054	61.8	8408-12	I	507	70.4	5300		10.5
8405-8	S	4.6	28.4	38	0.033	8.26	G-1	S	1.8	30.4	35.2	0.013	19.6
8405-9	S	21	32.0	650	0.15	31.0	G-2	S	1.4	38.6	285	0.010	204
8408-7	S	8.9	21.5	789	0.064	88.7	G-3	S	7.6	41.8	535	0.054	70.4
8408-11	S	131	30.3	956	0.94	7.30	35-5	I	216	72.0	3888		18.0
8408-13	G	33.6	0.52	1410	0.24	42.0	35-6	I	1200	40.0	3240		2.7
8408-20	G	9.0	<0.1	4.7	0.064	0.52	20-3-1	I	280	70.0	10500		37.5
8309-7	I	220	81.6	290		1.32	20-3-2	I	32	80.0	5760		180
8309-8	I	33	84.6	330		10.0	20-3-8	I	426	49.0	1372		3.22
8309-9	I	1740	81.5	1900		1.09	20-3-11	I	360	80.0	3760		10.4
8309-10	I	27	82.1	<10			Canyon Diablo	I	2100	92.3	2100		1.0
	C ₁	150		510		3.4	贫钙无球粒陨石	6-30			2-140		0.33-4.7
	C ₂	190		630		4.1	富钙无球粒陨石	2-60			0.8-80		0.40-1.3
	C ₃						六面体铁陨石	430- 750			2300- 59000		5.3-78.7
	LL	210		690		4.1	极粗粒八面体铁 陨石	1420- 1770			11008 5500		0.77-3.1
	L	150		330		2.1	粗粒八面体铁陨 石	970- 1610			50-6000		0.05-3.7
	H	160		460		3.0	中粒八面体铁陨 石	500- 2200			10-19000		0.02-8.6
	E	210		730		3.3	细粒八面体铁陨 石	550- 2120			400-4000		0.73-1.9
		320		560		2.0							

***: Au、Fe、Ir的计数统计误差(10)分别为±5—10%, ±0.5—1%和±1—5%。

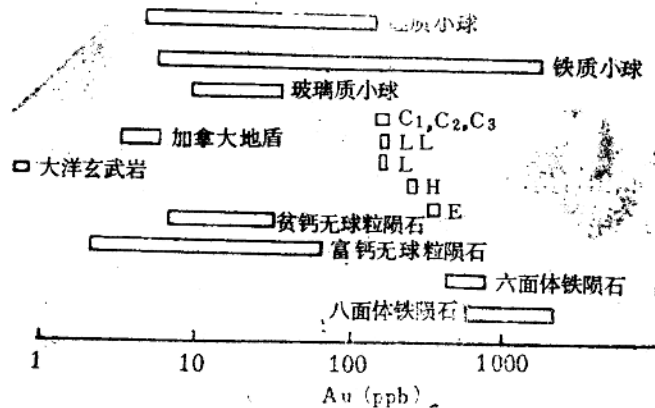


图1 硅质、铁质、玻璃质小球以及各种陨石中金的丰度范围

至于玻璃质小球的金含量,迄今获得的数据还太少。我们测得两小玻璃质小球的金含量分别为9.0和33.6ppb,落在硅质小球金丰度范围的中部。Blanchard等人提到,玻璃质小球很可能是硅酸盐,或富金属的硅酸盐陨石高温分馏后的最终产物,但他们认为这类玻璃质小球中的铁含量比硅质小球的高,我们的实验结果并不支持后一种观点。

从表1数据可见,无论是硅质小球还是铁质小球,它们的金含量最高也超不过与其相应的球粒陨石或铁陨石,亏损因子大体上在10—100之间,引起这种亏损的原因可分为初级因素和次级因素。所谓次级因素包括下列3种:(1)金元素有一定的挥发性。Ganapathy等人认为普通球粒陨石的金丰度相对于Cl的亏损因子是1.6,因此对于穿过大气层的宇宙尘之母体,与大气发生剧烈的摩擦作用,产生高温烧蚀作用,使易挥发的金遭受不同程度的损失。(2)海水的浸取作用。因深海宇宙尘在海水环境中寄留了很长时间,而已知金在海水溶液中易形成络合物,从而有可能导致处于小球中的金被海水所浸取,但这种过程目前还没有被实验所证实。如果金确有可能进入海水体系中,那么一些更易溶于海水的元素(如铯等)其亏损程度应更严重。我们的实验结果不支持这一假设(系统的分析结果将另文发表)。Ganapathy等人的结果也是如此。(3)当进入大气层的流星体高溶层融时,富集金的矿物相被分离而丢失。我们在实验室中对吉林陨石的高温熔融实验表明,在用中子活化分析测定的3颗模拟吉林陨石硅质小球中,只有一颗测得有86ppb的金,而另外两颗没有测到(金的探测下限约为2ppb)。这是对这一假设的支持。当然,这种解释并不是唯一的。

Yamakoshi等人在研究宇宙尘中的金浓度与其粒径的关系时发现,金含量有随粒径增大而降低的趋势。这意味着金在陨石中分布的不均匀性。本实验研究了南丹陨石的高温喷溅物(样号为8309至8309-10),似乎也存在这种粒径关系。因此,一部分宇宙尘的金含量较低也许不是次级因素,而是反应了他们来自陨石母体中金含量低的部分。

硅质小球的金主要分布在1—30ppb范围内,而铁质小球的分布范围相当宽。这可能是其母源特征的反映。因为球粒陨石的金浓度范围相当窄(见表1和图1),高低大约相差1倍。而铁陨石可差5倍以上,再考虑到一部分铁质小球有可能来自球粒陨石的金属相,故这种粒子的金含量一般比较低。我们用吉林陨石所作的模拟高温试验,产生了一颗铁含量为77.1%的磁性小球,其金含量小于2ppb,就是一个例证。此外,我们对南丹陨石的模拟实验表明,产生4颗铁质小球的金浓度变化范围可相差60倍(见表1中8309-7到8309-10)。因此,硅质小球和铁质小球的金,其分布特点有所不同。Yamakoshi等人的铁质小球其金含量变化范围也很大。

2. Ir/Au比 尽管一般地外物质的金含量比地壳物质高,但由于烧蚀损失作用,故用Au的绝对丰度作为判别地外物质的标志往往是模棱两可的。为此我们试图通过金与另一个贵金属铱的相关性,来考察Ir/Au比值的应用价值。图2绘出了实验测得的各种小球中Au随Ir的变化关系。为便于比较,图中还标出了作为地壳物质代表的大洋玄武岩,以及加拿大地盾等数据,还有作为上地幔代表的超铁镁质结核和各种陨石的Ir/Au比值。此外,还给出了本实验测得的丹麦Fish Clay白垩纪-第三纪界线粘土层中的Ir/Au比值,因为对这一界面已作了比较深入的研究,许多作者倾向于认为蕴含着—地外事

件。图中的两条直线分别代表地壳物质和地外物质的Ir/Au之相关性，地壳的Ir/Au比值为0.02，而地外的为3.3。

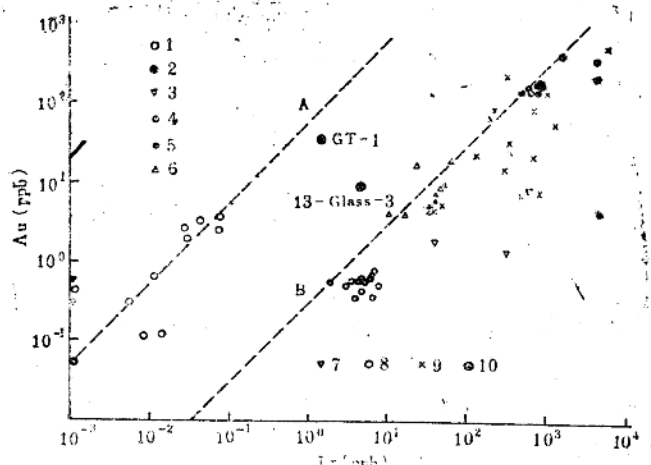


图2 Ir/Au比相关图

1. 加拿大地盾 (地壳物质); 2. 大洋底玄武岩 (地壳物质); 3. BCR-1 (地壳物质);
 4. 作为上地幔代表的超铁镁质结核; 5. Orgueil碳质球粒陨石;
 6. 丹麦Fish Clay白垩纪-第三纪界线粘土; 7. Ganapathy等人;
 8. Yamakoshi等人; 9. 本工作; 10. 玻璃质小球GT-1和13Glass-3;
- A. 地壳物质线Ir/Au=0.02; B. 地外物质线Ir/Au=3.3.

由图可见，实验测得的各种小球Ir/Au比值基本上落在地外物质这条线附近（右下方），反映了Au的烧蚀丢失，也说明Au的高温挥发作用较II严重。尽管如此，我们仍提议用Ir/Au比值来作为判别小球地外成因的一个化学判据。

GT-1是一颗取自深海沉积物的乳黄色玻璃球，其Ir/Au比值偏离地外物质线，而接近地壳物质线，因此我们可推测这种小球来源地内因素，例如火山成因。

三、小 结

1. 用中子活化分析法测定了取自古老地层、深海沉积物以及实验室模拟样品中的各种硅质、铁质和玻璃质小球中的金含量，显示了活化分析在宇宙尘研究中的价值。
2. 硅质小球的金分布相对比较集中，一般落在几个到30个ppb范围内；而铁质小球的金含量显得相当分散，这也许反映了它们的母源特性。
3. 小球的Ir/Au比值可作为判别其来源的一个化学标志。

2. 从我国金矿地质的特点出发加速金矿地质工作步伐

韦来福

(沈阳地质矿产研究所), 《中国地质》, 第12期(1985)

我国金矿地质有如下特点:

1. 我国地台区与国外典型地台发育情况有显著差别，太古代地壳大部分属于高级

变质区，即普遍达到了角闪岩相甚至部分达到麻粒岩相，故金的成矿作用与国外绿岩带中的金矿成矿作用有很大的区别。由于变质程度高，含金石英脉仅出现于角闪岩相区。交代—重熔岩浆热液型金矿是中朝准地台上的重要金矿类型之一。

2. 我国主要含金区，各种成因的金矿床与相对古老的变质岩系间，存在着不同程度的依附关系。有的金矿（沉积变质型、变质热液型）直接产在含金变质岩系中，有的金矿赋存于由古老变质岩系演化而成的再生岩浆岩、交代—重熔岩浆岩、火山岩中，分异岩浆岩的成矿也只有当其上升过程中，穿过变质岩系时汲取了金的组分，运移至有利空间，使金相对富集成矿。砾岩型金矿、现代砂金矿多发育在古老的变质岩系或由它演化而来的花岗岩为基底的盆地和水系中，反映了金成矿作用具有继承性的特点。

3. 我国前寒武纪金矿床，不论是变质热液型、沉积变质型或交代—重熔岩浆热液型，均具有明显的层控和时控特征。它们受控于一定层位的岩石组合（主要是镁铁质火山岩），按成矿作用过程，可划分为早期初始矿源层形成阶段（24—35亿年）和晚期（10—24亿年）矿源层中金元素的迁移、富集阶段。

4. 我国东部火山岩分布区的金矿化，多发育在区域性超壳断裂带附近，以古老变质岩系为基底的、由壳层物质重熔而形成的中、新生代火山盆地的边缘。金矿体主要赋存于浅成的小侵入体或潜火山岩体中的破碎带内，金矿化呈细脉状、浸染状出现。火山岩体中的浅色蚀变带（硅化带）及裂隙中充填的石英脉型金矿，其规模和找矿远景均居次要地位。

5. 中朝准地台是我国最重要的含金区，以交代—重熔岩浆热液型金矿为主，变质热液型、沉积变质型金矿次之。扬子准地台形成于晚元古代扬子旋回，金矿多沿江南地轴边缘分布，金矿类型有沉积变质型或变质热液型、渗滤热液型，在斑岩铜矿中的伴生金也有相当的储量。

我国对地槽褶皱区的金矿地质研究程度相对较低，但现已发现了许多有意义的找矿线索。可望找到有重要工业价值的产于海相火山沉积变质岩系中的变质热液型金矿、碳酸盐岩粉屑岩中的渗滤热液型金矿（卡林型）以及各种岩浆热液型金矿。

6. 我国金的成矿期，在不同的大地构造单元内由于地质构造发展历史不同，而有明显的差异。中朝准地台内生金矿主要为五台—中条期、燕山期；扬子准地台则为扬子期、燕山期；华南地槽褶皱系主要为加里东期、燕山期；昆仑—秦岭地槽为海西—印支期；天山—兴安地槽区为海西期、燕山期；而台湾褶皱系则为喜山期。

7. 金与其它金属元素的共生关系取决于地壳的地球化学元素分区。长江中下游为金、银、铜共生区；江南雪峰山区及湘黔交界处为钨、锡、金共生区；桂西北、黔西南、滇东北一带为金、汞、砷、锑共生区；东部火山岩区则为金银共生区。

8. 矿源和构造条件是控矿的重要因素，金矿多成群成带展布于区域性超壳断裂带附近，断裂的切割深度、形成时代和与断裂有关的岩浆作用，对不同类型内生金矿的分布起着明显的控制作用。

从我国的实际情况出发，处理好以下的几个关系：

（1）成矿区和类型的关系：首先要把注意力放在区域成矿地质条件、地球物理化学条件的分析上，来确定找矿类型。而不是脱离具体的成矿条件去瞄准国外某些重要类型。

(2) 新区和老区的关系：在老区周围要深入探索、开阔思路，去发现新的、未被认识的成矿作用，找到新的矿床。不可忽视老区的地质找矿工作。

新区特别是在西部地槽区，要重视对层控的浸染状、细脉状、微细浸染状金矿的探索。

(3) 地质理论和找矿方法的关系：为了提高找矿效果，需要加强成矿理论的研究，采用有效的找矿技术方法。然而任何有效的找矿技术方法，都必须在地质成矿理论的指导下进行，盲目的使用不一定能获得理想的结果，甚至会造成浪费。

(4) 脉和带的关系：山东玲珑金矿、东北团结沟金矿的找矿经验说明，既要重视寻找含金石英脉，也要注意在石英脉附近或其深部寻找破碎蚀变带中的金矿。当前还要重视在层控条件下的破碎蚀变带中找矿。

(5) 砂金与原生金矿的关系：要注意通过砂金矿寻找原生金矿。团结沟大型原生金矿的发现，就是成功的例证之一。

(6) 共生与伴生关系：对综合找矿、综合利用应引起重视。东风山金矿是在检查副样时发现的。

处理好上述关系，将有助于金矿地质工作的发展。

3. 华南内生金矿床区域成矿条件分析及找矿方向 张景荣、乔恩光、崔卫东，《南京大学学报》，第1期（1986）

一、华南内生金矿床分布的格局与区域大地构造背景

华南金矿床的分布和成因类型都与区域大地构造有密切联系（图1）。可分为以下几个成矿区。

1. 江南地槽斜金矿床分布区 该区是东安—雪峰旋回地槽褶皱带。从桂北、黔东到湘西，折转向东经皖南、赣北至浙西，绵延数千里。看华南主要的金矿分布区。该区控矿层位主要是元古界的极溪群和冷家溪群（13—17Ga），其构造层为细碧角斑岩、硬砂岩、复理石建造组成的优地槽型的建造序列。岩性相变十分明显：（1）地层厚度从江南地槽斜西部湘桂一带的3246—20615m，向东到浙西境内逐渐变薄；（2）岩性上西部有白云质灰岩夹层，向东则相变为砂泥质的碎屑岩；（3）所含火山岩由西向东总的说来基性程度降低。本区金矿床主要成因类型有：（1）变质热液型脉金矿床，又可分为：单金型、钨-铋-金型、钨-金型、铋-金

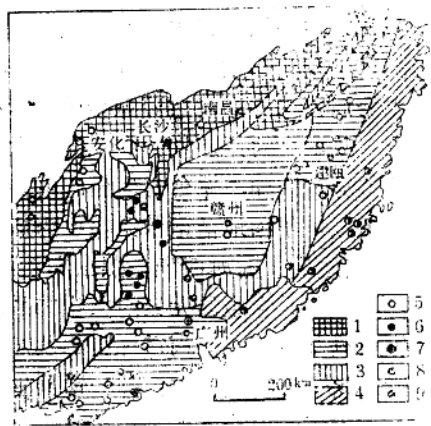


图1 华南加里东地槽区金矿床（点）分布图
1. 江南地槽斜区；2. 后加里东隆起区；3. 海西—印支拗陷区；4. 东南沿海火山活动区；5. 变质热液型金矿床；6. 岩浆热液型金矿床；7. 混合岩化、花岗岩化热液金矿床；8. 火山、次火山岩型金矿床；9. 沉积热液叠加型金矿床。

型、金-铜(铅、锌)多金属组合类型;(2)变质火山岩型;(3)与深断裂有关的斑岩铜-金型。

2. 武夷、云开后加里东隆起金矿分布区 是华南加里东地槽区的另一个重要的金矿区。该区由浙南经闽北、赣东北至粤西发育了加里东变质带,由震旦纪-加里东期地槽沉积物(包括变质火山岩),经区域变质形成,控制着金矿的分布。从表1不难看出,这套地层在三省区,主要发生二次变质作用:(1)加里东早期;(2)加里东晚期。近年来在浙江和广东境内都分别发现海西期的变质岩(223.9—297.1Ma)和混合花岗岩(246Ma, U-Pb法)。因此,很可能这一北东向的深断裂有多次活动造成多期变质作用。该区主要金矿成因类型有:(1)变质热液脉型;(2)沉积变质型;(3)混合岩化热液蚀变岩(破碎带)型和岩浆热液型金矿床。

3. 大瑶山及湘西后加里东隆起金矿分布区 该二区邻近江南古陆蚀源区。寒武系沉积了一套复理石碎屑岩建造(夹火山岩)。本区主要有热液(变质热液或天然热循环水)脉金型和花岗岩热液型金矿等。

4. 湘、赣、粤海西-印支拗陷金矿分布区 该区沉积了一套上部古生界的碳酸盐岩和碎屑岩地层。金矿床多分布在后加里东隆起与印支拗陷区的过渡带以及海西-印支拗陷中孤岛状穹窿和隆起的边缘,且常与深断裂有密切的联系。矿床成因类型以岩浆热液型为主,可分为: Au-Cu-S、Au-Sb-Hg、Au-Pb、Zn等。在泥盆系砂泥质石灰岩中还发现层状浸染型的金矿床(其矿体与围岩界线不明显),是否属卡林型有待证实。这是本构造区值得注意的有远景的金矿新类型。

5. 东南沿海中生代火山活动带金矿分布区 该区分布着大量的酸性到中性的火山岩及次火山岩, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值变化在0.708—0.710之间,即为熔岩型的岩浆岩类型。金矿床主要是火山热液型。元素组合类型有:(1) Au-Ag(Pb、Zn、Cu); (2) Au-Ag-As; (3) Au-Co; (4) W-Au(Cu)型等。

二、含金建造(或矿源层)

在华南广阔区域内,金矿床的分布明显地受一定的沉积建造控制。

1. 含金建造金的丰度和微量元素的分布特征 含金建造中金的丰度值不同程度地均大于地壳中的克拉克值(表2)。比较例外的是闽北一些地区震旦系的片岩和变粒岩中金的丰度值大多小于地壳的平均值。

浙、闽、粤震旦系的变质岩区所含Cr、Co、Ni、Cu等元素的含量接近地壳平均值。而板溪群、冷家溪群和双溪坞群中所含Cr、Co、Ni、Cu、Pt相对偏高。含金建造一般是As、Sb、Bi、Hg、S、Cu的含量有明显的异常,它们与Au成同步消失关系(图2)。例如麻江金矿区Au-S的相关系数为0.77,罗定金矿区Au-As的相关系数0.90以上。而有的金矿区Au-Bi的相关系数在0.90以上。因此,Cu、As、Sb、Bi、Hg可作为寻找金矿的指示元素。

硫的同位素在不同构造区金矿床中也有不同的分布特征(图3)。

江南地背斜区某些含金石英脉氧的同位素资料,反映了变质热液的特征。据17个样品的测定 $\delta^{18}\text{O}\text{‰}$ 平均值为+17‰(张理刚,1981年),石英脉气液包裹体 $\delta^{18}\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}$ 在+6—+14‰之间。这些数据与已发表的低级变质岩之变生水氧同位素的数据十分接近。从另一侧面说明此类矿床金来源于地层。

2. 含金建造的时、空分布规律 全球范围内金的矿化时代有明显的均一性,据马卡克杨(1974)统计金的储量70%集中在前寒武系中,随时代变新而减少。华南地区也不例外。金矿床(点)在时间上也是从元古代到中生代逐渐减少。

华南地区的丰度,不仅前寒武系远高于中生代的地层,即使在前寒武系的含金建造中也是年老的地层中金的丰度高。

在同一含金建造中金的时、空分布也是不均匀的。例如,马底驿组厚约3000多米,而控矿层位主要是靠近底部的富含钙、镁的紫红色(或绿灰色)的绢云母板岩;五强溪组有的地方厚达4000多米,而含金矿的层位主要是中、上部含凝灰质板岩和变质砂岩。震旦系江口组最大厚度3000多米, Au-Sb石英脉主要赋存在底部(Zq')的含凝灰质紫色(或灰绿色)砂质板岩中,前寒武系的金矿床则主要赋存在下部碳硅质板岩中。以上事实足以说明金的初步富集只在一定的地质历史阶段,伴随一定的地质事件进行的。

华南地区金源层主要形成在:(1)古隆起的边缘。例如江南地背斜西段(湘西地区),金矿床(点)主要沿古陆的边缘(古断裂旁侧)分布(图4)。(2)古海槽或海盆的边缘(图5)。(3)不整合面或沉积间断面。

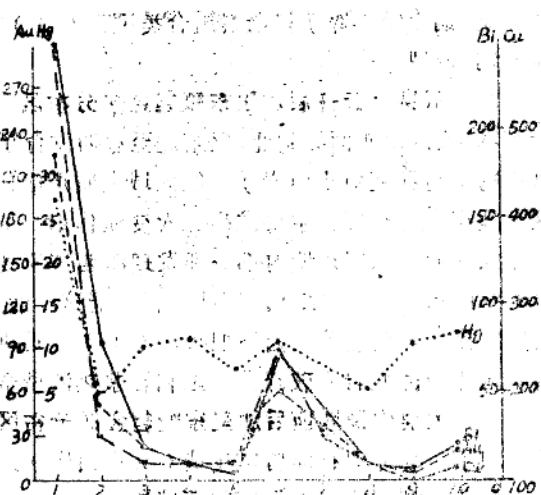


图2 广东某地金矿区 Au、Cu、Bi、Hg 同步变化的曲线图
(资料引自广东肇庆地质队)

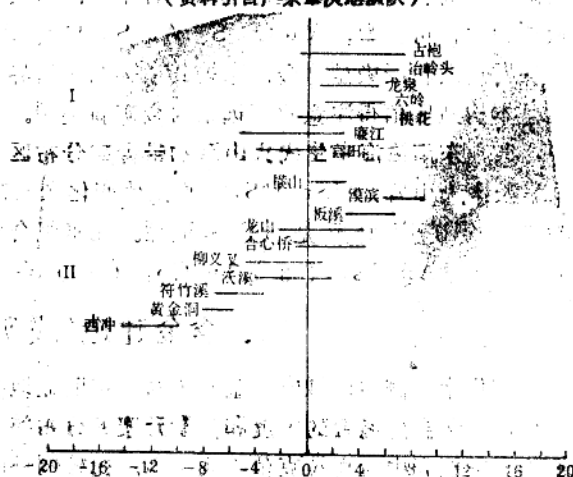


图3 华南地区某些金矿床硫同位素分布图
(据罗献林, 1981, 王义文, 1982年
和作者资料汇编)

I—江南地背斜成矿带金矿床, II—武夷、云开
后加里东隆起变质带成砂区金矿床。

表1 武夷—云开变质带各地区沉积建造和变质年龄对比表

地区	地层名称及时代	地层时代证据	变质年龄		沉积建造的岩性
			I 期	II 期	
浙江	陈蔡群震旦系	陈蔡群Rb—Sr全岩年龄750Ma	481.8Ma (加里东早期)	381.5 Ma (加里东晚期)	原岩为一套砂泥质复理石沉积岩, 下部发现有中酸性火山岩 变质后岩性: 石英、云母、片岩、斜长角闪片岩, 变粒岩、含石墨石榴斜长角闪片岩(含矿层位)
福建	建瓯群震旦系	建瓯群麻源组中发现家面球泡及支面小球泡, 经鉴定相当于荆县组, 侵入变质岩的脉岩同位素年龄 324.7—410.1Ma, 最老为491.8 Ma	410.1—491 Ma	343—378 Ma	原岩为砂、泥质复理石沉积, 下部发现近千米厚的细碧角闪岩系 变质后各种片岩: 石英云母片岩、斜长角闪片岩、石榴片岩和变粒岩等, 局部见混合岩
广东	震旦系	地层中含占孢子、古藻类; 处于有化石证据的寒武系之下; 北流志留系之下, 见混合岩的砾石	552Ma (锆石U—Pb法)	377Ma (锆石U—Pb法)	原岩为砂、泥质海相碎屑岩, 底部Za含中—基性的火山岩, Za发现大量酸性凝灰岩、凝灰质砂岩、流纹斑岩 变质后为: 硅线石云母石英片岩、云母斜长片麻岩、角闪片岩、变粒岩、变质凝灰以及条纹—眼球状混合岩和均质混合岩

表2 华南地区不同时代含金建造金的含量(ppb)

地理位置	岩层时代	岩性	样品数	金平均值	富集系数	备注
浙江	陈蔡群震旦系	含石榴黑云母斜长片麻岩	7	7.7	1.9	
		黑云斜长片麻岩	4	2.3	小于平均	
		片麻岩	22	6.3	1.6	龙泉
		条带状眼球混合片麻岩	3	1.0	小于平均值	
福建	双溪埕群	变质火山岩	17	19	4.7	绍兴
	建瓯群震旦系	变粒岩(Z ₁)	9	1.1	小于平均值	屏沙
		黑云斜长变粒岩 AnZ ₁ m ^d	6	2.7	小于平均值	屏沙
		云母片岩及斜长变粒岩 AnZ ₁ m ^{b-c}	16	1.2	小于平均值	水吉
		黑云斜长变粒岩 AnZ ₁ m ^b	5	4.6	1.2	水吉
		云母石英片岩 AnZb	34	1.9	小于平均值	乐游
广东	震旦系	石英云母片岩	3	13.3	3.3	高要某地
		云母石英片岩	5	29	7.4	麻江路逢
		变粒岩	3	42.5	14.1	高要某地
		条纹眼球状混合岩	9	31	7.7	麻江路逢
	寒武系	变质页岩	5	13	3.2	封开金墩

续表 2

地理位置	岩层时代	岩性	样品数	金平均值	富集系数	备注
湖南	五强溪组	含凝灰质变质砂岩		10—41	2.5—10	漠溪
	马底驿组	紫红色绢云母板岩		10—41	2.5—10	沃溪
	冷家溪群	千枚状灰绿色板岩	18	27	7	西安溪
	震旦系江口组	灰绿色含砾砂质板岩	49	6.3	1.5	龙山
	震旦系江口组	含凝灰质含砾砂质板岩	12	8.6	2.1	龙山
广西	寒武系	变质砂岩		80	20	桃花

3. 含金建造的继承关系 华南地区金元素在地壳演化历史中, 首先沉积在前寒武系的地槽沉积物中。随着区域地质历史的演变, 金逐渐向加里东地槽区转移。在板群形成原生的含金建造(或矿源层), 而后地壳运动, 风化剥蚀再沉积, 于新的地层中形成衍生(或次生)的含金建造。例如湖南会同溪溪的江口组有40—60m厚的含金砂砾岩层, 与下伏地层不整合接触。在构造剥蚀面之上有4—8m厚的金含量异常带。此外, 在不整合复于板溪群五强溪组地层之上的石炭系壶天灰岩底部的砾岩和砂质岩中也发现有金的异常含量。正因为如此, 在江南地背斜区上叠之海西-印支拗陷区的上部古生代的地层中常有金矿的分布。如果有中酸性斑岩侵入, 往往形成接触交代型的铜、金多金属矿床。湖南浏阳七宝山和常宁县龙王山金矿都属此例。

4. 金源层的物质来源 江南地背斜金矿分布区, 大多有古代火山岩的分布。它们大都呈似层状赋存于元古代和震旦系的地层中。这些基性、超基性岩类中金丰度都比较高。例如安江板溪群中的基性岩金的平均含量0.26ppm(22), 沅陵太平铺碧玄武岩中金的平均含量0.3—0.6ppm。益阳冷家溪群中的细碧玄武岩中有脉金矿点。赣东北双桥山群的中、基性火山岩金的含量0.06ppm。浙江双溪坞的变质火山岩, 金的富集系数4.7(表2)。以上数例使我们认为, 深源(上地幔或下地壳)的中、基性岩浆岩为含金建造提供物质来源。火山活动, 通过喷气, 热卤水和岩浆把金带入地槽沉积物, 在有利的地质环境中聚集形成金的矿源层。

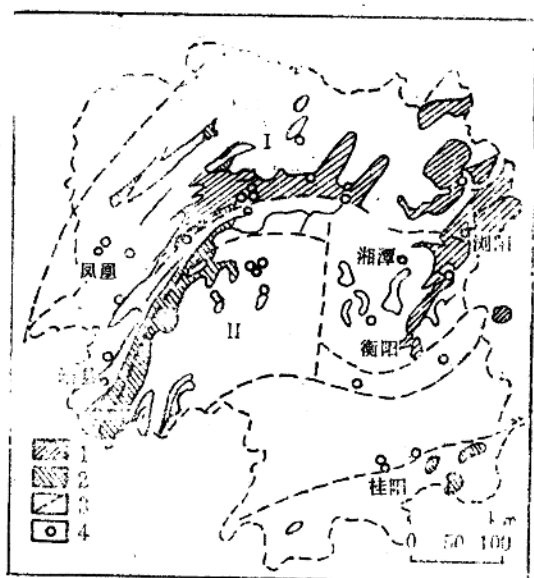


图4 湖南前加里东古构造与金矿分布

(图古构造图引自季金发, 1981年)

1. 板溪群; 2. 震旦系; 3. 基底断裂; 4. 金矿床;
I—雪峰期江南古陆, II沅前盆地。