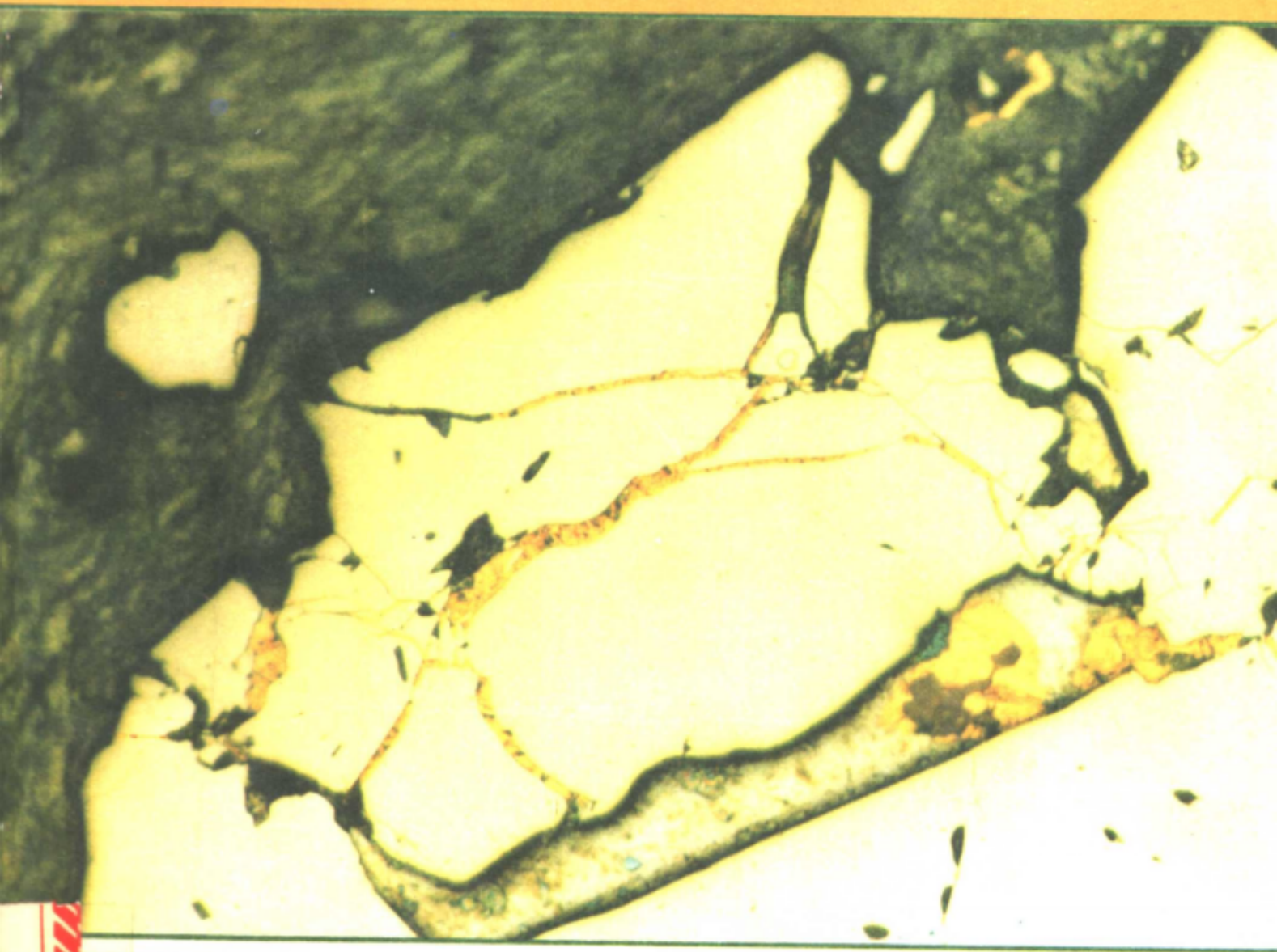




河北金矿地质

宋瑞先 王有志等 编著



地质出版社

封面设计:王金锁

ISBN 7-116-01394-6/P·1144

定价: 21.00 元



河北金矿地质

宋瑞先 王有志 王振彭 编著
江福凯 许玉琦 沈厚成

地质出版社

(京)新登字085号

内 容 提 要

本书是河北省第一部比较全面系统地论述全省金矿地质和勘查方法的专著。全书共分十一章。书中着重介绍了省内金矿资源及其勘查研究现状、金矿床成矿地质背景、金矿床成因类型及金矿床集中区地质特征；全面总结和论述了金矿成矿规律，找矿方向，成矿的物理、化学条件，稳定同位素特征，并对矿床成因进行了探讨；结合本省的地质工作和生产实践，对金矿床的普查勘探方法和开发利用，作了必要的介绍。

书中内容取材于建国40年来省内各地矿部门大量的生产和科研成果，同时借鉴于当前研究金矿的新方法和新理论加以深化提高。本书内容丰富，资料翔实，具有一定的理论意义和实用价值，可供从事金矿地质工作的科研、教学和野外地质工作者参考。

河 北 金 矿 地 质

宋瑞先 王有志等 编著

*

责任编辑：伦志强 高书平 张肇新

地质出版社出版发行

(北京和平里)

北京顺义永利印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：25·875 铜版图：3页 字数：608000

1994年1月北京第一版·1994年1月北京第一次印刷

印数：1-2300册 定价：21.00元

ISBN 7-116-01394-6/P·1144

為發展河北黃金
生產作出更大貢獻。

程海
1952.11.28

总结金矿成矿规律

加强金矿地质勘察

探明更多金矿储量

发展河北黄金事业

叶选松

九三年九月

序

《河北金矿地质》是由省“金矿地质办”组织有关金矿地质专家所撰写的、以总结我省金矿成矿规律及其勘查工作为主要内容的一本专著，它的出版对于指导我省金矿的找矿与勘探具有十分重要的意义。

建国40年来，我省地矿部门在黄金矿产的勘查方面取得了很大成绩。60至70年代，河北地质五队、河北地质三队及冶金五一四队等地勘单位先后发现并勘探了金厂峪、小营盘、峪耳崖等一批大一中型含金石英脉矿床，为我省黄金开发作出了重要贡献。

“七五”期间，我省金矿找矿与勘探成效显著，武警黄金八支队发现了崇礼县东坪蚀变岩型金矿；冶勘一局五二〇地质队在太行山中段灵寿石湖找到了大而富的蚀变破碎带型金矿；省地矿局地质五队在老矿山——宽城峪耳崖以及平泉下金宝沟也发现了细脉浸染蚀变岩型金矿。这些重大突破为我省黄金生产登上一个新台阶奠定了基础。在此，我向全省金矿地质战线的广大工程技术人员和全体职工致以崇高的敬意和亲切的慰问。

河北省采金历史悠久，金矿成矿地质条件良好，矿床和矿点星罗棋布，已探明储量上百吨。广大干部和群众办矿的积极性十分高涨，目前全省已有8个地市，29个县区生产黄金，已建成年产万两黄金矿山5个，万两县5个，这是我省发展黄金事业的依托。我们要开拓进取，利用各种有利条件，使黄金生产在今后一个时期能够持续稳定发展，建成更多的万两矿和万两县，为繁荣河北经济和山区脱贫致富发挥重要作用。

黄金生产的发展，金矿地质勘查是关键。希望各地勘部门不断总结勘查经验、研究典型矿床的成矿规律，应用新的成矿理论和找矿方法，指导地质勘查工作，尤其要高度重视开展新的类型和新的地区的普查找矿工作。我相信随着一系列新的矿床的发现，“河北金矿地质”的内容会更加丰富、更加充实。

· 序 黄金生产的发展
金矿地质勘查是关键
宋 树 伟

《河北金矿地质》编委会名单

主任委员： 吴耀良

副主任委员： 赵克昌 李茂才 罗湘生 王民生

委 员： (按姓氏笔划为序)

王有志 卢尔庄 吕士英 宋国瑞

宋瑞先 孟庆旗 金连振 张克明

张洪业 郭常达

前 言

黄金作为货币和高级装饰品，早已风靡全球。近代，它又在电子工业、国防尖端工业以及其它行业得到了广泛的应用。在我国实现四个现代化的宏伟进程中，黄金对发展国民经济，加强外贸、稳定市场、回收货币起着特殊的重要作用。

河北省是我国重要的产金省之一。建国40年来，全省各系统地矿部门在黄金矿产的普查勘探和科学研究中，开展了大量卓有成效的工作，不仅探明了数以百吨计的黄金储量，而且还获得了丰富而宝贵的地质资料。但是，时至今日，这些资料和论著大多属于单科目的和地区性的，还没有从全省范围来加以全面系统的总结。在举国掀起空前未有的“黄金热”的今天，为了适应形势的需要，进一步提高我省金矿普查、勘探水平，深化理论认识，扩大找矿领域，对全省金矿地质及普查勘探方法进行全面深入的总结已是势在必行。在河北省黄金领导小组地质办公室的直接领导下，由全省地矿、冶金、有色、武警黄金四大地矿系统的部分金矿地质工作者组成了“河北金矿地质”专著编写组及编委会。该组自1988—1989年，在广泛地收集有关资料和对重点矿区考察的基础上，从我省金矿地质的实际条件出发，求实合理地借鉴国内外先进的成矿理论和实践经验，对我省金矿的控矿地质条件、成矿规律、矿床类型、矿床成因、普查勘探方法、找矿方向以及金矿的技术经济评价、金矿资源的合理开发利用等方面进行了全面系统的总结。本书试图确切地写出河北省的金矿地质特色，充分反映已有的金矿地质成果，并力求展现出80年代我省金矿地质勘查工作和科学研究水平。

谨以本书与广大地质同仁切磋交流，尤其是献给那些为我省金矿勘查事业长年战斗在崇山峻岭、历尽艰辛而无私奉献的地质工作者们。

本书编写分工如下：

主编宋瑞先：前言、第一章第三节、第二章、第三章、第四章第二节、第五章、第六章。

副主编王有志：第一章第三节、第二章、第四章第四节、第五章。

编写人员王振彭：第七章、第九章。

江福凯：第四章第三节、第十章、第十一章。

许玉琦：第一章第一节，第四章第一节，第八章第一、五、六节。

沈厚成：第一章第二节，第八章第二、三、四节。

本书在编写过程中，承蒙我省地矿、冶金、有色、武警黄金各地矿系统的领导和广大职工的热情关怀和大力支持。尤其是河北省地矿局第二地质队、第三地质队、第五地质队、第六地质队、第十三地质队、区调队、物探队、综合研究队，第一冶金勘查局五一五、五一六、五二〇地质队，华北有色勘探公司五一四地质队、综合普查队，武警黄金二总队、八支队和河北省黄金管理局及所属有关矿山提供了大量地质资料和素材，并撰写了部分地质论文。总之，本书是我省各系统广大地质工作者40年来辛勤劳动的结晶。

此外，还得到了地矿部天津地质矿产研究所、沈阳地质矿产研究所、吉林冶金地质研

究所、北京大学、河北地质学院、中国地质大学、长春地质学院等有关院校和科研单位的支持和指导，并提供了部分科研成果。

书中插图全部由河北省地矿局第三地质大队绘图室清绘。

本专著初稿完成后，受河北省黄金领导小组委托，省黄金地质办公室和省黄金管理局主持，邀请省内地矿、冶金、有色、武警黄金四个地矿系统的总工程师、高级工程师吴跃良、赵克昌、李志良、王民生、郭常达、罗湘生、贺长江、章百明、张克明、吕士英、金连振、谷永海、张洪业等金矿专家对本专著进行了全面的评审，提出了许多有益的宝贵意见。

根据评审意见，由宋瑞先全面修改统编，最后由河北省地矿局赵克昌总工程师进行全面审核定稿。

荣幸地承蒙河北省省委书记程维高同志、省长叶连松同志为本书题词，原副省长省黄金开发领导小组组长宋叔华同志为本书作序，谨此一并致以衷心的感谢。

由于笔者水平所限，本书恐难尽人意，疏漏和谬误之处敬请广大地质同仁批评指正。

目 录

前言

第一章 绪论	(1)
第一节 金的地球化学	(1)
一、金的地球化学性质	(1)
二、金的分布特征	(2)
三、不同地质作用中金的性状	(5)
第二节 国内外金矿资源概况	(9)
一、黄金价格、储量、产量及勘查新进展	(9)
二、国内外主要金矿床类型	(11)
第三节 河北省金矿资源及勘查、开发、研究现状	(16)
一、金矿资源概况	(16)
二、金矿的勘查开发简史	(16)
三、金矿地质研究简史	(18)
第二章 河北省金矿成矿地质背景	(21)
第一节 地层	(22)
一、概况	(22)
二、下前寒武系变质岩层的基本特征	(22)
三、下前寒武系对比	(22)
第二节 地质构造特征	(28)
一、结晶基底的形成和演化	(28)
二、构造变动	(28)
三、构造单元划分	(35)
第三节 岩浆岩	(36)
一、各时代岩浆岩及其基本特征	(36)
二、河北省花岗岩类的成因类型	(40)
三、河北省花岗岩类形成和分布规律	(42)
第四节 河北省金矿物化探异常背景	(42)
一、物化探异常分布的控制因素	(43)
二、地层分散流背景值	(43)
三、区域磁场特征	(44)
四、区域重力场特征	(45)
五、异常区带的划分	(45)
第三章 河北省金矿床成因类型	(49)
第一节 金矿床分类原则	(49)
第二节 我国、我省金矿床类型划分及评述	(50)
一、当前我国几种具代表性的金矿床类型划分方案	(50)

二、河北省以往有关金矿床成因类型的划分	(53)
三、对以往分类的评述	(54)
第三节 河北省金矿床成因类型	(55)
第四节 河北省各成因类型金矿床主要特征	(57)
一、改造-变质型金矿床	(57)
二、岩浆热液型金矿床	(61)
三、外生型金矿床	(63)
四、伴生型金矿床	(64)
第四章 河北省金矿集中区各论	(66)
第一节 冀东金矿集中区	(66)
一、概况	(66)
二、区域地质背景	(66)
三、控矿因素及成矿规律	(72)
四、矿床类型	(75)
五、矿床实例	(76)
(一) 金厂峪金矿床	(76)
(二) 峪耳崖金矿床	(88)
(三) 牛心山金矿床	(97)
(四) 唐杖子金矿床	(104)
(五) 半壁山金矿床	(110)
(六) 星干河砂金矿床	(116)
第二节 冀西北(张家口地区)金矿集中区	(120)
一、概况	(120)
二、区域地质背景	(120)
三、控矿因素及成矿规律	(131)
四、矿床类型	(138)
五、矿床实例	(139)
(一) 小营盘金矿床	(139)
(二) 东坪金矿床	(148)
(三) 金家庄金矿床	(157)
(四) 蔡家营铅锌银多金属矿床伴生金	(167)
第三节 冀东北(承德地区)金矿集中区	(174)
一、概况	(174)
二、区域地质背景	(174)
三、控矿因素及成矿规律	(178)
四、矿床类型	(180)
五、矿床实例	(181)
(一) 大营子金矿床	(181)
(二) 下金宝沟金矿床	(187)
(三) 牛圈子银金矿床	(194)
(四) 寿王坟铜矿伴(共)生金	(200)
第四节 冀西(太行山地区)金矿集中区	(204)

一、概况	(204)
二、区域地质背景	(204)
三、控矿因素及成矿规律	(207)
四、矿床类型	(209)
五、矿床实例	(209)
(一) 石湖金矿床	(209)
(二) 黑山门金矿床	(219)
第五章 金矿床控矿因素及成矿规律	(226)
第一节 含金层位的特征及其对金矿的控制	(226)
一、含金层位	(226)
二、含金层位的原岩建造及形成构造环境	(226)
三、主要含金层位的岩石化学特征	(226)
四、主要含金层位的稀土元素特征	(227)
五、赋金层位的含金性	(228)
六、含金矿源层对金矿分布的控制	(231)
七、地层的地球物理场特征与金矿的关系	(233)
第二节 构造控矿规律性	(236)
一、大地构造单元对金矿床的控制	(236)
二、褶皱构造对金矿床的控制	(237)
三、断裂构造对金矿的控制	(238)
四、火山机构对金矿床的控制	(242)
五、对构造控矿几点规律性认识	(242)
第三节 控矿岩体特征及控矿规律	(243)
一、控矿岩体的类型及地质特征	(244)
二、控矿岩体的含金性	(244)
三、控矿岩体的岩石化学特征	(250)
四、控矿岩体的稀土模式	(254)
五、不同磁场特征岩体对金矿的控制	(254)
六、脉岩及其与金矿的关系	(258)
七、关于岩浆岩控矿几点规律性认识	(258)
第四节 金矿床物质组合及其分布规律	(261)
一、金矿床的矿物组合及其分布规律	(261)
二、金矿床主要元素组合特征	(263)
三、主要矿物的标型特征	(263)
四、金矿物的性状特征	(267)
第五节 砂金矿床成矿规律	(270)
一、砂金的成矿条件	(270)
二、砂金的成矿作用	(271)
三、砂金矿床的富集规律	(272)
四、砂金分布规律	(272)
第六章 金矿床成矿物理化学条件及矿床成因	(273)
第一节 矿物包裹体研究	(273)

一、矿物包裹体镜下特征	(273)
二、成矿物理化学条件	(274)
第二节 同位素地球化学特征	(279)
一、金矿床硫同位素特征	(279)
二、金矿床铅同位素特征	(286)
三、金矿床氢、氧同位素特征	(293)
第三节 金矿床成因探讨	(297)
一、成矿物质来源	(297)
二、矿床形成方式	(302)
三、主要金矿类型的成矿作用	(303)
四、成矿模式	(308)
第七章 金矿成矿远景及找矿方向	(312)
第一节 金矿成矿远景区的划分	(312)
一、成矿远景预测区的划分依据及划分原则	(312)
二、成矿区、成矿带及预测区的划分	(312)
第二节 金矿资源总量预测	(313)
一、方法概述	(313)
二、主要工作成果	(313)
第三节 金矿找矿方向	(315)
一、冀东金矿远景区	(315)
二、冀东北(承德地区)金矿远景区	(317)
三、冀西北(张家口地区)金矿远景区	(318)
四、冀西(太行山)金矿远景区	(319)
第八章 金矿普查找矿方法	(320)
第一节 地质测量	(320)
第二节 金矿的重砂找矿方法	(321)
第三节 金矿的地球化学找矿方法	(322)
第四节 金矿的地球物理找矿方法	(324)
第五节 金盲矿床(体)的寻找及金矿区外围找矿	(327)
第六节 普查找矿和矿床评价中值得注意的问题	(329)
第九章 金矿床的勘探方法	(332)
第一节 金矿床勘探的目的任务与基本原则	(332)
第二节 金矿床勘查阶段的划分	(333)
第三节 金矿床勘探程度	(333)
第四节 金矿的采样与化验	(334)
第五节 金矿床的勘探网度	(339)
第六节 河北省部分金矿床的勘探网度及探采资料对比	(343)
第七节 岩金矿床储量计算中的几个问题	(354)
一、几个基本概念	(354)
二、工业指标的确定	(355)

三、岩金矿床储量计算方法	(361)
四、岩金矿床储量计算中应注意的几个问题	(361)
五、伴生有益组分的储量计算	(367)
六、岩金矿床储量比例及有关精度要求	(368)
第八节 砂金矿床普查勘探方法	(368)
一、勘查阶段的划分及其主要内容与要求	(368)
二、勘探手段的选择	(370)
三、砂金矿床勘探类型及勘探工程密度	(370)
四、砂金矿床的采样	(370)
五、砂金矿床工业指标的确定	(372)
六、砂金矿床储量计算	(374)
第十章 黄金矿床技术经济评价	(376)
第一节 矿床技术经济评价的概念和意义	(376)
第二节 矿床技术经济评价分类及主要评价内容	(377)
第三节 矿床技术经济评价方法	(381)
第四节 黄金矿床技术经济评价实例——河北省赤城县后沟金矿技术经济评价	(382)
第十一章 黄金资源的合理开发利用	(391)
第一节 河北省黄金生产概况	(391)
第二节 黄金资源合理开发利用的基本途径	(391)
主要参考文献	(400)
照片	(401)

第一章 绪 论

第一节 金的地球化学●

一、金的地球化学性质

(一) 金的物理性质

金是一种贵金属。纯金呈赤黄色，强金属光泽，光彩夺目。但一般金均含一定量杂质，含银时黄色变浅，若含其它金属，也会影响其光泽和颜色。

纯金质软，莫氏硬度2—3，相对密度19.36(20℃)，耐高温，高温烧后既不变质，也不变色，熔点为1064.43℃，熔化潜热为65.84—68.24J/g。

金的延展性是它最独特的性质。用一克纯金可拉成直径为0.00434mm、长达3500m的细丝，或者压成厚度仅 0.23×10^{-6} mm的金箔。

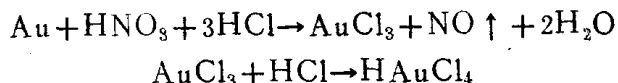
金的导电性仅次于银和铜，在金属中属第三位，比电阻为 $2.4\mu\Omega/\text{cm}^2$ 。金在液态时电阻呈直线地随着温度的变化而变化，而在固态时这种变化和温度的关系则近于直线关系。在25—100℃之间，金的电阻温度系数为0.0035（兹维亚采夫测出）。

金的导热性较好，导热度在20℃时，介于2.93—3.11J/cm·s之间。

(二) 金的化学性质

金在元素周期表中位于第六周期第一副族，与铜、银合称铜族元素。金的原子序数为79，原子量196.966，金的原子核由79个质子即118个中子组成。其电子层结构为多层次充填，原子核与外层电子间的结合力很强，形成结构异常紧密的电子层，因而不易失去外层价电子，决定其稳定性，原子半径为0.144nm，比较小。

金在常温或高温下均不溶于水和各种不同浓度的单一酸，这是因为金不能直接置换酸中的氢。但金可溶于王水等混合酸中，反映式如下：



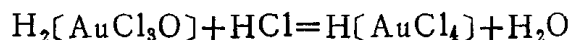
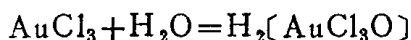
金还可溶于含有碱金属卤化物的铬酸，150—300℃的硒酸、盐酸和过氧化氢的混合物，含有碱金属的硫化物或氧化物溶液以及硫代硫酸盐($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)溶液中。含有 Fe_2O_3 、 MnO_2 等强氧化剂的盐酸或硫酸也可溶解金，其反应式为：



由此可见，在强烈的氧化环境，当 Fe^{3+} 、 Mn^{4+} 、 Cl^- 、 S^{2-} 等强氧化剂存在时，能促使金属态的金变为离子态金而转入溶液，从而增加了金的活动性，致使金在自然界的迁移成为可能。

金常见的价态有。 Au^0 、 Au^{1+} 、 Au^{3+} ， Au^{3+} 无论在水溶液、或在酸性、碱性溶液中都倾向于形成络阴离子，如：

● 本节参考秦世伟等，金矿床地质及找矿方法，四川科技出版社，1987。



Au^{1+} 和 Au^{3+} 经常和 Cl^- 、 S^{2-} 等结合，形成具有较强活动性的易溶络合物，能较长时间保留在热水溶液中。

金与银的原子半径和离子半径更相近，晶格类型相同，晶胞棱长也近于相等。因此，在自然界金与银常常密切共生，并形成连续类质同象系列，金、银关系密切的内因就在于它们的地球化学参数近似。

金与锑、铋、锡、汞可形成金属互化物，与碲形成碲化物。在金矿床中铁、钴、镍、铜、铅、锌、砷等元素多形成硫化物，并组成金矿床的常见矿物组合。

(三) 金的地球化学性质

金为 $5d^{10}6s^1$ 电子构型，可以失去一个或三个电子，在周期表中介于亲硫元素与亲铁元素之间，因此既具亲硫性，又具亲铁性。金虽极少与硫化合生成硫化物，但在金矿中，金属硫化物多成为金的载体矿物，而硫化物又常成为金矿床的组合矿物。由于金又具亲铁性，因此与铁的硫化物密切共生。

在一定条件下，金可与卤族元素结合成卤化物，常见有金的氯化物，如 $[\text{AuCl}_2]^-$ 、 $[\text{AuCl}_4]^-$ 。

Au^{3+} 与质子的亲和能为 -5.61J ，属弱酸性离子，而 Au^{1+} 属中性偏碱性离子。由于金离子的这种双重属性，致使原本具明显化学惰性的金又表现出一定的化学活性，这是金在自然界的溶解、迁移、沉淀富集成矿的有利因素。

由于金属副族元素具有较多的能级相近的内轨，可成为络合物的中心阳离子接受体，所以 Au^{1+} 和 Au^{3+} 表现出较强的络合性，而在自然界中它们均以络阴离子状态出现在络合物中。如 $[\text{AuS}]^-$ 、 $[\text{Au}_2\text{S}_3]^{4-}$ 、 $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)]^-$ 、 $[\text{Au}(\text{SO}_4)]^-$ 、 $[\text{AuCl}_2]^-$ 、 $[\text{AuCl}_4]^-$ 等。形成这样一些易溶络阴离子或络合物，既使金可以长时期和长距离迁移，同时也为金与多种成矿元素的共生创造了条件。

二、金的分布特征

(一) 金的浓集系数

浓集系数即元素最低可采品位与地壳丰度之比。

金是一种相当分散的元素，它在地壳中的丰度极低（表1-1），金浓集系数较大，说明其富集成矿的可能性小，而铁的浓集系数最小，地壳中平均含量浓集5—6倍即可成矿，浓

表 1-1 元素浓集系数表

元 素	克 拉 克 值	最低可采品位 (%)	浓 集 系 数
Fe (%)	5.8	25	4.3
Cu (%)	0.0063	0.5	79.3
Zn (%)	0.0094	3	319
Pb (%)	0.0012	1.5	1250
Ag (%)	7.5×10^{-6}	0.01	1333
Au (%)	3.5×10^{-7}	0.0002	571