

国外金矿地质与勘探的现状和发展趋向

朱奉三

(冶金部长春黄金研究所)



作者简介 1952年毕业于清华大学地质系。曾先后在长春冶金地质专科学校和吉林冶金地质勘探公司研究所从事教学和科学研究工作。现任冶金部长春黄金研究所副所长、高级地质工程师,武汉地质学院、东北工学院和华东地质学院兼职教授。曾在国际和国内学术会议上分别发表《中国早前寒武纪变质杂岩地质与金矿基本特征》和《混合岩化热液金矿研究》等论文。

本文主要根据作者1980~1986年对北美、南美、西澳、西非和西欧部分产金国家金矿地质和生产方面的考察,结合我国黄金事业发展的需要,扼要地论述了金矿地质理论与勘探工作进展的现状,分析了发展趋向,并提出一些新的认识。围绕六十年代以来,特别是近六、七年中发现的大型金矿在成矿认识与勘探中的成就,重点剖析了卡林型金矿、环太平洋带浅成低温热液型金矿、赫姆洛金矿等实例。同时,对断裂控矿新模型与砂金的表生再生富集作用等科研新成果作了简要的介绍。

本文从国外几个典型金矿实例的剖析入手,说明近年来国外金矿地质与勘探工作的重大进展和发展趋向,藉以促进我国黄金事业的发展。

冒险的探索,迎来了重大的突破

美国卡林型金矿的发现和发展的,促进和推动了金矿成矿机理的研究,和找矿勘探工作的深入。

1.找矿模式的建立和大胆的设想 六十年代初期,美国地质调查所(USGS)的青年地质学家罗勃兹(Roberts)等,在研究内华达州自1939年以来新的区域地质填图资料的基础上,重新认识与分析了里恩(Lynn)等构造窗的区域地质背景与成矿地质条件。他们发现,这些构造窗有几个重要的特点:有大量采挖金(包括砂金)、汞、铋和重晶石等旧矿址的遗迹或矿点;区域性微量金背景值普遍偏高;在微量金和伴生的砷、汞、铋(以后又增加了铊)异常值高的地区有金矿化出现的迹象;金矿化发育的地段往往是含炭质较高的不纯碳酸盐岩和粉砂岩类,并常有低级断裂发育的地段;附近有晚于沉积围岩的火成活动等。罗勃兹等当时以这种新认识,大胆地提出了设想,并说服了纽蒙特(New Mount)矿业公司的经理福尔顿(Foulton)。由于采取了他的建议,大胆地试用了化探手段,在不到两年的时间内就探明了第一个卡林型金矿,即具有1100吨金矿石量、平均品位为9.95

克/吨的世界级特大型卡林金矿。

卡林金矿金的粒度细微,多属不可见金(微米级),矿石为浸染状,呈面型分布,不同于常见的含金石英脉;围岩蚀变主要为与常见沉积围岩岩性相似的难以区别的硅化和高岭土化等。所以这类金矿化长期未被发现。而在这种新的地质认识的指导下,着重采用化探手段成功地找到本类金矿,成为金矿勘探史上的重大突破。当时,该公司认为是一次值得冒险的赌博(Gambling)。

由于本类矿床的大部常是近地表的,宜于采用现代机械化露采,低品位的氧化矿石又可采用堆浸法(Heap Leaching)回收,极大地扩大了矿石储量,经济效益很高,从而引起了各国的注目。

2.重大的发现扩大了找矿范围;卡林型金矿又有了显著的进展 七十年代,在已发现的本类矿床中,确定其含矿围岩的时代可从早寒武世到晚白垩世;围岩岩性不限于已知的碳酸盐岩与粉砂岩类,还包括硅质岩(如碧玉岩、燧石岩)和凝灰岩类;认识到主要是岩性控矿;多孔、裂隙发育的薄层状岩石皆有含矿的可能性。预测含矿围岩还可以包括某些变质岩和火山岩、次火山岩等更广泛的岩石类型和时代范围很广的岩层,极大地扩大了找矿的视野。

瑞迪克(Radtke)等著名学者,在稳定同位素(C, H, O, S)的研究中,进一步得出了成矿热

液主要来自天水,成矿物质主要来自围岩的结论后,证实了热液的主体是非岩浆源的,从而合理解释了矿区附近的火成活动主要起热力和动力的能源作用(地热梯度较高区的地热也可作为热源);因而矿化可以在远离岩体或在无火成活动的地区出现。他们提出的本类矿床的成矿模式为:

(1) 高角度断裂为天水下渗与热液上升的主要通道;(2) 天水下降受热后形成地下热(卤)水,溶滤(活化)了围岩中的微量金等成矿物质,迁移到热水溶液中;(3) 在热源的驱动下形成热液循环的热力学系统;(4) 在多次减压沸腾的情况下,逐步于孔隙发育的围岩和有利的低级断裂构造地段沉淀富集成矿。

本类金矿的矿源层,在内华达州主要是奥陶—泥盆纪的优地槽、冒地槽沉积建造,含金性仅略高于克拉克值,一般在8~12ppb,从而修改了(含金)矿源层(岩)的概念。即应含相对丰度较高的金,但并不赋有绝对值的涵义,重要的是矿源层(岩)中金的赋存状态和矿源岩(层)本身的岩性特征,可以使金较易于被循环流动水所溶滤并转移到溶液中去。这样的含金层(岩)才可作为“矿源层(岩)”。

七十年代第二个重要进展是,在选矿技术上开始利用含有机炭的原生金矿石。以前,由于常规的氰化法不能处理这类矿石而呆滞。1971年后,卡林金矿研制了加压预氧处理的新技术,使原先大量呆滞的矿石成为可选的,从而成倍地扩大了可利用的矿石资源。在化探指示元素的类别和找矿指标上因地制宜,逐步积累了丰富的准确数据,从而建立了化探找矿模型。同时,将找矿信息与参数数字化、图谱化,编制成系统的程序贮存于电脑中。

3. 动态工业指标获得更大的效益 1979年,卡林邻区发现的金坑金矿(Gold Quarry),矿石储量为1.44亿吨,平均品位仅1.519克/吨。八十年代初期,在总结该矿各项矿床地质特征与矿床勘探工作的基础上,补充和修改了部分参数,如含矿围岩增添了硅质页岩、碧玉质岩石;将边界品位等技术经济指标也作了相应修改,丰富和完善了卡林型金矿的成矿模式和找矿勘探模型。难怪卡林金矿公司的地质学家在介绍中颇为自豪地声称:“现在,寻找卡林型金矿,已不象以前那样是需要承担很大风险的赌博,而成为具有相

当把握的以模型(指成矿及找矿)为指导,有目的、有对象和有步骤的找矿了”。

八十年代卡林型金矿的另一个进展,是修改了不少技术经济指标。主要是由于选冶技术的提高和采矿方法的改进,特别是可大规模使用机械化的露采,用移动式选厂进行粗选,极大地提高了生产效率,因此,即使在近几年(指1984~1986年)金价不高(浮动在320~380美元/盎司)的情况下,仍可大幅度地降低入选矿石的品位。例如金坑金矿的1.44亿吨矿石中,其中“富矿”约有5100万吨,平均品位只有2.387克/吨,余者平均品位仅1.054克/吨。在圈定矿体时,采用浮动的综合指标,例如在金价约为350美元/盎司时,氧化矿石(较原生矿石易选)的边界品位(大体相当于Cut off grade)估计在0.7~0.8克/吨(此数字是技术经济秘密,这里系笔者估算的);若金价上涨到400美元/盎司以上,品位可再下降约0.1克/吨;如金价继续上涨,品位仍可略降。现阶段总的经济技术条件下的“极限”,大约在0.4克/吨以上。美国、西欧及南非等国采用经济技术浮动指标来确定边界品位的作法,很值得参考。随着这种超贫矿石的利用,美国等技术先进的国家,采用了大型堆浸(Dump Leaching)法。“Dump”一词在采选中的原意是“废石”,这里指的是不能直接送入选厂的超贫矿石。大型堆浸法原先用于处理斑岩铜矿中的贫矿,在美国,首次移植到金矿。由于其规模很大,周期特长,有别于一般的堆浸法,故意译为“大型堆浸”。如金坑的一个“堆”,长约1.5公里,宽500米,厚50米,分五层,每层厚10米,堆浸周期为三至五年。虽然周期长,但基本上不需要破碎加工,其回收率可达70%左右,因而经济效益还是颇为引人注目的。

开拓新类型,新矿带的崛起

七十年代中后期,环太平洋带浅成低温热液型金矿床的发现,在成矿理论与找矿认识上又取得了重大发展。

本类矿床在过去指的是浅成岩浆热液型金矿,帕克(Park)等,在此观点的基础上又提出了远温热液矿床的术语(tele-thermal),藉以解释一些远离火成岩的低温—超低温热液型金矿床。它包括部分汞矿、锑矿和六十年代发现的卡林金矿。然而,随着卡林型

金矿的深入研究, 否定了热液系岩浆源的推断后, 有人认为用浅成低温热液 (epithermal) 金矿这一术语作为其成因类型的名称更为相宜。这里的“浅成”系指成矿部位从近地表到地下浅处, “热液”只是代表某种非确定成因或来源的热水溶液, 既可以是直接源自同时代本地区活动岩浆热液或火山热液, 而更多的是指非岩浆源的如天水、地下水甚至可包括变质成因的热液和同一地区与围岩 (指火成岩) 无关的另一火成活动的热液。

七十年代中, 在智利安第斯山脉中北部的科奎博 (Coquimbo) 和美国加州北部, 分别找到了埃·印第奥 (El Indio) 和麦克劳林 (McLaughlin) 两个现称之为浅成低温热液型的特大型金矿。这两个金矿在基本特征和成因机理上有许多重要特色, 引起了地质界的广泛重视。

1. 聚宝盆“DSO”埃·印第奥金矿的证实矿石量为500万吨, 金平均品位9.3克/吨, 约合46.5吨金, 推断储量为证实储量的两倍, 同时还富含银。矿石平均含银105.4克/吨, 含铜5%。该矿产于以安山岩和英安岩质火山岩 (包括凝灰质岩及次火山岩) 为主的围岩中。围岩时代较新, 基本上属于白垩纪—第三纪, 而成矿作用则主要与更新的花岗闪长质浅成小侵入体 (8~12百万年) 有关, 矿体明显地受区内反曲线环状构造 (Cymoid Loop) 控制, 矿化类型主要分含金石英脉及含金块状硫化物 (石英) 脉两大类。下列几个特点是很有意义的:

(1) 在块状硫化物脉的氧化淋滤带 (距地表最深可达80~120米), 发现了金和银的次生富集带, 平均金品位上升到15克/吨, 局部大于200克/吨; 银品位上升幅度更大, 平均超过500克/吨, 而铜的含量则因大量淋滤损失而急剧下降, 一般小于0.5%。在富硫化物的金矿床中发现有金和银的次生富集带。这是认识和实践中的重大进展。(2) 在含金石英脉矿化类型的部分地段, 出现了特富矿体, 自1979年5月至1984年9月, 这种富矿石已采出约10万吨, 其平均品位为: 金240克/吨, 银86克/吨, 铜2.11%; 1984年10月, 保有的富矿石储量还有53300吨, 其平均品位金为182.9克/吨, 银133克/吨。这部分矿石由于品位特富而毋须选矿, 可以直接冶炼, 因而称之为“DSO” (Direct shipping ore), 直译为“可直接运送 (至冶炼厂)

的矿石”。在DSO地段有一条特富矿体称“3500号矿脉”, 因其平均品位高达3500克/吨而得名。在该矿脉的个别块段, 曾采到24000克/吨的富矿块。开采这类DSO的经济效益特高, 为此研究这种特高品位形成的机制, 为什么能在环太平洋带出现这类矿床, 引起了金矿地质界的浓厚兴趣。包裹体测温表明, 3500号矿脉的成矿温度为225℃±, 成矿深度为地下水位以下200~800米, 均产于与火山机构有关的反曲线环形断裂之中。(3) 热液和成矿物质经研究系多源的, 热液既源自 (浅成) 岩浆热液, 又有火山/次火山热液, 还有天水的参与, 热液中有大量H₂S; 成矿物质有源自岩浆的, 也可来自围岩。(4) 成矿作用主要是含矿热液在地下处于“过压”条件下, 在上升过程中, 特别是在经过断裂系统时突然减压而使热液流体沸腾, 沸腾作用多次间歇出现, 主要发生在反曲线环形断裂系统中而使成矿物质逐渐富集沉淀。在反曲线构造的凸凹转折部有可能形成DSO类的富矿体。

2. 发现新类型金矿的重要启示 麦克劳林金矿的发现, 是现代成矿理论成功指导找矿实践的又一重要实例。该矿位于旧金山东北112公里处, 产于平行海岸山脉走向的区域性逆断层的断裂带中及其周围, 上下盘皆为强蚀变的侏罗纪—白垩纪碎屑沉积岩及火山岩类。该断裂带控制了两期皆晚于围岩且与成矿有关的中—基性火成活动。早期的火山喷发与侵入活动所派生的热液, 使断裂带两侧的沉积围岩蚀变而硬化。持续的区域性应力作用使硬化围岩发生各种断裂, 增加了围岩的渗透性, 并形成了网脉状及细脉浸染状矿体。在现在的地表上, 保留了层状玉髓质的泉华沉淀。两期火山活动皆与金矿化有关。本矿床的主要特点是: (1) 出现金矿化的范围较广, 现已为勘探工程控制的平面延长达1500米, 矿化深度大于360米; (2) 矿石储量大, 现有证实矿石储量2000万吨, 而品位较低, 平均为4.71克/吨, 折合金量为93.7吨; (3) 产出部位浅, 大部可露采; (4) 金矿物颗粒细微, 伴生矿物多系低温热液矿物组合, 主要为银、锑及汞矿物。本矿床是霍姆斯塔克矿业公司的总地质师唐纳德 (R. Donald) 等发现的。他们首先研究了加州海岸山脉一带的区域地质资料, 在麦克劳林一带是新时代相对富金的同熔 (Syntectic) 岩浆活动区, 地表有热泉活动产物和已知的汞、锑、银矿化。化探扫面可圈出

微量金的正异常区,具备了浅成低温热液型金矿的成矿地质条件,基于这样的认识,他们下决心在前人否定了的地区(某些地质学家曾否定本区有金矿化或至少是大规模金矿化的成矿条件),开展了找矿勘探而取得成功。

埃·印第奥、麦克劳林及鹿儿岛(日本)等在七十年代中后期发现的特大型浅成低温热液型金矿床的成功实例,使金矿地质界对环太平洋带(包括东部和西部以及内带与外带)的构造—岩浆活动带的金、银、铜等成矿条件给予了极大的重视。

金色的希望又重新升起

1981年,在加拿大苏必利湖附近的前寒武纪地盾区,在国家公路切过交通便利的地方,发现了总储量为7500万吨、平均品位为7.86克/吨(590吨金)的特大型赫姆洛金矿。这一举足轻重的老矿点的重新崛起,是近十几年来金矿勘探史中的又一重要突破。西方有的地质学家认为,发现赫姆洛金矿的重要意义,怎么评价也不为过。他们高兴地说,金色的希望从赫姆洛又升起来了。

1.新认识带来了新的突破

(1) 过去在前寒武纪地盾区花岗岩—绿岩带地区寻找金矿,重点是在富镁质的火山岩分布区,尽管在其他岩性如长英质火山岩建造中也曾发现过金矿,如西澳东金田省绿岩带产于中酸性凝灰岩类中的会姆溪(Whim Creek)和米卡沙拉(Meekatharra)等金矿,其规模皆较小,还没有引起人们足够的重视。然而,主要产于绿岩带变质长英质火山岩建造中的赫姆洛金矿,以及在加拿大地盾区片麻状变质沉积岩区也发现金矿的事实,改变了过去的认识。即绿岩带中的容矿岩石,几乎可包括绿岩带出现的各种已知岩石类型,不论是富或贫镁铁质的火山岩或侵入岩,以及沉积岩,都曾发现过金矿化,不存在容矿岩石的专属性。而已知有利的容矿围岩是镁铁质及长英质火山岩与侵入岩,沉积岩中的磁铁硅质建造(即BIF)。

在某个金矿床内,容矿围岩常以某种特定岩石类型为主,但在不同矿床之间,容矿岩石常有很大差别,甚至在同一矿田内,容矿岩石也可有较大差别。

(2) 在区域性范围内,金矿床集中区常沿着穿越上壳岩地层的“线型”带分布。这些带,常有不同

的术语名称,如“断裂带”、“生长断层”或“变相带”等。这些带常成为以火山岩为主和以沉积岩为主的地层之间的界线,而且可能是位移的结果。上壳岩的分布通常平行于这些带的走向。金矿化多沿这些线性带断续不均匀分布。

(3) 常见的与金矿化有关的蚀变作用是硅化、绢云母化、镁铁碳酸盐化和硫化物矿化等,其种类与蚀变强度因矿而异。

(4) 金矿化主要产于弱、低至中级(角闪岩相)变质岩相地带,尤其是受应力比较高而又是能量释放的地带,如断裂带的动力变质—退化变质带等

(5) 一般情况下,在低级变质相矿物共生组合的岩石中,矿化类型以含金石英脉型为主;在较高级别的变质相矿物组合区,则以层状或似层状的浸染状硫化物型金矿化为主。

(6) 金银比值变化大,总的来讲比多数内生岩金矿床高,常从大于1到5左右。

2.各种成矿理论在比较中扩大了找矿思路

围绕赫姆洛金矿的成因,提出了许多理论。主要有同生及后生两种观点:①在同生观点中有两种认识:其一,认为系科迪勒拉型矿床中典型的浅成低温热液—深成中温热液矿床,银及贱金属随深度而增加。其二,认为该矿为一太古代花岗质侵入体形成的热液系统,受局部区域应力的控制。②后生观点中有三种理论:其一,认为系变质的古砂金;其二,是海底喷气成因的矿床;其三,认为主矿体是陆地火山热泉系统沉淀的,其成矿作用与卡林型金矿类似。

3.寻找盲矿体的有效方法

加拿大前寒武纪地盾区的大部分地表,被大面积厚薄不等的冰碛物、粘土、砂土或其他风化产物所覆盖,基岩出露很差。又由于在金矿化区的金属硫化物(包括硫盐类)及磁性(包括电磁性)矿物的总量往往远低于其他金属矿种,因此在区域找矿中,用常规的航空物探仪器很难发现金矿化。然而,利用邻区已知的地质背景作逻辑推论,以地质方法可先推测出潜在金矿化的可能地区,再以地面物探及化探方法扫面,筛选出找矿勘探的靶区。

改进后的化探、物探手段和技术,对发现赫姆洛金矿发挥了重要作用。在化探中,自70年代后,应用电热(石墨炉)AA检测微量金,特别是超痕量金的

分析方法在精度上有了很大提高,可达1 ppb,比60年代的原子吸收(AA)的分析精度提高了10~20倍。1980年,DC等离子体和中子活化分析的精度分别可达1 ppb及<1 ppb,而且分析效率也相应提高。这样就可以用化探方法探测与金矿化有关的低异常晕。

土壤层中的腐植土是重新分析金的对象。因为在某地区占主导地位的树木的种类不同,其富集金的程度和影响当地金背景值的程度也不一样,因此研究不同类型腐植土的含金性,来探测金异常区是很有效的方法。例如,常见的云杉属植物,特别是第三年的嫩枝,对富集金特别有效。冰川冰碛物中,常有不同程度的含金性,冰川作用还对金粒形态和大小有一定规律性的影响,有经验的冰川学家,可通过鉴定冰碛物的类型,估计出搬运的距离和方向,并确定金矿化可能的远景区。

在物探方面,利用磁性填图来圈定岩性单元很有效。具有传导层的地区,先进的电磁测量能揭示出构造断裂、地层走向和褶皱。这两种技术方法,近年来在地面及航测中已被广泛利用。在加拿大地盾区的绿岩带分布区,普遍用磁力仪因普特(INPUT)系统或其他电磁系统进行了航空测量,还采用了 γ 射线光谱仪。以前,这些物探技术仅用于贱金属块状硫化物等矿床以及Ni、U矿床等。八十年代,已用于圈定金矿远景区。在覆盖很深的地区,往往将航空磁测和遥感技术结合起来寻找金的成矿环境,另一趋向是更多地应用了激发极化法(IP)技术,特别是随着元件小型化和计算机记录处理数据技术的迅速提高,IP技术在轻便和经济效益上有了显著提高。

构造动态驱动成矿机制研究的深入

对绝大多数岩金矿床而言,构造控矿,尤其是断裂构造控矿,是最主要的因素之一。传统的观念认为,断裂构造在控矿中主要是提供各种流体(包括成矿溶液)运移的通道和成矿物质沉淀富集的空间。应当指出,这只是部分的作用,是很不全面的,基本上属于“静态”观点的范畴。七十年代以来,形成了若干新的边缘科学,诸如构造地球化学、构造动力成矿学,以及近代构造岩石学等。使人们开始用“动态”或“运动学”的观点来研究和解释构造运动的全过程,以及元素、特别是成矿元素的活化、迁移、沉淀、富集与

构造应力发展演化的关系。新的构造控矿观点认为,在构造活动中出现的应力,能使受力围岩的内应变能发生变化:当应力不断加大时,可使岩石(矿物)内部的组成粒子被激发而活化;在宏观上,当岩石中积聚的弹性应变能一旦超过弹性极限时,岩石即以某种形式的破坏来释放能量,使机械能转换为热能、化学能……。能量释放后,被激发的粒子可回到基态,出现不同形式的物质迁移。总的趋向是,从高能位(动能、位能、热能、化学能等)至低能位地带;导致元素的重新组配与调整,包括成矿物质在构造活动中的活化、转移与富集(或分散),即构造动态驱动成矿的主要机制。例如应用于西澳太古代绿岩带的变质热液型金矿,它解释了在区域性构造活动—变质作用区,金矿化总的趋向为:从“D”型即动力型(Dynamic)变质区的低中级角闪岩相/高级角闪岩地带,向“S”型,即静力型(Static)变质区绿片岩相/绿纤石—葡萄石相地带迁移富集的原理,同时,也解释了在中高级区域变质地区的含金建造分布区中,金矿化一般发生在动力变质退化变质带内,即高应力区内能量释放的低能位断裂构造中的原因。著名地质学家涂光炽教授曾指出:“构造(活动)是完成某些地球化学作用的驱动力,某些地球化学作用要借助于构造条件来完成”。这一论述,高度概括了当代构造地球化学的基本认识,对于研究金矿的构造控矿是非常必要的。

另一方面,有关断裂构造岩演化模型的新理论,极大地冲击了传统的构造岩概念。1977年,施布松(R. H. Sibson)将断裂形成作用分为脆性和塑性变形两种主要形式,提出了断裂结构的双层模式,将剪切断裂带的研究引向新的途径。1980年,瑞姆赛(J. G. Ramsay)主要按剪切带的变形方式与几何形态,分为四类:第一类为地壳浅部形成的脆性剪切带;第二类是次浅部形成的韧性—脆性剪切带;第三类是较深部形成的脆性—韧性剪切带;第四类是发生在地壳深部的韧性剪切带。现在国内外已将金矿成矿作用和定位机理以及矿化类型的研究和剪切带构造活动的类型,紧密地结合起来了。例如在同一金矿田或矿床内,甚至在规模较大的矿体中,含金石英脉类型多产于上述一、二两类剪切带中,而破碎带含金蚀变岩类型多与二、三两类剪切带有关。因此,在不同成因类型的金矿中,在不同的断裂构造带内,或同一构

造带的不同部位,皆有可能分别出现不同的矿化类型。新的理论认识,对矿区内外找矿,尤其在已生产矿山的深部预测,有很大的实践意义。

砂金成矿理论在修正

长期以来,普遍认为砂金是水系上游原生金矿床被机械作用破坏再重新富集的产物。因而发现砂金后,溯源寻找原生金矿,就成为理论上的必然结论。砂金过采区也就失去了重新评价的意义。很显然,这样的认识是片面的,在实践中是有害的。其实国内外已有多处过采区的重新评价,说明了砂金储量或品位可在人们生命的历史中重新扩大与提高。在冲积砂金的中下游,常见复杂形态的砂金颗粒;一般砂金颗粒远大于原生金颗粒以及“狗头金”仅见于砂金等大量事实,证实了金在表生条件下也可以在水体中迁移和再生富集。八十年代国内外有的学者还发表过金在表生(包括地下水)条件下迁移和沉淀的研究实验成果。例如苏联的巴拉诺娃(Баранова, Н. Н., 1981)发表了在25℃, 1个大气压于 $\text{Au}-\text{Cl}-\text{S}-\text{Na}-\text{H}_2\text{O}$ 系统中,不同形式金的稳定性图解。当Eh变小或溶液的酸碱度发生变化,不同形式的金络合物将被还原形成金的沉淀。

金在表生条件下以不同形式的络合物、胶体、悬浮质点及机械碎屑等多种形式迁移和沉淀的过程,反映了金在表生地球化学循环中的行为,它不仅具有重

要的理论意义,而且还与砂金的找矿勘探有密切联系:

(1) 机械风化、搬运与沉积作用无疑是砂金形成的重要方式与主要途径之一,但真正具有工业意义的巨大砂金矿床(包括沉积变质型的砾岩型金矿)的形成,绝非单纯的机械外力作用所能概括。在表生条件下,金可以呈含金络合物以及胶体溶液迁移概念的建立,不仅丰富、完善了砂金成矿理论,同时还可正确解释一些硫化物型原生金矿床在氧化淋滤带形成次生富集带的原理;说明不仅在碎屑岩中,而且粘土岩和化学岩的同生沉积也可以含金,以及在表生改造作用中富集金的机理,补充了砂金矿床具有层控特征的原因。

(2) 砂金既可在表生条件下再生富集,因而必须重视砂金过采区的重新评价,并且在出现砂金的地区,不能简单地用传统的观念和方法寻找原生金矿。在砂金的找矿中,现在常用地球化学找矿方法,特别是用水化学找矿,利用水系的金异常作用为寻找砂金(也包括原生金)的直接标志,还有用不同的手段(如巯基棉)在水样中富集金,可提高超痕量金的检测下限。

总之,近十余年来,特别是近五、六年来,国外在金矿地质与勘探方面,取得了很大成就,虽然国内在现代金矿理论研究和利用新技术方法进行找矿勘探起步较晚,基础较差,但在同期内也有了大幅度的提高。为了尽快地发展黄金事业,赶上国际水平,必须进一步加强黄金地质研究工作。在找矿勘探中真正起到理论指导实践的作用。

Present Status and Trend of Geological Exploration for Au-deposits in Foreign Countries

Zhu Fengshan

(Changchun Institute of Gold Research, Ministry of Metallurgical Industry)

Abstract

Based upon the information collected by the author from his geological inspections to several gold producing countries in N. and S. America, Australia, West Africa and Europe and combining with the necessity of developing gold industry in China, the author briefly expounds the present status of the development and progress of gold geology in the field of research work and exploration practice, analyses its trend and discusses several new ideas of gold geology and exploration.

Taking the world famous gold deposits as typical examples, this paper illustrates and dissects the examples of Carlin type gold deposits, the epithermal type gold deposits around the Circum-Pacific metallogenetic belt and the Hemlo gold deposits etc. Furthermore, the new conceptual model of faulting structural controlled gold deposits and epigenetic re-enrichment process of gold placer are also discussed.