

新几内亚金矿地质概况与找矿勘探

张品静 整理

应澳大利亚康辛里奥廷托有限公司 (Conzinc Riotinto of Australia Limited, 简称C.R.A.) 的邀请, 冶金工业部赴澳、巴黄金矿山技术考察团于1979年11月21日到12月20日访问了澳大利亚、巴布亚新几内亚。在澳大利亚考察了本迪哥、巴拉腊特等三个金矿床和六个金矿点; 在巴布亚新几内亚考察了潘古纳、瓦乌铜金矿、金矿和三个金矿点。现将考察情况整理如下。

金矿资源概况

澳大利亚于1823年在新南威尔士州巴瑟斯特附近发现金矿, 开始采金, 相继发现了巴拉腊特、本迪哥、摩根山、卡尔古利等大型金矿床, 到1977年止, 据开采的130个金矿床统计 (3吨以上, 下同), 共生产黄金6004吨。现正开采的金矿有11个, 1978年生产黄金20.2吨。

澳金矿类型较多, 已知金矿床148个, 已探明金矿储量227.8吨 (美国杂志报道, 探明储量622吨, 潜在储量466.5吨)。金矿床主要分布于西澳、维多利亚、昆士兰、塔斯马尼亚等州。

巴布亚新几内亚采金历史与澳大利亚相似, 据初步统计, 已知金矿床 (点) 170处, 探明金储量490吨, 潜在储量100吨以上。从1951~1970年共生产黄金34.85吨, 随着1972年潘古纳斑岩铜 (金) 矿投产, 金产量剧增, 1978年有二个矿区产金, 计23.6吨, 其中潘古纳23.4吨, 瓦乌0.2吨。

若干金矿类型的地质特征

澳大利亚大陆的大地构造, 自西向东由西澳地盾逐渐过渡到东澳沿海的塔斯曼地槽, 中间为过渡带, 发育着次级复杂的地块和盆地 (图1)。

巴布亚新几内亚属南太平洋岛弧的一部分, 以罗尔河深断裂为界, 南部属澳大利亚

陆台陆缘的延续部分。地质构造特点与澳大利亚东北部相似, 深大断裂以北属优地槽。全境新生代构造—岩浆活动十分强烈, 北部和中部至今仍有火山活动, 特别是北部近代火山活动更烈, 岩浆活动以中性为主, 既有大规模安山岩类的喷出活动, 也有不同规模的侵入活动。



图1 澳大利亚主要金矿床分布图

- 1—诺斯曼; 2—戈尔顿迈尔; 3—格罗利亚斯; 4—维鲁纳; 5—50号山; 6—拉勒希尔; 7—太尔福; 8—坦纳特河; 9—蒙纳希尔; 10—澳特伦加; 11—本迪哥; 12—巴拉腊特; 13—摩根山

澳大利亚、巴布亚新几内亚地质构造的不同特点, 控制了各类金矿的分布, 现就若干金矿类型的地质特征扼要介绍如下:

1. 产于太古界绿岩带中的金矿床 澳大利亚绿岩金矿最早发现于卡尔古利, 相继发现和开采中、大型金矿42个, 截至1977年, 共采黄金2174吨, 占全澳历史累计总产量的36.2%。该类金矿主要产于西澳伊尔冈地块和皮尔巴拉地块。地块分布的岩石主要为绿岩, 由一套低变质的超基性—基性—酸性火山岩组成, 如枕状拉斑玄武岩、辉长岩和少量凝灰岩、硅质岩和碳质页岩等。它们占两个地块总面积的1/4或1/5, 呈北北西方向分布。另外是深变质的花岗片麻岩、花岗岩和

混合岩,局部地区有变质的角闪岩,约占两个地块总面积的3/4或4/5。地层受强烈区域变质和紧密褶皱,岩石年龄大于26亿年。金矿床都直接产于低变质绿岩带的卡尔古利和诺斯曼两个岩系中。矿体和构造关系密切,一般受北北西走向断裂和褶皱控制,矿石含金品位大于10克/吨,最高32克/吨。此类矿床可以戈尔顿迈尔、格澳大利亚孙斯、诺斯曼三个矿床为代表。如戈尔顿迈尔金矿,历史累计采金1120吨,是一个巨大的金矿床。该类矿床的矿石是硅化灰岩、层纹状石英脉和绿片岩中的浸染状矿石。

1979年在西澳发现的伊莱亚金矿点,金赋存于含铁(贫)石英岩中(或含铁酸性火山岩中),金与岩层属同生产物,含金品位3.5克/吨。

2.产于元古界浅变质岩中的金矿床 主要分布于西澳和南澳前寒武纪盆地内及其边缘,有中、大型矿床7个,共采金160吨,其中坦纳德河采金93.7吨。该类金矿历史开采量虽然不多,但近年来在西澳发现太尔福金矿后,引起了澳地质人员的重视。

太尔福金矿是产在中上元古代浅海三角洲相岩层中的金矿,地层的突出特征是碳酸盐岩层和砂岩页岩层的韵律性明显,且含少量碳质物和黄铁矿。含矿岩系为太尔福建造,主要是砂岩、粉砂岩、页岩,厚1400米,其上方为彭塔彭塔建造,下为伊斯德建造,均为白云岩层。

矿区为一个扁长穹窿构造,轴向北西300°,西侧缓倾角15°,东侧陡,倾角25°(图2)。

金矿化分布于穹窿构造核部的三个层位,最重要的为中瓦列脉,它赋存于页岩底部、砂岩顶部的礁岩中,厚0.3~2.5米,在主穹窿东翼至少向下延深200米,但是西翼延深只有50米。主矿体东侧还有三个矿脉,在矿脉之下还有一个含金品位3克/吨的矿带。

矿石主要由黄铁矿、少量方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、菱铁矿等组成。此外还有硬石膏、针状电气石、碳化物等。矿石氧化强烈,金与黄铁矿关系密切,矿石平均含金9.8克/吨,已探明矿石440万吨。

西澳的拉勃希尔金矿,产于拿勃盆地边缘,地层年代为18亿年。矿区为一个走向北

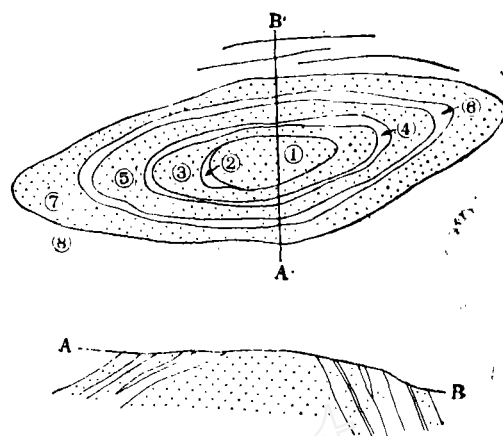


图2 太尔福金矿穹窿地质图

- ①核心砂岩;②下部瓦列页岩;③底盘砂岩;
④中部瓦列页岩;⑤中间砂岩;⑥上部瓦列岩;
⑦利姆砂岩;⑧外部页岩

西35°、向南东170°倾伏的背斜,岩层倾角50~60°,矿层为含矿似碧玉岩(矿区地质人员称为燧石岩),两翼均有出露。矿层下部为片理化的红色凝灰岩,靠近矿层为黄白色或微带绿色凝灰岩,与似碧玉岩呈互层产出。矿区外围有花岗片麻岩出露。

含矿似碧玉岩厚4~16米,碳酸盐含量很高,原生矿石可见呈条带状和星点状、线状排列的镜铁矿,构成明显的沉积条带,系同生沉积。金属矿物有黄铁矿、黄铜矿等。地表取样含金普遍,金品位2.98~36.0克/吨,平均12.2克/吨。

另外,在南澳元古代地层中亦产出很多金矿,它们都产于元古代第三岩段上下冰碛层之间的富含碳酸盐砂岩、粉砂岩,特别是白云质粉砂岩、砂岩中,呈整合脉状或交错脉状产出。

3.产在古生代地层中的金矿 古生代地层中的金矿,大多分布在东部昆士兰、新南威尔士、维多利亚、塔斯马尼亚等州,据49个矿床统计,已采金1940吨,占总产量32.3%,按矿化特点,扼要介绍二个矿床:

①本迪哥金矿:该矿发现于1853年,五十年代初期因金价下跌而停产,100年间共采金539.3吨,矿井深达1400米,是世界上著名的金矿之一。

矿区长11公里,宽3公里,出露地层为

早奥陶世具复理石建造的板岩、砂岩互层，厚度大于1500米，构成一条走向北北西的线型紧密褶皱。矿区内共有彼此平行的11条狭长陡立背斜，两翼倾角 70° ，背

斜顶宽仅10米，为两翼对称的相似形背斜，两背斜之间的距离一般200~300米，轴部常有逆断层和煌斑岩伴生（图3）。含金石英脉充填于层间剥离构造中，矿体呈鞍状，厚度大，品位高，最大厚度可达20米，含金最富可达600~900克/吨，但品位变化很大。两翼充填整合型薄脉，厚0.1~0.3米。上述两类矿体为主要开采对象。

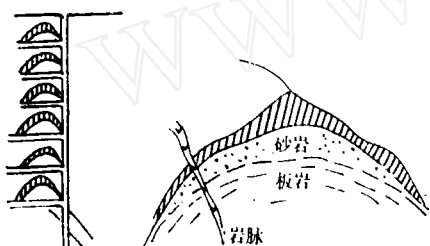


图3 本迪哥金矿床剖面图

矿石为白色块状石英、层纹状石英和晶簇构成。金属矿物有黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿和自然金，硫化物总量一般为1~2%；脉石矿物有石英、铁白云石、绿泥石、绢云母和钠长石。

在维多利亚州中部和南部，凡是有奥陶系地层出露的地方，含金石英脉分布很广，有大脉、细脉等不规则脉体，为巴拉腊特一带砂金提供了丰富的物质来源。

②多金属矿床中的伴生金：虽然品位低，但开采量大，以昆士兰州中部的摩根山铜金矿为代表。该矿已开采矿石7500万吨，含铜0.75%，含金3克/吨以上，累计产金245.6吨，是一个与火山岩有关的铜金矿。

4.斑岩型铜金矿：主要分布于巴布亚新几内亚境内，全境新生代构造岩浆活动十分强烈，按其分布，可分四个矿带（图4）。

第一矿带：沿布什维尔岛、新爱尔兰岛、马拿斯岛呈北西方向分布。主要矿床是



图4 巴布亚新几内亚金铜矿床分布图

潘古纳斑岩铜金矿。矿床发现于1964年，1972年投产，1978年产金23.4吨，铜19.8万吨，是一个产于第三系中新世安山岩、闪长斑岩等火山杂岩体中的特大型斑岩铜金矿。

第二矿带：分布于新不列颠岛，已知铜金矿点共14处，呈北东向分布，含铜0.1~0.2%，目前还未发现工业矿床。

第三矿带：沿密西马、瓦乌、娃姆到富比伦河，呈北西方向。除发现有斑岩型铜金矿外，还有火山角砾岩经风化淋滤富集的风化壳型金矿及与火山岩有关的新金银矿(?)。矿带东段以金矿化为主，中段金铜矿化强烈，西段以铜矿化为主。

第四矿带：自富比兰山至莫兹比港以北地区，呈北西方向。

以上四条矿带，均沿深大断裂展布，显示了斑岩型矿床成群成带出现的特征。

5.含金火山角砾岩经风化淋滤富集形成的风化壳型金矿：矿床分布于巴布亚新几内亚爱地河一带，以瓦乌金矿为代表。矿床产于晚第三纪火山凝灰角砾岩为主的火山岩系中，岩石呈暗灰色，含碳质较高，普遍可见浸染状黄铁矿（呈立方体），原岩含金小于1克/吨。该区风化淋滤作用强烈，在氧化层内，金富集，含金2~3到5~6克/吨，最高可达30克/吨。含金风化层一般厚几米，最厚20米。构造断裂发育的地段，往往是金矿最富集的地段。矿体底板即未风化的原岩，矿砂送入选厂，稍经破碎，采用混汞、流槽就可获得金。金成色较低。

6.与火山岩有关的新金银矿：分布于巴布亚新几内亚的密西马，石英脉、石英细脉穿插于白垩纪板岩、第三纪中一酸性喷出岩，矿体厚几米至几十米，金品位5.66克/吨，银100克/吨，铜0.1%。硫化矿物有黄

铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等。围岩蚀变有高岭土化、黄铁矿化等。

7. 砂金矿床 澳大利亚、巴布亚新几内亚砂金资源丰富,不仅有现代河床砂金,而且有埋藏砂金,在整个新生代不断形成的疏松层,都有金矿赋存。据统计,截至1977年,澳大利亚已采出砂金1730吨,占全澳总产金量的28.8%。其中巴拉腊特地区采金达1200吨。该区砂金从晚第三纪或更早的时间开始,就不断形成松散砂砾层、砂层,并为上新世或上更新世的玄武岩流覆盖,形成埋藏砂金。主要含矿砂层在松散层底部,直接覆于奥陶系砂板岩侵蚀面上,厚0.5~0.6米,最富地段金品位10~1000克/米³,一般为20~30克/米³。宽几百米,最宽450米,长几公里到十几公里。在松散层中间,有时亦有砂金矿体存在,一般产于砂砾层的小间断面即假基底上,厚一般1米,极少达10米,宽100~300米,金品位5~10克/米³。

巴拉腊特砂金矿物质主要来自下奥陶统砂板岩中众多的石英小脉,因此砂矿分布受下奥陶统地层控制,并与区域构造线有密切的关系。如该区构造线与奥陶系地层都是南北方向,它所控制的砂金矿亦是呈南北向线型分布,规模大,连续性好,但当构造线呈东西方向、河床横切不同的地层单位时,一般只在含金来源丰富地层单元的下方形成规模不大的砂金矿床。

概括起来,澳大利亚、巴布亚新几内亚金矿有如下特点:

1. 从澳大利亚金矿的产出时代来看,太古代地层中的金占总产量36.2%,古生代地层中的金占32.3%,新生代河床砂金占28.8%。元古代地层中的金最少,仅占2.6%。近年来在元古代地层中发现了太尔福和拉勃希尔微细粒金矿,显示出潜在远景。

2. 不同大地构造单元,控制着不同类型金矿,西澳地盾和过渡带中的次级地块常出现单一金矿床。东部塔斯曼地槽区以多金属矿床中的伴生金为主。巴布亚新几内亚属新生代地槽活动带,则出现斑岩型铜金矿、含金火山角砾岩型金矿和新金银矿。

3. 澳大利亚金矿床具有明显层控特点,太古代金矿赋存于呈北西向分布的卡尔古利、诺斯曼岩系中。产于元古代地层中的金矿,一般都赋存于第三岩段上、下两个冰碛

层之间的砂页岩层中。产于古生界地层中的金矿都产于下奥陶统砂板岩中。

4. 不少金矿床受区域褶皱或次级褶皱、断裂控制,在一定部位形成矿体。

5. 直接控制金矿床的围岩,一般是富含铁、镁质基性-超基性火山岩(低变质的绿岩),含碳或含铁白云石砂岩、粉砂岩以及似碧玉岩等。斑岩型铜金矿与中性火山岩、次火山岩有关。

6. 与硫化物共生的微细粒金,当其产于含有机碳质层中或受强烈氧化形成铁帽时,往往聚集成明金,构成金的次生富集。在某些情况下,岩石中不含有机碳或不形成氧化铁帽时,金则往往流失、贫化。

找矿与勘探

C.R.A. 勘探公司的地质技术人员在找矿和勘探方面所采取的步骤和方法,与我国有所不同。

首先,他们很重视远景区和评价点的选择。主要从区域地质条件的研究和本地区采掘历史资料的整理分析入手。一般从收集国内的由澳联邦矿物资源局出版的区域地质图、重力图、磁异常图及地球卫星资料入手,也注意收集世界各类矿床的地质资料并作研究和对比。他们经常派人出国考察,让地质技术人员实地考察各类矿床的地质特点和工作方法,便于类比选择。当菲律宾不断发现斑岩铜矿后,他们派人去考察,经过对比认为巴布亚新几内亚正处于菲律宾斑岩铜矿带的延长部分,地质成矿条件类似,随即组织力量,采用分散流法,逐步缩小靶区,终于1964年在布干维尔岛找到了潘古纳大型斑岩铜金矿。在此基础上,不断扩大找矿,又找到与潘古纳相似的如富比兰山等一批有望矿床。又如美国一家公司1972年在西澳发现了太尔福金矿,这对C.R.A. 公司地质人员震动很大,立即开展该类金矿的找矿工作,目前已在南澳、西澳找到了一批同类型的有望矿点。

C.R.A. 勘探公司对区内采掘历史资料的整理分析是详细的,并整理成册,不少矿点是在整理前人资料的基础上重新建立新的地质认识后再去进行工作的。

其次,在进行评价与勘探工作时,十分强调经济效果。C.R.A. 勘探公司每年选出

50~70个矿点进行评价,并确保有2~3个获得成功。在方法选择不拘一格,机动灵活,速战速决,不消耗战。如矿点评价时,只在矿点外围测制小范围(1~2平方公里)的比例尺为1:1000~2000的地质平面图,按一定的线距和点距(10~20米)的网格采取次生晕或原生晕样品或按地质成矿条件做一些物探工作,然后投入少量稀疏的槽探,其目的在于圈定矿化范围。凡是需要用钻孔作深部验证的矿点,都有明确的地质推断和远景设想,一般只打3~5个100~200米的孔,如果比较理想,然后通过可行性研究,再确定是否转入初步勘探。

对砂矿的评价,在选区的基础上,采用大线距砂钻控制的办法,了解含金层的特点,以确定它的工业意义。

一个矿床由评价转入勘探之前,必须进行可行性研究,该项工作由专门机构和人员负责进行。可行性研究的内容包括矿床的经济价值,采、选、冶条件等。转入详细勘探阶段时,还要研究资金来源、投资、产品的销路 and 市场价格以及国家的经济政策和法律,使投入的资金能及时回收,保证勘探一个,建设一个,以获取最大的经济利益。

对确定转入详细勘探的矿区,不是采取一次干完,再行设计建设,而是采取分段分期勘探建设的办法,效果很好。如潘古纳铜金矿的详细勘探工作,只限于275米标高以上,勘探初期钻孔网度为250×250米,然后加密到125×125米及65×65米。275米标高以下的深部,仍有很好的矿化,对这些埋藏较深、近期不能利用的矿体,只作稀疏的钻孔控制,不去化费过多的勘探工程,以便把大量的资金用到更急需的地方。

澳方十分重视从勘探到建设的速度,像潘古纳这样的大型铜金矿,1964年发现,1972年投产,仅用八年时间,投资4亿澳元,除用于铺路,露天剥离,厂房住宅建设外,还修了一条长23公里的精矿粉输送管道,建起了日处理10万吨矿石的选厂,一个10万吨级的海港和一个13.6万千瓦的发电厂。据介绍,一个中等规模的矿山,从评价到建厂投产只需3~5年,澳西部矿产公司的一个镍矿,从勘探到建设,仅用了一年零四个月的时间。

澳方很重视地球化学找矿,找矿效果好。地表化探取样一般使用螺旋钻,在重点

地段用浅孔冲击钻打到基岩。岩心钻探都采用金刚石钻进,能打各种角度的钻孔或扇形钻,并采用绳索取心,最终孔径为76毫米,岩心采取率都在95%以上。

地质编录一般突出重点,岩心用金刚石切刀切成两半,一半送化验分析,另一半照相后存放。槽探亦只作岩性定名并在大比例尺地质图上用花纹表示岩性,并写上化验分析结果。从送样到成果返回,一般为3~4天,分析结果可靠。

澳方的测试装备较好,潘古纳铜矿的化验室就有三台原子吸收光谱仪,除承担本矿区的化验分析任务外,还承担巴布亚新几内亚地区找矿勘探工作中所送的化验分析样品。

地质技术管理工作

C.R.A.公司是澳大利亚三大财团之一,主要经营铁、铜、铅、锌、镍、铀、铝土、石油、煤等矿产的开采、冶炼和成品、半成品加工的综合性企业。勘探公司是C.R.A.下属的一个单位,共有职工近200人,下设西澳、澳北、南澳、东北和东南地区公司(包括斐济和巴布亚新几内亚),此外,还有一个海外公司,负责在印尼、马来西亚、加拿大、美国、菲律宾、泰国及非洲一些地区的找矿工作。各地区公司设经理,统管十多名到三十多名地质技术人员,负责几十万到二百多万平方公里面积内的找矿。勘探公司下属一个研究所,人员不超过十人,他们按矿种分工,进行资料综合和找矿远景区的选择。

C.R.A.勘探公司近几年来把主要目标一直放在寻找铁、铜、铅、锌、铝、锡、铀、金刚石等矿种,他们在国内找到了一批矿床,1979年又在西澳肯定了一个较富的金刚石矿的工业价值,发现和勘探了潘古纳铜金矿,近几年的金矿找矿、勘探工作,亦不断取得新的进展。

C.R.A.勘探公司每年投资1500~2000万澳元。澳方所运用的地质理论、找矿技术和方法与我国现行的基本相似,差距并不算大,但就找矿效果来看,却有一定差距。在地质技术管理方面,印象最深刻的有以下几点:

- 1.重视技术人员的使用和培养,把他们看成是公司的最大财富。C.R.A.勘探公司总经理本身就是一位地质专家,地区经理也

都由有经验的地质技术人员担任,对本地区的地质工作负全责,公司对他们一是批准年度投资,二是要求每年评价一批矿点,找到几个矿。

澳地质技术人员思想活跃,工作大胆,知识面广,不仅熟悉地质工作,对探矿、化验分析亦都了解,物探、化探工作都亲自来做。

C.R.A.勘探公司总经理强调把刚毕业的大学生送到基层去工作,并选派有经验的技术人员到国外去学习和考察,提高他们的工作能力,使其成为各个矿种、各项专业的技术专家。

2.地质管理机构精干,办事效率高。

C.R.A.勘探公司总部实际上只有总经理,两名技术助手和少数分管行政、商洽的人员。各地区公司机构亦很精干,许多工作都由社会各部门协作完成,如澳大利亚小比例尺区域地质图、重力图、磁异常图都由联邦矿物资源局提供,各专业公司可根据工作需要购买。各专业公司一般只开展较小面积地质填图和找矿工作。找矿勘探过程中所需的勘探工程、化验测试、交通运输等都雇用其他专业公司(包括外国公司)的力量来完成,如巴布亚新几内亚境内的娃姆铜金矿区的钻探工程,就是由一家美国公司承包的。此外,他们还经常雇用私方顾问人员,为公司提供技能,有时还临时雇用人员,采用签订合同的方法完成某些地质找矿任务。因此,C.R.A.勘探公司人员虽少,但活动能力较大,领导人可以把主要精力放在地质找矿工作上。

3.十分注意经济效果,总是想方设法用最少的投资、最少的工程量、最快的速度,取得最大的经济效果。实行可行性研究和矿床分期分阶段勘探就是一个例证。

4.对地质工作质量比较重视,特别是一些重要环节如矿心采取率一般都在95%以上,并装入镀锌铁皮或塑料岩心箱中,加盖送运,对化验分析成果及时整理、指导。在矿床开采过程中,非常重视有用组分的分布,如潘古纳铜金矿就设专人进行研究,确定矿体的可采边界,以调剂不同品级矿石的合理开采和贫富矿石的搭配,保证开采工作经济合理。

5.找矿勘探的装备先进,如山区运输主

要依靠直升飞机,普遍采用金刚石钻进,分析测试手段采用快速准确的仪器。

几点建议

为了使我国的黄金生产有一个高速度的发展,必须采取集中力量打歼灭战的办法,尽快拿下已经勘探的项目,提出储量交付建设;在找矿上重点应放在砂金和可供露天开采或易采、易选的金矿上来。为此,对如何开展金矿地质找矿工作,提出如下建议:

1.在继续抓好已知主要类型金矿的找矿勘探的同时,必须十分注意新的金矿类型的寻找,特别是含金砾岩、微细粒浸染型金矿及不同成因角砾岩的含金性等新类型金矿的探索。

此外,南方一些省(区)震旦系陡山沱组燧石层,普遍含黄铁矿,对其含金性应作出评价。西澳拉勃希尔就是赋存于元古界似碧玉岩层中的一个金矿。

还应提出的是,过去由于黄金价格低及采选条件的限制,找矿中一般只注意品位高的矿体。近几年来情况有了新的变化,据了解,只要矿床有一定规模,开采条件好,较低品位的矿体亦可利用。

2.要因地制宜地运用各种找矿方法,改进勘探程序,加快找矿勘探步伐。金矿类型较多,找矿方法各异,一般在寻找原生金矿时化探方法效果较好,与金矿伴生的元素有铜、铅、锌、砷、锑、汞、银、钼、钨、锡、硼等,为了适应金矿普查找矿工作的迫切需要,必须迅速发展和壮大化探找矿队伍,使其成为一支突击力量。

在勘探上,应针对不同类型矿床采取分段、分期勘探建设的办法,不要等一个矿床全部勘探结束后再去进行设计和建设,应当把勘探、可行性研究、建设三者紧密地结合起来,力争做到勘探一个,建设一个,投产一个。对一些暂时不能开发利用的矿床或深埋的矿体,不要过早地转入详细勘探。

3.加强区域成矿条件的研究,把选好远景区,选准评价点,作为关键性技术问题来抓。对一些急需探索的金矿新类型,可组成专题小组,研究它的成矿地质条件,对其远景作出估价。

4.要改善地质找矿队伍的装备和交通运输条件,提高测试水平,加快找矿的步伐。