

甘肃省金矿地球化学勘查 主要成果和典型案例



徐家乐 冯治汉

地球化学勘查(简称化探)作为一种找矿手段和勘查地球化学作为一种应用性边缘学科在我国已有四十多年历史。但金的地球化学勘查起步较晚,主要原因是金在样品中的含量一般很低,用常规的分析手段难以检出。80年代以前,只有个别利用伴生指示元素(As、Pb等)评价石英脉型金矿的例子。进入80年代以来,原地矿部在全国实施区域化探扫面,同时,痕量金分析技术取得突破,才使金的地球化学勘查真正起步,并得以飞速发展。

甘肃省的金矿化探走过了与全国相同的发展道路。自开展区域化探工作以来成果丰硕,是全国受益最大的省(区)之一。

一、勘查地球化学的新思路

勘查地球化学在我国始于50年代,直到70年代,化探方法多半用于点(矿区)上的勘查和小面积的普查。生产中多与物探方法配合,在地质找矿中的地位和作用不突出,被统称为“物(化)探”,只是一种附属的次要方法。

70年代末,我国以谢学锦院士等为代表的专家学者,对地球化学填图理论与方法,包括理论基础、工作布置、采矿、样品加工及保存、样品测试及其质量监控、数据处理、成果图示等方面进行的系列研究,形成相应的理论和方法技术。在此基础上,提出了“区域化探”(又

称区域地球化学填图)的新观点,促进了地球化学勘查指导思想和方法技术的一次革新。它的“新”主要体现在两方面,一是由点的局限到面的展开,将理论与大规模区域调查相结合,在原地质部决策和部署下,区域化探扫面在全国展开,作为基础地质调查计划任务下达各省地质局执行。二是在样品分析的很多方面取得了突破:分析元素达到39个,各元素分析检出限都达到该元素的克拉克值或更低,分析精密度和准确度由原来的半定量提高到定量水平。特别是原河南省地质局中心实验室光谱分析室于80年代初研制成功痕量金的化学光谱测定法,使金的分析检出限和精密性等指标基本达到区域化探的要求,从而使金成为区域化探常规分析的39个元素之一,这是为区域化探取得实效贡献最大的一项科学技术进步。

新思路即区域化探扫面的实施使勘查地球化学提高到一个崭新的水平。表现在提供的信息大大丰富,资料可信度进一步提高,异常和背景更加清晰、完善。特别是较准确地反映了微量和痕量元素的比较完整的地球化学场,为寻找半隐伏或难识别有色金属矿和金等贵金属矿提供了前所未有的机遇。十几年来,在我国通过查证化探异常(其中主要是区域化探异常),已发现各类矿产产地超过1000处,其中金(银)矿产地占75%以上,区域化探

异常查证已成为普查找金的主要手段。中国在区域化探这一领域已被公认处于国际前沿水平。

二、甘肃的金矿地球化学勘查成果喜人

甘肃省的区域化探基本与全国同步,开始于1979年。现在完成全省面积80%以上,计划在2000年以前完成全省(不包括陇东中、新生界厚覆盖区)约40万平方公里的1:20万区域化探扫面工作,已累计投入资金约3000万元。

与全国一样,甘肃省的区域化探工作取得了显著的成绩。据不完全统计,近20年来共发现综合元素异常约1800个(仅省地矿局系统,下同),其中约1/2有金异常反映。已查证异常(包括三级、二级和一级查证)约800个。至1997年底,通过化探异常查证共发现各类矿产地107个(内有金(银)矿95个,占88%)。其中,大型矿床6个(金5个),中型矿床14个(金11个),小型矿床42个(金40个),矿点45个(金38个)。上述新发现,仅金矿的潜在经济价值就达数百亿元之巨,大约是区域化探扫面、

异常查证及其后续地质工作费用的500倍左右。此外,省内各工业部门的地勘队伍近十几年来也用化探方法找到了一批金矿产地。化探找金的丰硕成果为甘肃省“八五”以来在金矿勘探、开发和黄金生产方面取得突破奠定了坚实的基础,作出了不可磨灭的贡献。

三、甘肃省勘查地球化学找金典型案例

1. 化探找金开先河—南金山金矿的发现

南金山金矿是勘查地球化学方法在甘肃省找到的第一个金矿床,也是甘肃省第一个规模达中型以上的独立岩金矿床。

1981年,甘肃省地矿局物探队在甘肃北山北带开展1:5万化探(水系沉积物测量)普查。初期的任务是寻找以钨为主的有色金属,分析元素有W、Mo、Bi、Cu、Pb、Zn、Ag、As、Sb、Hg等(后来才补作了Au)。在1:5万“破城山”幅的西北部发现圈定了As、Hg、Sb、Ag为主的多元组合异常(后补作Au异常亦很好),Cu、Pb、Zn、W、Mo、Ti等亦有异常但较弱(图1)。

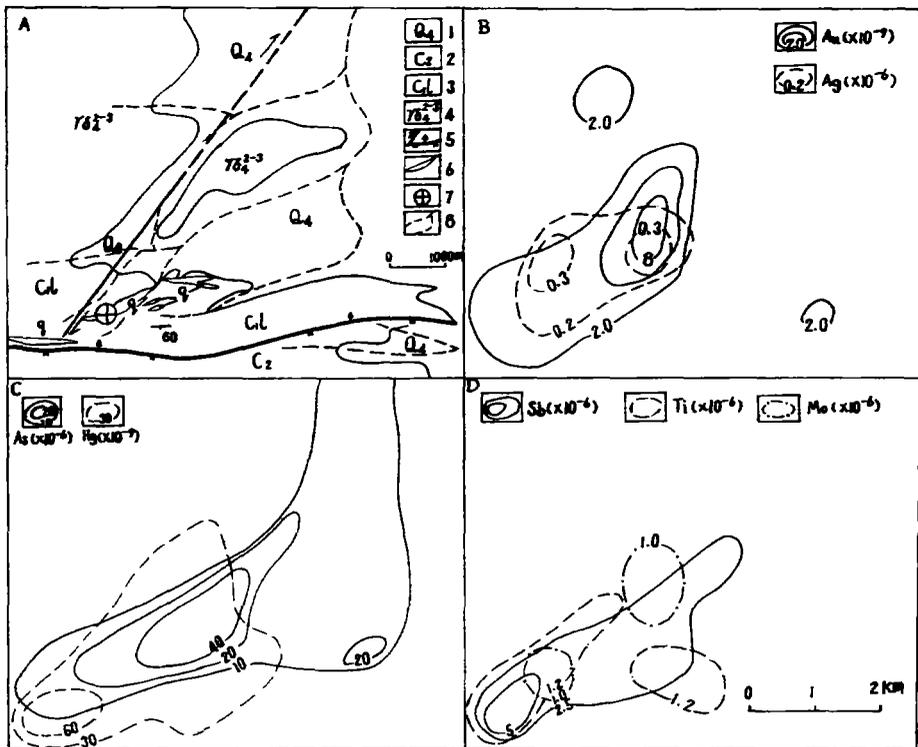


图1 南金山金矿区水系沉积物测量地球化学图

A—地质略图:1—第四系全新统;2—中石炭统碎屑岩;3—下石炭统柳园组火山碎屑岩;
4—华力西中晚期花岗岩;5—断裂;6—次生石英岩;7—金矿床;8—间歇水系;B、C、D—元素异常图

当年踏勘检查,在异常源区见到两条石英脉,一条宽数米,含大量镜铁矿;另一条平行于它的北侧,出露宽十余米至数十米。异常范围内无任何前人有关金矿的资料,也未见古人采砂金的遗迹。1982年,该队以这两条石英脉为中心,先后作了1:2.5万和1:5千岩石测量,并配合磁法、电法等物探工作。结果,普查时的各异常元素均再现,岩石地球化学异常强度高,比1:5万增加1~2个数量级,异常面积达1平方公里以上,且连续性好,异常主要与“另一条”宽大石英脉有关。但是,在其露头上很难见到金属矿物矿化现象,仅根据元素组合特征等地球化学资料分析,认为该异常可能由金、银矿引起。因此,布置了一条地质、化探、物探综合剖面,并使用刚引进的化学光谱法测金技术进行金分析。随后,又在剖面异常范围内用连续拣块法采化学样31个,分析结果,其中6个样达边界品位,3个样达到3g/t以上。同时,采集了十几个自然重砂样,竟有11个样见到明金。但部分地质人员认为,如此巨大的石英脉不大可能含金,所以该异常并没有引起足够的重视,其工程验证没能列入1983年的地质项目计划。恰在这时,谢学锦院士和邵跃教授来兰州讲学,该异常资料有幸给他们看到,两位专家一致认为异常应为金、银矿引起,且矿床规模不会小。在专家意见的鼓舞下,省地矿局领导亲临野外现场,调动一个地质分队对该异常进行验证,又经过4年地质普查和详查,探明了一处中型岩金矿床,命名“南金山”金矿床。仅时隔一年,同样以化探为先导,通过工程验证和地质评价等手段,在其西延方向15公里处,又找到并探明一处中型岩金矿床—马庄山金矿床。两矿床的金(银)矿体均赋存于次生石英岩(即原认识的“大石英脉”)中,含矿地层为下石炭统白山组火山岩(凝灰岩、流纹岩等),矿床类型为火山岩型。经地质专家考察后充分肯定了该两矿床发现的重要意义,认为,这种产于古生代的火山岩型金矿在国内外尚属罕见。

2. 区域化探引路找到大水金矿

甘肃省甘南藏族自治州西倾山一带地质构造独特。石炭系、二叠系、三叠系等浅变质的碎屑岩、碳酸盐岩构成一个向西倾伏的复式背斜,其南翼见有燕山期中酸性岩株侵入,断裂构造发育。总体构成向南突出的弧形,形成一个东西长约40公里,南北宽约20公里的构

造窗。区域化探扫面前,除发现两个贫赤铁矿化点外,本区基本还属矿产空白区。

“碌曲”幅1:20万区域化探于1985年完成,在西倾山一带圈出Au、As、Ag、Sb、Hg等低温元素为主的综合异常,但异常强度不高,连续性也不甚好。Au的最高异常在忠曲一带,其峰值也只有 7.4×10^{-9} ,位于一个燕山期中性小岩株的南面(图2)。

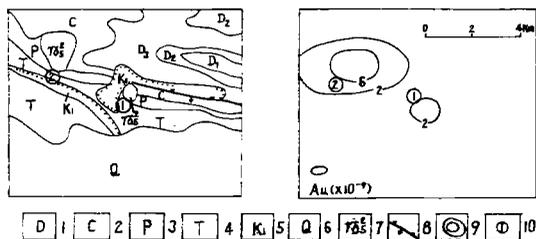


图2 大水金矿田地地质简图及 Au 地球化学异常图

- 1—石炭系碳酸盐岩、千枚岩; 2—石炭系碳酸盐岩夹碎屑岩; 3—二叠系灰岩、砂板岩; 4—三叠系砂板岩夹灰岩; 5—下白垩统页岩、细砂岩; 6—第四系沼泽沉积; 7—燕山期花岗岩闪长岩; 8—断裂, 9—Au含量等值线; 10—金矿床; ①—大水, ②—忠曲

“七五”期间,甘肃省地矿局加强了金矿地质工作,甘肃省地矿局第三地质队经过分析研究认为,西倾山地区具有形成微细粒型(卡林型)金矿的地质背景。当时,他们刚好得到“碌曲”幅的区域化探成果,于是先对忠曲 Au 异常进行查证。按工作程序,完成了1:5万水系到1:1万土壤的异常进一步定位和浓缩。接着对土壤 Au 异常进行槽探验证,但槽子挖开,肉眼见不到任何矿化现象,采化学样无从着手,等到大队地质科下到分队验收时,才指示全槽采样。分析结果却出人意料,金品位高达5~8g/t,含矿岩石竟是发红(赤铁矿化)的白云质碳酸盐岩。异常查证结果,不仅找到了金矿,而且发现了一种新类型的金矿。忠曲金矿目前控制规模为中型,但它的发现起到了引发西倾山地区金矿勘查重大突破的作用。

忠曲金矿的发现使三队信心大增,也取得了一些在该地区找金矿的经验。1990年,他们对忠曲东南约6公里处大水军牧场北面的低弱 Au 异常(1:20万峰值仅

3×10^{-9} ，也正好在一个比忠曲大一些的中酸性小岩株的南侧(图2)进行踏勘检查，很快就见到与忠曲金矿石类似的大量转石，随即在转石分布较密集的地段采集拣块样数十个，分析结果大部分样品金含量8~10g/t或更高。次年，再作1:1万土壤和地球化学测量和地质草测，随后对异常进行槽探、洞探、钻探验证和地质评价。经几年地质工作，已控制矿床达到大型规模。地质三队随即与地方联合进行开发，经过短短3年发展，已成为甘肃省最大

的产金矿山及甘南少数民族地区经济和该队地勘经济的支柱。(见封底右侧照片)

3. 李坝金矿田的区域地球化学特征

李坝金矿是80年代中后期甘肃有色系统通过化探普查发现的，它具有比较“完美”的区域地球化学异常特征，是“高、大、全”异常见矿的典型例子。下面根据“天水”幅1:20万区域化探成果资料对该金矿的异常特征作简要论述(图3)。

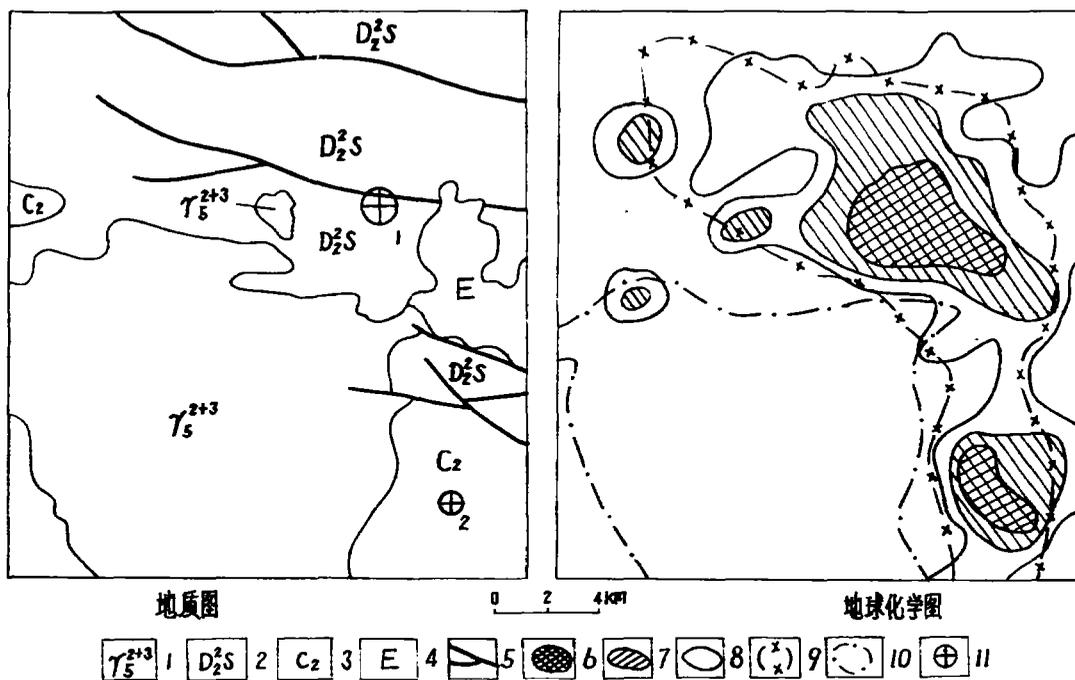


图3 李坝金矿区地质简图及地球化学异常图

1—燕山期花岗岩;2—中泥盆统苏家坝组细砂岩、板岩;3—中石炭统碳酸盐岩夹碎屑岩;4—第三系泥岩、砂岩;5—断裂;6—Au异常内带($20 \sim 45 \times 10^{-9}$);7—Au异常中带($10 \sim 20 \times 10^{-9}$);8—Au异常外带($5 \sim 10 \times 10^{-9}$);9—Au、Ag、Sb、Pb综合异常;10—W、Sn、Bi、Li、Be、Nb、Th、Y、La、Na等元素综合异常;11—金矿床:①为李坝,②为中川

A. 整个综合异常元素组合十分复杂，有Au、Ag、As、Sb、Pb、U和W、Sn、Bi、Be、Th、Nb、Li、Zr、Y、La、Na、K等，还有Cr、Ni、Co的负异常。分析认为，前6个是成矿元素和伴生指示元素，而后面十几个主要是反映成矿地质背景的元素。

B. 异常面积及强度：主成矿元素Au的异常面积达192平方公里，具内、中、外浓度分带，内带(浓集带)

异常强度 $20 \sim 45 \times 10^{-9}$ ，中带 $10 \sim 20 \times 10^{-9}$ ，外带 $5 \sim 10 \times 10^{-9}$ 。As、Ag异常形态、规模等基本与Au相似且套合得很好。Sb异常亦基本与Au套合，但面积和强度小得多。其它异常规模较大的元素还有W、Sn、Bi、U、Li等，但与Au、As、Ag套合不好。整个综合异常的面积达到400平方公里以上。

C. 异常的分带特征：如上所述，Au、As、Ag、Sb等异

常套合好,位于异常区的北部及东部,U 出现在东南部,K 呈近南北向纵贯中部,Pb 异常较零散分布在西半部,W、Sn、Bi、Li 及其它元素都主要在异常区南部,且相互套合较好。

D. 地质成矿特征及背景分析:从上述区域地球化学特征可见,该异常主成矿元素为 Au,次要成矿元素可能有 Ag、As、Sb 为主要指示元素。U 位于东南部,即中川岩体东侧的内、外接触带,强度较高,部分有 Au、As、Ag、Sb 重合,可能反映了另一种类型(铀银金 0 的矿化。其它元素(包括负异常元素)都基本位于南侧的中川花岗岩体内部或接触带附近,为岩体的地球化学反映。该岩体富含 W、Sn、Bi、Li 等微量元素,Mo 含量不高,反映了典型酸性岩体的地球化学特征。Au、As、Ag、Sb 等在岩体内基本为背景含量,其浓集带围绕岩体北侧和东侧,距岩体 1~5 公里,说明岩体主要为成矿提供了热源。再从异常元素组合看,Sb 异常较弱,且无 Hg 等前缘元素异常,反映成矿温度可能以中温为主,与同岩体有关且距岩体有一定距离的现象相吻合。所以,在岩体外围的 Au、As、Ag、(Sb) 异常具有进一步找矿的前景。

四、体会和展望

1. 区域化探扫面的成功经验最近被谢学锦先生进一步总结,提高为基础理论研究同大规模地质调查相结合的“大科学”计划的典范。甘肃省地矿局积极执行区域化探扫面计划,成绩突出,收获巨大,是这个计划的最大受益者。

2. 区域化探圈定出大量的地球化学异常,若以找矿为目的,首先要鉴别众多异常的性质,并选择有最大见矿几率的异常优先查证,这就是所谓的异常筛选问题。原以为这个问题比较简单,经过十几年的实践,却发现它非常复杂,“高、大、全”和低弱异常都有见矿和不见矿的例子。所以,到目前都还没有公认的比较完善的异常筛选方案。这是因为,区域化探圈定的异常都是在各种复杂的地质背景、复杂的成矿作用、复杂的表生作用以及不同的剥蚀程度等众多因素反复、综合影响下形成的,人的因素还可能使其畸变,在异常筛选和评价中,不可能全面考虑并恰到好处地把握这些因素。因此,目前异常筛选评价的方法还是经验型的。但是,充分挖掘

异常的地球化学信息,尽可能利用地质、地球物理、遥感等资料及相关专家的知识等等,无疑可以大大提高异常筛选的成功率。

3. 异常查证是区域化探取得找矿效果的必经之路,查证效果的好坏,既有人的因素,也有技术问题。关于后者,我们体会较深的有两点:一是异常查证各阶段的化探工作,如 1:5 万水系沉积物加密测量,1:1 万土壤或岩石测量等等,要尽可能作全,因为它们不仅在当时可以起到指引、追索、见矿的作用,而且也是以后矿区进一步找矿、深化认识、扩大规模的基础资料。二是化探和地质(还有物探、遥感等)要紧相结合,相辅相成。不少事例说明,化探异常提供的找矿信息常常出乎已有地质认识的意料之外,而地质理论(资料)的正确应用或新认识的形成,则可能找到被化探查证漏掉的矿,或使某些停滞不前的异常查证工作取得新的突破。

4. 区域化探提供的矿产信息非常丰富,但由于各种原因,目前只在金矿勘查方面利用得最多,成果也最好。进一步发掘区域化探资料的找矿信息,增加找矿的矿种,是今后一定时期化探工作的一个重要课题。甘肃地勘局拟在铜、铅、锌、铋、银、锡和钨族元素等矿产的勘查方面有所作为。为此,在区域化探样品分析中增加了 Pt、Pd 两个元素,并已通过 Pt、Pd 异常查证,获得了钨族元素的找矿线索。

5. 区域化探的成果不仅已被实践证明能为地质找矿所用,而且它也是从地球化学角度反映某地区甚至全国的资源和环境状况的一种重要的基础资料。所以,它在国民经济的其它领域,如农牧业、林业、卫生、环境等等都具有广阔的潜在应用价值,而且从长远考虑很可能远远超过在地质找矿方面的应用价值。所以,开拓区域化探成果应用的新领域,进一步发挥它在国民经济发展中应该发挥的更大作用,是当前和今后地球化学工作者再作更大贡献的努力方向。

压题照片为大水金矿小选厂 主要处理堆淋后的尾矿

3 照片由徐东提供

(甘肃省地勘局)