

文章编号:1004-4116(2017)04-0001-09

# 甘肃省地质勘查基金项目勘查成果综述

祁文彬,张元忠,王 亮,窦小雨

(甘肃省地质勘查基金管理中心,甘肃 兰州 730000)

**摘 要:**甘肃省地质勘查基金设立于2009年,至今共设置勘查项目259个,总经费34.2亿元。勘查项目主要部署在甘肃北山、阿尔金—祁连山、西秦岭及陇东地区等主要成矿区带,勘查矿种主要有能源矿产(煤炭、地热、页岩气、铀)、金属矿产(铁、锰、钒、钛、铜铅锌、钨钼、金银、铌钽)、非金属矿产(萤石、石膏、晶质石墨、硅灰石、水泥灰岩、重晶石、花岗岩饰面石材)。其主要目的是增强矿产资源对甘肃经济社会可持续发展的保障能力,提高政府对矿产资源的调控水平,规范矿业权市场。通过省地矿局、省有色地勘局、省煤田地质局、省核工业地质局等单位的组织实施,煤炭、页岩气、铁、铜、金、晶质石墨等矿种勘查取得了较大的突破。其中,以大会战的方式,相继开展了环县、正宁县南部、宁县中南部等大型煤田勘查,创造了地质找矿的“陇东模式”,累计查明煤炭资源量204.6亿吨。为陇东能源基地建设奠定了资源基础。在陇东、武威、敦煌盆地开展了页岩气资源调查评价工作,其中敦煌盆地页岩气调查取得突破性进展。在镜铁山外围卡瓦一带开展的铁矿勘查累计提交铁矿石资源量达5.3亿吨,是甘肃又一处在全国具有宏观影响的铁矿勘查重大成果。白银铜矿深部勘查是老矿山深部探边摸底找矿突破的典型事例,新增铜铅锌金属量51.93万吨,对延长白银铜矿山寿命具有重要意义。金矿勘查也取得了重要进展,累计探求金金属资源量43.07 t。晶质石墨作为新兴战略性矿产,连续找矿突破,初步探求资源量达490万吨。上述勘查成果显示,在矿业市场持续低迷的环境下,省地勘基金对全省地质找矿和矿业开发起到了显著的促进作用,对全省经济社会发展具有重要意义。

**关键词:**地质勘查基金;勘查成果;综述;甘肃省

**中图分类号:**P621

**文献标志码:**A

甘肃省地质勘查基金设立于2009年,勘查矿种主要有能源矿产(煤炭、地热、页岩气、铀)、金属矿产(铁、锰、钒、钛、铜铅锌、钨钼、金银、铌钽)、非金属矿产(萤石、石膏、重晶石、晶质石墨、硅灰石、水泥灰岩、花岗岩饰面石材),勘查项目主要部署在甘肃北山、阿尔金—祁连山、西秦岭及陇东地区等重要成矿区带,其主要目的是增强矿产资源对我省经济社会可持续发展的保障能力,提高政府对矿产资源的调控水平,规范矿业权市场。本文通过系统梳理勘查成果,选择重点矿种、典型矿床,简要介绍成矿地质条件,展示主要矿体特征及矿石质量、矿床规模,以丰硕的找矿成果,力求客观反映省地质勘查基金在甘肃地质找矿中的作用。勘查成果显示,在矿业市场持续低迷的环境下,省地勘基金对全省地质找矿起到了显著的促进作用,对全省经济社会发

展具有重要意义。

## 1 地质勘查项目概况

### 1.1 项目数量、经费投入

自2009年至2017年底,共设立省地质勘查基金项目259个,省地勘基金累计投资34.2亿元。发现评价大型矿床26处、中型16处,小型16处,主要项目、经费及勘查矿种汇总见表1。

### 1.2 项目分布

项目主要分布于北山、阿尔金、祁连、西秦岭和陇东等省内主要成矿地区。其中祁连山地区以铁、钒、铜、金矿及晶质石墨矿勘查为主,西秦岭地区金矿勘查占据较大的项目数和经费,北山—阿尔金主

收稿日期:2017-06-18

作者简介:祁文彬(1985~),男,助理工程师,毕业于中南大学资源与安全工程学院,主要从事矿产勘查管理工作。

表 1 甘肃省地质勘查基金项目主要勘查矿种汇总表

Table 1 Summary sheet of major mineral species of Gansu Geological Exploration Fund

矿产类别	矿种名称	项目数(个)	省基金投资(万元)	查明矿床类型			查明资源量	
				大型	中型	小型	单位	资源量
能源矿产	煤炭	40	204 838	12			亿吨	204. 6
	铀	3	790				X	X
	地热	8	3 804	1			兆瓦	660
	页岩气	4	1 780				-	-
黑色金属	铁	24	27 259	2	4		亿吨	5. 3
	锰	5	6 723	1			万吨	2 915. 36
	钒	4	2 380		2	2	万吨	44
有色金属	铜	31	24 092		1	2	万吨	24. 36
	铅锌	11	2 726		1		万吨	48. 9
	锑	2	770		1	1	万吨	4. 42
	钨	5	5 090		2	1	万吨	2. 87
贵金属	金	79	37 970		2	7	吨	43. 07
稀有金属	铌	1	3 420	1			万吨	28
	钽	3	750	3			吨	8 006. 48
非金属矿产	晶质石墨	4	1 592	2	1		万吨	490
	饰面用花岗岩	3	721	2			万立方米	17 235. 78
	水泥用石灰岩	4	1 272	1	1	1	万吨	33 773. 46
	石盐	1	129		1		亿吨	2. 11
	石榴子石	1	350			1	万吨	116. 04
	石膏	2	924	1			万吨	4 000
	重晶石	1	240			1	万吨	108
合计		236	327 620	26	16	16		

要部署铁、铜、金、钒、铌钽及非金属找矿勘查工作。

### 1.3 勘查矿种

主攻矿种为煤炭、页岩气、铀、铁、锰、钒、钛、铜、铅锌、钨、钼、锑、金、铌钽、铷、钽、萤石、石膏、重晶石、石榴子石、岩盐、晶质石墨、硅灰石,还涉及地热、矿泉水等。其中,煤炭勘查的投入经费最多,达204 838万元;其次为金,经费37 970万元。

## 2 地质勘查项目进展及成果

### 2.1 能源矿产

#### 2.1.1 煤炭

##### (1)环县沙井子西部煤炭勘查

勘查区位于环县西南部,属沙井子断褶带中部。19勘查线北部及3勘查线南部以单斜构造为主,其余地段基本构造走向为近SN,含煤地层为中侏罗统延安组( $J_1y$ ),共含煤28层,煤层平均总厚度19.94 m,6层可采煤层的累计平均厚度为14.49 m。煤层埋深为450~720 m。煤类为低灰、低硫、高挥发份、中—

中高发热量的长焰煤类,煤的工业用途为发电、气化、化工和动力用煤。

##### (2)合水县东—宁县北部煤炭勘查

勘查区位于宁县北部和合水县东部。区内总体构造形态为大致NW方向平缓倾斜的单斜。含煤地层为中侏罗统延安组( $J_1y$ ),含煤层数2~14层,煤层总厚2.87~17.44 m,平均总厚6.40 m。含可采煤层4层,自上而下依次为煤5-1、煤5-2、煤6和煤8层,其中煤5-1层和煤6层为主要可采煤层,煤5-2和煤8层为次要可采煤层。可采煤层总厚度1.28~15.50 m,平均厚度5.28 m。煤层勘查垂深约770~1 030 m。煤类低灰、低—中硫、中高挥发分、高发热量的不黏煤或弱黏煤。煤的工业用途为动力用煤及化工用煤。

##### (3)正宁县罗川东部煤炭勘查

勘查区位于庆阳市正宁县西南部。区内总体为一走向NE—SW、倾向NW、倾角平缓的复式单斜构造。含煤地层为中侏罗统延安组( $J_1y$ ),含煤5层,3层可采,煤层总厚度0.75~7.35 m,平均厚度2.73 m,可采总厚度3.26 m。煤层埋深为490~650 m。煤类为低—中灰、低—中硫、中高挥发分、中—高发热量

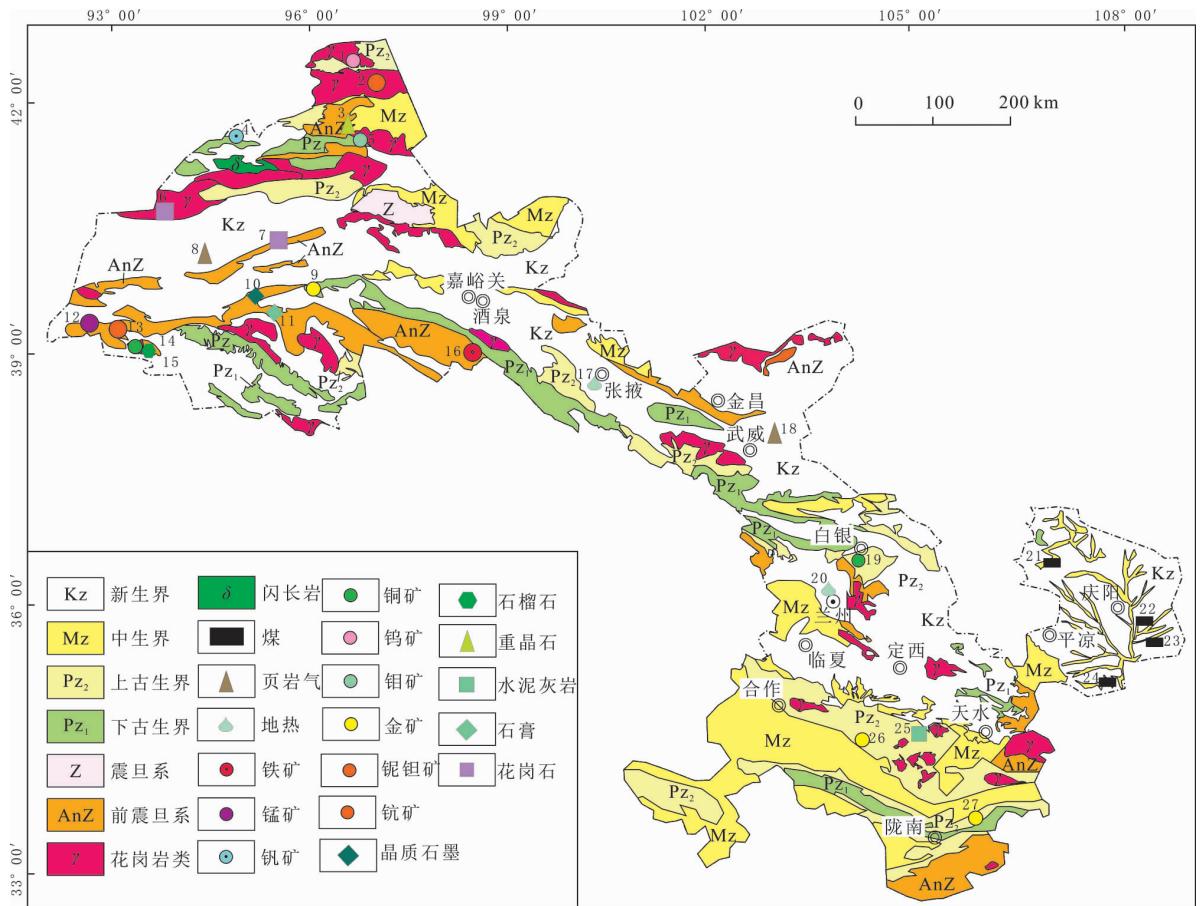


图1 甘肃省地质勘查基金项目主要勘查成果分布图

Fig. 1 Geological map of major results of Gansu Geological Exploration Fund

- 1—肃北县黑山梁铜矿;2—肃北县孙家岭钨矿;3—肃北县大豁落重晶石矿;4—敦煌市五一山钨矿;5—肃北县红山井钨矿;
- 6—敦煌市花岗岩石材矿;7—瓜州县老师兔饰面石材用花岗岩矿;8—敦煌盆地页岩气;9—瓜州县寒山金矿;
- 10—肃北县包岔山晶质石墨矿;11—肃北县马石头泉石膏矿;12—阿克塞县青砂沟锰矿;13—阿克塞县余石山铌钽矿;
- 14—阿克塞县化石沟铜矿;15—阿克塞县六五沟石榴子石矿;16—肃南县卡瓦铁矿;17—张掖市地热;18—武威盆地页岩气;
- 19—白银铜矿;20—兰州市地热;21—环县沙井子西部煤炭;22—合水县东—宁县北部煤炭;23—正宁县罗川东部煤炭;
- 24—灵台县独店煤炭;25—武山县瓦渣沟水泥灰岩;26—岷县锁龙金矿;27—天水市天子坪金矿

的不粘煤。煤的工业用途为发电、气化、化工和动力用煤。

(4)灵台县独店煤炭勘查

勘查区位于泾川县东南部及灵台县。按煤层间距大于0.8 m的原则划分,区内煤层数达13层以上。主采煤层煤5-2为低灰、低硫、中高挥发分、低磷分、高热值煤,煤类以不黏煤为主,少量属弱黏煤,个别点为气煤、长焰煤;煤8-3为低灰、低硫、中高挥发分、低磷分、高热值煤,煤类以不黏煤为主,少量属弱黏煤。勘查区煤层的主要工业用途为动力用煤。

上述及陇东其它勘查区,共估算可采煤层(332+333+334?)总资源量204.6亿吨。其中:333类及以上资源量153.7亿吨,334?类资源量50.9亿吨。

2.1.2 地热

在兰州、酒泉、张掖、平凉、临夏等地区先后开展了地热资源调查评价。

(1)张掖盆地地热勘查

通过施工地热勘探井,主要热储为新近系砂岩、含砾砂岩,埋深1 224.95 ~ 1 804.50 m,划分热储15层,厚度3.55 ~ 30.05 m,总厚度173.55 m。稳定水位埋深为130 m,单井涌水量110 m<sup>3</sup>/h(2 640 m<sup>3</sup>/d),井口水温55℃ ~ 56℃,初步估算产能为660 MW,达到大型规模。是迄今为止甘肃河西地区盆地传导型地热勘查井出水量最大、出水温度最高、水质最好的地热资源,实现了地热资源勘查的重大突破。

(2)兰州市城区地热资源勘查

设计施工的K1地热勘探试验井位于“兰州断陷盆地”中央部位的七里河区秀川,主要热储为白垩系

砂岩夹砂砾岩和前寒武系片麻岩构造及风化带,累计厚度达410 m,利用测井和钾钠地热温标综合判定热储温度介于80℃~115℃;通过抽水试验表明,该井实测自流量600 m<sup>3</sup>/d,出口水温67℃。该井的成功实施对查清以“兰州断陷盆地”为单元地热田的热水资源赋存特征,确定和认识盆地内马滩—崔家大滩一带导热断裂具有重要地质意义,同时也对提升“兰州断陷盆地”整装地热田地热资源勘查评价水平提供了重要的水文地质依据,通过进一步勘查兰州盆地有望探明大型水热型地热田1处。

### 2.1.3 页岩气

根据甘肃省页岩气资源调查评价专项规划(2016—2020年),对全省14个含油气盆地进行了优化排序,分别对陇东、武威、民和、敦煌、潮水盆地及花海、酒泉、民乐、苏干湖、定西、陇西、马鬃山、昌马等盆地先后开展页岩气资源调查评价工作。其中对武威盆地石炭系烃源岩进行了有机地化综合研究后认为,其TOC含量高、有机质类型主要为Ⅱ2和Ⅲ型、Ro值为1.0%~1.5%,主要处于成熟—高成熟阶段,为页岩气有利目标区优选提供了有机地球化学依据;在大靖凹陷施工的武页1井在1 128.37~1 146.09 m钻遇17.72 m厚的富有机质页岩层;岩芯解析气点火可燃,火焰呈蓝色,页岩总含气量为2.19~2.39 m<sup>3</sup>/t。敦煌盆地页岩气资源调查评价实施的敦页1井,在页岩气及常规油气调查方面取得了突破性成果:见62层沥青,单层厚度为0.01~1.06 m,累计厚度为4.05 m,现场荧光鉴定为蓝绿色,定级为9~10级;此外,见46.5 m厚的炭质泥页岩含气层,气测全烃值最高达2.66%,解析气含气量为1.90~2.44 m<sup>3</sup>/t(不含损失气和残余气),点火试验火焰呈蓝色。上述成果对全省页岩气勘查具有指导意义。

## 2.2 金属矿产

### 2.2.1 黑色金属矿产

#### (1)肃南县卡瓦一带铁矿

通过分析北祁连西段镜铁山铁矿外围成矿条件和物化探异常特征,认为该区具有形成沉积变质型铁矿的地质条件,镜铁山外围就矿找矿最为有利<sup>[1-3]</sup>。由于省地勘基金的持续投入,先后发现和评价了大中型铁矿床6处,累计提交铁矿石资源量5.3亿吨。是继镜铁山铁矿之后,我省又一处在全国具有宏观影响的铁矿勘查重大成果,是甘肃西部重要的铁矿资源接续区,为缓解资源接续矛盾、培育优势资源产业、推进经济转型发展提供了重要矿产资源保

障。

目前卡瓦铁矿(铁矿石资源量2.4亿吨)、黄沙泉铁矿(铁矿石资源量1.28亿吨)已达大型矿床规模,塔里干沟铁矿(铁矿石资源量5 466.25万吨)、沙梁铁矿(铁矿石资源量4 015.09万吨)、小龙孔铁矿(铁矿石资源量2 955.27万吨)、双龙铁矿(铁矿石资源量3 584.21万吨)达到中型规模。其中

卡瓦铁矿包括3个矿段,共圈定铁矿体78个。矿体赋存于桦树沟组2岩段的粉砂质板岩及硅板岩中,顶板围岩以浅色板岩为主,底板围岩主要为深灰色—灰黑色粉砂质板岩,局部为灰黑色细晶灰岩。其中1矿段圈定铁矿体44条,主矿体为Fe36、Fe38,长度2 040~2 200 m,平均厚度19.42~27.44 m,探求铁矿石资源量约1.97亿吨。2矿段圈定铁矿体19个,主矿体为Fe1、Fe12,长度2 370~3 463 m,平均厚度8.86~14.83 m。3矿段圈定铁矿体15个,主矿体为Fe19、Fe21,长1 174~1 640 m,平均厚度6.62~6.64 m。矿石自然类型为磁铁矿、赤铁矿混合矿石,TFE平均品位28.76%。该矿床探求铁矿石资源量2.65亿吨(其中333类资源量约占56.2%)。矿区矿石呈细粒结构,块状、浸染状构造,矿石类型以赤铁矿、磁铁矿为主,其次为菱铁矿,局部地段有单独产出的菱铁矿;矿体底部普遍存在黄铁矿富集层,圈定硫铁矿体。选矿试验研究推荐采用直接还原焙烧—磨矿—磁选的工艺流程,获得铁精矿品位62.61%,铁回收率达79.67%。

#### (2)阿克塞县青砂沟锰矿

该项目“以1:5万面积性物化探扫面入手,加强含锰层位对比研究,及时开展化探异常查证,追索矿化线索”,在阿尔金成矿带发现了阿克塞县安南坝青砂沟、赛马沟锰矿床。证实了阿尔金东段蓊县系为稳定的含锰层位,为区域找矿指明了方向。

青砂沟锰矿勘查区位于阿尔金地区,地处塔里木板块与祁连、柴达木板块结合部位。锰矿体赋存在蓊县系第二岩性组(J<sub>x2</sub>)含锰白云质砂岩中,矿石与围岩呈渐变关系。全矿区共圈出2个矿体群61条矿体。I号矿体群均为较规则层状—似层状,共圈出36条矿体,矿体长度为86~1 900 m,矿体平均厚度一般为0.58~7.26 m,Mn平均品位在8.3%~15.41%之间。II号矿体群分布在I号矿体南300 m处,II号矿体群均为层状—似层状,共圈出25条矿体,矿体长度为94~900 m,矿体平均厚度为0.52~6.64 m,Mn平均品位在8.09%~15.48%之间。经钻探工程控制矿体斜深在138~564 m。矿石中锰矿物

地表主要是硬锰矿,深部为菱锰矿(镁菱锰矿、钙铁菱锰矿等);铁矿物含量很少,见有黄铁矿和褐铁矿。硬锰矿主要以复杂的不规则集合体形式浸染分布在脉石中、呈条带状、细脉状、间隙充填状,沿脉石间隙或矿物裂隙充填两种形式产出。截至2013年区内共估算锰矿石资源量2 878万吨,达到大型规模。使甘肃锰资源量在全国的排名由2007年的第15位上升至2013年的第8位。

### (3) 敦煌市五一山钒矿

勘查区位于北山,地处马鬃山中间地块北缘。钒矿体主要赋存于寒武纪西双鹰山组( $\epsilon_{2-x}$ )炭硅质板岩中,受褶皱控制。勘查区共圈出钒矿体8条,东西延伸18 km,控制斜深50~330 m,最大厚度25.76 m,  $V_2O_5$ 平均品位0.835%。矿石类型主要为炭质板岩型钒矿石和泥板岩型钒矿石两种;具变余泥质结构、显微粒状变晶结构、显微鳞片粒状变晶结构,板状构造和微层理构造;钒主要以类质同象形式存在于云母类矿物和含钒电气石、石榴石等矿物中。初步估算钒氧化物量30万吨,达到中型矿床规模。在其外围实施新泉北(钒矿资源量4万吨)、塔水井(钒矿资源量10万吨)钒矿勘查项目。

## 2.2.2 有色金属矿产

### (1) 白银市白银铜矿深部

勘查区位于白银市白银区,距市区北东15 km。四方山矿床位于折腰山与小铁山矿床之间,共圈出大矿体1条、小矿体约10条,均为隐伏矿体,矿体距地表垂深500~760 m左右,主要矿体1号矿体长度800 m,沿倾向延伸400~500 m,厚度1~25 m,平均厚度6 m。铜品位0.47%~2.33%,铅0.5%~14.42%,锌0.72%~22.84%;平均品位铜0.66%,铅3.88%,锌6.87%。其余小矿体一般走向长度小于200 m,倾向延深小于160 m。矿体形态呈似层状、脉状和透镜状,矿体多成群成带产出。矿化由两部分组成,上部在千枚岩或含角砾、集块石英角斑凝灰岩与石英角斑凝灰岩接触带附近是似层状、透镜状产出的以块状矿石为主的较规则矿体,下部为产于蚀变石英角斑凝灰岩中,呈浸染状、细脉状产出的形态很不规则的矿体群。上部块状矿石中金、银含量分别高达 $0.4 \times 10^{-6}$ ~ $35.3 \times 10^{-6}$ 和 $11 \times 10^{-6}$ ~ $1126 \times 10^{-6}$ 。矿石矿物以闪锌矿、方铅矿和黄铁矿为主,次为黄铜矿等。脉石矿物主要为石英、斜长石、绢云母等。

初步估算333+334?类铜铅锌金属资源量51.93万吨,其中铜金属量3.36万吨;铅金属量17.30万吨;锌金属量31.27万吨。

### (2) 阿克塞县化石沟铜矿

勘查区位于甘肃阿尔金地区,处于柴达木地台北缘华力西褶皱带与塔里木地台接合部位。铜矿体多分布在英云闪长斑岩、石英闪长玢岩的边部和断裂构造叠加部位,受构造、岩体双重控制<sup>[6-8]</sup>。通过详查工作,圈定铜矿体41条。矿体长度一般40~1760 m,最长达2140 m,平均厚度一般0.69~14.36 m,控制矿体最大斜深640 m, Cu平均品位0.20%~1.13%,最高1.2%。含铜矿物主要为黄铜矿、孔雀石、蓝铜矿、铜蓝;矿石主要为半自形—它形粒状结构、胶状结构、交代残余结构,细脉状、浸染状构造。探求332+333+334?类铜金属资源量21万吨, Cu平均品位0.4%,具中型规模。

### (3) 肃北县黑山梁钨矿

勘查区位于甘肃北山地区,地处西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块结合地带的红石山板块缝合带北侧。矿床已发现的白钨矿化分布范围达长约1.7 km,宽约200~700 m。以 $WO_3$ 大于0.12%为工业品位,圈定钨矿体62条,矿体长度一般在50~100 m;  $WO_3$ 平均品位在0.12%~1.069%之间。W15矿体是矿区最主要的矿体,长275 m,平均厚度6.23 m,最大延深272 m,  $WO_3$ 平均品位0.358%。含钨的矿物主要为赤—褐铁矿、白钨矿、钛铁矿、黄铁矿、金红石;矿石中钨主要以白钨矿形式产出,白钨矿中的钨占79.86%;矿石主要为它形粒状结构,细脉状、石英细脉状、稀疏浸染状、条带—浸染状及团粒状、团脉状构造。矿化主要类型为白钨矿化褐铁矿化碎裂岩石、白钨矿化石英脉。探求333+334?类 $WO_3$ 资源量1.928万吨。达中型规模。

### (3) 肃北县红山井钼矿

勘查区地处甘肃北山东大泉—金场沟区域性大断裂向北凸出的弧顶部位。钼金多金属矿体主要赋存于安山质凝灰岩夹含炭凝灰质板岩、辉绿岩、花岗闪长岩中,受次级断裂破碎带控制;具有成带出现,矿体成群集中的特点。通过槽探揭露和钻探工程验证,圈定钼矿体18条、金矿体3条、铅矿体12条、银矿体2条、铜矿体6条、钨矿体3条。钼矿体长度100~1070 m,平均厚度2.34~10.16 m, Mo平均品位0.031%~0.069%。控制矿体最大斜深160 m,金属矿物有孔雀石、褐铁矿、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、赤铁矿、磁铁矿、辉钼矿、自然金、银金矿、白钨矿等,钼主要赋存在辉钼矿中。矿石中有益组分为Mo、Au、Pb、Ag、 $WO_3$ 、Cu。累计共求得333+334?类钼金属量6539.97 t,达中型规模。

### 2.2.3 贵金属矿产

#### (1) 瓜州县寒山金矿

勘查区属祁连山地区,处于北祁连加里东褶皱带的北西缘。金矿体赋存在奥陶纪阴沟群(OY)中,赋矿岩石为安山质火山碎屑岩、碎屑熔岩、安山岩及凝灰质砂岩、板岩等,矿体明显受脆韧性剪切带控制,均产在构造蚀变带中,呈近EW向展布<sup>[9-10]</sup>。各矿体在平面上总体呈平行线状排列,在剖面上呈叠瓦状排列。通过槽探揭露和钻探验证,圈定金矿体49条,矿体长度42~1 052 m,矿体厚度0.79~4.66 m,控制矿体最大斜深450 m,Au品位 $1 \times 10^{-6}$ ~ $7.41 \times 10^{-6}$ 。Au<sub>8</sub>、Au<sub>11</sub>规模最大,其中Au<sub>11</sub>矿体地表长度1 052 m,厚度1.24~14.07 m,品位 $1.5 \times 10^{-6}$ ~ $5.06 \times 10^{-6}$ ,矿体平均品位 $2.57 \times 10^{-6}$ 。金的赋存状态有包裹金、晶隙金、裂隙金,黄铁矿、方铅矿是最主要的载金矿物;伴生元素主要为Ag;矿石具有包含(裹)、嵌晶、填隙、交代结构,浸染状、脉状、团块、蜂窝状构造。累计提交333+334?类金资源量13.36吨,达到中型规模。

#### (2) 岷县锁龙金矿

勘查区位于西秦岭地区,处于岷(县)—礼(县)金成矿带西段。矿体主要赋存于早二叠世崖下组第二岩性段( $P_{1y}^2$ ),含矿岩性主要为蚀变碎裂粉砂岩;北北东向张剪性断裂构造是矿区主要赋矿构造。圈定金矿体32条,矿体长度40~660 m,平均厚度0.81~9.21 m,控制矿体最大斜深660 m,金品位 $1.02 \times 10^{-6}$ ~ $2.88 \times 10^{-6}$ 。其中Au<sub>2</sub>矿体长度420 m,控制最大斜深660 m,平均厚度3.63 m,Au平均品位 $1.58 \times 10^{-6}$ ,该矿体产于断裂破碎带及其劈理带中,含矿岩性为硅化、褐铁矿化、黄钾铁矾化、黄铁矿化、毒砂化的蚀变碎裂粉砂岩,由地表向深部,矿体具有厚度变薄、品位局部富集的趋势。累计提交金金属量7.34 t,矿床平均品位 $1.44 \times 10^{-6}$ 。达到中型规模。

#### (3) 徽县天子坪金矿

勘查区位于西秦岭造山带东段,地处北秦岭柴家庄—庞家河金及多金属成矿带和中秦岭李坝金成矿带结合部。矿体赋存于泥盆纪舒家坝组蚀变粉砂质板岩、褐铁矿化斑点板岩中。共圈定金矿体32条,长度为110~900 m,平均厚度为0.82~3.26 m,控制矿体最大斜深586 m,金品位 $1.00 \times 10^{-6}$ ~ $5.47 \times 10^{-6}$ 。矿石矿物主要有自然金、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿;具有它形—半自形、填隙(间)、碎裂、交代残余、包含结构,浸染状、角砾状、斑点状构造。估算金金属资源量9.8 t。达到中型规模。同时在祁连山地区实

施的豹子沟南金矿普查、西秦岭地区新庄里、周家山、喂儿沟金矿普查均取得显著成果,为甘肃金矿资源储量稳居全国第二位<sup>[3]</sup>作出了贡献。

### 2.2.4 稀有金属矿产

#### (1) 阿克塞县余石山铌钽矿

勘查区位于阿尔金地区,处于阿北地块、中南祁连和红柳沟拉配泉蛇绿混杂岩带交接复合部位。铌钽矿体主要赋存于长城纪熬油沟组变粒岩中<sup>[11-13]</sup>。通过槽探揭露和钻探验证,在全区共圈出铌钽矿体75条;主要矿体为NbTa<sub>1</sub>、NbTa<sub>2</sub>、NbTa<sub>7</sub>、NbTa<sub>9</sub>,矿体长度1 025~2 826 m,平均厚度9.73~28.93 m,控制矿体最大斜深620 m,(Nb,Ta)<sub>2</sub>O<sub>5</sub>平均品位为0.087 6%~0.104 4%。含矿岩性主要为变粒岩(碱性蚀变岩),主要矿石矿物为褐钨铌矿、铌(钽)铁矿、易解石、复稀金矿、氟碳铈矿、独居石等。矿石中普遍伴生稀土、锆和钨等元素。估算铌钽氧化物资源量约28万吨。

#### (2) 肃北县孙家岭钪矿

勘查区位于北山,地处天山—兴蒙造山带的甘新蒙段,红石山断裂带南侧。勘查区内钪矿体主要赋存于角闪石岩中,总体呈北东东向脉状、透镜状展布,与基性杂岩体长轴方向一致。通过工业指标论证,并结合选冶实验研究,孙家岭钪矿的Sc边界品位为 $60 \times 10^{-6}$ 。勘查区圈出钪矿体31条,矿体长度14~390 m,平均厚度2.14~21.49 m,延深40~145 m,Sc平均品位 $60.42 \times 10^{-6}$ ~ $92.15 \times 10^{-6}$ 。估算钪金属资源量487.53 t。

### 2.3 非金属矿产

#### (1) 肃北县敖包山晶质石墨矿

勘查区位于祁连造山带与敦煌地块的交接部位,阿尔金大断裂呈近东西向从勘查区南侧穿过。晶质石墨主要产于太古宇—古元古界敦煌岩群(Ar-PtD)中。其中敖包山晶质石墨矿矿化带长约2.6 km,宽约600 m;主要赋存于敦煌岩群第2岩段白云母石英片岩中,顶底板与含矿层一致,无明显界线。共圈定石墨矿体9条,各矿体间相互平行分布,矿体长度400~1 050 m,厚度3.43~43.97 m,平均品位2.95%~8.57%之间,大部分集中在6%;主矿体为C5,长1 050 m,厚51.33 m,目前控制斜深150 m,平均品位6.37%;矿体深部厚度稳定,初步估算晶质石墨320万吨,达大型规模。在该区外围又发现红柳峡(晶质石墨资源量60万吨)、白台沟(晶质石墨资源量110万吨)富集区,进一步证明矿区域具有较大

找矿潜力。

#### (2)肃北县马石头泉石膏矿

勘查区位于南祁连党河南山地区,地处祁连山褶皱带之中祁连隆起带西部野马山隆起。石膏矿体主要赋存于青白口纪窑洞沟组(Qny)灰岩与板岩接触带上。勘查区圈出石膏矿体4条,矿体长度70~1363 m,厚度1.62~59.1 m,  $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4)$  平均品位为68.41%~71.21%。顶底板岩石类型分别为灰岩、泥质板岩。矿石主要为石膏、硬石膏。该石膏矿厚度稳定,质地较纯,为滨海泻湖相沉积而成。初步估算石膏资源约4000万吨,达到大型矿床规模。

#### (3)阿克塞县六五沟石榴子石矿

勘查区位于阿尔金地区,处于南祁连岩浆弧与柴北缘弧盆系缝合带一构造混杂带西端,石榴子石矿体赋存于达肯大坂岩群第一岩组石榴石黑云母二长片麻岩和片麻状石榴石英岩中,矿体呈层状、似层状,近南北向延伸。区内共圈出石榴子石矿体10条,长度一般200~500 m,最长达728 m,厚度一般3.01~10.60 m,石榴子石平均品位14.91%~28.70%。主要含矿岩石为石榴子石黑云母二长片麻岩和片麻状石榴子石石英岩,岩石中石榴子石呈变斑晶产出;矿石具有斑状变晶结构,片麻状构造和似斑点状构造。提交石榴子石矿物量116.04万吨,石榴子石平均品位18.52%,达到中型矿床规模。

#### (4)肃北县大豁落重晶石矿

勘查区位于北山地区,地处柳园裂谷带内。重晶石矿体赋存于寒武纪西双鹰山组含泥硅质岩中,呈似层状、透镜状产出,近东西向展布,顶板主要为灰黑色含泥硅质岩。圈出重晶石矿体9条,矿体长度208~834 m,平均厚度0.82~3.38 m,控制矿体最大斜深125 m,  $\text{BaSO}_4$  平均品位42.82%~66.07%。矿石具有中细粒状镶嵌变晶结构、同生角砾结构,块状构造、斑块状构造、结核状构造;矿石矿物主要为重晶石。探求重晶石矿石资源量108万吨,矿床平均品位60.43%,达到小型矿床规模。

#### (5)敦煌市花岗石石材矿

该项目分青墩峡北、水晶滩2个勘查区块,其中青墩峡北矿区位于敦煌市350°方位92 km处,水晶滩位于敦煌市330°方位120 km处,属敦煌市管辖,勘查矿种为饰面用花岗岩。通过地质勘查共圈定矿体11条,多呈不规则条带状。其中青墩峡北圈出矿体8条,长290~1200 m、宽30~660 m不等,主要有肉红色(敦煌红)、浅肉红色(敦煌市2号)两个品种,矿石具

中粒花岗结构,块状构造,矿物组成为正长石、条纹长石、微斜条纹长石、石英、斜长石、黑云母等,另有少量磷灰石、锆石、磁铁矿等副矿物。水晶滩共圈定矿体3条,长1570~2610 m、宽50~1170 m不等,呈条带状展布。矿石主要有“西京红”和“西丽红”两个品种,经切面、抛光,色泽纯正,感观较好,质地均匀,色调庄重、大方。矿石抗压强度、抗折强度、肖氏硬度、耐磨度、光泽度、耐酸率、耐碱率、吸水率均符合国家标准,放射性比活度达到建筑材料A类产品的要求。共求得花岗石矿石量8710.03万 $\text{m}^3$ ,荒料3515.52万 $\text{m}^3$ ,平均荒料率40.36%。

#### (6)瓜州县老师兔饰面石材用花岗岩矿

勘查区位于瓜州县西南。区内饰面石材用花岗岩矿赋存于晚石炭世浅红色细—中粗粒二长花岗岩( $\text{C}_2\gamma$ )中,按具备成为石材的块度、色泽等特点,圈定矿体6条,各矿体均由地表探槽和少量深部钻孔控制,矿体内部结构简单,矿石类型分布集中,有“瓜州红1号”、“瓜州红2号”和“瓜州白”3个品种。矿石的各项物理性能、天然放射性水平和荒料率均符合工业指标要求。共求得饰面石材用花岗岩矿资源量为8525.75万 $\text{m}^3$ 。

#### (7)武山县瓦渣沟水泥灰岩矿

勘查区位于武山县城西南直距约30 km处。属西秦岭造山带。区内水泥灰岩矿体呈单斜层状产出,沿走向305°~125°延伸,延伸长度大于1950 m,总厚度478.8 m。产状215°~260°∠59°~88°。矿石中有益组分CaO平均含量为54.21%,主要有害组分MgO平均0.95%,其质量较好,化学成份变化较小,属水泥用I级品。共求得水泥用灰岩矿资源量14374.52万吨。

## 3 勘查成果的意义

(1)甘肃省地质勘查基金设立以来,在能源矿产(煤炭、地热、页岩气、铀)、金属矿产(铁、锰、钒、钛、铜铅锌、钨钼、金银、铌钽)、非金属矿产(石膏、水泥灰岩、花岗岩饰面石材、重晶石、晶质石墨、硅灰石)勘查方面取得显著找矿成果,对甘肃地质找矿起到了促进作用,对全省经济社会发展具有重要意义。上述成果是我省推进找矿突破战略行动的典型实例,是省国土资源厅实施“基金带帽、地勘单位登记矿权、成果归政府处置”省地勘基金投资管理新举措取得的重要成果。省地矿局、省有色地勘局、省煤炭地质局、省核工业地质局等作为甘肃地质找矿主力军

发挥了重要作用<sup>[14]</sup>。

(2)地质科学研究对项目部署、找矿突破具有重要的指导意义。特别是通过研究省内区域成矿地质背景,认为白银铜矿外围及深部具有进一步找矿潜力,持续实施深部勘查取得新突破,为白银铜矿接续资源开发奠定了基础;镜铁山外围是形成沉积变质型铁矿的最有利部位,在卡瓦一带实现了铁矿勘查的重大突破,该成果在全国具有宏观影响,是甘肃西部重要的铁矿资源接续区,缓解了资源接续矛盾。祁连山地区晶质石墨矿连续突破为甘肃培育优势资源产业、推进经济转型发展提供了重要矿产资源保障。

(3)甘肃省金矿资源丰富,其查明资源储量位居全国第二位,地勘基金项目在金矿勘查方面取得了显著成果。在西秦岭地区发现评价了徽县天子坪金矿、岷县锁龙金矿等;祁连山地区评价了寒山金矿、豹子沟南金矿等,其主要的控矿因素为区域性断裂及次级构造、岩浆热液等。

(4)分析阿尔金成矿带地质背景,认为具有寻找沉积型锰矿、斑岩铜矿、稀有金属矿良好的成矿条件,通过应用物、化探、遥感技术方法,先后发现了阿克塞县安南坝青砂沟锰矿、化石沟铜矿、余石山铌钽多金属矿、延龙山钨矿,是甘肃稀有金属找矿的新突破。

(5)煤炭资源勘查,大致查明了甘肃陇东地区煤炭资源赋存特征和资源潜力,为甘肃东部能源基地建设提供了资源保障;敦煌地区页岩气调查取得突破性成果,展现出甘肃页岩气勘查良好前景。通过兰州、酒泉、张掖、平凉等地区开展的地热资源调查评价,在张掖盆地、兰州断陷盆地均获得地热资源勘查突破性进展,对提升“兰州断陷盆地”整装地热田地热资源勘查评价和全省地热资源勘查提供了重要的水文地质依据。

致谢:在写作本文过程中得到了刘建宏教授级

高工及贾志磊博士的大力支持和帮助,对本文提出了许多有益的建议和启发性的修改意见,对本文的改进和最终定稿起到了重要的作用,众多的省地勘基金项目承担单位在项目实施中付出了艰辛的劳动和智慧,提供了第一手野外资料,在此表示衷心的感谢!

## 参 考 文 献

- [1] 张新虎,刘建宏,梁明宏,等. 甘肃省区域成矿及找矿[M]. 北京:地质出版社,2013
- [2] 张新虎,梁明宏,刘建宏,等. 甘肃省地质矿产图及说明书(1:100万)[M]. 地质出版社,2013
- [3] 张新虎,任丰寿,余超,等. 甘肃成矿系列研究及矿产勘查新突破[J]. 矿床地质,2015,34(6):1130-1142
- [4] 齐瑞荣,陈世强,胡小春,等. 甘肃北祁连山西段镜铁山铁矿外围勘查实践——以卡瓦铁矿富集区找矿突破为例[J]. 甘肃地质,2015,24(1):11-18
- [5] 蒙轸,赵保青,张新虎,等. 甘肃阿尔金成矿带安南坝青砂沟大型贫锰矿发现及意义[J]. 甘肃地质,2015,24(2):1-7
- [6] 陈晔,王方成,蔡晓菊. 甘肃西部化石沟铜矿地质特征及其找矿标志[J]. 甘肃地质,2012(2):42-49
- [7] 贾志磊,陈万峰,沙鑫,等. 甘肃省南祁连山石沟地区发现中二叠世埃达克质岩:大地构造及成矿意义[J]. 大地构造与成矿学,2017,41(1):222-234
- [8] 田黎萍. 阿尔金山南缘晚古生代花岗岩类与成矿作用研究[D]. 兰州大学,2010
- [9] 杨建国,任有祥,李智佩,等. 甘肃寒山金矿床成矿机制及成因研究[J]. 矿床地质,2002(s1):747-750
- [10] 叶得金. 甘肃北祁连山西段鹰咀山一车路沟山金成矿系列与找矿[D]. 中国地质大学(北京),2003
- [11] 余君鹏,张新虎,赵建国,等. 甘肃阿尔金山余石山铌钽稀有金属矿找矿发现及意义[J]. 矿床地质,2012(s1):391-392
- [12] 杨再朝,校培喜,高晓峰,等. 阿尔金山东端余石山铌钽矿区霓辉正长岩的LA-ICP-MS定年及对成矿时代的制约[J]. 西北地质,2014,47(4):187-197
- [13] 贾志磊,窦小雨,王金荣,等. 甘肃南祁连山地区变粒岩原岩恢复[J]. 甘肃地质,2016(2)
- [14] 刘建宏,叶得金,贾志磊. 甘肃省地矿局“十二五”期间地质调查进展与成果[J]. 甘肃地质,2016(3)

## A REVIEW OF EXPLORATION RESULTS FUNDED BY GANSU GEOLOGICAL EXPLORATION FUND

QI Wen-bin, ZHANG Yuan-zhong, WANG Liang, DOU Xiao-yu

*(Center of Gansu Geological Exploration Fund, Lanzhou 730000, China)*

**Abstract:** Founded on 2009, Gansu Geological Exploration Fund has funded 259 projects with the total project amount of 3.42 billion. The projects are arranged in the major metallogenic areas in Gansu Province, Beishan, Altyn, Qilian, Wester Qilian and Longdong areas, etc. The mineral species are mainly on energy mineral resources (e. g. coal, subterranean heat, shale gas, uranium), metal minerals (iron, manganese, vanadium, titanium, copper, lead and zinc, tungsten and molybdenum, gold, silver, niobium-tantalum), nonmetallic mineral resources (gesso, hydraulic limestone, granite). The aim of this fund is to raise the resource's assurance of Gansu Province, increase the regulate and control of the government, rule the market of mining rights. The exploration results of coal, shale gas, iron, copper, gold and crystalline graphite are great with the works of geological exploration units in Gansu Province. "Longdong model" is created form the works of coal exploration in south Zhengning county and middle-south Ning County with the coal resource up to 20.46 billion tons. The shale gas exploration has a breakthrough progress in Dunhuang Basin according to the palnning of shale gas in Gansu Province. It's another significant achievement of iron exploration in Kawa area (the iron resource of 530 million tons). The deeping exploring with new amount of copper resources of 519.3 thousand tons in Baiyin copper deposit is significant to increase its production life. The new amount of gold resources are up to 43.07 tons in Western Qinling. The resource of crystalline graphite, which is a newly strategic mineral species is about 4900 thousand tons in wester Qilian. It is suggested that the effect is notable to geological exploration and mining development, the significance is giant to economic and social development of Gansu Geological Exploration Fund.

**Key words:** Geological Exploration Fund; exploration results; review; Gansu