



## 阿富汗地质构造及其矿产资源(二)

### 2 矿产资源概况

阿富汗地质演化历史较长,从太古宙至第四纪地层均有出露,岩浆活动频繁,造就了较为丰富的矿产资源,除石油、天然气之外,以铁、铜和稀有金属矿产最为重要,并且受区域构造的局限,在时间上与空间上呈有规律的分布。

#### 2.1 主要成矿期

阿富汗成矿时期与区或构造-岩浆活动有密切的关系,可划分出 5 个主要成矿期。

(1) 元古宙成矿期 是阿富汗重要成矿期,形成大型沉积变质型矿床,特别是在古元古宙晚期和前寒武纪(相当于文德期)。成矿作用主要发生在区域火山喷发之后的陆缘或陆缘海盆中,沉积了一套陆缘碎屑与火山碎屑沉积物,岩性变化较稳定,厚度变化不大。变质程度较浅,一般为绿片岩相,局部为低角闪岩相。矿体赋存层位对不同矿种有所不同,通常铁矿产出在绿泥片岩、绢云片岩和大理岩之间,而铜矿多产出在页岩、千枚状板岩与变质砂岩之间。铜矿层位相对比铁矿层位高。矿体或含矿层多呈层状、似层状,沿走向延伸数公里,甚至数百公里,构成不同规模的成矿带。如喀布尔南部卢格尔省的 Loghor 铜矿带;喀布尔北部帕尔万省的 Hajigar 铁矿带。

(2) 早石炭世成矿期 早石炭世是阿富汗华力西期岩浆-构造活动高潮期,其成矿作用与岩浆活动十分密切,主要为与镁铁质、超镁铁质岩有关的岩浆型矿床和与花岗岩类侵入活动有关的岩浆热液型矿床。前者主要产于华力西期边缘断裂带中,主要为铬、镍矿化,但规模均较小,而后者分布较广,矿种多,除有色金属铜、铅、锌、金矿外,最主要是铁矿,是仅次于元古宙的另一次铁矿成矿期。此外,早石炭世也是阿富汗沉积成矿作用时期,陆表海边缘台地相中规模较大的锰矿成矿作用,形成了阿富汗唯一的工业锰矿床。

(3) 三叠纪成矿期 三叠纪是阿富汗重要的地质历史时期,岩浆侵入活动较强烈,成矿作用形式多样,有与岩浆侵入活动有关的岩浆热液脉状铅、锌矿;有与花岗岩类侵入有关的含钨、锡、铋、钽伟晶岩矿床;有与次火山岩侵入活动有关的热液型和矽卡岩型铜、铅、锌、金、银等矿床和产在碳酸盐岩中与岩浆活动关系不明的层状、似层状铅锌矿床。三叠纪是阿富汗铅锌矿重要的成矿期。

(4) 侏罗纪—白垩纪成矿期 这时期成矿作用主要在阿富汗南部地区,并且类型较多,包括:沿断裂破碎蚀变带的热液型汞锑矿化;沿隆起或断块边缘发育的矽卡岩型钨锡矿化;海相火山岩盆地中块状硫化物型铜矿以及风化淋滤型铝土矿,后两者规模较大,形成工业矿床,其他均为矿化点。

(5) 新生代成矿期 古近纪初由于印度板块向北俯冲,使区域构造-岩浆活动和区域成矿作用再掀高潮,主要有 4 次:晚白垩世至古新世,成矿作用与这时期正长岩至二长岩和辉长岩侵入作用有关,形成矽卡岩型和热液型钨、锡和钼等成矿作用,矿床规模以小型为主;渐新世是这个时期最主要的成矿期,主要形成伟晶岩型脉状稀有金属锂、铍、钽、铷、铯等矿床,并具有一定规模,此外,还有与次火山岩有关的含锡石硫化物矿床;中新世成矿规模有限,主要与小侵入体和脉岩有关的矽卡岩型和热液型铅锌、金矿化作用;更新世成矿作用主要与火山喷发作用有关,形成火山岩型铀矿床和火山机构中碳酸岩型稀土元素矿床。总之,新生代成矿作用在阿富汗有一定的特殊意义。

#### 2.2 成矿类型

阿富汗矿床类型较多,主要有如下几种:

(1) 岩浆型矿床 该类型矿床主要分布在东北部的帕米尔-努力斯坦和东部的卢格尔省。矿床产出与阿尔卑斯期超镁铁质岩以及辉长岩、碳酸岩有关,形成了铬铁矿、钛铁矿、磁铁矿及稀土金属矿床。矿体多呈扁豆状、透镜状,长数十米至数百米,如卢格尔省产于橄榄岩中 Loghar 铬铁矿矿床、赫尔曼省产于火山机构碳酸岩中的 Khanneshin 稀土元素矿床。目前在阿富汗已发现此类型矿床 14 处,大多数没有开发。

(2) 伟晶岩型 该类型矿床主要分布在阿富汗的东北部帕米尔-努力斯坦地区,中部赫尔曼德河-阿尔甘达卜河一带,产出在前寒武纪变质岩系和古近纪花岗岩类侵入岩中。受断裂构造控制,呈脉状产出,脉长一般数十米至数百米,最长可达 2~3 km; 宽几十 cm 至数米不等,但脉体比较密集,数条或数十条,甚至数百条成群出现,构成伟晶岩田。伟晶岩主要由微斜长石、钠长石、白云母、黑云母等组成,常伴有绿柱石、锂辉石、锡石、铌铁矿、钽铁矿等,经常构成锂、铍、铌、钽及宝石矿床。矿床规模以小型为主,个别达中型规模。

(3) 矽卡岩型 该类型矿床分布很广,主要在中部和南部地区。成矿作用与三叠纪、白垩纪以及古近纪花岗岩类有关,接触围岩多为晚三叠世灰岩,其次为白垩纪、侏罗纪和寒武纪灰岩、大理岩。在接触带矽卡岩较发育,以石榴子石矽卡岩、金云母石榴子石矽卡岩较常见。矿体主要产出在接触带矽卡岩中,呈透镜状、似层状,主要形成铁、铜、铅、锌、锡、钨、金等金属矿床。有的在外接触带,形成宝石矿。矿床规模以中、小型为主,矿石品位中等。这类型矿床(点)在阿富汗有 20~30 处,目前大部分工作程度较低。

(4) 热液型 主要分布在阿富汗的南部和中部地区。矿化作用大多发生在岩体及其附近围岩中,矿体大多以石英脉形式出现,长数百米,厚数米,主要为锡、钨、金等。矿床规模以中小型为主。该类型矿床另一种赋存形式是产出在地层中,特别是三叠纪钙质和黏土质岩石中,并且矿区范围内没有花岗岩体,很难确定成矿与岩浆活动的关系。其形成的矿体多呈似层状、扁豆状,沿一定层位延伸,以铅、锌或汞、锑矿化为主,矿床规模以中、小型为主。

(5) 火山岩型 该类型矿床不十分发育,主要分布在阿富汗西部和中部地区,产出在中间地块的华力西造山带中,与三叠纪或白垩纪火山岩关系十分密切。矿体一般呈似层状、透镜状,矿石矿物以黄铁矿为主,伴有黄铜矿、闪锌矿、方铅矿及金等,矿石多为块状,局部为脉状或浸染状。由于矿体产状与围岩火山岩经常一致,并沿着火山岩地层某一层位分布,因此有人认为是层控型矿床,但也有人按矿体产出特点,称其为块状硫化物矿床。该类型矿床以西部赫拉特省 Shaida 铜矿床最为典型,块状含铜黄铁矿体呈层状产在晚侏罗世一早白垩世火山岩中,延长近千米,围岩蚀变强烈,矿石铜品位较高。

(6) 沉积型 该类型矿床在阿富汗不发育,目前仅发现一处有工业价值且规模较大的锰矿床。该矿床产于喀布尔北部帕尔万省,在下石炭统砂岩与灰岩中,矿体呈层状、透镜状,出露长 120 m,厚 3 m。矿石中含 20%~40% 的软锰矿,50%~70% 硬锰矿,2%~3% 的铁氧化物和 5%~7% 的非金属矿物。矿化带中含锰氧化物 28%~30%, $w(\text{Co})$  0.03%, $w(\text{Ni})$  0.01%~0.30%。该矿床目前已初步开发。

(7) 沉积变质型 该类矿床在阿富汗占有重要地位,主要分布在阿富汗的中东部地区,产于华力西褶皱带和中间地块的隆起区,赋存在新元古界中、上部和前寒武系(相当于文德岩群)中,赋矿围岩为沉积变质岩系,或火山变质岩系、火山-沉积变质岩系,变质程度较低,一般为低绿片岩相。矿层与围岩基本呈整合关系。赋矿层位较稳定,既有大中型矿床,也有小型矿床和矿点。按矿石矿物成分可分为:菱铁矿-赤铁矿矿床,如库纳尔省的 Nukra-Khana 铁矿床;磁铁矿-赤铁矿矿床,如中东部地区大型 Hajigak 铁矿床;黄铜矿-斑铜矿矿床,如卢格尔省的 Aynak 铜矿床、喀布尔省的 Darband 铜矿床和 Jawkhar 铜矿床;石墨矿床,如巴达赫尚省产于片麻岩和片岩中的 Sanglich 和 Istrombi 石墨矿床。

除上述 7 种主要成矿类型外,还有风化淋滤型矿床、砂矿型矿床和近代湖相沉积型矿床,但规模都不大,而且分布较分散,一般工业意义不大。

在上述 7 种主要成矿类型中,沉积变质型是最主要的,形成大宗铁、铜矿产,具有十分重要的意义。其次为矽卡岩型和热液型,主要产出铅、锌、钨、锡、汞、锑等矿产。伟晶岩型矿床具有丰富的稀有金属,如锂、铍、铌、钽等矿产,在阿富汗具有重要的工业价值。而火山岩型主要为稀土元素、铀矿产,个别规模较大,具有较大前景。

### 2.3 主要成矿区带

阿富汗矿产资源在中亚各国中尚属富足,特别是石油、天然气、铁、铜、稀土、稀有金属矿产都占有一定地

位。阿富汗主要矿产在空间分布上具有一定的相对集中的趋向,呈现出一定的规律性的分布,以往依据前苏联标准,划分出21个成矿区带,过于繁杂,目前又有多种划分,各具千秋。但从实际情况看,以下7个区带较为重要。

(1) 巴德赫尚-北帕米尔成矿带,于阿富汗东北部,北阿富汗帕米尔造山带内。成矿带呈NE向展布,前寒武系基底的东、西两侧以上古生界盖层为主,中、新生代侵入岩发育。该成矿带中部沉积变质型铁矿发育,东、西部以热液型铅、锌、金矿为主,南部有少量伟晶岩型稀有金属矿,部分已开发。

(2) 喀布尔成矿带,在东部喀布尔附近。该成矿带东、西两侧都被相应的断裂所局限,具有稳定隆升断块的性质,前寒武系较发育,并有多期次的超镁铁质和镁铁质岩浆侵入。成矿带内以沉积变质型和岩浆型矿床较发育,其中有阿富汗最大的Hajigak铁矿、Aynak铜矿和Loghor铬铁矿床,是阿富汗重要的成矿带。

(3) 巴尔赫成矿带,位于阿富汗北部与塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦及土库曼斯坦相邻的省份。该成矿带于北阿富汗后华力西期地台区内,其基底由古生代沉积变质岩和火山岩组成,盖层为侏罗系、白垩系和古新统,岩层近于水平。该成矿带以石油、天然气、煤炭等能源矿产为主,是阿富汗重要的能源矿产基地,目前已部分开发。

(4) 阿尔甘达卜-太林成矿带,在阿富汗东南部,沿阿尔汗达卜河流域呈NE-SW向展布。成矿带于阿富汗中间地块,基底为新元古界,盖层以上古生界为主,其次为下古生界,中生代与古生代岩浆侵入活动发育,并伴有热液型与矽卡岩型成矿作用,形成钨、锡、铜、铅、锌等矿产,以小型矿床为主,个别可达中型,分布相对集中。

(5) 哈里-潘杰希尔成矿带,在中部地区,属于中阿富汗缝合带范围,呈近东西向狭窄的带状展布,其南、北均为大断裂所局限,向西可延至伊朗的卢特高原北部。该成矿带除北部和东部有零星中、新元古界外,主要出露古生代与中生代地层,该成矿带除东部有小型沉积变质型铁矿外,主要为热液型和矽卡岩型多金属矿,分布较广。

(6) 努里斯坦成矿带,在阿富汗东部偏北地区,属于帕米瑞恩-努里斯坦中间地块。该区基底为古元古界,中生代与古近纪岩浆活动较发育,多呈大岩基产出,NE向压性断裂发育,该成矿带以伟晶岩型矿床为特征,产出在基底或花岗岩基中,并受区域性断裂控制,呈集群式脉群出现。伟晶岩脉富含锂、铍、铌、钽等稀有、稀土金属,具有较高的经济价值。

(7) 信丹德成矿带,在阿富汗西部赫拉特省和法拉省,西与伊朗卢特高原相邻。该成矿带大面积被第四系覆盖,仅在北部与南部出露侏罗系-白垩系,阿尔卑斯期构造活动比较明显。目前工作程度总体不高,已发现或勘查的几个热液型和火山岩型铅、锌、钨、锡、汞等矿产,规模较小,但人们对该成矿带极为重视,因为与其相邻且地质条件相似的伊朗卢特地区,已发现数处斑岩型铜矿床和层控型铅锌矿床。

## 2.4 能源矿产

阿富汗能源矿产种类较全,有石油、天然气、煤炭、褐煤和泥炭,以煤炭、天然气最为重要。能源矿产在空间分布上高度集中,主要在北部法里亚布省、朱兹詹省、萨曼甘省和巴格兰省等地;在地质构造位置上主要产出在北阿富汗后华力西地台中,产出层位比较集中,主要在中生代侏罗纪和白垩纪地层中,少数在古近纪古新世和第四纪更新世地层中。从目前勘查结果来看,阿富汗能源矿产,特别是煤炭和天然气具有一定远景。

**石油、天然气资源** 早在20世纪50年代阿富汗就开始勘查石油、天然气资源,1961年发现了目前最大的霍贾科格尔达格(Khoja-Gugerdag)油田,1967年发现了安戈特(Angot)油田,20世纪70年代以后又在卡拉库姆盆地不断发现油气田。目前全国共探明6个油田、7个气田。初步估算阿富汗天然气资源储量有2万亿 $\text{m}^3$ ,石油资源储量约1600万吨。阿富汗石油天然气开发较早,20世纪50年末就开始有小规模石油与天然气的开发、生产。在20世纪70年代中,由于数个油气田的发现,促进了其生产的发展,并且得到前苏联在技术与资金等方面的合作和支援,以及英国、法国等石油公司的投入,全国油、气产业得到空前的发展。开发了数个油田,建立了炼油厂,修建了通往塔什干的输气管道,外售天然气,当时有4个气田投入生产,最高年份每天外输天然气650万 $\text{m}^3$ ~700万 $\text{m}^3$ 。后来由于战争原因,油气勘查及其生产基本停止,甚至部分遭到破坏。

阿富汗石油天然气资源集中分布在北部法里亚布省北部、朱兹詹省中部和巴尔赫省南部等地区,产出在

北阿富汗后华力西地台中的卡拉库姆-阿富汗盆地(在阿富汗境内部分)中。目前的勘查结果表明,该盆地在阿富汗境内可分东、西两部分。东部称阿富汗-塔吉克盆地,处于山间盆地的南端,为中生代/新生代沉积盆地,沉积厚度达10 km。目前不论在阿富汗还是在塔吉克斯坦,都认为该盆地的上侏罗统、白垩系和古新统是潜在的生产层。但在20世纪七八十年代,前苏联专家认为油田产出与新生代储层有关,并且可能为重油,而天然气产出在较老沉积层中。虽然阿富汗-塔吉克盆地显示出许多蕴存石油、天然气的潜力,但目前尚未获得找矿突破。西部称卡拉库姆(Karakum)盆地,该盆地与土库曼板块东南部边缘槽有构造关系。盆地是由中生代和新生代沉积组成,厚6 km以上,基底由元古宙/古生代变质岩和侵入岩组成,侏罗纪和白垩纪沉积为该盆地的主要储层,而侏罗系与白垩系之间被大面积的下侏罗统含盐岩层所隔,成为它的标志。从霍贾科格尔达格、Djarkuduk气田和Kashkari油田工作结果看,早白垩世早期尼欧克姆阶红色砂岩层是主产层。除此之外,其他层位也有油气显示,但居次要地位。

阿富汗卡拉库姆盆地中各油气田中油气质量差异较大,而不同产层也有所不同,如在霍贾科格尔达格油田以及Djuma、Bashikurd、Djanganlikolon等处,上侏罗统碳酸盐岩中含有硫化氢含量变化较大的天然气储层。在Buian的Hauterian油气田和Aptian Kwaja-Gogirdat井田,上石炭统含有天然气层,前者含甲烷92.40%,后者含甲烷为98.6%。在Anjat、Darya和Kashkari等地的早白垩世欧特里阶中含高密度重油( $0.915\text{ g/cm}^3$ )、高硫。安戈特(Angot)油田在早白垩世晚期下阿多必阶层中含轻油( $0.822\sim0.843\text{ g/cm}^3$ ),低硫。石油含2%~7%的石蜡。天然气多为干甲烷气,并含0.1%~5%的 $\text{H}_2\text{S}$ ,最高达5%~6%。

**煤炭资源** 阿富汗在20世纪七八十年代,在前苏联协助下,对全国煤炭资源进行有计划的勘查工作,勘查涉及范围约35 000  $\text{km}^2$ 。勘查结果表明,全国煤炭资源主要产出在北部萨曼甘省、巴格兰省和赫拉特省,并且集中在赫拉特省东部的Sabjak和萨曼甘省南部及巴格兰省西部的Darrah-i-Suf两个地区。据前苏联地质学家估算,这两个地区约有1.1亿吨推断储量和4亿吨远景储量,其中81%在Darrah-i-Suf地区。除此之外,其他地区还有1.4千万吨资源储量,但多属于劣质煤,或其构造太复杂而难于利用。在Sabjak地区仅有一处规模较大并具经济价值的煤矿,而Darrah-i-Suf地区则有十几处具有经济价值的煤矿,已有少量得以开发。

阿富汗具有经济价值的煤矿均产出在中-下侏罗统中,但通常矿区构造较复杂,厚度变化大,0.5~3.8 m;层数多,1~45层;连续性差。煤炭发热量高,一般为7300~8200 cal/kg;灰分低,含量变化大,3.5%~47.5%;主要用于发电和生活用煤。阿富汗主要煤矿概况如下:

(1) Majit-i-Chubi煤矿 是一座隐伏煤矿,也是赫拉省唯一的能源产地。煤层产出在中-下侏罗统中,厚60~175 m,共有煤层17层,其中4层厚0.6~1.95 m,煤为高硫,瘦煤,含灰分5.5%~38.6%。可用于生产燃料,估算资源储量 $C_1+C_2$ 为950万吨。

(2) Shabashak煤矿 是Darrah-i-Suf地区重要煤矿之一,位于萨曼干省南部,产出在中-下侏罗统中,共有煤层12层,每层厚0.80~3.15 m,下部5层煤含灰分3.27%~31.7%;发热量7600~8200 cal/kg,适用于生活用煤,估算资源储量 $B+C_1$ 为5400万吨,其中炊用煤200万吨,另有远景储量可达950万吨。

(3) Darwaza煤矿 位于萨曼干省南部,产出在中-下侏罗统中,共有16层煤,每层厚0.68~3.60 m,含灰分较高,为21.7%~38.5%,主要为生活用煤。该煤矿工作程度不高,估算资源储量为2000万吨,其中有1500万吨为生活用煤。

(4) Dahane-Tor煤矿 位于萨曼甘省南部,产出在中-下侏罗统中,共有2层煤,一层厚2.0 m,另一层厚3.54 m,二层煤间隔十分近。煤为亮煤,部分为生活用煤。两层煤含灰分较高,为18.2%~25.4%;含镜质组分58.4%~71.1%。经推测资源储量1000万吨。

(5) Lila煤矿 位于萨曼甘省南部,工作程度比较低。煤层产出在中-下侏罗统中,共有15层煤,每层厚0.65~2.80 m,含灰分3.5%~30.0%。

(6) Sary-Asya煤矿 位于萨曼甘省南部,产出在中-下侏罗统中,共有14层煤,其中有3层具有经济价值,每层厚度0.40~4.56 m。煤含灰分9.5%~27.0%,发热量7300~7900 cal/kg。估算资源储量约580万吨。

(7) Eshpushta煤矿 位于巴格兰省西部,产出在中-下侏罗统中,共有5层煤,厚1.5~3.8 m,含灰分2.50%~41.33%。煤层呈不规则状,被夹石分割,推测资源储量250万吨,现已开发,每年产煤1.25万吨。

(8) Karkar 煤矿 位于巴格兰省西部,产出在中-下侏罗统中,含一层不规则状煤层,其厚度变化在 0.6 ~ 10.0 m 之间,现已揭露,其沿走向长 1000 m,沿倾向斜深 550 ~ 650 m。煤以柔皱状和纹层状为特征,为长焰煤,弱变质,发热量为 7000 ~ 7800 cal/kg。现已进行开发生产。

(9) Dudkash 煤矿 位于巴格兰省西部,产出在中-下侏罗统中,不规则状煤层,其厚度变化在 0.2 ~ 10.0 m 之间,现已揭露其沿走向长 900 m,沿倾向斜深 400 ~ 500 m。煤色暗淡,层纹状,富含丝煤,工业上属长焰煤,强烈变质,含灰分 26.89%,可作为能源生产的燃料,但选矿困难。该煤矿已进行小型矿山开发,估算资源储量为 130 万吨。

综上所述,阿富汗煤炭资源主要集中在 Darrah-i-Suf 地区,而产出在萨曼甘省南部的煤矿规模比产在巴格兰省西部的大,矿层相对稳定,变质程度低,是很好的生活用煤,而巴格兰省西部的煤矿虽然形状不规则,选矿较困难,但其中蕴含部分工业用煤,所以其开发程度相对较高,在战前每年产量达 15 ~ 30 万吨。

褐煤和泥炭 目前发现褐煤和泥炭矿各一处。褐煤在北部帕尔万省 Tozoghol,产出在新近纪黏土层中,厚 65 cm,含灰分较高,从 48.6% 至 50.4%。泥炭在东南部加兹尼省 Nawdeho,产出在全新统近代沉积层中,面积约 12 km<sup>2</sup>,厚 1.0 ~ 1.5 m。

## 2.5 稀有金属矿产资源

阿富汗稀有金属矿产主要有锂、铍、铌、钽、铷等,产出均与伟晶岩有关,以锂矿分布较广、规模也较大。12 个伟晶岩田/区有锂矿,主要分布在东北部巴达赫尚省、库纳尔省和努力斯坦一带,此外,在中南部乌鲁兹甘省也有产出。现将主要矿区介绍如下。

**Pachighram 矿区** 位于东北部库纳尔省(N35°31'40" ~ 35°52'00", E71°00'00" ~ 71°18'00")。该区出露上石炭统一下二叠统板岩和元古宙结晶片岩与片麻岩,并被上新世花岗岩侵入。在矿区内有伟晶岩脉约 100 多条,长 10 ~ 1000 m,厚 1 ~ 20 m,共有 3 种类型:① 奥长石-微斜长石-黑电气石-白云母伟晶岩,主要产出在片麻岩和结晶片岩中;② 钠长石伟晶岩,含大量磷灰石;③ 锂辉石-微斜长石-钠长石和锂辉石-钠长石伟晶岩产出在千枚状石英黑云母片岩中。该矿区矿石的 $w(\text{Li}_2\text{O})$  为 0.3% ~ 5.0%,并伴生有铌( $w(\text{Nb}_2\text{O}_5)$  0.001% ~ 0.010%)、铍( $w(\text{BeO})$  0.001% ~ 0.010%) 和锡( $w(\text{Sn})$  0.006% ~ 0.040%)。

**Parun 矿区** 位于东北部库纳尔省(N34°54'34" ~ 35°40'18", E70°52'15" ~ 71°14'40"),是较大伟晶岩田之一。伟晶岩脉产出在上新世花岗岩与元古宙结晶片岩、片麻岩和上三叠统的外接触带中,在元古宙变质岩中有 4 种伟晶岩脉:① 奥长石-微斜长石-黑电气石-白云母伟晶岩;② 黑电气石-微斜长石-白云母伟晶岩,伴有绿柱石晶体;③ 钠长石化微斜长石和钠长石伟晶岩,含丰富磷灰石;④ 锂辉石-微斜长石-钠长石和锂辉石-钠长石伟晶岩。该区伟晶岩脉构成两大两小伟晶岩带,可划分出 7 个锂矿床,是阿富汗重要的锂矿产地。

(1) Pasghushta 锂矿床 位于该伟晶岩田的东北部(N35°23'34", E71°00'56"),陡倾斜的锂辉石-微斜长石-钠长石和锂辉石-钠长石伟晶岩脉产出在上三叠统板岩中,整个脉带长 10 km,宽 30 ~ 250 m。其中最大的脉体长 600 ~ 800 m,宽 20 ~ 30 m,并伴有浸染状铌铁矿-钽铁矿和锡石。三条含锂辉石伟晶岩脉在 Pasghushta 河上游含 $w(\text{Li}_2\text{O})$  1.96%,宽 70 m,而下游 $w(\text{Li}_2\text{O})$  为 2.14%,并伴生有铷和铯,宽 20 m。该矿床以深 100 m 估算,推断  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 105 万吨, $w(\text{Ta}_2\text{O}_5)$  为 0.022% ~ 0.007%。

(2) Jamanak 锂矿床 位于该伟晶岩田的北部(N35°13'12", E70°59'06")。含锂辉石伟晶岩脉产出在上三叠统变质岩中,在矿床中分 4 个带,第一伟晶岩带,长度超过 1000 m,厚 10 ~ 20 m,有 4 种伟晶岩:① 锂辉石-微斜长石-钠长石伟晶岩(含锂辉石 60% ~ 65%);② 锂辉石-微斜长石-石英伟晶岩(含锂辉石 15% ~ 20%);③ 锂辉石-钠长石伟晶岩(含锂辉石 15%);④ 钠长石伟晶岩(含锂辉石 5% ~ 10%)。第二伟晶岩带,长 800 m,厚 10 ~ 15 m,并呈现杂色和带状构造。第三伟晶岩带长大于 2 km,厚 5 ~ 7 m。第四伟晶岩带,长约 800 m,厚 2 ~ 6 m。第一、二、三带按深度 250 m 估算,推断  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 29.4 万吨。整个矿床按深 100 m,长 6 km 估算,推算  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 45 万吨,品位 $w(\text{Li}_2\text{O})$  不低于 1.5%。

(3) Yaryhghul 锂矿床。位于该伟晶岩田的西北部(N35°22'40", E70°50'51")。该区出露元古宙石榴子石-黑云母结晶片岩和石英-黑云母-角闪石-石榴子石片麻岩,岩层已褶皱、混合岩化,并被上新世花岗岩和伟晶岩脉侵入。矿床范围约 3 km × 5 km。伟晶岩以锂辉石-微斜长石-钠长石伟晶岩为主,其中可见微斜长石、

黑电气石和少量绿柱石巨晶。较长的伟晶岩脉长 0.5 ~ 3.5 km, 厚 1.5 ~ 5.0 m, 平均含锂辉石 15% ~ 25%。该矿床 5 条脉若按长 3.5 km, 厚 3 m, 延伸 100 m,  $w(\text{Li}_2\text{O}) = 1.0\%$  估算, 推算其  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 13 万吨。

(4) 下 Pasghushta 锂矿床 位于该伟晶岩田的东北部, 在 Pasghushta 锂矿床之东南 ( $\text{N}35^\circ22'53''$ ,  $\text{E}71^\circ03'06''$ )。伟晶岩脉产出在上三叠统含碳质绢云母石英板岩中, 有 2 条脉, 长分别为 750 m 和 25 m, 伟晶岩脉含 10% ~ 15% 的块状微斜长石、25% ~ 30% 的锂辉石、60% 的细粒白云母、石英、钠长石, 其他矿物平均 1% ~ 3%。伟晶岩脉  $w(\text{Li}_2\text{O})$  为 2.09% ~ 2.31%, 平均 2.2%。若按深 100 m 估算, 推算  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 12.4 万吨。矿石质量好, 品位高。

(5) Paskhi 锂矿床 位于该伟晶岩田的南部 ( $\text{N}35^\circ17'30''$ ,  $\text{E}70^\circ57'30''$ )。矿床产出在上三叠统中, 范围大约  $2\text{ km} \times 3.5\text{ km}$ 。矿床中有 3 种类型伟晶岩脉: 钠长石化微斜长石伟晶岩脉, 含丰富的浸染状磷灰石和伴生的绿柱石晶体; 强烈钠长石化锂辉石-微斜长石-钠长石伟晶岩脉, 含锂辉石; 锂辉石-叶钠长石-微斜长石伟晶岩脉, 含铯榴石。主要伟晶岩脉有 3 条: No. 1 脉长 1000 m, 厚 7.5 ~ 60.0 m, 剥离深 600 m, 含锂辉石 15% ~ 25%, 其  $w(\text{Li}_2\text{O})$  为 1.46%; No. 2 脉长 2.5 km, 厚 5 ~ 10 m; No. 3 脉  $w(\text{Li}_2\text{O})$  为 1.56%。该矿床 3 条脉按深度 100 m, 推算  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 12.7 万吨, 并伴生有 Ru、Ce、Ta。

(6) Tsamgal 锂矿床 位于该伟晶岩田的东南部 ( $\text{N}35^\circ17'45''$ ,  $\text{E}71^\circ02'31''$ )。伟晶岩脉产出在上三叠统含碳质石英黑云母板岩中, 主要为锂辉石-微斜长石-钠长石和锂辉石-钠长石伟晶岩, 构成一伟晶岩带, 其长 5 km, 厚 10 m, 但每条伟晶岩脉一般长 600 ~ 1000 m, 厚 3 ~ 7 m, 含锂辉石 15% ~ 30%。个别脉体  $w(\text{Li}_2\text{O})$  可达 2.32%, 但整个矿床平均品位至少是 1.5%。若按深度 100 m、平均品位 1.5% 估算, 该矿床  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 18.75 万吨。

(7) Drumgal 锂矿床 位于该伟晶岩田的东南部 ( $\text{N}35^\circ19'08''$ ,  $\text{E}70^\circ01'21''$ )。伟晶岩产出在上三叠统板岩中, 有 3 条锂辉石-微斜长石-钠长石脉, 长 1000 ~ 2000 m, 厚 7 ~ 30 m,  $w(\text{Li}_2\text{O})$  1.38% ~ 1.58%。在 No. 1 厚 30 m 的地方, 分析化验结果显示  $w(\text{Ta}_2\text{O}_5)$  为 0.06%, 而该矿床在 60 m 长范围内  $w(\text{Ta}_2\text{O}_5)$  仅 0.03%, 变化较大。该矿床按深度 100 m 估算,  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 25.3 万吨。

**Shamakhat 伟晶岩田** 位于努力斯坦 ( $\text{N}34^\circ40'10'' \sim 34^\circ44'00''$ ,  $\text{E}70^\circ00'20'' \sim 70^\circ02'15''$ )。矿区出露元古宙变质岩和上新世花岗岩, 伟晶岩脉有 2 种类型: 锂辉石-钠长石型和透锂辉石-锂辉石-钠长石型, 最长锂辉石-钠长石伟晶岩脉超过 3 km, 厚 4 m, 含锡石  $57\text{ g/m}^3$ , 铌铁矿-钽铁矿  $15\text{ g/m}^3$ 。该岩田有 No. 1、No. 2、No. 4、No. 5、No. 6、No. 7、No. 10 伟晶岩脉,  $w(\text{Li}_2\text{O})$  为 1.76%,  $w(\text{CsO})$  为 0.01%, 含痕量 Rb,  $w(\text{Sn})$  0.07 ~ 0.39% (偶然高达 2.85%),  $w(\text{BeO})$  为 0.003 ~ 0.042%。矿石含锂也含 TaO。No. 1 脉按深度 150 m、品位 1.76% 估算,  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 15.85 万吨。

**Taghawlur 伟晶岩田** 位于阿富汗中部乌鲁兹甘省 ( $\text{N}33^\circ42'30'' \sim 33^\circ47'00''$ ,  $\text{E}66^\circ19'30'' \sim 66^\circ29'00''$ )。伟晶岩脉产出在上新世花岗岩和元古宙变质岩之间, 呈 EW 向展布, 长 18 km, 宽 1.0 ~ 1.5 km。岩田中有 3 种伟晶岩脉: ① 锂辉石-微斜长石-钠长石脉, 为主要矿化脉体, 含锂辉石 10% ~ 25%, 锂辉石晶体长 5 ~ 10 cm 或 30 ~ 60 cm; ② 微斜长石-黑电气石-白云母脉, 偶含绿柱石晶体; ③ 白云母-钠长石脉。该岩田已确认 300 多条伟晶岩脉, 长 50 ~ 2000 m, 厚 0.5 ~ 20.0 m, 脉中铌铁矿-钽铁矿呈  $1\text{ m} \times 3.5\text{ m}$  大小碎片分布, 锡石粒度大于 5 mm。其中 14 条伟晶岩脉, 按长 200 ~ 500 m 至 2000 m、厚 2 ~ 10 m 至 35 m 估算,  $\text{Li}_2\text{O}$  资源储量为 146.4 万吨 ( $w(\text{Li}_2\text{O})$  0.08% ~ 2.80%);  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  储量为 4200 吨 (品位 0.008% ~ 0.025%); Sn 储量为 1.76 万吨 (品位 0.01% ~ 0.14%)。

(中国地质科学院矿产资源研究所 吴良士 供稿)