



莱芜市独路石墨矿矿床地质特征及矿床成因

李雷¹, 赵体群², 周广海², 李世达², 柳清丽², 王强², 张相峰², 李鹏辉², 蒋波², 沙启文²

(1. 莱芜市国土资源局, 山东 莱芜 271100; 2. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

摘要:独路石墨矿位于泰山—沂山断隆泰山凸起东端, 矿床赋存于新太古代泰山岩群雁翎关组之中。矿床内发育6个石墨矿体, 呈层状、似层状产出。矿石类型主要为含石墨黑云变粒岩型, 石墨矿石属鳞片状晶质石墨矿, 石墨矿物片径细小。矿石样品固定碳含量一般为6%~8%, 在省内属较高品位。原岩为富含有机质的杂砂岩——沉积凝灰岩, 经中低压变质相系变质作用形成石墨矿, 属沉积变质成因。找矿标志明显, 外围及深部找矿前景良好。独路石墨矿的发现填补了鲁西地区石墨矿空白。

关键词:独路石墨矿; 地质特征; 矿床成因; 找矿标志; 山东莱芜

中图分类号: P611

文献标识码: A

0 引言

石墨矿是山东省优势矿产之一, 已查明的石墨矿产资源居全国第三位。以往山东省地质矿产资料^[1-4]显示省内石墨矿床主要分布于山东半岛地区。鲁西地区在20世纪90年代以前仅发现了少量的石墨矿化点, 独路石墨矿床的发现填补了鲁西石墨矿床空白。20世纪90年代, 山东省地质矿产局第一地质队在进行1:5万仲宫等四幅区调联测^①矿产调查时发现了莱芜独路—章丘下射垛一带石墨矿点; 中国地质科学院徐惠芬等在《鲁西花岗岩—绿岩带》科研报告^[5]中提到, 在新泰石河庄—单家峪一线黄铁矿—磁黄铁矿矿床中间夹石墨片岩和碳质千枚岩。曹国权先生等在《鲁西早前寒武纪地质》^[6]专著中指出: 在新泰雁翎关、任家庄地区新太古代泰山岩群雁翎关组岩层实测剖面中见有石墨片岩及碳质千枚岩。随后化工部泰安地质勘查院、山东省第七地质矿产勘查院分别于1998年、2010年提交了山东省莱芜市独路地区石墨矿普查报告^②。2011年山东省物化探勘查院即着手对独路石墨矿北邻章丘下射垛地区石墨矿开展地质普查工作。

1 矿区地质概况

矿区位于华北陆块鲁西隆起区鲁中隆起区泰山—沂山断隆泰山凸起东端, 属莱芜香山—章丘官营花岗岩—绿岩带部分。

1.1 地层

矿区地(岩)层以新太古代泰山岩群为主, 另有小范围第四系分布。泰山岩群自东向西依次分布雁翎关组、山草峪组、柳杭组岩层。雁翎关组东、西两侧分别被上港单元、松山单元岩体侵入, 呈不整合侵入接触关系。

雁翎关组分布在独路村东北, 出露长2 km, 宽100~300 m, 呈NNW向带状展布与区域构造方向一致, 倾向NE, 倾角60°~85°, 局部有变化, 呈单斜形式产出。岩性主要为角闪片岩、斜长角闪岩夹黑云变粒岩、磁铁石英岩、石墨变粒岩等, 为一套基性火山岩夹砂泥质建造。其中石墨变粒岩为石墨矿赋存层位。

1.2 岩浆岩

区内岩浆岩极为发育, 主要有新太古代中期上港单元中粒含黑云母片麻状奥长花岗岩、新太古代

收稿日期: 2013-05-13; 修订日期: 2013-07-19; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 李雷(1963—), 男, 山东莱芜人, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘查管理工作; E-mail: 6177637@163.com。

① 山东省地质矿产局第一地质队, 1:5万仲宫等四幅区调联测报告, 1995年。

② 山东省第七地质矿产勘查院, 山东省莱芜市独路地区石墨矿普查报告, 2010年。

晚期松山单元中粒二长花岗岩及中元古代早期牛岚单元辉绿岩脉。岩浆岩出露面积约占矿区面积的 90%，泰山岩群呈捕虏体状产于上述岩体中，一并构成花岗绿岩带。

1.3 构造

区内泰山岩群及早前寒武纪侵入岩均呈 NNW 向分布，片理构造普遍发育，但断裂构造不发育。官营-香山韧性剪切带东支中段从该区穿过，走向 $320^{\circ} \sim 330^{\circ}$ 与区域构造线方向基本一致，其运动方向为右行走滑。糜棱面理倾向 NE，倾角 85° 以上，拉伸线理近水平。剪切带以浅部相为主，对石墨矿体破坏作用不大。在韧性剪切带中发育花岗岩质、斜长角闪岩质、变粒岩质糜棱岩。

1.4 变质作用

区内经历了阜平期—吕梁期变质作用，矿区形

成一系列区域变质岩。主要为变质镁铁质岩类的斜长角闪岩和角闪石岩；变粒岩类的黑云变粒岩、斜长角闪变粒岩和石墨黑云变粒岩；硅铁质岩类的磁铁石英岩。

2 矿床特征

2.1 矿体特征

石墨矿赋存于泰山岩群雁翎关组之中，呈层状、似层状产出，其总体走向为 $320^{\circ} \sim 340^{\circ}$ ，倾向 NE，倾角 $65^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。矿区内共圈定 6 个石墨矿体，其中 IV，III，II 号矿体为主矿体；占全区估算资源量的 87%。矿体分布及矿体特征详见表 1、图 1。

表 1 石墨矿矿体特征

矿体编号	出露标高 (m)	矿体形态	产状		规模			平均品位 C(%)
			倾向($^{\circ}$)	倾角($^{\circ}$)	长度(m)	延深(m)	厚度(m)	
I	740~760	似层状	72	68	300	25	3.88	9.39
II	674~775	薄层状	70~75	65~75	670	25	2.87	8.65
III	708~798	似层状	65	70	1010	40	3.11	7.69
IV	756~809	似层状	50	70	300	80	6.31	7.28
V	784~795	薄层状	60	70	170	25	1.90	4.50
VI	781~822	薄层状	60	70	100	25	2.79	3.34

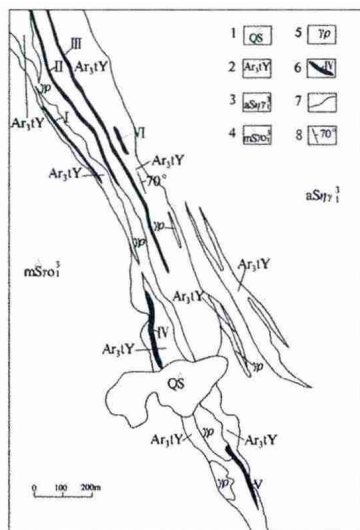


图 1 独路石墨矿床地质简图

1—第四系；2—泰山岩群雁翎关组；3—松山单元；4—上港单元；5—花岗伟晶岩脉；6—矿体及编号；7—地质界线；8—地质产状

矿体厚度变化程度：I，IV 矿体属不稳定矿体，

其他属稳定、较稳定矿体。

矿体顶板多为斜长角闪变粒岩，部分为黑云变粒岩、斜长角闪(片)岩，少数为花岗伟晶岩，底板多为斜长角闪变粒岩、变粒岩，部分为黑云变粒岩，少数为花岗伟晶岩、斜长角闪(片)岩。

夹石岩性以花岗伟晶岩为主，其次为脉石英、变粒岩，其厚度小于夹石剔除厚度。

2.2 矿石特征

2.2.1 矿石类型

独路石墨矿为晶质石墨矿石，由于矿体多沿山脊、山腰分布，受地下水影响较小，所以矿石受风化、淋滤程度较弱，原生矿石占绝大比例。主要可分为 2 种自然类型。

(1) 含石墨黑云变粒岩型矿石：为该区主要矿石类型，约占矿床总矿石量的 95%。新鲜矿石深灰至灰黑色，显晶—细粒鳞片粒状变晶结构、显微—细粒鳞片变晶结构，片状、片麻状、浸染状构造。主要矿物为斜长石(35%)、石英(25%)、黑云母(15%)，有

用矿物石墨(3%~15%),次要矿物为普通角闪石(10%)、透辉石(5%)、绿泥石、白云母、绢云母,镁电气石少量,磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿、赤铁矿、金红石、榍石、锆石微量。组成矿物多平行片理定向分布。斜长石他形粒状,绢云母化明显,可见聚片双晶,粒度大小0.10~0.50mm左右。石英他形粒状,波状消光明显,粒度大小不一,一般为0.05~0.50mm。黑云母呈片状集合体,片径大小0.10~0.30mm,断续定向分布。石墨为不透明矿物,黑色,半金属光泽。反射光下浅棕灰色,鳞片状,自形晶。多数石墨晶体呈0.1~0.5mm的块状、断续的条纹状集合体与脉石矿物相向分布,大致呈平行片理排列,是石墨矿物主要赋存状态。少量石墨晶体充填在脉石矿物的解理裂隙中杂乱分布。这2种赋存状态代表石墨生成的2个期次,后者生成时间晚于前者。石墨晶体片径一般为0.005~0.10mm,最大0.15mm,最小0.001mm,往往与相邻的脉石矿物晶粒大小同步变化。后期伟晶岩脉附近石墨晶片稍大些。经统计石墨片径:100~80目(0.147~0.175)为10%,小于100目(0.147mm)为90%,未见大鳞片石墨晶体。

(2)含石墨黑云变粒岩质碎裂岩型矿石:主要分布在Ⅳ号矿体西侧花岗伟晶岩东外缘。矿石具碎裂结构,但尚部分保留原岩含石墨黑云变粒岩成分及结构。石墨鳞片呈弯曲状,局部碾成粉末。

2.2.2 矿石品位

矿石样品固定碳含量在3.06%~16.06%之间,一般为6.0%~8.0%,矿床平均品位7.53%,符合石墨矿工业品位要求。品位变化趋势与矿体厚度有关(表1)。按矿体统计计算,6个矿体品位变化系数在24%~40%之间,品位稳定程度属稳定的。据矿石岩矿鉴定、光谱、多元素、组合分析结果 TiO_2 (金红石)、V等含量均较低,无综合利用价值。

3 成因讨论

3.1 原岩建造

石墨是还原条件下的产物,因此石墨黑云变粒岩原岩环境可能是半封闭的泻湖环境。依据1:5万大王庄幅区调报告中黑云变粒岩岩石化学及其镜下变余组构特征进行原岩恢复,认为其原岩应为杂砂岩—沉积凝灰岩。推断独路石墨矿石的原岩应为富

含有机质的杂砂岩—沉积凝灰岩,石墨矿石中的碳为有机成因。

前人通过大量研究得出结论:鲁西绿岩带中的变粒岩类原岩多为泥质硬砂岩或粉砂质粘土岩^[6]。独路石墨矿原岩建造应为泥质硬砂岩或粉砂质粘土岩—碳质杂砂岩—沉积凝灰岩建造。

3.2 矿床成因

鲁西泰山岩群于新太古代早期经历了角闪岩相变质作用,使原岩中的有机物质发生一系列的分解反应,并导致晶质石墨形成。该区于新太古代还遭受了绿片岩相退变质作用。

独路石墨矿赋存于泰山岩群雁翎关组变质岩系中,从矿石矿物成分、结构构造特征及自型类型看,变质特征十分明显。矿床属区域沉积变质成因。含矿变质建造为斜长角闪变粒岩—石墨黑云变粒岩—斜长角闪变粒岩建造。山东半岛地区平度刘戈庄石墨矿等一批大中型石墨矿床于元古宙经受角闪麻粒岩相高级变质作用形成晶片大的(片径一般在0.1~0.5mm)优质石墨,而独路地区石墨矿石片径仅为0.001~0.15mm,未形成大晶片的优质石墨,其变质程度不及半岛地区高应是主要原因。

4 找矿标志

4.1 岩层层序标志

新泰石河庄—莱芜任家庄为最早在鲁西发现石墨矿化的地区,区内泰山岩群雁翎关组岩层发育较全,岩层厚度均在千米以上。石墨矿化赋存在雁翎关组的上部,即原雁翎关组第8~10层喷发—沉积旋回沉积层中,呈夹层状产出层控特征。其含矿变质建造为斜长角闪岩—石墨片岩—斜长角闪岩(绿泥阳起片岩)建造^[7,8]。

4.2 直接找矿标志

石墨黑云变粒岩、石墨片岩可以作为石墨矿的直接找矿标志。

4.3 地球物理标志

石墨的导电性不亚于金属是良导体。在上述适宜层位岩段表现的高极化、低电阻率异常是石墨矿良好的找矿标志。对于上规模的石墨矿化带,磁法、重力测量对石墨矿勘查也是有效方法。

5 找矿前景

由矿体形态特征及工程控制情况分析认为Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ号矿体走向延长300~1 010 m,矿体出露高差53~101 m,目前仅对3个矿体的局部进行了工程控制并估算了资源量,矿床潜在资源量远大于控制的量。进一步对出露矿体进行工程控制,矿床规模和资源量将会具有较大的提升空间。表1显示6个矿体的产状(倾向、倾角)与雁翎关组岩层总体产状基本一致,石墨矿体沿雁翎关组岩层顺层发育。但有的矿体部分地段产状反倾向,鉴于这种情况在拟定钻探设计时亦应随机应变,才能取得理想的地质找矿效果。总体分析认为雁翎关组内出露矿体走向和倾向的隐伏部位具有良好的找矿前景。鲁西的新泰、泰安、沂源、蒙阴和沂水等地区均发育雁翎关组含石墨黑云变粒岩,在这些区域寻找石墨矿床具有良好的找矿空间。

6 结语

(1)莱芜市独路石墨矿赋存于泰山岩群雁翎关组之中,矿区内共圈定6个石墨矿体。矿石为晶质石墨矿石,主要分为含石墨黑云变粒岩型矿石和含石墨黑云变粒岩质碎裂岩型矿石2种自然类型。矿床固定碳含量平均品位7.53%,在省内属较高品位。

(2)独路石墨矿原岩建造应为泥质硬砂岩或粉砂质粘土岩—碳质杂砂岩—沉积凝灰岩建造,矿床

属区域沉积变质成因,含矿变质建造为斜长角闪变粒岩—石墨黑云变粒岩—斜长角闪变粒岩建造。

(3)鲁西地区的石墨矿化主要赋存在雁翎关组的上部,石墨黑云变粒岩、石墨片岩可作为石墨矿的直接找矿标志。在适宜层位岩段表现的高极化、低电阻率异常是石墨矿良好的地球物理找矿标志。

(4)独路石墨矿床的发现填补了鲁西石墨矿床空白。矿床目前控制程度较低,矿体规模和资源量具有较大的提升空间,区内成矿条件优良,矿床深部及外围具有良好的找矿前景。

参考文献:

- [1] 孔庆友,张天祯,于学峰,等. 山东矿床[M]. 济南:山东科学技术出版社,2006:538,549—550.
- [2] 刘振. 山东省地质矿产志[M]. 济南:山东人民出版社,1993:313.
- [3] 张天祯,石玉臣,王鹤立,等. 山东非金属矿地质[M]. 济南:山东科学技术出版社,1998:285.
- [4] 艾宪森. 中国矿床发现史·山东卷[M]. 北京:地质出版社,1996:200.
- [5] 徐惠芬,董一杰,施允亨,等. 鲁西花岗岩—绿帘带[M]. 北京:地质出版社,1992:22—23,79.
- [6] 曹国权. 鲁西早前寒武纪地质[M]. 北京:地质出版社,1996:14—19,102,133,183—187.
- [7] 孔庆友,邹国强. 山东省矿产资源储量报告编制指南[M]. 济南:山东省地图出版社,2010:263—264.
- [8] 颜玲亚,陈军元,杜华中,等. 山东平度刘戈庄石墨矿地质特征及找矿标志[J]. 山东国土资源,2012,28(2):11—14.

Geological Characteristics and Origin of Dulu Graphite Deposit in Laiwu City

LI Lei¹, ZHAO Tiquan², ZHOU Guanghai², LI Shida², LIU Qingli², WANG Qiang², ZHANG Xiang-feng², LI Penghui², JIANG Bo², SHA Qiwen²

(1. Laiwu Bureau of Land and Resources, Shandong Laiwu 271100, China; 2. No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Dulu graphite mine locates in east part of Taishan—Yishan uplift. Deposit occurs in Yanlingguan formation of Archean Taishan group. Six graphite ore bodies developed in this deposit with layered and lstratiform-like types. Main types of ores are graphite-bearing biotite leptynite. Graphite ores belong to crystalline flake graphite deposit with small diameter. Fixed carbon contents of Ore samples are generally 6%~8%. It is a higher grade in Shandong province. Original rock is greywacke rich in organic matter, that is sedimentary tuff. Through low-pressure metamorphic facies series metamorphism, graphite deposit has been formed. Its origin is sedimentary metamorphism with obvious prospecting symbol. Exploration prospect is good in its external and deep parts. The discovery of Dulu graphite deposit has filled the blank of graphite deposit in Luxi area.

Key words: Dulu graphite deposit; geological characteristics; origin; Laiwu city in Shandong province