

山东省深部找矿进展与启示

徐军祥

(山东省地质矿产勘查开发局, 济南 250013)

摘要:在总结近年来山东省深部找矿取得的主要进展的基础上,选择典型实例说明了较突出的找矿成果,从深部矿产资源潜力、成矿理论、勘查技术和投入等方面得出对深部找矿工作的认识。笔者认为山东省埋深 500 ~ 2 500 m 间矿产资源潜力巨大,特别是金、铁、煤等优势矿产潜力更大。预测全省金矿资源总量为 3 600 余吨,除已探明储量 1 400 吨外,尚有 2 200 多吨有待发现和评价,且矿体向深部有变大变厚、品位增高的趋势;预测铁矿资源总量 200 亿吨,其中潜在资源量为 180 亿吨;预测煤矿资源总量 400 多亿吨,还有 160 亿吨尚待勘查。此外,铜、银、钼、铅、锌等金属矿产和金刚石、石墨等非金属矿产资源都有较好的找矿前景。

关键词:深部找矿;进展;第二找矿空间;山东省

中图分类号: P624

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)03-0176-04

1 前言

攻深找盲,开辟“第二找矿空间”是提高山东省矿产资源保障程度的必由之路。“第二找矿空间”是指已知矿区和成矿区带周边和深部等空间区域,根据勘查研究程度与当前矿山开采经济技术条件,确定其深度为 500 ~ 500 m。最新的成矿预测和勘探实践证明,山东省主要成矿区带深部矿产资源潜力巨大,预测资源量为浅部已探明资源储量的 2 倍多^[1]。近年来,特别是《国务院关于加强地质工作的决定》颁布以来,山东省地质勘查部门加大了深部找矿力度。通过部门专项勘查、危机矿山接续资源找矿、省矿产资源补偿费地质勘查项目实施等,山东省深部找矿工作已经取得初步成效,展现出十分广阔的前景。

2 深部找矿主要进程与进展

山东省深部找矿的历程可分为两个阶段,即初步探索阶段和全面突破阶段。

1997年由山东省地矿局第六地质队申请实施的国家矿费地勘项目“山东省招远—平度断裂带北段金矿普查”子项目—山东省招远市台上金矿床深部普查,拉开了山东省深部找矿的序幕。该项目在台上矿段—300 m 以下、破头顶—250 m 以下地段,

共探求 D+E 级金的金属量 168 363 kg, 矿石量 2 819.2651 万吨。其中表内 D+E 级金的金属量 166 353 kg, 矿石量 2 739.21 万吨, 平均金品位 6.08×10^{-6} , 矿体平均厚度 16.22 m; 表外 D+E 级金的金属量 2 010 kg, 矿石量 80.055 1 万吨; 探求伴生有益组分银金属量 292.19 t。矿床规模为超大型。而后,山东省第六地质矿产勘查院相继开展了“山东省招远市台上金矿床台上矿段深部普查”、“山东省招远市姜家窑金矿床深部详查”、“山东省焦家成矿带深部金矿普查”、“山东省莱州市新城金矿区 V 号矿体深部普查”、“山东省招远市大尹格庄金矿床深部金矿普查”等深部金矿勘查项目。

全面突破阶段以 2005 年由山东省地矿局第六地质队实施的“山东省莱州市寺庄矿区深部金矿详查”为标志。该项目在寺庄金矿深部 -159 ~ -1 003 m 标高范围发现了特大型金矿, 提交金资源量 51.83 吨。此后,山东省物化探勘查院在兖州颜店施工的 ZK₈ 孔证实了华北地区最大的磁异常—济宁大异常为矿致异常,该孔孔深 1804.78 m,揭露含铁层埋深 1612.89 ~ 1796.54 m, 视厚度 183.65 m, 初步预测济宁大异常重磁同源范围内铁矿资源量超百亿吨^[2]。

在深部找矿取得显著成果的同时,深部找矿方法技术也随之发展。为适应地层构造复杂、深度大、

收稿日期: 2008-05-08

责任编辑: 刘新秒

作者简介: 徐军祥(1961-),男,山东广饶人,博士、教授,从事地质技术管理与研究。

地面施工环境差等情况,山东省地矿部门在改造提升常规勘探手段的同时,引进并开发了许多适合深部勘探的技术方法,特别是山东省物化探勘查院在省内最早引进的V8点法工作站,在莱州寺庄深部金矿详查、招平断裂带深部金矿详查、邹平铜矿普查、济宁铁矿区颜店矿段详查等项目中发挥了重要作用。通过采用CSAMT和SIP方法,较清晰地确定出了深部隐伏构造带及异常体位置,为推断断裂破碎带及深部矿体预测提供了依据^①。

随着深部找矿工作量的加大,深部钻探技术也得到多年未有的提高。由山东省探矿机械厂研制的XD-5全液动力头式岩心钻机,钻探深度可超过1300 m,实现了机、电、液一体化,具传动平稳、操作集中、方便、省力、安全等特点,主要技术指标处于国际领先,已在省内外深部找矿中发挥了重要作用。在深部找矿过程中,深部复杂地层钻探技术亦得到明显提高。针对深部地层“硬、脆、碎、酥、漏”等特点造成钻进效率低的问题,山东省地矿局钻探专家试验应用了金刚石绳索取心液动锤钻进工艺和仿生金刚石钻头,时效提高24%,回次进尺提高79%,仿生钻头寿命提高30%。对深孔钻进钻孔弯曲度(孔斜)超标问题,采用改善钻具结构、合理选择钻头、严格控制钻进规程参数等,使孔斜得到了有效控制,1500 m孔深时累计孔斜由45°减小为8°。

3 深部找矿典型实例

3.1 莱州寺庄矿区深部金矿详查

莱州寺庄地区的金矿找矿工作始于上世纪60年代末。1968年,山东省地质局第六地质队发现了焦家断裂带寺庄金矿点;1980~1992年,六队开展了寺庄金矿(浅部)普查工作,施工钻孔最大勘查深度为500 m,探求D+E级金矿储量9597 kg;2002年,六院开展了焦家成矿带深部金矿普查工作,施工了两个孔深分别为900 m、800 m的钻孔,在-600 m~-700 m标高范围内,圈定了2个单样金品位分别为 1.46×10^{-6} 、 $(1.29 \sim 1.89) \times 10^{-6}$ 的金矿化体;2003~2004年六院开展了寺庄矿区深部金矿普查工作,施工了3个钻孔,在-500 m以下圈出矿(化)体12个,初步概算资源量27378 kg,金平均品位 5.68×10^{-6} ,平均厚度3.78 m;2005~2006年六院

开展了寺庄矿区深部金矿详查工作,共施工了47个钻孔,完成钻探工作量36963.93 m,单孔孔深为625.16~1015.26 m,超过900 m深的钻孔有10个,创造了胶东地区金矿找矿一个矿区一次性施工深孔数量之最。自2002年以来,通过近5年的深部找矿工作,探求了焦家金矿带平均勘探深度最大的特大型金矿床——寺庄矿区深部金矿^②。

矿床位于胶西北地区焦家金矿成矿带南段,寺庄金矿床(浅部)西侧,产于玲珑花岗岩与早前寒武纪变质岩系的内接触带上,焦家断裂下盘。焦家断裂及其次级断裂控制了金矿体的产出。

自以断层泥为标志的焦家断裂主断面以下,构造蚀变带可分为黄铁绢英岩带、黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带、黄铁绢英岩化花岗岩带三个控矿岩性带,三者分别控制了I、II、III三个矿体群。

矿床共有188个矿体,其中I矿体群11个矿体、II矿体群20个矿体,I-1、III-1、III-2矿体为主矿体,次为III-3、III-40、III-66等矿体。矿体产状大多与主裂面一致或平行,呈似层状、脉状或透镜状产出,倾向252°~300°,倾角21°~45°,控制长60~905 m,控制斜深50~1193 m,平均厚度0.84~10.40 m,矿体平均金品位 $1.01 \sim 11.92 \times 10^{-6}$ 。I-1矿体控制长480 m,控制最大斜深1192 m,平均厚度10.40 m,金平均品位 3.03×10^{-6} ;III-1矿体控制长904 m,控制最大斜深605 m,平均厚度3.72 m,金平均品位 3.33×10^{-6} ;III-2矿体控制长905 m,控制最大斜深672 m,平均厚度3.46 m,金平均品位 7.10×10^{-6} 。赋矿标高-159~-1003 m,6个主要矿体赋存于-235~-926 m标高之间。

共探获控制的及推断的内蕴经济资源量[(332)+(333)]金金属量51.83吨,矿床平均品位 3.94×10^{-6} ;6个主要矿体合计金金属量占总资源量的72.91%。I、II、III矿体群金资源量各占矿床总资源量的40.14%、1.35%、58.51%。

矿石结构为自形—半自形粒状结构、碎裂状结构,构造为块状构造、浸染状构造、(网)脉状构造。矿石类型有浸染状黄铁绢英岩型、细脉—浸染状黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩型、细脉—网脉状铁绢英岩化花岗岩型三种,矿石工业类型为典型的破碎带蚀变岩型(焦家式)低硫矿石。

^①曹春国,肖磊岳.V8系统在深部找矿中的应用研究.深部找矿文集.山东地质矿产局,2008.

3.2 济宁铁矿颜店矿段详查

济宁铁矿是我局验证磁异常时发现的。济宁磁异常位于济宁市北—兖州市颜店镇一带,该异常以规模大、幅值高、重磁异常高度吻合而闻名,是山东境内强度最大的磁异常,也是华北地区重要的磁异常之一。1958年原地质部航测大队在进行1:100万航磁测量时,在相邻二条测线上发现了该磁异常。自此以后,40多年来济宁磁异常一直受到山东地学工作者们高度关注,并对其进行了多次检查验证。20世纪60~70年代,山东省地质勘查队伍对该磁异常进行了钻探验证,共施工了7个钻孔,其中超过1000m深度的钻孔有3个,最深钻孔深度达1142m。钻探工作在1000m以下深度范围内见到了以绢云千枚岩为标志的浅变质地层,命名为济宁岩群,认为属古元古代地层^[4]。在济宁岩群的顶部发现有9~24m垂厚的含铁硅质岩层和条带状磁(赤)铁矿层。但人们普遍认为,这么少量的含铁岩系不足以引起大规模的济宁强磁异常。限于当时的技术手段,没有继续再向深部验证。自此,济宁磁异常成了萦绕在广大地学工作者心中的难解之谜。

近年来,山东省有关专家又对济宁磁异常进行了重新论证,认为有必要对该异常进行再次验证。2006年山东省物化探勘查院在对该磁异常开展详细的地球物理勘查基础上,施工了一个深达1804.78m的山东省固体矿产勘查第一深钻(ZK₈孔),揭开了一个资源潜力巨大的铁矿的冰山一角。根据断层切割状况,济宁铁矿可分为颜店、屯头和李营三个矿段,目前我局正在对处于济宁磁异常北部的颜店矿段开展详查工作,已完工钻孔5孔,正在施工钻孔10孔,单孔深度1500~1900m。

ZK₈孔自钻进济宁岩群后,即陆续钻遇铁矿(化)体,第一层矿体始见于孔深1612.89m,最后一层矿体出现的最深位置在孔深1796.54m处,距终孔位置仅8.24m。钻孔尚未穿透含铁地层。该孔共圈出5个铁矿体,1个铁矿化体。铁矿化体为位于济宁岩群顶部的褐铁矿化角砾岩,铅直厚度2.25m。5个矿体总厚度74.04m,单矿体厚度2.62~27.73m,矿体全铁平均品位28.17~33.48%,磁性铁平均品位15.89~25.19%。

其它完工钻孔揭露矿体单孔总厚度为118~220m。第4勘探线钻孔揭露矿床埋深于1041.57m以下,由4层厚大矿层组成,单层厚30~125m,矿

体呈向西倾斜的板状体。

矿体赋存于济宁岩群中,顶、底板和矿体中夹石主要为绢云千枚岩,少量方解石英岩。矿石类型主要有:条带状方解磁(菱)铁石英岩、条带状磁(菱)铁石英大理岩和磁铁绢云千枚岩,铁矿体呈层状赋存于济宁岩群中。济宁岩群原岩属滨浅海相泥砂沉积夹钙质硅铁沉积及中酸性火山岩建造。矿石中铁矿物与石英、方解石构成条带分布,条带与层理一致,说明矿床成因类型为沉积变质铁矿,属产于千枚岩、变质中酸性火山岩、大理岩中的铁矿类型。

4 深部找矿几点启示

4.1 深部矿产资源潜力巨大

山东省埋深500~2500m间矿产资源潜力巨大,特别是金、铁、煤等优势矿产潜力更大。预测全省金矿资源总量为3600余吨,除已探明储量1400吨外,尚有2200多吨有待发现和评价,且矿体向深部有变大变厚、品位增高的趋势;预测铁矿资源总量200亿吨,其中潜在资源量为180亿吨;预测煤矿资源总量400多亿吨,还有160亿吨尚待勘查。此外,铜、银、钼、铅、锌等金属矿产和金刚石、石墨等非金属矿产资源都有较好的找矿前景。

4.2 成矿理论对深部找矿的指导作用明显

近年来,通过大量深部矿产勘查实践,对深部矿床分布、矿体赋存和矿体产出规律有了新的认识,特别是焦家成矿带深部一系列勘查成果进一步丰富了“焦家式”成矿理论,从而有效地指导了同类型矿床深部找矿工作。多年来的地质勘查证实,胶西北地区金矿主要赋存于主断裂下盘的玲珑花岗岩中,因此焦家断裂与招平断裂之间的玲珑花岗岩分布区一直被作为该地区金矿找矿的重点地段。前人根据该地区3条主要控矿断裂(焦家、招平、三仓断裂)的走向、倾角相近,但相邻两断裂的倾向相反的特点,分别称之为“断背形”、“断向形”^[5],并认为“断背形”为有矿地段,“断向形”为无矿地段。然而,寺庄矿区深部金矿找矿的重大突破,使我们认识到:焦家断裂是一条上陡下缓的铲式断裂,它与招平断裂、三仓断裂共同构成了一条沿玲珑花岗岩与早前寒武纪地质体边界分布的大型伸展构造带,胶西北众多金矿主要赋存于这条伸展构造带下盘。按照这一成矿模式:在前人认为的“断向形”无矿地

段,恰恰是有矿的,由于该地段没有遭受剥蚀,因此金矿资源潜力很大,但矿床的埋藏深度亦较大,是今后深部找矿的重点地段;而前人认为的“断背形”有矿地段,由于已遭受一定程度的剥蚀,因此深部找矿的潜力没有前者大^[3]。根据这一新的找矿思路,我局最近又在焦家金矿区深部发现了一个特大型金矿。

4.3 勘查技术在深部找矿中发挥关键作用

深部矿床埋藏深、难识别,因而技术手段方法就成为深部找矿的关键,除主要利用“两高”——高精度地面物探和高密度钻探外,手段方法的相互配合与衔接亦十分重要。例如,济宁铁矿就是利用了高精度重力、高精度磁测、大功率激电、可控源等物探方法,通过正反演计算,再通过深钻验证发现的。

4.4 加大投入是深部找矿的基础

山东省深部找矿成效显著的一个重要因素是有大量的资金投入,体现在大规模的钻探与地面工

程上,省财政、地质勘查部门、矿山企业等近年在深部找矿中的经费投入年均约3亿元,钻探15万米左右。大规模的经费投入保证了深部找矿异常验证与勘查精度,使深部找矿成果不断扩大。

参考文献:

- [1] 孔庆友,张天祯,于学锋,等. 山东矿床[M]. 济南: 山东科学出版社, 2006, 63-67.
- [2] 韩玉珍,王世进,李培远,等. 济宁颜店铁矿地质特征及济宁岩群含矿性研究[J]. 山东国土资源, 2008, 24(2): 3-8.
- [3] 宋明春,崔书学,杨之利,等. 山东焦家金矿带深部找矿的重大突破及其意义[J]. 地质与勘探, 2008, 44(1): 1-8.
- [4] 张增奇,刘明渭主编. 山东省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996, 81-83.
- [5] 李俊建,罗镇宽,刘晓阳,等. 胶东中生代花岗岩及大型-超大型金矿床形成的地球动力学背景[J]. 矿床地质, 2005, 24(4): 361-372.

Progress and Enlightenment of Deep Ore Prospecting in Shandong Province

XUN Jun-xiang

(Shandong Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources, Jinan, 250013, China)

Abstract: This paper analyzed the main progresses of deep ore prospecting in Shandong Province for recent years with typical examples of outstanding ore prospecting achievements. The enlightenment for deep ore prospecting has been deduced from deep ore prospecting potential, mineralization theory, exploration technology and investment. It is suggested that there is a great potential resources burying in the depth of 500 ~ 2 500 m. And the ore bodies change into thick and the grade becomes higher with the depth increase. There are Au 2 200 t, Fe 180×10^9 t and coal 160×10^9 t waiting for exploration. And many other mineral resources such as Cu, Ag, Mo, Pb, Zn, diamond and graphite also have good prospecting.

Key words: deep ore prospecting; progress; second ore prospecting space; Shandong Province