

# 创新驱动未来,科技铸就辉煌

## ——山东省地矿局探矿工程“十二五”回顾及“十三五”展望

孙丙伦<sup>1</sup>, 张敏<sup>1</sup>, 赵辉<sup>1</sup>, 陈师逊<sup>2</sup>

(1. 山东省地质矿产勘查开发局, 山东 济南 250013; 2. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264003)

**摘要:** 全面回顾了山东省地矿局“十二五”期间探矿工程取得的主要成绩和在技术与成果管理、技术研究与应用等方面所做的主要工作, 以及典型工程项目完成情况。从探矿工程转型升级、提质增效以及加强新技术研发与推广应用、强化内部管理等方面展望了“十三五”期间的工作思路。

**关键词:** 探矿工程; 钻探技术; “十二五”; 回顾; “十三五”; 展望; 山东省

**中图分类号:** P634 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2016)05-0001-05

**Innovation Driving the Future, Science and Technology Creating Brilliance/SUN Bin-lun<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>1</sup>, ZHAO Hui<sup>1</sup>, CHEN Shi-xun<sup>2</sup>** (1. Shandong Provincial Bureau of Geology & Mineral Resources, Jinan Shandong 250013, China; 2. No. 3 Exploring Institute of Geo-mineral Resources, Shandong Province, Yantai Shandong 264003, China)

**Abstract:** A comprehensive review is made about the advances achieved in exploration engineering by Shandong Provincial Bureau of Geology & Mineral Resources in the 12th Five-year Plan period, including the main work of technology and achievement management, technology research and application as well as typical project completion. The working ideas are prospected for the 13th Five-year Plan period in transformation and upgrading of exploration engineering, improving quality and efficiency, strengthening the application of new technology research and development as well as strengthening the inner management.

**Key words:** exploration engineering; drilling technique; the 12th Five-year Plan; review; the 13th Five-year Plan; prospecting; Shandong Province

“十二五”期间, 伴随国家实施找矿突破战略, 地质工作达到了新的高潮。山东省地矿局紧紧抓住这一历史机遇, 深入推进资源山东建设和可持续发展, 大力实施科技兴局战略, 极大地促进了地质找矿工作的发展, 深部找矿连续实现重大突破, 探获多个大型、特大型金矿, 走在了全国的前列。在此期间, 探矿工程不仅为深部找矿不断取得突破发挥了不可替代的作用, 而且发挥技术优势, 大力开拓探矿工程市场领域, 推进了技术进步, 实现了历史性突破。

### 1 “十二五”回顾

#### 1.1 发展概况

“十二五”期间, 山东省地矿局在“十一五”快速发展的基础上继续加大技术创新力度, 进一步加强新技术、新设备、新工艺的研发和推广应用, 有力地推进了技术进步, 促进了生产和技术的发展, 完成机械岩心钻探工作量 792 万 m, 各项指标不断取得新

突破, 7 项(次)创造全国纪录, 至今保持着固体矿产钻探孔深 4006.17 m 的全国纪录, 4 年 7 次被评为全国探矿工程年度十大新闻<sup>[1-4]</sup>, 创造了建局以来探矿工程最辉煌的时期。

#### 1.1.1 完成钻探工作量创历史最高水平

“十二五”期间, 最高开动钻机近 500 台, 从业人员近万人, 共完成机械岩心钻探工作量 792 万 m, 比“十一五”增长 61.63%, 是建局以来前 50 年完成总和的 1.5 倍, 年均完成 158 万 m, 2011 年完成 183 万 m, 创历史新高。其中, 固体矿产完成 717 万 m, 连续 4 年突破百万米(表 1), 2012 年最高, 达到 165 万 m。

#### 1.1.2 钻孔深度取得历史性突破, 并保持全国纪录

“十二五”期间, 深孔钻探继续取得突破。完成大批深孔, 超过 1500 m 的共 430 个, 其中, 固体矿产钻探 344 个, 超过 2000 m 的就达 77 个之多(表 2)。在“十一五”已 6 次创造固体矿产岩心钻探孔深全国纪录的基础上, 又 2 次创造新纪录<sup>[1-2]</sup>, 其中完成的

收稿日期: 2016-03-25

作者简介: 孙丙伦, 男, 汉族, 1965 年生, 调研员, 研究员, 探矿工程专业, 博士, 从事地质工程设计与施工管理工作, 山东省济南市历山路 74 号, sunbl127@126.com。

表1 “十二五”期间完成机械岩心钻探工作量

年份	机械岩心钻探/万 m		
	小计	固体矿产钻探	水文、地热钻探
2011	183.40	164.50	18.90
2012	181.21	165.88	15.33
2013	177.02	159.4	17.62
2014	141.69	129.77	11.92
2015	108.82	97.46	11.36
合计	792.14	717.01	75.13

表2 “十二五”期间完成2000 m以深固体矿产钻孔情况

序号	孔号	终孔深度/m	矿区	序号	孔号	终孔深度/m	矿区
1	ZK01	2000.00	莱州市郑家	40	JCSD-1	2185.56	甘肃金川
2	256/ZK768	2001.00	莱州沙岭	41	52ZKC1	2190.38	招远阜山
3	ZK48-1	2001.41	莱州曲家	42	42ZKC12	2191.65	招远玲珑
4	376/ZK7	2001.69	莱州前陈	43	72ZK1	2195.27	招远栾家河
5	184/ZK759	2005.00	莱州沙岭	44	51ZK1	2199.92	招远阜山
6	320/ZK740	2011.75	莱州沙岭	45	ZK12308	2207.37	河南舞钢
7	ZK804	2012.68	莱州沙岭	46	ZK02	2222.13	山东台儿庄
8	ZK416	2020.23	贵州桃子坪	47	47ZK8	2222.53	招远岭南
9	224/ZK755	2022.00	莱州沙岭	48	315ZK1	2232.04	莱州尹家
10	ZK31120	2025.00	河南舞钢	49	43ZK-6	2246.05	招远岭南
11	ZK96-3	2025.28	莱州西岭	50	ZK1608	2249.88	贵州瓮安
12	272ZK810	2030.20	莱州沙岭	51	5ZKC2	2265.17	招远玲珑
13	376/ZK3	2037.31	莱州前陈	52	320ZK01	2267.99	莱州招贤
14	ZK31-9	2040.00	莱州曲家	53	367ZK18	2290.00	招远市上庄
15	ZK104-1	2040.39	莱州西岭	54	ZK216	2311.33	贵州桃子坪
16	10ZK10-1	2040.74	招远阜山	55	ZK29-1	2314.80	莱州曲家
17	47ZK7	2049.50	招远岭南	56	10ZKC4	2337.36	招远玲珑
18	ZK-01	2050.00	招远栾家河	57	39ZK1	2347.96	招远阜山
19	58ZKC2	2079.52	招远阜山	58	51ZK2	2348.96	招远阜山
20	ZK3702	2080.30	新疆阿舍勒	59	39ZK-2	2367.48	招远栾家河
21	42ZKC11	2093.36	招远阜山	60	35ZK1	2383.23	招远阜山镇
22	ZK104-2	2105.00	莱州西岭	61	45ZK1	2385.60	招远阜山镇
23	ZK38-3	2105.67	新疆哈密	62	84ZK1	2391.55	招远栾家河
24	ZK1418	2107.13	贵州桃子坪	63	5ZKC3	2403.30	招远玲珑
25	352/ZK764	2110.00	莱州沙岭	64	5ZK4	2471.50	招远玲珑
26	55ZK2	2110.68	招远阜山	65	19ZK1	2480.22	招远岭南
27	55ZK1	2112.30	招远李家庄	66	47ZK4	2481.42	招远阜山镇
28	26ZKC3	2113.36	招远水旺	67	15ZK3	2488.36	招远岭南
29	ZK29-1	2114.46	招远姜家窑	68	41ZK1	2493.62	招远阜山
30	304ZK807	2117.70	莱州沙岭	69	41ZK-1	2493.62	招远招金矿
31	ZK64-7	2120.27	莱州西岭	70	108ZK2	2499.85	招远栾家河
32	58ZKC3	2121.45	招远玲珑	71	574ZK6	2532.63	招远夏甸
33	ZK48-6	2122.88	莱州西岭	72	17ZK1	2537.37	招远阜山镇
34	51ZK4	2127.79	招远岭南	73	17ZK1	2537.37	招远罗山
35	ZK88-8	2140.07	莱州西岭	74	39ZK3	2561.15	招远栾家河
36	ZK-56-5	2158.14	莱州西岭	75	15ZK3	2567.77	招远岭南
37	26ZKC5	2158.43	招远阜山	76	ZK112-1	2738.82	莱州科钻
38	ZK24-07	2165.20	莱州金城	77	ZK96-5	4006.17	莱州科钻
39	10ZKC3	2171.63	招远阜山				

注:所列钻孔终孔口径为75 mm,且质量均为合格以上。

的全国最深纪录。

### 1.1.3 科学钻探成绩突出

我局积极参与国家有关科学钻探项目的施工。以山东省第三地质矿产勘查院(以下简称“山东地矿三院”)为代表的局属地勘单位与中国地质调查局、中国地质科学院、中国地质大学(武汉)、青岛海洋地质研究所、山东黄金集团等单位开展了广泛合作,承担了多项科学钻探项目的施工任务,先后完成了西藏罗布莎、甘肃金川、山东莱州“中国岩金勘查第一深钻”、四川汶川科钻等7项钻探施工,目前正在实施南黄海大陆架科学钻探、东南沿海深部地热科学钻探干热岩钻探等。西藏罗布莎科学钻探项目,开创了高海拔地区深孔钻探的先河,2012年完成的LSD-2孔终孔深度1853.79 m,创造了高原钻探最深纪录<sup>[3]</sup>。2013年5月完成的“中国岩金勘查第一深钻”创造并保持着4006.17 m的固体矿产岩心钻探孔深全国纪录。

### 1.1.4 海上地质岩心钻探取得突破性进展

为适应我国实施海洋战略的需要,开拓地质勘查领域,我局高度重视海洋地质勘查工作。山东地矿三院、四院等单位率先开展了海上地质找矿钻探,研制了具有自主知识产权的海上钻探平台<sup>[5]</sup>,完成了莱州三山岛北部海域金矿床详查和龙口煤电有限公司北皂、梁家煤矿海上地质勘探等3个海上钻探施工项目,首开海域金矿勘查先河,在岩金勘查领域具有划时代意义,实现了地质岩心钻探由陆地到海上的突破,填补了国内空白<sup>[4]</sup>。

### 1.1.5 队伍素质和实力进一步提升

注重队伍建设和素质的提升,局、院每年都举办钻探技术培训班,结合生产开展技术攻关,坚持开展文明机台建设和创生产纪录活动,队伍素质和精神面貌有了很大的提升。“十二五”期间涌现出局文明机台242台,有10项局纪录17次被打破,创全国生产纪录5项<sup>[1,3]</sup>。在2011年举办的第一届全国地勘钻探技能大赛中,我局9名选手有6人获奖。共获得全国状元1个、金牌2枚、银牌2枚、铜牌2枚的好成绩,展示了我局钻探职工的实力和风采。

## 1.2 技术成果和技术管理工作

为适应“找矿突破”和资源山东建设的需要,继续开展深部找矿钻探技术研究<sup>[6]</sup>,积极研究并推广应用先进适用的新设备、新技术、新工艺,完成科研项目7项,取得了较好的成效,特别是在深部找矿钻

“中国岩金勘查第一深钻”至今保持着4006.17 m

探领域,不断取得新突破,有力地促进了深孔钻探技术的发展,深孔钻探技术居国内先进水平。

### 1.2.1 加强技术管理和成果管理

重视科技发展,大力推进技术进步。制定了《山东省地矿局勘察施工业发展意见》(简称《发展意见》),明确了发展目标和任务,从长远发展的要求,指出了探矿工程科技工作的重要作用,提出了技术发展的主攻方向和任务目标。工作中按照《发展意见》和“十一五”制定的《关于加强探矿工程管理工作的暂行规定》认真贯彻落实,修订了《探矿工程和勘察施工技术、质量管理实施细则》,制定了有关措施。

#### 1.2.1.1 组织开展技术研究和攻关

主要结合科学钻探、海上钻探开展技术研究和攻关。先后开展“深孔岩心钻探钻进参数随钻检测与采集系统的试验研究”、“深部矿产资源钻探强化碎岩技术方法科学研究”、“黄河三角洲深层卤水钻探成井关键技术研究”等 7 项技术研究项目。获得实用新型专利 10 项,获局科学技术奖一等奖 4 项,二等奖 3 项。

#### 1.2.1.2 推广应用绳索取心液动锤钻进技术

为解决硬脆碎复杂地层钻进易堵钻、钻进效率低、回次进尺短的技术难题,在“十一五”开展绳索取心液动锤钻进技术应用研究取得成效的基础上,进一步提高钻探效率,降低钻探成本。2012 年在全局范围内推广应用该项技术,采取补助政策,鼓励各单位推广应用共引进 60 余套。先后在山东兰陵铁矿区、四川平武银厂金矿区等 10 多个矿区应用,较好地解决了堵钻问题,有效提高了回次进尺长度和钻探效率。山东兰陵铁矿等 6 个矿区的不完全统计,回次进尺长度可提高 66% (见表 3)。

表 3 绳索取心液动锤钻进技术推广应用部分矿区回次进尺改善情况

	普通绳索 取心钻进/m	绳索取心液 动锤钻进/m	液动锤比普通绳索 取心提高/%
山东兰陵矿区	0.63	1.40	1.22
山东单县矿区	0.70	1.00	0.43
河南舞钢矿区	1.00	1.50	0.50
山东莱州矿区	1.30	2.00	0.54
四川平武矿区	0.70	1.10	0.57
山东无棣矿区	0.60	1.20	1.00
平均回次进尺	0.82	1.37	0.66

#### 1.2.1.3 组织完成或参与完成 3 项省及国家行业标准

为合理、快速、经济地开发利用地热绿色资源,

指导地热钻探工程施工,在局编《地热钻探工程技术规程》(DK/T 003—2009)的基础上,借鉴、吸收国内先进技术和经验,进行补充、修改、完善,经山东省质量技术监督局批准制定了山东省地方标准《地热钻探规程》(DB37/T 1921—2011),并于 2011 年 10 月颁布实施。另外,作为主要编写单位之一,参与完成了中国地质调查局勘探技术研究所为主编单位编制的行业标准《气举反循环钻探规程》;还参与完成了中国地质调查局水文地质环境地质调查中心为主编单位编制的行业标准《工程地质钻探规程》,均已完成送审稿。

#### 1.2.1.4 实施重点矿区钻探技术报告编写制度

为进一步加强探矿工程技术管理,不断提高钻探技术水平,按照局《关于加强探矿工程管理的暂行规定》,要求典型、重点矿区在提交地质报告的同时提交钻探工程施工技术报告。“十二五”期间,山东地矿三院、六院分别提交了《山东省玲珑金矿田东风矿床 171 号脉金矿勘探钻探工程施工技术报告》<sup>[7]</sup>和《山东省莱州市纱岭矿区金矿详查钻探工程施工技术报告》,局组织有关专家分别对报告进行审查验收,并经局科学技术委员会评审分获局科学技术一等奖、三等奖。

### 1.2.2 完成的重点项目

#### 1.2.2.1 成功完成“中国岩金勘查第一深钻”项目 (图 1)



图 1 4006.17 m“中国岩金勘查第一深钻”施工现场

该项目是由山东黄金集团有限公司立项的深部黄金探测研究科研项目,包括 1 个 4000 m 和 2 个 3000 m 的特深孔,山东地矿三院完成了第一个 3000

m 钻孔和 4000 m 钻孔<sup>[8]</sup>。4000 m 特深孔国内首例,国外也仅有几例,被誉为“中国岩金勘查第一深钻”,对我局乃至国内岩心钻探设备、机具以及深部钻探技术、工艺等具有极大的挑战。局、施工单位高度重视,以高度负责的精神和严谨的科学态度,大胆探索,科学施工,不断优化施工方案,解决一个个施工难题,改进了 HXY-9B 型国产钻机,创新性研究并应用了复合式绳索取心钻杆<sup>[9]</sup>,研制并应用了深孔岩心钻探钻进参数检测系统<sup>[10]</sup>,试验应用了绳索取心液动锤钻进技术等,自 2010 年 11 月至 2013 年 5 月,历时 2 年 7 个月,成功完成了 4006.17 m 的施工任务,创造了 4 项全国纪录<sup>[3]</sup>。该项目的成功实施,标志着我国固体矿产岩心钻探技术跨入世界先进行列,具有里程碑意义。

#### 1.2.2.2 完成西藏罗布莎科学钻探项目(图 2)<sup>[11]</sup>



图 2 西藏罗布莎科学钻探现场

该项目在 4500 m 高海拔地区施工,不仅存在高原缺氧等恶劣环境条件的影响,而且在钻探深度盲区进行,没有先例可循,加之受大地构造活动的影响,地层条件十分复杂,存在多层长孔段破碎及漏失地层,钻进过程中易发生坍塌、掉块、漏失等<sup>[12]</sup>。项目组全体同志发扬不畏艰难、敢于挑战的精神,精心准备,科学施工,通过优化钻进工艺,采用了加大环状间隙、改进绳索取心钻具结构、水泥浆护壁、压力平衡钻进等技术措施,较好地解决了钻进施工难题<sup>[13]</sup>,完成了 2 个钻孔的施工,最深达 1853.79 m,创造了高原钻探最深纪录<sup>[3]</sup>。

#### 1.2.2.3 完成三山岛北部海域黄金勘查钻探项目<sup>[4]</sup>

该项目是国内实施的首个海上特大型地质岩心钻探项目,规模大,钻孔深,离岸远,入水较深(5~15 m),山东地矿三院进一步改进了具有自主知识产权的海上钻探平台,解决了海上钻探关键技术,在项目实施过程中发挥了重要作用,被大规模应用,最多同时有 39 个钻探平台屹立在海面(图 3)。自

2012 年 3 月至 2015 年 12 月,共完成 130 个钻孔,钻探进尺 13 万余米,最深钻孔达 1973.46 m,为探获 470 t 特大型金矿提供了重要的技术支撑。



图 3 三山岛北部海域黄金勘查海上钻探现场

#### 1.2.2.4 南黄海大陆架科学钻探项目(图 4)



图 4 南黄海大陆架科学钻探现场

该项目是中国地质调查局部署实施的 2014 年国家海洋地质专题项目,设计孔深 2000 m。由于在地质勘查方面已有所突破,孔深将根据地质设计要求予以加深。施工地点距离海岸线远达 83 海里,水深近 30 m,山东地矿三院负责施工。研制生产了具有自主知识产权的大陆架勘探平台,获 3 项专利。项目于 2015 年 3 月开钻,勘探平台经受住海风、大浪等恶劣环境的考验。由于受地层破碎、软硬互层、地应力及海上大风、大雾等不利条件的影响,截止到 2015 年底完成钻探进尺 1640 m。

#### 1.2.2.5 东南沿海深部地热(干热岩)科学钻探工程(图 5)



图 5 东南沿海深部地热(干热岩)科学钻探现场

该项目是中国地质调查局组织实施、中国地质科学院水文地质环境地质研究所承担资源勘查评价的项目。干热岩科钻工程由山东省鲁北地质工程勘察院负责施工。设计施工1对井,井深4000 m,终孔直径152 mm。项目于2015年5月开钻,采用转盘+螺杆/转盘+涡轮等复合钻探技术,优化钻进工艺,较好地克服了岩石坚硬、大直径深孔取心等难题,到2015年底完成钻探进尺3120 m。

## 2 “十三五”展望

当前,随着经济发展速度放缓,对矿产资源的需求大幅下降,地质勘查业已进入深度调整的寒冬期,探矿工程面临着大幅下滑的严峻形势。为尽快适应形势,需要搞好探矿工程转型升级、提质增效,以保持适度的规模发展。

### 2.1 推进探矿工程转型升级,拓宽地质工程服务领域

适度压缩小口径钻探规模,精干小口径钻探队伍,适当扩大大口径钻探规模,拓宽探矿工程服务领域。大力推进技术创新,以技术创新助推转型升级,为开拓“深、特、难”钻探领域和扩大地热、干热岩、页岩气钻探领域提供技术支撑。

### 2.2 搞好先进技术研究 and 推广应用

围绕深部钻探、海上钻探、科学钻探等“深、特、难”钻探领域,开展技术研究和攻关。重点针对南黄海大陆架科钻、东南沿海深部地热(干热岩)科钻、南海岛礁科钻等开展技术研究和攻关,搞好海上钻探平台及冲洗液和大口径干热岩钻探关键技术研究,为重点项目的顺利实施提供技术支撑。同时围绕深部钻探复杂地层和大口径深孔多工艺空气钻进开展技术研究和应用。

### 2.3 强化技术管理和成果管理

认真贯彻执行局《勘察施工和探矿工程可持续发展意见》,继续推行科研项目及典型矿区技术设计和技术报告制,促进探矿工程技术和成果质量的提高。

### 2.4 继续开展文明机台、文明工地建设和创生产纪录活动

扎实开展文明机台、文明工地建设和创生产纪录活动,进一步调动一线职工的积极性,激发他们的工作热情,促进生产和技术发展,提升单位形象 and 项目管理水平。

## 3 结语

回顾“十二五”,成绩显著,硕果累累,凝聚着全局钻探人的智慧、心血和汗水,体现了他们不畏艰难、勇于创新、敢为人先的豪迈情怀。展望“十三五”,任重道远,相信在全局上下的共同努力和社会各界的大力支持下,一定能克服困难,实现新的突破,为国家提高资源保障能力和生态文明建设做出新的贡献!

## 参考文献:

- [1] 编辑部. 2011年探矿工程十大新闻[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(1): 1-2.
- [2] 编辑部. 2013年探矿工程十大新闻[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(1): 1-2.
- [3] 编辑部. 2012年探矿工程十大新闻[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(1): 1-2.
- [4] 编辑部. 2015年探矿工程十大新闻[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(1): 1-2.
- [5] 陈师逊, 杨芳. 海上工程平台的设计与应用分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(4): 46-50.
- [6] 孙丙伦, 张敏, 陈师逊, 等. 深部找矿钻探技术综合研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(22): 89-94.
- [7] 张敏. 山东地矿局恢复重点矿区钻探技术报告编写制度[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(3): 46.
- [8] 陈师逊. 中国岩金第一深钻施工情况介绍[J]. 地质装备, 2013, 14(6): 21-25.
- [9] 陈师逊, 杨芳. 深部钻探复合钻杆的研究与应用[J]. 地质与勘探, 2014, 50(4): 772-776.
- [10] 胡郁乐, 张晓西, 张恒春, 等. 科学深钻岩心钻探钻进参数随钻检测与监控系统研究[J]. 工程地球物理学报, 2011, 8(1): 121-124.
- [11] 陈师逊, 张敏. 西藏罗布莎科学钻探项目胜利竣工[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(10): 75.
- [12] 翟育峰, 王鲁朝, 丁昌盛, 等. 西藏罗布莎科学钻孔冲洗液技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(4): 1-4.
- [13] 陈师逊, 翟育峰, 王鲁朝, 等. 西藏罗布莎科学钻探施工对深部钻探技术的启示[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(11): 1-3, 9.