

# 深部找矿中加强钻探技术工作的几点认识

朱恒银<sup>1</sup>, 马中伟<sup>2</sup>

(1. 安徽省地勘局 313 地质队, 安徽 六安 237010; 2. 安徽省地勘局 332 地质队, 安徽 黄山 245000)

**摘要:**分析了目前勘探单位从事深部找矿钻探技术、设备、专业技术人员现状及深部勘探对钻探技术装备的需求。并结合实际提出了深部找矿如何加强钻探技术工作的看法和建议。

**关键词:**深部找矿; 钻探技术; 钻探设备; 专业人才

**中图分类号:** P634    **文献标识码:** C    **文章编号:** 1672-7428(2007)S1-0034-04

国务院《关于加强地质工作的决定》给地质工作的发展指明了方向,也使探矿工程技术的发展迎来了良好的机遇。近年来,随着地质工作的加强,地质钻探工作量成倍增长,钻探工作量的加大,使得对钻探装备、技术、人才的需求同时加大。新一轮地质矿产勘查工作主要以攻深找盲,探边摸底为重点。地质找矿的深度已从过去浅部、中深部转向深部勘探(一般多为 1000 m 以深),地质成果要求更为精细。因此,对钻探技术的要求越来越高,就目前多数地质勘探施工单位的现状看,钻探设备、机具、技术力量都很难以适应深部找矿要求。面对地质工作大发展的新形势,如何加强钻探技术工作,更好地为地质找矿服务,笔者浅谈几点看法,供同仁参考。

## 1 钻探技术现状

由于国家战略和产业结构的调整,地质找矿工作量从 20 世纪 80 年代开始大幅度削减,至 20 世纪末,大部分地质勘探单位基本上没有地质找矿任务,钻探施工队伍陆续进入工勘市场或转向建筑业基础工程施工(简称地质市场),地质勘探专业技术人员和熟练工人部分改行、调离,或从事地质市场工程。地质岩心钻探部分设备由小径改大径,改型后为地质市场工程服务。经多年的施工,地质市场方面锻炼了一批骨干,但从事地质找矿钻探技术方面不容乐观,总体水平下降。主要表现在如下几个方面。

### 1.1 设备方面

目前,地质勘探单位所拥有的岩心钻机多为 XY-2、XY-3、XY-4 型立轴式钻机,泥浆泵是 BW-200、BW-250 型往复泵,均为 20 世纪 80 年代设

计的产品。多年闲置的设备部分年久失修,性能较差,施工能力只能适应浅孔和中深孔钻探(600 m 以浅)。钻塔是 G-23 m、G-18 m、G-12 m 几种管子塔,最大允许承载力  $\geq 200$  kN。钻孔测斜仪器及精度仍处于 20 世纪 80 年代水平。

### 1.2 工艺技术方面

我国对钻探工艺技术方面研究水平并不低,先进的工艺方法也不少,但勘探单位受诸多条件所限,得到的推广应用较少,主要是技术力量不足,目前工艺方法上没有大的改善,还是延用 20 世纪七八十年代的方法,在某种程度上还有退化趋势。例如:钻探设计不规范、设计与施工脱节,长期从事地质市场的职工回来承担地质勘探钻孔施工,对钻探操作规范不熟悉,不知道什么是金刚石钻探“五不扫,三必提”,地质钻探六大质量指标等最起码的常识也不清楚,遇到复杂地层束手无策,深孔钻探时常出现烧钻、卡钻、埋钻事故,孔内事故处理良策少,往往造成钻孔报废或返工。钻探效率低,成本高。

### 1.3 专业人才方面

从事野外地质勘探单位的专业技术人员、有经验的钻探工人已出现“断层”。地勘单位处于低谷期近 20 余年来,很多单位几乎未进一名大、专毕业生,钻探工人也未更新。20 世纪七八十年代毕业生或招工进入地勘单位的专业人员,第一线有经验的钻探工人大部分已退休、退养,从事技术和管理岗位的人员年龄已过半百,其中还有部分技术骨干已流失其他单位或转行。目前,无论专业技术人员、管理人员还是钻探技能工人都十分短缺,处于人才“青黄不接”危机时期。深部找矿地质项目没有一支技

收稿日期:2007-05-30

作者简介:朱恒银(1955-),男(汉族),安徽舒城人,安徽省地勘局 313 地质队副队长、副总工程师、教授级高级工程师,探矿工程专业,享受国务院特殊津贴,从事特种钻探技术研究、开发、推广与施工管理工作,安徽省六安市佛子岭路 8 号;马中伟(1955-),男(汉族),安徽黄山人,安徽省地勘局 332 地质队队长、党委书记、高级工程师,探矿工程专业,从事队级管理工作,安徽省黄山市屯溪区黄山东路 140 号。

术精、能善战的钻探施工队伍,是很难完成的。由于上述问题的存在,使得钻探技术对地质工作的技术支持效果及加快地质工作现代化步伐受到一定影响。

## 2 深部勘探要具备的钻探技术及要求

(1)要适应深部勘探(1000~2000 m)岩心钻探较先进的系列配套装备。

(2)要求有丰富经验的探矿技术人员、钻探机班长和钻探工人形成的深孔钻探施工队伍。

(3)要求能解决复杂地层钻进的技术难题。如钻孔护壁与堵漏技术、复杂地层取心技术、孔内事故处理技术等等。

(4)要具有提高深孔钻进效率的先进工艺方法。

(5)要具有钻孔保直、纠斜定向钻进工艺方法等。

## 3 深部勘探中加强钻探技术工作几点认识

为了适应当代地质找矿的需要,加强和提高深部钻探技术工作,笔者就多年来在第一线从事钻探工作的实践,浅谈几点不成熟看法。

### 3.1 注重人才引进与培养

国务院《关于加强地质工作的决定》明确提出了要“实现地质工作现代化”,钻探技术是地质勘查技术主要技术方法之一,钻探技术的现代化程度,将直接影响地质工作整体现代化进程。实现现代化,知识是载体,人才已无可辩驳地成为现实的第一生产力和21世纪最具战略性的资源。为缓解目前钻探人才存在非常紧缺问题,应从以下几个方面着手。

(1)单位内部挖潜力。将身体好的退休、退养的技术人员和具有经验的机班长返聘回来,作为技术指导,直接参与施工项目进行传、帮、带。同时招回在职不在单位上班的技术骨干(困难时期保留公职人员),并委以重任。

(2)向社会上招收一些身体好、能吃苦、具有高中文化程度的农村或城镇待业青年签定劳动合同,送去专业职业技术学校进行钻探作业技能培训(一般3~6个月时间)。近年来,隶属安徽地矿局的安徽工业经济职业技术学院受野外队的委托,举办了几期钻探技能短训班,分别分到野外队,补充了钻探施工年轻力量,收到了良好的成效。

(3)根据本单位所承担的钻探工程特点,利用闲暇时间,集中起来举办专题技术讲座,交流、讨论

施工中所遇到的技术难题。提供技术人员、机班长、各机台之间相互学习、提高的一个平台。近几年,我们进行了定向钻探、地面沉降标孔施工、回灌井施工、科学钻探取样、三维地质取样、深孔钻探技术等针对性很强的专题讲座,收到了很好的效果。

(4)敢于大胆使用年轻人。在处于钻探技术“青黄不接”之时,必须把动手能力强、好学习、肯钻研、有敬业精神的年轻人推上前去。将青年技术人员委派去担任项目经理或技术负责,先由小项目锻炼,后承担中大型项目。把青年钻探工人推向机班长岗位,在有经验的老同志指导下,承担钻探施工项目,先易后难,先浅后深,锻炼他们早挑大梁。几年来,我们培养了一批较年轻的机班长,但在培养中也付也了一定的代价。经测算,如果培养一个优秀的机班长,一般情况下需2~3年时间,平均需付出50~80万元费用(因经验不足所造成返工、延误工期、报废钻孔等造成的损失)。为了钻探技术可持续发展,必须敢于放手使用和培养人才。

(5)从长远的地勘单位人才战略考虑,应有计划的引进培养不同层次的人才。在大中专院校中逐年引进一些地勘专业的毕业生或定向培养一部分。钻探技术工人逐年在地矿系统职业技术学校中有计划、订单式系统培养,这样就可逐渐解决地勘单位人才不足问题。在人才的成长使用上,要提供良好的平台。对于骨干人才,在待遇上要有实实在在的优惠政策,真正做到:事业留人,感情留人,待遇留人。

### 3.2 优化钻探设备及配套

随着地质工作的加强,钻探工作量随之加大,使得钻探设备的更新和需求同时加大。地勘单位在购置岩心钻探设备时,应根据新时期地质找矿特点,合理配置设备。尤其对深孔一次性投入大的钻探设备的配置,要有前瞻性,避免购置一些淘汰产品,必须进行市场调研,减少盲目性,优化选择。建议钻机性能要具备2000 m范围内,中等口径(终孔直径 $\geq 110$  mm),变速范围宽、扭矩大、主动钻杆通孔大、多功能的液压地质岩心定型的系列钻机;泥浆泵需具备流量 $\geq 300$  L/min、允许泵压 $\geq 10$  MPa的变量泵;钻塔允许承载力 $\geq 400$  kN;钻杆应高强度、轻型化。有条件的情况下钻机尽量配备钻参仪、拧管机、泥浆净化系统,使钻探装备逐渐现代化。

### 3.3 加强技术管理,提高钻探技术水平

(1)重视勘探矿区的钻探施工技术设计。较大、中型矿区钻探技术设计要组织专家进行审查。1000 m以深的钻孔应认真编写单孔技术设计,完善

设计审批制度。使钻探技术设计能真正指导钻探施工,严禁无技术设计盲目施工。前几年,安徽某铜矿属危机矿山,矿山投资约 50 万元委托某勘探单位施工一个设计孔深 800 m 的勘探孔,欲摸索部深铜矿体,解决矿山接替资源问题。由于当时没有认真进行钻探技术设计,贸然组织施工,采用  $\varnothing 56$  mm 口径钻进。因地层复杂钻至 603 m 时,钻孔无法延伸,屡出事故未达到地质设计孔深而终孔。矿山投入资金被全部耗尽。事隔 3 年后,由另一勘探单位申报了该矿区深部探矿权,总结经验,认真编写钻探技术设计,改变了钻孔结构,对复杂地层设计了多种处理预案。在距原报废孔仅 20 m 的距离布了一个 800 m 深的钻孔,施工至 609 m 时,即见到较丰富铜钼矿体,终孔孔深 800 m,连续见矿约 40 m,平均含铜品位 2.5%,最高品位达 13.8%。随后又布了 5 个钻孔,孔孔见矿,目前该矿区深部找矿储量远景十分可观。而该矿山开采单位失去了探矿权,后悔不已。这一实例说明了钻探技术设计、钻探最终成果的重要性。

(2) 应用推广新技术、新工艺,提高深部钻探钻进效率。众所周知,钻探施工随着钻孔的加深,钻探辅助时间随之增长,如常规钻进 1500 ~ 2000 m 孔深,一般情况下,提下钻时间要占总台班时间的 60% 左右。如何减少深孔钻探的辅助时间,延长回次进尺,提高钻进效率,应积极推广应用冲击回转钻进、绳索取心冲击回转钻进、绳索取心钻进、不提钻孔底换钻头钻进、反循环连续取心钻进等先进的多工艺钻进技术与方法。

(3) 重视复杂地层的治理,是确保深部钻探安全有效钻进的关键。解决复杂地层钻进技术难题,主要包括复杂地层钻孔护壁堵漏技术,复杂地层取心技术,钻具级配与稳定性,钻具冷却、润滑、减阻、排屑,复杂地层孔内事故处理等等技术问题。

在深孔钻探中,遇到的复杂地层孔段是常事,如果没有相应、有效的治理措施就很难达到地质设计目的。笔者认为,实施中应遵守“因地制宜,对症下药,综合治理”12 字原则。具体做法是:在钻孔结构选择上,合理增大钻孔施工口径(一般情况下增大 2 ~ 3 级),以备处理有回旋余地;在治理上,根据地层的复杂程度,优选行之有效的技术方法,包括采用泥浆护壁,套管隔离,化学处理剂及水泥堵漏、封闭等综合方法;在岩心(样)采取技术上,除沿用常规成熟的取心(样)技术外,针对第四系、第三系特殊地层钻进,我们设计研制了单动三重管取样钻具,针对

基岩硬脆碎地层钻进,设计研制了单动双管射吸式取心钻具;在孔内事故处理上,以先易后难,复杂事故绕道而行的处理方法。近几年来,我们承担了多矿区深部矿体钻探任务,孔深均在 800 ~ 1500 m,遇到复杂地层孔段较多,孔内卡、埋钻、断钻杆、穿插事故时有发生,除一般易处理事故外,难度大的孔内事故,若处理需花很长时间及费用,在这种情况下,即采用事故头上部建立人工孔底——水泥“架桥”,用液动螺杆钻偏斜,绕过事故头恢复钻进,这样大大地节省了施工时间和成本。采用这一方法也挽救了部分濒于报废的钻孔,减小了深部钻探风险。几年来,我们施工了约 40000 余 m 钻探工作量,无一报废孔,均达到地质设计目的而终孔。

### 3.4 提高深孔钻探工程质量与精度

地质找矿推论,物探异常验证,最终是依靠岩心钻探实物资料来证明,钻探工程质量如何将直接影响地质找矿成果的提交。钻探施工中,除满足钻探工程质量六项指标(岩心采取率、钻孔弯曲度、简易水文、孔深误差、原始报表、钻孔封闭)要求外,深部矿体勘探还应进一步提高钻探精度,以提供地质勘探更准确的第一手资料。提高深孔钻探精度主要注重做好以下几个方面。

(1) 提高钻孔施工精度,减少钻孔轨迹偏差。地质勘探钻孔的布置及孔身轨迹设计,是根据勘探储量等级及勘探网密度、矿床类型和地质构造等因素综合考虑而定的。施工中钻孔实际轨迹与设计轨迹偏移较大,就直接影响地质勘探精度和地质成果的可靠性、准确性。例如,设计一个 1000 m 的垂直孔,施工中钻孔顶角按  $2^\circ/100$  m (规范允许值)递增,终孔顶角即为  $20^\circ$ ,经计算(未考虑方位变化)钻孔轨迹末端水平偏距就达 180 m 之多,这样就不能中入地质圈定的靶区,如果矿体产状较陡或异形矿体更无法得到地质目的层。由此可见,在深部找矿钻孔施工时,提高钻孔轨迹精度显得更为重要。所以,在深孔钻探施工中,应充分利用矿区钻孔弯曲规律,设计钻孔轨迹;把好钻探设备安装、开孔关;优化钻孔与钻具级配;采用刚、满、直组合钻具;改变钻进碎岩方法和条件;运用科学方法进行防斜、稳斜和纠斜,以减少钻孔轨迹偏差。

(2) 重视垂直孔小顶角测斜参数,提高孔身空间坐标准确性。孔身空间位置坐标是由钻孔深度、顶角、方位角 3 个基本参数来确定的,这 3 个参数是通过钻孔测斜来获得的。测斜参数的准确精度将影响钻孔孔身空间坐标的计算,从而影响勘探储量的

计算和地质构造、矿体产状、形态的推断。根据规范要求,垂直钻孔顶角偏斜 $\leq 5^\circ$ 时,可不测方位角。所以在垂直钻孔施工中,往往就采用玻璃管氢氧化钠痕测斜。其结果在小顶角情况下,只测得钻孔顶角,无方位角,钻孔轴线轨迹偏移方向无法确定,只凭地质人员主观来推论。假如,设计 1000 m 孔深的垂直孔,以  $0.5^\circ/100\text{ m}$  的增斜率,终孔为  $5^\circ$ ,全孔只测顶角。那么,经计算,终孔轴线轨迹水平偏移约 45 m。地质人员如何来作钻孔轴线轨迹水平投影图也是一个难题。在矿区普查中,只有多布孔,增大工作量,才能逐步推论矿体地下真面目。据调研,有部分矿区陡矿体、异形矿体,在普查阶段所提供的地质资料,经详查和勘探阶段验证后,矿体的产状、空间形态发生了较大的变化。通过分析,这与普查阶段钻孔的测斜方法及精度也有很大关系。近些年来,在实践中,我们也做了大量的提高钻孔小顶角测斜精度的试验研究工作。利用常规测斜仪器,在同一条条件下,对钻孔顶角在  $0.3^\circ \sim 5^\circ$  区域内,测量钻孔方位角精度误差范围和规律。在同点每回次进行多次(不小于 30 次)测量,同时在地表将测斜仪器放置校验台上以同点参数进行检查验证。求得均方差,其结果是:钻孔顶角( $\theta$ ) 在  $0.3^\circ (\leq 1^\circ)$  时,钻孔方位角误差  $\alpha \leq \pm 15^\circ$ ;  $\theta < 5^\circ$  时,  $\alpha \leq \pm 4^\circ$ ;  $\theta \geq 5^\circ$  时,  $\alpha \leq \pm 2^\circ$ 。利用这一规律,在几个普查矿区垂直孔施工中,我们均在钻孔顶角  $\geq 0.3^\circ$  时,即测量方位角,并提供给地质人员。经矿区勘探资料表明:所施工的钻孔测斜精度较高,由多孔资料相互验证,矿体产状、空间形态揭示得较为准确,使地质布孔更为科学化,也减少了矿区勘探成本。在深孔钻探中,除用常规测斜仪器外,有条件情况下,建议选择专用的高精度小顶角测斜仪,以获得更准确的测斜资料。

(3) 应用受控定向钻探技术,解决特殊条件下深部矿体勘探方法与精度问题。在地质找矿勘探施工中,因受到某些特殊条件和地层的制约,往往用常规的钻探方法和技术是很难达到地质目的的。例如,急陡矿体、异形矿体(如“S”、“U”形),江河、水库、地表建筑物地下埋藏的矿体,严重易斜地层、复杂地层下部的矿体等等。如何在特殊条件下进行深部矿体勘探,这就需要采用受控定向钻探技术来解决。所谓受控定向钻探,即是利用特殊机具在钻进过程中实现钻孔轨迹人工控制,从而使钻孔精确地打入地质设计靶区的钻进方法。近年来,我们在安徽滁州市琅琊山铜矿床深部找矿中应用这一钻探技术,解决了在市区内密集建筑带无法定孔位难题,设

计了受控定向钻孔,以避免地表建筑物来勘探埋藏在建筑物下面的深部矿体(见图 1)。在安徽霍邱李楼、重新集铁矿区详查中也应用这一技术,解决了厚第四系、陡矿体(倾角  $80^\circ \sim 90^\circ$ ),直孔无法穿矿和有效控制矿体勘探斜距等技术难题(见图 2)。

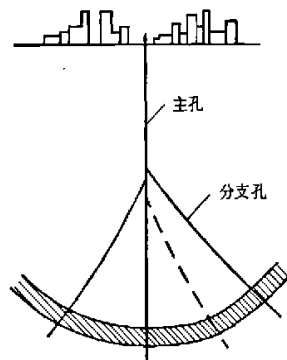


图1 滁洲铜矿床避开地表建筑物定向钻孔示意图

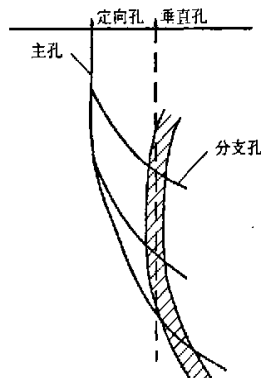


图2 霍邱铁陡矿体勘探定向钻孔示意图

通过实践体会到,应用受控定向钻探技术在深部找矿勘探中能发挥较大的潜力。它不仅解决特殊条件下深部找矿勘探方法与精度问题,亦可节约勘探工作量,减少地表施工占地面积,减少对环境污染等,具有良好的社会经济意义。

#### 4 结语

国务院《关于加强地质工作的决定》给地质勘探单位迎来了发展机遇,也面临着新的挑战。在新的历史时期,“攻深找盲”是地质找矿重点,也是对探矿技术工作提出了新的要求。我们应正视目前存在的问题和现状,制定切实可行的发展目标和方向,加速探矿技术人才的培养和引进,加强探矿技术基础工作,提高探矿装备适应能力,应用推广新技术、新方法,重视技术创新,更快、更好地在深部地质找矿工作中发挥更大作用。