# 宜昌铅锌矿钻探取心技术试验研究

张所邦，张建华，宋　鸿，叶辉兵，谭建国
（湖北省宜昌地质勘探大队，湖北 宜昌　443100）

**摘　要**："宜昌铅锌矿钻探取心技术试验研究"系湖北地勘局科研项目（项目编号：ky2007—25），项目历时9个月，在总结以往经验的基础上，设计加工出专用钻进取心机具，通过钻探现场生产试验，基本解决了困扰多年的宜昌震旦系灯影组层控铅锌矿硬脆碎岩层的钻探取心技术难题，提高了钻探台月效率，满足了地质找矿勘查工作的需要，圆满的完成了课题研究工作任务。

**关键词**：铅锌矿；震旦系灯影组；钻探取心技术；薄壁底喷式金刚石钻头；钢丝取心器；旋闭式钻头
**中图分类号**：P634.5　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1672－7428（2009）S1－0091－04

## 1　概　述

宜昌地区的铅锌矿主要赋存于震旦系上统灯影组。地层层位为灯影组白马沱段（$Z_2dn_3$）、石板滩段（$Z_2dn_2$）、蛤蟆井段（$Z_2dn_1$），主要钻进岩石为白色厚层状细—中细云岩、白灰色粉晶云岩及深灰色厚层状粉晶云岩夹角砾状含锌矿石、角砾状矿石等。

本地区同生角砾岩为主要含铅锌矿岩系，该层属于弹－脆性岩石，在受到钻头加压、回转的外力作用下发生酥脆变形，形成硬、脆、碎、酥的岩层特性。

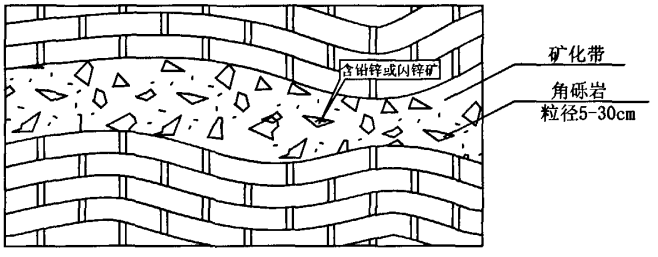


**图1　含矿岩系**

由于铅锌矿矿化带赋存部位与同生角砾岩密切相关（详见图1），受后期地质作用改造后，矿化作用加强，厚度在2－30m，变化较大，地质要求在该层位岩矿心采取率达到75%。本层位的地层构造裂隙发育、岩性破碎，岩石硬、脆、碎的特征比较突出。观察部分钻孔取出的岩心，岩石的倾角几乎呈垂直状态，遇钻后顺层成竖向裂纹，岩心进入内管后极易形成插楔堵塞。部分孔段岩石风化侵蚀严重，岩性酥脆，稍有扰动即碎成粉粒状，且怕水冲刷，需要隔水钻进，因此造成了岩心采取困难。

通过对以往矿区施工的20余个钻孔，2000多m的钻探工作资料分析研究发现，80%以上的钻孔孔壁不稳定，漏失严重，岩矿心采取率普遍较低，钻探台月效率在200m以下。地质钻探成本大，施工质量难以保证，造成补心、复打的情况时有发生。

因此，宜昌铅锌矿地层钻探用普通机具及工艺方法难以保证岩矿心采取率，需要采取有效的护孔堵漏措施和特殊的取心技术。

**收稿日期**：2009－08－30

**作者简介**：张所邦（1966－），湖北省宜昌地质勘探大队探矿分队队长，探矿工程师；张建华（1961－），湖北省宜昌地质勘探大队队长，探矿高级工程师；宋鸿（1967－），女，湖北省宜昌地质勘探大队探矿工程师，湖北省宜昌市夷陵区罗河路特1号。

万方数据

## 2 项目研究的主要目的

针对宜昌地区铅锌矿赋存地层硬、脆、碎岩石特点，解决当前铅锌矿找矿工作中存在的钻探岩矿心采取率低、孔内复杂、钻进效率低、成孔质量差、钻探成本高的问题。

## 3 主要研究任务

### 3.1 钻进技术参数研究

按照《岩心钻探规程》组织施工，重点测试并记录机械转速、孔底压力、冲洗液量等钻进技术参数，找到最佳的工艺技术参数；

### 3.2 金刚石钻头钻进适应性研究

根据岩石的硬度、研磨度、弹塑性及单轴抗压强度，合理选择钻头的金刚石粒度、胎体硬度和金刚石浓度；

### 3.3 岩心采取技术研究

改进吸取粉状硫铁矿的取心方法，用专门设计的薄壁隔水底喷式金刚石钻头配以特制的钢丝卡具钻进取心；

## 4 项目实施

试验研究工作大体分为三个阶段：

2007 年 5 ~ 7 月为项目立项、设计编写及课题研究准备阶段；

2007 年 8 ~ 12 月为野外实验测试和试验资料收集阶段，先后在湖北兴山陈家岭铅锌矿和湖北长阳竹林口铅锌矿钻探施工工区开展了钻探取心试验研究工作；

2008 年 1 月转入资料整理和专题研究报告编写。

## 5 取心技术主要研究成果

### 5.1 薄壁底喷式金刚石钻头的设计与加工

20 世纪 70 年代，湖北省第七地质大队在安家沟粉状硫铁矿钻探时，曾进行过侧喷合金钻头、普通金刚石底喷钻头取心试验。硫铁矿松散、酥脆，而围岩为坚硬的片麻岩，合金侧喷钻头解决了矿心防水问题，但硬质合金不能尅取在矿层中夹杂的硬岩，试验没有成功。普通底喷钻头的试验总的来说是成功的，但是，由于钻头底部厚度较大，钻进效率较低，增加了矿心在孔内的磨耗，矿心的采取率和矿心质量还不是很理想。汲取以往的经验教训，分析底喷钻头的技术参数对钻进取心的影响，我们重点在提高钻头钻进效率、快速穿过复杂层位、减少钻具对岩心的挠动时间、确保岩心的卡取等几个方面进行了研究。

钻头的主要设计技术参数：

钻头长度： 120mm

钻头外径： Φ76.5mm

钻头内径： Φ57mm

隔水面直径： Φ60mm

通水孔设计： Φ3.5mm × 10 孔

隔水面距钻头底部距离：16mm

钻头实物照片见图 2。

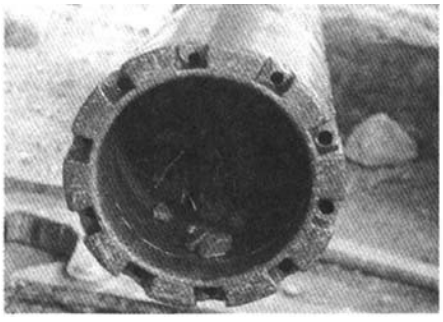

图 2 钻头实物照片

钻头的技术特点：

（1）薄壁底喷钻头的底唇环状面积仅为原普通底喷钻头的 75% 左右；

（2）钻头底部与隔水面的距离只有 16mm，钢丝取心器的位置下移，残留岩心少；

（3）钻头的通用性好。用于普通金刚石双管钻具，内管短节以上的部分相同，只有卡簧座为专用。

### 5.2 钢丝取心器的设计制作

钢丝取心器的主要技术参数：

外径：Φ63.5mm

内径：Φ58mm

长度：20mm

在外缘宽 1.5mm × 深 1.0mm 的环槽中，以中心距 6mm 均布 Φ1.5mm 的钻孔，在孔内穿入以 3 ~ 4 根为一组的 Φ0.2mm 钢丝。

取心器主体由大队修配厂用 45 号钢加工，现场手工穿入钢丝。

取心器的主要特点：

一是可以根据岩石破碎颗粒的大小调节钢丝的疏密和刚性，二是可与普通双管卡簧座配套，用于普通双管钻头钻进。

钢丝卡取器照片见图 3。

万方数据

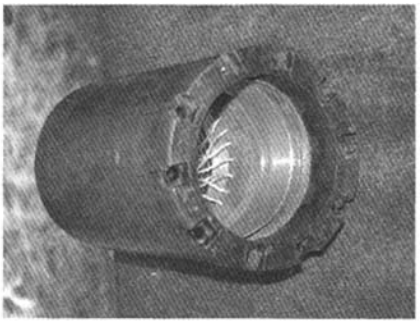

图 3　钢丝卡取器照片

### 5.3　旋闭式取心器的制作

设计思路及工作原理：

旋闭式取心器是针对松散、酥脆、遇水流失矿层的取心难题设计的。钻头分两部分组成，主体部分镶焊互成 180°的切削硬质合金块，钻头底端部分相对钻头体可旋转一定角度，二者以螺栓为轴能灵活转动。借鉴陶瓷水嘴的开、闭原理，回转钻进时，底部呈开启状态，类似犁地的情况，有一定倾角的合金片将矿心铲切、旋入钻头内腔。采心时，只要将钻具反转一定角度，钻头底端的可转动部分借助孔底岩石的摩擦力保持静止，上部钻具转动后，钻头底部就会封闭罩住矿心，保证进入钻具内的矿心不会脱落。

主要技术参数：

长度：120mm

外径：Φ76.5mm

内径：Φ57 mm

开、闭旋转角度：80°

切削合金镶焊倾角：45°

旋闭式取心器照片见图 4。

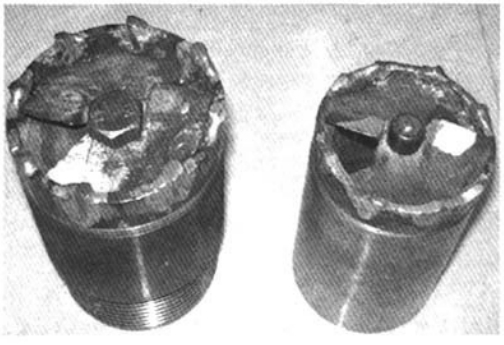

图 4　旋闭式取心器照片

旋闭式取心器的主要特点：

适用于松散、酥脆、碎粒状地层取心，无水钻进，通用于普通双管钻具。

### 5.4　钻进技术参数

影响金刚石钻进技术参数的因素很多，结合宜昌铅锌矿地层岩石的物理力学性质、钻进所用钻头类型和结构参数、钻孔直径、冲洗液类型、设备的性能和功率等情况，把握“钻头磨损正常，钻进速度平稳”的原则；Φ76mm 口径试验钻孔采用的钻进技术参数见表 1。

表 1　Φ76mm 口径金刚石钻进技术参数表

| 岩　层 | 钻压 /kN | 转速 /(r·min$^{-1}$) | 泵量 /(L·min$^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| 页片状泥岩夹泥晶灰岩透镜体 | 5～6 | 270～470 | 40～60 |
| 灰白色中厚层状粉晶云岩 | 6～8 | 470～742 | 40～60 |
| 浅灰色中薄层状含燧石条带粉晶云岩 | 7～9 | 470～742 | 40～60 |
| 薄层状微粉晶云岩，含大量燧石条带，夹少量含炭质岩石，底部见有层间角砾岩。 | 8～9 | 470～742 | 40～60 |
| 灰白色硅质碎屑白云岩，夹蠕状白云岩，硅化粉晶云岩。 | 8～9 | 470～742 | 40～60 |

金刚石钻头的单位底面积压力保持在 40～60kg/cm$^2$；

金刚石钻头底唇面的线速度范围为 1.2～2.8m/s，多为 1.8～1.9m/s（钻机的 6 档，470r. min$^{-1}$）。

在岩石破碎、易发生岩心堵塞的层位和含燧石结核、燧石条带的硬层钻进中，对 XYZ73 型液动潜孔锤在解堵和提高钻速方面的性能进行了试验。试验表明，在钻具上端连接液动冲击器后，有利于岩心解堵，可以增加回次进尺长度，在硬岩钻进的时效也有所提高。

冲击回转钻进时，泵量为 150L/min 左右，工作泵压 1.5～2.0MPa。

## 6　野外生产试验

现场生产试验分别在长阳县竹林口铅锌矿、兴山县陈家岭铅锌矿两个矿区进行。试验钻孔由两台

万方数据

钻机完成：5 号机在竹林口矿区先后完工 ZK101 孔和 ZK102 孔；6 号机在陈家岭矿区完工 ZK2802 孔。从 2007 年 9 月 29 日开钻，到 2007 年 12 月 17 日现场试验结束，共施工试验钻孔 3 个，合计钻探工作量 458.84m。

试验钻孔的基本情况见表 2。

表 2 试验钻孔的基本情况表

| 孔 号 | 孔 深 /m | 施工时间 | 台月效率 /m | 矿 区 | 备 注 |
|---|---|---|---|---|---|
| ZK101 | 117.64 | 2007.09.29—2007.10.12 | 273 | 竹林口铅锌矿 | 省基金项目 |
| ZK102 | 216.04 | 2007.11.01—2007.11.28 | 240 | 竹林口铅锌矿 | 省基金项目 |
| ZK2802 | 125.16 | 2007.12.03—2007.12.17 | 266 | 陈家岭铅锌矿 | 大调查项目 |
| 合 计 | 458.84 | 2007.09.29—2007.12.17 | 255 | | 平均台月效率 |

## 7 生产试验效果

3 个钻孔的生产试验研究取得了圆满成功，研制设计的底喷钻头、钢丝取心器等机具使用效果良好，钻孔的技术经济指标达到了预期目标。试验钻孔的主要指标列于表 3。

表 3 岩矿心采取率及钻探效率统计表

| 孔号 | 矿 层 | | 岩 层 | | 时效 /（$m/h^{-1}$） | 台 效 /m | 备 注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 层厚/m | 采取率/% | 层厚/m | 采取率/% | | | |
| ZK101 | 9.83 | 87 | 107.81 | 91 | 0.88 | 273 | |
| ZK102 | 14.88 | 88 | 201.16 | 91 | 0.79 | 240 | |
| ZK2802 | 31.68 | 91 | 93.48 | 85 | 1.03 | 266 | |
| 平 均 | | | | | 0.91 | 255 | |

在铅锌矿钻探施工中，岩矿心采取困难、钻探效率低一直是困扰钻探生产的主要问题。1980 年、1981 年在兴山县柴家坪铅锌矿的钻探施工中，完成的工作量分别是 1303m 和 1079m，台月效率只有 182m、170m；1989 年在兴山椴树垭铅锌矿区的钻探施工，进尺 569m，台月效率为 186m；2007 年在白鸡河铅锌矿施工 5 个钻孔，进尺 764m，台效 175m。效率较低的主要原因是岩矿心难取，需要限制回次进尺长度，钻进时效极低。在白鸡河矿区的 ZK003 孔，为了做到岩矿心采取率满足地质要求，120m 的钻孔，钻进了 227 个回次，平均回次进尺长度只有 0.56m。

这次生产试验，三个孔 458.84m 的工作量，平均时效 0.91m，台月效率达到了 255m，岩矿心采取率和取心质量得到了地质人员的较高评价。

## 8 应用前景

宜昌地处鄂西中部，先后发现兴山白鸡河－陈家岭铅锌矿、远安县凹子岗铅锌矿、长阳县竹林口铅锌矿、长阳县七邱湾铅锌矿以及兴山县坛子岭等铅锌矿区。同时宜昌也是湖北省重要的矿产资源成矿区域，镍钼钒、银钒矿、磷矿等矿产在本区广泛富集，有得天独厚的地理优势，地质找矿前景广阔。

在铅锌矿、银钒矿、磷矿等进行的钻探施工中，钻进的主要层位都是震旦系上统灯影组岩石，与这次试验研究钻孔的岩层基本相同。

本次试验研究取得的技术成果可以直接得到应用，可以大大提高地质勘查工作质量，对于宜昌地区地质找矿工作具有重大意义。

万方数据