

水平孔绳索取心钻进的 初步探讨

林洪钊 张 宜

为了提高水平孔钻探的钻进效率,减少起下钻的辅助时间,和减轻繁重的体力劳动,在水平孔施工中推广绳索取芯技术,有着重要的意义。特别是某些取芯的矿种,取芯工艺要求限制回次进尺,而回次进尺越短,工人的体力劳动强度就越大。即使是使用全液压钻机,花在起下钻的时间也不会少。国外文献已不乏资料报导水平钻孔使用绳钻的实例。

八四年我们先后在某矿的两个水平钻孔进行了绳取试验。绳取工作量计44.9米;绳取最大孔深83米;打捞内管成功率为61%;最大提钻间隔20米。试验初步表明:水平钻使用绳取技术存在可行性。若工具经过改进,操作规程作出适当的规定,这项技术的实施是完全可能的。

一、水平孔绳钻特点及专用工具

1. 水平孔绳钻特点

水平孔与直孔、斜孔的绳索取心工艺有所不同。后者,内管总成和打捞筒(矛)总成均可靠自重投放到孔底;而前者则不能靠自重放入孔底,而只能借助泥浆泵或空气压缩机等输出的介质(泥浆、水、空气等)作为动力,将其压入孔底。因此,仅靠现有的SC—56绳取钻具就不足以使绳取技术应用于水平孔上,必须设计制造附属的输送工具,将打捞筒送入孔底并卡住内管总成,将岩心管打捞出来,才能达到绳取的工艺要求。

2. 专用工具

水平孔绳取的专用工具——密封接头、输送器(如图1、2),配合无锡探矿工具厂的SC—56钻具,钻杆、绞车及BW—1型变量泵等机具。

3. 功用和要求

(1) 密封接头:

功用:连接介质通道,使钻杆与水泵输出口相连接,传递介质动力以驱动输送器、打捞筒进入孔底;保证钢丝绳自由进出并密封其间隙。

要求:要求装拆性能好,装卸方便;密封性能好;密封件与钢丝绳之间摩擦阻力小,钢丝绳出入通畅。

(2) 输送器:

功用:借助水压力,将打捞筒压入孔底;使打捞筒卡(捞)住内管总成并捞出孔外。

要求:输送器与钻杆内孔的间隙要尽可能小,以密封水,使其能建立足够的压力;摩擦力要尽可能小,以免卡夹在钻杆孔内。

(3) 支撑环:

水平孔钻进时，由于自重使内管总是向下紧贴外管，以致内管与外管不同心。这样，不但影响钻具的单动性，更重要的是岩心不易进入内管，容易造成岩心堵塞、岩心破碎及缩短回次进尺等，因此可在原来安设悬挂环的地方安上支撑环或在钻头丝扣一端安支撑环。支撑环如图3所示。

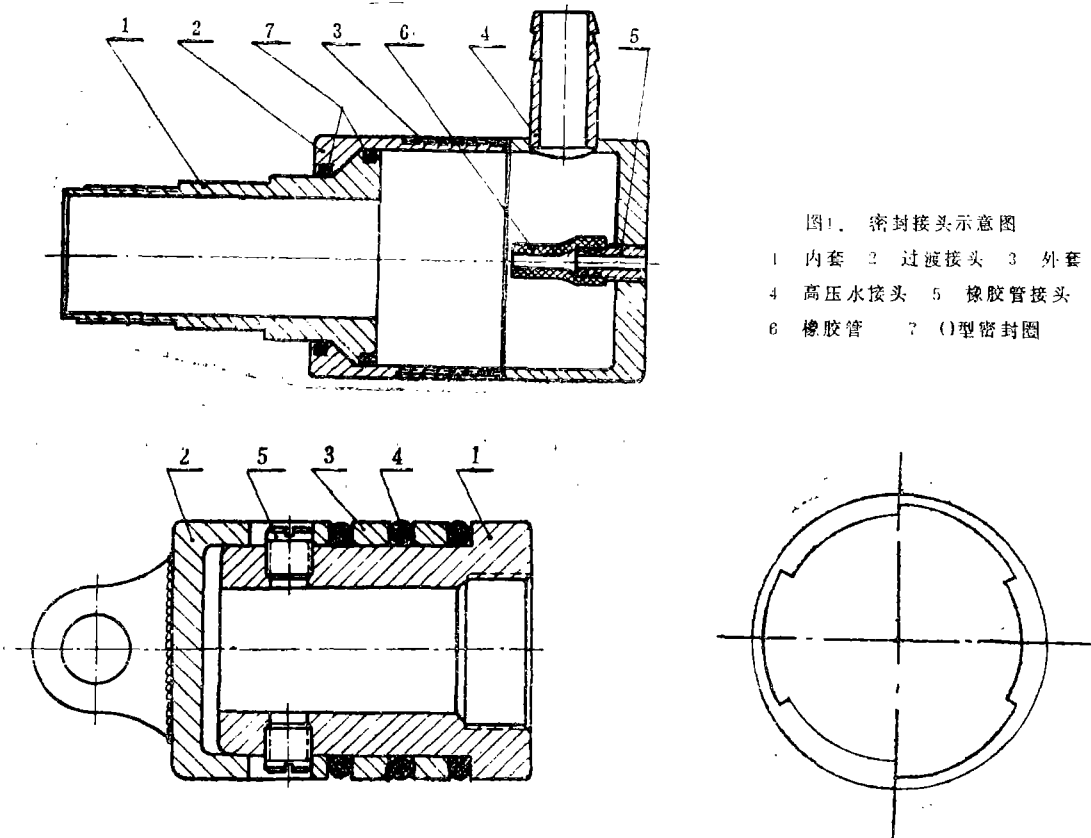


图1 密封接头示意图
1 内套 2 过渡接头 3 外套
4 高压水接头 5 橡胶管接头
6 橡胶管 7 O型密封圈

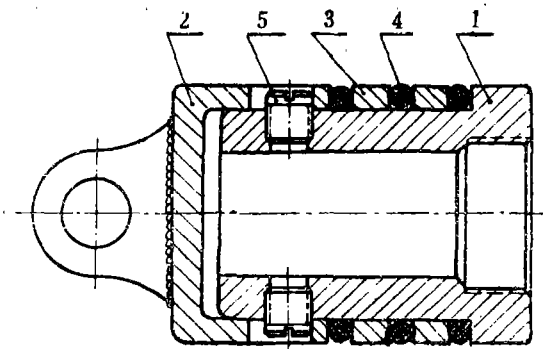
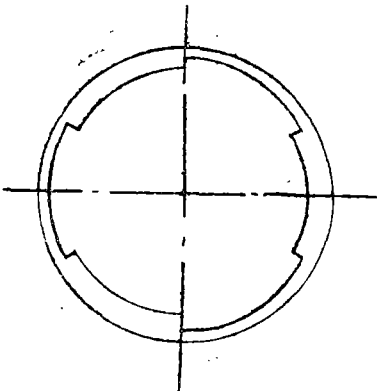


图2 打捞矛输送机



支撑环宽8—10毫米，内径比卡簧座外径大0.4—0.5毫米。这样支撑环直接支撑卡簧座，不但使岩心能畅通地进入内管，且提高了内管的单动性能。

4.密封接头与输送器的安装及操作方法
密封接头安装如图1所示，先将打捞钢丝绳穿入橡胶管接头5，通过橡胶管6，然后将钢丝绳用绳卡拴在输送机盖2上，并将卸去加重杆的打捞筒与输送机拧紧丝扣；将水泵的回水高压胶管（耐压20kg.f/Cm²）连接在密封接头的管子上，至此附属设置安装完毕。

回次终了后，卸下主动钻杆，将输送机塞入绳取钻杆内，拧紧密封接头，然后开泵，打捞筒与输送机带着钢丝绳向孔底方向移动。直到水泵压力急剧上升，表示打捞器已经捞住内管，即可停泵。用绞车捞内管时，卸掉密封接头，用手拖动一下，检查内管有无卡夹现象，然后提动，以免将绳取钻杆从孔内拉动或将钢丝绳拉断。当内管卡夹严重时，可将保险绳拉断，再提大钻。

二、试验条件
1.地质条件；

矿区的主要岩石有：火山岩（安山岩、英安质的凝灰岩、未分酸性熔岩、火山集块岩）超基性岩（纯橄岩、含棉蛇纹岩）、辉长岩、脉岩（辉绿岩、细晶辉长岩、辉石安山岩）及花岗斑岩、长英岩等。

2. 岩石物理机械性质：

(1) 蛇纹石：可钻性为建材Ⅳ—Ⅵ级。裂隙发育属致密中硬岩石。研磨性为中等。

(2) 构造破碎带：混杂有蛇纹石碎块的构造角砾岩，完整性差，极为松散破碎，可钻性为Ⅳ—Ⅴ级，研磨性为中偏弱。

(3) 辉绿岩脉：为细粒至中粒致密岩石，在钻孔中呈脉状出现。厚度5—6米，可钻性为建材Ⅴ—Ⅶ级，研磨性中等。

(4) 长英岩：为中粒状坚硬岩石，呈脉岩出现，可钻性Ⅵ—Ⅶ级，研磨性强。节理裂隙发育，易卡夹钻具。

3. 设备、机具条件：

(1) 钻机：XU—600—3型钻机一台。

(2) 水泵：无锡BW—1型变量泵。

(3) 动力机：JO₂—72—4。

(4) 滑轮架：附绳取滑轮。

(5) 钻具组合：φ65两方机上钻杆 + φ53×φ44×3000毫米绳取钻杆 + SC56 钻具总成。

(6) 绳取附属装置：绞车一台、打捞筒一套、输送器和密封接头一套。

(7) 钻头：以底喷式钻头为主（特殊矿芯要求），围岩用普通绳取钻头。

4. 孔身结构及钻进工艺参数：

用φ76毫米金刚石钻头开孔至4米后，换φ56毫米金刚石绳索取心钻进，直至终孔，用清水或乳化液钻进。

选用钻进技术参数：

钻压：600—800公斤

泵量：28—43升/分

转速：385—650转/分。

三、输送原理与输送参数

1. 输送内管、打捞筒总成情况

(1) 输送内管总成：

通过现场试验，输送内管总成无需用输送器和密封接头，仅用水泵便可顺利地送入孔底。

输送内管时内管的受力情况见图4。

当水泵的泵量为 Q 时，从间隙泄漏 Q_1 ，内管正面受压力为 P ，其背面受压力为 P' ，

当 $P > P'$ 时，内管就以速度 V 向孔底运动。 $V = (Q - Q_1) / S$ V 一般为18—20米/分。显然当 Q_1 为定值时， V 随 Q 值而变化。

(2) 输送打捞筒总成；

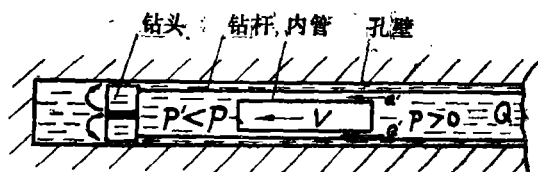


图4 输送内管示意图

输送打捞筒总成时，必须戴上输送器，否则因不能建立压力而不能送到孔底将内管打捞住，输送器内安装有密封圈，使其泄漏量 Q_1 接近于一个较小的数值，输送器的运动也完全借助其正面和背面之间的压力差，其运动速度也决定于输送时水泵的流量 Q 。

2. 输送参数

输送参数是指压送内管或打捞筒时泵量、泵压、及压送速度三个参数。

(1) 泵量；

当钻进中无严重堵水时，泵量为100公升/分，能顺利地将打捞筒输送至孔底，当泵量降到80公升/分时，其速度就大为降低。(40%)在试验时均采用最大泵量压送内管总成和打捞筒。

(2) 泵压；

泵压的大小主要取决于输送器与钻杆内壁的摩擦阻力，它与密封材料性能有关，也与两者之间的间隙有关；更重要的是它还与输送器的背压有密切关系；同时也与钻杆的管路损失有关，随着孔深的加深，泵压也相应加大。

试验中，输送内管总成和打捞筒总成的参数见表1。

输送绳取钻具参数表 表1

输送深度 (m)		0—30	30—50	50—80
泵 压 公斤/厘米 ²	内管总成	2	3	4
	打捞筒	4—6	6—8	8—12

注：水量均为100公升/分

从表1不难看出，输送打捞器比输送内管总成的泵压值高出一倍多。我们认为主要原因有以下两方面：

其一是压送内管总成时，由于钻具端部出水断面大，阻力小，因而所形成的背压 P' 小。当输送打捞筒时，孔底已孕在着内管总成，其通水水路仅有几个水眼，过水面积大为减小，出水阻力大为增加， P' 增大，因而使输送系统压力 P 增加。其二是输送器密封圈与钻杆内壁存在着磨擦力，水压力的一部份用来克服磨擦力。

3. 输送过程力学分析

用水力输送绳取钻具时可作如下力学分析，从中可了解影响其运动的有关因素：

若将钻杆及打捞筒输送器分别简化为一个缸套B与活塞A，如图5所示。

设活塞的正面（右）受水泵的正向压力 F_1 ；活塞背面（左）受钻杆内水的反向压力 F_2 ；活塞与缸套的磨擦阻力 F_3 。

推动活塞向前运动合力 F 由下式求得：

$$F = F_1 - (F_2 + F_3) \tag{1}$$

又设水泵输送压力为 P_1 ($\text{kg} \cdot \text{f} / \text{Cm}^2$)

活塞背压力为 P_2 ($\text{kg} \cdot \text{f} / \text{Cm}^2$)

活塞自重为 N (kg)

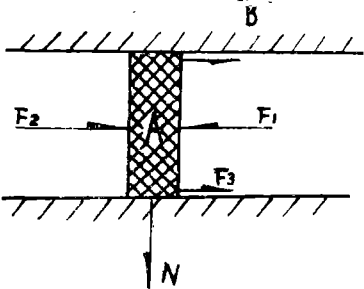


图5 水平钻压送钻具时受力分析图

活塞与缸套磨擦系数为 μ

活塞面积为 S

则(1)式可变换为

$$F = P_1 \cdot S - (P_2 \cdot S + N\mu)$$

$$F = (P_1 - P_2) \cdot S - N\mu \quad (2)$$

讨论方程(2)则可知与 F 有关的因素:

(1) 当输送内管总成时, 因钻具受水的浮力使 N 减少, 水的润滑作用使 μ 值变小, $N\mu$ 值为一较少的常值; 因钻头内孔通水面积大(通孔直径 $\Phi 35$)故 P_2 也是一个较小的数值($1-2\text{kg}\cdot\text{f}/\text{Cm}^2$), 则方程(2)可以写成 $F = P_1 \cdot S - C$

C 为较小的定值

$$\text{则 } F \approx P_1 \cdot S$$

即内管的推动力与正向水压力成正比。

(2) 当输送打捞筒时:

P_2 的大小取决于内外管之间水路阻力。

(a) 当钻头为底喷式钻头时, 钻头水眼全部堵塞时

$$P_1 = P_2 \quad P_1 - P_2 = 0 \quad F = 0$$

此时活塞不发生运动

(b) 钻头水眼部份堵塞

$$\text{当 } P_1 > P_2 \text{ 且当 } (P_1 - P_2) S > C$$

$$F > 0 \quad \text{活塞向孔底运动}$$

(c), 当 $P_2 \approx 0$ 时

$$F \approx P_1 \cdot S - C \quad \text{活塞运动速度最快}$$

由上述分析可见欲求得一个最快的打捞速度有两个途径; 其一是尽量减少背压 P_2 ; 其二是尽量减少泄漏。这就要求钻进回次末了时, 钻头水路尽量不要堵塞, 或者不用底喷式钻头(特殊难取芯矿种除外), 而且输送器要求密封性能良好, 磨擦阻力小。

4. 试验效果

本次试验情况见下表所示:

总进尺 (米)	取心次数 (次)	成功率 (%)	最大孔深 (米)	最大提钻 间隔 (米)	回次最大 进尺 (米)	打捞 时间 (分)	平均采 取率 (%)
44.95	57	61	83	20	1.44	4.5	91

四、存在问题

由于本次试验的矿区属特殊矿种, 要求使用底喷式钻头, 而且所钻地层为极破碎的构造破碎带, 钻头水眼极易堵塞, 使得后来的成功率大为降低。在今后试验中需改进的几个问题:

1. 在普通地层钻进时, 应尽量采用普通绳取钻头, 以减少背压提高打捞成功率。
2. 绳取钻杆与接头之间的连接, 应尽量改为内平接头, 以免输送器中途遇卡。
3. 最好能设计专用的内管总成, 使单动(轴承)部件以下的另件不用丝扣连接, 以免在钻进过程中内管倒扣顶死在钻头台阶上, 内管总成难以脱卡。
4. 打捞钢绳的密封胶管易损坏, 需另外设计一种密封装置, 使其所洩漏减少到最小值。