

我国坑内钻进技术的新进展

姚礼尹 (执笔)

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)



钻探技术 国外的坑内岩心钻探技术比较发达,全液压钻机、绳索取心技术、轻质钻杆等先进设备和技术均得到了广泛的应用。我国坑内钻探技术长期来十分落后,许多矿山每年要掘进大量的坑道进行探矿,浪费惊人。如锡矿山往年平均坑探量达5000米,约占坑道总掘进量的一半。

人造金刚石钻进技术在矿山坑内试验成功,解决了各种角度和各种岩层的钻进技术问题,从而取代了大量探矿坑道。例如,锡矿山每年坑探量与总掘进量的比例已下降到18.6%。据统计,全国有色矿山系统坑内钻探工作量已由1970年的5万米,增加到1983年的21万米,加上冶金、铁道等系统,工作量可达30万米以上。应当指出的是,我国近年来坑内钻进工作量虽有大幅度增长,但新技术发展速度仍比较缓慢。

在钻探设备方面,除使用了一部分较先进的钻石—100 A 电动或风动钻机外,还有相当一部分矿山仍在用KD—100型、红旗—100型、XJ—100型立轴式或螺旋差动式钻机;超过百米或较大口径的钻孔,则常使用300米和600米立轴式钻机,因而要开凿10~17米高的钻窝,其费用高达5千~1万元或更多,而且水平及向上钻孔很难施工,钻进效率也很低。

在钻具和钻进技术方面,开始应用 $\varnothing 36$ 和 $\varnothing 46$ 口径的普通双管钻具和普通钻杆,铝钻杆使用极少。由于受巷道限制,钻杆立根长仅1.5米。因取心而上下钻具的次数和时间比地表钻要多得多,因而难以进一步提高效率和减低劳动强度。

如所周知,在有色、黄金矿山中,矿体形态和矿石品位变化大,矿体规模小,采用地表勘探或少量的坑道,往往难以获得高精度的地质资料;为了减少开采矿石的废石含量和探水、探险以及探老矿山的地压等,都需要布置大量坑内钻孔,其工作量必然与日俱增。据悉,云南老厂矿山,每年坑内钻探的工作量竟达几万米。估计今后几年全国坑内钻探工作量可达50万米以上。因此,加速实现坑内钻探设备和钻进技术的现代化,已成为矿山生产的当务之急。

我院近年来与有关单位合作,进行了坑内钻进技术的研究和试验工作。在研制推广钻石—100型钻机和普通双管人造金刚石钻进技术的基础上,最近又研制成功了钻石—300型和钻石—600型全液压坑内钻机,以及 $\varnothing 36$ 口径水力反循环取心技术和坑内综合取心钻进技术。这些新设备和新技术,在坑内具有广阔的推广应用前景。

坑内新型钻探 设备系列化配套

目前在矿山坑内钻探中广为采用的钻石—100 A型电动(风动)钻机,口径为36毫米,钻探能力100米,可打 $0 \sim 360^\circ$ 的钻孔,重量为436公斤,提升力800公斤。它虽不是全液压钻机,但具有与全液压钻机相似的给进行程长、自动拧卸和拉送钻杆等特点。

钻石—300型全液压坑内钻机给进行程为850毫米,口径为46毫米,钻深能力300米,最大提升力2.6吨,重量911公斤,可打 $0 \sim 360^\circ$ 的钻孔,实现了全液压联动,无级调速、自动拧卸和

拉送钻杆,不需开凿钻窝。还可用于打矿山吊罐孔。1984年12月,在大冶铁矿通过冶金部技术鉴定。

钻石—600型全液压钻机可用于坑内,除具有钻石—300型钻机的特点外,其给进行程更长,可达3300毫米,通孔直径达78毫米(可用 $\varnothing 75$ 口径绳索取心钻具),提升能力4.47吨,机重(不包括电机)1.3吨,口径为60毫米,钻深能力600米,只有在坑内施工向下直孔时,才需开凿5米高的钻窝。该钻机已于1985年5月在云南个旧锡矿通过有色总公司的技术鉴定。

以上机械化程度较高的三种钻机,以及正在研制的50米坑内钻机(钻进水平孔及向上孔时,钻深能力为额定的80~50%),基本上可以满足我国矿山坑内岩心钻探和部分工程钻探施工的要求,也有利于发挥坑内综合不提钻取心(以下简称综合取心)工艺技术的优越性。

坑内综合取心钻进技术

(一) 问题的提出

坑内岩心钻探也与地表钻探一样,每回次都要提出井内钻具取心(当用普通取心钻具时)。虽然一般坑内钻探孔深多在100~300米,但在不凿钻窝的条件下,钻杆立根通常只有1.5米长,回次进尺最高也只有1.5米左右。这样,一套钻具将有70~200个立根,上下钻所花费的时间、操作者的劳动强度,以及机器的磨损程度,均与300~1000米的地表钻孔相当。可见,在坑内钻探中采用不提钻取心技术,比地表钻更显得迫切。

已经用于地表钻探的绳索取心技术和坑道钻水力反循环连续取心技术,都证明是有效的不提钻取心方法,但由于坑内钻孔条件(地层、施工场所及钻孔角度)多变,因而很难全面奏效。例如,绳索取心即使能打各种角度的钻孔,在硬岩中也会因钻头壁厚产生打滑而失效,与水利取心相比,其辅助时间也长。而现用的单管水力取心方法,遇到地层漏失,便无法使用;当钻进破碎带和粉矿时,取心质量难以保证;特别是在向下孔中,岩心更易堵塞。遇到岩石既坚硬、地层又漏失的情况,上述技术将会失去适应性。鉴于这

种情况,经研究和实践,提出了单管长筒取心方法,即用水利取心钻具,把内平钻杆当作“无限长”的岩心管,进行长回次正循环钻进(只要不堵心,就不提钻)。特别是在向上打钻孔的过程中,可在加钻杆时让岩心自己掉下来,而不需提钻取心。在坑内合理组合使用绳索取心、水力取心及长筒取心方法,便形成了坑内综合取心技术。

该项技术及装置已由我院和武钢矿山部、大冶铁矿共同研制成功,并于1984年12月在大冶铁矿通过冶金部的技术鉴定。

(二) 坑内综合取心钻具的组成和结构原理

综合钻具由通用钻杆柱、绳索取心内外管总成及打捞器、水力取心岩心管装置(兼作长筒取心岩心管装置)组成。

1.通用钻杆柱:通用钻杆柱即绳索取心钻杆柱。鉴于国内已使用高强度合金钢地质管的屈服强度大于60公斤/毫米,且目前我国绳索取心钻杆螺纹加工已工厂化,再之坑内钻孔一般较浅,所以可采用直接相联的Q系列钻杆柱设计。这样既可简化加工,大幅度地降低加工成本,又减少了由于接头不同心而引起的技术故障。

$\varnothing 46$ 口径规格直联钻杆的螺纹力学性能试验表明,其抗拉强度达27.3吨,屈服扭矩平均169公斤·米,抗断扭矩平均257.5公斤·米,基本上达到了原管柱的联结强度。在大冶铁矿一年多的生产试验中,这批钻杆已钻完9个深度为100~300米的不同方向钻孔,总进尺1477米,并经受了强力规程钻进,均未发生螺纹折断事故。

2.绳索取心内外管总成及打捞器:坑内绳索取心钻具内管及打捞器,在水平及向上孔中,须靠泵压送入孔底,且应保证在钻进中及孔内有涌水时,内管不自行脱落或被冲出。

YS46—II钻具如图1所示,钻具主要规格尺寸列于表1。

该钻具属于强力收拢弹卡板的“母捞公”形式,可用于各种角度的钻孔,具有可靠的内管悬挂、定位、导正、长度调节、拔心保护、卡簧座防松、堵心报信等先进结构。

①管内机构的泵入装置:内管总成及打捞器

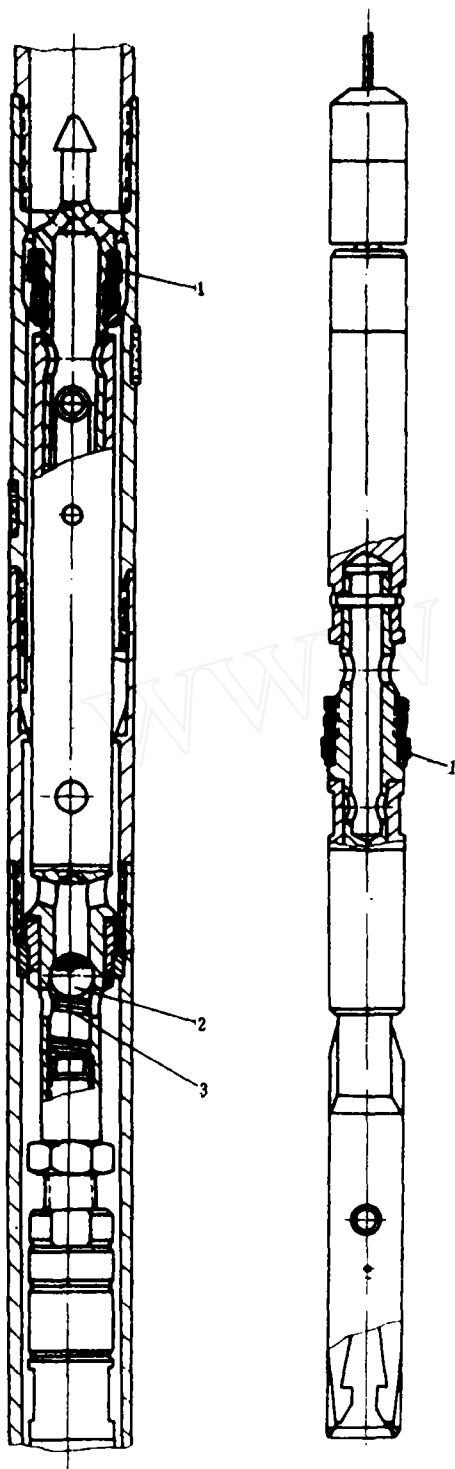


图1 YS46—II 绳索取心钻具

借助于装在其上的聚胺脂密封圈1（外径约33毫米）有效地密封内管与钻杆之间的间隙，堵住水路，从而把装置泵入孔底。

打捞器的泵送机构与内管泵送原理相同，都

YS46—II 绳索取心钻具规格尺寸（毫米） 表1

钻 头	扩 孔 器	岩 心 管		打 捞 器	钻杆及其螺纹设计					
		外管	内管		规 格	锥 度	牙 形 角	牙 高	螺 纹 长	螺 距
46.5/25	47	45 × 3.5 (45 × 4.5)	31 × 2	28	43.5 × 4.75	1:30	30° 梯形	0.75	40	6

* 为外径尺寸。

采用密封圈封住打捞器与钻杆内径之间的间隙，其外径也为33毫米左右。为此，专用水接头处有专门与打捞钢绳相密封的装置。

对上述钻杆，当泵压为10个大气压时，能可靠地将内管或打捞器泵入孔底（孔内有涌水时，泵压需高些）。

密封圈1也是到位信号装置，当内管到底时，泵压不再升高；打捞器到位后，泵压将升高。借此可提高操作的准确性。根据打捞器的小钢绳长度标志，也能判断它是否到位。

②内管总成防涌水冲出装置：图1中钢球2、弹簧3即为防涌水冲出装置。一旦停泵，弹簧将钢球顶住通水眼，涌水出不去，仅使顶在异径接头上的弹簧卡板受压，而尖锥处的密封圈不受水压，总成上端不受提拉力，从而保证了内管系统不会松卡退出。

③卡板与异径接头端面接触角和打捞附件：由于总成在打水平、特别是向上孔时的重力影响，卡板与异径接头端面间的摩擦力增大，打捞过程中会使卡板收拢阻力大而失效。此时，卡板与端面的接触角（与轴线的锐夹角）均须减小（在提拉内管时，还须继续开泵配合），但角度如果太小，内管将会自行脱落。

在向下孔中，为借用重力下放打捞器，须配一根加重杆（附件）。

YS46—II 绳索取心内管总成及打捞器已通过各种角度9个孔的试验，证明设计合理，满足了坑内各种钻孔钻进的要求。

3. 坑内水力反循环岩心管装置（兼作长筒取心岩心管装置）：通用钻杆柱加上水力反循环岩心管装置，组成水力取心钻具。反循环送水即

可进行水力取心钻进；而正循环送水，即可进行长筒取心钻进。由于在钻杆与岩心管不同内径的连接处，装有带内锥面的异径接头，可顺利导正并通过岩心，因而其回次长不受岩心管长的限制。施工向下孔时，应装入卡簧，防止岩心脱落。

所谓水力取心岩心管装置（图2），就是用绳索取心外岩心管，其上端取下内管悬挂环，换上专用的异径接头2；其下端取下内管导正环，置入岩心挤断器1，再接上通用扩孔器和水力取心薄壁钻头（严格控制内径）即可。

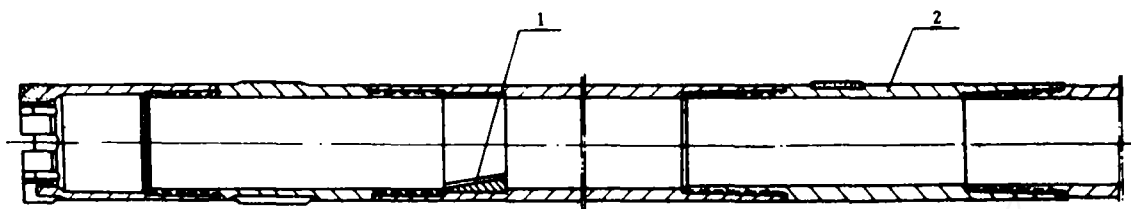


图2 YSS 46—II 水力取心岩心管装置

水力反循环钻进，必须配孔口反循环密封装置。

（三）综合取心附属装置

由于目前新型坑内钻机均实现了夹、扭、起下钻具的机械化，因此，这种取心技术只要求配

备专用水接头、孔口密封装置和绳索取心绞车等附属装置。

1. YSS 46—II 专用水接头及其使用：专用水接头（图3）的特点是心轴内孔大，可以通过绳索取心内管及打捞器，其结构仅由一盘向心

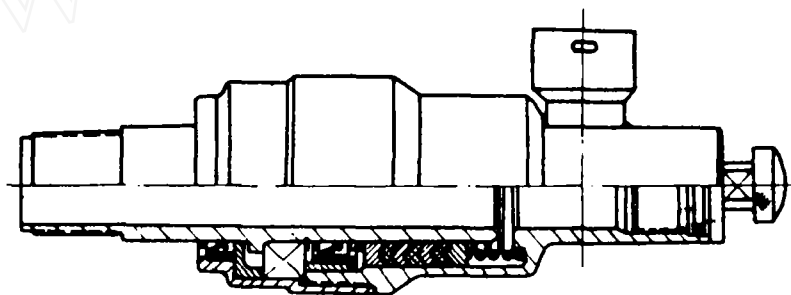


图3 YSS 46—II 专用水接头

轴承（以简化结构和减轻重量不作提升用）和“V”型圈—压力弹簧密封装置及薄壁外壳，尾部堵头（活堵头上有打捞钢绳的密封装置）组

成。

在进行绳索取心时，可用水接头泵入内管和打捞器；当进行长筒取心时，可通过它施于正循

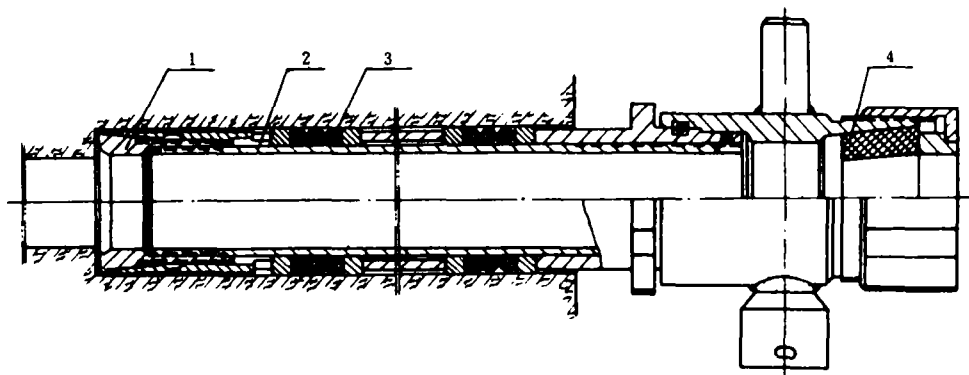


图4 YSK 46—II 孔口密封装置

环冲洗液；当进行水力取心时，应把水接头进水管卸下（在原进水口上拧一堵头），接到孔口密封装置的进水口上，在水接头尾部套上大胶管，以便导岩心。

2. Y S K 46—Ⅱ孔口密封装置：一般孔口密封装置多采用水泥封孔口管，费力又费时（特别是向上孔），终孔后又不易拆下。

新装置用涨爪固定孔口管，压缩“O”型圈密封孔口管与孔壁的间隙。进水口采用油管接头，水管便于嵌入或拔出，利于正、反循环更换。钻杆密封采用锥形壳体和比“V”形圈耐用的橡胶筒，以调节与钻杆的密封程度。胶筒内径 $\varnothing 48$ ，可过扩孔器（图4）。

3. Y S J 46—Ⅱ绳索取心液压绞车：采用摆线马达带一级齿轮减速，结构比较简单，可通过离合器使打捞器下放并与泵入速度协调。绞车的容绳量为450米（ $\varnothing 4$ 钢丝绳），提升速度为90米/分，最大提升力300~400公斤，它也可在钻石—600型全液压钻机上使用。

（四）生产试验情况

1983年3月至1984年6月，在大冶铁矿尖林山坑道内进行了试验。用坑内钻石—300型全液压钻机，孔深为100~300米（任意角度钻孔），岩层为5~6级石灰岩、大理岩，6~7级铁矿层，7~8级闪长岩，9~10级石英闪长岩。经

9个生产孔（其中300米向下孔2个，140米水平孔1个，110米40°向上孔2个，110米83°仰孔1个）1477米的钻进，作了单一取心方式（绳索取心、水力取心、单管长筒取心）的整孔试验及同孔内三种不同方法交替使用的试验，均达到预期目的。

试验表明，新工艺有以下优点。

1. 可获得比普通取心法更先进的技术经济指标：

①大幅度减少辅助时间（表2）。

不同取心法一次取心耗时对比 表2

孔深 (米)	普通取心法 上下钻时间 (分)	绳索取心总 时 间 (分)	水力取心或长 筒取心加钻杆 时 间 (分)
50	30~45	8~10	3~5
100	45~50	13~15	3~5
150	60~70	15~18	3~5
200	80~90	18~20	
250	100~110	20~22	
300	120~140	22~25	

从表2看出，与普通取心法的辅助时间相比，绳索取心为其1/3~1/5，水力取心及长筒取心仅为其1/10~1/20，而且基本上不受孔角变化的影响，说明不提钻取心用于坑道钻进可大幅

新取心法与普通取心法技术指标对比

表3

方 法 类 别	孔数 (个)	孔 角	总进尺 (米)	总钻时 (小时)	纯 钻 (小时)	辅 助 (小时)	机 故 (小时)	孔 故 (小时)	其 他 (小时)	平均时效 (米/时)	台月效率 (米/台月)
普通取 心 法	3	向下90° 向下25° 向下41°	862.55	1803.35	784.56 (43.5)	578.92 (32.1)	239.69 (13.29)	56.78 (3.15)	143.47 (7.96)	1.1	345.02
不提钻 取心法	4	向下90° 水平3°30′ 上斜40° 仰角83°	659.93	1011.67	487.27 (48.16)	279.75 (27.65)*	93.49 (9.24)	11.75 (1.16)	138.5 (13.39)	1.35	469.17

注：括号内数字是该项所占总钻时的百分数；*是因岩心坚硬绳索取心提钻间隔受限，加之新机具配件不足，耽搁时间达25%，因而使该指标未能进一步降低。

度减少辅助时间，提高纯钻时间，提高钻进效率。

②具有较先进的技术经济指标（表3）。

表3说明，在不同角度和不同深度的4个钻孔（向下深300米，向上3°30′深145米，上斜40°

深106米,仰角83°深110米)中,单独使用和交替使用三种不提钻取心法比普通提钻取心法能得到更先进的技术经济指标。

2.有较强的适应性: 三种不提钻取心方法均能正常单独使用或交替使用。向下孔,主要采用绳索取心;水平及向上孔,主要采用水力取心;遇到地层漏失、岩石坚硬的情况,则用长筒取心。

不提钻取心法平均纯钻时间达48.16%,辅助时间27.65%,平均台月效率469.67米,最高孔平均594.28米),比普通钻进提高36%。孔平均提钻间隔3~10米,绳索取心最高间隔为61.5米,水力取心最高间隔为13.2米,长筒取心最高为14.8米。绳索取心打捞成功率为92~95%,对水平孔、上斜孔及仰孔,均能顺利泵入和打捞内管总成。平均岩矿心采取率达93.3%,孔斜率能满足地质要求。

3.有利于全液压新钻机的推广: 综合不提钻取心技术的应用,能大幅度减少全液压钻机因用旧式取心方法频繁上下钻具所引起的液压件受荷破坏,延长其寿命,为在坑内广泛推广应用全

液压钻机创造了有利条件。同时减轻了操作者的劳动强度,并延长了钻具和钻头寿命。

试验表明,所研制的机具与工艺方案设计先进、结构合理、工作可靠、安装方便,能在各种不同角度钻孔中交替使用,为我国坑内钻探取心技术开辟了新路子,在坑内钻探中有广阔的推广应用前景。

(五) 建 议

1.钻石100, 300, 600型系列坑内高度机械化钻机的研制成功,为坑内钻机的更新换代创造了有利条件。今后应不断完善钻机的加工工艺,提高其可靠性和耐用程度,做好技术培训工作,以便更迅速、更广泛地用于生产。

2.综合取心技术在坑内有着广阔的推广应用前景。为扩大其应用范围,应抓紧 $\varnothing 60$ 、 $\varnothing 75$ 口径钻具和附属装置的研制,以便与钻石—600型钻机配套使用。

3.现用的钻探管材和钻头壁偏厚,为提高坚硬岩层的钻进效率,加大钻机钻进深孔的能力,建议加快薄壁管钻具的研究和生产工作。

金刚石钻进试验装置的研制

——由旧车床改成试验台

陈玉田 (执笔)

(东北工学院岩石破碎研究室)

为了能在实验室准确地研究金刚石钻进的参数影响和破碎机制,我们将旧车床改造成为一台试验装置。利用现场各种不同直径的岩心,切割成一定长度做为岩样,便能够在试验台上测定钻进时轴压、转速、扭矩等参数对钻进速度的影响,并能将上列参数输入微处理机,作进一步数据自动处理。

此装置的主要性能如下:

轴压加载方式: 动滑轮加载机构

最大轴压力: 700公斤力

最大扭矩: 4公斤力·米

最大钻进深度: 100毫米

主轴转数: 30~756转/分(12级调速)

钻头尺寸: $\varnothing 46$, $\varnothing 36$, $\varnothing 20$ 等

试样最大尺寸: $\varnothing 90 \times 100$

冲洗液: 清水

试验装置全貌及压力、扭矩、钻深(位移)

传感器外貌分别见照片1和照片2。

本试验台研制的主要内容包括两部分: 机械系统——实现模拟钻进动作,获得相应可调的钻