

国外岩心钻探工艺发展动向(下)

谈耀麟

无岩心钻进

在加拿大,认为金刚石取心钻进耗人力太多。目前,加拿大的金刚石钻探施工十分缺乏技术熟练的劳动力。因此,有人主张采用孔底冲击钻具进行无岩心钻进而辅以先进的测井技术,如中子活化测井等。据说,用中子活化测井仅在一个钻孔所勘测的范围要比岩心大300倍。

在苏联,由于物探方法的完善,无岩心钻探已得到了广泛的采用。每年无岩心钻探工作量都有所增长,1970年为378.6万米,占钻探总工作量的23.2%,1975年占25%。

苏联无岩心钻探只用于这种情况,即进行详细勘探时,对围岩已经做了足够的研究工作,而钻孔的目的是对矿床做些补充勘查。在地质填图钻探中,为了追踪勘查位于冲积层下部的岩层,或是对冲积层不需进行全孔勘查。

无岩心钻探的好处是:可以提高回次进尺长度(特别是在软岩和中硬岩层中钻进),减少升降和取心工序时间,可以采用高机械钻速的钻头。例如钻进一至四级软岩,广泛采用镶有硬合金的叶片式钻头和矛式钻头。矛式钻头可配用于孔底液动冲击器,所用地面设备为3ИФ-650A型钻机和11ГРБ型水泵。钻进一至九级岩石则用牙轮钻头。地质勘探用的牙轮钻头直径有151、132、112、93、76和59毫米,分M、C、T和K四种类型。A型用于一至六级岩石。C型用于五至七级中硬岩石。T型用于七至八级硬岩,可以顺利地钻进漂砾卵石层、碎石土层和砾岩。K型用于坚硬的、研磨性大的八至十一级岩石,其回次进尺比岩心钻进可提高1~3倍。M、C和T型钻头的牙齿上用堆焊硬合金层来补强,而K型钻头则用钨钴硬合金销作为轮齿。

目前正研究试验金刚石钻头无岩心钻探,所用钻头有MLIC-1型单层金刚石钻头和MLIC-II型孕镶金刚石钻头,直径为59与46毫米。由于具有中心冲洗孔,因而可取得直径为6~12毫米的细岩心,很适宜于地质编录钻孔使用。其回次进尺比一般取心钻头高3.8倍。

美国和加拿大等国家认为,在开孔阶段可用不取心金刚石钻头,比之取心金刚石钻头较少损坏,而且金刚石磨损也较少。在较软的岩石中钻进,采用凹面型或阶梯型不取心金刚石钻头可获得最快的钻进速度,在硬岩中钻进,取心金刚石钻头比不取心金刚石钻头钻得快,但由于升降钻杆,岩心堵塞等往往使取心金刚石钻头的台班进尺低于不取心金刚石钻头。

以上介绍的是国外目前在钻探施工中所使用的几种高效钻进法。有人作过计算认为,即使将机械钻速提高2~8倍,台班效率的提高也不会超过30~40%。因此,除了

采用上述高效钻进方法之外,有些国家还很重视如何减少非生产时间的问题。据统计,在现阶段,岩心钻探各工序所占时间比率如下:

纯钻时间	40~50%
升降钻具时间	30~40%
搬迁时间	6~8%
停工(包括事故)时间	10~11%

由此可见,升降钻具是最花费时间的一项辅助工序,特别是随着孔深的增加,其所花时间则成三次方比例增加。同时,在钻探施工中,它也是机械化程度最差、劳动强度最大的辅助工序。所以只有最大限度地减少辅助工序时间才能增加纯钻时间,从而提高钻进效率。为了减少升降钻具时间,目前在钻进工艺上已用于生产或正在研究试验的方法有:绳索取心钻进、反循环连续取心钻进、孔底换钻头钻进。

孔底换钻头钻进

1975年,瑞典钻探界曾提出以孔底换钻头钻进法作为今后研究的主要工艺课题。随着地质勘探深度的递增,孔底换钻头钻进法已越来越为钻探界所重视。据外刊介绍,用孔底换钻头钻进法已有可能钻进到3000~4000米深,南非波特特钻探公司已研制成功深孔孔底换钻头钻进法专用钻杆,直径为76毫米,具有较厚的管壁和强度较高的螺纹连接,目前正在试验中。

七十年代初,日本已研制成功孔底换钻头钻具,主要用于工程地质勘察的大口径钻井($\phi 101.6 \sim 168.3$ 毫米),日本称之为RDS钻进法。在水坝施工中,用这种钻进法115小时进尺406.7米,小时效率达3.53米,而用普通钻进法124小时进尺188米,小时效率只有1.51米。这种钻进法自1971年首次使用以来的2~3年间,已在20余个地点钻进了2000余米。实践证明,用孔底换钻头钻进法钻进一个150米深的孔,一般可使钻进时间降至普通钻进法的三分之一。据报道,日本在勘探钻孔方面也试用过孔底换钻头钻进法,共钻进5400米,升降钻具时间比绳索取心钻进法降低8%,成本也比绳索取心钻进法降低8%。

1976年,澳大利亚民德利尔公司宣称已设计制造出一种孔底换钻头钻具,配有NNTT型钻杆(外径73毫米,内径62.71毫米)和BN22型岩心管,钻出的岩心直径为43.68毫米。该钻具结构是这样的:岩心管并不与钻杆柱连接而是从钻杆柱内孔插入,并伸出钻杆柱,其下端接取心钻头,中部有一伸缩式的扩孔器,张开时刚好卡在钻杆柱的底端,上部有一伸缩键和定位装置,伸缩键的作用是将钻杆柱的扭矩传给岩心管和钻头,顶端有一打捞牙。整个岩

心管外径略小于NXTT钻杆内径,当伸缩键与扩孔器收缩时,外径不超过59.18毫米,以便通过钻杆柱内孔进行升降。扩孔器降至钻杆柱底端时即行张开,可将直径为59.18毫米的前导钻孔扩大到75.69毫米,这样,整个钻杆柱即随着前导取心钻头的钻进而前进。需要换钻头时,用钢丝绳从钻杆柱内下入打捞器,擒住岩心管顶端的打捞矛,即可把岩心管连同钻头和扩孔器提升至地面(此时扩孔器、伸缩键和定位装置均处于收缩状态)。其基本原理是与绳索取心钻进一样的,因此西方国家把绳索取心钻进和孔底换钻头钻进统称为“绳索钻进技术”,苏联称为不提钻钻进法。据认为,不提钻钻进法的应用将使钻探台月效率从400~500米增加到1100~1200米。

苏联于1965年在油井钻探中首先研制成功孔底换头钻具。一般来说,钻进一个3000米深的油井,为了更换钻头,每次都把总重达150吨的钻杆柱从井中提出,而且需要花费10~12个小时。而采用孔底换钻头钻进法,在同样条件下换一次钻头只花1.5个小时。据说用这种方法钻成的第一口井,其日进尺速度提高了1.5倍。

美国克利斯登森公司也在研制孔底换钻头钻具。在研制初期,由于制造较小口径的孔底换钻头钻具尚存在一定困难,如切削具的正确定位与固定问题,投掷与回收问题等,因而未曾应用于生产。据称,这些问题目前已得到解决。

绳索取心钻进

这一技术在金刚石钻进中的应用,首先是美国长年公司于1950年从石油钻探中移植过来的,在金刚石岩心钻进中,被认为是革命性的发展。1961年,该公司又利用水压活塞原理,解决了绳索取心技术在坑道内钻进水平孔和陡倾斜钻孔中的应用问题。迄今,这一技术已得到了普遍的应用。据统计,美国1975年绳索取心钻进工作量约占90%。加拿大1965年后才使用绳索取心,到1971年,岩心钻探中80%的工作量是用绳索取心方法完成的。日本1959年从长年公司取得专利权后开始仿制绳索取心钻具,其绳索取心钻进工作量约占岩心钻进工作量的50%。澳大利亚1960年开始使用绳索钻进方法,目前矿山钻探已有90%以上采用此方法。其它一些国家使用绳索取心钻进法也占相当比重,如南非占85%,法国55%,西德45%,罗马尼亚32~40%。苏联是1973年才开始使用绳索钻进法,其工作量到1980年预计达到300万米,仅占总工作量的14%左右(1980年钻探总工作量计划为2150万米)。

绳索取心钻进法之所以得到如此迅速的推广应用,主要是它具有如下突出优点:

1. 显著减少升降钻具时间

苏联使用CCK—59型绳索取心钻具,升降钻杆柱的时间比普通钻进法减少87—90%。瑞典在300米孔深条件下,升降一次钻具一般需花1.5小时,而用绳索取心钻具,升降一次内岩心管仅需0.52小时。在南非西部一深层金矿区有一勘探孔,采用绳索取心法,从2260米孔深处提取岩心的时间仅需45分钟,如不用绳索取心钻具则需5~6小时。

2. 大幅度提高钻进效率

绳索取心钻进法由于减少了升降工序时间,使钻进效率大幅度提高。

澳大利亚在六十年代中期使用绳索取心法比普通取心法总的钻速提高约2.5倍。

1973年末,南非在一个2134米深的勘探孔中,从1521米开始使用CQ型绳索取心钻具,日进尺达到30米以上,比普通钻进法在同样岩石条件下的钻速提高了一倍。

苏联使用CCK—59型绳索取心钻具钻进,可使机械钻速提高20%,生产率提高34%。例如有一钻探小组使用该型绳索取心钻具在八至九级岩石中钻进,平均孔深500米,台效达到756米,比全队平均台效提高50%。

日本纪州矿初次使用绳索取心钻进法也取得了很好效果。在钻进1号孔时,除开孔阶段(0~9.4米)用普通取心法钻进外,从9.4米直到终孔(607米)均用绳索取心法钻进,总共升降钻具17次,平均每钻进35.2米升降一次钻具,每钻进2.53米升降一次取心器(内岩心管)。2号孔与1号孔相距10米,地质条件相同,是用普通取心法钻进的。两孔主要指标对比如下:

表 5

	1 号 孔	2 号 孔
钻进方法	绳索取心	普通
孔 深 (米)	9.4~312.3	0~308.1
进 尺 (米)	302.9	308.1
岩心采取率 (%)	96.1	97.1
纯钻率 (%)	54.4	35.1
机械钻速 (米/时)	3.9	2.9
台班效率 (米/班)	16.8	10.3

据美国长年公司的资料,美国绳索取心钻进的平均钻速从1961到1970年增长25%。1967年美国绳索取心钻进平均台月效率达720米。

据法国1971年的资料,在深度500米以内的硬岩和中硬岩层中进行绳索取心钻进,一昼夜进尺达40~45米,折合台月效率为850米。

3. 提高岩、矿心采取率

1961~1967年,美国在12个矿区使用绳索取心钻进的资料证明,在各种复杂的矿山地质条件下勘探各种固体矿床均可使用绳索取心钻具,取得的岩心质量高,而且采取率几乎达到100%。

美国长年公司新设计的绳索取心钻具装有岩心堵塞时可切断冲洗液通路的关闭阀和装有自动弹键装置,因此可以及时提出发生岩心堵塞,或发生岩心堵塞后可以自动松扫以避免岩心因堵塞而自磨。一般岩、矿心采取率可高达90~100%。采用双层内岩心管还可以取得不受扰动的岩、矿心。如长年公司设计的Q—8型绳索取心钻具采用了带活塞的薄壁拆卸式半合管置于内管中,半合管内表面镀有0.01毫米的铬层以提高硬度并减少妨碍岩心进入的摩擦力。

4. 有利于延长金刚石钻头和扩孔器寿命

使用绳索取心钻具,由于免除了频繁的升降钻杆柱,减少了孔内坍塌掉块(特别是破碎地层),从而减少了钻头和扩孔器扫孔的工作量,同时也减少了钻头碰坏的机会。据澳大利亚的经验,用普通钻具钻进200米,需用13个钻头,在同样条件下,用BQ型绳索取心钻进只用去5个

钻头。

5. 可以使用较轻的钻杆

1973年南非在勘探金矿的深孔钻探中使用焊接接头的薄壁绳索取心钻杆,一根6米长,重仅28公斤。同样长度的标准绳索取心钻杆重为33公斤,普通钻杆是42公斤。澳大利亚最近发展的CQ型焊接接头薄壁绳索取心钻杆,采用先进的熔剂层下电弧焊接法,特点是比标准的Q型绳索取心钻杆轻15%,强度高,可用于1000米以上深孔,如BCQ型钻杆最深可钻进1700米。

采用重量较轻的钻杆,既可减轻摆放钻杆(迄今难于实现机械化的工序之一)的体力劳动,又可扩大现有钻机的钻深能力。

6. 降低成本

由于上述原因,绳索取心钻进法成本较低。据有关资料介绍,澳大利亚使用绳索取心钻进法,使钻探成本降低50%。美国钻进230~300米深的孔,用一般方法每米成本23.3~40美元,而用绳索取心法每米只需16.6~23.3美元。1975年,苏联曾对绳索取心钻进与金刚石—硬合金分层钻进和液动冲击钻进这两种高效钻进法作了全面对比,数据如表6所列。

表 6

各项指标	钻 进 方 法		
	金刚石—硬合金	液动冲击	CCK—59型绳索取心钻
平均孔深 (米)	471	401	508
钻进工作量 (米)	14656	43091	5030
岩石平均级别	8.42	8.45	8.52
钻头平均进尺 (米)	14.2	—	55.2
金刚石耗量 (克拉/米)	0.679	—	0.200
矿心采取率 (%)	83	78	100
台月效率 (米/台月)	452	633	787
每米成本 (卢布)	13.02	10.15	7.97

由表6数据可以看出,绳索取心钻进具有效率高,成本低等优点。但是,它并不是象有些人所想象的那样,认为是一种“治百病的灵药”,它也有着如下缺点和问题。

1. 绳索取心钻杆内径较大而管壁较薄,所以要求强度较高。一般需用屈服强度大于65公斤/毫米²,抗拉强度大于80公斤/毫米²的优质冷拔无缝钢管制造。

2. 绳索取心钻进的整个钻杆柱是外平的,而且它与孔壁的间隙比任何一种钻进方法都小,因此钻杆磨损较快。美国曾试验过用等离子弧在钻杆表面喷涂碳化钨或氧化铝,以提高耐磨性,但由于喷层与孔壁之间摩擦系数较大,显著地增加了回转钻杆柱所需要的功率。鉴于钻杆磨损最严重的部位是两端靠近接头之处,因此在此部位进行表面硬化处理并镀铬,实践证明这是切实可行的措施。据美国实验资料,可提高钻杆寿命3倍。这一方法也已为澳大利亚、瑞典等国所采用。

3. 钻进时阻力较大,动力消耗较大

由于绳索取心钻杆柱一径到底,与孔壁间隙很小,同时,钻头壁较厚,切削孔底岩石面积较大,因此所消耗的功率是较大的。以苏联的CCK—59型绳索取心钻具为例,

在钻机配备28瓩电动机条件下,用480转/分的极限钻进深度为500~550米,576转/分时,钻深400~450米,转速提高到780转/分,则只能钻进到200~250米。

4. 存在孔斜的问题

60年代初,瑞典地质调查所从美国长年公司购得Q型绳索取心钻具进行了比较广泛的试用。使用过程中,曾发生严重孔斜问题,孔斜一般大于用普通方法钻进的孔。为此,长年公司曾派人到瑞典共同研究解决孔斜的办法,采用了导正器,长导向钻头等措施,但没能彻底解决问题。据使用单位认为,瑞典的地层条件不适宜采用绳索取心钻进法。这个问题值得注意。另外,在澳大利亚使用绳索取心钻进的过程中,也曾发现钻孔有弯曲的趋势。例如在钻进水平煤层时,钻孔往往形成螺旋状。在布鲁根—希尔使用BX和AX规格的绳索取心钻具发生了孔斜问题。某公司用绳索取心钻具钻了6个孔,孔斜问题尤为严重,有一钻孔在钻进了457.2米之内,偏离设计目标竟达152.4米。

5. 高转速受到一定限制

一般来说,绳索取心钻进时,钻头的转速比普通钻进法要低些。罗马尼亚使用AQ型绳索取心钻具最高转速为300转/分,BQ为500转/分。欧美一般可达到700转/分。苏联1976年为CCK—76型绳索取心钻具研制成功新的K系列钻头,其推荐的转速是800~1000转/分。

美国的岩心钻探基本上是采用绳索取心的,其基本孔径为76毫米(用NQ规格的钻具),钻进遇复杂情况,备用孔径为60毫米(用BQ钻具)。钻进时普遍采用较低的转速。一般为300~800转/分,由钻孔直径、地质条件和孔深来定,很少采用1000~1200转/分的转速。据认为,在高转速情况下,所需扭矩增加,由于钻孔环状间隙阻力增加而使高压送水管路的压力也增大,而且钻杆内的岩粉开始沉降。为解决这些问题而采取了下列一些措施:采用在较低转速下能保证有较高转速的特制钻头;冲洗液中加入润滑剂与表面活性剂,以减少摩擦阻力并提高金刚石钻头的钻进;采用低固相泥浆。

从以上可以看出,现有绳索取心钻进技术水平限制着金刚石钻头效率的进一步发挥。

6. 合理使用范围问题

由于绳索取心钻具结构的限制,钻头必须切削较宽的钻孔环状面积。因此进尺速度势必低于普通金刚石钻进法(特别是钻进硬岩层),但这一点又可由绳索取心所减省的升降工序时间来补偿。这里就存在着使用绳索取心钻进在经济上合算的最小孔深问题。澳大利亚绳索取心钻进主要用于91.5米以上孔深。罗马尼亚用于中深孔。美国和加拿大认为,使用绳索取心在经济上合算的最小孔深为120米。还认为,若由于岩石等条件的影响,而每钻进6米以内就得更换钻头,则使用绳索取心的优越性不大。另外,钻进坚硬或破碎岩石,不可能连续钻进3米以上,如用绳索取心钻进在经济上是不如标准或薄壁金刚石钻头钻进的。例如钻进坚硬的铁燧石,每进尺3~6米就得换钻头,若用绳索取心,钻杆的升降次数几乎与用普通钻进法时钻杆的升降次数一样频繁,这时用普通钻进法反而更合算。再如,在石英岩、燧石和细粒硅质岩层中钻进,钻头进尺是很慢的,而且往往进尺1~3米后,钻头唇部的金刚石被磨光,在这种条件下使用绳索取心钻进也就没有优

越性。

7. 高效长寿钻头问题

这是全面推广绳索取心钻进法需要解决的关键问题之一。目前,欧洲正在研究硬芯金刚石钻头在绳索取心钻进中的应用。所谓硬芯金刚石即把低品级金刚石进行圆化处理,去掉其脆弱的棱角,保留“硬芯”部分,然后再进行抛光处理,使金刚石以最小的磨擦钻进岩石。挪威曾用AX型绳索取心硬芯金刚石钻头与普通绳索取心钻头作了两年试验对比。试验证明,在含有坚硬的石英岩地层中钻进,硬芯金刚石钻头的平均寿命比普通金刚石钻头高40%,而钻进每米的金刚石平均耗量则大为降低。近年来,苏联也在研制新结构的K系列长寿金刚石钻头用于绳索取心钻进。如钻进五至七级岩石,推荐用K-26,K-30,K-32型钻头。其中K-30型钻头寿命长达131.3米;钻进九至十级岩石用K-16,K-33和TK-01型钻头,其中K-16型钻头平均寿命达135.7米,最高达到426.55米。钻进十至十一级岩石用K-40型钻头。在苏联,绳索取心钻具也用于2000米深的钻孔,而这种钻孔往往是布置在这样的地区,即其地层情况(特别是上部地层)已经过较详细的检查,因此有相当厚的岩层可以进行无岩心钻进。为了解决使用绳索取心钻具进行无岩心钻进,目前正研制一种JK型插入式不取心钻头,借助于绳索取心钻具把它放入孔底环状钻头之中,并稍为超前,固定后即可进行孔底全面钻进。经初步试验,其机械钻速并不低,有利于钻进效率的提高。南非亦研制成一种长寿钻头,用的是最优的AAA级天然金刚石,质量好,颗粒完整而强度高,粒度为40~60颗/克拉,是靠手工镶到中硬至硬的金属胎体上的。试验结果表明,其平均寿命达到50~65米,而传统的取心钻头寿命只有20米。

反循环连续取心钻进

这一钻进法大约于60年代末在石油勘探钻井中首先应用。到70年代初才逐渐移植到固体矿产地质岩心钻进。所谓反循环连续取心钻进,即将冲洗液从钻杆与孔壁(或套

管)之间泵入,经过钻头,从钻杆柱内上返至地面,钻出的岩心则随冲洗液不断地从钻杆柱内上升到地面岩心捕集器中,实现不提钻取心钻进。

日本于1972年研制成功反循环连续取心钻进法,主要用于矿物资源的勘探和地质普查。所用钻头内径为34毫米,钻杆内径为35毫米。这种钻进法与现有钻进法比较,好处是减少了岩心堵塞,岩心采取率从30%提高到80%;钻杆的升降次数大为减少,同时减少了孔内故障,纯钻率达50%,钻进效率提高一倍,钻探费用降低一半。不过,这种反循环方式不能用于漏失地层,也不宜用于破碎地层。

近几年来,美国、加拿大、苏联等研制成功双管反循环连续取心钻进法,整个钻具由双层管组成,外层是钻杆,内套岩心管,由孔底直通地面,上接专用水接头与鹅颈管。冲洗液的循环有两种方式。一种方式是,冲洗液由双管之间泵入,一部分冲洗液从钻头上部钻杆的循环孔流至钻柱与孔壁的环状间隙,由于孔口有密封装置,就迫使大部分冲洗液流经钻头唇面进入岩心管,把岩粉和岩心携带出地面,送至岩心收容器。若地层坍塌、漏失,可在钻孔环状间隙中泵入重泥浆以形成静止泥浆柱来保护孔壁。据报道,美国曾用这种方式进行勘探钻进,24小时进尺256米,岩心采取率达100%。加拿大个别钻探工程承包公司已将这种方法普遍用于矿床勘探的小口径钻进,使用不同类型的钻头,包括硬合金钻头,牙轮钻头和金刚石钻头。岩心经切断器被切成127毫米长的一节,随冲洗液(清水或泥浆)上返至地面,排出速度大约为每分钟180米,平均日进尺45米甚至数倍以上,而成本仅为传统取心钻进法的50~75%。若为矿床评价回收岩屑样则可用刮刀钻头、牙轮钻头或冲击钻头进行空气吹井钻进。钻下来的岩屑及时被携带至地面,可以避免与上部岩层混淆。因此在许多工程中,取得这样的岩屑也就不需要采取岩心了。空气吹井反循环钻进,岩屑的排出速度高达2400米/分。在冬季或在干旱地区施钻,空气吹井比起液体洗井有明显的优点。(下转第94页)

地质与勘探

(限国内发行)

1979年第4期(总第158期)

1979年6月出版 1957年1月创刊

编辑出版 冶金工业部地质研究所
《地质与勘探》编辑部
(广西桂林市103邮政信箱)
印刷装订 桂林印刷厂
总发行 桂林邮电局
订阅处 全国各地邮局

刊号:48-21

本期印数:22900

每册定价:0.30元

代。有角状至半角状的碎屑石英粉砂存在，伴有少量他生粘土。岩石具有一种不规则的超复的透镜体结构，这是由于碳质物质层所致。作者曾研究了哥伦比亚帕兹德里奥附近拉查帕煤矿的COSP含铁建造。仅见到黄铁矿和菱铁矿的铁质岩薄层，为煤层所包围。煤系中这种铁质岩类型的广泛发育表明，大多数大型煤盆地包括了COSP的古环境。

结 论

“铁岩 (ironstone)” 一词是所有富含铁的化学沉积岩的恰当的名称，而“含铁建造”则是指主要由铁质岩组成的岩体，在文献中，对于根据历史背景继续使用其它命名法则没有一致的意见；其它的命名法则不是缺少岩体与其岩石类型之间的界限，就是把“建造”一词作为岩石学名词来用。

本文将所有年代的经过化学分析的大部分含铁建造划分为六种古环境类型。这种分

类是依据围岩的特征，铁质岩的结构及沉积构造。因而分类不依赖任何铁富集的成因模式，而仅把大概具有相似成因的含铁建造划分为一组。在古环境类型中与丰度有关的年代变化是很显著的，但是，在地球历史的大多数大型部分内的大多数大型类型的赋存被认为是表明了不连续的发育潜势，使适宜的局部环境得以发育。这种解释与任何成因模式都是相矛盾的，那些成因模式依赖于一个单一的生物类型和（或）大气—水圈演化，例如，克劳德的演化模式。若含铁化学沉积作用的潜势目前存在的话，含铁建造的古环境分析应有助于圈定相应的现代环境，在整个显生代包括上新世，SCOS 含铁建造的丰度表明，至少这一类型的含铁建造可在现代条件下形成（詹姆斯，1966）。

叶之译自《Economic Geology》，
Vol.73.№2，1978，pp.215~225
作者：M.M.金伯利

（上接封四）

另一种方式是：冲洗液由钻杆与孔壁之间泵入，流过钻头唇部进入到岩心管内，与此同时，从双管之间压入空气，经岩心管底部的循环孔导入岩心管内，使岩心管内的冲洗液连同岩心和岩屑返上来，去气后再流回到钻杆环状间隙。由于岩心管内的冲洗液是充气的，比重轻，因此钻杆外冲洗液柱的静水压力迫使冲洗液冲刷钻头唇面并带走岩屑，进入到内管中去返上地面。冲洗液在环状间隙中向下流动的速度是很慢的，对孔壁几乎无冲刷作用，而且只要保持冲洗液液面高度，冲洗液液柱的压力就会支持着孔壁不致坍塌。1972~1976年间，加拿大在谢弗维尔软铁矿区采用这种双管充气反循环钻进法，解决了孔壁坍塌与漏失问题，取得了满意效果。因而已被选定作为勘探软铁矿等的常规钻探法。

其它国家如荷兰、奥地利、罗马尼亚等，在油田普查、勘探钻孔以及坑道钻孔均试用过反循环连续取心钻进法，钻孔深度从几十米到1000米以上，并生产相应的专用设备。如荷兰在锡矿勘探中已采用Co bi—71型钻机进行反循环连续取心钻进，钻进深为100米。最近研制成功的一

种轻便多用全液压Mini—200型钻机，用于反循环连续取心钻进可钻深25米。据最近报道，苏联在1974~1975年对反循环连续取心钻进作了初步试验，共试钻10600米，平均孔深70米，最大孔深191米。所使用钻机为УКБ—500С型。试验效果与普通岩心钻进的标定结果对比如表7。（所钻岩石平均级别为4级）

由表7看出，采用反循环连续取心钻进，机械钻速可提高2.41倍。实际钻进效率平均为2500米/台月，最高达3500米/台月。1977年，苏联已研制出用于100米孔深反循环连续取心钻进的成套技术装备，包括УРБ—2А—2ГК型钻机，НБ—4—320/63型泵，73毫米双层钻管，76、84与92毫米硬合金钻头（可钻进二至三级和七级薄层中硬岩石）以及专用水接头等附具。为了扩大反循环连续取心钻进的工作范围，目前正在研制钻进深度达300米的技术装备以及钻进硬岩的人造或天然金刚石钻头。计划到1980年，用这种方法钻进的工作量将达到50万米。

钻探是比较有效地取得地质资料的手段之一。目前的钻探技术仍属于机械钻进法的范围，其基本缺点在于：钻进硬岩时，钻头磨损很快，为了更换钻头则需花费大量非生产时间，而且钻头破碎岩石时的功率利用系数很低，另一方面，随着地质勘探工作的发展，钻孔深度越来越大，要缩短勘探周期，在很大程度上取决钻探工作生产率 and 效率的提高。因此，当前岩心钻探工艺的发展动向，一是继续研究新型的岩心破碎机理；一是改进现有机械钻进法（包括研制新的超硬钻探磨料和推广高效钻探方法）。金刚石（包括人造金刚石）钻进是当前机械钻进法中较有效的钻进方法之一。据当前技术水平预测，金刚石钻进在本世纪内仍具发展前景。

表 7

平均指标	钻进方法	
	反循环连续取心	普通岩心钻进
孔深 (米)	54.5	53.0
回次进尺 (米)	30.6	3.97
钻头进尺 (米)	67.8	17.5
机械钻速 (米/时)	33.75	9.88