

# 国外岩心钻探工艺发展动向(上)

谈耀麟

在资本主义国家,各集团间为了追求最大利润,在地质勘探领域内,拼命探寻提高钻探效率和降低钻探成本的途径。一方面研究新的岩石破碎机理以提高机械钻速;另一方面设法减少钻进过程中的非生产时间以增加纯钻率。目前正在研究试验的新型岩石破碎方法有四大类共二十五种以上。即机械钻进法(磨削、冲蚀、爆破、散弹冲击、火花、超声波等),热力剥离钻进法(高频电流、电感应、微波、强火焰等),熔融与汽化钻进法(原子能、等离子、电子束、电弧、莱塞等);化学钻进法(氟等)。这些新的碎岩方法尽管机械钻速比现有的钻进方法高得多(表1),但还不能在当前地质勘探中应用,主要原因是这些新型钻进方法往往改变了所钻岩石的性质,同时破坏了岩石的结构,难于取得合乎地质要求的岩心。此外,有的新型钻进法产生的能量很有限,有的虽然产生极高的能量,但被利用于破碎岩石的能量是很小的,有的只适用于某几种岩石,应用范围不大。

表1

新型钻进法	机械钻速(米/时)
机械钻进法	1.0~86.0
热力剥离钻进法	1.5~34.0
熔融与汽化钻进法	0.6~7.0

当前,提高机械钻速切实可行的高效钻进法有:金刚石钻进、冲击回转取心钻进、无岩心钻进、金刚石高频液动冲击钻进。

## 金刚石钻进

当前,金刚石钻进正向着提高转速、减薄钻头壁厚等方面发展。因为这有利于机械钻速的提高。美国、加拿大、瑞典等国家在勘探固体矿床时,80%的钻探工作量是用小口径完成的。常用金刚石钻头口径是28.36和46毫米。以加拿大为例,除了用量非常少的BW规格( $\phi 60.3$ 毫米)钻头外,E规格( $\phi 38.1$ 毫米)钻头用量占20%,A规格( $\phi 49.2$ 毫米)钻头用量占80%。苏联金刚石钻进常用口径为46.59和76毫米。据资料介绍,1975年苏联有一半以上的钻孔是用直径76毫米和较小的钻头钻成的。近年来,在一些勘探队才开始推广46毫米的钻头,据报道,机械钻速比用直径59毫米的钻头可提高20%。

不论表镶或孕镶金刚石钻头,钻速是随着转速的加快而提高的,在使用金刚石钻头初期,岩心钻机的最高转速只360转/分,而目前常用岩心钻机的转速为1000~1500转/分,现代全液压岩心钻机的转速则高达2000转/分以

上,从钻进工艺发展的角度来说,在六十年代中期,金刚石钻进的钻头圆周速度一般不超过2~3米/秒,而到了七十年代,一些金刚石钻进工艺较先进的国家如瑞典,规定金刚石钻头的圆周速度应达到2~5米/秒。以36毫米孕镶钻头为例,要达到这样高的圆周速度,则推荐的转速范围应是1300~3200转/分,提高转速不但有利于钻速的提高,还可降低钻头金刚石的磨损。美国和加拿大等国家的实践表明,当转速趋近于700转/分时,金刚石磨损降低,转速超过700转/至2000转/分,则金刚石磨损几乎保持稳定。因此,目前勘探钻进用的钻头实际转速限制在1000至2000转/分。爆破孔不取岩心钻头的转速则从1500至4000转/分。据认为,钻头转速从700~800转/分增加到4000转/分时,金刚石的磨损并不是成正比地增加的。在苏联,金刚石钻进不但口径较大,而且转速也较低。据苏刊报道,1975年以480~1100转/分的转速完成的钻探工作量只占岩心钻探总工作量的14%。在现行的五年计划期间,将广泛采用所谓的高转速金刚石钻进,转速不过700~1500转/分,其工作量到1980年也只计划达到岩心钻探总工作量的10.5%。

众所周知,在采石工业上,金刚石切削石材的圆周速度已达到30~60米/秒。瑞典正在研究把金刚石岩心钻头圆周速度提高到10米/秒的可能性。即使能实现,也远未达到金刚石切削的潜在能力。

瑞典最近在发展薄壁取心技术,即采用薄壁孕镶金刚石钻头配以薄壁岩心管进行钻进取心的方法。据瑞典介绍,钻进中硬至硬岩采用T1或T2型薄壁钻头和岩心管效果很好,这是因为薄壁钻头壁厚仅5.2毫米,比普通金刚石钻头的切削面积减少25%,因而钻进时需要的给进力和扭矩较小,可采用更轻的钻机和更高的转速。使用泰美克250型高速金刚石岩心钻机,这一优点就更充分地显示出来。由于给进压力小,钻杆不易弯曲,可减少磨损,为铝合金钻杆的合理使用提供了条件。另外,钻头上金刚石用量也减少了,使钻进成本降低,这种钻进方法,在加拿大金刚石钻进协会第31届年会上,有人称之为“泰美克”钻进技术。据说,瑞典90%的岩心钻探工作是用孕镶金刚石钻头、薄壁岩心管、铝合金钻杆并配以拧卸钻杆机械化的液压钻机来完成的。

## 冲击回转取心钻进

据文献介绍,二十年前,在加拿大的采矿勘探工程中,金刚石钻探估计占整个钻探工作的95%。目前,这一比率降到35~40%,其余工作量是由不用金刚石钻头的回转钻机和冲击回转钻机来完成的。

1976年4月上旬,在渥太华举行的加拿大金刚石钻探协会应届年会上,有人指出,冲击钻进已成为越来越普遍地替代金刚石钻进的一种方法。冲击钻进法的发展,对金刚石钻进将是个促进。据报道,在加拿大的斑岩铜矿勘探中,最常用冲击钻进法,成本低(约为金刚石钻进成本的1/4)而速度快。1960年,在一个斑岩铜矿的勘探工程中,冲击钻进法比金刚石钻进法领先了六十米。冲击钻进法也常用于育空地区沙金的地质与地球化学取样钻探,其它如铀、银、铅、锌和煤层的勘探也都应用这种钻进法。

冲击钻进法的钻进速度受孔深和所钻岩石的影响很大。一般来说,施工的钻孔深度在90~120米,覆盖层平均厚度45米,取出的岩心虽不及金刚石钻进法取出的岩心精准,但多数采矿公司所做的研究工作证明,冲击钻进法取得的岩心的代表性是足够的,混淆极小。当然,一块2.25公斤重的岩样,绝不如一段0.3米长的矿化岩心给人的直观印象明晰。

澳大利亚也在推广使用冲击钻进法,用的是孔底气动冲击钻具。一个钻孔使用金刚石钻进之前,先用冲击钻具钻进几十米,主要是钻进冲积层。这样不但降低了成本,也加快了钻进速度。冲击钻进法成本为13澳元/米,而金刚石钻进为29.25澳元/米。冲击钻进法钻速可达45~60米/班,而金刚石钻进却只有15~21米/班。

在保加利亚,钻进平均级别8~8.5级的岩石,由于条件复杂,生产率不超过200米/台月(保加利亚实行每周工作两个休息日,换算为连续工作周则相当于300米/台月)。为了提高生产率而采用Γ-7型液动冲击器进行冲击钻进。所钻岩层复杂,有安山岩、砂岩、灰岩、次生石英岩以及底部厚层片麻岩,因含硅程度不同,岩石级别由七级至九级,个别石英岩为十至十一级。绝大部分钻孔口径为76毫米,深度600~1200米,冲洗液为清水加乳化剂。钻进规程为:钻压500公斤,钻具转速67转/分,冲洗液量200公升/分。在八级岩石中钻进时进行了标定,结果如表2。

表2

岩石名称	钻进方法	回次数	钻进工作量(米)	岩心采取率(%)	平均机械钻速(米/时)	平均回次进尺(米)
英安岩	液动冲击	19	103.7	76	4.1	5.4
	金刚石	23	87.3	89	1.2	3.8
砂岩	液动冲击	11	58.1	77	4.36	5.3
	金刚石	12	41.7	91	1.05	3.5

由表2可看出,液动冲击钻进法的机械钻速比金刚石钻进提高2.4~3倍,回次进尺增长40~50%。液动冲击器配用单层岩心管钻进,岩心采取率可达76~77%,基本满足地质要求。但应指出的是,在强裂隙岩层中钻进,取出的岩心较破碎,为小块状,所以在十至十二级强裂隙岩层中用Γ-7型液动冲击器钻进,效率是很低的。另外,使用液动冲击器钻进还应解决工作性能良好的水泵和高质量钻杆问题。

在苏联,使用液动或气动冲击器的冲击回转钻进法业已开始推广。其钻进工作量在1970年仅为22万米,到1975年,比重已增加到2.5%,约为46万米。1976年,用高频

水力冲击器钻进了55万米,1980年计划增加到160万米。1975年生产了130多套Γ-7型液动冲击器和430套使用硬合金或金刚石钻头的ГВ-5型高频液动冲击器。1976至1980年计划生产7000套ГВ-5型、6型液动冲击器。这两种冲击器均可与现有钻具和钻机配套使用,可提高劳动生产率20~30%。

ГВ-5型液动冲击器是与ЗИФ-1200MP或ЗИФ-1200M型钻机和11ГРБ或11ГРИ型水泵配套使用的,用93与76毫米的CA-8、CA-1型硬合金钻头,机械钻速提高15~25%,回次进尺提高20~30%。在九至十级裂隙岩石中钻进,平均回次进尺从2.4增加到4.1米,岩心采取率达79%,冲洗液推荐用清水和无固相或低固相溶液如无粘土的硅酸盐腐植质溶液,可以使液动冲击器的工作寿命提高40%,该型液动冲击器钻进的孔深只限于1000米之内,超过1000米则钻进效果不好。若超过1200米,由于水头损失大于60公斤/厘米<sup>2</sup>而不能用。考虑技术上的可能性以及钻机、钻具状况,推荐的钻进规程如表3。

表3

孔深(米)	钻压(公斤)	转速(转/分)	冲洗液量(公升/分)	
			水	泥浆
0~600	1400	414	180	160~180
600~1000	1600	288~336	160	150~160

苏联1974年制订的钻机系列中,中深孔以上(金刚石钻进300米以上)的钻机,在钻具回转参数的选定都考虑了冲击回转钻进法的应用问题。

另外,苏联于1971年研制成功КПР系列气动冲击钻具,用于永冻地区的砂矿勘探。其技术规格如表4。

表4

技术参数	钻具型号		
	КПР-216	КПР-184	КПР-161
钻进深度(米)	250~300	250~300	250~300
钻孔直径(毫米)	216	184	161
风压(公斤/厘米 <sup>2</sup> )	5~7	6~7	6~7
风量(米 <sup>3</sup> /分)	8~10	8~10	8~10
转速(转/分)	15~20	20~25	25~30
每分钟冲击次数	900~1000	900~1000	900~1000

该系列气动冲击钻具曾配用于ЗИФ-650A型钻机和ПК-10型可移式空压机进行了试验,共钻进25个孔,总进尺1530米,最大孔深162米,岩石平均级别5.94,生产率为3.5~17.9米/班,回次进尺1.5~4.9米,岩心采取率95~100%,岩心管寿命150米,钻头进尺95米。孔深150米之内,钻进每米成本比钢绳冲击钻进降低30~35%。钢绳冲击钻进法目前仍然是勘探砂矿床的主要手段。КПР系列气动冲击钻具于1973年投入批量生产。

### 金刚石高频液动冲击回转钻进

在坚硬岩层中采用金刚石高频液动冲击回转钻进法,这是一个值得探讨的问题。

1972~1974年间,苏联曾在金刚石钻头上施以高频脉动冲击载荷进行了孔底强力破碎岩石的试验。所用液动冲击器为ГБ-5型(冲击功10~15H·M,冲击频率3000~3500次/分)与Г-7型(冲击功20~50H·M,冲击频率1200~1500次/分)。所用钻头AKY、OIA3、OIA4、AKM孕镶及多层金刚石钻头,直径为76与93毫米。

试验是基于这样的一种认识:近几年来,金刚石钻进效率的提高,主要靠提高转速(1000转/分以上),采用绳索取心技术以及改进钻头结构。而金刚石钻头在高速下工作,若无足够的钻压,岩石只被表面磨削或疲劳破碎而不是体积破碎。用直径76和59毫米的钻头钻进坚硬岩石时,需要3500~6000公斤钻压才能达到体积破碎。但增大钻压会使钻头唇部冲洗条件恶化,金刚石温度升高,且在唇面之下形成压实块,阻碍金刚石与岩石接触。加之,由于技术工艺上的原因,在钻头上施加足够大的钻压是很困难的。因此,为了提高金刚石钻进效率,增大传递给孔底破碎岩石所需能量的合理途径,是在孔底给钻头附加脉动载荷。

曾用ГБ-5型液动冲击器在一些勘探队进行了金刚石高频液动冲击回转钻进的生产性试验。在七至十二级岩石中共钻进三万五千米,孔深从100到800米,钻进规程是:钻压100~1600公斤,转速136~400转/分,冲洗液量140~180公升/分。与金刚石回转钻进相比,机械钻速提高24~52%,回次进尺增加10~83%,钻头进尺提高29~54%。岩石越硬,钻进效果越好。在裂隙岩层中钻进,由于减少了岩心堵塞,改善了钻头在孔底的工作条件,使机械钻速提高50~100%,回次进尺提高100~150%,钻头进尺提高30~35%。

1974年中哈萨克斯坦地质局五个勘探队用ГБ-5型高频液动冲击器钻进了6500米,其中4500米是在九至十二级岩层中钻进的。与一般金刚石回转钻进法相比,机械钻速提高25~100%,回次进尺增加10~100%,台班效率提高10~100%,而且有同样高的岩心采取率。在某矿区的生产试验表明,回次进尺可达4.5米,钻头磨损正常,平均钻头进尺为15.5米,而钻进1米的金刚石消耗量由定额标准0.74

克拉降到0.56克拉(用OIA3Д50K50-76型钻头),同时也表明,在硬、脆和研磨性大的岩石中钻进具有很高的效率。

近年来,为了推广较小口径的金刚石高频液动冲击回转钻进,还使用了ГБ-6型高频液动冲击器。该型冲击器是1974年着手研制的。配有59毫米的硬合金钻头和金刚石钻头可钻进中硬和坚硬岩石,使用清水或泥浆冲孔。冲击器本身外径为57毫米,长1600毫米,重25公斤,所需冲洗液量为80~100公升/分,压力降5~8公斤/厘米<sup>2</sup>,冲击功0.3~0.5公斤米,冲击频率2500~3200次/分。该型冲击器在1975~1976年间进行了广泛的生产试验,钻进了约5000米钻孔。所钻岩石有砂岩、石英砂岩、粘土质页岩、灰质页岩、细到中粒的似粗面状霞石岩磷页岩、钠长斑岩、角页岩、夕卡岩和花岗岩等。所配用的机具为ЗИФ-650M和ЗИФ-1200A型钻机,11ГРИ、ЗИФ250/50和ГР16/40型水泵,锁接手连接的Ф42和Ф50钻杆,普通CA2、CA3型硬合金钻头和OIA8、O7A8型金刚石钻头。钻进参数是:钻压800~1200公斤,硬合金钻头转速188~288转/分,金刚石钻头转速288~800转/分,冲洗液用乳化液和用CCB或YLLIP处理的泥浆。泥浆比重1.1~1.3克/厘米<sup>3</sup>,粘度20~35秒,含砂量1~8%。用硬合金钻头时,冲洗液量为80~100公升/分,用金刚石钻头冲洗液量为60~80公升/分。试验效果表明,比回转钻进法每班钻速提高30~100%,机械钻速提高35~150%,回次进尺提高10~150%。另外,还可使硬合金钻头进尺提高10~15%,金刚石钻头进尺提高20~30%。岩心采取率也有所提高。曾在一勘探队作过对比,用回转钻进法时,岩心采取率为84.5%,而用液动冲击器则达92.1%。据生产试验记录,该型液动冲击器工作可靠,用泥浆工作时,使用寿命为233.5小时,用清水工作时,寿命达444.5小时。目前该型液动冲击器已投入成批生产,1977年已生产了30套,以后每年计划生产300~500套。

从冲击器的生产量来看,苏联使用金刚石高频液动冲击回转钻进法的工作量是在逐年增加的。

(未完待续)

## 《探矿工程》杂志复刊启事

《探矿工程》杂志经上级批准,已于今年2月份在京复刊。暂为双月刊,16开本,每期12万字,64页,定价0.30元。

《探矿工程》杂志是由国家地质总局勘探技术研究所主编的探矿工程专业方面的综合性技术刊物。主要读者对象是从事地质钻探、坑探及探矿机械方面工作的工人、科技人员、干部及有关院校师生。

《探矿工程》杂志欢迎订阅,欢迎投稿,欢迎提出批评建议。来信来稿请寄北京阜外百万庄勘探技术研究所《探矿工程》编辑部。

该刊由新华书店发行,读者可到当地新华书店订购。

地质与勘探

(限国内发行)

1979年第3期(总第157期)

1979年4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