

浅谈对绳索取心钻进结垢效应的认识

煤炭科学院地质勘探分院

宋生印

绳索取心钻进是提高钻进效率, 保证取心质量, 减轻劳动强度, 降低钻进成本的有效手段。但是, 由于煤系地层比较复杂, 钻进介质一般以泥浆为主, 使用泥浆所引起的结垢效应却又妨碍了内管的打捞。据反映, 绳索取心钻进(以下简称绳钻)中的这种结垢效应, 已成为目前煤田钻探推广绳钻的一种主要障碍。几年来, 这个问题虽然已引起各有关方面和广大科技人员的重视, 也陆续发表了一些有关的研究论文, 但大都偏重于理性研究。本文拟从实际出发, 谈谈绳钻结垢效应的产生、预防及其与泥浆类型的关系。

(一) 泥垢的形成

实践表明, 泥垢大都在绳钻钻杆的上部形成。这是因为, 主动钻杆内径比绳钻钻杆小, 二者间接头的内孔不但内径小, 而且略

带锥度, 形似一个不规则的喷嘴。当泥浆从此喷嘴以高速射流形式进入绳钻钻杆后, 即在泥浆流束过渡面四周形成负压区, 也称涡流循环区或死区(图1)。在射流作用下, 泥浆中的部分颗粒不断卷入涡流区, 并在里面旋转循环, 最后吸附在钻杆内壁, 形成泥垢。涡流区泥垢一旦形成, 这段钻杆内壁对泥浆中固相颗粒的吸附力就会大大增加, 从而将在离心力作用下被抛向钻杆壁的固相颗粒不断聚结起来, 使结垢从涡流区开始, 一直向下延伸, 同时使钻杆壁的泥垢越结越厚。

下部钻杆之所以不结垢, 是由于泥浆沿径向的旋转流动速度自上而下不断加快, 泥浆处于一种杂乱无章的流动状态, 即紊流状态, 以致在钻杆内不具备稳定的边界层, 不具备形成泥垢的条件。另外, 即便产生泥垢,

质量差, 合金脱落而损坏的, 潜孔锤除换了四个阀片外, 未有损坏。现若按每个孔消耗1个钻头, 半个潜孔锤计算, 则增加费用540元, 减去潜孔锤和冲击锤的费用, 潜孔锤钻进仍比普通工法节约4460元。

(2) 电力消耗: 潜孔锤钻进主要设备的功率是: 压风机132 kW、钻机22 kW、抽风机11 kW, 总计165 kW。普通钻进方法主要设备的功率是: 钻机55 kW、泥浆泵30 kW、除砂泵3 kW, 在不计算搅拌机(7.5 kW)、供水水泵(24 kW)的情况下, 总功率为85 kW。由于潜孔锤钻进的效率远高于普通钻进方法, 同样钻进一个100~150 m的钻孔, 潜孔锤钻进纯钻时间仅12~18 h, 而普通工法则需200~300

h。所以潜孔锤钻进的总耗电量实际比普通钻进方法小。

(3) 空压机折旧: 国产空压机每台6.5万元, 按10年为期, 每年打5个钻孔计算, 每个孔应摊折旧费1300元。这里即使不计普通钻进方法泥浆泵的折旧, 空压机折旧所增加的成本, 与以上所述直接费用的节约量相比是微不足道的。

2. 钻月费用比较 据实际生产统计, 潜孔锤钻进8个钻孔, 仅用2.27个钻月, 若用普通工法钻进, 则需7.66个钻月。仅这8个孔就节约5.39个钻月。若全队每年开孔钻进10个钻孔, 则可节约6.74个钻月。按钻月费用2.8万元计算, 全年可节约钻月费用18.87

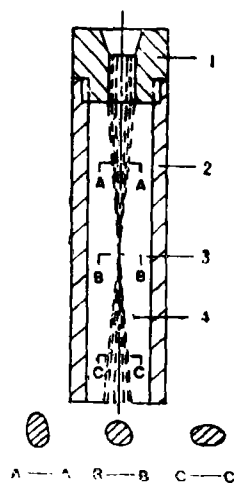


图1 钻杆接头出口处的负压区

1—变丝接头；2—钻杆；3—负压区；4—流束

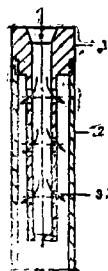


图2 特制接头

1—接头；2—钻杆；3—冲洗液流孔

也会被泥浆冲刷掉。

由此可知，要预防泥垢形成，一方面应改变主动钻杆与绳钻钻杆接头内孔的几何形状，另一方面应合理选择和使用泥浆。也就是说，既要防止接头内孔以下涡流区泥垢的产生，也要尽可能降低泥浆固相含量或增加固相颗粒的运动阻力。现场曾用图2所示的特制接头进行试验，取得了良好的效果。

(二) 结垢与泥浆类型的关系

为了探讨这一问题，笔者在河南省第四煤田地质勘探队，选择几种泥浆进行了初步试验。

1、分散泥浆

(1)以腐植酸钾(KHm)作为稀释分散剂的泥浆(表1)，在河南登封白坪勘探区9905孔的50~100m孔段使用，结果，这种泥浆

表1

泥 浆 配 方					泥 浆 性 能				
膨润土 (%)	碱	淀粉 (%)	CMC (ppm)	KHm (%)	粘度 (s)	塑性粘度 ($10^{-3} \text{Pa}\cdot\text{s}$)	失水量 (l/min)	pH	比重 (g/cm^3)
2~3	(土量) 8%	0.1~0.4	40~100	0.2~0.6	20~21	4~6	8~10	8.5	1.02~1.03

在钻杆内壁结垢现象严重，打捞器上下困难，甚至下不去。钻杆内所结泥垢非常致密，用刀都难以刮掉。其主要原因是，泥浆中的分散剂——KHm不但可使配浆的粘土颗粒细

散到泥浆中，而且也使钻进过程中所产生的岩粉也均匀地分散于泥浆中，从而增加了泥浆的固相含量，增加了固相颗粒与钻杆内壁碰撞的机会。而且颗粒间没有高分子物质联

万元。如冲减两台空压机折旧费和潜孔锤及钻头的费用0.54万元，每年仍可节约钻月费用17万元。由此可以看出潜孔锤钻进的经济效益是十分显著的。

五、结 论

(1)潜孔锤钻进效率高，钻头寿命长，钻进成本低，是一种先进的钻进工艺。

(2)我队根据京西矿区的条件，采用多工艺的施工方法，把潜孔锤钻进工艺用于浅部坚硬、破碎、漏失地层钻进是合理的，可免

除设备庞大、高能耗的困扰。

(3)在施工设计中，立足于选用国产设备有助于降低成本和能耗，也便于操作和维修。

(4)潜孔锤钻进转速低，压力小，钻具刚度大，一般不应该发生孔斜。京西矿区试验的钻孔，多数每百米不超过 2° 。但在遇见倾斜的强各向异性地层时，钻孔偏斜很严重，有两个钻孔分别为 $13^\circ/149\text{m}$ 、 $17^\circ/108\text{m}$ ，这种现象在国内外是罕见的。有关这种地层潜孔锤钻进的防斜问题，有待今后研究解决。

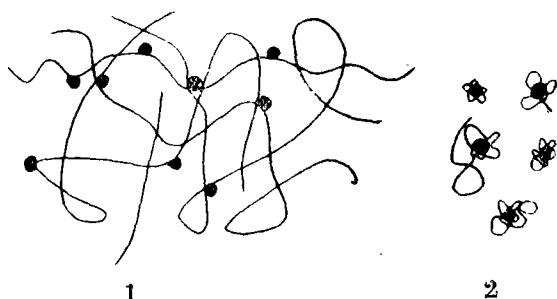


图3 PHP对固相吸附的类型

1—多分子网状吸附；2—单分子团状吸附

结，在钻杆离心力的作用下，颗粒运动时所受泥浆的粘滞阻力较小，容易移向钻杆内壁聚结起来。另外，KHm具有较强的防塌能力，当分散的固相颗粒一旦聚结便很难再分散。

(2)用KCl将泥浆变成粗分散体系。陕西省有色金属地质勘探公司717队为了解决绳钻结垢问题，曾用这种泥浆进行试验，没有收到预期效果。这是因为KCl一方面可使水解聚丙烯酰胺(PHP)对粘土的吸附量有所增加，从这种意义上讲，应该有利于抑制结垢。但是另一方面，KCl又能使PHP对固相颗粒吸附，从原来的多分子网状吸附，变成单分子团状吸附(图3)，从而使固相颗粒的运动阻力大大降低，以致有利于产生结垢。KCl在泥浆中电离成离子后，强烈压缩双电层，使泥浆中粘土颗粒的水化膜变得非常薄，极易失去稳定性而聚沉。另外，KCl使泥浆变成粗分散体系后，其悬浮能力大大增加，原

来本可以沉淀于泥浆循环槽中的有害固相，又悬浮于泥浆中，增加了泥浆的固相含量。

2.非分散低固相泥浆 在认识到细分散型泥浆和粗分散泥浆具有较强的结垢效应后，根据现场条件改用PHP-PGS式双聚非分散低固相泥浆(表2)，在9905孔的100~250m孔段和9906孔全孔进行了试验。试验结果是，除了由于地层造浆严重，泥浆粘度过高(25s)或没有及时补充PHP而产生结垢外，内管的打捞一直很顺利。很明显，这是因为非分散低固相泥浆中的固相含量少，PHP具有良好的选择絮凝特性，可使劣质粘土颗粒及岩粉絮凝沉淀；而且PHP对粘土颗粒以多分子网状形式吸附，固相颗粒的运动阻力较大，不易向钻杆壁运动产生结垢。

3.非分散无固相冲洗液 为了进一步验证非分散泥浆的特性，在9905号钻孔的250~270m孔段，用非分散无固相冲洗液做了试验。泥浆配方及性能见表3。经试验发现，只要不断补充PHP，冲洗液就可具有很强的抗粘土、岩粉入侵的能力，冲洗液的含砂量就能始终保持在很低范围内，于是就消除了结垢的必要条件。

当孔深达270m后，为了降低钻具回转阻力，以便高转速钻进，在泥浆中加了洗衣粉和石墨，结果，从电流表可以看出，减阻效果是明显的。但是在正常钻进一天后，钻杆上部出现了较厚泥垢。从泥垢的成分分析可知，

表2

泥 浆 配 方						泥 浆 性 能				
膨润土 (%)	碱	PGS (%)	HPAN (ppm)	PHP (ppm)	CMC (ppm)	粘 度 (s)	塑性粘度 (10^{-2} Pa·s)	失 水 量 (l/min)	pH	比 重 (g/cm ³)
1~2	(土量) 6%	0.2~0.4	200~300	100~200	40~60	18~20	4~6	6~9	8.5	1.01~1.02

表 3

配 方			泥 浆 性 能				
PHP (ppm)	淀 粉 (%)	CMC (ppm)	粘 度 (s)	塑性粘度 (10^{-2} Pa·s)	失 水 量 (l/min)	pH	比 重 (g/cm ³)
200~300	0.5~1.0	40~80	17~19	4~7	7~11	8.5	1.0~1.01

论运用喷射技术 来提高煤田复合片钻进时效

陕西省煤田地质勘探公司 张晓宏

自七十年代美国通用电气公司研制出人造金刚石与硬质合金的复合片以来,复合片钻进在国内外油气田勘探中获得了令人瞩目的成绩。但是我们发现复合片钻头在3~7级岩石中进行煤田绳索取心钻进(以下简称绳钻)时,时效偏低,而且虽经不断地调整钻进参数,选用各种形式的钻头结构(改变复合片的大小、数量和其镶焊角度等)及采取一系列降低泥浆固相含量、减小孔内压差等措施,均收效不大。到现在为止,在已用过的13个钻头中,虽平均寿命为185.27m,最高寿命也超过了600m,与其它型号的金钢石钻头寿命指标相比不算低,可是就有92.3%的钻头时效小于 2m/h ,61.5%的钻头时效在 1.5m/h 以下,总平均仅为 1.59m/h (表1)。与合金钻进平均时效(2m/h 以上)相差较多,同天表、电镀等金钢石钻头在煤田绳钻中应用的时效也基本持平或略高。很明显,小时进尺打得如此之低,作为高性能切削具的复合片之优点,难以得到充分的体现,作为新兴技术的复合片钻进也难以取得

石墨以游离状态,或与PHP以吸附状态,同其它固相及高分子物质一起聚结成了泥垢。

(三)小结

(1)要控制结垢的产生,就泥浆而言,应从两方面入手:降低泥浆中的固相含量;增大固相颗粒的运动阻力。

(2)在绳索取心钻进中,应尽可能避免使用分散型泥浆。使用非分散低固相及无固相冲洗液时,应不断补充具有选择絮凝特性

长足的发展。进而,也就更难以促进复合片钻头在煤田绳钻中的应用,推动煤田绳钻的大面积推广。所以,大大提高复合片钻进时效,不能不说是至关重要和刻不容缓的。

一、影响复合片钻进时效的主要因素

影响时效的因素是多方面的,如钻进液的性能、岩石类别、孔深、钻头结构、钻进参数等。但为什么施工配套设施较强、技术条件较好的煤田复合片绳钻之钻速要低于普通煤田合金钻进呢?是因为复合片绳钻钻头比合金钻头克取岩石面积大?还是由于钻进工艺措施不尽合理呢?虽然不能完全排斥这些因素,但通过表1可以看出:凡所钻岩石的组成颗粒细小,复合片的钻速都不高;只有个别钻头,在大颗粒成分稍多的(不含石英)岩石中钻进时效较高,如7XP-6、7XP-2和7XP-3号钻头。这就说明组成岩石的颗粒大小、影响着复合片钻头的钻速,尤其是对于泥质胶结类岩石,组成的颗粒愈小、岩石含粘土成分相对愈多,岩石的塑性系数也

的PHP,以期絮凝、沉淀岩粉及其他有害固相。与此同时,若能配以机械除砂、除泥装置,将会更加有效地控制结垢现象。

(3)使用润滑剂时,加量要适当,且不可一次加入很多,还应尽可能避免使用固体润滑剂石墨。使用复合型润滑剂一方面减阻效果明显,另一方面不致于产生副作用。

最后,感谢河南省第四煤田地质勘探队与笔者的密切合作。