

“打滑”岩层回转钻进采用低工艺规程初探

罗文来, 张延军, 李运海, 何 锋, 莫 睿

(桂林矿产地质研究院特邦新材料公司, 广西 桂林 541004)

摘要:通过对岩石破碎机理的再探讨, 提出在坚硬致密弱研磨性岩层(俗称“打滑”地层)的金刚石回转钻进中采用低工艺规程, 在探索和实际应用中取得很好的效果, 尤其在中深孔中转速开不上去时也取得好的效果。

关键词:“打滑”岩层; 回转钻进; 岩石破碎机理; 低工艺规程

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2010)07-0004-05

Preliminary Study on Rotary Drilling in the Slipping Rocks with Low Process Plan/LUO Wen-lai, ZHANG Yan-jun, LI Yun-hai, HE Feng, MO Rui (Tebon Superhard Material Co., Ltd., Guilin Research Institute of Mineral Resources, Guilin Guangxi 541004, China)

Abstract: This article further discusses the rock breaking mechanism and proposes using the low process plan for rotary drilling in the hard compact weak-abrasive rock layer. Good effect was obtained in the practical application, especially in the deep hole without enough RPM.

Key words: slipping rock; rotary drilling; rock breaking mechanism; low process plan

0 引言

所谓的“打滑”岩层, 地质上称其为坚硬致密弱研磨性岩层, 其力学表现为岩石的压入硬度常大于 5000 MPa, 单轴抗压强度常大于 150 MPa, 用钢杆磨损法测定其研磨性常小于 5 mg; 其岩石性质表现为岩石的颗粒细小、颗粒间的空隙度小, 胶结物与岩石颗粒的硬度差小, 多为石英脉、硅质岩一类。使用金刚石钻头在这类岩层中回转钻进一段时间后, 进尺速度往往会急速下降, 甚至完全不进尺, 新的钻头下去能钻 20~100 cm 后就钻不动, 这时钻头底唇出刃的金刚石已逐渐磨钝, 其克取岩石的能力已降低或丧失。面对这种情况, 许多施工者往往首先采用强力规程来打钻, 即采取加大轴压和提高回转速度的办法, 结果也不理想, 进尺几十厘米左右又打不动了; 也有采用冲击回转钻进的, 虽然效果不错, 但由于各种原因没有普遍使用。于是在普通回转钻进中又采取许多其它办法, 比如:

(1) 孔底干磨法, 钻进中人为地短时间关闭循环水, 加大钻进压力, 使钻头与岩石直接摩擦, 轻烧钻头, 使磨钝的金刚石脱落, 出露新的金刚石;

(2) 石英砂子磨孔法, 钻孔较浅时, 直接从孔口将石英砂子倒入孔底, 再下钻具小水量钻进一段时间, 使钻头与石英砂子摩擦, 加快金刚石出刃;

(3) 砂轮磨耗法, 提钻后将钻头与电动砂轮摩

擦, 使金刚石出刃;

(4) 锤击法, 用铁锤、锉刀、卡瓦等工具直接敲击钻头唇面, 使之形成粗糙的唇面;

(5) 酸腐蚀处理法, 利用硝酸、硫酸、盐酸等浸泡钻头胎体, 腐蚀其中的金属材料, 使钻头胎体中的金刚石提前出刃。这些办法都是权宜之计, 不能在“打滑”岩层中实现连续钻进。在普通回转钻进中, 难道就没有其它的方法解决或改善这些问题了吗? 下面的例子或许可以给我们一些思考。

香港某工地上, 机长吴牛仔先生用了一个南非产的 Boart International 绿色 T2-101 钻头, 当时的孔深约 15 m, 见坚硬致密的中、粗粒花岗岩层, 用 DB-450 型钻机, 配 NW 钻杆(约 8 kg/m)及长 1.5 m 的双层单动岩心管, 以自重(他们称为“吊着打”)及三速(约 250 r/min, 线速度约 1.32 m/s)清水钻进。结果, 每回次(1.5 m)的纯钻进时间仅为 6~8 min, 取出的都是整根光滑的岩柱, 钻头唇部的蝌蚪纹清晰可见, 其各向的磨蚀都极微……^[1]

1 岩石破碎机理的再探讨

事实表明, 孕镶人造金刚石钻头钻进的优质高效, 高转速和大压力并不是绝对必须的。因为钻进规程是以新钻岩(矿)层的破碎机理和所选用钻头的特性, 钻探设备、工具的能力及操作者的技术水平

收稿日期: 2010-03-13; 修回日期: 2010-06-25

作者简介: 罗文来(1968-), 男(汉族), 广西玉林人, 桂林矿产地质研究院高级工程师, 钻探工程专业, 从事地质钻头研制和勘探技术工作, 广西桂林市铁山路 20 号, luowenlaigtb@163.com。

为转移的。可见,岩石破碎机理的研究和分析是首当其冲的。

有关岩石破碎机理的研究,大量中外专家学者以他们的辛劳和付出,取得大量可贵的成果,认为随岩(矿)层的产状、矿物组成及其组织结构或胶结物质等的不同而有不同的破碎形态——塑性岩层的切削(犁削)、脆性均质岩层的压入—压碎(出现的体积破碎)、隐晶玻璃质岩层的抓擦或磨削式的表面破碎等。特别是引用弹性理论的压模压入论述,是形象而严谨的,但它假设被压入的对象是均质体,若用于非均质的岩(矿)层,尚待认真的修正。

由于孕镶人造金刚石钻头主要的工作对象实际为坚硬致密具脆性的非均质岩(矿)层。我们注意到其非均质特点:由不同成分、特性、组织、结构的矿物组成;而构成岩(矿)层的各矿物间的镶嵌结构、形式也不相同。所以,这种岩(矿)层必然存在着相对薄弱的部位,如不同矿物(云母、石英、长石等)的硬度、强度差异,各矿物间镶嵌强度的不一及镶嵌界面的存在等。

自然,钻进过程中孔底破碎必定首先出现在那些薄弱部位。就是说,分布在钻头唇面的金刚石单晶(切削具刃)将轻易地“吃入”各薄弱部位,并伴以撬、掰或扫移的方式清除其残留部位,而见“势如破竹”的钻进速度,这就清楚地解析了吴机长表演的全过程。

综上所述,孕镶人造金刚石钻头在坚硬致密、脆性、非均质岩(矿)层钻进的孔底全过程是:分布在钻头唇部的各金刚石单晶刃部少量地“吃入”所钻岩(矿)层的各薄弱部位,并随矿物间的镶嵌强度等的不同而伴以撬、掰或扫移的方式除去环状面积上的其余残留,而得到高钻速的钻进效果^[1]。

2 低工艺规程的初步探索

所谓低工艺规程是指钻进过程中采用的钻压、转速、泵量都比通常采用的或工艺手册中推荐的钻压、转速、泵量低得多。而目前金刚石岩心钻探推荐的钻探工艺中,用孕镶金刚石钻头钻进坚硬致密弱研磨性岩层时,往往选用大钻压(比普通岩层大1~2倍)、中—高转速、小泵量的工艺参数。下面就钻压、转速、泵量进行初步探索。

2.1 低钻压的依据

2.1.1 钻杆弯曲引起孔底实际压力的不确定性

由于钻进时钻杆长度与钻杆直径(或孔径)比很大,大多属于大柔度压杆形式,钻杆容易弯曲变

形,如以S75口径绳索取心钻进为例,用的是 $\varnothing 71\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 钻杆(外径 $D = 7.1\text{ cm}$,内径 $d = 6.1\text{ cm}$),材料为DZ65,每米钻杆质量约 8.1 kg ,屈服极限 $\sigma_s = 65\text{ kg/mm}^2 = 65000\text{ N/cm}^2$,断裂极限 $\sigma_b = 80\text{ kg/mm}^2 = 80000\text{ N/cm}^2$,比例极限取屈服极限的80%,则 $\sigma_p = 80\% \times \sigma_s = 58000\text{ N/cm}^2$,材料的弹性模量 $E = 206\text{ GPa} = 2.06 \times 10^7\text{ N/cm}^2$ 。为了计算简化,把钻杆柱中的接头处直径变化忽略不计,视同等断面立柱。现在按照等断面立柱受压缩计算其临界载荷和稳定关系。

压杆类型的区分与相关计算^[2]。

当 $\lambda > \lambda_1$ 时,属于大柔度压杆,主要考虑比例极限内的稳定问题;当 $\lambda_1 \geq \lambda \geq \lambda_2$ 时,属于中等柔度压杆,主要考虑超过比例极限的稳定问题。

压杆的柔度(长细比)为 λ ,则:

$$\lambda = \mu l / i_{\min}$$

式中: i_{\min} ——压杆截面的最小惯性半径; l ——压杆的全长,cm; μ ——压杆的长度系数。

钻杆柱工作时按一端固定一端可以轴向移动,根据手册资料,取 $\mu = 1.2$,此时压杆的稳定系数 $\eta = 9.87$ 。

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{(E/\sigma_p)}$$

式中: E ——材料的弹性模量, N/cm^2 ; σ_p ——比例极限, N/cm^2 。

首先,以 3 m ($l = 300\text{ cm}$)长的立根计算,

$$\begin{aligned} i_{\min} &= \frac{1}{4} \sqrt{(D^2 - d^2)} \\ &= \frac{1}{4} \sqrt{(7.1^2 - 6.1^2)} \\ &= 0.91 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \mu l / i_{\min} \\ &= 1.2 \times 300 / 0.91 \\ &= 395.60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \pi \sqrt{(E/\sigma_p)} \\ &= 3.14 \sqrt{2.06 \times 10^7 / 52000} \\ &= 62.50 \end{aligned}$$

由此可见,对于 3 m ($l = 300\text{ cm}$)长的立根,就有 $\lambda > \lambda_1$,其属于大柔度压杆,其临界载荷 P_c 计算如下:

$$P_c = \pi^2 EI_{\min} / (\mu l)^2 \quad (\text{N})$$

式中: I_{\min} ——压杆截面的最小惯性矩, cm^4 ;其余符号同前。

$$I_{\min} = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$$

$$= \frac{3.14}{64} (7.1^4 - 6.1^4)$$

$$= 56.74$$

$$P_c = \pi^2 EI_{\min} / (\mu l)^2$$

$$= 3.14^2 \times 2.06 \times 10^7 \times 56.74 / (1.2 \times 300)^2$$

$$= 88938 \text{ N}$$

$$= 88.9 \text{ kN}$$

当钻杆长度为 6 m ($l=600$ cm) 时, 则:

$$P_c = \pi^2 EI_{\min} / (\mu l)^2$$

$$= 3.14^2 \times 2.06 \times 10^7 \times 56.74 / (1.2 \times 600)^2$$

$$= 22235 \text{ N}$$

$$= 22.235 \text{ kN}$$

当钻杆长度为 30 m ($l=3000$ cm) 时, 则:

$$P_c = \pi^2 EI_{\min} / (\mu l)^2$$

$$= 3.14^2 \times 2.06 \times 10^7 \times 56.74 / (1.2 \times 3000)^2$$

$$= 889.38 \text{ N}$$

$$= 0.889 \text{ kN}$$

而按照常规的钻进规程, 对 10 级以上的岩石, 钻压在 1200 N/cm^2 (12 MPa), 对于 $\varnothing 75 \text{ mm}/\varnothing 49 \text{ mm}$ 的钻头, 8 个水口, 6 mm 宽的水口, 则孔底接触面积约为 19.07 cm^2 , 需取钻压 $19.07 \text{ cm}^2 \times 1200 \text{ N/cm}^2 = 22882 \text{ N} = 22.88 \text{ kN}$ 。

6 m 钻杆的自重为: $6 \text{ m} \times 8.1 \text{ kg/m} = 48.6 \text{ kg} = 477 \text{ N} = 0.477 \text{ kN}$;

此时, 钻机给压为: $22.88 \text{ kN} - 0.477 \text{ kN} = 22.403 \text{ kN} > 22.235 \text{ kN}$ 。

30 m 钻杆的自重为: $30 \text{ m} \times 8.1 \text{ kg/m} = 243 \text{ kg} = 2381 \text{ N} = 2.38 \text{ kN} > 0.889 \text{ kN}$;

此时钻机给压为: $22.88 \text{ kN} - 2.38 \text{ kN} = 20.5 \text{ kN} > 0.889 \text{ kN}$ 。

由上计算可知道, 采用推荐的钻压, 在 6 m 的孔深时, 钻机给的压力就大于钻杆柱稳定的临界载荷, 此时钻杆柱早已发生弯曲; 在 30 m 的孔深时, 钻杆的自重就大于钻杆柱稳定的临界载荷, 而钻机所给的压力就远大于钻杆柱稳定的临界载荷。因此, 孔底的实际压力由于钻杆的弯曲而很难确定其实际数值, 钻机的功耗也大部分消耗于孔壁摩擦。这就是我们提出采用小钻压钻进的原因, 也是香港工地中 15 m 孔深就采用“吊着打”的原因。

2.1.2 岩石破碎的突破口在于最薄弱的环节

从上面的岩石破碎机理的再探讨可知, 在坚硬致密弱研磨性岩层的岩石破碎中, 不是以压入破碎形式为主, 而是以抓擦或磨削式的表面破碎为主, 通过金刚石单晶刃部少量地“吃入”所钻岩(矿)层的

各薄弱部位, 并随矿物间的镶嵌强度等的不同而伴以撬、掰或扫移的方式除去环状面积上的其余残留物方式进尺。因此其不需要大压力钻进。

2.2 低转速的理论依据

2.2.1 最佳转速原因

在钻进过程中, 存在最佳转速问题, 最佳转速取决于正在钻进的岩层类型和钻机的能力、工人钻进操作方法。

在优化钻头的使用寿命和生产效率时, RPC(每厘米转数)是应该特别需要考虑的最重要因素。每厘米转数等于回转速度 (r/min) 与钻进速度 (cm/min) 之比 (r/cm)。如果每厘米转数过低, 则金刚石工作时的“吃入”量增大, 工作负荷也增大, 金刚石很容易过早地从胎体上脱落。反之, 如果每厘米转数过高, 则金刚石工作时的“吃入”量减小, 金刚石很容易被磨平打滑, 导致钻速下降。

保持一个适当的 RPC 值, 可确保金刚石一直裸露在外, 钻头磨损均匀, 钻速和寿命可控。根据经验, 孕镶金刚石钻头的 RPC 值在 78 ~ 98 之间。由于某些因素, 如钻具震动或钻机设备限制, 钻头不能在推荐的最佳转速范围内进行运转。在此情况下, 应采用较低的 RPC 值, 以在不利的切削条件下优化钻头的性能。这也是我们在坚硬打滑岩层中推荐低转速的理由之一。

2.2.2 岩石组分的物理性质差异大的原因

坚硬打滑岩层中, 各种岩矿物的物理性质不同, 胶结物也有差异, 其压入硬度、压碎破裂的时间也有差异, 裂隙发育的时间也有差异。钻进硬岩采用低的转速, 粗颗粒金刚石是切削岩石, 而不是磨削岩石; 这与麻花钻头钻进合金钢类似, 用低转速才能进尺, 高转速则钻头打滑烧坏。岩石越硬, 压入硬度越大, 破碎时裂纹的扩展就越慢, 我们日常生活中也有简单的例子, 如压碎一块砖头可能用 5 s 时间, 而压碎一块花岗岩石头可能要用 10 s 时间。因为岩石的破碎要从最薄弱的地方开始, 降低转速有利于岩石裂隙的发展和发育。此外, 过快的转速将影响对金刚石钻头唇面切削刃的冷却, 而在“打滑”层钻进中金刚石出刃普遍较低, 这种影响将更明显, 容易导致切削刃的提前磨损、磨钝, 从而发生人为的打滑现象。

2.3 泵量

泵量也是优化钻进效率的另一个关键因素。冲洗液必须有效的冷却钻头, 冲除钻头唇面的岩粉, 并将这些岩粉向上由钻孔间隙带出地表。泵量应随钻

进速度增加而增大。液流速度及其载重量取决于冲洗液的粘度。一般来说,岩粉应该始终保持 0.1 m/s 的上升速度。

如果泵量过大,则会引起液压抬升,从而严重影响实际的钻头压力和相应的钻进能力。如果泵量过小,则会引起钻头胎体被岩粉的磨损作用而过早地磨损掉,降低钻头寿命。对于坚硬打滑岩层而言,可有意识地减小泵量和液流速度,从而增加胎体的磨损,以利于金刚石的出刃。

“打滑”岩层中采用小的泵量与下述原因有关。

2.3.1 岩粉的体积与冷却液流量的关系

坚硬致密“打滑”岩层中,钻孔的直径规矩、所钻的环状空间也精确,其岩屑(粉)是少而细的,所需冷却液流量相比常规岩层要小。坚硬致密“打滑”岩层的钻进速度比常规岩层要低,单位时间内破碎的岩屑(粉)要少,其所需冷却液流量相比常规岩层也要少。

2.3.2 冷却孔底温度关系

坚硬致密“打滑”岩层中钻进,回转速度低,单位时间内钻头与孔底摩擦发热量相比也少,孔底温度低,因此其所需冷却液流量相比常规岩层也要少。

2.3.3 孔壁的完整与冷却液流量的关系

坚硬致密“打滑”岩层都完整无裂隙,冷却液在循环中无漏失,因此其所需冷却液流量相比常规岩层也要少。

2.4 钻头与扩孔器的配套关系

钻头与扩孔器的外径差应该在 0.2 mm 以内,外径差越大则需要扩孔的岩石体积就越大,消耗的功率就越大,当同样的钻机功率消耗时,也就是作用在孔底的功率就越小。扩孔器必须使用单晶形式,坚硬致密“打滑”岩层本身很硬,金刚石单晶有破碎岩石的功能;而聚晶的外侧圆柱面则没有破碎岩石的功能,因此使用聚晶扩孔器光靠挤压和摩擦来扩孔,消耗很大的孔底功率,严重影响到硬岩石的钻进速度。

3 应用事例

3.1 香港应用一例

2006年4月间,在港岛的加历山道明法医院附近的一工地,仅 3 m 就见基岩——“黑柴”(属“打滑”地层),因条件所限,只能使用 100 m 的小型钻机。众所周知, 100 m 小型钻机,轻便灵活,工作可靠又价廉,深受小老板们和个体户的欢迎。然而,用它去钻进基岩,经常出现的问题是钻压不足。常见

现场借钻铤加压、打地锚、拉钢绳等强化的措施,结果招来的是劳动强度大,设备、工具及原材料的损耗大,效率低和高成本的恶性循环。但是T2-101钻头和“小钻压”钻进新工艺的出现,在“黑柴”(属“打滑”地层)钻进中创出佳绩。于是深受各方的欢迎,连那些拥有中、大型钻机的客户也乐此不疲。

3.2 内地应用几例

(1)2009年山东一队某工地,坚硬岩中含石英 $70\% \sim 90\%$,使用孔段 $600 \sim 900\text{ m}$, $\varnothing 75\text{ mm}/\varnothing 49\text{ mm}$ 钻头用转速 310 r/min (线速度 1.22 m/s),钻压 8 kN ,泵量约 52 L/min ,能持续匀速钻进,时效 0.7 m ,20个钻头的寿命在 $30 \sim 50\text{ m}$ 间;采用常规钻头与工艺,时效仅 0.3 m ,还需要投砂开刃。

(2)2008年西藏甲玛某矿区,坚硬花岗斑岩钻进,使用孔段 $800 \sim 1000\text{ m}$, $\varnothing 75\text{ mm}/\varnothing 46\text{ mm}$ 钻头转速 230 r/min (线速度 0.9 m/s),时效 1.3 m ,钻头平均寿命 28 m ,采用钻压约 10 kN ,泵量约 50 L/min 。换钻前采用常规钻头与工艺,12h只进尺 2.3 m ,中途还需投入碎石磨钻头。

(3)2007年云南308队在普朗矿区,硬岩钻进,NQ钻头,使用孔段 $600 \sim 1200\text{ m}$,转速 310 r/min (线速度 1.22 m/s),时效 1.5 m ,能持续匀速钻进,钻头平均寿命 47 m ,采用钻压约 7 kN ,泵量约 50 L/min 。

(4)2007年南宁地调队在广西恭城某矿区采用 $\varnothing 75\text{ mm}/\varnothing 49\text{ mm}$ 钻头钻进细颗粒凝灰质硅质岩,使用孔段 $500 \sim 1100\text{ m}$,用转速 310 r/min (线速度 1.22 m/s),时效 1 m ,能持续匀速钻进,钻头平均寿命 35 m ,采用钻压约 9 kN ,泵量 45 L/min 。以前的常规S75绳索取心钻进工艺,12h只进尺 1 m 。

(5)2006年云南308队在思茅地区景东矿区,在“打滑”层中钻进NQ钻头,使用孔段 $500 \sim 1100\text{ m}$,用转速 574 r/min (线速度 2.25 m/s),时效 0.6 m ;用转速 267 r/min (线速度 1.05 m/s),时效 1.2 m ;均采用钻压约 7 kN ,泵量 45 L/min ,均能持续匀速钻进,钻头平均寿命 38 m 。

4 “打滑”岩层钻头钻进规程推荐

4.1 钻压

首先要保证钻杆和钻具垂直不弯曲,压力要尽量从小开始,有些工地从孔深 20 m 开始就减压钻进,效果反而比较好。根据每个钻孔的情况,压力逐步调节。

4.2 转速

建议钻头的线速度在 0.7~1.6 m/s 之间,或者选用常规转速的 1/2。

常见规格钻头转速推荐值如下:

Ø91 mm, 200 r/min (0.95 m/s); 300 r/min (1.43 m/s);

Ø75 mm, 200 r/min (0.785 m/s); 300 r/min (1.18 m/s); 400 r/min (1.57 m/s);

Ø60 mm, 300 r/min (0.94 m/s); 400 r/min (1.25 m/s); 500 r/min (1.57 m/s);

4.3 冲洗液量

冲洗液量不宜大,以能冷却钻头即可,因硬岩的钻进速度本来就低,岩粉少,冲洗液量大后孔底过于干净,不利于金刚石的出刃。具体要根据各个钻孔情况而定。

此外,“打滑”岩层本身就on不好打,心态一定要平和,不能按普通岩层的时效和工艺来要求,寻找到最佳工艺后,一般可达到 0.5~1.2 m 的时效,并能

持续进尺。

5 结论

在坚硬致密弱研磨性岩层的金刚石回转钻进中,采用低工艺规程是可行的,在 3 年多的实际应用中,我们针对“打滑”岩层研制的钻头使用已有 1800 多个,按照低工艺规程均取得很好的效果,尤其在中深孔中因设备能力转速开不上去时也取得好的效果,为以后的深孔钻进做了有益的探索。

参考文献:

- [1] 严成容. 探索拾零(三)—孕镶人造金刚石钻头自由谈[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, (7): 1-3.
- [2] 机械设计手册编委会. 机械设计手册[M]. 北京:机械工业出版社, 2004.

致谢:特别感谢香港鸣峰行的严成容老师,在他的教导、鼓励、支持下,我们在香港和内地进行了几年的推广应用,均取得了不错的效果。

“2010 全国探矿工程学术论坛”征文通知

“全国探矿工程学术论坛”是由《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部策划并组织召开的、每两年一届的全国性学术交流会,每届会议将结合届时的热点问题确定一个主题。2010 年为首届,由《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部和吉林大学建设工程学院共同主办,拟定于 2010 年 9 月 18~25 日在吉林长春召开。会议期间拟组织代表赴俄罗斯符拉迪沃斯托克(海参崴)参加“第六届亚太地区地质资源开发国际学术会议和第八届亚太地区防灾减灾国际会议”。

进入 21 世纪以来,随着社会经济的快速发展,能源紧张问题日益突显,引起了各级政府的高度重视。一方面,新能源的勘探开发与利用已成为热点,另一方面,倡导节能减排的低碳生活已成为潮流。在这种大背景下,探矿工程(岩土钻掘工程)技术已是或将大有作为,如:在祁连山南缘永冻土带首次钻获了陆地天然气水合物,油页岩钻探技术研究的逐步深入,煤层气化技术的攻关与示范,地热能的勘探与利用,地(水)源热泵技术和非开挖技术的蓬勃发展,等等。为了总结探矿工程(岩土钻掘工程)技术在新能源与低碳生活方面所取得的成就,“2010 全国探矿工程学术论坛”的主题定为“新能源与低碳生活下的探矿工程技术”,现向广大作者征稿。

一、征稿内容

(1) 天然气水合物、油页岩、煤层气、地热能等的勘探与开发;

(2) 地(水)源热泵中的岩土钻掘技术;

(3) 节能、节水、环保、高效的钻探技术;

(4) 非开挖技术;

(5) 其他涉及新能源与低碳方面的钻掘技术。

二、稿件要求

(1) 电子文件格式为 WORD 文档。

(2) 稿件内容要新颖,文风要端正、实事求是,引用的数据、资料必须严谨、准确;文字力求通顺、简练。文稿以 6000~10000 字(包括图表)为宜。论文内容涉及各类科学基金资助的研究项目的,请注明项目名称及编号。

(3) 来稿请提供 100~200 字的中英文摘要,指明论题及取得的成果的性质和水平,关键词 3~8 个。

(4) 凡是引用前人或他人的观点、数据和材料等,务请按《著作权法》有关规定注明参考文献,文责自负。

三、交稿时间

2010 年 8 月 20 日前提交论文详细摘要(请登录 www.tkgc.net 下载表格),经编辑部审核通过后于 2010 年 9 月 10 日前按要求提供全文电子文档。

四、论文交流形式

经审核通过的论文,将以会议发言或书面的形式在会上交流,此外还将安排在近期的《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志上公开发表。

投稿邮箱: wjh@cniel.com, 投稿时请注明“2010 年论坛征文”;

联系电话: 010-68320471; 0316-2096324(兼传真)。