

软硬互层金刚石复合片钻头 在地浸砂岩型铀矿中的研究及应用

要二仓¹, 邢预恩², 杨爱军¹

(1. 核工业 208 大队, 内蒙古 包头 014010; 2. 内蒙古科技大学, 内蒙古 包头 014010)

摘要:针对近年在巴音戈壁盆地及鄂尔多斯盆地钻探所遇到的复杂地质情况, 研究试验了 PDC 钻头, 在地浸砂岩铀矿钻探生产中取得了良好的效果, 并制定总结了相应的钻进参数。

关键词:复合片钻头; 砂岩地层; 钻进参数

中图分类号: P634.4⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2008)01-0068-03

Study and Application of Diamond Composite Bit in Soft and Hard Interbedded Rock of Leachable Sandstone Type Uranium Deposit/YAO Er-cang¹, XING Yu-en², YANG Ai-jun¹ (1. No. 208 Geological Brigade Inner Mongolia Nuclear Industry Bureau, Baotou Inner Mongolia 014010, China; 2. Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou Inner Mongolia 014010, China)

Abstract: PDC bit was developed according to the complex geological conditions encountered in Bayinggobi Basin and Erdos Basin, and the relative drilling parameters were presented.

Key words: diamond composite bit; leachable sandstone uranium deposit; sandstone layer; drilling; drilling parameter

0 引言

21 世纪初, 铀矿地质勘探单位开始试用 PDC (Polycrystalline Diamond Compact) 聚晶金刚石复合片钻头, PDC 钻头采用人造聚晶金刚石制作的复合片(PDC)作为切削具, 把复合片焊接在钻头体上而制成的。与合金钻头相比, 它具有进尺效率高, 使用寿命长, 减轻工人劳动强度等特点。近年 PDC 钻头在铀矿地质勘探中所占的比例越来越大, 实践证明 PDC 钻头对加快铀矿勘探开发速度、降低钻探成本有积极的意义。

1 地质钻探概况

核工业 208 大队 2005 年在内蒙古巴音戈壁盆地塔木素地区和鄂尔多斯盆地银东地区施工, 该地区上部岩层软而下部硬, 软硬频繁互层多, 硬地层有弹塑性泥岩、碳酸盐含量高的钙质砂岩等, 该类岩石硬度大、研磨性强、可钻性级别在 7 级以上, 平均每个钻孔硬岩层比例占到 40% 左右。特别是钙质胶结砂岩, 平均厚度较大, 钻进切削岩石时, 对切削工具磨损快。采用合金钻头钻进, 由于硬质合金硬度、强度不能满足需要, 研磨损耗特别快, 钻头寿命短,

钻进效率低, 引发事故多, 严重影响了钻探施工进度。通过了解该地区及其它部门的施工情况, 我们引进 PDC 复合片钻头的钻进技术, 设计并试验了复合片钻头。

2 软硬互层用复合片钻头的设计

2.1 软硬互层用复合片性能

所谓复合片性能系指下述指标:

耐磨性(亦称磨耗比), 抗冲击韧性、热稳定性(烧结前后上述指标的变化)。

国内复合片耐磨性的平均指标为 $(10 \sim 15) \times 10^4$, 抗冲击韧性平均水平在 300 ~ 400 J 之间, 热稳定性在加热 750 °C 以后, 上述 2 项指标普遍下降 5% ~ 10%, 也有部分厂家的复合片在烧结后磨耗比上升, 这与各厂家所采用的配方和工艺不同有关。抗冲击韧性也有同样的表现。

钻进软硬互层的地层要求复合片具有高的耐磨性、高的抗冲击韧性和高的热稳定性。硬度大、研磨性强的钙质砂岩需要复合片耐磨性高, 含砾石的砂砾岩地层, 钻进中钻头跳动, 发生频繁的冲击作用, 要求复合片抗冲击, 钻进弹塑性泥岩及粉砂岩时, 复

收稿日期: 2007-08-13

基金项目: 中国核工业地质局“地浸砂岩型铀矿中-深孔钻探技术研究”项目(编号: DK2006)

作者简介: 要二仓(1964-), 男(汉族), 内蒙古人, 核工业 208 大队高级工程师, 钻探工程专业, 从事地浸砂岩型铀矿钻探技术工作, 内蒙古包头市 128 信箱, yaoercang6429@yahoo.com.cn。

合片切入地层深度大,易发热,复合片易过热,轻则加快复合片磨损,重则微烧复合片发生金刚石层剥离和破碎。因此,我们采用的复合片性能为:磨耗比为 20×10^4 ;抗冲击韧性 $> 400 \text{ J}$;热稳定性为烧结后上述指标不下降,保持原有的性能。

2.2 软硬互层用复合片的结构特征

所述的复合片结构用下列几项表征:金刚石层厚度、中间过渡层的结构、硬质合金底衬的厚度、金刚石层的结构、金刚石层的表面状况、复合片的形状等。

2.2.1 金刚石层的厚度

采用 2 mm 厚的金刚石层,既耐磨又抗冲击。

2.2.2 金刚石层和硬质合金衬底的结合类型

原来复合片采用简单的平面接触,其不足之处是两者之间的接触面较小,在压制过程中两者之间的膨胀应力相差较大,平面结合不易缓解应力的释放。而齿形接合能增加两者的接触面积,吸收剩余应力,同时也增加了金刚石层的耐磨性。依据软硬互层的特点,采用了齿形接合面(图 1)。

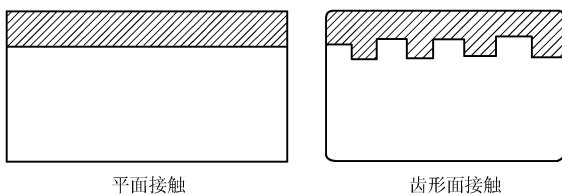


图 1 复合片中间层结构示意图

2.2.3 金刚石层的切削边的结构

复合片金刚石层的边刃(切削边缘)有直角形(未倒边),也有带角度的(倒边的),前者锋利,后者抗磨,软硬互层中钻进采用倒边的复合片较好。

2.3 复合片在钻头底面的排布

根据所钻地层的软硬程度和岩性特点,按照等切削原则、等磨损原则在钻头底面排布复合片,排布密度根据所钻地层的硬度和研磨性而决定,排布的数量越多,钻头的磨损越慢,其寿命越长,但机械钻速相对低;若排布的数量减少,钻进时机械钻速虽然提高了,但钻头的磨损速度也相对加快,使用寿命相对降低。排布的数量越多,钻头运转越平稳,但速度越慢;排布的数量减少,机械钻速加快,但钻头承受的冲击载荷将增加。现介绍两种排列形式为:

(1)单环排列。当复合片的直径大于钻头体壁厚时,每个复合片都具有相同的内外出刃,构成单环槽宽度。当钻头体壁厚大于复合片直径时,可将 1 个复合片和另一个复合片切割成一定宽度并连构成

单环槽宽度。

(2)多环排列。当钻头体宽度大于单个复合片直径,且所钻地层较硬时,一般采用多环排列把整个环槽宽度分成二环或三环(一般为二环)来分别破碎环槽底部岩石。环宽与环宽间应有一定的重叠,以保证井底全部环槽宽度的岩石都被切削,每环的复合片可采用整片,也可根据情况切割成一定的宽度。为了获得更好的效果,各环的底出刃可以不同,这样能够把分环碎岩和掏槽碎岩结合起来。在软硬互层地层中主要采用多环、掏槽式复合片钻头。

2.4 复合片的出刃

复合片钻头按镶嵌结构分为半出刃型和全出刃型。钻进中硬地层,用半出刃型钻头,产生的岩粉较少,较小的出刃高度便可使岩粉通过,另外在该类岩层中钻进,PDC 承受的载荷也很大,这也要求 PDC 出刃高度应尽量减小,以增强钻头切削齿支撑的强度包镶牢靠,不易掉片,但进尺较慢。较松软地层,用全出刃型钻头,排粉好,进尺快。在软硬互层的地层中采用了小复合片全出刃型的镶嵌方式,既可用小规格($\varnothing 8 \text{ mm}$)复合片克取中硬~硬岩石,又可通畅排粉,提高效率。

2.5 复合片的镶焊角度

复合片的碎岩方式主要是靠压碎剪切作用来破碎岩石,随着地层硬度的由低到高,复合片的切削角度逐渐由小到大,所以复合片在钻头体上的镶焊角度应采用负斜镶 $10^\circ \sim 15^\circ$,即切削角 $> 90^\circ$ 。切削角可根据切削岩石的硬度来选择其大小,岩石较硬,切削角大,反之要小。径向角是切削具(复合片)表面和钻头径向平面之间的夹角,复合片钻头采用正径向角进行镶焊,钻进时岩粉容易导出,不糊钻,进尺较快。

2.6 保径和排水

采取硬质合金镶嵌在复合片钻头体的外径表面上,以此来做到保径的目的。同时复合片钻头必须有合理的水口和水槽,以更好地冲洗岩屑和冷却复合片。一般每组切削具应当配制一个水口,水口的总面积应大于钻头与岩心之间或者钻头与井壁之间的环状间隙面积。水口形状有矩形,半圆形,偏斜水口等。在钻头体内外壁加工水槽,目的是补充增加钻头内外环隙过水面积的不足,水槽必须与水口连通。在软岩层钻进初期,钻进效率很高,被破碎岩石的颗粒也较大,孔底岩粉多,钻进时岩粉排出不及时,滞留在孔底的岩粉在钻头唇面重复破碎,并附着在 PDC 附近形成泥包,堵塞水口,从而影响后期的

钻进效率。所以设计钻头时水路截面积要大,以使冲洗液有足够的流量把大量的岩粉及时排出,保证孔底清洁和冷却 PDC。

3 现场应用

3.1 钻头特点

根据该地区 2005 年施工情况,为解决软硬互层

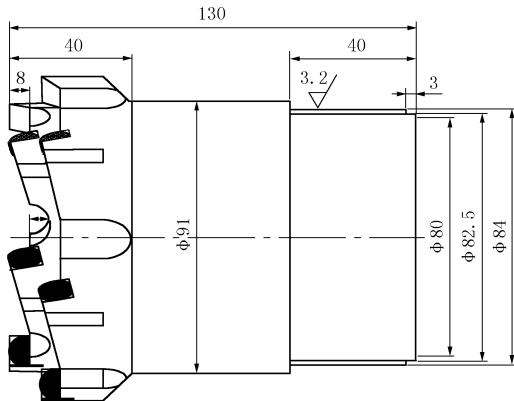


图 2 Ø110 mm 双环式复合片钻头结构参数示意图

转速使用 5 挡(188 r/min),6 挡(227 r/min)。钻压 6~15 kN,泵量 150 L/min。采用“较大钻压,低转速,小泵量”。钻压按每片复合片 1(软岩)~1.5 kN(硬岩)进行估算。

3.3 生产试验情况

在软硬互层地层采用合金钻头平均小时效率低于 0.5 m,钻头平均寿命低于 5 m,钻头成本为 30 元/m。

采用 4 个 Ø110 mm 双环式复合片钻头,在工作区的 HZK1-1 孔, HZK5-3 孔, HZK10-3 孔进行试验,完成泥岩、粉砂岩、硬钙质胶结砂岩进尺约 500 m,钻头基本完好,平均钻头寿命 125 m,平均小时效率 2.3 m,钻头单价为 1300 元,钻头成本为 10.4 元/m 以下。

钻头使用后无复合片掉片、断裂现象,照片如图 3。

4 结论

研究设计的 Ø110 mm 双环式复合片钻头能提高地浸砂岩铀矿中软硬互层地层的钻进效率,平均小时效率 2.3 m。

复合片钻头平均钻头寿命在 125 m 以上,钻头

钻进技术难题,我们设计加工了 Ø110 mm 双环式复合片钻头(见图 2)。Ø110 mm 双环式复合片钻头底唇面镶焊 6 组 12 片 Ø10 mm × 4.5 mm 的复合片,呈双环状排列,镶焊角取 15°,径向角取 15°,出刃高度设计为半出露型,钻头保径采用条状合金。

3.2 钻进技术参数

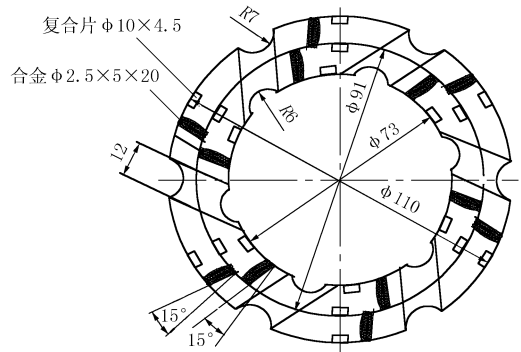


图 3 使用后 Ø110 mm 双环式复合片钻头

成本为 10.4 元/m 以下。可以在该地区地浸砂岩铀矿中推广应用。钻进规程一般为:较大钻压,低转速,中泵量。

参考文献:

- [1] 韩广德. 中国煤炭工业钻探工程学[M]. 北京:煤炭工业出版社,2000.
- [2] EJ/T 1140-2002. 地浸砂岩型铀矿钻探规范[S].
- [3] 胡辰光. 钻探工程技术及标准规范实务全书[M]. 合肥:安徽文化音像出版社,2003.
- [4] 赵尔信,等. 国内外钻探用金刚石复合性能研究[J],探矿工程,2003,(增刊):266-269.