

致密泥岩用新型巴拉斯钻头的设计与应用

陈云龙¹, 秦志坤², 王志刚², 阮海龙¹, 李 春¹

(1. 北京探矿工程研究所, 北京 100083; 2. 中煤华盛水文地质勘察工程公司, 河北 邯郸 056000)

摘 要: MK-2 井钻探工程是国家地质大调查计划“钾盐资源调查评价”项目中的施工工程, 由于该工程所在区域地层高研磨性、高弹塑性的特点, 致使钻井施工缓慢。针对这一难题, 研究设计了新型巴拉斯钻头, 并通过现场试验验证了这种新型钻头在该类地层的适应性, 同时总结出了相应的钻进工艺, 为以后钻进该类致密泥岩地层提供了有效的破岩工具。

关键词: 巴拉斯钻头; 致密泥岩; 钾盐钻探; 适应性; 岩心钻探

中图分类号: P634.4⁺1 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2012)12-0063-03

Design and Application of New Balas Bit for Dense Mudstone/CHEN Yun-long¹, QIN Zhi-kun², WANG Zhi-gang², RUAN Hai-long¹, LI Chun¹ (1. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China; 2. Huasheng Hydro-geological Survey and Engineering Company of Administration of Coal Geology, Handan Hebei 056000, China)

Abstract: MK-2 well drilling is a part of “potash resources investigation and assessment” project in the national geological survey program. Because of the high abrasive and high-elastic-plastic characteristics in this area, the drilling rate was very slow. In view of this situation, this new Balas bit was proposed and designed and the field tests were made to verify the adaptability of this new type of drill bit in such formations; the corresponding drilling technologies were summed up at the same time, which could be an effective rock breaking tool for drilling in the dense mudstone in future.

Key words: Balas bit; dense mudstone; potash drilling; adaptability; core drilling

0 引言

云南江城含盐带钾盐基准井——MK-2 井钻探工程, 是国家地质大调查计划“钾盐资源调查评价”项目中的施工工程, 承担着国家多项重要目标任务。井型为垂直井, 设计井深 3000 m。工程位于云南省江城县。2011 年 7 月, 中煤华盛水文地质勘察工程公司开始在该区域进行施工, 前期一直使用常规 PDC 钻头, 由于该区域地层的特殊性, 自开钻以来, 平均钻速 0.16 m/h, 机械钻速偏低, 钻井周期过长, 在该类地层, PDC 钻头难以发挥其优势, 钻进效果差, 严重影响到本区域勘探开发进度。为了能使“钾盐资源调查评价”项目顺利进行, 急需研制一种适应该类地层的钻头, 以期提高钻进速度, 缩短钻井周期, 降低钻井成本, 同时, 解决该类地层难钻进的难题, 为以后该类地层钻进钻头选型提供参考依据。

1 地层特点及钻进难度分析

根据前期实钻资料, 地层情况大致如下: 0 ~ 1565 m, 大段的泥砂互层(泥岩 100 多米、砂岩几十米间歇交错的巨厚层), 少量的方解石、泥质、石英

充填; 1565 m 以深大部分都是泥岩, 少量石英、石膏充填, 此套泥岩早期为胶泥, 后期在一定温度和压力下, 孔隙度减小, 胶结更加致密, 弹塑性、研磨性都很强, 可钻性极差, 在风化作用下, 表现为硬脆, 极易破碎。

根据以上特点分析, 钻进施工难度主要表现为:

(1) 含有一定的石英等硬夹层, 易发生频繁憋钻, 造成钻头磨损、掉齿、断齿现象, 导致钻头早期损坏, 甚至使钻具失效;

(2) 含大量致密泥岩, 研磨性很强, 易对钻头保径和切削齿造成损坏;

(3) 弹塑性很强, 切削齿难以压入地层形成体积破碎, 只能形成表面疲劳破碎, 产生的细小岩粉颗粒极易粘附钻头和切削具, 造成钻头泥包, 导致钻进困难。

2 常规PDC钻头现场使用情况及进尺缓慢原因分析

2.1 使用情况

中煤华盛水文地质勘察工程公司自开钻以来, 一直采用常规 PDC 钻头钻进, 平均机械钻速 0.16 m/h, 机械钻速偏低, 钻井周期过长, 严重影响到工

收稿日期: 2012-07-10; 修回日期: 2012-11-19

作者简介: 陈云龙(1985-), 男(汉族), 江西高安人, 北京探矿工程研究所工程师, 核燃料循环与材料专业, 硕士, 从事金刚石钻头、钻具的设计及制造工艺研究工作, 北京市海淀区学院路 29 号探工楼 207 室, cyl.011@163.com。

程进度。

2.2 进尺缓慢原因分析

笔者通过分析现场使用过的PDC钻头,发现较多的钻头表现为复合片非正常磨损而导致钻进缓慢;也有一些钻头表现为复合片正常磨损,钻头也不进尺;有一些钻头,只有少量的复合片有少量磨损,大部分复合片几乎不磨损,但进尺缓慢。

2.2.1 钻头复合片的非正常磨损

其损坏特征主要表现为:复合片碎裂、崩片,保径复合片崩片,复合片脱落,金刚石层脱落等现象。分析原因如下。

(1)复合片碎裂、崩片。由于地层中含有石英等一些硬夹层,另外再加上PDC钻头的冠部结构设计不合理,PDC钻头在钻进过程中突然遇到该类硬夹层时,PDC切削齿受力不均^[1],导致钻头出现憋钻、跳钻现象,这期间产生的瞬间荷载足以使某个部位的切削齿碎裂、崩片。

(2)复合片脱落。这是因为复合片与钻头基体焊接不牢固所致,如果焊接不牢固,当钻进时突遇较大瞬间荷载作用时,很容易出现复合片掉片现象。

(3)金刚石层脱落。由于水力结构设计不合理,冲洗液不能为PDC切削齿(复合片)提供良好的清洗与冷却,致使PDC层(金刚石层)的工作温度过高^[1],导致金刚石层出现微裂纹,当有外载力作用在PDC切削齿上时,就导致了切削齿上金刚石层的脱落;同样因为水力结构设计存在问题的原因,钻进时由切削齿机械破碎的岩屑不能及时被清除,细小的粘土颗粒粘结到切削结构以及钻头体上形成泥包,并在井底被重复切削,严重削弱了钻头的破岩能力,致使机械钻速降低,进而影响进尺。

2.2.2 钻头复合片几乎不磨损但进尺缓慢

由于地层存在大量的弹塑性泥岩,而PDC切削齿对这类弹塑性岩层的切削过程是一个剪切滑移的过程,由于复合片的切削刃被磨成小的平面,致使复合片的压入深度微小,复合片在泥岩的表面重复剪切滑移^[2],最终导致了较低的机械钻速。

3 新型钻头设计方案

笔者通过上述对地层条件以及常规PDC钻头现场使用情况及进尺缓慢原因分析研究之后,提出了针对致密泥岩地层特点的新型巴拉斯钻头设计方案。

3.1 钻头冠部轮廓设计

根据致密泥岩地层特点,该类地层属中硬地层,根据钻头轮廓设计特点^[3],选择浅锥冠部轮廓,如

图1所示。这种设计的特点:一是使钻头从内保径切削齿圆滑过渡到外保径切削齿;二是能够避免钻头在钻进过程中由于轮廓剖面形状突变,使切削齿切削地层时受力不均,导致部分切削齿受到瞬间荷载而导致钻头先期损坏,延长钻头使用寿命。

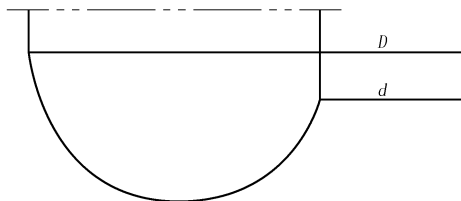


图1 钻头冠部轮廓图

3.2 钻头切削结构设计

由于地层具有弹塑性和研磨性的特点,所以切入具既要有足够的锐度以保证切入地层的深度又要有一定的耐磨性以保证钻头寿命。因此,选择了人造热稳定三角聚晶金刚石(巴拉斯)作为切削元件。切削齿布置如图2所示。

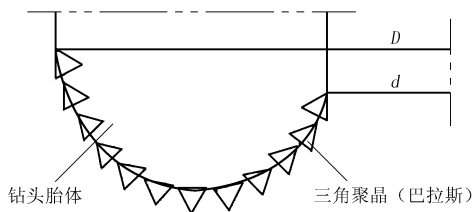


图2 钻头切削齿布置图

3.3 钻头水力结构设计^[4]

针对上述对回收的PDC钻头水力结构设计所导致的问题,本设计适当增加了钻头主水路(排屑槽)的深度和宽度,并在钻头刀翼上增加了副水路(水路分布如图3所示),及时清洗岩屑和冷却切削齿,减少热磨损,避免岩屑粘结到切削结构以及钻头体上形成泥包,使机械钻速能得到保证。

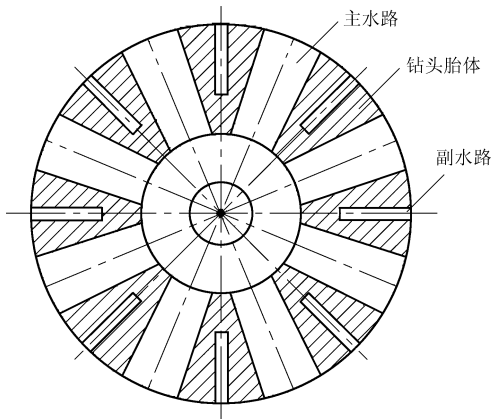


图3 钻头水路分布平面图

3.4 钻头保径设计^[5]

根据地层研磨性强的特点,由于使用复合片作为保径片时容易出现崩片的现象,因此,为了取得较好的保径效果,设计采用人造圆柱聚晶的保径措施,以提高耐磨性,尽可能使钻头不缩径,确保钻头寿命。

4 钻头现场使用情况

4.1 钻进设备及钻进参数

主要钻进设备:GZ-3000(大庆-130)型钻机,RL3NB-1300A型泥浆泵,川7-4钻具,Ø127/80 mm钻杆。

钻进参数:钻压50~60 kN,转速65 r/min,排量32 L/s,泵压7.5 MPa,泥浆密度1.31~1.33 g/cm³,泥浆粘度75~78 s。

4.2 钻头使用情况

新型巴拉斯钻头在设计制造完成之后,下入MK-2钾盐基准井进行了试验。MK-2井钻进至1973.47 m时下入Ø212/100 mm TC436M型巴拉斯取心钻头,经过0.5 h钻进沉砂探底工作后到达井底,循环泥浆开始正常钻进,试验钻进1 m后,将钻压稳定在50 kN,泵压稳定在7.5 MPa钻进,钻进10 m后,钻速有点下降,接单根后在其它钻进参数不变的情况下,将钻压提至60 kN,又钻进4 m后出现憋泵现象,将钻压重新调回至50 kN,直至钻完第一个回次,此回次钻进层位为1973.47~1990.37 m,进尺16.9 m,纯钻时间46 h,平均机械钻速0.37 m/h。

第一个回次完成之后对取上的钻头进行检查,发现钻头未有很明显的磨损,由于钻头新度较高,决定再次用该钻头继续钻进,跟第一个回次一样,先进行探底后正常钻进,试验钻进1 m后,将钻压稳定在60 kN,泵压稳定在7.5 MPa,钻进5 m后,在其它参数不变的情况下将钻压调至50 kN,直至钻完第二个回次,此回次钻进层位为1990.37~2006.87 m,进尺16.5 m,纯钻时间50 h,平均机械钻速0.33 m/h,机械钻速相比于第一个回次有点下降,这是钻头正常磨损所致,属正常现象。钻头使用前对比见图4,钻头使用情况如表1所示。

由表2可以看出,在同区域相同地层中巴拉斯钻头机械钻速远高于常规PDC钻头,平均机械钻速最多增加了0.21 m/h,提高了131%,且钻头钻进完第二个回次之后,钻头除少量切削齿有碎裂之外,基本上保持完好,新度可达80%以上,预计钻头寿命

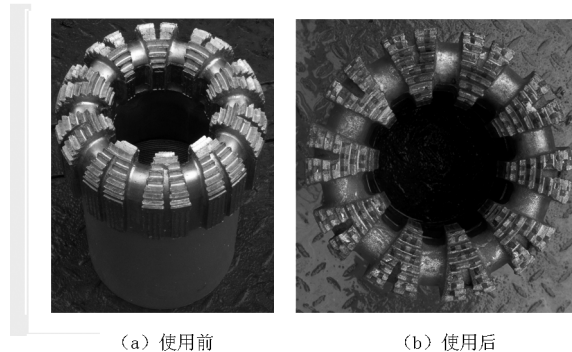


图4 巴拉斯取心钻头

表1 钻头使用情况对比表

井号	层位/m	进尺 /m	纯钻时 间/h	平均机械钻速 /(m·h ⁻¹)	钻头 类型
MK-2	1959.27~1973.27	14.2	88	0.16	常规PDC
MK-2	1973.47~1990.37	16.9	46	0.37	巴拉斯
MK-2	1990.37~2006.87	16.5	50	0.33	巴拉斯

可达100 m,单只钻头进尺也高于常规PDC钻头。

通过此次试验发现,使用了研制的新型巴拉斯钻头之后,机械钻速提高了很多,并实现了单只巴拉斯钻头在致密泥岩地层保证较高钻速的同时还有较好的进尺目标,试验效果令人满意。

5 结论

(1)新型巴拉斯取心钻头,结构设计合理,能很好地提高钻头的碎岩能力及其钻进过程中的稳定性;水力结构设计科学,使排屑通道流畅。这些都能很好地满足致密泥岩地层快速钻进的要求。

(2)新型巴拉斯取心钻头能很好地提高致密泥岩地层的机械钻速,并保证一定的钻头寿命,能有效地控制钻井成本,取得较好的经济效益。

(3)新型巴拉斯取心钻头,很好地解决了该类地层难钻进的难题,为以后在该类地层钻进钻头选型提供了更多的选择,值得大力推广。

参考文献:

- [1] 李国安,宋全胜.聚晶金刚石复合片(PDC)钻头的失效分析[J].华中科技大学学报,2002,30(1):62-64.
- [2] 李田军,鄢泰宁,等.复合片切削刃的工作机理[J].煤田地质与勘探,2011,39(2):78-80.
- [3] 李树盛,蔡镜仑,马德坤.PDC钻头冠部设计的原理与方法[J].石油机械,1998,26(3):1-3.
- [4] 刘广志,等.金刚石钻头手册[M].北京:地质出版社,1991.
- [5] 赵尔信,等.金刚石钻头与扩孔器[M].北京:地质出版社,1982.