

气动潜孔锤钻井工艺在煤层气井的应用实践

胥 刚

(安徽省煤田地质局第三勘探队,安徽 宿州 234000)

摘 要:介绍了气动潜孔锤钻进的工作原理、钻具组合、主要技术参数的计算和选择,并通过实例介绍了气动潜孔锤在煤层气井钻井中所遇到的问题与处理方法。

关键词:潜孔锤;煤层气;钻井

中图分类号:P634.5⁺6 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)S1-0276-03

煤层气俗称“瓦斯”,其主要成分是甲烷,以吸附形式存在于煤层中的非常规天然气,是一种清洁能源。同时煤层气在煤矿生产中又是一种有害气体,对煤矿安全生产造成巨大威胁,所以开发利用煤层气这一清洁能源,解决煤矿安全生产都具有重大的现实意义。

我单位于2008年进入山西晋城市沁水县施工,其中在潘庄区块施工了20口煤层气生产井。该区块煤层稳定,构造简单,但地形起伏较大,区内山高谷深,地形复杂。

1 地质概况

1.1 地层

钻遇地层自上而下为:

(1)第四系,厚度20~30 m,岩性为红色粘土层及砂砾层;

(2)二叠系上石盒子组,厚度460~490 m,由砂岩、粉砂岩及杂色泥岩互层,底部的 K_{10} 粗砂岩为下石盒子组分界标志层;

(3)二叠系下石盒子组,厚度50~80 m,上部为粉砂岩、细砂岩,灰白色含铝泥岩,俗称“桃花泥岩”,是标志层;中下部灰绿色、灰色泥岩,浅灰色细中粒砂岩, K_8 中粒砂岩;

(4)二叠系山西组,厚度40~55 m,灰—深灰色粉砂岩、中—细粒砂岩和灰黑色泥岩及煤组成,目的煤层3号煤位于下部,厚度6.2 m左右。

(5)石炭系上统太原组,厚度80~110 m,由深灰色石灰岩、泥岩、砂质泥岩、粉砂岩和浅灰色砂岩以及煤组(厚度<1 m)。

1.2 水文地质

在第四系砂砾岩,孔隙含水层地层中,接受大气降水补给,富水性不大。

二叠系含水层主要是煤层上部砂岩裂隙含水层,不同位置的裂隙发育程度不均匀,即不同地点、不同深度富水性差别较大。

2 气动潜孔锤正循环钻进技术

2.1 潜孔锤钻进工作原理

气动潜孔锤钻进过程中,压缩空气经钻杆内孔道传输给冲击器,高压空气驱动冲击器内的活塞作高频往复运动,并将该运动所产生的动能不断地传递到钻头上,使钻头获得一定的冲击功。钻头在该冲击功的作用下,连续对孔底岩石施行冲击,形成体积破碎,然后通过钻具带动冲击器回转,不断形成对岩石的脉动破碎,同时利用冲击器排出的压缩空气,对钻头进行冷却并将破碎下来的岩屑沿井壁与钻具之间的环状间隙排出井口,从而完成正循环孔底冲击回转钻进过程。由于气体的密度低,因此气动潜孔锤钻井工艺是一种欠平衡钻井工艺。

2.2 钻进参数

2.2.1 钻压

潜孔锤破碎岩石时钻压的作用是保证钻头齿与岩石紧密接触,克服冲击器及钻头的反弹力,以便有效地传递来自冲击器的冲击功。

由于所钻岩层硬度不等,所需钻压也不相同,通常是以钻头刚接触井底岩石时,根据破碎岩石的声音来判断。如声音均匀、清脆、进尺快就是合理钻压。如 $\varnothing 215.9$ mm钻头所用钻压范围为8~14 kN。

2.2.2 转速

气动潜孔锤冲击回转钻进,回转只是为改变钻

收稿日期:2013-06-30

作者简介:胥刚(1959-),男(汉族),河南光山人,安徽省煤田地质局第三勘探队高级工程师,钻探工程专业,从事钻探工程与煤层气勘探技术与管理工作,安徽省宿州市北关,3kxg@163.com。

头硬质合金的冲击破岩位置,避免重复破碎,因此钻具的转速按潜孔锤的冲击频率和所钻岩石的物理机械性质来确定。

据有关资料介绍,冲击间距存在最优冲击间隔,一般潜孔锤回转最优转角值为 11° 。最优转角、转速与冲击频率之间的关系为:

$$n = Af/360$$

式中: n ——钻具回转速度, r/min ; A ——最优转角, $(^\circ)$; f ——冲击频率, $次/min$ 。

通常转速在表土层段为 $50 r/min$ 左右;基岩段为 $20 \sim 40 r/min$ 。

2.2.3 风压

潜孔锤的冲击频率和冲击功都与风压有密切关系。在潜孔锤钻进时,风压随钻进深度变化而变化(随井深增加而增大),除正常工作所需风压外,还应考虑克服管道压力损失、井深沿程压降及克服井内水位以下的水柱压力等因素的影响。

2.2.4 风量

潜孔锤正循环钻进时,为能正常排除井底岩屑,必须满足风量在钻杆与井壁环空间隙最低上返速度 $> 15 m/s$ 。

$$Q = V \times S$$

式中: Q ——空压机供风量, m^3/min ; V ——环空排屑上返风速, m/min ; S ——钻杆与孔壁环状空间面积, m^2 。

如风量小则难以排除井内岩屑,从而影响钻进效率,甚至发生卡、埋钻事故。

2.3 气动潜孔锤钻进煤层气井的优点

(1)对煤储层的伤害小;(2)利于岩屑录井;(3)对环境污染小。

3 施工实例

在潘庄区块施工煤层气生产井 20 口,井深最浅 590 m,最深 740 m,平均井深 690 m。

3.1 地质设计与技术要求

设计井型为垂直井型,二级井身结构,套管完井。

3.1.1 井身结构

(1)一开, $\varnothing 311 mm$ 钻头钻进,穿过第四系进入基岩风化带下 10 m,下 $\varnothing 244.5 mm$ 表层套管,水泥固井,水泥返至地面,建立井口。

(2)二开, $\varnothing 215.9 mm$ 钻头钻进,穿过 3 号煤层底板下 60 m 完井,下 $\varnothing 139.7 mm$ 生产套管,水泥固井,水泥返高至 3 号煤上 200 m。

3.1.2 井身质量

(1)井斜:最大井斜角 $< 3^\circ$,每 30 ~ 50 m 测斜一次;(2)井斜全角变化率:连续 3 个点不大于 $1.3^\circ/25 m$;(3)井底水平位移: $\geq 20 m$;(4)井径扩大率:一般地层井段 $\leq 20\%$,煤层井段 $\leq 35\%$ 。

3.2 主要设备与钻具选择

3.2.1 钻机

雪姆公司 T130XD 全液压动力头车载钻机,该钻机可应用于空气潜孔锤钻进、空气泡沫注水钻进和选配泥浆泵用泥浆护壁回转钻进。

3.2.2 外配设备与机具

(1)移动式寿力牌 825VH 型空压机,排气量 $23.4 m^3/min$,额定排气压力 2.4 MPa;(2)TBW850/5A 型泥浆泵;(3)钻具: $\varnothing 114 mm$ 外平钻杆, $\varnothing 121 mm$ 钻铤, $\varnothing 159 mm$ 钻铤, $\varnothing 159 mm$ 无磁钻铤;(4)DTH180、DTH275 无阀冲击器,锤头为凹底型,锤头直径 311、215.9 mm;(5)BZE - MR $\varnothing 30/45$ 电子多点测斜仪,测斜绞车。

3.3 钻进方法选择

一开井段,如表土层浅(1 ~ 2 m),在井口埋入井口管,用潜孔锤钻进。如表土层厚(20 ~ 30 m),用泥浆作冲洗液,三牙轮钻头回转钻进。

二开井段,采用空气或空气泡沫作冲洗介质潜孔锤钻进。

3.4 钻具组合与钻进参数

(1)一开, $\varnothing 311 mm$ 钻头(或潜孔锤)— $\varnothing 159 mm$ 钻铤。钻进参数见表 1。

表 1 钻进参数表

钻进方法	钻压 /kN	转速 /($r \cdot min^{-1}$)	泵量 /($L \cdot min^{-1}$)	风量 /($m^3 \cdot min^{-1}$)	风压 /MPa
气动潜孔锤钻进	8	40 ~ 60		38	0.3 ~ 0.8
泥浆护壁 回转钻进	8 ~ 10	100 ~ 140	850		

(2)二开, $\varnothing 215.9 mm$ 锤头—潜孔锤— $\varnothing 159 mm$ 无磁钻铤(1 根)— $\varnothing 159 mm$ 钻铤(4 根)— $\varnothing 121 mm$ 钻铤(2 根)— $\varnothing 114 mm$ 钻杆。

钻进参数:转速 20 ~ 40 r/min ,钻压 8 kN,风量 $32 m^3/min$,风压 2 ~ 2.5 MPa。

3.5 钻井井身质量

所施工的 20 口煤层气生产井,均为直井,平均井深 690 m,平均机械钻速 10 m/h 左右,最高达 20 m/h。

平均单井钻井周期 6.5 天,而且井身质量好,均达到规范要求。井身质量见表 2。

表2 井身质量统计表

平均井深 /m	井斜 /(°)	最大“狗腿”度 /[(°)· 25 m ⁻¹]	井底最大位移 /m	一般地层段井径平均扩大率 /%	煤层段井径扩大率 /%
690	<2.5	0.9	5.7	≤8	≤11

3.6 钻进中遇到的问题与处理

3.6.1 涌水量大井段的钻进问题

施工 YH07a 井中,当钻进到井深 508 m 时,遇到进尺慢的情况,井口排渣与水量还正常,但风压增高,被迫提钻检查。经在地面检查潜孔锤,工作正常。随后下钻具,由于该井下部井段涌水量约 20 m³/h,井内水位上升,由于司钻经验不足,一次将钻具下到井底,造成井内液柱压力增大,启动空压机送风困难,然后将钻具提到 200 m,启动空压机分段向下吹井,才将钻具下到井底进行钻进。钻进中钻速低(6 m/h),而且风压高,岩屑上返困难,通过泡沫泵注入 1% 浓度的 ADF 泡沫剂,降低井内液柱压力,井口岩屑上返正常,实现正常钻进。在施工的 20 口井中,最小单井排水量达 80 m³/天,最大单井排水量达 300 m³/天。

3.6.2 潮湿地层井段钻进问题

在 YH35c 井施工中,井深 175 m 以浅井段钻进,井口返上的岩屑比较干燥,伴随粉尘排出井口。向下继续钻进约 50 m 后,井口排出的岩屑逐渐变为潮湿,还伴有成泥球状的岩屑,而且井口排出的岩屑量也逐渐减少。当时钻车上的泡沫泵坏了,不能注入泡沫液或清水。由于没有经验,又继续钻进 2 单根,随后司钻发现回转扭矩逐渐增大,最后发生钻具上下活动只有 0.1 m,向上提拉不动,井口返风,但风量小,仪表反映风压高。

后经向兄弟井队请教,将动力头接头卸开,从钻杆内注入大量清水,接上动力头向井内送风进行吹孔,约 10 min 后井口返气量逐渐增大,同时串动钻具活动范围增大,再次用同样的方法向井内注入清水送风吹孔,最后将钻具提出。

钻进这类岩层,司钻要注意观察井口钻屑的上返情况,当发现上返钻屑呈泥球状时,应马上向井内注入清水同时加入泡沫剂,避免排粉不畅造成井壁泥皮增厚缩径而引起埋钻事故的发生。

3.6.3 冲击器堵塞的问题

潜孔锤钻进施工中,有时会遇到冲击器堵塞的现象。例如在施工 YH10b 井时,当时井深 635 m,司钻打完单根后,由于继续吹井时间短,停风接好单根后再次送风,冲击器工作不正常(时断时续),从而

被迫提钻检查,经检查发现冲击器内堵塞有钻屑。

分析认为潜孔锤钻进进尺快,在钻进回次结束后没有进行充分吹井。停止送风卸开井口钻杆后,由于钻杆内压力骤降,冲击器内的逆止阀损坏时,将引起冲击器倒吸钻屑造成堵塞。或由于钻具内腔有杂物,在送风后杂物顺风下移,卡在冲击器的尾管接口与逆止阀处,造成在停止送风后,逆止阀不能关闭,从而导致冲击器倒吸钻屑被堵塞。

预防措施:(1)使用前检查好冲击器,重点检查止逆塞工作可靠,确保工作正常;(2)接单根时检查钻具,确保钻具内腔无杂物;(3)回次终了将钻具脱离井底 0.1 m 左右,吹井一段时间,再停止送风卸钻具,保持井内干净,以防冲击器倒吸钻屑。

3.6.4 测井中所遇问题

煤层气井钻进到设计井深后要进行测井。所施工的 20 口井中有 5 口井由于井内水位低,在上部井段(通常在 150 m 以浅)无水位,在测井中由于井下仪不能被井内的液体包围,导致部分测井参数不能反映出地层岩性的真实参数。

应对措施:井场配备 50 m³水箱 3 个,排污泵 3 台。测井中在测井仪将要提到井内无水位井段之前,通过 3 台泵同时向井内注水,使井内水位升高,可满足测井要求。

4 结语

(1)气动潜孔锤钻进施工煤层气井,因是欠平衡钻井,对煤储层的伤害小,井身质量好,同时利于岩屑录井。

(2)在钻进过程中,应随时观察扭矩、风压变化,发现问题及时分析解决,避免井内事故的发生。

(3)用空气潜孔锤钻进,不可盲目追求进尺,回次终了应充分吹孔,以防卡埋钻事故。

(4)认真检查冲击器与钻具,确保钻具内腔无杂物,预防冲击器堵塞。

(5)加强对人员的培训,掌握空气潜孔锤钻进工艺技术,以便应对井内复杂情况。

参考文献:

- [1] 刘建华,魏淑华,等.空气潜孔锤钻进技术在铝土矿钻探施工中的应用试验[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(1):28-30.
- [2] 董润平,胡忠义.RD20 II 型钻机及空气潜孔锤钻进施工中若干问题探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(12):50-53.
- [3] Q/CUCBM 0301-2005,煤层气钻井工程质量验收评级标准[S].