

# 盐井定向对接施工工艺研究

张燕民, 郭冬兰, 张灯国

(肥矿龙兴地质勘探有限责任公司, 山东 肥城 271608)

**摘要:**通过丰县采1、采2一对盐井施工实例,介绍了盐井定向对接工程的特点以及主要施工仪器、设备性能;运用微积分学对钻井定向段进行了精确设计,对地质模型进行了数字化处理,为工程提供了可靠的施工依据,同时也为该类工程施工提供了技术参考意见。

**关键词:**盐井;定向对接;螺杆钻具

**中图分类号:**TD42;TD421.2+5

**文献标识码:**A

定向对接依靠螺杆钻具做动力,配合随钻测斜仪的定向测斜功能,可在千米下的盐岩层中完成两口井对接连通,并且能在目的盐层中水平钻进上百米的距离。该项技术的应用减少了卤水生产成本消耗,增大了采卤产量和开采范围,使生产效益得到了很大提高。

## 1 主要施工设备及仪器

(1)钻机。TSJ-2000E型水文钻机。该钻机功率大,扭矩强、转动平稳,操作简单。其钻速和给进压力均可在较宽范围内调整。特别是它的转盘,可以满足定向钻进中对钻具无旋转和复合式旋转的双向要求。

(2)泥浆泵。TBW1200/7B型泥浆泵。其较好的稳定性可满足深井螺杆钻进中对大泵量、大泵压的要求。

(3)螺杆钻具。螺杆钻具是一种以钻井液为动力液的井下动力钻具,是一种容积式马达。泥浆泵泵出的钻井液从钻柱进入螺杆钻具的马达,在马达的两端形成一定压力差,推动马达的转子旋转,并将扭矩和转速通过万向轴和传动轴传递给钻头。利用螺杆钻具这一特点可完成定向井和水平井钻探施工。

(4)随钻测斜仪。随钻测斜仪具有随钻测斜、定向功能。主要由3个加速度计和3个磁通计组

成,前者可以感受重力加速度在3个方向上的分量,后者感受地磁在3个方向上的分量。测斜仪跟地面解调器配合通过供电电缆把脉冲信号传输到地面。地面计算机再把脉冲信号转换成数值并进行工具面、井斜、方位、温度等量的计算,可随时向操作人员提供钻孔钻进轨迹参数。

## 2 工程实例

### 2.1 工程概况

在江苏丰县施工一对对接井:采1井与采2井,其中采1井为直井,终孔深度为1 024.5 m,主要地层层位如表1所示;采2井为定向对接井。采1井与采2井相距222 m,方向为NE 18°,地层倾角12°,要求在第四盐层内完成两井对接,并且钻孔在该盐层内穿越距离不低于100 m。

表1 采1井主要地层统计(m)

岩石名称	顶板深度	底板深度	岩层厚度	备注
第五盐层	1000.0	1014.2	14.2	
泥灰岩	1014.2	1016.7	2.5	
第四盐层	1016.7	1024.5	7.8	目的层

### 2.2 工程设计

如图1所示:A点为直孔段最底部点,也是造斜始点, $\theta_1$ 为该点处钻孔倾角;B点为造斜终点,也是水平井段始点,是钻孔进入目的层的开始点, $\theta_n$ 为

\* 收稿日期:2009-04-07;修订日期:2009-06-26;编辑:曹丽丽

作者简介:张燕民(1976—),男,山东菏泽人,工程师,主要从事技术管理工作。

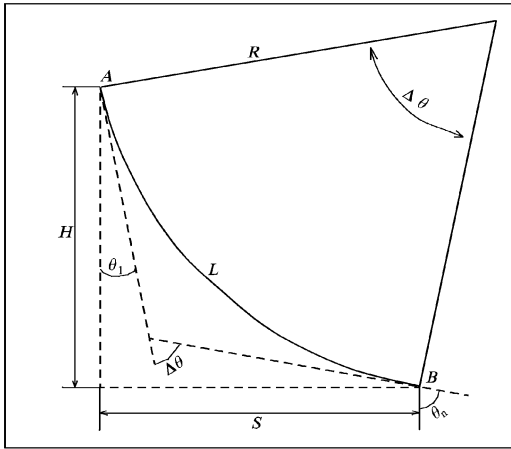


图1 定向钻孔轨迹设计图

该点处钻孔倾角(在数值上等于90减地层倾角,即  $\frac{13}{30}\pi$ );  $H$  为  $A, B$  两点的垂直深度;  $S$  为  $A, B$  两点的水平位移;  $L$  为造斜段形成的弧线,其半径是  $R$ , 曲率为  $k$ 。则可导出以下算式:

$$R = \frac{1}{k} \quad (1)$$

$$H = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{1}{k} \cos\theta \times d\theta = \int_0^{\frac{13\pi}{30}} \frac{1}{k} \cos\theta \times d\theta = \frac{1}{k} \sin 78^\circ \quad (2)$$

$$S = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{1}{k} \sin\theta \times d\theta = \int_0^{\frac{13\pi}{30}} \frac{1}{k} \sin\theta \times d\theta = \frac{1}{k} (1 - \cos 78^\circ) \quad (3)$$

$$L = \frac{2\pi R}{360} \times (\theta_2 - \theta_1) = \frac{1}{k} \times 0.01745 \times 78 = \frac{1.3611}{k} \quad (4)$$

式中曲率  $k$  就是用螺杆动力钻具造斜时, 钻孔每米倾角度数增量(弧度)。例如该井造斜段所用螺杆钻具为单弯  $1.50^\circ$ , 其每米造斜率约为  $0.5^\circ$ , 则  $k = 0.009$ 。将  $k$  值分别代入(1), (2), (3), (4)求得:  $R = 111.11 \text{ m}$ ,  $H = 108.68 \text{ m}$ ,  $S = 88 \text{ m}$ ,  $L = 151.23 \text{ m}$ 。利用三角函数可求得  $A$  点离地面距离  $L_0 = 1024.5 - H - (222 - 88) \times \tan(12^\circ) = 880.5 \text{ m}$ 。根据上述计算可知: 采2井钻进至孔深880m左右就要开始采用单弯  $1.50^\circ$  螺杆钻具定向造斜, 在孔深1031m钻遇第四盐层点, 预计在第四盐层内水平穿越137m可实现与采1井对接贯通。

### 2.3 工程施工

(1) 施工流程。对接井施工工艺流程如图2所示。这一流程中, 施工的关键是保直钻进、强造斜和水平钻进工艺。

(2) 直井段保直钻进。该井段严格控制钻塔天轮、立轴与孔口的各中心线必须在同一条支线上, 并

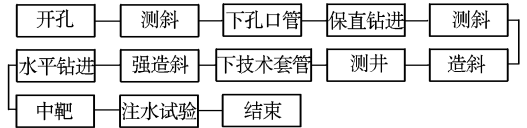


图2 定向对接钻井施工流程图

经常性地用水平仪和经纬仪校核, 杜绝设备原因造成的孔斜。钻具按照“满、刚、直”的要求, 在钻头上等间距布置比钻头直径略小的稳定器, 根据进尺和岩石硬度等情况对钻压、钻速作规范要求。在该井段施工过程中, 每50m测斜一次, 每10m一个点, 密切测量和观察钻孔轨迹。经过严密控制, 孔深880m进行测斜, 钻孔顶角  $1.5^\circ$ , 偏移距3.15m, 偏斜率仅为0.358%, 且偏斜方位基本朝向采1井, 为下部定向阶段创造了良好条件。

(3) 强造斜钻进工艺。强造斜阶段即增斜阶段, 它是从垂直井段施工完毕开始的, 这一阶段全是使用螺杆动力钻具来完成。在钻井液循环通过动力钻具时, 驱动动力钻具转动并带动钻头旋转破碎岩石。而动力钻具以上的整个钻柱都是不旋转的, 这种特点对于定向造斜是非常有利的。该次施工的采2井从孔深880m开始增斜, 使用  $\Phi 95 \text{ mm}$  单弯  $1.50^\circ$  螺杆动力钻具, 到孔深1032.8m进入目的盐层, 整个造斜段152.8m, 造斜率达到  $0.51^\circ/\text{m}$ , 钻井倾角达到  $78^\circ$ , 基本与地层平行, 达到了工程技术要求, 并为下部水平段钻进做好准备。

(4) 水平段保直钻进。为保证和靶井对接, 施工钻井的钻进方位不能发生变化, 并且钻井中心线始终要在第四盐层内, 不能偏离出目的层。钻井在进入第四盐层中所使用的保直组合钻具和强造斜组合钻具的原理相似, 只是所使用螺杆钻具技术参数稍有不同, 此阶段钻进使用的螺杆钻具弯度较小, 目的是尽可能地保持钻井倾角不变化。在采2井使用  $\Phi 95 \text{ mm}$  单弯  $0.75^\circ$  的螺杆, 在第四盐层中水平保直钻进135.2m, 钻井轨迹一直在矿层中下部延伸, 满足了施工设计要求<sup>[1]</sup>。

### 2.4 效果评价

采2井自开工到竣工验收, 耗时86天, 完成钻探进尺1168m。从孔深880m开始造斜, 于孔深1032.8m进入目的层(第四盐层), 钻孔倾角达  $78^\circ$ , 在第四盐层内水平穿越135.2m, 从未偏离出盐层, 保证了两井之间矿产资源最大限度的开发。钻进至孔深1168m时, 发现孔口不返浆, 泥浆池中冲洗液

大量消耗,并掉钻2.5 m,说明采2井已进入采1井井底溶腔,实现了与采1井对接贯通(图3,图4)。

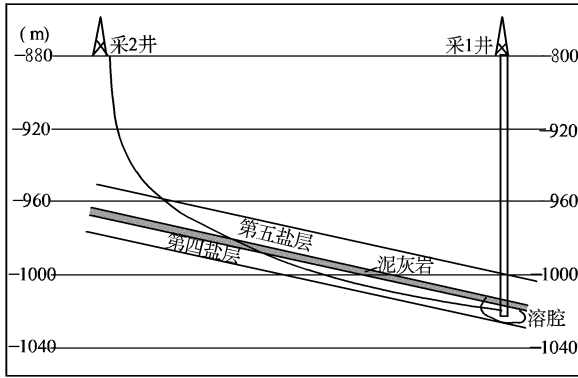


图3 采1—采2 钻井剖面投影图

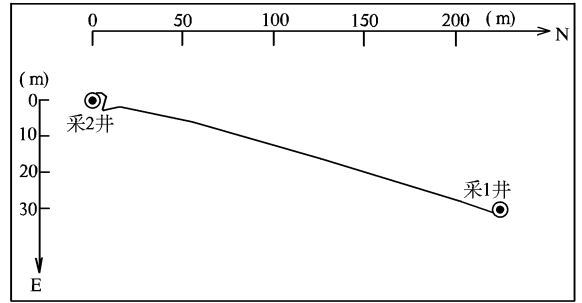


图4 采1—采2 钻井水平位移投影图

### 3 结论

(1)可靠的施工设计,特别是定向造斜段的设计是整个工程顺利施工的前提。

(2)直孔段是整个定向对接钻井工程的基础。直孔段施工进度如何以该段的偏斜情况直接影响下部造斜段的设计与施工。

(3)测斜、准确判层是整个定向对接工程的关键,只有准确的钻孔轨迹和地层定位才能为下一步定向钻进设计和施工提供可靠的科学依据,提高定向对接的成功率。

### 参考文献:

[1] 胡晨光. 钻探工程技术及标准规范实务全书[M]. 安徽文化音像出版社,2005:975-978.

## Study on Docking Orientation Technology Used in No. 1 and No. 2 Mining Salt Well

ZHANG Yan - min, GUO Dong - lan, ZHANG Deng - guo

(Longxing Geological Exploration Limited Corporation of Feicheng Limited Corporation, Shandong Feicheng 271608, China)

**Abstract:** Through the construction example of No. 1 and No. 2 mining salt well, the characteristics of orientation and docking, major construction equipment and equipment performance are introduced in this paper. By using calculus, directional drilling sections are designed, and geological models are conducted by digital processing. These will provide reliable basis and technical advice for engineer construction.

**Key words:** Salt well; orientation and docking; screw hole