

土耳其 Beypazari 天然碱矿对接井工程的组织与管理

逢 磷

(东北煤田地质局 103 勘探队, 辽宁 辽阳 111004)

摘要: 土耳其贝帕扎里(Beypazari)天然碱矿溶解采矿项目是目前为止,世界最大规模的水平对接井工程,技术难度之高在国内外均属罕见,钻井工程的特殊性和复杂性决定了其钻井地质技术工作的难度。本文对施工实践中钻井地质工作的组织与管理经验进行了总结,对将来其他同类型钻井工程的地质技术工作具有较大的借鉴意义。

关键词: 天然碱矿;水平对接井;钻井地质;组织与管理;地质导向钻井

中图分类号: P634.7

文献标识码: A

文章编号: 1672-7428(2009)S1-0182-05

1 项目概况

土耳其贝帕扎里(Beypazari)天然碱矿溶解采矿项目是由中国多家单位联合承揽的大型国际采矿工程,中国地质科学院勘探技术研究所和东北煤田地质局一〇三勘探队在此项目中负责钻井工作。

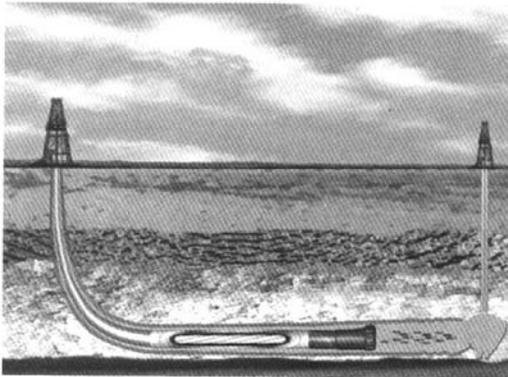


图1 天然碱矿溶解采矿对接井组示意图

本项目采矿方法为水平对接井。开采单位为井组开采(见图1),既每个井组为一垂直井和一水平井经过水平对接连通后而组成。垂直井深450~500m,矿体以上下入 $\Phi 139.7\text{mm}$ 套管固井,水平井在水平段(矿体)以上造斜井段及垂直井段下

$\Phi 139.7\text{mm}$ 套管固井。水平井水平井段在矿层中裸眼钻进并与垂直井同一矿层对接连通,两井井距500m,水平段长300m。井组连通后,一口井注入热水溶解矿体,另一口井通过压差流出达到设计浓度的卤水,即为一对井组竣工。

本项目共设计30对井组开采,总进尺约4万米,是目前为止世界最大规模的对接井工程,技术难度之高在国内外均属罕见。工程于2003年施工了一对实验井后,在2005年6月开始正式开工,2007年2月全部完成并交付业主使用。该项目钻井工程是我国地勘行业第一个具备高技术附加值的国外项目,创下了井距、水平井段、施工速度等多个记录,为我国对接井技术实现了新的跨越,被评价为我国地勘单位承包外国重大工程项目的里程碑。

2 矿区地质简述

2.1 地层

(1) 始新统及以前地层:包括侏罗系,白垩系沉积地层,为角砾碎屑岩、厚层生物亮晶灰岩、硅质石灰岩。

(2) Boyali(玻亚里组)地层:属上第三系河流冲积相,由火山碎屑岩、砂岩、泥砂岩、泥岩组

收稿日期:2009-08-30

作者简介:逢磷(1971-),男(汉族),辽宁朝阳人,东北煤田地质局103勘探队队长、总工程师、高级工程师,水文地质工程地质专业,从事钻井施工、技术管理工作,国土资源部“百人计划”资助人员,辽宁省辽阳市白塔区繁荣路159号。

成。该组在上部和下部各沉积有一层褐煤。

(3) Hirka (河卡组) 地层: 贝帕扎里天然碱矿产于该组地层。其组成有泥岩、粘土岩、油页岩、天然碱、石灰质页岩、白云石灰岩、泥砂岩, 部分地段夹碎屑岩和凝灰岩。

(4) Karadoruk (卡拉杜鲁克组) 地层: 由硅化石灰岩、黑硅石、凝灰岩、粘土岩和泥岩组成, 厚约 150 米。该组地层下部和上部均为石灰岩层, 中部为绿色粘土岩和层状黑硅石 (角岩)。

(5) Sariagil (沙里亚吉组) 地层: 主要由略呈绿色的灰粘土岩和层凝灰岩互层, 部分地段夹有中厚层状石灰岩, 厚度在 40 ~ 80m。

(6) Cakiloba (卡基鲁巴组) 地层: 由含黑硅石的石灰岩组成, 其上部和下部分别为凝灰岩、粘土岩和泥灰岩互层, 该组岩石有断裂构造, 并有溶液洞穴特征。

(7) Zaviye (扎维依组) 地层: 主要由石灰质、砂质泥岩和砂质凝灰岩组成, 其中沉积有以透镜状形态产出的石膏矿。

2.2 构造

贝帕扎里盆地 (Bey pazari) 是中生代形成, 第三纪中新世发展的走向近似东西方向的、其范围受到北部和南部生长断层限制的构造盆地。盆地分布有不对称背斜, 向斜和单斜构造。褶皱构造一般分布在盆地北部, 褶皱轴面倾向南东。盆地内主要断层为高倾斜的逆断层, 这类断层倾斜的角度在 30° ~ 70° 之间。

2.3 水文地质

矿区范围内, 天然碱矿层之上, 主要分布有卡拉杜鲁克组和卡基鲁巴组含水层, 此外沙里亚吉组地层中部分地段分布的灰岩也是含水岩层。据测算以上地层每年地下水的补给量为 800 万 m³。但据含水岩层的分布特征, 这些含水层之间是不连通的。

3 钻井地质技术工作基本要求

在如此大型的国际探矿工程项目中做好钻井地质技术工作的组织与管理, 为钻井服务, 达到业主设计要求, 保证工程质量, 是十分重要的。为取全取准各项地质资料, 水文地质资料、了解该区天然碱矿层赋存特征以实现开采目的, 施工中参照石油标准对钻井中的地质技术工作做出了如下基本

要求:

3.1 岩屑录井

3.1.1 技术要求

(1) 非取心段进行岩屑录井, 根据具体情况合理选择捞样间距, 河卡段 1m 一包、其他段 2m 一包。

(2) 取屑质量一般不少于 200 克。

(3) 岩屑采集后要洗净晾干, 并在样袋上填写井号、编号、取样深度等。

(4) 在岩屑鉴定分出各类岩性百分比的基础上, 进行分类描述, 并及时编制 1: 500 的现场录井剖面柱状图, 以指导施工, 并为完井总结准备好基础资料。

3.1.2 保障措施

(1) 采用 KST - 2000 型自动钻时仪配合完成岩屑录井工作。

(2) 加强钻具管理和方入计算, 保证井深数据误差小于 0.1%。

(3) 规范钻井参数、钻头类型、钻井液性能的调整, 保证迟到时间得到相应的调整。

(4) 消除井眼扩大、下钻、划眼、人为因素等影响, 并结合钻时数据校正迟到时间。

(5) 结合盐卤钻井特点贯彻“石油岩屑录井规范”的适用条款, 加强岩样捞取、清洗整理、岩屑描述、录井草图编录的统一规范性。

(6) 规范小班地质工行为, 加强工程师巡回检查频率。

3.2 钻时录井

3.2.1 技术要求

河卡段每 1m 一点; 其他段每 2m 一点。

3.2.2 保障措施

(1) 采用 KST - 2000 型地质自动钻时仪完成钻时录井工作。

(2) 加强钻具管理和方入计算, 保证井深数据误差小于 0.1%。

(3) 建立钻头使用历史记录, 保证相关钻井参数、钻井液参数的相应采集。

(4) 现场完成相关信息全面、准确的钻时曲线。

3.3 岩 (矿) 心录井

3.3.1 技术要求

(1) 取心井段长度约 110m。

(2) 岩 (矿) 心采取率: 矿层每一层的采取

率应大于85%，非矿层采取率大于70%。

(3) 岩(矿)心整理：岩(矿)心从岩心管取出洗净后，按序放入岩心箱内，经检查无误后，对岩(矿)心进行编号，岩(矿)心自然干燥后进行密封保护处理。

(4) 岩(矿)心编录与描述：岩(矿)心按1:50分层精度进行编录与描述。要求编录及时、定名严谨准确、描述全面、重点突出。

3.3.2 保障措施

(1) 备用 $\Phi 127/108\text{mm}$ “双管齐转”取心器和“双管单转”取心器两种型号工具根据地层情况选择使用。

(2) 设计取心段前5m处理好泥浆，使泥浆性能稳定、井眼通畅、无垮塌、无沉沙、无卡、无阻后进行试取，以检查工具效果。工具下井前注意地面检查和组装、保养质量。

(3) 限制取心回次进尺和回次钻时，严禁中途接单根等提钻动作。取心操作(树心、割心、套心、取心起钻)等操作必须由正、副司钻亲自操作。防止下钻划眼、顿钻、猛刹、猛放。

(4) 开始取心前必须记录开泵悬重、关泵悬重以便与割心后对比。每筒取心前注意对井底的大排量清洗。

(5) 取心起钻要精心、平稳，严禁转盘卸扣、敲击钻具，防止烧钻、堵心情况的发生。取心钻进送钻要平稳均匀、不得溜钻、中途停泵，发现问题认真分析原因，采取适当措施处理，不得蛮干。

注意总结经验，优化取心钻井参数与泥浆参数及取心工具改造。取心方案在充分讨论的基础上合理确定后，司钻操作不得更改。

(6) 结合盐卤钻井特点贯彻“石油岩心录井规范”的适用条款，加强岩心出筒顺序、清洗整理、定名描述、录井草图编录的统一规范性。

3.4 简易水文录井

简易水文观测每2h一次、遇异常加密。如遇井漏、井涌、孔内垮塌、放空等都要记录井深、层位、涌漏量。

3.5 测井

确定完钻后按石油完井测井标准要求进行系列测井。

3.5.1 组合测井1:200

2.5m梯度、4m梯度、井温、井径、自然电

位、补偿中子、声波时差、自然伽玛、补偿密度、伽玛伽玛、连斜。

3.5.2 固井质量检查

声幅、自然伽玛、磁定位(三样)

4 钻井地质技术工作关键点的控制

结合天然碱矿对接井的特殊性，施工中强调了岩心录井质量和区域矿层构造分析、造斜段岩屑录井、第一靶点控制、水平段跟碱层钻进等四个方面的技术工作关键点并加以严格控制。

4.1 岩心录井质量和区域矿层构造分析

(1) 改变对井施工程序，先集中施工直井。通过直井的岩心资料积累，将区域矿层构造细化、提高勘探精度，为水平井的施工设计打好基础。

(2) 加强地质、录井、测井资料联合汇解，深入研究区域矿层构造发育规律，将12层主要矿层的对比判层工作提升到项目成败的高度予以重视。对于存在争议的问题要作出客观的记录，以等待其他证据的出现，不能主观臆断。

(3) 采取一切手段确保矿心采取率和岩心归位描述的准确性。

(4) 严格控制地质录井数据、测井数据的误差及两者之间的相对误差。地质录井数据应在加强钻具管理的基础上保证井深误差小于0.2m；测井数据应在加强曲线校深的基础上保证误差小于0.5m；主矿层的地质录井数据和测井数据之间的相对误差应小于0.3m。

4.2 造斜段岩屑录井质量

(1) 解决好石油录井仪与水源钻机的结合参数问题，充分发挥出石油录井仪的自动化优势。

(2) 强调钻井液为地质录井服务的概念，保证钻井液性能和固控质量满足地质录井需要。施工中地质技术员对钻井液的携带性、pH值、失水量等参数具有否决权，力争降低天然碱的溶解程度确保碱矿层岩屑录井清晰。

(3) 卡准标志/控制层，为主矿层定位提供控制依据。

(4) 全面跟踪钻井过程参数，科学进行钻时分析，消除钻井影响因素，为主矿层定位提供辅助依据。

4.3 第一靶点中靶保证措施

(1) 通过直井施工，建立主矿层和顶底板的

标准测井曲线, 为第一靶点的判断打好基础。

(2) 认真进行地质、录井、测井资料联合汇解, 结合区域矿层构造发育规律, 确保第一靶点对比判层准确。

井下地质情况的变化而进行精确控制。目前国外以地质导向为特色的随钻测量技术, 已经发展到了近钻头 (本工程施工仪器的数据提供距离为距钻头 18M 左右) 的随钻测井、随钻地震、随钻环空压

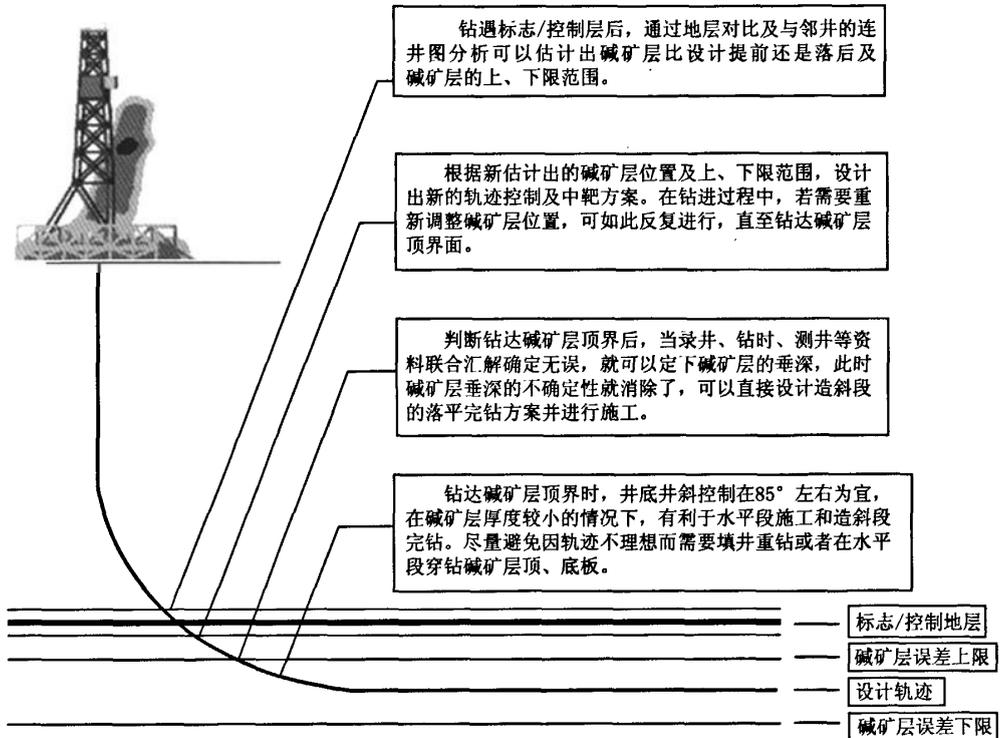


图2 弹性轨迹设计、施工示意图

(3) 对于判断不清的井, 安排测井队驻井跟踪, 直接以测井数据指导钻井工作, 实现引导中靶。

(4) 总结造斜段轨迹控制经验, 引入“弹性轨迹设计”的概念 (见图2)。

4.4 水平段跟层钻进质量保证措施

(1) 通过区域矿层构造发育规律研究, 保证水平段钻孔走向与矿层倾角相适应。

(2) 保证钻时分析和岩屑录井工作, 辅助判断矿层构造异常。

5 结语

天然碱矿对接井实质上是一类需要地质导向技术支持的钻井, 依靠上文总结的钻井地质技术工作虽然较好的完成了施工任务, 但实质上还是依靠经验、管理、分析等地面的间接手段, 无法实现根据

万方数据

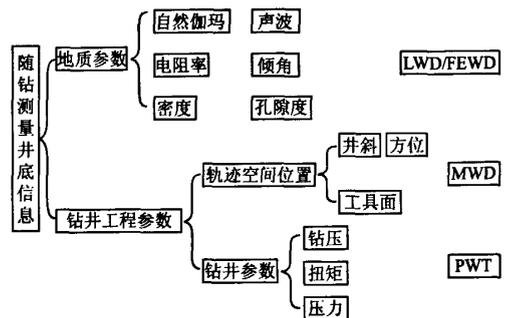


图3 随钻测量技术分类

力、钻铤扭矩、钻压、井斜测量等等方面 (见图3、4、5), 被成为“钻井的眼睛”, 相信在不久的将来就会应用于天然碱矿对接井的钻井生产中。

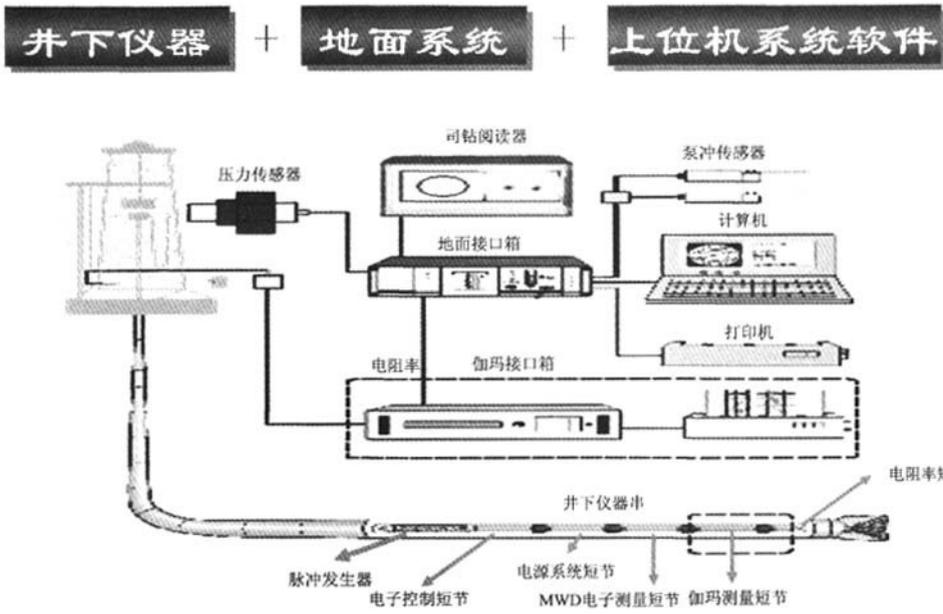


图4 LWD 仪器系统组成

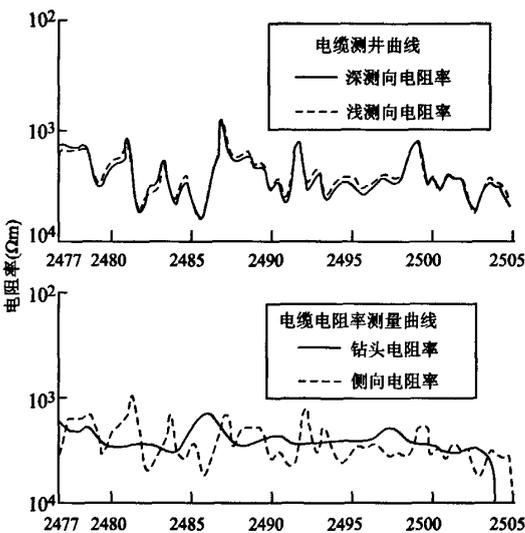


图5 随钻测井数据及其与电缆测井数据的比较

参考文献:

- [1] 逢磷. 土耳其贝帕扎里 (Bey pazari) 天然碱矿水平对接井工程施工组织设计 [R]. 辽宁辽阳: 2005.
- [2] 化工部长沙设计研究院. 贝帕扎里天然碱矿溶解采矿项目基础设计 [R]. 湖南长沙: 2005.
- [3] 东北煤田地质局一〇三勘探队. 土耳其贝帕扎里 (Bey pazari) 天然碱矿水平对接井工程完工总结 [R]. 辽宁辽阳: 2007.
- [4] 苏义脑. 地质导向钻井技术概况及其在我国的研究进展 [J]. 石油勘探与开发, 2005, (01): 92~95.