

羌塘盆地羌资 - 14 井钻探施工技术

翟育峰, 仲崇龙, 刘 峰

(山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264004)

摘要:羌资 - 14 井地质浅钻工程为地质参数井, 设计井深 1200 m, 要求全井取心。存在破碎地层取心困难、钻遇小型“溶洞”地层漏失、冬季施工困难等问题。此外, 井位高海拔无人环境也给施工后勤供应带来难度。通过采取特种取心工具、水泥灌浆封孔堵漏、加热电阻丝包裹吸水管加热等工艺技术措施以及针对性的施工组管理措施, 有效地解决了钻井技术难题和后勤供应问题。为该区域及类似区域油气地质调查钻井施工提供了参考。

关键词:油气资源; 绳索取心; 双聚泥浆; 封孔堵漏; 羌塘盆地

中图分类号: P634 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2016)07-0092-04

Drilling Construction Technology for Qiangzi Well - 14 in Qiangtang Basin/ZHAI Yu-feng, ZHONG Chong-long, LIU Feng (The Third Geological Team of Shandong Bureau of Geology and Mineral, Yantai Shandong 264004, China)

Abstract: Shallow drilled Qiangzi well - 14 is a geological parameter well with designed depth of 1200m, the whole coring was required. There were difficulties of coring in broken formation, drilling in karst formation and construction in winter and what's more, the high altitude unmanned environment also brought difficulties to the construction logistics supply. By taking special coring tools, cement grouting plugging, heating suction pipe with winding resistance wire as well as targeted construction management measures, the above difficulties have been effectively solved.

Key words: oil and gas resources; wire-line coring; double polymer mud; sealing and plugging; Qiangtang basin

1 概况

1.1 项目概况

“羌资 - 14 井地质浅钻工程”位于西藏自治区那曲地区双湖县, 南羌塘盆地昂达尔错地区, 海拔 4800 ~ 5500 m, 属于“羌塘盆地油气资源战略调查”下属的“西藏隆鄂尼 - 鄂斯玛地区油气地质调查”子项目, 该项目由中国地质调查局成都地质调查中心牵头。工作周期为 2015 年 4 月—12 月。

1.2 目标及任务

羌资 - 14 井为基础地质参数井, 设计井深 1200 m, 全井取心。希望通过该井探索昂达尔错地区古油藏凹陷带内低凸起构造是否保存有较好的油气藏, 并了解中侏罗统布曲组的岩性、岩相发育情况及布曲组油砂的延伸情况, 进一步获取油砂的各项地质参数, 探索适应于藏北油气勘探的钻探工艺技术。

1.3 工区地质概况

羌塘盆地位于青藏高原中北部, 东经 85° ~ 95°, 北纬 32° ~ 35°, 南北宽 300 km, 东西长 640 km, 面积约 20 万 km²。盆地夹于冈底斯 - 念青唐古拉板块与可可西里 - 巴颜喀拉板块之间, 是在古生界

褶皱基底之上发育起来的一个叠合型残留盆地。

根据最新完成的国家油气专项成果, 通过重、磁、电及二维反射地震等地球物理资料, 结合不整合面及沉积构造演化旋回特征, 基本证实羌塘古生代至中生代盆地是一个稳定的前寒武系结晶基底的叠合型盆地, 在结晶基底之上的沉积盖层中, 基本能确定出 4 个主要的构造层。近年来, 随着研究程度的不断深入, 该区油气资源远景调查与勘探越来越受到重视, 其中, 羌塘盆地被认为是该区油气资源潜力最大和最有可能取得勘探突破的首选盆地。

工作区南北向纵贯羌塘盆地的南羌塘凹陷、中央隆起带、北羌塘凹陷三大构造单元。工作区主要出露以下地层: 二叠系鲁谷组 (P_{1-2l})、上三叠统土门格拉组 (T_{3t})、上三叠统那底岗日组 (T_{3nd})、下 - 中侏罗统雀莫错组 (J_{1-2q})、下侏罗统曲色组 (J_{1q})、中侏罗统色哇组 (J_{2s})、中侏罗统莎巧木组 (J_{2q})、中侏罗统布曲组 (J_{2b})、中侏罗统夏里组 (J_{2x})、上侏罗统索瓦组 (J_{3s})、上白垩统阿布山组 (K_{2a})、古近系康托组 (E_{2k})、新近系喷呐湖组 (N_{2s})、新近系鱼鳞山组 (N_{2y})、第四系 (Q)。

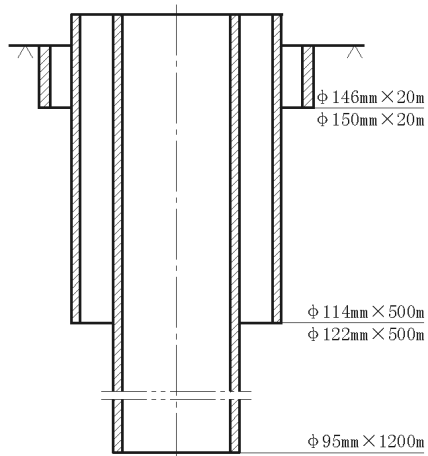
收稿日期: 2016-04-29

作者简介: 翟育峰, 男, 汉族, 1984 年生, 勘查技术与工程专业, 硕士, 从事钻探技术研究工作, 山东省烟台市芝罘区机场路 271 号, 282163880@qq.com。

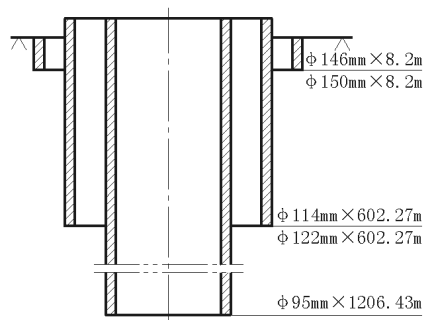
2 钻进工艺

2.1 井身结构及套管程序

羌资-14井的井身结构见图1、表1。



(a) 羌资-14井井身结构设计



(b) 羌资-14井实际井身结构

图1 羌资-14井井身结构图

表1 羌资-14井井身结构及套管程序

开次	钻头尺寸/ mm	实际钻深/ m	套管尺寸/ mm	套管下深/ m
一开	150	8.20	146	8.20
二开	122	602.27	114	602.27
三开	95	1206.43		1206.43

2.2 主要设备及机具

2.2.1 主要设备配置(见表2)

表2 主要设备配置

设备名称	型号	主要技术参数
钻机	HXY-6B	钻进深度 1500 ~ 2000 m; 转速(正) 80、175、225、260、360、490、730、1000 r/min, (反) 62、170 r/min; 最大起重力 200 kN; 立轴行程 660 mm; 动力 55 kW
泥浆泵	BW250/6	流量 250、145、90、52 L/min; 最大额定压力 6.0 MPa; 动力 15 kW
钻塔	SG-24A	塔高 24 m; 负荷 45 t; 立根 18 m; 底盘尺寸 6.5 m × 6 m
液压钳	SQ114/8	额定扭矩 8.0 kN·m; 应用范围 Ø57 ~ 116.5 mm
取心绞车	S2000	Ø8 mm 钢丝绳容量 2000 m

2.2.2 管材和钻具配置(见表3)

2.3 钻进方法

2.3.1 埋设孔口管

开孔前埋设孔口管,直径 170 mm,长度 0.4 m,高出地面 20 cm,水泥固结。

2.3.2 一开

表3 主要钻具和管材配备

名称	规格	数量	主要参数
绳索取心钻杆	Ø114 mm × 6.35 mm	800 m	接头(Ø116.5 mm × Ø101 mm)连接,杆体 45MnMoB,螺纹 JS 系列
绳索取心钻杆	Ø89 mm × 6.0 mm	1500 m	接头(Ø92 mm × Ø76 mm)连接,杆体 45MnMoB,螺纹 JS 系列
绳索取心钻具	S122	3 套	外管(Ø114 mm × 6.5 mm)内管(Ø95 mm × 3.5 mm)岩心直径 85 mm
绳索取心钻具	XJS95	10 套	外管(Ø89 mm × 6 mm)内管(Ø71 mm × 3 mm)岩心直径 63 mm
套管	Ø146 mm × 6.0 mm	50 m	老地标扣,反丝直连,材料 DZ40
套管	Ø114 mm × 6.35 mm	800 m	Ø114 mm 钻杆作套管使用

钻井直径 150 mm,套管直径 146 mm。

(1) 配浆开钻,土粉水化时间 > 24 h,马氏漏斗粘度 60 ~ 65 s。

(2) 采用 Ø150 mm 单管金刚石、硬质合金钻头,严格按照钻进参数的要求钻进,以小钻压钻进,本孔段重点是孔要开直、防斜、防漏失和保证钻孔畅通。严格控制表层孔身质量,发现孔斜有超标趋势应及时采取纠斜措施。

(3) 本井段地层为第四系黄土、冻土层、砾石层或砂岩、泥岩等,钻进中注意调整钻井液性能,保持

井壁稳定。

(4) 下入表层套管时,一定要注意与钻孔找正,使其绝对居中。

(5) 为了保持套管的稳定和防止岩粉沉到套管与孔壁间,要对孔口进行封闭处理。采用海带缠绕的形式,封堵套管与孔口管间的间隙。

2.3.3 二开

钻井直径 122 mm,套管直径 114 mm,采用 Ø122 mm 绳索取心钻进工艺钻进至 602.27 m 后下入 Ø114 mm 钻杆做套管,然后继续换 Ø95 mm 绳索

取心钻进工艺至终孔。

2.3.4 三开

钻井直径 95 mm,本井段采用 S95 绳索取心金

刚石钻进。

2.4 各开次主要钻具组合(见表4)

2.5 钻进参数(见表5)

表4 各开次钻具组合

开次	井段/m	钻具组合
一开	0~8.20	Ø150 mm 硬质合金钻头+Ø146 mm 岩心管+变丝+Ø114 mm 钻杆
二开	8.20~602.27	Ø122 mm 金刚石钻头+扩孔器+Ø122 mm 岩心管+扩孔器+弹卡室+Ø114 mm 绳索取心钻杆
三开	602.27~1206.43	Ø95.5 mm 金刚石钻头+扩孔器+Ø91 mm 岩心管+扩孔器+弹卡室+Ø89 mm 绳索取心钻杆

表5 各开次钻进参数

井段/m	井径/mm	钻压/kN	转速/(r·min ⁻¹)	泵量/(L·min ⁻¹)	泵压/MPa
0~8.20	146	2~5	89	52	0~0.5
8.20~602.27	122	5~15	110	52	1~2.5
602.27~1206.43	96	15~20	270/332	52	4.5~10

2.6 钻井液

2.6.1 以LBM为主体的双聚泥浆

(1)开孔阶段,以LBM作为单一的钻井液材料,提高孔内钻井液的携粉能力,同时LBM具有良好的降失水性,对第四系地层能起到很好的抑制作用;现场采用8%加量的LBM就可以满足要求。开孔阶段钻井液性能指标为:表观粘度29.5 mPa·s,塑性粘度19 mPa·s,动切力10.731 Pa,动塑比0.565,马氏漏斗粘度34 s,密度1.03 g/cm³,失水量5 mL/30 min。

(2)S122绳索取心阶段,以LBM为主体的双聚泥浆体系,该孔段钻孔相对破碎,孔壁稳定是首要解决的问题,同时还要保证泵压不至于过高,因此现场采用了适用于绳索取心钻进工艺的双聚泥浆体系。

钻井液配方:1 m³水+35 kg LBM+6~10 kg 铵盐+10 kg 随钻堵漏剂+1~3 kg 包被剂。

钻井液性能:表观粘度18.5 mPa·s,动切力5.5 Pa,动塑比0.32,静切力1.5/7 Pa,滤失量10.0 mL/30 min,泥皮薄而韧。

双聚泥浆体系特点:造壁性、抑制性好,对地层适应性强;现场配制及维护方便。

2.6.2 以聚乙烯醇为主的低固相泥浆

该类型钻井液主要应用于S95绳索取心阶段,该阶段钻井孔壁相对完整,首要考虑的问题就是钻井液的润滑性及携粉能力,现场采用了PAC-141+PVA的钻井液体系。PAC141的作用同CMC相似,主要起到降失水的作用,但是它的润滑作用更加明显,而且相对应CMC来说需要的加量比较小,正常

为0.05%。现场采用的聚乙烯醇钻井液的配方为:2.5% PVA+0.05% PAC-141。该类型钻井液性能为:表观粘度12.5 mPa·s,塑性粘度11 mPa·s,动切力1.533 Pa,动塑比0.14,马氏漏斗粘度21 s,密度0.99 g/cm³,失水量28 mL/30 min。

3 施工难点及相应对策

3.1 特种取心钻具应对破碎严重地层取心率低的问题

为了满足地质要求,同时为保持岩心的原状,减少钻具对岩心的扰动,在二开阶段面对破碎严重地层采用了底喷钻头配合半合管取心钻进工艺,同时采用抓簧,完整的保持了岩心的原状,同时岩心采取率达到90%以上(参见图2)。



(c) 半合管取心钻具内管

图2 特种取心工具

3.2 水泥灌浆封孔堵漏技术应对钻遇的小型“溶洞”难题

羌资-14井钻进至125 m处钻遇小型溶洞地层,孔内泵压瞬间为0 MPa,全孔漏失,出现掉钻现象。为了防止发生烧钻、埋钻事故,现场采用水泥灌浆封孔堵漏措施,考虑到溶洞裂隙的存在,第一次封孔堵漏采用了0.4水灰比的水泥浆液,但是封孔效果

不佳。第二次采用0.3水灰比的水泥浆液,降低水泥浆液的流动性,采用孔口直接灌注的方式,同时添加早强剂,加大了水泥浆液用量,封孔堵漏效果良好。

3.3 冬季施工难度大

工区属典型的大陆型干旱高原气候区,气压低、严重缺氧、寒冷干燥、风力强劲、紫外线幅射强、日温差大及天气变化频繁等特点。从9月底就进入了冬季,夜间温度最低 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$,吸水管、泥浆泵极易被冻住,为了防止吸水管被冻住造成假循环烧钻事故,采用加热电阻丝包裹吸水管加热(如图3所示)。

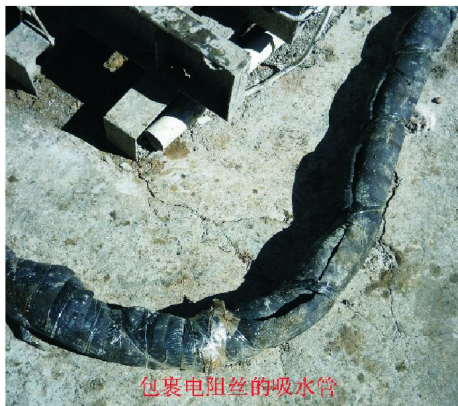


图3 包裹电阻丝的吸水管

3.4 后勤供应难度大

由于钻井位置处于无人区,采购物质非常不便,因此为了保障项目顺利进展,在前期物质准备阶段对于大型设备储备一台套,对于管材采用设计量双倍配置,对于易损件采用设计量5倍配置,其他小件则多多益善。同时为了保障日常生活所需,现场配备2辆越野车及2台卫星电话,保障通信畅通,项目进展安全。

4 主要体会

4.1 加强钻井设计工作,制定有效的施工措施

高原地区钻进前一定要根据地质条件、要求,做好钻孔设计工作、物质储备工作,充分考虑施工中可能遇到的问题,制定相应对策。开工前由技术人员现场给操作人员进行技术交底,机台施工要稳中求进,精益求精。施工过程中发现问题及时上报研究,制定完善相应的改进措施。

4.2 加强科学研究和新技术推广应用

加强复杂地层取心技术、复杂地层钻井液应用技术、复杂地层护壁堵漏技术的应用及推广,能大大地提高该区域钻井施工效率,尽量缩短施工周期,在

冬季来临前完成施工能大大降低施工成本。

4.3 套管的合理使用

本钻井三开前将 $\text{O}114\text{ mm}$ 钻杆直接作为套管使用,一是减少了下套管的时间,提高了钻进效率;二是提高了套管强度,防止其他事故发生;三是终孔套管易于起拔。

4.4 不同水灰比水泥浆在封孔堵漏方面的应用

根据孔内漏失情况采用合适水灰比的水泥浆液能起到很好的封孔堵漏效果,对于孔内全漏失,井深较浅的漏失,采用水灰比 <0.3 的水泥浆液孔口直接灌注的方式能起到很好的封孔堵漏效果,对于井深较深的漏失则适当提高水灰比,同时添加早强剂、减水剂等添加剂来调高水泥浆液的流动性。

5 结语

(1)为了解决坍塌、破碎、漏失及缩径等复杂地层钻进施工困难的技术难题,采用了双聚泥浆、水泥封孔堵漏等技术措施,有效地提高了钻进效率,同时采用了特种取心工具有效地提高了岩心原状性及采取率。

(2)在高海拔缺氧的羌塘盆地进行钻探施工,锻炼了施工队伍,练就了“高原缺氧不缺精神、条件艰苦不降标准”的铁军,总结了高原复杂地层钻探施工经验,为该区域同类项目钻探施工提供了借鉴。

参考文献:

- [1] 王达,等. 中国大陆科学钻探工程科钻一井钻探工程技术[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [2] 王达,何远信,等. 地质钻探手册[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2014.
- [3] 陈师逊,翟育峰,王鲁朝,等. 西藏罗布莎科学钻探施工对深部钻探技术的启示[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(11):1-3,9.
- [4] 翟育峰,王鲁朝,丁昌盛,等. 西藏罗布莎科学钻孔冲洗液技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(4):1-4.
- [5] 朱恒银,蔡正水,王强,等. 赣州科学钻探 NLSD-1 孔施工技术研究与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(6):1-7.
- [6] 张统得,陈礼仪,贾军,等. 汶川地震断裂带科学钻探项目钻井液技术与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):139-142.
- [7] 陶士先,陈礼仪,单文军,等. 汶川地震断裂带科学钻探项目 WFS D-2 孔钻井液工艺研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(9):45-48.
- [8] 翟育峰,陈师逊,张英传. 水泥封孔技术在罗布莎科钻孔施工中的应用[J]. 西部探矿工程,2013,25(3):70-72.
- [9] 张祖海,董海燕,丁昌盛,等. 新疆温泉县 AKT1-1 地热孔钻探施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(8):17-21.