

### 3.7 肯尼亚高温地热井钻井实例

中国石油长城钻探工程公司在肯尼亚曾成功钻过地层温度达 350℃ 的地热井,初步形成了地热井的钻井技术,OW904 井泡沫钻井。其关键技术包括:(1)抗高温泡沫钻井流体技术(抗地层温度 350℃);(2)间断注水冷却技术,降低井筒温度;(3)采用加砂水泥、紧密堆积的高温固井技术;(4)井口安全保护技术。

## 4 结论

(1) 高温地热发电是地热发电中效率最高的方式,但是开发利用水平受高温地热钻井技术的制约。

(2) 深层超高温地热钻井属于温度超过国际钻井承包协会极高温条件的钻井,主要的技术难点包括高温井控、超高温钻井液、高温固井与成井、高温钻井工具与仪器、高温井眼轨道测量与控制、高温条件下破岩效率等<sup>[12]</sup>。

(3) 解决超高温钻井难题需要采用的技术对策,包括高温井控与安全控制、抗高温固井水泥浆、抗高温井下工具、井眼轨道监测与控制、抗高温钻头技术与提高钻速等技术。

(4) 中国石油集团公司经过在肯尼亚的高温地热钻井项目实践,初步形成了一套深层超高温地热井钻井技术。对这些技术持续探索,形成了一套适合中国特点的深层超高温地热钻井配套技术,将有力促进中国深层高温地热发电产业快速发展。

### 参考文献 (References)

- [1] 赵阳升, 万志军, 康建荣. 高温岩体地热导论 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 1-14.  
Zhao Yangsheng, Wan Zhijun, Kang Jianrong. An introduction to hot dry rock(HDR) geothermal exploitation[M]. Beijing: Science Press, 2004: 1-14.
- [2] 万志军, 赵阳升, 康建荣. 高温岩体地热开发的技术经济评价[J]. 能源工程, 2004(4): 30-32.  
Wan Zhijun, Zhao Yangsheng, Kang Jianrong. Energy Engineering, 2004

(4): 30-34.

- [3] Matsunaga I. Recent progress of hot dry rock geothermal energy development projects in Japan [J]. *Geothermal Resources Council Bulletin*, 1995(2): 62-64.
- [4] 彭第, 孙友宏, 潘殿琦. 地热发电技术及其应用前景 [J]. 可再生能源, 2008, 26(6): 106-110.  
Peng Di, Sun Youhong, Pan Dianqi. *Renewable Energy Resources*, 2008, 26(6): 106-110.
- [5] 赖晓晴, 楼一珊, 屈沅治, 等. 超高温地热井泡沫钻井流体技术 [J]. 钻井液与完井液, 2009, 26(2): 37-38.  
Lai Xiaoping, Lou Yishan, Qu Yuanzhi, et al. *Drilling Fluid & Completion Fluid*, 2009, 26(2): 37-38.
- [6] 王建军, 冯耀荣, 闫相祯, 等. 高温下高强度套管柱设计中的强度折减系数[J]. 北京科技大学学报, 2011, 33(7): 883-887.  
Wang Jianjun, Feng Yaorong, Yan Xiangzhen, et al. *Journal of University of Science and Technology Beijing*, 2011, 33(7): 883-887.
- [7] 陈勇, 练章华, 乐彬, 等. 考虑地应力耦合的热采井套管损坏分析[J]. 钻采工艺, 2007, 30(5): 13-16.  
Chen Yong, Lian Zhanghua, Yue Bin, et al. *Drilling & Production Technology*, 2007, 30(5): 13-16.
- [8] 沈炎, 刘俊, 程晓年, 等. 泡沫流体钻井技术在肯尼亚 OW904 超高温地热井的应用[J]. 重庆科技学院学报: 自然科学版, 2009, 11(4): 16-18.  
Shen Yan, Liu Jun, Cheng Xiaonian, et al. *Journal of Chongqing University of Science and Technology: Natural Science Edition*, 2009, 11(4): 16-18.
- [9] Kanoglu M, Dincer I, Rosen M A. Geothermal energy use in hydrogen liquefaction [J]. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2007 (32): 4250-4257.
- [10] Saito S. Recent geothermal well drilling technologies in Kakkonda and Matsukaw[J]. *Geothermal Resources Council Bulletin*, 1991(7): 166-174.
- [11] Michio K, Norio T. Development of hot dry rock technology at the Hijiori test site[J]. *Geothermics*, 1999(28): 627-636.
- [12] 邵保平, 赵金昌, 赵阳升, 等. 高温岩体地热钻井施工关键技术研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(11): 2234-2243.  
Xi Baoping, Zhao Jinchang, Zhao Yangsheng, et al. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, 2011, 30(11): 2234-2243.

(责任编辑 岳臣)

### · 科学共同体介绍 ·

## 中国仪器仪表学会

中国仪器仪表学会 (China Instrument and Control Society) 成立于 1979 年 3 月 29 日, 是中国仪器仪表与测量控制科学技术工作者自愿组成并依法登记成立的学术性、公益性、非营利性社团法人, 是党和国家联系仪器仪表与测量控制科技工作者的桥梁和纽带, 是发展中国仪器仪表与测量控制科学技术事业的重要社会力量。

中国仪器仪表学会目前拥有个人会员 35781 名, 其中高级会员 2000 余名, 团体

会员 1416 个; 下属专业分会 41 个, 联系指导地方学会 29 个, 另有特设工作委员会 10 个。学会的业务范围包括: 会员服务、学术会议与展览、媒体与出版、教育培训、技术咨询、市场调研、信息网络、科技评价、科技奖励。

中国仪器仪表学会先后与美国、英国、日本、法国、德国、新加坡、韩国等国家以及港、澳、台地区相关专业组织正式建立了双边及多边友好关系。学会 2012

年 5 月获中华人民共和国民政部授予的中国社会组织评估等级 5A 级科技社团。学会设立中国仪器仪表技术奖、发明奖、奖学金; 主办《仪器仪表学报》、《自动化仪表》等 7 种仪器仪表及测量控制学术、技术类期刊。

中国仪器仪表学会现历第七届理事会, 王大珩、包叙定任名誉理事长, 庄松林任理事长, 吴幼华任代秘书长。

(责任编辑 秦政)