

## 正交偶极声波测井换能器

正交偶极声波测井仪器是国内外油气勘探和开发中广泛使用的、较为先进的声波测井仪器,利用这种仪器,可以比较全面地获得井眼和地层纵、横波和斯通利波等全波信息,并进一步开展储层评价和预测,如识别地层岩性、判断气层、识别裂缝、估算地层渗透率、计算工程力学参数和确定地层各向异性等。

长期以来,我国几大石油公司所需的高温、高压并且适于较深钻井区域的正交偶极声波测井仪器一直依赖于进口,随着国际上油气资源勘探和开发激烈竞争的不断升级,国外主要石油服务公司已不再向我国提供先进的测井仪器和技术。其中,正交偶极声波测井仪器的关键部件——低频、小体积、耐高温、高压的声波测井换能器,更属于国外严格控制出口的产品之一,导致这种高性能换能器的价格居高不下,而且有价无货。从上世纪90年代起,国内有关单位曾多次开展正交偶极声波测井换能器的研制,但是,这种高性能换能器的耐高低温性能、发射和接收效率、小体积、低频发射等方面的问题一直没有得到系统解决,特别是换能器的耐高低温性能一直难以突破,以致国内石油服务公司在复杂油气勘探测井作业的需求难以满足,其国际油气测井服务市场的竞争力也受到很大制约。针对这一现状,从2009年开始,中国科学院声学研究所超声物理与探测实验室研究团队,凭借近十年来丰富的研发经验和专业研究能力,经过一系列的井孔声场数值模拟、换能器数值仿真和优化设计、高性能材料选型(压电、合金和辅件材料)、工艺制备与过程控制、高温高压粘接成型、高温高压试验、发射和接收换能

器集成测试、现场测井试验、测井资料数据处理和解释等研究工作,最终在国内首次自主研发成功适合于较深钻井区域的耐高温、高压的正交偶极声波测井换能器,并建立了系统的、年生产规模约为40套的产品线。

正交偶极声波测井换能器的研发和应用,标志着国内具有了小体积、低频、高温、高压声波测井换能器的研制和生产能力。最重要的意义在于,首先,打破了国外相关技术垄断,为国内石油公司提供了满足要求的高性能产品;其次,以高性能测井换能器为契机,完成了科研技术向产品的成功转化;第三,在此基础上,具备了研发多种声波测井换能器(如随钻声波测井换能器、三维声波测井换能器等)的技术和能力。同时,这一产品的成功研发和应用,也是中国科学院实施“出成果、出人才、出思想”战略使命的直接体现。

到目前为止,该产品已累计生产数十套,并被国内石油公司广泛用于现场作业服务,效果良好。初步估算,这一技术的研发成功,每年可直接为国家节约数百万美元外汇,每年间接实现的测井产值可达数千万元人民币。该产品主要技术指标:耐高温200℃、低温-30℃、耐压140MPa、发射和接收换能器一致性(工作频率等参数)误差可控制在5%以内、接收换能器灵敏度为-210dB。

(中国科学院声学研究所超声物理与探测实验室 王东)