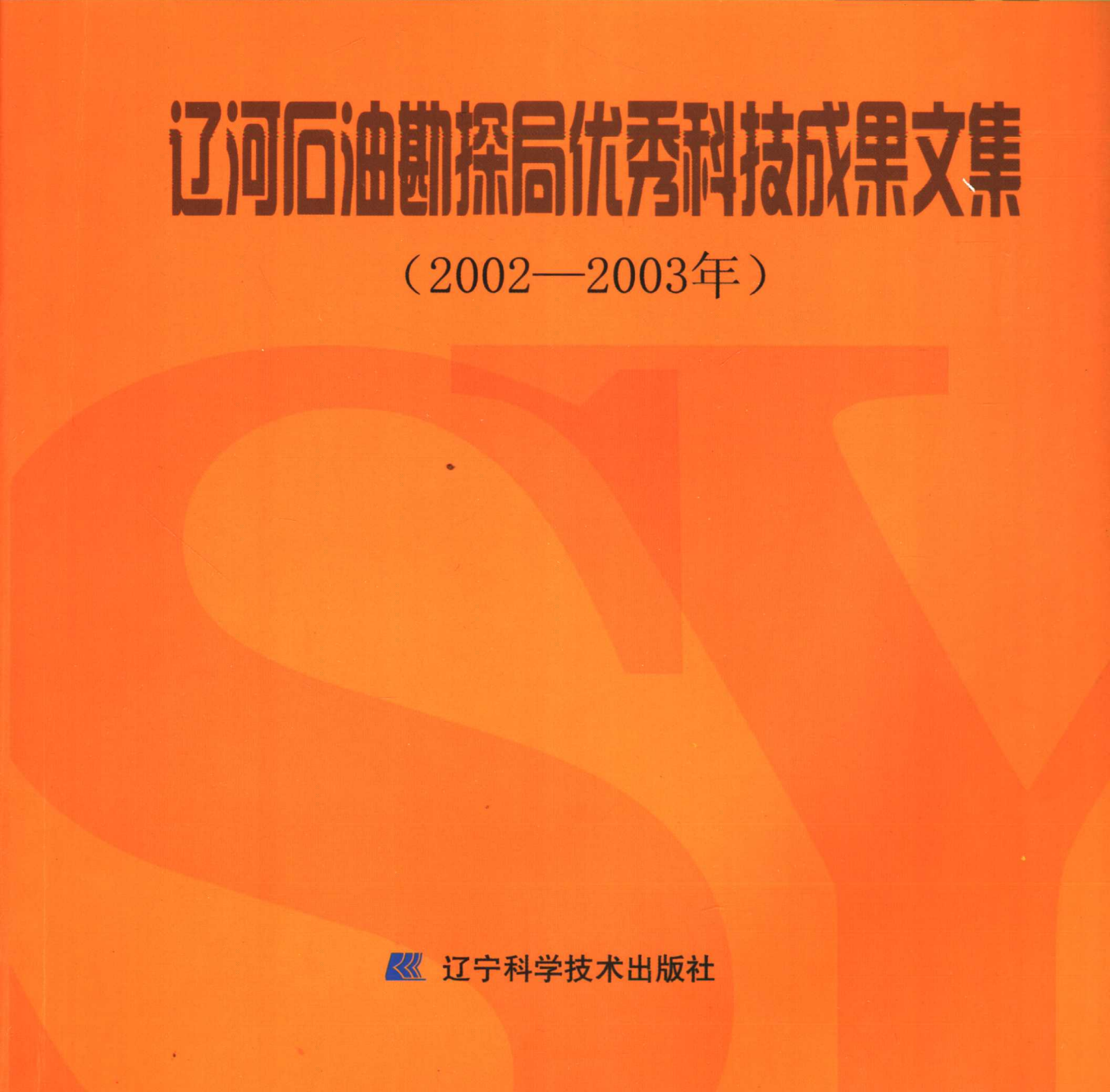


主 编 张凤山
副主编 冯艳成 刘乃震



辽河石油勘探局优秀科技成果文集

(2002—2003年)



 辽宁科学技术出版社

辽河石油勘探局优秀科技成果文集

(2002—2003 年)

主 编 张凤山

副主编 冯艳成 刘乃震

辽宁科学技术出版社

内 容 提 要

本书汇集了获辽河石油勘探局 2002—2003 年度优秀科技成果奖的论文 77 篇。作者均为长期从事油田科研生产任务的技术骨干,具有丰富的现场实践经验。书中涉及钻井工艺、采油工艺、物探技术、录井技术、测井技术以及地面建设等多个学科领域,其中许多技术已经达到国内外的先进水平,具有较强的实用价值,可为从事石油勘探、资料处理解释、矿场生产的科研技术人员和有关石油院校师生提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

辽河石油勘探局优秀科技成果文集:2002—2003 年/张凤山
主编. —沈阳:辽宁科学技术出版社,2006.12

ISBN 7-5381-4917-1

I. 辽… II. 张… III. 油气勘探—文集 IV. P618.130.8-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 137126 号

出版发行:辽宁科学技术出版社

(地址:沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编:110003)

印 刷 者:辽宁省印刷技术研究所

经 销 者:各地新华书店

幅面尺寸:184mm×260mm

印 张:22.25

字 数:550 千字

印 数:1~1000

出版时间:2006 年 12 月第 1 版

印刷时间:2006 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑:韩延本

封面设计:张士勋

版式设计:徐云杰

责任校对:良 仁

定 价:93.50 元

编委会

主 任	刘 乃 震					
副主任	卢 毓 周					
成 员	高 远 文	易 发 新	汤 琦	张 宏	余 雷	
	李 明 辉	乔 永 富	朱 世 和	张 伦	王 立 波	
	赵 鑫	王 长 龙	刘 宝	廉 希 金	孙 成 威	
	宋 彦 武	高 歌 军	李 志 伟	孟 庆 学	李 江 林	
	孙 树 山	谢 旺 民	吴 永 宁	邹 本 警	王 暘	
	耿 广 成	王 洁 雯	黄 菊 珍	钟 宏		

前 言

《辽河石油勘探局优秀科技成果文集(2000—2001 年)》系列丛书出版以来,得到广大读者的广泛关注和认同。为了更好地体现辽河石油勘探局科技成果的延续性,更好地发挥科技成果在油田生产中的推动作用,应广大作者、读者的热切要求,经过各相关单位的努力工作,《辽河石油勘探局优秀科技成果文集(2002—2003 年)》已编辑完成并正式出版。

《辽河石油勘探局优秀科技成果文集(2002—2003 年)》收录了辽河石油勘探局 2002—2003 年间的部分优秀科技成果,内容包括钻井工艺、采油工艺、物探技术、录井技术、测井技术以及地面建设等诸多方面,基本反映了 2002—2003 年辽河石油勘探局的科技进步水平。文章都来自科研生产一线,每篇论文都凝聚着石油科技工作者们的辛勤汗水,是他们刻苦钻研、无私奉献精神的真实写照,更是辽河石油勘探局“以人为本,科技兴企”战略方针的丰硕成果。

《辽河石油勘探局优秀科技成果文集(2002—2003 年)》的编写,得到了辽河石油勘探局科技处同志们的大力支持,在此向他们表示感谢!同时,也十分感谢广大作者在出版过程中对编者工作的大力支持!

在统一编写要求的基础上,编者对论文进行了修改、整理和规范。但因时间仓促,水平有限,书中难免存在不足之处,望广大读者理解,并批评指正。

编 者

2006 年 10 月

目 录

下辽河平原南部咸水体现状及防治对策	周 宏	张洪印(1)
多功能测井服务系统研制及推广应用	魏 斌	(6)
地化技术在油田勘探开发中的应用	郑玉龙	芦才普(10)
氮气泡沫采油技术应用研究	田 华	李永革 于兰春(15)
高精度三维地震采集技术推广应用	王长江	杨延笑 田 慧(21)
聚合醇甲酸盐防塌钻井液工艺技术	吴军康	刘 榆 李忠义 卢永琴(24)
声、电成像模拟井系统设计与研究	张胜文	曾令强(29)
模拟地层声电成像测井评价方法和应用研究	伍 东	汪 浩 张胜文(34)
暂堵剂冲砂技术研制与应用	刘雪峰	程新刚(38)
人工井壁压裂防砂技术及应用	王玉臣	张飘石 廉希金 王建文(41)
牙哈凝析气田地面工艺及配套技术	赵守义	(50)
GPS-RTK 技术在西气东输工程中的应用与研究	周 泉	(57)
φ1016mm 气动内对口器的研制	胡春波	严万洪 李培新 汪 澜 苑学松(61)
摇杆游梁式抽油机研制与节能原理浅析	李晓慧	石江明 马 玲 刘国庆(64)
显微技术在神经外科手术中的应用	张振彪	张庆辉 王荣耀 耿 煜 李宇光(68)
复杂结构井地质设计及现场地质跟踪导向技术研究	祝金利	范志军 邢玉德 朱新佳 段宪余(71)
新型国产套管在超稠油热采井中的应用	王宝祥	(76)
沈 95 块井间地震试验与研究	孙秀英	张立新 李云明 王小娟(83)
韧性水泥浆体系研究与应用	李连江	尹学源 刘铁权 王国涛 张子桥(88)
聚合醇屏蔽暂堵保护油气层技术	李中华	彭云涛 高明德 于长庆 何 群(93)
组合式系列高档野营房的研制与开发	樊岩松	胡德祥 赵京坤(97)
稠油热采井水泥返地面固井技术研究	王希雄	刘兴林 张 波 赵恩德 张朝林(100)
优化桥塞无污染的储层防漏堵漏技术	张家栋	张运桥 董春旭 王秀艳 郭玉香(106)
地层测试工艺技术完善及推广应用	张振华	黄玉梅 朱宏宇(111)
CZ—12×16 型试压找漏装置的研制与应用	王建民	牛志东(115)
连续冲砂工艺技术研究及应用	宋彦武	(120)
作业天车防撞报警装置	马起军	刘雪峰(125)
HJ80 型井口加热炉研制推广	周 谊	王晓勇 张祥魁(127)
倒装金属储罐 10t 液压提升机的优化及推广应用	陈忠明	刘印巢 汪 澜 苑学松(130)
网壳式罐顶的安装工艺与应用	陈瑾曦	张 伟(133)
充电电缆保气自动监测研究	郝桂芝	张雅君(137)
电杆防腐蚀、裂纹研究	刘申明	夏长生 邵方军 李成东(144)
计算机控制和网络通讯技术在天然气计量系统中的应用	张殿文	(150)
电视腹腔镜术在治疗输卵管妊娠中的应用	吕 品	蔡素芝 杨 光 李 青 李小英(155)
非扩髓带锁髓内针治疗股骨骨折的临床应用	李 钢	田友年 王建新 隋振兵(157)
T ₁ 加权高信号肝硬化再生结节的 MR 和 CT 诊断研究	陈国栋	周旭洋 马天英(159)
产程中实施特殊体位矫正枕后位的临床研究	梁秀英	马 萍 任玉玲 周怡萍 孙 前(162)
自制降脂汤治疗原发高脂血症临床观察	李洪洲	王洪贤 赵立新(165)
改制企业思想政治工作方法的探索与实践	戴海林	(168)

牛 74 区块快速钻井技术	张凤江	管洪义	赵春旭	马忠军(172)
辽河盆地精细三维地震采集技术研究与应用	季东民	王著芳	王长江(178)	
地质数据采集仪研制开发及推广应用	田文武	王悦田	赵树志	刘 瑞(183)
超稠油热化学沉降脱水工艺研究与应用	臧秀萍	臧惠民		张维志(186)
侧钻小井眼微台阶扩孔技术研究				丁文正(194)
多套压力层系固井技术的应用研究	王希雄	刘兴林	崔恩宝	金晓红
电法模拟井的研制及推广	朱世和	程志红	魏 斌	李树义
压裂工艺技术在锦采地区的应用	蔡长宇	刘福健	李兴煜	冯 刚(200)
捞油车及配套工具研究与应用			宋彦武	张艳君(208)
环氧粉末喷涂技术应用			张 潇	董德忠(214)
管道内防腐预制与施工技术	衣红兵	辛秀岭	许永恒	刘秀平(220)
改性沥青材料在高速公路上的应用技术	唐兴金	王振侯	田亚南	程显东(224)
宽带网的建设及开发应用			陈发彬	孙 杰
颅内血肿微创清除技术的临床研究	王荣耀	张振彪	张庆辉	孙 杰
支气管动脉灌注治疗肺癌 15 例临床分析			马廷全	王占平(230)
钻井液用系列乳液合成聚合物研制			陈崇斌	齐秀娟(234)
KCl 钻井液工艺技术研究及应用	吴军康	刘 榆	李先锋	潘启明(238)
无固相完井液的完善与应用	张家栋	张 波	王铁臣	耿 煜(241)
井眼防碰技术研究与应用	王学俭	王立波	廖学华	张宝库(244)
摩擦焊钻杆焊缝热处理工艺设备研究	孙成君	杨宝奇	谷振乾	赵 辉(246)
辽河滩海两栖地区精细地震采集方法研究			张作平	李 森(270)
Omega 地震数据处理系统开发与应用	田 慧	郝 伟	张健微	王冠军
声波与侧向组合测井技术的研究及应用			魏 斌	李 森
修井工艺新技术研究与应用	严玉中	郭学春	于惠明	左增云
改性水泥浆封堵超稠油井底水技术研究与应用	廉希金	王玉臣	王建文	梁建华(274)
汽化水远程控制系统研制与应用			张绍华	孙会满(279)
大功率螺杆钻具及稳压防脱装置			张 勇	王克英(284)
电潜泵大修打捞配套工具研制与应用	孟庆学	尹 恕	李 强	吕德刚(289)
以超稠油为燃料的 GW2300 热媒炉成套技术研究			周 谊	吕德刚
长输管道输送工艺技术研究与应用				谭建力(293)
河流穿越工程施工技术研究与应用	李 伟	陈丙胜	王丽丽	程新刚(297)
辽河油田污水回注环境污染研究				徐宏权(301)
辽河油田供电公司变电培训仿真系统研制	刘申明	夏长生	邵方军(329)	吴秀军(306)
实时计费系统的设计与开发	鲜 波	陈 萍(334)		王春梅(337)
血液灌流抢救急性药物、毒物中毒的临床研究	邓湘佐	张大军	惠丽芹	徐香凤
经尿道输尿管镜下气压弹道碎石术	李雨成	张 平	龙志新	李 滢
辽河油田地区儿童感觉统合失调的调查与干预治疗研究	徐 群	宁湘煜	赵 东	陈晓波
盘锦地区 2130 例骨密度测量及骨质疏松患病率分析	庞 众	闻殿元	刘 宁	范伟萍(346)

下辽河平原南部咸水体现状及防治对策

周 宏,张洪印

(中油辽河石油勘探局供水公司,辽宁 盘锦 124010)

摘要:下辽河平原地下咸水体的存在,对油田供水是一个潜在威胁。由于咸、淡水体电阻率的不同,通过对大量的油井测井曲线的解译,结合钻孔资料 and 不同时期的水化学资料,确定了平原组及明化镇组地层中咸水体不同时期的空间分布范围,从而掌握了不同地段咸水体的水平运移规律。据此提出了防止咸水体进一步扩散的防治措施,并在实际中得到应用。

关键词:咸水体;运移规律;下辽河;污染防治

引 言

下辽河平原南部位于辽河平原南部,大部分位于盘锦市,部分位于营口市和鞍山市。地理坐标范围为东经 $121^{\circ}30' \sim 122^{\circ}35'$,北纬 $40^{\circ}45' \sim 41^{\circ}15'$,面积 $6\,223\text{km}^2$ 。

下辽河平原南部地区地表水较发育,但均存在不同程度的污染。从辽河油田勘探开发及盘锦市建市以来,工农业及居民生活用水主要依赖于开采地下水。地下水主要赋存在第四系平原组、上第三系明化镇组和馆陶组含水层中。由于区内地质历史上曾多次遭受海侵。平原组及明化镇组含水层中都赋存有大量的咸水体,在地下水开采过程中咸水体对淡水体造成了严重的威胁。

1 地质及水文地质概况

1.1 第四系平原组(Qp)

第四系地层内部沉积连续,时代齐全,成因复杂,分布广泛,厚度可观,岩性为灰白色含砾粗砂岩、灰色含砾粗砂岩、中细砂岩、粉细砂岩、砂砾石混层,夹黑色、灰色、灰绿色亚粘土层或亚粘土与细砂互层。厚度一般为 $90 \sim 400\text{m}$ 。区内存在厚 $65 \sim 400\text{m}$ 的松散沉积层,为第四系地下水的赋存提供了空间。在石新、东郭、大荒、喜彬、富家以南,王坨子、西四、旗口以西为咸水区,外围为淡水区,成井口径 0.4m ,降深为 10m ,淡水区单井涌水量一般为 $2\,000 \sim 7\,000\text{m}^3/\text{d}$ 。含水岩组地下水化学类型主要为 $\text{Cl}-\text{NaCa}$ (咸水)、 HCO_3-CaNa (淡水)。为潜水—承压水,水位一般为 $-2 \sim -4\text{m}$,水源地漏斗中心为 $-8 \sim -14\text{m}$ 。

1.2 明化镇组(Nm)

明化镇组地层分上下两段:下段为灰绿、黄褐、杂色泥岩;上段为灰白色粗粒~中细粒砂岩、砂砾岩,含砾砂岩,夹薄层泥岩。该组地层埋藏一般在 $200 \sim 400\text{m}$ 。

明化镇组含水层主要为该组上段砂岩,厚度在 $100 \sim 600\text{m}$,由东西两侧向中间、由北向南地层厚度增加。含水层在南部中心地带为咸水,外围为淡水,淡水区单井涌水量一般为 $1\,000 \sim 3\,000\text{m}^3/\text{d}$ 。含水岩组地下水化学类型主要为 $\text{Cl}-\text{NaCa}$ (咸水)、 HCO_3-CaNa (淡水)。

本项目荣获 2002 年辽宁省国土资源厅科学技术成果三等奖。

地下水开采以弹性开采为主,为非稳定开采状态。

20 世纪 70 年代初对地下水开采初期,地下水水位普遍高于地表 3 ~ 10m,水井基本可以自溢。经过近 30a 的大量开采,地下水水位逐年大幅度下降。到 1999 年为止地下水水位已形成了复合型区域降落漏斗,最大漏斗半径约 50km,漏斗中心静水位约为 - 30m。

在油田开发建设以前,本地区农业及居民生活用水以地表水为主,随着油田的建设开始开采地下水,到目前为止油田在下辽河平原南部共建成集中式水源地 43 座,水源地主要分布在台安、高升、盘东、兴隆台、曙光、石山、欢喜岭、于楼、洼南等地区,另外盘锦市还有部分零散水井,共建设水井 1 123 口,年开采第四系含水层地下水 $8\,613 \times 10^4 \text{ m}^3$,年开采明化镇组含水层地下水 $4\,265 \times 10^4 \text{ m}^3$,年开采馆陶组含水层地下水 $6\,940 \times 10^4 \text{ m}^3$,详见表 1。

表 1 水井分布状况及年开采量统计表

	油田集中水井数/口	地方零散水井数/口	年开采量/ 10^4 m^3
平原组水井	61	594	8 613
明化镇组水井	149	49	4 265
馆陶组水井	203	67	6 940
合计	413	710	19 818

2 咸水体分布范围

通过对研究区内 1.9×10^4 多口油井、数百口水井的测井曲线分析研究,确定了咸水体在水平和垂向上的分布规律:咸水体主要分布于工作区南部第四系和上第三系明化镇组的地层中,咸水体与淡水体之间存在着“上淡下咸”、“上咸下淡”和“淡—咸—淡”3 种区域大格局,咸水边缘,咸淡水界面呈犬牙交错状,形成更为复杂的咸淡水结构。咸水体的形态和空间结构严格受构造、地层和古地貌形态控制。

第四系厚度达 500m,咸水体顶板埋深 0 ~ 400m,底板埋深 57.0 ~ 466.0m。根据 600 余口钻孔解译资料,咸水体最大厚度达 466m。咸水体分布特征:咸水体厚度由北向南、由两侧向中部增厚,最厚处位于双台子河入海口东侧近海处,咸水体厚度达 400.0m;在大洼、二界沟一带咸水体厚度最大,向两侧厚度逐渐减小,兴隆台、大洼、二界沟、海外河一带及田庄台附近由于咸水体埋深较大,含水层主要为咸水,在这一带咸水体底界与第四系底板相等,说明该区第四系含水层已全部咸化,这部分面积达 $1\,200 \text{ km}^2$ 。咸水区在陆侧周边地区由于受地表径流和入海冲淡水的淡化作用,浓度较低,一般在 1.0 ~ 1.2g/L 左右。微咸水带宽度达 1 ~ 3km。

近代地质史上,即上第三纪以来,由于地壳的抬升与下降,在下辽河平原南部造成了多次海侵,并残留了大量海水,这些残留海水是现代下辽河平原咸水体的主要来源,后期又受到降水稀释和蒸发浓缩两种表生地质作用的多次影响,地下水的含盐浓度多次发生变化,从而形成现在不同层位、不同地区差异较大的微咸水、咸水、盐水及卤水。

明化镇组咸水体除海侵形成外,局部受沉积作用和地层形成的古地理环境影响,以蒸发浓缩作用为主,原生淡水变成咸水和微咸水。如郑家店至古城子之间的小咸水“盆”,即是牛轭湖相蒸发浓缩咸水,这种咸水体和大面积海侵形成的咸水体之间无成因联系,表现为牛轭湖相蒸发浓缩形成的咸水矿化度较小(1 ~ 5g/L),基本为微咸水。

从成井时间及井孔平面位置来看,由于 1975 年前和 1994 ~ 1998 年的资料较多,结合水化学动态资料,并参照其他时段资料,大致确定 1975 年和 1998 年咸水体分布面积分别为

1 650.2km²和 1 690.8km²。

咸水体的扩张速度随着地下水开采量的增加而增大。咸水体的平面运移速率主要受临近水源地地下水开采影响,地下水开采量增大,水力梯度相应增大,咸水体的平面运移速率就大。20 世纪 70 年代以前,咸水体运移速率多小于 2m/a,最大速度仅 30m/a,随着地下水开采量的增加,咸水体平面运移速率加大,2002 年盘东水源南部咸水体运移速率已达 220m/a。

3 咸水体运移特征研究

咸水体的运移受水动力场和水化学场的共同作用。降水、蒸发、地表水体等对地下水体补排条件的影响以及人为活动,使咸淡水体作用更加复杂。咸水体资料主要来源于辽河油田开发以来施工的油、水井测井曲线,先对不同时期的资料进行分类,由于成井位置及时间上无规律性和继承性,且工作区明化镇组地层取心资料较少,各时段施工的油、水井分布都很局限,难以运用单一的测井资料确定咸水体的空间形态,为此,研究中收集整理了不同时期的水化学资料,辅助判定咸水体的运移速率,结果见表 2、表 3。数据分析认为,由于初期地下水开采量较小,咸水体向外扩散速率也较小;开采后期由于开采量增大,地下水水位下降速度增加,咸水体向外扩散速率也随之增大。

表 2 第四系平原组咸水体边界运移速率一览(单位:m/a)

时期	欢喜岭	高升	喜彬	黄于热	棠树
开采初期	0~5	<1	<1.2	<2	<1
开采后期	10~50	5~20	5~20	5~20	5~20

表 3 上第三系明化镇组咸水体边界运移速率一览(单位:m/a)

时期	盘东	兴隆台	于楼	欢喜岭	曙光	双东	营口
开采初期	<2	<2	2~30	5~20	<2	<2	<2
开采后期	78~220	9~71	43~89	15~44	41~103	41~91	24~56

表 4 为明化镇组咸水体的垂向运移速率。从表中可以看出,区内明化镇组咸水体底板总体呈下降趋势,油田开发初期,咸水体垂向运移速率变化不大,多数地区运移速率很小(小于 0.20m/a);仅在新兴农场、黄金带及榆树一平安河一带,咸水体垂向运移速率较大(2.0~6.08m/a)。目前开采条件下,咸水体垂向上多呈下移趋势,区内咸水体下移速度差异不大,运移速率在 0.5~1.67m/a。

表 4 咸水体垂向运移速率统计(单位:m/a)

时 间 位 置	1976~1981 年	1982~1987 年	1988~1993 年	1994~1998 年
田庄台	0.11		—	1.0
黄金带	2.0		0.8	
新兴	2.67	4.5	—	
接官厅	0.08		1.5	1.6
赵圈河	0.08		0.5	
榆树一平安河	6.08		1.67	—
王家—唐家	1.61			
吴家	1.06			

4 咸水体污染的防治

为合理有效安全地开采平原组及明化镇组地下淡水资源,进一步保障未来辽河油田的建设和本地区人民生活用水。1999—2000 年间利用数值模拟对咸水体运移进行了初步预测,并在此基础上对下辽河平原咸水体污染防治进行了一些探索。

4.1 逐步建立咸水体监测网

2000 年以来在平原组咸水体与水源地之间,建立水质监测井 8 口,其中 1 口为利用报废油井改造成的水质监测井。在明化镇组咸水体与水源地之间,利用报废水井改造成 4 口水质监测井。在水源地内布设了 14 口生产井作为水质监测井,计划近年内还要建立 11 口水质监测井,最终建立 37 口水质监测井长期监测咸水体的运移和变化规律,随时掌握两套咸水体变化规律,为生产和研究提供宝贵的基础资料。

4.2 外移开采水源

辽河油田在勘探开发初期,由于生产、生活的实际需要及对咸水体的认识不清,先后在咸水体周围建设了黄水源、于水源、盘东水源、兴一水源及欢三水源等。对地下水的开采引起咸水体边缘水力梯度增加,使咸水体水平和垂向运移速度增加,在黄水源、于水源和欢三水源个别水井出现氯根不断增加并超标的现象。根据对咸水体模拟结果及实际的监测情况,先后关闭黄水源和于水源的个别水井,并在水源地东北方向远离咸水边界处新建了水井;盘东水源、欢三水源大部分水井关闭,在远离咸水体边界处新建了一座水源地;兴一水源也减量开采。咸水体边界附近地下水水位 5a 间回升了 5.6m,从而减小咸水体边缘的水力梯度,减缓咸水体的扩张速度。

4.3 开发利用咸水体资源

盐卤水是一种重要的工业原料。盐卤水是油田钻井配制无固相压井液的主要原料,盐卤水还可用来提取溴、锶等,溴在医药、农药、染料、养殖等方面用途广泛,盐卤水的利用和深加工前景十分广阔。在锦州、营口、盘锦地区已有多个盐厂在制盐或提溴。近年来辽河油田对盐卤水也进行了勘探,准备把有价值的盐卤水用于石油开采、制盐及提溴。地下咸水的开发有利于保持区内咸淡水之间的压力平衡,进而起到防止咸水入侵的作用。

4.4 人工回灌法

该方法分为两个部分:一是在咸水体外围边缘区施工一排注水井,形成地下淡水幕墙,以防止咸水体向外扩张;二是在咸水体外围开采区内,施工注水井,以增加地下水的补给量。两个部分相配合增加地下水补给量的方式更为可靠。通过地下水的人工调蓄,建立地下水库,不仅能有效防止咸水体的扩张,还增加了地下水的调蓄。

5 结束语

研究区内平原组大部分为咸水体,只有在区内西南、东北方为淡水;明化镇组在含水层南部中心地带为咸水体,外围为淡水。无论从数值模拟的咸水体运移结果,还是从实际监测到的水位、水质资料来看,大量开采咸水体外围淡水时,咸水体向外扩张的速率将增大;减少开采咸水体外围的淡水时,咸水体向外扩张的速率也将减小。所以,实际防治咸水体污染时,只要按照这一规律去实施的方法、措施就是切实可行的。下辽河平原地下水是辽河油田

及盘锦地区工农业及居民生活赖以生存的唯一淡水资源,如何长期保护好这一宝贵的地下资源是本地区水文地质工作的一项艰巨而重要的任务。

参考文献

- [1]韩有松,孟广兰,王少青,等.中国北方沿海第四纪地下卤水[M].北京:科学出版社,1996.
- [2]袁文芳,陈世悦,曾昌民.渤海湾盆地古近纪海侵问题研究进展及展望[J].沉积学报,2005,23(4):604-612.

多功能测井服务系统研制及推广应用

魏 斌

(中油辽河石油勘探局测井公司, 辽宁 盘锦 124011)

摘要:辽河油田测井公司原有6种测井系统,各种测井系统性能相对独立,只能完成部分测井内容,一口井的测井任务需要由多种测井系统共同完成。油田外部测井远离测井基地,传统的多种测井系统轮流作业的方式已经落后,不但造成人员、设备、时间、成本的浪费,就连取得外部测井市场的准入都是个问题。将国内外各种先进的测井仪器有机地结合起来,组成多功能测井系统,完成除成像测井外的全部测井内容,包括裸眼井测井、套管井测井、油气水井射孔和井壁取心等项目。

关键词:多功能测井;服务系统;测井技术;地面系统;技术指标

前 言

测井被誉为“石油地质家的眼睛”,测井技术是现代石油勘探开发技术的一个重要组成部分。

随着石油工业的发展,测井技术也有了飞速的进步。新的测井理论、测井技术、测井仪器不断出现,国内外测井仪器制造厂商不断推出各具特色的测井仪器。测井公司从20世纪80年代中期起陆续引进和购置了一些先进的测井系统。如CLS-3700数控测井系统、DDL系列数控测井系统、XSKC-92国产数控测井系统、SKH2000数控测井仪、ECLIPS-5700成像测井系统等设备,为推动公司的发展壮大和测井技术的提高起到了积极的作用。

测井系统之间存在不兼容的问题:各种引进的测井系统之间不兼容,引进的和国产的测井系统之间也不兼容。引进的测井系统有着技术含量高、仪器工作稳定、测井系列相对齐全、资料认可程度高等优点,但也存在不足。就目前仪器装备情况看,CLS-3700数控测井系统不能完成辽河油田必测的裸眼井测井项目有井壁取心、普通电阻率测井、连斜测井及一些工程井测井,也不能完成重要的生产井测井项目;DDL系列数控测井系统不能完成裸眼井测井项目。国产测井设备在技术上有了较大的进步,某些项目的测井水平跟引进设备的测井水平差距不是很大,但是普遍存在仪器类型多,互不统一;测井项目少、尤其缺少引进测井系统的特殊项目测井功能。一口探井的全套测井项目,要由多套不同的国产和引进测井系统几次轮番上井才能完成。存在测井占井时间长、人员和设备动用数量多、单台设备利用率低、测井成本高、不利于安全生产等问题。

油田外部测井服务,井场远离测井基地,传统的多种测井系统轮流作业的方式落后,关系到测井效益的盈亏点,关系到对方的准入认可程度。

为了解决上述问题,提高测井队伍的综合测井服务能力,增强在外部测井市场中的竞争力,研究出一套具备多套测井子系统的多功能测井系统。

1 系统的构成及功能

1.1 总体思路

将国内外各种先进实用的测井方法、测井仪器有机地结合起来,通过组合、集成和完善,

本项目荣获辽河石油勘探局2002年度优秀科技成果一等奖,获奖编号为2002102。

组成多功能测井系统,使该系统能够完成全部测井内容,包括裸眼井测井、套管井测井、油井射孔和井壁取心。

1.2 系统构成

多功能测井系统由地面系统和下井仪器 2 部分构成。

1.2.1 地面系统

地面系统以现有的一种性能较好的国产地面系统为母本,进行功能扩充,配以先进的连斜测井系统、自动取心系统、程控射孔系统、3700 常规项目测井系统、3700 特殊项目测井系统、套管井变密度组合测井系统、套管井七参数测井系统、测井曲线编辑系统以及随钻测斜系统等。这些功能扩充采用最新电子和测井信息处理技术,使每个单项测井水平达到国内最好。其中,油井射孔的高频电源由软件控制产生,多道继电器综合控制,提高了射孔作业的安全性;井壁取心的点火和换挡均程控自动控制完成,采用不停车点火方式,有较高的选层精度。

1.2.1.1 地面系统硬件

地面系统硬件部分由交流净化电源、不间断电源机箱、高压电源机箱、系统电源机箱、工控机、键盘、彩色显示器、热敏记录仪、综合控制箱、示波器、深度射孔机箱以及数字绞车面板等部分组成。

(1)交流净化电源。交流净化电源能将输入的电压稳压,并滤除尖峰噪声等多种电源污染,从而保证测井仪器正常工作。净化电源的功率为 3kVA。前面板左侧有 2 个开关,一个电源开关,一个输出开关。电源开关为整个系统总开关,表头指示输出电压。面板上的电压调节旋钮可以调整输出电压。面板右侧有一个开关,为机架风扇开关。本机箱后面板有一钮子开关,用以控制输出电压。当开关置在上部时,交流 220V 输出电压由净化电源供给;置在下部时 220V 不经过净化电源而直接输出;置在中间时为输出断开。

(2)不间断电源机箱。该机箱由山特 1kVA 的 UPS 和电法电子换向卡组成。左半部为 UPS 部分,在外接交流电突然中断时,能向计算机系统及深度系统连续供电 5 ~ 20min,以保证操作员紧急处理。右侧为电子换向卡控制部分。电法测井时,打开右侧电源开关,按下电流选择开关,电子换向卡工作,表头指示电流大小。

(3)工控机。AT 总线工业控制机,为数控测井仪的控制中心。采用 Intel 的 Pentium III 处理器,主机内存 128MB,8.4GB 硬盘。带有 HY - 6040AD 卡、KHAD07 高速 AD 卡、ETHER - 16CT 网卡以及专用接口卡。前面板装有防尘门,内含一个 1.2MB 和 1.44MB 软盘驱动器,并装有主机电源开关,复位按钮,键盘锁按钮等装置。其中,当键盘锁按钮按下时,将拒绝一切键盘操作,防尘门装有安全锁,机器不用时,应将防尘门锁住,当车辆开走时将软盘保护卡放入软盘驱动器中。

(4)彩色显示器。为 14"彩色显示器,VGA 显示工作方式,分辨率高。用于人机交互界面及显示测井曲线。随 UPS 开后而自动进入工作。在测井过程中,通过键盘控制亮度,得到最佳观察效果。

(5)键盘。为 101 键盘,供操作员对测井过程进行控制。使用时可从机架中拉出,不用时推回机架并锁上。

(6)热敏记录仪。记录仪为 PTEX820 型热敏绘图仪。该绘图仪操作特别简单,只须插入纸架关上门即可。在英文状态下,打印操作与一般打印机一样,若为汉字状态,应运行

REX1.EXE 和 REX61N.EXE。

(7)高压电源机箱。该机箱内装 2 台外购的 DH1722 型稳压稳流电源,给系统提供正、负高压。工作选择开关用于选择 A、B 路的工作。按下 A, A 路电源工作,给系统提供正高压;按下 B, B 路电源工作,给系统提供正高压;按下 A + B, A、B 路电源均工作, A 路给系统提供正高压, B 路给系统提供负高压。

(8)系统电源机箱。该机箱为系统提供交流辅助高压及各种低压电源。前面板分 3 部分:左部为辅助电源,为系统提供大高压电流;中部为低压电源,通过调节一个小型调压器,为系统提供各种低压;右部为下井交流电源,为下井仪提供下井交流电源。该电源机箱每一部分都有电源输出插孔,为便于检查和向外引出。

(9)综合控制箱。该机箱由接线控制器和各种电路接口组成。接线控制器完成下行与上行信号的分离、缆芯转换、下井电源选择及刻度步进器的控制等操作,电路接口完成各种测井信号的处理。

(10)深度射孔机箱。该机箱由深度系统、射孔取心系统及井口信号卡组成。前面板分 2 部分:左部为深度和井口信号卡的显示和调节部分;右部为射孔取心系统的控制部分。

(11)示波器。内装有经改装的双通道示波器 1 台,所有输入线已在机架内部连好,可直接观察示波选择开关所选择的波形。当综合控制箱面板的示波选择开关处于“断”位置时,也可作为通用示波器,利用示波器探头观察各种波形。

(12)绞车数字仪(绞车面板)。绞车面板向绞车工提供所需要的各种信息。

1.2.1.2 地面系统软件

地面系统软件部分通过对地面硬件部分控制,完成对下井仪器的供电及逻辑控制,对下井仪及地面辅助设备送来的测量信号进行处理和计算,完成测井数据或曲线的显示、记录和打印。故障诊断软件与硬件配合完成对地面系统进行检测与故障诊断。测后处理软件对所测资料进行回放、拼接、抽取、合并、深度平移、零点漂移校正、数据文件格式转换、磁记号校深等。连斜解释软件可以现场出解释结论,并打印 3 图 1 表。

1.2.1.3 地面系统主要技术指标

(1)主机。双机配置:CPU:PⅢ - 750 以上;内存:≥128MB;硬盘:≥10GB;软驱:1.44MB;光驱:48 速以上;ZIP(250MB)。

(2)显示器:2 个 17"SVGA 彩色显示器。

(3)信号通道。8 道 12 位 A/D 通道;1 道 12 位高速 A/D 通道;8 道 16 位计数通道;PCM 通道(3502、3506、3508、WTC、TCC)。

(4)深度系统。深度采样间隔:8、16、32、64、128、256、512 点/m 或 10、20、40、80、160、320 点/m;工作方式:马丁代克或井口马达。

(5)软件处理。测井方式:上测、下测;坐标:线性或对数坐标,对数坐标可设为 2、3、4 个模;出图比例:1:20,1:50,1:100,1:200,1:500;记录格式:仿 716 计算机用户带格式、LIS 格式;测后处理:可完成测井数据的编辑、回放、再计算。

1.2.2 部分下井仪器的主要技术指标

(1)SCH-1 数控恒功率双侧向。测量曲线名:RD RS;测量范围:0.2 ~ 40 000Ω·m;测量精度:0.2Ω·m 为 ±20%,1 ~ 2 000Ω·m 为 ±5%,2 000 ~ 5 000Ω·m 为 ±10%,5 000 ~ 40 000Ω·m 为 ±20%;耐温:150℃(1h);耐压:100MPa。

(2)CLS 1229 双侧向。测量曲线名:RD RS;耐温:177℃(1h);耐压:140MPa;测量范围:RD $0.2 \sim 25\,000\Omega\cdot\text{m}$ 为 $\pm 5\%$,RS $0.2 \sim 25\,000\Omega\cdot\text{m}$ 为 $\pm 5\%$ 。

(3)CLS 1503 双感应-八侧向。测量曲线名:深感应、中感应、八侧向;测量范围:深感应: $0.2 \sim 2\,000\Omega\cdot\text{m}$;中感应: $0.2 \sim 2\,000\Omega\cdot\text{m}$;八侧向: $1 \sim 1\,000\Omega\cdot\text{m}$;耐温:162℃;耐压:140MPa。

(4)SWW-1B 微球/微电极。测量曲线名:RXO CAL RML RMN;测量范围:RXO: $0.2 \sim 2\,000\Omega\cdot\text{m}$;RML: $0.2 \sim 2\,000\Omega\cdot\text{m}$;RMN: $0.2 \sim 2\,000\Omega\cdot\text{m}$;CAL:165~420mm;耐温:150℃(1h);耐压:100MPa。

(5)SSZ-1 组合声波。测量曲线名:AC;测量范围:1 800~8 000m/s;耐温:150℃(1h);耐压:100MPa。

(6)CLS2435 补偿中子。测量曲线名:CN;耐温:204℃(1h);耐压:140MPa;供电:180V AC;测量范围:0P.U~45P.U。

(7)CLS2227 补偿密度。测量曲线名:DEN CORR CAL;耐温:204℃(1h);耐压:140MPa;供电:180V AC;测量范围: $1.5 \sim 3.0\text{g}/\text{cm}^3$ 。

(8)DIP1016 地层倾角。供电:180V AC;耐温:204℃(1h);耐压:140MPa;测速:12m/min。

(9)LX-1 连续测斜仪。测量曲线名:DEV DAZ;耐温:150℃(1h);耐压:100MPa;测量范围及精度:倾角(DEV) $0 \sim 90^\circ$ 为 $\pm 0.2^\circ$,方位(DAZ) $0 \sim 360^\circ$ 为 $\pm 2^\circ$

(10)2727C/O 能谱测井仪。供电:150V DC;耐温:135℃(1h);耐压:100MPa;测速:0.9m/min。

(11)1318 自然伽马能谱。供电:180V AC;耐温:204℃(1h);耐压:138MPa;测速:3m/min;测量范围:K、Th、U 为 0.417~3.5MeV。

1.3 应用情况

至2002年底,测井公司配备了10套多功能测井系统,用于陕北、长庆、冀东、吉林、黑龙江、通辽、辽河等地区测井,备受国内测井市场青睐,创出了“辽河测井”这个优质测井队伍品牌,并积极运作到国际测井市场服务。

近年来,多功能测井系统在辽河油田外部市场共测井2 335井次、创产值 $2\,490.5 \times 10^4$ 元,在辽河油田内部市场共测井4 109井次,创产值 $4\,907.81 \times 10^4$ 元,合计创产值 $7\,398.31 \times 10^4$ 元。

2 结 论

(1)应用多功能测井系统测井,节省了固定资产投入,提高了设备的利用率,提高了测井效率,在外部测井市场中的竞争能力明显增强。

(2)该项目起源于服务外部测井市场,但在辽河油田内部发挥了积极作用。完成常规测井任务的同时承担了通辽铀矿测井任务,“短半径侧钻水平井”、“多分支水平井”、“欠平衡钻井”等一批总公司级别的科研和推广项目的测井任务均由该系统完成。

(3)市场的竞争取决于人才和技术的竞争,多功能测井系统被定为国产测井仪器更新发展的技术模式,必定为辽河测井公司从崛起走向强大而发挥巨大作用。

地化技术在油田勘探开发中的应用

郑玉龙, 芦才普

(中油辽河石油勘探局录井公司, 辽宁 盘锦 124010)

摘要:我国油气藏十分发育, 油质十分复杂, 油藏自身的一些特殊性又增加了其发现与评价的难度, 在钻井过程中为了提高钻井速度和保护油气层, 钻井液中加入添加剂, 这影响了发现油气显示的难度。针对这一情况开展了地化技术研究, 通过研究发现, 地化技术在油气藏的解释与评价方面具有独特的技术优势。根据油气藏特点建立了相应的解释方法, 经过大量的实践, 证实了地化技术的优势, 具有良好的应用前景, 并取得了良好的勘探开发效果。

关键词:地化技术; 油气藏勘探开发; 解释方法; 储层评价; 应用

前 言

地化技术是应用化学原理研究储层中流体在运移、聚集成藏过程中所发生的地球化学反应机理和在油气田勘探开发中应用的一门学科, 是传统的有机地球化学和无机地球化学与油藏工程紧密结合的产物, 是连结油藏地质与油藏工程的结点。现在所应用的地化属于地球化学范畴。地化录井为油藏有机地球化学增加了一项新的应用领域。利用地化技术对固体的岩心、岩屑及井壁取心等样品, 利用特定的设备进行分析, 通过分析主要测得气态烃(S_0)、液态烃(S_1)、裂解烃(S_2)和峰顶温度(T_{max})、烃图谱、烃相对含量和烃峰面积等烃信息, 利用烃信息对烃源岩和储集岩进行评价。利用以上参数建立的解释方法来对储层进行综合评价。通过几年的实际应用, 取得了良好的应用效果。

1 地化技术的特点

该项技术通过特定的仪器, 在升温过程中获取储层中与石油密切相关的信息, 从而达到利用储层中的烃物质碎片及其衍生物的分布特征直接测量储层中烃类物质丰度的目的。影响因素只与储层中烃类物质的丰度有关, 而受地层因素如围岩屏蔽、岩性、物性、电性等的影响较小。该项技术具有直接、快速、定量等特点, 这些特点决定了地化录井不受地层因素的影响, 与地球物理测井相比在特殊油气藏的和注水开发区水淹层评价上, 具有明显的技术优势。

2 地化技术的作用

通过几年的生产实践证明, 地化技术在评价储层流体性质上主要有以下几方面的作用:

- (1) 准确判断储层流体性质, 确定油水界面, 为试油提供准确的依据。
- (2) 注水开发区储层水淹程度评价, 预测注水突进, 提供合理的开采方案。
- (3) 生产动态监测, 判断合层开采各层贡献率, 为堵水提供依据。

本项目荣获辽河石油勘探局 2002 年度优秀科技成果一等奖, 获奖编号为 2002103。