

国内外石油技术进展

(2004)

王增林 曹钧合 褚小兵 主编

中国石化出版社

国内外石油技术进展

(2004)

王增林 曹钧合 褚小兵 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以国内外六大石油技术系列为主,有所侧重的介绍了当前石油地质、地球物理勘探解释、石油钻井、石油测井、采油工艺、地面工程等专业技术的现状和发展趋势。对油田近期的重大科研课题、重点研究内容及方向提出了建议。

图书在版编目(CIP)数据

国内外石油技术进展.2004/王增林,曹钧合,褚小兵编.
—北京:中国石化出版社,2005
ISBN 7-80164-846-3

I.国… II.①王… ②曹… ③褚… III.石油-技术-世界
IV.TE

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 083146 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

东营市利丰彩印有限责任公司印刷

新华书店北京发行所经销

*

880×1230 毫米 16 开本 41.5 印张 1144 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

定价:160.00 元

编 委 会

编委：（按姓氏笔画排序）

丁 伟	于世焕	于 静	王 勇	王增林	王延光
马 英	毛中华	卢湘鹏	付瑾平	宁光才	申兴哲
孙 静	孙丽萍	孙正贵	田玉芹	刘显太	刘景亮
刘殷韬	冯永泉	何京国	陈建平	陈业泉	张 劲
张 建	张 毅	张雪梅	张廷香	朱丽娟	苏海芳
邵在平	李临华	李 霞	李劲松	李德忠	肖 志
肖焕钦	邸志新	杨 利	杨善钦	周德勇	易文所
罗 燕	娄小东	姜 婷	姜淑兰	郭良川	原宏壮
徐锦玺	胡盟明	袁庆胜	尚应军	高明霞	顾小勇
褚小兵	曹钧合	曹 谊	董社霞	赵国海	程 敏
彭军生	韩文功	慕林杰	谭绍泉		

前 言

为了了解掌握国内外石油开采技术的状况和动态，我们组织专门人员对国内外石油开采技术进行了全面调研，在此基础上编写出《国内外石油技术进展》一书，该书以国内外六大石油技术系列为主，有所侧重的介绍了当前石油地质、地球物理勘探解释、石油钻井、石油测井、采油工艺、地面工程等专业技术的现状和发展趋势。对油田近期的重大科研课题、重点研究内容及方向提出了建议。

出版本书的目的是希望通过交流、学习，实现信息共享、资源共享、成果共享，从而有效避免重复研究，提高研究起点，整体提升我国油气开采技术水平。

全书近 120 万字，技术内容丰富。希望本书能为油田企业今后的科技工作提供参考依据，为广大石油科技管理者、石油科技工作者及高校师生，了解掌握最新的石油科技技术提供借鉴和参考。

感谢为本书出版工作给予关心指导的有关领导，感谢各位专家、科技人员在编写、审校工作中的辛勤劳动。

石油开采技术日新月异，书中涉及内容及观点或许有不当之处，热忱欢迎油田广大科技工作者对我们的工作提出宝贵意见和建议。

目 录

第一篇 石油物探

第 1 章 非地震勘探新技术进展	(1)
1.1 综述	(1)
1.2 国外非地震仪器与软件的发展状况	(2)
1.3 非地震方法在油气勘探方面的进展	(3)
1.4 综合的物探方法	(9)
1.5 联合反演	(11)
1.6 联合反演的应用实例	(15)
1.7 结论及建议	(44)
参考文献	(44)
第 2 章 复杂地区静校正技术	(46)
2.1 综述	(46)
2.2 国内外现状	(47)
2.3 静校正技术新进展	(63)
2.4 结论及建议	(80)
参考文献	(81)
第 3 章 垂直地震剖面法(VSP)新技术	(83)
3.1 概述	(83)
3.2 新的进展	(83)
3.3 结论与建议	(99)
参考文献	(100)
第 4 章 时延地震技术新进展	(101)
4.1 概述	(101)
4.2 时延地震的理论基础	(104)
4.3 时延地震的可行性分析	(104)
4.4 不确定性分析	(115)
4.5 时延地震采集处理解释新技术	(117)
4.6 几个生产应用实例	(121)
4.7 影响四维地震中地震资料的重复性的因素与定位差异处理	(132)
4.8 发展方向与应用前景	(137)
参考文献	(138)
第 5 章 地震勘探采集软件	(140)
5.1 地震勘探采集设计软件	(140)

5.2 数据采集质量控制(QC)软件	(149)
5.3 结论与建议	(154)
第6章 地震勘探采集设备	(156)
6.1 陆上勘探地震采集设备	(156)
6.2 滩海地震采集设备	(165)
6.3 井中地震采集设备	(171)
6.4 结论与建议	(180)
第7章 高分辨率地震勘探采集技术	(182)
7.1 国内高分辨率地震勘探采集技术	(182)
7.2 国外高分辨率地震勘探采集技术	(188)
7.3 结论与建议	(192)
第8章 深层地震勘探采集技术	(193)
8.1 国内深层地震勘探采集技术	(193)
8.2 国外深层地震勘探采集技术	(202)
8.3 结论与建议	(206)
第9章 多波地震勘探采集技术	(207)
9.1 国内多波地震勘探采集技术	(207)
9.2 国外多波地震勘探采集技术	(209)
9.3 结论与建议	(216)
第10章 3D VSP地震采集技术	(218)
10.1 国内3D VSP地震采集技术	(218)
10.2 国外3D VSP地震采集技术	(222)
10.3 结论与建议	(229)
参考文献	(229)

第二篇 石油地质

第11章 世界石油地质理论、方法及研究进展综述	(232)
11.1 美俄科学家提出了石油成因的新观点	(232)
11.2 新型热史技术开始应用于石油工业	(232)
11.3 高频气候史在油气勘探开发中的应用	(233)
11.4 高分辨率层序地层学研究进展	(233)
11.5 砂岩侵入体对勘探开发具有重要意义	(234)
11.6 成藏动力学系统研究进展	(235)
11.7 深层油气勘探研究依然是近几年的热点	(235)
11.8 超压油气藏是世界油气勘探的重要目标	(236)
11.9 盐构造研究成为近期国外构造地质研究和油气勘探的热点	(238)
11.10 资源与目标一体化评价技术成为各大公司提高勘探效益的主要手段	(238)

11.11	油气系统与模拟技术是未来 5~10 年的核心技术	(238)
11.12	地表勘探技术越来越引起人们的重视	(239)
11.13	美国高成熟区的储量增长规律被各国广泛关注	(241)
11.14	美国科学家提出湖相烃源岩组合的 3 分类法	(241)
11.15	美国能源部确认的 30 年来效益显著的 4 项地球物理勘探技术概述	(242)
第 12 章	世界油气分布规律及勘探热点地区	(245)
12.1	美国联邦地质调查所总结的十大世界油气分布规律	(245)
12.2	世界大型(巨型)油气田分布规律	(247)
12.3	世界油气勘探的几个热点地区	(252)
第 13 章	隐蔽油气藏勘探技术	(257)
13.1	隐蔽油气藏勘探现状	(257)
13.2	隐蔽油气藏分类及勘探思路	(257)
13.3	隐蔽油气藏勘探的地质方法	(260)
13.4	隐蔽油气藏主要勘探技术现状	(262)
13.5	隐蔽油气藏勘探实例	(264)
13.6	认识与建议	(270)
第 14 章	盐下油气藏勘探技术	(271)
14.1	盐下勘探概况	(271)
14.2	盐下油气藏油气分布特征	(272)
14.3	盐下油气藏地震勘探技术与方法	(276)
14.4	盐下油气藏勘探的发展动态	(287)
14.5	盐下油气藏勘探的经验教训	(287)
第 15 章	泥岩油气藏勘探现状	(288)
15.1	泥质岩裂缝油气藏的分布	(288)
15.2	泥质岩油气藏成藏机理	(289)
15.3	资源潜力分析	(291)
15.4	研究进展	(291)
15.5	认识与建议	(292)
第 16 章	煤成气成藏机理调研	(293)
16.1	概述	(293)
16.2	煤成气藏运聚模式	(296)
16.3	煤成气田形成的主要控制因素	(296)
第 17 章	低渗透油田的高效开发	(301)
17.1	我国低渗透油田开发科学研究和生产试验发展状况	(301)
17.2	合理井网布署	(303)
17.3	提高采收率新技术—蒸汽驱开发低渗透油藏	(307)
第 18 章	中深层稠油油藏开发技术调研	(308)
18.1	中深层稠油储量分布	(308)

18.2 中深层稠油油藏主要开发技术	(308)
第 19 章 复杂断块油田开发技术	(315)
19.1 复杂断块油田概述	(315)
19.2 断块油田地质研究	(319)
19.3 断块油藏开发技术	(321)
19.4 认识及建议	(329)
第 20 章 岩心实验物理模型	(331)
20.1 人造岩心、物理模型的状况和概况	(331)
20.2 国内实例	(332)
20.3 国外实例——用水平井和直井做蒸汽—CO ₂ 驱实验	(336)
20.4 物模试验装备及实验技术的发展趋势	(346)
参考文献	(347)

*** 第三篇 钻井工程 ***

第 21 章 连续循环钻井技术	(350)
21.1 连续循环的原理	(350)
21.2 保持连续循环的优越性	(351)
21.3 连续循环促进了新兴技术的应用	(351)
参考文献	(352)
第 22 章 重力 MWD 技术	(353)
22.1 重力方位技术	(353)
22.2 影响重力 MWD 作业的关键设计因素	(353)
22.3 现场操作考虑的问题	(354)
22.4 重力 MWD 工具在海上的首次应用	(355)
22.5 重力方位技术的其他用途	(357)
22.6 Path Finder 公司 HDS-1G™ 重力 MWD 技术参数	(357)
参考文献	(358)
第 23 章 随钻扩眼新技术	(359)
23.1 随钻扩眼技术在油田勘探开发中的重要意义	(359)
23.2 随钻扩眼技术的发展概况	(359)
23.3 国外随钻扩眼工具与技术的新进展	(360)
23.4 国内随钻扩眼技术的发展简况	(365)
23.5 认识与建议	(367)
参考文献	(367)
第 24 章 新型随钻地层压力测试器	(368)
24.1 随钻地层测试工具的优点	(368)
24.2 贝壳休斯公司的 Tes Trak 随钻地层压力测试工具	(368)

24.3 哈里伯顿公司的 Geo TAP 随钻地层压力测试工具	(372)
24.4 Path Finder 能源服务公司的 DFT 随钻地层测试器	(373)
24.5 结论与建议	(375)
参考文献	(375)
第 25 章 钻进过程中套管、钻杆防磨新技术	(376)
25.1 套管、钻杆磨损带来的危害	(376)
25.2 套管、钻杆防磨技术措施	(376)
25.3 认识与建议	(380)
参考文献	(380)
第 26 章 膨胀技术新进展	(381)
26.1 膨胀技术发展现状	(381)
26.2 膨胀技术的最新动向	(389)
26.3 认识与建议	(390)
参考文献	(390)
第 27 章 套管钻井技术新进展	(391)
27.1 DwC™ 技术的主要特点	(391)
27.2 DwC™ 对钻机设备的要求	(392)
27.3 DwC™ 钻鞋的类型及结构特点	(392)
27.4 DwC™ 钻具组合	(395)
27.5 DwC™ 钻井实例	(395)
27.6 小井眼欠平衡套管钻井	(396)
27.7 认识与建议	(399)
参考文献	(399)
第 28 章 地质导向钻井技术新进展	(401)
28.1 随钻测井技术新进展	(401)
28.2 测传导向马达技术新进展	(405)
28.3 地质导向地面信息系统	(406)
28.4 结论与建议	(409)
参考文献	(409)
第 29 章 欠平衡钻井技术新进展	(411)
29.1 井底压力控制技术	(411)
29.2 充氮泡沫封闭循环欠平衡钻井技术	(413)
29.3 安全、高效的连续管欠平衡钻井技术	(413)
29.4 欠平衡钻多分支井技术发展迅速	(414)
29.5 大力发展全井筒欠平衡钻井技术	(414)
参考文献	(415)
第 30 章 直井防斜打直技术新进展	(416)
30.1 斯伦贝谢的 Power V 旋转导向自动垂直钻井系统	(416)

30.2	贝克休斯 INTEQ 的新型直井钻进系统·····	(417)
30.3	认识与建议·····	(420)
	参考文献·····	(421)
第 31 章	钻头技术新进展·····	(422)
31.1	国外新型 PDC 切削齿·····	(422)
31.2	国外新型 PDC 钻头·····	(423)
31.3	牙轮钻头技术·····	(425)
31.4	新型套管钻井钻头·····	(428)
31.5	认识与建议·····	(430)
	参考文献·····	(430)
第 32 章	钻井液技术新进展·····	(431)
32.1	新型保护油气层钻井液·····	(431)
32.2	新型防塌钻井液·····	(432)
32.3	新型环保钻井液·····	(433)
32.4	具有特殊结构的微泡基钻井液·····	(435)
32.5	近期间世的新型水基钻井液体系·····	(437)
32.6	纳米技术在钻井液完井液中的应用·····	(438)
32.7	认识与建议·····	(439)
	参考文献·····	(439)
第 33 章	石油钻井装备的新发展·····	(440)
33.1	新型石油钻机·····	(440)
33.2	新型绞车及其刹车、控制系统·····	(447)
33.3	顶部驱动钻井装置·····	(450)
33.4	新型钻井泵·····	(451)
33.5	固控设备的发展简况·····	(453)
33.6	对发展我国石油钻井装备的认识与建议·····	(453)
	参考文献·····	(454)
第 34 章	实时钻井信息技术的发展与创新·····	(456)
34.1	“数字化油田”与实时信息技术·····	(456)
34.2	快速发展的实时信息技术·····	(457)
34.3	三维可视化在石油钻井中应用·····	(460)
34.4	井下信息实时测量与评价技术的新进展·····	(462)
34.5	井下数据传输系统的新突破·····	(464)
34.6	认识与建议·····	(465)
	参考文献·····	(466)
第 35 章	美国盐湖城钻井与完井实验室·····	(468)
35.1	实验室概况·····	(468)
35.2	钻井与取心大型模拟实验装置·····	(468)

35.3 钻井液初触失水小型测定系统	(469)
35.4 切削齿性能及磨损小型测定系统	(469)
35.5 岩石力学特性测试系统	(470)
参考文献	(471)

* * * * *

第四篇 石油测井

* * * * *

第 36 章 岩石物理性质	(472)
36.1 孔隙微结构分析和孔隙度计算	(472)
36.2 饱和度计算	(473)
第 37 章 电法测井	(474)
37.1 套管井电阻率测井	(474)
37.2 多分量感应测井	(474)
37.3 震电效应研究	(475)
37.4 随钻电阻率测井	(476)
37.5 套管检测	(476)
第 38 章 声波测井	(477)
38.1 一种新型的过油管声波测井仪器	(477)
38.2 可以改变发射频率的单极子声源	(477)
38.3 Seismic VISION 随钻地震技术	(478)
第 39 章 核测井	(479)
39.1 裸眼井核测井技术进展	(479)
39.2 套管井核测井技术进展	(480)
第 40 章 成像与核磁测井	(483)
40.1 一种新型微电阻率成像测井仪及解释软件	(483)
40.2 核磁测井仪器	(483)
40.3 核磁测井处理解释	(485)
第 41 章 射孔、取心和地层测试	(487)
41.1 射孔	(487)
41.2 取心	(487)
41.3 地层测试	(488)
第 42 章 测井解释和地层评价	(490)
42.1 套管井地层评价成为一种选择	(490)
42.2 薄层评价	(492)
42.3 黄铁矿对现代测井曲线影响的识别、量化和解释	(494)
42.4 测井应用软件	(496)
第 43 章 结论和建议	(497)
43.1 结论	(497)

43.2 建议	(497)
参考文献	(498)

第五篇 采油工艺

第 44 章 智能完井技术	(501)
44.1 概述	(501)
44.2 智能完井定义及基本原理	(501)
44.3 智能完井技术发展概况及配套技术	(501)
44.4 世界主要智能完井设备生产商技术与产品研发现状	(502)
44.5 智能完井技术的发展趋势	(508)
44.6 认识及建议	(509)
第 45 章 机械采油技术	(510)
45.1 有效提液工艺技术	(510)
45.2 井下油水分离采油技术	(513)
45.3 防止杆管偏磨技术	(514)
45.4 防腐技术	(515)
45.5 认识及建议	(517)
第 46 章 油水井光纤测试技术	(519)
46.1 传感器技术现状及最新发展	(519)
46.2 光纤测试技术发展概况	(520)
46.3 光纤监测系统的组成及测试原理	(520)
46.4 光纤测试系统的开发与应用	(521)
46.5 发展趋势	(526)
46.6 认识及建议	(526)
第 47 章 套损的预防与治理	(528)
47.1 套损检测方法	(528)
47.2 套损修复方法	(529)
47.3 套管损坏的预防	(532)
47.4 认识及建议	(533)
第 48 章 堵水调剖技术	(535)
48.1 堵水调剖材料现状	(535)
48.2 优化决策技术	(537)
48.3 适应不同油藏类型、温度的堵剂	(539)
48.4 有发展潜力的几种调堵技术	(540)
48.5 认识及建议	(542)
第 49 章 三次采油化学驱技术	(543)
49.1 概述	(543)

49.2 聚合物驱油技术	(543)
49.3 交联聚合物驱	(547)
49.4 表面活性剂驱	(548)
49.5 复合驱油技术	(550)
49.6 化学驱新技术	(551)
49.7 认识及建议	(552)
第 50 章 深海油气田开发	(554)
50.1 深海油气田概况	(554)
50.2 水下井口生产系统及生产服务公司	(555)
50.3 水下完井测试工具	(556)
50.4 水下采油树	(558)
50.5 水下完井	(559)
50.6 水下完井系统现状及发展趋势	(561)
50.7 水下修井	(561)
50.8 深海油田生产系统实例	(562)
50.9 深海采油的未来及深海油田采油技术研究方向	(565)
参考文献	(565)

* * * * *

第六篇 油田地面工程

* * * * *

第 51 章 油气集输处理新技术	(568)
51.1 磁处理技术	(569)
51.2 高效游离水脱除技术	(571)
51.3 高效三相分离技术	(582)
51.4 原油脱水技术	(607)
51.5 加热炉设备	(626)
51.6 国内外油气处理设备的分析与比较	(629)
第 52 章 轻质滤料过滤技术	(631)
52.1 存在的问题	(631)
52.2 国外核桃壳过滤技术	(631)
52.3 国内核桃壳过滤技术	(642)
52.4 分析与比较	(645)
参考文献	(646)

第一篇 石油物探

第1章 非地震勘探新技术进展

1.1 综述

随着仪器精度的飞跃提高和方法的创新,非地震的作用已经是今非昔比。非地震勘探方法是油气地球物理勘探方法的重要组成部分。作为油气普查手段,可以用于确定油气勘探的有利远景区,提供地球物理背景资料。随着勘探仪器和处理手段的更新,非地震勘探方法的精度不断提高,非地震勘探方法在油气勘探领域的应用越来越普遍,特别是电法在油气藏直接检测和高速层屏蔽区的应用引人注目,如:Greer 等成功地将有源电磁测深方法应用于油气藏直接检测和含油气范围的确定。在存在盐体、碳酸盐岩或玄武岩等高速层的地区,常规地震方法往往难以检测和描述这类高速层下的沉积层,MacGregor 联合应用有源和无源电磁法在模型实验中较好地解决了这一问题,为高速层下目标体的成像提供了又一解决途径。

非地震地球物理勘探技术在东欧,特别是在前苏联地区的研究与应用非常活跃,近两年 SEG 年会上发表的相关论文的作者大部分来自这一地区。挪威也是开展非地震地球物理勘探技术研究与应用比较活跃的国家。在近两年的 SEG 年会上,非地震论文数量大大增加。虽然大部分还是重力、磁力、电法、电磁方法研究类的文章,但也有一些勘探实例,甚至还有采用高精度重力作油藏监测和工程勘察的文章。综合物探技术是近两年 SEG 年会的一个重要内容。针对高陡构造、山前逆掩带、火山岩覆盖区、盐下构造等复杂区的勘探难题采用地震与重磁电的综合信息是提高勘探效果的重要手段。

随着重磁野外采集数据精度上千倍的提高(美国 LaCoste&Romberg 公司和加拿大 SCINTREX 公司共同推出的最新重力仪 L&R - EG 型重力仪野外精度可达 0.002mGal , CG - 5 重力仪精度高于 0.005Gal ; Daniel JdiFrancesco 等推出了用于油藏监测的时移重力仪,具有很高的精度,可以用于油藏监测),重磁处理解释水平飞速发展。西方重点地球物理公司已把重磁与地震资料采集、处理、解释一体化,作为多学科综合物探技术,推出其基于地震软件平台的非地震处理解释系统,在深层、特殊岩体油气勘探中推广应用,取得了实质性进展。例如,利用高分辨率重磁迭代校正叠前深度偏移速度模型,有效地绕开了深层特殊岩体屏蔽地震波的难题,成功地将墨西哥湾盐下含油气构造的预测精度比单一地震方法提高了数千英尺,同时也为英国、泰国海上等特殊岩体油气勘探取得显著效益。

重磁电震联合反演,是综合应用重磁电震及地质资料,进行点、面、体相结合、多层次化研究、多信息的综合,解决复杂的区域构造问题。重磁电震联合反演技术的关键,首先是建立地震地质模型;其次是在此基础上,计算重、磁理论曲线;比较理论曲线和实测曲线,根据差异,修改模型参数;重新计算重、磁理论曲线;再比较理论曲线和实测曲线,根据差异修改模型参数;如此反复,直到差异达到设定的最小值为止。该方法可以帮助解释人员确定深层地震信息多解的地层构造解释,改善诸如火成岩下构造问题。点距 250m ,精度小于 $100\mu\text{Gal}$,可以有效地识别潜山构造。不同网格后的垂向二阶导数,反映了不同埋深、不同规模大小的潜山断块。

1.2 国外非地震仪器与软件的发展状况

1.2.1 非地震仪器

1.2.1.1 重力仪

目前推出的最新仪器是全自动 L&R - EG 型重力仪, 野外实际精度可达 0.003mGal, 具有 32MB 闪存, 可以存储十万个重力采集数据; 全自动 CG - 5 重力仪, 精度高于 0.005mGal, 可以显示重力数据和曲线, 具有 12MB 闪存, 可以存储三万个重力采集数据。

1.2.1.2 磁力仪

GEOMETRICS 公司生产的 G858 磁力仪, 具有轻便自动, 精度高等优势, 灵敏度可达 0.0005nT。SCINTREX 公司推出了不同特点的磁力仪系列, CS - 3 型磁力仪, 灵敏度可达 0.0006nT; SM - 1, SM - 20 型系列磁化力仪, 可以用于野外磁力测量, 也可以用于实验室磁化力测量; GMS - 2 型磁化力仪; 还有 ENVI 系统, 该仪器除用于磁力测量外还可用于电磁法勘探, 或者两者同时测量。

重力仪向自动化程度更高, 小型化、轻便化、数字化方向发展, 最受关注的是张量重力仪, 实现了重力梯度测量。

1.2.1.3 电法和电磁法仪器

GDP - 32 是美国 Zonge 公司的主要仪器产品, 可以用于中浅层电法勘探, 具有多种功能; AGI 公司, 主要仪器产品是高密度电法仪, 可用于浅表层结构调查及工程环境地下水勘探; GEOMETRICS 公司, 主要仪器产品是 EH4 电磁仪, 用于中浅层勘探; EMI 公司主要生产 MT - 1, MT - 24 等大地电磁仪, 用于深层构造勘探; GSSI 公司, 主要仪器产品是 GEM - 300 浅层电阻率测量系统; IRIS 公司生产各种地面、井下、海洋电法仪。SCINTREX 公司除生产磁力仪外, 也生产电磁仪, 主要产品是 SARIS 自动电阻率成像系统, 是一种多功能电法仪; PHOENIX 公司主要生产 V5、V6、V5 - 2000 系列电磁法仪器, 用于中深层勘探目标。另外, 德国 METRONIX 公司的主要产品是 GM05、GM06 大地电磁仪, 该仪器兼具 V5 - 2000 和 MT - 24 的特点, 可开展网络实时测量也可无人监测施工。

电法、电磁法仪器的主要特点是向多功能发展, 而且越来越具有自动化、小型化、轻便化等普遍特点, 而且仪器技术指标越来越接近地震仪。

1.2.2 非地震软件

目前, 国际上主要涉及非地震软件研究开发的公司如下:

(1) FUGRO - LCT 公司, 主要研制开发综合处理解释软件, 把重磁力与地震相结合在二维平面和三维两个层次上, 利用地震建立模型, 用重磁力来验证地震解释结果, 从而获得真实解;

(2) Geosoft 公司也是以重磁力和地震相结合进行综合处理解释的应用软件;

(3) GEOSYSTEM 公司推出的软件系统 WinGLink 是一套多功能处理系统软件, 可实现多种方法的处理、解释和综合分析, 主要特点是把多种电法方法集成于一体, 实现了重磁电地震联合解释;

(4) NGA 公司推出的 GM - SYS 软件是一个单一实行重磁力与地震联合解释的软件, 目的针对性很强;

(5) GEOTOOLS 公司的软件是主要用于 MT 解释的软件系统。

非地震软件系统的主要特点是向综合方向发展, 把各种方法都综合到一个软件平台上, 实现数据和信息的共享, 提高了各种方法相互对比、联合和交互解释的方便性。

在近两年的资料调研中, 我们发现不少应用实例都是地震与重磁电的综合, 通过综合改善了应用效果, 在不少地方提出了联合处理、交互处理的解决方案。而且, 综合物探技术大多针对高陡构造、山前逆掩带、火山岩覆盖区、盐下构造等复杂区的勘探难题, 因为, 这些地区地震勘探往往效

果不理想,如何增强高分辨率地震技术的效果是人们研究的重要课题,除了改进地震本身的数据采集方法、处理方法外,有机地综合其他物探方法的信息是提高地震勘探效果的重要手段,它也越来越成为研究和应用的热门。

1.3 非地震方法在油气勘探方面的进展

1.3.1 电法资料采集与处理

1.3.1.1 垂直电流测深法

Mogilatov 等提出了一种新的地电勘探方法——垂直电流测深法(Vertical Electric Current Sounding, 简称 VECS)。这种方法采用了一种新的信号源,即圆形电偶极子(CED)。信号源的安置方式为:一个发射电极安置在中心,其余电极按半径均匀地分布在该电极的周围,半径的大小由预期的勘探深度确定(图 1-1)。

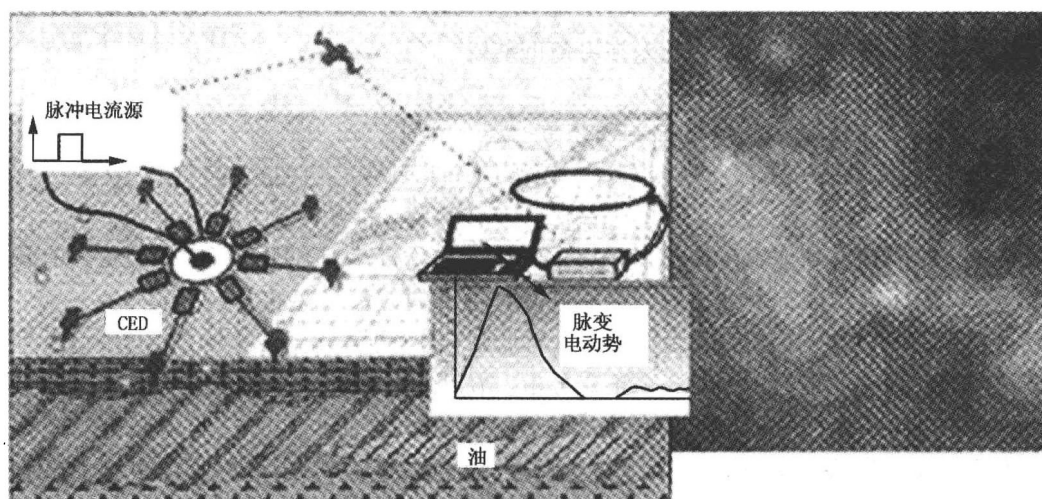


图 1-1 垂直电流测深

Mogilatov 等讨论了这种方法的优势和存在的问题,并以 Tatarstan 油藏的现场实验说明了方法的效果。实验表明,垂直电流测深法能确定油藏的范围。

1.3.1.2 改善电阻率资料反演的可靠性

通常用正则化最小平方最优化方法反演二维电阻率数据体。一般来说,这种 I2 模方法得到的模型具有圆滑的电阻率变化。在许多自然环境中,地质单元之间有清晰的边界。在这种情况下,使用 L1 模可能更合适,因为其结果模型的边界更清晰,有助于生成分段均质的构造。但两种反演方法都受等价问题的影响,造成最终反演模型中存在不确定信息,有时甚至是错误信息。特别是在低反差(如:水饱和和沉积物)的情况下,如果不是从某个适当的初始模型出发开始反演的话,反演的结果可能是低分辨率甚至可能是模糊的电阻率图像,没有清晰的构造边界。这些模型对于描述非均质环境,如以砂砾岩或砂岩为主的含水层,可能毫无用处。

Paasche 和 Tronicke 证明了在反演时加入先验信息可以生成更可靠的初始模型,从而改善二维电阻率反演结果。与未经约束的反演结果相比,改进后的模型构造特征更加清晰,电阻率的值也更加准确。即使是简单的水平层状初始模型都能在低反差环境中重构出复杂的电阻率构造。使用 L1 模得到的模型,分块、均质块之间的边界较清晰,而使用 I2 模得到的模型,能较好地反映这些块内部的电阻率变化。