

新疆石油物探 历程与地质效果分析



香港中华儿女出版社

新疆石油物探 历程与地质效果分析

责任编辑	张益刚
编 务	袁天军
校 对	袁文贤

香港中华儿女出版社

新疆石油物探 历程与地质效果分析

编辑委员会

名誉主任：李立诚 吕焕通

主任：王大万

副主任：张国珍

委员：	高建华	袁文贤	刘治凡	李达曾
	李溪滨	彭希龄	郑德森	徐洪德
	夏代学	田效山	刘惠强	奚伯雄
	刘楼军	胡小房	陈观亚	孙 斌

新疆石油物探 历程与地质效果分析

主 编：张国珍

副主编：高建华

编 委：刘治凡 袁文贤 李达曾

目 录

前 言	1
1 新疆石油物探的几个历史阶段	3
1·1 建国前的概况(1949年以前)	3
1·2 新疆石油物探工作初期(1950—1954年)	4
1·3 地球物理勘探工作全面展开期(1955—1960年)	5
1·4 石油物探工作低潮期(1961—1979年)	10
1·5 石油地震勘探工作全面大发展期(1980—1999年)	13
1·5·1 数字地震勘探技术引进、开发和应用初期阶段 (1980—1984年)	13
1·5·2 数字地震勘探技术大发展阶段(1985—1988年)	16
1·5·3 深化地震勘探技术,积极应用三维地震勘探技术 参与油气勘探开发阶段(1989—1999年)	23
2 大规模重、磁、电法勘探,提供了准噶尔盆地地质结构初步认识	30
2·1 盆地基底的认识	34
2·2 区域构造单元的划分	36
2·2·1 重力场的特征	36
2·2·2 磁场特征	37
2·2·3 重磁力成果的认识	38
2·2·3·1 断裂在重磁力资料上显示特征及断裂的确定	38
2·2·3·2 重磁力成果的地质解释	41
2·2·4 构造单元的划分	42
2·2·5 重磁力圈定的局部构造提供了广阔的油气勘探场所	

.....	45
3 前期(1979 年前)地震勘探在油气勘探中的作用	46
3·1 光点地震效果分析.....	46
3·2 模拟磁带地震勘探效果分析.....	50
3·3 模拟资料数字化处理.....	56
3·4 石油物探在发现克拉玛依油田中的作用.....	59
4 大规模数字地震勘探技术取得的丰富资料,对盆地地质结构有 突破性认识.....	62
4·1 沉积盖层的认识.....	63
4·1·1 上石炭统	63
4·1·2 二叠系	67
4·1·2·1 佳木河组.....	68
4·1·2·2 风成城组.....	69
4·1·2·3 夏子街组.....	70
4·1·2·4 下乌尔禾组.....	70
4·1·2·5 上乌尔禾组.....	71
4·1·3 三叠系	73
4·1·4 侏罗系	75
4·1·5 白垩系	78
4·1·6 第三系	79
4·1·7 第四系西域组	80
4·2 盆地基底的新认识.....	81
4·3 盆地一、二级构造单元的认识	83
4·3·1 构造单元划分原则	85
4·3·2 构造单元基本特征	86
4·4 含油气有利构造的认识.....	88
4·4·1 火烧山油田的发现	89

4·4·2 北三台油田的发现及扩大	93
4·4·3 腹部沙漠油田发现与物探工作深化分不开	98
4·4·3·1 彩南油田的发现	99
4·4·3·2 石西油田的发现	103
4·4·4 地震勘探技术不断进步,不同圈闭类型油田不断 发现	108
4·4·4·1 小拐构造岩性圈闭油田	109
4·4·4·2 石南构造岩性圈闭油田	113
4·4·4·3 沙南构造岩性圈闭油田	117
5 三维地震勘探技术在油气勘探开发中的应用效果分析	122
5·1 三维地震勘探数据处理技术的发展情况	122
5·2 三维野外采集参数(面元)的选择	125
5·3 三维地震勘探在油气勘探开发中的成功应用	127
5·3·1 在以构造为主的油气藏勘探开发中的应用	127
5·3·2 三维地震勘探在油藏描述中的应用	130
5·3·2·1 新疆地震反演技术的发展概况	130
5·3·2·2 三维地震勘探反演技术在油田开发中的应用	134
6 地震勘探的一些经验	136
6·1 不同地区、不同激发方式的选择和经验	137
6·1·1 井中激发	137
6·1·2 土坑激发	140
6·1·3 浅井组合	144
6·1·4 导爆索震源	145
6·2 地震资料数字处理技术的发展	148
6·2·1 模拟磁带国产小型计算机	148
6·2·2 进口大型计算机—赛伯时期	148
6·2·3 并行机	151

6·3 地震勘探断裂的经验	155
6·3·1 定性认识阶段 - 断裂存在,为正断层	155
6·3·2 定量确定断层位置 - 高角度逆断层	157
6·3·3 断面上陡下缓 - “帽檐”	159
6·4 静校正技术在新疆的发展和应用	161
6·5 干扰波研究和去噪技术的发展	168
6·6 准噶尔盆地沙漠区深层反射地震方法研究	173
6·7 准噶尔盆地的高分辨率地震勘探	180
6·8 山地地震勘探	186
6·9 VSP 技术	192
6·9·1 VSP 资料采集	192
6·9·2 VSP 资料处理	194
6·9·3 VSP 资料解释	195
7 地震勘探成果解释中的一些经验教训	199
7·1 “哈山构造”的真相	200
7·2 阜 1 井“亮点”找油分析	202
7·3 小泉沟构造速度陷阱和油田的发现	203
7·4 地质异常体的钻探	205
8 石油物探前景展望	207
8·1 低幅度构造圈闭勘探前景良好	207
8·2 非构造油气藏是准噶尔盆地物探工作重点之一	208
8·3 进一步提高高分辨率地震勘探的成效	209
8·4 盆地边缘(主要是南缘)深部圈闭的物探工作仍需进 一步攻关	209
后 记	210

前 言

新疆的石油物探工作始于新中国成立之初的 1951 年，当时只有一个重力队、一个磁力队和一个电法队在准噶尔盆地西南缘的独山子、乌苏地区开展试验性工作，1952 年新组建一个地震队进行试验性工作。从此，新疆的石油物探工种基本齐全，并开始在新疆三大盆地（准噶尔、塔里木和吐鲁番盆地）展开勘探工作。

通过 50 年来的石油地质物探、钻探和试油，在新疆石油管理局管辖区内，截止 1999 年底，已找到大小油气田 25 个，探明含油面积 $\times\times\times\text{km}^2$ ，石油地质储量 $\times\times\times\times\times$ 万吨；探明含气面积 $\times\times\times\text{km}^2$ ，天然气地质储量 $\times\times\times$ 亿立方米。丰富的油气资源，为新疆的国民经济建设和油气工业发展奠定了良好的基础。石油物探是石油勘探的尖兵。半个世纪以来，新疆石油物探对新疆石油工业的发展作出了卓越贡献。

编写本文所依据的原则，首先是“客观”的原则，尽量客观地反映历史过程及技术进步事件。其次是“新”的原则，反映最新的技术发展状况和新资料、新成果。

根据编委会各位专家的意见，本文的勘探经验、成果及典型实例以准噶尔盆地为主。其它盆地的勘探成果，仅在第一部分简略地论述。

本文主要回顾新疆石油物探工作（包括重、磁、电、放射性、地震）发展历程、勘探范围、使用的设备和装备的变迁、勘探程度、完成工作量、取得的工作成果和经验教训，总结新油气田的寻找、油气储量的增加与物探工作的关系。试图记录新疆石油物

探的发展轨迹，反映新疆石油物探的发展历程，分析新疆石油物探的地质效果，总结新疆石油物探的经验教训，展望新疆石油物探的发展前景，是对上几代石油物探工作者的追忆和纪念，也是对后续石油物探工作者的殷切期盼。

石油物探各工种完成的工作量数据均引自新疆石油管理局地质调查处（以下简称地调处）历年的生产年报（未含招标区内局外物探队完成的工作量）。油气田的基本情况引自新疆石油管理局《一九九九年油气勘探地质年报》。在编写本文过程中，作者查阅了地调处档案室保存的大量资料，在此恕不一一列出。若引用科技杂志、内刊资料、公开发行著作中的资料时，则在参考文献中注明出处，列于每章之后。

本文的章节提纲是编委会成员集体讨论而确定的。新疆石油管理局总工程师李立诚在百忙中，抽出时间对提纲进行了认真而详细的审查，并对编写的内容提出了极为宝贵的指导意见。

本文主要由刘治凡、袁文贤、李达曾执笔编写。全文脱稿后，由编写人及编委之一的郑德森共同审查修改后提出初稿，最后由编委集体审查、提出修改意见之后，定稿而成。插图由研究院地物所成果室清绘，地调处科技质量中心打字室完成了文字初稿的打印。在此，一并致以衷心地感谢。

由于年代较为久远，资料的收集已是困难重重，对具体问题的看法也不尽相同，很难面面俱到地反映出来。本文遗漏甚至不足之处一定不鲜见，恳请各位指正。

1 新疆石油物探的几个历史阶段

1.1 建国前的概况（1949 年以前）

新疆的石油勘探工作，始于二十世纪初的 1905 年，当时，俄国地质学家奥布鲁切夫（Обручев В·А·）第一次进入新疆准噶尔盆地进行地质考察。1906 年和 1907 年奥氏又到准噶尔盆地进行考察，编制了准噶尔盆地 1:50 万地质图，并著有《边缘准噶尔》一书。书中记述了乌尔禾沥青脉、魔鬼城地貌和克拉玛依黑油山沥青丘，并指出天山山前蕴藏着丰富的煤和石油。

1931 年，我国地质学家袁复礼，在准噶尔盆地东部吉木萨尔、奇台——库普一带做了路线地质调查，确定了古、中生代地层分层。

1936 年，中国新疆省政府和苏联政府联合开发独山子油矿的机构成立。

1937 年 1 月 14 日，独山子背斜东高点第一口探井喷原油，日产原油 10 吨左右，宣告新疆第一个油田——独山子油田诞生。

1941 年，苏联地质学家杜阿也夫（Тяев Н·П·）等，在准噶尔盆地进行地质考察，并划分了中新生代地层。

1942—1943 年，地质学家黄汲青、杨钟健等对独山子矿区进行勘测，后又到库车地区进行地质考察，著有《新疆部分油田地质调查报告》和《新疆乌苏县独山子石油及煤气矿床说明书》，记述了独山子一带的地质、钻探和开采情况。

1945 年，我国石油地质专家关士聪，在吐鲁番、鄯善和准噶尔盆地的吉木萨尔一带进行过地质调查。

新中国建国前，因新疆地区经济落后，交通不便，除在准噶尔盆地边缘只做了些地面地质调查外，地球物理勘探是一片空白，

未在任何地区做过地球物理勘探工作。

1·2 新疆石油物探工作初期（1950—1954 年）

中华人民共和国成立后，1950 年 3 月 27 日中苏两国政府签定了在新疆创办中苏石油股份公司的协议。1950 年 10 月 2 日，中苏石油股份公司在独山子成立。1951 年 1 月公司下属的地质调查处宣告成立，统率公司内的地调力量，开展新疆地区的地质、地球物理调查工作。同时，下设地质大队、地球物理大队、大地测量大队、航空测量大队等综合性石油勘探队伍。当年组织三个地球物理勘探队，即电法、重力、磁力各一个队。刘寿奎出任中方地球物理实习工程师并在已知的独山子背斜（油田）、安集海背斜及第四系覆盖区的乌苏高地（现称西湖构造）进行电法、重力、磁力勘探试验。试图了解用地球物理勘探方法解决地质构造的效果。为了能更详细地了解第四系覆盖区潜伏构造形态，1952 年又组织一个地震队在准噶尔盆地西部的乌苏地区进行试验，其使用的地震仪是从苏联引进的 CC—26-51 型光点记录地震仪。

新疆石油物探初期的 4 年内，物探工作从准噶尔盆地开始逐步扩大到吐鲁番盆地和塔里木盆地，工作量也逐年增加（表 1-1）。

在这期间，地球物理勘探主要集中在已发现油田（独山子油田）的准噶尔盆地，以重、磁力及电法为主，并开始从苏联引进人工地震勘探方法进行试验。

重、磁力勘探，主要了解盆地的区域构造框架、盆地基底、沉积岩厚度以及盆地一、二级构造单元等。

电法勘探主要是在含油气希望较大的局部构造上（如呼图壁构造），用垂向电测深方法对地下构造形态及断裂分布情况进行勘探。

1951—1954 年石油物探工作情况表

表 1-1

年 份	地 区 (盆地)	施工队 (队/年)				完 成 工 作 量			
		重 力	磁 力	电 法	地 震	重力 (km ²)	磁力 (km ²)	电法 (km)	地震(2D) (km)
1951	准噶尔	1	1	1		650	5100	58.0	
1952	准噶尔	1	1	2	1	7570	12800	305.0	52.9
	塔里木	1	1			10000	10000		
1953	准噶尔	2	1	2	1	9500	16000	670.0	142.6
	塔里木		1	1			8200	488.0	
1954	准噶尔	3.5	4	2	1	38500	31600	1055.5	283.9
	吐鲁番	1	1			7100	7100		
合 计	准噶尔	7.5	7	7	3	56220	65500	2088.5	479.4
	塔里木	1	2	1		10000	18200	488.0	
	吐鲁番	1	1			7100	7100		

塔里木盆地的地球物理勘探,以地面油气显示极为丰富并投入钻探(克拉托背斜)的喀什拗陷为主,向外扩展到盆地南缘的昆仑山前,并以重、磁力及电法勘探为主,了解该地区的区域构造格局。1953 年曾德钊任电法队(20/53 队)第一任中方队长。

吐鲁番盆地的地球物理勘探,从 1954 年开始进行区域侦察工作。

在此期间,物探工作所使用的设备、仪器均从苏联引进,工程技术人员及主要工种岗位均由苏联技术人员担任,工作操作规程、成果解释均照搬苏联规定执行。

1·3 地球物理勘探工作全面展开期(1955—1960 年)

根据 1954 年 10 月 12 日中苏两国政府联合公报规定, 新疆中苏石油股份公司于 1955 年 1 月 1 日起移交中方经营管理, 改称中华人民共和国燃料工业部新疆石油公司, 1956 年改称新疆石油管理局, 下属机构中仍设地调处, 负责全疆地面石油地质调查、地球物理勘探、地形测量、水文地质勘探、构造浅钻等工作。

1955 年 1 月, 在苏联专家建议下, 全国石油勘探会议决定, 在准噶尔盆地西北缘的克拉玛依地区打两口探井, 以探明侏罗系含油气情况为目的。在电法提供了较正确的物探资料基础上, 确定了克 1 井 (原称黑油山 1 号井) 井位。开钻前, 在井位地区又进行地震勘探, 证实井位是在南黑油山构造上, 不需要移动。该井完钻井深 620m, 第一次在三叠系克拉玛依组中试油, 获原油 5.7t/d, 从而发现了新中国第一个大油田——克拉玛依油田。

克 1 井出油后, 为了搞清准噶尔盆地西北缘地区地下构造情况, 从车排子、红山嘴到乌尔禾、夏子街百余千米长的范围内开展地震、电法、重磁力勘探。初步查明了克—乌大断裂带的分布。由于此期间使用的地震仪器是 51 型光点记录地震仪, 不但工作效率低, 资料解释中受原始资料质量因素影响也较大, 对于断裂的结构一时难于给出明确的看法。

在此期间 (1955—1960 年), 新疆的地震、电法勘探工作, 主要集中在准噶尔盆地周边沙漠外围地区施工。重磁力勘探继续在准噶尔作 1:20 万—1:50 万比例尺的区域普查和局部地区作 1:10 万—1:5 万的详查勘探。在盆地西北缘的克—乌大断裂带上, 用重力水平梯度 (V_{xz}) 勘探断裂带取得了一定的效果, 大致圈定出断裂带的分布情况, 虽不能依据重磁力解释成果提供钻探井位, 但可以作为地震、电法勘探断裂的布线依据。

为了全面了解准噶尔盆地的地质结构,1956年初,用骆驼作运输工具,首次进入准噶尔盆地沙漠腹部进行重磁力普查勘探,第一次获得了沙漠覆盖区内宝贵的物探资料。

1957年504、505重磁力队,在塔里木盆地东经 81° 以西的塔克拉玛干(意思是:进去出不来)大沙漠区作了线距约50km的重磁力普查。1958年,505、506重磁力队九进九出东经 81° 以东的塔克拉玛干大沙漠,完成了1:100万重磁力普查,获得了宝贵的重磁力资料,揭开了沙漠腹部的秘密,对盆地覆盖区的大地构造单元划分提供了依据。

结合1952年至1956年在沙漠外围地区的重磁力面积普查成果及地质普、详查成果,对塔里木盆地划分了16个一级构造单元,即:库车拗陷、喀什拗陷、西南拗陷、阿瓦提台陷、塔东台陷(也叫满加尔拗陷)、巴楚台隆、塔北台坡、孔雀河台坡、西南台坡、中央台隆、且末—若羌台隆、于田—若羌拗陷、塘古斯巴斯台阶、柯坪台隆、库鲁克塔克台隆和铁克里克台隆,为塔里木盆地油气勘探指明了方向。

1955—1960年,准噶尔盆地共投入地球物理勘探队伍97.5个队年,并且把工作重点放在盆地西北缘地区。其中地震勘探31个队年,完成光点地震剖面12438.9km;电法31个队年,完成电法剖面12898.7km;重磁力33.5个队年,完成重力普查和详查面积138844km²,磁力普查和详查面积123980km²;放射性2个队年,完成测线1811.3km。同时还组织了4个队(室)年地震研究队、2个队年的重磁力研究队和1个队年的电法研究队,对已取得的重、磁、电法、地震资料进行分析研究,1957年在对历年重磁力资料统一解释的基础上,结合电法、地震取得的成果,第一

次较完整的提出了准噶尔盆地构造单元的划分。地震勘探在准噶尔盆地西北缘取得了较为丰富的资料，大致确定了克一乌断裂的位置，平面上从红山嘴向东北方向延伸到克拉玛依、百口泉、乌鲁木齐。

1958 年，石油工业部将新疆石油勘探管理体制进行调整。油气勘探由地调处统一领导管理变成由克拉玛依矿务局、独山子矿务局及塔里木矿务局管理并成立局科学研究所，负责准噶尔盆地和塔里木盆地的地质、物探、钻探等油气勘探综合研究工作。吐鲁番盆地的油气勘探和物探，交由玉门石油管理局负责承担。

塔里木盆地物探以重磁力勘探为主，全盆地共投入重磁力队 9 个队年，完成地面重力概普查面积 389308km^2 ，地面磁力概普查面积 389433km^2 。地震勘探仅于 1958 年在库车—库尔勒地区进行概查工作，完成二维光点剖面 332km 。重磁力资料的取得，为全面认识塔里木盆地的区域地质概貌提供了宝贵的资料。

吐鲁番盆地的石油物探以电法及地震为主，共投入电法队 4.5 个队年，完成电测深剖面 1888km ；地震勘探投入 9 个队年，完成光点地震剖面 2487.9km ；重磁力普查投入 4 个队年，完成普查面积 11150km^2 。1955 年基本上结束了吐鲁番盆地的重磁力普查工作（表 1-2）。

1955—1960 年石油物探工作情况表

表 1-2

年 份	地区 (盆地)	施工队 (队/年)					完 成 工 作 量				
		重力	磁力	电法	地震	放射性	重力 (km ²)	磁力 (km ²)	电法 (km)	地震 (km)	放射性 (km)
1955	准噶尔	2	2.5	4	3		17675	17600	1205.2	737.4	
	吐鲁番	2	2				11150	11150			
1956	准噶尔	3	3	3	6		30040	29331	838.0	1637.9	
	塔里木	3	2				61908	62033			
1957	准噶尔	1.5	3.5	9	6		41469	38949	1836.0	1334.2	
	塔里木	1	1				137000	137000			
1958	准噶尔	0.75	0.75	5	6		8860	4600	2248	3579.9	
	塔里木	1	1		1		190400	190400		332.0	
	吐鲁番			1	2				267.0	310.0	
1959	准噶尔	1.75	1.75	4	5		38313	33500	1711.0	2152.6	
	吐鲁番			1.5	3				441.0	216.4	
1960	准噶尔	2		6	5	2	2487		5060.5	2988.9	1811.3
	吐鲁番			2	4	1			1180.0	1961.5	217.0
合 计	准噶尔	11	22.5	31	31	2	138844	123980	12898.7	12438.9	1811.3
	塔里木	5	4		1		389308	389433		332.0	
	吐鲁番	2	2	4.5	9	1	11150	11150	1888.0	2487.9	217.0

在此期间,新疆石油地质、地球物理勘探综合研究,也投入了一定的工作量。发现了一大批潜伏构造和断裂,为基准井、参数井和探井提供了钻探井位,找到了一批油气田。在准噶尔盆地除发现了克拉玛依油田外,还先后发现了齐古、乌尔禾、百口泉和红山嘴油田。在吐鲁番盆地发现了胜金口和七克台油田,在塔