

# 宁夏通志



十七 科学技术卷 下

宁夏通志编纂委员会 编

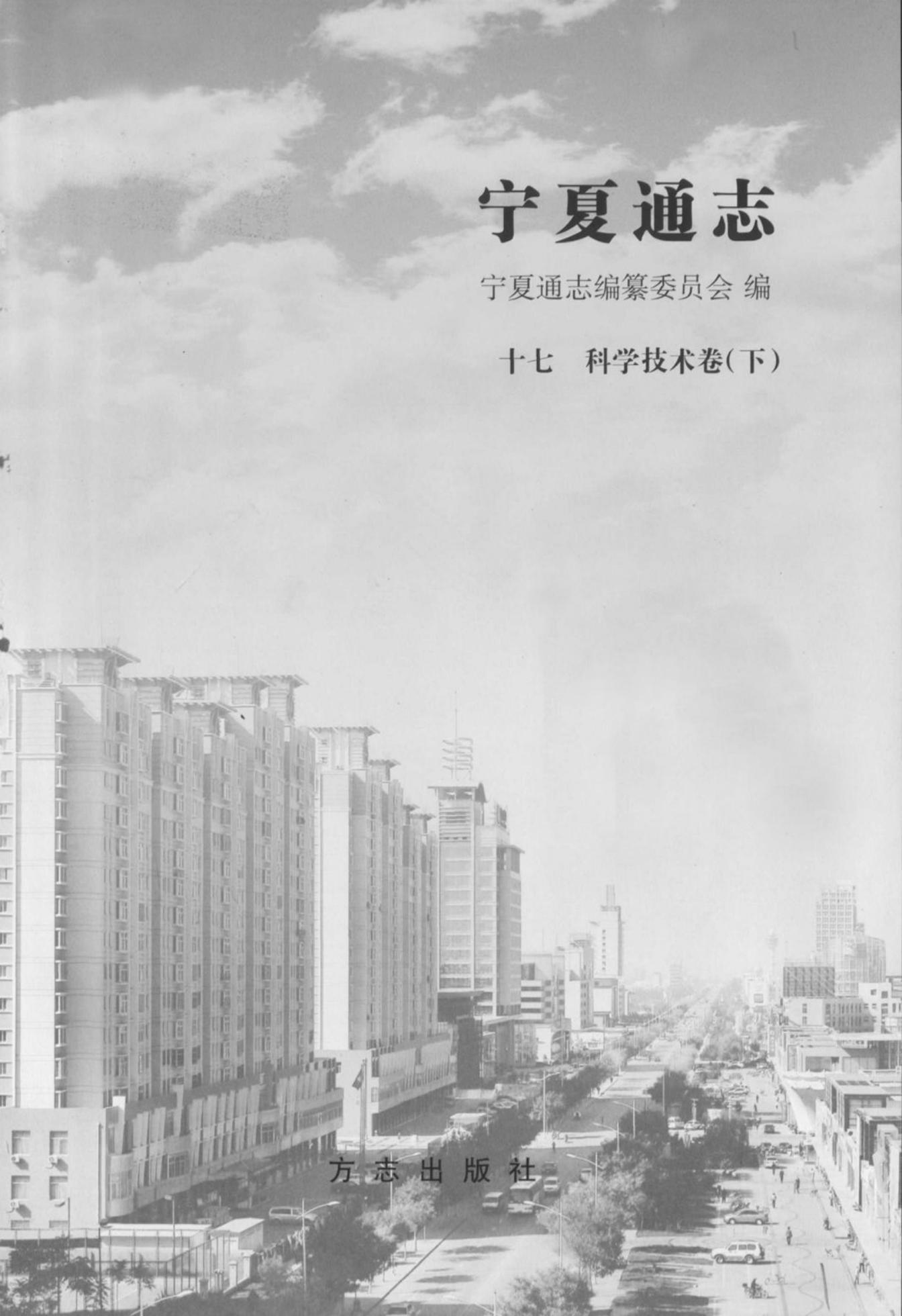


方志出版社

# 宁夏通志

宁夏通志编纂委员会 编

十七 科学技术卷(下)



方志出版社

# 第五篇 工业科学技术

宁夏古代与民生相关的农具、铁器、陶器、毛织品等手工业生产技术等都曾有过相当发达的历史,特别与战争相关的铠甲、马具、军装、运输工具、粮食加工等军需品制作一度达到相当规模,制作技术也达到当时较高水平。而现代意义上的近代工业技术直到 20 年代才开始进入宁夏,1926 年宁夏有了采用蒸汽机的小型工厂,1935 年有了第一家小型发电公司,1942 年成立了宁夏工业试验所,开始进行简单产品的试制。用新技术生产肥皂、火柴、蜡烛等生活用品的工厂陆续建立。但都以小作坊式的手工生产为主,设备简陋,生产技术十分低下。

中华人民共和国成立后,宁夏工业科技快速发展。60 年代以前,工业以电力、煤炭及轻工纺织业为主,相应领域的工业技术迅速起步发展。60 年代中期,宁夏陆续新建了一批工业企业,建立了机械、轻工、化工等一批工业科研机构,工业技术研发能力得到加强。此期间一批三线建设工业企业陆续内迁宁夏,有色及稀有金属冶炼以及机械、仪器仪表、轻工纺织等制造业快速起步,宁夏整体工业技术进步水平迅速提高。

改革开放以来,宁夏工业技术进入快速发展时期。经济体制和科技体制改革不断深化,企业技术创新主体地位逐步确立,自主研发能力大为增强,原有工业科研机构通过深化改革,逐步走上与经济建设紧密结合的道路。与国内外的工业技术交流和设备、智力引进不断扩大,对促进宁夏工业技术发展发挥了重要作用。在世界新技术革命的影响下,宁夏高新技术产业迅速崛起,以优势资源和优势技术为基础的新兴工业快速发展。采用微电子、计算机辅助设计、节能等先进技术对传统产业的改造取得重大进展,极大地提升了工业技术水平。经过多年的发展,逐步建立起门类比较齐全,结构渐趋合理,以煤炭、电力为基础,石油、化工、冶金、机械、轻纺、医药、建材和农副产

品加工等为重点产业的具有地方特色的工业体系,以新材料、机电一体化、生物制品和特色医药为主体的高新技术产业。到 20 世纪末,全区主要工业领域技术水平接近国际 80 年代中期水平,部分优势企业的技术水平和产品已达到同期国际先进水平。

# 第一章 石油

## 第一节 简 述

宁夏石油工业建设始于新中国成立之初,经历了普查勘探(1953年~1958年)、区域勘探与准备构造钻探(1959年~1975年)、油田建设(1975年~1985年)和开发、油品深加工(1986年~2000年)四个阶段。在近半个世纪的发展中,重视引进、吸收、消化,创建具有自己特点的生产技术及工艺流程,促进了石油工业科技的发展。广大科技人员从宁夏油田低渗透、假饱和、低压、油层多、非均质性强与油水关系复杂的特性出发,探索总结出一套增产稳产的开发方案和工艺流程。油井压裂投产改善油层渗流面积,注水开发保持油层压力,打调整井、加密井扩大出油面,提高了采收率。改造双管伴温输油管道为单管常温密闭输油工艺流程,节约大量钢材与能源。同时掌握常压热裂化、常减压及同轴催化裂化技术。在石油物探中率先使用重磁力勘查方法,并探索总结了套损井综合治理技术。石油炼制上研究开发出常减压柴油烟碱联合精制的新工艺。

## 第二节 物 探

### 重磁力与电法勘查

重磁力勘查是石油物探中率先使用的方法。自1954年燃料工业部西安地质调查处第二地质大队301-303联合重磁队在贺兰山、牛首山、桌子山等地区开始工作,至1962年银川石油勘探局301重力队在盐池地区完成1:5万精查,基本完成了宁夏地区地面重磁力勘查。取得的主要成果有:完成全区1:50万重力布格异常图和地台区1:10万重力布格异常图,肯定了贺兰山、桌子山、牛首山等地区大范围重力异常,发现地台西部沉积地层最厚10000米以上,地台本部发现铁克苏木重力、磁力巨大的正异常及天池、马家滩、积家井子等局部

重力高。

电法勘探始于 1955 年,由西安地质调查处吴忠大队 701 - 705 电法队、大庆油田会战指挥部 33 团第 9、10 连电法队采用,主要是大地电流和电测两种方法。电法队 1956 年 ~ 1971 年在灵武—盐池地区进行电法详查,查明横山堡—马家滩一带最高,证实天池、刘家庄等一批下古生界隆起。

### 地震勘探

1954 年地质部中匈合作地震队在灵武县东湾乡开展地震勘探工作,随后石油系统地震勘探迅速发展。1969 年 6 月,石油部石油物探局派遣 10 个地震队到宁夏灵武—盐池地区开展地震勘探。1981 年地质部第三石油普查大队和日本法人财团合作地震队在宁夏、内蒙古交界的陶乐、灵武县及鄂托克旗地区进行地震勘察,到 1985 年底共完成地震剖面 19466 公里。地震勘探包括信息采集、资料处理、解释和综合研究等环节。

**信息采集** 1965 年前,宁夏用苏式 24 道“51”型光点地震仪,采用单次观测、井炮、炸药震源进行工作。1966 年银川石油勘探处地震大队引进第一台法国制造 625 型模拟磁带地震仪。由单次观测向多次覆盖、井炮、炸药震源发展,在复杂的马家滩断褶带找到摆宴井油田。1972 年模拟磁带仪全部代替了“51”型光点地震仪。1984 年已发展为全部地震技术数字化。大部分仪器是法国制造的 96 道或 120 道地震仪,工作方法以高次覆盖(一般 24 道以上)、多震源类型(炸药、导爆索、聚能弹以及可控震源)、组合爆炸(多井、多可控震源组合)和组合接受(每道 30 个 ~ 40 个检波器面积组合)为主,获得浅中深层反射记录质量明显提高,这是宁夏地震勘探技术上的又一次飞跃。1983 年在硬砂岩、砾石出露地区用导爆索震源方法试验,与井炮炸药震源相比,效率提高 4 倍 ~ 6 倍。1984 年引进法国 CGG 公司地震技术,组织了第一个垂直地震剖面法地震队(简称“VSP”)。物探公司技术人员在实践中逐步掌握了野外施工方法和仪器的使用,他们所承担的 VSP 科研课题被列入国家“七五”期间重点科研计划。1985 年引进美国 GSI 公司地震技术,组建中美合作地震队,在马家滩断褶带区进行复杂构造区勘探,在盐池一定边进行高分辨率、岩性勘探,查明了盆地西缘掩冲推复体构造全貌。

**资料处理** 1967 年首次建立地震资料回放站,使用 DZ - 664、DZ - 712 型回放仪,对模拟磁带地震资料进行回放处理。1978 年成立电子计算机站,

使用 TQ-16 计算机,进行常规水平迭加处理。1982 年调入 100 万次大型集成电路数字电子计算机 1 台,计算站刘大隆等人改造主机内存储器,提高外部设备的稳定性,重新编制磁盘管理程序;修改完善原有应用程序,提高处理速度和质量。经过技术改造,整机交机率由 50% 提高到 70% 以上,处理资料能力提高 1.4 倍。同年,引进美国 TIMP-1 计算机,连用 MATE-5000 软件系统,可进行常规水平迭加处理、现场处理及地震仪年、月检处理。同年使用 GS-6410 绘图系统进行剖面显示。1983 年~1985 年使用国产 DIS-11(150)计算机和 TIMAP-1 计算机联用进行常规水平迭加偏移处理。1985 年又使用美国 TI-MAP-IV 计算机和 TIPEX 软件系统,既能进行常规水平迭加、迭加偏移处理,又能进行三瞬、波阻抗、人工合成记录、亮点剖面、模型研究及垂直地震剖面等特殊处理,还能与 SIDIS 工作站联机进行解释和自动绘图,处理系统完全实现计算机化,这是地震技术的又一重大发展。1980 年~1985 年,获得科技进步奖成果 18 项,其中部级二等奖 1 项,局级二、三等奖 6 项。刘大隆、胡以清、李淳录等人完成的“DIS-11(150)计算机系统技术改造”,获石油部 1983 年优秀科技成果二等奖。

**资料解释和综合研究** 初期的解释手段以手工劳动为主。1985 年中美合作项目开始使用人机联作工作站进行资料解释,解释技术产生了质的飞跃。地震勘探由只能解释简单构造区发展到解释断褶带构造区、复杂的隐蔽构造区、三维地震资料、垂直地震剖面资料以及地震地层学的解释阶段,还初步开展岩性与储油物性的研究和油气检测直接找气的探索。

1980 年以来,在石油物探综合研究方面共获得优秀科研成果奖 27 项,其中获石油部优秀成果奖 4 项,长庆石油勘探局科技进步奖 23 项。1985 年蒋加钰等人利用模糊数学概念与电子计算机技术对局部圈闭进行评价,撰有《应用模糊数学对横山堡地区局部圈闭的评价》一文。同年,徐明琳运用地震地层学的理论方法,研究银川地堑第三系沉积的模式、物源与沉积相的发展,并预测中部凹陷区为含油气有利地区,撰有《银川地堑地震地层学解释》一文,以上两文均被评为部级优秀科技报告二等奖。同年,潘存焕应用地震方法,研究横山堡区上古生界煤成气的分布,提供最佳钻探井位,提高钻探成功率,撰写的《横山堡地区天然气预测》一文,被评为部优秀报告三等奖。

### 石油、天然气资源

1984 年石油工业部石油勘探开发科学研究院地质所张金泉、武守诚撰写

的《宁夏油气资源评价与勘探》一文(《陕甘宁盆地西部油气地质论文集》,宁夏石油学会编,1984年),指出宁夏可供油、气资源勘探的沉积岩面积3.2万平方公里,并划分了“灵盐”、“陶乐”、“银川”、“六盘山”、“西吉”5个勘探地区,最后估算了资源总量:当概率为0.9~0.1时,宁夏石油资源远景为4.7亿吨~31亿吨。

1986年地矿部第三普查勘探大队云琼英、陈万川开展鄂尔多斯地区西缘北段中奥陶统生油条件及加里东侵蚀面的储集性能研究,涉及宁夏东部地区。1987年长庆石油勘探局地球物理勘探公司研究队完成《宁夏银川地堑永宁至平罗地震概查成果报告》,认为盆地第三系具有生油条件。1989年地质矿产部石油地质研究所张抗完成《鄂尔多斯断块构造和资源》,论述宁夏石油、天然气资源分布特征远景。

1990年中国地质大学(北京)杨起、张爱云等人开展鄂尔多斯盆地含煤岩系生气潜力研究,指出宁夏东部煤系地层具有较好生气潜力,1991年该成果获地矿部科技进步奖二等奖。1995年长庆石油勘探局与美国GSI公司合作,开展永宁—黄羊滩—灵武数字地震剖面106.50公里,分析研究该地区含油气构造。1999年宁夏国土资源厅、宁夏地质矿产勘查开发局聘请国内外著名专家对银川盆地及东缘进行遥感解译和实地物探检测,发现盆地油气异常显示明显。与此同时,吐哈油田分公司开展六盘山盆地海原肖家湾油气勘探,确定了圈闭构造。2000年宁夏地质调查院完成《银川盆地石油地质调查研究报告》,认为银川拗陷、东部斜坡、永宁隆起3个构造单元为含油气有利区,盆地北段平罗—石嘴山的石炭二叠系及盆地南段灵武—青铜峡—吴忠下古生界奥陶系为含油气远景区。同年,中原油田对银川盆地开展二维地震勘探和其他物、化探工作,发现了马家滩、李庄子、大水坑、红井子、摆宴井5个油田及刘家庄气田,探明石油地质储量2677万吨,探明天然气地质储量1.9亿立方米。

### 第三节 钻 井

#### 钻井设备

1954年西安地质调查处第二地质大队地质详查队使用手摇钻只能探明10多米深度,当时使用匈牙利M-50型钻机,能钻300米~500米的浅井。随后引进瑞典B-3型钻机(1200米)、B-4型钻机(3200米)、苏制乌德钻机

(3200 米)、罗马尼亚 ZDH - 75 型钻机(2200 米)、ZDH - 100 型钻机(3200 米)和相应的配套设备与钻具,开始了 2000 米 ~ 3000 米的中深探井和参数井的钻探工作。1977 年更新为大庆 I 型(3200 米)及大庆 II 型(3200 米),钻机游动系统、传动系统、绞车滚筒和动力设备均优于原来的配套设备。1980 年又引进罗马尼亚 F - 320 型 6000 米钻机打超深井,探古生界天然气。1985 年第三钻井公司拥有大型钻机 11 台套,每年可钻深井、超深井 10 万米。

### 钻井工艺

**黄土塬地区钻井** 宁夏南部山区黄土塬地区黄土厚度由几十米到二三百米不等,在该区钻井易发生严重漏失、井壁坍塌。32649 队采用粘土配制泥浆,巩固井壁,防止坍塌,用 173/4" 钻头开孔,下 22" 水泥表层套管,封住黄土层,再用 95/8" 牙轮钻头继续钻进,提高了钻井速度。对白垩系砾石层(0 米 - 1000 米不等厚度)应用耐磨钻头低速钻进,打穿砾石层,防止卡钻、井漏、井塌。对侏罗系煤系和三迭系长石砂岩采用高转速、低钻压、低比重泥浆钻进,控制井斜、井漏、井塌、卡钻等钻井工程事故。1974 年生产时效高达 73.9%, 1977 年 32649 队年进尺平均为 12792 米,1978 年完成 30030 米,创造宁夏地区同类型钻机年进尺的最高记录。

**高压喷射钻井** 1977 年 32753 队和 32149 队在红井子地区试用高压喷射钻井新工艺取得成功。1983 年 3 月,长庆局第三钻井公司推广高压喷射钻井技术应用经验,并做出 3 项决定:将现有泥浆管汇工具更新;采用聚丙烯酰胺泥浆体系;制定有关高压喷射钻井技术管理措施和采用高效能钻头。

**钻井取芯** 长庆石油勘探会战指挥部第三分部研究所工艺室自 1971 年开始对钻头进行研究,在单筒和 YT 型取芯工具的基础上研制成长三 I 型和长三 II 型取芯钻头和工具,1973 年全面推广使用。1974 年开始,长庆石油勘探会战指挥部第三分部研究所陈鹤民、朱山和宁夏轻工研究所陈君录合作研究改进取芯钻头,1975 年取得成功。他们将碳化钨粉、金古粉等金属粉末合金烧结在取芯钻头的刮刀片上,制成耐磨性能好、强度高、耐冲击、不易崩刃掉块的刮刀取芯钻头,平均每只钻头进尺 25.10 米,比硬质合金钻头每只平均提高 130%。

**钻井泥浆** 1964 年以前,使用普通泥浆。1978 年引进聚丙烯胺聚合物泥浆,使钻速提高 25%,个别提高 40% ~ 45%。为打好 3200 米 ~ 6000 米超深

井,又研制成用磺化酚荑树脂、磺化单宁、磺化沥青、羧加基纤维蜡、铁铬盐、木质素磺化等处理剂配制的磺化泥浆,在芦参1井(5350米)使用,获得明显效果。

## 第四节 采 油

### 注 水

**注水增注** 为进一步提高活性水增注效果,筛选出具有润湿能力好、表面张力低、分散粘度强、疏松油层性能好的非离子表面活性剂,应用大排量(1000公升/秒~1100公升/秒)、多液量,现场试验108次,总结出增注工艺。对油层疏松性能差、泥质含量高、用活性水增注效果差的注水井,采用盐酸清洗井筒、土酸酸化反应、活性水大排量扩散的工艺方法。对低渗透油田粘土含量高的注水井总结出一套成熟的工艺技术,增注工艺成功率达90%以上,1983年增注57井次,全年增注水量为51311立方米,1984年增注水量64525立方米,占总注水量的5.1%。

**井下分注** 宁夏油田油层的特点是渗透性低,非均质性强。初期采用笼统注水,造成注入水在高渗透层突进,使采油井含水上升较快。为解决层间压差过大、水压层干扰等多种因素造成的层间矛盾,1985年引用大庆注水井水力压差式封隔器与支撑式封隔器相结合的井下分层工具,在油田进行分层注水,控制了高渗透油层的注水量,延缓了部分油井的含水上升,分注井的配注合格率达到76.7%。

### 压裂酸化

1985年对低渗透砂岩油层在中高含水期的施工工艺进行改进,制定了选择压裂液和酸化井的施工技术路线。对含油饱和度较低的新井或老井补的新层,用含水低于5%的原油压裂液;对产液低、液面低、采出低、压力高、含水高、粘土含量高的油层,根据粘土堵死油层的机理,用土酸酸化增产;对油层物性好、渗透率高、渗透面受到污染的油层,采用热油解堵工艺;对含油饱和度高的新井及核销井的压裂,采用活性水压裂。

### 侏罗系底水油藏小型解堵措施

针对宁夏老区侏罗系油藏的实际情况,采用“三小一低”措施界限,既有

效释放地层能量,又避免沟通边底水,合理地利用边底水能量,提高单井产能。

### 套损井综合治理技术

**侧钻工艺技术应用** 1985年~1999年累计实施25口套损井侧钻措施,平均单井日产油3.82吨,有效恢复了油井产能。

**753封隔器引进** 针对常规Y111-114封隔器受井斜限制,油管弯曲变形,导致抽油机负荷增加,管杆偏磨严重,且由于井斜,解封阻力大,导致结垢井大修拔钻问题,1995年引进了753封隔器进行现场试验。该封隔器具有液压座封、步进锁定、钢球扶正、上提管柱解封的特点。现场实施15口,使用后有效延长Y111封隔器的使用效果,延长油井检泵周期35天以上。

### 机械采油

1983年由唐国藩组成攻关小组进行试验,放大压差生产井,增加了原油产量。由于放大压差生产流动压力逐年下降,几个油田(如王家场、马场、摆宴井等)的采油速度保持了相对稳定。该项技术获1984年局科技成果二等奖。1985年在生产实践中继续发展该项工艺技术,实现3个“最大”(即利用抽油机最大负荷,抽油杆最大应力及最大泵数),达到深抽的目的,在159口井进行338次地面、井下调参放大压差生产,增产原油18351吨。

### 井下防蜡措施

宁夏油田含蜡量高,在井口400米以上结蜡严重。地质工艺大队化学组成立由方宝森为首的攻关小组,经两年的室内和现场试验,研制成功EVA固体防蜡剂,在红井子油田普遍推广使用,检泵周期由70天延长到210天,1年试验69口井,总共节约修井费与停产损失费24万元。此项成果在青海、大庆、辽河等油田推广,1981年获石油部科技成果二等奖。

## 第五节 油田集输

### 管道输油

1977年石油部为了把长庆油田的原油送到兰州,铺设了红井子—惠安堡—中宁石空长途输油管道。红井子—惠安堡输油管道长38.7公里,管径273毫米,最大年输油能力150万吨;惠安堡—中宁石空输油管道长106公里,管径377毫米,输油能力400万吨。

**长输管道** 红—惠输油管道年输油能力 150 万吨,而宁夏油田最高年产量 57 万吨,不到输油管道能力的一半。马惠(甘肃马岭油田至惠安堡)、惠宁(惠安堡—中宁)输油管道也有同样的矛盾。1980 年 3 月,长庆局输油管处以张三多为首的攻关小组,利用宁夏地区夏末秋初地温高于原油凝固点这一有利条件,在原油不足的情况下,打破热油输送管道不能停输的戒律,取得成功,为马惠宁线(即马岭—惠安堡—中宁线)节能挖潜迈出了第一步。该成果获石油部二等优秀成果奖。1982 年长庆局输油公司同管道科学研究院合作,对马岭、红井子原油进行原油热处理试验研究,被国家列为“六五”期间重点科技攻关项目。工业性试验研究中,在 6、7、8 月份气温极限高峰和地温极限高峰季节进行冷输的基础上,开始对马岭原油的流变性、稳定性、触变性、屈服值,依据室内试验数据资料,进行现场管输原油热处理工业性试验研究,利用室内分析与现场试验数据和工业性试验的差异,制定“二、四、六”运行方案(即两个月不加热输送,四个月加热输送,六个月热处理输送)。在总结工艺的基础上,编制出马惠宁线热处理输送操作规程,完成国家下达的全部试验任务,使原油单位输送成本由 13.5 元/吨降为 8.19 元/吨。该项成果获国家科技攻关三等奖和石油部科技攻关一等奖。

**集输流程** 马家滩、李庄子、大水坑等老油田,由于锅炉房向各站、各井供蒸气,管站和管线的保温流程工艺落后,耗热耗水量大,油气损耗大。1980 年 7 月,由李兴业、吴忠智组成的改造攻关小组,将李庄子油田原来双管伴热输油改造为单管常温输油,伴热清蜡改为投球清蜡。改造前,李庄子油田有集油站 1 座、计量站 5 座、注水站 1 座、锅炉房 3 座、总站 1 座。改造后,只留计量站 2 座、锅炉房 1 座、总站 1 座。这项改造获长庆石油勘探局 1985 年节能一等奖。1981 年改造大水坑油田东区流程,原有锅炉 1 座、计量站 4 座、总站 1 座,改造后只保留总站 1 座和计量站 2 座。1983 年马家滩油田也进行流程改造,把双管伴热输油改为单管密闭冷输,油井出来的原油不进计量站,直接输到总站,这一改造优于李庄子油田的流程改造。以上 3 个油田集输工艺流程经过技术改造,总共节约钢材 500 吨,油管 540 米,节电 34 万千瓦时。

**磁性防垢** 含水原油在加热集输流程中,油中水被分离出来,破坏了水中各离子的平衡,使难溶离子过饱和形成盐垢附着管壁上,含水原油在集输

流程中造成管壁结垢。1981年~1984年期间,油田在原油集输流程中,采用加氨基三甲义膦酸(ATMP)化学除垢剂,解决了输油管线严重结垢问题。化学防垢效果虽好,但费用较高,为此油田引进磁性防垢器,代替化学防垢剂。由魏兴昌、朱天寿组成试验小组,负责在原油集输流程中进行磁性防垢试验,取得初步效果。1985年又引用包头磁性材料厂制造的WO-1型外磁式防垢器,在马家滩油田联合站泵房6<sup>#</sup>输油管线和大水坑油田加热炉2<sup>#</sup>管线上安装试验,均取得良好的防垢效果。在全油田20个站区的原油集输流程上和加热炉热水管线及整套循环管线上推广使用外磁防垢器,每年节约费用54万元。推广磁性防垢成果获长庆局1985年科技成果二等奖。

**管道破乳** 为解决原油含水乳化问题,油田李兴业、牛成虎、杨东红、方宝森组成试验小组,1983年~1985年,在马坊、红井子、摆宴井区块进行输油管道破乳试验,成果显著。马坊油田用AE-9901破乳剂试验7罐全部合格,红井子油田用AE-9901破乳剂试验2罐,摆宴井油田用OWE-80破乳剂试验10罐。通过以上3个油田试验,获得很好的破乳效果,并在全油田推广使用。这项技术成果获局级1985年科技成果二等奖。

**原油脱水** 原油脱水需要加温,消耗大量热能。宁夏油田含水原油加过药剂后,原油含水超过50%,即发生石油乳状液转相,产生大量的游离水。这些游离水在不加热的条件下就可快速脱除。为此,李兴业和包建都等通过改造变为二段热化学、电化学脱水,用“无料式游离水脱除器”在采油进入脱水站的自然温度下预先快速脱除游离水,将原来正“一段脱水流程”改造为反“二段脱水流程”。油田来油进大罐放游离水30%,经脱水泵加药、加温、升温、热化学脱水、电化学脱盐,经加热炉加热后,进加热沉降罐,进电脱器脱水,再进净化罐净化,经外输泵输出合格原油(含水5%以下,含盐150毫克/公升)送到惠安堡站,使每吨原油脱水消耗由原3.25万千卡降到1万千卡,节约热能近40%。该项技术成果获局级1984年节能一等奖。

1988年~1990年相继在红井子、摆宴井、马坊油田进行了端点加药、管道破乳、大罐沉降脱水实验,脱水速度加快,只需原来脱水条件所需时间的一半,加药浓度降低。以前加药100ppm,现在只需60ppm,脱水温度平均降低100℃,从此开辟了端点加药、管道破乳、大罐沉降的加药模式。

**净化** 在架设输油输水管道的同时,建设净化原油集中处理站。该站集中各油田生产的超标原油进行加工处理,含水降至5%以下,含盐量降至150毫克/升以下,成为合格的商品油外输。集中处理站安装5000立方米原油储集罐6座,700立方米及400立方米沉降罐各2座、大型总机2套、电脱盐脱水3套、原油外输装置3套、锅炉加热炉8套、污水处理装置1套、60万立方米污水池1座、35千伏变电站1座、5000千瓦变压器2台与75千瓦变压器2台,占地面积84209平方米。

### 管道输水

宁夏油田地处盐池和灵武两县干旱地区,工业用水困难。1977年石油部决定铺设由中宁县鸣沙公社至盐池县红井子油田输水管道,以解决油田注水与输油管道、炼油厂工业用水和生活用水。1977年10月动工,至1979年底建成鸣沙水源工程及输水管线,使黄河水送到大水坑、于家梁、红井子、摆宴井、马坊等油田。1985年油田有主要供水管线10条,全长229公里。供水系统已能适应油田发展的需要,而且还为沿途干旱山区农牧业提供了饮用水,解决了盐池县部分老区长期严重缺水问题,保护了灵武县白芨滩地区生态平衡。1979年受到石油部和自治区人民政府的表彰奖励。

**水质处理** 油田水质不好,含氧量高,严重腐蚀输油管线,直接影响原油集输。1980年地质工艺大队苏沛慧等组成水质处理研究小组,研究用化学处理方法除去水含氧量。经过两年现场试验,取得良好效果。未经处理的水含氧量7.5毫克/公升,加药处理后,可把氧除尽。中宁县鸣沙水源中含氧也较高,腐蚀性强,对引黄河水的大型输水管道和油田输水管线造成很大的威胁。1980年~1981年,长庆勘探开发研究院马宁强和地质工艺大队水质处理研究组苏沛慧、虎志亮组成联合试验攻关组,研究采用化学处理的方法处理鸣沙水高含氧的问题,先在化验室进行用药试验,精选出亚硫酸钠剂除氧最好。经现场1年数十次连续加药除氧试验,得到满意的结果,用水中含氧量10倍~12倍的亚硫酸钠可将水中氧除尽,腐蚀率由原来20密尔年(MPY)降到3密尔年(MPY)以下。该项目获1982年石油部科技成果二等奖。

**污水处理** 油田地面污水矿化度高,溶解氧高,硫酸盐还原菌高,机械杂质高,腐蚀性强,对地面管线腐蚀严重。1980年地质工艺大队试验室苏沛慧、

虎志亮等人组成污水处理试验小组,对红井子地区污水处理进行研究,经1983年~1986年现场108次试验,用1227和BQ-8杀菌剂杀菌,加亚硫酸钠除氧,得到较好效果。这项技术获长庆局科技成果二等奖。

## 第六节 石油炼制

1969年3月,石油部批准银川石油勘探指挥部建造年加工5万吨的炼油厂,以解决油田自用油。1969年设计,1970年建成。1970年~1985年炼油厂几经技术改造,形成生产能力为5万吨常压—热裂化装置1套,10万吨常减压装置1套和3万吨催化裂化装置及其配套的大罐设备,总容量为11万立方米,能生产70<sup>#</sup>汽油、灯用煤油、柴油0<sup>o</sup>C、柴油-10<sup>o</sup>C、柴油-20<sup>o</sup>C,重柴油、机油、沥青和石油液化气9种产品。1992年大元炼化公司针对炼制高环烷酸型原油常减压柴油乳化严重问题,研究开发出常减压柴油烟碱联合精制的新工艺。1995年大元炼化公司建设1座5000立方米气柜,2台石油气体压缩机及自控系统,回收利用低压瓦斯。1998年大元炼化公司通过探索优化重油催化裂化装置工艺条件,筛选汽油辛烷值填充剂等工艺措施,2月份调和出第一罐无铅汽油,实现了汽油无铅化。9月调和出第一罐90<sup>#</sup>无铅汽油,促进了汽油产品升级换代。

### 常压—热裂化装置

1970年10月建成的加工5万吨原油的炼油厂,热裂化装置生产的柴油胶质过高。该厂自己设计自己施工建成柴油酸碱精制装置,使柴油质量达到国家质量标准。1974年以后,因找油会战队伍急剧增加,需要扩大炼油厂处理原油量,经更换常压—热裂化装置的常压加热炉,热效负荷由100万大卡/时改为250万大卡/时,对常压—热裂化装置分馏塔加开煤油及重柴油侧线,使常压—热裂化装置年加工原油由5万吨增加到10万吨,裂化炉出口温度由480<sup>o</sup>C提高到488<sup>o</sup>C~489<sup>o</sup>C,轻质油收率由58%提高到62%,石油产品由4种增加到6种,原来生产56<sup>#</sup>汽油经过加铅后可生产66<sup>#</sup>汽油。

### 常减压装置

1974年马家滩油田长10层原油,经北京石油勘探开发科学研究院分析和评价,具有初馏点高达220<sup>o</sup>C,没有汽油馏份、粘度大、含硫低、凝固点低到-24<sup>o</sup>C的特点。这种原油不经过脱蜡可直接加工成润滑油。长庆油田决定

利用长 10 层原油试生产润滑油,由徐林晓负责设计年处理 10 万吨长 10 层原油的常减压装置,1975 年完成设计,1977 年建成投产,这是宁夏第二套炼油装置。常压部分能生产汽油、柴油、煤油,减压部分可生产润滑油的原料,再经过机油再生装置酸碱精制和白土处理,即可生产汽油、机油及 20<sup>#</sup>机械油。当时生产 2000 多吨,缓解了油田和地方用润滑油紧张的局面。

1998 年马家滩炼油厂对常减压蒸馏装置进行技术改造,新建  $\Phi 2200$  毫米常压蒸馏塔,增加闪蒸塔、汽提塔,把原方箱式加热炉更换为立式圆筒加热炉,并对常压换热器流程进行改造,使常压装置具备 50 万吨/年的加工能力。

1999 年 6 月,新建 7 万吨/年直馏汽油异构化装置,2000 年 5 月投入运行。该装置采用固定床反应器、高压吸收工艺,使用 CGG-Z 非临氢重整催化剂,对常压直馏汽油进行非临氢催化重整,提高汽油辛烷值,生产出 90<sup>#</sup>汽油。

1998 年宁夏炼油厂第二套常减压蒸馏装置开始立项设计,2000 年 8 月建成投产,设计年加工能力 150 万吨原油。该套装置应用“全装置能量利用综合分析”技术,对工艺流程、操作条件、换热网络等进行优化设计,采用新技术、新装备,保证整套装置工艺技术的先进性。

### 催化裂化装置

1983 年 10 月,石油工业部批准宁夏在马家滩炼油厂新建年加工能力为 3 万吨的同轴催化裂化装置。长庆油田规划设计院承担设计任务,宁夏石化建设公司、石油部洛阳一公司、兰州炼油厂等 10 个单位负责施工。1984 年 6 月,催化裂化工程破土动工,与催化裂化工程有关的配套建设项目相继铺开。1986 年 9 月,建成催化装置及其配套工程,包括常压装置改造、电脱盐装置、供风供水装置、储运系统 3000 立方米大罐 4 具,1000 立方米罐 2 具,液化气站及污水处理装置。1986 年 9 月 23 日,在兰炼技术人员的指导下点火喷油投产,首创全国 3 万吨小型催化工程一次投产成功的新记录。1993 年开始,该厂先后对 3 万吨/年催化裂化装置进行多次技术改造,应用 LC-T、LANK-98、ORBIT-330 等裂化催化剂、CHO-2 辛烷助燃剂及 KH4 高效喷嘴,催化裂化装置的加工能力由建设初期的 3 万吨/年提高到 7 万吨/年。

1993 年宁夏炼油厂对 20 万吨/年馏份油催化裂化装置进行技术改造,加工长庆商品重油等。采用高效原油雾化喷嘴、PV 型高效旋风分离器等,使催

化剂单耗由每公斤原油 1.2 公斤降为 0.8 公斤,轻质油收率由 60% 上升到 71%。2000 年第二套重油催化裂化装置建成投产,设计年加工能力为 60 万吨长庆常压重油。该装置主要包括反应—再生系统、分馏系统、吸收稳定系统、汽柴油碱洗精制系统、三机组能量回收系统、外取热系统、CO 余热锅炉及 30 吨/小时含硫污水汽提装置。