

世界油气田情况

第三分册

国外特种油田

張焱 張敦恕 程哲生 李国玉等 編譯

内部发行

中国工业出版社

世界油气田情况

第三分册

国外特种油田

張 焱 張敦怒 程哲生 李国玉等 編譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国工业出版社

本分册介绍了八个油田，其中七个是高粘度高凝固点和高含蜡油田，有一个是构造复杂的油田。这些油田因原油性质特殊和构造复杂，在开采与原油集输方面采用了多种方法。本分册对这些油田作了简要的介绍。

世界油气田情况

第三分册

国外特种油田

张焱 张敦恕 程哲生 李国玉等 編譯

*

石油工业部图书編輯室編輯（北京北郊六铺炕石油工业部）

中国工业出版社出版发行（北京佟麟阁路10号）

（北京市书刊出版事业許可證出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $2^{3/16}$ ·字数46,000

1962年1月北京第一版·1963年8月北京第二次印刷

印数1,571—2,098·定价（10-5）0.33元

*

統一书号：15165·1482（石油—99）

前 言

为了适应我国石油及天然气勘探与开发工作的需要，石油工业部地质勘探司组织了部属生产技术司情报处，編輯室，办公厅編譯室，石油科学研究院各单位以及北京石油学院的有关同志，分工协作，广泛搜集国外資料，編譯“世界油气田情况”一书，綜合介紹世界各国具有代表性的部分大油气田、特种油田以及国外石油勘探与开发經驗，供我国石油工业领导同志、石油工作者及技术研究人員参考。全书共分六个分册出版：

第一分册——苏联大油田；

第二分册——资本主义国家大油田；

第三分册——国外特种油田；

第四分册——国外大气田；

第五分册——国外采油工艺技术；

第六分册——近十年来世界石油勘探与开发技术发展动向。

本分册共介绍了八个油田，它們是苏联的布佐甫雷多断层多油层油田，苏联的茲布札高粘度油田，美国的圣阿多重油田，委內瑞拉的波斯肯高粘度油田，巴西的阿古格兰德高凝固点油田，法国的夏本哈高凝固点油田，意大利的腊古扎高粘度油田以及印度尼西亚的米納斯高含蜡油田。这些油田，有的所产原油性质特殊，有的地质构造比较复杂，所以我們統称之为特种油田。

国外关于特种油田的报导較少，我們蒐集的有些資料还不够完全，有待以后再作补充。

参加本分册編譯工作的有石油工业部編輯室的張焱、張敦恕、王宣英、陈振之、程哲生、周家珩、范友仁、徐景亚等同志和办公厅編譯室的竇炳文和李国玉两同志。

目 录

前言

一、布佐甫雷油田	1
油田簡史	1
开发时的历史背景	1
地质构造	2
地层剖面及油藏特性	3
开发过程分析	4
开发过程中出現的問題及解决方法	11
結論	14
二、茲布札油田	15
概述	15
地质构造和含油情况	15
开发和注水情况	17
三、圣阿多油田	23
构造及含油情况	23
钻井	25
地面設備	27
集輸系統	27
四、波斯肯油田	23
概述	23
地质情况及产油层	29
钻井和采油情况	30
原油集輸	31
特殊的技术問題	33
五、阿古格兰德油田	34
概述	34
地质及地层	37

油田的开发.....	38
清蜡問題.....	39
六、夏本哈油田.....	42
概述.....	42
儲油层.....	43
开发經過.....	46
采油工艺.....	48
七、腊古扎油田.....	52
概述.....	52
地质构造及儲油层特性.....	53
采油及輸油.....	57
八、米納斯油田.....	58
概述.....	58
原油性质.....	59
原油集輸.....	59
附表：特种油田主要数据表.....	62

一、布佐甫雷油田

油 田 簡 史

- | | |
|-------|---------------------------|
| 1940年 | 发现布佐甫雷背斜。 |
| 1944年 | 发现瑪什塔格鼻状构造。 |
| 1945年 | 开始工业性开发。 |
| 1946年 | 編制瑪什塔格 ПК 层边外注水設計。 |
| 1948年 | 开始試注。因高速采油，条件恶化。 |
| 1949年 | 开始工业性注水。 |
| 1952年 | 开始在布佐甫雷 ПК 层注水。 |
| 1955年 | 由于注水見效，且采取了其它若干措施，油田情况好转。 |

开发时的历史背景

这个油田位于苏联老巴庫的阿普賽龙半島上，是苏联卫国战争結束后正式投入开发的。当时，全苏原油总产量已由 1940 年的 3100 万吨下降到1945年的1943万吨，而巴庫地区的原油产量已由1940年的2220万吨下降到1945年的1150万吨。那个时候，第二巴庫的原油产量在全苏总产量中所占比重不大，1940年只有184.9万吨，到1945年时只增加为283.3万吨。

以当时的历史条件来看，巴庫在战后仍是苏联石油工业的最重要的地区。而在战争期間，巴庫条件极端困难，工作規模大大收縮，完全停止了钻生产井的工作。钻探工作很少，未能准备出充分的后备。以前开发的老油田，因处于开发后期，产量逐漸下降。

这时，发现了这个油田的最主要的部份，即瑪什塔格鼻状构造。这个油田的总面积不大，只有12平方公里，但油层多，单井产量高。

于是就采取了高速开发方法，开发的第二年，日产量提高了5倍以上。1947—1948年，最高的年产油量占工业储量的10%。在这样高的速度开发之下，其产量在巴庫当时的总产量中起到一定作用，但油田情况在三年之内已显著恶化，引起多种不良后果。1948年开始注水后，油田情况逐渐好转，得到了很大的经济效果。该矿在开发这个油田的过程中，曾针对油田具体情况采取了多种措施，积累了一些经验。

地 質 构 造

布佐甫雷-瑪什塔格油田 (Бузовны-маштагы), 位于苏联巴庫阿普赛龙半島的东北部，由1940年发现的布佐甫雷背斜和1944年发现的瑪什塔格鼻状构造共同組成。走向为东西向，南翼陡，傾角約15—20°，北翼緩。总长6.6公里，寬2.1公里，全油田面积約12平方公里。断层頗多，将整个油田切割成了若干断块。其中以油田中部东西向大断层最为重要，它把这个油田切成了南、北两大半。在全油田范围内，以瑪什塔格南部和布佐甫雷中部的含油面积最大，含油最丰富，其它断块的意义較小。这个油田的构造情况見平面图1和横剖面图2。

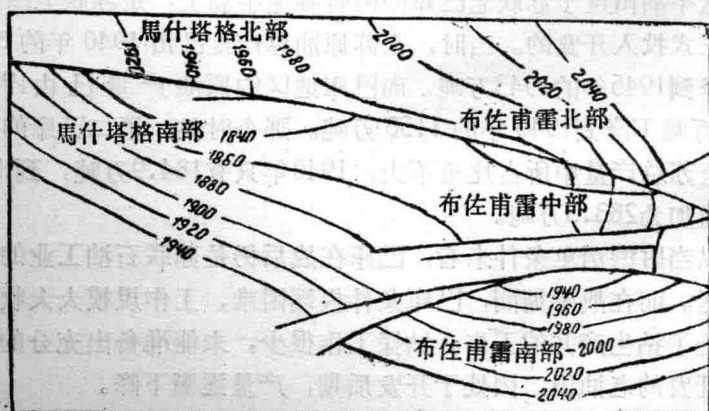


图 1 布佐甫雷-瑪什塔格油田PK层頂部构造图

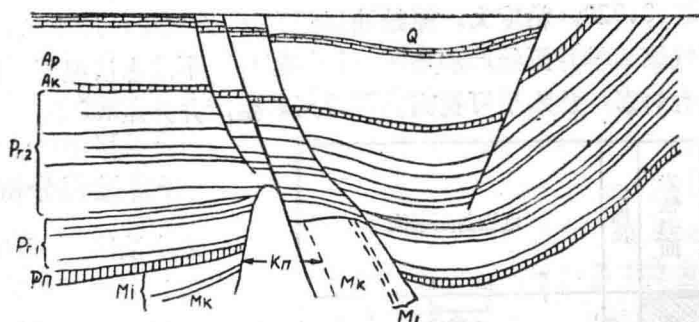


图 2 布佐甫雷背斜横剖面图

地層剖面及油藏特性

如整个阿普赛龙半島一样，这个油田也是主要由第三紀地層組成，厚度达数千米。主要的油層都是在人們所謂的产油岩系中。产油岩系的年代为中上新統，总厚度达3000—3500米，由砂子、粘土和局部砾岩之互层构成。就整个阿普赛龙半島来讲，产油岩系中共有19个主要的油層，細可分为60多个小油層。布佐甫雷-瑪什塔格油田的油層也非常多，其中以KC层和ΠK层为主。油層剖面见图3。

这个油田共有五大特征，这就是：油層多，油層疏松，岩性变化大，断层多，边水不活跃。

以个别油藏而論，其特点及基本数据如下所述。

KC油藏：由砂泥岩互层組成。砂层为細粒和微粒，泥质重。平均厚度200米，初期分为12个油層，单层有效厚度3—6.5米，1952年末合为5个大油層。孔隙度7—21%。渗透率120—230毫达西。原油比重0.910—0.920，粘度大。油層原始压力185大气压。原始驱动类型为溶解气驱。单井原始产量53—90吨。不注水情况下最終采收率43%，注水后可增为78.7%。生产井井距150米。

ΠK油藏：由砂泥岩互层組成。砂层为粗粒和中粒石英砂岩。平均厚度65米。孔隙度17—21%。渗透率平均300—400毫达西。原油比

重0.910—0.920，粘度大。原始油层压力185大气压。原始驱动类型为溶解气驱。单井原始产油量50—180吨/日。不注水情况下，最终采收率只有43%，注水后可提高到78.7%。生产井井距200米。

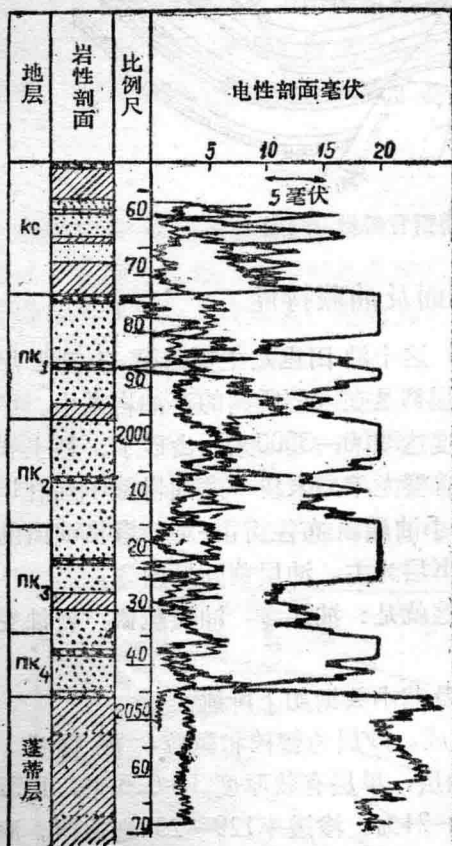


图3 布佐甫雷-瑪什塔格油田
柱状剖面图

开发过程分析

这个油田，一方面被几条断层切割成了几个单独的断块，有的与边水联通，有的四面都是断层，与边水完全隔绝；另一方面，油田剖面中油层相当多，厚度也大，不宜完全合采。这就决定了该油田采取“分块、分层、分期”的开发方法。所谓分块，指各断块分别开发，如布佐甫雷北翼，布佐甫雷中部第3断块，布佐甫雷中部第4、5断块，布佐甫雷南翼，瑪什塔格北翼和瑪什塔格南翼。所谓分层，指KC层和PK层，KC层又分为I-KC层、II-KC层、III-KC层、IV-KC层和V-KC层，PK层又分为PK₁层、PK₂层、PK₃层和PK₄层。所谓分期，指各断块与各层在不同时间开始开发。

这个油田正式开发时间是1945年。开发初期，未采用边外注水方法，因高速开发，造成油层压力的猛降，单井产量大减，从而油田

的总产量也随之减少很多。这时，就用增大油咀和加大二层油管长度的办法提高压差，这样来开采油井，结果，使原来松散的砂层破坏了，井下砂堵很严重，油层套管出了毛病，大量油井因而停产。油田的这种局面是很严重的，要求刻不容缓地采取注水措施。于是决定首先在油田上压力下降最多、采油量显著减产的瑪什塔格南部III层上边外注水。1948年試注，1949年正式开始工业性注水。注水头几年，虽然注水量没有采液量多，但已见到效果，全油层产量下降速度有所减缓。以后就逐渐扩展到其它油层上去注水。

注水时，除专门钻了一批注水井外，将大量的低产井和已被水淹的生产井轉作为注水井。注水的水源是其临近的卡拉油田上油井中采出的硷性水。

兹将全油田注水工作分年发展情况列表如下（表1）。

表 1

年 份	注 水 层 数 量	注 水 井 数 量	注 入 水 量 千米 ³	效 果 千吨原油
1948	1	5	68.0	—
1949	1	9	304.4	5.9
1950	1	11	454.1	73.8
1951	1	13	638.9	99.3
1952	5	19	1165.8	109.2
1953	7	39	2030.0	164.3
1954	8	54	3130.1	199.8
1955	9	66	3532.3	204.5
1956	13	71	3666.5	224.5
1957	13	71	—	—

在开发过程中，进行了大量的测井研究工作，在此基础上拟定了一系列进一步开发这个油田的原则，总括起来，可归纳为下列四条。

1. 从油层顶部采剩余原油的方法。
2. 扩大砂泥质互层中采油层位的方法。
3. 利用旧井钻侧眼的方法。

4. 盐酸处理注水井的方法。

关于这些方法，我們在下面将要談到。現在，我們分別叙述一下 KC 层与 ПK 层的开发情况。

KC 油 藏

KC 层是一个砂泥质互层，是主要油层之一，其绝对儲量占全油田 50% 以上。最初，在其中划分了 12 个采油层，单层有效厚度 6—7 米。采用的是单层分采的开发方法。

該油藏为溶解气驱，开始开发时未注水。注水前，压力已从 185 大气压降为 85 大气压（Ⅱ-KC 层在 1953 年时），油井产量也显著下降，在几个月之内，从原先的 25—30 吨/日下降到 10—12 吨/日。增大压差后，砂层被破坏，砂堵严重，产油井减少。有的井上返开采上部油层。

以 12 个小层分层开发时，因厚度薄，油井产量显著下降，有的油井则完全停产。根据分析結果，这种情况的产生与篩管部份的长度有关，凡是篩管部份短的油井，由于砂堵和油层套管出毛病，不出油的井很多。反之，凡是篩管部份长的油井，停产的少，产量下降慢，生产情况稳定。根据这一分析結論，决定将原先的 12 个小油层合并为 5 个大采油层。合并油层时，遵循了下列四項原則：1. 含油边界差别不大；2. 儲油层的地质特征和岩性特征有共同点；3. 油层在开发过程中有共同点；4. 原油性质近似。据 1957 年元月 1 日統計，已在 350 口井中实行了这一措施，这项工作取得了下列效果：1. 将 2—3 个油层合并成一个油层后，油层有效厚度的利用率提高了 1—2 倍；2. 按新层位合理的調整了油井，造成了有利的开发条件；3. 开采层的厚度增大后，虽然减小了压差，但油井日产量有所增加；4. 生产井的产量趋于稳定；5. 合并油层的井中，因油层套管损伤而停产的井数，比未合并油层的井中少 50—70%；6. 1957 年元月 1 日时靠这项措施已增产原油 49 万吨。

KC 层的开发是分层分块进行的。按新的分层，共分为 I-KC、

I-KC、II-KC、IV-KC、V-KC五个层。同时，又按断块情况分为若干开发区。注水工作也是分层分块进行的。该油层的注水情况如下表所示（表2）。

表 2

年 份	注 水 量 千米 ³	注 水 层 数量	注 水 井 数量
1952	44.4	3	5
1953	542.5	5	14
1954	823.6	6	19
1955	1505.5	7	41
1956	1811.6	10	47
1957	—	10	48

这个油层由于渗透率低，而且原油中分逸出来的气体多，所以见到注水效果的时间较晚。注水井离生产井距为150米，一年后才见到注水效果。注水效果出现的迟的另一个主要原因是全油藏原先已采出大量原油，亏空大，需较长时间的补偿。

由于各层各断块的情况不同，所以出现的问题也不同。

II-KC层：在合并为一个上层之前，分为上、中、下三部，扩大合并时，对原先的采液量进行了统计，统计结果表明，下部因油井已打完，所以原先产油最多，中部产油少，上部因开始钻井时间晚，所以产油更少。在开始注水时，就针对这个油层原先采油量多少不同的特点，采取了不等量注水的办法，在原先采油多的油层中多注水，在原先采油少的油层少注水，据1957年1月1日统计，该油层下部总采油量占该层总产量的53.8%，已注水108万米³，中部总采油量占该层总产量的31.2%，已注水62万吨，上部采油量占该层总产量的15%，已注水30万吨。当时，下部油水接触面推进最多，上部油水接触面推进最少，这与采液量和注水量是相适应的。

III-KC层：将原先3个油层合并为一个油层，合并的办法是在原先只打开下部油层的旧井中把上部油层补射开，在新井中，则3个小油

层同时射开。該层頂部为溶解气驅，边部为水驅。1953年注水时，产水率22%，1957年元月1日时，产水率已达44.4%。

IV-KC 层：起初面积注气，效果小，以后放弃了注气，改为三面注水。这个油层的开发工作中，最有意义的是把油层的含油部份与含气部份分隔开的工作。根据一批专家的設计，应在該油层的含油帶与含气帶之間注水造成一个水屏，然后根据注入水的多少，从含气帶中采出不同量的天然气。

ΠK 油 藏

ΠK油藏是該油田中最主要的油藏。ΠK层的总厚度为65米，有效厚度15—27米。分为ΠK₁，ΠK₂，ΠK₃和ΠK₄四个层。其中ΠK₁，ΠK₂，ΠK₃含油，ΠK₄不含油。含油面积自上而下减小，ΠK₁最大，ΠK₃最小，油井产量也是ΠK₁最高，ΠK₃最低。开发过程中，ΠK₁与ΠK₂多半合采，ΠK₃因含油很差未开采。ΠK层主要开采的是瑪什塔格南部和布佐甫雷中部两个区。这两个区虽然是联通的，但相互之間有些差別。

1945年开始开发时，油藏中无气頂，油藏为溶解气驅。油井有的自噴，有的抽吸。因油井产量高，当时需油，采取了高速开发方法，1947—1948年最高年采油量占油藏总儲量的10%。

采油速度很高，而边水推进甚微，甚至不向前推进，使压力下降很快。瑪什塔格南部ΠK层的原始油层压力为185大气压，1948年下降为120大气压，到1952年时已降为98大气压。压力下降这样快，边水又推进甚微，造成了下列多种不良的后果：1.新完钻油井的产量由原先的53吨/日降为23吨/日；2.已投产的生产井的产量由50—60吨降为30吨；3.增大压差后，帶出大量砂子，井下形成砂堵，油层套管变形，大量油井停产，原先的井网已被破坏，只得在停产井旁边另钻新井，4.免修期縮短为2—3个月；5.油气比增大，形成了气頂，一些井逼迫关闭；6.因而总产量也显著下降。这时，对油田情况进行了

分析, 分析結果說明, 如果不注水, 开发時間將延長到40年, 最終采收率只有0.43, 如果注水, 就可以將开发時間大大縮短, 最終采收率可提高到0.78。

1948年开始在瑪什塔格南部ПК层注水, 1952年开始在布佐甫雷中部ПК层注水。該区注水井位置及水淹情况見图4。

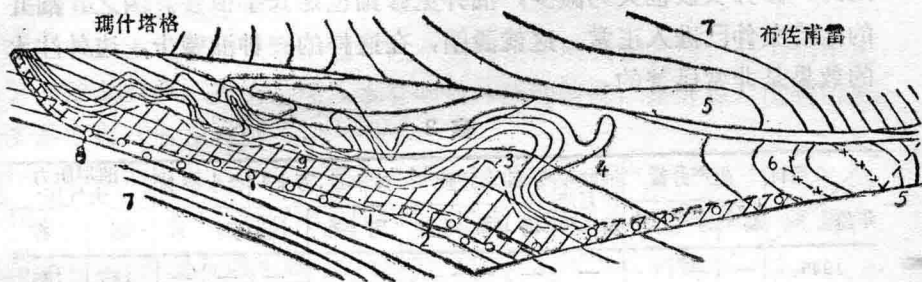


图4 布佐甫雷-瑪什塔格油田ПК层开发图

- 1—原始含油边界; 2—1949年1月1日含油边界;
3—1955年1月1日含油边界; 4—含水百分比等高綫;
5—断层; 6—剩余气頂界綫; 7—等距綫;
8—注水井; 9—水帶。

注水后, 油藏情况逐漸好轉, 首先經過一段补偿过程后, 开始部份恢复。在注水过程中发现, 虽然布佐甫雷中部ПК层的注水工作比瑪什塔格南部ПК层注水工作晚三年, 但其注水影响則波及到整个油藏, 这就說明, 在两个构造范围内的同一油层, 相互間有联系, 尽管布佐甫雷中部的压力較低。

关于ПК层的采油与注水的各項数据, 列表如下(表3)。

自从开始注水之后, 注水量不断增加, 截止1955年底, 瑪什塔格南部ПК层共注水680万米³, 布佐甫雷中部ПК层共注水152万米³, 总計共注水832万米³。这时, 压力已开始上升, 瑪什塔格南部为126大气压, 布佐甫雷中部为91.5大气压。瑪什塔格南部原先形成的气頂已完全消除了, 其驱动类型由原来的溶解气驅已轉变为水驅。布佐甫雷

中部原先形成的气頂已大大縮小，成为一个局部的氣頂，其驅动类型基本上已轉变为水驅，只是頂部仍有局部的溶解氣驅。油氣比显著下降，如瑪什塔格南部的油氣比，1947年时为101米³/吨，到1953年时，已下降为25—30米³/吨。自1950年开始，停产井显著減少，在此以前，一年之中停产井数竟达17口之多，但此后，只是个別情况。与此同时，修井次数也大为減少，油井免修期也延长了很多。因之，油井的生产条件已进入正常。这就說明，在这样的一种油藏上，边外注水的效果是非常显著的。

表 3

年份	生产井数			油井平均月产量, 吨	注水井数			注水量, 万米 ³			含水率 %		油层压力 大气压	
	瑪 ^①	布 ^②	小計		瑪	布	小計	瑪	布	小計	瑪	布	瑪	布
1945	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	185	185
1946	—	—	—	1806.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1947	—	—	—	1720.6	—	—	—	—	—	—	2.0	—	—	—
1948	49	13	62	1236.7	5	—	5	6.8	—	6.8	3.8	—	121.5	—
1949	—	—	—	928.7	9	—	9	30.4	—	30.4	8.0	1.0	113	95
1950	66	17	83	736.6	11	—	11	45.4	—	45.4	15.0	1.0	102	—
1951	73	17	90	674.2	13	—	13	63.8	—	63.8	19.8	2.9	99.3	—
1952	78	16	94	633.0	14	2	16	96.8	7.2	104.0	24.0	3.5	98.4	72
1953	88	34	122	631.6	15	6	21	153.1	34.6	187.7	30.5	4.0	102	75
1954	—	—	—	566.6	15	6	21	154.7	52.5	207.2	37.3	10.0	113.4	81
1955	—	—	—	527.0	15	7	22	123.0	57.5	180.5	42.3	17.0	126	91.5
1956	—	—	—	396.0	14	7	21	118.1	57.6	175.7	49.0	—	126	106.5
1957	—	—	—	368.0	14	7	21	—	—	—	52.0	—	126	119.7

①瑪—瑪什塔格区；②布—布佐甫雷区

截止1956年底，ПK层总注水量已达1008万吨，压力已保持稳定。

从开始注水到1955年为止，瑪什塔格南部含油边界已推进了很多，这时已由原先注入的硷性水和以后注入的海水形成了一个寬达350米的水帶。許多地方确定，边水在油层上部和下部的推进速度不一致，下部推进速度比上部快，有的地方已达到构造頂部。以瑪什塔格南部