

俄罗斯

大型特大型 油气田地质与开发

(第二卷)

巢华庆 等编译

ГЕОЛОГИЯ
и разработка
крупнейших
и уникальных
нефтяных
и нефтегазовых
месторождений
РОССИИ



565271

石油工业出版社

2

内 容 提 要

本书根据俄罗斯石油工业发展的具体情况,从总结经验出发,主要介绍了西西伯利亚含油气省的油田发现和开发史,阐述了这些大型特大型油田的地质构造特点、开发设计史和完善开发的方法以及每个油田的开发现状等。

本书对广大石油工作者和专家都具有现实的指导意义。

图书在版编目(CIP)数据

俄罗斯大型特大型油气田地质与开发.(第2卷)/巢华庆等编译.
北京:石油工业出版社,2000.6
ISBN 7-5021-3018-7

I.俄…

II.巢…

III.①石油天然气地质-俄罗斯②油田开发-俄罗斯③气田开发-俄罗斯

IV.TE3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 62307 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)
河北省徐水县印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 25印张 640千字 印1—4200
2000年6月北京第1版 2000年6月河北第1次印刷
ISBN 7-5021-3018-7/TE·2329

定价: 65.00 元

俄罗斯大型特大型油气田地质与开发 (第二卷)

编 译 委 员 会

主 任 巢华庆

编 委 蔡天成 张 佐

审 核 邵元良

前 言

《俄罗斯大型特大型油气田地质与开发》一书是俄罗斯 1997 年出版的一部新作，全面地介绍了俄罗斯境内一些主要油气田地质与开发的状况。本书得到了我国石油界有关专家的认同，认为这些油田的开发经验对我国石油工业的发展有很重要的借鉴意义。

本书共分两卷，第一卷介绍的是伏尔加—乌拉尔、提曼—伯绍拉和北高加索三个含油气省，第二卷着重研究西西伯利亚含油气省。

本书第一卷已由我公司于 1998 年 10 月编译出版。现在我们又编译出版了第二卷：上篇由张佐同志编译，中、下篇由蔡天成同志编译。本书的编译出版得到了大庆石油管理局开发部和生产测井研究所谢荣华所长的关心和支持，在此表示诚挚的谢意。

由于编译者水平有限，书中疏漏与错误之处在所难免，恳请我国石油界各位专家与同仁指正。

大庆市万国科技开发有限公司

2000 年 2 月 1 日

原著前言

西西伯利亚省是俄罗斯境内划分的所有含油气省中最大的一个。这个含油气省分布在广阔的平原上，西有乌拉尔山脉，东为西伯利亚平台，南临阿尔泰、萨彦岭。这个含油气省囊括了秋明州、托木斯克州、新西伯利亚州和鄂木斯克州的全部领域。

西西伯利亚省无论是境内已探明的油气储量还是石油、天然气的产量，都居全俄罗斯的首位。作为一个拥有发达石油开采工业的最年轻的含油气省，它在短短的时间内各项指标均已独占鳌头。西西伯利亚省的原始探明储量占全俄的 60% 以上，目前储量则占 70% 以上。这个地区的石油产量约为俄罗斯石油总产量的 70%。

西西伯利亚省作为一个原料基地，其突出的特点就是拥有许多大型油田。到目前为止，在这里已经探明并且投入开发的有下列一些油田：萨莫特洛尔油田、马蒙托沃油田、费奥多罗夫油田、普里奥博油田。这些大型油田投入开发，是西西伯利亚省在超短时间内就能在其领域内建立起强大的石油开发综合体的一个先决条件。

当前，西西伯利亚的 50 个特大型油田中已有 44 个处于开采阶段。其中许多油田已进入原油产量下降阶段，从第一个油田投入开发以来 30 年间，已经积累了开发罕见的大型油田的丰富经验。这些油田所处的含油气州各异，剖面饱和特征、产层特性和油藏类型也不尽相同。总结这方面的经验，不仅在西西伯利亚省（这里的油气资源还远远没有达到枯竭的程度）可以利用，即使在其他的含油气省和区也可以利用，这是一个极其重要的课题。本书正是试图作这方面的尝试。

书中阐述了大量的问题，这些问题涉及到秋明州和托木斯克州一些最大的、并且从开发观点来看具有重要意义的油田的发现史和开发史。西西伯利亚含油气省的原油主要储量都集中在这两个州。书中还阐述了这些油田的地质构造特点、开发设计史和完善开发的方法以及每个油田的开发现状等等。

本书对广大的石油工作者和专家都具有现实的指导意义。

目 录

概论	(1)
上篇 秋明州	(3)
各油气田的发现史和投入开发简史	(7)
油气田开发的基本原则	(9)
第一章 下瓦尔托夫斯克含油气区	(14)
第一节 萨莫特洛尔油田	(14)
一、油气田地质构造	(15)
二、油气田开发设计的主要阶段	(21)
三、注水系统的完善	(34)
四、设计的采油量和采液量	(37)
五、开发现状	(37)
六、原油难采储量开发难题和新工艺在开发晚期的应用	(40)
七、萨莫特洛尔油气田的开发前景	(42)
第二节 阿甘油田	(43)
一、油田地质构造	(43)
二、油田开发系统的设计与完善史	(48)
三、油田开发状况	(51)
四、原油储量采出程度的分析与现行开发系统效果评价	(57)
五、油田所采用的提高油层原油采收率的方法	(64)
六、优化井网密度	(66)
第三节 瓦塔油田	(67)
一、油田地质构造	(67)
二、油田开发系统的设计与完善史	(72)
三、油田开发状况分析	(76)
四、原油储量采出状况分析	(79)
五、优化井网密度	(86)
六、油藏晚期开发	(88)
第四节 瓦里耶甘凝析油气田	(89)
一、油田地质构造	(89)
二、开发设计史	(97)
三、开发现状	(101)
第五节 北瓦里耶甘油气田	(112)
一、油田地质构造	(112)
二、地质模型和油气储量	(119)
三、油田开发系统设计与完善史	(119)

四、开发现状·····	(126)
第六节 瓦季—耶甘油田·····	(131)
一、油田地质构造·····	(132)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(138)
三、油田开发的历史与现状·····	(141)
第七节 波夫霍夫斯基油田·····	(147)
一、油田地质构造·····	(147)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(152)
三、油田开发的历史与现状·····	(154)
第八节 波卡奇油田·····	(160)
一、油田地质构造·····	(160)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(167)
三、油田开发的历史与现状·····	(169)
第二章 苏尔古特含油气区·····	(174)
第一节 费奥多罗夫油气田·····	(174)
一、油气田地质构造·····	(174)
二、油气田开发系统设计与完善史·····	(181)
三、油田的开发历史与现状·····	(187)
第二节 良托尔凝析油气田·····	(194)
一、油气田地质构造·····	(194)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(198)
三、开发状况·····	(201)
第三节 西苏尔古特油田·····	(205)
一、油田地质构造·····	(205)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(210)
三、油田开发的历史与现状·····	(213)
第四节 普里鄂毕耶油田·····	(218)
一、油田地质构造·····	(218)
二、油藏地质模型特点·····	(223)
三、油田开发设计史·····	(227)
四、油田开发状况·····	(232)
第五节 马蒙托沃油田·····	(233)
一、油田地质构造·····	(234)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(240)
三、油田的开发历史与现状·····	(245)
四、B ₁₀ 层系钻水平井的经验·····	(261)
第六节 南亚贡油田·····	(267)
一、油田地质构造·····	(267)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(272)
三、油田的开发历史与现状·····	(274)

第七节 霍尔莫戈里耶油田·····	(279)
一、油田地质构造·····	(279)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(283)
三、油田开发状况·····	(286)
四、该油田所采用的提高油层原油采收率方法·····	(288)
第三章 古布金含油气区·····	(291)
第一节 苏托尔明油气田·····	(291)
一、油气田地质构造·····	(291)
二、油气田开发系统设计与完善史·····	(297)
三、油气田开发状况·····	(301)
第二节 穆拉夫连科油气田·····	(306)
一、油气田地质构造·····	(306)
二、油气田开发系统设计与完善史·····	(310)
三、油气田开发状况·····	(314)
第四章 文加普尔含油气区·····	(317)
第一节 塔拉索夫凝析油气田·····	(317)
一、油气田地质构造·····	(317)
二、油气田开发系统设计与完善史·····	(321)
三、油气田开发状况·····	(325)
四、改善开发过程的主要方向·····	(331)
第五章 克拉斯诺列宁斯卡亚含油气区·····	(333)
第一节 克拉斯诺列宁斯卡亚油气田塔林区·····	(333)
一、油气田地质构造·····	(333)
二、塔林区开发系统设计与完善史·····	(339)
三、塔林区开发历史与现状·····	(343)
中篇 托木斯克州·····	(349)
第一节 苏维埃油田·····	(353)
一、油田地质构造·····	(353)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(361)
三、油田开发状况·····	(364)
第二节 瓦赫油田·····	(369)
一、油田地质构造·····	(369)
二、油田开发系统设计与完善史·····	(376)
三、油田开发状况·····	(379)
下篇 西西伯利亚大型油田开发对比分析·····	(386)

概 论

从事西西伯利亚低地地质构造和含油气性研究工作的有国内许多的科学家。在这个重要科研课题上做出巨大贡献的有以下一些知名的科学工作者：И.И. 古布金、А.А. 特罗菲穆克、А.А. 巴季罗夫、Н.А. 罗斯托夫采夫、Ю.Г. 艾尔维耶、Л.И. 罗夫宁、Ф.К. 萨尔曼诺夫、И.И. 聂斯切罗夫、В.Д. 纳里夫金、Э.Э. 福季阿吉、Ф.Г. 古拉里、А.З. 孔托罗维奇、В.С. 苏尔科夫、С.П. 马克西莫夫、М.Я. 鲁德凯维奇、В.И. 什皮尔曼等人。

西西伯利亚低地的特点是自然气候条件相当复杂，沼泽化程度极为严重，江河湖泊太多，施工地区季节性地遭受水淹，加之公路不通，缺少通往施工区的道路。所有这些不利因素都会使油田开发过程变得异常复杂。

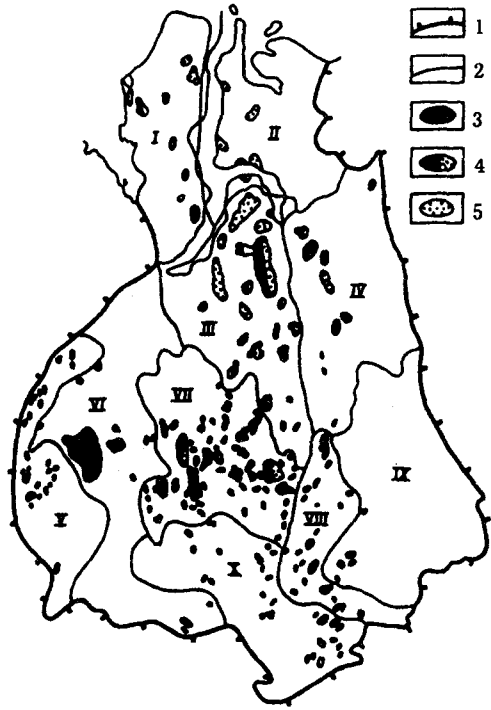
西西伯利亚省按其地质构造来说，是一个四周被褶皱系包围并且有着典型的二层构造的后古生上界地台。整个地台被分割为若干大面积的拗陷和一级的闭合隆起（穹窿和长垣）。无论凹地或穹窿都因二级隆起和局部构造而显得异常复杂。基底的高地与局部隆起相吻合，隆起的幅度沿沉积盖层剖面向上逐渐缩小：产油层构造各翼部的倾角不超过 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}$ 。

地台盖层由新生界和中生界岩石构成。全省大部分地域的古生界沉积层分布密集，并已变质。低地周边向中心和北部方向上，几乎所有地层单位的沉积厚度都有所增大。但沉积总厚度对打探井彻底钻开基岩并无妨碍。

西西伯利亚省共划分 10 个含油气州。每个含油气州又划分出若干个含油气区（见附图）。北部有 4 个含油气州（纳德姆—普尔州、普尔—塔佐夫斯基州、亚马尔州、格达州），这几个州主要是含气的。西部有近乌拉尔州、弗罗洛沃州，中部有中鄂毕州和凯梅索维州，东部有瓦秀甘州和帕杜金州，这些州属于含油气州，主要是含石油资源。

大多数的含油气州分布在秋明州（这里指的是行政区划州）境内。

在西西伯利亚总共发现 394 个油田，32 个气油田和油气田，77 个凝析油气田，42



附图 西西伯利亚含油气省略图

1, 2—省界、含油气州界；

3, 4, 5—分别为油田、气油田、气和凝析气田；

I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X—含油气州，
分别为：亚马尔州、戈达州、纳德姆—普尔州、普尔—
塔佐夫斯基州、近乌拉尔州、弗罗洛沃州、中鄂毕州、
瓦秀甘州、帕杜金州、凯梅索维州

个凝析气田和 40 个气田。

西西伯利亚 1974 年的原油产量为 $116.4 \times 10^6 \text{t}$ ，其中有秋明州为 $110.4 \times 10^6 \text{t}$ ，托木斯克州为 $6.0 \times 10^6 \text{t}$ 。西西伯利亚的石油开采工业在这一时期跃居国内首位，提供了全俄原油产出总量的 31%。

从 1977 年起全国原油产量不断增加，完全靠西西伯利亚提供了保证。因为当时在乌拉尔一波沃洛什耶和北高加索的一些主要含油气地区的产量已经开始下跌。

上篇 秋 明 州

秋明州境内含油沉积层的年代段分布范围非常广：从古生界基底一直到上白垩系的亚普第一赛诺曼沉积层均有发现。产油层剖面可分出若干个含油气地层组合：下、中、上侏罗系的亚奇莫维统、尼欧克姆统、亚普第一赛诺曼统。秋明州的各个含油气州和区的剖面原油饱和程度迥然不同：从西部、南部和东南部向中部和北部的含油气州方向，含油气的年代范围逐渐扩大。在近乌拉尔区、凯梅索维区、瓦秀甘区和帕杜金区，油气藏主要是在侏罗系沉积层中，而在中鄂毕区油藏不仅在侏罗系沉积层中有发现，而且在亚奇莫维统和尼欧克姆统杂岩中也有发现（见上附图1），在北部各州含油气年代还波及到了亚普第一赛诺曼沉积层。

在不同的含油气州探明的油田，如果按其油层饱和特征、产油层特性、油藏类型以及油田的大小和储量的多寡等方面来评价，各油田各具特色，互不相同。

无论从原油储量方面还是从产量方面来看，最富的含油气州要属中鄂毕州。这里有秋明州所发现的9个大型和特大型油田之中的7个油田，其中可以指出的有萨莫特洛尔油田、马蒙托沃油田、费奥多罗夫油田。在这个州已探明的39个特大型油田中储量超过亿吨的油田就达到了24个（见上附图2）。

这些油田的主要原油储量都蕴藏在尼欧克姆组合的高产油层中。秋明州的大部分原油是从这些高产油层中开采出来的。中鄂毕州的绝大多数油田都属于多层的，油藏类型多数为层状穹隆式的。

油藏全都属于大型的平缓构造，具有一些大的含油面和宽阔的油水过渡带。

产油层的绝大多数储集层是由复矿砂岩构成，其中含有大量的束缚水，含量可达30%~60%。

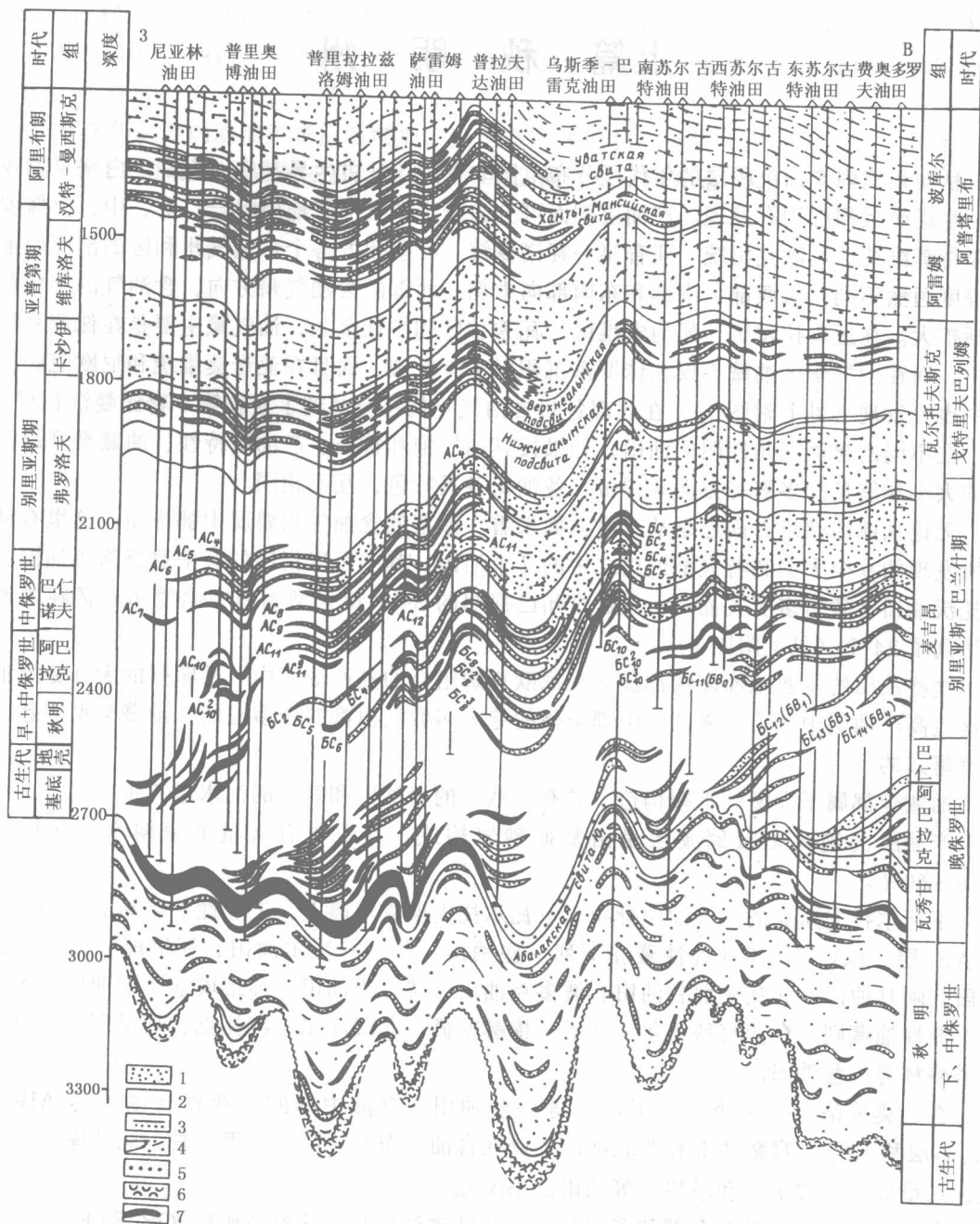
下瓦尔托夫斯克的一些油田分布于下瓦尔托夫斯克穹隆上，工业性油藏局部分布在BB₈和AB₁层。BB₈层的工业性油藏在下列一些油田：萨莫特洛尔油田、瓦里耶甘油田、瓦塔油田、阿甘油田、北瓦里耶甘油田、波多克油田、波卡夫油田、苏维埃索斯宁油田。AB₁层的工业性油藏则是在萨莫特洛尔、瓦塔、梅赫帕俨、北波库尔、波托克、乌里耶夫、波卡奇和塔格林等一些油田。

在萨莫特洛尔、瓦塔、瓦里耶甘等一些油田，穹隆中部的工业性含油层是AB₂₋₃层AB₄₋₅层和BB₁₀，穹隆西部和西北部的工业性含油分布在瓦塔、瓦里耶甘、北波库尔、波托克、乌里耶夫、波卡奇和塔格林等油田的BB₆层。

穹隆中部，特别是在东部和东南部，工业性含油层都在侏罗系矿层IOB₁和IOB₂层。瓦赫·欧列恩、“5·1”、北瓦里耶甘以及其他一些油田的原油产量主要是依靠这些矿层。

在个别几个油田（阿甘、瓦里耶甘、塔格林等）工业性含油层主要是BB₇和BB₉层。

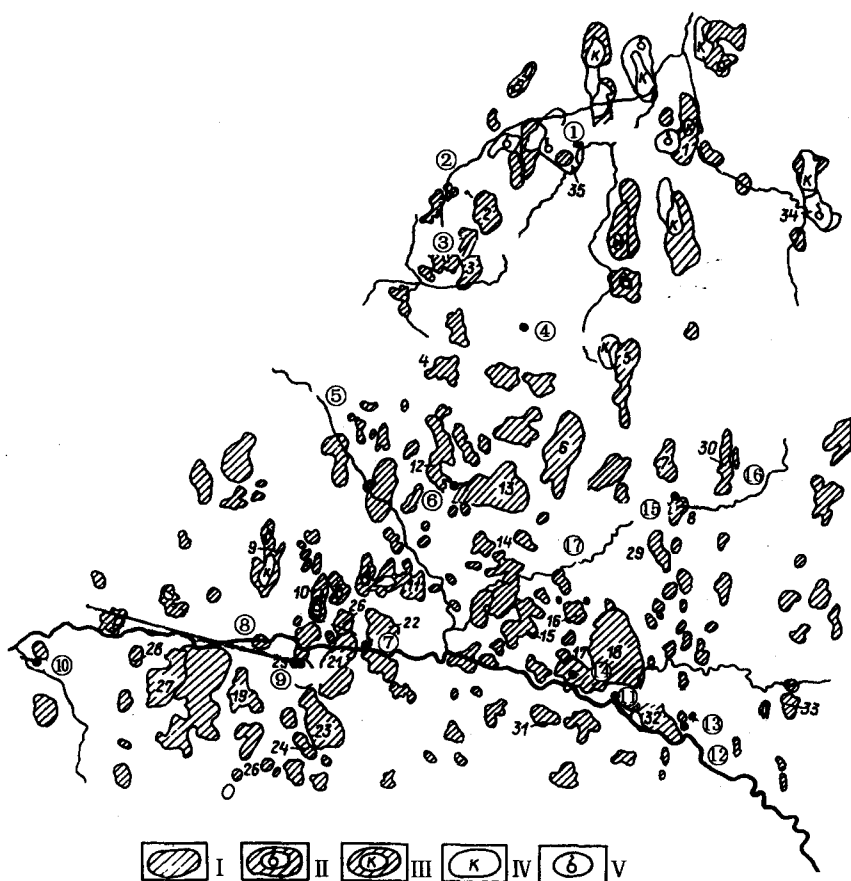
整个AB层组都是非均质的，无论在平面上或剖面上，岩性多变。各矿层的储油性质从AB₄₋₅层至AB₁层逐渐变坏。例如在萨莫特洛尔油田AB₄₋₅、AB_{2,3}和AB₁层的平均渗透率相应为0.59、0.3和0.18μm²，有效孔隙度为23%~28%。剖面泥质含量和分层系数从穹隆顶部向各岩层翼部逐渐扩大。有时各层之间水动力连通，例如萨莫特洛尔油田的AB₁和AB₂₋₃层就是如此。这一油层组还有一个显著的特征，就是剖面上纯砂岩层与泥砂岩的薄交



上附图 1 东西走向滨鄂毕河地带沉积层地质剖面图
(根据 B.Д. 潘诺夫、T.H. 奥尼舒克、Ф.З. 哈菲佐夫提供的资料编绘)

1, 2—分别为砂岩、基本砂岩沉积层和泥岩、基本泥岩沉积层;
3—海相沉积层; 4—陆相沉积层; 5—沥青质沉积层; 6—风化壳; 7—油藏

互层或被截断的薄交互, 层交互成层。后一种情况给这些层位油层的开发系统增添了特殊性。



上附图2 秋明州油气田分布示意图

I, II, III, IV, V—分别为油田、油气田、油气凝析油田、凝析气田、气田

- 1—塔拉索夫斯基油气田；2—穆拉夫连科夫斯基油田；3—苏托尔明油田；4—霍尔莫戈里耶基油田；
5—文加普罗夫油田、凝析气田；6—波夫霍夫斯基油田；7—北瓦里耶甘油田；8—瓦里耶甘油田；
9—良托尔油田、凝析气田；10—贝斯特林油气田；11—费奥多罗夫油气田；12—南亚贡油田；
13—瓦秀—耶甘油田；14—波卡奇油田；15—波托克油田；16—阿甘油田；17—瓦塔油田；
18—萨莫特洛尔油田；19—普拉夫金斯基油田；20—西苏尔古特油田；21—南苏尔古特油田；
22—东苏尔古特油田；23—马蒙托沃油田；24—南巴雷克油田；25—乌斯季巴雷克油田；
26—小巴雷克油田；27—普里拉兹诺姆油田；28—普里鄂毕油田；29—万—耶甘油田；
30—塔格林油田；31—奥列霍沃—叶尔马科夫油田；32—苏维埃油田；33—瓦赫油田；

34—哈拉穆普尔油田、凝析气田、气田；35—康穆索莫尔斯克油、气田

- ①—塔拉索夫斯基；②—普尔别河；③—穆拉夫林科夫斯基；④—诺亚希里斯克；⑤—特罗姆耶甘河；
⑥—科加雷姆；⑦—苏尔古特；⑧—鄂毕河；⑨—涅夫切尤甘斯克；⑩—汉特—曼西斯克；⑪—下瓦尔托夫斯克；
⑫—鄂毕河；⑬—斯特列沃伊；⑭—麦吉昂；⑮—拉杜什内；⑯—阿甘河；⑰—阿甘河

下瓦尔托夫斯克穹窿上许多油田的BB油层均有工业性含油。孔隙性储油层属于与泥岩和粉砂岩互层的砂岩层。

这个层组的主要开发层系为BB₈层，其总厚度(18~40m)在东北方向上逐渐增大。油层含油面由相当均质的砂岩构成。因此，这个层系的油藏始终保持着最高的产能：由麦吉昂油田的106t/(d·MPa)到萨莫特洛尔油田的295t/(d·MPa)。BB₈层几乎在所有的油田都呈

透镜形夹层。非常均质、稳定和高产的油层为 BB_8^{1-2} 层。

其余的层组，如 BB_6 、 BB_7 、 BB_9 、 BB_{10} 和属于这些层组的油藏，也有与 BB_8 层组相类似的结构，其差别仅在于这些层组的储集层的泥质含量和非均质程度相当高，而产能则非常低。其他一些油田的油藏有明显的油水过渡带和气顶，油层被分成若干个独立的层组。

侏罗系沉积层的产油层极其非均质、低渗透、低产能，并且泥质含量高，在多数情况下有岩性相变带，一些个别的油藏还有气顶和宽阔的油水过渡带。有时油层被分割为单独的层组，例如 IOB_1 油层就被分割成了 IOB_1^1 和 IOB_1^2 。

苏尔古特区的各油田属于侏罗系沉积层的范畴。这个区主要的开发层系为 BC_1 、 BC_{2-3} 、 BC_6 、 BC_{10} 和 BC_{11} 各层。在个别一些油田工业性原油储量也有含在 AC_{4-6} 、 AC_7 、 AC_9 、 AC_{10} 、 AC_{11} 、 BC_4 、 BC_5 和 BC_8 各层的，在亚奇莫维组则含在 BC_{19-22} 层，在侏罗系沉积层中含在 IOC_0 （巴仁系）、 IOC_1 和 IOC_2 层。

BC 层的工业性含油实际在苏尔古特穹隆上的各个油田都有。这些油层由粗粒和中粒砂岩构成，并且与泥质砂岩、粉砂岩交互成层。从原油的物理化学性质来看， BC 组油层可划分为两个亚组。属于第一亚组的有普拉夫金斯基油田的 BC 层、费奥多罗夫油田的 BC_{10-11} 层，还有含轻质油和低粘度原油的油藏也都属于这个亚组。

AC 层同样也有工业性含油，这些油层属于孔隙型储油层，由细粒砂岩和中粒砂岩构成，通常带有泥岩夹层和粉砂岩夹层。其实，在所有的油田，油藏都因有气顶而复杂化。根据油层高度可以发现油气比和饱和压力的变化。大多数油田都有宽阔的油水过渡带和油气水过渡带，因而给开发造成了严重的困难。

AC_{4-6} 、 AC_7 、 AC_8 、 AC_9 、 AC_{10} 、 AC_{11} 、 BC_{2-3} 、 BC_4 、 BC_5 、 BC_6 、 BC_7 和 BC_8 各层按其构造来看，都与 BC_1 层相似。

这些层位的特点在于，除少数例外情况，其储油性质和产能由上向下逐渐变坏。同样，油层厚度也是从上向下逐渐变薄。还有一些油层有气顶并且油水过渡带显著增大。

尼欧克姆统剖面除高产层外，还有一些油层的储油性质很差，产能低。这些油层的原油储量都属于难采储量范围。这就是下瓦尔托夫斯克等含油气区一些油田的巴仁诺夫组粘土质储集层、亚奇莫维组沉积层、泥质粉砂岩层。随着在中普里鄂毕发现油藏，还在贝斯特林、良托尔、费奥多罗夫、萨莫特洛尔等油田发现一些气油藏，但由于这些油藏中石油埋藏的特殊性，所以这些油田的开发尚有相当的难度。

大多数在其他含油气州发现的油田，其特点是油藏储量较少和地质条件差。在近乌拉尔含油气州的沙依姆区，大多数油田是单油层，油藏不大，产能中等。

沙依姆型油藏属于地层圈闭和岩性圈闭，局部构造在靠近穹隆部位有尖灭发生。在绝大多数情况下都是单油层油藏，其主要产层是玄武岩—砂岩层，埋藏在秋明组沉积层上或直接埋藏在基底的风化壳内。从穹隆顶部到构造的两翼，一般可见到油层的总厚度和有效厚度逐渐增大，剖面的分层性也在增加。这个层位各层组的储油性质截然不同。孔隙型的储油层为砂岩，常与生物碎屑灰岩、泥岩、粉砂岩交互成层。局部地段的产油层为风化壳岩石、秋明系岩石、伏尔加系砂岩。

克拉斯诺列宁穹隆一些油田的工业性含油和秋明组的沉积层有着密切的关系。这个组的沉积层具有非常复杂的地质构造。只要指出下述情况就足以说明问题：在总厚度 300m 以上的岩石中有时蕴藏着几十个厚度为 1~2m 的低渗透率产油薄层。从另一方面来看还有的油

层小层和区段渗透率达 $0.85\mu\text{m}^2$ 。秋明组 (T 层) 的含油区在叶姆—叶果夫油田、费里波夫油田、洛温油田、帕里扬诺夫油田、卡缅油田、以及其他一些油田的克拉斯诺列宁油田的穹窿上。

在瓦秀甘含油气州发现了下列一些油田：欧连尼油田、“5·1”油田、洛莫夫油田、鲁吉聂茨油田，等等。这些油田原油储集层的特点是严重的非均质、低渗透率和低产能。油藏常带有规模相当大的气顶。鲁吉聂茨油田 IO₁ 层的油藏按其外边缘计算面积为 $20 \times 29\text{km}^2$ ，有一个面积为 $16.5 \times 18\text{km}^2$ 的气顶。气顶高度为 32.8m，油层高度为 22m。

在北方的含油气区，大多数已发现的油田为多层的，有气田、气油田和油气凝析油田。原油藏在油环内，开采非常困难。

各油气田的发现史和投入开发简史

西西伯利亚境内的地质勘探工作始于 1934 年，打探井是从 1947 年开始的。1953 年在近乌拉尔地带的别廖扎地区，首次从上侏罗系的地层获得了天然气，1960 年在沙伊姆区发现了第一个油田——特廖赫焦尔内油田。1961 年在中普里鄂毕发现了两个油田：麦吉昂油田和乌斯季—巴雷克油田，这在秋明州广泛地开展勘探工作和组织石油开采奠定了基础。

开展勘探工作的第一阶段一直持续到 70 年代中期。这一时期的工作特点是以高速度增加勘探井的总井数。主要是在中鄂毕油气州开展高效勘探工作。在头几年就发现了一些大型的油田，诸如萨莫特洛尔、马蒙托沃、西苏尔古特、普拉夫金、良托尔、阿甘、瓦塔等油田。以后的几年也有一些大的发现。头 15 年期间发现的一些大油田的原油平均储量约为 $1.2 \times 10^8\text{t}$ 。

在已探明的油田的剖面上，首要的勘探和开发目标是尼欧科姆高产沉积层的一些大的油藏。这些油藏的进一步勘探工作在极大程度上决定了以后十年期间秋明州石油储量的增长范围。这期间可采储量在总储量中所占的比率非常高，各个不同年份的比率在 76%~98% 的范围内。

其他一些含油气州也进行了小范围的勘探钻井工作。在近乌拉尔含油气州也曾发现许多油田，但在规模和储量方面都比中普里鄂毕的一些油田大为逊色。在北部的含油气区曾发现一些特大型气田：塔佐夫气田、古布金气田、乌林高伊气田、新波尔托夫气田等等。勘探过程中在这些气田的剖面上探明了油环中的相当可观的原油储量。

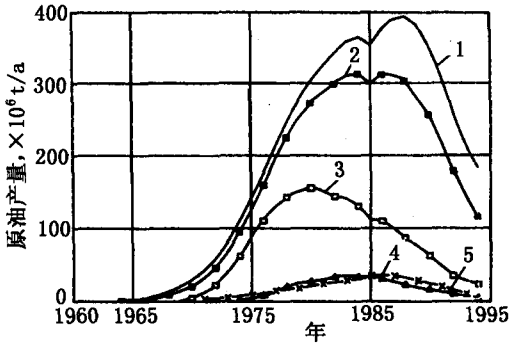
70 年代中期开始进行第二阶段的勘探工作。主要的含油气州——中鄂毕州，在这一时期的勘探特点是矿藏的探明程度高，尤其是尼欧科姆组合更是如此。尽管直到 1990 年钻井总井数逐年增加，开展勘探工作的区域逐年扩大（其中包括中鄂毕油气区范围以外的区域），但勘探效率在不断下降。新发现的油田的原油储量也有所下降，还不足 $17 \times 10^6\text{t}$ （90 年代初）。这些年也有重大的发现，例如发现了塔林油田和普里鄂毕油田。但这两个油田产层剖面构造相当复杂。

在储量增长的总量中难采储量（低产储集层、埋藏较深的层位、气油藏中的油环、高粘度油藏）的比率增加了。秋明州原油难采储量总量从 1976 年到 1992 年增长了 3 倍，占总储量的 52%。

秋明州各个油田的工业性开发过程是和这些油田的勘探工作同步进行的，只是开始时间稍晚一些。根据西西伯利亚已经形成的实际情况，大型油田都是在发现后二三年才投入开

发。开始是采用试行的工业开发方案（如乌斯季—巴雷科油田和麦吉昂油田），以后才是按工艺流程图开发的。工艺流程图中规定首先投入开发的是那些勘探工作全部结束以前早已研究透彻，而且是产能高的区块。

这种运作方法保证了秋明州原油产量的迅速增长。在乌斯季—巴雷科油田和麦吉昂油田发现后已经过去3年的时候，采出了首批 $20 \times 10^4 \text{ t}$ 原油，然而至1965年就达到了第一个百万吨。



上附图3 各油田原油产量动态曲线图

1—秋明州；2—大型、特大型油田；3，4，5—分别为萨莫特洛尔油田、马蒙托沃油田、费奥多罗夫油田

全州的、各大油田的、萨莫特洛尔和马蒙托沃油田的石油产量动态曲线图见上附图3。从图上可以看出总产量和大油田的产量之间有着密切的关系。在1966~1977年间，有20个油田投入开发，其中最大的有萨莫特洛尔、马蒙托沃、费奥多罗夫、南苏尔古特、瓦里耶甘、阿甘、波卡奇等油田。正是这些油田保证了石油产量的稳步上升。

1977年，这个州各油田开始工业开发后的13年，石油总产量达到了 $2.11 \times 10^8 \text{ t}$ ，占全俄总产量的45%。这里大型和特大型油田的总产量在全秋明州总产量中所占的比率超过了90%。

后来一些年的特点则是秋明州的石油产量持续增长：1978年 $245.7 \times 10^6 \text{ t}$ ；1979年为 $274.4 \times 10^6 \text{ t}$ ；1980年为 $302.7 \times 10^6 \text{ t}$ 。

在这个时期托木斯克州的原油产量也增长了：从1976年的 $6.6 \times 10^6 \text{ t}$ 到1980年的 $9.8 \times 10^6 \text{ t}$ 。

然而，从1981~1985年这一时期的特点则是石油产量增长速度逐渐下降。秋明州的大多数特大型油田已经转向产量下跌阶段。到1985年进入产量下跌范畴的有：西苏尔古特油田、阿甘油田（从1973年开始），普拉夫金油田（从1979年开始），费奥多罗夫油田、瓦里耶甘油田（从1984年开始），南苏尔古特油田、波卡奇油田（从1985年开始），还有一些1975年前投入开发的小油田。

开发较晚（1975年以后）的一些油田，其特点都是储量少、产层储油性差，这是导致油井产量不高的原因。按“老”油田的办法已无法补偿采出量的缩减。

虽然新油田加紧投入开发，为以后3年期间总产量的提高提供了可能，但是从1989年起秋明州的石油产量水平不可逆转地急剧下降。1993年在这里采出的石油产量为 $200.0 \times 10^6 \text{ t}$ ，比1988年减少了一半。

在导致石油产量如此急剧下降的一些根本原因中，首先应指出的是储量采出程度过高。根据1995年1月1日对10个特大型油田统计的状况，表明当时储量采出程度平均为65%，其中萨莫特洛尔油田已超过70%，马蒙托沃油田和阿甘油田则超过了75%。其次是后几年投入开发的各油田的储量结构变坏（新井产量低）。新井的原油平均日产量在秋明州1994年为 12 t/d ，这比1985年少了72%，比1980年少了86%。秋明新井的原油产量每况愈下。

除上述原因之外，还应忽视下列一些原因：

（1）由于生产钻井总进尺数急剧下降，新的生产能力的投入大量缩减；

- (2) 新油田设备安装工程减少;
- (3) 修井能力因资金短缺而下降, 致使停产井数剧增;
- (4) 提高原油产量的新方法以及新工艺的推广工作力度不足。

在难采储量大量投入开发的现有条件下, 解决延缓原油产量下降, 稳定原油产量的问题, 直接关系到制定一项积极有效的科技政策, 即推广提高油层采收率的新方法和发展新工艺。

油气田开发的基本原则

开发秋明州的各个油田必须采取系统而有条理的方法, 这是由各油田地质构造的特点和地区的自然条件所决定的。在制订开发基本原则时, 广泛地利用了开发鞑靼共和国、巴什科尔托共和国、萨马尔州和彼尔姆州各油田开发方面的丰富经验。同时还根据本地条件和强化开发新采油区的必要性拟订并实施了多项决策。

这些决策中的一项已经为秋明州油田的高速开发和迅速提高秋明州的原油产量提供了可能, 就是利用新方法组织开发设计工作和安排油田开发过程中工作实施的先后次序。

考虑到油田面积广阔, 进行勘探工作一般要持续数年, 而且还需要大量的物资消耗。所以当时提出了对勘探面积内产能高的油区超前投入开发。这一方法的优点在于: 加快油田投入开发速度, 靠钻采油井增加地质矿场信息资料, 压缩勘探钻井进尺数, 缩短油田勘探和核准其储量的时间。

首批投入开发的有萨莫特洛尔、阿甘、瓦里耶甘、费奥多罗夫、霍尔莫高里耶等油田。这种方法的效率可以费奥多罗夫油田为例反映出来。这个油田于 1971 年开发, 1973 年首选的一个油区已经投入工业性开发; 然后这个油区又得到了扩大, 而到 1975 年油田勘探工作已经结束。国家有用矿产储量委员会核算储量时, 核实从这个油田采出的原油已达到 $3 \times 10^6 \text{t}$ 。到 1976 年整个油田的开发技术方案才获得批准。

在秋明州大多数油田都属于多油层油田的条件下, 正确处理生产层系的组合与划分是一个非常重要的问题。在首批开发的油田, 一个开发层系包括若干个地质—矿场性质相近的产油层。用同一个井网曾开发了乌斯季—雷巴克油田的 BC_1 、 BC_{2-3} 、 BC_4 产油层, 西苏尔古特油田的 BC_1 、 $BC_{2,3}$ 产油层, 普拉夫金油田的 BC_5 、 BC_6 产油层。在这一区域实施工业开发的第一阶段, 这种方法曾保证大量的产油层得到了开采, 为单井产量的提高提供了可能, 并使高速采出得到了保障。从而使原油产量在钻井进尺数不多、物资消耗不大的情况下得到了快速发展。

然而, 以后对开发情况进行了分析, 发现将几个产油层合并为一个开发层系存在弊端。当时查明在乌斯季—巴雷克油田产油层的开发和水淹不均衡, 因而产量达到最高水平的时间也不尽相同。在普拉夫金安装的分采设备不保证必要的调控, 以致使低产油层的开采效果不佳。此外, 在同时开采的情况下油井产油率降低, 最终采收率也下降了。

以后, 在许多油田都实行了生产层“化整为零”的办法: 在乌斯季—巴雷克油田从独立井网中分出 4 个层系, 在西苏尔古特分出 3 个, 在萨莫特洛尔分出 6 个。在各个新开发的油田, 在开发设计过程中就规定了将产油层系分成若干个独立开发层系的最高限度和最佳方案。

这种方法使得每个层系都能得到有效的开发, 并保证必要的开发速度, 而不致使部分储