

世界油气田情况

第一分册

苏联大油田

竇炳文 李国玉 編譯

内部发行

中国工业出版社

世界油气田情况

第一分册

苏联大油田

賈炳文 李国玉 編譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国工业出版社

本分册中汇编了苏联羅馬什金諾、杜瑪茲、穆罕諾沃、巴夫雷、什卡波沃和油石头等六个大油田的资料。这几个油田，在开发方法上各具特点。羅馬什金諾油田以边内注水而著称，杜瑪茲油田是边外注水的先驱，穆罕諾沃油田石炭系Ⅰ层油藏因原始能力太在开发的头十年无须注水，巴夫雷油田1958年进行了有意义的关闭半数生产井开发油田的大型试验。什卡波沃油田在边外边内注水并举的情况下，一开始就采用了抽油法，油石头海上油田采取了“分断块、分层、分期”的注水开发方法。本书对这些油田作了较系统的介绍。

世界油气田情况

第一分册

苏联大油田

寶炳文 李国玉 編譯

*

石油工业部編輯室編輯（北京北郊六鋪炕石油工业部）

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许可证出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $49 \frac{1}{16}$ · 插頁 5 · 字数 118,000

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) 0.79 元

*

統一书号：15165 · 1437（石油—94）

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組織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——資本主义国家大油田；

第三分册——国外特种油田；

第四分册——国外大气田；

第五分册——国外采油工艺技術；

第六分册——近十年来世界石油勘探与开发技術发展动向。

本分册介紹的是苏联羅馬什金諾、杜瑪茲、穆罕諾沃、巴夫雷、什卡波沃和油石头六个大油田。这些油田的产量在苏联当前的石油总产量中占着很大比重。它們并具有共同特点：儲量丰富，产量高，油层多，主要油藏均屬构造类型，主要油层均为砂岩。

但这些油田在开采方法上有所不同：羅馬什金諾油田是采用边內注水开发的；杜瑪茲油田在苏联是采用边外注水开发的先驅；穆罕諾沃油田石炭系 I 层原始能量很大，在开发头十年不注水仍可保持压力；巴夫雷油田在边外注水的情况下，进行了关闭半数生产井开发油田的試驗；什卡波沃油田在边外边內同时注水的条件下，一开始开发就采用抽油的方法；油石头油田在海上各种困难条件下，采用按断块分层分期注水的方法开采。

本分册是由石油工业部办公厅編譯室竇炳文和李国玉等同志編譯的，并經北京石油学院钻采系主任秦同洛，石油科学研究院主任工程师童宪章和主任地质师李德生在技术內容方面作了审閱。

目 录

前 言

一、羅馬什金諾油田	1
概述	1
勘探过程	3
地质部分	4
开发部分	13
二、杜瑪茲油田	42
概述	42
地质构造与地层	43
泥盆系油藏	47
石炭系油藏	64
开发經驗及主要結論	67
三、穆罕諾沃油田	70
概述	70
勘探过程	72
二迭系油藏	72
石炭系油藏	72
泥盆系陆源沉积中的油藏	86
四、巴夫雷油田	87
油田勘探簡史	87
儲油层年代、岩性和驱动类型	89
原油性质、工油层主要数据及地下水分析結果	89
油田开发情况	91
大型工业試驗	96
开发經濟分析結果	100
五、什卡波沃油田	101
概述	101

勘探过程	101
油藏概况及参数	101
泥盆系油藏开发过程	120
六、油石头油田	127
地理位置及地质构造	127
地层剖面	128
勘探过程	129
气象条件	129
海底地形与构造	129
油田开发情况	130
油田开发中的几项特殊技术问题和经济问题	137

附 表

一、羅馬什金諾油田

概 述

羅馬什金諾油田 (Ромашкино) 是在 1948 年 7 月 16 日发现的 (3 号井噴油)。构造面积是 4500 平方公里。它位于鞑靼自治共和国东部布古里馬城以西，在大地构造上，位于鞑靼穹状隆起南高点，属于索克—舍什馬長垣上的一个平緩地台型大构造 (见图 1)。地层傾角一般小于 1° ，仅在其西翼傾角較大，达 2° 。二叠系和石炭系构造与泥盆系构造是不一致的：二叠系和石炭系地层組成許多局部构造，属于三級短軸背斜构造，其上复盖有第四系沉积，而泥盆系地层則組

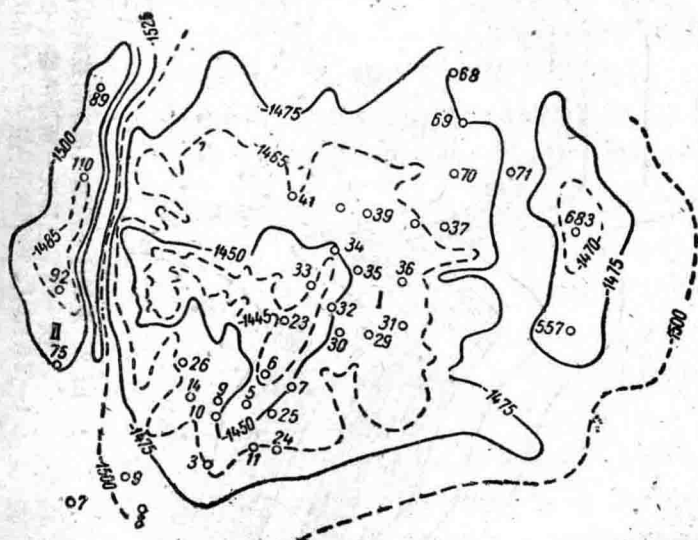


图 1 羅馬什金諾油田构造簡图

I—羅馬什金諾构造；II—新耶洛霍夫卡构造。

○—油井；~—上石灰岩底部等高綫

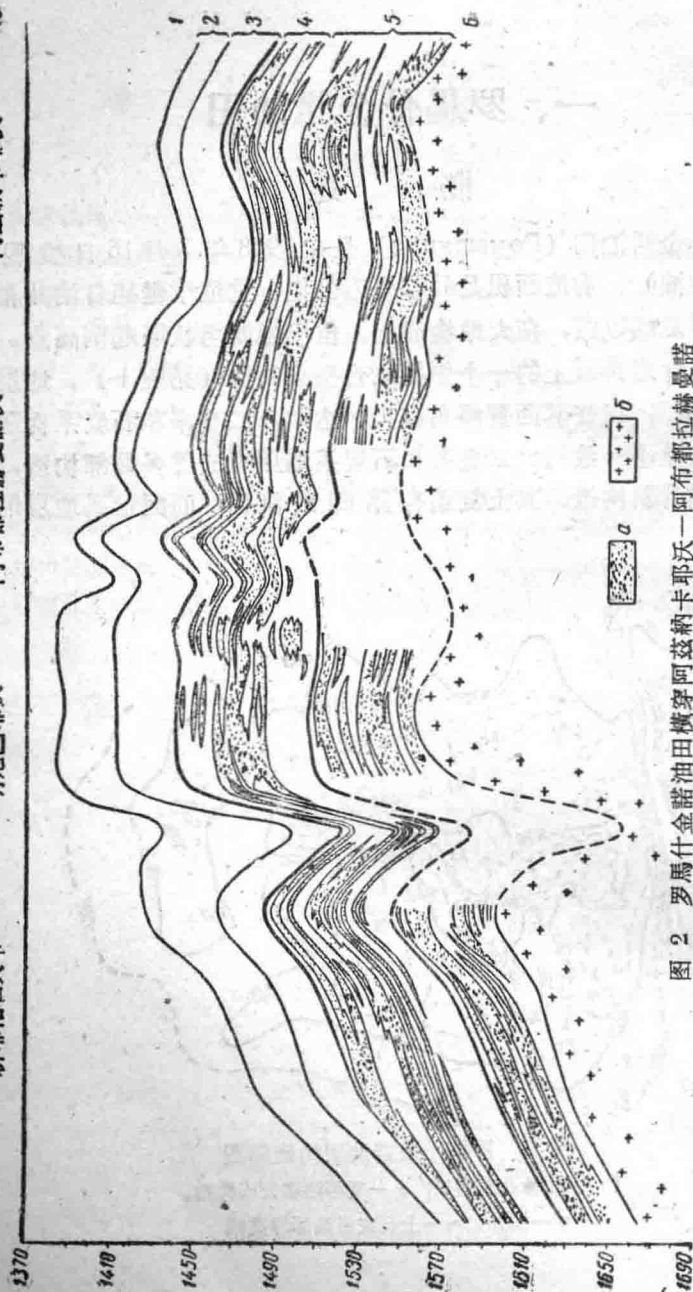


图 2 羅馬什金諾油田橫穿阿茲納卡耶沃—阿布都拉赫曼諾

沃—明尼巴耶沃—新耶洛霍夫卡等區東西向大剖面圖

1—泥盆系 D_{34}^1 ; 2—泥盆系 D_{33}^1 ; 3—泥盆系 D_{32}^1 (上石灰岩層); 4—泥盆系 D_{31}^1 (I Ⅱ 層); 5—I Ⅱ 層 (D_{31}^1 , 中石灰岩層), I Ⅲ 層, I Ⅳ 層; 6—結晶基岩

a—砂岩、粉砂岩; δ—結晶基岩

成很大的隆起构造（面积达 4500 平方公里），其隆起幅度一般不超过 50—75 米，在泥盆系大隆起上还出现许多局部高点和凹陷；主要高点有：明尼巴耶沃、阿布都拉赫曼諾沃、巴夫洛夫卡、阿茲納卡耶沃等，其隆起幅度为 15—25 米左右（见图 2）。由于存在上述构造不符合情况，以致使索克—舍什馬长垣軸綫延伸于羅馬什金諾泥盆系构造以西 18—20 公里的地方。

勘 探 过 程

1934 年，东方石油地质托拉斯在羅馬什金諾村发现了上二叠系 P_2^k 地层组成的隆起构造。经过构造钻井之后，证实确有构造，其走向南北，构造面积 7×4 公里。于 1938 年进行了 1 : 5 万的构造細測工作。在卫国战争期间所进行的构造钻井证实石炭系地层也有构造。1944—1945 年打了两口預探井，以探明下石炭系含油情况。1947 年 1 月开始钻 3 号探井，其目的层为泥盆系。1948 年 7 月这口探井钻开泥盆系 Π_1 层，同年 8 月开始試油，該井噴出原油，其产量为 120 吨/日。8 号探井打在 Π_1 油层西南部的含油边界上，而 9 号井則打在含油边界之外。这三口完钻探井表明，泥盆系地层繼續平緩地向东北方向抬起，根据 3 号井钻到油层的結果，在其以北和东北方向又打了两口探井。即 10 号井和 11 号井，这两口探井也都大噴原油（10 号井日产原油 145 吨，油咀 12 毫米）。之后，开始在 10 号探井东北方向进行钻探。

3 号、10 号和 11 号探井所得到的地质資料証明，含油砂岩厚度向北增加 2—3 倍，而“上石灰岩”标准层（ D_1 层底部）向北傾沒角度小于 1° （2 米/公里）。

考虑到相邻隆起的地层傾角平緩，而基岩断块錯动甚微，因此推测在羅馬什金諾村附近发现的油田面积一定很大。韃靼石油托拉斯根据前几口探井钻探結果，在 10 号和 11 号探井以北地区同时布置了 10 口探井，其中最远的探井离出油的 10 号探井有 15 公里。其余 9 口探井按剖面法分布于 10 号与 23 号探井之間，这 10 探井完钻后，也都噴出大量

原油，23号探井又一次証明，泥盆系油层顶部（“上石灰岩”标准层）繼續傾沒，其傾角仍然很小（0.4米/公里）。在23号井內“上石灰岩”标高（-1440米）比3号井高22米。接着又布置了15口探井，其位置均在23号探井以北，最远的37号探井与23号探井之間的距离为30公里。这15口探井分布在几条东西方向的剖面上，剖面間的距离为10—15公里。这15口探井均見油。在37号探井內，“上石灰岩”的标高为-1465米，而其他探井內該层标高介于-1465—-1440米之間由此可見，23号探井正好位于泥盆系隆起的顶部。从此之后，又布置了大批探井。完钻試油时，均自噴产油。其中有些探井快要接近 Π_1 油层外含油边界。因此，下一批探井的井距（与出油井相隔的距离）一般不超过3—5公里，以便探明含油边界。羅馬什金諾油田西部和东部也采用了上述钻探原則。

苏联在羅馬什金諾油田上第一次采用了新的钻探方法，其实质是：探井甩得远（探井剖面与見油井的距离取为10—30公里，而过去只有2—3公里），同时开钻的探井很多（每批有10—20口探井），由于采用了这种钻探方法，所以只用了3—3.5年的時間就基本上探明了构造的特点。

地 質 部 分

1. 地层剖面 羅馬什金諾油田地层剖面由前寒武系、泥盆系、石炭系和二叠系地层組成，沉积总厚度达2000米，其中碳酸盐沉积厚度約有1500米，陆源沉积厚度則有500米。泥盆系以前的沉积在羅馬什金諾区域范围內均已缺失。泥盆系 D_2^2 地层直接复盖在結晶基岩上面。

結晶基岩由片麻岩、混合岩組成，有时見有閃长岩，其中見到火山岩：花崗岩、花崗閃长岩、正长岩、花崗正长岩，局部見有輝长苏长岩和輝綠岩。

中泥盆系 D_2^2 統沉积在結晶基岩侵蝕面上。这套地层由石英砂岩、粉砂岩和泥岩交互成层，其間有一层石灰岩（即所謂“中石灰岩”

标准层)。在油矿实际工作中,在这套地层中分出 Π_{IV} 和 Π_{V} 两个砂岩层,以后由于在 Π_{V} 层下面的泥岩中发现有 D_2^2 层(上古維齐期)动植物化石,則將 Π_{V} 层也划归 D_2^2 統,沉积厚度介于55—75米。

上泥盆系 D_3^1 統分为下中上三部分,下部又包括三个层系,即(自下而上)巴什层,肯諾夫层和舒古諾沃层(又名沙尔加也夫层)。

巴什层(D_3^1)岩性变化复杂,由砂岩、粉砂岩和泥岩組成。在油矿上,巴什层划归 Π_{V} 层,而 Π_{V} 层本身又划分为若干小层。总厚度20—45米。

肯諾夫层(D_3^2)主要由泥岩和粉砂岩組成。其間夹有石灰岩和白云岩薄层。在肯諾夫层底部沉积有非常稳定的石灰岩,即所謂“上石灰岩”标准层。在中部有一层砂岩和粉砂岩,称謂米哈依洛夫层(Π_0 层),厚度3—7米。 Π_0 层仅分布在罗馬什金諾油田西北部(在阿克塔什油田上也有分布)。肯諾夫层总厚度介于20—40米之間。

舒古洛夫层(D_3^3)为深灰色泥岩,泥灰岩和石灰岩,后者常含有瀝青物质。厚度6—45米。

D_3^1 統中部分为两层:即:

多馬尼克层(D_3^4),由深灰色和黑色瀝青质石灰岩、泥灰岩組成,其間夹有泥质頁岩,厚度25—45米。

明狄姆层(D_3^5),由深灰色和灰色角砾状石灰岩和泥灰岩組成,厚度30—70米。

D_3^1 統上部包括阿斯肯层(D_3^6),它由灰色及深灰色石灰岩組成,厚度75—140米。

D_2^2 統分为下部和上部,下部由浅灰色白云岩組成:局部偶而見有石膏化石灰岩;上部由灰色石灰岩組成并夹有浅灰色白云岩和深灰色粘土,总厚度240—270米。

石炭系分为下石炭、中石炭和上石炭三組。下石炭系包括 C_1^1 、 C_1^2 和 C_1^3 。

C_1^1 由石灰岩組成，其間夾有厚度不大的白云岩和粘土，其頂部有侵蝕跡象。厚度60—75米。

C_1^2 下部為泥岩、粉砂岩、砂岩和泥質頁岩交互層。其中的煤系 C_2^2 所含砂岩分選很差，含油也不均勻。泥岩和砂岩常有交替現象。有時砂岩厚度很大，有時則幾乎完全為泥岩所代替。在羅馬什金諾油田東北部煤系中蘊藏有工業價值的煤層，煤系厚度10—35米。 C_1^2 上部由石灰岩和白云岩組成，其間夾有粘土。厚度175—240米。

C_1^3 由白云岩和白云化石灰岩組成。厚度80—110米。

C_2 和 C_3 主要由白云岩和石灰岩組成，局部含有石膏。中石炭系下部（ C_2^{var} ）有一套厚達20—50米的石灰岩、泥岩、粉砂岩和砂岩交互沉積。 $C_2 + C_3$ 總厚度350—560米。

下二疊系 P 、 S 和 P_1 岩系由白云岩、石膏、硬石膏組成，很少見有石灰岩。厚度90—120米。這套地層由西往東增厚。在羅馬什金諾油田範圍內， P_1 統岩系已有侵蝕現象。在布古里馬以東在 P_1 統上面沉積有 P_1^q 統鹽類化學沉積（石膏和硬石膏）和白云岩。 P_1^q 厚度0—150—160米（在巴夫雷和尤達仁區）。

在伊克河流域範圍內， P_1^q 上沉積有烏發系，其岩性為紅色砂岩和泥岩。厚度40—90米。

上復的 K_2^k 統和 K_2^{at} 統地層由灰色和紅色砂岩、泥岩、泥灰岩和石灰岩組成，厚度大於170米。

2. 構造：羅馬什金諾油田是一個典型的陸台型構造，其面積很大而地層傾角卻很小。在韃靼地區，結晶基岩形成一巨大隆起，即所謂韃靼穹狀隆起。走向南北，長500多公里，寬250公里，該隆起有兩個高點，一個位於維亞特卡河流域（即庫克摩爾高點）；另一個位於沙伊河流域（即阿利麥奇也夫斯克高點）。兩個高點被沙拉伊林拗陷所分開。羅馬什金諾油田就在阿利麥奇也夫斯克高點上，在油田範圍內，結晶基岩形成很大的穹狀隆起，其表面起伏不平（見圖3），直徑為80—90公里，閉合等高綫為—1640米，結晶基岩表面最高標高—1530

—1540米，最低标高—1650米。隆起幅度一般不超过100—110米。阿利麦奇也夫斯克高点的結晶基岩組成羅馬什金諾构造的核心部分，其上复盖有沉积岩系。

从“上石灰岩”底部构造图（见图1）上可以看出，巴什层頂部为一巨大隆起，并在其表面上出現許多局部小隆起（如明尼巴耶沃、阿布都拉赫曼諾沃、巴夫洛夫卡等）和小拗陷。巴什层构造幅度平均为60米，傾角不超过 $30'$ 。但在西部邊緣411井区幅度达90米，傾角达 4° ，在明尼巴耶沃及阿布都拉赫曼諾沃区，巴什层頂部最高标高为—1430—1435米。在巴夫洛夫卡区为—1450米，在阿茲納卡耶沃区为—1462米，在苏列耶沃—塔什里亚尔区約为—1470米，各小隆起之間小拗陷的标高介于—1455米和—1480米范围内，构造特点是，无论其形状和大小，均与結晶基岩所形成的核心部分相符合。

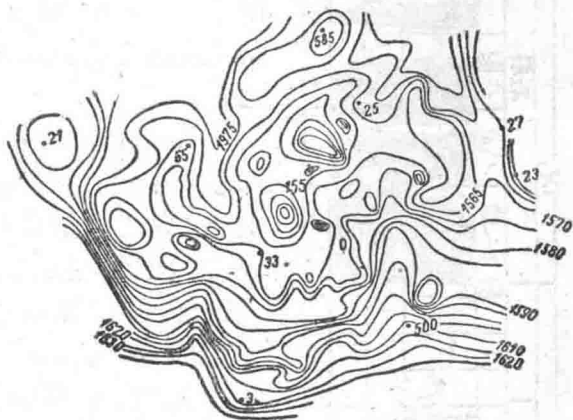
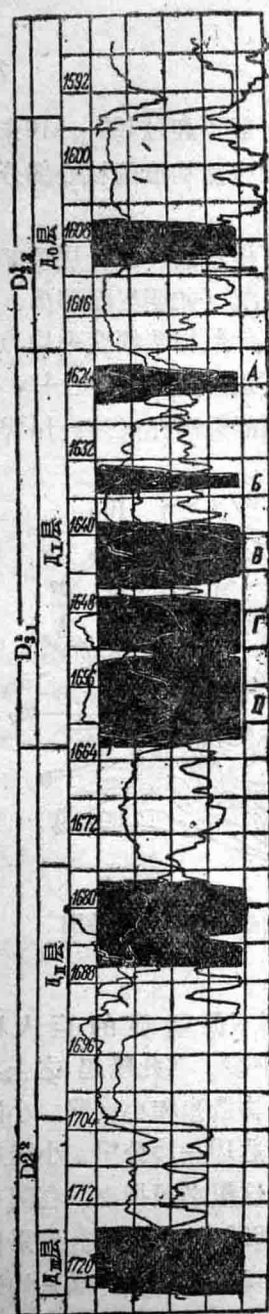


图 3 羅馬什金諾油田結晶基岩表面构造图

在下石炭系 C_2^3 統煤系底部也出現一个輪廓不很明显的巨大隆起，其东南翼傾角为 $15'—1^\circ$ ，西北翼則更加平緩。在此隆起之上，可以看出許多局部的小隆起（穹状隆起和背斜构造）和小拗陷；小隆起长軸长短不一，短者只有1—3公里，长者达10—15公里。小隆起的走向各不相同，但以东南—西北走向居多，这里必須指出，在阿布都拉赫曼諾沃区范围内，煤系底部的标高从—860——890米。煤系构造之所以如此复杂，是因为下伏的 C_2^3 統地层遭受侵蝕所致。煤系构造



与巴什层构造是不相符合的。

在羅馬什金諾油田範圍內，上二疊系 P_2 統地層組成許多較小的背斜褶皺和向斜褶皺。這些構造在很多情況下均與較老的石炭系和泥盆系構造不相符合。

3. 含油岩系 羅馬什金諾油田是一個多油層油田，其中具有工業價值的油藏有：泥盆系 Π_{III} 、 Π_{II} 、 Π_I 和 Π_0 （米哈依洛夫層）（見圖4）；下石炭系煤系（ C_2^m ）砂岩。泥盆系各油藏均能自噴出油，而下石炭系油藏則需採用機械抽油方法進行之。

Π_{III} 層的工業性油流首先在油田南部42號井內獲得的， Π_{III} 層砂岩試油時，原油產量超過30噸/日，以後在該區鑽探結果證明，此處 Π_{III} 層為典型的岩性油藏，其面積較小，在油田西北部（阿利麥奇也夫斯克區）88號和641號井區在 Π_{III} 層也發現類似的油藏，88號井原油產量30噸/日，641號井為50噸/日。 Π_{III} 油層油水接觸面標高為-1540米。 Π_{III} 層原油性質：比重0.838，含硫量0.8%，含胶质20%，含蜡量4.5%，透明餾分達54%。

Π_{II} 層發育面積很廣，由細粒石英砂岩組成，其岩相很不穩定。厚度變化由0到30米，該層除在個別局部地區含油外，大部含水。在阿布都拉赫曼諾沃區23號井內， Π_{II} 層砂岩厚度達15米，其中上部5

圖4 羅馬什金諾油田泥盆系含油砂岩綜合柱狀剖面圖

米含油。

Π_{I} 层油水接触面标高为一1492米。在明尼巴耶沃区213号井内， Π_{I} 层砂岩厚度等于27米，上部12米含油；油水接触面标高为一1488米。在油田南部42号井内， Π_{I} 层砂岩厚度为25米，上部11米含油，试油时，该层喷出原油，其产量为100吨/日。阿利麦奇也夫斯克区641号及648号井内， Π_{I} 层砂岩均含油。 Π_{I} 层原油性质：比重0.847含硫量1.1%，含胶质22%，含蜡量3.1%，透明馏分达51%。在油田中央的三个开发区（明尼巴耶沃区、阿布都拉赫曼诺沃区、巴夫洛夫卡区）内已经确定， Π_{I} 层在岩性上和水动力上与上复的 Π_{I} 层有联系，因此，在许多地方 Π_{I} 层与 Π_{I} 层是一个油藏，仅在个别地方 Π_{I} 层为单独的典型岩性油藏，并位于小的局部隆起。油水接触面标高变化范围，-1488—-1508米。

Π_{I} 层为罗马什金诺油田的主要产油层，由细粒砂岩组成（与杜玛兹及巴夫雷油田 Π_{I} 层砂岩相似）。在油矿上， Π_{I} 层砂岩划分为五层，即：а、б、в、г、和д层，这些砂层的岩性和厚度变化极大。其中有些砂层相互合并，有些则经常呈封闭的透镜体状。有时这些砂岩完全尖灭，有时则变成一厚层。 Π_{I} 层砂岩厚度0—30米。 Π_{I} 层原油性质：比重0.858，含硫量1.3%，含胶质27%，含蜡量3.2%，透明馏分达51%。

Π_0 砂岩（米哈依洛夫层）沉积在肯诺夫粘土层中部，它由细粒石英砂岩组成。在罗马什金诺油田范围内，仅在其西北部有 Π_0 层分布。 Π_0 层砂岩厚度3—7米。许多探井证明， Π_0 层砂岩岩性变化很大，有时变为粉砂岩或泥岩， Π_0 层为岩性封闭的油藏：在形态上，为大小不等的透镜体。总的来说， Π_0 油藏分布面积很大。 Π_0 层油井均自喷出油，一般产量很高。 Π_0 层原油性质：比重0.855，含硫量1.2%，含胶质24%，含蜡量1.8%，透明馏分达46%。

下石炭系煤系（ C_{I}^{h} ）各含油砂岩层岩相变化剧烈，这些砂岩呈带状分布，而且有厚层状、夹层状和透镜体状。砂岩总厚度0—27米。

油田南部22号井内对 C_2^h 砂岩进行了试油，初产量超过20吨/日。煤系油井采用抽油方法进行开采，煤系原油性质：比重0.897，含硫量2.7%，含胶质32%，含蜡量3.3%，透明馏分达51.3%。下石炭系 C_2^h 油藏不仅受构造控制，而且也受岩性的控制，因此，在羅馬什金諾油田范围内，已发现煤系（ C_2^h ）构造、地带和地段共有几十个之多。煤系砂岩不仅在穹隆和构造中含油，而且在构造两翼甚至拗陷地带也有油迹。

泥盆系地层储油性质如下：

砂岩孔隙率 15—23.4%；

砂岩渗透率 200—1200毫达西；

粉砂岩孔隙率 8—12.4%；

粉砂岩渗透率 20—300毫达西。

羅馬什金諾油田 Π_I 油层分区数据表

开 发 区	有效厚度	渗透率	原油粘度
	米	毫达西	厘泊
东苏列耶沃区*	10.0	290	2.5
巴夫洛夫卡区	18.4	400	3.1
綠山区	20.2	340	2.7
阿布都拉赫曼諾沃区	18.1	450	2.6

注：* 該区 Π_I 层B层未打开。

4. Π_I 层主要数据

油层压力 170大气压（有些資料175大气压）

飽和压力 85.5大气压

油层深度 1650—1850米

油层厚度 0—30米

油气比 58.4米³/米³

压缩系数 11.4

体积系数 1.17