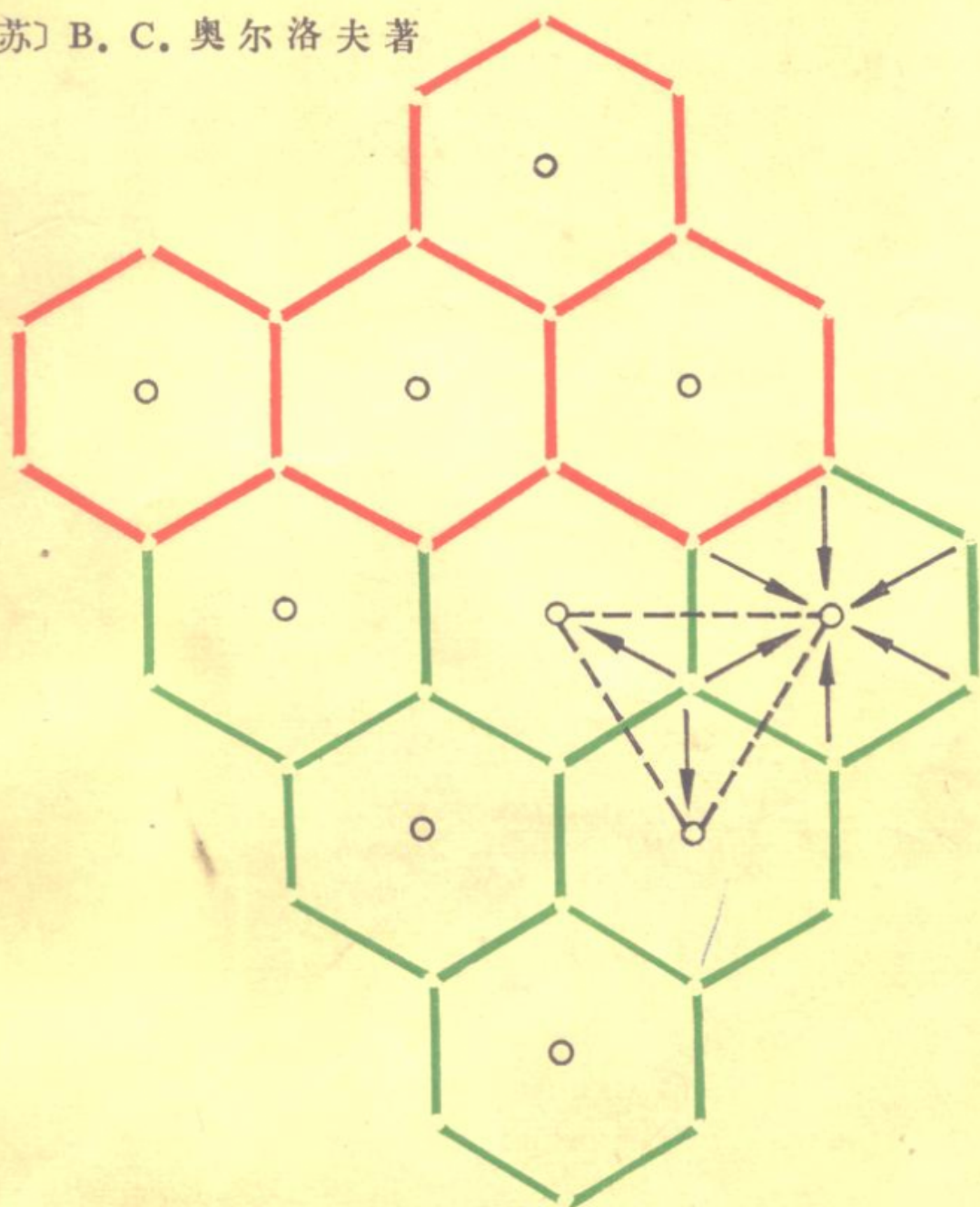


[苏] B. C. 奥尔洛夫 著



油田注水开发设计与分析

石油工业出版社

8493

油田注水开发设计与分析

[苏] B.C.奥尔洛夫著

申中辉译 王福松校

石油工业出版社

内 容 提 要

本书阐述了油田注水开发设计方法,包括:考虑渗流的几何形状和不考虑渗流的几何形状两种条件下,均质和非均质油层水淹过程的计算方法;评价油井投产速度对开发工艺指标影响的方法;靠边外地区水驱气化油的计算方法。还介绍了油田开发分析方法。

本书适合油田开发工程技术人员及石油院校开发专业师生学习参考。

В.С. ОРЛОВ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ
РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПРИ РЕЖИМАХ
ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ВОДОЙ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА» Москва • 1973

*

油田注水开发设计与分析

[苏] В.С. 奥尔洛夫著

申中辉译 王福松校

*

石油工业出版社出版

(北京安定门内外馆东后街甲36号)

水利电力印刷厂排版

北京顺义燕华营印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×116 毫米 32开本 10¹/₂印张 1插页 278千字 印1—3,600

1982年7月北京第1版 1982年7月北京第1次印刷

书号: 15037·2335 定价: 1.35元

科技新书目26-161

序 言

采用注水方法开发油田，是确保石油产量高速增长的最重要因素之一。近年来，苏联注水采油量占了全苏石油产量的80%以上。苏联是从1946年开始采用注水方法的。认为注水方法就是在近二、三十年也将是开发油田的主要方法之一。石油工业的研究院所及教学院校在完善注水开发方法和建立新机理采油方法方面进行了方法与应用性质的研究，大大促进了石油工业的顺利发展。

目前，在完善注水开发油田的设计和分析方法方面取得了重大的成就。这个问题是一个综合性的问题。由于在矿场地质、地下水动力学、采油工艺技术和石油工业经济等领域研究工作的发展，才有可能综合解决油田开发设计与分析的问题。“油田开发”科学的建立与苏联学者的名字有着密切的联系。

A.П.克雷洛夫等在文献[93、94、95]中最完整地叙述了油田开发的设计与分析方法。本书向读者介绍完善注水开发油田的设计与分析方法的某些问题的研究成果。

在“油田开发”这个综合性问题中，研究了如下问题：合理开发系统的选择与设计程序；在均质与非均质地层条件下，用水驱替气化油和非气化油的工艺指标计算方法的完善；开发分析（与评价地层参数有关）及地层非均质性研究；平均地层压力的确定；分析油田开发时，等压线图的绘制及应用。本书没有叙述油田开发设计与分析过程中开发系统的详细的地质与技术—经济论证问题。因此，它也不是一本关于油田开发设计与分析的综合性专辑。

但是，书中所研究的水驱油方式下开发设计与分析方法的完善问题，可以在编制具体油田的开发设计时利用。本书也有益于

“油田开发”专业的石油高等院校学生和研究生。在写书过程中，利用了作者在具体设计和分析油田开发方面积累的二十年的经验和研究成果，利用了苏联和国外在这个领域二十年进行方法研究的经验和成果。特别反映了全苏石油科学研究院设计和分析道林、石头谷、日尔诺叶、乌津、热德拜、乌斯奇-巴雷克、麦吉昂、桑加恰雷-海油田等以及印度和中国油田的经验，并反映了原И.М.古勃金莫斯科石油学院（莫斯科石油化学和天然气工业学院）、П.卢蒙巴人民友谊学院和全苏石油科学研究院研究生部在油田开发和开采方面的教育工作经验。

书中所研究的注水油田的开发设计与分析问题，得到不同程度的解决。有些问题提出来，带有讨论的性质，需要继续研究，以求最终解决。

在本书中相当广泛地研究了油田开发设计和分析的方法问题。某些方法的原理用油田开发的数字例子作了说明。

在完成书中所叙述的研究工作的过程中，作者曾与自己的老师——苏联科学院士 А.П.克雷洛夫、技术科学博士 Ю.П.鲍里索夫、技术科学博士 М.Д.罗津别尔戈进行了磋商；一系列研究工作是在他们的领导和直接参加下完成的，为此，对他们表示衷心的感谢。

作者还对自己的学生——研究生和工作同志 Г.В.安德列叶娃、В.А.巴恰罗夫、Н.А.阿夫多尼娜、А.Я.布伊基斯、Н.Н.叶古尔佐夫、Л.И.叶戈罗娃、Р.Б.兹洛特尼科娃、Т.В.科兹洛娃、Л.И.吉利季别科娃、И.И.雷任科夫和 Н.Д.西尼亚夫斯卡亚等表示感谢，他们参加了注水油田开发设计与分析某些工作原理与方法问题的讨论和解决。

目 录

序言

第一章 油田开发设计程序及开发系统的选择	1
§ 1. 解决油田开发设计问题的程序、设计文件内容	1
§ 2. 油田开发和注水的规划方案 井的布置	6
§ 3. 合理分配石油产量问题的提出与解决	13
§ 4. 评价油井投产速度对技术-经济指标与油田合理开发方 案选择的影响	20
第二章 在内部渗流阻力恒定条件下(均质地层)见水 前后产量的计算	32
§ 1. 水驱油时平均产量的计算	33
§ 2. 考虑水呈非活塞驱油计算直线坑道见水前后的产液量	39
§ 3. 环状坑道见水前后随时间变化的产液量的计算	47
§ 4. 多排油井系统见水前后产液量的计算	51
第三章 面积注水时按“刚性”流管方式(均质地层) 计算见水前后产量的近似方法	57
§ 1. 问题的提出及解决程序	57
§ 2. 在不同的面积注水方式下地层渗流的简化	62
§ 3. 不同面积注水系统的液、油产量随时间变化关系的 计算	67
第四章 考虑地层渗流的几何形状计算多井排系统见水 前后的产量(均质地层)	74
§ 1. 问题的提出及求解程序	76
§ 2. 基本的计算关系式	81
第五章 编制开发设计时地层非均质性的研究	92
§ 1. 地层的非均质性	92
§ 2. 编制设计时采用数理统计法整理原始资料	97

§ 3.	根据矿场资料评价渗透率下限及地层厚度的波及系数·····	113
§ 4.	地层非均质性的简化 非均质地层的计算方式-模式·····	117
第六章	不考虑渗流的几何形状近似计算非均质地层的 水淹·····	128
§ 1.	在渗透率分布的综合规律下考虑地层非均质计算水淹 过程·····	123
第七章	考虑渗流几何形状及地层非均质性的油藏水淹 的近似计算·····	147
§ 1.	井网系统内非均质地层的水淹计算(考虑变化的内部 渗流阻力)·····	147
§ 2.	在面积注水情况下按“刚性”流管方式进行非均质地 层水淹计算·····	152
§ 3.	在《CATYPH》型AЛБK上计算井系统内非均质地 层水淹的方法·····	153
§ 4.	按等值坑道计算井见水前后油藏的水淹·····	164
§ 5.	对水驱油时波及系数及石油采收率的估价·····	169
第八章	评价溶解气驱、弹性驱及水驱气化原油方式的 工艺指标·····	182
§ 1.	在溶解气驱水动力学计算中考虑地层渗透率的非均 质性·····	182
§ 2.	环状油藏依靠边外地区的弹性以水驱替气化油·····	190
§ 3.	弹性驱动及随后转为依靠边外地区弹性水驱气化油的 近似的水动力学计算·····	193
第九章	在均质和非均质地层中用冷、热水驱替高含蜡 石油的热水动力学计算·····	201
§ 1.	研究注冷、热水对井底附近地带温度状况的影响·····	202
§ 2.	建立热水段塞随后注冷水驱替的热水动力学计算·····	210
§ 3.	在非均质地层内用冷水及热水驱替高含蜡石油的近似 热水动力学计算·····	218
第十章	对油田不同开发阶段工艺指标计算方法的分析 与对比·····	230
§ 1.	美国采用的油藏水淹过程预测方法的分析与对比·····	231

第一章 油田开发设计程序 及开发系统的选择

§ 1. 解决油田开发设计问题的程序、 设计文件内容

目前，由于在西伯利亚和哈萨克斯坦新区发现了许多多层油气田，所以产生了一系列与这些油田的设计和投入开发有关的问题。

苏联石油工业的发展速度，要求新油田的设计和开发应与以往的做法有所不同，即要大力缩短油田投入开采的时间，加快开发设计，提出油田建设的设计预算书。

根据油田开发经验，确定设计程序和主要设计文件内容如下：1) 油田工业勘探设计；2) 试采计划；3) 开发工艺草案；4) 开发设计；5) 开发规划工艺草案。

油田工业勘探设计

勘探设计是由将来进行工业勘探的单位编制并呈报上级组织批准。编制大油田、新区等的工业勘探设计时，必须吸收将来承担油田开发设计的科学研究院参加。

油田工业勘探成果，应当反映在油、气储量计算报告里。在报告中应从满足编制开发工艺草案的需要出发，对取得的资料作出评价。

在油田工业勘探设计中，应当规定确保完成下列任务所需的一整套研究工作：

1. 详细研究油田的岩性-地层剖面图，含油、气、水层在剖面上的位置及其埋藏条件。

2. 利用探井的矿场地球物理测井资料及岩心分析资料确定剖面的含油、气性，地层的储集性能及含油、气饱和度。

3. 确定油藏的边界、形状和范围，油-水和油-气接触带的位置。

4. 在产层全取心及室内相应分析的基础上，研究岩石的储集性能（孔隙度、渗透率、岩石粒度和矿物组分），确定产层的有效厚度及岩性变化的主要规律。

5. 为了更准确地计算大油田的储量，应根据专用无水洗井液钻取的岩心确定地层的含油、气饱和度。

6. 分层研究油、气、水在地面和地层条件下的物理化学性能。

7. 研究产层的水文地质条件和地热条件，边外地区的特征及边外地区与油藏的关系。

试采计划

编制试采计划时，要考虑完钻探井的试油资料和试采新油田（位于研究程度差的地区，为编制开发设计，必须取得补充的矿场地质资料）的石油储量初步估价资料。计划内容应包括：1）任务；2）论证（必要时）要先钻的生产井（估价井）的口数及位置；3）试注水工程或试验其它作用于油藏方法的工程；4）需要的一整套矿场地质和地球物理研究。应初步确定油藏在试采期间的主要生产指标。

开发工艺草案

对于地质结构特别复杂、根据勘探资料不能最后论证开发系统和长期开采技术经济指标的油田，以及对大油田内划出的头批工业试验区，编制开发工艺草案。开发工艺草案中要求：1）拟定井网和井数；2）确定保持压力的必要性和原则；3）指出十年以内开发技术经济指标的变化；4）拟定开发层系的钻井顺序；5）提出井身结构和开采方法的依据；6）确定旨在检验油藏开发所需的一整套研究工作。

开发设计

对下列油田编制开发设计：

1）地质结构比较简单尚未投入开发的油田（根据勘探和试

采资料)；

2) 根据工艺草案投入开发的油田(根据勘探和开发前期的资料)。

设计中必须：1) 提出井数、井位及油藏作用方式的依据；2) 计算整个开发期、开发各阶段和主要开发期内各年技术-经济指标的变化；3) 确定最终石油采收率和旨在检查开发的一整套矿场地质研究工作；4) 拟定调整开采过程的措施；5) 确定钻井顺序、井身结构及开采方法；6) 提出后备井数的依据并指出其大部分的位置。

开发规划工艺草案

在大油田(多油层或含油面积特大)开发设计的第一阶段，应编制开发规划工艺草案。

在开发规划工艺草案中，对准备进行工业开采的油藏(油层)或面积应编制工艺草案或开发设计；而对研究程度差的油藏，考虑其产能，拟采用的作用方式、生产井及注水井数进行设计。考虑到这些，确定全油田的油、气开采远景发展计划及油田开发技术经济指标。

为了缩短油田开发的准备时间，在编制试采计划、工艺草案及开发设计时，应完成下列条件：

1. 在说明油田地质结构和开采前期特征的章节里，仅综述那些论证开发系统所必需的资料。

2. 选取井网密度、作用方式或其它原则根本不同的少数开发方案进行技术-经济分析。

3. 应使用业已批准的设计方法。建立新的设计方法和完善现行设计方法的研究成果，应单独提出报告。

4. 根据国家储量委员会批准的或者石油工业部通过的油、气地质储量，编制开发工艺草案和开发设计。

5. 在工艺草案中利用矿产储量平衡表里采用的石油采收率值；而在开发设计中则根据开发前期资料改定石油采收率。

但是，我们认为^[31]，油田开发总体工艺草案是确定多油层

油田开发系统全部主要指标的基本的、原则性的文件，它对石油工业的现代发展水平、特别是在西伯利亚和哈萨克斯坦新区的作用尤为重要。

在总体工艺草案中，按下列程序解决多油层油田的主要开发问题：

1.根据多油层油田的矿场-地质研究，拟定不同的作用方案，包括边外注水和边内注水，直到极限情况——面积注水，以及各种划分开发层系的方案；用独立井网分采每一层；用几套井网以不同的配合方式合采数层，直到用一套井网开采所研究的全部产层。

2.在生产井和注水井口数及作用方式（包括提高压差强化开发过程的方案）均不同的情况下，按照提出的划分开发层系的方案估价产能。在此情况下，获得不同的采油水平及相应的开发技术-经济指标。

3.对全油田不同的采油水平，从整个油田开发的最低费用出发，定出各开发层系的石油产量。

4.在进行以上研究工作的基础上，提出开发多油层油田的计划采油任务。

5.在综合分析地质、工艺及经济资料的基础上，选择多油层油田的合理开发方案以及作用方式和划分开发层系的最终方案。

由上述中得出结论，多油层油田开发设计的许多问题，应按整个油田总体解决，而不应按任意选定的某一层解决。实际上，若不把全油田的作用方式联系起来，就不可能确定任何选定油层的作用方式。在不同的含油面积（含油边缘在平面上不相重合）、储量比和地层参数下，其中一些油层可选用边外注水方式，而另一些油层可选用边外注水配合边内注水，或者只选边内注水。而且在选择注水线位置时，必须尽可能地使所有地层的注水线在平面上相重合。这对边内注水尤为重要。

破坏“切割”统一吻合线，将导致一些层的注水线与其它层的采油区之间的压差增高，从而有可能引起层间窜流。此时，视

采油区与边外注水或边内注水线相互位置的不同，可能出现不同情况的窜流。石油从一层窜入另一层含油部分或水窜入另一层的含水部位，其危险性最小。在此情况下，对拟定的开发过程的进展破坏甚微，但是，多消耗了能量，把液体从一层赶到另一层。注入一层的水窜入另一层的油区是很不好的。最危险的是石油从一层窜入另一层的含水部分。此时，进入含水部分的石油，可能将永远损失掉。

上述类型的窜流，不仅可能通过岩窗、断层等发生，而且也可能经套管外不密闭的水泥环发生。在那种情况下，破坏水泥环密封的可能性很大，因为，油层之间的隔层往往不超过几米，而造成的压差却达100公斤/厘米²以上。

当所有地层的注水线和采油区在平面上互相重合时，发生窜流的可能性最小。

在开发工艺草案及开发设计中，必须考虑到易于发生窜流的上述条件。

当注水线在平面上重合时，还应指出作用地层方法的另一些优点。

在开发多油层油田时，为了减少井数，提高开发效率，用一套井网合采或分采数层是合理的。设计时合并产层而确定的开发层系，在开采过程中可能发生变化。注水线在平面上的重合，允许在很大程度上改变不同地层的组合（当通过一口井开采这些层时）。对每一开发层系采用自己的注水线（在平面上与其它地层的注水线不相重合）会形成“刚性系统”，在此系统下，对各产层组成不同组合以进行合采的可能性将很受限制。

从编制多油层油田开发总体工艺草案的上述程序中得出，在各开发层系之间合理分配给定的采油量水平是主要的任务之一。在解决矿场地质特征极不相同的各开发层系石油产量的合理分配任务时，有时会得出所有开发层系都同时投入开发不合理的结论。这通常是指储量和流动系数特征不好的层系。而且，这类层系可能是下伏层系，或者位于具有良好特征的层系之间。在这种

情况下，为达到一定的采油量水平，必须放弃合理解决任务的方案，而采用全部层系都同时投入开发的原则，虽然技术-经济指标差些。该原则的优点是在石油储量的开采工艺、采油技术、打生产井的组织及油建方式方面都要好一些。

当拨给物资在一定时期受限制，而油田的储量和产能比较大，并且为了全面开发，只要求附加一些基建投资时，必须使多油层油田所有层系同时投入工业开发的原则，是非常需要的。

显然，在这样提出任务时，最合理的是将多油层油田分区分期按一定程序投入开发，石油产量随着拨给物资逐渐增加，直到完全达到油田设计能力。

首先，应将储量密度最大、油田地质特征良好的区块投入开发。

当油田按此种程序投入开发时，注水线在平面上互相重合的注水方式的优越性就更加突出了。

除了对全油田确定总的注水方式外，在编制油田开发总体草案时要排除孤立研究不能确定合理开发系统的随机选择的层系，否则随后就会导致其余层系不能合理开发。

因此，多油层油田各层系的开发工艺草案或者开发设计，只能根据预先编制的油田开发总体工艺草案来编制。

有时，没有足够的油田原始矿场地质资料来编制总体工艺草案。在这种情况下，也只有在大体估计产能并确定整个油田的注水方式以后，才能编制多油层油田各层系的开发工艺草案。

此时，要选择研究程度较好的、开发后可获得最好技术效果并能尽快增加石油产量的层系作为首先开发的层系。

遵循以上原则，可保证高质量地设计多油层油田的合理开发方案，并缩短油田投入工业开发的时间。

§ 2. 油田开发和注水的规划 方案 井的布置

注水开发油田是地层流体和注入地层的流体的渗流过程，在

此过程中以水置换油。

开发油藏就是引起地层液体向生产井井底流动并引导它继续流动。这可借助于钻生产井及注水井来实现。只需确定需要的井数、井位布置、投产时间及工作制度。这些问题均应在设计油田开发系统时解决，而且，设计的系统应当合理[95]。

目前，还不可能用直接方法来解决确定合理开发系统的问题，因为，尚无一种方法能一下子确定井数、井位布置、投产次序以及满足油田开发合理条件的油井工作制度。

因此，油藏的合理开发系统只能通过编制油藏不同开发草案和开发方案，并对其进行技术-经济分析来确定。

以水驱油方式开发油田，既可以只利用地层天然能量来进行，也可以采用某种注水方式来实现。

因此，在解决采用合理注水方式的任務以前，必须评价利用天然能量开发油田的可能性。为此，应当对弹性驱动、溶解气驱动及弹性水压驱动开发油藏的过程进行水动力学计算。按照这些计算的结果，确定靠地层天然能量可采出多少储量及过渡到某种注水方式的时间。

因此，在设计油藏注水开发方案时，要研究注水作用强度不同以及生产井和注水井布井不同的各种注水方案。

注水方式的特征

在苏联，注水是油田开发的一种主要作用形式。它大概已应用了二、三十年。

目前，在油田开发实践中，有以下几种注水方式得到应用：

1) 边外注水； 2) 边缘注水； 3) 边内注水，用注水井井排把油藏“切割”成形状不同、大小不一的独立开发区； 4) 边外注水与边内注水结合； 5) 面积注水，作为一次开发方法是“切割”的极限情况； 6) 点状注水； 7) 选择性注水。

在开发石油储量不大的油藏时采用边外注水，在这种注水形式下，向位于含油边界以外的注水井排进行注水。设计这种注水方式时，最大限度地利用打在含油边界外的探井作为注水井是合

理的。

当地层含油带与边外地区的水动力连通困难，以及为了提高边外注水效果时，设计边缘注水。在这种情况下，注水井井排布置在含油外边缘或含油内边缘，或者布置在油水带。

边内注水是一种普遍采用的注水形式，在此情况下，用注水井排把面积大、储量多的油藏“切割”成独立的开发区。

“切割”独立开发区的形状及大小是边内“切割”注水的主要参数之一。这一问题需从要求的油田开发速度及石油采收率出发，具体情况具体解决。

油藏横向“切割”成独立的开发带，即所谓的块状注水方式，是边内注水的一种个别情况。

面积与储量较大的中等油田，设计用边外注水与边内注水相结合的方式开发。边外注水与沿油藏轴线纵向“切割”或与点状注水相结合是最普遍的一种注水方式。

作为“切割”极限情况的面积注水是保证油田高速开发最强化的作用方式。在这一方式下，生产井和注水井按经典的正五点、七点及九点井网或线状-面积方式布置，当井按棋盘状在井排上布置时，注水井和生产井井排互相交错。

为了强化开发过程，提高石油采收率，通常采用点状注水作为某一边外或边内注水的补充方式。在此注水方式下，“点状”注水井组布置在主要注水方式作用程度差的储层发育带内。在详细研究地质结构的情况下，点状注水在原则上也可作为油田开发初期的独立注水方式采用。

在开发带状不均质间断油藏时，采用选择性注水方式。选择性注水方式的实质在于考虑产层地质结构细节，有目的地选择注水井位，以保证注水井和生产井的相互位置能为强化开发过程创造条件，并把地层成带不均质性、间断性及透镜体性对石油损失的影响降到最低。

注水井不规则地布置在地层产能高的地带。

现有油田的开发经验表明，在具有截然不同的岩性物性条件

的油田上——实际上是在具有不同储层特性及较大石油粘度范围的所有类型的储层上，都可以有效地采用注水方法。

在总结开发设计及开发分析经验的基础上，可以拟订出各种注水方式的使用范围，指出注水方式各要素的变化范围。

例如，依据设计油田的岩性物性条件，如下选择注水方式及注水要素可以大体说是合理的，也就是说，应该：1）在宽度不大于5公里的油藏上采用边外注水；2）对具有良好地质特征、宽度大于5公里的油藏，以及宽度小、连片分布，但储层渗透率偏低、石油粘度偏高或边缘地带渗流条件特差的油藏，采用带状（面积、块状）“切割”注水方式；3）为开发储层结构比较均质、渗透率很低或石油粘度高的油藏，采用面积注水；4）在地层非均质程度高、间断性大的情况下，采用选择性注水；5）点状注水用作在各开发阶段发展和提高主要注水方式强度的一种辅助方法使用。

在边外和边内注水时，带的宽度不应大于5公里。对地层渗透率高、石油粘度不大的油藏，带的最大宽度为4~5公里。大体可以认为，当石油地下流动度大于0.2达西/厘泊时，可以使用这样宽的带。流动度小时，油藏应“切割”成宽度小些的带。

当注水井排间的面积（带）的宽度为4~5公里时，布5排生产井最合理。当带的宽度较小时，根据油田特征，可布5排生产井，也可布3排生产井。当油井产量受限制时，可以布置更多的井排（7排或者更多）。

面积（带）的宽度、生产井排数、注水井和头几排生产井间的距离，都与生产井网的密度紧密相关。

缺乏水动力学计算及技术-经济依据，就不可能提出不同岩性物性条件下井网密度合理性的明确建议。在总结开发经验的基础上，只能谈谈选择井网密度的总方向。

从上述中得出，注水方式的基本要素是作用面积（带、块）的范围、从注水线到头几排生产井的距离、井排数、生产井和注水井的比例、井网密度以及生产井和注水井井底间的压差。所有

这些要素是互相制约的，它们的结合就决定了注水油藏的开发系统。

在油藏开发设计的过程中，选择的并非是最优的井网密度，而是在各要素某种相互关系下的注水开发系统。

注水方式的上述特征及注水方式各要素的一般建议，只是为研究油田开发系统的实际方案指明一个方向。

作为开发系统基本要素之一的注水方式，在编制油田合理开发设计时，要根据矿场地质、水动力学及技术-经济的综合研究结果进行论证。

井的布置和计算方案的论证

油藏开发设计时的所谓原始条件，是指原始地层压力和温度，以及这些条件下的地层流体性质。

把供给边缘条件及生产井和注水井的井底条件，即采油带到供给边缘的距离、到注水线的距离，注水井和生产井的半径，注水线上的压力、生产井和注水井的井底压力，以及高于原始地层压力和低于饱和压力的压力变化程度，作为边界条件。

值得指出的是，布井问题是油田开发的一个主要问题。Ю.П.鲍里索夫在文献[9、20、22]中及时而完整地解决了这个问题。在这些文献里，他用两个方案研究了布井的合理性问题。第一个方案如下：

1. 给出目前平均采油量。要求井位布置达到开发费用最低。
2. 确定现有的物质资源。要求井位布置达到目前油产量最高。

在第二个方案里提出如下问题：

1. 给出平均采油量 Q_{cp} （开发日期 T ），要求井位布置达到总井数最少。
2. 有了井数。要求井位布置达到油藏开发期限最短。

这两种提法都是理想的。Ю.П.鲍里索夫在第二个方案里解决了均质地层的合理布井问题。

由于用第二个方案的理想提法解题，所以，Ю.П.鲍里索夫