

采油工业技术进步的经济效益

〔苏〕 弗·伊·卢津 著

7.236

石油工业出版社

5475/25
F407.236

1

3

采油工业技术进步 的经济效益

〔苏〕 弗·伊·卢津 著

高寿柏 译



石油工业出版社

B 181223

目 录

第一章	采油工业科学技术进步的特点.....	1
第二章	油矿生产综合设施的可靠性和设备质量.....	14
第三章	确定新技术经济效益的方法.....	29
第四章	确定采油技术进步基本方向的特点和提高其效 益的方法.....	49
第五章	科学技术进步的程序目标管理和计划	112

第一章 采油工业科学

技术进步的特点

一、一般经济规律和采油工业

技术进步的特点

科学技术进步不仅表现在创造新的机器、设备、材料、工艺过程、生产管理和组织方法。由于创造了新的机器设备，制定了完善的管理形式，技术进步可以改变社会生产结构，促进新产品的诞生和新的需求，改善劳动和生活条件。同时，使生产力、生产工具和劳动对象各要素得到改进，工人的熟练程度和知识水平得到提高，更好地利用自然资源，保护周围环境，提高这些过程的社会经济效益。

在经济和科学技术进步管理中，合理利用经济法则的必要前提是，不仅要了解总经济法则，而且要了解这些法则在具体部门和生产条件下表现的特点和形式。石油工业属于采掘工业部门，其特点在所有领域内都有表现。正因为如此，卡尔·马克思才不止一次地强调指出，采掘工业是一种物质生产的特殊的领域。现在，我们仅研究其中的某些特点。在研究采掘工业科学技术进步时，必须考虑这些特点。

采掘工业的第一个也是最主要的特点，在于这些部门的投资效果（其中包括科学技术进步的投资），比之其他部门在更大程度上取决于生产的自然条件。这些条件差别很大，

决定了各采油企业的投资效益差别也很大。油田的产能和位置，油藏深度和埋藏条件以及油和质量，所有这些在很大程度上决定着已采用的和新推广的生产技术和工艺的投资水平和效益。正如马克思指出的，在采掘工业：“…问题不仅在于社会劳动生产率，而且在于自然劳动生产率…也许社会生产力的增长…只能补偿或者甚至不能完全补偿自然生产力的下降——在任何情况下，这种补偿只能在一定时期内发生影响——因而，虽然技术进步了，但产品价格没有降低，而只能防止它进一步上升。”^①

因此，石油工业利用新技术的效果，一方面与地租的比率有着密切的关系；另一方面则与企业的管理活动的水平有关^②。

矿山级差地租的绝对值，取决于油田的产能、油层深度、岩石的可钻性，石油的质量和油田位置的差异。

在评价生产、机器和装备使用效果的指标与自然因素的关系时，必须研究两个互相有关系的问题。第一个问题比较复杂——对自然因素进行绝对的定量评价，即对投入开发的产能较低的油田的自然条件确定其自然因素的不同数值。在这种情况下，必须定量地确定所谓“边际”油田的自然因素，并根据其与产能较高的油田的差别，查明自然条件对生产效率指标的影响。

这个任务具有重大的实际意义，需要进一步制订和建立广泛的定额基础。这项任务的解决已超出本书的范围。

● 马克思、恩格斯选集，俄文版25卷11章，327页。

● 关于这个问题，可参考卢津著《石油工业基本建设投资 and 主要资产经济效果和计划》一书，莫斯科，矿业出版社，1974年，第239页。

第二个问题是对自然因素作相对的评价，就是只要确定在某个油田、某个地区或整个部门的具体条件下自然因素的定量变化。在这种情况下，则要根据某个油田或企业的条件确定自然因素的差异。

在油气生产成本计划、统计和计算规程中，首次根据自然因素对采油企业的生产费用水平进行了实际的和必要的评价。在这个规程中，生产费用的水平是根据采出原油的含水率和油井的平均产量计算的。采出原油含水率的变化应根据用机械采油方法采出的液体体积的变化和采油过程中消耗的注水量的相对变化数来计算[13]。油井平均产量对采油成本的影响与扣除了工人的社会保险、设备维护费和生产费用以后工资支出的可变部分有关。

但是，从采油能力再生产的观点讲，这些还不足以评价自然因素对技术进步的影响，因为没有反映自然因素对这些企业固定资产再生产费用水平的影响。首先是对钻井费用的影响。为了进行这种评价，必须考虑生产的变化和其他条件。因为与油井产量有关的不仅仅是工资费用的可变部分和设备维护费用。

可以用模型（见第五章）来确定，随着时间的推移，生产效果的指标是如何受生产自然因素的变化影响的（直接和间接影响）。

石油工业第二个特点是新技术的效果与探明的可采油气资源利用水平有很大的关系。这与加工工业部门不同，那里的劳动工具和固定生产资产的服务期限是由它们的实际的和无形的损耗期限决定的，在采油工业中它们则取决于油气田油气储量的开采期限。采油工业固定资产总值中，约有90%是厂房等建筑物和管道，在油气田油气储量枯竭以后，这些

建筑物和管道将失去其使用价值，因为其中的大部分不能直接用于其他生产部门，虽然其实际状况可能是完好的。

由此可见，生产费用包括新技术费用的最终成果和总效果取决于油气探明可采资源利用程度。如果这些资源大量被留在地下，或即使被采出来，但随后又损失掉或点火炬（如油田伴生气时常发生那样），即使利用先进的技术和工艺，油气开采的总劳动消耗也不会降到最低。众所周知，随着油层人工处理新方法的广泛应用，和用边外注水、边内注水、间歇注水、面积和点状注水等方法调节采油量，可以大大提高采油效果。

因此，由于应用可以更完全地把地下油气开采出来的方法和措施，合理利用采出的油和气以及减少这些资源的损失，可以大大提高采油工业的生产效益。

但是，为了更完全地把油气采出和合理地利用，一般需要对各类资源（其中包括油气资源）补充更多的投资。为了更好地利用资源和改善资源利用状况，而进行的补充投资的经济效益，必须是可比的。如果不考虑消耗掉的能源资源，油层采收率的提高不能认为是国民经济的最终成果。关于这种对比的方法可以详见第三章。

不能离开油层-油井整个系统，去孤立地研究这个系统的个别单元的利用效益。一个油田的产品成本是由勘探、油田研究以及建立油气生产基地的综合费用构成的。为了开发油田，除了要打生产井而外，还要利用一整套油矿设施。所有这些项目的成本和油井成本一起都要算入油田各种产品的总成本。

因此，地质普查和勘探工作是准备工作阶段，要查明油田位置和研究油田埋藏的具体条件。只要油田被发现以

后，它们就具有成本了。而油田和储量本身都是没有成本的，是大自然的恩赐。但是，一旦对油田和储量花费了劳动，它们就具有了与勘探这些油田和准备开发这些油田所花费的社会必要劳动成比例的成本。在评价生产和新技术效益时，应该将这些费用与建设生产井和其他油矿项目的费用一起加以计算。

在评价生产效益时，地质普查和勘探工作费用的表现形式，应该符合下述原则，就是个别阶段的产品是商品综合成本的组成部分。

地质普查和勘探工作的费用，是按每吨产量折算进油气生产成本的。这种按每吨折算的原则将成本算入采出产品，实际使用起来比较方便。但是，这种制度只能起到对地质勘探工作成本进行折算和补偿的作用，而不能完全地作为评价生产效益的工具。

要利用劳动工具、能源和油层的有效厚度这些因素，才能把油田的油气开采出来。这些因素的成本部分地转移进每吨采出油气的成本。按每吨产量扣除地质勘探工作的费用，就是记录了这种成本转移。但是，这种状况只反映成本的简单再生产的一个方面——补偿新建立的产品的勘探费用。而这个油藏的全部成本，在按每吨产量的扣除中不能反映出来，虽然这对于确定扩大再生产的效益具有重要的意义。

在按每吨产量的扣除中，折算费用的普通公式 ($3p = C_p + E_n K_p$)，可以反映地质勘探费用参加了产品综合成本的计算，这和评价其他生产效益的做法是相似的。这里按每吨产量扣除勘探费用 $3p$ 的方法，只能用来反映成本 C_p 。而确定单位基本建设投资费用，则会随之产生要确定油田成本的新的困难。因此，暂时可以允许利用同样的按每吨产量分

摊勘探费用的办法，确定单位基本建设投资的费用。但是分摊的数量、应分给要以之计算成本的所有油田。它将比按每吨产量分摊的数量大若干倍，并且等于储量主要部分的开采时间或采油部门储量定额保证程度。这种计算勘探费用的方法，不仅具有纯理论意义，而且具有很大的实际意义。按每吨产量分摊地质勘探费用，不能激励采油企业去合理地利用探明的油气储量和油气田埋藏的良好条件，因为采油企业与这些资源的利用水平是毫无关系的。这些分摊不是按探明储量，甚至不是按可采探明储量，而是仅按销售的成品量确定的。如果某个油田探明油气储量的相当大的部分由于没有正确地利用地层能量而被遗留在地下，或者已采出储量的一部分被点火炬或放空，则仅仅会降低地质勘探和采油投资的效益，使国家的地租收入减少，但在企业活动成果及其各项工作指标中绝对不会反映出来。无论是产品成本还是赢利率都不会变化。

在对减少油气损失的技术措施进行评价时应该认识到，对国民经济讲，只有这样的损失才是真正的损失，它们可以用现有的技术手段加以防止，利用这些技术手段的费用，比国民经济因利用这些手段而节约的社会劳动更少些。如果现有技术手段不能节约社会劳动，则使用这些技术手段将是没有效益的，在这种情况下“损失”将是生产的附带损失。

为了对石油和轻烃损失进行经济评价，在实际工作中时常利用不同油田或地区的采油成本。这种评价只反映这个油田的费用，但是它没有考虑国民经济的损失。

按各种最终成品的价格可以更全面地评价损失。此时，不是利用价格本身(不包括流通税)，而是只利用批发价和为防止损失及从原先损失掉的烃类中获得制成品而付出的补充

投资的差额。

采油工业的第三个特点——油田的各种自然因素会随时间而变化。

在评价新技术效益时，应该考虑这些因素。有些新技术在开发初期可能具有很高的效益，但在末期效益很低。例如，当油井产量达到很高的含水率水平时，有些化学方法处理油层的效果会很小，因为在油田开发的晚期，不能保证化学剂与油层充分接触。

石油生产的不均衡性质还影响油气和地层水处理等油矿装置生产能力的利用水平，这些装置是按最高产量水平建立的，但是随着石油产量减少，这些装置的利用率也降低。针对这种特点，采油工业技术进步的重要方向之一，就是广泛利用组合式综合装置。利用这种装置不仅由于油矿建设工业化，而且由于油田的产量是逐渐增长的，在这个油田的油气和地层水产量减少以后，可以把这些装置转移到其他油田去，以便充分地利用它们的能力，从而减少这些装置的建设费用。

采油工业的第四个特点——技术经济指标的概率性质。由于缺少关于储量规模以及油气埋藏条件的准确资料，在决定石油产量水平和其他技术经济指标水平时会产生困难。这个特点在很大程度上决定了采油部门选择技术进步的计划和预测方法。已开发的特别是新投入生产的油田的自然因素的许多定量数值，长期内不能以计划和其他计算需要的精度加以确定(井的产量、含水率和采收率的变化等)。此外，这些因素还随时间不断地变化，因而不得不定期地重新研究计划和用概率方法重新分配资源。

在评价技术进步对采油部门或一个地区发展的各种经济

指标的影响时，还要考虑在具体时期内由于采油部门上述特点而引起的再生产费用结构变化的总趋势。众所周知，随着石油工业的迅速发展，一方面，由于被开发油田采油生产能力的递减和储量日趋枯竭，另一方面，由于产量较低的新油田投入开发，简单再生产投资的比例越来越上升（第五个特点）。为了弥补已开发油田石油产量的递减和保证满足国家对石油产量不断增长的需要，每年要将越来越多的新的采油能力投入开发。

正如下面将要证明的，这个特点可以用采油能力的再生产率表示。

这样，我们已研究了采油工业的五个特点：

生产和新技术效益的总水平与自然条件有关；

生产效益与探明和可采油气资源的利用水平有关；

在油田开发过程中，生产的自然因素随时间而变化；

生产和应用新技术总成果的概率性质；

在采油部门简单再生产中，再生产结构费用的比例存在不断增大的趋势。

这些特点的意义在于，采油部门发展的主要指标和科学技术进步与这些特点有很大关系。因而，在制定新技术效益计算和分析方法、科学技术进步计划和预测方法和确定科学技术进步对采油部门发展指标的影响时，都应该考虑到这些特点。

将石油工业各方面的特点与技术进步内部规律综合起来考虑的方法在各种文献中还没有得到应有的反映。因此，在论证确定科学技术进步的效益和计划方法时，我们将研究这些方法。

二、自然和技术因素对 采油生产能力变化的影响

一种生产的劳动工具和其他要素的具体结合，并且集中在一个企业内，就保证这个企业具有生产某种产品的生产能力。

在经济文献中，加工工业企业的生产能力，一般以单位时间内能够生产出来的最大产品量来确定。与此同时，特别在经济数学方法和计算技术广泛推广以后，在企业的计划经济实践中，越来越广泛地利用最佳生产能力的概念，其指标首先是经济指标。这些指标被用来制订产品生产计划、确定需要的基本建议投资和评价企业的经济活动。按产品产量的最大可能性确定企业的生产能力，只能说明生产能力的技术方面，但不能反映全部经济活动的条件和合理地利用这些生产能力的可能性。这种可能性不仅取决于技术条件，还取决于被加工原料的质量、工人的熟练程度以及自然和其他条件。技术上能够达到的产品最大产量，不一定是经济上最合理的产量。

在采油企业中尤其需要按生产可能性的最佳利用水平确定生产能力，因为采油工业的特点是在生产过程中要长期利用十分集中的天然能量。因此，油气产量在某个短暂时间内可能显著增长。但是，油田用这种能量连续生产的时间不可能很长，而且生产的总成果会变差。同时，还不得不建设较大能力的油气集输和一次处理的工艺项目，它们的利用率很低。在这种情况下，地层能量的迅速下降，会使整个油田的

合理的开发工艺遭到破坏。

针对上述情况，采油企业的生产能力，应该理解为油田开发设计规定的并与工业储量合理的开采速度相应的最佳的油井产量下单位时间内的油气产量。储量合理的开采速度，在制定油田开发设计过程中，针对油田埋藏的具体条件、地层的能量和其他因素确定。

采油工业生产能力的特点是它的多变性。油气储量的枯竭以及地层能量的下降，会使油井的生产效率和整个油田的产量显著下降，每年可能达10%和以上。这种状况为一些石油经济学家提供了证据，他们认为石油工业根本不能确定生产能力。但是，这个特点不能取消，而仅能改变生产能力作用的性质。由于决定生产能力的条件和因素发生变化，加工工业的生产能力也会变化。诚然，加工工业的这些变化会比采掘工业部门小得多，而且生产能力主要是向提高的方向变化。在编制石油产量计划、确定需求的基本建设投资 and 完成其他经济任务时，不仅仅利用单个油田采油能力指标。在一个计划期范围内，要利用油井平均产量解决这些任务。由此不应认为，油井可以看成是一种孤立的生产对象。如果一个油田的全部油井表示整个油田石油产量的可能性，则每口油井(反映平均产量)也可以表示油田的可能性，但仅仅反映这口井所在的地段。

根据任务的性质，可以用石油标准年产量的形式计算生产能力指标。在计算油气的平均年生产能力的时候，应该使跨年度的老油井生产能力以及新投产油井生产能力的变化，对这段时期内油气平均生产能力的影响有所反映。

新投产井的标准年生产能力 M_0 按每口井的油气年生产能力计算，而与它们在同一年内的实际的或计划的工作时间

无关。

$$M_B = q n_B h 365 \quad (1)$$

式中： q ——新投产油井油气的平均日产量，吨； n_B ——新投产油井总数，口； h ——油井采油时率；365——年日历日数。

当年新投产的油井的石油产量，一般都不到其标准年生产能力的二分之一，如果考虑油井采油时率，其投产当年的平均工作日数，很少超过150天。

气的标准年生产能力，应根据其可采资源的计划利用率计算。

多年的实践表明，如果生产井钻井是均衡发展的，钻井工作也采取平均增长速度，上半年的投产井数，一般要比下半年少3—5%。与此相应，这一年新井的石油产量 Q_H 应该用下列公式按同一年内采油能力利用率(或工作日)计算

$$Q_H = M_B f \quad (2)$$

式中： f ——投产当年新采油能力的利用率($f = 0.35—0.45$)。

用生产能力的变化系数对标准年生产能力进行校正，可以确定研究时期内油气产量平均年生产能力(M_{cr})的变化。

$$M_{cr} = \sum_{i=1}^t M_B R \quad (3)$$

式中： t ——研究期的年数。

生产能力变化系数

$$R = \sum_{i=1}^t Q_H / \sum_{i=1}^t M_B T \quad (4)$$

式中： $\sum_{i=1}^t Q_H$ ——研究期内石油和油田气的总产量； M_B ——同期内新投产的油气年生产能力； T ——年生产能力的利用次数，等于研究期内的年数； t ——计算生产能力变化系数

的年数。

正如上面已经指出的，生产能力连续下降，是石油工业的特点之一，一方面是由于石油储量是有限的，另一方面是用来开采油气的天然能量资源的作用。储量的有限性，导致采油能力下降，而高的地层压力则可以使生产可能性在短期内显著地(成倍地)加大。因此，在这些条件下，对新技术和新工艺的效益进行评价时，必须把储量和地层能量的枯竭以及油田开发实践中推广新技术新工艺所引起的生产条件经常的或暂时的变化区别开来。

由此可见，采油生产能力的变化可能有以下几种情况：

1.不是采用新技术，而是由于加强利用地层能量使生产能力加大；

2.提高最终采收率，使生产能力加大，在这种情况下，除了全部开发期石油产量加大而外，平时的产量水平也上升；

3.石油产量短暂地(不到一年)上升，随后就下降，但最终采收率不变。这种情况主要反映井底带处理强化措施的效果。

针对上述各种可能的情况，对采油能力变化效益应该区别地进行评价。

如果石油采收率提高，则可以用计划-生产的必要性论证加强利用地层能量是正确的，而不需要详细计算经济效益(第二种情况)。此时可以保证节约为准备储量和建立采油生产能力而进行的投资(勘探、开发和油矿建设投资)。在第三种情况下，只能是将一个阶段的投资和成果临时转移到其他阶段。

在确定整个石油工业或个别地区新技术的效益时，时常

要利用同时期内石油产量和总结中纪录的取得这个产量而花费的投资的资料。但是，石油产量不仅取决于新建立的生产能力和技术措施，而且也 and 跨年度油井石油产量下降有关。

同期内应用的新技术效益，只能根据在可比的自然条件下获得的成果来进行评价。用采油能力再生产系数R可以实现这种比较，系数R是新井计算的年产量对跨年度井的产量递减额 Π 的比值。

$$R = M_B / \Pi \quad (5)$$

油气生产能力变化的这些特点在油矿其他设施（计量和分离装置、油气和地层水处理装置等）的利用指标上都分别得到反映。随着跨年度油井石油产量的递减，不仅仅这些装置，而且油矿的其他设施（管道和保持地层压力的系统等）的利用率也下降。在评价新技术效益时，一定要考虑到这种状况和这方面的问题。

第二章 油矿生产综合设施的 可靠性和设备质量

一、油矿综合设施的一般特性

油矿生产综合设施（НПК）是指采油生产系统，包括油田内一整套互相有关的工艺装置、动力装置、运输装置、各种建筑和通讯设施，保证把油气从地下采出、进行处理和运输，并且使其达到商品标准，而油田废水达到技术要求。与生产设备的生产制造系统不同，采油生产系统则是有关设备的用户。

工艺综合设施（TK——一级系统）是指一整套工艺、动力和其他装置，从这套综合设施的一种装置到另一种装置产品运输的总费用与这套综合设施的建设和生产总费用比较是很少的。工艺综合设施对地下产品的开采、集输和处理进行部分工艺加工。这种综合设施包括地下液体开采装置、分组计量和分离装置和油气处理装置等。

油矿生产综合设施这个系统的要素包括各类设备、服务人员、周围环境和其他因素以及生产条件。

在选择油矿生产综合设施的最佳工艺流程时，要考虑以下几组条件。

1. 自然条件（储量规模、油层深度、油层压力、油和水的质量、油气比和地形等）；