

第十屆世界石油會議 報告論文集

第一分冊

石油供應和需求

一九八〇年七月

116.2
601

出版说明

第十届世界石油会议于1979年9月9日—14日在罗马尼亚首都布加勒斯特市召开。参加会议的有72个国家5215名代表。我国石油代表团第一次参加会议。

这次会议共提出153篇报告和论文。这些报告、论文，基本上反映了四年来国外石油工业的水平和发展动向。为了使广大石油职工尽快地见到这些报告、论文，石油工业部决定由中国石油学会和石油工业部科技情报研究所统一组织，由北京石油勘探开发科学研究院、北京石油化工科学研究院、大庆油田、海洋石油勘探局、管道局勘察设计研究院、北京炼油设计研究院、华东石油学院、四川石油管理局等单位分工翻译、审校、并出版。

中文译本是根据中国石油代表团带回的报告、论文影印件翻译的。按专业内容，译文本分为九个分册：

- 第一分册 石油供应和需求
- 第二分册 石油地质勘探
- 第三分册 石油钻采与开发
- 第四分册 物探与测井
- 第五分册 天然气勘探、开发与加工
- 第六分册 海洋石油勘探、开发与环保
- 第七分册 石油炼制与化工
- 第八分册 储运、环境保护
- 第九分册 节能、管理与培训

本分册，由石油部情报所负责组织翻译、审校和出版、发行工作。

目 录

1. 罗马尼亚的石油工业.....	(1)
2. 石油供需平衡：“纯理论性差额”及政策的影响.....	(13)
3. 2000年前石油在世界能源平衡中的作用.....	(23)
4. 世界烃类生产能力.....	(41)
5. 编制2000年油气供求计划的重大意义.....	(55)
6. 卡迪斯号油轮失事的教训.....	(62)

罗马尼亚的石油工业

I. Antonică, A. Stoica and Gh. Pacoste

Republican Committee for Geological Reserves, Romania

石宝珩 段文东 译

秦同洛 校

〔摘要〕许多世纪以前，就证实了在罗马尼亚有烃类的存在，但是1857年才是罗马尼亚石油工业的开始，在这一年，第一次官方正式记载了原油产量为257吨。同时，在普莱耶斯蒂（ploiesti）第一个炼油厂投入生产。在近十五年期间，钻井有了迅速地发展，每年钻井进尺超过150万米。从1960年开始，地质探井超过了4000米，最深的达到了6504米。罗马尼亚的原油生产包括了全部的系统，而这种系统不断地提供改进的工艺，解决与举升深度、产液中的含砂、结蜡及腐蚀等有关的问题。大量地应用常规的和改进的方法提高采收率，同时一些新方法也进行了试验应用与推广，如火烧油层、注热蒸汽、注聚合物水和胶束溶液等。罗马尼亚的天然气开采，也不断改进，在1978年达到290亿标准立方米。1970年以后，由于新的炼油厂和与它联成一体的石油化工联合企业的建设，加工能力不断增长。由于加工含硫原油比例的增加，应用加氢工艺不断加强，到1980年将达到比一次蒸馏法的能力多48%以上。在罗马尼亚，催化裂化以及汽油催化重整也有了较大的增长速度。根据罗马尼亚原油的质量特点，应用延迟焦化更为有利，所以这一工艺有很大的改进。国内石油机械设备制造业的发展，为罗马尼亚油气开采、原油加工和石油化学工业的奇迹般的发展提供了可能，同时，使我国在石油机械类产品的出口方面居世界第二位，并使罗马尼亚在世界市场上，通过各种形式进行合作、工程和服务的主张就有了可能。

一、引言

在古代，就证实了在罗马尼亚有烃类的存在，在罗马帝国期间，在洛帕塔里（Lopătari）就有“不灭的火”。据十六世纪的某些文献记载，原油已应用于配制药剂、润滑车轴或照明。

1857年标志着罗马尼亚石油工业的开始，这年第一次官方正式记载了生产原油257吨。同时，第一个炼油厂，在普莱耶斯蒂（Ploiesti）投入生产。国家首都布加勒斯特是世上用煤油照明的第一批城市之一。

关于罗马尼亚早期石油工业，我们提到在鲁卡谢斯蒂（Lucăcești）、巴依卡（Baicai）和玛蒂塔（Matita）地区用手工挖掘240米~270米深的一些采油井。在1861年使用木制钻杆，端部带上钻头，钻了第一口150米深的井。1863年利用绳索式冲击钻钻成了第一口井。1906年使用旋转钻钻成了第一口井，1911年用旋转钻钻深达1170米。

二十世纪早期，罗马尼亚地质学家Gr. 科博尔塞斯库 (Cobălcescu) 和Gr. 斯泰法内斯库 (Stefănescu) 对生产层时代和油藏的分布进行了研究，结果对我们国家地下地质作了某些说明，并编绘了一些地质图。

在1900年至1903年期间，罗马尼亚地质界著名学者之一，L·姆拉泽克 (Mrazek) 确定了一种新的褶皱类型，“底辟褶皱”。这种褶皱在我国石油工业发展中占有比较重要的地位，它们分布于喀尔巴阡山中，位于布佐谷 (Buzău) 和迪姆博维塔谷 (Dimbovita) 之间，所谓“底辟褶皱带”，它构成了罗马尼亚主要的石油矿藏之一。

1906年罗马尼亚地质研究所成立，成为石油地质学的一个重要阶段，并绘制了全国地质图。

由于上述这些活动以及机械水力冲击钻，特别是水力旋转钻的发展，在1920年钻井进尺达到1.72万米，1934年为37.60万米，1937年为39.5万米，这是该时期钻井最高的进尺数。

关于原油产量，1857年为257吨，1900年达到了24.75万吨，1913年为181.7万吨，1936年为870.4万吨，这是第二次世界大战以前，我国最高的生产水平。

虽然从风化—混杂的特兰西瓦尼亚 (Transsylvania) 构造群上喷出的天然气在古代就知道了，可是，在我们国家有系统地开始开发天然气是在二十世纪头十年间的事。在1908年，为寻找钾盐而钻凿的萨玛谢尔 (Sarmășel) 2号井见到了重要气显示。在1913年第一次记载了天然气工业生产，产量为11.3万标准立方米，1938年气产量是3.11亿标准立方米，1944年为4.577亿标准立方米。

我们必须指出，罗马尼亚是欧洲第一个把天然气作为化工原料的国家，即于1935年在科波萨·米卡 (Copsa Mică) 生产炭黑，1940年在科波萨·米卡生产了甲醛。从1948年开始，使用甲烷气生产氨。

与原油生产发展的同时，原油加工也发展了。几乎全部原油都是在国内加工的，主要是采用一次蒸馏法。在1897年肯宾纳 (Cimpina) 炼油厂投入生产，每日加工原油1200吨，备有蒸汽蒸馏厂、原油精制厂、油品和石蜡厂。后来，在其他地方也建立了炼油厂。

在我们国家已经进行了烃类资源的详细调查。1908年拉扎·埃代莱努 (Lazăr Edeleanu) 提出了用二氧化硫选择性地精制煤油，这个方法继续改进，现已推广到全世界。在1933年，C.D. 内尼泰斯库 (Nenitescu) 和 A. 德拉甘 (Drăgan) 发现了正构烷烃异构化方法。这是用异构化法获得高辛烷值汽油的基础。在致力于烃类研究的著名科学家中间，我们必须提到 N. 达奈拉 (Dănilă)。他在第二次世界大战前，一直在研究至今仍还有价值的有关从石油馏分中热裂解生产乙烯的技术。

一部分用于钻井、原油开采与加工使用的装备和机械 (包括绞车、驱动钻机的蒸汽泵、抽油机、蒸汽锅炉、蒸馏塔等)，即使是在石油工业初创时期，就在罗马尼亚制造了。

为了培养专家，在1904年在肯宾纳建立了司钻学校，在1919年建立了炼油班长学校，并且于1914年，在布加勒斯特的“桥和路高等学校”设立了采矿和石油系，专门培养工程师。

在第二次世界大战期间，由于战争的破坏和减少钻井量，特别是减少地质钻井，1944年原油产量仅352.5万吨，1947年为383.885万吨。

在1948年，生产设备国有化以后，油气工业经过改组和重新装备，提供了合理开采的可能性，同时拨出大量专款以改善开发状况。

作为罗马尼亚经济发展计划的一部分，原油和天然气不仅仅是燃料、增碳剂、润滑剂的主要原料，同时，也是化工产品的原料。

法,如,光点记录仪、模拟磁带记录地震仪及先进工艺,以及有磁带记录和自动数据处理的数字地震仪。测量的平均密度随着地形的复杂程度和方法的分辨力的不同而变化。

地震勘探获得了良好的结果,实际上提供了上新世和萨尔马蒂克阶—托尔顿阶(晚中新世)新的沉积构造和喀尔巴阡前缘(深度为3500米以下)的白垩系与侏罗系构造的全部资料。

因为结构复杂的地层和岩性圈闭,在东喀尔巴阡拗陷和格蒂克(Getic)拗陷的下中新世和老第三系,逆掩断层覆盖厚度超过3500米,获得成果不大;此外,在东喀尔巴阡前沿深部三迭系与古生代也是如此。

由于广泛地开展了地质勘探和钻探,在老摩尔达维亚和瓦里·普拉霍维(Valea Prahovey)油区又发现了新的矿床,同时证明了格蒂克(Getic)拗陷,莫依西克(Moesic)地台、北杜博鲁奇(Dobrudja)造山带、摩尔达维亚地台和潘诺尼亚拗陷的油气潜力,现在有300多个构造生产油、气。

大部分控制油气聚集的圈闭属于构造类型,尽管它们的形式是多种多样的,从简单的单斜褶皱(北多瑙河平原)和穹窿背斜(特兰西瓦尼亚(Transylvanian)拗陷)的圈闭到整个盐刺穿褶皱带和由喀尔巴阡复理式逆掩断层推复体形成的表层褶皱带。非构造与复合型圈闭控制的油气聚集同样得到了证实。

新第三纪沉积构造,无论在喀尔巴阡地块的内部还是外部都是很发育的。几乎包括了全国目前所发现原油储量的三分之二,实际上是全部天然气储量。在罗马尼亚平原,中生代和古生代及喀尔巴阡一带老第三纪,特别是渐新统产油(气)。在潘诺尼亚拗陷的一些构造上,新生代底部地层的结晶片岩基底同样产油(气)。大部分储集层是典型的砂层和砂岩沉积,中生代和古生代的储集层则是由石灰岩和具有裂缝或孔洞的白云岩构成。

有关裸眼井的地质勘探井方法,包括在钻井过程中对穿过的储集层使用改进过的地层测试器进行测试的方法已经推广,并同时可以测定压力和温度。工业部门提供了地球物理测井现代设备,用以进行综合测井并得到储集层的地质和地球物理参数的定量解释。

今后,地质调查将要加强,重点将放在发展科学研究、地震勘探以及地质钻井等方面。

科学研究将着重于油气聚集地质条件的预测,特别是对于复杂构造和具有岩性—地层圈闭的区域;同时也改进了对钻井过程中获得的储集层的地质、地球物理勘探资料进行综合评价工作。

地震勘探将包括对地质构造复杂地区和难以开展工作地区以及生产区内新的断块构造的识别,特别是对位于拗陷和地台的边缘地区岩性—地层圈闭以及超深地质构造的识别。并在黑海大陆地台做了地震工作。

此外,将进行大量的地质钻探,以加速对超深目的层复杂构造圈闭区的地质资料的收集,以及对大量小构造的勘探。

三、石油钻井和开采

目前,不断提高钻井速度和减少完井成本,其目的是要把钻井扩展到新的、比较困难和比较深的地区。如图2所示,钻井有了飞速发展与扩大,在1950年达到65.7万米。其中44%是探井,1960年为100万米,其中58%是探井。在近十五年期间,每年超过150万米。从1950年开始,钻探深度超过4000米,现已钻了150多口井,约达80万米,最深的井达到了6504米。

由于采用了先进的钻井设备，吸取了新工艺并培养了人员，钻井工作有了显著的改善。

在深井钻进中，采用了先进的钻井工艺，包括改进钻头功率、钻压和钻速，以及水力功率，各自的性能以及它们最佳的相互关系，使用钻头（齿和轴承）的全部工作能力，利用最佳的钻头和低密度、低粘度的钻井液（也就是低固相钻井液）提高了钻头向岩石传递动力的效率；在罗马尼亚，改进并推广了预防和控制对钻井工作有利的技术方法（粘土的不稳定性、异常压力层、显著的自然偏斜倾向、漏失泥浆等）；配制新型钻井液—电解质阻滞液、“反向乳化”的油基泥浆及“石油流体”类、不分散低固相泥浆和海水基泥浆等。

通过对于每一口超深井钻井工艺的最佳化，钻井测试和控制仪器的现代化；改进井下工具，保证在钻头（2—4吨/英寸）、钻铤和扶正器上加大钻压；同时在管子站和井口上改进对管材的管理方法，以防止由于转盘扭矩增加引起意外事故；并且采用计算机处理钻井过程中资料数据；从而在钻井加深过程中使钻头得到较高的功率。

为了提高钻头对岩石动力传递的效率，即要改进岩石钻井工作，在钻井过程中不断控制压力和压裂梯度。使用这个方法要解决最好的钻井液和最好的泥浆筛、除砂器、除泥器和除气器。

这些新工艺意味着要制订一个巨大的工艺研究方案和不断地培训从事钻井工作的工程技术人员。

从1948年到现在，由于发现新的石油矿床并且大规模地应用提高原油产量的开采方法，所以原油产量不断地提高（图3）。

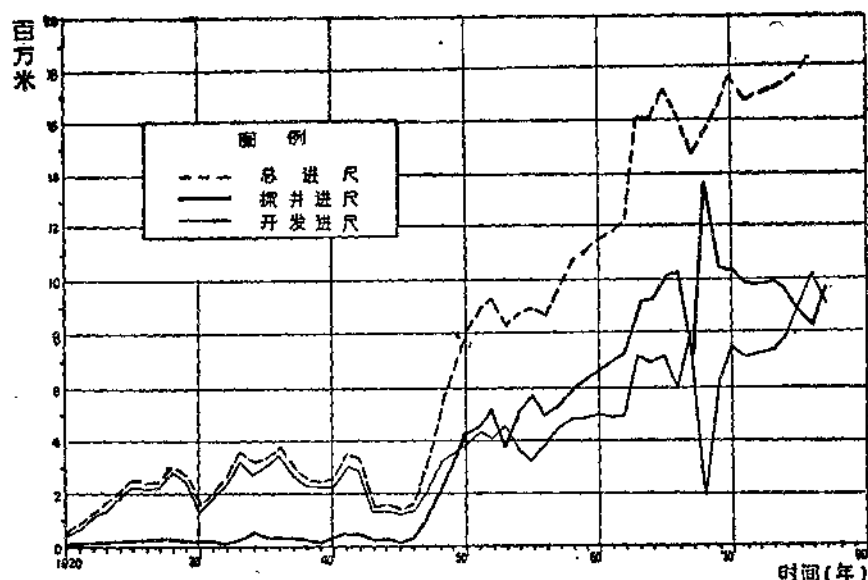


图2 罗马尼亚钻井（1921—1978年）

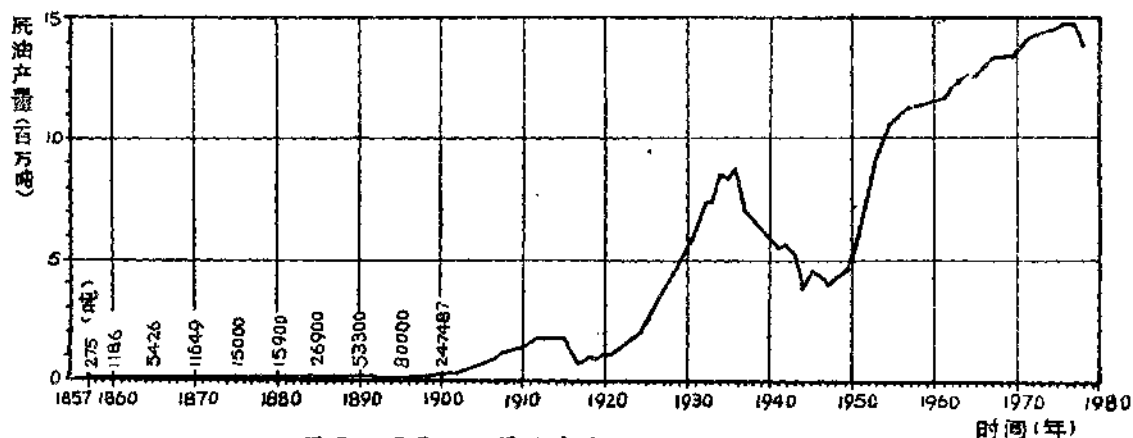


图3 罗马尼亚原油产量（1857—1978年）

罗马尼亚的采油包括自喷、气举和泵抽各种生产方法。储集层及所含流体的地质和物理特征经常提出与举升高度、采出液中含砂、结蜡和腐蚀等有关的工艺问题。因此，自喷、气举和泵抽工艺等生产系统不断发展。气举系统应用启动和操作阀门及聚积室。罗马尼亚制造的杆式泵，应用深度已达3500米。对于深部大排量生产井应用水力活塞泵也在推广。

根据油层地质和物理条件生产井已被控制，工艺操作条件也已确定，均以最大的生产能力进行生产。使用罗马尼亚的产品、设备和工艺增产措施，使油井增产方法有了很大的发展。

罗马尼亚石油专家们清楚地认识到，主要地要依靠我们自己的资源，以满足国民经济发展所需要的能源和化学工业所需要的原料，这是近十年期间，全世界以及我们国家面临的一个重要问题。提高原油的采收率被认为是全国性的重大问题之一。为此目的，拟定了综合方案，大量地使用常规的和改进的方法，以利于提高采收率（图4和图5）。同时，根据我们的矿床条件，试验、使用和推广了新的方法，如火烧油层，注水蒸汽、注聚合物水溶液、注胶束溶液等。

向油层注水是1952年开始采用的，并逐年有所增加，到1978年底已经在100多个油矿上使用了。在1978年注水量达到了3675万立方米。由于注水的结果，最终采收率达40—60%；同时，每年增加的产量，包括新方法的效果，逐年有所提高，1978

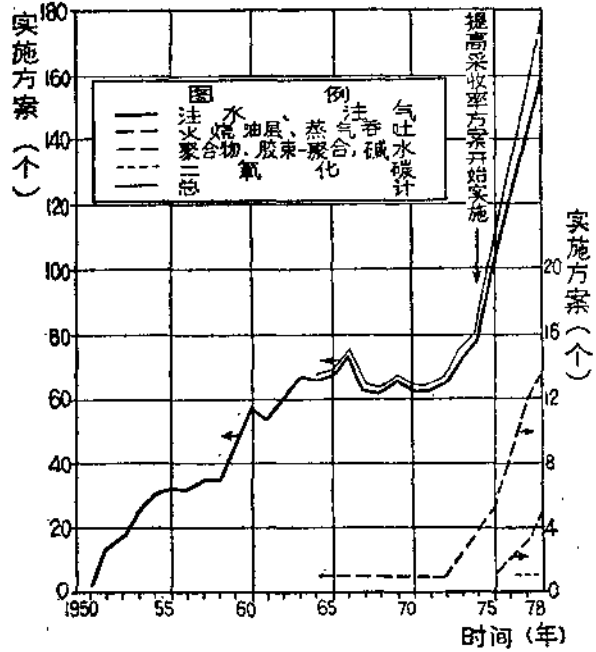


图4 提高原油采收率：实施方案，包括常规方法

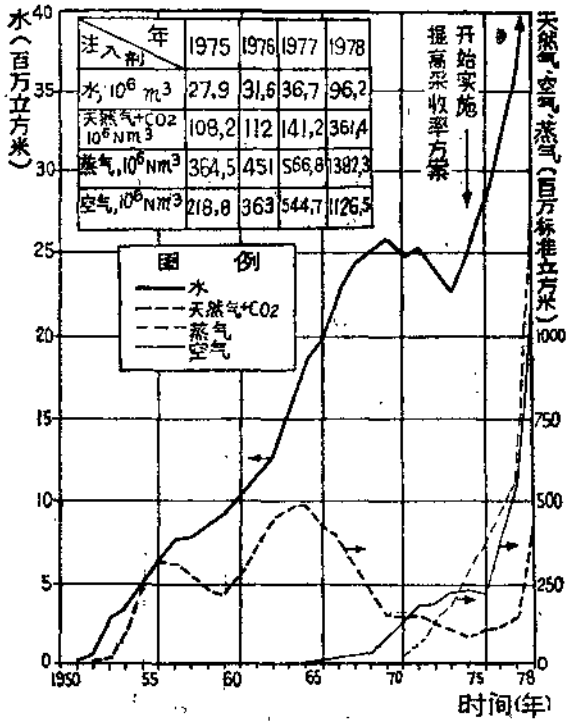


图5 各年度注水、注天然气（+CO₂）注空气和注蒸汽的体积

年超过 200 万吨 (图 6 和图 7)。

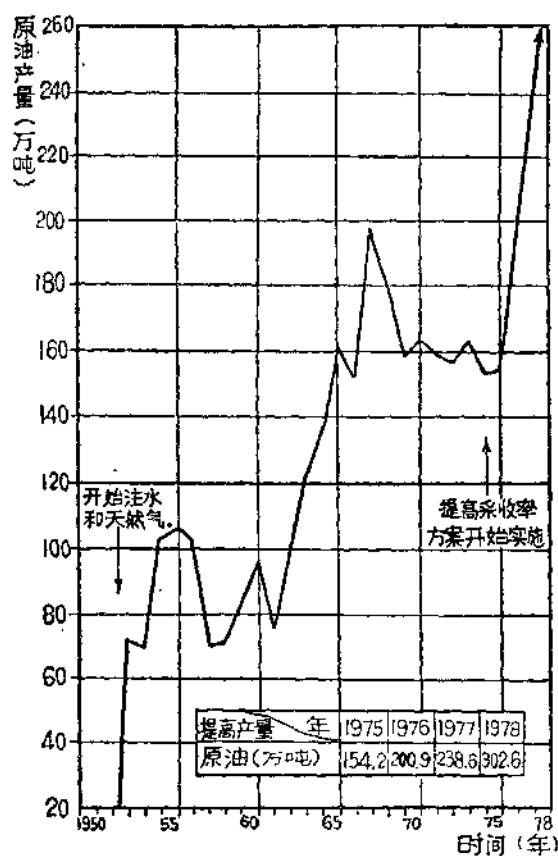


图 6 由于提高采收率方案, 包括常规方法获得的原油产量

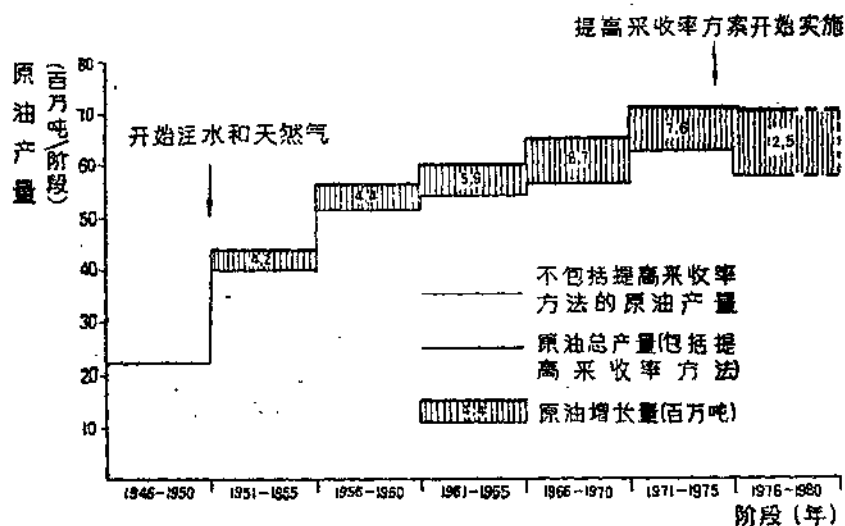


图 7 各阶段原油增长

在进行实验室研究的同时，特别致力于新采油方法的矿场应用和工业性试验。因此，1977年在德拉盖斯蒂（Drăgăești）莫欧蒂安层和南莫莱尼莫欧蒂安Ⅱ层进行了注聚合物水溶液的试验。试验结果是良好的。

关于火烧油层，舒布拉库尔·巴考（Sublacul de Barcău）的上新世油藏已成为研究实验室，因为这里的地质、地球物理条件是有利的：深度浅、渗透性好、是粘性油。目前，这个方法已经大量使用，每天向42口井注空气达180—200万标准立方米，有156口反应井使用了燃烧法。这种方法不断地改进，而采用湿式燃烧法获得了良好的效果。采用火烧油层法通过一次采油，预计能达到9%的采收率，可提高到45—50%。

目前，另一种火烧油层的工业性生产方法正在古拉奥克尼蒂的达兴层（Dacian of Gura Ocaitei）进行，并对两种新的试验进行了工业性生产评价。另外在500米到850米之间做了十四次燃烧试验。这种方法，在粘度较小的油层使用也是良好的。

注蒸汽法作为能提高产量的增产措施已用于莫雷尼莱温蒂尼（Moreni Levantine）大倾角含粘性油油层的开采。实际上，对一个无法开采的油层，我们采用蒸汽增产处理每天设法采出原油290吨。这样，长期以来，通过一次采油，采收率可达5%，从而为实现35%的采收率提供了条件。

经过实验室研究，其结果获得了良好的单相域的胶束体系，经济上也是合理的。对八个地质目的层进行研究并制定了试验方法。

对两个油藏进行了注CO₂的研究和计算工作。现在对第一个油藏为恢复压力正在进行注水以提供混合CO₂的条件。在第二个油藏正给关闭井注CO₂，目的在于提高压力，溶解效果和降低粘度。

除了这些方法之外，正在研究试验和应用注表面活性剂和碱性化学剂的方法，以及对浅层油砂和沥青砂应用采矿法进行开采。同时，由于改变水的流动方向以及向构造上部注水，常规方法也得到了改进。在枯竭的矿层上增加钻井密度和完井井距，也得到了加强。

进一步应用这些方法，以利提高原油采收率，到1990年预计全国最终平均采收率约达42%左右。

在钻井和原油生产方面，特别是在深井和海上钻井，新工艺和新产品已取得进展。由于原油开采的常规方法的潜力已日趋明显，对于二次和三次采油法的改进要给予特别的注意，并对发展完全不同原理的新方法要作出更大努力。

原油伴生气的99%已被利用。汽油数量从1950年的15,3408万吨到1978年增长到34,5035万吨。为改变伴生气的利用，第一个乙烷分离厂已在皮泰斯蒂（Pitesti）投产运转，到1979年，第二个同类型的工厂将在奥尔泰尼亚（Oltenia）投产运转。

近三十年来，我国政府已同意拨出大量资金用于地质勘探和新采气构造的开发。结果，甲烷气的生产于1978年达到2897,3109万标准立方米。在天然气生产发展的同时也增加了主要输气管网路，到1978年末，管道长达8255公里，这样就保证了全国天然气的供给。全国输送体系的柴油内燃发动机组和涡轮增压机的总功率是72000马力。为了满足天然气产量的最大需要实现了两种地下储气法。

罗马尼亚的甲烷气不含硫，其甲烷含量高达99.8%。这就导致了强大的化学加工和人工合成工业的发展。然而，在近几年来，在天然气正越来越多地应用于化学工业的基础上，采取了广泛的措施以限制天然气烧掉。

四、原油加工

在第二次世界大战以前，有三十多家炼油厂加工原油，其中大多数炼油厂每年加工原油的能力低于15万吨。近三十年来，原油加工工业的发展和现代化，对我国整个工业来说，是经历了一个活跃的过程。

1960年以前，原油加工工业的特点，是重建战争期间遭到破坏的炼油厂，扩大原有炼油厂的原油加工能力和建设一些新炼油厂。其主要目的是为我们整个石油工业的持续发展准备加工能力。

在1960—1970年期间，我国大规模地改革旧炼油设备的性能和采用具有国际技术水平的现代化的加工工艺。这样，不仅提供了优质的增碳剂和燃料油，而且也增加了石油化学工业原料的数量。

1970年以后，原油加工能力的大幅度增长，是通过建造新炼油厂和综合性的石油化工联合企业，以及扩建原有炼油厂，并使之现代化来实现的。其目的在于使石油产品满足国内使用和大量出口。目前，我国原油加工量是1970年的1.5倍；到1985年，通过新增原油加工能力的投产，其加工量将为1970年的1.7倍（如图8所示）。

加工原油所获得的石油产品品种是由两方面决定的：一方面由于国家对能源的需要，另一方面由于整个工业飞速发展的需要，象世界其他国家一样，罗马尼亚加工原油的产品的主要品种是按照能源的实用性来规划的。考虑到原油价格的不断上涨，原油加工工业必须高度重视非能源产品品种的生产。因此，在为石油化学工业提供原料的数量方面的大幅度增长，标志着原油加工工业的发展。例如，把原油加工后的产品性能用百分比来表示，1975年为石油化学工业提供的原料约占8.3%，1978年约为10%；预计1980年将达到16%，1985年将达19.7%（如图9所示）。由于原油加工量的增长，1980年为石油化学工业提供原料的数量将超过1970年的四倍。为此，又新建了炼油化工

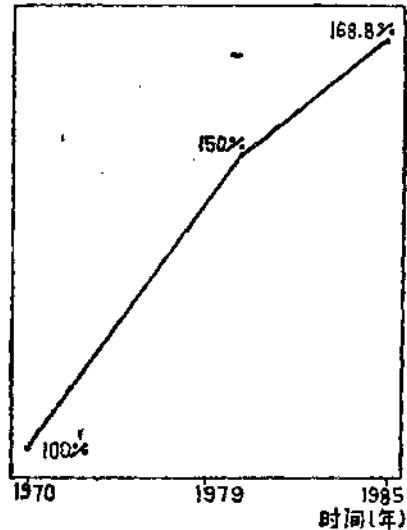


图8 罗马尼亚原油加工能力的增长
(1970年为100%)

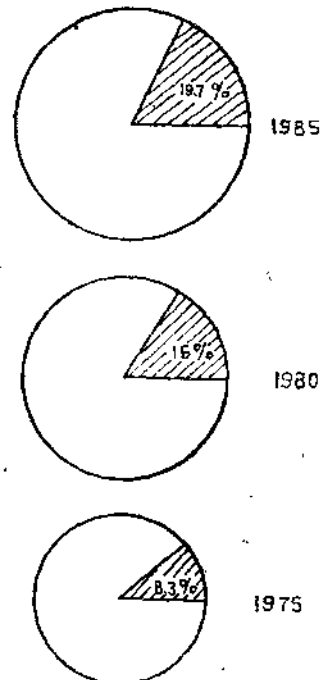


图9 原油中用于化工加工部分的百分数的增长

厂，并与石油化工联合企业成为一个整体，正为石油化学工业提供大量的原料。

至于作为能源的石油产品来讲，其产量的增长将是不同的，由于机械制造工业的发展，在运输中趋向于大量的使用柴油机，所以柴油的产量增长最多。而车用汽油的产量增长最少，因为汽油的需用量不多，而且基本上还是用于化学工业生产的原料（芳香烃类，以及液化气，例如丙烯、丙烷和其它烃类馏分等等）。

从原油加工所获得的非能源产品中，我们能够挑选出用于生产天然气、炭黑、石蜡、道路和工业用沥青，以及各种润滑油，包括高级石油制品添加剂等原料。

根据所采用的原油加工技术的构成，我国原油加工工艺水平介于美国和西欧之间。

总的看来，目前我国所采用和即将引入的原油加工工艺，和世界上综合型炼油厂（生产增碳剂、燃料和石油化工产品）的加工工艺水平是差不多的。

随着加工含硫原油比例的增加，导致了加氢工艺的加强。到1980年，加氢装置的加工能力

将超过一次蒸馏的48%，而且今后仍将持续增长（如图10a所示）。从这一点来看，罗马尼亚与美国、日本和西欧相比具有相同的水平。加氢工艺用于汽油（作为重整和热解的原料）、原油（生产涡轮发动机燃料油）、柴油和润滑油的加工。上述这些加氢工艺，均由我们自己的研究而得到发展。

在未来1980—1985年的发展，加氢脱硫工艺也将应用于减压蒸馏装置。这种工艺是根据罗马尼亚的专利而发展的。

在罗马尼亚，催化裂化是快速发展的工艺技术之一，其目的在于为石油化学工业提供烃类原料和生产车用汽油。现在，催化裂化的加工能力是常压蒸馏加工能力的18%；这个比例今后仍将保持（如图10b所示）。

与一次蒸馏相比，汽油催化重整的加工能力已超过11%，到1985年，这个比例将达到15.6%（如图10c所示）。1975年以前我国建成的催化重整装置，在高压和中压条件下运转。而新建的装置准备采用助催化剂在低压下运转，并具有转换为连续脱硫的可能性。

在罗马尼亚大量采用的一种加工工艺是延迟焦化，采用罗马尼亚的优质原油（含硫量低于0.5%）是适宜的。

研究把加工含硫原油所产生的残渣油转化为有价值产品的可能性，就着手采用含硫原油所得焦炭作为胶结和团块燃料使用。因此和一次蒸馏相比，焦化的加工能力保持了较高的比例，即8%；到1985年，这个比例将达13%（如图10d所示）。整个焦化的生产工艺，以罗马尼亚的技术专利为基础而得到发展，可以生产不同规格的石油焦，包括针状焦。在罗马尼亚已编制了整套的原油加工方案，有的装置正在准备，有的正在进行安装，例如生产高效溶剂芳香烃的工艺装置，生产制炭黑用的芳香烃的工艺装置，从热解汽油中分离异戊二烯和环

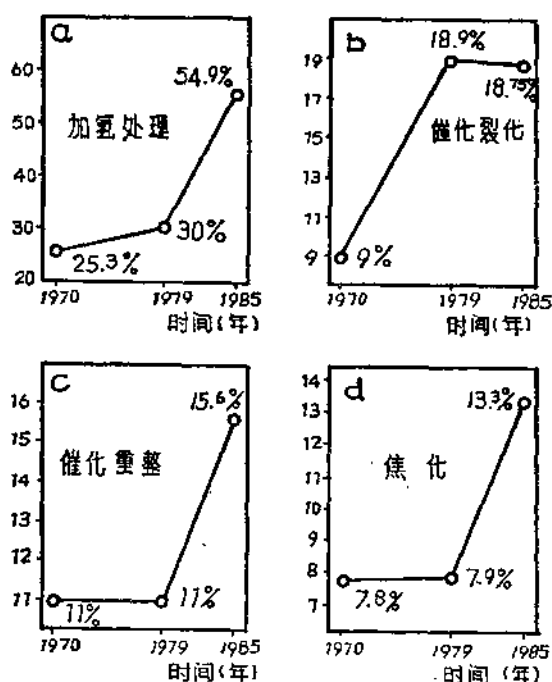


图10 在原油加工中主要加工量的变化
（以加工原油的百分比表示）

戊二烯的工艺装置，以及为原油加工和石油化学工业生产一系列催化剂的工艺装置。所有这些成就，是建立在研究领域中的长期实践，即专家们在炼油厂、化工联合企业的生产现场，以及在研究、工程技术和炼油设计部门的长期实践基础上取得的。

五、油田设备的制造

罗马尼亚石油与天然气开采、原油加工和石油化学工业的高速发展也是由于油田设备制造工业的发展，才有了可能。

我们能够提到一些钻机：例如，钻深为5000米的3DH—200型钻机；钻深为7000米的4DH—315型钻机；钻深为10000米的F—500—DEWL型钻机，它属于电驱动的沃德·伦纳德（Ward Leonard）钻机系列，备有一台3000马力的钻井绞车和1600马力的泥浆泵组；以及设计在水深90米处，钻井深度为6000米的自升式“光荣号”（Gloria）近海钻井平台。

为了钻井作业，我国也生产注水泥装置，还有700和1050个大气压的水力压裂装置，1400大气压的防喷装置，钻井操作自动化机械、测量和控制仪器以及一系列不同类型和不同尺寸的钻头、管材等。

我们还为石油开采生产抽油泵、抽油杆和负荷从0.9吨到19.3吨、冲程从0.2米到5米的十种类型的抽油机组。并为原油加工和石油化学工业制造常压蒸馏塔、管式炉、重力分离塔，容量为10000立方米的球形罐，制冷装置，测量和控制仪表等。

展望未来，为满足与地质研究、钻井和超深井及近海井的投产有关的操作技术以及油气收集、分离和预先加工，提高原油采收率的方法和新技术方法应用有关的新技术的需要，今后，罗马尼亚将大力制造这类油田装备。

众所周知，罗马尼亚石油设备的出口，居世界第二位。关于石油装备方面的新产品和新设备，以及新技术或技术革新，是由我们的设计研究部门与生产公司合作设计出来的。

在石油和天然气工业中，肯皮纳石油和天然气设计研究院发挥了作用。这个研究院的主要任务是：进行地质、地球物理和土工技术的调查研究；现代钻井方法的研究；石油和天然气开采新工艺的研究；油藏工程学的研究；油气田地面建设、原油和天然气贮运以及港口设备的综合设计。

在普莱耶斯蒂（Ploiesti）工程技术和炼厂设计研究院，制订了原油加工新工艺方案，这个研究院对原油加工工艺，设计综合性加工装置和炼油厂，对炼油装置的建设 and 投产给予了技术援助。

在普莱耶斯蒂石油及采矿设备研究院进行了石油设备的研究和设计。这个研究院主要承担了包括机械化和自动化装置在内的钻井和油气开采所需要的全部设备的设计。

在专门的高等学校中培训大学本科学生，而大学毕业的工作人员，也在普莱耶斯蒂石油与天然气研究院接受训练。该研究院设有三个系：钻井及石油与天然气开发系；技术装备系；石油与天然气工艺及化学加工系。每年有3400多名学员在这个研究院听课，还有来自77个国家约570名外国学生。这个研究院定期举办由联合国教育科学及文化组织（UNESCO）主办的讲座。

由于罗马尼亚石油专家在地质调查、钻井和油气开采方面的经验，以及罗马尼亚制造的石油设备的质量，使得我们有可能通过各种形式的合作，并向外国介绍我们的工作和服务项目。

为了增进对外合作，建立了罗马尼亚石油公司（Rompetrol），并担负了原油生产和研究工作以及整个油田设备的设计和货物的发货工作。这个公司承担国外的主要项目是：

- 评价某些沉积盆地和其中部分的一般含油情况的初步地质评价；
- 专门在具有含油远景的区域内进行石油勘探，计算地质储量和可采储量，并制订勘探工作和试采工作方案；
- 由专业队采用地面地质填图钻浅井、重力、磁力、电法、地震测量进行地质勘探工作；
- 用罗马尼亚制造的现代化设备和技术高度熟练的人员，完成井深为7000米的钻进；
- 对主要输油（气）管道，压缩机站，注水（气）、脱凝析油和气体干燥装置等建设项目的方案进行研究和设计。

在油田地质调查中，对钻井和油气开采方面的经济合作，罗马尼亚石油公司与四十多个国家的合作者有联系。例如，在伊拉克和叙利亚进行的地震测量；在阿富汗、贝宁、缅甸、菲律宾、加纳、希腊、利比亚、土耳其和委内瑞拉进行的或即将进行的地质调查和钻井工作。在保加利亚、约旦、南斯拉夫、阿拉伯也门共和国等国油田上的管道和各种设备，正在建设中。

由于罗马尼亚与许多国家加强了贸易联系，以及同世界上所有的国家——不论他们是什么社会制度和经济体制——建立在民族独立、平等、不干涉内政和互利的原则基础上进行技术、经济、科学上的合作，罗马尼亚在为石油和天然气生产工业，出口专门设备和服务项目方面取得了一些成就。

这种合作活动，在原油加工和石油化工生产中已经起了重要作用。取得了技术上的成就，并同外国合作者进行交流，就有可能在罗马尼亚与第三世界国家和发展中国家间在现代化装备和科学研究方面进行合作，为了进行技术援助、交换专家，我们已与印度、巴基斯坦、中华人民共和国、德意志民主共和国、叙利亚、约旦和其他国家进行了合作。其他工程项目正在谈判中。

以技术、产品和设备的新理论为基础，罗马尼亚石油工业已大大发展了。由于财政和物质上的努力，使罗马尼亚的石油工业保持了接近世界先进的技术水平。未来还将为加强全国地质调查工作，寻找和充分利用新的油气资源，审定和推广新的原油加工工艺，设计和建造性能更为优良的新设备和新机器等方面做出新的努力。

石油供需平衡： “纯理论性差额”及政策的影响

David Sternlight, Atlantic Richfield Company

朱康福 译 齐玉龙 李雅琴 校

〔摘要〕本文说明根据对价格、经济增长率以及政府政策的假设所作的不同的供需预测的灵敏性。讨论了每个因数的特定假设在不受其他因数影响时所产生的后果，当各种假设结合在一起将促使一些关键因数，如石油的供应或需求将发生变化。

一、引言

本文目的是讨论能源平衡分析以及它在预测、政策制订和决策分析中的应用。尤其是在有“纯理论性差额 (Notional gap)” (即燃料的供应与需求不平衡) 情况下的应用，对于诸如能源价格、经济增长率与政府政策这些关键性因数对能源供需的影响的讨论，导出根据这些因数的数值而作出的各种能源平衡分析的可比性这个概念。对于能源平衡规划中的新发展以及这些发展中“纯理论性差额”的后果的讨论，加上为克服这种差额的政策性建议，而结束本文。

能源平衡分析多年来已被使用于预测石油、天然气以及其他类型能源的供需平衡。在早期，这类分析，在各种因数之间只有些松弛的函数关系，并没有平衡的机理以保证在不同的市场供需之间的一致。其实，主要的侧重点是工业规划具体细节的详情；有着分开的供需的规划，并按地区与燃料类型的不同分开，并且要十分注意规划的细节。随着分析技巧的提高，多数分析已有所改进并能用机器去计算各因数之间的关系，反映生产、加工、运输以及分配（包括使费用最少）等的特定方法。但是，基本的方法仍然是一种用于系统规划的工程—经济方法，其中，关于主要因数的特定方案性假设导出能源平衡的结论。往往，影响能源平衡结果的主要方案性因数就是实际的能源价格（一般用“标志原油”的价格来代表，当前就是阿拉伯轻原油在美国海湾地区口岸交付价格）、实际的经济增长率（国民生产总值增长率）与政府的政策。这些因数通过地质条件、通过供应与节约的技术可能性而起作用，有时候集中于价格并具一定的（国民生产总值）的灵活性，有时具体仔细地计算出来，而且通过预期中的政治性和政策性反映而又作用于这些因数。

二、能源政策的分析与规划

能源价格、经济增长率和政策今后的变化途径是不肯定的，这些因数的各种组合情况可

能产生一定的（供需平衡的）远景；政策制订者与计划人员对将来行动意见的不一致；未曾预料到的事实也可以造成混乱。因此对未来，考察一些可供选择的方案是有用的，这些方案对关键性因数假定了特定的数值。可以延续到将来的一段时间并测试各种政策与计划在这段时间内的健全性。对现行政策及预测的政治性的主张，可以按其将来的生存能力来检验，而以供需的平衡作为其可行性的一种测验。为了确定可能的价格变动途径，可以固定其他因数而寻求能够维持供需平衡价格的轨线。

三、开始进入分析

由于能源系统是个相互作用的系统，就是说，特定能源类型的供应和需求既影响有关的价格与经济增长率，却又受后两种的影响，所以就引起了分析从何时开始这样一个问题。往往可以从建立所有各种能源类型的供需关系开始，进而对结果进行均衡以达到平衡。

例如，“替代能源对策专题讨论会（Workshop on Alternative Energy Strategies, 简称为WAES）”的分析，在每一方案中所有价格、经济增长率及政府政策的假设都引导出对每个国家的经济（划分为69个部门）活动；进而利用各个部门改进效率的设计计算以及从各部门的经济活动水平来推论出该部门的能源需求。同时进行各种能源供应的分析并与需求进行人为的平衡；并且在全球性平衡过程之前，在各个国家中按燃料类型进行部门的需求分析。然后对其结果进行反复试算。同时，还考查了供应、运输、加工、分配以及使用等基础结构的情况，估算了扩大规模所需要的投资与运输费，以及这种扩大所受到的技术上的限制。然后使用一种整体线性规划模型，按主要的经济部门及地区，使供给及基础结构能够与需求相匹配，从而得出对全世界的消费者为最少的总费用。已经对1985年及2000年的情况作出这种类似的分析，其中考虑了燃料的类型以及不同燃料之间的转换。

这种线性规划法，与许多主要的石油公司和美国布鲁克黑文国家实验室（USBrookhaven National Laboratories）的方法以及美国能源部所用的一种方法都是相似的。对于特殊的题目，则曾使用过更为集中的模拟模型的方法，譬如有最优化的模型，用以研究例如石油输出国组织的动向问题。

四、纯理论性差额分析

带有“纯理论性差额”的方案就是方案中在假设的能源价格、经济增长率及政策情况下，可得到的能源供应同所要求的需求并不平衡。某些经济学家天真地认为这样的方案是错误的或无用的，因为在实际生活中供需必须平衡——人们不可能使用超过所具有的东西。当然，在有差额的情况下，某些东西（价格、增长率、政策或这三者的某种结合）必须改变以造成市场的平衡。然而，这种理论性差额对于计划人员与政策制定者却是十分有用的，他们不能像那些经济学家一样，用假定来排除调整的过程，而是必须作出建设性的决策来缓和这种过程。因此，根据当前的预测或预计不到的发展而形成的理论性差额，达到供需平衡的途径包含着涉及到能源供应与需求对价格、增长率和政策等情况细致调整的深入理解和具有专门知识的内容。在这种综合式的分析中，可能弥补差额的方法之一是通过价格灵活性的变化，对供应与需求的作用，及通过经济增长率变化（国民经济）具有的伸缩作用。对于更为具体细致的分析与计划工作，则各种燃料及市场情况的计算结果就将是适用的。