

内部资料 不得外传

2000 年的中国研究资料

第 2 集

石油工业国内外科技水平和差距

中国石油学会

中国科协 2000 年的中国研究办公室

1984.4

第 2 集

**石油工业国内外科技
水平和差距**

中国石油学会

中国科协2000年的中国研究办公室

1984.4.

目 录

一、石油工业科学技术国内、外水平的调查·····	中国石油学会秘书处 (1)
二、从第十一届世界石油大会看世界石油科技动向·····	侯祥麟 (11)
三、当前世界石油地质科技水平·····	翟光明 (14)
四、石油地质学和油气勘探的新进展·····	胡见义 (24)
五、世界石油地球物理科技水平概况·····	陈祖传 吴继余 (30)
六、石油地球物理勘探的现状和发展方向·····	陆邦干 (38)
七、目前世界石油工程科技水平·····	秦同洛 (46)
八、我国石油工程科技水平·····	谭文彬 (53)
九、我国长输管道的发展前景·····	潘家华 (60)
十、世界石油炼制和石油化工科技水平·····	闵恩泽 (74)
十一、我国石油炼制的现状和努力方向·····	朱吉人 (82)
十二、石油工业设备腐蚀防护科技水平的调查·····	梁翥章 (91)
编 后·····	(96)

一、石油工业科学技术国内、外 水平调查

中国石油学会秘书处

提 要

本文把石油工业科学技术分为七个方面摘要叙述于后：

1, **地质勘探方面。** 包括地球物理勘探和研究油气田形成及分布规律。我国地球物理勘探水平大体相当国外70年代末水平,有一部分达到了当前的水平。主要差距是新技术(如三维地震技术)推广缓慢,设备不足而且效率低。我国测井技术相当于国外60年代水平,也有少数较先进的设备。主要差距在于新设备少,新技术有待掌握。关于石油地质理论和勘探程序,我国已有成套的经验,在各油、气区是行之有效的。差距表现在分析化验设备和数据处理的设备不足。结合世界油气勘探的动向,我国可以借鉴的有:(1)地层和岩性油、气藏的勘探;(2)在逆掩断层面下的油、气藏的勘探;(3)海上油、气田的勘探;(4)深部油、气藏的勘探;(5)稠油资源的勘探。从生产看,天然气产量的增长比原油快,也是值得注意的动向之一。

2, **钻井技术方面。** 我国钻井技术有相当的水平,在相同条件下其指标不比国外差。但是,我国钻井工具品种较少,许多设备达不到国外先进水平。在钻井方式上,定向井和丛式井今后应当是大大地发展的方向。

3, **油田开发和采油技术方面。** 在国外由于计算技术的发展,在油田开发方面发展了油藏工程,把地质、地震、测井、试井、测试和生产等各方面的资料综合起来,对油田开发过程进行模拟和预测。我国用沉积相(地质资料)建立模型的水平较高,但油藏工程的技术水平还不高。我国以封隔器为主进行分层开采为特色,水平较高。但增产措施技术差距明显。三次采油技术刚刚开始掌握,有待发展。

4, **油田建设和集输技术方面。** 也有一定的水平,主要差距在于设备的密封性能不好,设备也不定型、不配套、效率较低。

5, **长输管道方面。** 大约相当于国外50年代末至60年代初的水平,已承担了年产原油60%以上的运输任务。主要差距是自动化水平低,经济效益较低。

6, **石油炼制技术方面。** 从油品质量方面看,基本上满足了国防和国民经济建设的需要,有49种油品达到了国际水平。但是,车用汽油的标号偏低、致使能耗过大。其它油品虽然有的质量相当高,但绝大多数需要改进。在炼油工艺方面,我国拥有自己催化裂化技术,在世界上处于前列地位。为了充分利用石油资源,可以考虑对那些投资少、商品率高的深度加工技术尽快发展。我国炼油工业的主要差距,在于自动化的水平较低。

7, 石油机械制造和设备防腐方面。 我国石油机械制造业近年发展较快,许多勘探和开发的设备,以及炼油设备,我国均可以成批地制造。但是,由于基础工业水平较低,造成石油机械产品品种少,一部分产品寿命短,标准化水平低。设备的防腐技术也相当落后,需要大力地发展。

此外,我国石油科技人员少,而且技术素质差,表现在知识面窄。因此需要加强培养科技人员,特别是在科技人员中普及计算技术,这不仅可以提高工作效率,而且也可以缓和科技人员少所造成的矛盾。

多年来,投入发展石油科技有关的基础理论的力量很少,所以许多基础理论在我国处于空白状态。为了石油工业和石油科技水平的稳步提高,逐渐地摆脱目前依赖引进的状态,必须认真地加强理论研究工作。首先要充实机构,其次选好课题,然后制订切实可行的措施,保证科研快出成果及其推广应用。

我国现代石油工业如果从1907年发现延长油田算起,已有77年的历史。但是,在旧中国发展非常缓慢,建国初期仅有几个小油田和小气田,石油科学技术也很落后。在理论上,尽管有一些石油地质学家倡导陆相生油学说,但在社会上占统治地位的仍是“中国贫油论”。因此,在旧中国原油和天然气的年产量很低。

建国以来的历史证明,石油工业发展一靠政策、二靠科技进步。在五十年代,由于党的政策正确,重视发展科学技术和培养人才,因而到六十年代,在东北和华北等地连续发现和开发了大庆、大港、胜利和辽河等油田,石油工业出现了一个高潮时期。石油科学技术有些专业已经接近当时的世界先进水平。例如,陆相生油理论的研究,大庆油田的开发技术,钻井队的年进尺和石油炼制中的“五朵金花”等。十年动乱把石油科技战线搞乱了,科技发展缓慢。党的十一届三中全会以来,石油工业又有了新的发展,石油科技事业和石油科技水平都有了新的发展和提高。但是,和世界石油科学技术水平相比,还有很大差距。现在分别从以下几个方面,把世界石油科技水平和我国的石油科技水平的情况叙述于后。

(一)地质勘探方面

石油地质勘探的科学技术工作,主要是寻找油、气田和研究它们的形成与分布的,大体可以划分为两大类。

1, 寻找油、气的技术。 在地质勘探寻找油、气的技术中,除钻井以外,就是地球物理勘探和地球物理测井技术。前者是在地面或海上,寻找可供油、气储存的场所——圈闭的手段,它为钻探井提供井位。后者是在已钻成的井孔中,识别和发现含油、气层,为获得石油和天然气的储量提供依据。

首先,在地球物理勘探方面。目前我国已经初步形成了一支包括野外采集、计算机处理和资料解释研究等方面成龙配套的地球物理勘探队伍。近年来,通过引进和国内自己制造,给地震勘探队装备了数字地震仪及其配套设备,通过租用国外大型计算机和国内中、小型计算机联合使用,地震资料实现了全部数字处理,处理的手段和内容也逐

渐丰富起来。这方面大体上达到了当前的国际水平。

在勘探领域方面，在沙漠、戈壁和山地等地理条件较差的地区，也能获得比以前清晰的成果。同时，在我国东部、华北和江汉平原地区，寻找复杂的隐蔽油、气藏也获得了良好的结果。现在已开始掌握三维地震技术。

目前我国地球物理勘探的水平，与世界先进水平主要差距表现在以下五个方面：（1）数字装备不足而且效率低；（2）在一些复杂的地理条件下，还不能获得好的成果；（3）三维地震新技术推广缓慢；（4）技术力量少而弱，管理水平也差；（5）理论研究基本是个空白。

除了地震勘探技术以外，我国在重力勘探、航空重力、电磁法、激发极化法和卫星遥感等方面，比世界先进水平均有相当的差距，有较大的发展余地。

其次，在地球物理测井方面，我国发展也是很快的。在五十年代末，研制成功了当时比较先进的多线型电测井仪器，能够解决砂岩油藏中较厚油层的识别问题，因而在大庆油田开发中起到了很好的作用。但是，二十多年来我国测井技术装备改进不快，目前使用数字测井设备的仅占全部测井队的4%。

目前国外已经比较普遍地使用了能承受260℃和1700大气压的新型测井仪，在资料解释方面开始使用“人工智能”。我国与其相比差距是显著的。如果较细地分析，差距表现在：（1）测井装备没有系列化、标准化和数字化；（2）有些国外已有的测井技术，我国尚未掌握，例如，低矿化度细岩性油层的识别，高矿化度细岩性油层的识别，低电阻油层的识别，重质油层和轻质油层的评价，天然气层的识别和裂缝性油层的判别等；（3）没有数控测井技术，电子计算机使用不普遍；（4）随钻测井技术还没有掌握和使用，等等。

以上两方面的技术人员技术素质的提高和新技术人员的培养，以及专门的科学技术研究中心的设立和充实，也是当务之急，亟待解决。

2. 研究油气田形成和分布规律的理论。 这方面工作是石油勘探的理论基础，对于找油的领域和找油的方向的分析确定，提高勘探效果和经济效益都有直接的影响。现分以下四个方面加以阐述：

首先，构造和沉积与油气分布的关系。近年来，板块构造学说在国外兴起，对于含油沉积盆地在大体构造的位置进行分类，并且进行含油气远景评价。这方面我国已经有了一个良好的开端，提出了按这个学说对沉积盆地进行分类的方案，以便进行含油气远景的类比工作。

由于油、气大多生成和储存在沉积岩层之中，世界各产油国都重视对沉积岩的研究，并且有了较大的进展。主要表现在各种沉积相模式的建立，沉积相与有机地球化学相结合形成各种油、气分布规律，沉积相与地震勘探相结合形成的地震地层学，以及各种岩石中孔隙形成因素的研究，都可以指示油、气储存的地带。

我国在这方面研究工作所表现的差距，在于研究的手段和设备上，以及所获得资料的处理方面还比较落后。

其次，油气生成、运移和聚集方面。这是研究油气田形成过程中的一项工作。近年来使用了色谱—质谱—电子计算机等先进设备和技术，对于石油生成的研究有了很大

的促进作用,可以研究原油和生油岩、原油和原油之间的相互关系。油气在地层中生成以后,还要经过不同距离的运移,才成群成带地分布在一个沉积盆地之中,形成一些油气聚集带,每个油田和气田就在聚集带里,因此油气田分布是有规律可寻的。在油气勘探工作中,一旦有所发现,必定会找到一系列的油气田。研究油气田分布规律的工作,我国有关的科学研究单位都在进行。但是,使用的设备中相当数量较陈旧,有些课题所研究的深度较浅。例如海相地层和石灰岩生油等方面研究较少,是个很薄弱的环节。

第三,关于油气资源的估计和储量的分类方面。这方面的研究工作,是在前述两方面的基础上进行的,是更加接近应用的一项工作。对于油气资源的估计,世界各产油国都很重视。确定估计的方法,划分储量的类别和判断油气资源量,是这项工作的主要内容。由于油气资源的多少直接关系着产油国经济的发展,因此油气资源问题不仅是石油科学工作者关心的事,也是经济学家和国家领导人所关心的事。目前我国采用的可采储量和地质储量的概念是五十年代建立起来的。近年以来,世界各国普遍趋向划分为三级,即证实储量,未证实储量(包括可获得储量和可能储量),这两级称为已发现储量。远景储量也可以称为未发现储量。这方面我国可以加以研究之后采用。

第四,油气勘探的新动向方面。近年来,从世界范围来看,天然气的储量和产量均比原油增长得快。考虑到我国的地质条件和对能源急需的情况,应该十分重视天然气的勘探工作。除了砂岩孔隙性气藏和石灰岩裂缝性气藏以外,现在世界上发现了大型的微密砂岩中的气藏、水溶气藏和深部气藏,是我国需要注意寻找的。目前在世界上最深的气田是米尔斯—兰奇气田,它位于阿纳决科盆地,产层是奥陶系碳酸盐岩,埋深为7662~7875米。这个盆地中已探明深层天然气储量14000亿米³。

关于油田方面,世界上的动向结合我国当前情况,有以下五点值得借鉴:第一点,是在勘探比较成熟的地区,背斜构造类型的油气藏基本上已经勘探完毕的情况下,要积极开展对地层和岩性圈闭形成油气藏的勘探工作。根据美国统计资料,这类油气藏的储量已占全部油气储量的33%,现在还有上升的趋势。我国的松辽盆地、渤海湾沿岸地区和东部其它一些含油气盆地中,近年油气储量的增长,主要是因为发现了这类油气藏的结果。第二点,是在逆掩断裂带的断层面下寻找油气藏。在大的逆掩断裂带中,由于推覆体把油气田隐伏在逆掩断层面下边,实际上也是隐蔽油气藏的一种。由于过去的勘探手段的原因,长期以来对逆掩断层面及以下的构造面貌弄不清楚,近年来,由于高精度的数字地震设备的使用,在美国落基山逆掩断裂带的勘探取得成功以后,通过借鉴在我国的克拉玛依油田的大逆掩断层面下边也发现了油田。这类地质条件的地带我国还有一些,今后值得注意勘探。第三点,是勘探和开发海上油气田。海上油气田的勘探和开发虽然已有半个世纪的历史,近二十多年来,由于勘探设备的革新和完善,在世界范围内形成了勘探开发海上油气田的热潮,特别是北海含油气区的开发,使英国、挪威等沿岸国家的石油工业乃至国家经济均有较大幅度的增长,因而引起了有海上油气资源国家的注视。我国在对外开放政策的指导下,也与外资合作开发沿海的油气田。从技术上看,当前主要的动向是向深水进军,在海上钻深井和适应海上恶劣的环境,可见主要是设备问题。而石油地质理论方面则与陆地上是一致的。第四点,是寻找深部油气藏。深部是指在4000米以下。从石油地质条件分析,我国各含油气盆地深度都超过4000米,有的达

万米，因此深部勘探的领域很宽广。我国地震勘探技术在寻找深部油气藏方面和世界差距还不太大，差距主要表现在钻井技术和测井技术方面。第五点，是稠油资源的开发和利用。稠油是指比重大于 0.98，粘度在地层条件下大于 1 万厘泊的原油。这类原油世界上资源不少，长期以来由于开发技术复杂，成本很高，在经济上不合算，因而也影响对它的勘探工作。近年来，由于原油价格上涨，开发和利用稠油成为有利可图的事，因而勘探这类资源成为世界的动向之一了。我国在克拉玛依油田和东部一些含油气区中，稠油资源也是丰富的，今后可以进行勘探，为开发和利用提供条件。

综上所述，在地质勘探方面，除一些基础理论以外，我国与世界先进水平相比，差距主要表现在设备和使用设备的技术人员的技术素质方面。此外，我国的陆相生油理论在近年也有发展，这是我国的特色，有可能在世界油气地质理论中作出自己的贡献。

(二) 钻井技术方面

钻井技术是直接从地下获取油气的唯一手段。它不仅在石油勘探工作中起着决定性的作用。而且是油气田开发工作中不可缺少的。由于钻井工作在油气田勘探和开发工作中是投资的主要项目之一，因此世界各产油国家均对钻井技术的发展极为关心，都是要采用效率高，消耗少、操作方便的机具和设备，从而促进了钻井技术精益求精。除钻机制造我国与世界先进水平有明显差距暂不论述外，仅就以下三个方面介绍钻井技术的情况。

1, 钻井工具方面。 主要指的是钻头和泥浆。我国现已掌握了三牙轮密封轴承镶齿钻头的制造和使用。在国外除这类钻头外，当前迅速发展聚晶金刚石和硬合金镶焊钻头，在硬的岩层中单只钻头的进尺大大超过了三牙轮钻头，我国尚未掌握有关的技术。

关于泥浆，我国已能配制低固相泥浆、油基泥浆、乳化泥浆和高温泥浆等。对于钻井速度的提高、井孔质量的改进和减少对油层的污染都起了良好的作用。但是与国外先进水平相比，品种还不齐全，对付钻井条件特殊的地层还没有适当的泥浆。例如，对付严重坍塌的地层、石膏和岩盐层、高含硫化氢气层，以及高压和低压交互出现的地层等，都还没有完备的处理剂和工艺技术，有待自己研究或引进。

2, 钻井方式方面。 目前我国已经掌握了打直井的技术。近年来随着海上油田的开发，发展了定向井和丛式井，也就是说，在一个井场上向四面八方钻若干口固定方向的斜井。这样在一个井场可以开采相当大面积的油层，这种方式在人口稠密或地形复杂的地区很有用处。我国已经开始进行研究和采用，今后应当大大地发展。需要解决的是有关的工具设备的配套和完善。

此外，固井工艺我国比较薄弱，需要研制符合国际标准的油井水泥、水泥添加剂和各种管材。在注水泥固井的工艺方面也要认真研究。完井工艺目前国内多采用电缆带射孔枪进行射孔完井工艺，国外现已采用了用油管代替电缆进行长井段一次射孔完井的工艺，这也是我国应当研究采用的。

3, 获取资料方面。 从井孔中取出的岩心是研究油层的样品，我国已经掌握了常规取岩心和密闭取岩心技术。对世界上已有的定向取岩心和保压取岩心的技术有待掌握。同时，新型的取心钻头和岩心筒也需要研制。

此外，在井口录井和气测井所用的工具、仪表和工艺技术也需要制造高效的和耐用的。

(三) 油田开发和采油技术方面

为了提高我国原油的产量，除要有充足的储量外，提高油田开发和采油技术也是很重要的。只有技术进步才能提高油田采收率，延长油田的高产期，进而提高经济效益。可以分为以下三点加以叙述。

1. 油藏工程和油藏地质方面。 在国外这方面的技术已经日趋成熟，用数值模拟的方法建立各种模型，把地质、地震、测井、试井、生产测试和生产的资料综合起来，对油藏内部的情况进行分析和判断，以使人们可以采用有效的措施。这项技术正从宏观向微观发展。

在油藏工程研究中，测井资料随着计算技术的引用，可以使孔隙度和饱和度的解释达到分米厚度级。

在国外，使用数值模拟的结果，预测实际油田的动态时，已经注意到了与生产动态进行历史拟合的方法。也就是说，对于已经开采的油田进行预测时，对以往的生产情况要加以对照，从以往预测未来。

我国油藏工程和油藏地质研究水平与世界先进水平的差距较大，需要引进必要的资料，把设备完善配套起来。但是，在砂岩油藏中，把沉积相的概念运用到开发中去，建立地质模型的工作水平较高。

2. 采油工艺方面。 对于低渗油层增产措施中的压裂和酸化工艺，国外在施工用的液体上有较大的发展。如出现了多种乳化和胶化酸，还有泡沫酸，达到了作用时间长和在高温（149 °C）条件下仍然稳定的良好效果。对于压裂中产生的裂缝方位也研究出较好的测量方法。

我国酸化和压裂比较广泛地在油、气田上使用，见到了明显的效果。与国外先进水平比较，压裂和酸化的处理剂品种还不齐全。同时，针对不同类型的油层特点采用新的工艺方面，也要进一步改进。

此外，对于高含硫的油气藏，在国外已经研制成功了一种新型的高强度的合金钢，可以防止硫化氢的腐蚀，这方面我国有待研制。

3. 提高采收率方面。 国外提高油层采收率的新技术有热驱、混相气驱和化学驱，油层燃烧法在罗马尼亚得到了发展。这些方法总的目的是改善原油在油层中流动的状态，把稠的油变稀一些，使原油的流动性能变好，在开采时变得容易一些，从而提高油藏的采收率。

我国在这方面已开始试验，热驱工艺在少数油田上见到了效果。总的来看差距较大。

我国油田开采中，以封隔器为主的分层开采技术为其特色，已有一套完整的工艺，但需进一步提高工艺水平。

(四) 油田建设和集输方面

我国油田建设和油气集输技术有一定的水平，表现在：已经掌握了一套适合我国原油特点的油气集输工艺。例如，易凝原油不热输送已有较大的突破，原油脱水技术有较高水平，原油稳定、轻油回收的工艺技术有一定水平，研制了高效率的加热炉和注水离心泵，研制并推广了标准体积管、腰流量计等整套净化原油计量仪表，气田集输技术也有一定水平。

和国外先进水平相比，我国油田建设和集输技术水平差距表现在：油气损耗大，原因是设备密封性能不好；能耗多，主要原因是集输油温度高、保温技术差，设备效率低；计量方法落后，装备也不配套；有关设备不定型、不配套、效率低；污水处理和回注技术落后。

由上分析，今后发展的方向，应当是以节能和降低消耗为中心，完善油气集输系统的密闭流程、完善轻油回收工艺及设备、改善注水系统，研究脱氧、杀菌、防垢和抗腐蚀的化学助剂，以改善水质。

(五) 长输管道方面

我国管道建设已初具规模，各类管道总长 10600 公里，共 99 条。每年生产的原油 60% 以上通过长输管道，扭转了原油运输主要依靠铁路的局面。近年来输油成本逐年下降，1982 年为 1979 年的 87.1%；油耗也逐年下降，1982 年为 1979 年的 77%，说明经济效益有了增长。

但是，我国长输管道长度，与国外相当时期比较有明显差距。如美国年产原油一亿吨时，各类管道已达 5 万多公里。我国长输管道技术水平，大约相当于国外 50 年代末至 60 年代初的水平。如加热炉热效率目前国外先进水平为 93%，而我国仅 75%；泵的效率国外先进水平与我国同类型的相比，大约高出 10% 左右。

此外，由于种种原因，我国有少数输油管道，实际输量不及设计量的一半，有的还达不到按热力条件所规定的最低输量，因而还要反方向输送，造成很大浪费，经济效益很差。

我国在单站自动化方面取得了成果，全线自动化尚待研究，在这方面与国外先进水平相比差距很大。在 70 年代末，国外已有 247 条管线采用电子计算机控制，节约了大量的人力，提高了经济效益。

在输送物品方面，我国都是石油和天然气。而国外已用管道输送高温热水、煤和矿石。用管道输送固体，在管道运输史上是一项技术革命。从我国情况看，管道输煤有广阔的发展前途。随着海上油、气田的开发，海上管道的铺设也迫在眉睫，这方面的技术，对我国还是空白，有待急速解决。

(六) 石油炼制方面

我国炼油工业的技术水平，已经提高到了一个新的阶段。和国外先进水平也有一些

差距，可以从五个方面对比叙述于下：

1，产品质量方面。我国的石油产品的质量，基本上满足国防和国民经济建设的需要，出口的石油产品也逐年增加，有 49 种产品达到了国际水平。同时，还为近年各工业部门引进的成套设备，研制了许多新的油品，基本上满足了这些设备的需要。除合成油脂以外，我国油品质量大体上相当于国外 60 年代末的水平，因此，亟需把质量提高到一个新的水平。现在把主要石油产品的国内外质量情况对比于后。

(1) 车用汽油：以汽油辛烷值来看，国外优质汽油为 96~100，普通汽油为 90~94。由于国内汽车数量最大的是解放牌卡车，它只需要 66 号汽油，因为标号低，就大量地耗费汽油；于是比国外多耗油 30% 左右，可见差距之大。

(2) 柴油：因为它的热效率高，价格便宜，近年来有较大的增产。我国柴油与国外相比，存在着安定性差和凝固点高的缺点。

(3) 重油：我国原油普遍轻组分少，含腊量较高。在提炼过程中生产的重油普遍粘度大、凝固点高，给运输造成困难。

(4) 燃气轮机燃料：包括航空煤油和工业燃气轮机燃料两种，前者已能满足国内、外的需要，而后者尚未开始研制。

(5) 润滑油和添加剂：基础油的质量已经达到国际水平，每年有出口。而国内用的内燃机油质量不高。机械油方面我国亟需制订规格，改变目前好坏都是一种油的局面。

2，炼油工艺方面。由于世界性的经济衰退，国外炼油能力过剩，所以重油加工技术发展较快，总的方向是脱碳（包括脱沥青）和加氢，从重油中多炼出轻质油品来。这方面的工艺有：灵活焦化，戴纳焦化，常压渣油催化裂化，尤利卡渣油热裂化，溶剂脱金属，以及常压渣油加氢处理等等。

我国拥有自己的催化裂化技术，在世界上处于前列地位。考虑到世界炼油工艺发展方向，应从我国原油性质、产品的需要、技术水平和经济效益等出发，寻找我国发展深度加工的途径。我国原油虽然普遍偏重，但比国际市场上出售的重油质量好得多，因而没有必要采用投资很多的重油加工方法，而应采用投资数少、商品率高和技术成熟的加工方法，如延迟焦化，溶剂脱沥青，减粘裂化和渣油催化裂化的工艺技术。有些重质原油，如产于孤岛和高升油田的，可以生产沥青为主，这时可以考虑采用国外重油加工的方法，如灵活焦化等。

3，节能方面。我国炼油厂节能工作开展较晚，1978 年才普遍展开。几年来已取得明显效果。以 1982 年与 1978 年相比，全国加工一吨原油的平均能耗降低了 24%，加工一吨原油所用的燃料，降低了 39.7%。但是，和国外先进水平相比仍有差距。如我国 1982 年加工一吨原油的能耗水平，比美国 1981 年的能耗水平高 3%，比日本 1980 年的能耗水平高 8%。

4，环境保护方面。我国炼油厂三废治理技术，从单项来看都已掌握。如污水处理的生化、物化流程，以及三级处理技术。但常因管理不善和操作上的原因，实效较国外炼油厂差。

5，自动化水平。国外炼油厂向大型、高效、节能和自动化发展，操作技术向优化

控制方向发展。我国炼油厂在自动化水平方面的差距，一是计算机应用少、水平低，经济效果不明显；二是企业管理水平差。

(七)石油机械制造和设备防腐技术方面

1, **石油机械制造方面**。这是关系到石油工业发展速度，也是反映一个国家石油技术水平的重要方面。近年来，我国石油机械工业发展较快，某些品种的水平也有较大的提高。例如，数字地震仪已能成批生产，钻机上的吊环达到了国际先进水平，6000米塔式井架已试制成功，半潜式海上钻井平台已能制造，12V—190柴油机寿命已达1万小时以上，定向井用的井下动力钻具已投入使用，等等。

但是，与国外先进水平相比差距较大。表现在：(1)品种太少：1982年底，我国只有3.1万种，而苏联1977年就有27万种。在油田机械方面，目前美国近1500种，而我国合格的仅100种。(2)寿命短：一部分产品因一些关键性的部件加工质量差，影响到整机寿命短。(3)标准化水平低：由于标准不严，产品出厂时缺乏依据，使大批不合格产品出厂，在生产上造成很大的损失。

2, **设备防腐技术方面**。这是一项关系到许多工业部门的技术，就石油工业来讲更显重要。建国以来，在石油设备防腐技术及其基础研究方面都取得了许多成果，其主要方面是：(1)开始在全国建立土壤腐蚀试验站的工作；(2)取得了一批技术成果：如开发四川含硫气田时采用的防腐技术，在炼厂推广了“一脱四注”的防腐工艺，在长输管道上推广使用了涂层加阴极保护措施等；(3)研究制造了一批定型产品：为改进了脱盐设备，使原油脱盐达到了世界水平；制成一批缓蚀剂：“4502”、“7019”、“7623”和“兰4—A”等；还有KKG—3型恒电位仪和防腐绝缘层检漏仪；以及管外防腐材料热涂聚乙烯防腐层（黄夹克），SL—I型超声波高温测厚仪和腐蚀（电阻）探针，等等。

我国防腐技术存在的主要差距表现在：(1)管道防腐材料单一，需要推广使用粘胶带，热涂聚乙烯（黄夹克）；(2)国外已经普遍采用管内涂层防腐技术，我国的油、气管线尚未采用；(3)我国阴极保护和牺牲阳极技术刚开始使用，还未达到电子计算机分析处理和遥控的水平；(4)油、水井套管、热水管、注水和污水处理系统，以及水泵的内腐蚀都相当严重，现在仅开始研究解决的方法；(5)硫化氢防腐系列及海上石油设备的海水腐蚀在我国尚未开始研究，亟待开展这项工作。

总之，我国石油设备防腐技术还相当落后，对已掌握的技术应该完善配套，研究新技术、新材料和新的施工机具。同时，还要对防腐技术的机理进行研究，使这项技术的发展有一个坚实的基础。

(八)几项主要的建议

通过对石油工业科技国内、外水平的调查，结合我国石油工业的现状，以下几方面科学技术需要在近期加快发展。同时，还有与此相关的问题亟待解决。

1、与增加石油和天然气储量有关的技术。石油地球物理勘探（地震勘探为主）的

技术,近年虽然有较快的发展,但是地震资料处理水平和地震仪器的质量需要提高。三维地震技术需要加速发展,这项技术是在已知含油气地区发现新的油、气层,隐蔽的油气圈闭的重要手段。同时,要以更快的速度发展测井技术,要以提高油、气层解释的符合率,提高计算油气饱和率和储油层孔隙率等参数精度的技术为主。对于裂缝性油气层,则要以提高识别裂缝层段和裂缝走向有关的技术为主。

2、与增加油气产量和提高油气田采收率有关的技术。三次采油技术在我国已开采的油田上应当迅速发展,因为我国主要油田目前含水率大都超过了50%,已经进入了开发的中后期,为了稳定产量和提高油田采收率是必需的。油田上采油和集输的自动化和遥控技术的普及,将会大大提高工作效率和管理水平,应当加快发展。含硫油、气田的开采的设备和技术需要研制和掌握。随着海上油、气田的开发,有关的技术将会比现在更加迫切。

3、与提高油品质量、增加油品数量有关的技术。由于我国原油普遍偏重,石油加工技术中那些投资不太多、商品率又高的深度加工炼油技术要着重发展,以便较大幅度地提高汽、柴、润的产量。同时,提高汽油的辛烷值,提高柴汽比。对于石油化工技术的发展,近年要重点予以考虑,使有限的原油,生产出更多的产品,创造出更好的经济效益。

4、石油机械设备制造业。这方面是我国石油工业科学技术领域中薄弱的环节,虽然我国政府实行对外开放政策,可以从国外引进,没有必要也没有可能全都由国内制造,但是那些易耗的设备和用量大、技术水平的要求又不太高的设备、工具、仪器、仪表则应由国内制造。国内制造的机械产品应该强调标准化和系列化,以提高我国石油机械的自给率。当然,石油机械设备的防腐技术的发展也是刻不容缓的。

5、节约油、气的技术。我国油气产量虽然在世界上占有一定位置,但是相对于我国十亿人口和宏大的国民经济发展计划来说,则属于紧缺产品。但是从勘探、开采、加工炼制和销售使用各个环节都有严重的浪费。这方面除有管理和价格方面的问题以外,有关的技术设备不完备、质量不高也是重要原因。因此,近年要着重地抓紧发展。

6、提高石油科技人员的技术素质。目前我国石油科技人员不仅数量少而且素质差,表现在知识面窄,对计算技术普遍不掌握。因此,除对正在培养的科技人员进行必要的训练以外,现在亟待对在职的各级技术人员普及计算技术。这样不仅能提高各种技术工作的效率,而且也能缓和科技人员少的矛盾。

7、对石油科技有关的基础理论要加强。石油工业科技涉及的基础学科的面相当广泛,多年来,属于石油系统的科技单位多忙于生产的急需,而对有关的基础理论研究显得十分薄弱,原因是投入的力量很少造成的。为了石油工业和石油科技水平稳步地提高,逐渐地摆脱目前依赖引进的状态,就必须加强有关的基础理论研究,充实有关的研究院、所、室,制定必要的制度,保证研究课题不受干扰地开展起来,取得预期的结果。

二、从第十一届世界石油大会看

世界石油科技动向

侯 祥 麟

在第十一届世界石油大会上，共宣读了133篇论文，基本上反映了当前世界上石油科技动向。现分别叙述于下：

1.突出地讨论了世界石油资源及其供需问题。由于世界性的“能源危机”，会议十分重视油气资源，根据权威人士估计，世界石油已、未发现的可采储量可供世界用67年，天然气则足以维持使用100年。而整个石油工业发展史仅130多年，可见目前石油和天然气资源并未走向枯竭，而还处在发展阶段。

根据预测，石油在世界能源结构中将逐渐降低，到2000年可能为30%，天然气则保持目前的17%的水平。

2.在地质勘探方面。墨西哥石油公司的任亭诺布苏托在会上比较系统地介绍了他们勘探东南部新油区的经验。这些地区已勘探68年了，直到1972年才发现了目前的深层高产大油区。近10年来只打探井123口（成功的73口，成功率约为60%），就找到了40个油田和气田，探明可采储量64亿吨，生产能力达1.2亿吨/年，单井平均日产820吨，成效高、速度快。主要经验：一是加强地质综合研究，如：用盐层的孢粉研究确定盐来自深部的侏罗系，用地震层速度分析推测复盖层以下有大面积中生代碳酸盐地层分布等；二是采用多次复盖地震技术查明深层构造形态；三是注意了碳酸盐岩的勘探研究工作。这些经验值得我们借鉴。

在天然气勘探方面，瑞士的格鲁脑指出，全世界天然气的分布，侏罗系占第一位，占总可采储量的33.1%；志留系占第三位，占14.6%。我国现有天然气储量中，侏罗系仅占0.18%，志留系则在贵州发现，今后似宜加强对这两层系的勘探和研究。格鲁脑还指出，按生油母质划分，世界天然气储量的60%为类脂型（干酪根I型及IIA型），其次才是腐植质及混合型（干酪根IIB及II型）。这些看法与有些地质学家认为腐植型煤成气源大于50%的看法有较明显的区别。

全世界重油（比重大于0.935的油）及沥青储量很多，据估计约3000亿吨。在这次大会上重油的地质勘探工作受到了重视。除加拿大和委内瑞拉以外，据苏联的加里莫夫报告，苏联近几年来，已在第二巴库油区，打了2000多口重油和沥青探井，发现矿田300多处，已对其中的30多处进行了详探，总结出一些重油勘探的地质规律。美国雪夫龙公司的狄美逊的论文——《预测性油源层地层学》，提出了有机相的概念。通过对北海有机相的研究，他认为油气运移是短距离的，生油岩的分布范围基本上控制了储油岩的分布。日本代表在一篇特别的论文中，详细的报导了在中新统火山岩里找到油、气资源的情况，与会代表认为这对于油、气贫乏的国家来说是一个新的找油、气的方向。

3. 在地球物理勘探方面。法国的沙洛齐在论文中比较系统全面地评价了各种物探方法的应用条件及效果。由于有高精度的仪器,连续航空重力和船上重力测量已投入工业使用,对困难地区的区域勘探很有意义。井下重力测量在下套管的井内也可以使用,是体积测量,能测出岩层孔隙度变化和含气层段。西德麦斯纳博士的《地震波在沉积岩中的衰减》是一篇值得重视的专题报告。法国加洛大的报告中所提出的地震横波与纵波配合是地震勘探的一项技术新动向。在沙泥岩结构地区,横波的层速度比纵波大,效果好。两者结合使用能把油气层检测与岩性研究作出较大改进。推广使用同时采集横波和纵波的双检波器。能大大降低横波勘探的成本。

在测井方面,已经较普遍地使用了能承受温度 260°C 及1700大气压的几种新的测井仪器。在测井解释方面,已开始采用“人工智能”,强调要进行多学科的综合评价。随钻测井在技术上已经过关,不仅可以取得钻井参数和井身参数,而且可以测得有关地层的资料。但由于费用高,实际使用还受到限制。

4. 在钻井方面。丛式钻井技术有很大发展。大角度的定向钻井已经有了比较完整的工艺技术和装备,已经钻成了一系列水平井。加拿大埃索公司的保德汶报告该公司在加拿大钻成的一口水平井,垂直井深为489米,全井水平位移为1407米。美国壳牌公司的哈姆比报告了在高压含硫气藏中钻井时的井控及抗腐蚀的一系列措施,可供我们参考。此外,如在薄层多油层油藏中完井时采用油管射孔枪及负压射孔技术,能进行长井段一次射孔完成,并减少对油层的伤害;采用套管外封隔器及膨胀性水泥可以避免水泥浆在套管外串槽,都值得研究采用。

5. 在油田开发及采油方面。油藏工程日趋完善,在数值模拟中普遍重视了油藏的地质描述,即使用地质、地震、测井、取心分析试井以及生产资料等进行综合分析,作出模型,再对模型进行生产资料的历史拟合得出实用的模型,从而使油田开发评价逐步量化。酸化压裂技术有发展,使用了胶化酸、乳化酸以及泡沫压裂液等。对特低渗透气层巨型压裂的裂缝形态和方位的研究有进展。在防砂方面,西德富赫伯格指出,砾石充填的硅质材料在进行蒸气吞吐时,由于高温,有溶解于pH值大于11的硷水中的趋势。但能采用“硅锁”技术,即:使四氯化硅蒸气在地层中分解而形成疏松砂子的硅质胶结,解决细粉砂的胶结问题,并能使其耐蒸气的高温。在提高采收率方面,蒸气吞吐技术除用于开采一般重质原油外,已用于开采极重质油及沥青。埃索公司在加拿大冷湖地区开采沥青的经验表明,在油层温度条件下(13°C),粘度为10万厘泊的沥青在 200°C 时能降为8厘泊。蒸气吞吐在8年内每口井搞8次,每次注入蒸气 $0.7\sim 1.1$ 万米³,可使采收率达到20%,约每注入三吨蒸气可采出一吨沥青。但稠油需经过处理改善质量,才能输送和加工。用蒸气驱采出的油量占用提高采收新技术采油总量的90%左右。火烧油层技术用于开采浅层稠油,在罗马尼亚已经有3个油田工业化使用,最大的一个有50口注入井、400口生产井。他们认为这方法适用于有合适残炭量环烷基和沥青基的原油。混相和非混相气驱的技术也有提高,化学驱油技术仍在研究阶段。

6. 在油气储运方面。意大利埃尼集团的緬蒂报告了铺设穿越地中海平均水深500米的管道的过程。在设计和施工以前做了许多科研工作,如在水深560米处铺设8公里16英寸的管道作试验等。在液化天然气用船舶运输方面肯定了这种运输方法安全、合理;

地下储气技术也有发展，在软地层中建成了地下储气库。

7. 在炼油方面。由于目前世界炼油工业面临原油变重和价格波动，中间馏份需要量增多，而燃料油需要量下降，环保要求日益严格和加工能力过剩的严峻局面，所以比以往任何时期都更要依靠技术进步。渣油加工技术仍是主攻方向，大会有两个分组讨论和一个圆桌会议的专题共14篇文章都围绕这个问题。美国西格和奥尔逊的文章都提供选择合适渣油加工途径的依据。从报告及讨论的情况来看，当前大量采用的渣油加工技术仍是延迟焦化和减粘，预期常压渣油催化裂化（包括掺炼渣油）会有迅速发展。会上介绍了HTC、ABC、HDH等渣油加工新工艺，在讨论中认为，采用廉价催化剂的悬浮床渣油加氢裂化是今后的重要发展方向，近期可能工业化的有Canmet，M-Coke，HDH等工艺。炼油技术的另一重要发展方向是分离技术，色谱分离正、异构烷烃，有机薄膜提浓氢气等已工业化，将会扩大其应用。奥地利的兰尼克预料汽车将更多采用柴油机，这一发展趋势要求炼厂把原油更多转化为柴油。增产柴油的最经济措施是提高柴油干点，其次是调入更多裂化组分，再就是深度转化重油来增产柴油等。这些措施将对质量带来影响，需要加入十六烷值添加剂、流动性能改进剂等来解决，对规格也相应进行修改。润滑油加工技术改进的重点是更换溶剂，改进工艺设备，以降低能耗。节能润滑油是大力研制的品种。荷兰壳牌的佐能分析了36个炼厂的节能成果，认为主要是由于改善了管理、操作和维修，加上一些小型技措。他提出节能措施必须从全厂甚至周围社会的范围来考虑；采用重大措施必须很慎重。

8. 在石油化工方面。英国石油公司的卢士报告他们在石脑油中加入15%液化气或加氢精制后的蜡油，能作为管式炉裂解制乙烯的原料，这样可以扩大原料来源和增加灵活性。从煤制取甲醇，再合成乙二醇和醋酸酐这类含氧化合物，从技术经济看，近期有工业应用的可能。从长远看，电子信息处理和生物化学工程的发展，会对石油化工产品提出新的产品质量要求，将推动石油化学工业的发展。

9. 在石油工业所需资金方面。壳牌西克拉的一篇文章中估计，由于地质和工艺条件越来越复杂，资本主义世界石油工业所花费的资金将由1980年的870亿美元增为2000年的2000亿美元。他还认为，到本世纪末，资本主义世界建成每日每桶石油生产能力的费用估计平均将达2.5万美元，其中中东约为0.7万美元，其它地区为3.5万美元。在这次大会的石油工业的未来财务需求圆桌讨论会上，会议主席说，世界银行集团和壳牌石油公司都热衷于中国石油。

上述这些主要技术动向和成果以及论文作者的意见对我们应有所帮助和启示，其中有的在进一步作分析后可以开展科研工作或加以采用。

三、当前世界石油地质科技水平

翟 光 明

(一) 概 况

1. 关于世界油气资源的估计。按照美国地质学家查理斯·D·玛斯特对石油资源的预测,截止1981年,世界累积采出石油 635.9 亿吨,已发现的原油可采储量为1670亿吨,剩余1034亿吨,据各种地质资料推测,可信的可采储量是 786 亿吨,按目前世界石油消费量的情况进行生产(年产油28亿吨),现有储量可维持37年,加上待发现储量可维持28年,总共可维持65年,因此石油资源在目前不能说是短缺的。

对于世界天然气资源的预测,美国地质学家哈尔布蒂在大会上作了一个报告,他估计目前天然气剩余储量为90万亿立方米,这个数字仅占天然气最终可采储量的33%,截止1983年元月1日,世界总积累采出气量为 37.18 万亿立方米,尚有已证实的天然气可采储量为 90.36 万亿立方米,预测还可找到 143.9 万亿立方米,世界天然气的资源为 271.4 万亿立方米,按照目前世界年消费天然气 1.58 万亿立方米来计算,已有的储量可维持57年,如加上可找到的天然气资源可维持91年,则总共现有的天然气资源可维持148年的消费,这说明天然气资源的情况比石油资源的情况还要好,目前世界天然气总消费量为1.58万亿立方米,但65%的产量集中在美苏两国,一九八二年美国产气5304亿立方米,苏联产气5008亿立方米,全世界其他地区仅生产5517亿立方米。这情况说明,一方面是世界天然气的产量极不平衡,另一方面则说明天然气的潜力还很大,世界上天然气的资源美苏两国只占五分之一,而产量则占65%,这情况表明天然气的生产能力还很大,特别是中东、拉丁美洲和亚洲等地区,远没有发挥出生产潜力。

2. 世界上还有很多有利地区等待勘探或进一步加深勘探工作。世界上没有进行勘探或勘探工作甚少的地区还大量存在,尽管这些地表条件很差,工作条件困难,但却是含油气的有利地区,另外一方面资源组讨论的时候着重提出对已勘探、开发的所谓“老区”要重新评价,很强调老区的重新勘探工作。

哈尔布蒂认为:世界上有大约 600 个有希望的含油气沉积盆地。这些盆地可以分为:高勘探程度、中等勘探程度、部分勘探过的和基本上未进行勘探工作的。目前其中只有 160 个盆地在生产石油。240 个盆地经过中等程度的勘探和部分进行勘探工作,但尚未大量生产油和气。其余的 200 个盆地仅进行过少量的勘探工作或尚未进行勘探工作,这些有利的含油气地区大致是:

(1) 从阿尔及利亚、利比亚到埃及的西奈半岛仍将是石油勘探的活跃地区。

(2) 亚洲—太平洋地区的盆地是将来勘探石油极为有利的地区,如澳大利亚海上大陆架、泰国盆地、中国沿海大陆架、马来西亚盆地、新西兰北岛和南岛东部沿海,即