

中国液体燃料的短缺及其替代问题

Shortage of China's Liquid Fuel and Its Substitution

倪维斗¹ 靳 晖² 李 政³
(清华大学,中国工程院院士¹;硕士生²;教授³ 北京 100084)

2000 年,中国净进口原油约 6 000 万吨,净进口成品油 2 000 多万吨,进口石油约占国内需求总量 30%。石油不足,已经严重威胁到中国的能源安全与经济安全。如何应对,采用何种方案更加符合中国资源、环境和经济的要求,是必须探讨的问题。

一、中国石油资源已经无法满足国内需求;立足国内煤炭资源,大力发展清洁煤技术弥补石油缺口,可以满足资源、环境和经济的要求

1. 能源资源量的比较

中国的各种常规能源到底有多少?什么是我们可以依赖的资源?下表就可以说明问题。

表 1 中国化石能源资源状况

能源	理论总资源量	可采资源量	探明可采资源量	剩余探明资源量	1996年开采量	储采比
煤炭(t)	5.06万亿	2.104万亿	1.0273万亿	1.0025万	14亿	239 1
石油(t)	930亿	140亿	52.6亿	22.24亿	1.6亿	14.4 1
常规天然气(m ³)	38万亿	10.5万亿	1万亿	7 000亿	200亿	35 1

(资源来源:《中国矿情》,科学出版社,1999。数据截止时间为 1996 年底。1997 到 2000 年,石油和天然气每年都新增一部分探明储量,石油储采比提高到 17 1 左右,天然气提高到 40 1 左右)。

可见,中国可采的煤炭资源比石油资源多 1~2 个数量级,而常规天然气资源约为石油资源的一半。尽管当前石油和天然气的探明程度不高,储采比还可以通过加强勘探提高,但是它们本身的资源量就远不及煤炭。

中国的生物质资源也是可行的能源,每年可稳定产生的生物质能源量,不少于 6.5 亿吨标煤(见国家发展计划委员会基础产业发展司编,《中国新能源与可再生能源:1999 白皮书》,中国计划出版社,2000 年);其中,秸秆将近一半,与当前的石油产量相当。

剩余粮食转换为酒精燃料,即使按照 1995~1998 大丰收年的情况,每年粮食供给约大于消费 3 000 万吨。如果全部转换为酒精,按照 3 吨粮食制成 1 吨酒精计算,可以生产约 1 000 万吨酒精。这相当于天然气产量的一半,约为 2000 年原油缺口的 1/10;而中国的人口仍在持续增长,未来的粮食生

产仅够勉强满足粮食的需求(见中国科学院国情分析研究小组,《农业与发展:21 世纪中国粮食与农业发展战略研究》,辽宁人民出版社,1997),很难出现大量剩余。因此,剩余粮食不是一种可靠的能源。

从国外大量进口石油,必然易于受制于人,极不利于中国的经济和国防安全,尤其是在国际形势紧张的情况下。中国的能源问题必须主要立足于自身资源。这一点,南非已经为我们作出了榜样。该国和我国同样是富煤少油,煤炭在一次能源的生产中占到 95%;该国的 Sasol 公司从 20 世纪 50 年代开始发展煤炭液化,目前拥有世界上最大的煤炭间接液化装置,年产油品等煤化工产品约 800 万吨,可以满足全国 20%以上的石油需求。

所以,大力发展清洁煤技术,用中国相对丰富的煤炭资源弥补石油资源的不足,势在必行。关于煤炭资源,有几点必须澄清。

(1) 煤炭并不一定是“肮脏的能源”。能源“洁净”与否,必须和使用能源的技术联系在一起。煤炭直接简单燃烧当然需要逐步被取缔,而我们提倡的清洁煤技术,使用先进的煤化工和内燃机技术,完全可以满足国家的环保要求。例如,煤制超清洁燃料二甲醚(DME)的污染排放甚至大大低于油品,足以满足未来排放标准。

(2) 清洁煤技术并不是我们一时的应急策略。当前油价高涨固然为能源替代提倡了极好的机会,但是清洁煤技术的研究和开发决不能随着国际油价的波动时断时续,必须持之以恒。

(3) 清洁煤技术不一定会加剧温室气体的排放。清洁煤技术如果能用于大规模生产,将生产过程中的二氧化碳收集起来,作为化工原料或埋藏于油井、煤矿,有助于石油、煤层气等资源的开采,变废为宝;而 IGCC 发电技术,还有可能实现与目前天然气相当的低排放。

2. 中国各种油品短缺量分析

从“九五”末期的情况看,以 2000 年产量为基准,年递增 1.83%的速度计算,2010 年时中国石油产量的最乐观估计为 1.95 亿吨,以后将稳定在 2 亿吨左右。而据推算,2010 年时中国石油需求量将在 2.94~3.19 亿吨左右。就是说,即使需求按下限估计,石油产量按上限估计,2010 年时石油供求缺口也将在 1 亿吨以上。表 2 就是中国各种油品当前和未来 15 年的缺口量。可以看出,未来缺口量最大的

成品油依次是柴油、燃料油、LPG和汽油。仔细分析一下它们的应用领域,可以得到以下结论。

(1) 燃料油的缺口是最容易压缩的。目前的缺口如此巨大,主要是因为国内石化企业将燃料油进一步深加工为轻质油,以获得更好的经济利益,而很多沿海出口型企业大量进口燃料油用于生产,所以进口量较前几年猛增。中国从电力、建材、钢铁、石油、石化五大烧油行业中通过节油、水煤浆替代,5年内可以压缩1500万吨/年的用量,约占当前总需求量的1/3强,这个任务已经列入“十五”计划。

(2) 柴油和汽油的缺口主要是交通运输特别是汽车工业发展导致的,这个缺口很难压缩。一方面要通过引入内燃过程的高新科技来节油,尽可能降低每百公里的耗油量(从现在的10升/百公里降到5~6升/百公里),另一方面必须找到合适的液体替代燃料。DME、甲醇和乙醇就是合适的替代燃料。

(3) 液化石油气(LPG)的需求量是完全可以压缩的。目前LPG绝大部分为生活燃料,这完全可以用DME、煤气和电力等替代。用宝贵的石油资源来生产替代性很强的LPG,十分不合算。从这种角度来说,发展LPG燃料汽车根本无助于油品短缺问题的解决。

表2 中国石油供需预测 (单位:万吨)

油 品	油 品	原油	汽油	柴油	煤油	燃料油	液化石油气
2000年	产量	16 262	3 192	5 466	673	1 586	900
	需求量	3 624	7 050	899	3 445	1 380	
	缺口量	432	1 584	226	1 859	480	
缺口占需求量比例 %		11.9	22.5	25.1	54.0	34.8	
2005年	产量	17 800	3 495	5 984	737	1 736	1 080
	需求量	4 380	8 530	1 000	3 620	2 220	
	缺口量	885	2 546	263	1 884	1 140	
缺口占需求量比例 %		20.2	29.8	26.3	52.0	51.4	
2010年	产量	19 500	3 828	6 554	807	1 901	
	需求量	4 650	10 830	1 300	3 805	2 970	
	缺口量	822	4 276	493	1 904		
缺口占需求量比例 %		17.7	39.5	37.9	50.0		
2015年	产量	20 000	3 926	6 722	828	1 950	
	需求量	5 700	13 300	1 610	4 000		
	缺口量	1 774	6 578	782	2 050		
缺口占需求量比例 %		31.1	49.5	48.6	51.3		

注:产量是根据未来我国石油的乐观年产量、当前我国油品加工量和各成品油的比例计算的,需求量是综合各方专家预测得到的;基础数据来源从略。

二、以煤炭气化为核心的清洁煤技术 (特别是 DME 生产和使用技术) 是替代方案的首选,生物质燃料为辅

1. 以煤的气化为核心的几种替代方案

煤经过气化炉转换成合成气用来发电、生产合成燃料以及其它化工产品,是未来清洁煤技术的核心。DME、甲醇、煤制油中的间接液化就是合成气经过蒸汽重整后经各自的催化剂化工合成得到清洁燃料。由于煤炭气化和净化过程三者完全一样,且气化设备投资都占到总设备的一半以上,它们的合成设备如浆态床也很相似,所以这3种替代方案在工艺上是互通的,可以根据未来的市场和环境要求联产或者转产。它们和IGCC也是同一条技术路线,

是很有发展潜力的替代方案,而其中又以DME生产和应用技术最具前途。

(1) 超清洁燃料二甲醚(DME)

DME(CH_3OCH_3)是目前世界上被普遍看好的未来超清洁燃料,各国都在下大力气发展它的生产和使用技术。它可以作为生活燃料、车用燃料和燃气轮机燃料替代LPG、柴油和天然气,而且污染物排放极少。而我国未来成品油中,LPG和柴油的缺口最大,所以,DME对于我国的资源利用和环境保护的协调发展有着极为重要的意义。作为一种燃料,它有如下优点:广泛的可获得性;超清洁;良好的替代性。目前生产DME的传统技术是两步法,即由合成气生产甲醇,甲醇再脱水得到DME。这样,DME成本高于甲醇。而现在又出现了一种先进的一步法,即由合成气直接反应生成DME,可以大大降低成本。宁夏银川正在筹划的中国加拿大合资年产83万吨二甲醚项目,每年利用230万吨灵武的低变质度的晚期烟煤,DME的成本在1200元/吨左右。DME如果按2200元/吨出售,根据热值比例,这相当于柴油3000元/吨的售价,加上燃烧效率的提高和排放的降低,DME在商业上非常具有竞争性。据初步测算,该项目总投资约46亿元,初步决定采用美国空气产品公司(APC)的技术。

在DME的应用方面,目前用DME替代生活燃料LPG,在经济和技术上不存在任何问题。而DME作为车用燃料来替代柴油,燃烧方面也无问题,排放极低。但是,由于DME的粘性很小,容易磨损堵塞喷油泵;此外,由于其常压时是气态,容易在供油管中形成气阻,这是当前DME用于内燃机的一大难点,各国都在竞相研究。

DME燃料在中国未来能源战略中占有重要地位。DME还是中国未来能源技术赶超世界先进水平的最有前途的领域。目前各国对DME的生产和应用研究都处于起步阶段。我国的研究也毫不逊色。中科院山西煤化所在两步法和一步法制DME领域都有相当的成果,西安交通大学对于DME在柴油机上的燃烧试验也得出了不错的结果。目前,世界上基本掌握浆态床一步法制取DME技术的公司有美国的APC公司,但是他们也没有大规模生产的经验。另外,西安交大等高校和研究单位也在积极申请立项,力图在较短时间内解决DME在内燃机中的应用问题,有望得到国家“973计划”的大力支持。

DME还有一个比较重要的意义就是完全符合中国西部大开发和经济发展的战略。煤制DME是高附加值的产品,例如用天然气或煤制成DME用油槽车供给南疆和其它缺乏生活燃料的地区,可以将老矿区的经济盘活,也可以充分利用大西部丰富的煤炭资源,保护环境,提高人民的生活质量。

目前制约DME推广的问题是价格,如何降低DME的生产成本,使之比LPG有竞争力是中国化学工业的一个重要研究方向。如果采用以煤气化为核心的多联产系统,使合成DME的浆态床反应器和发电耦合起来,可以大大降低DME的生产成本。当然,这必须打破行业的界限。

大力发展DME已有相当好的现实基础。大体上可以分为以下3个步骤。

一是在当前条件下用 DME 作生活燃料,取代 LPG。这样可以扩大并逐步稳定 DME 的需求量,刺激国内的 DME 生产,使之逐步达到作为国内重要替代燃料的规模。即使只是生活燃料,其市场亦十分诱人,近 5 年内每年有 500~1 000 万吨的需求量。

二是从现在开始,大力开展 DME 内燃机的研究,早日攻克技术难点,并尽快实现从实验室技术到产业化的转变。这样就可以进一步提高国内 DME 的需求量,加上一定的政策扶植,使得 DME 内燃机在国产汽车中得到广泛使用,充分替代柴油。

三是开展以 DME 为燃料的燃气轮机发电的尝试。DME 的优势是运输、储存比天然气和煤炭方便,可以弥补未来的天然气资源的相对不足,调整燃气轮机发电厂的布局。

总的说来,DME 是 21 世纪的超清洁燃料,其重要性已逐步为人们所认识。目前氢能(更准确地说,和石油、天然气、煤炭不同,氢只是一个载能体)十分“热”,说什么“迎接氢经济时代的到来”,因为氢燃烧变成水,是零排放;但是实际上氢作为载能体,要普遍应用还有大量技术经济问题需要解决,如,大规模、经济地制氢;氢的储运和分配;用氢的燃料电池等,这需要相当长的时间。某种意义上,我们认为较现实的是(在近 20~30 年内),应在中国提出“DME 经济”的概念,无论是民用替代 LPG,或是大规模替代柴油,或是用于发电,DME 的制备、储运、分布都比较容易解决,比氢能经济更加“摸得着,做得到”。国家有关部门应充分重视,及早全面规划。

(2) 车用清洁燃料甲醇

煤制车用燃料甲醇,目前看来是技术发展得最成熟的替代方案。中国从“六五”期间就开始了这方面的研究,山西省已经顺利进行了示范工作,正在实现产业化。

煤制甲醇,有如下优点:技术成熟,可以利用现有的氮肥厂联产,也可以进行专门的大规模生产;燃料清洁,可以单独作为车用燃料,也可以作为氧化剂与汽油混合,提高辛烷值变成高标号汽油,同时使得排放低于国家标准;经济上可行,在富煤少油地区如山西,使用甲醇燃料比同等车型使用汽油作燃料更加经济,具有竞争力。加醇设备只需在加油站安装常压的储醇罐即可,成本远远低于 LPG 和 CNG 的高压设备。

国内目前甲醇生产的成本在 1 200~1 500 元/吨左右,有的地方可以接近 1 000 元/吨。而根据山西示范工程的情况,只要甲醇和汽油价格比不超过 0.6,甲醇示范车燃料经济性则优于同型汽油车。该示范工程的情况简介可参看《国家甲醇燃料汽车示范工程项目进展情况汇报》(2001 年 2 月)。

由此看来,推广甲醇车在技术和经济上并不存在问题,但是甲醇的毒性却是一个最令人担忧的问题。甲醇具有毒性,不可饮入口中和溅入眼中,人如果饮用会导致双目失明甚至死亡。但研究表明,如果能做到安全操作,甲醇就不会对人体产生什么危害。在“七五”国家甲醇技术攻关期间,北京医科大学对接触甲醇燃料的司机、加油工、实验人员,进行了为期 3 年的详细调研,结论是:只要遵守操作规程,没有发现人体健康有异常。我国从事甲醇汽车试验研究长达 20 年的科研人员和甲醇厂的工人都

未发现甲醇职业病。而且,甲醇发生火灾的危险性比汽油要小,泄漏的甲醇可以被环境中的需氧微生物分解,在环境中存在的时间不会太长(潘奎润,甲醇燃料汽车的发展和评价,《商用汽车》,1999 年 6 期)。因此,如何严格管理甲醇的流通渠道,使之仅仅局限于生产和使用过程,而不被不法分子制成假酒,重演“假酒案”的悲剧,才是甲醇车得到安全推广的一个最重要的因素,与之相关的一系列管理规定、优惠政策和宣传普及也要得到可靠的执行。甲醇车要在我国推广,富煤少油地区应首先做出榜样。

(3) 煤制油

煤制油就是将煤炭通过化工过程变成油品。煤制油分为间接液化和直接液化。前者是将煤炭气化后将合成气合成为高标号汽油等油品,后者是直接对煤炭进行加氢反应生产油品。两者对比如表 3 所示。

表 3 煤炭直接液化和间接液化的比较

	直接液化	间接液化
煤种适应性	差	强
反应及操作条件	反应条件苛刻	反应条件温和
热效率	较高	较低
油品质量	一般	高
油收率	较高	一般
设备材料要求	高,设备需进口	低,设备可国产化
世界技术掌握情况	日本有 150t/d 的中试厂,尚未有示范和商业设备	南非已经实现大规模商业化生产
我国技术掌握情况	实验室技术已经基本成熟,尚未有工业试验	已经进行过 2 000 吨/年的工业试验

间接液化在世界上已有大规模的生产厂家,南非的 Sasol 公司用自有煤矿的原煤,3 个厂年用煤总计达 4 590 万吨,主要生产汽油、柴油、蜡等 113 种产品,总产量达 768 万吨,其中油品 458 万吨。1999 年度销售收入 236.5 亿兰特,税前利润 37 亿兰特。总资产收益率 17.1%,净资产收益率 24.4%。

直接液化的技术在世界上还不成熟。虽然美国、德国、日本均宣称他们有成套设备,但目前仅仅在日本有中试项目。

中国的间接液化技术也相对成熟。中科院山西煤化所在 1994 年已经进行了年产 2 000 吨高标号汽油的工业性试验,通过了中科院和山西省的鉴定。该试验打通了流程,考核了主要工艺设备和技术经济指标,并产出合格的 90 号汽油。但由于脱硫技术不过关等种种原因,未能进行较长时间的连续运行和催化剂稳定性考察。1997 年,又进行了催化剂再生和排蜡工业的试验,连续运行 3 000 小时。根据山西煤化所做的经济评估,按照年产 50 万吨油品的煤间接液化方案,工程项目总投资 57.55 亿元,年均净利润为 7.024 亿元,全部投资回收期为 7.11 年,投资利润率为 18.16%,全部投资的财务内部收益率为 19.94%。

中国直接液化目前仍处于实验室阶段。尚未进行工业试验。

两种液化方式相比,显然间接液化更具有发展前途,国际上也更看好间接液化。美国克林顿政府制定的 2000~2005 年的能源发展规划中已经取消

了对直接液化的支持,而继续支持间接液化的研究。所以,在未来煤制油能源发展规划中,中国亦应更多地重视间接液化。

2. 生物质为原料的几种替代方案

生物质为原料的替代燃料,主要是生成燃料乙醇和合成气。乙醇的来源有3种:剩余粮食、能源作物和秸秆。合成气的来源是秸秆和城市垃圾。巴西和美国分别利用本国生产的甘蔗和玉米大量生产乙醇作为车用燃料。美国政府在90年代一直以每年约7亿美元的巨额补贴维持每年50亿升(约4百万吨,每吨补贴约175美元)的玉米制乙醇产量。

(1) 乙醇的使用经济性

由于粮食等作物的生产成本比较高,乙醇的价格总是要比石油要高。中国国内粮食发酵制的乙醇成本在3500~5000元/吨,而按照乙醇热值约为汽油2/3计算,在当前汽油3000元/吨的情况下,乙醇成本在2000元/吨以下才会有竞争力。即使当前成本最低的甜高粱乙醇,成本也在2800元/吨以上。所以,用乙醇作为纯燃料在经济上很不合算,这一点,乙醇比不上甲醇经济。

但是乙醇和甲醇一样,可以作为汽油添加剂,提高汽油的辛烷值。一般地,10%的乙醇和90%的90号汽油混合,可以得到93号汽油,这样乙醇可以作为无铅汽油添加剂代替四乙基铅,而且与当前的无铅添加剂MTBE相比,乙醇对环境几乎无危害,而MTBE由于被怀疑污染地下水、致癌等等,在美国一些州已经被禁用,前途未卜。乙醇作为添加剂的经济性,可以用下式衡量:酒精的最高可行成本=(93号汽油价格-90号汽油价格) $\times 10 + 90$ 号汽油价格。而93号汽油和90号汽油的差价一般在220元/吨左右,则酒精成本只要比90号汽油价格加上2200元/吨后的总价格低,即有利润。按照目前汽油价格为2900元/吨计算,酒精的成本低于5100元/吨即可。这是完全可以实现的。

(2) 各种原料生产乙醇的经济性

剩余粮食制酒精 当前,中国粮食出现阶段性结构性过剩,陈粮很多将要霉变。剩余粮食制酒精可以在一定程度上暂时缓解粮食过剩和燃料不足的矛盾。如果每年增加1000万吨的粮食制酒精,按照3:1的比例,可以新增330多万吨的乙醇年产量,与汽油混合,可提供3300万吨的93号汽油,这对于改善环境意义重大。但是,如前文分析,剩余粮食是不可靠的能源,迅速建立如此之大的生产能力不现实,风险也很大,而且我国目前酒精行业的年生产能力为500万吨,1999年仅仅利用了其中的一半(《中国经济年鉴》,中国经济年鉴社,1999和2000年)。扩大乙醇产量首先应该充分利用剩余的250万吨的生产能力,其次才是在粮食相对集中过剩的地区建立大规模的酒精厂,当然,这里面也要考虑优胜劣汰的问题,主要使一些技术先进、污染少的企业首先搞好或者建立起来。吉林省是我国主要的玉米产区,即将动工的80万吨酒精项目,总投资为32亿元。

能源作物制酒精 能源作物不多占用耕地,而且对于环境的要求也不高,酒精产量则相对比较高。目前看来,甜高粱就是这样一种很有前途的能源作物。甜高粱和粮用高粱一样,每亩可以收获

200~500公斤的粮食,而其独有的特性是每亩还可以收获富含糖分的茎秆(秸秆)。直接从单糖发酵为酒精,比粮食制酒精少一道淀粉水解为单糖的工序,成本大大降低。据测算,由甜高粱茎秆采用土法制酒精的成本仅为2800~3000元/吨,比粮食酒精低1000元左右;而采用先进技术后,其酒精成本还会大幅降低。更为可喜的是,甜高粱耐寒、耐盐碱,本来是为了改良我国西部盐碱地而培养出来的品种,可能还可以涵养水土、改善自然环境。但是其生态效益还需要进行进一步的考证。另外,粤西地区正在筹划利用乙醇专用甘蔗和木薯来生产燃料甲醇,年产量为50万吨。据介绍,该项目拟利用半径在30公里范围内60%的土地生产甘蔗,其成本为3000~3200元/吨。由于当地气候湿润,种植甘蔗基本就利用雨水,不需用大规模的灌溉水。木薯糖蜜制酒精的一个重要问题是污水处理,该项目的木薯加工厂建在20万头规模的养猪厂附近,可以利用废渣、废水处理提供猪饲料。

秸秆制酒精 即是将农作物秸秆通过酶水解成单糖,然后发酵成为酒精。世界上尚未大规模生产,主要是因为酶的成本太高,使得酒精没有竞争力。我国浙江大学曾与河北唐山某厂合作,进行了利用玉米棒芯生产酒精的中间试验。他们使用的原料是干玉米棒芯。由于棒芯需要风干等预处理,其收购价格为210元/吨;按4.5吨玉米棒芯生产1吨酒精的比例,每生产3~4吨酒精需要1吨酶,其总成本为3500~4000元。该厂用的酶是利用玉米棒芯自制的,估计成本为2000元/吨。考虑到生产酶消耗的玉米棒芯,总体上6吨棒芯可以生产1吨酒精。目前酒精的市场价格为3800~4000元/吨,所以每吨酒精仅获300~400元的微利;而如果直接将该酶作为饲料添加酶出售,价格高达20000元/吨,是酶生产成本的10倍。比较该厂的其它产品,制酒精实在是一种不太合算的选择,所以尽管已经通过了中试,该厂并未将这项工艺用于实际生产。而如果使用真正的玉米秸秆,其经济性能可能更差。秸秆制酒精还有一个很大的问题,就是收集困难。根据在吉林的试验,如果运输半径大于5~6公里,秸秆制燃料的价格就不合算了。

3. 其它替代方案

水煤浆替代燃料油的生产在国内已经商业化,目前的问题是要扩大其需求量。在石油价格居高不下的今天,水煤浆在经济上也显示出优越性。目前国内水煤浆以较低价格320~350元/吨出厂,若提高技术含量,价格维持在500元/吨的水平,在重油价格1500~1800元/吨的条件下,改烧水煤浆,2吨浆代替1吨重油,可降低燃料成本500~800元,炼化企业还可有500元的重油加工二次收益。山东白杨河电厂改烧水煤浆后,单位发电成本仅为0.182元/千瓦时。北京燕化公司测算,一台220吨/小时的燃浆锅炉正常燃烧后,每年可代油9万吨,获利1.2亿元,经济效益明显。“十五”期间,可形成水煤浆年生产能力600~800万吨。其中,新建生产能力450~600万吨/年,可替代燃料油约200~300万吨/年。

煤电厂调峰也消耗很多燃料油,使用先进燃烧器、调峰蓄水电站或者调节电价政策都可以缓解调

中国油气资源的开发需要第二次创业

Oil and Gas Resources Need the Second Development

刘光鼎

(中国地球物理学会理事长、中国科学院院士 北京 100101)

石油天然气资源在世界经济发展中具有举足轻重的意义。

过去 50 年,中国的石油地质和地球物理工作者,踏遍了祖国的平原和荒漠,航巡了渤、黄、东、南海,在海陆新生代上下第三系地层中找到了石油和天然气,且获得年产原油 1.7 亿吨、名列世界产量第五位的成就,不仅有力地支援了国家的经济建设,而且以陆相生油科技成果闻名于世。这是中国油气的第一次创业。

50 年开发陆相油气,虽然已取得重大成就,但经过半个世纪的开发,许多油气田开发现已处于中晚期,产量下降,石油天然气产量已不能满足国家经济建设的需求,每年需要用几百亿元的外汇来进口石油。特别是,一旦出现国际风云变幻,即使手中有钱,又有谁会来供应我们石油呢!我们不会忘记,1959 年发现大庆油田后,人民日报曾宣布“洋油时代一去不复返了”。但是,曾几何时,谁想到 1993 年又重新进口洋油了,数量竟达到 3 000 万吨,而且连年有增无减。至 2000 年中国进口原油已达 7 000 万吨,供需矛盾突出,客观上已经影响到国家的经济建设,不能再等闲视之了。

中国油气资源真的贫乏了吗?答案是否定的。两次的油气资源评价都说明,中国油气资源的潜力巨大,目前探明率不到 1/3,至少前新生代海相碳酸盐岩领域就有待于勘探开发。从中国海陆大陆构造演化史来看,中国大陆形成之后,湖泊、河流中的有机质可以生油,经过运移,在新老第三纪地层中赋存成藏,即为新生代陆相碎屑岩油气。我们还应看到,在古生代期间,中国大陆系由华北、扬子、华南、塔里木等块体逐渐拼合而成,块体之间的海水在退

出之前,具有比河湖优越得多的生油条件和广阔得多的容纳空间,因而在古生代海相碳酸盐岩层中应该能找到更多的油气。因此,如果说中国石油天然气工业的第一次创业是在新生代陆相沉积盆地中获得油气资源,那么,石油天然气的第二次创业则应该是从前新生代(中生代和古生代)海相碳酸盐岩地层中发现油气开始。

早在“六五”期间,我们就已经认识到中国的海相地层中具有丰富的石油天然气资源,并在上、中、下扬子地区开展地球物理攻关。遗憾的是,尽管作出了相当大的努力,却未能取得突破。这种种情况促使我们深刻地反思:应该加大勘探力度,向科学技术要油要气。发现海相油气资源未能突破的原因主要有 3 条。

第一,在理论上对海相油气资源的形成演化缺乏认识。起初我们只是认识到古生代海水退出中国大陆之前会有广泛的碳酸盐岩沉积,其中大量微体古生物会在埋藏中转化为石油天然气,但是,没有认识到中生代期间印支、燕山和喜马拉雅等多期造山运动对中国大陆的强烈挤压、改造,以致古生代的油气藏受到严重剥蚀与破坏。如贵州东部的麻江古油藏就是一个储量达 10 亿吨的古生代大油田,它被抬升到地表后,全部油气资源都逸散掉而无法利用。但是麻江古油藏也给我们另一个启示,即是否尚有未遭受破坏的古生代油气藏?或者,即使遭到挤压、改造,却未被抬升、暴露于地表,而存在于古生代海相残留盆地中呢?答案应该是肯定的。在华北、塔里木这些大型沉积盆地的下面,就可能保存着残留盆地,尽管它们可能已经失去盆地的几何形态,但只要保存条件良好,就仍可能储集油气。

峰的压力,可以减少甚至不再需要燃用燃料油。

先进内燃机节油也应该是重点。国内的能源政策是节约和开发并举,汽车节油的潜力还很大。中国内燃机的燃油利用效率一般比国外低 10%~20%;轿车的百公里耗油量为 6.5~8 升,而国外仅为 4~5 升。1994~1995 年,美国、欧洲和日本甚至提出了轿车每百公里耗油 3 升的奋斗目标,最近这个

目标在一些车型上已经实现。

最后,重申并强调上述结论:(1) 中国石油资源不足,必须大力发展清洁煤技术进行替代;(2) 以煤气化为核心的合成燃料是替代方案的主角,DME 技术应该作为发展的目标和重点;(3) 生物质燃料可以作为辅助的替代方案。

(责任编辑 王宏章)