

以“功能”储备补足“资源”储备 ——甲醇战略储备替代 1/10 ~ 1/5 的石油战略储备

金 涌, 陈丙珍

(清华大学化学工程系, 北京 100084)

[摘要] 对世界所有大国而言,石油战略储备是十分重要的。为了满足国家安全的需要,世界不同国际组织如联合国、欧盟等都建议设立3个月的石油战略储备。对于中国而言,这就需要战略储备石油 $3 \times 10^7 \sim 9 \times 10^7$ t,这需要一个长时段和大量资金投入才能完成。如果基于“功能”储备补足“资源”储备的一个新理念来思考,这一目标可以较容易地完成。即储备一定百分数的甲醇来替代石油,则国家安全也可以得到保障。

[关键词] 功能储备; 战略石油储备; 甲醇

[中图分类号] TE09 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2008)11-0004-03

1 概述

2007年12月作为国家战略石油(主要输运能源)储备的“神经中枢”——国家石油储备中心已挂牌成立,这标志着我国石油储备三级管理体系正式启动,这是保障国家能源安全的重要手段,将对增强我国石油储备管理能力、应对突发事件、防范石油供给风险有重大作用。

战略能源储备是世界大国的基本安全政策。石油储备多少合适,目前国际上并没有统一的说法,是由各大国根据需要与能力确定的。一般来说,国际能源机构规定,其成员国的石油储备应相当于该国90天原油或成品油的净进口量;而欧盟则规定,成员国的石油储备应相当于该国90天原油或成品油内部平均消费量。

法国是世界上最早建立石油储备的国家,1992年法国政府通过法案规定,石油战略储备的数量为前一年销售量的27%,相当于全国98天的消费量,目前成品油的储备量约 $2\,227 \times 10^4$ t(其中 $1\,325 \times 10^4$ t为成品油,原油 902×10^4 t)。美国《能源政策与储备法》授权政府确定最高容量为 10^9 桶(7.35 桶约合1 t)的国家石油战略储备。从安全性和经济

性考虑,在墨西哥湾盐矿洞建立了直径数百米,最深可达3 000 m的地下储备设施。美国目前实际石油储备大致在 $6 \times 10^8 \sim 7 \times 10^8$ 桶上下浮动,大致可满足国内158天的需求。日本的石油储备从1978年起实施以国家储备为主的政策,2007年底总储备量超过 $9\,000 \times 10^4 \text{ m}^3$ (1.174 m^3 约合1 t),足以供应全国170天用量。韩国《每日经济新闻》报道,政府计划在2008年将石油储备从目前的 $9\,270.1 \times 10^4$ 桶增加到 1.41×10^8 桶。由此可见,战略能源储备已成为世界上各国家的共同重要举措。

战略能源(石油)储备对我国同样有着十分重大的意义。首先我国石油资源消耗巨大,年消费量已超过 3×10^8 t(以2005年计,原油国内产量为 1.82×10^8 t/a,进口量为 1.3×10^8 t/a),居世界第二位,而国内可采储量仅占世界储量的2.43%。2007年我国石油对外依存度超过50%,随着我国经济的持续发展,中国对石油进口的依赖度还会提高;其次,世界总的政治战略形势虽然趋于和平或缓和,但局部冲突不断,国家分裂主义者不断挑衅台海稳定局面,而我国石油进口通道漫长,需要通过马六甲海峡、台湾海峡等敏感海域,战略石油储备需要更强烈

[收稿日期] 2008-09-18

[作者简介] 金涌(1935-),男,北京市人,清华大学教授,中国工程院院士,博士生导师,研究方向主要为化学工程及生态化工研究;陈丙珍(1936-),女,江苏无锡市人,清华大学教授,中国工程院院士,研究方向主要为化工系统工程的研究及应用

突显;近几年世界连续新发现的石油藏量要少于石油开采量,世界范围的石油高价格时代已经到来,而且一些国际投机势力,通过控制和操纵石油期货价格以获取暴利屡屡得手,这种行为也会严重影响我国的能源安全,所以战略石油储备对我国有着十分迫切的意义。

一个相称的战略石油储备量的形成是十分困难的,以当前我国3个月的石油消耗量来计算,需要有 $7\,500 \times 10^4$ t 储备;而以我国3个月的石油进口量来计算,储备量也需要达到 $3\,000 \times 10^4$ t 以上。目前我国初步规划用15年时间分三期完成石油基地的硬件设施建设,预计总投资将超过 $1\,000 \times 10^8$ 元,至2010年全面建成(包括浙江镇海、浙江舟山、山东黄岛和辽宁大连四个基地),其储藏能力大致可以达到 2800×10^4 t。而届时预计形成的储量仅能达到 $1\,200 \times 10^4$ t 的水平,要到2020年储备方能达到3个月的进口量,且其中的经济风险和安全风险不容低估。在这一总形势下,我们需要从能源储备的大局出发作深入的思考。

如果我们改变传统思维模式,把“需要什么样的资源,就储备什么样的资源”,改变为“需要什么样的资源功能,就储备可实现该功能的所有资源”,即把单纯“资源”储备,转换为“功能”储备,既可达到同样的目的,又容易实现。

煤炭能源显然不合作战略能源储备。首先是在空气中大量储存会产生自然氧化甚至自燃,而且不易于加工运输。天然气虽然加工、运输、使用都很方便,但需要高压储备,投资和保管费用高,而且极不安全,也不宜于用作战略储备。

2 甲醇——煤化工的“平台化合物”

我们把目光转向煤化工制品,以甲醇为例考察它是否可作为“功能”储备资源,来补充我国石油储备的不足。

首先甲醇作为煤化工的“平台化合物”,几乎所有一次或初加工化石能源,如煤(煤气化)、焦炉气、煤田气、天然气、沼气等都可以作为直接合成甲醇的原料,而这些资源在我国相对丰富。甲醇可以以不同成分混入汽油(M5, M15, M85, M100)使用,或者经过简单脱水反应生成二甲醚及甲醇,与植物油进行酯交换反应合成生物柴油,两者都是清洁的柴油代用燃料。所以甲醇基本上可替代石油,加工成为车、船、飞机的动力燃料的补充,而且成本更低。

甲醇可以替代石油,加工成为多种石油化工产

品,通过甲醇裂解工艺(MTO工艺)可以生产混合低碳烯烃(乙烯、丙烯、丁烯等),也可以通过MTP(甲醇制丙烯)工艺单独合成丙烯,而低碳烯烃是石油化工的龙头产品,甚至用于生产芳烃(苯、甲苯、二甲苯等)的MTA(甲醇制甲苯)技术也在研发中,满足现有石油化工的需求。

其次甲醇可以直接加工成多种产品,如可以直接作为燃料电池的燃料或氢的中间存储燃料,它也是传统用来加工甲醛、醋酸、碳酸二甲酯、1,4-丁二醇、乙炔二醇等大宗化学品的原料,是制造氯甲烷、有机硅产品的中间化合物,作为溶剂、黏合剂等也有重要应用。

再次甲醇从本质上讲对人体是安全可控的,甲醇的化学毒性低,不属于美国列入“城市大气毒物策略”的33种对健康有害的物质。甲醇自然存在于人体,含量为 0.6 mg/kg 体重,长期在 $200 \times 10^{-6} \sim 250 \times 10^{-6}$ (在空气中的体积含量百分数)甲醇含量的环境中工作无害,甲醇挥发性较低,同样在空气中暴露,挥发度仅是汽油的30%~60%。甲醇对人体主要的毒害在于误食饮用,对于视力损害严重,可以致命,但比较容易控制,误饮中毒可以用碳酸氢钠、叶酸、酒精等降低它在体内的代谢,所以人们对甲醇为剧毒物质的普遍印象是一种误导。

甲醇在环境中也是安全的,甲醇造成火灾、爆炸的可能性远小于汽油、柴油,其着火的极限浓度是汽油的4倍;甲醇泄露的危害也比汽油、柴油小,甲醇溶于水,易于稀释、扑救和降解。甲醇组成单一,性能稳定,长期储存不易变质。

甲醇作为机动车燃料,其尾气排放好于燃油,即尾气中不含有苯、丁二烯等多种致癌物(见表1、表2和图1),而且硫含量极低,其不足之处在于尾气中甲醛含量高,可以借助尾气净化器加以解决(见表3)。另外甲醇对于发动机橡胶垫片的溶胀能力较高,需要更换特制垫片。

表1 汽油、柴油、甲醇汽车排放物种
Table 1 Emissions of gasoline, diesel and methanol automobiles

排放物	汽油	柴油	甲醇
苯类	3	3	
醛类	3	3	3
酚类	2	2	2
烯类	3	1	
烷类	2	1	
其他化合物	4	4	1
金属	5	5	
非金属	1	2	
种数	23	21	6

注:数据源自美国甲醇研究院

表2 各种汽车燃料非常规排放致癌物比较

Table 2 Cancerogens discharged by kinds of automobiles

致癌物/ (g·km ⁻¹)	甲醇 M100	甲醇 M85	天然气	石油气	柴油	汽油
苯	0	1.5	0.6	< 0.5	1.5	4.7
1,3-丁二烯	0	< 0.5	< 0.5	< 0.5	1.0	0.6
甲醛	5.8	5.8	< 2.0	< 2.0	12	2.5

注:数据源自美国甲醇研究院为主的研究报告

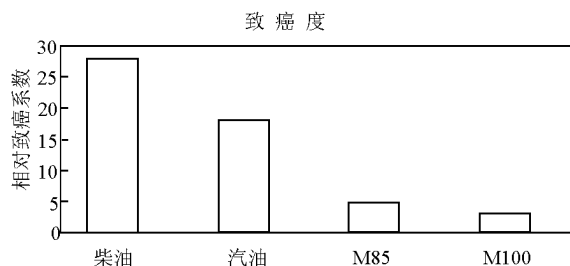


图1 各种汽车燃料致癌度比较

Fig. 1 Cancerogenic degree comparison of different automotive fuels

表3 甲醛尾气氧化处理试验

Table 3 Experiment of methanal tail gas treatment

尾气/(mg·m ⁻³)	催化前	催化后	净化率/%
汽油机	40	4	90
甲醇机	88	3	96.6

3 石油战略储备的补充

最重要的是从经济、节能、减排等几个角度考察,采用甲醇作为“功能”资源储备都是十分有利的。以煤作为原料通过汽化生成 CO 和 H₂,再合成

甲醇的工艺路线简单,煤的消耗少,大约为 2 t 煤/t 甲醇。生产 1 t 甲醇的过程中,CO₂ 的排放约为 3.8 t,如果采用煤间接液化法生产柴油,则煤的消耗量约为 5.5 t 煤/t 柴油,生产过程中的 CO₂ 排放量也大致为生产甲醇排放的 3 倍。如果采用甲醇作为“功能”储备资源,使其与我国巨大的冶金工业相联合,使用全国每年 3 × 10⁸ t 左右的炼焦工业所副产的焦炉气作原料,则投资和产品成本还会大大降低。正在开发中的以煤田气、沼气以及采用新型融池法无焦碳炼铁技术得到的副产气体都可作为大量合成甲醇的廉价原料来源,只要国家政策鼓励,前景十分乐观。我国近年来由于甲醇一时价位虚高,煤化工发展出现甲醇合成建厂和拟建厂热潮,据石化规划院的不完全统计,2007 年全国甲醇产量为 1 076 × 10⁴ t,产能为 1 640 × 10⁴ t,已批准立项的甲醇产能为 1 383 × 10⁴ t,各地方计划项目中甲醇产能为 3 120 × 10⁴ t,预计到 2010 年甲醇产量可达到 2 600 × 10⁴ t 到 3 000 × 10⁴ t,2020 年可达到 6 200 × 10⁴ t。由于甲醇下游产品开发尚需要一个过程,再加之甲醇在汽油中添加量有限,可以预期一两年后将会出现甲醇市场暂时过剩以及甲醇价位回落的局面。如果国家能及时确定将甲醇作为石油代用资源储备的补充,并在内地交通方便地点建设甲醇战略储备设施,则既可调节甲醇市场价格的波动,又可促进我国发展煤化工长期战略的实施,同时在选择建设甲醇储备设施的地点上,也比绝大部分石油储备建在沿海地区更为安全。

总之,如果实施以甲醇战略储备替代 1/10 ~ 1/5 的石油战略储备并逐年适量增加,在替代使用功能、原料来源、安全性、环境保护,经济合理性和实施可行性等方面都是符合我国国情而且易于操作的。

(下转 13 页)