

中国科学院綜合考察委員会資料

編 号:

密 級:

日本煤的气化和液化

(日本考察专题报告)

王 海

(中国科学院自然资源综合考察委员会能源研究室)

一九七九年五月

一九七三年十月中东战争引起资本主义世界能源危机后，日本政府于一九七四年编制了以开发研究新能源为主的《阳光计划》，其中：煤的气化和液化是一项很重要的内容。

日本重视煤的气化、液化是从对世界能源资源的全面分析考察的。

现在世界上能源供应以石油、天然气为主，但据世界上许多人的看法，在1985年左右，世界石油生产可能达到极限，以后就要下降，石油供应要日趋紧张。对主要依靠石油进口的日本威胁很大。日本为了应付这种状况，积极寻找代替石油的能源，如核聚变、原子能发电、地热、太阳能的开发利用、水力资源开发等。

但日本水力资源已基本全部开发利用，原子能发电也作了积热安排，其余几项本世纪难于进入工业实用阶段。因此，日本认为，在石油资源临近枯竭，新能源没有进入工业实用阶段以前，最有效、最可靠的能源之一还是煤炭。

从全世界范围来看，煤的储量比石油丰富得多。但利用煤炭的老办法一直接燃烧，利用效率不高。固体运输量大、污染环境等，为解决这些问题，对煤的利用要采用新的技术方法。煤的气化和液化，就是把煤炭转换成干净的、方便的气体或液体燃料的新技术。当然，煤的液化技术比较复杂，成本较高，据美国、西德、日本三个国家专家讨论，煤的液化可以作到煤炼油每桶价格21美元，比现在原油价格

高百分之五十左右，但预测今后的原油价格上涨趋势，很可能 1985 年前后原油与煤炼油价格相接近。

根据日本通产省工业技术院的介绍，煤的气化和液化五年来 (1974~1978) 研究费用为三十二亿三千五百万日元 (折合人民币为二千七百万元)，其中一九七八年为十亿二千万元，主要进行以下几方面的试验研究：

一、煤的气化

(一) 低热值煤气气化：

在加压沸腾炉 (流动床)，利用蒸汽、空气或富氧空气进行煤的气化，煤气热值为 1000~2000 大卡/立方米。现在试验装置为日处理煤五吨，沸腾炉压力为 7 个大气压，装置已有连续运转 100 小时的经验，取得不少数据。

一九七八年四月开始建设日处理煤 40 吨的低热值煤气气化装置，计划一九八〇年建成并进行运转。今后远景计划拟建设日处理煤 250 吨、5000 吨大型煤气化设备。

低热值煤气主要用于发电，即用于燃气轮机和蒸汽透平的联合机组发电，设想发电机组能力达到 20 万~50 万千瓦，燃料总的利用效率 (包括煤的气化) 可以达到 40~45%，并可防止环境污染问题。

(二) 高热值煤气气化

日本现在进行有两种方法：一种是以煤和石油渣油混合气化法 (Hybrid gasification)，日立公司研究所在进行小型试验；另一种是加氢气化流程 (Hydro gasification)，即在 30 公斤/厘米压力的加压沸腾炉内，煤首先进行热解，热解后的固定炭继续与蒸汽反应生成水煤气 ($\text{CO} + \text{H}_2$)，以增加煤气

热值。

如果生成的煤气进行甲烷化，即煤气中的一氧化碳和氢气在催化剂作用下生成甲烷，增加煤气中甲烷含量，煤气发热值每立米可以高达8000大卡以上，即人工合成天然气。

高热值煤气，煤气发热量为5000~9000大卡/立方米，可用于工业和人民生活，类似天然气，有广泛的用途。现已有小型试验装置，正在设计日产7000立方米装置，1979年施工。今后远景计划扩大为每天产煤气：5万立米、35万立米、及100万立米的煤气化工厂，100万立米即可供100万人口的城市使用。

二、煤的液化

在一定温度和压力条件下，煤直接或间接地进行加氢处理，同时将煤中的灰份大量除去，以及除去引起环境污染的硫、氮等有害元素，煤转化为干净的液体燃料。日本目前主要进行以下三种方式进行煤的液化：

煤的直接液化 (*Direct liquefaction*)。

煤的溶剂处理液化 (*Solvent treatment of coal*)。

煤的溶解液化 (*Solvolytic liquefaction of coal*)。

(一) 煤的直接液化：这是将煤粉与重质油（煤炼油）、催化剂混合的浆状物，在温度400—500℃，压力100~300公斤/厘米²条件下，直接加氢气处理，使煤液化。这个方法得到的煤炼油含有中油和轻油产品较多，目前已进行小型试验，正在设计处理煤2.4吨/日的试验装置，计划1979年建成，1980年进行运转试验。

(二) 煤的溶剂处理液化：这是将煤粉与体积2~5倍重质煤炼油混合，在温度400—450℃，压力10~150公斤/厘米²下，

加氢处理。这个方法与煤直接加氢液化不同，而是溶剂液相先加氢，然后溶剂中氢移向固体煤起液化作用，这个方法比煤的直接液化条件可以低一些。此法在长崎三菱重工业研究所正在施工，规模为处理煤 1 吨/日，明年建成，1980 年进行运转试验。

(三) 煤的溶解液化，是日本独特开发的一种方法，现在长崎三菱重工业研究所已有规模处理煤 1 吨/日试验装置进行运转。

因为时间关系，我们着重参观了九州长崎三菱重工研究所的煤的溶解液化试验和日立公司研究所高热值煤气化（混合气化法）试验，现将这两个试验有关情况报告如下：

(1) 煤的溶解液化 (Solvolysis Reaction)：这也是一种溶剂处理煤液化的方法。利用石油炼厂的减压渣油为溶剂，与煤粉混合（比例可作到煤：油 = 3 : 1），在反应器内常压加温到 400℃ 左右，搅拌 30 分钟，这时大部分煤溶解在渣油中，并进行氢的交换，利用重力沉淀分离煤中大部分灰分等不溶物。将溶解物质进一步加热蒸馏，可得到煤气（主要是甲烷）、裂化油（轻油、中油和沥青）以及固体改质炭。轻油、中油收率可以得到 20%，沥青为 30%，固体改质炭占 50%。这种沥青是中间产物，可以再来与煤混合进行液化。

在九州长崎三菱重工研究所进行规模为 1 吨/日小试验，1977 年建成并进行试验，比较顺利。这个方法的特点是：

1. 可以利用各种原料煤；
2. 石油炼厂的减压渣油（沥青）只是作为淬取的溶剂；
3. 本方法在常压下进行，不需要催化剂和氢气；
4. 得到的溶解沥青是中间产品，可再用来与原料煤混合进行溶解液化。

现正在设计处理煤40吨/日试验装置，计划1980年建成並着手进行试验。

(2) 日立制作公司的混合气化法 (Hybrid gasification) 生产高热值煤气：

这个方法用煤以及石油渣油混合，转换成干淨的燃料煤气，而直接烧渣油其中硫磺污染环境不好解决。这个混合气化法是日立公司于1974年开始研究的。简单流程是这样：

气化分两步进行：先是粉碎的煤粉和渣油混合成浆状，加热至200℃左右，经加压泵並蒸汽雾化喷入流化床气化器中。在流化床气化器中上部，进行第一步气化，煤油混合物进行热裂化，生成煤气和固定炭；然后固定炭在流化床下部，与底部通入的氧气、水蒸汽进行第二步气化。生成的煤气离开气化炉后先经过油洗，接着水洗以除去煤焦油、灰尘和水分，然后用通常的淨化气体办法，除去煤气中的二氧化碳和硫化氢。如果需要高热值煤气，可以进一步甲烷化，即煤气中一氧化碳和氢气在催化剂作用下，转换成甲烷，从而增加煤气的发热量。

这个方法的有利因素是：

1. 各种煤和渣油都能夠同时转换成干淨的燃料煤气；
2. 由于加料系统采用浆状物的办法，输送和加料十分简便；
3. 气化设备是一个简单的流动化床气化炉（沸腾炉）。气化反应分两步进行，第一步是煤油浆混合物进行热裂解；第二步是生成的炭进一步部分氧化。这种简单的气化设备，结构简单，易于控制並且有较高的转化效率。

日立公司混合气化法进行的小型试验装置，是1975年建成，1976年进行试验。试验进行的主要数据为：

直径 ϕ 120毫米

气化炉：上部热裂解部分 长度2米

直径 ϕ 80毫米

下部部分氧化部分

长度2米

操作压力：5~30公斤/平方厘米

温 度：上部700-800℃

下部900-950℃

煤油混合物加入量：1~4公斤/小时

混合物中煤油重量比为：30 : 70

煤气的热值：4,070大卡/立方米

除去二氧化碳和硫化氢后为5,970大卡/立米

气化热效率：即生产煤气的热值与加入原料中热值的比大约为75%

现在正进行各种条件试验，取得数据，为下一步设计日产7000

立方米高热值煤气试验工厂进行准备，计划1980年建成运转。

附表一：日本1978~80年煤的气化液化三年研究开发计划
示意图

附表二：日本1973~1990年煤的气化液化长期研究开发
计划示意图

附表一：

日本 1978~80 年煤的气化液化三年研究开发计划示意表

煤的气化研究项目	1978	1979	1980
(1)低热值煤气化	运	转	
a) 5 T/日试验装置	建	设	△完成运转
b) 40 T/日试验装置			
(2)高热值煤气化	设计	开工 建	设
7000 m ³ /日试验装置			
煤的液化研究			
(1)煤的溶解液化法	运	转	
a) 1 T/日试验装置		设计	建设
b) 40 T/日试验装置	设计	建	设 运转
(2) 2.4 T/日煤直接液化 试验			
(3) 1 T/日溶剂处理液化	设计	建设	运 转

附表二:

日本煤的气化液化长期研究计划 1973~1990年) 示意图

项 目 \ 年 份	1973	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	1990	开发状况	开 发 规 模 (折石油万千升)		开发资金 (亿日元)	
																				1985	1990	1985	1990
煤的气化																							
(1)低热值煤气化	5t/日					40t/日					250t/日		5000t/日						5t/日正在运转研究 40T/日已在建设中	合计 10	210	4,635	8,300
(2)高热值煤气化						7000m³/日				50000m³/日		350000m³/日						7000m³/日正在设计中					
煤的液化																							
(1)煤的溶解液化					1t/日		40t/日			3000t/日								1t/日在试验运转中					
(2)煤的直接加氢 液化						2.4t/日			40t/日	1000t/日	9000t/日							2.4t/日在建设中					
(3)煤的溶剂处理 液化					1t/日				40t/日	3000t/日								1t/日在设计中					