

# 无烟煤生产城市煤气技术的探讨

吴玉通 许碧琼

(化工与生化工程系)

## 摘 要

本文以工业应用为目的,论证如何从福建省实际资源出发,发展中小城镇城市煤气工业的一个捷径,阐明主要技术路线的选择依据,及其明显的社会经济效益。

城市煤气是供应城市居民生活、公共福利事业和部分生产使用煤气的工程设施,是城市公用事业的一部分。煤气是一种优质气体燃料,燃用煤气除了能节约大量煤炭以外,还具有提高产品质量,方便群众生活,改善环境卫生,减少运输量和减轻劳动强度等优点,人工煤气在制气过程中能综合利用,回收多种化工产品。因此,积极发展城市煤气事业,特别是在福建省各中小城镇如何从实际出发,因地制宜,立足本省原料资源和国内技术、设备、用无烟煤为原料发展城市煤气工业具有重大的现实意义和经济意义。现对其生产工艺技术加以探讨。

## 一、主要技术路线选择

### 1. 原料

福建省缺乏烟煤,但无烟煤贮藏量丰富,具有挥发分较低(一般 $V^f < 5\%$ )和原煤灰分含量变化较大[龙岩、永定、天湖山等煤矿灰分较低(一般 $A^f < 20\%$ )]的特点,目前我省尚未发现天然资源中的天然气、石油,从能源情况来看,近期内发展我省城市煤气的主要途径是无烟煤固体燃料气化煤气-水煤气。

水煤气使用的原料,以无烟煤和焦炭为主,但使用焦炭为原料,一方面与冶金工业争“粮食”,而且使水煤气的成本提高 $1/3$ 左右,是不经济的。对以无烟煤为原料的技术要求应是:

粒度以25—75mm或50—100mm的级别为宜,其灰熔点 $t_2 > 1250^\circ\text{C}$ ,从福建无烟煤的筛分特点来看是粒度级越小,其灰分也越少,一般粒度小于13mm的粉煤灰分就小于原煤,小于6mm的粉煤灰分比原煤灰分降低5%左右,而粒度小于25mm的粉煤约占原煤总重量的78—80%。可见,对原煤制水煤气的合理使用还必须根据这一点加以考虑。福建是石灰碳化

本文1987年9月14日收到。

煤球最早使用在化肥工业中的省分，具有丰富的理论基础和制气操作经验，把其无烟粉煤加工成石灰碳化煤球作为城市煤气的原料在技术上是可行的。

2. 主要技术路线的选择

固体燃料在固定床煤气发生炉里气化制取水煤气，其主要组分为一氧化碳和氢气，其热值为10465kJ/Hm<sup>3</sup>左右，热值低，毒性大，不能单独作为城市煤气的气源，即使是把水煤气中的大量一氧化碳经变换符合CO<10%，CO<sub>2</sub>脱除后小于5%的指标要求的水煤气，其热值也仅为10465kJ/Hm<sup>3</sup>左右，因此，必须采用增热措施，所以称为增热煤气。根据城市煤气对气体质量的要求并结合实际情况，建议采用如下主要工艺路线：无烟煤粉与石灰作粘结剂，经成型碳化后为碳化煤球作为制造水煤气原料，在直径为2.26m的U.G.I型水煤气发生炉中，间歇通入气化剂（空气+水蒸汽）进行气化反应后经重油（或原油、轻油等）增热气化及热裂解（在有水蒸汽存在的800—900℃高温下使重油中的碳氢化合物裂解，以增加氢的含量和CH<sub>4</sub>等低碳氢化合物，提高其煤气的热值），从而制得粗增热水煤气。粗增热水煤气经静电除焦油、尘及A.D.A.Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液法脱除煤气中大部分H<sub>2</sub>S后又经常压中温变换，使大部分CO转换成CO<sub>2</sub>与H<sub>2</sub>后送往石灰碳化煤球系统制得石灰碳化煤球后，经加压至68.6Pa压力后送往丙烯碳酸酯脱除煤气中大部分的CO<sub>2</sub>（收回的CO<sub>2</sub>可以作为本厂副产品出售），及活性炭脱除残余的H<sub>2</sub>S。为了保证煤气使用的安全，煤气经加臭剂（乙硫醇）加臭后送往输配系统的气柜，供用户使用。这样制得的增热水煤气基本符合城市煤气的质量要求（表1）。

表1 煤气物料平衡表

组成(%)	CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	M	热值(KJ/Hm <sup>3</sup> )
粗水煤气组成	8.0	34	50	1.2	6.5	0.3	100	10118
变换气组成	20.6	16.01	56.68	1.05	5.66		100	8510
脱CO <sub>2</sub> 气组成	5.0	19.14	67.83	1.26	6.77		100	10180
增热煤气组成	8.0	9.7	68.5	7.2	6.6		100	12558

注：混合物低热值计算公式 $Q=0.01\sum Q_i V_i$ ，式中：Q—混合物的低热值；Q<sub>i</sub>—混合物中各组分的热值；V<sub>i</sub>—混合物体积组成%。

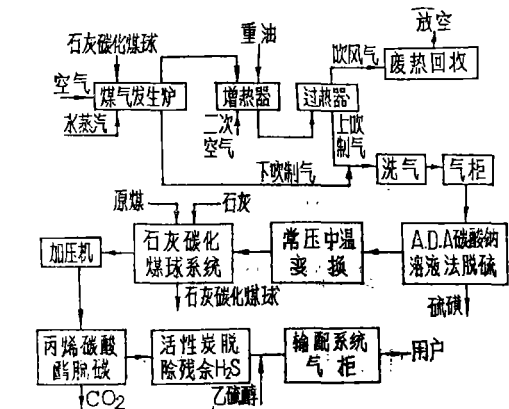


图1 煤气生产工艺流程示意图

根据上述生产路线的选择，其生产工艺流程示意图如图1所示。

3. 几点说明

(1) 关于重油(或原油、轻油或劣质油)增热气化及热裂解：燃料煤在煤气发生炉里经过气化反应后产生水煤气，油在增热器和过热器中气化及热裂解，整个制气过程分为两个阶段：鼓风阶段：向燃料层吹入空气，排出的鼓风气中含有10—15%的CO，在增热器入口送入二次空气燃烧所放出的热量积蓄在增热器和过热器中；制气阶段：向燃料层吹入

蒸汽(上吹制气和下吹制气)。在上吹制气阶段,蒸汽自发生炉底部吹入,产生水煤气送入增热器,重油从增热器顶部喷入,利用鼓风阶段积蓄在格子砖中的热量进行重油热裂解,生成的油煤气混到水煤气中,增热器的后面是过热器,它使重油充分地热裂解,保证生成稳定的增热水煤气,经洗涤后送去净化工段。该过程重油消耗量约为 $0.34 \text{ l/Hm}^3$ 增热水煤气。

制气后阶段为下吹制气,生成的煤气经洗气后送净化系统,这个阶段不喷油。

(2) 焦油的脱除:增热水煤气的焦油含量大,必须采用效率很高的电脱焦油器,由于增热水煤气的焦油粘度很大,煤气温度必须保持在 $30^\circ\text{C}$ 以上。

(3) 残炭的脱除:重油气化热裂解有残炭产生,这部分残炭随煤气带出经水洗涤煤气后,残炭存留在洗涤水中,可以用凝絮剂以凝絮的办法除去水中的残炭,水可循环使用,碳黑可以作为副产品出售。

(4) 煤气中 $\text{CO}_2$ 的脱除:工业上脱除 $\text{CO}_2$ 的方法很多,应用很广泛。目前在小型化肥厂采用的丙烯碳酸酯(Propylene Carbonate)是一种高效溶剂,对脱变换气中的 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 很有效, $\text{CO}_2$ 在丙烯碳酸酯溶液中的溶解量是水的4倍,所以,此法比水洗法脱 $\text{CO}_2$ 可以节约大量的电能,是脱 $\text{CO}_2$ 的一项新工艺,它的使用为进一步节约能量提供一项新技术。再生后回收的 $\text{CO}_2$ 气体浓度达96%以上,可作为副产品出售。

(5) 煤气中 $\text{H}_2\text{S}$ 的脱除:脱硫方法甚多,本设想采用A.D.A.法(即蒽醌二磺酸钠法),是湿式氧化法的一种。在稀碱溶液中添加适量的偏钒酸钠及酒石酸钠钾,偏钒酸钠在反应过程中,由于五价钒还原成四价钒,提供了反应中的氧,使吸收及再生反应速度均大大增加,并且提高了溶液吸收 $\text{H}_2\text{S}$ 的硫容量,使溶液循环量及反应槽容积都可以大大减缩,此外,在溶液中还加入少量三氯化铁,用以改善副产品硫磺的颜色,这样使该脱硫工艺更趋于完善,目前这种方法在国内外均已广泛使用,适用于煤气、焦炉气、天然气等的脱硫,它容易将 $\text{H}_2\text{S}$ 氧化成元素硫,而被还原了的催化剂易为空气再生复活,催化剂具有足够的化学稳定性、无毒、消耗少、适应性广泛;脱硫效率高达98—99%,但溶液组分较复杂。脱硫得副产品硫磺可出售。

(6) 其它有效的增热措施:挖掘现有小型合成氨厂潜力,进行适当的技术改造,并把合成工段弛放气等回收(内含有 $\text{CH}_4$ 达12—14%),并与粗水煤气混合,同样可以达到煤气增热的目的,但其热值的增加甚微。

## 二、社 会 效 益

本文以供应泉州市10万人口生活用煤气作为计算依据,可以获得较高的社会效益和经济效益。

1. 彻底扭转泉州市居民生活用煤每年亏损资金200万元以上的状况,每年可为国家创利达100万元(表2)。

2. 其它社会效益:为了方便,曾对建厂后所能得到的社会效益进行了计算和预测,其效果很显著(表3)。

表2 销售利润计算表\*

项 目	数量元/d	数量元/y
销售收入(民用煤气0.18元/Hm <sup>3</sup> )	10800	3942000
销售成本(0.11元/Hm <sup>3</sup> )	6600	2409000
销售税金(暂按销售收入3%计)	324	118260
流动资金	924	337260
折旧资金	1007	367600
销售利润	2796	1020540

\* 未计入CO<sub>2</sub>, 硫磺, 炉渣砖等副产品收入。

表3 社会效益综合表

项 目	单 位	数 量
年替煤量	×10 <sup>4</sup> t/y	3.46
年节约煤量	×10 <sup>4</sup> t/y	2.16
年减少炉灰排放量	×10 <sup>4</sup> t/y	1.211
年减少SO <sub>2</sub> 排放量	t/y	321.09
年减少烟尘量	t/y	1453.2
年减少劈柴用量	t/y	1000
年减少长途运输量	万吨公里/y	432
年减少市内运输量	万吨公里/y	23.86
年减少家务劳动时间	×10 <sup>4</sup> h	1000

### 三、结 论

1. 燃用煤气可以节约煤炭, 方便生活, 改善环境, 能获得显著的经济效益和社会效益。

2. 本文所采用的技术路线具有一定的先进性和可行性, 充分利用我省的资源, 是发展我省中小城市煤气工业的捷径之一, 值得应用。

3. 经过估算基建投资约900万元(指气源厂部分), 贷款回收年限七年左右, 个别地区资金来源缺乏, 可以在小型化肥厂作适当的技术改造, 即可获得效益。

4. 重油增热煤气需使用重油量每天约20 t, 这对原料重油缺乏、运输不方便的我省来说是一不足之处, 但使用量少, 比较之后仍是可取的。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 姜圣阶等编著, 合成氨工学, 石油化学工业出版社, (1976).
- [ 2 ] 城市煤气规划参考资料编写组编, 城市煤气规划参考资料, 中国建筑工业出版社, (1984).
- [ 3 ] 罗秀文编, 发生炉煤气的生产原理与使用, 科学普及出版社, (1985).
- [ 4 ] 徐传江, 丙烯碳酸酯脱除CO<sub>2</sub>使用小结, 小氮肥, 3(1986).

## The Production of City Gas from Anthracite

Wu Yutong Xu Biqiong

## Abstract

This paper offers a suggestion on developing city gas industry in Fujian Province where anthracite is a rich resource.

The economic benefit and social benefit are demonstrated by appropriate calculation.