

沈阳市煤气气源选择的技术经济问题

中国科学院综合考察委员会

1965年

## 目 录

前言

一、沈阳市城市煤气气源选择问题概况

二、沈阳市压力气化方案

三、用压力气化煤气代替生活用煤及发生炉煤气的经济性

四、压力气化制城市煤气的经济优越性问题

主要结论

附录 1、几个方案的技术经济指标

附录 2、利用压力气化煤气制气化氨及尿素，並不能对原来放气的氮及二氧化碳实行“废物利用”

附件，关于联合生产经济效益评价的方法问题

## 目 录

### 前言

一沈阳市城市煤气气源选择問題概况

二沈阳市压力气化方案

三用压力气化煤气代替生活用煤及发生炉煤气的經濟性

四压力气化制城市煤气的經濟优越性問題

### 主要結論

附录 1,几个方案的技术經濟指标

附录 2 利用压力气化煤气制气化氨及尿素，並不能对原来放气的氮及二氧化碳实行“废物利用”

附件，关于联合生产經濟效果评价的方法問題

按照国家科委重 2 3 - 0 1 中的“研究重点城市发展城市煤气的經濟性問題”專題的要求，在 1 9 6 4 年对沈阳市的城市煤气气源选择的技術經濟問題进行了調查。在这个調查的基础上編写了这份研究報告。

在調查工作过程中曾得到煤炭工业部，石油工业部，化工部第一設計院，建工部煤气工程設計院，沈阳市公用局、沈阳市物資局、沈阳市煤气化研究所，沈阳市煤气公司、北京焦化厂、建工部技术情报局等单位领导和同志們的热情帮助和指导，提供了許多情况和資料，在此我們表示衷心的感谢。

## 一、沈阳市城市煤气气源选择问题概况

沈阳是我国重要的工业基地之一，有人口230多万，建成区面积159万平方公里。工厂很多，工业燃料一般以直接燃烧为主，只有较大工厂设有煤气发生炉。每年煤数耗量达468万吨（1963年数字，不包括国防工业），其中工业耗煤256万吨，生活耗煤212万吨。烟尘灰渣排量很大，市区每平方公里年灰尘降落量702吨，大气中二氧化碳含量日平均浓度0.34毫克/米<sup>3</sup>。铁西工业区工厂密集，烟囱林立，灰尘降落量高达1029吨/年公里<sup>2</sup>，超过清洁对照区4.3倍；大气中二氧化碳含量0.57毫克/米<sup>3</sup>，超过规定标准2.8倍。这些烟尘和有害气体不仅危害工业生产和人体健康，而且影响树木生长和交通运输。市区每年灰渣排量260万吨，排渣场已佔土地九千多亩。为了运进煤炭运出灰渣，每年约需16.2亿吨公里铁路运输和0.4亿吨公里短途运输，消耗很多的运费力和人力。

沈阳市目前只有两处气源厂。一为水平炉，一为冶金焦炉，均供应焦炉气。日平均供气量16万米<sup>3</sup>/日，居民用煤气的有45000户，气化率9.6%，工业用煤气的有197户，城市煤气化程度很低。一些用热量较大的企业，为了提高产品质量，改善劳动条件，拟建煤气发生炉，但有些工厂连建立煤气发生炉的地方也没有。此外，建立煤气发生炉在管理上要增加麻烦，污水处理也有困难，一般都希望供应城市煤气。适当发展城市煤气，来满足这些需要是必要的。

发展城市煤气问题，从一方面说，出于近代工业和城市建设发展的

需要。有一些工业，是必須使用高热值城市煤气的。如玻璃工业中光学玻璃的熔制，要求温度高且波动小，純度要求也較高。玻璃工业的灯工需要成形速度快，火焰集中。化学工业的燃烧，加热等过程温度变化幅度較大，需要控制灵活。紡織工业的烧毛，食品工业的烘烤，医药工业的針剂封口，片剂掛糖衣等都需要較純淨的高热值煤气。在机电工业中热处理，退火过程有較高要求者也需用煤气或电加热。为了生产正常进行，提高产品质量，應該对这些企业供应具有高热值的城市煤气。此外，还有些小型工业，用气量不大，虽不一定需高热值煤气，但也不足以建立煤气发生炉，为了提高劳动生产率，改善产品质量，也应考虑供应城市煤气。上述这些对城市煤气的需要，和提高企业的經濟性是一致的。生产順利了，产品质量提高了，废品減少了，自然企业的經濟性也会提高。随着这些工业产量的增长及质量提高，品种多样化，对煤气的需要量也要逐步增加。

城市中人口密集的高层建筑区域，居民生活用煤的供应有一系列困难。改为供应煤气就可改善。

因此，随着工业和城市建設的发展，城市的煤气供应，也应适当扩大。

从另一方面讲，发展城市煤气供应，需要有煤气資源（包括作为造气原料的煤炭，液态烴类及各种可燃气体），需要建立制气輸配，使用等一整套設備。花費国家大几千万元的投資。虽然使用煤气有一系列的优点，但应考虑到有限的資源必須用到对国家最需要的地方，應該考虑

到用較少的錢办較多的事。所以我們在考虑煤气供应时，必須讲求投資效果，过多过快地发展城市煤气也是不适宜的。

按照目前情况，考虑到焦炭平衡問題，沈阳市煤气公司的焦化厂不宜扩大。随着我国石油工业的发展，石油产品供应量也有增加。按照研究〔4〕，按合理供应的順序，城市煤气排在第二位。作为解决城市气源的一个途径，还是有一定现实义的。但是重油制气的技术，还須經過一定时期的試驗才能掌握。这里就沒作更为討論。液化气可以供应一部分。按我們所作相对經濟性分析〔6〕，液化气应首先滿足化工綜合利用，汽車发动机燃料及一些特殊工艺过程的需要，其次方可供应城市煤气。据了解，撫順炼厂所产液化气，除化工綜合利用以外，可以供应沈阳每年1万吨气。这些液化气約可能决沈阳市15万人的用气問題。

为了較大量地供应城市煤气，沈阳市曾拟了一个利用沈北褐煤进行压力气化供气的方案。褐煤資源比較丰富，供气量不受限制。

利用褐煤压力气化，有很多优点。由于是将褐煤全气化，不存在焦炭无法平衡問題。除产煤气外，还生产出苯，硫酸氢铵及焦油加工产品，使褐煤得到綜合利用。此外，还可得到氫、氮、氬、等稀有气体。这些都是国民經济很需要的重要产品。

需要特別指出的是，利用当地褐煤資源，还可改善东北地区的燃料平衡状况。我国东北地区工业比較发达，但煤資源相对缺乏。常从迢迢千里之外进煤，甚至远送淮南。現今整个东北地区每年要从关內进煤五、

六百万吨，而辽宁省由省外进煤达一千万吨以上。随着东北地区工业的进一步发展，年需煤量还要增加。区内煤炭质量较好的一些煤矿，无论从产量上或储量上都满足不了需要。这样，东北地区的煤炭供应，要么是从关内继续大量运入，要么是开发利用区内特别是需煤较多的辽宁地区附近的褐煤来满足需要。从储量来看，华北地区煤的储量相当丰富，而且铁路运输向东北尚有空车返回，向东北进煤的运输能力还不小。究竟怎样合理，需要进行具体比较。一般来看，若从大同向辽宁进煤，运抵沈阳的作价达到抵沈阳的作价达到25元/吨以上。若本地区及其附近的褐煤运抵沈阳的价格（按开采部门的成本再加20%的利润的出厂价格加运费估算）不超过18元/吨（折成热值5000大卡/公斤的好煤为25元/吨），利用本地区及附近的褐煤是比较经济的。按此指标数字来看，开发沈北煤田并不经济。该煤田地质条件很差，绝大部分储量分佈在地表下300—600米间，地压很大，须砌圆旋方能保持巷道形状。断层多，落差大。这种状况给巷道和探区的布置、生产、运输都造成巨大困难，开采成本很高，1964年达22.18元/吨。投资也较大，初步估计在45元/吨/年以上。开采成本在近期难以降低。

内蒙东部的平庄煤田，开采条件较好，煤质也属褐煤。有井工开采，也有露天开采。开采成本1964年井工为12.84元/吨。露天矿的开采成本将更低。运抵沈阳的价格不会高于18元/吨。因此，开发平庄煤田比较合理。

改善辽宁地区燃料平衡状况，推广本地区及附近褐煤的利用是一重

要的問題。褐煤可以用于很多方面。作工业和居民生活燃料，燃烧有困难，不受欢迎。作合成氨原料，产品成本较高，而且用量也有限。作合成汽油原料，成本昂贵，不如天然石油经济。现在利用褐煤最有效的一个途径是作电厂燃料。电厂烧褐煤技术上并无太大困难，新建电厂采取以褐煤为燃料的设计，就可以利用大量的褐煤，从而使辽宁地区的煤炭供应紧张状况有所缓和。褐煤利用的另一条途径是在压力下进行气化，将劣质煤变为高热值煤气供城市使用。若技术经济上得到肯定，在沈阳建立压力气化装置，既提高了城市居民的生活水平，改善工业的生产与劳动条件，又可减少外地区的进煤量。但压力气化在我国还是一项新技术，为了弄清它的合理性，下面我们专门作一些分析。

由于沈北煤田开发有一定的不合理性，在后面讨论压力气化的经济性时，除分析以沈北煤为原料的情况以外，还作了用平庄煤为原料方案的计算。

## 二沈阳市压力气化方案

沈阳市参照原我国开远炼油厂设计以及国外一些压力气化厂的生产情况和指标，拟定了一个利用沈北褐煤为原料的压力气化厂方案。该方案以在云南解放军氮肥厂闲置的六套压力气化炉及一套制氧及制氮设备作为主要生产设备。

按该方案，要利用沈北煤作原料。沈北煤田精查储量7.4亿吨。煤质不粘结，活性好，灰熔点高。比较适于作压力气化的原料。煤田距市

区 16 公里，煤气輸送比較方便。压力气化还要求原料煤的粒度在 6-25 毫米之間，过大及过小者均須篩分出去。第一期工程按压力气化炉一組（五台运行，两台备用）考虑，年需原料煤 28 万吨，鍋炉用煤 13.7 万吨。日产低发热值 3500 大卡/标米<sup>3</sup> 的煤气 50 万标米<sup>3</sup> 压力气化厂建于煤矿附近，煤气經 13 公里长的輸气管送至市区，經過儲气調压后供应用产。扣除 7% 的漏損以后，按规划供应居民生活用气 29.84 万标米<sup>3</sup>/日（即 60.5 万人用气），佔总供气量的 64.3%。公共福利事业用气 5.33 万标米<sup>3</sup>/日，工业用气 11.03 万标米<sup>3</sup>/日。

在压力下使褐煤气化的工艺流程見下面的示意图。按此流程，除去得到煤气以外，还得到酸类产品，焦油餾份、輕油、碳酸氢銨以及稀有气体等副产品。

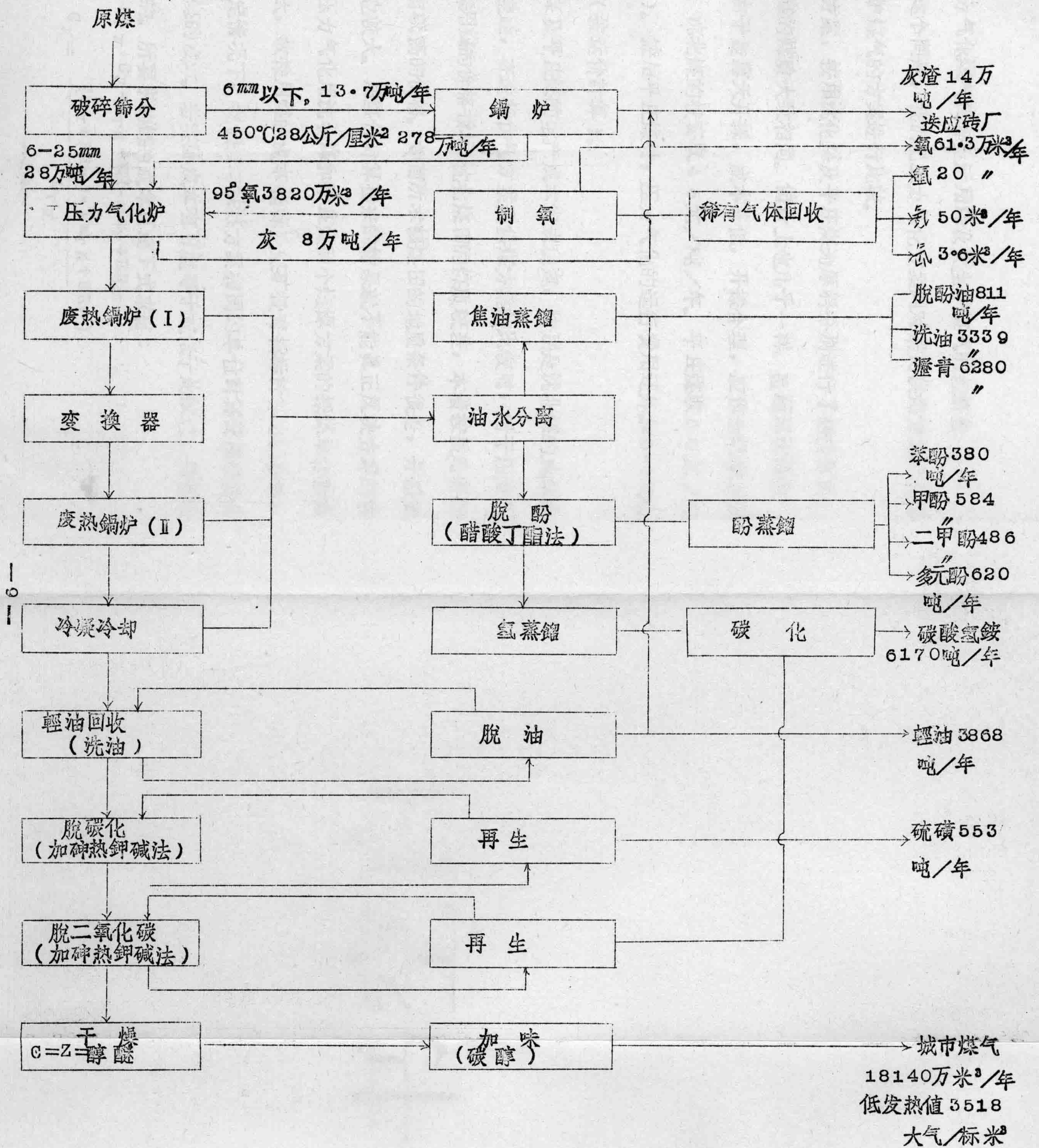
全部投資需要 7779.2 万元。不包括原料及燃料用煤消耗的年运行費（按制气及輸配气之和計）为 1008 万元。每年副产品收入总計 1277 万元。其中仅稀有气体（氫、氦、氖）的收入就佔 40%。

該方案制得淨煤气的成分为

|   |                 |     |                |                 |                               |                |                |
|---|-----------------|-----|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|----------------|
|   | CO <sub>2</sub> | CO  | H <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> |
| % | 6               | 7.6 | 67.6           | 16.1            | 0.68                          | 0.3            | 1.32           |

低发热值为 3518 大卡/标米<sup>3</sup>。重度 0.425 公斤/标米<sup>3</sup> 气化強度 1710 公斤/米<sup>2</sup> 时。耗氧量 0.2 标米<sup>3</sup> 淨煤气。气化效率 0.55-0.60。

沈阳市压力气化厂流程图



### 三用压力气化煤气代替生活用煤及发生炉煤气的经济性

为了讨论这个问题，我们把压力气化方案同对居民供煤方案以及对工业供应发生炉煤气的方案进行比较。

压力气化方案，按用沈化煤及平庄煤为原料分别进行了经济计算。平庄煤同沈北煤的煤质大致相同。储量上也几乎一样。虽距离沈阳有529公里，由于是露天开采，成本甚低，开采合理，应作为煤源方案之一进行讨论。沈北煤的投资取45元/吨/年。平庄煤取60元/吨/年（露天矿）。采用平庄煤时，压力气化的运行费用还外加5.13元/吨煤的铁路运费（按运价计算）。

由于沈北煤及平庄煤的生产成本尚未稳定，特别是沈北煤的成本和售价有较大的差距，在进行供气方案同供煤方案的比较时，对于压力气化方案就不应采用煤的价格指标。沈北煤田的煤质较差，本着按质定价的原则，不可能有较高的价格。如前所述该煤田的地质条件很差，开采成本很高，投资也较大。用煤价计算出来的结果就不能真正反映方案的经济性。另外，压力气化用沈北煤和平庄煤两个煤源方案的探煤单位投资指标相差也较大，故采用煤的成本指标及煤矿投资指标计算比较合适，在成本未能确定情况下，我们按与供煤方案相同的单位计算费用来计算，求出所要求的煤的成本。若实际成本有可能等于或低于此数值，则供气方案应是经济的。所要求的煤的成本可用下式求出：

$$G_{\Gamma \text{ 平}} \cdot C_{\text{平}} + u_{\Gamma \text{ 平}} + ER_{\Gamma} = u_{\text{平}} + ER_{\text{平}}$$

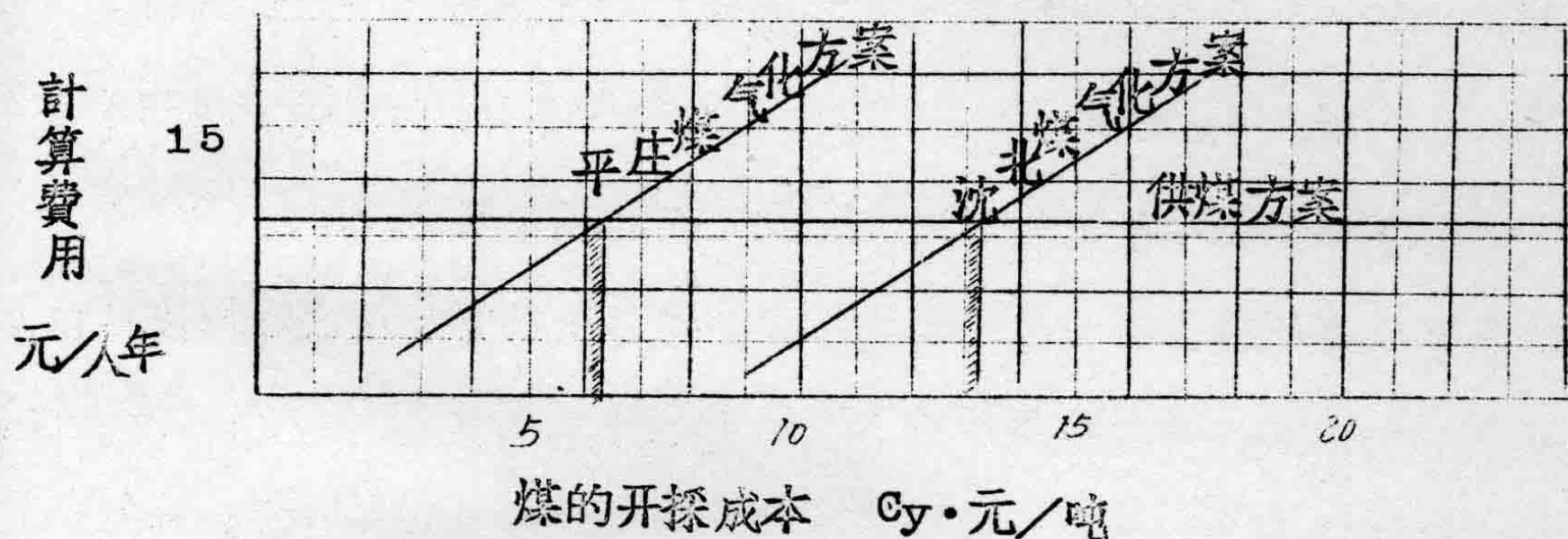
$$C_{\text{平}} = \frac{(u_{\text{平}} + ER_{\text{平}}) - (u_{\Gamma \text{ 平}} + ER_{\Gamma})}{G_{\Gamma \text{ 平}}}$$

上式中  $C_y$  为气化用煤的开采成本； $G_{ry}$  为气化用煤量。压力气化供气方案的投資  $R_r$  中包括煤矿投資。 $u_{r\pi}$  为压力气化方案除去煤的消耗以外的运行費。 $u_y$  为供煤方案的单位年运行費； $R_y$  为供煤方案的单位投資指标。 $E$  为标准投資經濟效果系数，在計算中取 0.1。

为了便于比較，各方案的年运行費，投資及計算費用指标，均按单位指标計算比較。对于居民用气以供应每人生活（不包括採暖）用热为单位；对于工业用煤气均折算为单位发生炉煤气指标。供气方案淨多种产品的方案，有粗苯、焦油、碳酸氢銨等化工产品，还有居民生活用煤气、工业用煤气和氧气、稀有气体。考虑这些产品对供气方案經濟性的影响时，鉴于过去所用的投資和成本的分摊方法不合理，我們这里採用了綜合比較法，副产品收入按具体情况作为生产費用的抵偿（有关論述及下面指标的計算均見附录）。供居民生活用燃料的几个方案的經濟指标汇总比較如下表。

| 方 案       | 投資<br>元／人 | 年运行費<br>元／人年       | 生活煤气<br>以外产品收入<br>元／人年 | 計算費用<br>元／人年      |
|-----------|-----------|--------------------|------------------------|-------------------|
| 供煤方案      | 1.32      | 13.2               | ／                      | 13.3              |
| 沈北煤压力气化方案 | 159.3     | $0.674C_y + 16.65$ | 28.2                   | $0.674C_y + 4.38$ |
| 平庄煤压力气化方案 | 170       | $0.674C_y + 20.25$ | 28.2                   | $0.674C_y + 9.05$ |

将上表内数据繪成曲线如下图



由上图曲线有关情况可知，压力气化方案在经济合理的情况下，要求沈北煤的开采成本在 13.2 元/吨以下，要求平庄煤的开采成本在 6.3 元/吨以下。从沈北煤田开采条件的困难程度来看，近期，甚至相当长一段时期内，开采成本降到 13.2 元/吨以下，根本是不可能的。1964 年计划成本 19 元/吨，实际上 22.18 元/吨。因此，若用沈北煤作煤源进行压力气化，供气方案将很不经济。平庄煤按露天开采考虑，开采成本估计有可能降到 7 - 8 元/吨。若降到 6.3 元/吨以下，也不易达到。因此，按所拟定的这个压力气化方案以平庄煤为煤源，经济性也并不好。

关于煤源的选择问题尚须专门提一下。以平庄煤为煤源比之于沈北煤，除去不经济的程度上好一些外，平庄露天矿的生产能力已达到 150 万吨/年以上，供应沈阳市气化用煤近期不必另行投资。而沈北煤矿生产能力有限，若供气化用煤还必须投资扩建。因此以平庄煤为煤源其可

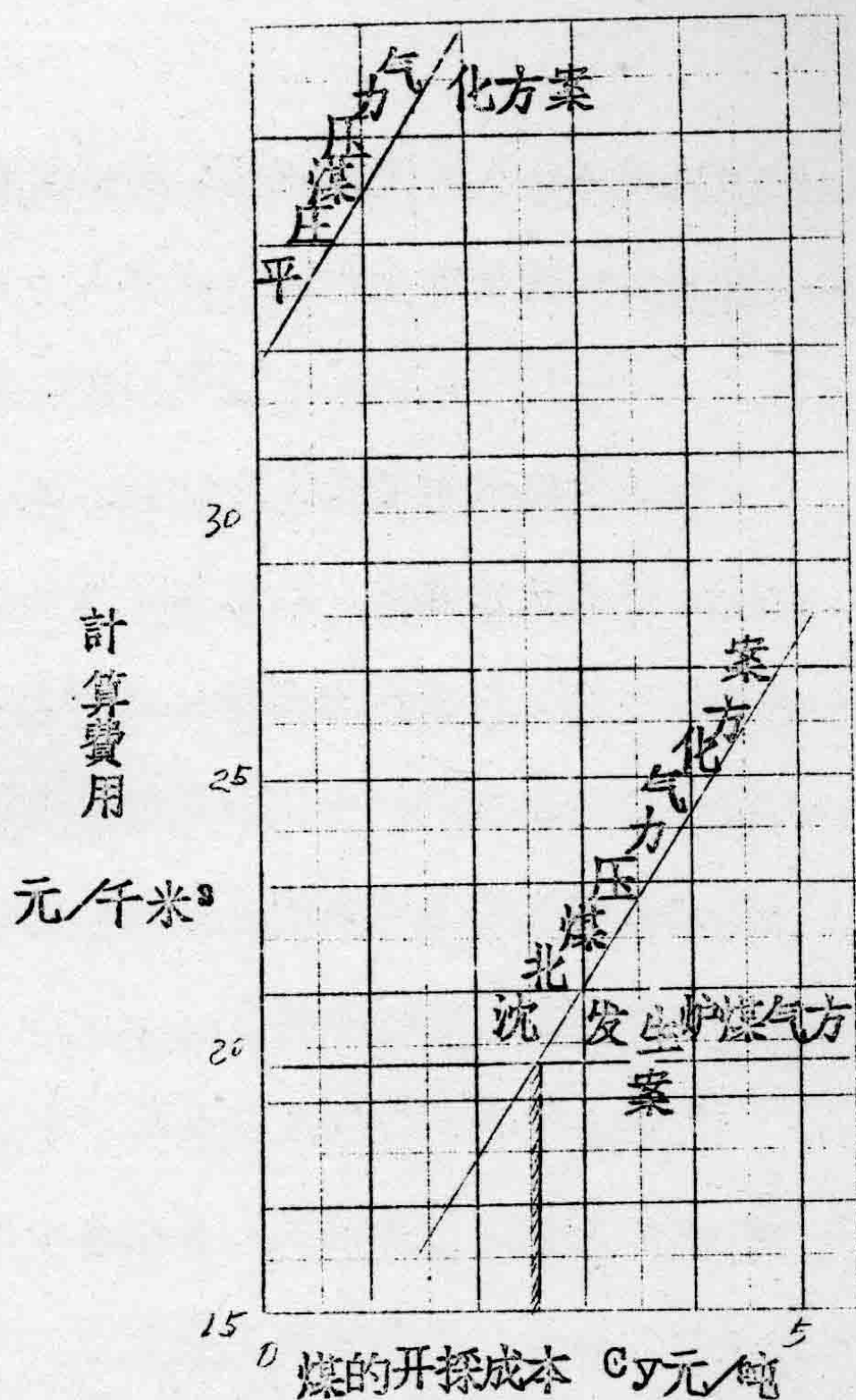
靠性比沈北煤为大。无论以何煤矿作煤源都要求压力气化方案的技术能更提高一步，投资和生产费用均须进一步降低，否则其经济比不过供煤方案。

更广大的煤气消费领域是工业，尤其是用气规模够建立煤气发生炉的企业，更是大宗用户。下面我们对压力气化煤气同工业发生炉煤气的经济性作一比较。将压力气化煤气折算成发生炉煤气以后，同发生炉煤气的经济比较如下

表（数字计算见附录）。

| 方 案           | 投 资<br>元/千米 <sup>3</sup> /年 | 年运行费<br>元/千米 <sup>3</sup> | 产值<br>元/千米 <sup>3</sup> | 计算费用<br>元/千米 <sup>3</sup> |
|---------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 发生炉方案         | 15.7                        | 17.6                      |                         | 19.7                      |
| 沈北煤压力<br>气化方案 | 738                         | $3.18C_y+76.9$            | 139                     | $3.18C_y+11.7$            |
| 平庄煤压力<br>气化方案 | 785                         | $3.18C_y+93.3$            | 139                     | $3.18C_y+32.8$            |

将上表中数据繪成曲綫图如右。由图中交点可知，在經濟合理范围內，以沈北煤气化来代替发生炉煤气时，要求沈北煤的开采成本在2.6元/吨以下。这在实际上是根本不可能的。以平庄煤气化方案同发生炉方案曲綫並無交点，根本談不上經濟性問題。因此，以压力煤气化代替发生炉供气，在經濟上不合理。



需指出，以压力气化炉代替普通发生炉供气不經濟，並不等于供給工业用气不經濟。我們这里作比較也只是用的3AΠ-13型一种发生炉。在工业企业用气量較小时，若建立更小型的甚至土煤气发生炉，这种炉子的經濟性就比3AΠ-13型的要差。它們同压力气化炉相比时，后者的經濟性要相对提高。此外，有不少工业企业，在使用高热值煤气后，还会在产品质量上有提高，其效果表現在多方面，不是仅仅以高热值煤气的热量来代替低热值煤气的热量的問題。这些都是进行煤气經濟性研究應該深入探討的問題。由于掌握資料較少，对此不作更多敘述。但由本节討論，断定所拟压力气化供气方案經濟性並不好，已是無疑的了。

其不夠經濟的原因是什么呢？怎样改善它的經濟性呢？在下一节中对此二問題作一些討論。

#### 四、压力气化制城市煤气的經濟优越性問題

为了改善压力气化供气的經濟性，有的同志认为，应在气化厂中增加化肥的生产。即分出一部分煤气制氢，然后同制氧放空的氮合成氨。这样，“可以使原来的废物——氮得到利用”。若再进一步利用所得的氨同煤气淨化过程中放出二氧化碳合成尿素，則“又将另一种废物——二氧化碳加以利用”。从而压力气化的經濟性亦将大大提高。这是否一个使废物得到利用的过程呢？

由压力气化的化学反应来看，制取煤气时，需要消耗氧气。为此进行空分必得到一定量的氮。为制合成氨，煤气中的氢被提取后，煤气热量要受到損失。为补足这部分热量，就需更多地生产出一部分煤气。生产这部分煤气，又需要氧气，同时又必然有更多的氮气产出。經我們估算（見附录），这些氮同提取出的氢按1：3的体积比配合，根本用不完。这样，不但原来放空的氮气沒用上，反而更多地富裕出了一部分氮气变成废物。同样道理，利用生产出的氨同二氧化碳合成尿素，也根本用不完补充煤气生产所放出的二氧化碳，同样是不但废物沒得到利用，反而是废物更多了。因而压力气化供城市煤气同化肥联合生产的方案，並不能收到废物利用的好处。

当然，两种生产放在一起，总能在一些設備、建筑物、场地上得到节省，但这种节省比之于那些真正能起到“废物利用”作用的联合生产