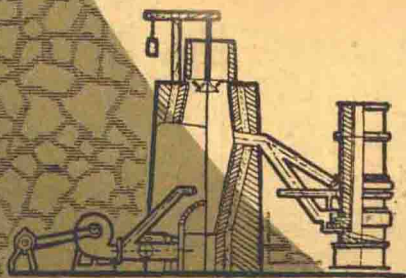


发生炉煤气

浙江大学燃料专业编写组编

浙江人民出版社



前 言

随着技术革新和技术革命运动广泛深入地发展，一个行行业推广煤气炉、广泛使用煤气的群众运动，正在全省各地轰轰烈烈、雷厉风行地开展起来了。为了传播推广使用煤气的技术知识，促进运动更迅速的发展，我们浙江大学燃料专业的五年級同学，成立了由龔志誠、包启秀、蔡文娟等同志組成的編写小組，編写了这本小冊子。

这本小冊子，尽可能地搜集和总结了各地推广使用煤气炉的先进經驗，比較系統地介绍了发生炉煤气的生产基本原理、性質、用途；煤气发生炉的建造、主要炉型的結構和它們的特点、煤气发生炉系統的仪表安装和使用；煤气生产和使用中的防毒和防爆知識等等。为了使煤气发生炉的操作工人也能直接閱讀，我們在編写时，力求文字通俗，原理敘述簡明，必不可少的名詞术语，也一一作了注解。我們在上述各方面虽然作了一些努力，但限于知識水平，編写通俗小冊子还是嘗試，編写時間仓促，技术革新和技术革命运动的发展又极迅速，因此，书內如有敘述不够正确全面甚至錯誤的地方，希望讀者批評指正。

浙江大学化工系燃料教研組的朱自强、吳平东等老师具体指导我們編写，并帮助我們审校和修改书稿，特此一并志謝。

浙江大学燃料專業編写組

1960年3月

目 录

前 言

第一章 緒 論.....	1
第一节 推广煤气爐的意义.....	1
第二节 煤气的性質和种类.....	3
第二章 气化原料	7
第一节 气化对燃料的要求.....	7
第二节 几种常用的气化燃料.....	11
第三节 选用气化燃料的方向.....	15
第三章 固体燃料的气化过程.....	17
第一节 发生爐煤气的生产原理.....	17
第二节 水煤气生产原理.....	22
第三节 影响气化过程的基本因素.....	23
第四章 煤气发生爐的炉型及其建造	26
第一节 煤气发生爐的分类.....	26
第二节 煤气发生爐的加料裝置.....	28
第三节 松勁和排灰机构.....	31
第四节 爐柵.....	33
第五节 水夾套.....	38
第六节 送风和煤气引出.....	39
第七节 产生水蒸汽的裝置.....	42
第八节 发生爐爐体的砌筑.....	44

第五章 发生炉煤气的冷却和淨化	46
第一节 发生爐煤气冷却和淨化的作用	46
第二节 冷却和淨化的流程	47
第三节 冷却和淨化設備	49
第四节 鼓风机的选择	53
第六章 煤气的燃燒	55
第一节 煤气燃燒的方式	55
第二节 煤气燃燒溫度及其影响因素	56
第三节 燃燒用的混合器	58
第四节 煤气爆燃現象及原因	59
第五节 用煤气燒鍋爐	60
第七章 发生炉的操作和安全裝置	64
第一节 发生爐的烘爐和开工停工	64
第二节 发生爐的正常操作	66
第三节 防爆裝置及其他安全措施	68
第八章 仪表	72
第一节 压力的測量	72
第二节 溫度的測量	76
第三节 流量的測量	77
第四节 发生爐煤气主要成分的測定	78
第九章 煤气发生站	81
第一节 热煤气发生站	81
第二节 冷煤气发生站	84
第三节 煤气的儲存与輸送	86

第一章 緒 論

第一节 推广煤气炉的意义

在党的社会主义建設总路綫的指引下，我省广大工人群众在技术革新和技术革命运动中，破除迷信，解放思想，发揚敢想敢做的共产主义风格，坚持“能洋就洋，不能洋就土，土洋并举”的方针，“自力更生，就地取材”的原则，雷厉风行地推广了煤气炉。在短短的时间內，一树开花万树紅，各地已建起数万个煤气炉。煤气利用的范围也越来越广泛，从陶瓷、耐火材料、鍛造等工业部門开始，发展到燒鍋炉、化鉄、发动柴油机、燒鈣鎂磷肥等等。这是当前技术革新和技术革命运动中出現的一件具有重大政治意义和經濟意义的新事物，它标志着我省的煤气工业已进入一个新的发展阶段。

推广煤气炉和使用煤气的好处很多，数大的來說，有以下几点：

1. 省煤炭。使用煤气炉生产煤气作燃料，一般可节省煤炭30—50%。这样，单单我們浙江一个省，要是所有工厂企业都使用煤气炉，一年就可节省百万吨左右的煤炭。这批节省下来的煤炭，可用来炼几十万吨鋼鉄，也可用来发电十几亿度。这就是說，普遍推广使用煤气炉，为我們今后高速度发展工业，大量节省燃料，开辟了一条新途徑。

2. 可以大量利用劣質燃料。使用煤气炉，可以大量利用劣質燃料和其他可燃物質如劣質煤、泥炭、木屑、薯糠等生产煤气。

这就进一步提高了燃料的利用率，开辟了新的、更广阔的燃料来源。

3. 可以综合利用燃料资源。原煤事先经过加工，制成半焦或焦炭，用半焦或焦炭生产煤气，不但可供工农业生产和人民生活所需要的高温气体燃料，还可回收大量的煤焦油、酚、苯、氨、萘、蒽、沥青、碳黑等重要化工原料。用这些原料可以生产出上千种化工产品，它们的价值要比原价提高一倍以上。煤气本身，除了可作气体燃料外，也是化学合成工业的重要原料之一，可以用来生产合成氨、人造液体燃料、合成甲醇等化工产品。这就不但增加了社会财富，而且促进了化学工业的发展。

4. 可以提高劳动生产率，减轻劳动强度。煤气燃烧温度高，使用方便，可以大大提高劳动生产率，减轻劳动强度，节约劳动力和劳动时间。例如用煤炉子做饭烧开水，要买煤炭，搬运贮藏，生火，既花劳力又费时间，做一顿饭得花上个把钟头，烧一锅开水，也得花二、三十分钟。如用煤气灶，那就省事得多了，什么时候要用，只要擦一根火柴，打开煤气开关，做一顿饭只要二、三十分钟就好了，烧一锅开水只需七、八分钟就够了，如果使用煤气自动沸水器，那就更快，只要一、两分钟就得了。用煤气炉进行工业生产也是这样，例如用煤烧锅炉，要经常加煤、排灰，而使用煤气呢，那就省事的多，只要控制阀门就好了。

5. 可以提高产品质量，降低生产成本。这是因为：使用煤气装置简单，输送和储存方便，可以大量节省装置较复杂、花钱较多的加热设备，燃料运输和储存中的人力、财力；煤气容易和空气混合均匀，燃烧完全，温度高，而且火焰大小和火力强弱都容易调节。

6. 清洁卫生。使用煤气，既没有烟，又没有炉灰，非常干净。这对住户和工厂比较集中的城市和工矿区来说，就特别重要，可以使空气更加清新，市容更加整洁。

从以上說的几点情况可以看出，普遍推广煤气炉和广泛使用煤气，对于加速实现生产的持续大跃进，对于高速度建设社会主义，实现社会主义工业化，改善人民群众的生产和生活条件，都有着重大的政治意义和经济意义。

第二节 煤气的性质和种类

煤气是一种混合气体，是很好的燃料。它的成分可分为两大部分：一部分是可以燃烧的气体，如一氧化碳、氢、甲烷（又叫沼气）和其他碳氢化合物；另一部分是不能燃烧的气体，如二氧化碳（又叫碳酸气）和氮。煤气中含可以燃烧的气体越多，不会燃烧的气体越少，质量就越高。至于各种煤气具体包含的成分和每种成分的含量性质等，则随它们来源和生产方法的不同，是有所差别的。

煤气按照来源和生产方法的不同，可分为天然煤气和人造煤气两大类。天然煤气有气井煤气、油井煤气、煤井煤气，人造煤气有干馏煤气、气化煤气等。

气化煤气一般是把固体燃料装在特制的煤气发生炉内制成的。制造气化煤气的原料很多，有焦炭、半焦、其他劣质固体燃料如劣质煤、泥炭、木屑、薯糠等等。发生炉的结构如图1—1所示：炉膛一般由金属材料或非金属材料（如耐火砖等）构成，有方形的，也有圆形的。外面砌有青砖，或包一层薄钢板。顶部是加料口，有加料装置“3”，

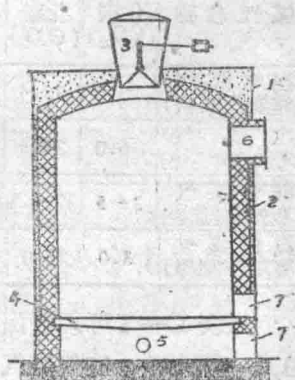


图1—1 发生炉简图

1. 炉壳 2. 炉篦
3. 加料装置 4. 炉墙
5. 风入口 6. 煤气出口
7. 炉渣及灰排出口

固体燃料由加料口装入。底部有炉栅“4”，用来支撑固体燃料。炉栅下面有一个风口“5”，可用鼓风机把空气或水蒸汽鼓入，使它们和固体燃料一起作用，把固体燃料中的可燃部分（碳）转变为可燃气体（这过程叫做固体燃料的气化过程）。鼓入的空气或水蒸汽，叫做气化剂。随着鼓入的气化剂的不同，气化煤气又可分为好几种：鼓入空气制得的煤气，叫做空气发生炉煤气，简称空气煤气；鼓入水蒸汽制得的，叫做水煤气；鼓入空气和水蒸汽的混合气体制得的，叫做半水煤气或叫混合煤气；鼓入水蒸汽和氧的混合气体的，叫做汽氧煤气。其中空气煤气和混合煤气又叫发生炉煤气。

气化煤气的组成如表 1—1 所列：

表 1—1 气化煤气的组成

煤气名称	二氧化碳 (CO ₂)	一氧化碳 (CO)	氧 (O ₂)	甲烷 (CH ₄)	氢 (H ₂)	氮 (N ₂)	硫化氢 (H ₂ S)	碳氢化合物 (C _m H _n)
空气煤气 (焦炭作原料)	0.6	33.4	—	0.5	0.9	64.6	—	—
水煤气 (无烟煤作原料)	6.0	38.5	0.2	0.5	48.0	0.4	0.4	—
混合煤气 (无烟煤作原料)	3—5	27—29	0—0.3	0.5— 0.7	13—15	53—55	—	0.1
汽氧煤气 (高压下制得)	3.0	18.0	0.3	18.5	56.0	4.0	—	0.7

从表 1—1 可以看出，不论那一种煤气，它的主要成分之一总是一氧化碳。空气煤气和水煤气的主要成分差别，是空气煤气中有大量的氮气，氮气是不可燃的惰性气体，而水煤气中含有大量的氢气，氢气是易燃气体，所以水煤气的热值〔注〕远高于空气煤气。空气煤气的含氮量比混合煤气多，而含氢量又比混合

〔注〕热值又叫发热量，是一定数量的燃料完全燃烧后所发出的热量。

煤气少，因此它的热值也不如混合煤气高。

煤气各种成分的物理性和化学性以及气化煤气的热值范围和用途如表 1—2 和表 1—3 所列：

表 1—2 煤气各种成分的物理性和化学性

名 称	分子式	分子量	比 重	含 量 (%)	发热量(千卡/米 ³)	
					高	低
一氧化碳	CO	28.00	1.250	33.4	3045	—
氢	H ₂	2.016	0.0899	0.9	3048	2580
甲 烷	CH ₄	16.032	0.717	0.5	9505	8562
二氧化碳	CO ₂	44.00	1.977	0.6	—	—
氮	N ₂	28.02	1.251	64.6	—	—
氧	O ₂	32.00	1.429	—	—	—
硫化氢	H ₂ S	34.09	1.539	—	5995	5524
不饱和物 (碳氢化合物)	C _m H _n	29.00	1.300	—	16152	14876

由表 1—2 可知，含氮或二氧化碳量比较高的发生炉煤气，发热量就一定比较低，其比重较大。一般每立方米发生炉煤气，燃烧时可放出的热量为 1000—1200 千卡，比重约为 1.17 公斤/米³。

表 1—3 气化煤气的热值范围和用途

煤气名称	气 化 剂	热 值 (千卡/米 ³)	主 要 用 途
空气煤气	空 气	900—1100	作化工原料、炉用燃料、煤气发动机燃料

水 煤 气	水 蒸 汽	2400—2700	作化工原料，金属切削与焊接 时用，民用
混合煤气	空气和水蒸汽	1200—1600	爐用，作发动机燃料
汽氧煤气	氧气和水蒸汽	2400—2500	作化工原料，民用

从表 1—3 可見，水煤气的热值最高，用途最广。但水煤气的生产过程比較复杂，要求有自动控制的机构。一般生产規模較大、对热值有特殊要求时，大多制造水煤气。

第二章 气 化 原 料

第一节 气化对燃料的要求

一切固体燃料都能作为发生炉的燃料。但是，为了使发生炉能操作正常，能够提高煤气的发热量和气化效率，对所选用的固体燃料的成分、物理性、化学性等方面，都有一定的要求。现分别叙述于下：

一、对燃料成分的要求

1. 水分：燃料中的水分，在炉内蒸发时，会消耗大量的热，使气化效率和热值降低；在加料初期，又会使炉温降低，引起操作上的波动。太湿的燃料是不适用的。只有在下吸式发生炉中，水分可以变成水蒸汽，参加气化反应，才允许燃料含有适当的水分。但过高，也是不好的。

2. 灰分：燃料中的灰分越少越好。因燃料中灰分高，被灰分夹带出的残炭量〔注〕就高，会降低气化效率。

一般常用的固态排渣的发生炉，除了要求燃料的灰分较低以外，还要求灰分的熔点高，使灰分在高温的炉膛内，不至于熔融和结渣，到炉子出灰口处仍以固态干灰排除。对于液态排渣的发生炉，则要求燃料的灰分熔点较低。因为灰渣排出时是以液态流出的，要是灰分熔点较高，虽然在高温的炉膛中可能熔融，但到灰

〔注〕残炭量就是燃料燃烧后，灰分中残留的炭含量。

渣出口处，由于温度较低，会引起結渣，反而造成操作上的困难。因此，在液态排渣时，灰分的熔点要低于炉子出灰口处的温度。

如果燃料的灰分高而熔点较低，对于一般的发生炉（即固体排渣的发生炉）来说，会造成操作上的很大困难。它在炉子的高温区（如氧化层）熔化后，下降到炉子的低温区（如灰层）时，就会結成炉瘤。这不但会减小炉膛的有效截面积，使生产能力降低，还会造成炉内气流分布的恶化。因为在結渣部分妨碍空气流通，在渣缝内造成气体大量通过，形成所谓“气沟”现象，使煤气质量变坏。有时，甚至整个截面上都会結住，使气体无法通过。在清除这些灰渣时，常会损坏炉体，缩短炉体的寿命；所生成融熔的灰渣还容易和炉膛的衬砖（耐火砖）发生化学作用而腐蚀炉内壁。

为了防止炉温过高，可以在炉体外包上水夾套，以降低炉温。但是，要消除灰分的結渣作用，最好是采用灰分含量低、熔点高的燃料。用劣质燃料，灰分多，熔点应大于 1200°C 。

燃料灰分熔点的高低，可由灰分的颜色来判断：白色的，熔点最高，质量也最好，約在 1700°C 以上；淡红色的，熔点中等，約为 1200°C ；红色或紅褐色的，熔点在 950°C — 1200°C 之間，最容易熔融結渣。

3. 挥发分：发生炉中通过还原层上升的热气流，已基本上没有氧，故上半段接近还原层的料层，处于干餾状态，能分解放出干餾煤气。挥发分高的燃料，分解出来的煤气多，煤气的发热量一般也较大。燃料在分解出可燃气体时，有焦油蒸汽产生，当它在出口处遇到低温时，会冷凝下来。如焦油含量过高，就容易造成管道堵塞。因此，燃料挥发分含量不能太高，一般要求小于8%。

4. 硫分：气化时，燃料中的硫有70—80%进入煤气。在煤气中，硫以硫化氢（ H_2S ）的形式存在。硫化氢在燃燒时，虽然

也能放出热量，但它对金属管道设备有腐蚀作用，它燃烧后产生的二氧化硫也有腐蚀作用。硫化氢和二氧化硫气体，对人体都有毒害。所以，燃料中含硫过高是不好的。

5. 机械杂质：燃料的机械杂质越少越好。燃料中的机械杂质如矸石等，在燃烧时容易引起炉子结渣和挂料，使操作发生故障。

二、燃料的物理性和化学性

1. 块度：燃料的块度要力求均匀。否则，大颗粒燃料的间隙中，有的地方充满了小颗粒燃料，有的地方没有，就会使气流分布情况恶化。从图 2—1 甲中可以看出，在燃料层间隙大的地方，会形成气沟，空气大量流过，燃烧剧烈，温度过高，容易结渣；在小颗粒燃料堆满的地方，则由于排列紧密，气体很难通过，以致燃烧不完全。这样，在整个炉子截面上，气化过程就不能正常进行，气体产率〔注〕就会降低。

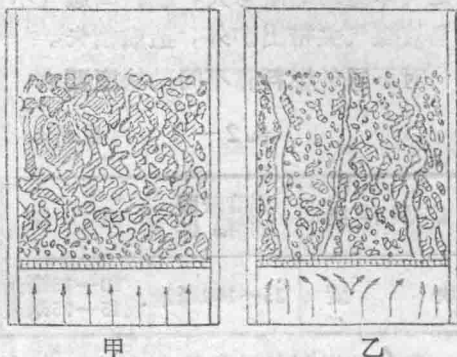


图 2—1 爐內气流分布情况

甲. 块状燃料气化时

乙. 大小块組成燃料气化时

燃料加入时，大颗粒燃料流向炉壁四周，小颗粒和粉状的多在中央。这样，空气易流过四周，使炉壁处燃烧剧烈，燃烧层沿炉周上升。如果燃烧层高度超出炉周燃料层的高度，就会发生

〔注〕气体产率就是煤气发生率，为气化每一公斤燃料后所得到的煤气量（立方米）。

“燒穿”現象，逸出的过剩空气，就会把炉膛上部空間的煤气燒掉，产生大量的二氧化碳。这不仅会使煤气質量变坏，还会使煤气出口溫度升高。炉內溫度升高了，容易引起結渣，并使冷却設備的負荷加大。

燃料的块度不但要均匀，还要大小适中。如块度过大，炉內气体流动的阻力小，容易通过，总的接触反应表面积縮小，会使反应来不及进行，煤气質量降低；同时，燃料在燃燒还不完全时就随渣排出，損失大。用块度大的燃料生产煤气，又要保証煤气的質量，那就必須使用較高的燃料层，以增加接触時間。

燃料的块度过小也不好，虽然接触面大，反应表面积也大，但是气体流动的阻力大，燃料层通气不良，气化困难。粉末的燃料易被煤气夹帶出炉外，造成損失。

对不同的燃料有不同的块度要求，如表 2—1 所列：

表 2—1 对燃料块度的要求

煤炭种类	强度較弱的褐煤	烟 煤	无烟煤	泥 炭
块 度	25—100毫米	10—15毫米 或15—75毫米	6—12毫米 或12—25毫米	压制磚

每一种燃料的粉状物的含量，也不应超过10—15%。

2. 反应能力：燃料的反应能力指的是：它与氧作用生成二氧化碳、以及与二氧化碳作用生成一氧化碳的能力。有时把它与氧作用的能力称为燃燒能力。

燃料反应能力的大小，与燃料种类有关。反应能力一般可以从它的着火溫度来判断：燃料着火溫度低时，反应能力就高，在造气过程中二氧化碳就能充分还原，可得到优质煤气。燃料反应能力高，炉子生火快，产生煤气也快，发生炉开工時間短。这就是为什么一般炉子在开工时，都要用木柴点火的原因（因为木材

着火温度最低，反应能力最大，见表 2—2）但由于木柴是建筑材料，烧掉可惜，故很少用它作气化燃料。

表 2—2 几种燃料的着火温度和反应能力

燃 料	无烟煤、焦炭	木 炭	木 柴
着 火 温 度	700°C	300—360°C	280°C
反 应 能 力	小	中	大

3. 热稳定性：有的燃料受热后，会发生碎裂成小块的现象。这种燃料在受热时的机械稳定性为热稳定性。热稳定性差的燃料，在受热后很易碎裂，使原来块度均匀的燃料变成不均匀，这对气化过程是不利的。煤和某些无烟煤的热稳定性较差，在使用时应尽可能用块度较大的颗粒。

4. 粘結性：某些煤在隔绝空气受热时，会发生熔融粘結的现象。假如用这种有粘結性的煤来气化，就会在炉内粘結而生成焦炭，造成挂料，使气流分布不均匀。因此，粘結性强的煤如某些烟煤、褐煤等，是不适用于气化的。

第二节 几种常用的气化燃料

要找到一种完全符合要求的燃料是有困难的。各地在选用燃料时，只能根据燃料的特点、本地的具体情况以及目前燃料的供应情况来决定。较好的气化燃料为焦炭和半焦，而近年来各地用无烟煤作气化燃料获得很大的发展。

一、焦 炭

把烟煤装在隔绝空气的容器内，加热至 900—950°C，进行

高溫干餾，在析出大量揮發物后，余下的固体殘渣即為焦炭。焦炭是很好的氣化燃料，但由於焦炭是冶金工業和鑄造工業中的重要燃料，同時用焦炭來氣化，在成本上也是不經濟的，故目前未能廣泛使用。

二、半 焦

烟煤在隔絕空氣的情況下加熱至 $500—550^{\circ}\text{C}$ ，就放出了大部分揮發物，剩下的固体殘渣即是半焦。目前半焦是氣化工業上較適宜的燃料，其特點如下：

1. 半焦的反應能力高，能使二氧化碳還原和使水汽分解完全，所以爐子生火快，產生煤氣也快，煤氣的產率多。如用古城子半焦制氣，在同一爐子中所得煤氣產量，要比用鞍山焦炭制得的高25%。

2. 半焦含硫量比原煤少，熱值也較高。

3. 半焦的結構疏松，堆積比重較小，裝爐量不高，蓄熱能力也較差。

4. 半焦的揮發物較多（如烟煤低溫干餾得到的半焦含揮發物大於或等於5—6%），煤氣中焦油多，容易堵塞管道。

由以上特點可以看出，半焦的反應能力很高，用它氣化，不但能增加煤氣產量，而且可得到質量很好的煤氣。同時，用半焦氣化，還能和煤的低溫干餾結合起來，綜合利用煤炭資源。因此，用半焦作氣化原料是最理想的。

三、无 烟 煤

我省无烟煤儲藏量較多，價格又便宜，可以選取灰分較低的供作氣化之用（希望含灰小於30%）。但是，无烟煤有如下缺點，有待進一步改進。

1. 无烟煤的最大缺點是熱穩定性差，受熱後容易破碎，使氣

流阻力增大，煤气产量减少，造成气沟，使炉子操作不正常。

試驗情况表明，无烟煤在低于 300°C 时，受热后碎裂量还少，但超过 300°C 后，碎裂很快，随着加热速度的加快，碎裂愈多。

在 $300-600^{\circ}\text{C}$ 范围内，加热速度与热稳定性之间的关系如下表2—3所列：

表 2—3 $300-600^{\circ}\text{C}$ 时加热速度与热稳定性之间的关系

加热速度($^{\circ}\text{C}$ /时)	750	177—210	80
725毫米产物(%)	47	77	84

因此，无烟煤气化时，加热速度要慢些，但这样又会使生产能力降低。如果把煤在炉外预热至一定温度，再加入发生炉中，就可提高它的热稳定性。

2. 无烟煤着火温度高，反应能力较差，难以气化。但由于无烟煤的热容量较大，可以从提高炉温、延长操作时间等方面来改进。不过，这也受到灰分熔点的限制，炉温不能提得太高。

无烟煤虽然有以上两个比较严重的缺点，但比烟煤好，它不会结焦，也不易结渣，挥发物又少，而且本省无烟煤的储藏量又较丰富，灰分一般都小于或等于20%，是较好的造气原料。

四、其他燃料

木炭和木柴的反应能力都很高，灰分少，熔点高，几乎没有硫分，是很好的气化燃料。但由于木材是建筑材料，故不宜大量使用。

在目前技术革新蓬勃开展、大搞煤气化的群众运动中，各地