

平板玻璃生产技术丛书

煤气发生炉

中国建筑工程出版社

本书主要介绍煤气发生的原理、煤气发生炉的操作、机械设备常见事故及其处理以及煤气的洗涤、净化和输送等。

本书可供煤气发生站的工人和技术人员阅读。

平板玻璃生产技术丛书

煤气发生炉

秦皇岛玻璃厂编写组

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：3 字数：62 千字

1974年5月第一版 1974年5月第一次印刷

印数：1—7,905册 定价：0.20 元

统一书号：15040·3145

编 者 的 话

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国玻璃工业得到了迅速的发展。许多青年加入到工人队伍中来，为玻璃工业战线增添了新生力量。

为了适应玻璃工业发展的需要，为培训青年工人提供学习材料，我厂组织了由工人、干部和技术人员“三结合”的编写组，编写了这一套《平板玻璃生产技术丛书》。

这一套丛书共分《原料》、《熔窑和熔化》、《引上》、《煤气发生炉》和《熔窑冷修》五个分册。其中，《原料》分册主要介绍生产平板玻璃所用原料的种类、特性、加工工艺和玻璃的成分及其控制；《熔窑和熔化》分册主要介绍平板玻璃熔窑的结构，玻璃熔化的原理和操作，窑炉的热修和维护、保养等；《引上》分册主要介绍平板玻璃的成型原理、看火和引上操作；《煤气发生炉》分册主要介绍煤气发生的原理、煤气发生炉的操作等；《熔窑冷修》分册主要介绍冷修前的准备工作、冷修施工和点火烤窑等。

这一套丛书，从工厂的生产实际出发，重点总结了我厂工人的操作经验，并有简明的理论阐述，因此，除了适合青年工人阅读外，还可供老工人、技术人员和干部参考。

由于缺乏编写经验和水平所限，书中难免有缺点、错误，希望广大读者提出宝贵意见，以便再版时补充和修订。

1973年6月

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

工业学大庆。

目 录

第一章 概述	1
第二章 气化原理	3
第一节 空气煤气	3
第二节 水煤气	6
第三节 混合发生炉煤气	7
第四节 混合发生炉煤气的各种气化指标	10
第五节 水蒸汽的操作情况	12
第三章 气化原料	15
第四章 气化过程的强度和发生炉的 生产能力	19
第五章 炉层和鼓风的控制	22
第一节 煤气炉各层控制与作用	22
第二节 鼓风流量、鼓风压力和鼓风温度	26
第六章 煤气炉的基本操作	31
第七章 煤气发生炉非常情况的操作	35
第一节 炉凉	35
第二节 炉热	36
第三节 炉身红	36
第四节 出焦子	37
第五节 炼炉	38
第六节 产生窟窿的原因和处理办法	40
第七节 偏运行状态	40
第八节 煤气炉卡煤的原因和处理办法	41

第八章	煤气炉的生产控制	42
第九章	节煤及熔窑与煤气站的联系	45
第十章	如何组织气化试验	48
第十一章	煤气发生站安全技术措施	51
第十二章	煤气发生炉的种类和构造	53
第十三章	机械设备常见事故和处理	60
第一节	盘形阀阀体下落	60
第二节	搅拌耙正常工作位置及升降不正常的现象	60
第三节	搅拌设备漏水	61
第四节	搅拌耙重量盘卡住	62
第五节	搅拌耙中心柱接合丝扣损坏	63
第六节	水冷三角架的故障及处理	63
第七节	其它事故的发生及处理	63
第十四章	发生炉的点炉、止炉和热备	65
第十五章	煤气的洗涤、净化和输送	69
第一节	除尘	69
第二节	煤气的冷却和洗涤	70
第三节	净化焦油装置	74
第四节	煤气的输送	78
第五节	冷煤气的控制	79
第六节	热煤气管道的吹扫	80
第十六章	煤气站的流程	82
第十七章	煤气炉的维护与保养	85
第十八章	煤气炉“三废”利用的途径	87

第一章 概 述

一、固体燃料气化的定义

固体燃料的气化是一种热化学过程。煤、焦炭、木柴等在高温时，伴用空气（或氧气）和水蒸汽等气化剂，经过燃烧（氧化）、还原等化学反应后制成气体燃料，这种方法叫做固体燃料的气化。

固体燃料的气化基本上分为发生炉气和水煤气两种。

固体燃料在隔绝空气的情况下进行加热，使固体燃料进行热分裂而制得可燃气体和其它化工产品的方法称干馏法。如高温干馏（炼焦）、低温干馏（石油厂干馏页岩）和城市煤气厂的中温干馏。

二、固体燃料气化的种类

固体燃料在气化过程中，由于所用气化剂的不同，可以得到不同组成和性质的可燃气体，主要有三种。

1. 空气煤气：以空气（实际是空气中的氧气）作为气化剂，和燃料中的碳发生燃烧（氧化）、还原反应，所生成可燃气体的方法为空气煤气。其所生成气体包括CO（一氧化碳）、CO₂（二氧化碳）、空气中带入的氮气和少许的干馏产物如甲烷等。

2. 水煤气，以水蒸汽为气化剂通过赤热的炭层，还原制得H₂（氢气）和CO，称为水煤气。

3. 蒸汽-空气混合发生炉煤气：综合空气煤气和水煤气的特点，以空气和水蒸汽为气化剂，和燃料进行氧化，还原

反应后所得的可燃气体为蒸汽-空气混合发生炉煤气或简称发生炉气。

4. 近年来,在发生炉气的基础上又逐步出现蒸汽-氧气煤气、蒸汽-富氧煤气,以及高压气化、地下气化、粉煤气化等新的气化方法。相信我国广大的工人、革命技术人员在生产实践中定会创造出更新和更加完美的方法。

三、固体燃料气化在工业上的应用

固体燃料气化在工业上应用非常广泛,如冶金工业的炼钢炉,机械工业的加热炉,化学工业的原料——合成氨、合成醇和化肥等,建材工业上玻璃,耐火材料以及其它许多部门都能使用。

气体燃料应用这么广泛,说明气体燃料在国民经济中的地位是很重要的,也说明气体燃料有许多优点,它可以很容易获得高温(1500°C 以上),使熔炉操作简便,克服了燃煤的灰分等对所生产的产品的影响,可以单独处理炉渣,进行综合利用。

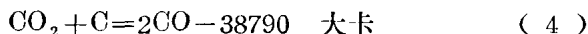
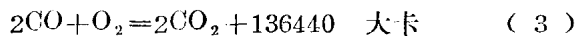
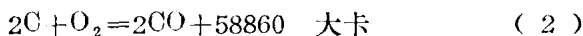
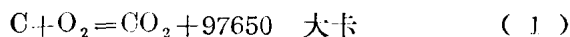
第二章 气 化 原 理

第一节 空 气 煤 气

一、气化过程的基本反应

空气煤气根据炉内各点的反应可大致分为灰层、火层、煤层、空层等四层（图1）。

当发生炉用空气鼓风时，高温下，碳和空气中的氧作用，在燃烧层和还原层要进行下列化学反应：



前三个反应在燃烧层进行，反应式（4）在还原层进行。碳在燃烧时要放出大量热量，而二氧化碳的还原要吸收热量。

二、碳的燃烧理论

碳的燃烧是碳与氧的化合反应，目前有三种理论，究竟是先生成 CO ，还是先生成 CO_2 ，有争论。

1. 一次生成论，即碳燃烧先生成一氧化碳。

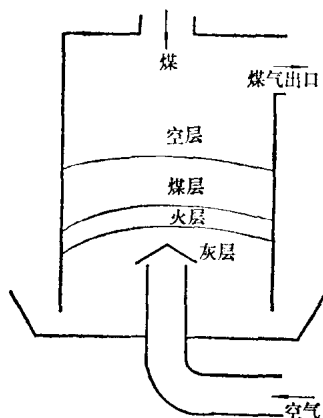
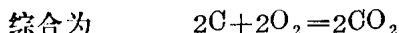
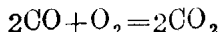
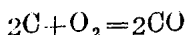
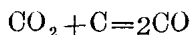
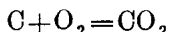


图 1 空气煤气简图



如果这种理论是正确的话，提高气体流速使之不生成 CO_2 ，也不要还原层，就成为高速煤气化的理论基础。据说，在国外实验效果好，但还没有得到实际应用。

2. 二次生成理论，即碳燃烧首先生成二氧化碳。



3. 复化合物理论。该论点认为一氧化碳、二氧化碳都是碳燃烧的初级产物，而形成碳氧的复化合物，很不稳定，很快分解为一氧化碳和二氧化碳，那个多取决于温度高低。高于 1300°C 时，一氧化碳增加，低于 1300°C 时，二氧化碳增加，在 1300°C 时， $\text{CO}_2:\text{CO}=1$

综上所述，可以肯定，在燃烧层生成的大量二氧化碳需要还原，还原层是煤气生成的主要部分，还原反应是制造煤气的基本反应。

三、反应式 $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$ 的讨论

根据理论和实践证明，在 $700\sim 1700^\circ\text{C}$ 范围内前三个式子的产物占有绝对优势，认为是不可逆的。但是，在一定的条件下，如浓度、温度、压力变化，反应式 $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$ 的平衡状态被破坏，有可能向左或向右移动，所以，又是可逆的。其可逆程度取决于温度和压力。

1. 温度的影响

反应式 $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO} - 38790$ 大卡是吸热反应，从图 2 和图 3 可以看出，温度越高，一氧化碳的生成越快越多。

2. 压力影响

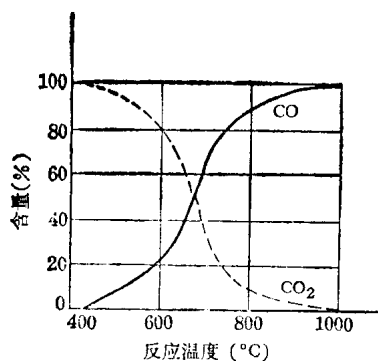


图 2 CO_2 与CO的平衡含量与反应温度的关系

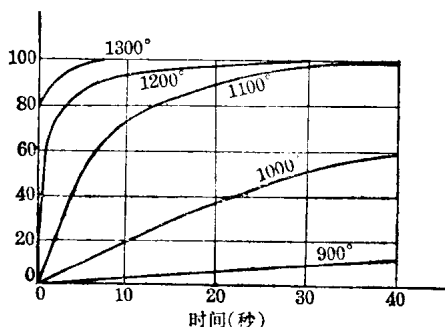


图 3 温度对 CO_2 还原成CO的反应速度的影响

反应式 $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ ，有气体体积的变化，由二氧化碳的一个体积生成二个体积的一氧化碳，所以，压力越大，越不利于一氧化碳的生成。

四、空气煤气的缺点

1. 热值太低，达1000大卡/标米³。
2. 煤气出口温度高，带走热量多，效率低。

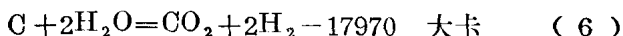
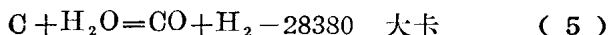
3. 燃烧层温度高达1500°C，容易结渣和损坏炉衬，所以要求灰分少和熔点高的燃料。

这些缺点限制了空气煤气的发展，很少用，但是在某些生产氮气和一氧化碳的工厂采用液态排渣来解决。

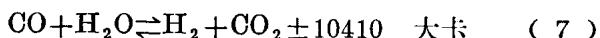
第二节 水 煤 气

一、水煤气的基本反应

水煤气是水蒸汽与赤热炭层接触，其水蒸汽发生分解所制得的可燃气体。基本反应式如下：



实际上，水蒸汽分解并不完全，反应式(5)和(6)得到的气体为一氧化碳、氢气、二氧化碳和水蒸汽的混合物，并继续进行反应：



该式称为水煤气的平衡方程式。

二、水煤气的生产方法及其影响因素

1. 水煤气的生产方法

生成水煤气的反应是吸热的，需要供给热量。现在广泛采用的是燃烧一部气化燃料，产生热量积蓄在燃料层中，所以是间歇生产。

2. 影响水煤气产生的因素

(1) 压力影响：平衡方程式中，两端无体积变化，所以，压力无影响。

(2) 温度影响：从反应式(5)和(6)可以看出，生成的煤气都是吸热反应，故温度越高，对生成水煤气越有

利。反应式(6)中,生成的 CO_2 因温度高,燃料层较厚,可以顺利地按反应式(4)还原成 CO ,对水煤气生产是有利的。因此,生产中希望温度高一点好。

(3)水蒸汽与赤热碳层接触时间越长,分解的越完全,水煤气产物越多。

三、水煤气的应用

1.水煤气的热值较高,能达到2400大卡/标米³,可为各种加热炉的燃料,但效率较低,很少使用。

2.化学工业的原料,用以合成汽油、醇和氨。

3.机械上可用来焊接和切割金属。

在制水煤气过程中加入少量空气,称为半水煤气或半蓝气。

第三节 混合发生炉煤气

一、混合发生炉煤气的特点及其应用

混合发生炉煤气综合了空气煤气和水煤气的特点,以水蒸汽和空气的混合物鼓入发生炉中,制得比空气煤气热值高,比水煤气热值低的煤气,称为蒸汽-空气混合发生炉煤气,其优点为:

1.蒸汽可以降低燃烧层(火层)温度,防止结渣,大量热量不被煤气带走。

2.可以应用不同类型、不同种类的燃料。

3.效率较高,可达80%。

4.能连续生产。

通常所说的发生炉煤气就是这种煤气。在工业上应用较广,从要求较低的加热炉到要求较高的马丁炉和内燃机上都

可以应用，成为一般液体燃料的代用品。

二、气化反应

在煤气炉中煤气的生成过程是一个分层进行化学反应的过程，大体上可分为四层，其煤层又分为还原层和干馏干燥层（或第一还原层和第二还原层），如图4所示。

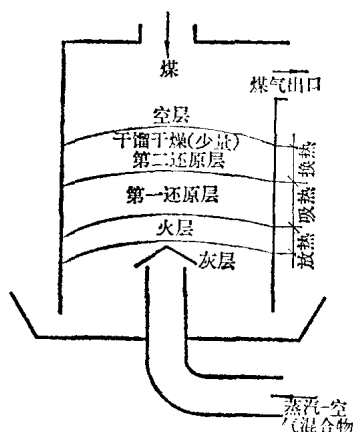
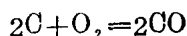
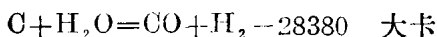


图4 发生炉的反应过程图

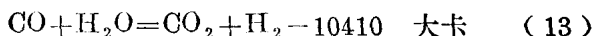
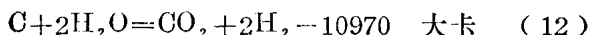
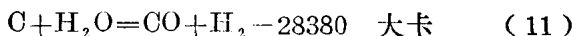
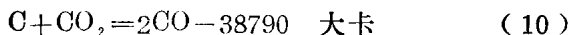
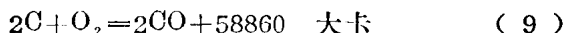
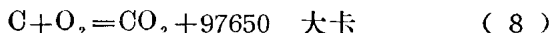
1. 综合了空气煤气和水煤气的所有反应，主要有两个：



+58860 大卡



实际上共有六个反应进行



2. 反应进行的先后次序

图5是哈斯拉姆利用焦炭制混合发生炉煤气时，在发生炉各部分抽取气体样品进行分析的结果。从图中可以看出：

(1) 空气、水蒸汽进入灰层中组成无变化，说明没有进行反应，主要是预热作用。

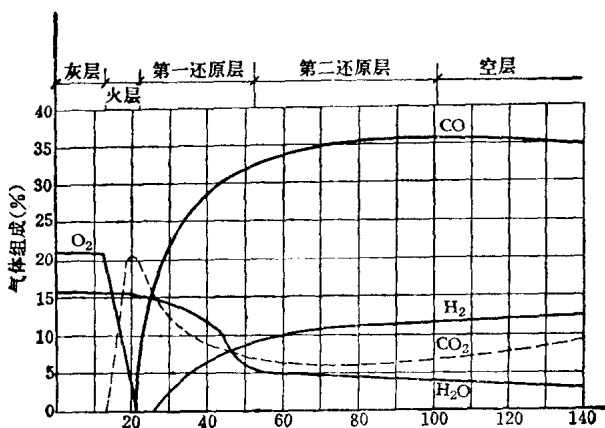


图 5 发生炉沿高度方向的气体组成

(2) 氧气在火层(氧化层)急剧下降到几乎全部消失, 二氧化碳急剧上升, 达最大值后又迅速下降, 进行的反应是(8)和(9)。火层是炉中温度最高点, 厚度大约在100~150毫米左右。

(3) 在CO₂减少的同时, CO迅速上升, 至炉层表面前一直上升。水蒸汽几乎在氧气用完时开始分解, 随CO和H₂的增多, 水蒸汽量减少, 称还原层。第一还原层进行的为(11)、(12)、(13)反应, 第二还原层进行的反应为(13), 反应(10)也有, 但较缓慢。

(4) 炉层上表面空间也有反应进行, 主要是(13), 所以CO₂和H₂增加, 而CO和H₂O下降。

在实际发生炉中, 气化有挥发分的燃料时, 在还原层上面还有干馏段, 使挥发分挥发, 生成甲烷及重碳氢化合物。

在最上层有干燥段，干燥煤中的水分。

混合发生炉煤气综合了空气煤气和水煤气的特点，影响空气煤气和水煤气的工艺因素也影响着混合发生炉煤气的生成过程。在还原层进行 CO_2 的还原反应和水蒸汽的分解反应，都是吸热的，并且随着温度的增高，反应速度增快，因此燃烧层温度要求越高越好。实际生产中，考虑到煤灰高温熔融，火层温度在不凝结的情况下越高越好。

第四节 混合发生炉煤气的各种气化指标

混合发生炉煤气的气化指标包括：煤气质量、气体产率、燃料的损失、比消耗量（比消耗系数）、气化强度、气化过程的热损失和气化效率等。在发生炉正常生产时其指标有煤气质量、煤气出口温度、煤气出口压力、鼓风量、鼓风温度及鼓风压力。要做成本核算需对煤耗进行计量。下面分别叙述：

1. 煤气质量

煤气质量包括煤气热值和煤气成分。煤气热值以大卡/标米³表示，要求越高越好。煤气成分包括可燃成分一氧化碳（ CO ）、氢气（ H_2 ）、甲烷（ CH_4 ）及少量的重碳氢化合物（ C_nH_m ）和硫化氢（ H_2S ），不可燃成分为二氧化碳（ CO_2 ）、氮气（ N_2 ）、水蒸汽（ H_2O ）和氧气（ O_2 ）。其含量以百分含量表示，一般要求 CO 在28~31%， CO_2 小于4%。

2. 煤气产率

气化时，一公斤燃料所制得的煤气立方米数称为煤气产率。以米³/公斤表示。表1为某些煤的煤气产率的数据。

某些煤的煤气产率

表 1

产 地	鹤 岗	焦 作	铜 川	大 同	撫 順	淮 南	兰 州	扎 諾 麦 尔
煤气产率 米 ³ /公斤	3~3.3	3.4~3.8 3.54	3.4~3.8 3.74	3.1~3.6	3.2~3.3	3.04	3.54	2~2.5

3. 燃料的损失

燃料的损失包括带出物损失（烟子）和扒出物损失（灰渣含碳量）。

（1）带出物损失：在发生炉上部空间由气流带出的损失。带出物损失的多少决定所用煤的含末率，含末越多，烟子越多。因此，最好不用含末率高的煤和热崩溃性煤。

（2）扒出物损失：是炉渣中夹带的未燃尽的碳粒，随炉渣一起扒出。通常要求灰渣含碳量不超过8%。

4. 比消耗量（比消耗系数）

比消耗量是生产单位体积煤气或气化一公斤煤所消耗的蒸汽量和空气量。

5. 气化强度

每小时、每平方米发生炉横截面积所气化的燃料量称为气化强度。以公斤/米²·小时表示。

6. 气化过程的热损失

（1）煤气、带出物（烟子）、焦油、灰渣等离开发生炉都有显热和煤气中水蒸汽及焦油蒸汽的潜热。

（2）炉体、烟道系统的散热。

7. 气化过程的效率

气化过程的效率，分气化效率和热效率。

（1）气化效率：一公斤燃料气化成煤气，其煤气的热