

冶金工业出版社

固定层煤气炉的 工艺与操作

王德成 编



燃料化学工业出版社

81.655

875.2

合成氨厂工人读物

固定层煤气炉的工艺与操作

衢州化工厂 编

燃料化学工业出版社

内 容 提 要

为适应大、中型氮肥厂广大工人为革命学技术的需要，我社组织有关单位对“合成氨厂的工艺与操作”一书重新进行了修订，并按生产工序分册陆续出版。主要介绍固体燃料气化法生产合成氨的工艺与操作。

本书介绍了固定层煤气炉气化固体燃料的工艺与操作。对于气化原理、工艺流程、设备构造、操作方法和安全技术等作了全面的介绍，其中以操作方法和事故处理介绍得比较详细，对设备的维护检修和工艺计算等也作了必要的叙述。

本书可作为大、中型氮肥厂造气工人学习用书，也可供车间技术人员和管理干部参考。

本书由衢州化工厂组织编写，李世瑚等同志执笔。

合成氨厂工人读物

固定层煤气炉的工艺与操作

衢州化工厂 编

燃料化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

北京印刷八厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

* * *

开本 $787 \times 1092\frac{1}{32}$ 印张 $8\frac{1}{8}$

字数 176 千字 印数 1—27,200

1973年9月第1版 1973年9月第1次印刷

* * *

书号15063·2023 (化-117) 定价 0.57 元

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 录

第一章 合成氨原料气生产概述	1
一、合成氨原料气的制备方法	1
(一) 电解水制氢	2
(二) 含甲烷的气体转化制氢	2
(三) 焦炉气或石油加工副产气制氢	3
(四) 重油气化制氢	3
(五) 固体燃料气化制氢	4
二、间歇式固体燃料气化工序流程	5
(一) 燃料的输送和利用	5
(二) 制造半水煤气的工艺流程	7
(三) 水压系统流程	9
(四) 蒸汽吹净系统流程	11
第二章 气化原料	13
一、气化原料选择原则	13
二、气化原料质量要求	15
(一) 机械强度	15
(二) 热稳定性	16
(三) 粒度	17
(四) 灰熔点	18
(五) 灰分	19
(六) 挥发分	20
(七) 硫分	20
(八) 水分	21
(九) 固定碳	21
(十) 化学活性	21
第三章 半水煤气制造原理	25

一、气化反应的基本理论	25
(一) 燃料层的分区	25
(二) 化学反应原理	28
二、半水煤气的制造过程	40
(一) 合成氨原料气的质量要求	40
(二) 间歇法制造半水煤气的过程	41
(三) 间歇法制气的工艺循环	42
(四) 循环阶段时间分配的原则	44
三、制造半水煤气的工艺操作条件	47
(一) 气化效率	47
(二) 工艺操作条件的选择原则	51
(三) 正常操作条件的维持原则	54
第四章 机械设备	61
一、马达房传动设备	61
(一) 离心式鼓风机	61
(二) 离心式水泵	63
二、马达房静止设备	64
(一) 高压水桶	64
(二) 回水桶	65
三、煤气发生炉	65
(一) 煤气炉规格	65
(二) 煤气炉构造	65
(三) 煤气炉性能	69
四、工艺系统的辅助设备	72
(一) 集尘器	72
(二) 燃烧室	72
(三) 废热锅炉	73
(四) 洗气箱	75
(五) 洗气塔	75
(六) 气柜	77
五、自动机的结构和工作原理	79

(一) 自动机的作用·····	79
(二) 自动机的构造·····	80
(三) 自动机的百分比调节原理·····	93
(四) 自动机控制的自动阀·····	105
(五) 循环阶段里各自动阀的动作·····	105
六、自动加料机·····	109
七、自动阀门·····	111
(一) 三通阀·····	111
(二) 球阀·····	113
(三) 闸板阀·····	113
(四) 蝶形阀·····	116
(五) 燃烧室盖子·····	116
(六) 煤气炉系统阀门的密封材料·····	116
第五章 开工与停工·····	120
一、设备验收和试车·····	120
(一) 电动机试运转·····	120
(二) 设备试车前的检查·····	120
(三) 容器试压和系统试漏·····	122
(四) 传动设备联动试车和管道清洗·····	124
(五) 煤气炉系统气密试验·····	127
(六) 煤气总管和气柜查漏·····	128
二、煤气工段系统开工·····	128
(一) 燃烧室烘烤·····	129
(二) 煤气炉点火与烘烤·····	129
(三) 惰性气体的制造与置换·····	130
(四) 半水煤气的制造与置换·····	137
三、煤气工段系统停工·····	138
(一) 煤气炉熄火·····	138
(二) 单炉系统停车·····	138
(三) 工段停工·····	139
第六章 正常操作管理·····	140

一、操作内容	140
(一) 正常开车与停车	140
(二) 加料	141
(三) 下灰和清理	142
(四) 试火与看火	143
(五) 三通阀检查	143
(六) 短期停车与排除洗气箱的煤气	143
(七) 排除洗气箱的空气和解除短期停车	143
(八) 蒸汽吹净	145
(九) 内外联系	147
(十) 传动设备的开停与倒换	147
二、操作条件的控制	150
(一) 操作条件的维持与判断	152
(二) 操作方法	157
(三) 不同燃料的操作条件	165
(四) 燃料更换时的操作方法	166
三、影响消耗定额的因素	169
(一) 燃料性质的影响	170
(二) 操作条件的影响	170
(三) 吹风率的影响	170
(四) 二次空气的影响	171
(五) 返焦率的影响	171
(六) 蒸汽用量的影响	171
(七) 气体质量的影响	171
(八) 系统阻力的影响	172
(九) 循环百分比的影响	172
(十) 加料方式和其它因素的影响	173
四、强化生产的途径	174
第七章 不正常情况及事故处理	176
一、预防的意义	176
二、不正常情况的处理	177

(一) 火层偏差大·····	177
(二) 结块与结疤·····	178
(三) 轴承温度高·····	180
(四) 炉条温度高·····	181
三、事故原因、判断和处理·····	183
(一) 自动机故障·····	183
(二) 自动阀的水压缸故障·····	188
(三) 自动阀的体内故障·····	189
(四) 自动阀的作用失效性故障·····	189
四、紧急停车法及应用·····	191
(一) 紧急停车的法则·····	191
(二) 各种紧急停车方法应用顺序·····	192
(三) 紧急停车法的应用范围·····	192
(四) 紧急停车注意事项·····	193
五、传动设备的常见事故及处理·····	193
(一) 常见事故处理方法·····	193
(二) 事故处理注意事项·····	194
第八章 设备维护与检修·····	195
一、设备维修的意义·····	195
二、主要设备的维修·····	196
(一) 煤气炉维修的主要内容·····	196
(二) 自动机维修的主要内容·····	197
(三) 阀门维修的主要内容·····	198
三、维修常用材料·····	201
(一) 主要设备的主要部件材质·····	201
(二) 常用非金属材料·····	202
(三) 常用润滑油·····	202
第九章 生产控制分析和安全技术·····	203
一、生产控制分析介绍·····	203
(一) 分析项目和内容·····	203
(二) 锅炉用水的质量要求·····	203

(三) 半水煤气分析原理	203
(四) 半水煤气分析方法	207
(五) 溶液配制方法	208
二、安全技术介绍	209
(一) 煤气生产的特点	209
(二) 安全技术的任务	210
(三) 煤气对人的伤害	210
(四) 防毒气措施和中毒急救	211
(五) 防毒面具的应用	212
(六) 爆炸的原因和防止	212
(七) 防火与灭火	215
(八) 防止机械伤害和触电	216
第十章 化工计算	219
一、生产控制指标的计算	219
(一) 吹风空气量计算	219
(二) 吹净空气量计算	219
(三) 加氮空气量计算	219
(四) 空气消耗量计算	220
(五) 低压蒸汽消耗量计算	220
(六) 半水煤气消耗量计算	221
(七) 合成氨用标准煤量计算	221
二、经济技术指标的计算方法	222
三、技术核算和消耗定额计算方法	224
(一) 煤(焦)折算	224
(二) 定额核算	224
(三) 碳平衡计算	225
(四) 蒸汽平衡计算	226
四、物料与热量平衡的计算	226
(一) 计算依据	226
(二) 计算步骤	227
五、煤气炉生产能力的计算	245
(一) 生产能力计算	245
(二) 气化强度计算	245
六、常用参数表	247

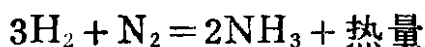
第一章 合成氨原料气生产概述

建国以来，在毛泽东思想的光辉照耀下，在毛主席制定的**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**的总路线和一整套“两条腿走路”的方针指引下，我国化肥工业战线广大工人、革命技术人员和革命干部，沿着伟大领袖毛主席指明的“工业学大庆”的光辉道路，“**自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想**”，在很短的时间内，特别是无产阶级文化大革命以来，使我国化肥工业获得了高速度的发展。为我国农业增产做出了一定的贡献。

在化学肥料中以氮肥需要量为最大，而合成氨又是氮肥的基础。生产合成氨首先要生产出合乎要求的合成氨原料气。目前世界各国生产合成氨的原料正在从煤、焦转向石油和天然气。首先让我们介绍一下制备合成氨原料气的各种方法。

一、合成氨原料气的制备方法

合成氨（ NH_3 ）是氢和氮在高压高温下化合而成的：



无论用什么方法生产合成氨，首先要生产原料气——氢气和氮气。它可以由分别制取的氢和氮混合而成，也可以同时制取氢氮混合气体。

原料气的制备，在合成氨生产中是关键的一环，在生产成本中占较大部分。因此，如何结合我国的资源条件，选择最经济的原料，采用比较简单的设备及合理的工艺条件，制

取符合质量要求的、数量更多的合成氨原料气，是很重要的问题。

首先介绍合成氨原料气中的氮的来源。到目前为止，氮唯一的来源是空气，空气中含有79%的氮。从空气中提取氮的方法，主要有以下两种：

物理方法制氮，就是通常说的空分的方法，即用深度冷冻法将空气液化，然后再根据空气的主要成分中氮和氧沸点（气化温度）不同的物理性质，将其分开，使氮分馏出来。

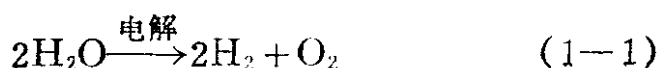
化学方法制氮，可以用可燃性气体氢气或一氧化碳在空气中燃烧，空气中的氧通过与可燃气体的化学变化而变成新的物质，氮则由于不参与化学反应而分离出来。也可以采用空气—燃料气化分离法，通过燃料（比如固态燃料煤、液态燃料碳氢化合物、石油精炼后的重油等）气化过程中，由于空气中的氧与燃料中的碳或氢进行化学反应而得到氮。

制氮的几种方法中，氢气或一氧化碳燃烧法消耗大量的合成氨原料气，空气冷冻分离法消耗巨大电能，因而应用的广泛性受到限制。在我国，目前应用最广的方法，是空气—燃料气化分离法。在有空分设备的地方，氮气作为空分的副产品而提供来源。

氢气的制备方法很多，根据原料的来源不同，主要有以下几种：

（一）电解水制氢

水（ H_2O ）是氢和氧的化合物，水里通过强大的电流即使能使水分解，制得氢气和氧气。



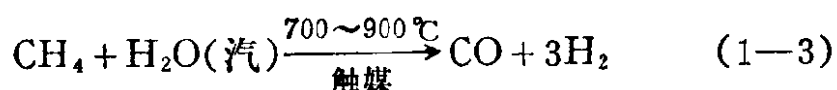
（二）含甲烷的气体转化制氢

甲烷 (CH₄) 的主要来源是天然气和焦炉气, 甲烷转化制氢的方法一般分以下三种:

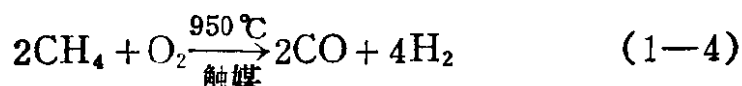
1. 热裂法 即在高温下将甲烷裂化制得氢。



2. 转化法 即用蒸汽在 700~900℃ 和触媒的作用下与甲烷进行化学反应制得氢。



3. 部分氧化法 即用氧在 950℃ 左右和触媒的作用下与甲烷进行不完全的氧化反应制得氢。

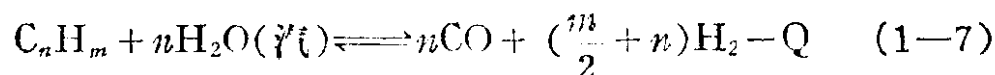
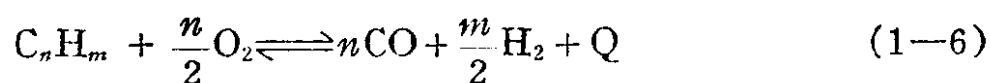
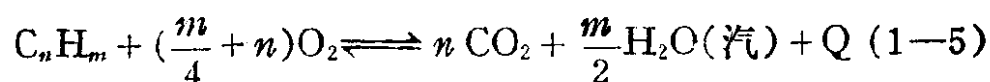


(三) 焦炉气或石油加工副产气冷冻分离法制氢

烟煤炼焦的副产气——焦炉气中含氢约占 50%, 甲烷约占 25%。石油加工所得到的副产气里, 氢的含量也比较高。由于这两种副产气中, 各种气体组分的沸点是不相同的, 因此可借部分冷凝的方法将各种气体组分分离而得到氢。

(四) 重油气化制氢

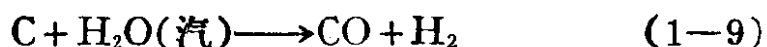
用蒸汽和氧的混合气体使重油进行气化反应, 可以制得氢和一氧化碳。其反应式为:



(五) 固体燃料气化制氢

水蒸汽和氧气或水蒸汽和空气的混合气体，与高温的固体燃料（煤或焦炭）进行气化反应制得水煤气或半水煤气的方法，通称固体燃料气化法。这种方法，又根据采用的固体燃料的种类不同，可以分为如下三类：

1. 粉煤气化法 即用水蒸汽和氧使粉煤呈悬浮状态在高温下进行气化反应，制得氢气和一氧化碳的混合气体——水煤气。



这种方法，所使用的燃料范围较广，可以气化褐煤、烟煤或高灰分的劣质煤，也可用液态油类或气态燃料制合成氨原料气。但是，设备比较复杂，技术要求较高。

2. 沸腾层气化法 即用富氧空气和水蒸汽连续通过高温的细粒燃料层，使燃料呈沸腾状态气化，发生式（1—8）和式（1—9）等化学反应，得到氢气、一氧化碳和含有一定量氮气的混合气体——半水煤气。

这种方法的气化强度高，生产能力大，可采用劣质煤做原料。需要有空分设备提供氧气，适用的燃料范围比较狭窄，一般多采用地质上比较年轻的、具有高化学活性的煤，如褐煤。

3. 固定层气化法 固定层气化是我国目前采用最广的制备合成氨原料气的方法，分连续式气化和间歇式气化两种。前者以氧气或富氧空气与水蒸汽混合通过高温燃料层；后者以水蒸汽（或同时混入少量的空气）和空气交替地通过高温燃料层。

这两种固定层气化法，主要是根据式（1—8）和（1—9）

的化学反应而得到合成氨原料气。

连续式气化法气化强度高，生产能力强，燃料的利用率也比较高，是固体燃料气化的发展方向。但是，它只适用于有空分设备的地方，目前应用范围还不如间歇式气化那样广泛。

间歇式气化虽然具有气化强度、燃料利用率和生产能力比较低等弱点，但是，它不仅可采用焦炭，也可采用无烟煤。我国无烟煤蕴藏量丰富，产量逐年增加，价格又便宜。同时，间歇式气化设备比较简单，投资少，见效快，技术上比较成熟和易于掌握，积累了丰富的生产经验，因此，间歇式气化法在我国目前合成氨原料气制造上获得了广泛的采用。

本书各篇章，着重介绍固定层间歇式煤气炉的工艺与操作。

二、间歇式固体燃料气化工艺流程

（一）燃料的输送和利用

在伟大领袖毛主席“工业学大庆”的号召下，化肥工业战线上的煤气生产工人，把冲天的革命干劲与严格的科学态度紧密结合起来，经过多次地实验和总结，基本掌握了用无烟块煤（白煤）代替焦炭制造合成氨原料气的生产技术，可以节约大量的焦炭，支援钢铁工业及其它工业生产，对整个国民经济来说，具有很重要的意义。

矿山运来的白煤，首先必须经过粉碎和筛选，才能送往煤气炉。白煤进厂以后，贮存在堆积场或煤焦棚里，利用抓斗吊车送至落煤坑，通过坑下齿板喂料机，由皮带输送机送至固定筛。粒度在75毫米以上的块煤，先进入双辊式破碎机，粉碎后与用固定筛筛分出来的粒度小于75毫米的煤汇

合，再进入双层式振动筛过筛。

振动筛上层筛网网孔为 15×15 毫米，下层筛网网孔为 25×25 毫米。筛网上粒度大于15毫米以上的白煤，由皮带输送机送往煤气炉上的贮仓里。为了合理利用燃料、便于操作、多产煤气，一般将白煤按粒度不同（分为25毫米以上、15至25毫米、5至15毫米）分类贮存、分别使用。粒度为5至15毫米的碎煤，是在进入贮仓前的一个单层式的、筛网网孔 5×15 毫米的小振动筛筛分出来的，这样的碎煤可在生产负荷较低时使用；在大振动筛下层筛网筛分出来的、粒度小于25毫米的煤再通过另外一个过筛系统筛除15毫米以下的碎煤和粉煤后，得到粒度为15毫米至25毫米的煤。此粒度的煤可专供烧小粒度煤的炉子使用；大振动筛上粒度为25毫米以上的块煤，通过皮带输送机、卸料车等输送装置，进入煤气炉上的贮仓。

煤气炉上贮仓里的白煤，通过自动加料机或人工加料装置，定期地向煤气炉内加料。

毛主席教导说：“我们六亿人口都要实行增产节约，反对铺张浪费。这不但在经济上有重大意义，在政治上也有重大意义。”目前，在我国使用固体燃料生产合成氨原料气，充分利用粉煤造气具有很大的现实意义和经济意义。近几年来，在这一方面取得了一定的经验，将粉煤经过适当处理，制成煤球，用于造气。一种方法是利用造纸厂的酸性纸浆废液作粘结剂，将粉煤制成纸浆煤球；另一种方法是利用石灰（含氧化钙60%以上）作调合剂，掺入粉煤中加入适量的水，制成湿煤球经过碳化制成碳化煤球。后者已开始用于大型氮肥厂生产，为中小型氮肥厂的原料来源开辟了广阔前途。

纸浆煤球的制取，主要是通过粉煤破碎、拌液混合、压球、烘干等工序生产出来的。碳化煤球是经过粉煤掺水、石

灰加水消化，混合破碎、压球、碳化烘干等工序生产出来，碳化过程中发生下列化学反应：



为了充分利用国家燃料资源，造气用煤应尽可能就地供应，尽可能地改善燃料管理和输送条件，逐步做到合理使用，并努力掌握各种固体燃料制合成氨原料气的操作规律，做到高产、优质、低耗、安全，不断为人类作出新贡献。

(二) 制造半水煤气的工艺流程

固定层间歇式煤气发生炉系统，制造半水煤气的工艺流程，如图1—1所示。

固定层间歇式煤气炉系统，属于回收吹风和上吹气热量的类型。在每三分钟的一个工作循环里，分以下五个阶段：

1. 吹风 鼓风机送来的空气（压力1.8~2.5米水柱），从煤气炉1底部进入炭层，空气中的氧与燃料中的碳燃烧生成的吹风气由炉顶出来，吹风气带出的燃料细粒，大部分坠落于集尘器中；吹风气进入燃烧室2，与鼓风机送来的二次空气汇合，吹风气中的一氧化碳发生燃烧反应，放出的热量大部分被燃烧室2内的耐火砖吸收，以提高燃烧室温度；同时，吹风气中的细尘，坠落于燃烧室的椎形底部。

吹风气出燃烧室2以后，进入废热锅炉4，从废热锅炉4的火管中自上而下地通过，把热量传给火管间的水，水吸收热量而气化产生水蒸汽，火管中的气体被冷却下来。

吹风气出废热锅炉4以后，经烟囱7放入大气中。

2. 上吹制气 吹风后煤气炉1内的炭层温度很高，使水蒸汽能够分解。由低压水蒸汽总管引进的水蒸汽（压力0.4~0.7公斤/厘米²）与鼓风机送来的加氮空