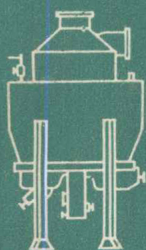


合成氨厂工人读物

固定层煤气炉的 工艺与操作

(修订本)

衢州化工厂 编



化学工业出版社

合成氨厂工人读物

固定层煤气炉的 工艺与操作

(修订本)

衢州化工厂 编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书是“合成氨厂工人读物”之一，曾于1973年发行第一版，根据广大读者提出的意见，由原编者湖北化工厂李世湖同志（原在衢州化工厂工作）进行了修订，增加了煤球气化操作方面的内容，对设备维护和检修常识方面作了补充。南京化学工业公司氮肥厂黄世英、陈浩堃同志作了部分修改。

本书介绍了固定层煤气炉气化固体燃料生产合成氨原料气的工艺与操作。对于气化原理、工艺流程、设备结构、操作方法、维护检修和安全技术等作了全面介绍。其中以操作方法和事故处理的叙述比较详细。对工程竣工验收和工艺计算等也作了必要的叙述。

本书可作为中、小型氮肥厂工人学习用书，也可供车间技术人员和管理干部参考。

合成氨厂工人读物 固定层煤气炉的工艺与操作

（修 订 本）

衢州化工厂 编

*

化学工业出版社出版

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092¹/₃₂印张 9⁷/₈字数215千字印数1—4,150

1980年10月北京第1版1980年10月北京第1次印刷

统一书号15063·3135定价0.80元

目 录

第一章 合成氨原料气生产概述	1
一、固体原料气化制造合成氨原料气	2
(一)固定层间歇气化法	3
(二)固定层连续气化法	8
(三)沸腾层气化法	8
(四)加压气化法	9
(五)粉煤气化法	11
二、液体原料气化制造合成氨原料气	11
(一)电解水法	12
(二)重油(或原油)气化法	12
三、气体原料制造合成氨原料气	13
(一)以焦炉气为原料制造合成氨原料气	14
(二)以天然气为原料制造合成氨原料气	16
第二章 固定层间歇气化法用的原料	22
一、气化原料选择原则	22
二、气化原料质量要求	23
(一)机械强度	23
(二)热稳定性	24
(三)粒度	25
(四)灰熔点	26
(五)灰分	26
(六)挥发分	27
(七)硫分	28
(八)水分	28

(九)固定碳	28
(十)化学活性	29
第三章 半水煤气制造原理	32
一、固体燃料气化反应的基本理论	34
(一)煤气炉内燃料层的分区	34
(二)化学反应原理	37
二、半水煤气的制造过程	58
(一)合成氨原料气的质量要求	53
(二)间歇法制造半水煤气的过程	55
(三)间歇法制气的工艺循环	56
(四)循环阶段时间分配的原则	58
三、制造半水煤气的工艺操作条件	61
(一)气化效率	61
(二)选择工艺操作条件的原则	65
(三)操作条件的判断和改善方法	67
第四章 机械设备	77
一、转动设备	77
(一)离心式空气鼓风机	78
(二)离心式水泵	80
二、静止设备	81
(一)煤气发生炉	81
(二)煤气炉系统辅助设备	89
(三)高压水系统辅助设备	102
三、自动机的结构和工作原理	104
(一)自动机的作用	104
(二)自动机的构造	104
(三)自动机的百分比调节原理	118
(四)自动机控制的自动阀	132
(五)循环阶段里自动阀开关的状况和时间	132
四、自动阀门	134

(一)水压自动三通阀	134
(二)水压自动球阀	136
(三)水压自动闸板阀	136
(四)水压自动蝶形阀	136
(五)燃烧室的水压自动盖子	140
(六)煤气炉系统阀门的密封材料	141
第五章 开工与停工	142
一、设备验收和试车	142
(一)电动机试运转	142
(二)设备试车前的检查	143
(三)容器试压和系统试漏	145
(四)转动设备联动试车和管道清洗	151
(五)煤气炉系统气密试验	153
(六)煤气总管和气柜查漏	155
二、煤气工段系统开工	155
(一)燃烧室烘烤	155
(二)煤气炉点火与烘烤	155
(三)惰性气体的制造与置换	156
(四)半水煤气的制造与置换	163
三、煤气工段系统停工	164
(一)煤气炉熄火	164
(二)单炉系统停车	164
(三)工段停工	166
第六章 正常操作管理	167
一、操作内容	167
(一)正常开车与停车	167
(二)加料	168
(三)下灰和清理	169
(四)试火与看火	169
(五)水压自动三通阀检查	170

(六)短期停车与排除洗气箱的煤气	170
(七)排除洗气箱的空气和解除短期停车	170
(八)蒸汽吹净	172
(九)内外联系	174
(十)转动设备的开停与倒换	175
二、操作条件的控制	177
(一)操作条件的判断与控制	178
(二)操作方法	183
(三)不同燃料的操作条件	190
(四)更换燃料时的操作方法	192
三、影响消耗定额的因素	195
(一)燃料性质的影响	195
(二)操作条件的影响	195
(三)吹风率的影响	195
(四)二次空气的影响	195
(五)灰渣含碳量的影响	196
(六)蒸汽用量的影响	196
(七)气体质量的影响	196
(八)系统阻力的影响	197
(九)循环时间百分比的影响	197
(十)加料方式和其它因素的影响	198
四、强化生产的途径	198
第七章 煤球气化操作	200
一、煤球质量的基本要求和测定方法	200
(一)煤球的冷、热态机械强度	201
(二)煤球的质量测定和要求	201
(三)各种煤球的主要性能	205
二、煤球的气化操作	208
(一)煤球气化操作原则和特点	208
(二)煤球气化操作控制指标	211

(三)煤球气化反应效果的测定数据	211
第八章 不正常情况及事故处理	212
一、不正常情况的处理	212
(一)纠正火层偏差	212
(二)防止结块与结疤	213
(三)降低轴承温度	215
(四)降低炉条温度	216
二、事故原因、判断和处理	218
(一)自动机故障	218
(二)自动阀门的水压缸故障	222
(三)自动阀的体内故障	223
(四)自动阀的作用失效性故障	224
三、紧急停车法及应用	226
(一)紧急停车的法则	226
(二)各种紧急停车方法应用顺序	227
(三)紧急停车法的应用范围	227
(四)紧急停车注意事项	228
四、转动设备的常见事故及处理	228
(一)转动设备常见事故处理方法	228
(二)转动设备事故处理注意事项	229
第九章 设备维护与检修常识	230
一、设备维修的意义	230
二、设备维修常用材料	231
(一)常用钢材	231
(二)常用非金属材料	233
(三)常用润滑油	234
三、金属焊接常识	235
四、容器装配常识	237
五、管道安装常识	238
六、液位计安装常识	239

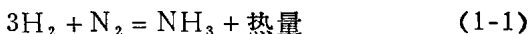
七、氧气瓶和乙炔发生器管理和使用常识	240
八、主要设备的维修内容	241
(一)煤气炉维修的主要内容	241
(二)自动机维修的主要内容	242
(三)阀门维修的主要内容	243
九、通用阀门结构及用途简述	245
(一)旋塞	245
(二)闸阀	246
(三)截止阀	246
(四)节流阀	246
(五)止回阀	247
(六)底阀	247
(七)安全阀	247
(八)减压阀	248
(九)球阀	248
(十)蝶阀	249
(十一)疏水器	249
第十章 生产控制分析和安全技术	250
一、生产控制分析介绍	250
(一)煤气生产系统分析、测定的项目和内容	250
(二)原料分析和测定	250
(三)工业软水及锅炉用水的质量要求	263
(四)半水煤气分析原理	264
(五)半水煤气分析方法	265
(六)溶液配制方法	267
(七)半水煤气中硫化氢测定	267
(八)煤气炉蒸汽分解率测定	268
二、安全技术介绍	269
(一)煤气生产的特点	269
(二)安全技术的任务	270

(三)煤气对人的伤害	270
(四)防毒气措施和中毒急救	271
(五)防毒面具的应用	272
(六)爆炸的原因和防止	272
(七)防火与灭火	275
(八)防止机械伤害和触电	276
第十一章 主要工艺计算	279
一、生产控制指标的计算	279
(一)低压蒸汽消耗量计算	279
(二)半水煤气消耗量计算	279
(三)合成氨用标准煤量计算	280
二、经济技术指标的计算方法	280
三、技术核算和消耗定额计算方法	282
(一)标准煤(焦)折算	282
(二)定额核算	282
(三)碳平衡计算	283
(四)蒸汽平衡计算	284
四、物料与热量平衡的计算	285
(一)计算依据	285
(二)计算步骤	285
五、煤气炉生产能力的计算	301
(一)生产能力计算	301
(二)气化强度计算	302
六、常用参数表	302
表 11-2 常压下不同温度常遇气体与蒸汽的导热系数	302
表 11-3 一个大气压时各种不同温度的气体热焓量	303
表 11-4 在 760 毫米汞柱时某些气体的主要物理性质	304
表 11-5 常压下各种温度的气体分子热容表	305
表 11-6 度量衡的代表符号及换算关系	306

第一章 合成氨原料气生产概述

氨(NH₃)是一种重要的含氮化合物,它在工业上有着广泛的用途,可以加工成多种含氮肥料,液氨也可直接作为肥料施用。发展氨的生产,对促进其它工业发展和支援农业占有重要地位。因此,合成氨工业是化学工业中一个重要的组成部门,是整个氮肥工业的基础。

氨是氢气和氮气在一定的工艺条件下合成的:



为了生产氨,首先要制造出原料气——3:1的氢氮混合气。造气的费用占合成氨成本的35~50%。氢气和氮气的数量和质量又对合成氨生产有着重要影响,所以制取符合质量要求、数量充足的原料气,是合成氨生产中的一个重要问题。

氮的来源是空气。空气是氮气(N₂)、氧气(O₂)和少量的氩气(Ar)、二氧化碳气(CO₂)等的混合物。其中含氮约79%、氧约21%,氮和氧的体积比为79:21=3.76。空气是制氮取之不尽用之不竭的天然原料。从空气中制氮分为化学方法和物理方法两类。

化学方法制氮,是利用可燃性气体(氢或一氧化碳)、液体(石油及其制品)和固体(煤炭)等与空气混合燃烧。空气中的氧与可燃物化合生成新物质,氮不参与反应而同氧分开。

物理方法制氮,是采取空气冷冻技术,即通常所说的“空分”。将空气液化,利用氮和氧沸点不同这一物理性质,使空

气分离为较纯净的氮气和氧气。

氢气具有固定氮的作用。氢气的主要来源是含碳、含氢和含碳氢化合物的物质,目前所用的原料可以分为三大类:

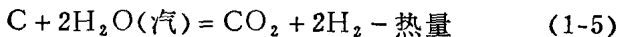
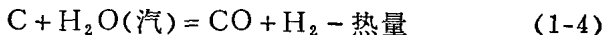
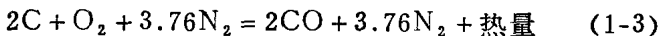
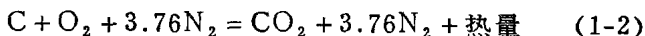
1. 固体原料——焦炭、无烟煤、褐煤、木材和烟煤;
2. 液体原料——原油、石脑油、重油和水等;
3. 气体原料——焦炉气、天然气、炼厂气和有机合成的副产气等。

下面按各种原料概要介绍制氢主要方法的原理和工艺过程。

一、固体原料气化制造合成氨原料气

固体原料(或称燃料)气化制造合成氨原料气的方法很多,目前已经在工业上大量采用的主要方法有:固定层间歇气化法、固定层连续气化法、沸腾层气化法、加压气化法和粉煤气化法五种。

这五种方法的反应过程大致相同:



固体原料用气化剂进行热加工,而得到可燃性气体的过程称为固体原料的气化,或称为“造气”,所得的气体统称为“煤气”。用以与原料进气化反应的气体统称为“气化剂”,选用的气化剂不同,得到的煤气也不同。

空气作为气化剂时,产生的煤气叫作空气煤气。

水蒸汽作为气化剂时,产生的煤气叫作水煤气。

空气、水蒸汽的混合物作为气化剂时，产生的煤气叫作混合煤气，又叫作发生炉煤气。混合煤气中，组成符合 $(\text{H}_2 + \text{CO}) : \text{N}_2 = 3.1 \sim 3.2$ (体积比) 的特例，称之为半水煤气。在合成氨工业中，半水煤气可由四种方法制得：

1. 用水蒸汽作为气化剂生产水煤气，辅以空气作为气化剂生产空气煤气，两者按合成氨原料气的氢氮比要求混合成半水煤气；

2. 用水蒸汽作为气化剂生产水煤气，同时在某一阶段中用空气、水蒸汽的混合物作为气化剂生产半水煤气，两者亦按合成氨原料气的氢氮比要求混合成半水煤气；

3. 用空气、水蒸汽的混合物作为气化剂生产半水煤气；

4. 有空分装置提供工业氧气的氨厂，可用氧气与空气混合成富氧空气和水蒸汽的混合物作为气化剂生产半水煤气。

(一) 固定层间歇气化法

我国所用的固定层间歇式煤气炉系统有很多种，这里只介绍合成氨工厂中应用比较普遍的固定层半水煤气发生炉系统，它属于一种回收吹风气 and 上吹气热量的类型。在每两分半钟或三分钟的一个工作循环里，分如下五个阶段。其工艺流程如图 1-1 所示。

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，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，使吹风气中的一氧化碳燃烧，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锥形底部。

吹风气出燃烧室 2 以后，进入废热锅炉 4，从废热锅炉 4

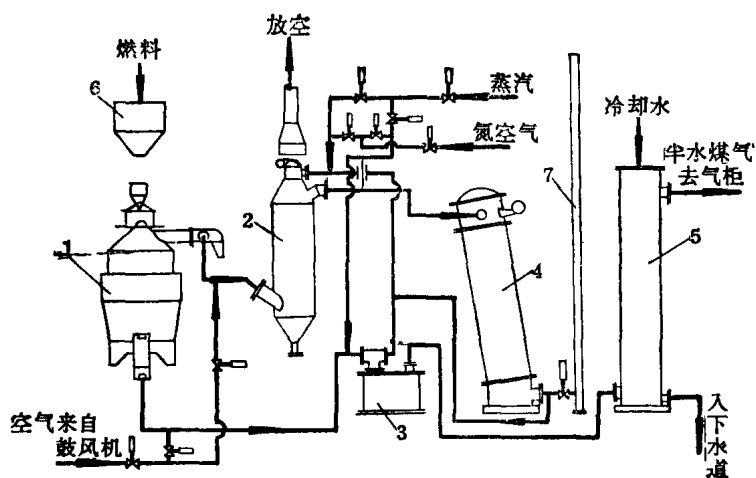


图 1-1 制造半水煤气工艺流程图

1—煤气发生炉；2—燃烧室；3—水封槽(洗气箱)；4—废热锅炉；
5—洗气塔；6—燃料贮仓；7—烟囱

的火管中自上而下地通过，把热量传给火管间的水，水吸收热量而气化成水蒸汽，吹风时则被冷却下来，经烟囱7放入大气。

2. 上吹制气 由低压水蒸汽总管引进的水蒸汽与鼓风机送来的加氮空气①混合以后，自煤气炉1底部进入炭层。燃料气化生成的半水煤气，经过集尘器、燃烧室2、废热锅炉4，再进入洗气箱(又称水封槽)3，经过煤气总管进入洗气塔5。

气体在洗气塔5内自下而上地通过，与塔顶喷淋的冷却水逆行，使气体得到良好的洗涤并冷却到常温，然后送至气柜贮存。

① 加氮空气——在制造半水煤气时加入炉中的空气。

3. 下吹制气 水蒸汽和加氮空气混合经燃烧室 2 预热, 由煤气炉 1 顶部进入炭层。燃料气化生成的半水煤气, 通过下吹管道进入洗气箱 3、洗气塔 5 送至气柜。

4. 二次上吹 流程与上吹制气相同。

5. 空气吹净 流程与吹风大致相同, 不同之处是吹净气出废热锅炉 4 以后, 不是从烟囱 7 放空, 而是烟囱阀关闭, 使气体经过洗气箱 3、洗气塔 5 送至气柜。当吹净气通过燃烧室 2 时, 也不加入二次空气。

为了保证生产安全, 每当变换上下吹时, 加氮空气的送入时间要稍迟于蒸汽送入时间; 加氮空气的停送时间要稍早于水蒸汽停送时间, 以避免空气与煤气相遇发生爆炸或煤气中氧含量升高。

在上吹制气时, 有一部分蒸汽通过支管进入下吹管道, 以排净吹风后残留在里面的空气, 防止下吹制气时氧含量升高。

下吹制气时, 有一部分蒸汽通过支管道进入废热锅炉 4 下火箱, 以防止下吹加氮空气在废热锅炉 4 里积存, 避免二次上吹制气时氧含量升高。

间歇式制造半水煤气工艺流程的实现, 是靠自动机控制完成的。自动机控制主水压缸 4 按照制气循环各阶段的要求, 控制煤气炉系统的各水压自动阀门 6, 正确地分别按时间、按顺序、循环开启或关闭。使空气、蒸汽、加氮空气在规定的方向和时间内进入煤气炉系统, 使生成的半水煤气送入气柜, 吹风气从烟囱放空。水压系统的流程, 如图 1-2 所示。

水压自动机把水压动力输送给水压自动阀 6 的水压缸 5, 以推动活塞运动并带动阀门开关。阀门水压缸 5 活塞的另一端的水, 被活塞推动回到自动机的主水压缸 4 的回水套, 然后经过回水管道输送到回水槽 1, 供高压水泵 2 抽吸循环使用。

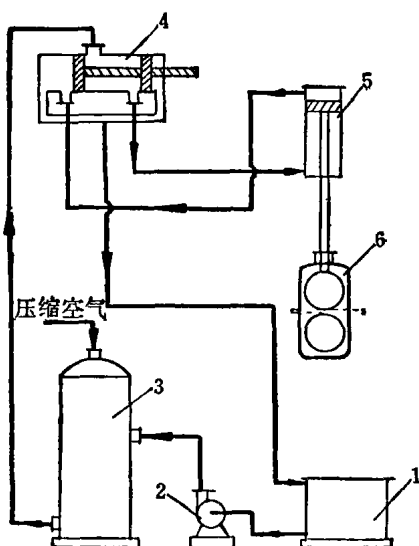


图 1-2 水压系统流程示意图

1—回水槽；2—高压水泵；3—高压水罐；4—自动机主水压缸；
5—阀门水压缸；6—水压阀门

回水槽 1 里的低压水，被高压水泵 2 升压至 10 公斤/厘米² 送入高压水罐 3 (水位通常维持在罐高的三分之二处)。从高压水罐 3 下部出来的高压水，送至自动机主水压缸 4 的进水导槽，由自动机 4 按时输送给水压自动阀 6 使其开关。

进入回水槽 1 的水和通过加水装置向回水槽 1 内加入的水，不断地供给高压水泵 2 使用。

为了减小自动机用高压水时所产生的压力波动，在高压水罐 3 的上部空间内充有高于水压的压缩空气。

在寒冷地区，特别是在冬季生产中，用油代替水为自动阀提供动力。鉴于油的流动性比水小，所以高压水泵 2 的升压性能就应该选择较高一些，其流程大致相同。

循环水中，要定期加入一种乳化剂——水溶油，最常用的是经过化学处理的植物油(如蓖麻油)、乳化剂加入水中以后，使水呈碱性和白色乳化状态，有除垢、防锈和润滑的作用。

煤气炉生产装置中设有蒸汽吹净系统，以避免空气与煤气直接相遇的情况发生。

蒸汽吹净系统的蒸汽压力为 $5\sim 8$ 公斤/厘米²，它受总阀门的控制，输送至各吹净点，用以排净设备或管道里残存的煤气或空气，防止形成爆炸的条件，并使半水煤气中的氧含量降低。

蒸汽吹净系统的流程，如图 1-3 所示。

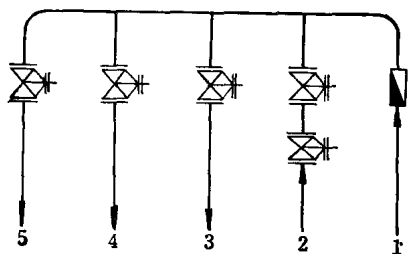


图 1-3 蒸汽吹净系统示意图

1—低压蒸汽入口；2—高压蒸汽入口；3—去炉底各吹净点；
4—去下吹管道；5—去烟囱吸引

在煤气炉生产时，由低压蒸汽总管向各吹净点提供蒸汽；在煤气炉系统进行检查或检修时，可开启系统与废热锅炉之间的连通阀向各吹净点提供蒸汽。此时，由于止逆阀的作用，废热锅炉引入的高压蒸汽不会进入低压蒸汽总管。

废热锅炉与蒸汽吹净系统的连通阀，一般装有两个，一个常开，一个常闭。以免阀门发生故障造成煤气炉系统被迫停止生产。