

〔苏联〕C.H. 甘兹 著

合成气及固定氮 生产的 工艺过程和设备

中国工业出版社

〔苏联〕C. H. 甘兹 著

合成气及固定氮 生产的 工艺过程和设备

化学工业部对外联络局翻译处等 译

中国工业出版社

书中简单地叙述了固定氮（氨、硝酸、氮肥）和供生产用的工艺煤气生产方法及过程的物理-化学原理。也同样地叙述了与合成氨厂有直接联系的有机合成（生产乙炔、合成尿素、高级醇等）的装置。

书中比较详细地叙述了这些生产设备和机器的结构及其采用的材料；阐述了单体设备及其连接件、零件的计算方法，很详细地叙述了结构和机械计算。此外，书中还简要地阐述了检修、安装和安全技术问题。

此书可以作为化工技术高等学校中的机械和工艺学生学习固定氮生产工艺与设备课程的参考书；也可供化学工业部门的工程技术人员参考。

参加本书翻译工作的有：化学工业部对外联络局翻译处（前言、绪论第一篇、第二篇、第四篇的第十六、十七章）、谢丰毅（第三篇）、赵增泰（第四篇的第十八~二十三章）、卢镗（第五篇）、徐颖（第六篇）。校订者：徐颖（绪论、前言、第一~二章、第六~七章、第二十四~三十二章）、吴建生（第三章、第十六~二十三章）、伍宏业（第四~五章、第八~十五章，其中第八章又请朱有庭审阅过）。

С. Н. Ганз

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕЗ-ГАЗА И СВЯЗАННОГО АЗОТА
ИЗДАТЕЛЬСТВО ХАРЬКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Харьков 1960

* * *

合成气及固定氮生产的工艺过程和設備

化学工业部对外联络局翻译处等译

*

化学工业部图书编辑室编辑（北京安定门外和平里七区八号楼）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092\frac{1}{16}$ ·印张29·字数604,000

1965年5月北京第一版·1965年5月北京第一次印刷

印数0001—3,420·定价（科五）3.30元

*

统一书号：15165·3493（化工-315）

前 言

本书是化工高等院校固定氮生产工艺和设备课程的教学参考书。

书中简短地叙述了与合成氨厂有关的固定氮、工业气体及有机合成产品（乙炔、甲醇、高级醇等）生产过程的物理化学原理和生产方法。较详细地探讨了这些生产所需机器和设备的结构及其制造材料以及主要机器设备零件和部件计算的原则。此外，还简述了检修、安装和安全技术问题。

在讲述这门课程之前，估计读者已具有一般的化工知识和工程技术知识。

由于所探讨的生产具有复杂性和多样性，所以本课程的内容主要是按照相类似的工艺过程特征和相似的主要机器设备结构而分类的。全书共分六篇。

第一篇叙述制取工艺气体的生产方法和设备^①；第二和第三篇讲述高压合成装置（氨、甲醇、高级醇和尿素的合成）的过程和设备；第四篇介绍硝酸和氮肥生产的工艺过程和设各；第五篇探讨化工设备和机械结构所用材料的物理-机械性能和应用范围；最后，第六篇简述了检修、安装和安全技术问题。

书中对最后几个问题，只作简短的阐述，因为在各专门的课程中这些问题已有详细的叙述。

在讲述个别章节时，作者采用的文献资料，已引注于文中。

第四、三十和三十一章系与 Г. Г. 涅多巴齐（Недобачий）共同编写，第五章与 Е. Т. 托普图年科（Топтуненко）、第二十二章与 С. Б. 列依鲍维奇（Лейбович）和 Р. И. 勃拉金斯卡娅（Брагинская）共同编写。

在此对 М. Е. 波津（Позин）教授、И. П. 基里洛夫（Кириллов）教授、М. А. 洛克申（Локшин）副教授、К. А. 波利亚科夫（Поляков）教授、Г. 别利钦科（Бельченко）和 Э. 塔拉特（Тарат）给作者的宝贵意见和指导表示深切的谢意。

由于书中内容较多，无疑地会有不少缺点，如对这些缺点能给予指正，作者均将谢纳。

С. Н. 甘 兹

^① 燃料气化一章叙述较简单，其中，只探讨了化学工业中广泛采用的几种特殊的和定型的设备结构。

目 录

前言

緒論.....	1
---------	---

第一篇 氢和氮的生产

第一章 固体燃料气化	4
------------------	---

第一节 气化过程的物理-化学原理	4
第二节 在間歇鼓风的固定层煤气发生炉中生产水煤气	6
第三节 間歇鼓风制水煤气装置的设备	8
第四节 带有轉动耙的錐形炉腔煤气发生炉(图9)	11
第五节 确定煤气发生炉之結構尺寸	15
第六节 煤气发生炉的实例計算	16
第七节 在固定层煤气发生炉中采用蒸汽-氧鼓风	17
第八节 間歇鼓风的煤气发生炉装置的定型设备	17
第九节 气化过程的自动控制	19
第十节 煤气发生炉装置的机器的特性	22
第十一节 水煤气机组的开车和停車	23
第十二节 蒸汽-空气煤气的制取	24
第十三节 液态排渣式煤气发生炉	27
第十四节 固体燃料的沸騰层气化	27
第十五节 沸騰层煤气发生炉的計算	31
第十六节 固体燃料加压气化	36
第十七节 气化固体燃料的新方法	38
参考文献	40

第二章 用一氧化碳和甲烷变换法制氢气	41
--------------------------	----

第一节 一氧化碳变换过程的物理-化学原理	41
第二节 一氧化碳一段变换装置	42
第三节 一氧化碳的两段变换	45
第四节 水煤气的加压变换	50
第五节 一氧化碳变换器的計算	52
第六节 用甲烷轉化法制取氢气	54
第七节 甲烷的催化轉化	55
第八节 甲烷的高温轉化	57
第九节 甲烷的加压轉化	58
第十节 各种甲烷轉化方法的技术經济指标	61
第十一节 天然气和采油伴生气各种加工方法的主要发展方向	62
第十二节 鉄-蒸汽法制取氢气	64

参考文献	66
第三章 由天然气生产乙炔和以乙炔为基础的合成	66
第一节 序言	66
第二节 部分氧化法生产乙炔过程的物理-化学特点	67
第三节 甲烷部分氧化反应炉的结构	69
第四节 乙炔的吸收和提浓	71
第五节 生产中乙炔提浓的方法	72
第六节 甲烷部分氧化和二甲基甲酰胺吸收乙炔装置的流程	74
第七节 乙炔直接水合法制造乙醛	77
第八节 乙酸的制造	78
第九节 乙酸乙烯酯的制造	80
第十节 由乙炔和氢氰酸合成丙烯腈	80
第十一节 以甲醛和乙炔为基础的合成	82
第十二节 聚氯乙烯塑料	83
第十三节 聚氯乙烯的制造	83
第十四节 不含增塑剂的聚氯乙烯塑料, 氯乙烯璐珞 (硬聚氯乙烯塑料)	84
第十五节 含大量增塑剂的聚氯乙烯塑料	84
参考文献	85
第四章 深度冷冻法分离气体	85
第一节 真实气体的绝热膨胀	86
第二节 真实气体膨胀时所得的冷冻效应	86
第三节 深冷法分离焦炉气	89
第四节 焦炉气分离装置中各设备的规格	93
第五节 深冷法分离空气	98
第六节 空气分离装置的流程	98
第七节 空气分离装置中各设备的规格	101
参考文献	107
第五章 用电解水法制取氢和氧	108
第一节 电解水过程的实质	108
第二节 电解的基本定律	109
第三节 电解槽的类型	112
第四节 气体的分离和电解槽的供水	114
第五节 电解水用的工业电解槽结构	114
第六节 加压下电解水	119
第七节 电解法制取氢和氧的技术经济指标	120
参考文献	121
第六章 气体的净化	122
第一节 气体中硫化氢的净化	122
第二节 干法清除气体中的硫化氢	122

第 三 节 湿法清除气体中的硫化氢	124
第 四 节 主要设备的特性	126
第 五 节 循环法净化气体中的硫化氢	128
第 六 节 清除气体中的二氧化碳	129
第 七 节 清除气体中二氧化碳的流程	130
第 八 节 水洗工段的设备和机器	131
第 九 节 清除混合气体中的一氧化碳	136
第 十 节 清除气体中一氧化碳装置的设备和机器	138
参考文献	145
第七章 气体的储存和运输	145
第 一 节 气体的储存	145
第 二 节 湿式气柜	146
第 三 节 干式气柜	148
第 四 节 高压气柜	152
第 五 节 输送气体的离心式鼓风机	152
第 六 节 煤气管道	159
第 七 节 管道结构计算	160
参考文献	161

第二篇 高 压 合 成

第八章 气体压缩	163
第 一 节 概述	163
第 二 节 生产能力为16000米 ³ /小时的六段压缩机	164
第 三 节 六段压缩机主要零部件的结构	167
第 四 节 由蒸汽机拖动的10000米 ³ /小时的气体压缩机(图115)	170
第 五 节 循环压缩机	171
第 六 节 活塞压缩机的主要计算	175
第 七 节 压缩机生产能力的调节	177
第 八 节 在化学工业中压缩机制造业的主要发展方向	177
参考文献	179
第九章 氨、甲醇、高级醇和尿素合成过程的物理-化学原理	180
第 一 节 氨的合成	180
第 二 节 过程的静力学	181
第 三 节 过程的动力学	183
第 四 节 氨合成的催化剂, 促进剂和毒物	186
第 五 节 气体空间速度的选择	188
第 六 节 氨的冷凝	189
第 七 节 甲醇和高级醇的合成, 甲醇的应用	191
第 八 节 甲醇合成过程的物理-化学原理	191

第 九 节 高級醇的合成	194
第 十 节 尿素的合成	194
第十一节 尿素合成过程的物理-化学原理	195
参考文献	197
第 十 章 加压合成的工业装置(氨、甲醇、高級醇和尿素的合成)	197
第 一 节 概述	197
第 二 节 氨合成装置的原则流程	200
中压装置	201
第 三 节 带有产氨精制塔的氨合成装置流程	201
第 四 节 美国氮素工业公司法的氨合成装置流程	203
高压装置	205
第 五 节 在 700~800 大气压下进行氨的合成	205
第 六 节 在 1000~1500 大气压下进行氨的合成	206
第 七 节 甲醇合成的流程	207
第 八 节 高級醇合成的条件	208
第 九 节 合成尿素的制造	209
第 十 节 氨合成循环系统物料的计算	214
参考文献	216

第三篇 高压设备的结构和计算

第十一章 高压容器的制造及计算	217
第 一 节 鍛制高压圆筒的制造	217
第 二 节 整体(单层)圆筒形塔胴体的计算	218
第 三 节 多层组合(包扎)圆筒形塔胴体	220
第 四 节 自动增强圆筒形塔胴体	224
第 五 节 繞带单层圆筒形塔胴体	227
参考文献	230
第十二章 高压设备封口和密封件的结构与计算	231
第 一 节 概述	231
第 二 节 接筒连接的螺紋封口的结构与计算	232
第 三 节 螺栓连接封口的计算	237
第 四 节 透鏡垫密封的封口	241
第 五 节 奈特洛琴型螺栓封口	242
第 六 节 带楔形封口空心环的设备密封	243
第 七 节 波形环密封	245
第 八 节 楔形封口和錐形密封环的设备	245
参考文献	250
第十三章 合成塔的结构	251

第一节 塔内件的一般结构原理及对它的要求	251
中压合成塔	254
第二节 美国氮素工业公司型的合成塔	254
第三节 第二种形式的美国氮素工业公司合成塔	256
第四节 福瑟型合成塔	257
第五节 触媒装在管内的合成塔	258
第六节 带蒸汽锅炉的合成塔	260
第七节 高压氨合成塔	260
第八节 苏联工程师所拟定的氨合成塔内件	263
第九节 精制塔	266
第十节 产品精制塔	268
第十一节 甲醇合成塔	269
第十二节 特殊合成塔结构的缺点	270
第十三节 合成塔温度状态的调节	271
第十四节 氨合成塔内件的基本计算	271
第十五节 强化氨合成塔能力的新途径	276
参考文献	277
第十四章 高压装置的标准设备	278
第一节 概述	278
第二节 水冷凝器	279
第三节 氨冷却-凝器	281
第四节 氨凝塔和蒸发器	282
第五节 凝塔的热衡算	285
第六节 热交换器	286
第七节 过滤器	287
第八节 分离器	289
参考文献	291
第十五章 高压装置的管道与管件	291
第一节 高压管道	291
第二节 活门	294
第三节 阀门	298
第四节 管道和管件及其密封件的连接	299
第五节 高压管道的材料	301
参考文献	302

第四篇 硝酸和含氮盐类的制造

第十六章 氨的接触氧化	303
第一节 氨氧化过程的物理-化学原理	303
第二节 接触氧化装置的工艺流程	307

第 三 节	空气和氨-空气混合气中杂质的清除	312
第十七章	接触氧化器的构造	313
第 一 节	对接触氧化器的一般要求	313
第 二 节	平网接触氧化器	316
第 三 节	带有非铂催化剂、分段接触的接触氧化器	316
第 四 节	带素瓷管的接触氧化器	318
第 五 节	壳体设有冷却装置的加压操作接触氧化器	319
第 六 节	在5~7大气压下操作并带素瓷管的接触氧化器	320
第 七 节	燃烧氨-氧混合气的接触氧化器	321
第 八 节	接触氧化器的结构计算	321
第十八章	氨接触氧化装置的辅助设备	324
第 一 节	净化氨和空气的过滤器	324
第 二 节	混合器	326
第 三 节	氨-空气鼓风机	327
第 四 节	氨管綫上的截断器和调节器	328
第 五 节	废热锅炉	328
第 六 节	气体冷却器	330
第 七 节	气体冷却器的计算	332
第十九章	氮氧化物的氧化和吸收	334
第 一 节	氮氧化物氧化和吸收的物理-化学原理	334
第 二 节	在常压下吸收氮氧化物装置的流程	338
第 三 节	在6~7大气压下吸收氮氧化物	340
第 四 节	在1.7绝对大气压下生产硝酸的新综合法流程	341
第 五 节	在3.5绝对大气压下生产硝酸的新综合法流程	342
第二十章	稀硝酸生产的吸收装置设备	344
第 一 节	花岗石塔	344
第 二 节	不銹鋼填充塔	345
第 三 节	鼓泡式吸收塔	347
第 四 节	篩板塔	349
第 五 节	高轉速的机械吸收器	350
第 六 节	吸收塔的计算	351
第 七 节	酸泵	354
第 八 节	透平鼓风机	357
第 九 节	酸冷却器	358
第 十 节	稀硝酸生产装置的技术经济指标和设计定额	359
第十一节	稀硝酸生产的自动化	361
第十二节	硝酸生产方面技术改进的途径	363
第二十一章	浓硝酸的生产	364
第 一 节	稀硝酸的浓缩	364

第 二 节 浓 缩 设 备 的 性 能	365
第 三 节 废 硫 酸 的 浓 缩	368
第 四 节 直 接 合 成 法 制 造 浓 硝 酸	369
第 五 节 主 要 设 备 结 构	370
第 六 节 管 线 和 管 件	376
第二十二章 氮 肥 的 生 产	378
第 一 节 概 述	378
第 二 节 硝 酸 钠 的 生 产	378
第 三 节 硝 酸 钙	379
第 四 节 硝 酸 铵 的 生 产	380
第 五 节 硝 酸 铵 生 产 的 自 动 化	384
第 六 节 硫 酸 铵	387
第 七 节 氮 磷 钾 复 合 肥 料 (硝 基 磷 钾) 的 生 产	388
第 八 节 其 他 氮 肥	391
第二十三章 在 氮 素 工 业 生 产 中 提 高 劳 动 生 产 率 和 降 低 基 本 建 设 投 资 的 途 径	392
参 考 文 献	394

第五篇 化工设备和机器制造用的材料

第二十四章 用 于 高 压 设 备 的 钢 的 结 构	397
第 一 节 一 般 要 求	397
第 二 节 金 属 的 腐 蚀	397
第 三 节 金 属 的 蠕 变 和 松 弛	398
第 四 节 钢 中 的 合 金 元 素	399
第 五 节 高 压 合 成 设 备 用 钢	399
第 六 节 低 合 金 钢	401
第二十五章 高 合 金 耐 酸 钢 和 铸 铁	402
第 一 节 概 述	402
第 二 节 镍 铬 钢	403
第 三 节 铬 钢	405
第 四 节 高 硅 铁 及 抗 氯 合 金	406
第 五 节 高 铬 铸 铁	407
第 六 节 改 良 铸 铁	408
第二十六章 有 色 金 属 及 其 合 金	409
第 一 节 铅	409
第 二 节 铜 及 其 合 金	410
第 三 节 铝	411
第 四 节 钛	413
第 五 节 铬 和 镍	415

第二十七章 塑料	415
第一节 法奥里特(酚醛树脂)	416
第二节 聚氯乙烯塑料	416
第三节 聚乙烯	417
第四节 特氟纶(氟塑料-4)	419
第五节 高强度的玻璃塑料(CBAM)	420
第六节 橡皮	421
第二十八章 耐酸陶瓷和石墨	422
第一节 天然耐酸材料	422
第二节 熔融辉绿岩及辉绿岩胶泥	423
第三节 安山岩胶泥及安山岩混凝土	423
第四节 耐酸陶瓷	423
第五节 耐酸硅酸盐水泥	424
第六节 耐酸搪瓷	425
第七节 石墨	426
第二十九章 绝热材料、填料及衬垫材料	426
第一节 绝热材料	426
第二节 填料及填充材料	428
第三节 衬垫及衬垫材料	430
参考文献	431

第六篇 化工厂设备检修及安装

第三十章 计划预检修	433
第一节 计划预检修的任务及检修分类	433
第二节 检修前设备的准备	435
第三节 备品仓库的组织	436
第四节 检修劳动组织及工作场地	436
第五节 活塞式机器的检修方法	437
第六节 表面处理	441
第三十一章 化工厂设备安装	442
第一节 安装工作的组织	442
第二节 安装工作的管理	442
第三节 高压设备的安装	444
第四节 高压管道的安装	446
第五节 系统水压试验	447
参考文献	447
第三十二章 安全技术及防火措施	447
第一节 有毒气体对人身的影响	448

第 二 节	气体-空气混合物及粉尘的爆炸	448
第 三 节	預防中毒、爆炸及起火的方法	449
第 四 节	用起重机及运输机操作时之安全技术	450
第 五 节	装置試生产及試車时的安全技术措施	450
第 六 节	机械运动及旋轉部分的管理	451

緒 論

固定氮的生产是化学工业最重要部門之一,缺之則許多国民經济部門不仅不能发展,而且也不能存在。氮肥对发展农业生产的巨大意义,已是人所共知的。用氮的化合物可以制造人造纖維及合成纖維、塑料、染料、硝基清漆、亚硝基法硫酸等。几乎在所有各种炸葯中都含有氮。氮的化合物对新技术部門的发展有着重大意义。因此,不难理解各国都致力于高度发展本国的固定氮工业。

虽然在第二次世界大战后,資本主义国家各主要工业部門的发展普遍停滯不前,但是化学工业,其中特別氮素工业在这些国家中,仍以高速度繼續向前发展。

合成氨是固定氮生产的基础,目前資本主义国家,合成氨的产量每年超过 800 万吨。

茲将各国的氨产量列于表 1。

近几年来这些国家的氨产量,还有更多的增长。

氮素工业的第二个最重要产品是硝酸(浓硝酸和稀硝酸)。

至于稀硝酸,其生产規模首先决定于氮肥的产量,其中主要是硝酸銨的产量。由表 2 可以看出:在战后年代里,以硝酸为原料的肥料的生产都在不断地增长。

表 3 的資料可以說明 1950~1955 年期間,美国硝酸增长的情况。

氨产量 (千吨) 表 1

国 家		1954 年	1955 年
美 国		2467	2800
西 德		860	980
日 本		700	750
法 国		460	500
意 大 利		365	410

1952~1955 年資本主义国家主要硝酸肥料产量的变动情况 表 2

年 份	氮肥总产量 (所有資本主义国家) 百万吨	各种肥料产量 (换算为氮)		
		硝 酸 銨	硝 酸 鉀	硝 酸 鈣
1952~1953	4.58	23.6	6.1	5.1
1953~1954	5.11	26.2	6.6	5.1
1954~1955	5.60	27.3	6.4	4.7

硝 酸 产 量 表 3

年 份	1950	1951	1952	1953	1954	1955
产量(换算为 100%的酸), 千吨	1212	1372	1475	1588	1777	2070

資本主义国家计划在 1959~1965 年进一步增产硝酸。

近年来尿素生产在国外也获得很大的发展,并大量地用于农业和塑料生产中。在个别工厂中,尿素生产車間的生产能力每年达 10 万吨以上。某些資本主义国家 1955 年尿素生产情况如下(千吨):

美 国——298.0
英 国—— 42.0
意大利—— 24.4

日本——130.0
荷兰—— 15.0
挪威—— 12.5

1956 年美国四家公司所属生产尿素的工厂生产能力，估计为 44 万 4 千吨。

1957 年美国尿素产量增加到每年 56 万吨。预计今后在 1970~1971 年，尿素产量将增加到每年 130 万~150 万吨。

在革命前的俄国，实际上没有氮素工业。只是在苏维埃政权年代里，氮素工业才成长为强有力的和技术最完善的工业部门之一。

氮素工业的发展，要求在苏联建立能够制造复杂的机器和设备、管子和管件、控制仪表的先进化工机械制造工业。

随着合成氨工业的建立，出现了高压设备、大型气体压缩机和鼓风机、深冷和高温设备、复杂的控制计量仪表等。

硝酸生产的发展，引起新型的耐酸和耐热钢及合金、新型的接触和吸收设备、输送腐蚀性气体和液体的机器等的制造。随着硝酸铵、硫酸铵工业及其他各种生产的出现，也产生了新型的设备 and 机器——造粒塔、反应器及饱和器、蒸发器、干燥器、离心机、过滤器、混合器和其他许多设备。所有这些机器和设备，都可以在苏联工厂内用国产材料制造。

下面叙述固定氮工业的工艺流程和主要机器设备的构造。

教材讲述的顺序是按从制造合成气到生产最终产品，各车间工艺上的联系来安排的。

第一篇

氢和氮的生产

序言

氢是制取合成氨、甲醇、高级醇、液体燃料及由轻油生产硬脂等的原料。氢在工业上的制法主要有以下几种：变换法、电解法、深度冷冻气体分离法和铁-蒸汽法等。

变换法用于水煤气或半水煤气的变换，以及甲烷和某些含有碳氢化合物或一氧化碳的其他气体的转化。

水煤气或半水煤气的变换，是使这些气体中所含的一氧化碳与水蒸汽在催化剂上相互作用而生成氢和二氧化碳。水煤气和半水煤气是用气化固体燃料的方法在煤气发生炉中制取的(气化过程和煤气发生炉装置将在以后独立的章节里叙述)。

甲烷转化制取氢的方法，由于能综合加工天然气成为氢和乙炔，所以大有发展前途。用乙炔可以合成一系列贵重的有机产品，而用此种方法制得的氢是最便宜的。甲烷转化制氢的过程，是在高温下甲烷与水蒸汽、氧或二氧化碳相互作用。

铁-蒸汽法是在高温下水蒸汽与铁相互作用。因这种方法成本较高，故未能得到广泛地采用。

制取氢气的深度冷冻法是在低温的条件下，分步冷凝混合气体中所含的气体组份。目前此种制取氢的方法，主要用于分离焦炉气，焦炉气中的氢含量可达50~60%。用深度冷冻法还可以分离其他混合气体(如水煤气、氧-水煤气、半水煤气等气体)。

制取氢气的电解法，是电解酸、碱、盐的水溶液。近来，由于在苏联大型水力发电站的建立及核原子能的发展，此种方法愈来愈有着更大的意义。

在合成氨的生产中，除氢外，还需用氮。氮可用下列两种方法制取：

1) 用深度冷冻法将空气分离成氮和氧。

2) 利用空气来气化固体燃料，以制得发生炉煤气中的氮。在这种情况下，空气中的氧与碳结合而放出氮。燃料气化过程中，会生成一系列新的组份，所以影响着氮的纯度。其中主要为CO，CO₂及H₂S。CO₂及H₂S可用特殊净化法从气体中清除，而CO通过变换，则转化成等当量的氢。

第一章 固体燃料气化

第一节 气化过程的物理-化学原理

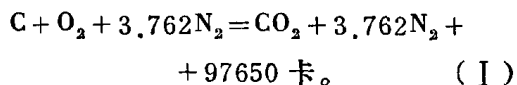
借助于空气、水蒸汽、氧气及其他气体将燃料中的有机物质转变为可燃气体的过程，称为固体燃料气化。

根据气化方法和原料的不同，可以制得各种不同成分及不同热值的气体：空气煤气、混合煤气和水煤气。有时还分为双料水煤气，氧-煤气等。

煤气发生炉是气化燃料的专用设备。煤气发生炉，通常是由耐火砖砌的直立式炉腔，外部包以钢壳（见图1）。

燃料从炉上部通过加炭孔1加入炉膛；气化剂（空气、水蒸汽、氧气等）由下部经过炉篦2送入。

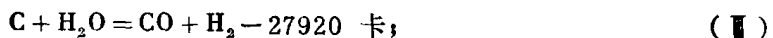
当制取空气煤气时，空气由煤气发生炉的下部送入，经过灰渣层进入炽热的焦炭层，并与炭相遇按下式发生反应



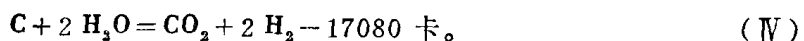
燃料进行燃烧过程的区域称为氧化带（燃烧带）。这里，气体中二氧化碳的含量相当高，并含有氧气。氧气的浓度随气体的上升而迅速减小。当二氧化碳上升进入还原带时，则与炽热的炭互相作用，并按下述反应还原成CO



若制取水煤气，则向煤气发生炉内送水蒸汽，水蒸汽在氧化带和还原带内按下式反应还原：



和部分按下式反应



燃料层的上部，由于加入冷焦炭使其温度降低，所以这里不进行反应I，II和IV。在此带中则显著地生成二氧化碳和氢气，其反应如下：

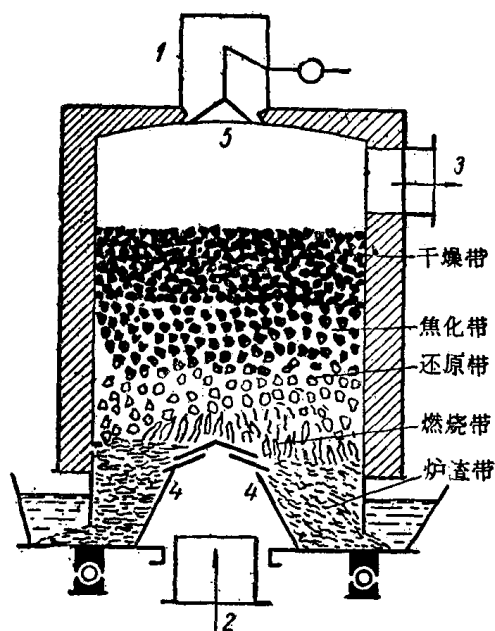


图1 煤气发生炉

1—加炭孔；2—炉篦；3—煤气出口；4—风帽；5—加炭斗