

高职高专“十二五”规划教材



合成氨生产

田伟军 杨春华 主编

HECHENGAN SHENGCHAN



化学工业出版社



合成氨生产

SYNTHESIS AMMONIA

AMMONIA SYNTHESIS

AMMONIA

高职高专“十二五”规划教材

合成氨生产

田伟军 杨春华 主编



化学工业出版社

·北京·

本书结合国内中小型合成氨企业的生产实际,基于合成氨及氨加工产品的生产流程分四个学习情境介绍了合成氨原料气生产、合成氨原料气净化、氨的合成以及尿素生产,每个学习情境下创设了若干个课业和具体的工作任务。

本书可作为高职高专应用化工技术等专业学生的教材,也可供从事合成氨生产和尿素生产的技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

合成氨生产/田伟军,杨春华主编. —北京:化学工业出版社,2011.10

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-12517-0

I. 合… II. ①田…②杨… III. 合成氨生产-生产工艺-高等职业教育-教材 IV. TQ113.26

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第208087号

责任编辑:旷英姿
责任校对:宋玮

文字编辑:林媛
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京市振南印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张13½ 字数328千字 2012年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

前 言

从 20 世纪 50 年代开始，我国自行设计建设了一大批中小型合成氨企业，积累了一定的生产经验，以煤为原料的合成氨企业生产规模不断扩大，生产技术进步迅速，企业装备水平和操作管理水平不断提高。随着国内合成氨技术的迅速发展和化肥工业的不断壮大，经过半个多世纪的努力，我国已拥有多种原料，不同流程的大、中、小型合成氨厂 500 余家，到 2010 年底中国氨产量已经跃居世界第一。

本书结合国内中小型合成氨企业的生产实际，基于合成氨及氨加工产品的生产流程设置了四个学习情境，即合成氨原料气制造、合成氨原料气净化、氨的合成以及尿素生产，每个学习情境下创设了若干个课业和具体的工作任务。全书理论联系实际，力求使各学习情境与课业紧密结合生产实践，反映国内外合成氨企业在生产管理、技术改造领域的新成果以及新工艺、新材料、新设备的应用情况。

本书由湖南化工职业技术学院田伟军和吉林工业职业技术学院杨春华主编，田伟军负责全书统稿。杨春华编写学习情境一和学习情境四；田伟军编写预备知识和学习情境二；湖南化工职业技术学院黄铃编写学习情境三；湖南化工职业技术学院邓桂花负责整理部分图表。本书的编写得到了编者所在学校领导和同事的支持和帮助，同时也得到了社会同仁的大力支持。湖南省化肥工业协会李平辉教授对书稿内容提出了许多宝贵意见，化学工业出版社为本书的编辑出版做了大量的工作，在此一并致谢。

由于编者水平有限，加之编写时间较紧，书中疏漏和不妥之处在所难免，敬请使用本书的专家、同行和同学们多提宝贵意见，以便修改完善。

编 者

2011 年 9 月

目 录

预备知识	1
一、氨的性质及用途	1
二、合成氨工业概况	1
三、合成氨的工业生产方法	2
四、合成氨工业在国民经济中的重要地位	3
思考题	4
学习情境一 合成氨原料气制造	5
课业一 认识工业锅炉	5
工作任务一 认识工业锅炉设备及燃料	6
一、工业锅炉产品型号编制方法	6
二、各类工业锅炉及操作	7
三、锅炉机组的传热过程	11
四、燃料及燃烧	12
五、水和水蒸气	14
工作任务二 操作和维护工业锅炉	15
一、锅炉的运行	15
二、锅炉运行中的典型事故及其处理	20
三、锅炉安全运行的基本常识	22
工作任务三 治理工业锅炉“三废”	23
一、烟尘防治	23
二、废水治理	25
三、炉渣治理与粉煤灰综合利用	25
思考题	27
课业二 天然气造气	27
工作任务一 认识天然气转化催化剂	28
一、转化反应的基本原理	28
二、化学平衡	29
三、反应速率	30
四、炭黑的生成及除炭方法	30
五、甲烷蒸汽转化催化剂	31
工作任务二 绘制天然气转化工艺流程图	32
一、工艺条件的选择	32

二、工艺流程	33
工作任务三 操作天然气转化炉	34
一、转化炉的操作控制要点	34
二、制氢转化炉的启用	35
三、转化炉的停炉	37
四、转化炉的烘炉	38
五、催化剂的装填	39
六、异常现象及处理	40
思考题	40
课业三 固定层间歇气化法制气	40
工作任务一 认识间歇式气化原料型煤	41
一、中国煤炭资源及其分布特征	41
二、生产半水煤气用煤要求	42
三、型煤	43
工作任务二 分析间歇式气化的生产条件	43
一、碳和空气的气化过程	43
二、碳和水蒸气的气化过程	45
三、煤气炉内燃料层的分区	47
四、间歇式制半水煤气的工作循环	48
五、间歇式制半水煤气的工艺条件	49
工作任务三 绘制间歇式煤制气工艺流程图	51
一、中型氨厂块煤制气工艺流程	51
二、小型氨厂固体燃料制气工艺流程	52
三、识别间歇式煤气发生炉结构	52
工作任务四 回收吹风气	56
一、吹风气回收工艺及设备	56
二、生产操作	58
拓展训练 生产操作与技能训练	59
一、生产操作的基本知识	59
二、化工生产操作	61
三、固定层间歇式气化的生产操作	62
思考题	65
课业四 新型煤气化生产	65
工作任务一 水煤浆加压气化生产操作	65
一、水煤浆加压气化原理	66
二、水煤浆加压气化工工艺条件	67
三、水煤浆加压气化工工艺流程	67
工作任务二 移动床气化生产操作	70
一、常压发生炉煤气生产工艺	70
二、加压气化生产工艺	72

工作任务三 流化床气化生产操作	74
一、常压流化床气化工艺	74
二、加压流化床气化工艺	75
工作任务四 气流床气化生产操作	78
一、K-T 气化法	79
二、Shell 煤气化工艺 (SCGP)	80
思考题	81
学习情境二 合成氨原料气净化	82
课业一 脱硫	82
工作任务一 绘制湿法脱硫工艺流程图	82
一、湿式氧化法脱硫原理	82
二、湿式氧化法脱硫工艺流程	83
三、湿式氧化法脱硫工艺技术特点	86
四、湿法脱硫的应用	87
工作任务二 分析湿法脱硫工艺参数	87
一、脱硫溶液组分	87
二、操作温度	88
三、再生条件	88
四、硫黄回收	88
五、原料气脱硫生产操作	89
工作任务三 选择脱硫方法	91
一、钴钼加氢串联氧化锌法	91
二、活性炭法	93
三、选择脱硫方法	95
思考题	96
课业二 一氧化碳变换	96
工作任务一 认识变换催化剂	96
一、铁系催化剂	96
二、铜系催化剂	98
三、钴钼系催化剂	98
四、一氧化碳变换催化剂的选用	99
五、催化剂的维护与保养	100
工作任务二 绘制一氧化碳变换工艺流程图	100
一、高变串低变工艺	100
二、多段中变工艺	101
三、全低变工艺	101
四、中低低工艺	103
工作任务三 分析一氧化碳变换操作条件	103
一、温度	103

二、压力	104
三、水碳比	104
四、催化剂装填量和空速	105
工作任务四 认识变换炉	105
一、变换反应器的类型	105
二、变换炉操作控制要点	106
三、生产操作与技能训练	107
思考题	109
课业三 二氧化碳脱除	109
工作任务一 变压吸附脱碳生产操作	110
一、变压吸附法脱碳的基本原理和工作过程	111
二、变压吸附法脱碳工艺流程及主要设备	111
三、变压吸附脱碳的生产操作与管理	114
工作任务二 碳酸丙烯酯脱碳生产操作	118
一、碳酸丙烯酯脱碳典型工艺	118
二、碳酸丙烯酯脱碳工艺过程溶剂的回收	121
三、碳丙脱碳节能降耗的途径	122
四、碳丙脱碳系统的操作管理	124
工作任务三 热碳酸钾脱碳生产操作	124
一、本菲尔脱碳原理	125
二、本菲尔脱碳工艺流程	125
三、多段吸收与多段再生流程	126
工作任务四 选择脱碳方法	126
一、改良热钾碱法	127
二、活化 <i>N</i> -甲基二乙醇胺法	127
三、聚乙二醇二甲醚法	127
四、低温甲醇法	128
五、NHD 法	129
六、脱碳方法的比较	129
思考题	129
课业四 原料气的精制	130
工作任务一 铜氨液洗涤脱除少量一氧化碳	131
一、铜氨液吸收工艺	131
二、铜液吸收工艺条件的选择	132
工作任务二 甲烷化精制生产操作	133
一、甲烷化法的基本原理	133
二、甲烷化催化剂	135
三、甲烷化法工艺条件的选择	136
四、甲烷化法的工艺流程	136
工作任务三 双甲、联醇生产操作	137

一、工艺原理·····	137
二、醇烃化反应原理·····	139
三、催化剂·····	140
四、联醇工艺·····	142
五、双甲工艺·····	143
六、醇烃化工艺·····	146
思考题·····	146
学习情境三 氨的合成生产 ·····	147
课业一 气体的压缩 ·····	147
工作任务一 识别往复式压缩机结构 ·····	148
一、往复式压缩机的分类·····	148
二、往复式压缩机结构及附属设备·····	149
三、往复式氢气压缩机设计分析·····	150
四、氢气压缩机的运行·····	150
工作任务二 操作往复式压缩机 ·····	151
一、往复式压缩机特点·····	151
二、往复式压缩机的生产能力·····	152
三、往复式压缩机的单机试车·····	153
四、安全文明施工及保证措施·····	157
课业二 氨的合成 ·····	157
工作任务一 认识氨合成催化剂 ·····	157
一、合成氨催化剂现状·····	158
二、催化剂的中毒·····	159
三、合成氨催化剂的发展·····	161
工作任务二 确定氨合成生产条件 ·····	162
一、压力·····	162
二、温度·····	162
三、空间速率·····	163
四、原料气组成·····	163
五、合成氨生产技术经济分析·····	163
工作任务三 绘制氨合成与分离工艺流程图 ·····	165
一、以煤为原料生产合成氨·····	166
二、以天然气等气态烃为原料生产合成氨·····	166
三、以重油为原料生产合成氨·····	166
四、传统中压法氨合成工艺·····	167
五、大型合成氨厂氨合成工艺流程·····	168
工作任务四 认识氨合成塔 ·····	169
一、氨合成塔结构特点·····	169
二、催化床调节温度的方法·····	171

三、压力的控制·····	171
思考题·····	171
学习情境四 尿素生产 ·····	173
工作任务一 尿素合成·····	176
一、尿素合成生产技术·····	176
二、尿素合成的工艺条件分析与选择·····	179
三、尿素合成工艺流程的组织·····	180
四、尿素合成塔·····	186
五、尿素合成塔的操作与控制·····	188
工作任务二 分离与回收未反应物·····	190
一、未反应物的分离与回收原理·····	190
二、分析确定分离与回收的工艺条件·····	192
三、未反应物的分离与回收工艺流程的组织·····	194
四、分离与回收的操作与控制·····	196
工作任务三 尿素溶液的加工·····	198
一、分析尿素溶液加工条件·····	198
二、尿素溶液加工工艺流程的组织·····	200
三、尿素生产过程常见故障及其排除方法·····	201
拓展知识 大颗粒尿素生产·····	202
一、大颗粒尿素的造粒机理·····	202
二、大颗粒尿素的造粒技术·····	202
三、大颗粒尿素在我国应用的前景展望·····	204
思考题·····	204
参考文献 ·····	205

预备知识

一、氨的性质及用途

氨的分子式为 NH_3 ，在标准状态下为无色气体，比空气轻，具有刺激性气味。氨易溶于水，并放出大量的热，可生产 15%~30% 的氨水，氨水溶液显弱碱性，易挥发。氨易液化，在 0.1MPa 的压力下，将氨冷却至 -33.5°C ，或在常温下加压到 0.7~0.8MPa，氨就能冷凝成无色液体，同时释放大热量，液氨是一种优良的溶剂。液氨很容易汽化，降低压力可急剧蒸发，并吸收大量热量，常用作冷冻剂，人体皮肤与液氨接触会严重冻伤。氨具有强烈的毒性，空气中含有体积分数为 0.5% 的氨，就能使人在几分钟内窒息而死。

氨在常温下化学性质稳定，在高温、电火花或紫外光的作用下可分解为氮和氢。氨是一种可燃性物质，燃点 630°C ，一般较难点燃。空气中含有 15.5%~28%（体积分数）的氨时，遇明火可能发生爆炸。氨在纯氧中燃烧时产生淡黄色火焰，生成氮气和氢气；在金属铂催化剂的作用下，氨与氧反应生成一氧化氮，一氧化氮继续氧化并与水作用能得到硝酸，这是工业生产硝酸的基本原理。氨与二氧化碳作用生成氨基甲酸铵，脱水生成尿素，采用浓氨水吸收二氧化碳气体能获得碳酸氢铵产品，氨还能生成各种配位化合物。

氨是重要的化工产品之一，以氨为原料可以加工各种氮素肥料，例如尿素、碳酸氢铵、硫酸铵、农用氨水等，还可加工多种含氮复合肥。据统计，目前，世界上超过 80% 的合成氨用于生产各种化学肥料。氨还是一种重要的工业原料，广泛用于制药、炼油、合成纤维、合成树脂以及国防工业及尖端技术领域。

二、合成氨工业概况

1909 年，哈伯用铁作催化剂，在 17.5~20.0MPa 下获得 6% 的氨，1913 年工程师博施帮助哈伯在德国 BASF 公司建成了世界上第一套日产 30t 氨的合成氨装置。20 世纪 60 年代，美国凯洛格（Kellogg）公司首先利用工艺过程中的余热副产高压蒸汽作为动力，建成了日产 1000t 的合成氨厂，实现了单系列合成氨装置的大型化。

中国的合成氨工业经过 50 多年的努力得到了快速发展，目前已拥有多种原料，不同流程的大、中、小型合成氨工厂，形成了大、中、小规模并存的格局，总生产能力约为 $5000 \times 10^4 \text{t/a}$ 。大型合成氨装置有 30 多套，生产能力为 $1000 \times 10^4 \text{t/a}$ ；中型合成氨装置有 50 多套，生产能力约为 $1000 \times 10^4 \text{t/a}$ ；小型合成氨装置有近 500 套，生产能力为 $3000 \times 10^4 \text{t/a}$ 。合成氨工业的迅速发展促进了一系列科学技术和近代化学合成工业的发展。展望 21 世纪，合成氨装置将继续朝着大型化、集中化、自动化、低能耗与环境友好型的方向发展，并形成具有一定规模的生产中心，单系列合成氨装置的能力将从 1000~1350t/d 提高至 1500~2000t/d。预计 21 世纪以下技术可能实现突破并工业化。①采用低压（3.0~6.0MPa）高活性的氨合成催化剂，实现等压合成；合成塔内件气体分布更均匀，阻力降更小；无毒、无害、吸收能力更强、再生能耗更低的原料气净化技术。②合成回路增设变压吸附系统，即在接近合成温度和压力的条件下，选择一种对氨比对氢、氮更具有吸附能力的吸附剂，实现一次循环即获得纯氨产品并分离未反应气体氢、氮，再进行循环利用。③原料路线的变化方

向：从世界燃料储量来看，煤的储量约为石油、天然气总和的 10 倍，进入 21 世纪，随着石油和天然气资源的日渐紧缺，以煤为原料的合成氨路线重新受到人们的重视。④节能和降耗。合成氨成本中能源费用占较大比重，合成氨生产的技术改进重点放在采用低能耗工艺、充分回收及合理利用能源上。主要方向是研制性能更好的催化剂、降低氨合成压力、开发新的原料气净化方法、降低燃料消耗、回收和合理利用低温位热能等。现在已提出以天然气为原料的节能型合成氨新流程多种，每吨液氨的设计能耗可降低到 29.3GJ 左右。⑤与其他产品联合生产。合成氨生产中副产大量的二氧化碳，不仅可用于冷冻、饮料、灭火，也是生产尿素、纯碱、碳酸氢铵的原料。如果在合成氨原料气脱除二氧化碳过程中能联合生产这些产品，则可以简化流程、减少能耗、降低成本。中国开发的利用浓氨水脱除二氧化碳直接制造碳酸氢铵新工艺，以及中国、意大利等国开发的变换气提法联合生产尿素工艺，都有明显的优点。

三、合成氨的工业生产方法

1901 年，法国化学家吕·查得利 (Le Chatelier) 第一个提出氨的合成条件是在高温、高压下，并采用适当的催化剂。德国化学家哈伯 (Haber) 研究了在高压条件下将生成的氨除去，再将高压气体进行循环的方法，并于 1908 年申请了“循环法”专利。哈伯 (Haber) 提出在铁催化剂存在下，氮气和氢气在压力为 17.5~20MPa 和温度为 500~600℃ 下可直接合成氨，反应器出口氨含量达到 6%。德国 BASF 公司聘请了德国工业化学家博施 (Bosch) 参与哈伯 (Haber) 的研究工作，使哈伯 (Haber) 的研究成果直接法合成氨实现了工业化，人们称这种方法为哈伯-博施法。

不同的合成氨厂，生产工艺流程不完全相同，但是无论哪种类型的合成氨厂，直接法合成氨生产均包括以下三个基本过程（见图 0-1）。



图 0-1 合成氨生产工艺流程图示意图

(1) 原料气制造工序 原料气制造工序的主要任务是生产合成氨所用的粗原料气，即氢气和氮气的混合物。氢气来源于水蒸气和含有碳氢化合物的各种燃料，用于制造原料气的原料可分为固体原料、液体原料和气体原料三种。固体原料主要有煤和焦炭，液体原料主要有原油、轻油、重油等，常用的气体原料有天然气、油田气、炼厂气和焦炉气等四种。目前工业上普遍采用煤、焦炭、天然气、轻油、重油等燃料在高温下与水蒸气反应制造氢气。氮气来源于空气，如以煤为原料制气时，在制氢过程中直接加入空气，将空气中的氧与可燃性物质反应而除去，剩下的氮气与氢气混合，即得到氢、氮混合原料气。

(2) 原料气净化工序 该工序的主要任务是将合成氨粗原料气经脱硫、变换、脱碳、精炼等过程，除去原料气中的杂质以满足合成氨的需要。

(3) 氨合成工序 氨合成工序将符合要求的氢、氮混合气在高温、高压及催化剂存在的条件下合成氨。

我国以煤为原料的中型合成氨厂多数采用 20 世纪 60 年代开发的三催化剂净化流程，即采用脱硫、变换及甲醇化三种催化剂来净化气体，以代替传统的铜氨液洗涤工艺，见图 0-2。以煤为原料的小型氨厂则采用碳化工艺，用浓氨水吸收二氧化碳，得到碳酸氢铵产品，

将脱碳过程与产品生产过程结合起来，见图 0-3。

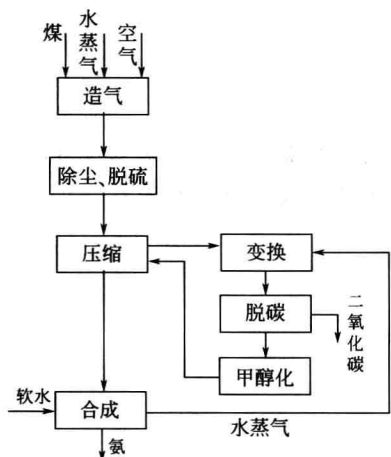


图 0-2 以煤为原料中型氨厂的合成氨流程

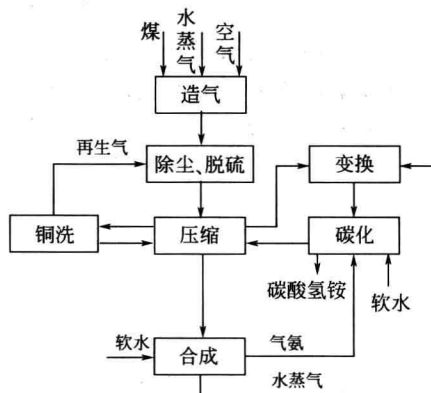


图 0-3 以煤为原料小型氨厂的合成氨流程

图 0-4 所示为以天然气为原料生产合成氨工艺流程，适用于天然气、油田气、炼厂气等气体原料，稍加改进也可适应于以石脑油为原料的合成氨厂。天然气、炼厂气等气体原料制氨的工艺流程，使用了 7~8 种催化剂，需要有高净化度的气体净化技术配合。图 0-5 所示为以重油为原料的工艺流程，采用部分氧化法制气，从气化炉出来的原料气先清除炭黑，经一氧化碳耐硫变换，低温甲醇洗和液氮洗，再压缩、合成得到氨，该流程中需设置空气分离装置，提供氧气将油气化，氮气用于液氮洗涤脱除残余的一氧化碳。

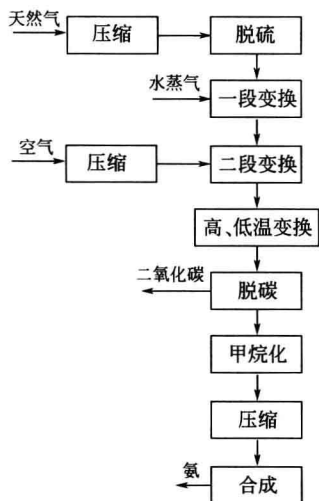


图 0-4 以天然气为原料生产合成氨工艺流程

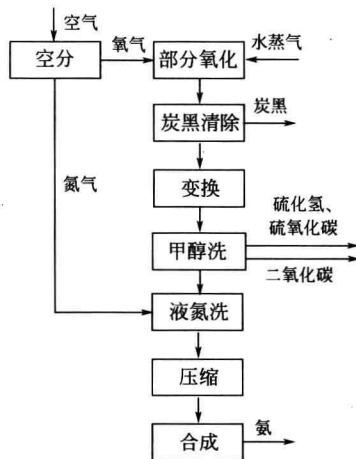


图 0-5 以重油为原料生产合成氨工艺流程

四、合成氨工业在国民经济中的重要地位

合成氨工业是基础化学工业之一，其提供的氨在工农业及日常生活中用途极其广泛，对国民经济的发展起到举足轻重的作用。合成氨是重要的无机化工产品之一，其产量居各种化工产品首位，氨主要用于制造化学肥料，在农业上应用广泛。氨还可加工成硝酸，进而制造

硝酸铵、硝化甘油、三硝基甲苯 (TNT) 等炸药, 在国防工业中也占有极其重要的地位。

思 考 题

1. 氨的主要物理性质和化学性质有哪些?
2. 结合氨的用途说明合成氨对人类生存的重要意义。
3. 合成氨的生产包括哪几个主要过程? 用方框图表示合成氨生产的基本过程。
4. 我国生产合成氨的主要原料有哪些? 不同原料生产合成氨有何特点?

学习情境一 合成氨原料气制造

合成氨原料气中的氢气主要由天然气、石脑油、重质油、煤、焦炭、焦炉气等制取。工业上通常先在高温下将这些原料与水蒸气作用制得含氢、一氧化碳等组分的合成气，这个过程称为造气。由合成气制氢，是氮氢混合气中氢的主要来源。合成气中含有的硫化物、碳化物及水蒸气等对催化剂有害，需在净化工序除去。

课业一 认识工业锅炉

锅炉是指利用燃料燃烧释放的化学能转换成热能或利用工业生产中的余热，将工质加热成一定温度和压力的蒸汽或热水且向外输出的换热设备，锅炉由“锅”和“炉”两个主要部分以及辅助设备组成。“锅”是指汽水流动系统，包括锅筒、集箱、水冷壁、对流受热面以及省煤器等，是换热设备的吸热部分。“炉”是指燃料燃烧空间及烟风流动系统，包括燃烧设备、炉膛、炉墙以及对流烟道等部分，是换热设备的放热部分。辅助设备主要包括燃料供应、排渣、通风、除尘及仪表控制设备和安全附件等。

锅炉本体及辅助设备结构示意图 1-1。

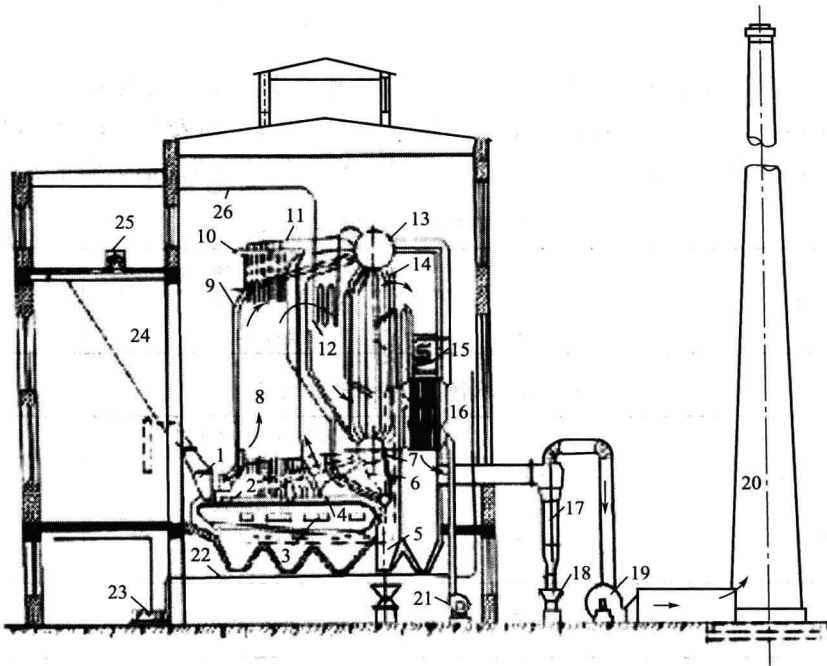


图 1-1 锅炉设备示意图

- 1—煤斗；2—链条炉排；3—风室；4—集箱；5—煤渣斗；6—下降管；7—下锅筒；8—炉膛；9—水冷壁管；10—上集箱；11—汽水引出管；12—蒸汽过热器；13—上锅筒；14—对流管束；15—省煤器；16—空气预热器；17—除尘器；18—灰车；19—引风机；20—烟囱；21—送风机；22—给水管；23—给水泵；24—贮煤斗；25—皮带运输机；26—主蒸汽管

工业锅炉所产生的水蒸气在氮肥行业中有如下用途。

(1) 作为生产原料使用 水蒸气是合成氨的主要原料之一，在原料气制造工序，利用水蒸气与炭反应制造水煤气；在原料气净化工序，水蒸气与一氧化碳进行变换反应生成氢气和二氧化碳。

(2) 作热源使用 在原料气净化工序铜洗精炼岗位，铜液的再生和还原需要水蒸气加热。

(3) 作吹净设备管道的气源 采用水蒸气吹净管道中的油污、结晶物，以及置换设备、管道中的可燃物及有毒气体等。

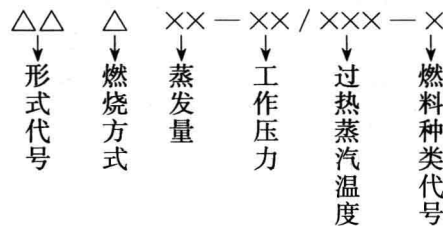
(4) 作为动力设备的汽源 蒸汽往复泵及发电汽轮机均以水蒸气作为汽源。

以上几种用途中，生产用汽耗量最大，它是决定蒸汽消耗定额的主要项目。工业锅炉的主要任务就是生产合乎工艺要求的足够蒸汽保证合成氨的需要，锅炉燃料消耗的高低主要取决于锅炉本身的结构、操作水平及锅炉的热效率等。

● 工作任务一 认识工业锅炉设备及燃料

一、工业锅炉产品型号编制方法

工业锅炉产品型号由三部分组成，各部分之间用短横线相连。



型号的第一部分表示锅炉总体形式、燃烧方式和额定蒸发量或额定蒸发功率，共分三段。第一段用两个汉语拼音字母代表锅炉总体形式（见表 1-1 和表 1-2）；第二段用一个汉语拼音字母代表燃烧设备（见表 1-3）；第三段用阿拉伯数字表示蒸汽锅炉额定蒸发量。

表 1-1 锅壳锅炉总体形式代号

锅壳锅炉总体形式	代号	锅壳锅炉总体形式	代号
立式水管	LS	立式火管	LH
卧式外燃	WW	卧式内燃	WN

表 1-2 水管锅炉总体形式代号

水管锅炉总体形式	代号	水管锅炉总体形式	代号
单锅筒立式	DL	双锅筒横置式	SH
单锅筒纵置式	DZ	纵横锅筒式	ZH
单锅筒横置式	DH	强制循环式	QX
双锅筒纵置式	SZ		

表 1-3 燃烧方式代号

燃烧方式	代号	燃烧方式	代号	燃烧方式	代号
固定炉排	G	振动炉排	Z	链条炉排	L
固定双层炉排	C	下饲炉排	A	半沸腾炉	B
活动手摇炉排	H	沸腾炉	F	抛煤机	P
往复炉排	W	室燃炉	S	旋风炉	X