

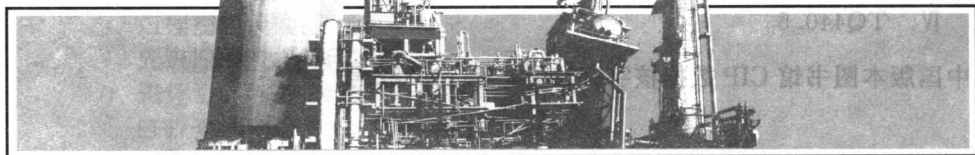


杜永智 张忠长 主编

氮肥生产控制系统

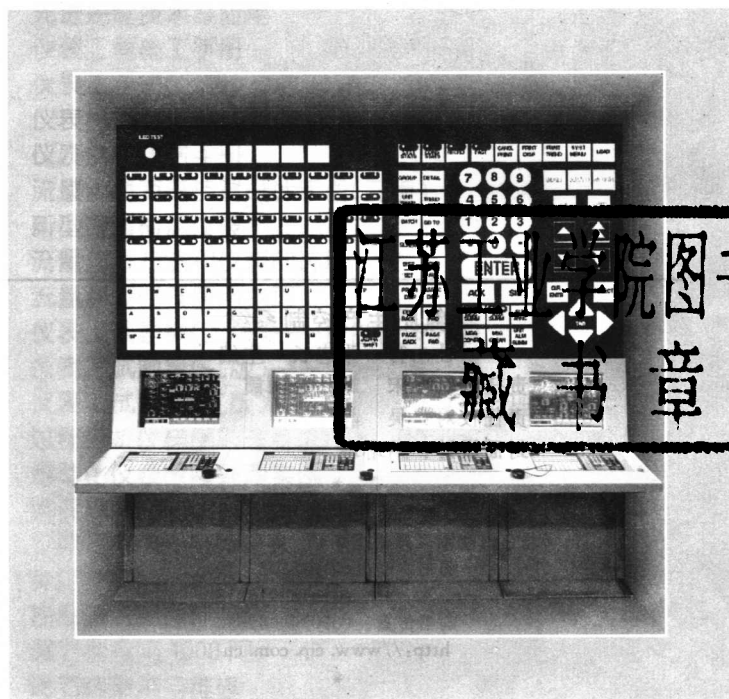


化学工业出版社



社永智 张忠长 主编

氮肥生产控制系统



江苏工业学院图书馆
藏书章



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

氮肥生产控制系统/杜永智, 张忠长主编. —北京:
化学工业出版社, 2006. 8
ISBN 7-5025-9251-2

I. 氮… II. ①杜…②张… III. 氮肥-生产-控制系统 IV. TQ440.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 103382 号

氮肥生产控制系统

杜永智 张忠长 主编

责任编辑: 宋 辉 赵丽霞 刘 哲

责任校对: 吴 静

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 331 千字

2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-9251-2

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

国内的大型氮肥装置主要有合成氨与尿素两套生产装置，大多数是由国外引进的，本书以大庆化肥厂的合成氨、尿素装置为基础，介绍大型化肥生产装置的生产工艺与控制系统，其中合成氨装置采用美国凯洛格生产工艺，尿素装置采用荷兰斯塔米卡邦二氧化碳汽提生产工艺，对其他生产工艺亦有一定的借鉴参考意义。

大庆化肥厂原设计生产能力为日生产合成氨 1000t，尿素 1560t。2005 年 8~10 月，大庆化肥厂进行扩产 50% 改造，生产能力增加为日生产合成氨 1500t，尿素 2300t。本书第 1、2 章详细讲述了合成氨与尿素装置的生产与控制。合成氨与尿素装置的仪表与控制系统都是 20 世纪 70 年代随装置配套引进的，经过多次技术改造，现在两套装置全部采用 DCS 实现生产过程控制，另配有 ESD、PLC 实现局部生产装置的联锁控制或顺序控制，在本书第 3、4 章中有详细讲述。配套的公用工程装置生产与控制在本书第 5 章介绍。

本书由杜永智、张忠长组织编写，参加编写工作的还有：张学冶、崔玉香、李春华，全书由张学冶统稿，张忠长全面审定。

本书主要供从事氮肥生产的工艺人员和仪表维护人员在生产控制过程中参考，亦可作为工艺操作工或仪表维修工的培训教材或教学参考资料。书中引用了王淑珍、闫振龙等人撰写的资料，得到了大庆化肥厂技术科、仪表车间的帮助，对此谨表衷心谢意。

限于水平，书中难免存在遗漏或不妥，敬希读者批评指正。

编者

2006 年 4 月 8 日

欢迎订阅化工出版社图书

书 名	定价
工业过程控制技术——方法篇	78
工业过程控制技术——应用篇	65
过程控制装置(二版)	48
先进控制技术应用实例	45
流程工业制造执行系统(MES)	38
ERP 系统的需求量化分析及实现案例	42
现场总线控制系统应用实例	36
现场总线控制系统原理及应用	49
信息技术词典	45
石油化工自动控制设计手册(三版)	138
可编程序控制器原理及应用技巧(二版)	30
集散控制系统原理及应用(二版)	32
过程控制系统及工程(二版)	30
控制系统分析、设计和应用——MATLAB 语言的应用	30
先进控制技术及应用	32
仪表工程施工手册	98
仪表工手册(二版)	118
仪表机械结构设计	49
仪表常用数据手册	38
流量测量节流装置设计手册(二版)	68
新型流量检测仪表	45
流量测量方法和仪表的选用	60
流量测量仪表应用技巧	45
仪表工试题集(二版)——控制仪表分册	35
仪表工试题集(二版)——现场仪表分册	32
仪表工试题集(二版)——在线分析仪表分册	48
过程分析仪样品处理系统技术(译)	95
自动化仪表故障处理实例	45
英汉机电产品与仪器仪表词汇	120
汉英机电产品与仪器仪表词汇	128
英汉·汉英自动控制与仪表词汇	32
控制阀工程设计与应用	38
调节阀应用 1000 问	45
调节阀使用与维修	28
变送器选用与维护	25

以上图书由化学工业出版社机械·电气分社出版。如需图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录化学工业出版社网站: www.cip.com.cn。如果出版新著,请与编辑联系。

地址:北京市朝阳区惠新里3号(100029)

邮购:010-64982530, 64982511(发行部邮购科)

编辑:010-64982554, 64982556

目 录

第 1 章 合成氨生产控制系统	1
1.1 合成氨生产工艺概述	1
1.1.1 工艺流程	1
1.1.2 公用工程系统流程	14
1.1.3 合成装置历年主要改造情况	18
1.2 生产控制系统现状	18
1.2.1 仪表系统概述	18
1.2.2 常规仪表新技术及产品的应用	24
1.3 典型控制	40
1.3.1 水碳比 (H_2O/C) 控制系统	40
1.3.2 氢氮比 (H_2/N_2) 控制系统	41
1.3.3 锅炉给水控制系统	46
1.3.4 辅锅的超驰调节系统	48
1.3.5 辅锅的前馈-反馈调节系统	48
1.3.6 101B 出口温度 (TRC117) 调节系统	49
1.3.7 FRC67 比例加分程控制系统	50
1.4 分子筛顺序控制系统	50
1.4.1 控制系统概述	50
1.4.2 逻辑步骤描述	51
1.4.3 系统维护注意事项	56
1.5 大机组监测系统	57
1.5.1 应用范围	58
1.5.2 测量原理	58
1.5.3 系统构成	58
1.5.4 压缩机组探头安装技术规范	59
1.5.5 安装注意事项	60
1.5.6 校验规程	62
1.6 联锁系统	64
1.6.1 进 DCS 联锁系统	64
1.6.2 进 ESD 联锁系统	73
1.6.3 就地联锁系统	73
第 2 章 尿素生产控制系统	83
2.1 尿素生产工艺概述	83
2.1.1 工艺流程	83
2.1.2 蒸汽系统	91

2.1.3	工艺特点及发展变化	93
2.2	生产控制系统现状	94
2.2.1	仪表系统概述	94
2.2.2	新型仪表的应用	97
2.3	典型控制	107
2.3.1	氧含量控制	107
2.3.2	水解回流贮液槽 V801 液位控制	108
2.3.3	水解给料量控制	108
2.3.4	解析塔液位控制	108
2.3.5	水解塔液位控制	109
2.3.6	904F 汽包蒸汽压力控制	110
2.3.7	甲铵液位槽 V501 液位控制	111
2.3.8	低压热负荷控制	111
2.3.9	中压甲铵冷凝器 (E503) 温度控制	111
2.3.10	新增一段蒸发浓度控制	112
2.4	电子称重系统	113
2.4.1	Jaguar 工业称重终端简介	113
2.4.2	基于 Jaguar 终端的定量秤系统	116
2.4.3	高级 I/O 板	118
2.4.4	操作和校验	119
2.4.5	程序下装	120
2.5	大机组 3C 控制系统	120
2.5.1	3C 控制系统概述	120
2.5.2	控制方案	121
2.5.3	操作	126
2.5.4	常见问题	127
2.6	联锁	128
2.6.1	进 ESD 联锁	128
2.6.2	进 DCS 联锁	130
2.6.3	就地联锁	139
第 3 章	集散控制系统	145
3.1	集散系统构成及布局	146
3.2	TPS 系统硬件	147
3.2.1	网络 (Network)	147
3.2.2	系统中设备的硬件组成及其功能	148
3.3	系统软件组成及功能	150
3.4	组态内容及组态过程	150
3.4.1	命令处理器	150
3.4.2	操作站 GUS 基本组态	150
3.4.3	NCF 组态	151

3.4.4	UCN 网络建立	151
3.4.5	组态 HPM 过程点	152
3.4.6	历史组 (History Groups) 组态	153
3.4.7	创建自由格式报表	154
3.4.8	创建区域数据库	154
3.5	操作	155
3.5.1	过程操作的相关概念	155
3.5.2	操作员键盘的使用	158
3.5.3	控制点的操作	163
3.5.4	串级回路操作	166
3.5.5	联锁操作	167
3.5.6	趋势显示及操作	169
3.5.7	系统菜单的使用	173
3.6	Native Window 窗口	176
3.6.1	系统状态画面	176
3.6.2	UCN 网络状态画面	176
3.6.3	HPM IOP 状态画面	176
3.6.4	站群状态画面	178
第 4 章	紧急停车控制系统 (ESD)	179
4.1	ESD 系统特点及功能	179
4.2	联锁说明	180
4.3	系统硬件构成及特点	183
4.4	系统软件	184
4.5	运行及应用情况	185
第 5 章	辅助生产装置控制系统	186
5.1	循环水装置控制系统	186
5.1.1	工艺流程	186
5.1.2	生产控制系统概述	187
5.1.3	系统构成	187
5.1.4	系统功能	188
5.1.5	常见故障	199
5.1.6	监控系统的相关操作	201
5.2	快装锅炉联锁系统	203
参考文献		206

第 1 章 合成氨生产控制系统

1.1 合成氨生产工艺概述

1.1.1 工艺流程

合成氨生产装置大多采用烃类蒸汽转化法制氢工艺的生产技术，大庆化肥厂是 20 世纪 70 年代我国引进 13 套大化肥生产装置之一，采用美国 Kellogg（凯洛格）公司的生产工艺和技术。合成氨工艺主要原料为天然气、蒸汽、空气，主要产品为氨，副产品有 CO_2 等，设计产量为日产千吨氨，大负荷生产时可达日产 1100t 以上，扩容改造后产量可达日产 1500t。

由天然气制取合成氨经过三个主要工序：转化、净化、合成。

1.1.1.1 原料气的转化

在转化工序，由天然气制取粗原料气，常称为造气部分。这部分包括原料天然气的压缩、脱硫、一段转化、二段转化、高温变换和低温变换。流程如图 1-1 所示。

(1) 压缩和脱硫 原料气的脱硫是在加压下进行的，未经脱硫的天然气送至界区进入原料气压缩机吸入罐 116-F，压力用吸入罐入口管线上的调节阀 PV-26 调节。在罐内，原料气向上经过一除沫层后，从顶部出来分为两路，一路送往原料气的脱硫部分，另一路送燃料气系统，快装锅炉用的燃料气也来自此罐。吸入罐中积聚的液体用手动排水阀排出，吸入罐设有高液位报警器 HLA-144 及压缩机停车装置 HLA-151。送往脱硫系统的原料气在 101-L 中过滤后，进入蒸汽驱动的双缸离心式压缩机（102-J）加压至操作压力 4.3MPa。压缩机设有 FRC-70 防喘振保护调节器，当压缩机在低于正常流量的条件下进行操作时，它可以把某一定量的气体经返回气水冷器 132-C 冷却后送回压缩机的入口。压缩机一段缸的出口气在段间水冷器 141-C 中进行冷却，冷凝液在压缩机段间分离罐 117-F 中分离，分离罐设有高液位报警器 HLA-160 及高液位停车装置 HLA-161。原料气压缩机设有各个必要的测温点和机组监测点（振动、位移、转速），在压缩机运转时起监测和保护压缩机的作用。

压缩后的原料气用 FRC-1 调节后通过一段炉的原料气预热盘管，然后进入钴-钼加氢转换器（101-D），将有机硫转化为无机硫，原料气预热盘管设有一旁路调节阀 TRC-51（2002 年改造增加），用来调节进入加氢转换器的原料气温度。正常操作时，原料气与合成气压缩机一段缸来的富氢气会合。富氢气量用 LFA-107 指示，当流量降至预给定值时，加氢低流量联锁动作于电磁阀 VS-37，打开 V-37 阀，从合成系统的弛放气排放系统引入气体，以保持富氢气的流量。会合后的气体向下通过两层钴钼触媒并从反应器的底部出去。加氢转换器顶层触媒的温度由带装热电偶 TR138、TR139、TR140 测量指示，第二层触媒的温度由带装热电偶 TR141、TR142、TR143 测量指示，PDI-67 用来指示除沫层及反应器的压力降。反应器的出口设有一个采样点，用于测定硫的加氢转化率。原料气自加氢转换器出来就进入氧化锌脱硫槽（108-DA/B），自上而下地通过触媒层并从脱硫槽的底部出去。原料气中的硫

化物被氧化锌 ZnO 所吸附, 脱硫至总硫小于 $0.5\text{ppm}^{\text{①}}$ 以下。氧化锌脱硫槽共两个, 可以串联或并联操作。阀门及管线的配置可以使任何一个脱硫槽停止使用而其他一个继续运转。硫分析器 AR-4 可连续监测天然气的成分, 看是否有硫化物漏过氧化锌层。所配置的分析器取样管可以从脱硫槽的不同高度取样, 以便在出口气中有硫漏过之前, 就可以确定哪一个高度的触媒已经饱和或失效。脱硫槽还设有其他的仪表, 如公共的入口测温点、出口测温点。压差用 PdI-49 指示, 根据取压阀的投用情况, 它可以测出任何一个脱硫槽或两个脱硫槽的压差。脱硫槽的出口备有放空管线 (V-1000), 供开停车时使用。在串联操作中, 不论哪一个脱硫槽在后面, 这条放空管线都适用。当不把天然气导入一段转化炉时, 就用 SP-71 把 ZnO 脱硫槽与一段炉隔开。

(2) 一段转化 脱硫后的原料气自氧化锌脱硫槽出来后, 与 3.83MPa 的中压蒸汽按水碳比为 3.5 (每 1 个分子碳对 3.5 个分子蒸汽) 的比例混合, 蒸汽的流量用 FRC-2 调节。混合原料气通过 101-B 对流段混合原料气预热盘管, 送到 101-B 的辐射段顶部, 气体从一根主总管分配到九根分总管, 分总管在炉顶上是平行排列的。第一分总管中的气体又经猪尾管自上而下地分配到 42 根装有触媒的转化管中, 这些转化管位于一段炉的辐射段内, 总数为 378 根, 一段转化反应就在这里进行, 反应生成 H_2 、 CO 和 CO_2 。此反应是吸热反应, 由管外的顶部烧嘴进行加热, 转化管内充装转化催化剂以提高反应速度。经一段转化后气体中残余甲烷在 10% 左右。一段转化气在 800°C 左右进入二段转化炉。

每排 42 根转化管的底部都同一根集气管相连, 后者靠近一段炉的底部, 每根集气管的中部有一上升管, 这九根上升管又把气体引到炉顶上一根装有水夹套的输气管线 107-D, 再由此把气体送至二段转化炉 103-D 的入口。

一段炉备有各种压力表、温度表和温度监测仪 (共 18 点), 用来观察操作情况。此外还有压差指示器 (PDI-55) 以及分析仪 (AR-1) 记录一段炉出口气中的甲烷含量。一段炉的热量由 200 个顶部烧嘴供应, 这些烧嘴用主控室的 10 个手动控制器 (MIC1-1、2、...、9、23) 来调节。燃料天然气从喷嘴喷入燃烧, 燃烧用的空气则自动吸入。烟道气的流动方向自上而下, 与管内工艺气流向一致。离开辐射段的烟道气温度还在 1000°C 以上, 进入对流段后, 依次流过混合原料气预热盘管、空气预热盘管、高低温蒸汽过热盘管、锅炉水预热盘管和燃料气预热盘管。温度降到 250°C , 用引风机 101-BJ 排入烟囱。引风机保持辐射段炉膛负压在 $5\sim 10\text{mm}$ 水柱, 引风机进口负压在 200mm 水柱。

(3) 二段转化 二段转化炉 103-D 所需工艺空气由 101-J 和一个并联的电动压缩机 101-JA 提供。101-JA 的供气量约为所需空气总量的 35%, 101-J 提供约 65% 的空气量。压缩机 101-J 自空气过滤器 102-L 吸入空气, 在此把灰尘等滤掉。压缩机有两个缸, 每个缸又分两段, 在第一、第二和第三段的后面都有一个中间冷却器, 带入的水分冷凝后自动排出。防喘振调节器 FRC-4 可以把空气放空, 使压缩机的流量保持在最小值 (喘振点) 以上。从第三段间冷却器的后面引出一支线 IA-1 作为仪表空气的气源。压缩机 101-JA 自空气过滤器 102-LA 吸入空气, 在此把灰尘等滤掉。压缩机有两个缸, 每个缸又分两段, 在第一、第二和第三段的后面都有一个中间冷却器, 带入的水分冷凝后自动排出。防喘振调节器 FRC-1141 可以把空气放空, 使压缩机的流量保持在最小值 (喘振点) 以上。从两台压缩机最终出气管合并送往二段炉的空气量由 FRC-3 调节。工艺空气可以由于电动阀 SP-3 的动作而停止送往二

① $1\text{ppm}=10^{-6}$, 全书同。

段炉，这是转化炉原料气停车回路的一部分。工艺空气在电动阀 SP-3 的后面与少量的中压蒸汽会合，然后通过一段炉对流段的蒸汽和空气预热盘管。蒸汽量用 FR-51 计量，由 MIC-25 手动调节。这股蒸汽是为了在工艺空气中断时保护预热盘管用，当 SP-3 关闭时 MIC-25 就自动全开。

工艺气体进入二段转化炉 103-D 的顶部，向下通过一个扩散环而进入炉子的燃烧区。预热到 450℃ 的空气从扩散环下的一个喷嘴进入，空气引入的同时就把合成氨所需要的氮气加入了系统。气体离开燃烧区后就通过触媒床而进入炉子底部空间，在此由于氧气的燃烧，温度将升到 1200℃，甲烷气进一步转化，经二段转化后的转化气中 CH₄ 含量在 0.33% 左右。从二段转化炉出来的气体分两路进入两个双套管型的废热锅炉（101-CA 和 101-CB）的壳侧。锅炉的管侧是来自汽包的锅炉水。从壳侧出来的气体会合后进入第二废热锅炉（102-C）的管侧，其壳侧也是来自汽包的锅炉水。从第二废热锅炉（102-C）管侧出来的气体温度降至 371℃，继续流向高温变换炉（104-D）。102-C 有一条热旁路，用来调节高温变换炉的入口温度，调节器为 TRC-10。

（4）高温变换和低温变换 变换炉 104-D 实际上是高温变换炉（104-DH）和低温变换炉（104-DL）两个反应器，中间用蝶形封头分开，高变炉位于上部。由第二废热锅炉来的转化气约含有 12%~14% CO，在高温变换触媒的作用下，CO 与 H₂O 进行变换反应生成 CO₂ 和 H₂，经高温变换后，CO 降至 3.06%，温度升至 430℃。气体从高变炉顶部进入，经过一个分布器向下通过变换触媒，再由底部流出。然后气体就进入高变炉出口气废热锅炉 103-C 的管侧，把热量传给来自 101-F 的锅炉水。气体从 103-C 出来，进换热器 104-C 与甲烷化炉进气换热，从而得到进一步的冷却，温度降至 210~240℃ 以适应低温变换的要求，同时使甲烷化炉的进气加热。103-C 和 104-C 之间有一放空管线，这是供开车和发生事故时高变炉出口气放空用的，放空管线上有电动阀 SP-102，由控制盘上的按钮 PB-108 来操作。

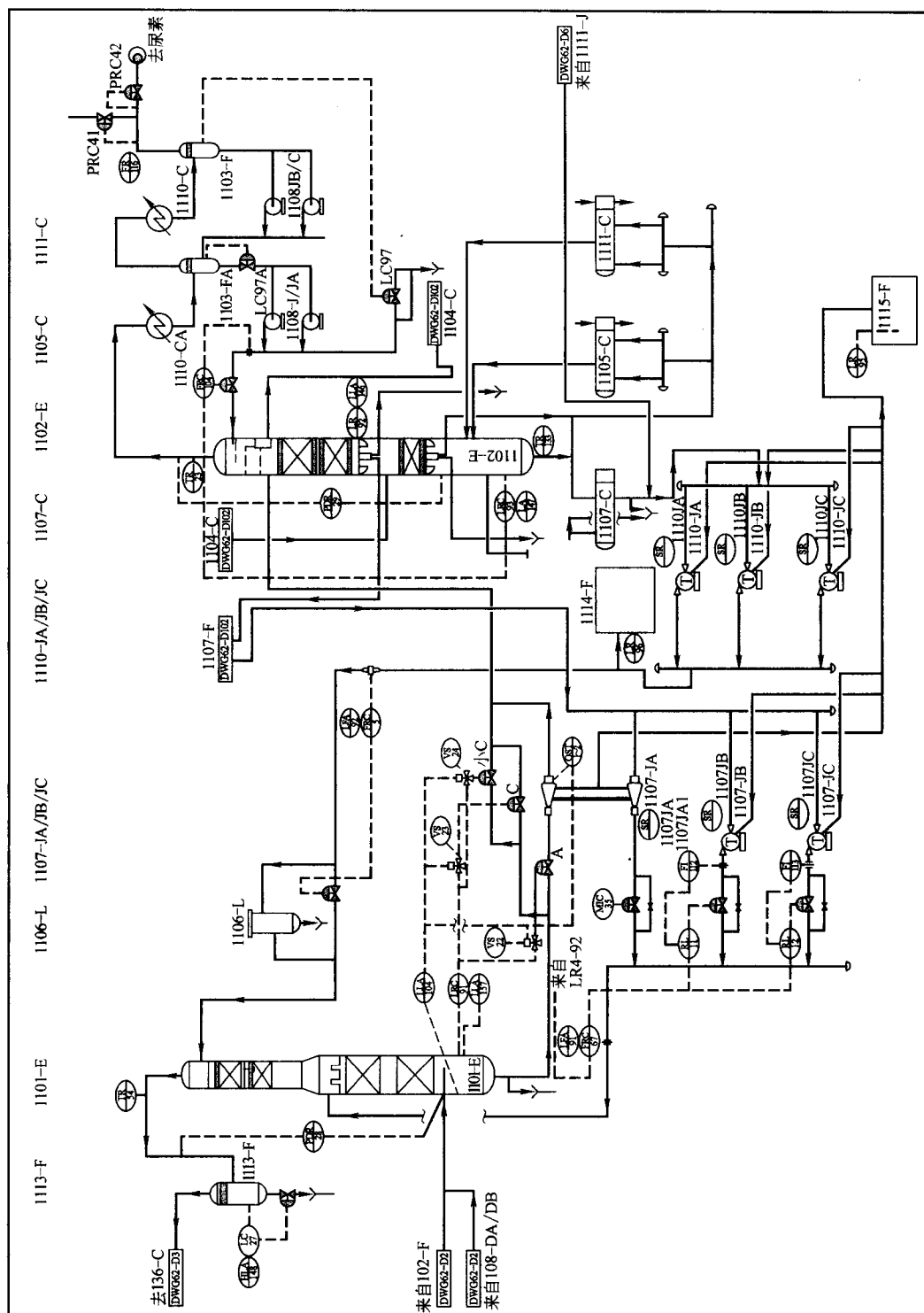
工艺气体在进入变换气分离器 1121-F 之前，被冷凝液泵 109-J/JA 或给水泵 104-J/JA 送来的工艺冷凝液淬冷，冷凝液来自 102-F。淬冷后的工艺气体温度为 198℃，多余的淬冷水通过分离器导淋排往下水道。工艺气体出 1121-F 之后进入低变炉（104-DL）和小低温变换炉（104-DS），通过低变炉触媒层由底部排出。经低温变换炉（104-DL）和小低温变换炉（104-DS）后，变换气中 CO 降至 0.3% 以下，温度在 250℃ 左右。低变炉有一条旁路管线 PG-20，开车或发生事故时气体可通过管线 PG-20 而不进入低变炉。这是通过操作低变炉进气管线上的电动阀 SP-4 和旁路管线上的电动阀 SP-5 实现的。高变炉和低变炉都设有温度指示点和高温报警点。

1.1.1.2 变换气的净化

在净化工序，将粗原料气进一步净化，制取合格的合成气，变换气大约含有 18% 的 CO₂ 和 0.3% 的 CO，净化后（CO+CO₂）将降至 10ppm 以下，变换气的净化包括脱碳和甲烷化。流程如图 1-2 所示。

（1）脱碳 从低变炉底部出来的变换气在 CO₂ 再生塔气体再沸器 1105-C 的管侧冷却，气体中夹带的大部分水蒸气冷凝下来，而在变换气分离罐 102-F 中分离出去。变换气从分离罐的顶部引出，进入 CO₂ 吸收塔（1101-E），冷凝液用 LC-78 调节，由分离罐的底部排出，分离罐设有低液位报警器 LLA-159。

变换气由塔底进入 CO₂ 吸收塔分布器，向上流动经过四层钢质槽孔环填料层，与向下流



动的碳酸钾（本菲尔特）溶液进行充分接触，碳酸钾溶液能把绝大部分 CO_2 吸收掉。洗涤后的气体经塔顶的除沫网除去夹带的溶液，气体出吸收塔后又进入吸收塔出气分离罐 1113-F 进一步分离所夹带的液滴，分离出来的溶液用调节器 LC-27 控制排入下水系统，分离罐设有高液位报警器 HLA-148。脱碳气从 1113-F 顶部出来，经 136-C 和 104-C 的壳侧进行预热后进入甲烷化炉 106-D。

碳酸钾溶液从两个高度进入 CO_2 吸收塔，塔的下段用碳酸钾的半贫液除去气体中大部分的 CO_2 ，这种部分再生的溶液来自 CO_2 再生塔（1102-E）的中部，用半贫液循环泵 1107-J 打入吸收塔，经一分布器流过下面的二层填料，半贫液的流量用 FRC-67 调节，并设有低流量报警 LFA-91。贫液自再生塔的底部用贫液循环泵 1110-J 抽往吸收塔顶部的分布器。流量用 FRC-5 调节，当流量降到预给定值时，低流量报警（LFA-92）也发出警报。机械过滤器 1106-L 是碳酸钾贫液循环的一个附属设备。再生后的溶液有少量通过机械过滤器以连续除去可能混入的固体。

会合后的碳酸钾“富液”在吸收塔的底部聚集，由 LRC-91 调节液面后送到 CO_2 再生塔（1102-E）的顶部。由于吸收塔的压力较高，可用来驱动一台水力透平从流出的碳酸钾富液中回收能量，这台水力透平驱动三台半贫液泵 1107-J 中的一台 1107-JA。另外两台半贫液泵 1107-JA/B 是用蒸汽透平驱动的。在正常情况下是两台泵运转，一台是水力透平驱动，另一台是蒸汽透平驱动。LRC-91 将出吸收塔底部的全部富液分为两部分，一部分经过水力透平，其余则经旁路管线由调节阀 LV-91C 控制，然后会合进入再生塔，不过在正常情况下，大部分液流都经过水力透平。吸收塔的压差用 PDI-28 测量，压差增大是塔内生成泡沫或液体负荷过大的标志。

碳酸钾的富液经液面调节送往再生塔，并在顶部填料层的上面进入塔内，富液就在再生塔的顶部闪蒸而放出一部分 CO_2 。再生塔的设计也和吸收塔的顶部一样，溶液被分为两段操作，塔的上段有两层玻璃纤维加强的 50mm 聚丙烯槽孔环，富液自上流下并被自下而上流动的蒸汽带出一部分 CO_2 ，这种半贫液有一部分从第二层填料下边的集液盘用泵 1107-J 如前所述的那样送回到吸收塔的中部，剩下的半贫液继续向下流过一层上下为 38mm 的不锈钢槽孔环，而中间为 38mm 的碳钢槽孔环的填料层，溶液在再生塔的底部集液盘中聚集，再由此流入再生塔气体再沸器 1105-C 及 1111-C。

解析出来的 CO_2 离开再生塔顶部以后就通过 CO_2 再生塔水冷器 1110-C，气体中夹带的水分在此冷凝以后就在再生塔回流罐 1103-F 内分离下来。一部分冷凝水经 FRC-104 调节用一台再生塔回流泵 1108-J 打回系统，系统内不需要的多余的水由 LC-97 调节液位排往下水道。 CO_2 通过一除沫层后就从回流罐的顶部出去，或者送往尿素装置，或者放空。 CO_2 再生塔的压力用 PIC-41 或者 PIC-42 调节。再生塔的压差由 PDR-29 指示， CO_2 产品用 FR-116 计量。 CO_2 再生塔的超压保护装置是防爆板 SP-101，超压时可以通过这个装置而放空。

脱碳系统的附属设备包括一个碳酸钾溶液贮槽 1114-F 和一台碳酸钾溶液补给泵 1111-J，一个地下槽 1115-F 可以将系统中各处的碳酸钾溶液收集起来，再由此送回 1114-F。另外还有一药品混合槽 1105-LF 和专用泵 1105-LJ 可以把防泡剂打到本系统的三个地点。

（2）甲烷化 进入甲烷化炉的气体约在 300°C 左右，由甲烷化炉（106-D）的顶部进入，通过高镍触媒后由底部出来。在甲烷化炉内完成 CO 和 CO_2 与 H_2 生成甲烷反应，从而将 $(\text{CO}+\text{CO}_2)$ 降至 10ppm 以下，而取得合格的净化气。此净化气约在 $350\sim 360^\circ\text{C}$ ，先经过

114-C 被锅炉给水冷却, 温度降至 150℃, 再经过 115-C 进一步被冷却水冷却, 温度降至 38℃, 最后经二级氨冷器 1115-C 被液氨冷却, 温度降至 5℃, 进入合成系统。

如果甲烷化炉内的温度太高, 六个高温报警点 HTA-78、89、97、98、99、100 中任意两点达到设定值, 就会发出警报并使电磁阀 VS-3 动作, 关闭调节阀 V-3, 停止往甲烷化炉内送气; 电磁阀 VS-10 也动作, 关闭调节阀 MIC-19, 切断进入 114-C 的锅炉给水, 防止甲烷化炉气流中断后 114-C 因骤冷而损坏。这些电磁阀需手动复位, 另外在辅助操作盘上还有按钮 PB-3 可以手动动作电磁阀。甲烷化炉气流中断后, 系统内的压力增长会使 V-3 前面的调节阀 PRC-5 打开, 将工艺气体放空。

1.1.1.3 氨的合成 (图 1-3)

(1) 合成气的压缩 在合成工序, 用合成气压缩机 103-J 压缩合成气是合成系统的第一步, 由净化系统来的净化气首先进入 103-J 的吸入罐 104-F, 压力调节器 PRC-6 测量吸入罐 104-F 的压力并调整压缩机的转速以保持 104-F 内的压力恒定。104-F 设有液位调节器 LC-8, 将合成气夹带的液体排出, 高液位报警器 HLA108、109 在液面过高时使 103-J 停车而保护压缩机。当压缩机转速下降或停车时, 104-F 内的压力由 PRC-4 调节, 气体经调节阀 PV-4 放空。

103-J 从 104-F 吸入气体, 在压缩机的低压缸压缩到合成氨所需的最终压力的 1/2 左右 (6.5MPa), 低压缸出口气依次经过三个中间冷却器 (136-C, 116-C, 129-C) 的管侧, 依次分别被去甲烷化的工艺气、冷却水和液氨所冷却, 从 129-C 出来的气体进入段间分离器 105-F, 全部冷凝下来的水经控制阀 LC-10 分离下来, 105-F 液位过高时, 高液位报警器 HLA110、HLA111 使 103-J 停车而保护压缩机。干气经过除沫层后从 105-F 顶部出来后进入分子筛系统。从 109-D 出来的合成气与压缩机高压缸的返回气 (由 FRC-8 控制) 会合, 进入 103-J 的高压缸。在 105-F 的顶部有一部分气体由 FRC-7 控制回到低压缸的入口作为返回气, 当流量低于设计值时, 操作员可以利用 FRC-7、8 来使压缩机处于喘振条件之外, 满足压缩机最低流量的要求。合成气在高压缸进一步被压缩并与合成塔来的循环气会合, 循环气从高压缸的侧面进入最后一个循环级叶轮的入口。会合后的气体从高压缸排出送入合成回路。为了在压缩机空转 (SP-70 关闭) 或产量降低时保护循环级叶轮, 还设有一个返回调节器 FRC-15, 把冷却后的压缩机最终出口气送回循环级叶轮的入口。

(2) 分子筛系统 109-DA/DB 采用并联操作, 运行周期为 48h。在一台运行时, 另一台用 20.5h 再生、3.5h 冷却降温备用。分子筛的操作步骤由 DCS 的 KIC-320 控制。

正常再生时, 如果使用 PRISM 来的尾气 (未渗透气体) 作再生气, 经分子筛再生气干燥器 1111-D 和分子筛再生气加热器 183-C, 被从 101-F 出来的高压饱和蒸汽加热到 288℃。再生气流量由 DCS 仪表 FR-320 指示。

如果使用弛放气作再生气, 那么出 109-D 的再生气要通过 XV-319 引到燃烧系统。再生气也可以使用从运转的分子筛中引出的工艺气体, 通过调节管线 SG-3021 上的球阀 XV-322, 由 DCS 仪表 FRC-321 指示。由于这股气体脱除了 CO₂ 和水分, 从 109-D 出来后回收到 104-C 再利用。如果流量很低, KIC-320 计时器会被终止, 直到压力重新建立起来。

分子筛再生气的加热是由从 101-F 引出的饱和高压蒸汽到 183-C 的管侧作为加热介质, 加热后再生气向上通过 109-DA 或 DB, 109-DA 温度由 TR-356、109-DB 温度由 TR-357 在

