

氨汽提法 尿素生产知识问答

陈留拴 主编

1.41

化学工业出版社 
工业装备与信息工程出版中心

70041

3

氨汽提法尿素生产知识问答

陈留栓 主编

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

氨汽提法尿素生产知识问答/陈留拴主编. --北京:
化学工业出版社, 2000.10
ISBN 7-5025-2957-8

I. 氨… II. 陈… III. 氨汽提法-尿素生产-问答
IV. TQ441.41-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 44899 号

氨汽提法尿素生产知识问答

陈留拴 主编

责任编辑: 周国庆

责任校对: 李丽 郑捷

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京市顺义彩桥印刷厂印刷
三河市东柳装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 6 $\frac{3}{4}$ 字数 170 千字
2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月北京第 1 次印刷
印数: 1—5000

ISBN 7-5025-2957-8/TQ·1289

定价: 22.00 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

序 言

陈留栓

河南省中原大化集团有限责任公司尿素装置是从意大利斯纳姆公司成套引进的，采用氨汽提法工艺技术的大型尿素生产装置，具有工艺先进新颖、自动化程度高、氨耗低等优点。该装置采用了高压喷射器，使装置布局紧凑合理，减少高框架，降低了投资；采用了具有体积小、操作方便的高速、高压离心泵，代替传统的柱塞式高压液氨泵和甲铵泵。合理并充分利用中压分解气、低压分解气和蒸汽冷凝液的热量，分级使用蒸汽，使能耗大大降低；少量防腐蚀空气的加入不仅减少了中压尾气爆炸的可能性，还降低了放空带来的氨损失；深度水解，使排放的工艺废液中氨和尿素含量达到5ppm以下，可作为锅炉用水，并大大降低了对环境的污染；新型喷头的使用，提高了产品质量；采用了集散型控制系统，与国内前三套引进装置相比在自动化控制方面上了一个新台阶。总之这套装置的确具有技术可靠、自动化程度高、耐腐蚀性能好、操作弹性大、运行平稳等特点，投产以来，受到了国内尿素行业工艺技术专家的关注。

为了使氨汽提法尿素生产技术在我国得到总结、提高和推广，我们组织从事尿素生产和操作的工程技术人员将尿素投产十年来的经验、体会和教训编写成《氨汽提法尿素生产知识问答》，旨在提高我公司尿素生产的管理水平和技术素质，并为我国从事尿素生产和管理的同行提供参考，从而提高我国尿素生产技术水平。

此书编写过程中得到了各界专家的大力支持，在此谨向原化工部化肥司胡启明同志，中国石油化工总公司陈金兴同志，中国化工建设总公司陈以标、马文刚同志，中国寰球化学工程公司伍宏业、袁世隆、

池树增同志深表谢意。

希望这本书能够成为大家的良师益友。

2000年7月于濮阳

主 编：陈留拴

副主编：刘进修 范国军 王俊旭
史悦智

编 委：杨中鲁 崔发科 姚 程
田 勇 白 斌 管露峰
孟福堂 刘玉先 赵新岭
苏 华 吕玉奇 李熙胜
张文兵 张立新

内 容 提 要

本书主要包括三部分内容。第1部分介绍氨汽提法尿素生产的基本原理；第2部分是问题解答，介绍本装置主要设备的结构、作用及工作原理，并且针对1990年该装置投产以来新发生的事故，开停车中出现的问题，以及日常生产维护内容分四个岗位（主控、泵、蒸发、压缩）进行了整理总结；第3部分介绍该装置自投产以来新进行的几十项主要技术改造。

本书可供从事尿素生产的工程技术人员、操作管理人员学习使用。

目 录

第 1 部分 氨汽提法尿素生产工艺的一般知识

1	尿素的特性和用途	1
1.1	特性	1
1.2	用途	2
2	尿素生产过程中的基本化学反应及影响因素	2
2.1	尿素生成过程的化学反应	2
2.2	甲铵生成与压力、温度的关系	3
2.3	尿素生成的主要影响因素	4
3	氨汽提工艺的基本原理	15
3.1	汽提原理	15
3.2	汽提过程在相图中的表示	16
3.3	影响汽提效率的因素	17
4	氨基甲酸铵冷凝原理	18
5	中低压系统的分解和回收	19
5.1	中压系统的设置与工艺条件的选择	20
5.2	低压系统工艺条件的选择	32
6	真空预浓缩	33
7	蒸发系统工艺条件的选择	34
7.1	一段蒸发温度、压力的选择	34
7.2	二段蒸发温度、压力的选择	35
7.3	影响缩二脲生成的因素	36
8	解吸系统工艺条件的选择	37
8.1	解吸压力的选择	38
8.2	解吸温度的选择	38
9	水解系统工艺条件的选择	39

第 2 部分 问题解答

I 主控、循环岗位

1	画出合成塔 R101 的结构简图, 并说明主要尺寸和材质	41
2	简述合成塔 R101 塔板的作用	41
3	合成塔 R101 筒体环焊缝结构及如何检漏	42
4	氨汽提塔 E101 结构尺寸和主要特点	43
5	氨汽提塔 E101 液体分布器的结构及作用	44
6	钛材氨汽提塔与美荷型、法型 CO ₂ 汽提塔相比的优点	45
7	画出高压甲铵冷凝器 E104 结构简图	46
8	高压甲铵冷凝器 E104 封头隔板的查漏及漏量过大的影响	46
9	高压甲铵冷凝器 E104 壳侧设置两个安全阀的原因	46
10	尿素合成塔出口调节阀 HV09203 的作用	46
11	喷射泵 L101 的结构及作用	47
12	高压系统拥有的联锁及其作用	47
13	汽提塔蒸汽冷凝液分离器 V109 设置液位低联锁的原因及联锁的动作 结果	47
14	高压甲铵预热器 E105 壳侧设置防爆板的作用	48
15	画出中压吸收塔 C101 结构简图, 并说明其工作原理	48
16	简述中压吸收塔 C101 塔盘工作原理	48
17	如何进行中压吸收塔 C101 塔盘密封试验	49
18	平衡管线的作用	49
19	画出解吸塔 C102 结构简图, 并说明其主要特点	49
20	简述条形阀的结构及其工作原理	50
21	说明板式热交换器 E116 的优缺点	51
22	画出水解器 R102 结构简图, 说明其折流板的作用	51
23	本装置装有真空安全阀的设备及安全阀的起跳设定值	51
24	试述 γ 射线测量液位的原理及本装置有 γ 射线的设备	52
25	试述电容式液位计测量原理及本装置设置的电容式液位计	52
26	试述差压式液位计测量原理	52
27	本装置加冲洗水的液位计及加冲洗水的目的	53
28	写出装置全部分程调节系统, 并注明 MV 值和阀门开度	53

29	试述本装置负向加空气的仪表及负向加空气的作用	54
30	每次原始开车前调试调节阀的原因及试阀时应检查的项目	54
31	本装置有几种压力等级的蒸汽, 写出其温度和主要用户	54
32	水击及引起水击的原因	54
33	低压蒸汽温度 T09808 指示满量程, 如何判断低压蒸汽管网是否 超温	55
34	引起蒸汽冷凝液贮槽 V110 安全阀 PSV09807 起跳的原因	55
35	正常生产时高压甲铵冷凝器 E104 壳侧液位过低的危害	55
36	高压系统要升温的原因	55
37	高压系统升温时, 要控制升温速率的原因	55
38	简述升温速率较慢的原因	56
39	高压系统升温时, 当温度升至 145℃ 时很难继续上升的原因	56
40	氨开车管线堵塞的现象及原因	56
41	高压系统要升压的原因、升压速率及开车管线温度 TI09208 的 控制值	56
42	高压系统氨升压时, 开车管线温度 TI09208 温度提不起来的原	57
43	高压系统升压时, 合成塔超温的原因	57
44	高压系统氨升压时, 先采用升压泵 P105 而后用高压氨泵 P101 的	57
	原因及切换时注意事项	57
45	氨升压结束后, 要及时排放氨开车管线残余氨的原因	57
46	中压系统引氨前要充氮置换的原因及最高氧含量	58
47	中压系统引氨时应注意的问题	58
48	如何尽快提高中压系统压力	58
49	开车前低压系统要氨化的目的及方法	59
50	什么情况下中压平衡管线必须关闭	59
51	中压吸收塔 C101 液位长时间建立不起来的原	59
52	因	59
53	空塔投料必须具备的条件	60
54	投料时应注意的问题	60
55	正常投料到出料合成塔压力的变化情况	60
56	投料后, 打开高压系统压力调节阀 PV09207A 的好	61
57	处	61
58	开车过程高压系统超压的原因及处理方法	61
59	正常投料到出料合成塔温度的变化情况	62
60	高压系统 NH ₃ /CO ₂ 失调的现象	62

59	投料过程中如何稳定合成塔的 NH_3/CO_2	63
60	合成系统 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 失调的现象	63
61	投料后启动高压甲铵泵 P102 向高压系统送水的时间及原因	64
62	空塔投料时, 合成塔顶底部超温的原因及如何避免	64
63	出料前 0.5h 系统应做的准备工作	64
64	合成塔出料时的现象及调节时的注意事项	65
65	短停后开车应注意的问题	66
66	开停车时, 对中压惰气洗涤塔 E111/C103 的操作要求	66
67	开车过程中如何控制中压吸收塔 C101 液位	66
68	开车过程中氨冷器 E109 堵塞的现象及处理	67
69	开车时, 中压冷凝器 E106 循环水管线振动的原因	67
70	影响汽提效率的因素	68
71	高压甲铵分离器 V101 满液的原因	68
72	高压甲铵分离器 V101 下液管堵塞的现象及处理方法	68
73	高压系统压力调节阀 PV09207A 阀后管线堵塞的原因、现象及处理方法	69
74	影响高压甲铵冷器 E104 产汽量的因素	69
75	合成塔出口调节阀 HV09203 开度过大或过小对系统的影响	69
76	汽提塔壳侧蒸汽压力调节阀 PV09210 突然关闭的原因、现象及处理方法	70
77	高压甲铵泵 P102 跳车后备用泵不备用, 如何维持系统运行	70
78	高压系统压力 P09207 指示失灵应如何维持系统运行	71
79	高压系统安全阀起跳后应采取的措施	71
80	正常生产时, CO_2 负荷突降时的处理方法	71
81	正常生产时, 系统长时间低负荷运行的危害	72
82	正常生产时, 高压氨泵 P101 倒泵, 主控应注意的问题	72
83	正常生产时, 汽提塔底部温度 T09210 提不起来的原因	72
84	正常生产时, V109 液位调节阀 LV09203A/B 切断阀关闭的好处	73
85	入合成塔氨管线及汽提塔液相管线电动阀 HV09205、HV09206 主控现场如何操作及阀门打不开的原因	73
86	高压氨泵出口调节阀 FV09102、FV09103 操作应注意的问题	73
87	正常生产时, 有几处外来水进入系统	74
88	中压分解器温度 T09301 提不起来的原因	74

89	中压吸收塔 C101 顶部超温的原因	74
90	中压吸收塔 C101 底部温度控制在 75℃ 左右的原因及其影响因素	75
91	正常生产时, 如何通过观察中压吸收塔 C101 视镜判断其工作状态	75
92	中压吸收塔 C101 液位, 在什么情况下实际液位比指示高, 什么情况下 实际液位比指示低	75
93	正常生产时, 定期冲洗 C101 塔盘的原因及冲洗时的注意事项	76
94	中压冷凝器出口温度 T09315 超温的原因	76
95	正常生产时, 当管道泵运行或停运, 中压冷凝器循环水出口调节阀 TV09315 操作的不同之处	76
96	正常生产时, 氨冷器循环水调节阀 HV09302 调节时的注意事项	77
97	影响氨受槽温度 T09314 的因素及温度高低对系统的影响	77
98	中压系统超压的原因	77
99	氨受槽 V105 满液的原因及后果	78
100	中压甲铵冷凝器 E106 结垢的现象、原因	78
101	正常生产时, 中压碳铵液泵 P103 跳车备用泵不能启动, 如何维持 系统运行	78
102	低压甲铵冷凝器 E108 结晶堵塞的现象、原因及处理	78
103	低压碳铵液贮槽 V106 满液的原因及后果	79
104	低压系统超压的原因	79
105	低压系统超压时应注意的问题	79
106	低压分解器温度 T09401 提不起来的原因	80
107	碳铵液贮槽温度 T09407 过高或过低的原因	80
108	解吸并低压应注意的问题	80
109	用 $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ 二元体系相图解释解吸塔操作	80
110	解吸塔操作的依据	81
111	液泛及液泛的形成	82
112	解吸塔液泛对系统的影响及引起液泛的原因	82
113	分析解吸塔 C102、水解器 R102 结垢的原因、对系统的影响及如何 预防	83
114	解吸塔 C102 塔盘吹翻或变形的原因	83
115	抢修板式热交换器 E116 而系统又不停车的操作方法	83
116	水解开车, 避免水解预热器 E117A/B 封头泄漏的方法	84
117	水解温度 T09707 提不到指标的原因	84

118	当水解压力 P09701 指示失灵, 根据哪些方面确认水解器 R102 压力是否正常	84
119	排放废水不达标的原因	84
120	如何判断水解预热器 E117 列管泄漏	84
121	断蒸汽停车, 水解系统应注意的问题	85
122	如何处理水解器 R102 尽快交付检修	85
123	停车后解吸运行没有与低压系统隔离容易出现的问题	85
124	遇到哪些情况系统要紧急停车	85
125	断电引起停车应注意的事项	85
126	断仪表空气停车应注意的事项	86
127	高压氨泵 P101 跳车要求高压甲铵分离器液相管线上的 HV09202 阀自动关闭的原因	86
128	入合成塔 R101 的 CO ₂ 管线设置两道止逆阀及该管线上的 HV09201 阀在压缩机跳车后必须自动关闭的原因	86
129	高压系统排塔前应做的准备工作	87
130	高压系统排塔时的注意事项	87
131	停车后, 高压系统冲洗时的注意事项	87
132	冲洗 CO ₂ 管线时, 如何确认管线畅通	88
133	中压系统卸压时应注意的问题	88
134	氨受槽 V105 大量进甲铵后的处理	88
135	检修中压冲洗水安全阀 PSV09809 前的处理	88
136	设备充水置换合格后排放时的注意事项	89
137	尿素合成反应的腐蚀机理	89
138	尿素-甲铵溶液对金属的腐蚀形式	89
139	影响尿素-甲铵溶液对不锈钢腐蚀的因素	90
140	操作中减缓设备腐蚀的方法	92
141	合成 07、09 机组跳车, 主控的注意事项	92
142	合成界区 CO ₂ 放空阀失灵突然全关, 对压缩机的影响及处理方法	93
143	低压蒸汽压力调节器 P08224 自控时, 调节阀 YA08224 由手控切自控的操作程序	93
144	中压蒸汽压力 P08203 指示失灵, 其调节阀 YB08203 自控时会出现的现象及处理方法	93
145	当蒸汽紧张时从哪些方面减少主蒸汽用量维持系统运行	93

146	当蒸汽冷凝液泵 P113 两台泵都不能运行时的操作程序	94
147	透平的中压调节阀失灵突然全开的现象及处理	94
148	蒸汽冷凝液电导高的原因及处理方法	94
149	压缩机冲转前, 主控应作的准备工作	95
150	压缩机过临界转速时主控应注意的事项	95
151	透平投抽汽、注汽时间	95
152	主控升速、升压的注意事项	95
153	透平中压调节阀卡涩的处理	96
154	透平压缩机的跳车联锁	96
155	CO ₂ 压缩机联锁跳车后的动作结果	96
156	已知合成塔 R101 出液组成为 NH ₃ : 33%、CO ₂ : 14.5%、Ur: 31%、 H ₂ O: 21.5%时, NH ₃ /CO ₂ 、H ₂ O/CO ₂ 和转化率的计算	97
157	已知合成塔 R101 出液组成为 NH ₃ : 34.24%、CO ₂ : 14.92%、Ur: 30.10%, 汽提塔 E101 出液组成为 NH ₃ : 16.30%、CO ₂ : 4.92%、 Ur: 52.96%时, 汽提塔汽提效率的计算	97
158	已知汽提塔 E101 出液组成为 NH ₃ : 15.15%、CO ₂ : 3.94%、Ur: 53.17%, 中压分解器贮槽 L102 出液组成为 NH ₃ : 2.34%、CO ₂ : 2.05%、Ur: 69.12%, 中压系统分解率的计算	98
159	空塔开车时投氨量的计算: 已知 CO ₂ 为 17000m ³ /h(标准状态), 氨密度 600kg/m ³ , 投料时 NH ₃ /CO ₂ 按 3.5 加氨 (CO ₂ 纯度为 100%)	98
160	中压放空氨损失的计算: 已知 CO ₂ 负荷 20000m ³ /h(标准状态), 加空 气后 CO ₂ 纯度 97%, 中压系统压力 P09305 为 1.7MPa(绝), 排汽温度 45℃, 放空气相组成 NH ₃ 为 15%(体积), 液氨纯度按 100%计, 45℃ 时水蒸气压力为 0.009771MPa, 假定惰气全部在中压放空	99
161	计算 70%负荷下, 蒸发不开, 尿液槽满液的时间	99

II 蒸发岗位

162	用相图说明采用两段蒸发的原因	99
163	一、二段蒸发加热器 E114 和 E115 采用膜式蒸发器的原因	100
164	二段蒸发采用升压泵 EJ153 的作用	100
165	蒸发一、二段间设置 U 形管的作用和依据	101
166	开车时先提温度后提真空的好处及提真空时的注意事项	101
167	喷射泵的工作原理	101

168	蒸发系统进行正压试验的程序	102
169	系统如何做真空试验	102
170	蒸发造粒系统进行联锁试验的过程	102
171	蒸发造粒系统设置联锁的目的	103
172	开车时蒸发提前打循环的好处	103
173	蒸发走水时走不到熔融尿素泵 P108 的原因	103
174	蒸发开车时一、二段温度提不起来的原因	103
175	二段蒸发器底部温度 T09507 提不起来的原因	103
176	蒸发真空建不起来或真空较低的原因	104
177	真空预浓缩器贮槽 L104 液位过高的原因、现象及处理	104
178	蒸发冲洗的目的、方法及注意事项	104
179	尿素溶液泵 P106 汽化的现象、原因及处理	105
180	熔融尿素泵 P108 汽化的现象、原因及处理	105
181	尿素溶液回收泵 P109 汽化的原因及处理	106
182	如何判断造粒管线和循环管线堵塞	106
183	熔融尿素泵 P108 倒泵的方法	106
184	蒸发系统启动尿素溶液泵 P106、熔融尿素泵 P108、尿素溶液回收泵 P109 时应注意的问题	106
185	蒸发热洗的目的及方法	107
186	U 形管堵塞的现象及原因	107
187	预热喷头时的注意事项	107
188	喷头拉稀的原因	107
189	农用尿素合格品、一级品和优级品的指标	108
190	尿素中水含量偏高的原因	108
191	夏天产品中水含量偏高的原因	108
192	影响缩二脲生成的因素	108
193	正常生产时尿液贮槽 T101 液位上涨的原因	109
194	尿素溶液泵 P106 停车处理时的注意事项	109
195	T 形喷头结构及优点	109
196	刮料机的传动特点及主要参数	110
197	刮料机运行中的日常维护	110
198	进入造粒塔底巡检的内容	111
199	造粒塔能实现自然通风冷却的原因	111

200	产品中 Ni 含量指标及其说明的问题	111
201	控制上塔管线的夹套蒸汽压力的目的	111
202	蒸发各小喷射泵投运的时间	112
203	蒸发岗位的冬季防冻措施	112
204	使用电梯注意事项	112

Ⅲ 泵 岗 位

205	高压氨泵的作用及其主要性能参数	112
206	高压氨泵 P101 的密封形式及原理	113
207	高压甲铵泵的作用及主要性能参数	113
208	高压甲铵泵 P102 的密封形式及原理	114
209	高压氨泵 P101 和高压甲铵泵 P102 的密封材质	114
210	高压氨泵 P101 不能复位的原因	114
211	高压氨泵 P101 和高压甲铵泵 P102 设置允许启动条件的目的	115
212	高压氨泵 P101 正常运行期间, 冲注水系统的主要参数	115
213	引起高压氨泵 P101 跳车的因素及其各自的联锁值	115
214	引起高压甲铵泵 P102 跳车的因素及其各自的联锁值	115
215	高压甲铵泵 P102 正常运行期间, 冲注水系统的主要参数	115
216	润滑油的作用	115
217	润滑及润滑油要经三级过滤的原因	116
218	润滑油变质的判断及使用	116
219	高压氨泵 P101 和高压甲铵泵 P102 油变质的原因	116
220	正常运行时, 高压氨泵 P101 油压下降的原因	116
221	高压氨泵 P101 辅助油泵开停的时间	116
222	高压甲铵泵 P102、高压氨泵 P101 的辅助油泵自启动条件的不同 之处	117
223	高压氨泵油管线上的安全阀 PSV-1A 起跳的原因及处理	117
224	主油泵的工作原理	117
225	高压氨泵 P101、高压甲铵泵 P102 运行中油温升高的原因	117
226	高压氨泵 P101、高压甲铵泵 P102 在主控盘上的监测点	118
227	自力式调节阀的工作原理	118
228	启动高压氨泵 P101 后, 密封水管线排不出水的原因及应急 措施	119

229	电磁阀 SV-9 的工作原理	119
230	高压氨泵 P101 正常运行期间二级冲注水排放压力 PI9C 或一级冲注水排放压力 PI9D 压力突降的原因	119
231	高压氨泵 P101 正常运行期间二级冲注水排放压力 PI9C 或一级冲注水排放压力 PI9D 压力突升的原因	119
232	高压氨泵 P101、高压甲铵泵 P102 冲注水泵出口脉动抑制器的结构和作用	119
233	高压甲铵泵 P102 正常运行期间，二级冲注水压力 PI9C 超标的 原因	120
234	自力式调节阀 PCV106A/B 膜盒击穿的原因	120
235	高压甲铵泵 P102 冲注水泵振动的的原因	120
236	高压氨泵 P101 引氨时的注意事项	120
237	高压氨泵 P101 启动前应做的检查	120
238	高压氨泵 P101 启动后应做的检查	120
239	正常运行时高压氨泵 P101 超电流的原因	121
240	高压氨泵 P101 汽化的原因	121
241	四台大泵机封损坏的原因	121
242	四台大泵轴振动、位移高的原因	121
243	高压氨泵 P101 低电负荷跳车的原因	121
244	高压氨泵 P101 入口安全阀起跳的原因	121
245	如何实现高压氨泵 P101 安全在线倒泵	121
246	高压氨泵 P101 泵体排放时注意事项	122
247	高压甲铵泵 P102 预热的的原因	122
248	高压甲铵泵 P102 复位条件满足后启动还须做的工作	122
249	正常生产期间高压甲铵泵 P102 汽化的原因	122
250	高压甲铵泵 P102 出口压力超高的原因	122
251	高压甲铵泵 P102 跳车后泵岗位的处理	123
252	高压甲铵泵 P102 机封泄漏的现象和危害	123
253	四台大泵启动前盘车的目的	123
254	高压氨泵 P101 跳车后对该泵的处理	123
255	试解释汽化	123
256	离心泵的工作原理及基本结构	124
257	泵的密封形式和密封介质	124