

日产1620公吨
二氧化碳汽提法尿素装置
操作手册

一九七五

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业、干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

译者说明

为了满足农业对化肥的需要，我国从荷兰凯洛格——大陆公司引进了一批由斯太米卡朋公司化学工程部设计的二氧化碳汽提法尿素装置。本手册就是由该公司提供的最终设计的第十六卷。该卷分操作手册和分析方法两部分，为了广大工人和技术人员使用方便起见，现合在一起译成中文出版。

根据合同，该公司应为前三个厂分别提供各自的操作手册，但经我们核对这三本手册文字基本一样，设备位号均以I厂的位号表示的。

为了读者方便起见，我们增加了六张带控制点的流程图，列入附录3中，但这些流程图是用II厂的资料译出的，请读者使用时注意。

对原文中的明显错误处，凡是我们已发现的，在翻译时都作了更正，并加以译注。

由于我们水平所限，译文中难免有错误与不妥之处，欢迎读者批评指正。

大连工学院无机化工专业

一九七五年九月

目 录

第一部分 操作手册

第一章 绪 言	1
第二章 设计基础	2
1. 界区条件	2
2. 每吨颗粒尿素消耗定额的保证值	5
3. 产品质量	5
4. 物料平衡	5
第三章 尿素汽提过程的化学与机理	16
1. 引言	16
2. $\text{NH}_3\text{—CO}_2$ 物系	19
3. $\text{NH}_3\text{—CO}_2\text{—H}_2\text{O}$ 物系	26
4. $\text{NH}_3\text{—CO}_2\text{—H}_2\text{O—Ur}$ 物系	30
5. 汽提过程在技术上的实现	33
6. 反应器	35
7. 高压甲铵冷凝器	40
8. 高压换热器	40
9. 定义和缩语表	42
10. 低压循环	43
11. 缩二脲的生成	44
第四章 工艺过程说明	58
1. 引言	58

2. NH_3 与 CO_2 的压缩	59
3. 合成	60
4. 循环	62
5. 尿液贮存与蒸发	63
6. 吸收与解吸	65
第五章 开车前的准备	67
1. 引言	67
2. 清洗	67
2•1. 机械清扫	67
2•2. 冲洗	68
2•2•1. 用液体冲洗	68
2•2•2. 用气体冲洗	69
2•3. 冲洗后应采取的措施	70
3. 水运	70
3•1. 目的	70
3•2. 执行	71
4. 真空试验	72
5. 用于检查汽提塔液体分布系统用的 空气试验	73
第六章 开车	77
1. 引言	77
2. 首次开车	77
2•1. 一般的准备	77
2•2. 合成设备的升温	80
2•3. 临开车前的准备	83
2•4. 开车	84

3. 短期停车后的开车	90
第七章 正常工作条件下的主要调节参数及动作范围的限度	91
1. 合成	91
1•1. CO ₂ 中的O ₂ 氨量	91
1•2. 进入合成工段的总氨量	91
1•3. 反应器顶部的温度	92
1•4. 合成压力	93
1•5. 汽提塔的蒸汽压力	94
1•6. 汽提塔出口的液体温度	95
1•7. 汽提塔液位	96
1•8. 高压洗涤器	96
2. 循环	97
2•1. 循环压力	97
2•2. 循环温度	97
2•3. 闪蒸槽中的压力	98
3. 蒸发	98
3•1. 一段蒸发压力	98
3•2. 一段蒸发温度	99
3•3. 二段蒸发压力	99
3•4. 二段蒸发温度	99
4. 解吸	99
第八章 停 车	103
1. 正常停车	103
2. 事故停车	106
2•1. 停电	106

2•2. 停汽·····	108
2•3. 停仪表空气·····	108
2•4. CO ₂ 压缩机事故·····	109
3. 钝化·····	109
第九章 生产中的危险·····	111
1. 汽提塔中的液体分布·····	111
2. 腐蚀·····	111
2•1. 引言·····	111
2•2. 生产中的防腐蚀·····	113
3. 放空气的爆炸性·····	116
4. CO ₂ 气流的“倒流”·····	119
第十章 维修指导·····	121
1. 总则·····	121
2. 主要设备的机械维修意见·····	122
3. 填料·····	124
4. 仪表的维护·····	128
5. 润滑·····	129
6. 建筑维护·····	130
7. 有关汽提塔的泄漏和空气试验的说明·····	131
8. 氨泵及甲铵泵填料箱的重新安装·····	136
附件 1: 冲洗和压力试验用水中的氯离子含量··	137
第十一章 安全措施和劳动保护·····	139
1. 前言·····	139
2. 一般说明·····	139
3. 原料、中间和最终产品以及辅助材料性质··	143
4. 防护用具·····	145

5. 灼伤·····	149
6. 封闭场所·····	149
7. 消防注意事项·····	150
8. 电梯的安全措施·····	151
9. 安全用具的检查·····	152
10. 使用测量所用的固定辐射源的安全规定·····	152
第十二章 分 析·····	154
1. 时间表与正常值·····	154
2. 球胆法采样·····	156
3. 按分析结果进行的计算·····	157
附录 1. 化学及物理数据·····	160
2. 供选用的钝化与升温方法·····	181
3. 附 图·····	183

第二部分 分析方法 (DSM规范)

A—分析周期一览表·····	184
G—尿素厂物料的取样和分析方法综览·····	186
AL1—E 分析方法使用说明·····	188
M1—E 高温和带压尿素溶液的采样 (凝固法) ···	191
M3—E 球胆法采样·····	192
M3—31E/G 尿素厂的物料采样 (球胆法) ·····	196
M6—E 气体的采样·····	197
M6—1—E 二氧化碳气体的连续采样·····	203
7—E 指示剂 (酸碱滴定用) ·····	206
8—E 光度测定校正曲线的绘制·····	214
77—E 气体组成的测定 (奥氏法) ·····	216

77—2—E 二氧化碳气体组成的测定（奥氏法）	223
91—E 气体中硫化氢的测定（滴定法）	226
91—1—E 尿素厂的二氧化碳气体中 硫化氢测定（滴定法）	228
92—E 气体中硫化氢的测定（醋酸铅试纸法）	229
93—E 醋酸铅试纸条的制备	233
94—E 醋酸铅试纸硫化氢因子的 测定（分光光度法）	234
99—E 水中铁的测定（分光光度法）	238
99—3—E 尿素中铁的测定（光度法）	242
130—E 氨态氮的测定（蒸馏法）	244
135—E 尿素中缩二脲的测定（分光光度法）	247
135—23—E/G 尿素厂物料中缩二脲的 测定（光度法）	251
155—E 水的测定（用费休氏试剂的电流滴定法）	253
155—1—E 尿素中水的测定（费休法）	259
155—32—E 液氨中水的测定（费休法）	261
158—E 粒状产品的筛分（重量法）	264
159—E 粒状和粉状产品堆比重的 测定（重量法）	265
201—E 尿素中总氮量的测定	268
207—E 尿素的测定（咕吨氢醇法）	270
207—24—E/G 尿素厂物料中尿素的 测定（咕吨氢醇法）	273
381—E 氨的测定（滴定法）	274
381—34—E/G 尿素厂物料中氨的	

测定 (滴定法)	277
382—E 尿素溶液中尿素的测定 (重量法)	278
382—24—E/G 尿素厂物料中尿素的 测定 (重量法)	280
418—E 气体混合物中氨的测定 (滴定法)	281
418—1—E/G 尿素厂甲铵冷凝器放空 气体中氨的测定 (滴定法)	285
428—E 气流中有机硫的测定	285
428—1—E 二氧化碳气体中有机硫的测定	289
593—E 液氨中油含量的测定 (重量法)	289
648—E 有氨、尿素和三聚氰胺存在时二氧化碳的 测定 (甲醛法)	291
648—10—E/G 尿素厂物料中二氧化碳的 测定 (甲醛法)	294

第一部分 操作手册

第一章 绪 言

此尿素工厂系荷兰国营矿务局 (DSM) 所属斯太米卡朋 (Stamicarbon) 公司为中国设计的。

此厂按全循环操作。它包括 1620公吨/日 的汽提装置与蒸发装置各一套。

氨和二氧化碳在一个单系列的装置中生产符合规定质量和数量的尿素 (见第二章：设计基础)。

本手册向从事工厂的开车与操作的有关人员提供为履行其职责所需的工艺和工厂方面的专门技术。

为此目的，操作说明还包括了同类工厂所取得的一些经验。然而，由于各厂之间有细小的区别，在开车时或开车后可能需要对这些说明稍作变动，以适应当时的情况。

如果买方对工厂的某一部分或某一设备需要更详细说明的话，可由买方负责工厂运行的技术人员准备并向本公司提出谘询。

本公司将随时乐于就这类询问作出详尽的答复。

为了正确地操作这个工厂，最重要的是对本过程要有充分的认识。

本手册提供的数据是设计值，指的是在正常操作时实际操作数据的可变范围。但不应把这些数值视为保证值。

如果以后有些看法有所改变，本手册亦将随之加以修改。

第二章 设计基础

1. 界区条件

1.1. NH_3

液体。

压力恒定；数值在 $3\sim 6\text{kg/cm}^2$ （绝）之间。买方应该在氨升压泵的吸入口上提供足够的液位，以保证此泵的有效净正吸入高度（NPSH）不少于 3.5 米液柱。

氨的供应：应由买方负责在尿素厂界区外采取安全措施，防止氨的压力超过 8kg/cm^2 （绝）

温度恒定；在 -3°C 和 $+9^\circ\text{C}$ 之间，与压力相适应。

纯度： $\text{NH}_3 \geq 99.5\%$ （重量）

油 $\leq 10\text{PPM}$ （重量）

水 + 惰性物质 $\leq 0.5\%$ （重量）

数量：39.5吨/时。

1.2. CO_2

气体。

压力：最低 1.01kg/cm^2 （绝）

最高 1.03kg/cm^2 （绝）

温度：最低 $+5^\circ\text{C}$

最高 $+40^\circ\text{C}$

组成： $\text{CO}_2 \geq 98.5\%$ （重量，干基）

硫化物 $\leq 15\text{mg}/\text{标米}^3$ (以总硫计)

水蒸汽: 最高为 40°C 和 $1.01\text{kg}/\text{cm}^2$ (绝) 的饱和含量。

气量: $52\text{吨}/\text{时}$ (按 $100\%\text{CO}_2$ 计)

二氧化碳的供应: 由买方负责在尿素界区外采取安全措施, 防止压力低于 $0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ (绝)。

1.3. 蒸汽

压力: 37 到 $38\text{kg}/\text{cm}^2$ (绝)

蒸汽压力由买方负责在尿素界区外采取安全措施, 防止压力高过 $44\text{kg}/\text{cm}^2$ (绝)。

温度: 350°C 到 365°C 。

氯离子最大 0.5PPM (重量)

流量: $104\text{吨}/\text{时}$

为了保证工厂安全停车, 至少在 12 小时之内要有 $15\text{吨}/\text{时}$ 以上的蒸汽作为事故蒸汽使用。

蒸汽压力不得低于 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ (绝)

1.4. 电力

必要的电源如下:

两个 6000 伏, 50 周的馈路, 在两个输入线上的接头处装有断路器, 其中一个就可承担工厂的全部用电。

所需电力容量: 1575 千伏安

一个 380 伏, 50 周的馈路, 在事故电机的控制中心的接头处有中相接地。

所需电力容量: 85 千伏安。

1.5. 冷却水

压力: 在地面处 $4.5\text{kg}/\text{cm}^2$ (绝)

冷却水的供给压力：由买方负责在尿素界区外采取安全措施，防止压力超过 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ （绝）。

温度：设计时取 32°C ，最低 $+5^\circ\text{C}$ 。

质量：氯离子 <100 毫克/升。

污垢系数：设计使用 $0.0003\text{米}^2\cdot\text{时}\cdot^\circ\text{C}/\text{千卡}$ 。

稳定性： 70°C 以下稳定。

腐蚀性： 70°C 以下对碳钢和不锈钢不腐蚀。

流量：总计 $5040\text{米}^3/\text{时}$ 。

1.6. 仪表空气

压力：最低 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ （绝）

高最 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ （绝）

温度：室温

露点：在最低压力下，至少低于室温 10°C

质量：无油和灰尘

流量： $250\text{标米}^3/\text{时}$

仪表空气压力：由买方负责在尿素界区外采取安全措施，防止压力超过 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ （绝）。

1.7. 压缩空气

压力：最低 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ （绝）

最高 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ （绝）

温度：室温

流量：在使用温度和压力状态下，需要量为 $30\text{米}^3/\text{时}$ 。

压缩空气压力：由买方负责在尿素界区外采取安全措施，防止压力高于 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ （绝）。

1.8. 蒸汽冷凝液或锅炉给水

仅在工厂开车阶段用于冲洗，水运和操作前的试验。

温度：室温

压力：标高零米处 $3\sim 4\text{kg/cm}^2$ （绝）

质量：氯离子小于5毫克/升

流量：在首次开车前的三周左右内，需要量总计约1000米³，其流量应约为25米³/时。

2. 每吨颗粒尿素消耗定额的保证值

氨（按100%氨计）：最高580公斤

二氧化碳（按100%CO₂计）：最高770公斤

蒸汽（按 38kg/cm^2 （绝）和350℃的热焓计）：最高1530公斤

电力：最高20千瓦一时

冷却水（按温升13℃计）：最高88米³

3. 产品质量

3.1. 颗粒尿素

氮：46.3%（重量）

缩二脲：0.9%（重量）

水：0.3%（重量）

粒度：90%（重量）在1.0和2.4毫米之间

4. 物料平衡

物料平衡表 A₄54609

位 号	101	102	103	104	105	106	107	111	112	113	115	116	117
尿素 公斤分子/日													
CO ₂ 公斤分子/日	28350		28350	663	27687	543	27144						
NH ₃ 公斤分子/日								55271	945	54325	54325	54325	
H ₂ O 公斤分子/日	766		766	18	748	748							
惰气 公斤分子/日	441	941	1362	32	1350		1350						
O ₂ 公斤分子/日		235	235	5	230		230						
总计 公斤分子/日	29557	1176	30734	718	30016	1291	28724	55271	945	54325	54325	54325	
总计 公斤/时	53064	1412	54476	1275	53203	1557	51646	39150	670	38480	38480	38480	
分子量 公斤/公斤分子	43.1	28.8	42.5	42.5	42.5	28.9	43.2	17	17	17	17	17	17
温度 °C	22	22	22	22	22	22	110	9	9	9	40	40	70
压力 kg/cm ² (绝)	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	139	23	23	23	23	160	160
密度 公斤/米 ³	1.758	1.175	1.735	1.735	1.735	1.18	270	630	630	630	578	578	530
容积 I 米 ³ /时	30189	1202	31390	734	30657	1319	191	62.1	1.1	61.1			
容积 II 标准米 ³ /时	27589	1098	28685	670	28014	1205	26809						

位	号	201	202	203	204	205	206	207	208	215	216	217
尿素 公斤/分子/日						271	19	28569	27427	251	271	271
CO ₂ 公斤/分子/日		44103	11892	4856	165	44525	10736	21433	5617	1577	12313	12313
NH ₃ 公斤/分子/日		76420	35676	15306	2469	126354	27030	85369	11235	4254	31284	85610
H ₂ O 公斤/分子/日		4649	1871	828	65	19172	15585	47956	42165	809	16394	16394
惰气 公斤/分子/日		1350	1350	1350	1350							
O ₂ 公斤/分子/日		230	230	230	230							
总计 公斤/分子/日		126751	51019	22569	4279	190321	53371	183328	86444	6892	60263	114538
总计 公斤/时		140354	50357	22246	3981	186184	50567	207155	118447	7140	57707	96187
分子量 公斤/公斤分子		26.6	23.7	23.7	22.3	23.5	22.7	27.1	32.9	24.9	23	20.1
温度 °C		180	166.7	183	160	166.7	160	133	170	170	161.2	124.7
压力 公斤/厘米 ² (绝)		139	139	136	136	139	136	139	139	136	136	136
密度 公斤/米 ³		140	130	120	140	1150	1150	1050	1050	1100	1100	870
容积 I 米 ³ /时		1002	387	185	28.4	162	44	197	112.8	6.5	52.5	110.6
容积 II 标准米 ³ /时		118301	47618	21064	3993							