

化学肥料译丛

HUAXUE FEILIAO YICONG

第六輯

(尿素專輯之一)

化学工业部图书編輯室編

中国工业出版社

化学肥料译丛

第六輯

(尿素專輯之一)

化学工业部图书編輯室編

中国工业出版社

本书为化学肥料译丛第六辑（尿素专辑之一）。书中收集了国外期刊、专利上有关尿素生产的文献共12篇。

为使读者能够比较系统地学习尿素生产工艺和有关理论，本辑选译的文献侧重在尿素生产基本知识和有关生产工艺过程方面；对于较深入探讨生产过程机理的文献，则拟在第七辑（尿素专辑之二）中发表。

本书可作为初学尿素生产的一般读物，也可供尿素工厂、设计研究单位的技术人员和高中、中等专科学校师生参考。

本书由化学工业部上海化工研究院负责组织选题、组稿及大部分材料的翻译工作。

化 学 肥 料 译 丛

第 六 辑

（尿素专辑之一）

*

化学工业部图书编辑室编辑（北京安定门外和平北路四号楼）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第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 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $3^{13/16}$ ·字数101,000

1962年12月北京第一版·1963年7月北京第二次印刷

印数902—1,751·定价(10-6)0.63元

*

统一书号：15165·2024(化工-177)

目 录

加速发展尿素生产的經濟意义	Н. А. Симулин	1
尿素	G. E. Chenoweth	11
工业合成尿素的理論基础	M. Frèjacques	19
尿素生产设备的改进及工艺过程的强化	Н. А. Голдберг	46
尿素工厂的设备結構材料	I. Wilenitz	66
合成尿素所用设备的防腐法		
——斯塔米卡本公司的經驗——	加拿大专利537563	87
縮二脲含量低的粒状尿素		90
佛瑟-芒特卡提尼四种合成尿素的方法		93
佛瑟-芒特卡提尼液相循环法合成尿素	美国专利2777877	99
美国化学建設公司氨基甲酸鉍溶液全循环法		
合成尿素	N. P. Chohey	106
萊茵褐煤燃料联合公司生产尿素的新工厂	O. Neuwirth,	
	R. Schulze-Bentrop	110
斯塔米卡本公司制取尿素的方法	英国专利853220	115

加速发展尿素生产的經濟意义

Н. А. Симулин

尿素是很有价值的含氮化合物，它的工业生产始于二十年代。然而，直到五十年代尿素生产才开始以高速度发展。如果說1945~1946年度全世界尿素工厂的设备生产能力只有几万吨，那么1960年已经达到200万吨以上。下面列出的是资本主义各国1950年及1959年1月1日的尿素工厂的设备生产能力（万吨）〔1〕：

	1950年	1959年
西欧	5	42.15
美国	15	75.08
日本	2	71.90
其他各国	1	4.25
合計	23	193.38

从上列数字中可以看出，美国和日本是主要的尿素生产国，差不多有75%的尿素集中在这两个国家生产。在这些国家里尿素主要用于农业。例如：美国1957年51.2万吨尿素中，70%用于农业（50%用作肥料，20%用作牲畜飼料），30%用于工业。在日本，本国消費的尿素有89%用于农业，11%用于工业；大量尿素向其他国家出口。

尿素生产的高速度发展，主要决定于农业对它的需要。

在氮肥中尿素所占比例不断提高。

表1是1954~1958年氮肥消費量的增长情况（换算为氮）。

美国最近五年加工为尿素的氨所占比例提高了两倍，氨生产量的增加額中有25%用于生产尿素。在日本，1958年尿素占全部氨加工量的37%；新建的合成氨生产能力中有75%的产品用来制造尿素。

06793

1958年与1954年氮肥消费量增长的比较, %

表 1

	全 部 氮 肥	硫 酸 铵	硝 酸 铵	尿 素
美 国	76	39	58	110
西 欧	35	29	39	146
日本及其他 国家	56	67	50	396

与其他形态的氮肥比较, 尿素用于农业有许多优点。尿素是高效肥料: 尿素的含氮量为硫酸铵的2.2倍, 比硝酸铵高30%。与硝酸铵比较, 它不易淋溶损失。因此, 适用于灌溉区和雨量丰富的地区。

尿素还宜用于对渗透压很敏感的作物, 因为它很快转变为碳酸铵, 而碳酸铵被土壤所吸收, 不会引起渗透压的升高。这是尿素优于其他氮肥之处。

尿素可用于根外追肥。它很易被植物吸收并促进植物的生长。

葡萄、烟草、啤酒花、块茎植物等施用尿素, 不但可以增加产量, 而且还可以改善质量。栽种蔬菜、果木、花草时使用尿素, 可使它们提前成熟2~3个星期, 这是具有很大的经济意义。

与硫酸铵比较, 尿素可以多增加的收成如下(%)〔2〕:

稻谷①	5~10
小麦和大麦	7~15
茶叶	6~15
烟草	10~30
桔子	5~15
蔬菜	5~20

为使尿素在农业中得到广泛使用, 与其他氮肥比较, 尿素中单位氮的价格不应过高。

在美国, 尿素中单位氮价格不断降低。目前, 与硝酸铵比

①使用尿素与使用硝酸铵比较, 单位氮增产的稻谷数量多50%〔3〕。

較，單位氮價格增高的數值不超過10%。在日本，硫酸銨中單位氮與尿素中單位氮的價格相等。因此，尿素用作肥料的数量逐年迅速增加。

由于尿素含氮量高，使用尿素時運輸費用及施肥費用低很多（與其他氮肥比較）。根據蘇聯國立氮素工業及有機合成產品設計研究院（ГИАП）計算，為使硝酸銨和尿素中氮的成本相同（田間交貨），在製造廠可以允許尿素中氮的成本比硝酸銨中的高20~25%。

在蘇聯，尿素沒有大量用作肥料，但在蘇聯擁有的關於使用尿素的資料表明，在許多情況下尿素的肥效高於硝酸銨。例如，據 Ф. Ф. 叶菲莫夫（Ефимов）試驗〔4〕，對玉蜀黍每公頃酸性土壤施90公斤氮，如施用尿素，可收穫632公担^①青刈物質（Зеленой массы）及10.8公担蛋白質；施用硝酸銨時相應收穫400公担及6.7公担；而未施用者，則為373公担及6.7公担。

Г. И. 雅羅文科（Яровенко）〔5〕研究了在典型長期灌溉的灰鈣土上播種棉花時施用尿素（秋耕時施過磷酸鈣基肥，用量為60公斤 P_2O_5 ），證明播種前施用尿素對棉花的生長有很大好處，與施用硝酸銨比較，每公頃棉花收穫量提高9.5%。

С. В. 舍爾巴（Шерба）〔6〕在肥料及農藥科學研究院（НИУИФ）的柳別爾崔（Люберца）試驗田里於砂土壤上進行長期試驗得到的數據表明，尿素中的單位氮比硝酸銨中的肥效高27%（15年平均）。應該由此而聯想到，砂土壤約占非黑鈣土地帶面積的三分之一。只有當砂土壤施用石灰時，尿素與硝酸銨的肥效才相等。根據同一作者的資料，在多爾戈普魯德（Долгопруд）地區的土壤上施用尿素（不施廐肥），在16年的期間內谷物增產量為14.1公担/公頃；而施用硝酸銨時，只有12.9公担/公頃。

每公頃施撒氮肥45公斤氮時，施用尿素的馬鈴薯塊莖增產量較施用硝酸銨高10.7公担/公頃。

① 1公担等於100公斤（譯者）。

从上述数据中可以得出这样的結論：尿素中氮的肥效較硝酸銨中的高7~10%；在某些情况下这个差額很大，只有在黑鈣土及灰鈣土上，这两种肥料中氮的肥效才相等。

尿素中单位氮的成本比硝酸銨中的高一些，这完全可以由節約的运输費用补偿。由于尿素中氮的肥效高，在农业中施用尿素是有利的。显然，美国肥料用戶肯用多于硝酸銨10~20%的价錢购买尿素就是由于这个緣故。

近年来，某些国家开始以尿素为基础生产尿（尿素）醛（甲醛）肥料。由于这种肥料的溶解速度慢，被地下水淋溶損失的氮显著减少。尿醛肥料中氮的肥效大約比尿素中的高50%〔7〕。尿醛肥料的生产，促使尿素产量进一步提高。

尿素不仅是高效氮肥，在农业中它还广泛用于飼养反刍动物，用以代替蛋白飼料。1公斤尿素的含氮量相当于2.6~2.8公斤蛋白質，也就是相当于6公斤油料作物的种子〔8〕。

Н. А. 施馬年科夫(Шманенков)〔9〕指出，在反刍动物飼料中可以用尿素代替25~30%的蛋白質。1公斤尿素可以代替22~25公斤燕麦或6~7.5公斤油餅。

根据А. В. 莫佳諾夫(Модянов)的数据，1公斤飼料尿素可使奶牛增加重量1~1.2公斤，挤奶量提高6.8公斤。1公斤飼料尿素可使羊增加重量1.0~1.2公斤并多产羊毛90~100克。

卢干斯克省斯瓦托沃(Свагово)区第10号集体农庄和新阿斯特拉罕(Нов. Астрахань)区共产国际集体农庄的試驗〔10〕表明，对于7~8个月的幼牛，每日飼料中添加50克尿素，則每日增加的重量比不加尿素的牛多一倍。在奶牛每日的飼料中添加100~200克尿素，挤奶量增加1~1.5升。

在美国于1956年消費了7万吨尿素用于飼养牲畜。預計在最近几年将增加到30万吨。

在苏联发展国民經济的七年計劃中預計，到1965年将使用大量尿素飼养牛羊。

尿素在工业中的应用年复一年地扩大和增多。目前全世界消

費的尿素中差不多有32% (每年41万吨) 用于工业。美国生产的尿素有30% 用于工业；在西欧目前尿素生产规模还不大，工业用的比例占到78%。工业用尿素的总量中大约有一半用于生产尿醛树脂。在制药工业中，尿素用于生产镇痛剂和利尿剂，解除病痛。在化粧品工业中，制造牙膏时尿素作为潤湿剂及鉍化剂；在生产雪花膏中作潤滑剂。此外，在含有纖維素的产品中尿素用作增塑剂。

近年来，尿素用于制造某些化学絡合物；这些化学絡合物用来使直鏈有机化合物与芳香族或环鏈化合物分离。尿素具有与正构碳氢化合物結合成易結晶之衍生物的特性。正在研究在石油工业中利用尿素的这种特性，淨化矿物油。目前尿素已經在制药工业中用以淨化凡士林和其他油类。

在日本，尿素用于制造称为“烏里隆”(Урилон)的聚合物，用这种聚合物来制作合成纖維。日本东洋高压公司在日产1吨的試驗装置中用尿素与壬二胺縮聚制成烏里隆。

虽然尿素在工业中的用途很广，然而尿素生产的规模将主要决定于农业的需要，首先是作为氮肥的需要。

最近十年在尿素生产技术上取得很大进步，使单位产品的基本建設投資和产品成本大大降低。

在国外尿素价格比战前降低了90%〔1〕。根据苏联国立氮素工业及有机合成产品設計研究院的数据，在新的大型工厂里尿素成本将比苏联第一个开工的尿素生产車間——切尔諾列阡化工厂低75%。

近年来尿素生产的主要技术改进是研究出全循环流程。由于采用这种流程，尿素生产的发展实际上可以不再受到限制。

大家都知道，用氨和二氧化碳合成尿素时，只有部分原料轉变为最終产品；約有35% CO_2 及70% NH_3 成为碳酸鉍、氨和水蒸汽的混合物，从系統中排出。过去沒有經濟的办法分离和回收这些气体，并将其送回尿素合成反应釜。因此，用硫酸或硝酸吸收排出气体中的氨。二氧化碳則放入大气。在这种情况下每生产1吨尿素就要同时生产7吨硝酸鉍或者相当于这个数量的硫酸鉍。

显然，在这种条件下尿素的生产量不能很大，至多只能达到硝酸铵产量的七分之一。

最近几年研究出几种经济的方法，将排出气体回收，重新用于合成。这样，进入系统的全部二氧化碳和氨实际上差不多都可加工成尿素。将未反应的气体回收重新用于合成的各种方法中应该提出的有：（1）使碳酸铵盐与特制的油类形成乳浊液，以便将氨及二氧化碳送回合成系统；（2）用吸收剂分别吸收氨与二氧化碳并分离后，分别送回合成系统；（3）未反应的组份以碳酸铵盐的氨水溶液形式送回合成系统（液体循环）。

上述方法中，以第三种最为经济，其比较见表2〔1〕。

用各种不同回收方法时每吨尿素的消耗定额 表 2

消 耗 项 目	第一种方法	第二种方法	第三种方法
NH ₃ , 吨	0.58	0.59	0.58
CO ₂ , 吨	0.76	0.78	0.77
电, 仟瓦小时	210*	237	160
水, 米 ³	122	200	114
蒸汽, 公斤	2467	2454	2400**

* 此外还有47.3米³天然气；

** 按照日本公司的数据，蒸汽消耗量可以降低到1600公斤/吨。

有了全循环生产尿素的經濟方法，就可以建立任何规模的尿素生产車間，不管在这个厂里是否生产硝酸铵或硫酸铵。生产尿素所必须的二氧化碳来自合成氨生产車間。在合成氨生产中二氧化碳是制取合成气时排出的废气。目前国外最大的尿素生产車間生产能力为17.7万吨/年，而最初建立的一些工厂年生产能力只有2000~4000吨。尿素車間的平均生产能力如下：美国5.3万吨，日本4.75万吨，西欧3.5万吨。

苏联设计的尿素車間生产能力为7~18万吨/年；在个别情况下在一个工厂内某些車間的总生产能力甚至将达到50万吨/年。車間生产能力的提高，使每套设备的生产能力相应提高，这将使尿素生产的全部經濟指标得到重大改善。最近几年将要建设的工

厂，每套设备的生产能力达到每年9万吨。

如果说尿素合成反应釜的直径过去是320毫米，高4米，其生产能力为每天6.5吨；那么，现在设计的合成反应釜直径为1000~1300毫米，高达24米，生产能力达到250吨/天。

提高合成反应釜的能力就必须装设生产能力更大的二氧化碳压缩机（大几十倍）和其他设备。

在加大设备尺寸的同时，还改进了全部设备的结构，选用了更耐腐蚀的钢。尿素熔融物加工系统的改变最大。

采用膜式蒸发器，可使蒸发过程的强度提高1.5倍，设备尺寸减小，熔融物的浓度提高，从生产流程中去掉了生产能力低的结晶和分离设备，使尿素在生产能力很大的造粒塔内进行造粒。采用快速蒸发设备使产品质量得到提高，因为这样可以降低尿素中缩二脲的含量。由于改善工艺条件和设备型式，使主要材料、蒸汽和电的消耗定额降低很多。

扩大设备能力和生产自动化使劳动消耗量大大降低。根据苏联国立氮素工业及有机合成产品设计研究院捷尔任斯克分院的数据，由于扩大车间能力和改进设备及工艺过程，使尿素生产的技术经济指标得到很大改善（表3）。

各种不同生产能力的尿素车间的技术经济指标*，% 表3

指 标	1万吨(2)	10万吨(4)	14万吨(4)	28万吨(4)
主要生产的单位				
基建投资	100	59	45.5	31.3
单位产品的厂房容积	100	35.5	30	22
单位产品的建筑面积	100	66.5	60.0	41.6
尿素成本	100	68	62.5	59.5
劳动生产率	100	435	610	1160

* 括号内为设备套数。

从上述数据中可以看出，由于扩大了车间能力、加大了设备尺寸以及强化了工艺过程，单位产品的基本建设投资可以减少68.7%，产品成本降低40.5%，劳动生产率提高到11.6倍。

然而，为使尿素能广泛地在苏联用作肥料，必须使尿素中氮的成本与硝酸铵中的接近。在苏联，硝酸铵是最便宜和使用最广泛的氮肥。

在表4中比较了在尿素及硝酸铵生产中每生产1吨氮的主要消耗指标。

从表中数据可以看出，在全部指标中除蒸汽消耗量以外，尿素生产都低于硝酸铵生产。

在尿素及硝酸铵生产中每生产1吨氮的消耗指标 表4

项 目	尿 素	硝 酸 铵 *
氮, 公斤	1250	1255
二氧化碳, 公斤	1630	—
电, 仟瓦小时	4130	5950
蒸汽, 吨	4.8**	1.15***
水, 米 ³	427	495
主要工人工资, %	100	126
折旧费, %	100	148
车间费用, %	100	148

* 包括硝酸生产。

** 按照日本东邦物产公司 (Toho Bussan Co.) 的数据为 3.48。

*** 副产蒸汽。

根据设计数据, 尿素中氮的工厂成本比硝酸铵中的高13.3%。然而, 如果把硝酸铵运输及施肥费用较多的因素考虑在内, 则尿素中氮的价格 (田间交货) 将比硝酸铵中的低4~5%。

尿素生产与石灰硝酸铵 (经过中和的硝酸铵) 的生产比较, 尿素中氮的工厂成本与石灰硝酸铵中的差不多相等。然而对于用户来讲 (田间交货), 由于运输费用减少, 尿素中氮的价格低50%。

用液体循环法将氨加工成尿素, 其单位产品的基本建设投资比用现有方法生产硝酸及硝酸铵低25%。

如果将增加蒸汽及燃料生产所需的基本建设投资一并考虑在内, 尿素生产的总投资将有所提高, 但即使这样, 也比硝酸铵生

产的基本建設投資低 5 ~ 10 %。

尿素生产車間及倉庫的占地面积比硝酸、硝酸銨車間及相应倉庫的占地面积少 41.2 %。

由于将氨加工成尿素可以完全不涉及硝酸和氮氧化物等产物，因此，尿素生产的卫生条件好得多，从而使厂区及工厂附近区域的卫生条件大大改善(不排放膨胀气及含氮氧化物的气体)。

从上述論述中可以看出，在現有技术水平条件下，作为氮肥，尿素在所有指标方面都优于硝酸銨。目前进行的研究和设备設計工作将使尿素生产的全部技术經濟指标进一步得到改善。

例如，使二氧化碳在約 100 气压的压力下液化，然后用泵将液体二氧化碳送入合成反应釜，用以代替将气体压縮到合成所需的压力(200 气压以上)，可以使电消耗量降低。使用起始压力为 10 ~ 15 气压的二氧化碳，可使压縮用电大大减少。当前在合成氨生产中，日益广泛地采用天然气在 18 气压下催化轉化的方法。在这种条件下用特制溶液于 12 气压下从合成气中洗除二氧化碳。研究出使二氧化碳在加压下从上述溶液中分离出来的方法，則可使压縮用电减少 30 ~ 40 %。

在尿素成本中蒸汽費用所占比例很大。每吨尿素耗用 1.6 ~ 3 吨蒸汽。然而，尿素合成反应是剧烈的放热反应：每公斤分子尿素放出 29300 仟卡热量。合理地平衡热量，装設热交换設備，設計相应的合成反应釜，用反应热生产蒸汽，从而可以大大减少外加蒸汽的消費量。

在强化工艺过程、提高每套設備能力、生产自动化和倉庫工作机械化方面繼續进行工作，可使劳动消耗量至少降低 40 ~ 50 %。因此，可以期望尿素成本进一步降低 15 %。这样，尿素中氮的成本将与硝酸銨中的相等，而将运输及施肥費用包括在內，尿素中的氮将便宜 10 ~ 15 %。

由于提高合成压力和溫度，以及改进合成反应釜的結構，可以預期合成过程的强度提高到現有水平的 10 倍，从而可使反应設備的金属用量减少 67 ~ 80 %，使其价格降低 75 ~ 80 %。将陈旧的臥

式低速压缩机换为高速立式压缩机可使基本建设投资显著降低；这项措施约使压缩机的重量减轻三分之二，占地面积减少38%。

改变熔融物的加工流程——采用高强度热交换设备和吸收设备，将会促进基本投资降低。成品尿素以溶液形式代替粒状作为肥料，还可使基本投资及生产成本进一步降低。

七年计划期间内在氮肥品种方面，应在减少昔用肥料——硝酸铵及硫酸铵的比重同时迅速增加高效肥料——尿素及液体肥料的方向取得重要进展。到七年计划末期尿素所占比重将提高到29%。

根据上述资料可以建议修改计划指标，大大增加尿素生产，生产固体尿素或各种成分的尿素溶液。

参 考 文 献

1. Информационный бюллетень о зарубежной химической промышленности, НИИТЭХим, №.9, 8 (1960).
2. Каталог японской фирмы «Тою-Коатсу», 1959.
3. Nitrogen, №.2, 2 (1959).
4. Ф.Ф.Ефимов, А.С.Образцова, Бюлл. Научотехни. информ. Всес. Научно-иссл. инст. Животновов., №.12, 40 (1957).
5. Г.И.Яровенко, ДАН УзССР, №.8, 47 (1957).
6. С.В.Шерба. Эффективность минеральных удобрений на подзолистых почвах, Госхимиздат, 1953, Стр.77~189.
7. А.М.Дубовицкий, Я.И.Кильман, Хим.пром., №.2, 145(1956).
8. А.Г.Лобачев, Современное состояние производства и потребления мочевины в зарубежных странах, ОБТИГИАП, 1959.
9. Н.А.Шманенков, Сельское хозяйство, №. 283 (1958).
10. Мочевина и её применение в народном хозяйстве (ВДНХ, проспект, 1960).
11. Н.А.Гольдберг, журнал Всесоюзного химического Общества им. Д.И.Менделеева, №.1, 49(1961).

原文载 Химическая промышленность №.7 (1961).

赵增泰译

尿 素

G. E. Chenoweth

自从佛勒 (Wöhler) 在1828年借助于氰酸铵的异构化作用制得尿素后, 出现了许多尿素合成法。然而, 比较重要的是巴扎罗夫 (Базаров) 提出的氨基甲酸铵脱水法, 因为目前所有工业方法皆以此为基础。反应如下式所示:



虽然该反应在1870年就提出了, 但是直到1920年才在工业上占重要地位, 是时法本公司 (I. G. Farbenindustrie) 利用该反应以工业规模生产尿素。此反应的优点在于采用比较廉价的原料。二氧化碳系制取合成氨用氢气时的副产品。这种二氧化碳原来大多放空了, 现在能将其回收并用来制造商品是具有经济意义的。

制 法

在讨论制造尿素的各个步骤和影响各个步骤的因素之前, 先来看一下图 1 的简单流程图。

氨和二氧化碳经压缩连续送入尿素合成高压反应釜, 釜中维持足够高的温度和压力, 以便生成氨、二氧化碳、氨基甲酸铵、尿素和水的熔融物。熔融物连续自高压反应釜经减压节流至氨基甲酸铵分解塔, 在塔内分离为由尿素和水 (或许还有不同数量的氨基甲酸铵和氨) 组成的液相及由氨、二氧化碳和少量水组成的气相。气体重新循环至过程中或用于副产铵盐的生产。氨基甲酸铵分解塔的液体产物可用来制备尿素-氨溶液或可进一步加工为固体尿素。

现在可以研究若干工艺过程变数的影响和有关尿素制造中的一些问题了。

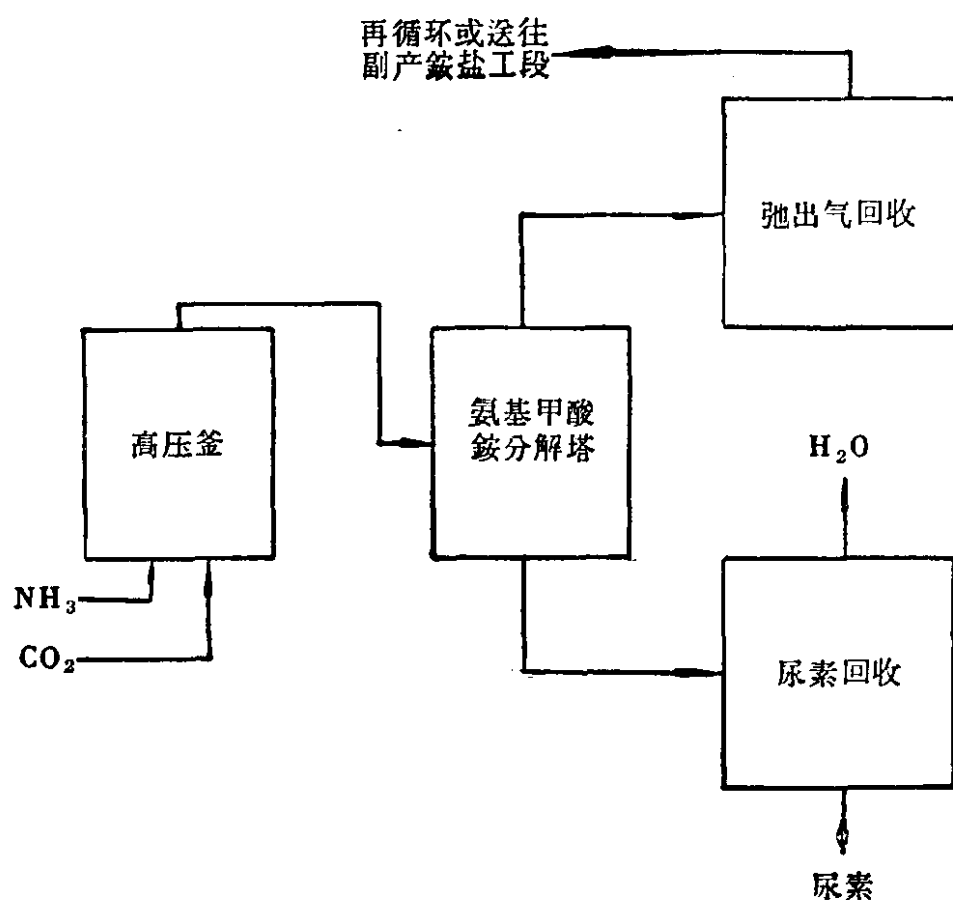


图 1 尿素制造的简单流程图

高压反应釜中的反应

在高压反应釜中，尿素熔融物在适当时间内维持一定的温度（约在 $135\sim 200^{\circ}\text{C}$ 之间）和自生压力或较高压力（通常为每平方吋 $1500\sim 5000$ 磅）。影响此反应的主要变数（这些变数都相互有关）为温度、压力、进料组成和反应时间。它们都影响尿素的产率、热平衡及结构材料的腐蚀。

尿素合成反应是一高度的放热反应，因而从工艺过程和防腐蝕角度来看，正确地控制反应温度是十分重要的。高压反应釜需要外冷却夹套和（或）内冷却蛇管。现有的若干工业方法的某些方面有助于温度的控制。

温度的影响

在通常采用的尿素的合成条件下，氨和二氧化碳形成氨基甲

酸铵的反应基本上是自发的。然而，温度和压力的变化大大影响氨基甲酸铵脱水成为尿素的速度。图 2 说明温度对于总反应速度的影响。

可以看出，二氧化碳转化为尿素的转化率随着反应温度的增加而逐渐增大，直到在180°C左右大致达到 45%。之后，转化率随着温度的上升而突然下降。温度升高至某一点以上时，转化率降低的情况可用图 3 来阐明。该图表示氨基甲酸铵的离解压力与温度的关系，指出氨基甲酸铵的离解压力在 190°C 左右时达到 185大气压或每平方吋2700磅。这样，如果在反应温度下氨基甲

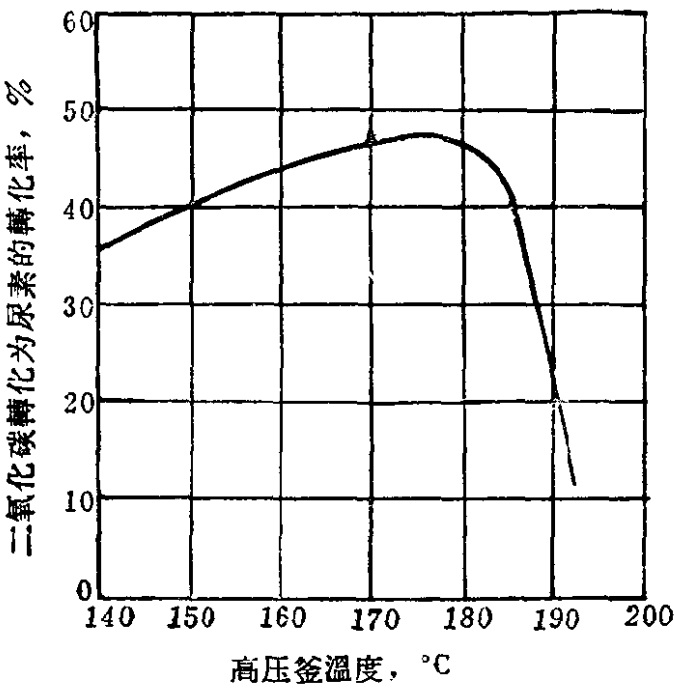


图 2 温度的影响

(保持恒定的变数：压力为2700磅/吋²（表压）；加料速度为 6 磅/小时；进料中氨对二氧化碳的克分子比为5:1；反应时间)

酸铵的离解压力接近或超过操作压力的話，那末转化率就低。繼續提高温度，会降低转化率。这条純氨基甲酸铵的离解曲线虽不能表示尿素熔融物中氨基甲酸铵的真正离解压力（因为存在的其他化合物，特别是过量氨，起着一定的影响），但是可作为有价值的指南来决定在任一特定操作压力下高压釜操作时所必须达到的大约温度上限。