

第五届国际尿素会议 资 料 汇 编

化学工业部科学技术情报研究所

1978.12.

说 明

1978年5月22日~26日，荷兰斯塔米卡本公司在荷兰马斯特里赫特召开了第五届尿素会议，现将其部分资料选编，供参考。

编者

1978.12

目 录

1. 几种尿素成型工艺的比较..... (1)
2. 尿素装置高压洗涤器隔板的损坏..... (12)
3. 印度依富古卡洛尔尿素厂高压洗涤器的爆炸..... (19)
4. 怎样使日产520吨的装置增产至675吨..... (21)
5. 传统尿素工厂中几个设备部件效能的改进..... (28)

几种尿素成型工艺的比较

荷兰国营矿务局中心试验室

一、引言

回顾尿素工艺的历史，我们可以得出这样一个结论，即对合成和循环工段的发展和最佳化给予了很大的注意，而对由尿液制成自由流动的成品的最佳化则注意得不够。

由于造粒颗粒有着引人的外形，其设备操作简单，且生产费用低，所以人们普遍采用造粒工艺。

到六十年代末期，北美开始愈加普遍地进行成粒尿素的生产。关于这一点，格德尔(C&I girdler)的冷却球化工艺的使用应该说是—个最重要的发展。到目前为止，此种工艺的应用仅局限于北美。目前，在10个尿素厂的约30个成粒装置正在运转。

采用成粒工艺的主要原因是其成品能保证符合市场对粒度分布和机械强度方面的具体要求，由于在今天的市场上日益使用散混肥料，森林要求土壤改良和气动施肥机的应用，使得这两项要求变得重要起来。

第二个原因是成粒工厂比造粒工厂能更容易地满足环境保护局(EPA)的规定，这一点有时候也已经提出来了。但是，这是否就是选用成粒装置而不用造粒装置的真正动机似乎是有怀疑的。我们承认，当球化工艺还处在发展阶段时，当时还没有一种工艺可以把粉尘从离开造粒塔的空气中提取出来，但是现在，在技术上和经济上都已成为可能了。

在过去几年中，TVA(美国)已经获得了盘式成粒器的工业生产的技术秘密。在这方面我们也可以提及C.Hoek先生对第四届尿素座谈会的贡献。但是，就目前的状况看来，还没有任何迹象表明TVA工艺在不远的将来能够大规模的应用。

在本文的技术部分，将对各种工艺进行比较。同时对挪威制氢公司(NORSK HYORO)的TVA盘式成粒器的变种以及费森(Fison)的球化成粒器的变种也给予一定的说明。

成粒工艺的缺点是成粒装置没有足够的能力来处理大型尿素厂的总产量(750吨/日以上)，这就意味着，成粒比造粒投资要高。

成粒工厂比造粒工厂需要的能量大，维修和操作费用也高。因此，一个成粒装置所需的可变费用要比一个造粒装置高得多。

球化工艺的产品——虽然较好但不便宜——似乎可以被市场所接受。

现在，斯达米卡邦正在研究发展更能节约能量、产品质量可与球化产品质量相比的成粒工艺。象其他成粒工艺一样，这种新工艺也能同样地满足环境保护局的规定。

这项新工艺也将列在评比的范围内，另外，也将对格德尔(C&I)工艺、TVA工艺及斯达米卡邦的成粒和造粒工艺的产品质量和经济优点进行比较。

造粒和成粒的前景将在本文最后一章中加以讨论。

二、成粒工艺的说明

我们并不打算详尽地描述各种已知的成粒工艺。我们将仅说明一下文献中已经有了的工艺的重要特点。在尿素生产中，使用捣拌、旋转冷却器、压紧机、挤压机及造粒和鼓式成粒相结合等手段构成的成形工艺，其产品质量太低以致不值得需要进一步考虑。

1. C&I格德尔公司的冷却球化工艺

目前被C&I格德尔公司发展成为工业生产规模的成粒工艺是六十年代早期由COMINCO发展起来的。COMINCO开始时是利用盘式和鼓式成粒器作为肥料的成形设备。但是，由于产品质量较好，工艺操作也比较简单，只有鼓式成粒器才得以继续发展。

工艺说明（见图1-1）如下：

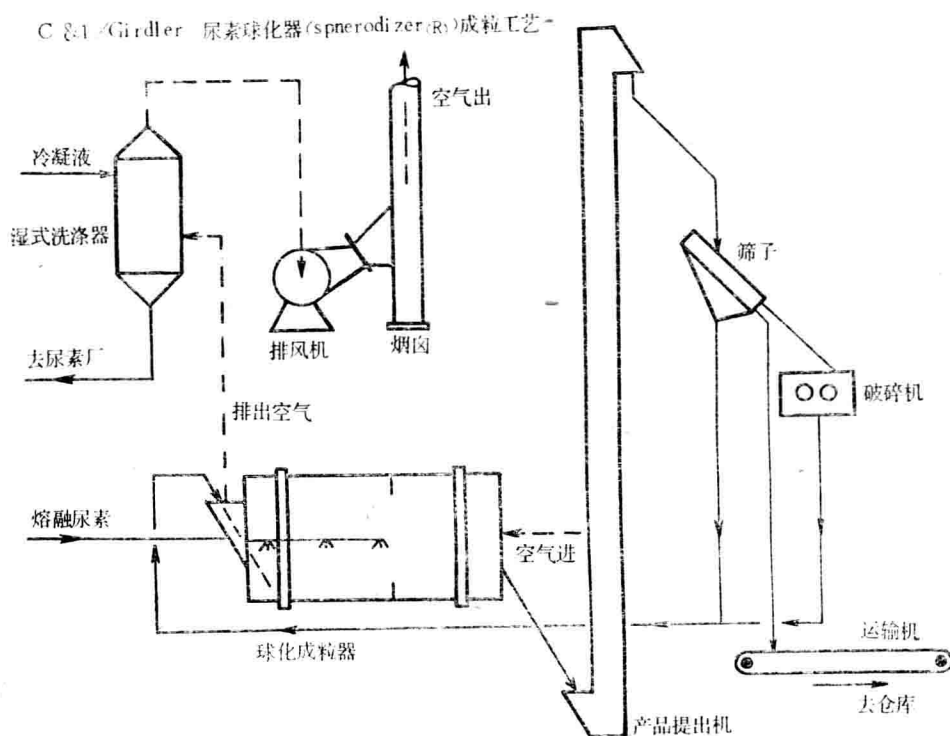


图 1-1

含有甲醛水溶液的熔融物通过 3 ~ 4 个喷嘴喷洒到转鼓中的颗粒滚动床上。喷洒的方向与水平并不垂直，而是顺着转动的方向与水平成一角度。每种产品的最佳角度应该分别调整。为了防止液滴在喷洒锥体内固化，熔融物的温度应比固化温度约高 10℃。这样每一颗粒被连续包上几层熔融物，在颗粒表面上固化，形成了象洋葱头那样一层一层的结构。为了保持产品不形成团块、不带粉尘，工艺过程必须严格控制，就是说成粒温度应控制在很小的一个范围内，同时喷出的液滴不要太大或太小。如果不遵守这些要求，将会生成团块或粉尘。

结晶热大部分被与固体产品逆流的冷却空气所吸收。

为了保证与冷却空气良好接触，成粒鼓装有一提升器 1，它使下落的尿素颗粒进行筛选。此提升器是这样设计的，即使在产量比较低的时候，尿素滚床上也会有有一定的物料。开始时

在滚床的40%的容积中，物料形成颗粒，其余60%的空间作为冷却空间。成粒器和冷却器用一环形隔板隔开，此隔板也可以保持滚床在成粒器中有足够的料位。

为了防止在冷却器中发生夹带以及减少成粒器中喷洒方式的失常，空气的速度应保持尽可能的低（低于1.2米/秒，文献2），为此目的，转鼓的直径就应比较大（4.25米）。另外，为了达到适当的生产能力，导入空气的温度必须低于10℃，为达到这一点，“冷却”球化器有时候就备有空气冷却装置。

热的含尘空气被送到一个湿的洗涤器以脱去粉尘。粉尘的量约为最终产品的15%。

来自洗涤器的尿素水溶液（尿素约为50%）再循环到一段蒸发。饱含水汽的尾气通过烟囱排空。冷却的产品在筛子上分类筛分。粒度小的及已被压碎了的大的被重新送回成粒器。由于滚动式破碎机能破碎出最好的粒度比，而且粉尘形成最少，故通常都采用这种型式的破碎机。然而实践证明，由于这种类型的破碎机经常不均匀地磨损，维修十分频繁。由于这个原因，新的装置都配有以可能的最低速度操作的锤磨机。

2. 费森(Fison)成粒尿素工艺

据我们所知，费森成粒尿素工艺的发展还仅处在中间工厂的阶段，其能力约为5吨/日。基于此项工艺的成粒装置也不再建设。

工艺说明（图1-2）如下：

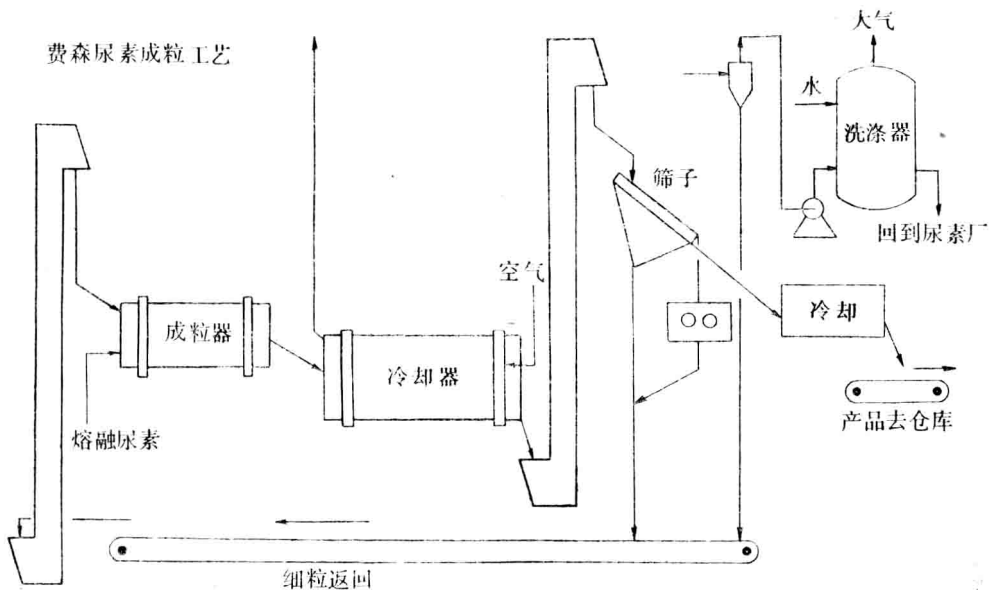


图 1-2

费森工艺与球化工艺极为相似。主要的区别是冷却器与成粒器不连在一起。实际上，无水的熔融物通过几个喷嘴被送到成粒鼓内，象球化工艺一样，熔融物被喷洒在颗粒滚动床上，这样产生的颗粒显示了与球化产品一样的多层结构。

通过改变循环物料的数量和温度来调节成粒温度。循环的比例约为2/1~3/1。把冷却部分与成粒部分分开，这样产品就能冷却到足够的程度以使结晶热能够被循环的物料所吸收。另一个重要的区别是，费森工艺使用几个高效旋风分离器，使部分粉尘脱离空气并重新送回成粒器去。由于成粒器似乎要把这些粉尘加工处理，可以说费森成粒器中也会发生结块现

象。为了防止产品结块,此工艺还设有包衣装置。

费森指出,此成粒工艺的单系列能力为1000吨/日,这就说明,与球化工艺(单系列能力最多为360吨/日)相对又有了相当大的改进。

3. TVA盘式成粒工艺

在过去几年当中, IVA在美国阿拉巴马州MUSCLE SHOALS的一间工厂(200吨/日)中取得了有关尿素成粒的工业化生产的经验, 在俄克拉何马州PRYOR的N-REN公司的一间工厂(360吨/日)取得了硝酸铵成粒的经验。此项研究工作是从1963年开始的, 开始时只是研究有关含硝酸铵的混合肥料的成粒问题。在70年代这项工艺已经成熟并用于尿素生产了。

工艺说明（图1-3）如下：

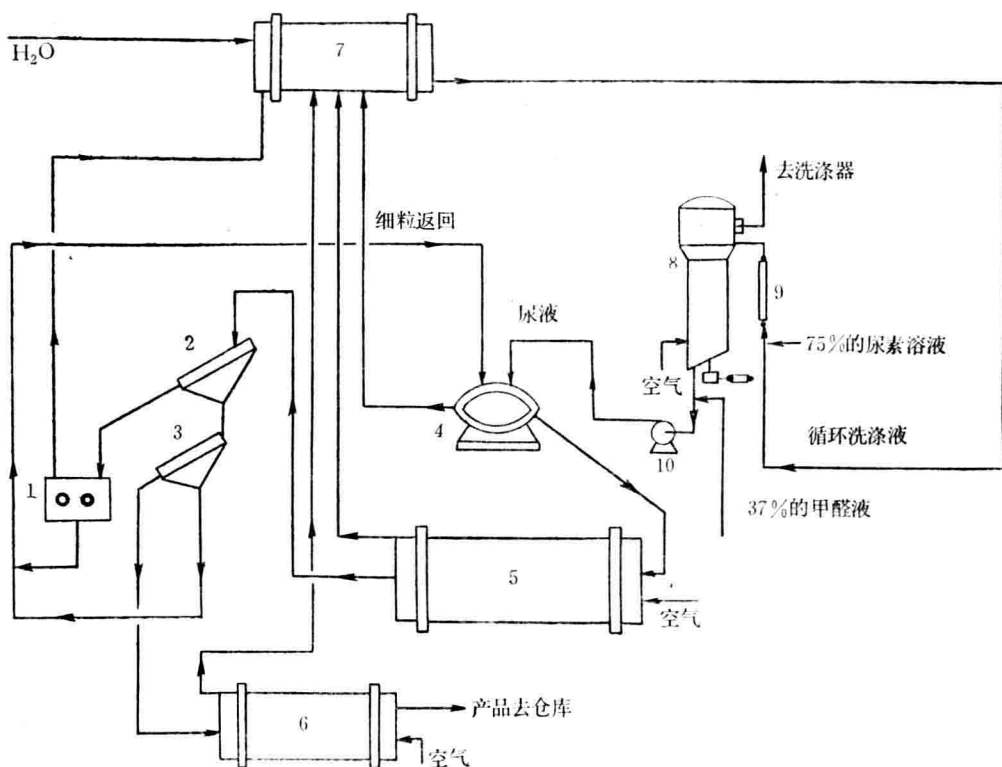


图 1-3

成粒过程是在一个成粒盘内进行的，成粒盘与水平有 $60\sim 65^\circ$ 的夹角。反时针方向旋转。循环物流是在大约“12点钟”的位置导入，而含有甲醛水溶液的液体在大约“9点钟”的位置喷到滚床上（见图1-4）。

为了防止过早的固化和形成粉尘, 尿素熔融物的供给温度应高于结晶点 $10\sim 17^{\circ}\text{C}$ 左右。成粒器被设计成具有分类的作用, 最大的颗粒在大约“5点钟”的位置从边上落下, 而太小的颗粒则被再包上一层尿素熔融物。

液体的水含量应保持尽可能的低（1%以下）。颗粒是一层一层的不断增大。如果工艺过程控制得当，不会形成结块。通过循环（要求的循环比为2/1~3/1）的量和温度来调节成粒温度。粒状产品被冷却并分类。粒度小的及已被压碎的大的都被重新送回成粒器。冷却空气中的杂质在一个湿式洗涤器中去除。带出的粉尘——包括来自破碎机和成粒器的粉尘——大

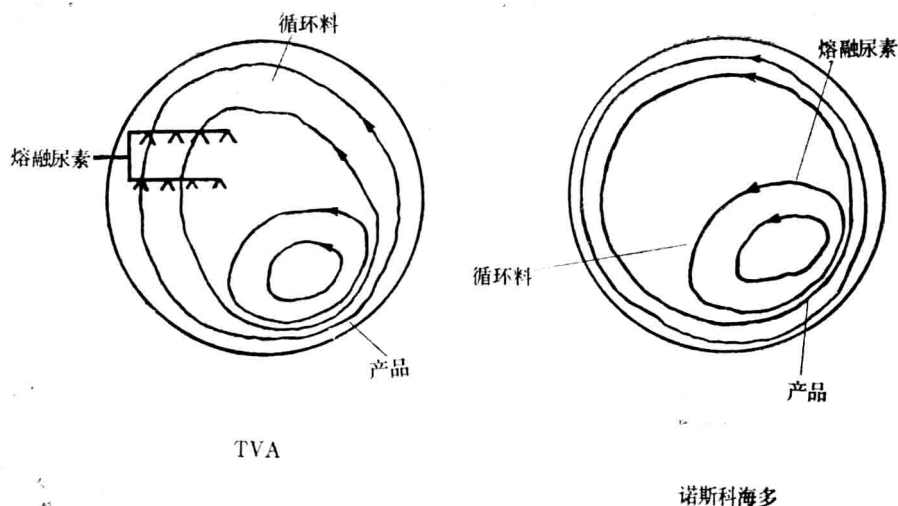


图 1-4

约占最终产品的10~15%。

粉尘带出的原因之一是因为TVA的尿素成形装置是一个多种用途的装置，对于尿素成形来说，它并不是最适宜的。预计选用正确的设计，能使粉尘量降到8%。

TVA对在约120~125℃条件下的成粒也进行了研究。在此条件下，团块主要是在成粒盘上形成，一旦冷却就形成硬而圆的颗粒，只有无水熔融物(>99.9%)才会这样，循环比在1~1.5/1之间。

高温法的主要缺点是工艺不稳定，循环的温度稍稍增加，或循环的量稍稍减少都会造成“过度成粒”(Excessive over-granulation)。

4. 挪威制氢公司盘式成粒工艺

在1960年末，挪威制氢公司开始研究以生产森林施肥级的硝酸铵(4~11毫米)为目的的盘式成粒工艺。在1971年，一家能力为300吨/日的工厂开始工业规模的生产。据我们所知，这种尿素成形工艺还没有工业化。

据挪威制氢公司透露，一个成粒系列的最大能力约为500吨/日。

工艺说明(图1-5)如下：

这一流程图表明，该工艺与上述的各种工艺都有相似之处。然而，一个区别是，在挪威制氢公司工艺中，离开成粒盘的产品要在一个精制鼓内进行圆度处理，然后在一流体床内冷却，并且粉尘是在干燥的条件下提取出来并再循环的。(在TVA的一种改良工艺中也这么做了，但粉尘是以溶液的形式再循环的)。

挪威制氢公司发展了这项工艺，在比结晶点低几度的某一温度成粒。很明显，在这种条件下成粒，盘生产的良好产品太多以致要把良好的产品压碎(如需这么做的话)再循环以满足热平衡的需要。

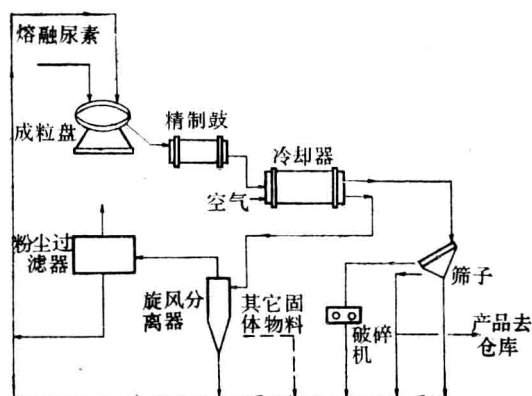


图 1-5

再循环和液相物料的导入与TVA工艺完全不同（见图1-4）。在挪威制氢公司工艺中，比较冷的再循环物料立即被滚床所覆盖，TVA的再循环物料则首先是通过喷洒区，另外，TVA工艺是把液相喷到一个转动很快的颗粒床上，而诺斯科海多工艺则把它喷到颗粒床的比较静止的部分。

5. 斯达米卡邦尿素成粒工艺

斯达米卡邦和UKF正在设计这样一种工艺——用来自一段蒸发的含水尿素熔融物生产颗粒尿素，这已经在一能力为150公斤/时的中间工厂中进行了初步试验，并将在一家能力为2吨/时的中间工厂中进行进一步的试验。关于成粒原理，该工艺过程表明了与PEC在七个大规模生产粒状硫（磺）的工厂所使用的Perlomatic工艺有某些相似之处（文献1）。但是，斯达米卡邦工艺加入了一些重要的改进。

PEC—PEPLOMATIC 工艺说明（图1-6）如下：

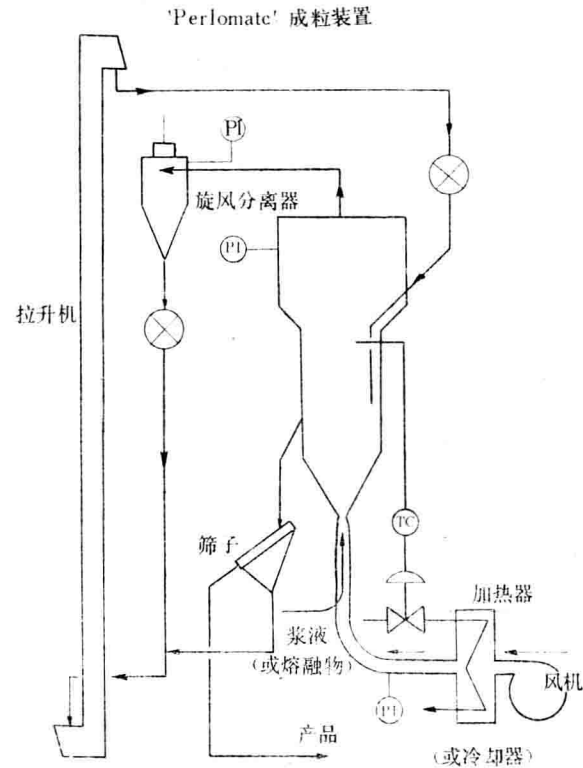


图 1-6

（如果没有水份，这部分热量需要用空气移走）。上述过程被重复几次，结果使颗粒直径增加并获得多层结构。在图 1-7 表 1 中，对几种已知的工艺参数进行了比较。各种产品的性质也以列出。有关由球化和盘式成粒的粒子的数据是采用市场研究工作中收集的样品从我们的试验中取得的。造粒产品是在格林UKF厂中利用“晶种”和甲醛注入技术成批生产的。

喷床产品(SPOUTED BEDPRODUCT) 是仅在一个小型中间工厂中生产的。

三、质 量

1. 作为散装肥料搬运和储存的尿素必须满足下述要求：

- （1）颗粒必须是坚硬和不怕撞击的；

- (2) 入库储存的产品必须不结块；
- (3) 在搬运（原文为储存，似误）期间不形成粉尘；
- (4) 缩二脲含量必须尽可能的低。

如果颗粒还要适合掺合混用，那么就还必须满足下述这一要求：

- (5) 尿素颗粒的平均直径的偏差不大于混合肥料平均直径的10%。

关于（1）

在气动输送和使用期间，颗粒不应破碎。为此目的，不仅要考虑颗粒的压碎强度，还要考虑抗冲击力的能力。

关于（2）

在地下仓库等地方储存期间，颗粒必须没有结块的趋势，必须在任何时候处于自由流动的状态。

通常可以通过注入甲醛水溶液或采取甲醛包衣的方法防止颗粒结块。

关于（3）

搬运期间形成粉尘是经常听到的意见，采用“粉尘粘结包衣”（DUST-BINDINE COATINES）的方法，可以减少粉尘的形成。

关于（4）

正努力把缩二脲的含量降到尽可能低的程度。

关于（5）

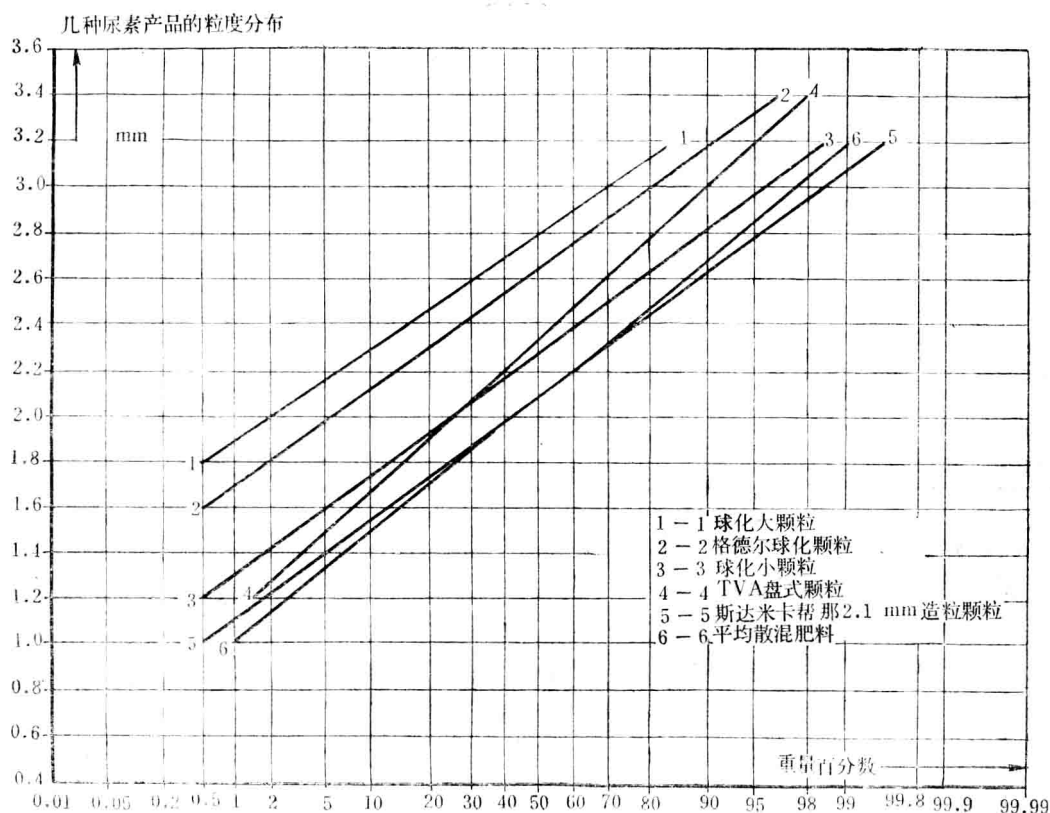


图 1-7

由于散混肥料仅在美国和加拿大被普遍采用，所以很明显，混用肥料粒度比的界限可以根据这一地区的标准加以规定。在几种文献资料中指出（如 TVA 的资料），普通混合肥料级的重量—平均直径约为2.1毫米。为了避免在储存和搬运期间分离(Segregation)，各种肥料的粒度分布在理想的情况下应当相同，然而实践证明，偏离平均直径10%仍是允许的，粒度大小和密度的不同影响不大。

2. 分析结果的讨论（图1-7、表 I）

表 I

	格 德 尔 球化工艺	费 森 转鼓工艺	TVA 盘式工艺	挪威制氢 盘式工艺	斯塔米卡 邦 喷 床 造粒工艺	斯 塔 米 卡 邦 造粒工艺	备 注
尿素浓度 (%)	98.65	99.7	98.5—99.0	99.9	94—99.9	99.9	
温度 (℃)	143	135	141	143	138	138	
甲醛液 (%)	0.4	0.1	0.4	0.4	0.3	0.3	
颗粒温度 (℃)	90	—	104*	113—121*	90	60—70	产品温度
循环量 (kg/kg)	2	2—3	2.5	1—1.5	0.5—1.5	0	
循环料温度 (℃)	42	—	71	49—57	25—50*	—	中间试验
空气冷却	有(10℃)	无	无	无	无	无	
空气加热	无	无	无	无	有(30℃)	无	
粉尘带出量 (%)	15	—	10—15	10	5—10	0.08	
最大粒尺寸 (mm)	6.0	—	6.0	6.0	6.0	2.1	
装置最大能力 (T/D)	390	1000	750	500	500	>2000	
	阿格雷科 工 艺	CFI 工 艺	TVA 盘式工艺		斯塔米卡 邦 喷 床 造粒工艺	斯 塔 米 卡 邦 造粒工艺	
N (%)	46.05	46.43	46.25		46.10	46.40	
缩二脲 (%)	1.5	1.4	1.1		2.2	0.9	
甲醛液 (%)	0.25	0.39	0.40		0.30	0.30	
d50 (mm)	2.91	2.63	2.23		2.20	1.90	
圆度	65	65	37		83	90	100表示所有颗粒都是圆的 0 表示最好
粉尘数	19	11	26		10	10	
结块倾向	0	0	0		0	0	
压碎强度 (N/mm ²)	4.5	5.0	4.5		5.5	3.0	
冲击强度	80	53	92		100	70	100表示优50表示劣
H ₂ O	0.15	0.09	0.09		0.10	0.20	
堆积密度 (kg/m ³)	755	773	700		750	735	

就压碎强度和抗冲击而言，可以得出这么个结论，即成粒产品总的来讲要比造粒产品好。虽然还没有一个可以接受的评定标准，“老”的造粒质量〔压碎强度2N/mm²(20公斤/厘米²)，抗冲击力40〕可以肯定的说是不合适的，而“新”的造粒质量〔压碎强度3N/mm²(30公斤/厘米²) 抗冲击力75〕被证明了是一种很满意的散用产品。所有的产品都不结块。球化工艺产品的粒度要比典型的掺合混用肥料的粒度大得多。

如同C&I格德尔公司出版的杂志所说的，球化工艺可以安装其他种筛子(一般是6~8 泰勒网目，3，36-2，38毫米)而适应于生产平均直径更小的颗粒。在格德尔公司看来，目前的成品的粒度都比较大，这一点是由市场的需要而确定的，而不是由于技术方面的原因所致。

在这里我们想指出,在足够高的造粒塔中生产的产品的平均颗粒直径与普通混合肥料以及典型TVA盘成粒产品的平均直径非常相近。

在搬运期间,所有尿素产品都有粉尘形成的趋势。这应归因于颗粒的耐磨性能差,还可能由于在储存期间继续反应,形成表面很不规则。

球化工艺产品的缩二脲含量太高。TVA的产品可以最佳化而达到标准。斯达米卡邦目前正在研究的这种新工艺的产品与那些大规模生产的产品还不能相比,例如缩二脲含量仍太高,因为中间工厂不是正常地处理尿素熔融物而是尿素颗粒,必须将其熔化再在成粒器内加工。

至于颗粒的压碎强度、耐冲击力等,并不低于其他产品。

现在新的中间工厂与工业化的工厂连在一起,这样可能生产出含缩二脲较低的类似产品了。

四、各种工艺的经济评定

几篇有关造粒工艺和成粒工艺(盘式成粒工艺和球化工艺)经济评定的论文已经在文献中发表了(文献2和6)。从文献2中可以看出,一个能力为360吨/日的盘式成粒工厂的投资似乎要比一个带造粒空气处理设备的造粒工厂的投资要低。鼓式成粒工艺的投资最高,主要是因为要安装一个冷却设备和成粒器的设计特殊,价钱贵。根据投资(1975~1976年的价格)以及600吨/日的能力计算,球化工艺成粒工厂、盘式成粒工厂和造粒工厂(带造粒空气处理设备)的每吨尿素的基本费用分别为7.48美元,5.08美元和4.71美元。每吨尿素总的生产费用分别为12.57美元、8.67美元和7.89美元。

采用C&I格德尔工艺的原因主要是因为其产品比造粒产品更能满足质量要求,造粒产品在粒度和硬度方面经常受到批评。此外,当球化工艺被采用的时候,造粒塔上的空气尚不能净化,但成粒工艺就可能达到这一点。在那时,TVA和诺斯科海多盘式成粒工艺仍处在发展阶段,不可能赶上球化工艺所取得的领先地位。

目前有个明显的趋势——建造能力为1000~1750吨/日的大型尿素装置。

为了以生产能力1500吨/日为基准对各种工艺(包括斯达米卡邦的新工艺在内)进行比较,斯达米卡邦的估算部门已经对所有工艺进行了投资估算并算出了消耗的数字。实践证明,一个造粒工厂不需要一个以上的造粒塔。在TVA的经验的基础上,现在斯达米卡邦正在提出盘式成粒工艺,可以预料这种工艺并不需要两个以上的成粒装置。文献资料表明,一个能力为1500吨/日的球化工艺的工厂需要5个成粒装置。新的斯达米卡邦工艺对同样能力的一个工厂只需3个成粒装置。所有的工厂都备有粉尘洗涤器,这些洗涤器是这样设计的,以致定相排出物将达到EPA的规定。

各种工艺方法的投资及价格列于表Ⅱ中。假设原料、储存和装货费都相同。另外还假设废水的容量和组份也都相同。后一种假设并不十分合理,因为“喷床工艺”(SPOUTED BED PROCESS)由于省去了二段蒸发,产生的废水较少,但是按每吨成品计算,由此而得的好处就很小了。球化工艺的消耗数字部分是从文献中取得的,部分是计算出来的。

我们要指出一点,和其他几种文献不同,估计的字数是对整个工厂而言的(包括合成工段)。

就费用的差别而言,计算的结果基本上与文献中给出的数字相同。

在各种成粒工艺中,改良的喷床工艺显然是最便宜的,虽然必须看到并不是所有的数据

表 II

基 本 数 据	造 粒	造粒+粉尘洗涤	球 化	喷 床	盘 式
投 资	\$28.9 × 10 ⁶	\$29.8 × 10 ⁶	\$35.6 × 10 ⁶	\$32.9 × 10 ⁶	\$33.3 × 10 ⁶
生产费用	\$1.6 × 10 ⁶	\$1.7 × 10 ⁶	\$2.2 × 10 ⁶	\$2.1 × 10 ⁶	\$2.2 × 10 ⁶
维 修	4%	4%	4.5%	4.5%	4.5%
操作人员	4人	4人	5人	5人	5人
高压蒸汽	935kg/t ur	935kg/t ur	950kg/t ur	930kg/t ur	945kg/t ur
低压蒸汽	50 kg/t ur	50 kg/t ur	130kg/t ur	80 kg/t ur	70kg/t ur
冷 却 水	56m ³ /t	65m ³ /t	75m ³ /t	70m ³ /t	71m ³ /t
电	20kwh/t	30kwh/t	63kwh/t	28kwh/t	32kwh/t
操 作	\$0.90	\$0.90	\$1.12	\$1.12	\$1.12
维 修	\$2.33	\$2.40	\$3.23	\$2.99	\$3.03
管 理 费	\$0.90	\$0.90	\$1.12	\$1.12	\$1.12
高压蒸汽	\$10.82	\$10.82	\$11.00	\$10.76	\$10.93
低压蒸汽	\$0.35	\$0.35	\$1.25	\$0.56	\$0.67
冷 却 水	\$1.44	\$1.44	\$1.67	\$1.56	\$1.58
电	\$0.79	\$1.18	\$2.48	\$1.10	\$1.26
税务和保险	\$1.16	\$1.2	\$1.44	\$1.32	\$1.35
折 旧	\$11.67	\$12.03	\$14.36	\$13.28	\$13.47
利 息	\$2.92	\$3.00	\$3.59	\$3.32	\$3.36
生产费用的利息	\$0.32	\$0.35	\$0.45	\$0.43	\$0.43
合 计	\$32.90	\$33.88	\$41.70	\$36.44	\$38.32

都同等地肯定，因此也并不是完全可以相比的。然而有一点是清楚的，即造粒工艺是最经济的。

五、展望：造粒和成粒的比较

在讨论——是否一种工艺和哪种工艺在将来将占支配地位——这一问题之前，先谈谈各种尿素产品的应用或许是有所帮助的。

尿素主要有以下的用途：

- (1) 直接使用的单一肥料。
- (2) 在液态尿素/硝酸铵肥料中的氮组份。
- (3) 家畜饲料。
- (4) 森林土壤改良用的肥料。
- (5) 混合肥料的主要掺合组份。
- (6) 含尿素的化合物中的氮组分。
- (7) 悬浮肥料中的氮组份。
- (8) 特殊应用（例如Slowrelease）。
- (9) 第二种产品的原料（三聚氰酰胺、脲醛塑料等）。

旧的造粒工艺是生产家畜饲料、含尿素的化合物的尿素添加剂以及直接使用的化肥（如

果使用普通的施肥设备)所必要的方法。如果采用改进的造粒工艺(见威莱姆斯(Willens)先生的讲演稿),使用高造粒塔将能生产出混合肥料级尿素。也许这种新肥料也将适合于气动施肥机。

由于成粒工艺在粒度和产品质量方面的灵活性,成粒工艺是生产直接施用尿素($d_{50}=2.8$ 毫米)、森林使用级尿素($d_{50}=5.5$ 毫米)和混合肥料级尿素($d_{50}=2.1$ 毫米)的必要的工艺。生产大颗粒尿素,或换句话说,即采用成粒工艺,对于例如希望生产硫磺包衣的肥料,也是比较好的。由于成粒产品的表面相对的小一些,因此它所需要的包衣材料要比造粒颗粒需要的少。

对于物理质量不是十分重要的那些应用场合,预计最便宜的产品将获得最广泛的应用。在这里,我们将谈谈有关尿素第二产品的生产以及用固体组份制造溶液和悬浮液等有关的问题〔不用说,大部分尿素产品在成形以前,就和硝酸铵溶液混合以制造尿氮(Urean)〕。

由于北美的市场与世界其他地方的市场明显不同,因此分别考虑这样两类市场是有益的。

1. 北美市场

首先,我们想指出在今后几年随着世界其他地方的市场上的氮肥生产者的过剩生产,这个市场将会生产过剩(文献7)。因此,短期内的发展和更新将被视为十分危险。

另一方面,我们注意到液体或悬浮肥料的使用明显增长。TVA估计,这种趋势今后将会继续若干年,最终导致对固体肥料需要的降低。因此,我们预料将来主要是液体肥料方面有所发展和更新。

这种肥料可以直接在联合的硝酸铵/尿素厂生产。但是仍然存在生产固体尿素的倾向,在硝酸厂将其溶解,或者使用固体尿素来生产悬浮肥料。

十分明显,在所有这些情况下,优先考虑的是这样一种产品——粒度尽可能的小,价格尽可能的低,并不十分重视物理质量。

2. 世界其它区域的市场

到目前为止,还没有建造或目前正在建造任何大的成粒尿素工厂。每当选择厂型的时候,成粒工艺也列在考虑的范围内,但由于经济上的考虑,人们就转向造粒工厂了。

至于发展中国家稻田使用的尿素,国际肥料发展中心预见对超级颗粒肥料(>5 毫米)的需要将会增加。为了保证肥料最佳使用,每一棵稻秧与一颗尿素颗粒用手一起栽下去(可能有一层硫磺包衣),这样,高肥效将补偿昂贵的价格。

六、结 论

由于操作简单,价格低廉,我们怀疑会有任何一种成粒工艺能成功地取代造粒工艺。在基本工艺不改变的情况下,造粒质量是可以大大改进的,而且可以克服粉尘飞散的问题。这就使得造粒工艺比成粒工艺有更大的竞争能力。

但是,为了特殊的应用(例如用于森林的土壤改良),还是采用成粒工艺的。如果斯达米卡邦目前正在研究的成粒工艺在技术上得以实现的话,考虑到能耗低、生产费用低以及能量价格还要增长的情况,此种工艺无疑会获得高的比分。但是,也必须考虑到液体肥料的应用正在不断地增长,液体肥料生产费用低并考虑到量价格,故被人们所喜用,因此液体肥料在征服一部分市场的过程中获得成功。

文 献

1. 1977年11月国际会议的有关粒状肥料及其生产的论文
(British Sulphur Corporation Limited)
2. 造粒和成粒的比较
R. P. RUSKAN
Chemical ENGINEERING, JUNE 1976.
3. 费森颗粒尿素工艺
NITROGEN No. 98 1975.
4. 你考虑过尿素盘式成粒工艺吗?
J. W. Mc Ca My
FARM. Chemicals 140 Feb. 1977.
5. 硝酸铵和尿素的盘式成粒
SKAUL10
Paper ACS. Armaul meetirf Atlantic Cty Ny 1974.
6. 尿素造粒与成粒费用的比较
E. M. Blonin
TVA Griculir Y92 1975.
7. 1976年的肥料动向
E.A. Hirre a. o.
TVA Bullelin Y111 Mar. 1977.

尿素装置高压洗涤器隔板的损坏

美国阿肯色州布立色维尔农业化工公司

Jack. C. 斯脱沃得

本文的目的是介绍一个日产 1000 吨的斯达米卡邦尿素装置的高压洗涤器隔板损坏的情况。其后的调查和到目前为止所作的判断结果。在讨论损坏以前,先将斯达米卡邦尿素装置,通常称为二氧化碳汽提法的流程作一叙述将是合适的。

本工厂的合成工段有四台容器,都操作在 2000PSi 的压力范围下,并且是垂直放置的,液体从一个设备流到另一设备是靠重力完成的,因此就不要使用高压泵装置。这四台高压容器可比作为传统尿素工艺中的一个高压容器。

如从流程图(图 2-1)中可以看到的那样,四台容器放的位置基本上就是如图所表示的布置形式。送入系统的液体原料氨送入高压冷凝器,在氨泵出口管线上的喷射器利用流动液体的能量抽吸来自高压洗涤器的回收下来的氨和二氧化碳(以甲铵溶液的形式),高压洗涤器位于合成框架结构的顶部。原料二氧化碳被送入高压热交换器,在此将来自反应器的大部分未转化的甲铵分解,来自高压热交换器的气体进入高压冷凝器,与原料氨进行反应,生成甲铵。

在高压冷凝器中甲铵的冷凝量由蒸汽包的压力来控制。由蒸汽包带走的热量是这样调节的,在高压冷凝器中仅使部分甲铵冷凝,而其余则在反应器中冷凝,为甲铵生成尿素的反应提供必要的热量。

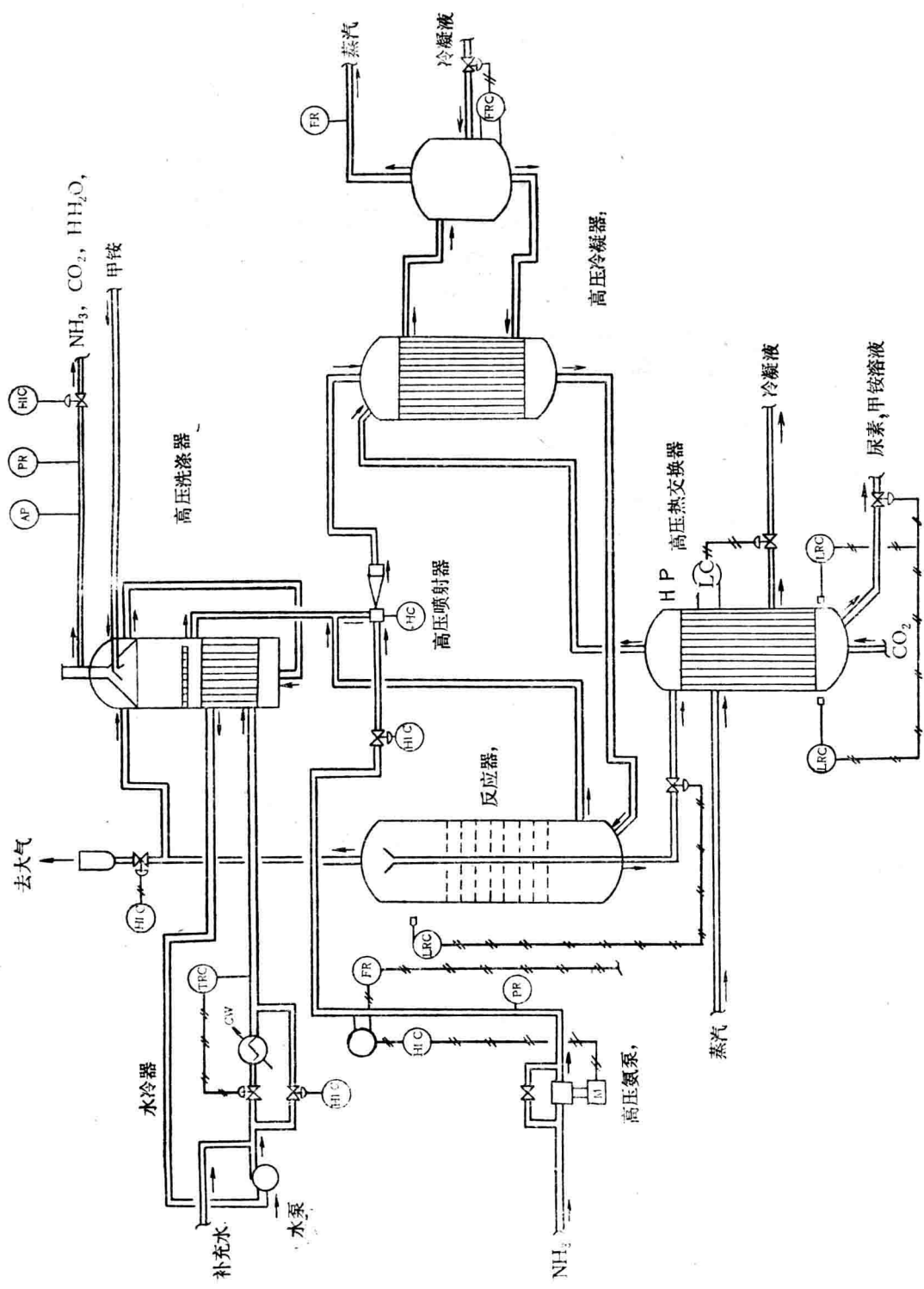


图 2-1

从高压冷凝器来的液体进入反应器底部，向上经过大的反应器的空间，为甲铵生成尿素的反应机理提供必要的时间。当反应物接近反应器的上部区域时，就溢流进入反应器溢流管，通过液位控制，由反应器底部排至高压热交换器的气相空间。

当从反应器排出的液体进入高压热交换器时，就遇到一种富有二氧化碳的气氛。为了使甲铵在二氧化碳气氛中存在，氨必须加到气相中，为达到此目的，未转化的甲铵就分解成氨和二氧化碳，但是，因为由压缩机供应的原料二氧化碳的流量要比甲铵分解得出的高得多，所以就达到平衡状态而言，这是永远达不到的。

结果得到的液体溶液，包括尿素、甲铵、氨和水从高压热交换器的底部排出，进入低压回收系统。在低压回收系统中，斯达米卡邦汽提工厂变得和传统工艺相似。

另一物流，包括氨、二氧化碳、水和惰性气体，都以气态存在，从反应器的顶部放出，进入位于框架结构顶部的高压洗涤器。这气流无反应地经过洗涤器的气相空间，然后，进入洗涤器的底部，在此，进入管壳式的换热器的管侧，与注入洗涤器顶部的回收的甲铵溶液反应。氨和二氧化碳在甲铵吸收液中的溶解热由送入洗涤器壳侧的调温水系统移去。

在这里，斯达米卡邦对高压洗涤器的设计提供了二种可能，这将在后面详细论述。第一种建议是在管壳式换热器部分的上面设一填料段，以最终除去出口气流中的氨和二氧化碳。第二种设计是没有填料段，允许额外的氨和二氧化碳以气相的形式从高压洗涤器放出，并在与高压系统无关的较低的压力下将其收集在水溶液中。后者是布立色维尔农业化工厂所采用的设计。

二种高压洗涤器设计的目的是与离开尿素反应器惰气流中的氢含量有关。在带有填料段的洗涤器的情况下，氨和二氧化碳基本上被全部除去，在洗涤器出口气流中任何氢的存在就能容易地形成可爆炸的混合气流。在没有填料段的洗涤器的情况下，氨和二氧化碳不能全部除去，出洗涤器气流中的氢含量，即使可能会升高，但在正常情况下是在爆炸极限以下。

图 2-2 右边是带有填料段的高压洗涤器的结构，左边是不带填料段的洗涤器的结构。比较二种结构简图，可以看出，经过该设备的液体和气体是一样的。如果从氨厂来的二氧化碳含有超过 0.2 分子百分数的氢，则在离开填料段的气体中的氢含量将超过最小的着火极限，系统就易于发生爆燃。这种情况不会在图 2 左边的结构中发生，因为氨和二氧化碳的吸收不完全，因此就起着稀释氢含量的作用，使其低于最小的着火极限。必须注意，上面这种说法只适用于系统处于正常操作的情况，因为在开车和停车过程中，如果调温水的温度不保持在较高的水平，氨和二氧化碳的全部吸收就容易达到。在这些条件下，如无适当和充分的监视，二种类型的设备结构都易于产生相同的危险。

在接到建设新厂的询价时，斯达米卡邦向未来的用户提供了二种建议，并作了说明。选择哪种方案，就由自己判断决定。在 1974 年，当 Agrico 厂处在最终设计阶段时，决定选择安装不带填料的洗涤器。

在试图使氢在氨和二氧化碳气氛中离开爆炸极限，斯达米卡邦提出了三角图形，用以说明氢在这种气氛中的着火极限。在这个三角图形引入之前，氢的着火极限是有点含糊的，至少在低浓度范围内是这样。图 2-3 表示了由工艺设计的承包者，斯达米卡邦所提出的图形。图形本身是以总的惰气百分数为一边，空气百分数为第二边，总的可燃物，包括氢和氨作为第三边的比较。图中插入的参数是氢和总可燃物的各种比值。在使用此图时，只要根据从洗涤器吸收段上面放出的气体的分析组分在图中找出一点，当这点找出后，根据特定的分析组