

尿素热解和水解的区别性报告

一、背景

SCR 技术中还原剂 NH₃ 的来源有 3 种：液氨（ anhydrous Ammonia ）、氨水（ Aqueous Ammonia ）和尿素（ Urea ）。由于液氨是危险化学品，随着国家对安全的日益重视，逐渐出台一系列相关的限制措施，使得电厂在用液氨时会在审批、工期、占地等诸多方面受到越来越多的制约，投运后通过环保验收的程序也较为繁琐；氨水也因为其运行成本居高不下而受到应用的局限。作为无危险的制氨原料，尿素具有与液氨相同的脱硝性能，是绿色肥料、无毒性，使用完全，因而没有法规限制，并且便于运输、储存和使用。目前国内 SCR 脱硝采用尿素为还原剂已经成为一种趋势，并逐渐成为主流，尤其是在一些重点区域和离居民区较近的城市电厂，已有了越来越多的应用。

二、尿素热解和水解技术简述

尿素制氨工艺的原理是尿素水溶液在一定温度下发生分解，生成的气体中含二氧化碳、水蒸气和氨气。尿素制氨工艺包括尿素水解和尿素热解。尿素水解和尿素热解工艺由于温度压力条件不同，有着不同的化学过程。

2.1 尿素水解制氨技术

作为应用于脱硝目的的水解技术在 1999 年开始运用在国外锅炉烟气脱硝工程，目前这样的技术主要有 AOD 法、U2A 法及 SafeD eNO_x 法三种。

在一定的温度条件下尿素能水解生成氨和二氧化碳。主要反应式：
$$(NH_2)_2CO + H_2O = 2NH_3 + CO_2$$

尿素水解制氨工艺：

用溶解液泵将约 90% 溶解液送入尿素溶解槽，颗粒状尿素经斗式提升

机输送到尿素溶解槽，经搅拌后，配制成浓度约 40% ~ 50% (w t) 的尿素溶液；经搅拌溶解合格的尿素溶液，温度约 60℃，利用溶解液泵打入尿素溶液槽储存，用尿素溶液泵加压至表压 2.6 MPa 送至水解换热器，先与水解器出来温度约 200℃ 的残液换热，温度升至 185℃ 左右，然后进入尿素水解器进行分解。尿素水解器的蒸汽加热方式分为直接加热和间接加热方式。

直接加热：尿素水解器的操作压力为 2.2MPa，操作温度约 200℃，水解器用隔板分为 9 个小室。采用绝对压力为 2.45MPa 的蒸汽通入塔底直接加热，蒸汽均匀分布到每个小室。在蒸汽加热和不断鼓泡、破裂的蒸汽、水流搅拌作用下，使呈 S 形流动的尿素溶液得到充分加热与混合，尿素分解为氨和二氧化碳。

间接加热：尿素水解制氨 U2A 法将饱和蒸汽通过盘管方式进入水解反应器加热，蒸汽与尿素溶液间不混合，气液两相平衡体系的压力约为 1.4~2.1 MPa，温度约 150℃。从水解反应器出来的低温饱和蒸汽，用来预加热进入水解反应器前的尿素溶液。

水解器顶部出口温度约 190℃、压力约 2.0MPa 的氨、二氧化碳、水蒸气混合气进入到缓冲罐减压到 0.2MPa 左右，作为电厂脱硝还原剂使用。

从水解器底部排出的温度约 200℃、含 1% 左右氨和微量尿素的水解残液经水解换热器换热后，温度降至 90℃，进入溶解液槽，作尿素溶解液使用，多余的水解残液送污水处理站（或直接抛洒在煤场）。

从气氨缓冲罐出来的 NH₃、CO₂、H₂O 等气态混合物，与加热后的稀释风混合进入脱硝氨喷射系统，氨与空气的混合物温度维持在 175℃ 以上。

尿素水解工艺流程：

2.2 尿素热解制氨技术

尿素在热环境下稳定，加热至 150~ 160 将脱氨成缩二脲，若迅速加热将完全分解为氨气和二氧化碳。主要反应式：
$$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$$

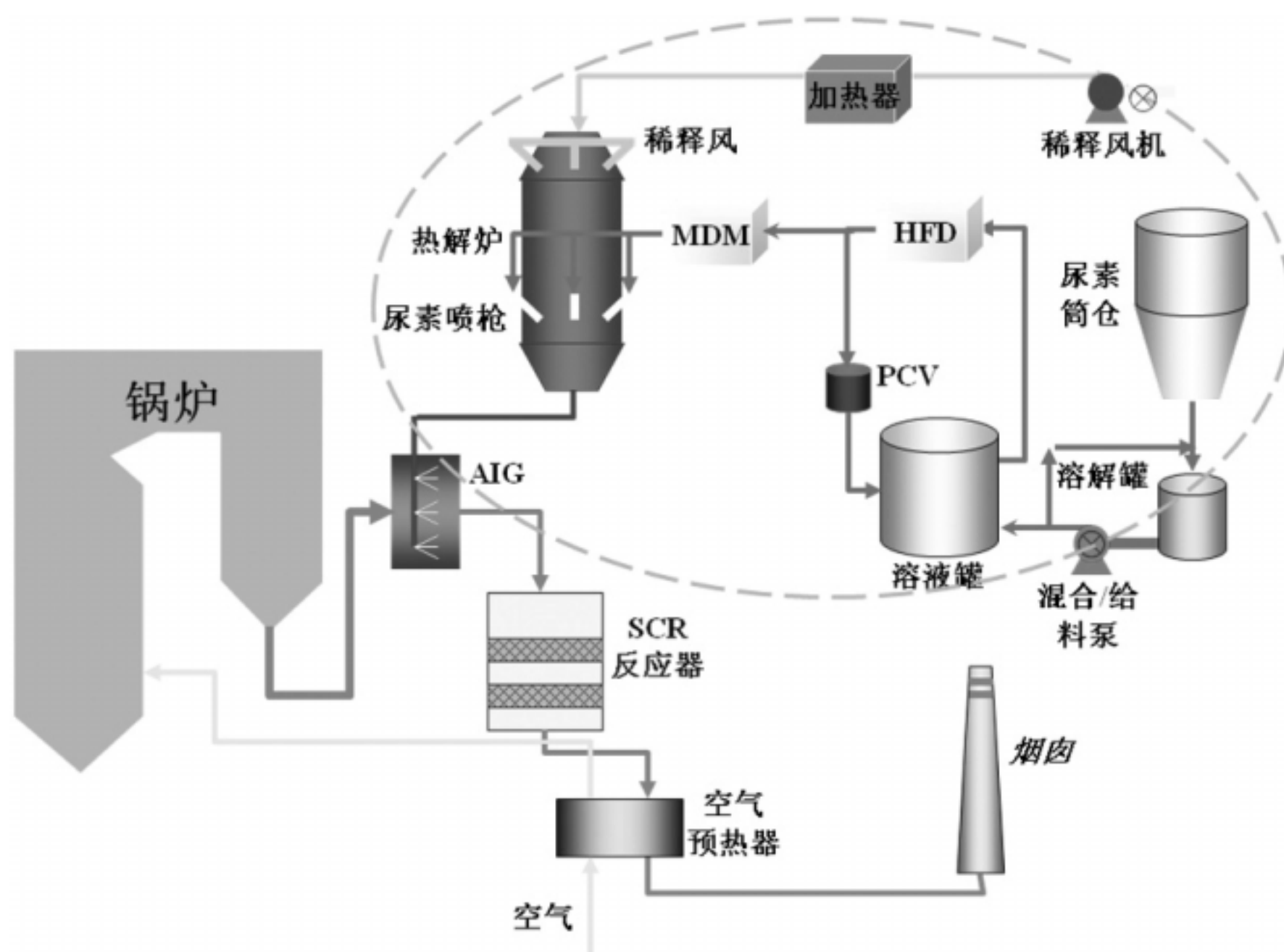
尿素热解制氨工艺：

尿素粉末储存于储仓，由称重给料机（或计量罐）输送到溶解罐里，用除盐水将固体尿素溶解成 50% 的尿素溶液（需要外部加热，溶液温度保持在 40 以上），通过尿素溶液混合泵输送到尿素溶液储罐；尿素溶液经由给料泵、计量与分配装置、雾化喷嘴等进入绝热分解室，稀释空气经加热后也进入分解室。雾化后的尿素液滴在绝热分解室内分解，生成的分解产物为氨气和二氧化碳，分解产物经由氨喷射系统进入脱硝烟道。

热解室利用柴油作为热源，来完全分解尿素。在所要求的温度下（450 ~ 600 ），热解室提供了足够的停留时间以确保尿素到氨的 100% 转化率。

热解室的容积是依据尿素分解所需的体积来确定。热空气将通过燃烧器控制装置以维持适当的尿素分解温度。尿素经过喷射器注入到热空气，尿素的添加量是由 SCR 反应器需氨量来决定的，负荷跟踪性将适应锅炉负荷变化要求。系统在热解室出口处提供空气 / 氨气混合物。氨 / 空气混合物中的氨体积含量小于 5%。

尿素热解工艺流程：



三、尿素水解和热解制氨技术比较

3.1 尿素水解技术应用中容易发生的故障及应对策略

3.1.1 腐蚀问题

尿素水解过程中会生成一些酸性物质（如氨基甲酸铵等），氨基甲酸铵会严重破坏不锈钢表面的氧化膜，使系统的腐蚀速度加快，超过 190℃ 时，一般的不锈钢材料（如 304SS）会遭受严重腐蚀，当超过 220℃ 时，即使采用钛（Ti）等耐腐蚀材料，系统也会遭受腐蚀。

水解反应器由于操作温度较高，更易受到腐蚀。腐蚀可能造成设备的泄漏，从而产生安全隐患。

腐蚀问题主要从管道、设备材质的选取和工艺设计两个方面预防。尿素级 316L 和 25—22—2 材质有很好的抗腐蚀性。同时，需要在汽提塔入口加

入防腐空气使其在管道及设备内部表面形成一层钝化膜，具有很好的防腐效果。因此，在正常运行中必须时刻保证有足够防腐空气加入量。

3.1.2 管道堵塞

高浓度的尿素水溶液受热容易生成难溶于水的缩二脲及其他缩合物，这是造成尿素水解系统易产生堵塞的原因之一。因此，尿素的水溶液最好选择较低的质量浓度，同时，在系统停车时，要注意尿素溶解槽缓冲罐到汽提塔段管路的清洗，若未完全冲洗干净，待温度升高时会造成该段管路的堵塞且不易疏通，通常只能更换管道。

3.2 尿素热解技术应用中容易发生的故障及应对措施

3.2.1 燃油用量大、运行费用高

尿素热解装置在运行过程中，燃油消耗量始终较大，分析其原因主要是稀释风温度低、流量大。并且由于系统需氨量大，尿素热解吸收较大的热量，需要燃油提供的热量就越多。

在电厂高温的热空气可以取自炉膛、省煤器出口和空气预热器一次风，比较其品质，由于前面两种热空气含尘量较高，容易造成尿素热解炉尾部管道堵塞，选择空气预热器出口一次风是比较合理的。经过某电厂的实际运用情况证明，采用一次风作为尿素热解炉的稀释风可以节省 $1/3$ 的燃油，4 台锅炉每年节省燃油费用高达 400 万元。

但由于空气预热器后的一次风依然含有一定的粉尘，脱硝喷氨格栅长期运行后，可能会造成局部的喷嘴堵塞，影响脱硝系统效率，建议在喷氨格栅的调节门后增加压缩空气吹扫装置，定期对管道进行吹扫，可以消除喷氨格栅喷嘴堵塞的缺陷。

3.2.2 热解炉尾部积物较快

热解炉在使用过程中发生因为底部尾管处尿素存积过多，导致出口风量减少，系统供氨量不够，直接造成热解炉停运清理，影响脱硝装置的可靠性。

根据实验现象和系统因素分析，沉积物的形成主要由于尿素未能热解造成。热解的两个重要因素是足够的热量和较好的尿素溶液雾化效果。如果热解炉内热空气的流量低或温度低，都会造成尿素溶液得不到完全热解而在尾部形成沉积。通过控制热解炉尾部出口混合气体的温度大于 320 可以很好地解决此问题。

四、尿素水解和热解制氨技术经济性比较

尿素水解技术方案在前期投资略低于尿素热解技术方案，在运行成本方面却远低于

后者，主要在于尿素热解技术需要消耗大量的燃油。（详见表 1）

**表 1 两种制氨工艺的投资与年运行费用
计算 (某电厂 2× 300 MW)**

项目	尿素水解法	尿素热解法
还原剂耗费 /万元	828	828
蒸汽耗费 /万元	137	8
除盐水耗费 /万元	7	7
电耗费 /万元	310	29
油耗费 /万元	—	1 364
消耗品总耗费 /万元	1 545	2 709
固定资产投资 /万元	2 500	2 800
固定资产折旧 /万元	166	186
检修维护费用 /万元	50	100
年支付总费用 /万元	1 741	2 899

备注：蒸汽、柴油、电、除盐水的每吨费用为：25 元、7 000 元、0 491 元、10 元；尿素到厂的每吨费用为：2 650 元。以上价格为 2010 年市场价格。

五、结论

全面对比尿素的水解和热解制氨技术后，发现水解技术比热解技术具有一定的优越性，尤其是在油耗方面具有较大优势。

Welcome To

Download !!!

欢迎您的下载，资料仅供参考！