

尿素深度水解制氨技术在电厂脱硝系统中的应用

随着人们对安全性的重视日益提高，越来越多的脱硝系统选择尿素作为还原剂的制备原料。文章介绍了尿素合成工艺中的尿素深度水解技术经过改进，应用于SCR技术的还原剂制备系统。作为跨行业技术应用的一个探索，该技术的工程应用为脱硝还原剂制备系统提供一个新的选择。

随着对环保工作的重视日益提高，我国从2008年开始逐渐开展对锅炉氮氧化物排放的治理工作。2014年7月1日起，火力发电厂将执行《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）中表的排放限值，氮氧化物排放浓度控制更为严格。通过低氮燃烧技术控制氮氧化物的排放已很难满足要求，这意味着必须采取烟气脱硝的技术才能满足新环保标准的要求。由于技术成熟和高的脱硝率，选择性催化还原（SCR）技术是最主流的烟气脱硝技术，绝大部分电厂的烟气脱硝项目都采用了这种技术。

选择性催化还原（SCR）技术是通过还原剂（NH₃）在适当的温度并有催化剂存在的条件下，把氮氧化物转化为空气中天然含有的氮气和水。其主要由还原剂制备系统、氨空气混合系统、氨喷入系统、反应器系统、检测控制系统等组成。其中还原剂制备系统又分为液氨系统、氨水系统、尿素系统等。液氨是重大危险品，其运输和存储均存在较大安全风险。

近年来关于液氨的安全事故频发，越来越多的脱硝系统选择尿素系统作为还原剂制备系统。本文介绍由化工行业合成氨工艺中广泛应用的尿素深度水解技术经过改进，应用于SCR工艺的尿素深度水解技术。

1 尿素深度水解系统概述

通过提高尿素溶液浓度，对工艺系统进行适当改进，由化工行业尿素深度水解制氨系统改进后应用于电厂SCR脱硝系统的尿素深度水解工艺流程如下。

尿素颗粒由斗提机送入尿素溶解罐，用除盐水或水解液进行溶解，配置成浓度约20%，温度40℃的尿素溶液，由尿素溶液输送泵送入尿素溶液储罐。尿素溶液由给料泵从尿素溶液储罐输送至热交换器，经水解液预热后进入水解器上部的板式塔，然后进入水解器。

在水解器中，控制一定的温度压力，尿素彻底水解变为氨气和二氧化碳，以气态方式从水解器顶部进入板式塔后，进入氨气缓冲罐。而含有微量尿素的水解液从水解器底部进入分离器，经过蒸汽再次加热，将水解液中残留的尿素进一步分解，氨气进入气氨缓冲罐，水解液进入热交换器与尿素溶液换热后，经过板式水冷却器冷却，排入水解液缓冲罐备用。尿素深度水解工艺流程图如图1所示。

2 尿素深度水解系统组成

尿素深度水解制氨系统主要由尿素存储车间、斗式提升机、尿素溶解罐、尿素溶液输送泵、尿素溶液储罐、给料泵、热交换器、板式水冷却器、分离器、水解器、板式塔、气氨缓冲罐、水解液缓冲罐、过滤器、蒸汽减温减压装置、氨气吸收罐、无油空压机等设备组成。

2.1 尿素溶液制备和存储系统

2.3 水解系统

水解系统是尿素深度水解制氨系统的核心单元。尿素溶液经过水解液初步预热后，进入水解器上部的板式塔。板式塔由一个圆柱形壳体和其中按一定间距水平设置的若干筛板组成。尿素溶液在重力作用下自上而下通过各层筛板进入水解器，产品气在压差推动下经均布在筛板上的小孔由下而上穿过各层筛板后由塔顶排出，通过管道进入气氨缓冲罐备用。

在每块塔板上皆贮有一定的尿素溶液，产品气在穿过板上液层时，两相接触进行传质。尿素溶液进入水解器后，控制压力1.3MPa，温度190℃的环境下，水解为氨气和二氧化碳。尿素水解时会生成中间产物甲铵，甲铵具有很强的腐蚀性，但在空气存在的环境下会快速分解。系统设计无油空压机向水解器内加入防腐空气，以加速甲铵的分解。

水解反应生成的氨气、二氧化碳、防腐空气和水蒸气一起称为产品气，产品气组分见表1。水解器排出的溶液称为

水解液，其中含有微量的尿素。水解液通过管道进入分离器，分离器通过蒸汽进一步加热，控制压力1.3MPa，温度190 的环境，将水解液中残留的尿素完全分解，产品气进入气氨缓冲罐，水解液进入热交换器预热尿素溶液，再经过板式水冷器冷却后进入水解液缓冲罐备用。

2.4蒸汽减温减压系统

尿素深度水解制氨系统使用的汽源为电厂中压供热蒸汽，汽源压力约3.5MPa，温度420 。经过减温减压装置，得到压力1.7MPa，温度210 的蒸汽，供水解系统使用。

2.5氨气吸收系统

尿素水解区域内设置有氨气吸收系统，用于事故状态下氨气的吸收，主要由氨气吸收罐、连接管道和喷淋水管组成。水解器、气氨缓冲罐安全门排放管道连接至氨气吸收罐，水解器出口有管道直排氨气吸收罐。当出现异常时，氨气排入氨气吸收罐，当吸收罐内温度达到40 时，自动开启喷淋，大量消防水喷出吸收氨气。含氨废水通过氨气吸收罐的溢流水管排出，进入废水坑。

尿素水解区域内还设置有消防水喷淋系统，用于氨气外漏时启动事故喷淋。含氨废水通过区域内地沟排入废水坑。

2.6废水处理系统

尿素水解系统设置有过滤器，安装在水解液排放至水解液缓冲罐管道上，可将系统内杂质过滤，杂质通过定期清理过滤器去除。过滤器设置有排废水管道，通过定期排污，将废水排放至废水坑。废水坑的废水定期排放至污水处理厂进行处理。

3结语

尿素深度水解制氨系统作为首个电厂脱硝系统的工程应用项目，迈出了化工电力跨行业技术应用的实践脚步。与国外应用较多的AOD、U2A、SafeDeNOx等尿素水解技术相比，该技术的工艺特点如下：

不使用催化剂，使用化工行业水解专利技术，反应速度略优于AOD、U2A技术。

水解器后设置分离器进一步反应，可以将水解液中尿素浓度降至最低。

设置过滤系统，可有效去除添加尿素颗粒带入系统中的杂质。

尿素溶液浓度低，降低尿素溶液结晶和管道堵塞的风险。

由于系统反应的压力和温度不恒定，尿素水解反应的化学平衡状态也在变化，造成氨的气体组成成分也变化，对控制带来不方便。

国产技术，工程应用成本较低。

该系统投运至今已有一年多的时间，经过调试和运行调整，系统运行逐渐稳定，可以满足两台330MW机组脱硝系统的供氨需求。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/113703.html>