



SCR 烟气脱硝技术在燃煤机组电厂的应用实例

一、SCR（选择性催化还原法）烟气脱硝技术特点

SCR 脱硝技术以其脱除效率高, 适应当前环保要求而得到电力行业高度重视和广泛的应用。在环保要求严格的发达国家例如德国, 日本, 美国, 加拿大, 荷兰, 奥地利, 瑞典, 丹麦等国 SCR 脱硝技术已经是应用最多、最成熟的技术之一。根据发达国家的经验, SCR 脱硝技术必然会成为我国火力电站燃煤锅炉主要的脱硝技术并得到越来越广泛的应用。

二、SCR 脱硝技术原理及流程

SCR（选择性催化还原法）是还原剂（电厂主要使用 NH_3 ）在催化剂作用下, 将 NO_x 还原为对大气没有多大影响的氮气和水, 而不是被 O_2 所氧化, 故称为“选择性”。 NH_3 分解反应和 NH_3 氧化反应都在 350°C 以上才能进行, 450°C 以上才能激烈起来。所以在一般的选择催化还原工艺中, 反应温度常控制在 300°C 左右。

主要反应方程式

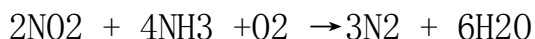
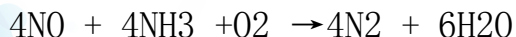


图 1 为 SCR 烟气脱硝系统典型工艺流程简图,

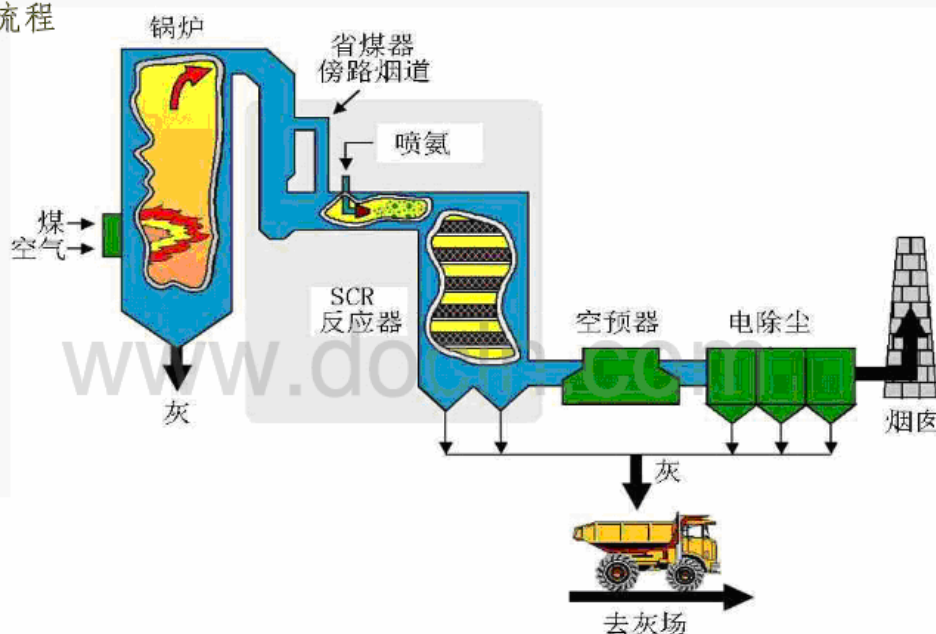


图 1 SCR 烟气脱硝工艺流程

三、SCR 脱硝系统的工艺组成

SCR 系统一般由氨的储存系统、氨与空气混合系统、氨气喷入系统、反应器系统、省煤器旁路、SCR 旁路、检测控制系统等组成。

液氨从液氨槽车由卸料压缩机送入液氨储槽，再经过蒸发槽蒸发为氨气后通过氨缓冲槽和输送管道进入锅炉区，通过与空气均匀混合后由分布导阀进入 SCR 反应器内部反应，SCR 反应器设置于空气预热器前，氨气在 SCR 反应器的上方，通过一种特殊的喷雾装置和烟气均匀分布混合，混合后烟气通过反应器内催化剂层进行还原反应。

1. 氨储存、混合系统

每个 SCR 反应器的氨储存系统由一个氨储存罐，一个氨气/空气混合器，两台用于氨稀释的空气压缩机（一台备用）和阀门，氨蒸发器等组成。氨储存罐可以容纳 15 天使用的无水氨，可充至 85% 的储罐体积，装有液面仪和温度显示仪。液氨汽化采用电加热的方式，同时保证氨气/空气混合器内的压力为 350 kPa。NH₃ 和烟气混合的均匀性和分散性是维持低 NH₃ 逃逸水平的关键。为了保证烟气和氨气在烟

道分散好、混合均匀,可以通过下面方式保证混合:在反应器前安装静态混合器;增加 NH_3 喷入的能量;增加喷点的数量和区域;改进喷射的分散性和方向;在 NH_3 喷入后的烟道中设置导流板;同时还应根据冷态流动模型试验结果和数学流动模型计算结果对喷氨系统的结构进行优化。

2. 喷氨系统

喷氨系统根据锅炉负荷、反应器入口 NO_x 浓度、反应器出口 NO_x 浓度测量的反馈信号,控制 氨的喷入量。

3. 反应器系统

SCR 反应器采用固定床形式,催化剂为模块放置。反应器内的催化剂层数取决于所需的催化剂反应表面积。典型的布置方式是布置二至三层催化剂层。在最上一层催化剂层的上面,是一层无催化剂的整流层,其作用是保证烟气进入催化剂层时分布均匀。通常,在第三层催化剂下面还有一层备用空间,以便在催化剂活性降低时加入第四层催化剂层。在反应器催化剂层间设置吹灰装置,定时吹灰,吹扫时间 30~120 分钟,每周 1~2 次。如有必要,还应进行反应器内部的定期清理。反应器下设有灰斗,与电厂排灰系统相连,定时排灰。

4. 省煤器和反应器旁路系统

在省煤器前和反应器之间设置旁路,称之为省煤器旁路。当锅炉负荷降低,烟气流量减少,进入反应器的烟气温度低于要求值时,旁路开通,向反应器导入高温烟气,提高反应器内的温度。此外,在反应器入口和出口间装有一个大的旁路,称之为反应器旁路。反应器旁路的作用是:锅炉负荷降低时使用。例如开机和停机时使用,低负荷时使用和季节性使用。以防止低温造成催化剂中毒及催化剂污染。所有 SCR 系统旁路的插板门均要保证零泄露。

四、影响 SCR 过程的关键因素

1. 反应温度

一般来说,反应温度越高,反应速度越快,催化剂的活性也越高,这样单位反应所须的反应空间小,反应器体积变小。综合反应物加热、系统控制及催化剂的适应温度范围,目前,大多 SCR 系统温度设定在 $320^{\circ}\text{C}\sim 420^{\circ}\text{C}$ 之间。

2. 烟气在反应器内的空间速度

空间速度大,烟气在反应器内的停留时间短,则反应有可能不完全,这样氨的逃逸量就大;同时烟气对催化剂骨架的冲刷也大。对于固态排渣炉高灰段布置的 SCR 反应器,空间速度选择一般是 $(2500\sim 3500)\text{h}^{-1}$ 。

3. 烟气流型及与氨的湍流混合

在工程设计中必须重视烟气的流畅,喷氨点应具有湍流条件以实现与烟气的最佳混合。

4. 催化剂的类型、结构和表面积

催化剂是 SCR 系统中最关键的部分,其类型、结构和表面积都对脱除 NO_x 效果有很大影响。

催化剂的钝化: a、催化剂的烧结; b、碱金属使催化剂中毒; c、砷使催化剂中毒; d、钙的腐蚀; d、催化剂的堵塞; e、催化剂的磨损

五 SCR 脱硝主要回路控制

SCR 系统设计技术参数主要有反应器入口 NO_x 浓度、反应温度、反应器内空间速度或还原剂的停留时间、 NH_3/NO_x 摩尔比、 NH_3 的逃逸量、SCR 系统的脱硝效率等。

1. 反应温度控制

在一定温度范围内, 随反应温度提高, NO_x 脱除率急剧增加, 脱硝率达到最大值时, 温度继续升高会使 NH_3 氧化而使脱硝率下降; 反应温度过低, 烟气脱硝反应不充分, 易产生 NH_3 的逃逸。因此要对 SCR 系统入口烟气温度进行监测并通过调节省煤器旁路开度控制 SCR 系统入口烟气温度

2. 氨量控制

在 $\text{NH}_3 / \text{NO}_x$ 摩尔比小于 1 时, 随 $\text{NH}_3 / \text{NO}_x$ 摩尔比增加, 脱硝效率提高明显; NH_3 投入量超过需要量, NH_3 会造成二次污染, 一般控制 $\text{NH}_3 / \text{NO}_x$ 摩尔比在 1.0 左右。 NH_3 的流量控制阀调节控制 NH_3 的流量, 控制系统根据反应器入口 NO_x 的浓度、烟气流量、反应器出口所要求 NO_x 的排放浓度和氨的逃逸浓度计算出氨的供给流量。为保证人身和设备安全, 发生下列情况, 氨气阀门自动关闭: 低的烟气流量; 高的氨气/空气比; 催化剂入口烟气温度过高; 催化剂入口烟气温度过低; 没有来自锅炉的运行允许信号; 启动急停开关。

3. 氨稀释空气流量控制

氨稀释用空气流量在 SCR 系统运行时被设定好, 不再调整。两台空气压缩机, 一台备用。当第 1 台空气压缩机输出气体压力低于设定值或发生故障时, 第 2 台空气压缩机自动启动

4. 氨气蒸发器

氨气蒸发器与储罐为一体化结构, 加热器放置在无水氨的液体中, 通过氨储罐内的压力控制加热器。当储罐内的压力低于设定压力时, 加热器通电加热液氨; 加热器过热则断电保护。

图 2 供氨流量控制策略, 图 3 脱硝效率计算方法

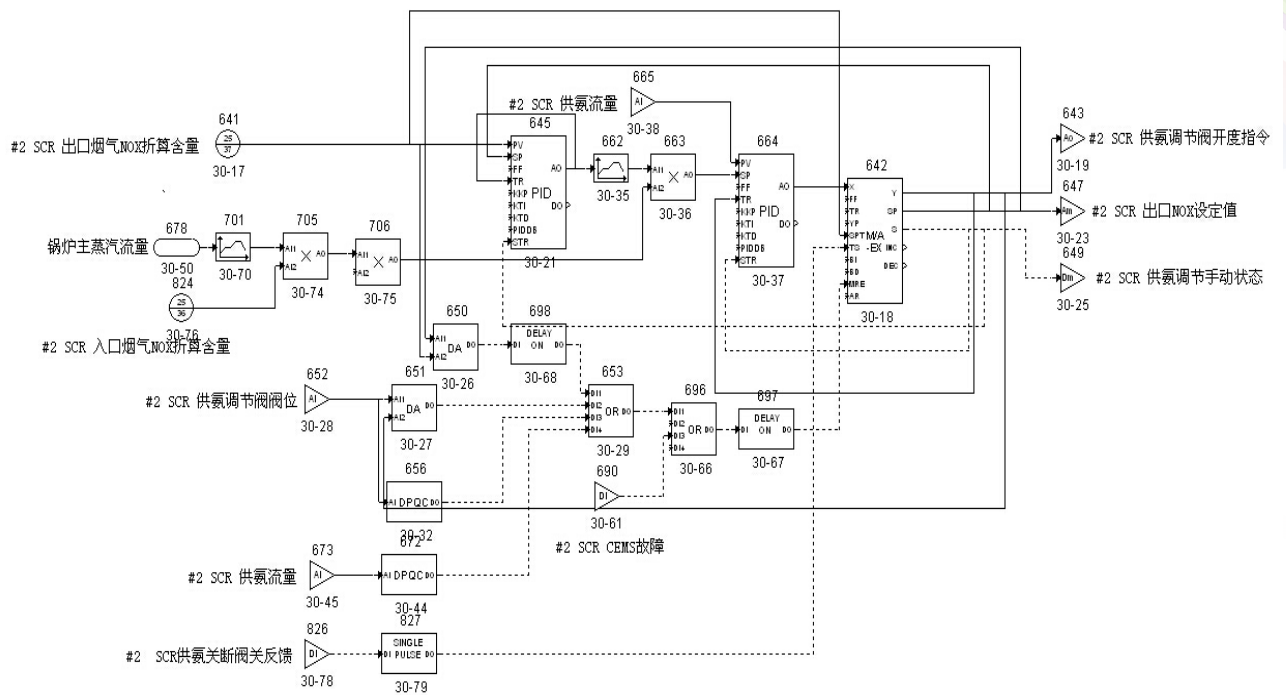


图 2 供氨流量控制策略

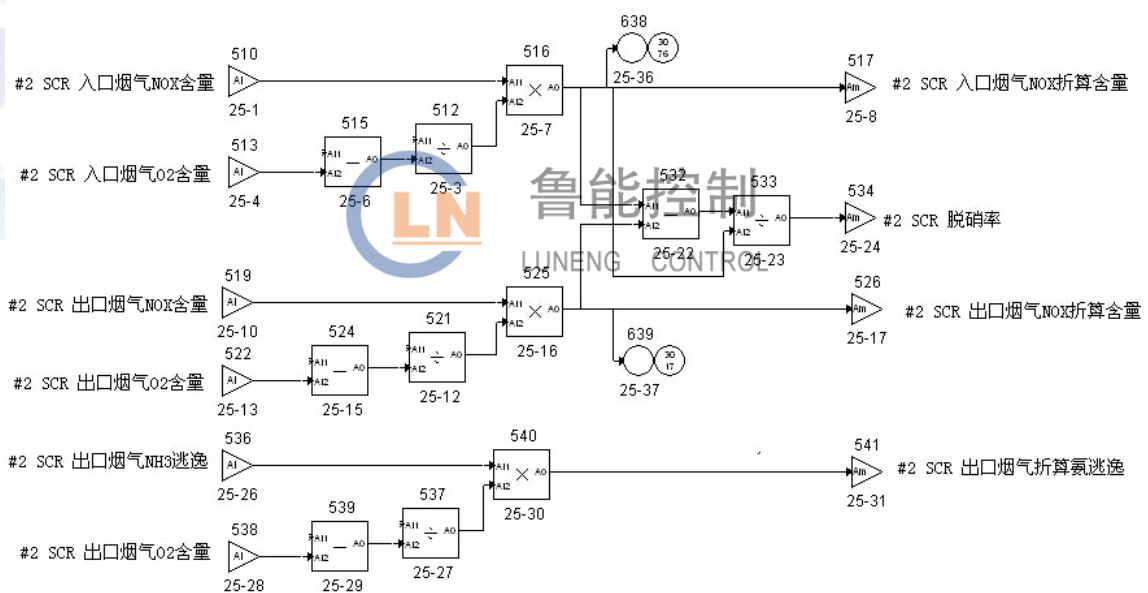
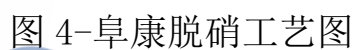


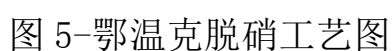
图 3 脱硝效率计算方法

六、工程实例

图 4-阜康脱硝工艺图， 图 5-鄂温克脱硝工艺图， 图 6-赛得利脱硝工艺图， 图 7-滕州脱硝工艺图， 图 8-利津脱硝工艺图。



鲁能控制



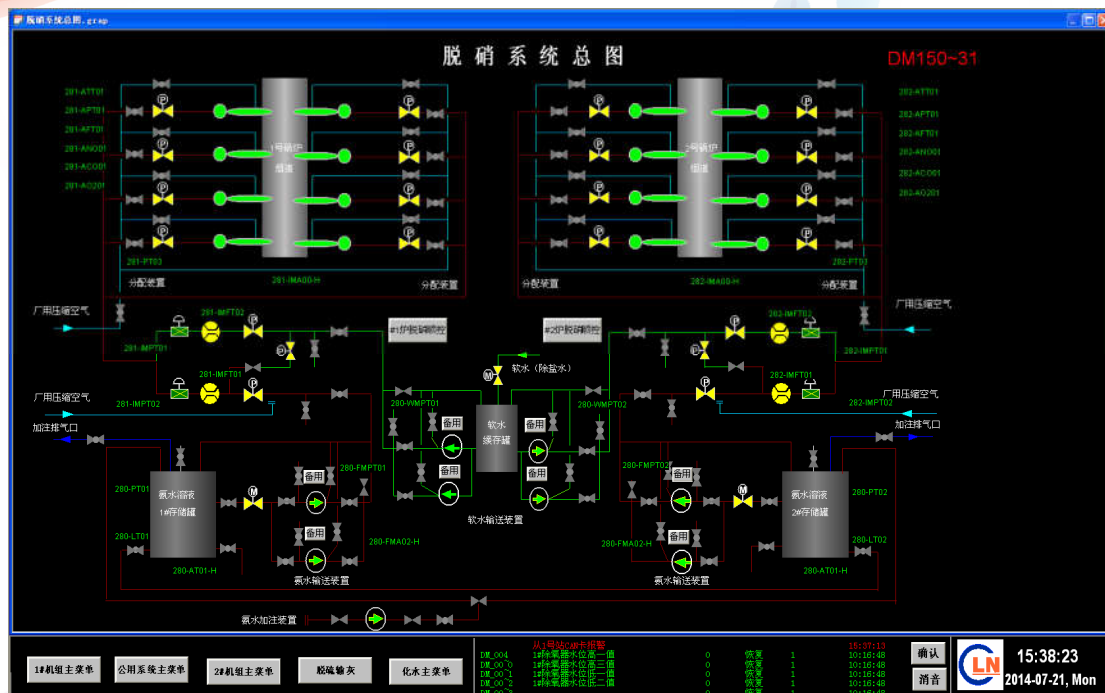


图 6-赛得利硝工艺图

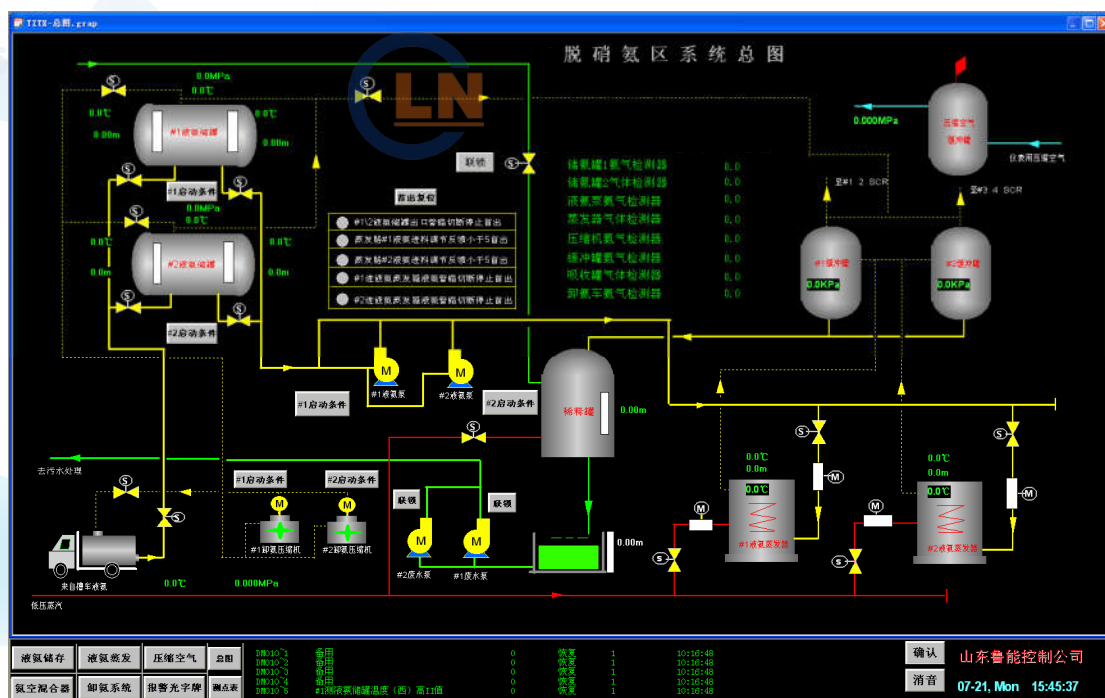


图 7-滕州脱硝工艺图

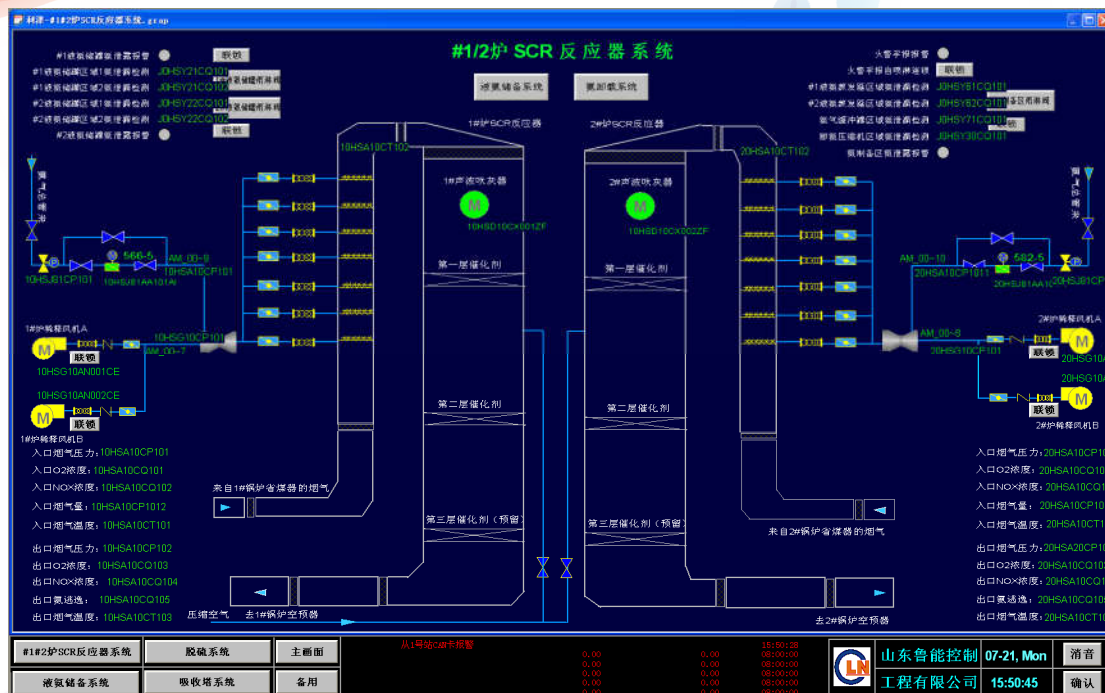


图 8-利津脱硝工艺图

SCR 工艺在实际应用中最常见的几个主要问题

1. 未反应氨的逃逸

每个设计都要综合考虑控制氨盐的成分和凝结的各种过程参数的相互作用，需要考虑的重要参数是 a、进口 NOX 浓度；b、燃料中硫含量；c、SCR 反应器温度；d、风机容量。

2. 催化剂的再生及清洗

催化剂作为电厂 SCR 工艺的核心,它约占其投资的 1/3。为了使电站安全、经济运行,对 SCR 工艺使用的催化剂应达到下列要求:

- 低温度时在较宽温度范围具有较高的活性
- 高选择性(S02 向 S03 转换率和其他方面作用低即副反应少)
- 对二氧化硫(S02)、卤族酸(HCl, HF)和碱金属(Na2O、K2O)和重金属(如 As)具有化学 稳定性
- 克服强烈温度波动的稳定性

——对于烟道压力损失小

催化剂堵塞主要有两个原因，氨盐的沉积和飞灰的沉积。当 SCR 装置的入口温度维持在盐的生成浓度之上，盐的生产或沉淀就不会发生，只有锅炉在低负荷下运行并且烟气温度较低时才会发生这种问题。可通过合理分配流过催化剂表面的流量来消除或减轻。

3. SCR 系统入口处的分布不均匀

SCR 反应器的入口处流动、温度和反应物浓度的分布不均匀将影响 SCR 的整体性能以及出口处氨和 NOX 的分布。可接受的分布不均匀程度取决于系统的性能指标。

七、结语

采样 NH₃ 作还原剂的 SCR 脱硝工艺具有技术成熟、流程短、脱氮效率高、没有废水和废渣、不产生二次污染等优点。其 NO_x 的脱除率均达到 80—90%，已成为目前国内外电站脱硝比较成熟的主流技术。在多个电厂已成功投入应用。

有关更多信息

想要了解更多鲁能控制 DCS 分散控制系统的产品、技术与服务信息，

请访问公司网站：www.lnkz.com

或拨打咨询电话：0531-87526166、87526966

或扫描二维码关注公司微信公众账号，了解更多最新资讯：



鲁能控制公司版权所有，内容如有更改，恕不另行通知。