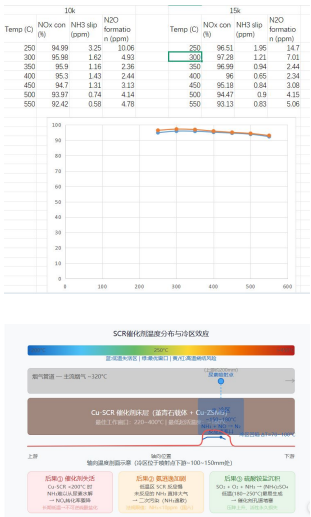


SCR系统混合气体对催化剂温度的影响分析

在scr系统中，雾化后的尿素和压缩空气、烟气的混合气体进入催化剂，会导致催化剂温度下降，由于催化剂效率受温度影响较大，所以分析监测这个温度很重要。在传统的系统设计中通常在催化剂前后各设置一个测试点。温度传感器的安装位置并没有经过严格的计算，导致测试存在一些较大的误差。在新系统设计中只有一个温度传感器，所以做一个分析很有必要。



冷区成因分析

在SCR系统设计中非常关键。冷区的形成有两个叠加效应：

① 尿素水解的吸热反应



尿素从液态裂解为氨气需要吸收大量热量，这个过程在喷入烟气后不是瞬间完成的——它需要一定的温度 (>180° C) 和停留时间。雾化液滴在裂解过程中持续从烟气吸热，导致局部温度下降。

② 冷尿素液滴的物理显热吸收

AdBlue (32.5%尿素溶液) 初始温度约为环境温度 (20~50° C) 的高温烟气混合时，大量热量用于：液体升温 (20° C → 沸点 ~103° C)

水分蒸发 (吸热 ~2260 kJ/kg)

尿素热解

冷区温度降幅估算 (量级)：

来源	估算吸热量	备注
尿素液滴从20° C升至103° C	$Q = 0.026 \text{ kg/s} \times 4.18 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)} \times 83 \text{ K}$	显热 9.0 kW
水分蒸发	$Q = 0.026 \text{ kg/s} \times 67.5\% \times 2260 \text{ kJ/kg}$	潜热 3.9 kW
尿素热解吸热	$Q \approx 4 \sim 8 \text{ kW}$	化学反应热
合计	57 kW	
烟气总热容 (~320° C, 5 Nm³/min)	$\approx 5.4 \text{ kW/K} \times \Delta T$	—

估算冷区局部温降： $\Delta T \approx 52 \text{ kW} / 5.4 \text{ kW/K} \approx 9 \sim 10^\circ \text{C}$ (稀释流场平均值)

但喷射锥核心区域的局部瞬时温降可达 70~100° C，将催化剂局部温度从 320° C 拉低至 150~250° C——恰好落入 180~250° C 的硫酸铵盐 ((NH)SO) 最易生成温度区间，这是最危险的区域。

策略① 控制喷射位置 (最根本)

喷射点应布置在催化剂上游 300~500

mm，让尿素有足够的雾化、裂解、混合路径，在进入催化剂前已充分气化

喷嘴轴线与烟气流向夹角 $\leq 15^\circ$ ，避免液滴直接撞击催化剂面

在喷射点上游 50~100 mm 处设置静态混合器 (如波纹板)，增强气液掺混

策略② 预热尿素溶液

将尿素罐温度维持在 30~50° C（电加热带恒温控制）

好处：减少液滴从烟气吸收的显热，缩小蒸发时间窗口

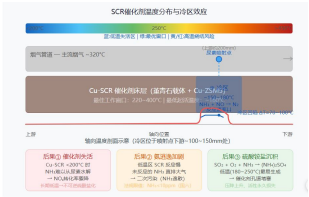
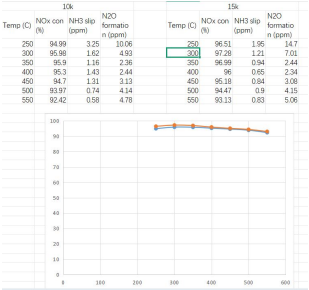
同时降低溶液粘度（@50° C $\mu \approx 0.4 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ ），改善雾化质量

策略③ 催化剂前的温度保护

在催化剂入口前 100 mm 处布置 热电偶 T，作为喷射量修正的前馈信号

当 $T < 250^{\circ}\text{C}$ 时，自动减少尿素喷射量（防止冷区恶化）

目前我们的项目催化剂特性如下表：



可以看到，如果设定250度启喷的话，极有可能造成过喷，因为一旦启喷后，温度会被拉低30-50度，使催化剂工作在低效率区，造成过喷。

最佳的方式是在催化剂中间安装温度传感器，可以精确的建立催化剂的温度模型。使催化剂工作在最佳温度区域。