团体标准

发 布

中国电机工程学会

20XX—XX—XX实施

20XX—XX—XX发布

燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝

氨水/尿素直喷制氨技术规程

Technical code for SCR DeNOx Reducing Agent by Ammonia Solution/ Urea Solution Direct Injection in Gas Steam Combined Cycle Unit

（送审稿）

T/CSEE XXXX—YYYY

代替 T/XXXX

ICS 19.020

CCS K85

目 次

[前 言 3](#_Toc93685303)

[1 范围 4](#_Toc93685304)

[2 规范性引用文件 4](#_Toc93685305)

[3 术语和定义 4](#_Toc93685306)

[4 总布置 5](#_Toc93685307)

[5 氨水还原剂储存及制备 6](#_Toc93685308)

[6 尿素还原剂储存及制备 7](#_Toc93685309)

[7 电气系统及设备 8](#_Toc93685310)

[8 仪表和控制系统 9](#_Toc93685311)

[9 建筑、结构 10](#_Toc93685312)

[10 施工与施工验收 10](#_Toc93685313)

[11 调试 10](#_Toc93685314)

[12 性能验收 11](#_Toc93685315)

[13 运行与维护 11](#_Toc93685316)

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别~~这些~~专利的责任。

本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电机工程学会提出。

本标准由中国电机工程学会火电专业委员会技术归口并解释。

本标准起草单位：西安热工研究院有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、西子清洁能源装备制造股份有限公司、华能北京热电有限责任公司、华能重庆两江燃机发电有限责任公司、华润电力控股有限公司、国家电投集团远达环保工程有限公司、西北工业大学

本标准主要起草人：。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1号，100761，网址：http://www.csee.org.cn，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨技术规程

1. 范围

本文件规定了燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨技术设计、施工、调试、验收、运行与维护等应遵循的技术要求。

本文件适用于燃气蒸汽联合循环机组余热锅炉SCR脱硝系统。

1. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则

GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范

DL/T 5390 火力发电厂和变电站照明设计技术规定

GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

GB 50235 工业金属管道工程施工规范

GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范

DL/T 260 燃煤电厂烟气脱硝装置性能验收试验规范

DL/T 5153 火力发电厂厂用电设计技术规程

DL/T 5161 电气装置安装工程 质量检验及评定规程

DL/T 5190 电力建设施工技术规范

DL/T 5210 电力建设施工质量验收规程

DL/T 5257 火电厂烟气脱硝工程施工验收技术规程

DL/T 5294 火力发电建设工程机组调试技术规范

DL/T 5455 火力发电厂热工电源及气源系统设计技术规程

DL/T 5480 火力发电厂烟气脱硝设计技术规程

SH 3501 石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

燃气蒸汽联合循环机组 gas steam combined cycle unit

把燃气轮机循环和蒸汽轮机循环结合在一起的动力装置。

余热锅炉 waste heat boiler

利用燃气轮机排气的热量加热水、蒸汽等介质的锅炉。

选择性催化还原法（SCR） selective catalytic reduction

利用还原剂在催化剂作用下有选择性地与烟气中氮氧化物（主要是一氧化氮和二氧化氮）发生化学反应，生成氨气和水，脱除烟气中部分氮氧化物排放的一种脱硝技术。

还原剂reductant

通过物理或化学方法制备氨气的物质，本标准指液氨、尿素和氨水。

氨水直喷蒸发ammonia direct injection evaporation

将氨水雾化后直接喷入燃气轮机出口烟道内，利用烟道内的高温烟气将氨水蒸发成氨气。

尿素直喷热解 urea direct injection pyrolysis

将尿素溶液雾化后直接喷入燃气轮机出口烟道内，利用烟道内的高温烟气将尿素溶液分解成氨气和异氰酸。

烟气导流装置 flue gas guide plane

使烟气流场均匀性指标改善的呈一定结构和布置方式的装置。

氨氮摩尔比 NH3/NOx molar ratio

喷入氨的摩尔数量与燃烧生成的氮氧化物的摩尔数量之比。

催化剂模块catalyst model

由立方体的钢制框架和布置其中的催化剂单元组成。

氨逃逸浓度 ammonia slip rate

脱硝反应后烟气中氨的浓度，以μL/L表示。

脱硝系统可用率 availability of denitration system

脱硝系统每年正常运行时间与锅炉每年总运行时间的百分比，按公式计算：



式中：

Y—脱硝系统可用率，%；

A—锅炉每年总运行时间，h：

B—脱硝系统每年总停运时间，h。

1. 总布置

氨水/尿素直喷制氨系统布置应满足全厂总体规划的要求，根据相邻生产工艺设施和火灾危险性及其耐火等级，按工艺流程合理、交通运输方便、节约用地的原则，结合当地风向、地形等自然条件，合理布置，并应符合环境保护、劳动安全和职业卫生要求。

氨水/尿素直喷制氨系统应布置在靠近余热锅炉房的区域或锅炉钢架内。

氨水/尿素直喷制氨系统管线布置应满足DL/T 5480中的规定。

1. 氨水直喷制氨技术

氨水储存及供给

* + 1. 氨水的卸料、储存系统宜按全厂机组公用的系统设计，当机组台数较多或考虑扩建需要时，可根据总平面布置格局采取分组布置，但氨水输送泵宜集中布置在氨水区。
    2. 氨水卸料泵宜设置2台，其中1台备用，材质为不锈钢。氨水卸料泵的入口管道需设置与氨水槽车氨水管道接口相连接的快速接头，配有封堵，并设置冲洗水。
    3. 氨水储罐的容量应满足全厂机组BMCR工况下不低于5~7天的氨水消耗量要求，同时应考虑氨水的一次输送容量。氨水的浓度宜不大于25%。氨水储罐宜符合下列要求：

1. 公用系统的氨水储罐数量不应少于2台，氨水宜为常压密封贮存，储罐可为卧式或立式，材质宜为不锈钢。
2. 氨水储罐应设人孔、进出料管、排污管、阻火呼出阀、真空破坏阀。进液管若从罐体上部进入，应延伸至距罐底200mm处。每台氨水储罐应设置防爆型液位计、压力表及就地温度计。
3. 氨水储罐保压宜采用压缩空气。
   * 1. 氨水输送系统可采用全厂大循环输送方式，氨水输送泵设置2台，其中1台备用，每台氨水泵流量宜为大于全厂机组脱硝系统所需最大氨水量的3倍。氨水输送泵的材质宜为不锈钢。
     2. 氨水储罐四周应设置防止氨水流散的围堰及废水池，并设置废水排出泵。
     3. 氨水储罐宜布置在敞开式带顶棚的构筑物中。储罐应设检修平台，储罐的附件应布置在平台附近。氨水输送泵应采用无泄漏防爆泵。所有接触氨水的管道应采用不锈钢，与氨水接触的设备不可采用含铜材料。

氨水直喷蒸发制备氨气

氨水直喷蒸发制备氨气为将氨水雾化后喷入燃气轮机出口烟道内部，利用烟道内高温烟气的热量将氨水蒸发制氨的技术。氨水直喷蒸发制备氨气包括氨水计量分配系统和氨水喷射系统。

* + 1. 氨水计量分配系统

1. 氨水计量分配系统包括氨水流量计量、氨水稀释系统、压缩空气压力调节、除盐水冲洗和控制设备。
2. 每台锅炉应设置一套氨水流量调节阀组，根据机组负荷变化、SCR反应器进出口的烟气中NOx含量等因素自动调节氨水流量。同时在每支喷枪的氨水管道上设置1个关断阀和1个流量计。
3. 单元机组宜设置1个压缩空气过滤减压阀，用以确定进入计量分配模块压缩空气的压力，每支喷枪的压缩空气入口管道上宜设置1个压力调节阀和1个就地压力表。
4. 每支喷枪设置冲洗或吹扫设施，单支喷枪停运和机组脱硝系统停运时进行冲洗或吹扫。
5. 设置一套除盐水稀释系统，保证进入每支氨水喷射器的液体压力恒定。
   * 1. 氨水喷射系统
6. 氨水喷射器宜使用双流体雾化喷枪，由压缩空气将氨水雾化成微小液滴，液滴的平均粒径宜在100μm以内。
7. 氨水喷射器宜布置在燃气轮机出口过渡烟道或余热锅炉入口烟道，且宜伸入烟道内部。具体布置数量、布置位置需结合氨水蒸发过程模拟和流场数值模拟确定。
8. 氨水喷射器枪体的尺寸、支撑结构应根据燃气轮机出口烟气流场分布特性进行强度计算，避免出现因燃机出口烟气高流速、高温和高旋流强度特性而造成喷枪发生谐振而损坏。
9. 氨水喷射器的投运策略应根据机组的热态试验来确定。
10. 尿素直喷制氨技术

尿素溶液制备储存及供给

* + 1. 尿素的卸料、储存及溶液配置应按全厂机组公用的系统设计，当机组台数较多或考虑扩建需要时，可根据总平面布置格局采取分组布置，尿素的输送应按单元机组配置。尿素质量应符合GB2440工艺品要求。
    2. 单元尿素车间应设置1套尿素溶解装置，当服务机组台数较多时，也可设置2套。尿素溶解装置应配置加热蒸汽系统、搅拌器以及尿素循环泵。尿素溶解装置的相关技术应符合下列要求：

1. 当使用袋装尿素制备尿素溶液时，尿素车间应设置袋装尿素储存间，袋装尿素储存量宜满足全厂机组20~30天脱硝所需的尿素用量。若尿素溶解罐设置在地面以上，可使用斗提机将尿素颗粒输送至尿素溶解罐进料口。当使用气力输送方式输送尿素颗粒时，需在尿素溶解罐上设置气力输送接口，并引入压缩空气供气力输送使用。
2. 尿素溶解罐总容积宜满足全厂所有机组在BMCR工况下1天的尿素溶液耗量。尿素溶解水宜采用除盐水；溶解过程中，水温宜保持在40℃~80℃之间，配置的尿素溶液质量浓度宜为40%~55%。尿素溶解罐宜设置蒸汽加热盘管和搅拌器，溶解罐外应保温。
3. 每台尿素溶解罐宜2台尿素溶液转存泵，其中1台备用。尿素溶液转存泵进口应设过滤器。尿素溶液转存泵宜采用离心泵，过流件材质应为不锈钢。尿素溶液循环管线应设伴热装置，罐体外应保温。
   * 1. 尿素溶液贮存时，尿素溶液储罐的总储存容量宜为全厂所有机组BMCR工况下5~7天的日平均消耗量。储罐数量应不少于2台，材质要求不低于S30408不锈钢。储罐中应设置蒸汽加热盘管，可设置搅拌器。
     2. 尿素溶液可使用全厂大循环输送系统将尿素溶液输送至炉侧供SCR脱硝系统使用，大循环输送系统包括2台尿素溶液循环输送泵（其中1台备用）、回流压力调节阀以及手动阀门管道等。尿素溶液循环输送泵宜采用变频离心泵，其流量宜为大于全厂机组脱硝系统所需最大尿素量的3倍，压头根据管路系统及氨喷射装置的阻力选取。尿素溶液循环泵材质要求不低于S30408不锈钢，入口设置过滤器，管路系统需设置伴热。
     3. 若机组布置比较分散，尿素溶液输送系统也可使用单元制，宜采用大循环输送系统将尿素溶液输送至炉侧供SCR脱硝系统使用，大循环输送系统包括2台尿素溶液循环输送泵（其中1台备用）、回流压力调节阀以及手动阀门管道等。尿素溶液循环输送泵宜采用变频离心泵，其流量为所需尿素溶液流量的3~5倍，压头根据管路系统及氨喷射装置的阻力选取。尿素溶液循环泵材质要求不低于S30408不锈钢，入口设置过滤器，管路系统需设置伴热。

尿素直喷热解制备氨气

尿素直喷热解制备氨气为将尿素溶液雾化后喷入燃气轮机出口烟道内部，利用烟道内高温烟气的热量将尿素溶液热解生成氨气和异氰酸的技术。尿素直喷热解制备氨气包括尿素溶液计量分配系统和尿素溶液喷射系统。

* + 1. 尿素溶液计量分配系统

1. 尿素溶液计量分配系统包括尿素溶液流量计量、压缩空气压力调节、除盐水冲洗、除盐水稀释和控制设备。
2. 根据尿素溶液喷射器数量设置对应数量的尿素溶液流量调节阀，根据机组负荷变化、SCR反应器进出口的烟气中NOx含量等因素自动调节尿素溶液流量。同时在每支喷枪的尿素溶液管道上设置1个关断阀、1个流量计。
3. 单元机组设置1个压缩空气过滤减压阀，调试时确定进入计量分配模块压缩空气的压力，后期运行中维持此压力不变。同时在每支喷枪的压缩空气入口管道上设置1个压力调节阀和1个就地压力表。
4. 每支喷枪设置1套除盐水冲洗系统，在单支喷枪停运和机组SCR脱硝系统停运后进行喷氨系统的冲洗。
5. 设置一套除盐水稀释系统，保证进入每支尿素溶液喷射器的液体压力恒定。
   * 1. 尿素溶液喷射系统
6. 尿素溶液喷射器宜使用双流体雾化喷枪，由压缩空气将尿素溶液雾化成微小液滴，液滴的平均粒径宜在50μm以内。
7. 尿素溶液喷射器宜布置在燃气轮机出口过渡烟道，且宜伸入烟道内部。具体布置数量、布置位置需结合尿素溶液液滴蒸发、热解反应和流场数值模拟确定。
8. 尿素溶液喷射器枪体的尺寸、支撑结构需根据燃气轮机出口烟气流场分布特性进行强度计算，避免出现因燃机出口烟气高流速、高温和高旋流强度特性而造成喷枪发生谐振而损坏。
9. 尿素溶液喷射器本体结构宜设置保温隔热结构，避免因高温烟气传热而使喷枪内部低流速尿素溶液蒸发结晶而堵塞喷枪。
10. 尿素溶液喷射器的安装管座上需设置密封风结构，使用压缩空气作为密封风，当机组运行时能够实现喷枪的在线检修。
11. 尿素溶液喷射器的投运策略需根据机组的热态试验来确定。
12. 电气系统及设备

电气防爆设计及设备选择应符合GB 50058的规定。

电气设备的选择宜与发电厂主体工程一致。

电源应按单元制从就近PC段或MCC段引接。用电设计应符合DL/T 5153的规定。

防雷接地设计应符合GB 50057和GB 50065的规定。

照明设计应符合现行国家标准《火力发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390的有关规定。

1. 仪表和控制系统

自动化水平

* + 1. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统的自动化水平宜与机组的自动化控制水平一致。
    2. 检测仪表和执行装置应满足燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统运行要求和热工整体自动化水平要求。
    3. 还原剂区的控制宜纳入可在集中控制室控制或与位置相邻或性质相近的辅助车间合设控制室控制。SCR脱硝还原剂直喷制备系统的控制宜纳入单元机组控制系统，并在集中控制室进行监控。
    4. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统在启、停、运行及事故处理情况下均不应影响机组正常运行。
    5. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统的控制可与分区动态喷氨结合，实现分区域自动控制。

热工检测功能、仪表设置、报警功能及电源设置

* + 1. 检测功能应符合以下要求：

1. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统检测内容应符合DL/T 5480的规定。
2. 所测量的参数量程及精度应满足系统所有工况范围的运行操作及联锁保护、事故处理等自动控制的要求。
3. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统宜设置视频监视探头，并接入视频监视系统。
   * 1. 仪表设置应符合以下要求：
4. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统应设置满足正常运行、监视、调节及联锁保护的各类远传和就地仪表。
5. 每支喷枪应设置单独的氨水/尿素溶液、稀释水、雾化空气流量测点。
6. 有事故安全位置要求的执行机构，在失气、失电时应能正确动作。
   * 1. 报警功能应符合以下要求：
7. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统报警应包含主要工艺参数偏离正常运行范围、保护动作、设备故障等。
8. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统的全部报警项目应能在监控上位机上显示，并能够记录打印。
   * 1. 电源设置应符合以下要求：

燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统热工电源配置应满足DL/T 5455的规定。

1. 建筑、结构

建筑

露天布置的脱硝设备应根据气候条件设置围护设施，满足防雨、防晒、防冻等要求。

结构

脱硝系统平台的荷载取值及荷载组合应按满足GB 50009的规定。

直喷喷枪结构设计

直喷喷枪枪杆尺寸参数及直喷喷枪支撑结构等需根据燃气轮机出口烟气参数进行强度设计，满足喷枪在高温、高流速及高旋流强度条件下的安全稳定运行需求。

1. 施工与施工验收

脱硝工程的管道安装应符合GB 50235、SH 3501和DL/T 5190的规定，设备及管道保温施工应符合GB/T 4272的规定。

脱硝工程的机械设备安装应符合GB 50231和DL/T 5190的规定。

脱硝工程的电气装置安装和热工仪表及控制装置安装应符合GB 50303、DL/T 5161、DL/T 5210和DL/T 5190的规定。

脱硝工程施工验收规则、项目与质量要求应符合DL/T 5210、DL/T 5257的规定。

1. 调试

脱硝系统调试应符合DL/T 5294的规定，内容应包括单体调试、分系统调试、系统整套试运行、168小时试运及整体移交、性能考核试验。

单体调试，应符合以下条件：

* + 1. 成立调试组织机构并进行明确职责分工。
    2. 调试大纲、调试方案等各项资料准备齐全并通过报审备案。
    3. 所有热工测点和执行机构单体传动正常；所有电机就地、远方操作正常，反馈正确，试运正常；控制系统调试工作完成。
    4. 防护用品及设施准备齐全。
    5. 所有单体设备调试完后均有调试合格验收记录。

分系统调试，应符合以下规定：

* + 1. 还原剂供应系统、按喷射系统等各部分试运正常。
    2. 各部分逻辑联锁保护及顺控试验合格。

系统整套试运行，应符合以下规定：

* + 1. 启动前准备：脱硝系统运行前应对脱硝系统各部分进行检查；确认启、停程序正确可靠，报警、保护系统正常且已全部投入，并进行整套启动方案的环境、安全、技术交底。
    2. 系统启动：还原剂供应系统、除盐水系统、压缩空气系统投入运行，还原剂喷射系统投入运行。

168小时系统试运及整体移交，SCR脱硝系统在机组满负荷条件下通过168小时试运行，系统移交生产；系统移交生产后，应办理移交生产签字手续。

1. 性能验收

性能考核试验应在SCR脱硝系统168小时试运行通过后半年内进行，全面考核燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统的各项运行经济指标。

燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统性能验收应符合DL/T 260和JB/T 13561的规定。

1. 运行与维护

运行管理与维护

* + 1. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统运行、维护应纳入全厂的生产体系。
    2. 应建立健全运行维护相关的各项管理制度及运行检修规程。
    3. 运行人员上岗前须经过专业培训，经过考试合格后方可上岗，并进行定期培训，全面掌握燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统相关技术要求和技术特点。

安全防护

* + 1. 燃气蒸汽联合循环机组SCR脱硝氨水/尿素直喷制氨系统的运行、维护及安全管理除应执行本文件外，还应执行国家和安监部门现行安全和监督强制性标准的规定。
    2. 安全设施和职业病防护设施应与SCR脱硝系统同时建成运行，SCR脱硝系统的安全管理应符合GB/T 12801中的规定。
    3. 发生故障时应正确判断，迅速按规程规定处理。

**━━━━━━━━━━━**