附件 2

HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-□□□□

火电厂烟气脱硝工程技术规范
选择性催化还原法

Engineering technical specification of flue gas selective catalytic reduction denitration for thermal power plant

（征求意见稿）

20□□—□□—□□发布　　20□□—□□—□□实施

环　境　保　护　部　发布

目　录

前　言 II
1 适用范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
4 污染物与污染负荷 3
5 总体设计 3
6 工艺设计 5
7 主要工艺设备和材料 11
8 辅助系统 12
9 劳动安全与职业卫生 14
10 施工与验收 15
11 运行与维护 16
附录 A（资料性附录）尿素水解制氨气工艺典型工艺流程 19
附录 B（资料性附录）烟气和煤质参数表 21
附录 C（资料性附录）脱硝系统运行参数监测表 22

前　言

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》和《火电厂大气污染物排放标准》，规范火电厂烟气脱硝工程建设，改善环境质量，制定本标准。

本标准规定了选择性催化还原法火电厂烟气脱硝工程的设计、施工、安装、调试、验收和运行维护等技术要求。

本标准由环境保护部科技标准司组织制定。

本标准为首次发布。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、东南大学、北京市环境保护科学研究院、西安热工研究院有限公司、国网电力技术公司、北京博奇电力科技有限公司、北京国电龙源环保工程有限公司、清华同方环境有限责任公司、浙江天地环保工程有限公司。

本标准环境保护部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

火电厂烟气脱硝工程技术规范

选择性催化还原法

1 适用范围

本标准规定了选择性催化还原法火电厂烟气脱硝工程的设计、施工、安装、调试、验收和运行维护等技术要求。

本标准适用于新建、扩建和改建的机组容量为200MW及以上的燃煤、燃气、燃油火电厂锅炉同期建设或已建锅炉加装的选择性催化还原法烟气脱硝工程，可作为环境影响评价、环境保护设施设计与施工、建设项目竣工环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。对于机组容量200MW以下的燃煤、燃气、燃油火电厂锅炉及其他工业锅炉炉窑，同期建设或已建锅炉加装选择性催化还原法烟气脱硝工程时参照执行。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 150	钢制压力容器
GB 536	液体无水氨
GB 2440	尿素
GB 8978	污水综合排放标准
GB 12348	工业企业厂界噪声标准
GB 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB 13223	火电厂大气污染物排放标准
GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB 18218	重大危险源辩识
GB 50040	动力机器基础设计规范
GB 50160	石油化工企业设计防火规范
GB 50222	建筑内部装修设计防火规范
GB 50229	火力发电厂与变电所设计防火规范
GBJ 16	建筑设计防火规范
GBJ 87	工业企业噪声控制设计规范
GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
DL 5009.1	电力建设安全工作规程（火力发电厂部分）

DL 5032 火力发电厂总图运输设计规程

DL 5053 火力发电厂劳动安全和工业卫生设计规程

DL/T 5120 小型电力工程直流系统设计规程

DL/T 5136 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程

DL/T 5153 火力发电厂厂用电设计技术规定

HJ/T 75 固定污染源烟气排放连续监测技术规范

HJ/T 76 固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法

HG/T 20649 化工企业总图运输设计规定

SH 3007 石油化工储运系统罐区设计规范

《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 344 号）

《危险化学品生产储存建设项目安全审查办法》（国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局令 第 17 号）

《建设项目（工程）竣工验收办法》（计建设(1990) 1215 号）

《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局令 第 13 号）

3 术语和定义

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

指利用还原剂在催化剂作用下有选择性地与烟气中的氮氧化物（NO_x，主要是 NO 和 NO_2）发生化学反应，生成无害的氮气和水，从而脱除烟气中 NO_x 的方法。

3.2 脱硝岛 denitration equipment

指脱硝系统及为脱硝服务的建（构）筑物。

3.3 脱硝系统 denitration system

指采用物理或化学的方法脱除烟气中氮氧化物的系统。

3.4 还原剂 reductant

指烟气脱硝工艺中用于脱除 NO_x 的物质，SCR 工艺使用的还原剂主要为液氨和尿素。

3.5 催化剂 catalyst

指促使还原剂选择性地与烟气中的氮氧化物在一定温度下快速发生化学反应而自身的质量和性质在反应前后不变的物质，是选择性催化还原法的核心组成部分。

3.6 SCR 反应器 SCR reactor

指烟气脱硝工艺中承装有催化剂的脱硝反应装置。

3.7 喷氨格栅 ammonia injection gird

指将还原剂喷入烟气中的装置。

3.8 静态混合器 static mixer

指还原剂和烟气的混和装置。

3.9 氨逃逸率 ammonia slip

指空气预热器入口烟气中氨的体积与烟气体积之比，一般用 10^{-6} 表示。

3.10 系统可用率 plant availability

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（1）计算：

$$可用率=\frac{A-B}{A}\times 100\% \qquad (1)$$

式中：A——锅炉每年总运行时间，h；

B——脱硝系统每年总停运时间，h。

3.11 脱硝效率 denitration efficiency

指脱除的 NO_x 量与未经脱硝前烟气中所含 NO_x 量的百分比，按照公式（2）计算：

$$脱硝效率=\frac{C_1-C_2}{C_1}\times 100\% \qquad (2)$$

式中：C_1——脱硝前烟气中 NO_x 的折算浓度（干基，6%O_2），以 NO_2 计，mg/m^3（标准状态）；

C_2——脱硝后烟气中 NO_x 的折算浓度（干基，6%O_2），以 NO_2 计，mg/m^3（标准状态）。

3.12 锅炉最大连续工况 boiler maximum continuous rating

指锅炉连续最大蒸发量下的工况，简称 BMCR 工况。

3.13 锅炉经济运行工况 boiler economic continuous rating

指锅炉经济连续蒸发量下的工况，简称 BECR 工况。

4 污染物与污染负荷

4.1 新建锅炉加装 SCR 脱硝系统时，设计工况宜采用 BMCR 工况、NO_x 浓度为设计值时的烟气参数，校核工况宜采用 BECR 工况、NO_x 浓度为最大值时的烟气参数。

4.2 已建锅炉加装 SCR 脱硝系统时，其设计工况和校核工况宜根据脱硝系统入口处实测烟气参数确定，并充分考虑燃料的变化趋势。

4.3 烟气参数应按 GB/T 16157 进行测试；竣工环境保护验收测试宜采用额定工况，NO_x 排放浓度应满足国家或地方标准的规定。

5 总体设计

5.1 一般规定

5.1.1 当采用低氮燃烧技术后，NO_x 排放浓度不达标或不满足总量要求时，应建设烟气脱硝工程。

5.1.2 SCR 工艺适用于新建、改建、扩建的燃煤机组或燃用无烟煤（贫煤）投运时间不足 20 年的在役机组。

5.1.3 脱硝工程的设计应由具备相应资质的单位承担，设计文件应按规定的内容和深度完成报批和批准手续，并符合国家有关强制性法规、标准的规定。

5.1.4 脱硝工程的总体设计包括总平面布置、竖向布置、管线综合布置、绿化规划等，应与火电厂的总体设计相协调，并满足下列要求：

a）工艺流程合理，烟道短捷；

b）交通运输方便；

c）处理好脱硝系统与电厂设施、生产与生活、生产与施工之间的关系；

d）方便施工，有利于维护检修；

e）合理利用地形、地质条件；

f）充分利用厂内公用设施；

g）节约用地，工程量小，运行费用低。

5.2 工程构成

5.2.1 SCR 脱硝工程主要包括：还原剂系统、催化反应系统、公用系统和辅助系统。

5.2.2 还原剂系统包括还原剂存贮、蒸发或分解设备等。

5.2.3 催化反应系统包括烟道、SCR 反应器、催化剂等。

5.2.4 公用系统包括加热蒸汽系统、废水处理系统、压缩空气系统等。

5.2.5 辅助系统包括电气系统、热工自动化系统、采暖及空气调节、烟气排放在线连续检测系统等。

5.3 总平面布置

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 总平面布置应遵循的原则包括：设施运行稳定、管理维修方便、经济合理、安全卫生等。

5.3.1.2 总平面布置应考虑的因素包括：整个污染治理设施处理区的平面竖向布置、污染物处理处置工艺单元的构筑物安排、综合管线的平面布置等。

5.3.1.3 架空管线、直埋管线与岛外沟道相接时，应在设计分界线处标明位置、标高、管径或沟道断面尺寸、坡度、坡向管沟名称、引向何处等。有汽车通过的架空管道净空高度为 5.0m，室内管道支架梁底部通道处净空高度为 2.2m。

5.3.2 还原剂区

5.3.2.1 还原剂区可布置于厂区内，也可布置于厂区外。新建电厂在规划设计时应将还原剂区纳入电厂总平面统一考虑、合理安排。还原剂区与其它建构筑物的距离应符合国家有关安全距离的规定。

5.3.2.2 还原剂区布置于厂区外时，选址要求应符合 DL 5032 及 HG/T 20649 中有关规定。

5.3.2.3 采用液氨作为还原剂时，还原剂区应单独设置围栏，设明显警示标记，并应考虑疏散距离。

5.3.2.4 设备布置应满足防火及消防要求。

5.3.2.5 氨区地坪宜低于周围道路标高。

5.3.2.6 区内道路宽度宜不小于 6.0m，转弯半径宜不小于 9.0m。物料装卸区域停车位道路纵坡宜为平坡，困难时坡度不宜大于 1.5%，并应设足够的汽车会车、回转场地，区内路面应进行硬化处理。

5.3.2.7 区内设备宜室外布置，液氨储罐应设置防止阳光直射的遮阳棚，遮阳棚的结构应避免形成可集聚气体的死角。

5.3.2.8 区内场地应设水冲洗装置，在低处设截水沟集中排至废水坑。

5.3.2.9 当采用尿素作为还原剂时，应根据绝热分解室所需要的燃气（燃油）的情况或水解反应器所需的加热蒸气的情况综合考虑，可布置在还原剂制备区或就近布置在催化反应器区。

5.3.3 SCR 反应器区

5.3.3.1 SCR 反应器区应布置反应器、进出口烟道、稀释空气设备、起吊设施、安装组合场地等。

5.3.3.2 SCR 反应器宜采用露天布置，其外壁应保温，尽量减少烟气热量损失。保温层应采取防雨设施。

5.3.3.3 SCR 反应器可布置在省煤器后的高飞灰区，也可布置在除尘器后的低飞灰区。采用何种方式，应通过技术经济综合比较确定。

5.3.3.4 SCR 反应器的布置应使烟气流动通畅、烟道短捷。当采用高飞灰布置方式时，反应器应靠近锅炉本体，与炉后钢架的距离应保证烟道接入 SCR 反应器以及安装时所需空间。SCR 反应器及其烟道布置应尽量防止其出口至空气预热器的烟道内严重积灰。

5.3.3.5 对新建或扩建电厂，宜将空气预热器布置在炉后，SCR 反应器垂直布置在空气预热器上方，如上述要求无法实施，则炉后至除尘器间应留有足够的场地。

6 工艺设计

6.1 一般规定

6.1.1 催化剂最大装填量下的最大脱硫效率不宜低于 80%。

6.1.2 氨逃逸率应控制在 2.5×10^{-6} 以下。

6.1.3 SCR 脱硝系统应与发电机组阶跃负荷变化和负荷等变率相匹配。

6.1.4 系统可用率应不小于 98%，使用寿命和大修期应与发电机组相匹配。

6.1.5 SCR 脱硝系统应能在锅炉最低稳燃负荷工况和 BMCR 之间的任何负荷持续安全运行。

6.1.6 SCR 脱硝系统的烟气压降为 800 Pa～1400Pa，系统漏风率不宜大于烟气量的 0.4%。

6.2 工艺流程

SCR 脱硝系统一般由还原剂系统、催化反应系统、公用系统、辅助系统等组成，工艺流程见图 1。

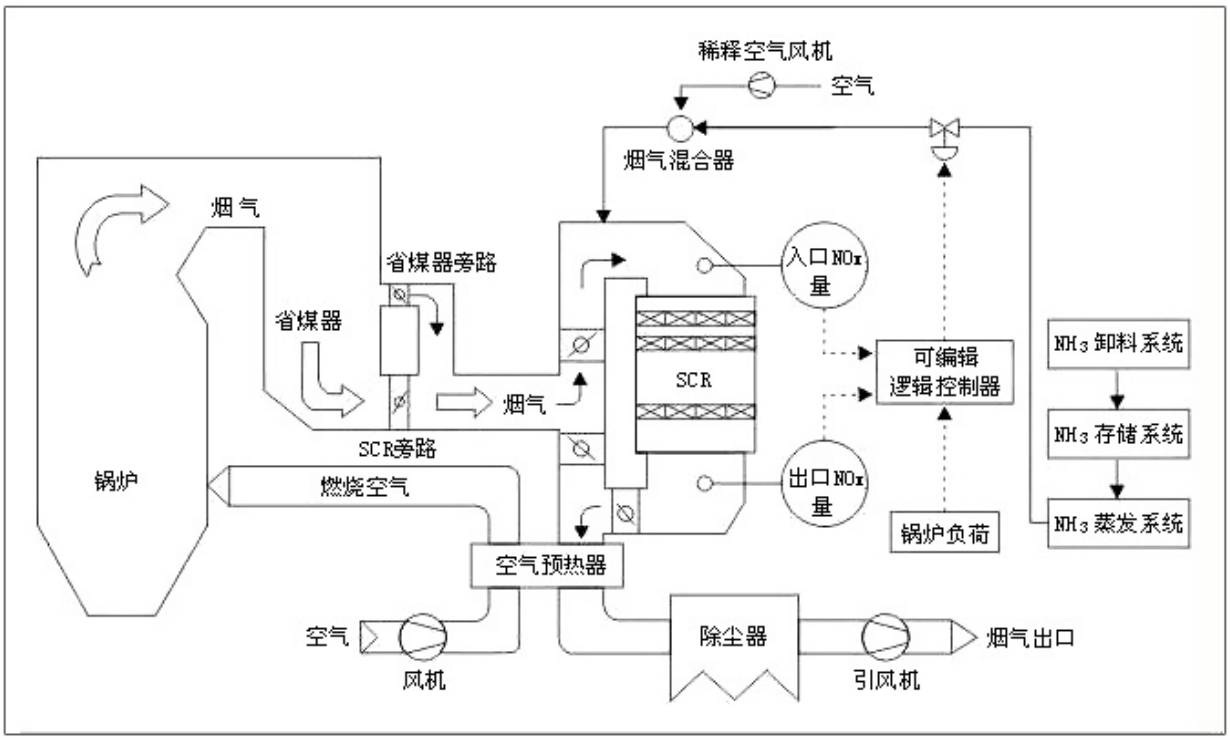

图 1 典型火电厂烟气 SCR 脱硝工艺流程图

6.3 还原剂系统

6.3.1 液氨储存与制备系统

6.3.1.1 液氨储存和制备装置应符合 GB 536、《危险化学品安全管理条例》、《危险化学品生产储存建设项目安全审查办法》和 GB18218 的有关规定。

6.3.1.2 液氨宜就近采购，避免长距离运输。运输工具宜采用小型专用密封槽车，且宜由供货方统筹安排运输，电厂负责提供卸料接口。

6.3.1.3 液氨储存和制备系统各装置需按乙类可燃气体系统设置。储氨罐一组不应超过两行，氨气储存系统一般应不少于两套。

6.3.1.4 液氨卸料可通过氨压缩机进行，在与槽车接口处设置用于卸氨前后排出管道中空气、与排放系统相连的管道。

6.3.1.5 采用液氨作为氨气来源时，应保证氨含量在 99.5%以上；设置储氨罐时，应布置在装置（车间）区边缘的一侧，并应在明火或者散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧，其装卸站应靠近道路（或铁路）。

6.3.1.6 储氨罐容量宜不小于设计工况下 5d 的氨气消耗量。

6.3.1.7 氨气制备装置（液氨蒸发器）的出力应按设计工况下氨气消耗量的 100%～120%选择，且不小于 100%校核工况下的氨气消耗量。

6.3.1.8 液氨储存和制备系统应有控制氨气二次污染的措施。

6.3.1.9 氨储存设备及运输管道上应有排空和氮气输入管路。

6.3.1.10 还原剂区和有可能产生氨泄露区域上部设置的顶棚或类似结构不应有可能造成氨聚集的封闭上凸区。

6.3.1.11 液氨储存与制备系统中自动门宜采用气动执行机构。

6.3.2 尿素制氨系统

6.3.2.1 对地处城区、距离城市较近或有桥梁、隧道等液氨运输条件制约的脱硝装置，宜优先选用尿素作为还原剂，尿素应符合 GB2440 的要求。

6.3.2.2 采用尿素作为还原剂的制氨系统有水解和热解两种方式，两种工艺的典型工艺流程参见附录 A。

6.3.2.3 尿素制氨系统应能连续、稳定地供应脱硝运行所需要的氨气流量，并满足负荷波动对氨供应量调整的响应要求。

6.3.2.4 所有设备应采取冬天防冻、夏天防晒措施。

6.3.2.5 尿素溶解设备宜布置在室内，尿素溶液储存设备可布置在室外。设备间距应满足施工、操作和维护的要求，各设备间的连接管道应保温。

6.3.2.6 尿素颗粒储仓可按 1 个设计，容量按照全厂脱硝装置 100%BMCR 工况下连续运行不小于 3d（每天 24h）所需要的氨气用量来设计。

6.3.2.7 由尿素颗粒储仓到尿素溶解罐的输送管路应设计有关断装置和避免尿素堵料的措施。

6.3.2.8 当采用尿素水解反应器来制备氨气时时，可设置一台尿素水解反应器，其出力宜按全厂脱硝系统所需要氨气量的 110%来设计，脱硝反应器多于 2 套时，可设一台备用反应器。反应器设计按照 GB150 有关规定进行设计。

6.3.2.9 当采用绝热分解室来制备氨气时，每套 SCR 反应器应设置 1 台绝热分解室，不设备用，且绝热分解室和计量分配装置应靠近反应器布置。分解室进出口气体分配管道宜设置调节风门。尿素热解稀释风模式应根据工程条件技术经济综合比较后确定。

6.3.3 管道

6.3.3.1 氨储存设备及运输用阀门及管道须按相关压力容器及危险物输送设管道计规范选用。阀门的通流直径宜与管道一致。所有可能与氨接触的管道、管件、阀门、仪表等部件均应严格禁铜。

6.3.3.2 液氨管道上应设置安全阀，以防管道超压，具体执行 SH3007 有关规定。

6.3.3.3 所有接触到尿素溶液的容器、泵壳体和叶轮、输送管道等材料，都应考虑尿素溶液的腐蚀，宜采用不锈钢材质。

6.3.4 安全

6.3.4.1 脱硝岛的设计应符合 GBJ16、GB50222 和 GB50229 等防火、防爆有关规范的规定。

6.3.4.2 在地上、半地下储罐或储罐组，应设置非燃烧、耐腐蚀材料的防火堤。

6.3.4.3 还原剂区应安装相应的气体泄漏检测报警装置、防雷防静电装置、相应的消防设施、储罐安全附件、急救设施设备和泄漏应急处理设备等。

6.3.4.4 应根据《危险化学品安全管理条例》配备应急救援人员和必要应急救援器材、设备。

6.4 催化反应系统

6.4.1 反应器和烟道

6.4.1.1 反应器本体为全钢焊接结构。反应器钢结构宜在工厂生产，根据运输和安装条件，可采用现场分段拼接。

6.4.1.2 反应器设计压力与锅炉炉膛设计压力相同，设计温度与烟道相同。

6.4.1.3 反应器内烟气平均流速一般取4m/s～6m/s，反应器的有效通流面积按几何断面的0.8倍计算。

6.4.1.4 为便于运输、安装、更换，催化剂应制成模块。

6.4.1.5 反应器平面尺寸应根据烟气流速确定，并根据催化剂模块大小及布置方式进行调整。反应器外的柱子中心线距钢结构立柱中心线的距离不宜小于1m。反应器有效高度应根据催化剂用量、模块高度、模块层数、层间净高、吹灰装置、烟气整流隔栅高度等情况综合考虑决定。

6.4.1.6 反应器入口段应设烟气扩散段及导流板，促使烟气的流场均布。反应器出口应设收缩段，其倾斜角度应能避免该处积灰。

6.4.1.7 在反应器侧壁对应催化剂部位应设置安装孔。

6.4.1.8 反应器内催化剂的支架应可兼作催化剂安装时的滑行导轨，并与安装或更换催化剂模块的专用小车相匹配。

6.4.1.9 反应器本体可采用整体悬挂方式或支撑方式。如采用支撑方式，则应充分考虑反应器本体内部结构的温度应力、支架热胀引起的对承重钢架的水平推力、支架采用的聚四氟乙烯摩擦片对温度的承受能力等影响。

6.4.1.10 反应器区应设大平台，大平台标高约低于反应器底部2m左右，大平台活荷载取10kN/m^2，大平台应留有催化剂模块等设备的起吊孔；对炉后场地过于狭小的改造工程，可考虑将反应器大平台作为反应器的制造场地，此时，平台荷载及结构应经详细计算，以保证其安全性。

6.4.1.11 大平台上方应设检修起吊装置，起吊高度应满足炉后地坪至反应器最上层催化剂进口的起吊要求，起吊重量按催化剂模块重量确定。

6.4.1.12 反应器本体外周应设平台，平台可采用格栅或花纹钢板两种形式；采用格栅平台时活荷载取2kN/m^2，采用花纹钢板时，应视情况考虑雪载荷和飞灰沉积载荷；如催化剂在平台上移动，应考虑催化剂重量。

6.4.1.13 烟道系统可视情况采用直通型或旁路型。烟道的设计压力与炉膛相同，取±5.8kPa。反应器和烟道设计温度按锅炉BMCR工况下燃用设计或校核煤质的最高工作温度加30℃取值。

6.4.2 催化剂

6.4.2.1 催化剂选型前应收集附录B中规定的参数。

6.4.2.2 SCR反应器内承装的催化剂可选择蜂窝式、板式、波纹式或其他形式。催化剂形式、催化剂中各活性成分含量以及催化剂用量一般应根据具体烟气工况、灰质特性和脱硝效率确定。

6.4.2.3 催化剂各层模块应规格统一、具有互换性，且应采用钢结构框架，并便于运输、安装和起吊。

6.4.2.4 催化剂模块应设计有效防止烟气短路的密封系统，密封装置的寿命不低于催化剂的寿命。

6.4.2.5 催化剂层数一般应留有 1-2 层备用层，初期设计脱硝效率低的宜预留 2 层，基本安装层数应根据催化剂化学、机械性能衰减特性确定。

6.4.2.6 每一层催化剂均应设计可拆卸的催化剂测试部件，并设有清灰设施和反积灰措施。

6.4.2.7 应考虑在系统停运时催化剂的保护措施。

6.4.3 稀释空气系统

6.4.3.1 稀释空气量应按最大耗氨量设计，稀释后 NH_3 的容积浓度应不高于 5%。

6.4.3.2 稀释空气可由空预器出口一次风引取，也可通过设计专用稀释风机提供。

6.4.3.3 当采用稀释风机时，稀释风机按两台 100%容量（一用一备）设置。稀释风机流量应在设计计算基础上考虑 20%裕量，压头应在管路阻力计算基础上考虑 13%裕量。

6.4.3.4 稀释风道内流速按 8m/s~15m/s 设计，在喷氨点下游应装设混合器。

6.4.4 氨/空气混合气体喷射系统

6.4.4.1 喷射系统可采用喷氨格栅或涡流混合器。氨/空气混合气体一般以分区方式喷入烟气，每个区域系统应具有均匀稳定的流量特性并具有独立的流量控制和测量手段。

6.4.4.2 氨/空气混合气体通过喷嘴进入反应器，喷嘴出口流速应不低于 60m/s。

6.4.4.3 喷入点的设计应通过数值模拟或物模试验确定。

6.4.4.4 喷射系统的阀门应选用不锈钢调节阀。

6.4.4.5 喷氨格栅宜采取促进氨/空气混合的措施，且喷氨格栅应设计防止被固体灰份堵塞的措施和防磨措施。

6.4.4.6 最低喷氨温度由技术提供方根据烟气条件确定，以低者为佳。

6.4.5 SCR 反应器内部吹灰

吹灰方式可采用蒸汽吹灰或声波吹灰等方式。

6.4.6 SCR 反应器除灰

应根据 SCR 反应器出口烟道布置情况、烟气中飞灰浓度、煤粉细度等因素，判断分析反应器底部或出口烟道是否可能积灰，如可能积灰，则应设置除灰系统，并与锅炉的主除灰方式一致。

6.4.7 空气预热器要求

6.4.7.1 空气预热器应考虑防腐，对回转式空气预热器中低温段换热元件应采用防腐蚀的涂搪瓷处理，对新建锅炉应预留低温段换热元件改造空间和载荷。

6.4.7.2 空气预热器兼供稀释空气时，对新建锅炉，应将所需的稀释空气量计入空气预热器一次风量内；对已建锅炉，则应核算空气预热器一次风量，如空气预热器的一次风量不能满足增加稀释空气量的要求，则应增设稀释风机系统。

6.4.7.3 回转式空气预热器吹灰应采用蒸汽及高压水双介质吹灰器。高压水吹灰系统作低负荷离线冲洗用，采用小流量高扬程的吹灰水泵。蒸汽吹灰系统作在线吹灰用，汽源压力 1.0MPa，温度 350℃左右。

6.4.8 引风机要求

对新建锅炉，引风机选型时应考虑反应器及新增烟道的烟气阻力；对已建锅炉，应根据运行参数核算引风机压头裕量，必要时应对引风机进行更换或改造。

6.4.9 锅炉要求

6.4.9.1 对新建锅炉，业主应与锅炉厂商定烟道进出反应器的方式，并预留烟道接口条件；对已建锅炉，应由锅炉厂确认钢架的修改设计及施工方案。

6.4.9.2 对新建锅炉，锅炉本体的设计应充分考虑加设脱硝后增加的阻力影响，脱硝区应预留载荷条件。

6.5 公用系统

6.5.1 加热蒸汽系统

6.5.1.1 加热蒸汽主要用于液氨蒸发器加热和 SCR 反应器蒸汽吹灰。

6.5.1.2 加热蒸汽汽源宜取自电厂的厂用蒸汽系统。

6.5.1.3 加热蒸汽耗量宜综合考虑蒸发器还原剂加热、反应器蒸汽吹灰以及必要的热损失等确定额定耗量。

6.5.2 废水处理系统

6.5.2.1 在清理、事故或停机状态下，储氨设备中的液氨和氨气应排放至氨气稀释槽，用水稀释后后排入废水处理系统。

6.5.2.2 废水可以单独设置处理系统，也可排入厂内废水处理系统集中处理。

6.5.2.3 废水的处理措施及工艺选择，应符合项目环境影响报告书审批意见的要求。

6.5.2.4 废水处理系统应采取防腐措施，适应处理介质的特殊要求。

6.5.2.5 处理后的废水，可按照全厂废水管理的统一规划进行回用或排放，处理后排放的废水水质应达到 GB8978 或建厂所在地区的地方排放标准要求。

6.5.3 压缩空气系统

6.5.3.1 检修用压缩空气应满足下列要求：

a）含尘粒径<1μ；

b）含尘量<1mg/m^3；

c）含油量<3mg/m^3；

d）含水量：压力露点≤-20℃。

6.5.3.2 仪用压缩空气应满足下列要求：

a）含尘粒径<1μ；

b）含尘量<1mg/m^3；

c）含油量<1mg/m^3；

d）含水量：压力露点≤-20℃。

6.6 二次污染控制措施

6.6.1 脱硝工程设计过程中应考虑二次污染的控制措施，废气、废水、噪声及其它污染物的防治与排放，应执行国家现行环境保护法规和标准的有关规定。

6.6.2 脱硝岛应采取控制氨气无组织排放的措施，各厂界氨的浓度应达到 GB14554 的要求。

6.6.3 脱硝岛应采取有效的隔声、消声、绿化等降低噪声的措施，噪声和振动控制的设计应符合 GBJ87 和 GB50040 的规定，各厂界噪声应达到 GB12348 的要求。

6.7 突发事故应急措施

6.7.1 液氨储存与供应区域设置完善的消防系统、洗眼器及防毒面罩等。

6.7.2 氨站应设防雨、防晒及喷淋措施。喷淋设施要考虑工程所在地冬季气温因素。

7 主要工艺设备和材料

7.1 主要工艺设备的选择和性能要求见本标准第 6 章；主要材料应在燃煤锅炉常用材料中选取，材料的选择应满足脱硝系统的工艺要求。

7.2 对于接触腐蚀性介质的部位，应采用防腐材料或做防腐处理。

7.3 当承压部件为金属材料并内衬非金属防腐材料时，应考虑非金属材料与金属材料之间的粘结强度，且承压部件的自身设计应确保非金属材料能够长期稳定地粘结在基材上。

7.4 金属材料宜以碳钢材料为主。对金属材料表面可能接触腐蚀性介质的区域，应根据脱硝工艺不同部位的实际情况，衬抗腐蚀性和磨损性强的非金属材料。

脱硝系统主要设备用材的选定可参考表 7-1：

表 7-1 脱硝系统主要设备用材的选定

编号	名称	内部介质	压力条件	温度条件	注意事项	使用部位	用材
1	脱硝反应器	烟气	±0.01MPa	200℃- 反应器设计温度	—	脱硝反应器及其附属部材、烟道	一般构造用轧钢钢材
2	氨气管道	氨气、氨/空气混合气体	2MPa	环境温度-600℃	防漏；耐压强度；	氨气注入管及氨/空气混合气体管道	压力管道用碳素钢钢管、热轧不锈钢板及钢带
3	一般管道	空气	0.2MPa	环境温度		稀释风机、氨气稀释空气管道	镀锌钢管
4	压力管道	蒸汽	2MPa	~350℃	耐压强度	蒸汽管道	碳素钢钢管
5	支撑构造物	空气	—	环境温度	—	支撑钢架、平台等	一般构造用轧钢钢材、一般构造用碳素钢管
6	催化剂模块外壳	烟气	—	200℃- 反应器设计温度	同脱硝反应器	脱硝反应器内	一般构造用轧钢钢材、一般构造用碳素钢管

8 辅助系统

8.1 电气系统

8.1.1 供电系统

8.1.1.1 脱硝系统低压厂用电电压等级应与厂内主体工程一致。

8.1.1.2 脱硝系统厂用电系统中性点接地方式应与厂内主体工程一致。

8.1.1.3 脱硝低压工作电源宜设置单独脱硝低压工作变压器。

8.1.1.4 每台锅炉宜设一段脱硝低压母线。

8.1.1.5 除满足上述要求外，其余均应符合 DL/T 5153 中的有关规定。

8.1.2 直流系统

8.1.2.1 新建锅炉同期建设烟气脱硝系统时，脱硝系统直流负荷宜由机组直流系统供电。当脱硝系统布置离主厂房较远时，也可设置脱硝直流系统。

8.1.2.2 脱硝系统为预留时，机组直流系统不考虑脱硝负荷。

8.1.2.3 已建锅炉加装烟气脱硝系统时，宜装设脱硝直流系统向脱硝系统直流负荷供电。

8.1.2.4 直流系统的设置应符合 DL/T 5120 的规定。

8.1.3 交流保安电源和交流不停电电源（UPS）

8.1.3.1 脱硝系统宜设单独的交流保安母线段。当主厂房交流保安电源的容量足够时，脱硝交流保安母线段宜由主厂房交流保安电源供电，否则可由单独设置的能快速启动的柴油发电机供电，其他要求应符合 DL/T 5153 中的有关规定。

8.1.3.2 新建锅炉同期建设烟气脱硝系统时，脱硝系统交流不停电负荷宜由机组 UPS 系统供电。当脱硝系统布置离主厂房较远时，也可单独设置 UPS。

8.1.3.3 脱硝系统为预留时，机组 UPS 系统不考虑向脱硝负荷供电。

8.1.3.4 已建锅炉加装烟气脱硝系统时，宜单独设置 UPS 向脱硝系统不能停电负荷供电。

8.1.3.5 UPS 宜采用静态逆变装置，其它要求应符合 DL/T 5136 中的有关规定。

8.1.4 二次线

8.1.4.1 脱硝电气系统控制水平应与工艺专业协调一致，宜纳入分散控制系统控制，也可采用强电控制。

8.1.4.2 其它二次线要求应符合 DL/T 5136 和 DL/T 5153 的规定。

8.2 热工自动化系统

8.2.1 热工自动化水平与控制方式

8.2.1.1 脱硝系统应集中监控，实现脱硝系统启动，正常运行工况的监视和调整，停机和事故处理。

8.2.1.2 脱硝系统在启、停、运行及事故处理情况下均应不影响机组正常运行。

8.2.1.3 脱硝系统宜采用分散控制系统（DCS）或可编程逻辑控制器（PLC），其功能包括数据采集和处理（DAS）、模拟量控制（MCS）、顺序控制（SCS）及联锁保护、脱硝厂用电源系统监控等。

8.2.2 热工检测及自动调节系统

8.2.2.1 保护系统指令应具有最高优先级；事件记录功能应能进行保护动作原因分析。

8.2.2.2 还原剂区宜设置必要的工业电视监视探头，并纳入全厂工业电视监视系统。

8.2.2.3 脱硝系统应有完善的热工模拟量控制、顺序控制、联锁、保护、报警功能。各项功能应尽可能在 DCS 或 PLC 中统一实现。

8.2.3 热工保护、报警及连锁

8.2.3.1 重要热工测量项目仪表应双重或三重化冗余设置。

8.2.3.2 在氨介质防爆区域内，控制和监测设备应采用防腐防爆选型，并严格禁铜。

8.2.4 控制系统

8.2.4.1 脱硝系统与机组同步建设时，宜将脱硝系统的控制纳入机组单元控制系统，不再单独设置脱硝控制室。

8.2.4.2 已建锅炉增设脱硝系统时，可两台炉设置一个独立的脱硝控制室。当条件具备时，宜将脱硝系统控制室与机炉集控室合并，或将脱硝系统的控制纳入已经建成的机组单元控制系统，以达到与机炉统一监视或控制。

8.2.4.3 还原剂区宜单独设置控制室，采用与单元机组 DCS 或辅控 PLC 相同的硬件设备。重要的联锁或监视信号应通过硬接线方式与 SCR 控制系统或锅炉控制系统进行交换。

8.3 建筑及结构

8.3.1 SCR 反应器支撑框架结构根据现场条件可采用混凝土或钢结构形式。

8.3.2 还原剂区的设备及容器直接安装于地面，大型贮罐的操作平台采用钢结构，平台面及扶梯踏步

宜使用格栅结构。

8.4 采暖及空气调节

8.4.1 采暖

8.4.1.1 还原剂区设有小型控制室，采暖取可纳入全厂集中供暖系统，过渡区及非采暖区可安装普通空调。

8.4.1.2 脱硝岛区域建筑物的采暖应与其他建筑物一致。当厂区设有集中采暖系统时，采暖热源宜由厂区采暖系统提供。

8.4.1.3 脱硝岛区域建筑物的采暖应选用不易积尘的散热器供暖，当散热器布置上有困难时，可设置暖风机。

8.4.2 空气调节

8.4.2.1 脱硝岛内控制室和电子设备间应设置空气调节装置。室内设计参数应根据设备要求确定。

8.4.2.2 在寒冷地区，通风系统的进、排风口宜考虑防寒措施。

8.4.2.3 通风系统的进风口宜设在清洁干燥处，电缆夹层不应作为通风系统的吸风地点。在风沙较大地区，通风系统应考虑防风沙措施。在粉尘较大地区，通风系统应考虑防尘措施。

8.5 消防系统

8.5.1 还原剂区消防应符合 GB 50160 及 GB 50229 的要求。

8.5.2 对新建电厂，还原剂区消防系统纳入电厂消防系统，其消防用水均由电厂的消防水系统提供。对设置于厂区外的还原剂区，可设置独立的消防系统。其报警信号除送就地控制室外，还应送电厂集控室火灾报警监视盘。

8.5.3 液氨储罐设有遮阳棚。

8.5.4 控制室内应设置报警信号显示屏。

8.6 烟气排放连续监测系统(CEMS)

8.6.1 火力发电锅炉应装设符合 HJ/T76 要求的烟气排放连续监测系统，并按照 HJ/T75 的要求进行连续监测。

8.6.2 烟气排放连续监测系统经省级以上环境保护行政主管部门验收合格后，在有效期内其监测数据为有效数据。

8.6.3 入口烟气排放连续监测装置至少应包含以下测量项目：烟气流量、一氧化氮浓度、二氧化氮浓度、烟气含氧量。

8.6.4 出口烟气排放连续监测装置至少应包含以下测量项目：一氧化氮浓度、二氧化氮浓度、烟气含氧量、氨逃逸率。

9 劳动安全与职业卫生

9.1 脱硝岛设计中应高度重视劳动安全和职业卫生，采取各种防治措施，保护人身的安全和健康。

9.2 脱硝岛的设计应遵守 DL5009.1 和 DL5053 及其他有关强制性标准的规定。

9.3 脱硝岛的防火、防爆设计应符合 GBJ16、GB50222 和 GB50229 等有关标准的规定。

9.4 脱硝岛室内防泄漏、防噪声与振动、防电磁辐射、防暑与防寒等要求应符合 GBZ1 的规定。

9.5 在易发生液氨或者氨气泄漏的区域应设置必要的检测设备和水喷雾系统。

9.6 应尽可能采用噪声低的设备，对于噪声较高的设备，应采取减震消声措施，尽量将噪声源和操作人员隔开。工艺允许远距离控制的，可设置隔声操作（控制）室。

10 施工与验收

10. 1 施工

10.1.1 脱硝工程施工单位应具有国家相应的工程施工资质。

10.1.2 脱硝工程的施工应符合国家和行业施工程序及管理文件的要求。

10.1.3 脱硝工程应按设计文件进行施工，对工程的变更应取得设计单位的设计变更文件后再进行施工。

10.1.4 脱硝工程施工中使用的设备、材料、器件等应符合相关的国家标准，并应取得供货商的产品合格证后方可使用。

10.1.5 施工单位应遵守国家有关部门颁布的劳动安全及卫生、消防等国家强制性标准，及相关的施工技术规范。

10.2 验收

10.2.1 竣工验收

10.2.1.1 脱硝工程验收应按《建设项目（工程）竣工验收办法》、相应专业现行验收规范和本规范的有关规定进行。工程竣工验收前，严禁投入生产性使用。

10.2.1.2 脱硝工程验收应依据主管部门的批准文件、批准的设计文件和设计变更文件、工程合同、设备供货合同和合同附件、设备技术说明书和技术文件、专项设备施工验收规范及其它文件。

10.2.1.3 脱硝工程中选用国外引进的设备、材料、器件应按供货商提供的技术规范、合同规定及商检文件执行，并应符合我国现行国家或行业标准的有关要求。

10.2.1.4 工程安装、施工完成后应进行调试前的启动验收，启动验收合格和对在线仪表进行校验后方可进行分项调试和整体调试。

10.2.1.5 通过脱硝系统整体调试，各系统运转正常，技术指标达到设计和合同要求后，应进行启动试运行。

10.2.1.6 对整体启动试运行中出现的问题应及时消除。在整体启动试运行连续试运 168h、技术指标达到设计和合同要求后，建设单位向有审批权的环境保护行政主管部门提出生产试运行申请。经批准后，方可进行生产试运行。

10.2.2 竣工环境保护验收

10.2.2.1 脱硝工程竣工环境保护验收应按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。

10.2.2.2 脱硝工程竣工环境保护验收除应满足《建设项目竣工环境保护验收管理办法》规定的条件外，在生产试运行期间还应对脱硝系统进行性能试验，性能试验报告应作为环境保护验收的重要内容。

10.2.2.3 脱硝系统性能试验包括：功能试验、技术性能试验、设备试验和材料试验。其中，技术性能试验至少应包括以下项目：

a）脱硝效率；

b）脱硝反应器出口烟气残氨量；

c）烟气系统压力降；

d）烟气系统温降；

e）电能消耗；

f）催化剂活性与纯度；

g）SO_2 至 SO_3 的转化率。

10.2.2.4 脱硝系统竣工环境保护验收的主要技术依据包括：

a）项目环境影响报告书审批文件；

b）各类污染物环境监测报告；

c）批准的设计文件和设计变更文件；

d）脱硝性能试验报告；

e）试运行期间烟气连续监测报告；

f）完整的启动试运(验)、试运行记录等。

11 运行与维护

11.1 一般规定

11.1.1 脱硝系统的运行、维护及安全管理除应执行本规范外，还应符合国家现行有关强制性标准的规定。

11.1.2 未经当地环境保护行政主管部门批准，不得停止运行脱硝系统。由于紧急事故造成脱硝系统停止运行时，应立即报告当地环境保护行政主管部门。

11.1.4 脱硝系统运行应在满足设计工况的条件下进行，并根据工艺要求定期对各类设备、电气、自控仪表及建（构）筑物进行检查维护，确保装置稳定可靠地运行。

11.1.5 脱硝系统不得在超过设计负荷 120%的条件下长期运行。

11.1.6 脱硝系统在正常运行条件下，各项污染物排放应满足国家或地区排放标准的规定。

11.1.7 厂内应建立建全与脱硝系统运行维护相关的各项管理制度，以及运行、操作和维护规程；建立脱硝系统、主要设备运行状况的台帐制度。

11.1.9 劳动安全和职业卫生设施应与脱硝岛同时建成运行，脱硝岛的安全管理应符合 GB12801 中的有关规定。

11.1.10 采用液氨作为还原剂时，应根据《危险化学品安全管理条例》的规定创立本单位事故应急救援预案，配备应急救援人员和必要应急救援器材、设备，并定期组织演练。

11.2 人员与运行管理

11.2.1 根据厂内管理模式特点，对脱硝系统的运行管理既可成为独立的脱硝车间也可纳入锅炉或除灰车间的管理范畴。

11.2.2 脱硝系统的运行人员宜单独配置。当厂内需要整体管理时，也可以与机组合并配置运行人员。但厂内至少应设置 1 名专职的脱硝技术管理人员。

11.2.3 厂内应对脱硝系统的管理和运行人员进行定期培训，使管理和运行人员系统掌握脱硝设备及其它附属设施正常运行的具体操作和应急情况的处理措施。运行操作人员，上岗前还应进行以下内容的专业培训：

a）启动前的检查和启动要求的条件；

b）处置设备的正常运行，包括设备的启动和关闭；

c）控制、报警和指示系统的运行和检查，以及必要时的纠正操作；

d）最佳的运行温度、压力、脱硝效率的控制和调节，以及保持设备良好运行的条件；

e）设备运行故障的发现、检查和排除；

f）事故或紧急状态下人工操作和事故处理；

g）设备日常和定期维护；

h）设备运行及维护记录，以及其他事件的记录和报告。

11.2.4 厂内应建立脱硝系统运行状况、设施维护和生产活动等的记录制度，主要记录内容包括：

a）系统启动、停止时间；

b）还原剂进厂质量分析数据，进厂数量，进厂时间；

c）系统运行工艺控制参数记录，至少应包括：还原剂区各设备的压力、温度、氨的泄漏值，SCR 反应器出、入口烟气温度、烟气流量、烟气压力、湿度、NO_x 和氧气浓度，差压、出口 NH_3 浓度等，可参见附录 C；

d）主要设备的运行和维修情况的记录，包括对批准设置旁路烟道的，旁路档板门的开启与关闭时间的记录；

e）烟气连续监测数据、污水排放、脱硝附产物处置情况的记录；

f）生产事故及处置情况的记录；

g）定期检测、评价及评估情况的记录等。

11.2.5 运行人员应按照厂内规定坚持做好交接班制度和巡视制度，特别是对于液氨卸车储存、液氨蒸发过程的监督与配合，防止和纠正装卸过程中产生泄漏对环境造成的污染。

11.3 维护保养

11.3.1 脱硝系统的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中。

11.3.2 厂内应根据脱硝系统技术负责方提供的系统、设备等资料制定详细的维护保养规定。

11.3.3 维修人员应根据维护保养规定定期检查、更换或维修必要的部件。

11.3.4 维修人员应做好维护保养记录。

附录 A

（资料性附录）

尿素水解制氨气工艺典型工艺流程

A.1 本标准针对 SCR 烟气脱硝技术中的尿素水解部分，无其他脱硝方法如 SNCR，电子束辐射法等内容。

A.2 采用尿素作为还原剂的制氨系统有水解和热解两种方式。尿素水解制氨系统包括：尿素颗粒储仓、尿素计量罐、尿素溶解罐、尿素溶液泵、尿素溶液储罐、供液泵、水解反应器、缓冲罐、蒸汽加热器及疏水回收装置等；尿素热解制氨系统包括：尿素颗粒储仓、尿素计量罐、尿素溶解罐、尿素溶液泵、尿素溶液储罐、供液泵、热解器、缓冲罐、加热器等。

A.3 尿素水解制氨气的典型工艺流程包括：

a）运送至现场的颗粒尿素送入尿素颗粒储仓，经尿素计量罐加入尿素溶解罐中的工艺冷凝水（或按比例补充的新鲜除盐水）中充分溶解，以配制一定浓度的尿素溶液。溶解罐中工艺冷凝水（或除盐水）通过蒸汽加热维持在 40℃左右，溶解罐设置有搅拌器。溶解罐中的尿素溶液通过尿素溶液泵送入尿素溶液储罐中。

b）供液泵将尿素溶液储罐中的尿素溶液送入水解反应器。

c）尿素溶液在水解反应器中通过蒸汽加热后产生水解，转化为氨气和二氧化碳，水解后的残留液体尽可能回收至系统设备中重复利用，以减少系统热损失。水解反应器的设计应保证溶液有足够的停留时间，加热蒸汽一般由汽机抽汽作为汽源。

d）尿素水解后生成的氨气/二氧化碳进入缓冲罐，再由缓冲罐送至氨/空气混合器中与稀释空气混合后供应至锅炉 SCR 氨喷射系统，氨气供应管道加装电动流量调节阀门，以控制氨气供应量。

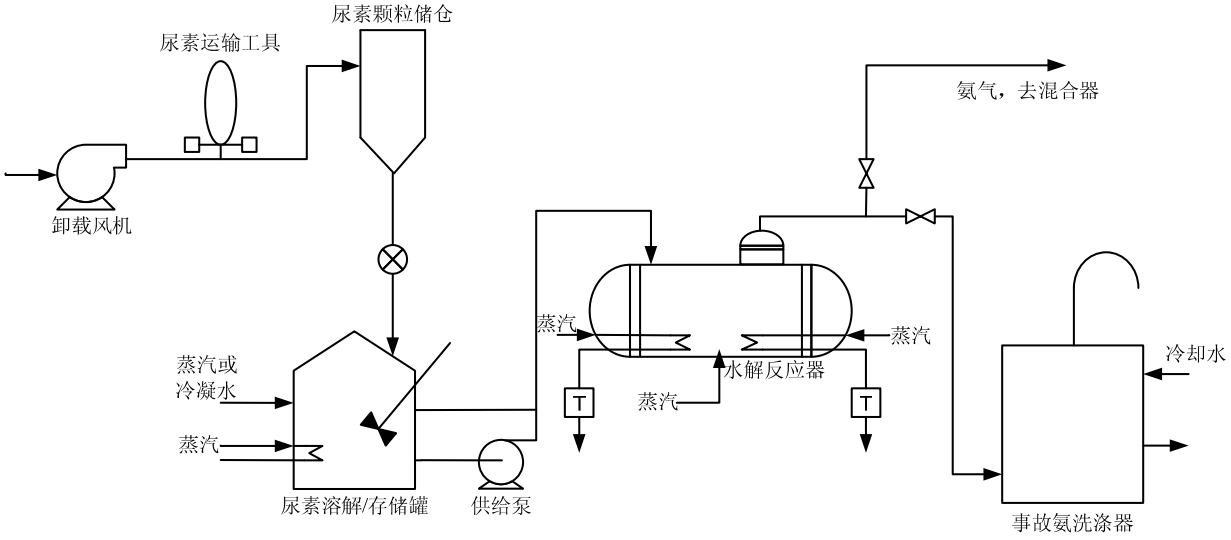

图 A.1 典型尿素水解制氨气系统工艺流程图

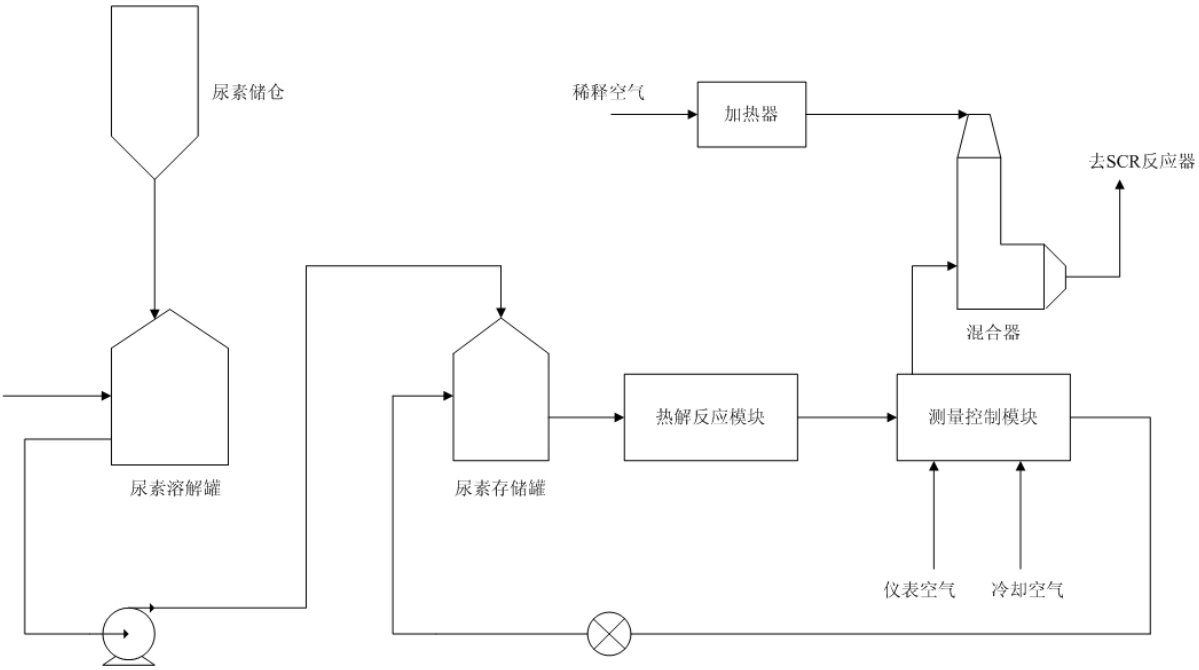

图 A.2 典型尿素热解制氨气系统工艺流程图

附录 B

（资料性附录）

烟气和煤质参数表

参数名称		备注
烟气中 NO_x 含量		S.T.P.干态，6%含氧量
烟气体积流量		S.T.P.湿态或干态
烟气温度范围		
含尘量		S.T.P.干态，6%含氧量
煤种的工业分析，元素分析		
灰份分析		
飞灰粒径分布		
烟气组分分析 煤元素分析	O_2 含量	S.T.P.干态
	CO_2 含量	S.T.P.干态
	N_2 含量	S.T.P.干态
	H_2O 含量	S.T.P.
	SO_2 含量	S.T.P.干态，6%含氧量
	SO_3 含量	S.T.P.干态，6%含氧量
	HCl 含量	S.T.P.干态，6%含氧量
	HF 含量	S.T.P.干态，6%含氧量
	CO 含量	S.T.P.干态，6%含氧量
	硅（Si）含量	
	硒（Se）含量	
	砷（As）含量	
	汞（Hg）含量	
	铅（Pb）含量	
	磷（P）含量	
	有机烷烃（CH）含量	S.T.P.干态，6%含氧量
	多氯代二苯并呋喃（PCDF）含量	S.T.P.干态，6%含氧量

注：供催化剂选型用。

附录 C

（资料性附录）

脱硝系统运行参数监测表

SCR 脱硝系统编号：

项目			备注
时间			
NO_x 脱除效率（%）			
烟气参数	流量（m^3/h）		
	温度（℃）		
	湿度（%）		
	烟尘浓度（mg/m^3）		
	O_2 浓度（%）		
	CO 浓度（mg/m^3）		
	……		
压降（Pa）	第一层		
	第二层		
	第三层		
	……		
NO_x 浓度（mg/m^3）	反应器入口处		
	第一、二催化剂层之间		
	第二、三催化剂层之间		
	……		
	反应器出口处		
SO_2 浓度（mg/m^3）	反应器入口处		
	反应器出口处		
催化剂参数	活性变化		
	积灰情况		积灰区域分布、程度以及积灰特点如爆米花灰等。
	磨蚀情况		
	微观结构变化		孔径分布、孔容和比表面积等变化情况。
	……		
注 1：催化剂参数应定期检测（每 2 个月监测一次），其中积灰情况较为特殊，可根据机组运行情况，结合锅炉大修停炉等时期进行分析。 注 2：以上数据均为实测工况数据。			

负责人： **日期：**