

HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 562—2010

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 denitrification for thermal power plant

2010—02—03 发布

2010—04—01 实施

环 境 保 护 部 发布

目 次

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 总体要求.....3

6 工艺设计.....4

7 主要工艺设备和材料.....9

8 检测与过程控制.....10

9 辅助系统.....11

10 劳动安全与职业卫生.....12

11 施工与验收.....13

12 运行与维护.....14

附录A（资料性附录）尿素制氨系统典型工艺流程.....16

附录B（资料性附录）催化剂设计选型的基础数据.....18

附录C（资料性附录）失效催化剂的处理方式.....20

附录D（资料性附录）性能修正曲线示例.....22

附录E（资料性附录）脱硝系统参数检测表.....24

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，改善大气环境质量，制定本标准。

本标准规定了火电厂选择性催化还原法烟气脱硝工程的设计、施工、验收、运行和维护等技术要求。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

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 2010 年 2 月 3 日批准。

本标准自 2010 年 4 月 1 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

本标准规定了火电厂选择性催化还原法烟气脱硝工程的设计、施工、验收、运行和维护等应遵循的技术要求，可作为环境影响评价、工程设计与施工、项目竣工环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

本标准适用于机组容量为 200MW 及以上火电厂燃煤、燃气、燃油锅炉同期建设或已建锅炉的烟气脱硝工程。机组容量 200MW 以下的燃煤、燃气、燃油锅炉及其他工业锅炉、炉窑，同期建设或已建锅炉的烟气脱硝工程时，可参照执行。

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 12348	工业企业厂界噪声排放标准
GB 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB 18218	危险化学品重大危险源辨识
GB 50016	建筑设计防火规范
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	火力发电厂与变电站设计防火规范
GB 50351	储罐区防火堤设计规范
GBJ 87	工业企业噪声控制设计规范
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
GB/T 20801	压力管道规范 工业管道
GB/T 21509	燃煤烟气脱硝技术装备
DL 5009.1	电力建设安全工作规程（火力发电厂部分）
DL 5053	火力发电厂劳动安全和工业卫生设计规程
DL/T 5032	火力发电厂总图运输设计技术规程

DL/T 5121	火力发电厂烟风煤粉管道设计技术规程
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（试行）
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范
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

GB/T 21509 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 脱硝岛 denitrification island

包含为脱硝服务的建（构）筑物及控制系统在内的整套系统。

3.2 脱硝系统 denitrification system

采用物理或化学的方法脱除烟气中氮氧化物（ NO_x ）的系统，本标准中指选择性催化还原法脱硝系统。

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

利用还原剂在催化剂作用下有选择性地与烟气中的 NO_x 发生化学反应，生成氮气和水的方法。

3.4 还原剂 reductant

脱硝系统中用于与 NO_x 发生还原反应的物质及原料。

3.5 喷氨格栅 ammonia injection grid

将还原剂均匀喷入烟气中的装置。

3.6 静态混合器 static mixer

实现还原剂与烟气均匀混合的装置。

3.7 氨逃逸浓度 ammonia slip

SCR 反应器出口烟气中氨的质量与烟气体积（101.325kPa、0℃，干基，过量空气系数 1.4）之比，一般用 mg/m^3 表示。

3.8 系统可用率 system 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：

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

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。

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

锅炉最大连续蒸发量下的工况，简称 BMCR 工况。

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

锅炉经济蒸发量下的工况，对应于汽轮机机组热耗保证工况，简称 BECR 工况。

4 污染物与污染负荷

4.1 新建锅炉加装脱硝系统时，设计工况宜采用 BMCR 工况下的烟气量、NO_x 和烟尘浓度为设计值时的烟气参数；校核工况宜采用 BECR 工况下烟气量、NO_x 和烟尘浓度为最大值时的烟气参数。

4.2 已建锅炉加装脱硝系统时，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，并考虑燃料的变化趋势。

4.3 烟气参数应按 GB/T 16157 进行测试。

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 脱硝岛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，满足防火、防爆、防毒的要求；
- 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) 充分利用厂内公用设施；
- f) 节约用地，工程量小，运行费用低。

5.1.2 应装设符合 HJ/T 76 要求的烟气排放连续监测系统，并按照 HJ/T 75 的要求进行连续监测。

5.2 工程构成

5.2.1 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储存、制备、供应等设备。

5.2.3 催化反应系统包括烟道、氨的喷射及混合装置、稀释空气装置、反应器、催化剂等。

5.2.4 公用系统包括蒸汽系统、废水排放系统、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、采暖及空气调节系统、烟气排放连续监测系统等。

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：设备运行稳定、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：脱硝岛的平面竖向布置、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不低于 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。新建电厂还原剂储存应纳入厂区总平面布置统筹规划，并宜考虑机组再扩建时的条件。还原剂区与其它建（构）筑物的距离应符合 GB 50160 的规定。

5.3.2.2 改、扩建电厂场地布置困难时，还原剂储存设施可布置在厂外，但选址要求应符合 DL 5032 及 HG/T 20649 中的有关规定。

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 还原剂区地坪宜低于周围道路标高。

5.3.2.5 液氨储罐区宜设环形消防道路，场地困难时，可设尽头式道路，但应设回转场地，并符合 GB 50229 的规定。

5.3.2.6 还原剂区的设备宜室外布置，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。

5.3.2.7 还原剂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。

5.3.2.8 还原剂区内电气柜小室电缆进线沟应进行隔离处理，防止泄露的氨气进入电气柜小室。

5.3.2.9 当采用尿素作为还原剂时，绝热分解室或水解反应器可布置在还原剂区或就近布置在反应区。

5.3.3 反应器区

5.3.3.1 反应器宜布置在省煤器与空气预热器之间，并靠近锅炉本体。

5.3.3.2 对新建或扩建机组，反应器宜垂直布置在空气预热器上方。

6 工艺设计

6.1 一般规定

6.1.1 脱硝系统应与锅炉负荷变化相匹配。

6.1.2 脱硝系统不得设置反应器旁路。

6.1.3 在催化剂最大装入量情况下的设计脱硝效率不得低于 80%。

6.1.4 氨逃逸浓度宜小于 $2.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

6.1.5 SO_2/SO_3 转化率应不大于 1%。

6.1.6 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。

6.1.7 脱硝系统应能在锅炉最低稳燃负荷和 BMCR 之间的任何工况之间持续安全运行，当锅炉最低稳燃负荷工况下烟气温度不能达到催化剂最低运行温度时，应从省煤器上游引部分高温烟气直接进入反应器以提高烟气温度。

6.1.8 脱硝系统的烟气压降宜小于 1400Pa，系统漏风率宜小于 0.4%。

6.2 脱硝系统流程

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，流程见图 1。

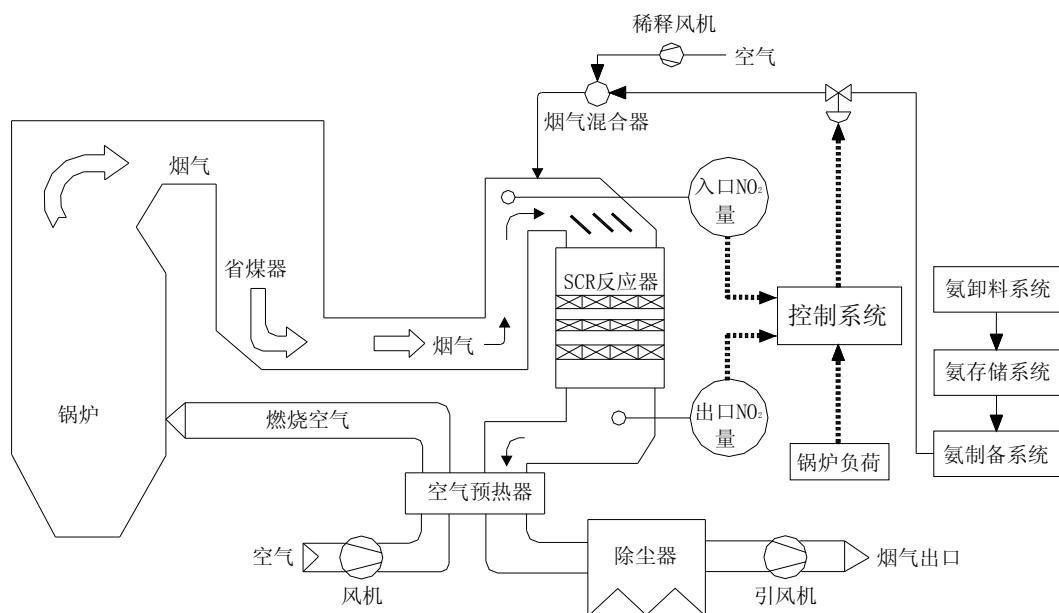


图 1 典型火电厂烟气 SCR 脱硝系统流程图

6.3 还原剂系统

6.3.1 一般规定

还原剂主要有液氨、尿素和氨水，其选择应按照项目环境影响评价文件、安全影响评价文件的批复确定。还原剂区内的压力容器的设计应符合 GB 150 的规定。

6.3.2 液氨还原剂

6.3.2.1 液氨应符合 GB 536 的要求。

6.3.2.2 液氨运输工具宜采用专用密封槽车。

6.3.2.3 液氨卸料可通过氨压缩机进行，在与槽车接口处宜设置与排放系统相连的管道，用于卸氨前后排出管道中的空气。

6.3.2.4 液氨槽车卸料应采用万向充装管道系统。

6.3.2.5 液氨储存和制备装置应符合 GB 536、GB 18218、《危险化学品安全管理条例》和《危险化学品生产储存建设项目安全审查办法》的有关规定。

6.3.2.6 在地上、半地下储罐或储罐组，应按 GB 50351 设置非燃烧、耐腐蚀材料的防火堤。

6.3.2.7 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。

6.3.2.8 液氨储罐容量宜按照全厂脱硝系统设计工况下连续运行 3d~5d（每天按 24h 计）所需要的氨气用量来设计。

6.3.2.9 液氨储罐应布置在还原剂区边缘的一侧，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）。

6.3.2.10 氨气制备和储存装置（液氨蒸发器）的出力应按设计工况下氨气消耗量的 120% 设计。

6.3.2.11 还原剂区应有控制氨气二次污染的措施。

6.3.2.12 氨储存设备及运输管道上应有氨气输入管道。

6.3.2.13 还原剂区的设备宜采用气动执行机构。

6.3.3 尿素还原剂

6.3.3.1 尿素应符合 GB 2440 的要求。

6.3.3.2 尿素制氨系统有水解和热解两种方式，两种工艺的典型系统流程参见附录 A。

6.3.3.3 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。

6.3.3.4 尿素颗粒储仓的容量宜按全厂脱硝系统设计工况下连续运行 3d~5d（每天按 24h 计）所需要的氨气用量来设计。

6.3.3.5 由尿素颗粒储仓到尿素溶解罐的输送管路应设有关断装置和避免堵料的措施。

6.3.3.6 尿素溶解罐宜布置在室内，各设备间的连接管道应保温。

6.3.3.7 所有与尿素溶液接触的设备等材料宜采用不锈钢材质。

6.3.3.8 当采用尿素水解工艺制备氨气时，尿素水解反应器的出力宜按脱硝系统设计工况下氨气消耗量的 120% 设计。

6.3.3.9 当采用热解工艺制备氨气时，每套反应器应设置 1 台绝热分解室，分解室进出口气体分配管道宜设置调节风门，分解室和计量分配装置应靠近反应器布置。

6.3.3.10 所有设备应采取冬天防冻、夏天防晒措施。

6.3.4 氨水还原剂

6.3.4.1 采用氨水作为还原剂时，宜采用质量浓度 20%~25% 浓度的氨水溶液。

6.3.4.2 氨水运输工具宜采用专用密封槽车。

6.3.4.3 氨水的卸料宜采用卸载泵。

6.3.4.4 所有与氨水溶液接触的设备、管道和其他部件宜采用不锈钢制造。

6.3.4.5 氨和空气的混合气体的温度应高于水冷凝温度。

6.3.5 管道

6.3.5.1 氨输送用管道应符合 GB/T 20801 有关规定，所有可能与氨接触的管道、管件、阀门等部件均应严格禁铜。液氨管道上应设置安全阀，其设计应符合 SH 3007 有关规定。

6.3.5.2 所有与尿素溶液的接触泵和输送管道等材料宜采用不锈钢材质。

6.3.5.3 所有管道应充分考虑冬季防寒、防冻的措施，防止各输液管道冰冻。

6.4 反应器系统

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，宜采用与锅炉本体相同的封闭方式，其外壁应保温。露天布置时，保温层应采取防雨设施。

6.4.1.2 反应器和烟道的设计压力应符合 DL/T 5121 的规定，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取值。

6.4.1.3 反应器内催化剂迎面平均烟气流速的设计应满足催化剂的性能要求，一般取 4m/s~6m/s。

6.4.1.4 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。反应器有效高度应根据模块高度、模块层数、层间净高、吹灰装置、烟气整流格栅、催化剂备用层高度等情况综合考虑决定。

6.4.1.5 反应器入口段应设导流板，出口应设收缩段，其倾斜角度应能避免该处积灰。

6.4.1.6 在反应器侧壁对应催化剂部位应设置催化剂装载门和人孔。

6.4.1.7 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工具相匹配。

6.4.1.8 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差应力、支架热胀引起的对承重钢架的水平推力等影响。

6.4.1.9 反应器区应设检修起吊装置，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。

6.4.1.10 反应器本体外周应设平台作为人行通道，平台可采用格栅或花纹钢板两种形式；采用格栅平台时活载荷取 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。

6.4.2 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 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 催化剂应制成模块，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，密封的寿命不低于催化剂的寿命。

6.4.2.5 每一层催化剂均应设置可拆卸的催化剂测试元件。

6.4.2.6 失效催化剂可采用再生或无害化处理，处理方式参见附录 C。

6.4.3 稀释系统

6.4.3.1 稀释空气量应按设计和校核工况中的较大耗氮量、稀释后混合气体中氮气的体积浓度不高于 5 % 进行设计。

6.4.3.2 稀释空气可由一次送风机的出口或空气预热器出口一次风引出，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）或三台 50%（两用一备）设置。稀释风机流量应在设计计算基础上考虑 10%裕量，压头应在管路阻力计算基础上考虑 20%裕量。

6.4.3.4 稀释风道内介质流速按 8m/s~15m/s 设计，在喷氨点下游宜装设静态混合器或采用其他增强混合的方式。

6.4.3.5 氨气入口管道上宜设置阻火器。

6.4.4 混合气体喷射系统

6.4.4.1 混合气体喷射系统可采用喷氨格栅或静态混合器。

6.4.4.2 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。

6.4.4.3 混合气体喷射系统及反应器的设计应通过数值模拟和物模试验进行验证。

6.4.4.4 混合气体喷射系统主管道上的流量调节阀材料应满足设计条件。

6.4.4.5 喷氨格栅应设计防止被固体灰分堵塞的措施和防磨措施。

6.4.4.6 最低喷氨温度应根据烟气条件确定，并不低于催化剂要求的最低运行温度。

6.4.5 吹灰及除灰

6.4.5.1 在反应器入口宜设置灰斗，灰斗可与省煤器灰斗合并考虑。

6.4.5.2 反应器内部吹灰方式可采用蒸汽吹灰或声波吹灰等方式。

6.4.5.3 应根据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，判断反应器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。

6.4.6 空气预热器

6.4.6.1 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，对新建机组预留脱硝装置，应考虑低温段换热元件的改造空间和载荷。

6.4.6.2 当稀释空气由一次风系统提供时，对新建锅炉，应将所需的稀释空气量计入一次风量内；对已建锅炉，则应核算空气预热器一次风量，如不足则应增设稀释风机。

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

6.4.7 引风机

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。

6.4.8 锅炉

对新建锅炉，设计应充分考虑加设脱硝后增加的阻力，并应预留接口和基础载荷；对改造锅炉，应对脱硝传递的载荷进行锅炉钢构架的核算。

6.5 公用系统

6.5.1 蒸汽系统

6.5.1.1 蒸汽主要用于液氨蒸发器的加热和蒸汽吹灰等。

6.5.1.2 蒸汽宜取自电厂的厂用蒸汽系统。

6.5.1.3 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 废水系统

在卸氨后的设备及管道清理、事故或长期停机状态下，氨储罐及管道中的氨气应排放至氨气吸收槽，用水稀释后排入厂区内废水处理系统集中处理。

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 $<1\mu\text{m}$;
- b) 含尘量 $<1\text{mg}/\text{m}^3$;
- c) 含油量 $<1\text{mg}/\text{m}^3$;
- d) 水压力露点 $\leq -20^\circ\text{C}$ (0.7MPa)。

6.5.3.2 仪用压缩空气应满足下列要求：

- a) 含尘粒径 $<1\mu\text{m}$;
- b) 含尘量 $<1\text{mg}/\text{m}^3$;
- c) 含油量 $<1\text{mg}/\text{m}^3$;
- d) 水压力露点 $\leq -20^\circ\text{C}$ (0.7MPa)。

6.6 二次污染控制措施

6.6.1 脱硝工程设计应考虑二次污染的控制措施，废水及其它污染物的防治，应执行国家及地方现行环境保护法规和标准的有关规定。

6.6.2 脱硝系统应采取控制氨气泄漏的措施，厂界氨气的浓度应符合 GB 14554 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 GBJ 87 和 GB 50040 的规定，厂界噪声应符合 GB 12348 的要求。

6.7 突发事件应急措施

6.7.1 液氨储存与供应区域应设置完善的消防系统、洗眼器及防毒面罩等。

6.7.2 氨站应设防晒及喷淋措施，喷淋设施应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；主要材料应与燃煤锅炉常用材料一致，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，应保证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。

7.5 脱硝系统主要设备用材的选定可参考表 1：

表 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	反应器	烟气	反应器设计压力~大气压	环境温度~反应器设计温度	—	脱硝反应器及其附属部材、烟道	一般构造用轧钢材
2	氨气管道	氨气、氨和空气混合气体	0.6~2.5MPa	环境温度~600℃	防漏；耐压强度；	氨气注入管及氨和空气混合气体管道	压力管道用碳素钢管、热轧不锈钢板及钢带
3	一般管道	空气	0.2MPa	环境温度		稀释风机进出口烟道、氨气稀释空气管道	碳素钢管
4	压力管道	蒸汽	2MPa	~350℃	耐压强度	蒸汽管道	碳素钢管
5	支撑构造物	空气	—	环境温度	—	支撑钢架、平台等	一般构造用轧钢材、一般构造用碳素钢管
6	催化剂模块外壳	烟气	—	环境温度—反应器设计温度	—	反应器内	一般构造用轧钢材、一般构造用碳素钢管

8 检测与过程控制

8.1 热工自动化

8.1.1 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。

8.1.2 脱硝系统在启、停、运行及事故处理情况下均不得影响机组正常运行。

8.1.3 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、厂用电源系统监控等。

8.2 热工检测及自动调节系统

8.2.1 反应器入口烟气连续检测装置至少应包含以下测量项目：烟气流量、NO_x 浓度（以 NO₂ 计）、烟气含氧量。

8.2.2 反应器出口烟气连续检测装置至少应包含以下测量项目：NO_x 浓度（以 NO₂ 计）、烟气含氧量、氨逃逸浓度。

8.2.3 应设置满足正常运行、监视、调节、保护及经济运算的各类远传和就地仪表。

8.2.4 还原剂区宜设置工业电视监视探头，并纳入全厂工业电视监视系统。

8.3 热工保护、报警及连锁

8.3.1 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。

8.3.2 重要热工测量项目仪表应双重或三重化冗余设置。

8.3.3 当采用液氨作为还原剂时，还原剂区控制和监测设备应采用防腐防爆选型，并严格禁铜。

8.4 控制系统

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

8.4.2 已建锅炉增设脱硝系统时，可两台炉合用一个脱硝控制室。如条件具备，宜将脱硝反应区的控制纳入已经建成的机组单元控制系统，以达到与机组统一监视或控制。

8.4.3 脱硝还原剂区宜单独设置控制室，采用与机组单元控制系统或辅控 PLC 相同的硬件设备或纳入机组单元控制系统或辅控 PLC。重要的连锁或监视信号应通过硬接线或光缆通讯方式与脱硝反应区控制系统或机组单元控制系统进行交换。脱硝还原剂区的卸氨系统可设置就地控制盘，便于现场操作。

9 辅助系统

9.1 电气系统

9.1.1 供电系统

9.1.1.1 脱硝系统低压厂用电电压等级应与厂内主体工程一致。

9.1.1.2 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。

9.1.1.3 反应器区工作电源宜并入单元机组锅炉马达控制中心（MCC）段，不单独设低压脱硝变压器及脱硝 MCC。还原剂区宜单独设 MCC，其电源宜引自厂区公用电源系统，采用双电源进线。

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

9.1.2 直流系统

9.1.2.1 脱硝系统控制电源宜采用交流电源控制，当直流电源引接方便时，也可以考虑采用直流电源。

9.1.2.2 新建锅炉同期建设脱硝系统时，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。

9.1.2.3 已建锅炉加装脱硝系统时，可由机组直流系统向脱硝系统直流负荷供电，当机组直流系统容量不能满足脱硝系统要求时，可装设独立直流系统向脱硝系统直流负荷供电。

9.1.3 交流保安电源和不间断电源（UPS）

9.1.3.1 新建锅炉同期建设脱硝系统时，脱硝系统交流不停电负荷宜由机组不间断电源（UPS）供电。当脱硝系统布置离主厂房较远时，也可单独设置 UPS。

9.1.3.2 已建锅炉加装脱硝系统时，宜单独设置 UPS 向脱硝系统不停电负荷供电。

9.1.3.3 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。

HJ 562-2010

9.1.4 二次线

9.1.4.1 脱硝电气系统二次控制宜设置在机组单元控制室，如设置有独立的脱硝控制室，也可以在脱硝控制室控制。

9.1.4.2 脱硝电气系统控制水平应与全厂电气系统的控制水平协调一致。

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

9.2 建筑及结构

9.2.1 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。

9.2.2 还原剂区的设备及容器直接安装于地面，大型储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。

9.3 采暖及空气调节

9.3.1 采暖

9.3.1 还原剂区小型控制室采暖区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。

9.3.2 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。

9.3.3 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。

9.3.2 空气调节

9.3.2.1 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。

9.3.2.2 在寒冷地区，通风系统的进、排风口宜考虑防寒措施。

9.3.2.3 通风系统的进风口宜设在清洁干燥处，电缆夹层不得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。

9.4 消防系统

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

9.4.2 对新建电厂，还原剂区消防系统应纳入电厂消防系统，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。

9.4.3 控制室内应设置报警信号显示屏。

10 劳动安全与职业卫生

10.1 脱硝岛设计应遵守劳动安全和职业卫生的有关规定，采取各种防治措施，保护人身的安全和健康，并应遵守 DL 5009.1 和 DL 5053 及其他有关强制性标准的规定。

10.2 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。

10.3 脱硝岛的防火、防爆设计应符合 GB 50016、GB 50222 和 GB 50229 等有关标准的规定。

10.4 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。

10.5 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。

10.6 应尽可能采用噪声低的设备，对于噪声较高的设备，应采取减振消声措施，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。

11 施工与验收

11.1 施工

11.1.1 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。

11.1.2 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。

11.1.3 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。

11.1.4 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。

11.2 验收

11.2.1 工程验收

11.2.1.1 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标准的有关规定进行。工程竣工验收前，严禁投入生产性使用。

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

11.2.1.3 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。

11.2.1.4 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，方可进行启动试运行。

11.2.2 竣工环境保护验收

11.2.2.1 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。

11.2.2.2 脱硝工程在生产试运行期间还应对脱硝系统进行性能试验，性能试验报告可作为竣工环境保护验收的技术支持文件。

11.2.2.3 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) 氨逃逸浓度；
- c) 烟气系统压力降；
- d) 烟气系统温降；
- e) 耗电量；

f) SO_2/SO_3 转化率;

g) 系统漏风率。

11.2.2.4 脱硝系统技术性能试验应在系统（包括催化剂）设计条件下进行测试，如果在设计条件允许的偏差范围内，相关试验应根据系统（包括催化剂）供方提供的性能修正曲线加以修正，修正曲线至少包括 SO_2/SO_3 转化率与烟气温度的关系、 SO_2/SO_3 转化率与烟气流量的关系、脱硝效率（氨耗量）与入口 NO_x 浓度的关系等，修正曲线示例参见附录 D。

12 运行与维护

12.1 一般规定

12.1.1 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。

12.1.2 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。由于紧急事故或故障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。

12.1.3 脱硝系统应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。

12.1.4 应建立健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记录制度。

12.1.5 劳动安全和职业卫生设施应与脱硝系统同时建成运行，脱硝系统的安全管理应符合 GB 12801 中的有关规定。

12.1.6 采用液氨作为还原剂时，应根据《危险化学品安全管理条例》的规定建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。

12.2 人员与运行管理

12.2.1 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。

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

12.2.3 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) 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，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，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) 事故或紧急状态下时的操作和事故处理；

- g) 设备日常和定期维护;
- h) 设备运行及维护记录, 以及其他事件的报告的编写。

12.2.4 脱硝系统运行状况、设施维护和生产活动的内容包括:

- 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, 烟气参数、催化剂层间压降、 NO_x 浓度、催化剂参数等, 可参见附录 E;
- d) 主要设备的运行和维修情况的记录;
- e) 烟气排放连续监测数据、失效催化剂处置情况的记录;
- 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。

12.2.5 运行人员应按照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、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。

12.3 维护保养

12.3.1 脱硝系统的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中, 检修时间间隔宜与锅炉同步进行。

12.3.2 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。

12.3.3 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。

12.3.4 维修人员应做好维护保养记录。

附录A
(资料性附录)
尿素制氨系统典型系统流程

A.1 采用尿素作为还原剂的制氨系统有水解和热解两种方式：

a)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；

b)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.2 尿素水解制氨气的典型系统流程包括：

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) 供给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，再由缓冲罐送至氨和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。

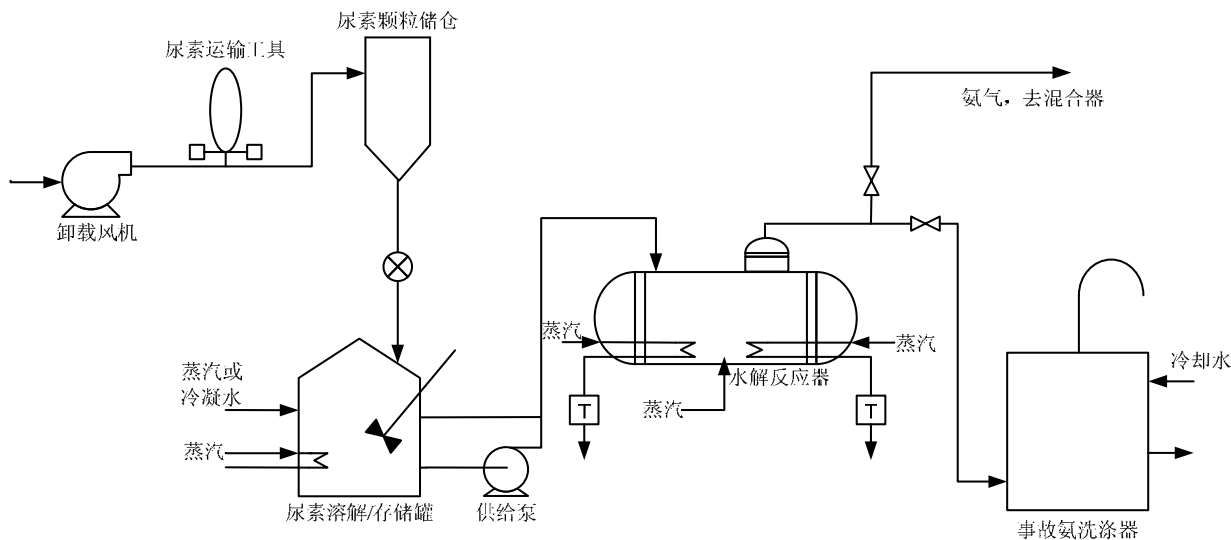


图 A.1 典型尿素水解制氨气系统流程图

A.3 尿素热解制氨气的典型系统流程包括：

a) 尿素粉末储存于储仓，由螺旋给料机输送到溶解罐里，用除盐水将固体尿素溶解成40~50%（质量分数）的尿素溶液，通过尿素溶液给料泵输送到尿素溶液储罐；

b) 尿素溶液经由供液泵、计量与分配装置、雾化喷嘴等进入绝热分解室，稀释空气经燃料加热后也进入分解室，雾化后的尿素液滴在绝热分解室内分解；

c) 经稀释风降温后的分解产物温度约为 $260\sim 350^{\circ}\text{C}$ ，经由氨喷射系统进入SCR反应器。

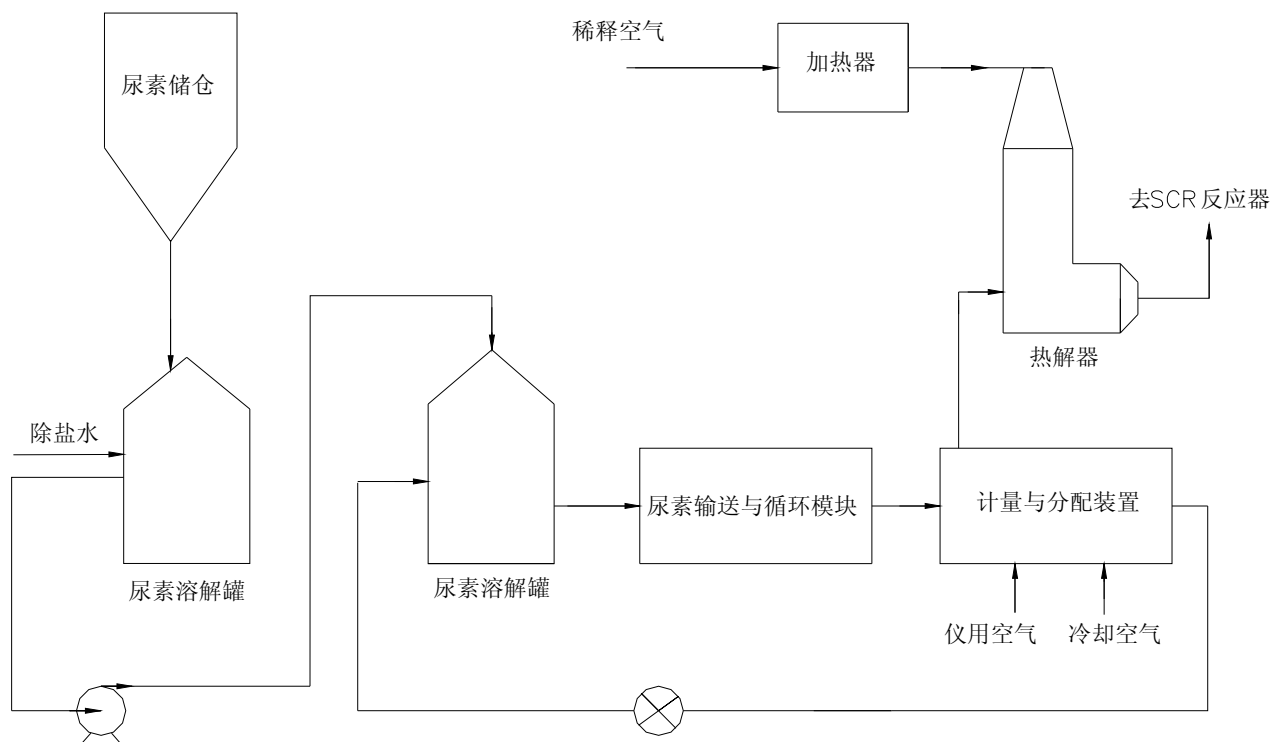


图 A.2 典型尿素热解制氨气系统流程图

附录B
(资料性附录)
催化剂设计选型的基础数据

B.1 煤种的工业分析和元素分析

B.1.1 煤种的其他常量和微量元素分析, 包括:

- a) Na 含量, %;
- b) K 含量, %;
- c) As 含量, %;
- d) Cl 含量, %;
- e) F 含量, %。

B.1.2 飞灰粒径分布。

B.1.3 飞灰的矿物质成分分析, 包括:

- a) SiO_2 含量, %;
- b) Al_2O_3 含量, %;
- c) Fe_2O_3 含量, %;
- d) CaO 含量, %;
- e) 游离 CaO 含量, %;
- f) MgO 含量, %;
- g) TiO_2 含量, %;
- h) MnO 含量, %;
- i) V_2O_5 含量, %;
- j) Na_2O 含量, %;
- k) K_2O 含量, %;
- l) P_2O_5 含量, %;
- m) SO_3 含量, %;
- n) 烧失量, %;
- o) 未燃尽碳含量, %。

B.1.4 烟气体积流量 (101.325kPa、0℃, 湿基或干基), 单位为 m^3/h 。

B.1.5 烟气温度范围, 单位为℃。

B.1.6 烟气中飞灰含量 (101.325kPa、0℃, 干基, 过剩空气系数 1.4), 单位为 g/m^3 或 mg/m^3 。

B.1.7 烟气组分分析, 包括:

- a) H_2O 含量 (101.325kPa、0℃), %;
- b) O_2 含量 (101.325kPa、0℃, 干基), %;
- c) CO_2 含量 (101.325kPa、0℃, 干基), %;
- d) N_2 含量 (101.325kPa、0℃, 干基), %;
- e) NO_x 含量 (101.325kPa、0℃, 干基, 过剩空气系数 1.4), mg/m^3 ;
- g) SO_2 含量 (101.325kPa、0℃, 干基, 过剩空气系数 1.4), mg/m^3 ;
- f) SO_3 含量 (101.325kPa、0℃, 干基, 过剩空气系数 1.4), mg/m^3 ;
- g) HCl 含量 (101.325kPa、0℃, 干基, 过剩空气系数 1.4), mg/m^3 ;
- h) HF 含量 (101.325kPa、0℃, 干基, 过剩空气系数 1.4), mg/m^3 ;
- i) CO 含量 (101.325kPa、0℃, 干基, 过剩空气系数 1.4), mg/m^3 。

B.2 催化剂设计的其他数据

在 SCR 烟气脱硝工程项目前期, 还应尽量提供有助于催化剂设计的相关数据, 如主体工程每年在各种负荷工况下的预计运行时间等。若果项目中应用到多种燃料, 催化剂设计选型的技术数据还应包括各种燃料所适用的比例。

附录C
(资料性附录)
失效催化剂的处理方式

C.1 催化剂再生

C.1.1 催化剂的再生是将失活催化剂通过浸泡洗涤、添加活性组分以及烘干的程序使催化剂恢复大部分活性。催化剂再生的方法可分为在线清理法和振动法。

a) 在线清理法是指在 SCR 反应塔内进行清灰，清除硫酸氢氨等比较容易清除的物质。这种方法简便易行，费用较低，但仅适合于失活不严重的情况，只能恢复很少的催化剂活性。

b) 振动法是把催化剂模块从 SCR 反应塔中拆除，放进专用的振动设备中，可以清除大部分堵塞物，如硫酸氢氨、其它可溶性物质以及爆米花灰等。在振动设备中采用专用的化学清洗剂，从而产生废水，废水成分和空预器清洗水相似，可以排入电厂废水处理系统。

C.1.2 再生方案的确定宜根据工期、现场场地、再生费用、再生和新买催化剂的技术经济比较进行综合评估后确定。

C.2 催化剂无害化处理

C.2.1 催化剂的主要成份是 TiO_2 、 V_2O_5 、 WO_3 、 MoO_3 等，其中 TiO_2 属于无毒物质， V_2O_5 为微毒物质，属于吸入有害； MoO_3 也为微毒物质，长期吸收入或者吞服有严重危害，对眼睛和呼吸系统有刺激。因此，在催化剂使用和废弃处理过程中，如果措施得当，不会造成危害。

C.2.2 在正常情况下，SCR 催化剂性状稳定，不会发生分解。在催化剂处理过程中，要防止粉末的产生和浸水；在接触催化剂时，要戴手套；在催化剂粉碎过程中，要戴口罩。正常情况下，催化剂性状稳定，不会发生分解。迄今为止尚没有发现由于催化剂产生伤害的报告。

C.2.3 虽然催化剂自身属于微毒物质，但是在其使用过程中烟气中的重金属可能在催化剂内聚集，这种情况下，使用后失效的 SCR 催化剂应作为危险物品来处理。

C.2.4 对于蜂窝式 SCR 催化剂，一般的处理方式是把催化剂压碎后进行填埋。填埋按照微毒化学物质的处理要求，在填埋坑底部铺设塑料薄膜。板式催化剂除了采用压碎填埋的方式外，由于催化剂内含有不锈钢基材，并且催化剂活性物质中有 Ti、Mo、V 等金属物质，因此可以送至金属冶炼厂进行回用，见图 C.1。

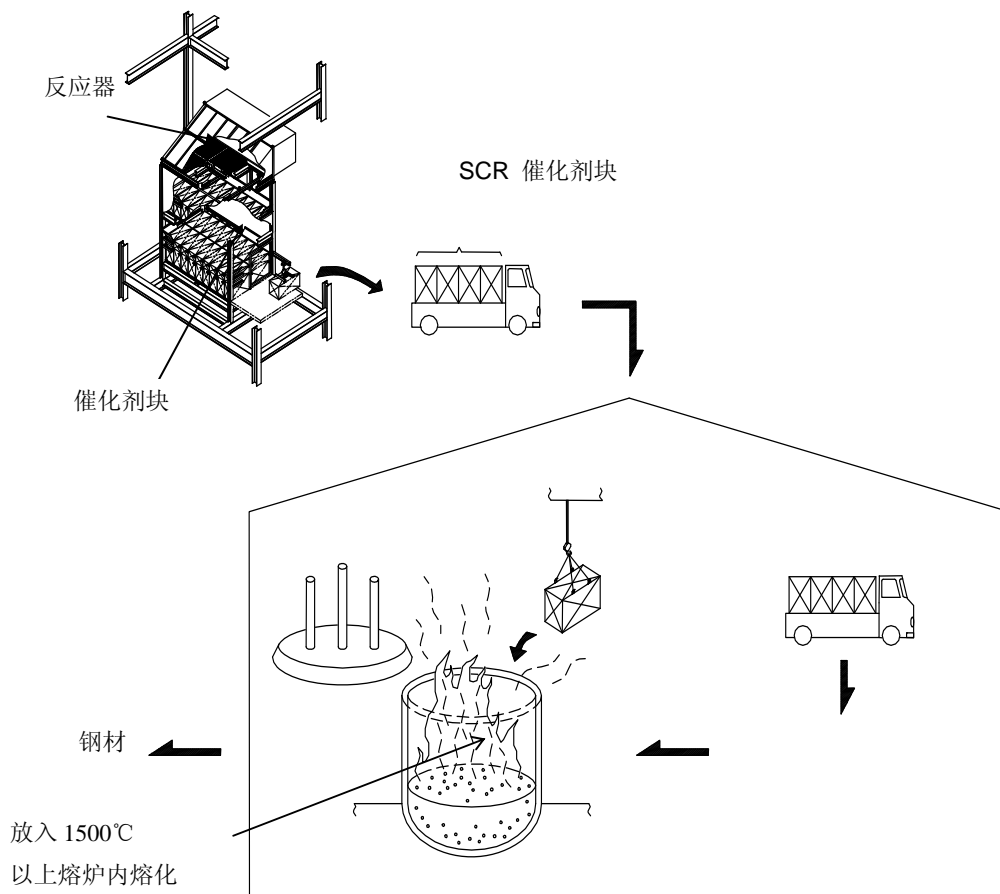


图 C.1 催化剂无害化处理过程

C.2.5 催化剂废弃处理的第三种方式是将催化剂压碎后装入混凝土容器内然后填埋。该处理方式由于其成本相对较高，而且一般情况下不采用。只有在燃煤中重金属含量较多，在脱硝装置的运行过程中聚集在催化剂内，并且达到了一定的浓度，或者在某些特殊地区有明确的要求的情况下，才采用该方式处理。

附录D
(资料性附录)
性能修正曲线示例

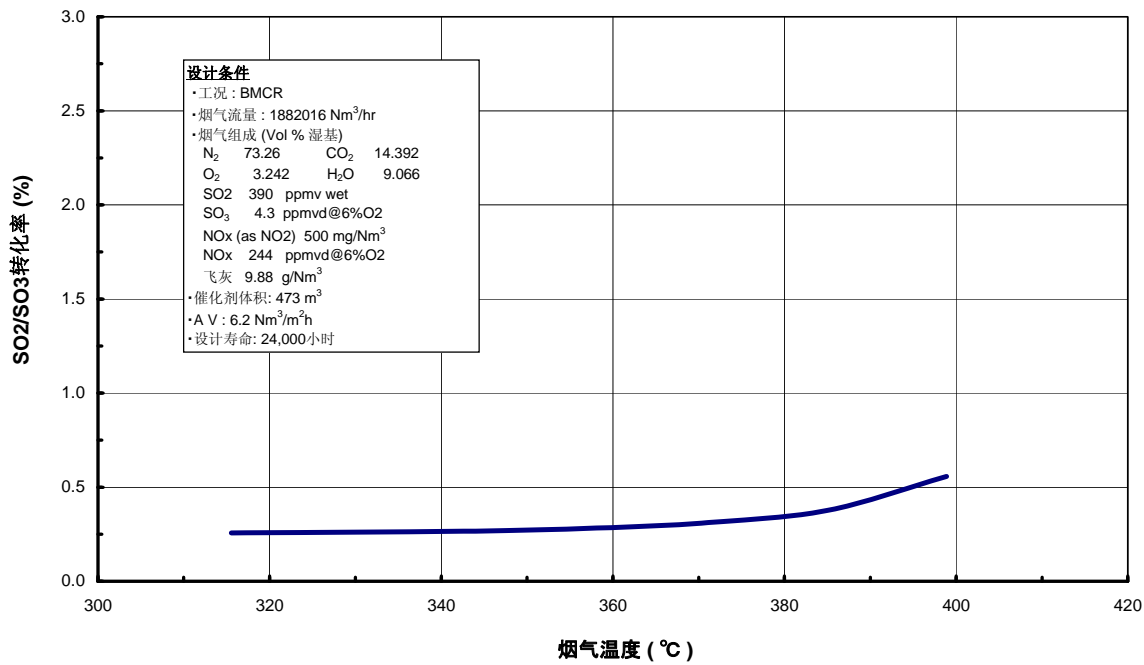


图 D.1 SO₂/SO₃ 转化率与烟气温度的关系

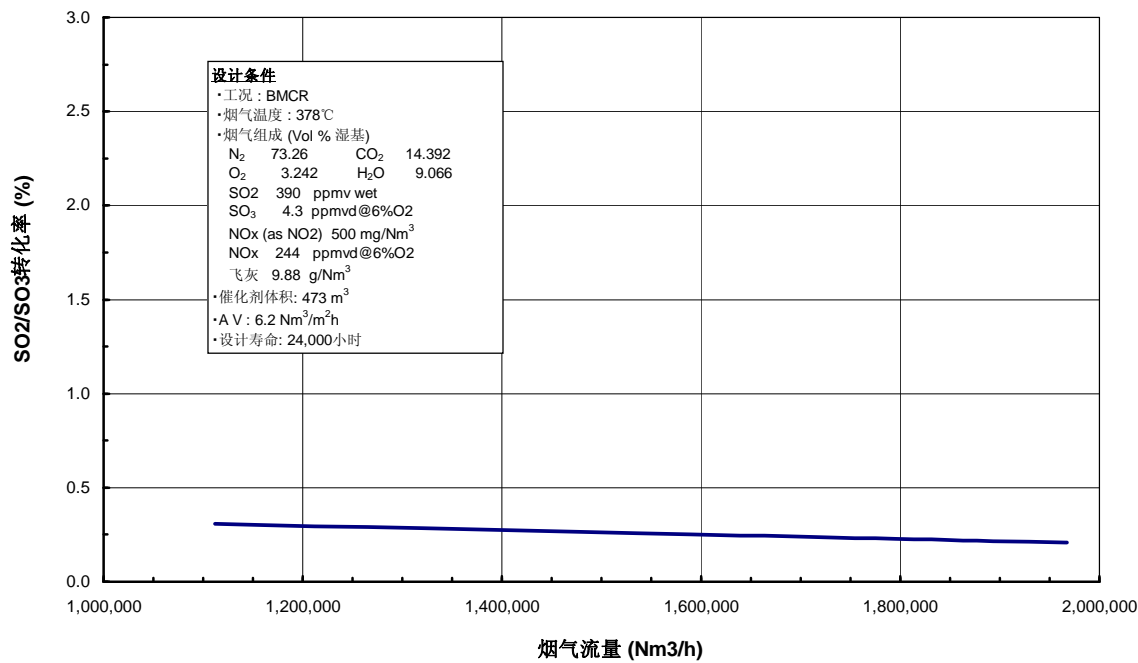


图 D.2 SO₂/SO₃ 转化率与烟气流量的关系

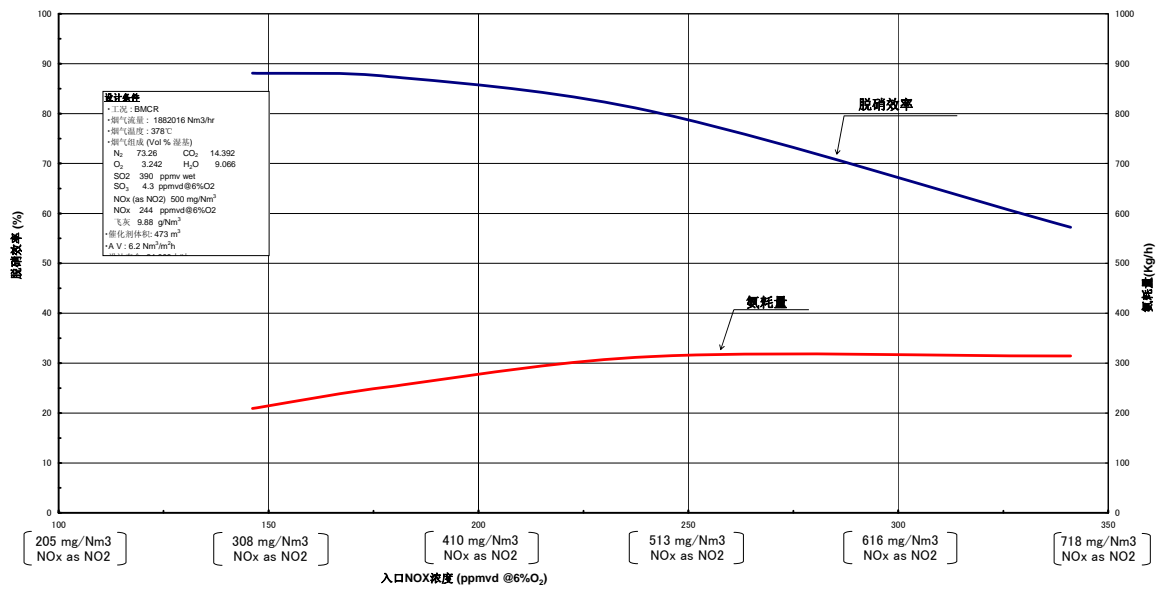


图 D.3 脱硝效率（氨耗量）与入口 NO_x 浓度的关系

附录E
(资料性附录)
脱硝系统参数检测表

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 (°C)	
	湿度 (%)	
	烟尘浓度 (mg/m ³)	
	O ₂ 浓度 (%)	
	CO 浓度 (mg/m ³)	
	
催化剂层间压降 (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	
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: