

ICS 27.100
CCS F 23

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2352—2021

火力发电厂尿素制氨系统运行导则

Technical guidelines of urea ammonia system in thermal power plants

2021-12-22 发布

2022-03-22 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	1
5 尿素制氨系统类型与组成	2
6 尿素制氨系统启动	2
7 尿素制氨系统运行调整	6
8 尿素制氨系统停运	7
9 尿素制氨系统可能出现的问题及处理措施	8
附录 A (资料性) 氨的物理化学性质	13
附录 B (资料性) 氨处置注意事项	14
参考文献	16

前 言

本文件按照 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专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业电站锅炉标准化技术委员会（DL/TC 08）归口。

本文件起草单位：西安热工研究院有限公司、西安西热锅炉环保工程有限公司、华能山东发电有限公司烟台发电厂。

本文件起草人：贾林权、牛国平、丹慧杰、张广才、王晓冰、常磊、潘栋、袁壮、李明皓、许博、任彬、李钢、董陈、安振、谭增强、姚皓、周梦伟。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

火力发电厂尿素制氨系统运行导则

1 范围

本文件规定了火力发电厂尿素制氨系统的启动、运行调整、停运、故障处理等内容。

本文件适用于采用尿素热解、尿素水解法作为还原剂的火电厂烟气脱硝（SCR）制氨系统的运行、维护 and 安全管理。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

还原剂 reductant

使烟气中氮氧化物还原的物质。

3.2

选择性催化还原法 selective catalytic reduction; SCR

在催化剂作用下，还原剂有选择性地与烟气中的氮氧化物（主要是一氧化氮和二氧化氮）发生化学反应，生成氮气和水的一种脱硝工艺。

3.3

氨逃逸 ammonia slip

脱硝反应后烟气中氨的浓度。

注：浓度为质量浓度， mg/m^3 。

3.4

尿素水解 urea hydrolysis

在一定温度压力下使尿素在水溶液中发生水解反应，分解成氨和二氧化碳的过程。

3.5

尿素催化水解 urea catalytic hydrolysis

在催化剂参与条件下，尿素溶液在一定的温度压力下分解成氨和二氧化碳的过程。

3.6

尿素水解反应器 urea hydrolysis reactor

一种利用外部热源加热尿素溶液，使尿素发生水解反应的装置。

4 总则

4.1 本文件对火力发电厂尿素制氨系统的运行、维护、安全管理具有原则性描述，各电厂可根据本文件和制造厂技术文件，结合电厂实际情况编制运行规程。

4.2 尿素制氨系统运行、维护、管理人员应经过专业培训，考试合格持证上岗。脱硝系统运行管理应按《危险化学品安全管理条例》和国家相关环保法规执行。

4.3 还原剂存储场地应符合国家相关安全标准的要求。尿素制氨系统采用水解制氨工艺时，尿素水解

车间应按国家现行相关规范和规程的规定取得危险化学品管理许可，方可投入使用。本文件中的数据为原则性数据，具体数据应以厂家资料为准。

5 尿素制氨系统类型与组成

5.1 系统类型

按照制氨工艺，划分为尿素热解制氨法、尿素水解制氨法等。

5.2 系统组成

尿素热解制氨系统由尿素溶液储存与制备系统、尿素输送与循环系统、尿素溶液计量与分配系统及尿素溶液热解室系统等组成。

尿素水解制氨系统包括尿素溶液储存与制备系统、尿素溶液储存输送系统、反应器本体系统、蒸汽加热供给系统、除盐水系统、废水和压缩空气系统、氨空混合喷氨系统等。尿素催化水解技术应增设催化剂供给系统。

尿素热解制氨系统与尿素水解制氨系统中包含的尿素溶液储存与制备系统相同。

6 尿素制氨系统启动

6.1 启动前基本要求

6.1.1 运行操作人员应接受培训并具有上岗合格证。

6.1.2 所有压力容器应报特种设备安全监察机构办理特种设备使用登记，并取得使用登记证。

6.1.3 压力容器经过定期检验、其安全阀经过定期校验并铅封，且在检验、校验有效期内。

6.1.4 消防设施经消防行政管理部门备案，投入正常，消防通道畅通。

6.1.5 防雷、防静电接地装置经具有相关检测资质的机构测试合格，测试记录详细完整。

6.1.6 设备区域沟盖板齐全完整，道路平整通畅，照明充足。

6.1.7 尿素制备区域警示标示悬挂规范，符合要求。

6.1.8 防护用品、急救包应准备到位。

6.1.9 应急预案内容翔实具体，审批合格且经过演练。

6.1.10 启动之前，应检查检修工作票已结束并验收合格。

6.1.11 启动之前重要设备电气开关试验合格。

6.1.12 分散控制系统（DCS）或可编程逻辑控制器（PLC）投入，仪表用电源、气源投入，热控联锁、保护、程控、报警投入；检查各组态参数正确，压力、温度、流量等测量显示正常。

6.2 启动前检查

6.2.1 尿素溶液储存与制备系统检查

6.2.1.1 尿素溶液制备区电气系统应投入正常。

6.2.1.2 仪表用空气、杂用空气压力应达到系统运行要求。

6.2.1.3 检查所有需要的维护程序是否已经完成，确保所有管道和阀门气密性符合要求，确保所有管道及溶解罐、储罐等设备都已经清洗干净。

6.2.1.4 检查所有伴热是否打开并正常运行。

6.2.1.5 检查所有过滤器是否无杂物。

6.2.1.6 检查所有仪器（尤其是密度计）、仪表和驱动阀是否与DCS或PLC通信正常。

- 6.2.1.7 检查所有手动阀门是否处于其正常运行位置。
- 6.2.1.8 尿素溶液制备区内管道、池、罐等内部已清扫干净、无余留物，所有人孔、检查孔、预留孔法兰紧固严密，所有排放阀关闭，所有排空阀打开并在排气后关闭。
- 6.2.1.9 所有转动机械转向标示完好、地脚螺栓齐全牢固，联轴器对轮连接正确且防护罩完整牢固。检查转动机械电机接地线连接正确且牢固。
- 6.2.1.10 尿素溶液制备区污水处理系统可以投入运行。
- 6.2.1.11 检查尿素溶液储罐是否具备接受尿素溶液的条件，尿素溶解系统做好运行准备。
- 6.2.1.12 确保尿素、尿素溶液、蒸汽和除盐水都满足要求。
- 6.2.1.13 所有转动机械完好，润滑油、润滑脂正常，已经在准备投入状态。

6.2.2 尿素热解制氨系统启动前检查

- 6.2.2.1 维护程序已经完成，确保所有管道和阀门气密性符合要求，确保所有管道及反应器都已经清洗干净。
- 6.2.2.2 各设备、管道安装、连接完成，管道保温完好、标识齐全。
- 6.2.2.3 各系统管道支吊架完整牢固。
- 6.2.2.4 通道畅通，现场清洁。
- 6.2.2.5 照明投入，符合试运要求。
- 6.2.2.6 各阀门、挡板调试完毕。
- 6.2.2.7 伴热系统已投入运行。
- 6.2.2.8 各设备状态良好，可以投入运行。
- 6.2.2.9 检查各组态参数正确，测量显示和调节动作正常，监控设备远方操作正常。各系统仪表用电源投入。
- 6.2.2.10 就地显示仪表、变送器、传感器完整，初始位置正确。各远传压力、压差、温度、液位、料位、流量、浓度测量装置正常投入，且表计指示正常。
- 6.2.2.11 系统 DCS 或 PLC 控制、保护调试完毕。
- 6.2.2.12 各装置联锁、控制和保护试验模拟检查。
- 6.2.2.13 电气系统投入运行，就地控制盘（柜）上设备工作良好，各类开关的分合闸指示正确，指示灯指示正确。端子排、插接头等无脱落和发热现象。
- 6.2.2.14 手动阀门处于启动前运行位置。
- 6.2.2.15 热解室人孔门封闭。
- 6.2.2.16 电加热器（包括管道加热器）连接正确、绝缘完好。
- 6.2.2.17 压缩空气、工艺用水、冲洗水、电加热器等合格并可以投入运行。
- 6.2.2.18 消防与给排水系统可以投入运行。
- 6.2.2.19 各水、气、油系统检查畅通。
- 6.2.2.20 物化分析实验室投入，药品准备充足。
- 6.2.2.21 检查各个辅助系统启动：
 - a) 转动机械的试验；
 - b) 转动设备联锁试验；
 - c) 热解炉联锁保护试验。

6.2.3 尿素水解制氨系统启动前检查

- 6.2.3.1 维护程序已经完成，确保所有管道和阀门气密性符合要求，确保所有管道及反应器都已经清洗干净。

- 6.2.3.2 各设备、管道安装、连接完成，管道保温完好、标识齐全。
- 6.2.3.3 各系统管道支吊架完整牢固。
- 6.2.3.4 通道畅通，现场清洁。
- 6.2.3.5 照明投入，符合试运要求。
- 6.2.3.6 各阀门、挡板调试完毕。
- 6.2.3.7 伴热系统已投入运行。
- 6.2.3.8 各设备状态良好，可以投入运行。
- 6.2.3.9 检查各组态参数正确，测量显示和调节动作正常，监控设备远方操作正常。各系统仪表用电源投入。
- 6.2.3.10 就地显示仪表、变送器、传感器完整，初始位置正确。各远传压力、压差、温度、液位、料位、流量、浓度测量装置正常投入，且表计指示正常。
- 6.2.3.11 系统 DCS 或 PLC 控制、保护调试完毕。
- 6.2.3.12 各装置联锁、控制和保护试验模拟检查。
- 6.2.3.13 电气系统投入运行，就地控制盘（柜）上设备工作良好，各类开关的分合闸指示正确，指示灯指示正确。端子排、插接头等无脱落和发热现象。
- 6.2.3.14 手动阀门处于启动前运行位置。
- 6.2.3.15 反应器至氨空混合器的氨气管道上手动阀全开，旁路阀全关。
- 6.2.3.16 尿素、尿素溶液、蒸汽和除盐水满足要求。
- 6.2.3.17 疏水箱已经准备好适量除盐水，除盐水补水阀在关闭状态，且疏水泵联锁已投入。
- 6.2.3.18 在产生氨气前确保产品气管线已经加热至工作温度。
- 6.2.3.19 检查安全风机是否具备投运条件。
- 6.2.3.20 消防与给排水系统可以投入运行。
- 6.2.3.21 各水、气、油系统检查畅通。
- 6.2.3.22 检查自动喷淋系统连接并可操作。

6.3 系统启动

6.3.1 尿素热解制氨系统启动

6.3.1.1 启动尿素储存溶解系统：

- a) 检查尿素储存溶解系统，确认还原剂储罐中有足够的还原剂用量；
- b) 调整每一个排泄管及阀门；
- c) 启动尿素储存溶解系统；
- d) 按要求配置 40%~60%浓度尿素溶液，储存在尿素溶液储罐中。

6.3.1.2 启动尿素溶解储存供应系统：

- a) 检查尿素溶解储存供应系统，确认高流量循环装置到每个计量与分配装置及尿素溶液储罐的管路阀门调整完成，保证整个尿素溶液循环管路畅通；
- b) 启动尿素溶解储存供应系统；
- c) 保持尿素溶液高速回流通畅，母管压力正常。

6.3.1.3 调节热次风或气气换热器系统调节阀：

- a) 检查热解室前后的热次风调节阀，确认阀门工作正常；
- b) 确认热次风或气气换热器系统调节阀动作正常；
- c) 保证热次风压力正常，入口风量控制在规定流量，出口流量平衡。

6.3.1.4 启动尿素溶液计量与分配系统：

- a) 确认冲洗水在最小压力时可用，并且与计量与分配模块正确连接；
- b) 确认尿素热解制氨系统高流量循环装置能供给计量与分配装置尿素溶液，并且确认尿素溶液管路入口压力满足要求；
- c) 确认雾化空气压力值可用，并且确认与计量与分配模块正确连接；
- d) 确认与计量与分配装置相关的全部电路断路器被供电；
- e) 启动尿素溶液计量与分配系统。

6.3.1.5 启动热解室系统：

- a) 确认热次风或气气换热器调节阀正常；
- b) 确认电加热器或气气换热器正常；
- c) 确认电加热器或气气换热器控制系统投入运行；
- d) 确认高流量循环装置处于运行状态；
- e) SCR-AIG（喷氨格栅）允许热解室启动；
- f) 高流量循环装置、计量与分配装置、电加热器系统无紧急报警；
- g) 按照顺序控制投入尿素溶液。

6.3.1.6 当机组具备喷氨条件，系统状态检测（无影响运行的异常报警、SCR 反应器投入）正常时，可启动系统：

- a) 启动 AIG 喷氨装置；
- b) 启动热（冷）风进口开关阀/进口调节阀；
- c) 启动电加热器或气气换热器；
- d) 启动尿素溶液喷射装置。

6.3.2 尿素水解制氨系统启动

6.3.2.1 启动尿素储存溶解系统：

- a) 检查尿素储存溶解系统，确认还原剂储罐（或现场）中有足够的还原剂用量；
- b) 检查排泄管通畅，阀门工作正常；
- c) 启动尿素储存溶解系统；
- d) 按要求配置 40%~60%浓度尿素溶液，储存在尿素溶液储罐中。

6.3.2.2 尿素水解反应器伴热运行：

- a) 开启尿素水解反应器伴热电源箱各伴热回路；
- b) 设定低温尿素溶液管道伴热温度满足要求；
- c) 设定高温尿素溶液（溶液排放）管道伴热温度满足要求；
- d) 设定产品气管道伴热温度满足要求。

6.3.2.3 启动尿素溶解储存供应系统：

- a) 检查尿素溶解储存供应系统，确认尿素溶液经输送泵到每个尿素水解反应器及尿素溶液储罐的管路阀门调整完成，保证整个尿素溶液循环管路畅通；
- b) 启动尿素溶解储存供应系统；
- c) 保持尿素溶液输送泵运行正常，母管压力正常。

6.3.2.4 启动减温减压站：

- a) 打开减温减压站前后手动阀，缓缓开启蒸汽减压阀，至阀后目标压力；
- b) 阀后温度高于目标温度后，打开减温水调节阀，调节阀后温度满足要求。

6.3.2.5 尿素水解反应器启动：

- a) 启动尿素溶液输送泵，投入变频自动，控制出口压力，尿素水解反应器启动注入尿素溶液。

- b) 打开尿素水解反应器尿素溶液开关阀、调节阀，注入尿素溶液至尿素水解反应器目标液位，关闭尿素水解反应器尿素溶液调节阀。
- c) 尿素水解反应器加热升压。手动控制尿素水解反应器蒸汽调节阀，手动控制蒸汽调节阀升压至目标压力后，提前检查喷氨管路通畅，提前进行管道疏水，尿素水解反应器处于准备喷氨状态，可以随时喷氨。确定可以喷氨后，打开尿素水解反应器氨气母管开关阀，尿素水解反应器进入喷氨状态。
- d) 将尿素水解反应器蒸汽调节阀设定为 0.45 MPa~0.65 MPa，将尿素入口调节阀设定在目标值。
- e) 待水解反应系统各参数稳定后，将氨蒸气出口调节阀、尿素入口调节阀、蒸汽进口调节阀投入自动调整。
- f) 至此尿素水解反应器启动完成、进入运行状态。
- g) 注意检查尿素水解反应器的温度、压力、液位及氨蒸气压力是否正常，各调节阀、开关阀位置及动作是否正常，将氨蒸气出口管路上的与大气连通阀挂上禁止操作牌。

7 尿素制氨系统运行调整

7.1 尿素热解制氨系统运行调整

7.1.1 热次风流量调节阀及两侧喷氨调节阀 AIG-A/AIG-B 控制

调节热次风流量调节阀，实现热解装置出口总流量控制。

设置超出规定热解室出口氨浓度后报警。

两侧喷氨调节阀 AIG-A/AIG-B 为 DCS 自动控制。

7.1.2 电加热器控制

电加热器的报警保护信号（故障）在失电时送出，并能够可靠停止；反之，DCS 失电时也应能发出电加热器停止指令。

电加热器设置内部超温保护，超温保护后必须就地手动复位，DCS 才可以重启电加热器。

输出控制电加热器温度控制指令，热解室进口温度接近给定值。热解室出口具体温度取值范围由调试后在定值清单中给出。

7.1.3 溶液喷射装置控制

- a) 溶液喷射装置投运选择。在系统画面上设计溶液喷射装置投运选择的画面，包括溶液喷射装置投运/停运复选框以及运行状态指示。在启动尿素热解制氨系统程控前，运行人员应选择投运的溶液喷射装置并确认。在尿素热解制氨系统运行中，运行人员也可以进行溶液喷射装置投运/停运操作。可以选择新投运的溶液喷射装置并确认，则新选择的溶液喷射装置自动投运；可以将已经投运的溶液喷射装置停运并确认，则该溶液喷射装置自动停运。
- b) 溶液喷射装置的运行/检修状态切换。在运行状态时，所有溶液喷射装置相关设备（溶液阀、冲洗阀）均不能在阀门弹出画面上进行手动开/关操作（逻辑闭锁）；在检修状态时，可以进行阀门手动开/关操作。溶液喷射装置切换到检修状态后可无条件操作溶液阀、冲洗阀、流量调节阀。
- c) 溶液喷射装置系统停止保护公共条件：
 - 热（冷）风流量不正常（低报警）；
 - 热（冷）风母管风压不正常；
 - 电加热器故障；
 - AIG 温度不正常（喷氨入口两侧任一侧不正常）；

- SCR 反应装置控制器送来的停止喷氨保护信号（SCR 反应器控制逻辑）；
 - 氨需量小于最小设计值；
 - 溶液喷射装置前母管压力不正常。
- d) 溶液喷射装置系统启动公共条件：
- 雾化空气阀处于打开状态，喷枪无故障，且对应的雾化风流量正常；
 - 热解室出口温度正常（限值待定）；
 - 无溶液喷射装置系统停止保护公共条件动作。
- e) 溶液喷射装置流量调节阀控制。根据投用溶液喷射装置的数量计算每台溶液喷射装置溶液喷射量设定值。

7.2 尿素水解制氨系统运行调整

7.2.1 概述

尿素水解制氨系统的操作主要指对尿素水解反应器本体的操作和对辅助系统的操作，当尿素水解制氨系统制氨完毕后，机组需要氨气时，打开锅炉氨气开关阀，氨气即供应至调节阀组处。

7.2.2 初次投入尿素水解反应器的要求

首次启动，在尿素水解制氨系统启动以前进行冲洗，冲洗介质为除盐水。供氨前需通入蒸汽对供氨管道系统进行充分预热。

7.2.3 尿素水解反应器运行控制方式

尿素水解反应器正常运行后可实现自动控制，操作参数出现异常时 DCS 会自动发出警报，由 DCS 操作员根据现场情况，确定维修或紧急停车。

7.2.4 尿素水解反应器的控制指标

- a) 在启动尿素水解反应器本体之前，应先投入管道的电伴热自控系统，系统运行期间电伴热自控系统禁止停运。各管道的伴热温度设定见伴热电缆使用说明。
- b) 设定报警设定值和正常设定值。检查关闭尿素水解反应器产品气出口开关阀、产品气出口调节阀，检查关闭尿素水解反应器冷却水入口阀。打开尿素水解反应器加热蒸汽入口阀，缓慢开启加热蒸汽入口调节阀，根据加热速度，控制调节阀开度，将加热速度控制在设备要求范围内。
- c) 控制系统投自动。尿素水解反应器运行压力维持在设定值；产氨量满足生产需要；控制尿素水解反应器液位维持在全液位的 1/2。在以上条件下，控制系统可以投自动。

8 尿素制氨系统停运

8.1 尿素热解制氨系统停运

- 8.1.1 停止尿素溶液喷射装置。
- 8.1.2 停止电加热器。
- 8.1.3 停止热次风系统。
- 8.1.4 停止 AIG 喷氨装置（关闭两侧喷氨调节阀）。

8.2 尿素水解制氨系统停运及排污

8.2.1 水解反应装置停运

- 8.2.1.1 关闭尿素水解反应器加热蒸汽入口调节阀、开关阀，关闭尿素水解反应器尿素溶液进口调节

阀、开关阀，待尿素水解反应器液相温度降至 120 ℃左右，关闭尿素水解反应器出口调节阀、开关阀。如需设备快速停运，可在关闭尿素水解反应器加热蒸汽入口调节阀、开关阀后，开启冷却水开关阀，待尿素水解反应器温度降至目标值后，关闭冷却水开关阀。

8.2.1.2 长期停运：在尿素水解反应器带压条件下，开启尿素水解反应器尿素溶液排污阀，在尿素水解反应器罐体压力的作用下，将反应液排至尿素溶液储罐。排空后，关闭排污阀。

8.2.1.3 打开尿素水解反应器除盐水入口阀，关闭排污阀，待尿素水解反应器充满后，关闭除盐水入口阀，打开排污阀，将冲洗水放空，重复上述操作两次。

8.2.1.4 停运后的氨管道应进行吹扫，并保证伴热系统连续运行。

8.2.2 尿素水解反应器排污

设备运行过程中，约每周进行一次在线排污。排污前检查排放管路伴热温度符合要求，检查尿素水解反应器液位不低于罐体高度的 1/2。排污时，就地打开中部的排污阀，按照设备操作要求打开、关闭排污阀，进行排污。排污后对排污管道进行冲洗。

9 尿素制氨系统可能出现的问题及处理措施

9.1 尿素热解可能出现的问题及处理措施

9.1.1 事故处理的原则

9.1.1.1 发生事故时，应综合参数的变化及设备异常现象，正确判断和处理事故，防止事故扩大，限制事故范围或消除事故的根本原因；在保证设备安全的前提下迅速恢复系统正常运行。

9.1.1.2 在系统确已不具备运行条件或继续运行对人身、设备有直接危害时，将热解装置停止运行。

9.1.1.3 应视恢复所需时间的长短，维持尿素溶液温度。高流量循环模块故障停运不能立即恢复尿素循环管路运行的，应尽快将管道内的尿素溶液放净、冲洗管道。

9.1.1.4 在电源故障的情况下，应尽快恢复电源，启动各设备的运行。

9.1.1.5 当发生运行规程没有列举的事故时，运行人员应根据经验和判断，主动采取对策，迅速处理。必要时由专业人员或设备厂家协调指导处理。

9.1.1.6 事故处理结束后，运行人员应实事求是地把事故发生的时间、现象及所采取的措施等记录在工作记录本上，并上报。

9.1.2 紧急停止热解炉

发生下列情况时，应手动紧急停止热解炉：

- a) 热解炉保护联锁拒动时；
- b) 系统管路泄漏危及人身和设备安全时；
- c) 热解炉或氨气喷射系统（AIG 氨气管道）发生严重堵塞，不能维持系统运行时；
- d) 上位机失去实时数据监视，不能立即恢复时。

9.1.3 紧急停止计量与分配装置

发生下列情况时，应手动紧急停止计量与分配装置：

- a) 计量与分配装置保护联锁拒绝动作，需紧急停止系统时；
- b) 设备管路泄漏危及人身和设备安全时；
- c) 上位机失去实时数据监视，不能立即恢复时；
- d) 热解炉或氨气喷射系统（AIG 氨气管道）发生严重堵塞时。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/675340344242011041>