

新疆华电发电有限责任公司乌鲁木齐热电厂脱硝 调试大纲

#1、#2 机组（2×330MW）技改工程 烟气脱硝工程

SCR 脱硝系统调试大纲

中国华电工程（集团）有限公司

2013 年 9 月

SCR 脱硝系统调试大纲

批准：

审核：

编制：

目 录

1.前言	
2.工程概述.....	
3. 系统设备概述及特点	
3.1SCR 反应器系统.....	
3.2脱硝剂存储、供应系统.....	
3.3脱硝系统主要性能指标要求.....	
4. SCR 脱硝系统调试组织及分工	
4.1试运组织部.....	
4.2试运领导小组.....	
4.3各专业组.....	
4.4调试工作分工.....	
5.分系统调试前应具备的条件.....	
5.1氨储存与制备、供应管路系统.....	
5.2工艺设备系统.....	
5.3电气设备系统.....	
5.4控制设备系统.....	
5.5烟气温度.....	
6. 脱硝装置整套启动前应具备的条件.....	
7. 调试范围、项目及程序.....	
7.1工艺专业.....	
7.2电气专业.....	
7.3热控专业.....	
8. 调试质量保证.....	
8.1 组织机构及职责	
8.2 质量控制措施	
9.安全保证体系.....	
9.1 安全组织机构及职责.....	
9.2 安全目标	
9.3安全措施.....	

9.4 安全文明调试.....

9.5 脱硝系统调试安全注意事项

10.启动试运程序计划.....

11 调试手册组成.....

附表 1：1、2 号反应器进口烟道测量数据记录表.....

附表 2：1、2 号反应器出口烟道测量数据记录表.....

1.前言

为确保新疆华发电有限责任公司乌鲁木齐热电厂脱硝#1、#2 机组（2×330MW）技改工程烟气脱硝工程的调试工作能优质、有序、准点、安全、文明、高效地进行，并使参加调试工作的各方对调试过程及要求有较全面的了解，特制定本调试方案。

本方案为原则性指导方案，详细的调试方案、调试组织管理等措施由调试单位结合本项目施工图进行细化。

本调试方案主要针对整套启动调试，即单体调试已经验收合格，设备、电气、控制等分系统具备整体调试条件。

调试前应对有关设计图纸、设备使用说明、系统相关其他文件仔细阅读和理解。

调试方案编制依据文件及标准：

- 《火电工程启动调试工作规定》建质[1996]40号；
- 《火电工程调整试运质量检验及评定标准》电力部建质[1996]111号；
- 《火力发电厂基本建设工程启动及竣工验收规程》电建[1996]159号；
- 《电力建设安全工作规程(火力发电厂部分)》DL5009.1-2002；
- 《电力建设施工及验收技术规范(锅炉机组篇)》DL/T 5047-95；
- 《液体无水氨》GB536-88；
- 《石油化工企业设计防火规范》GB 50160-2008；
- 《常用危险化学品的分类及标志》GB 13690-2009；
- 《电力生产安全工作规定》；
- 《电力安全工作规程（热力和机械部分）》；
- 《电力行业劳动环境监测技术规范》DL/T799.1~799.7-2002；
- 《火电厂烟气排放连续监测技术规范》HJ/T75-2001；
- 《火电厂大气污染物排放标准》GB13223-2011；
- 《锅炉启动调试导则》DL/T582-2004；
- 《电力建设施工及验收技术规范》DL/T5190.4-2004；

设备制造厂提供的图纸、设备安装和使用说明书；

国家、地方、行业颁布的标准、规程、规范均应是现行有效版本，如以上版本更新，采用最新版本。

2.工程概述

乌热电位于乌鲁木齐市市区东北郊10km处，乌鲁木齐市水区工业园B区东部，紧邻碱沟铁路专用线，厂区所处地貌以丘陵为主，地形复杂，海拔高度755~800m。

新疆华电发电有限责任公司乌鲁木齐热电厂#1、#2机组脱硝改造工程，采用选择性催化还原法（SCR）脱硝装置，氨气制备系统采用液氨法。在设计煤种、机组额定负荷工况（BRL、处理100%烟气量条件下，脱硝装置入口NO_x浓度350mg/Nm³，装置效率按照不小于72%（即脱硝装置出口NO_x排放浓度不大于100mg/Nm³，）进行设计，氨区按照#1、#2、号机组脱硝公用设计。

本工程采用选择性催化还原（SCR）法脱硝工艺，布置于省煤器与空预器之间，100%烟气处理量，副产物为氮气和水，无二次污染。在催化剂存在条件下，反应温度在305~430℃之间时，SCR法脱硝工艺的主要反应方程式如下：



其中式（6-1）和（6-2）为主要反应过程，因为烟气中90~95%的NO_x以NO形式存在，5~10%的NO_x以NO₂形式存在。在反应过程中，NH₃选择性的和NO_x反应生成无二次污染的N₂和H₂O随烟气排放。SCR法脱硝工艺的还原剂可采用液氨、尿素或氨水，本脱硝工程选用液氨作为还原剂。

氨的物理特性：

无水氨，又名液氨，为无色气体，有刺激性恶臭味。分子式NH₃，分子量17；熔点-77.7℃，沸点-33.35℃，自燃点651.11℃；水溶液呈强碱性。

氨散逸后的特性：无水氨通常存储的方式是罐装存储，液态氨变为气态氨时会膨胀，并形成氨云；虽然氨的分子量比空气小，但液氨泄入空气中后迅速形成气态氨后，很容易与空气中的水形成水滴的氨气，形成液体氨滴。所以当氨气泄漏时，氨气并不完全的往空气中扩散，而会在地面滞留。

氨气的燃烧爆炸性及腐蚀性：

气态氨和空气混合物的爆炸极限浓度是16~25%（V/V），最易引燃浓度是17%，氨气和空气混合物达到上述浓度范围遇明火会燃烧和爆炸；按照GB50160《石油化工企业设计防火

规范》中的有关的规定，爆炸浓度下限 $\geq 10\%$ 的气体为乙类火灾危险的可燃气体，所以氨气属于乙类火灾危险气体。如有油类或其它可燃性物质存在，则危险性更高。与硫酸或其它强无机酸反应放热，混合物可达到沸腾。大量氨泄漏时，会对现场工作的人员及居住在附近社区的居民造成一定的危害。

液态氨将会侵蚀某些塑料制品、橡胶和涂层。

氨不能与下列物质共存：乙醛、丙烯醛、硼、卤素、环氧己烷、次氯酸、硝酸、汞、氯化银、硫、锑、双氧水等。

氨对人体的危害：

人体若与氨接触，对皮肤和眼睛有强烈的腐蚀作用，刺激呼吸系统粘膜和眼睛，使眼睛暂时或永久失明，产生严重疼痛性灼伤，并导致头痛、恶心、呕吐等。

严重时，会导致呼吸系统积水（肺或喉部水肿），可能导致死亡。

长期暴露在氨气中，将导致产生咳嗽或呼吸急促的支气管炎，甚至窒息。

由于氨对人体有严重危害，调试过程中应采取必要安全防护措施，以免造成事故。

3. 系统设备概述及特点

3.1 SCR 反应器系统

SCR 反应区主要设备系统有：

3.1.1 烟道

SCR 法烟气系统的主要设备有膨胀节、氨注入混合装置、导流板、碎灰网、整流层、反应器入口烟道灰斗等。

a)膨胀节：在SCR 反应器连接烟道上合理布置膨胀节以吸收烟道、反应器受热膨胀量，同时在反应器烟道与锅炉省煤器出口及空预器入口连接处需设置膨胀节。膨胀节类型宜采用非金属型式。

b)氨注入混合装置：采用喷氨格栅（AIG）装置。

c)导流板：安装在烟道变截面和转弯处，优化烟气流场分布，主要有弧形和圆形等。

d)碎灰网：安装在SCR 反应器内顶层催化剂上游，防止大颗粒的灰或结块的灰堵塞催化剂，碎灰网的网孔径不宜大于25mm。

e)整流层：安装在SCR 反应器内顶层催化剂上游的碎灰网下，主要进行烟气整流，保证通过催化剂层的烟气流场分布满足脱硝要求。

3.1.2 SCR 反应器

反应器本体为全钢焊接结构。反应器钢结构宜在工厂分段加工，现场拼接。反应器本体采用整体支撑方式。反应器截面尺寸根据烟气流速、催化剂模块尺寸及布置式等因素确定。反应器有效高度根据催化剂模块高度、层数、层间净高、吹灰装置、烟气整流装置高度等因素综合考虑确定。反应器入口段宜设烟气扩散段及导流板，促使烟气的流场均匀分布。反应器出口宜设收缩段，其倾斜角度能避免该处积灰。设置在催化剂上方的整流装置，保证烟气流场满足催化剂入口要求。在反应器侧壁设置催化剂安装门和检修人孔门。反应器内催化剂的支架可兼作催化剂安装时的滑行导轨，也可采用专用小车或其他方式装填或更换催化剂。反应器本体外周设平台作为人行通道，平台宜采用格栅形式，平台根据需要考虑装填或更换催化剂时荷载。

SCR 反应器的设计充分考虑与周围设备布置的协调性及美观性。反应器设计成烟气竖直向下流动，反应器入口设气流均布装置，反应器入口及出口段设导流板，对于反应器内部易于磨损的部位设计必要的防磨措施。反应器内部各类加强板、支架设计成不易积灰的型式，同时必须考虑热膨胀的补偿措施。

反应器设置足够大小和数量的人孔门。

反应器配有可拆卸的催化剂测试元件。

反应器设计还考虑内部催化剂维修及更换所必须的起吊装置。

反应器按照通用化原则设计，每层反应器的支撑、密封、高度等结构和尺寸，能够满足世界上各主要催化剂厂家的各种类型催化剂的安装要求，便于买方在将来添加和更换催化剂时在技术和商务上有更多的选择。

SCR 反应器能承受运行温度 430℃ 不少于 5 小时的考验，而不产生任何损坏。

3.1.3 催化剂

本项目催化剂由电厂业主采购。其反应示意图见图 3-2。

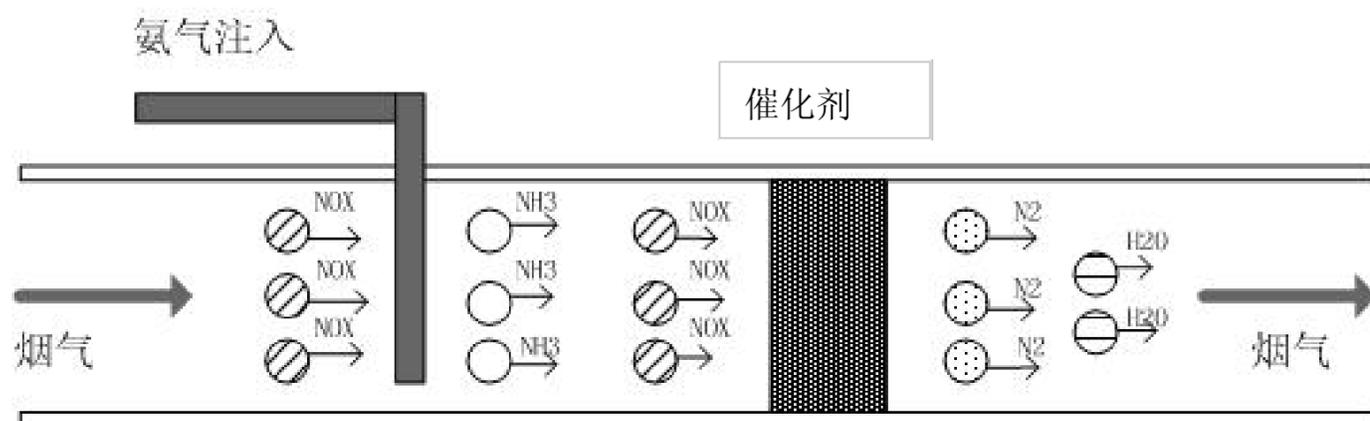


图 3-2：催化反应示意图

3.1.4 吹灰及控制系统

每层催化剂均设置吹灰装置。

由于本项目烟气中灰分浓度较高，为了防止催化剂被堵塞，保证脱硝系统正常运行，吹灰系统采用声波吹灰。

3.2 脱硝剂存储、供应系统

本工程采用液氨来制备脱硝剂。液氨储存、制备、供应系统包括液氨卸料压缩机、储氨罐、液氨蒸发槽、液氨泵、氨气缓冲槽、稀释风机、混合器、氨气稀释槽、废水泵、废水池等。此套系统提供氨气供脱硝反应使用。液氨的供应由液氨槽车运送，利用液氨卸料压缩机将液氨由槽车输入储氨罐内，用液氨泵将储槽中的液氨输送到液氨蒸发槽内蒸发为氨气，经氨气缓冲槽来控制一定的压力及其流量，然后与稀释空气在混合器中混合均匀，再送达脱硝系统。氨气系统紧急排放的氨气则排入氨气稀释槽中，经水的吸收排入废水池，再经由废水泵送至废水处理厂处理。废水泵采用自吸泵。在事故状态下，能够满足在较短时间（60分钟）内将流入废水池中的废水排到电厂废水处理系统。

3.2.1 卸料压缩机

液氨卸料可通过卸氨压缩机进行，在与槽车接口处设置用于卸氨前后排出管道中空气 / 氨的管道。氨储存设备及运输管道上设有排空和氨气置换管路或接口。选择的卸料压缩机能满足各种条件下的要求。在1小时内能将液氨罐车内的液氨卸至液氨储罐中。压缩机气相出口设有安全阀。卸料压缩机抽取储氨罐中的氨气，经压缩后将槽车的液氨推挤入液氨储罐中。卖方在选择压缩机排气量时，要考虑储氨罐内液氨的饱和蒸汽压，液氨卸车流量，液氨管道阻力及卸氨时气候温度等。

3.2.2 储氨罐

液氨储存和制备系统各装置按乙类可燃液体要求设计（GB50160）。储氨罐不少于两个，储氨罐容积按照液氨密度 $0.578\text{t}/\text{m}^3$ （温度 40°C 时）、充装系数按 $0.85-0.9$ 计算。

液氨的储槽容量，按照2台锅炉BMCR工况，在设计条件下，每天运行24小时，连续运行5天的消耗量考虑。储槽上安装有逆止阀、紧急关断阀和安全阀为储槽液氨泄漏保护所用。储槽还装有温度计、压力表、液位计（进口设备）、高液位报警仪和相应的变送器（进口设备）将信号送到脱硝控制系统，当储槽内温度或压力高时报警。储槽有防太阳辐射措施，四周安装有工业水喷淋管线及喷嘴，当储槽槽体温度过高时自动淋水装置启动，对槽体自动喷淋减温；当有微量氨气泄露时也可启动自动淋水装置，对氨气进行吸收，控制氨气污染。进入蒸

发器的液氨管道上设置过滤器，防止氨泥及其他杂质堵塞管道和设备。

3.2.4液氨供应泵

液氨进入蒸发槽，采用液氨泵来供应。为保证氨的不间断供应，供应泵的流量按照不小于设计条件下锅炉BMCR 工况液氨耗量110% 选型。氨泵按一用一备供应。

3.2.5液氨蒸发槽

液氨蒸发所需要的热量采用蒸汽加热来提供热量。蒸发槽上装有压力控制阀将氨气压力控制在一定范围，当出口压力达到过高时，则切断液氨进料。在氨气出口管线上装有温度检测器，当温度过低时切断液氨，使氨气至缓冲槽维持适当温度及压力，蒸发槽也装有安全阀，可防止设备压力异常过高。液氨蒸发槽按照在 BMCR 工况下 2×110%容量设计。

3.2.6氨气缓冲槽

从蒸发槽蒸发的氨气流进入氨气缓冲槽，通过调压阀减压成一定压力，再通过氨气输送管线送到锅炉侧的脱硝系统。液氨缓冲槽能满足为 SCR 系统供应稳定的氨气，避免受蒸发槽操作不稳定所影响。缓冲槽上设置有安全阀保护设备。

3.2.7氨气稀释槽

氨气稀释槽为一定容积水槽，水槽的液位由满溢流管线维持，稀释槽设计连结由槽顶淋水和槽侧进水。液氨系统各排放处所排出的氨气由管线汇集后从稀释槽低部进入，通过分散管将氨气分散入稀释槽水中，利用大量水来吸收安全阀排放的氨气。

3.2.8稀释风机

喷入反应器烟道的氨气为空气稀释后的含5%左右氨气的混合气体。所选择的风机满足脱除烟气中NO_x 最大值的要求，并留有一定的余量。稀释风机采用离心式风机。在锅炉BMCR 工况下所需的氨稀释到5%（体积比）以下。稀释风机风量裕度不低于10%，风压裕度不低于20%，且稀释风机风压一般不低于3500Pa。风机按2台100%容量（1用1备）设置。

3.2.9氨气泄漏检测器

液氨储存及供应系统周边设有氨气检测器，以检测氨气的泄漏，并显示大气中氨的浓度。当检测器测得大气中氨浓度过高时，在机组控制室会发出警报，操作人员采取必要的措施，以防止氨气泄漏的异常情况发生。电厂液氨储存及供应系统设在炉后，采取措施与周围系统作适当隔离。

3.2.10排放系统

在氨制备区设有排放系统，使液氨储存和供应系统的氨排放管路为一个封闭系统，将经由氨气稀释槽吸收成氨废水后排放至废水池，再经由废水泵送到废水处理站。废水泵采用自

吸泵。能将流入废水池中的全部废水排到电厂废水处理系统。脱硝废水经处理后的排放标准达到GB8978 和乌鲁木齐当地排放标准的相应要求。

3.2.1 氮气吹扫系统

液氨储存及供应系统保持系统的严密性防止氨气的泄漏和氨气与空气的混合造成爆炸是最关键的安全问题。基于此方面的考虑，本系统的卸料压缩机、储氨罐、氨气蒸发槽、氨气缓冲槽等都备有氮气吹扫管线。在液氨卸料之前通过氮气吹扫管线对以上设备分别要进行严格的系统严密性检查和氮气吹扫，防止氨气泄漏和系统中残余的空气混合造成危险。

整个 SCR 法脱硝系统主要装置布置图见图 3-3，其工艺流程见图 3-4。

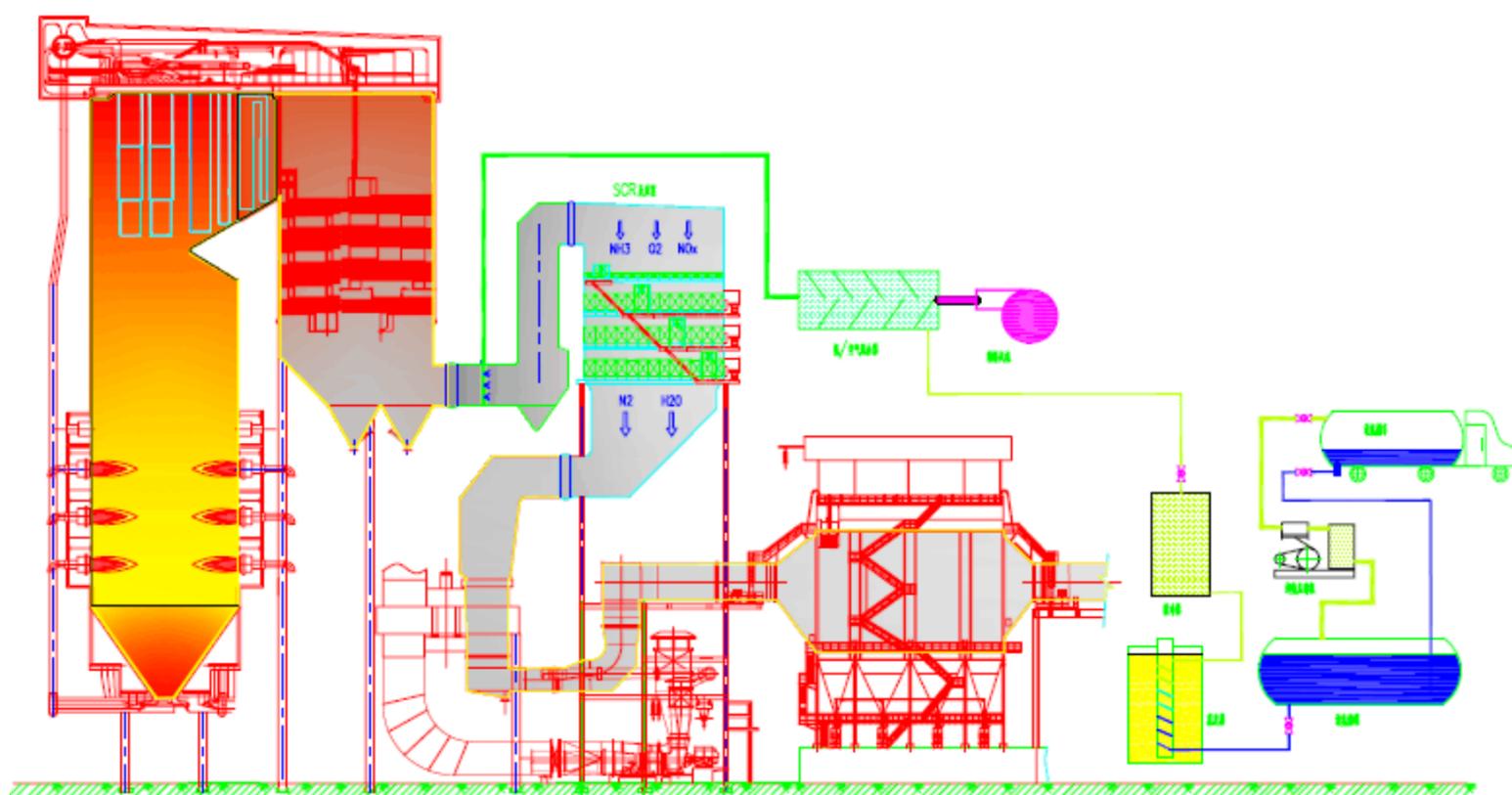


图 3-3：SCR 法脱硝装置布置图

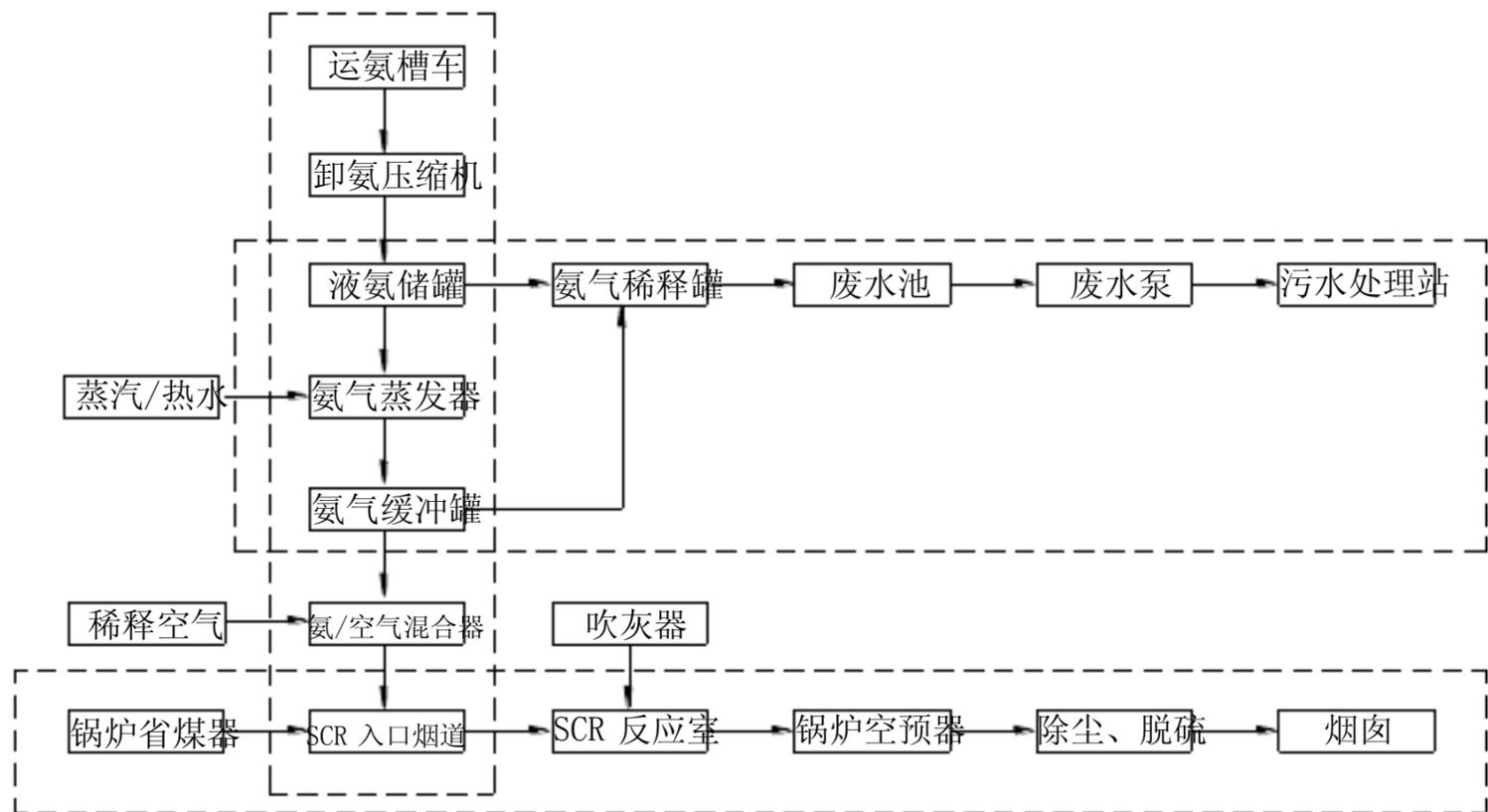


图 3-4: SCR 法主要工艺系统流程图

氨区工艺及辅助系统的主要功能是向 SCR 系统提供足够的氨气，以保证脱硝反应的顺利进行。

3.3 脱硝系统主要性能指标要求

3.3.1 脱硝装置在锅炉负荷波动时的适应特性

脱硝装置能在锅炉 30%BMCR 工况和 100%BMCR 工况之间的任何点运行，并能适应机组的负荷变化和机组启停次数的要求。在燃烧设计煤种的情况下，无论烟尘含量如何变化，脱硝装置均能正常可靠运行。装置和所有辅助设备能投入运行而对锅炉负荷和锅炉运行方式不能有任何干扰。脱硝装置烟道和 SCR 反应器设计承压能力按不小于 $\pm 5.98\text{kPa}$ 考虑，最大瞬时承受压力按 $\pm 9.98\text{kPa}$ 考虑，当炉膛突然灭火或送风机全部跳闸，引风机出现瞬间最大抽力时，脱硝装置烟道和 SCR 反应器及支承件不产生永久变形。

3.3.2 NO_x 脱除率、氨的逃逸率、 SO_2/SO_3 转化率

脱硝装置的 NO_x 脱除率不小于 80%，氨的逃逸率控制在 2.28 mg/m^3 （标准状态，干基，过剩空气系数 1.4）以下， SO_2/SO_3 转化率小于 1%；

上述 3 项性能保证指标的条件为：

- 1) 燃用设计煤质；
- 2) 锅炉 30%BMCR-100%BMCR 负荷；
- 3) 烟气中 NO_x 含量不大于 350 mg/Nm^3 （干基，6% 含氧量）；

- 4) 脱硝系统入口烟气含尘量不大于 31.82 g/Nm³ (干基, 6% 含氧量);
- 5) NH₃/NO_x 摩尔比不超过保证值 0.813 (80% 效率) 时。

脱硝效率定义:

$$\text{脱硝率} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

式中: C₁——脱硝系统运行时脱硝入口处烟气中 NO_x 含量 (标准状态, 干基, 过剩空气系数 1.4) (mg/Nm³)。

C₂——脱硝系统运行时脱硝出口处烟气中 NO_x 含量 (标准状态, 干基, 过剩空气系数 1.4) (mg/Nm³)。

氨的逃逸率是指在脱硝装置出口的氨的浓度。

3.3.3 压力损失

3.3.3.1 从脱硝系统入口到出口之间的系统压力损失在性能考核试验时不大于 850Pa (设计煤种, 100%B-MCR 工况, 不考虑附加催化剂层投运后增加的阻力);

3.3.3.2 从脱硝系统入口到出口之间的系统压力损失不大于 1000Pa (设计煤种, 100%BMCR 工况, 并考虑附加催化剂层投运后增加的阻力)。

3.3.4 脱硝装置可用率

从首次通烟气开始直到最后的性能验收为止的质保期内, 脱硝整套装置的可用率在最终验收前不低于 98%。

脱硝装置的可用率定义:

$$\text{可用率} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

A: 锅炉每年总运行时间, 单位为小时 (h)

B: 脱硝装置每年因自身故障导致的停运时间, 单位为小时 (h)。

3.3.5 系统连续运行温度

在满足 NO_x 脱除率、氨的逃逸率及 SO₂/SO₃ 转化率的条件下, SCR 系统具有正常运行能力。

最低连续运行烟温 305 °C

最高连续运行烟温 420 °C

最低喷氨温度 320 °C

3.3.6 其它消耗

在 BMCR 工况下，含尘量 31.82 g/Nm³ (干基，6% 含氧量)时，

1) 纯氨蒸发用蒸汽 170 kg/h (0.29~0.53MPa; 250℃) (2 台机组)

2) 声波吹灰器，催化剂吹扫用压缩空气用量 4.56 Nm³/min (连续吹扫)

每天的吹扫频率 144 次 (10min 吹 1 次)

4. SCR 脱硝系统调试组织及分工

4.1 试运组织部

根据新疆华电发电有限责任公司乌鲁木齐热电厂（2×330MW）技改工程脱硝工程的特点，结合电力部有关启动调试的规定，在本工程调试中，将组建脱硝试运领导小组，以便组织和指挥调试工作按步骤、有条理地开展。该领导小组由电厂、中国华电工程（集团）有限公司、监理单位、安装单位和调试单位共同组成。下设工艺、热控、电气、生产准备、综合等专业组。各专业组由各相关单位代表组成。专业组长由领导小组和有关单位协商后任命。

4.2 试运领导小组

全面组织领导和协调脱硝岛的启动调试工作，对试运中的安全、质量、进度等全面负责，审批主要调试方案和措施，协调解决启动试运中的重大问题，组织领导和协调各专业及各阶段的交接签证工作。

4.3 各专业组

负责设备试运行前的检查和操作，承担设备的启、停及试运、调整试验过程中的操作、值班、监控、现场设备的巡检及事故处理，承担运行过程中的表盘工况与参数记录。

4.4 调试工作分工

4.4.1 建设单位

- 1) 全面协助试运领导小组做好启动试运全过程中的组织管理；
- 2) 参与试运各阶段检查协调、交接验收和竣工验收的日常工作；
- 3) 协助总承包商作好现场的保卫、消防工作；
- 4) 协助调试单位联系、协调与锅炉主体相关的调试工作。

4.4.2 总承包单位

- 1) 组织启动试运的全过程工作；

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/898123052053007007>