

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2001—2010

火电厂烟气脱硫工程技术规范 氨法

Technical specifications for ammonia flue gas desulfurization projects of
thermal power plant

2010-12-17 发布

2011-03-01 实施

环 境 保 护 部 发 布

中华人民共和国国家环境保护标准
火电厂烟气脱硫工程技术规范 氨法
HJ 2001—2010

*

中国环境科学出版社出版发行
(100062 北京东城区广渠门内大街16号)

网址: <http://www.cesp.com.cn>

电话: 010-67112738

北京市联华印刷厂印刷

版权所有 违者必究

*

2011年3月第1版 开本 880×1230 1/16

2011年3月第1次印刷 印张 1.5

字数 60千字

统一书号: 135111·135

定价: 23.00元

中华人民共和国环境保护部 公 告

2010 年 第 94 号

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，规范污染治理工程建设与运行，现批准《大气污染防治工程技术导则》等 9 项标准为国家环境保护标准，并予发布。

标准名称、编号如下：

- 一、大气污染防治工程技术导则（HJ 2000—2010）
- 二、火电厂烟气脱硫工程技术规范 氨法（HJ 2001—2010）
- 三、电镀废水治理工程技术规范（HJ 2002—2010）
- 四、制革及毛皮加工废水治理工程技术规范（HJ 2003—2010）
- 五、屠宰与肉类加工废水治理工程技术规范（HJ 2004—2010）
- 六、人工湿地污水处理工程技术规范（HJ 2005—2010）
- 七、污水混凝与絮凝处理工程技术规范（HJ 2006—2010）
- 八、污水气浮处理工程技术规范（HJ 2007—2010）
- 九、污水过滤处理工程技术规范（HJ 2008—2010）

以上标准自 2011 年 3 月 1 日起实施，由中国环境科学出版社出版，标准内容可在环境保护部网站（bz.mep.gov.cn）查询。

特此公告。

2010 年 12 月 17 日

目 次

前 言.....	iv
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.....	4
6 工艺设计.....	5
7 主要工艺设备和材料.....	8
8 检测与过程控制.....	8
9 辅助系统.....	10
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） 典型工艺流程.....	16

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，规范火电厂氨法烟气脱硫工程建设，改善环境质量，制定本标准。

本标准对火电厂氨法烟气脱硫工程的设计、施工、验收、运行和维护等提出了技术要求。

本标准首次发布。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、江苏新世纪江南环保有限公司、国电环境保护研究院、云南亚太环境工程设计研究有限公司。

本标准由环境保护部 2010 年 12 月 17 日批准。

本标准自 2011 年 3 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

火电厂烟气脱硫工程技术规范 氨法

1 适用范围

本标准规定了火电厂氨法烟气脱硫工程的设计、施工、验收、运行和维护等技术要求。

本标准适用于 100 MW 及以上火电机组氨法烟气脱硫工程，可作为环境影响评价、工程咨询、设计、施工、环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

100 MW 以下机组的火电机组、工业炉窑或工业锅炉的氨法烟气脱硫工程可参照执行。

2 规范性引用文件

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

GB 535 硫酸铵

GB 536 液体无水氨

GB 2440 尿素

GB 3559 农业用碳酸氢铵

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 13223 火电厂大气污染物排放标准

GB 14679 空气质量 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法

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 16297 大气污染物综合排放标准

GB/T 23349 肥料中砷、镉、铅、铬、汞生态指标

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50019 采暖通风与空气调节设计规范

GB 50033 建筑采光设计标准

GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50058 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范

GB 50116 火灾自动报警系统设计规范

GB 50160 石油化工企业设计防火规范

GB 50219 水喷雾灭火系统设计规范

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 50243 通风与空调工程施工质量验收规范

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

HJ 2001—2010

GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素

HJ 533 环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法

HJ 562 火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法

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

HJ/T 179 火电厂烟气脱硫工程技术规范 石灰石/石灰-石膏法

HJ/T 255 建设项目竣工环境保护验收技术规范 火力发电厂

DL 5000 火力发电厂设计技术规程

DL 5053 火力发电厂劳动安全和工业卫生设计规程

DL/T 748.10 火力发电厂锅炉机组检修导则 第 10 部分：脱硫装置检修

DL/T 808 副产硫酸铵

DL/T 986 湿法烟气脱硫工艺性能检测技术规范

DL/T 5035 火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程

DL/T 5153 火力发电厂厂用电设计技术规定

DL/T 5196 火力发电厂烟气脱硫设计技术规程

DL/T 5403 火电厂烟气脱硫工程调整试运及质量验收评定规程

HG 1—88 工业氨水

《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

脱硫系统 desulfurization system

脱除烟气中二氧化硫（SO₂）的氨法烟气脱硫装置。

3.2

氨法烟气脱硫 ammonia flue gas desulfurization

以氨基物质作吸收剂，脱除烟气中的 SO₂ 并回收副产物（如硫酸铵等）的湿式烟气脱硫工艺。简称氨法。

3.3

吸收剂 absorbent

脱硫系统中用于脱除 SO₂ 等有害物质的反应剂。

3.4

副产物 by-product

吸收剂与烟气中 SO₂ 等反应后生成的物质，以及对反应生成物质进一步加工形成的物质。

3.5

氨回收率 ammonia recovery rate

脱硫系统副产物中氨的量与用于脱硫的氨的量之比。以副产硫酸铵为例，按式（1）计算：

$$\text{氨回收率} = \frac{X \times Y + \sum_{i=1}^n (X_{i2} \times Y_{i2} - X_{i1} \times Y_{i1})}{X_1 \times Y_1} \times 2M_1/M_2 \times 100\% \quad (1)$$

式中： X ——计算期（计算期宜为 3 d 以上）生产的硫酸铵产品的质量，kg；

Y ——计算期生产的硫酸铵产品中平均硫酸铵质量分数，%；

X_1 ——计算期内投入吸收剂的总质量，kg；

Y_1 ——投入的吸收剂含氨的质量分数，%；

X_{i1} 、 X_{i2} ——计算期期初、期末时系统中第 i 项设备中副产物总质量，kg；

Y_{i1} 、 Y_{i2} ——计算期期初、期末时系统中第 i 项设备中副产物中氨及铵盐折算硫酸铵的质量分数，%；

n ——脱硫系统中存有副产物的设备数；

M_1 ——氨的相对分子质量；

M_2 ——硫酸铵的相对分子质量。

3.6

增压风机 booster fan

为克服脱硫系统的烟气阻力增加的风机。

3.7

氧化风机 oxidation fan

提供氧气（空气）用于将脱硫生成的亚硫酸（氢）铵氧化成硫酸铵的设备。

3.8

氨逃逸质量浓度 ammonia slip

脱硫系统运行时，吸收塔出口单位烟气体积（101.325 kPa、0℃，干基，过剩空气系数 1.4）中氨的质量，一般用 mg/m^3 表示。

3.9

氧化率 oxidation rate

副产物中硫酸（氢）盐物质的量占亚硫酸（氢）盐及硫酸（氢）盐物质的量的总和的百分比，按式（2）计算：

$$\text{氧化率} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \times 100\% \quad (2)$$

式中： n_1 ——副产物中硫酸（氢）盐的物质的量，mol；

n_2 ——副产物中亚硫酸（氢）盐离子的物质的量，mol。

3.10

吸收塔内饱和结晶 saturation crystal in absorber

在吸收塔内，利用进口烟气的热量，使副产物溶液达到饱和并析出晶体的过程。简称塔内结晶。

3.11

吸收塔外蒸发结晶 evaporative crystal out of absorber

在吸收塔外，利用蒸汽等热源，将副产物溶液进行蒸发并析出晶体的过程。简称塔外结晶。

4 污染物与污染负荷

4.1 主要污染物与污染负荷

4.1.1 进入脱硫系统的烟气中 SO_2 含量按 HJ/T 179 的规定计算。

HJ 2001—2010

4.1.2 进入脱硫系统的烟气中烟尘含量应不影响副产物质量及装置正常运行。

4.2 烟气条件的确定

4.2.1 新建机组建设脱硫系统时，其设计工况宜采用锅炉最大连续工况（BMCR）、燃用设计燃料时的烟气参数。校核工况宜采用锅炉经济运行工况（ECR）、燃用最大含硫量燃料时的烟气参数。

4.2.2 现有机组建设氨法烟气脱硫系统时，其设计工况和校核工况宜根据脱硫系统入口处实测烟气参数结合设计参数确定，并充分考虑燃料的变化趋势。

4.2.3 烟气参数应按 GB/T 16157 测试。

4.3 SO₂ 脱除效果

脱硫系统的 SO₂ 排放浓度应符合国家或地方的相关标准，且满足排放总量的要求，脱硫效率按 HJ/T 179 进行计算。

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 脱硫系统应根据当地吸收剂来源、副产物市场、安全环境等条件进行技术经济比较后确定。

5.1.2 脱硫系统应根据企业的规划及实际情况选择与其生产条件相适应的工艺及设备，宜选择安全、环保、节能的工艺和设备。

5.1.3 脱硫系统所需水、电、气、汽等公用工程宜尽量利用电厂主体工程设施。

5.1.4 脱硫系统应设置有效的安全、消防、卫生设施，控制有害物质产生与扩散。

5.1.5 新建发电机组的吸收塔设计使用寿命应不小于 30 年，现有发电机组的吸收塔设计寿命不应低于发电机组寿命。

5.1.6 脱硫系统的设计脱硫效率应不小于 95%。

5.1.7 氨逃逸质量浓度应低于 10 mg/m³。氨回收率应不小于 96.5%。

5.1.8 脱硫系统应装设符合 HJ/T 76 要求的烟气排放连续监测系统（CEMS），并按照 HJ/T 75 的要求进行连续监测。

5.1.9 烟囱的设计、建造及改造应符合安全、环境影响环保评价的要求，并应注意考虑对脱硫系统的影响。已建电厂建设脱硫系统时，应对现有烟囱进行检测、分析后确定改造方案。

5.2 工程构成

5.2.1 氨法烟气脱硫工程的设计对象和范围应根据工程实际进行界定。设计对象一般包括系统的工艺、设备、土建、电气、控制、消防、暖通、给排水等；设计范围一般包括从锅炉引风机出口烟道到烟囱进口的所有工艺系统、公用系统和辅助系统等。

5.2.2 工艺系统包括烟气系统、吸收剂储存供给系统、吸收系统、副产物处理系统和事故排空系统等。

5.2.3 公用系统包括蒸汽系统、压缩空气系统、工艺水及循环冷却水系统等。

5.2.4 辅助系统包括电气系统、仪表及控制系统、土建、采暖通风及空调、给排水系统、消防等。

5.3 总平面布置

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 总平面布置应符合 GB 50016、GB 50160 和 DL/T 5196 的规定。

5.3.1.2 副产物处理系统应结合工艺流程和场地条件因地制宜布置。一般可布置在与吸收循环系统相对独立的交通便利的区域，吸收循环系统与副产物处理系统间的物料可用管道输送。

5.3.1.3 副产物仓库应布置在交通顺畅的道路边，并便于自然通风。

5.3.2 交通运输

5.3.2.1 副产物处理系统及仓库之间宜设顺畅的运输通道。

5.3.2.2 当吸收剂为液氨时可以用槽罐车或管道输送，总图布置应符合 HJ 562 的相关规定。

5.3.3 管线布置

5.3.3.1 管线综合布置应根据总平面布置、管内介质、施工及维护检修等因素确定，在平面及空间上应与主体工程相协调。现有厂区的脱硫系统边界管道宜利用原有管廊敷设。

5.3.3.2 集中管廊布置时，含有腐蚀性介质管道宜布置在下层，公用工程管道、电缆桥架宜布置在上层。

5.3.3.3 管线的附属构筑物（如补偿器、检查井等）应相互交错布置，避免冲突。地上管线较多时，尽可能共架（共杆）布置。

5.3.3.4 在多层管廊上布置液氨管道时应与蒸汽管道、电缆等分层布置。单层管廊布置时，液氨管道与蒸汽管道、电缆的布置间距应符合安全、检修等规范。

5.3.3.5 液氨罐区的配管管架应为滑动结构。

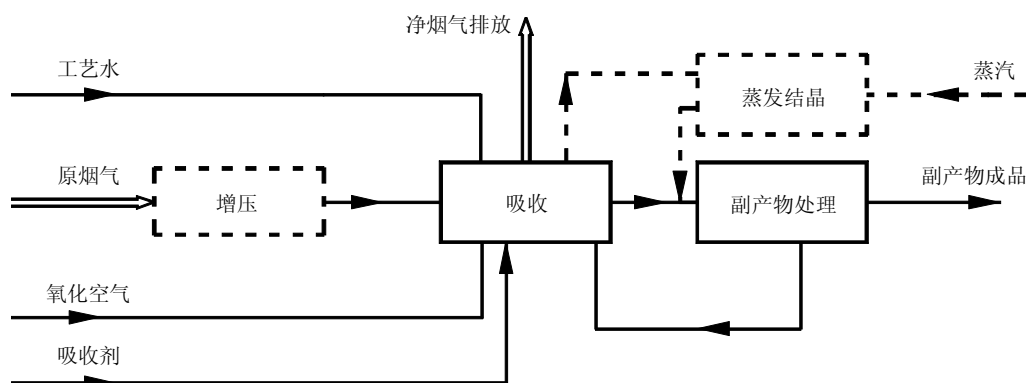
5.3.3.6 电缆敷设设计应避免腐蚀性介质接触，宜架空或采取防腐措施埋地。

6 工艺设计

6.1 工艺路线

6.1.1 氨法烟气脱硫工艺

氨法烟气脱硫工艺主要分为吸收工艺和副产物处理工艺两部分。工艺流程示意图见图 1。详细典型的氨法烟气脱硫工艺流程参见附录 A。



注：1. 蒸发结晶只在塔外蒸发结晶工艺中配置。

2. 锅炉引风机可以克服脱硫系统阻力时可不配置增压风机。

图 1 氨法烟气脱硫工艺流程示意图

6.1.2 吸收工艺（副产硫酸铵）

原烟气进入吸收塔，含氨的吸收液吸收烟气中的 SO₂，脱硫后的净烟气经除雾按要求排放。吸收液吸收烟气中的 SO₂ 后在吸收塔的氧化池或独立的氧化设施中被氧化成硫酸铵，所形成的硫酸铵溶液（或浆液）送副产物处理系统。

6.1.3 副产物处理工艺（副产硫酸铵）

副产物（硫酸铵）处理工艺可分为塔内结晶和塔外结晶两种。结晶形成的浆液经固液分离、干燥、包装得成品硫酸铵。

6.2 吸收剂储存供给系统

6.2.1 吸收剂的选择与制备

6.2.1.1 吸收剂的质量宜符合表 1 的要求。

表 1 吸收剂质量要求

吸收剂	液氨	氨水 ^a	碳铵	尿素
宜执行标准	GB 536 合格品 氨含量 99.6%	HG 1—88 农用品	GB 3559 合格品	GB 2440 农用合格品

^a 可在脱硫系统水平衡允许范围内降低氨水浓度要求。

6.2.1.2 吸收剂应根据来源情况及当地条件进行安全、经济、环保等综合评价后选择，并采取安全防护措施。

6.2.1.3 使用焦化、化工等副产氨或氨水等吸收剂进行脱硫时，应保证副产物质量及系统正常运行。

6.2.1.4 使用固体吸收剂脱硫时宜设置溶解设施将其配制成水溶液使用。

6.2.2 吸收剂的储存

6.2.2.1 吸收剂储量宜满足 3~7 d 用量，可根据输送距离远近及供应能力增减储量。

6.2.2.2 液氨通常用常温卧式罐或球罐储存，由专用槽车、管道运输。氨水为常压密封储存，用槽车或管道运输。碳铵和尿素通常为固体，宜散料或袋装。

6.2.2.3 液氨的储存应按 HJ 562 中的相关规定执行。

6.3 烟气系统

6.3.1 烟气系统应考虑脱硫系统建设后烟气压力降的变化，选择合适的烟气系统动力设备，所配动力设备的压力、风量等参数的选择及设备选型可参照 HJ/T 179 和 DL/T 5196 的要求。

6.3.2 需设置烟气再热器时，可选择气气换热、蒸汽加热等形式。

6.3.3 烟气系统宜参照 HJ/T 179 要求进行防腐。

6.4 吸收系统

6.4.1 一般规定

6.4.1.1 吸收系统应能满足技术性能要求，宜选用占地少、流程短、节能低耗的工艺及设备。

6.4.1.2 吸收系统应设置事故槽（池）。当全厂采用相同的脱硫工艺系统时，宜合用一套。事故槽（池）的容量宜不小于容积最大的吸收塔最低运行液位时的总容量。

6.4.1.3 浆液槽（池）应有防腐措施并设有防沉积或堵塞装置。

6.4.1.4 吸收液系统应减少尘、油及其他杂质进入，必要时宜配置相应的除杂质设施。

6.4.2 吸收塔

6.4.2.1 吸收塔的液气比应达到脱硫系统的要求，喷淋层不应少于 2 层。

6.4.2.2 应采用低压力降的吸收塔型式，吸收塔压力降应低于 1 500 Pa。

6.4.2.3 吸收塔的顶部或出口烟道上应设除雾器。在正常运行工况下，除雾器出口烟气中的雾滴质量浓度应不大于 75 mg/m³。

6.4.2.4 吸收塔内部结构、液气比及喷淋层的设置应保证吸收液及烟气的充分接触，在保证脱硫效率的同时控制氨逃逸。

6.4.2.5 吸收塔塔外应设置供检修维护的平台和扶梯。

6.4.3 吸收液循环泵

6.4.3.1 吸收液循环泵宜根据工艺特点设置，至少设置两台。

6.4.3.2 吸收液循环泵及其他主要工艺泵应保证其可靠性，宜设备用。

6.4.4 氧化风机

宜根据工艺要求的风量及压头进行选型，至少有一台备用。

6.4.5 管道

6.4.5.1 含有结晶的浆液管道设计应符合 DL/T 5196 的要求。

6.4.5.2 管道内应避免浆液沉积，浆液管道上应设排空和冲洗的设施。

6.5 副产物处理系统

6.5.1 一般规定

6.5.1.1 应根据技术要求及市场条件选择副产物品种及质量等级，不得影响脱硫系统的主要技术性能。

6.5.1.2 副产物质量宜达到国家或行业标准要求，并定期评估杂质对副产物产品品质的影响，可根据用途确定检测指标及检测方法。

6.5.1.3 农用硫酸铵的氧化率应不小于 98.5%，重金属含量应满足 GB/T 23349 要求，其他指标宜达到 GB 535 农用合格品以上标准，不得低于 DL/T 808 指标的要求。

6.5.1.4 副产物车间应根据产品性质、加工用途进行设计和设备布置。

6.5.1.5 副产物处理系统应考虑原烟气含尘量对副产物品质的影响，必要时应设置除灰设备并考虑滤渣堆放和运输。

6.5.1.6 副产物处理系统产能及设备选型需适应脱硫系统负荷变化，产能应达到脱硫系统满负荷运行时的 150%。

6.5.2 副产物结晶

副产物结晶方案应通过经济技术比较确定，宜选用塔内结晶、多效蒸发结晶、蒸汽喷射泵等节能工艺和设备。

6.5.3 固液分离

6.5.3.1 固液分离流程宜包括分级分离、过滤脱水等工序。

HJ 2001—2010

6.5.3.2 固液分离设备的容量应满足晶体含量波动的要求，宜备用一台（套）设备或主件。

6.5.3.3 固液分离系统后的硫酸铵水分含量宜 $\leq 5\%$ （质量比）。

6.5.4 干燥

6.5.4.1 干燥设备型式应根据物料产量、含水量、杂质含量等选择，并综合考虑能耗和占地面积等。干燥设备厂房面积和高度应能满足工艺布置和通风除尘的要求。

6.5.4.2 干燥设备的热源可采用锅炉热风或蒸汽等，不宜直接使用原烟气作干燥热源。

6.5.4.3 干燥后的管路、料仓宜密闭。干燥气排放应符合 GB 16297 的规定。

6.5.5 包装

6.5.5.1 副产物硫酸铵应按 GB 535、DL/T 808 的规定及用户要求进行包装和储存。其他副产物应参照相关国家或行业标准执行。

6.5.5.2 包装设备应选用扬尘少的称重及包装方式，并配置通风、收尘系统。

6.6 二次污染物控制措施

6.6.1 脱硫系统应防止工艺废水排放。

6.6.2 脱硫系统的设计、建设应采取有效的隔声、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、GBZ 1 等相应的规定。

6.6.3 厂区及厂界环境中 NH_3 、 SO_2 、尘等污染物浓度应符合 GBZ 2.1 等规定的限值。

7 主要工艺设备和材料

7.1 材料选择

7.1.1 吸收塔塔体及内构件应选择合适的材质。塔体及塔内支撑件宜采用碳钢内衬玻璃鳞片涂料或衬胶、合金钢等，选用的吸收塔主材应有控制其质量与安全的措施。塔内其他构件宜采用玻璃钢、聚丙烯（PP）、合金钢及碳钢衬防腐材料。

7.1.2 吸收液用泵宜选用全合金或钢衬胶材质，浆液管道宜选用玻璃钢、钢衬塑或钢衬胶材质，固液分离设备与吸收接触部分宜选用合金钢、玻璃钢等材质。

7.2 设备选择

7.2.1 设备选型和配置应满足长期稳定运行的要求。

7.2.2 吸收塔的数量应根据锅炉容量、台数、吸收塔的容量、操作弹性、可靠性和布置条件等确定。

7.2.3 连续运转的关键设备宜至少在线备用一台（套），在线备用困难时至少库存一台（套）主机或备品、备件备用。

8 检测与过程控制

8.1 一般规定

8.1.1 检测与过程控制应符合 DL/T 5196 的规定。

8.1.2 现场仪表应满足氨法烟气脱硫工作介质要求，严格禁锢。

8.1.3 新建机组同步建设脱硫系统时，宜将脱硫系统的控制纳入机组单元控制系统。

8.1.4 现有机组建设脱硫系统时，可设置独立的脱硫控制室。当条件具备时，可将脱硫系统控制室与主机（锅炉）集控室合并，或将脱硫系统的控制纳入已经建成的机组单元控制系统。

8.1.5 脱硫系统控制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、模拟量控制、顺序控制及联锁保护、脱硫厂用电源系统监控等。

8.1.6 副产物处理系统、烟气再热器、卸氨系统等可设置辅助专用就地控制设备。

8.2 热工自动化

8.2.1 数据采集和处理系统（DAS）采集处理的参数宜包括系统工况及工艺系统的运行参数、主要设备的运行状态、主要阀门的启闭状态及调节阀门的开度、主要的电气参数等。

8.2.2 模拟量控制系统（MCS）主要的调节项目宜包括槽（池）液位控制、吸收液的 pH 值控制、蒸发结晶温度控制、干燥温度的控制等。

8.2.3 顺序控制（SCS）功能组应包括烟气系统功能组、吸收系统功能组、公用工程系统功能组和副产物处理系统功能组等。

8.2.4 联锁保护由控制软件内部组态连接来实现，联锁保护的條件包括锅炉主燃料跳闸（MFT）、锅炉油枪投入、除尘器故障、进口温度异常、进口压力异常、出口压力异常、脱硫系统入口烟尘含量超标、风机故障及事故联锁等。应设置关键设备的本体联锁保护、箱罐液位联锁、管道设备冲洗联锁等。

8.3 主要工艺过程控制

8.3.1 应设置吸收塔的进口、出口的 SO_2 的检测装置，并据此计算并控制吸收剂的加入量，应设置吸收液 pH 值的检测装置以辅助控制吸收剂加入量。

8.3.2 宜设置包括槽（池）液位、吸收液的 pH 值、吸收液密度（浓度）、蒸发结晶温度、干燥温度等检测仪表，并据此进行工艺控制维持系统稳定运行。

8.3.3 吸收塔出口宜配备氨检测仪，烟气的氨逃逸浓度在线检测困难时应增加取样分析检测频率。

8.4 氨罐区检测

8.4.1 氨罐上应布置压力、温度和液位检测设备。氨罐区及相应的区域应设置氨泄漏检测报警仪。

8.4.2 氨罐区为 II 类防爆区域，所有现场检测仪表防爆等级应不低于 ExdII BT4。

8.5 工业电视

宜设置与电厂主装置相统一的工业电视系统。

8.6 分析检测

8.6.1 应配备对进厂吸收剂、脱硫副产物等分析检测的手段。

8.6.2 烟气测试方法依据 GB 16297、GB 13223、GB/T 16157 进行。

8.6.3 环境中氨的检测宜按 GB 14679 或 HJ 533 执行。烟气中氨的检测宜用稀硝酸吸收烟气中的氨，参照 GB 14679 或 HJ 533 进行抽样并分析样品中 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 的量，然后计算得出烟气中氨的浓度。烟气中氨也可使用电化学传感器法、快速检测管法进行检测。

8.6.4 日常分析检测内容见表 2。

表 2 日常分析检测内容

序号	类别	介质名称	分析项目指标	检测方案	检测频率
1	原料	吸收剂	有效成分含量、杂质	取样分析	1 次/批
2	烟气	进、出口烟气	SO ₂ 、NO _x 、O ₂ 、H ₂ O、尘	取样分析	1 次/月
3	烟气	出口烟气	NH ₃	取样分析	1 次/月
4	中控	吸收液	硫酸铵、亚硫酸(氢)铵	取样分析	1 次/d
5	中控	吸收液	pH 值、密度	取样分析	2 次/班
6	中控	产出液	pH 值及含固量	取样分析	2 次/班
7	产品	硫酸铵	含氮量、水分、游离酸	取样分析	1 次/班

注：日常运行宜以在线检测仪表为依据，定期进行分析检测对在线检测仪表校正。

8.7 火灾探测及报警系统

8.7.1 火灾探测及报警系统应符合 GB 50229 的规定，设备选型宜与主厂房一致，火灾报警控制屏宜布置在脱硫控制室。

8.7.2 脱硫区的火灾探测及报警系统宜与全厂火灾探测及报警系统实现通信。

9 辅助系统

9.1 电气系统

9.1.1 供电系统

9.1.1.1 供电设备及系统的设置应符合 DL/T 5153 及 DL/T 5196。

9.1.1.2 液氨罐应采取二类防雷措施，并符合 GB 50057 的规定。

9.1.1.3 液氨罐防爆区域范围按 GB 50058 执行。

9.1.2 通信系统

脱硫系统应设置与电厂主厂房统一的生产行政通信及调度通信系统。

9.2 建筑与结构

9.2.1 建筑

9.2.1.1 一般规定

a) 脱硫系统建筑设计应根据工艺流程、使用要求、自然条件、建筑地点等因素进行整体布局，同时应考虑与建筑周围环境的协调，满足功能要求。

b) 建筑物的防火设计应符合 GB 50016 的要求。

c) 建筑物的噪声设计应符合 GBJ 87 的规定。

d) 建筑物的防腐设计应符合 GB 50046 的规定。

e) 脱硫区域的建筑设计除执行本规定外，应符合国家和行业的现行有关设计标准的规定。

9.2.1.2 采光和照明

a) 脱硫系统的建筑宜优先考虑天然采光，建筑物室内天然采照度应符合 GB 50033 的要求；

b) 脱硫系统的建筑宜采用自然通风，墙上和楼层上的通风孔应合理布置，避免气流短路和倒流，并应减少气流死角。

9.2.1.3 室内外装修及防腐

- a) 建筑的室内外墙面应根据使用和外观需要进行处理，地面和楼面材料除工艺要求外，宜采用耐磨、易清洁的材料。
- b) 直接接触腐蚀性介质（如氨水、吸收液等）的设备基础、地面和楼面、沟渠应进行防腐。长期接触吸收液的地面和沟渠防腐可使用耐酸石板或砖（灰缝为树脂胶泥）、树脂稀胶泥或砂浆、沥青砂浆、聚合物水泥砂浆等，少量或偶尔接触的也可用水玻璃混凝土、耐酸石板或砖（灰缝为水玻璃胶泥或砂浆、沥青胶泥、聚合物水泥砂浆等）。

9.2.2 结构

9.2.2.1 土建结构的设计应符合现行国家规范及行业标准的要求。

9.2.2.2 作用在屋面、楼（地）上的设备荷载和管道荷载（包括设备及管道的自重，设备、管道及容器中的填充物重）检修、施工安装时的载荷应按活荷载考虑，荷载取值应符合 GB 50009。

9.2.2.3 建筑物的抗震设计应符合 GB 50011 的要求。

9.3 暖通与给排水

9.3.1 一般规定

采暖通风与空气调节应符合 GB 50243、GB 50019、DL/T 5196 及 DL/T 5035 的规定。

9.3.2 采暖

9.3.2.1 脱硫系统的建筑物采暖宜与机组主厂区其他建筑物一致。当机组主厂区设有集中采暖系统时，采暖热源宜由主厂区采暖系统提供。

9.3.2.2 在集中采暖地区，值班室应设采暖设备。脱硫区域建筑物室内无人员活动或每名工人占用的建筑面积较大时（ $\geq 50 \text{ m}^2$ ），房间冬季采暖设计温度应不低于 5°C 。在休息地点设采暖设施时，采暖室内设计温度应不低于 18°C 。

9.3.2.3 室内采暖管道、支架及附件应做防腐处理，采暖管道保温材料应选用不燃材料。

9.3.2.4 副产物处理系统的建筑物采暖选用散热器应耐腐蚀，不易积尘，便于清扫。

9.3.3 通风

9.3.3.1 副产物处理系统的厂房、副产物仓库等建筑应尽量采用自然通风，自然通风达不到卫生和生产要求时，可采用机械通风或自然与机械的联合通风。

9.3.3.2 副产物处理系统的厂房等有可能逸出大量有害物质的场所，应设计事故通风设施，事故通风换气次数不小于 12 次/h。

9.3.3.3 通风系统的设备、管道及附件均应防腐，风管材料宜选用耐腐蚀的复合材料。

9.3.4 空气调节

脱硫区域配电间及其他建筑在夏季对室内温度有要求的房间，当室内外空气温差较大时，宜利用室外空气降低室内温度。当室内外空气温差较小时，宜采用直接蒸发式冷风机组降低室内温度。

9.3.5 给排水

9.3.5.1 给排水应符合 DL 5000 的规定。

9.3.5.2 给排水系统划分应与现有系统或拟建设项目的给排水系统一致。

9.3.5.3 脱硫系统应设置事故排水的应急措施，工艺废水应汇集回收。

9.3.6 保温

应根据气象条件及工艺要求进行管道及设备的保温设计，管道及设备的保温设计应符合 GB/T 4272 的要求。

9.4 消防

9.4.1 脱硫系统涉及的物料应按国家相关规定确定其危险类别。

9.4.2 消防设计应符合国家相关规定。新建电厂脱硫系统的消防站（队）宜由全厂统一设置；现有电厂加装脱硫系统时，尽量利用已有的消防设施、消防给水系统，在脱硫系统内布置消防给水管网及消防器材。

9.4.3 脱硫系统消防用水应从消防管网的主管接入，消防给水管道的公称直径应不小于 100 mm。室外消火栓的间距应不大于 120 m，其保护半径应不大于 150 m。

9.4.4 氨罐区消防给水量按 4 h、30 L/s 计算，并符合 GB 50016 的要求。

9.4.5 氨罐区的消火栓应设置在防火堤或防护墙外。距罐壁 15 m 范围内的消火栓，不应计算在该罐可使用的数量内。

9.4.6 氨罐区应设置消防通道，当储量达 1 500 m³ 时应设置环形车道。消防车道可利用交通道路，但要满足消防车道通行和停靠要求。

9.4.7 储存液氨的罐区应设置符合 GB 50219 规定的水喷雾灭火系统。

10 劳动安全与职业卫生

10.1 一般规定

10.1.1 脱硫系统的设计、制造、安装、使用和维修过程中应重视职业人员的安全与卫生防护。应遵守以下原则：

a) 建设、运行中污染物的防治与排放应执行国家环境保护法规和标准的有关规定；

b) 可行性研究阶段应有环境保护、劳动安全和工业卫生的论证内容。在初步设计阶段，应提出深度符合要求的环境保护、劳动安全和工业卫生专篇；

c) 建设单位在脱硫系统建成运行的同时，安全和卫生设施应同时建成运行。

10.1.2 安全与卫生的设计应安全可靠、技术先进、经济合理、互相协调一致，宜达到本质安全化、符合人机工程学原则。

10.1.3 劳动安全和工业卫生设计应符合 DL 5053 及其他相关规定。安全管理应符合 GB 12801 的有关规定。

10.1.4 防火、防爆设计应符合 GB 50016、GB 50160、GB 50222 和 GB 50229 等标准的规定。

10.1.5 室内防尘、防噪声与振动、防电磁辐射、防暑与防寒等职业卫生要求应符合 GBZ 1 的规定。

10.1.6 建立并严格执行安全检查制度，及时消除事故隐患，防止事故发生。

10.1.7 应配备个人安全与卫生防护设施，包括防尘防毒防噪声等防护服、逃生器械、急救用品等防护用品。

10.1.8 采用液氨作为吸收剂时，应执行 GB/T 12801、《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》等标准条例的有关规定。

10.2 氨的安全卫生措施

10.2.1 氨罐区应进行全面监控，严密监视氨罐安全状态。建立氨罐区定期检查和危险源安全管理档案

制度；对存在事故隐患和缺陷的危险源应及时整改，不能立即整改的，应采取切实可行的安全措施。

10.2.2 氨罐区应具有氨泄漏紧急处置措施，包括应在脱硫系统区域设置报警设施、喷淋系统及方向标和洗眼器。氨泄漏检测报警仪设置数量宜参照 GB 50116 配置。

10.2.3 液氨的装卸应采用万向充装管道系统。

10.2.4 氨罐和氨管道防火防爆措施：

- a) 应设置可靠的防火防爆措施和火灾报警系统，合理选择和配备消防设施；
- b) 贮罐和管线在安装投用前、检修前、检修后的投用前应使用氮、蒸汽等介质置换或保护，经检测合格后方可使用或检修；
- c) 在氨罐区敷设电缆时，应采取阻燃措施或采用阻燃电缆；
- d) 应有消除静电和防雷击等措施，设备、管线应接地；

10.2.5 氨罐区应标识安全标志、紧急疏散、急救通道等标识，应设置黄色区域警戒线、警示标识和中文警示说明。液氨管道应设置识别色、识别符号和安全标识。

10.2.6 氨罐和氨管道在调试、投运前应建立安全、卫生管理制度，落实安全、卫生管理措施。

11 施工与验收

11.1 施工

11.1.1 脱硫系统的工程总承包、设计、施工单位应具有相应的资质。

11.1.2 工程施工应符合国家和行业相应专项工程施工规范、施工程序及管理文件的要求。

11.1.3 储气罐、液氨罐、液氨管道等压力容器及其配套项目施工前应向特种设备主管部门办理相关手续，施工过程中接受其监督。

11.1.4 工程施工中采用的工程技术文件、承包合同文件对施工质量验收的要求不得低于国家相关专项工程规范的规定。

11.1.5 应具备下列条件方可进行工程施工：

- a) 设计施工图纸、有关技术文件及必要的安装使用说明书已齐全；
- b) 施工图纸经过会审；
- c) 经过技术交底和必要的技术培训等技术准备工作；
- d) 施工现场具备施工条件；
- e) 经审批的相关文件、手续等均已齐全。

11.1.6 工程施工应按设计文件、施工图纸和设备安装使用说明书的规定进行，工程变更应取得设计单位确认并出具设计变更文件后再进行施工。

11.1.7 工程施工所用的设备、材料、器件等应有产品合格证书、产品性能检测报告。主要材料应有进场复验报告。

11.1.8 工程施工除遵守相关的施工技术规范以外，还应遵守相关的劳动安全及卫生、消防等规定。

11.1.9 液氨罐、液氨管道及其配套件应由具有相应资质的单位进行设计、制造、安装、监理、检验。

11.2 竣工验收

11.2.1 竣工验收应按《建设项目（工程）竣工验收办法》、各专业验收规范和本规范有关规定组织。

11.2.2 储气罐、液氨罐、液氨管道等压力容器及其配套件应经特种设备主管部门验收。

11.2.3 竣工验收的依据应包括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、设备技术文件、专项工程施工与验收规范、国家现行有关标准的规定及其他相关文件。

11.3 调试考核

11.3.1 脱硫系统的调试验收应按 DL/T 5403 执行，调试工作分为分部试运（包括设备和分系统试运）、整套启动试运（包括整套启动调试优化和满负荷试运）两个阶段。

11.3.2 按分系统试运、具备整套启动试运、带负荷调试、满负荷试运等阶段进行调试工作。调整试运质量的检验及评定，应按检验项目、分项、专业、阶段、整套试运等顺序依次进行，最后进行工程质量总评。

11.3.3 脱硫系统调整试运前，应在施工（含单机试运）质量检验评定合格，且有完整原始记录的基础上，进行质量检查及评定。

11.3.4 在脱硫系统调整试运中，调试人员应对各检验项目的质量进行全数检查，建设单位和试运验收组可视情况作全数检查或随机抽查。

11.3.5 对整体启动试运行中出现的问题应及时消除。在整体启动试运行及满负荷调试优化后，进行满负荷试运行考核，技术指标达到设计要求后，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。

11.4 竣工环境保护验收

11.4.1 脱硫系统的工程竣工环保验收应符合 HJ/T 255 和《建设项目竣工环境保护验收管理办法》规定的条件，在生产试运行期间应对工程进行性能试验，性能试验报告应作为环境保护验收的重要内容。

11.4.2 脱硫系统的性能试验宜参照 DL/T 986 进行，宜在脱硫设备整体试运行结束 2 个月后、6 个月内的适当时间进行。

11.4.3 脱硫系统的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) 脱硫效率；
- b) 氨逃逸浓度；
- c) 脱硫系统压力降；
- d) 吸收剂、水、电等消耗量；
- e) 脱硫副产物产量及质量；
- f) 氨回收率；
- g) 合同约定的其他试验项目。

11.4.4 脱硫系统的工程竣工环境保护验收的主要技术依据应符合环境保护行政主管部门的要求。

12 运行与维护

12.1 一般规定

12.1.1 脱硫系统的运行、维护及安全管理除应符合本规范外，还应符合国家有关标准的规定。

12.1.2 脱硫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，定期对设备、电气、自控仪表及建（构）筑物进行检查维护，确保系统稳定可靠运行。

12.1.3 应建立脱硫系统运行维护的管理制度，包括运行、操作和维护规程；建立整个脱硫系统及主要设备运行状况的台账制度。

12.2 人员与运行管理

12.2.1 宜成立脱硫系统运行的专门管理部门，并配备相应的人员。

12.2.2 应对脱硫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正常运行的操作和应急情况的处理措施。氨罐区操作人员应经主管部门培训考核合格后持证上岗。

12.2.3 运行操作人员上岗前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、脱硫效率的控制和调节，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，以及其他事件的记录和报告。

12.2.4 应建立脱硫系统运行状况、设施维护和生产活动等记录制度，主要记录内容包括：

- a) 系统启动、停止时间；
- b) 吸收剂进厂质量分析数据、进厂数量和进厂时间；
- c) 系统运行工艺控制参数记录，至少应包括脱硫系统进出口 SO_2 含量、烟气温度、烟气流量、烟气压力、用水量和用氨量；
- d) 主要设备的运行和维修情况的记录；
- e) 烟气连续监测数据记录；
- f) 副产物处理系统运行情况的记录；
- g) 生产事故及处置情况的记录；
- h) 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做好交接班制度和巡检制度，液氨或氨水的装卸应加强监控。

12.3 维护

12.3.1 脱硫系统的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中。脱硫系统检修宜按 DL/T 748.10 进行。

12.3.2 维护人员应根据规定定期检查、更换或维修设备及其部件。

12.3.3 维护人员应做好维护保养记录。

12.3.4 液氨罐及其配套件应定期由具有相应资质的单位检验。

附录 A
(资料性附录)
典型工艺流程

A.1 氨法烟气脱硫工艺流程分类

氨法烟气脱硫工艺流程按主要工序工艺及设备的差异分类如下：

- a) 按副产物的结晶方式分：塔内饱和结晶、塔外蒸发结晶等，其中塔外蒸发结晶又分为单效蒸发、二效蒸发等。
 - b) 按塔型式分：复合塔型、双塔型等。
 - c) 按脱硫系统的烟气动力源分：设置增压风机；不设增压风机；原引风机增容。
- 还可按吸收剂、副产物、氧化形式等进行分类。

脱硫系统的工艺流程通过以上分类可组合成多种工艺流程，以下只是其中两种典型流程。

A.2 典型的塔内饱和结晶——不设增压风机的氨法烟气脱硫工艺流程

流程说明：

- a) 锅炉引风机来的原烟气进入吸收塔，通过吸收液洗涤脱除 SO_2 后，烟气成为湿的净烟气，净烟气经除雾器除去雾滴后经净烟道进烟囱排放。
- b) 吸收液与烟气中 SO_2 反应后在吸收塔的氧化池被氧化风机来的空气氧化成硫酸铵。
- c) 吸收液在与原烟气接触过程中水被蒸发，在塔内吸收液喷淋过程中形成硫酸铵结晶。
- d) 含硫酸铵结晶的吸收液送副产物处理系统，经旋流器、离心机的固液分离产生湿硫酸铵，湿硫酸铵进干燥机干燥后成干硫酸铵，干硫酸铵经包装后得成品硫酸铵。
- e) 吸收液在循环的过程中根据脱硫需要从吸收剂储存系统的氨罐补充吸收剂。

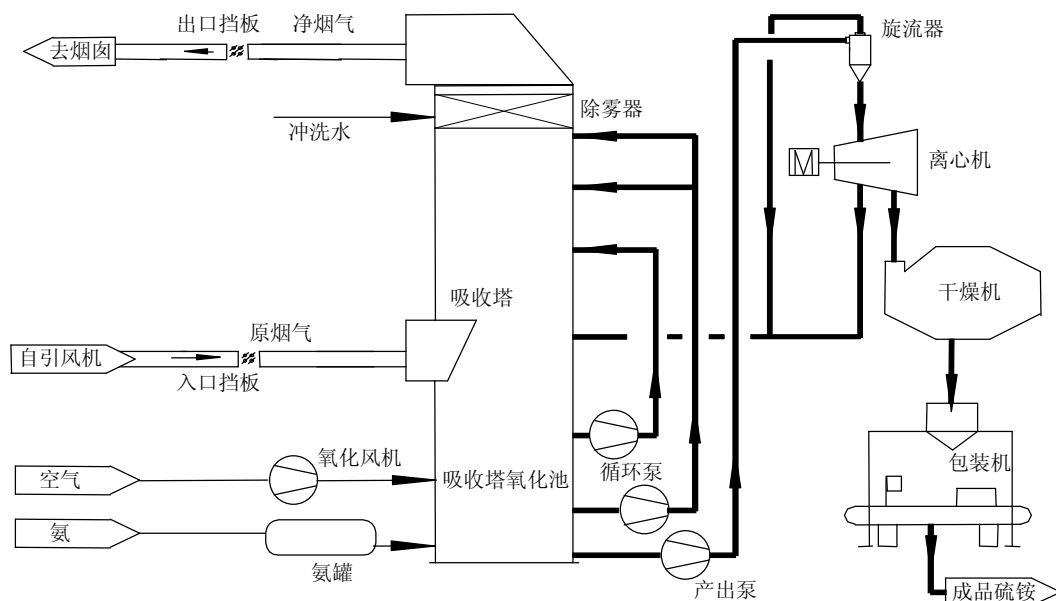


图 A.1 塔内饱和结晶——不设增压风机的氨法烟气脱硫工艺流程图

A.3 典型的塔外蒸发结晶（二效）——设置增压风机的氨法烟气脱硫工艺流程

流程说明：

- 锅炉引风机来的原烟气通过增压风机增压后进入吸收塔，通过吸收液洗涤脱除 SO_2 后烟气成为湿的净烟气，净烟气经吸收塔内的除雾器除去雾滴后通过塔顶设置的直排烟囱排放。
- 吸收液与烟气中 SO_2 反应后在吸收塔的氧化池被氧化风机来的空气氧化成硫酸铵。
- 硫酸铵溶液送副产物处理系统的二效蒸发结晶系统，将水分蒸发后形成硫酸铵结晶。
- 含硫酸铵结晶的浆液送旋流器、离心机进行固液分离产生湿的硫酸铵，湿的硫酸铵进干燥机干燥后形成干的硫酸铵，干的硫酸铵经包装后得成品硫酸铵。
- 吸收液在循环的过程中根据脱硫需要从吸收剂储存系统的氨罐补充吸收剂。

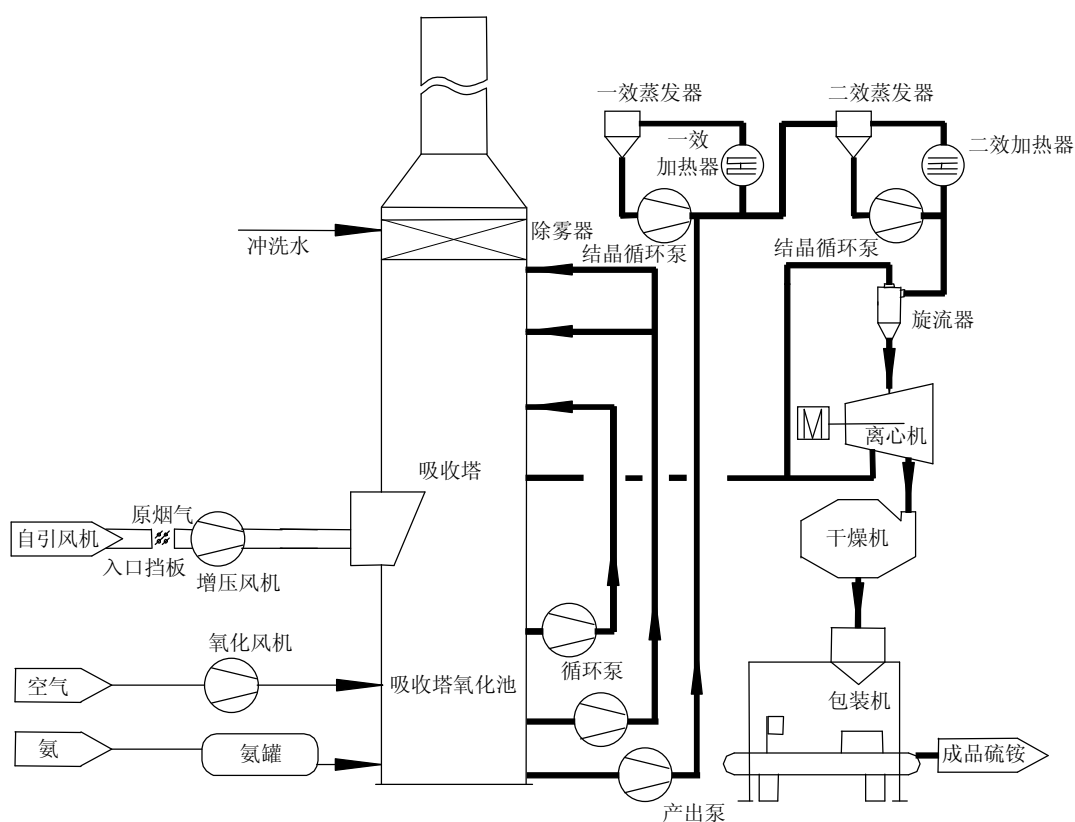


图 A.2 塔外蒸发结晶（二效）——设置增压风机的氨法烟气脱硫工艺流程图