

ICS 27.100

P 60

备案号: J1727—2014

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5480 — 2013

**火力发电厂烟气脱硝
设计技术规程**

**Technical code for the design of flue gas
denitration of fossil fired power plant**

2013-11-28 发布

2014-04-01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

火力发电厂烟气脱硝
设计技术规程

Technical code for the design of flue gas
denitration of fossil fired power plant

DL/T 5480—2013

主编部门：电力规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：2014年4月1日

中国计划出版社

2013 北 京

国家能源局 公告

2013年 第6号

按照《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法(试行)〉及实施细则的通知》(国能局科技〔2009〕52号)的规定,经审查,国家能源局批准《核电厂操纵人员执照考核》等334项行业标准(见附件),其中能源标准(NB)62项、电力标准(DL)144项和石油天然气标准(SY)128项,现予以发布。

附件:行业标准目录

国家能源局

2013年11月28日

附件:

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
.....						
200	DL T 5480-2013	火力发电厂烟气 脱硝设计技术规 程			2013-11-28	2014-04-01
.....						

前 言

根据国家发展改革委员会办公厅《关于印发 2008 年行业标准计划的通知》(发改办工业〔2008〕1242 号)的要求,标准编制组经调查研究,认真总结国内外火力发电厂烟气脱硝工程的设计工作经验,并在广泛征求单位意见的基础上,制定本标准。

本标准共分 10 章和 2 个附录。主要技术内容有:总则,术语,总图运输,还原剂储存及制备,脱硝工艺系统,仪表与控制,电气系统及设备,建筑、结构及采暖通风,劳动安全与职业卫生,消防及冷却水系统等。

本标准由国家能源局负责管理,由电力规划设计总院提出,由能源行业发电设计标准化技术委员会负责日常管理,由中国电力工程顾问集团华东电力设计院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送电力规划设计总院(地址:北京市西城区安德路 65 号,邮政编码:100120)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国电力工程顾问集团华东电力设计院

参 编 单 位:中国电力工程顾问集团西南电力设计院

西安热工研究院有限公司

国电环境保护研究院

北京国电龙源环保工程有限公司

上海电气石川岛电站环保工程有限公司

北京洛卡环保技术有限公司

主要起草人:袁 果 马爱萍 叶勇健 蔡冠萍 吴东梅

牛国平 惠润堂 沈 滨 马 杰 张 睿

缪震昆 潘炎根 徐 飙 郑培钢 徐 钧

黄 平 金 强 刘明辉
主要审查人:赵 敏 刘明秋 任德刚 刘旭东 许桂琴
芦祖光 陈 勇 刘军梅 彭红文 魏继平
李江波 张军梅 张 农 叶 茂 陈文华

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(3)
3	总图运输	(8)
3.1	一般规定	(8)
3.2	总平面布置	(8)
3.3	竖向布置	(15)
3.4	交通运输	(15)
3.5	管线布置	(16)
4	还原剂储存及制备	(19)
4.1	液氨储存及氨气制备	(19)
4.2	氨水储存及氨气制备	(23)
4.3	尿素溶解、储存及氨气制备	(25)
5	脱硝工艺系统	(29)
5.1	SCR 脱硝工艺	(29)
5.2	SNCR 脱硝工艺	(34)
5.3	SNCR/SCR 混合脱硝工艺	(37)
6	仪表与控制	(39)
6.1	自动化水平	(39)
6.2	控制方式及控制室	(39)
6.3	仪表与控制功能	(39)
7	电气系统及设备	(44)
7.1	供电系统	(44)
7.2	二次线	(45)
7.3	电缆敷设、防雷接地和照明	(45)

7.4 电气设备选择	(45)
8 建筑、结构及采暖通风	(46)
8.1 建筑	(46)
8.2 结构	(47)
8.3 采暖通风与空气调节	(47)
9 劳动安全与职业卫生	(49)
10 消防及冷却水系统	(50)
附录 A 计算公式	(51)
附录 B 尿素溶液密度、温度、溶解度、沸点的 关系曲线	(52)
本标准用词说明	(53)
引用标准名录	(54)
附:条文说明	(57)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(3)
3	General layout and transportation	(8)
3.1	General requirements	(8)
3.2	General arrangement	(8)
3.3	Vertical arrangement	(15)
3.4	Traffic and transportation	(15)
3.5	Pipeline arrangement	(16)
4	Reducing agent storage and preparation	(19)
4.1	Anhydrous ammonia storage and ammonia preparation	(19)
4.2	Aqueous ammonia storage and ammonia preparation	(23)
4.3	Urea dissolving, storage and ammonia preparation	(25)
5	Denitration technology system	(29)
5.1	SCR technology	(29)
5.2	SNCR technology	(34)
5.3	SNCR/SCR hybrid technology	(37)
6	Instrumentation and control	(39)
6.1	Level of automation	(39)
6.2	Control mode and control room	(39)
6.3	I&C function	(39)
7	Electrical system and equipment	(44)
7.1	Electric power supply system	(44)
7.2	Control and protection	(45)

7.3	Cable routing, lightning protecting, grounding and lumination system	(45)
7.4	Electrical equipment choice	(45)
8	Buildings, structures, heating and ventilation	(46)
8.1	Buildings	(46)
8.2	Structures	(47)
8.3	Heating, ventilation and air conditioning	(47)
9	Occupational safety and health	(49)
10	Fire fighting and cooling water system	(50)
Appendix A	Calculation formula	(51)
Appendix B	Density, temperature, dissolubility, and boiling point of urea solution curve	(52)
	Explanation of wording in this standard	(53)
	List of quoted standards	(54)
	Addition; Explanation of provisions	(57)

1 总 则

1.0.1 为使火力发电厂烟气脱硝设计满足安全可靠、技术先进、经济适用的要求,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于燃煤、燃油、燃气机组火力发电厂烟气脱硝系统的设计。

1.0.3 烟气脱硝工艺应根据国家环保排放控制标准、环境影响评价批复意见的要求、锅炉特性、燃料特性和布置场地条件等因素确定。

1.0.4 脱硝系统的设计应能适应锅炉正常运行工况下所有负荷。

1.0.5 脱硝系统可用率不应低于 98%。

1.0.6 烟气脱硝工艺的选择应结合工程的具体情况确定,并应符合下列规定:

1 对要求脱硝效率不小于 40%的机组,宜采用 SCR 烟气脱硝工艺;经技术经济比较,也可采用 SNCR/SCR 混合的烟气脱硝工艺。

2 600MW 级及以下的机组,当要求脱硝效率小于 40%时,也可采用 SNCR 烟气脱硝工艺。

3 对循环流化床锅炉机组,必要时可采用 SNCR 烟气脱硝工艺。

1.0.7 脱硝还原剂的选择应按防火、防爆、防毒以及脱硝工艺的要求,根据电厂周围环境条件、运输条件和电厂内部的场地条件,经环境影响评价、安全影响评价和技术经济比较后确定。

1.0.8 对于 SCR 烟气脱硝工艺,若电厂地处城市远郊或远离城区,且液氨产地距电厂较近,在能保证运输安全、正常供应的情况下,宜选择液氨作为还原剂;位于大中城市及其近郊区的电厂,宜

选择尿素作为还原剂。对于 SNCR 烟气脱硝工艺,宜选择尿素作为还原剂;当锅炉蒸发量不大于 400t/h 时,也可采用氨水作为还原剂。

1.0.9 液氨的储存和输送应按照火灾危险性乙类相关标准要求设计。

1.0.10 脱硝系统所需电源、水源、气源和汽源宜由电厂主体工程相应设施提供。

1.0.11 电厂烟气脱硝系统设计,除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 脱硝系统 denitration system

采用物理或化学方法脱除烟气中氮氧化物(NO_x)的系统,包括烟气反应系统和还原剂储存及制备系统及其相关设备。

2.0.2 标准状态 standard condition

烟气在温度 273.15K、压力为 101325Pa 时的状态。本标准中所规定的大气污染物排放浓度均指标准状态下干烟气的数值。

2.0.3 脱硝效率 denitration efficiency

脱硝反应装置脱除的 NO_x 量与未经脱硝的烟气中所含 NO_x 量的百分比,可按下式计算:

$$\eta = \left(1 - \frac{C_2}{C_1}\right) \times 100 \quad (2.0.3)$$

式中:

η ——脱硝效率(%);

C_2 ——脱硝反应装置出口烟气中 NO_x 的浓度(标准状态,3% O₂—燃油机组;6% O₂—燃煤机组;15% O₂—燃机)(mg/m³);

C_1 ——脱硝反应装置入口烟气中 NO_x 的浓度(标准状态,3% O₂—燃油机组;6% O₂—燃煤机组;15% O₂—燃机)(mg/m³)。

2.0.4 NO_x 排放浓度 NO_x emission concentration

每立方米烟气中所携带的 NO_x 的含量(以 NO₂ 计)(标准状态,3% O₂—燃油机组;6% O₂—燃煤机组;15% O₂—燃机)(mg/m³)。

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

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

(主要是一氧化氮和二氧化氮)发生化学反应,生成氮气和水,脱除烟气中部分氮氧化物的一种脱硝技术。

2.0.6 选择性非催化还原法(SNCR) selective non-catalytic reduction

在没有催化剂的条件下,利用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,脱除烟气中部分氮氧化物的一种脱硝技术。

2.0.7 SNCR/SCR 混合法 hybrid SNCR/SCR

是选择性非催化还原法与选择性催化还原法的组合。

2.0.8 SCR 催化剂 catalyst for SCR

SCR脱硝工艺中可明显提高还原剂与烟气中的氮氧化物在一定温度下的化学反应速度的物质。催化剂本身不参与反应过程。

2.0.9 催化剂活性 catalyst activity

催化剂促使还原剂与氮氧化物发生化学反应的能力。

2.0.10 催化剂失活 catalyst deactivation

催化剂失去催化性能。催化剂失活通常分为两类:化学失活和物理失活。化学失活被称为中毒,催化剂中毒的原因主要是反应物、反应产物或杂质占据了催化剂的活性位而不能进行催化反应;物理失活是指催化剂的微孔被堵塞,NO_x与催化剂的接触被阻断,使其不能进行催化反应。

2.0.11 催化剂初装层数 initial installed catalyst layers

初始安装的催化剂层数。

2.0.12 催化剂比表面积 catalyst geometry specific surface area
单位体积催化剂的几何表面积(m^2/m^3)。

2.0.13 催化剂模块 catalyst model

由立方体的钢制框架和布置其中的催化剂单元组成。

2.0.14 催化剂节距 catalyst pitch

是蜂窝式、板式催化剂的几何参数。如图 2.0.14-1 和图 2.0.14-2 所示,对蜂窝式催化剂,节距 p 是催化剂孔的宽度加上

催化剂孔壁壁厚 a ；对板式催化剂，节距 p 是催化剂板的净间距加上板的壁厚 b 。

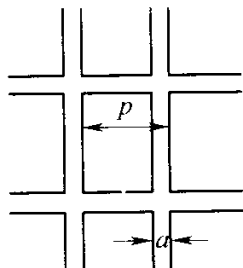


图 2.0.14-1 蜂窝式催化剂

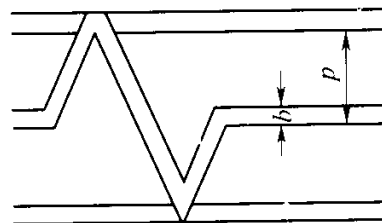


图 2.0.14-2 板式催化剂

2.0.15 催化剂寿命 catalyst life

通常分为机械寿命和化学寿命。催化剂化学寿命是指烟气首次通过催化剂开始，至更换催化剂止的时间。

2.0.16 还原剂 reductant

通过物理或化学方法制备氨气的物质，本标准指液氨、尿素和氨水。

2.0.17 SCR 反应器 SCR reactor

烟气脱硝系统中选择性催化还原脱除氮氧化物的反应装置。

2.0.18 氨氮摩尔比 NH_3/NO_x molar ratio

喷入氨的摩尔数量与燃烧生成的氮氧化物的摩尔数量之比。

2.0.19 喷氨混合系统 ammonia injection and mixing system

在 SCR 反应器进口烟道内将经空气稀释后的氨气喷入及与烟气均匀混合的系统，一般包括喷氨格栅 (ammonia injection grid)、烟气混合器 (flue gas mixer) 等设备。

2.0.20 氨逃逸浓度 ammonia slip rate

脱硝反应后烟气中氨的浓度，以 $\mu\text{L}/\text{L}$ 表示。

2.0.21 SCR 反应器空塔设计流速 SCR reactor section design velocity

SCR 反应器中未安装催化剂时的烟气流速，通常指催化剂床

层截面的烟气流速,单位为 m/s。

2.0.22 SO₂/SO₃转化率 SO₂/SO₃ conversion rate

烟气中的二氧化硫(SO₂)在 SCR 反应器中被氧化成三氧化硫(SO₃)的百分比。可按下式计算:

$$X = \frac{M_{\text{SO}_2}}{M_{\text{SO}_3}} \times \frac{\text{SO}_{3\text{out}} - \text{SO}_{3\text{in}}}{\text{SO}_{2\text{in}}} \quad (2.0.22)$$

式中: X——SO₂/SO₃转化率(%);

M_{SO_2} ——SO₂的摩尔质量(g/mol);

M_{SO_3} ——SO₃的摩尔质量(g/mol);

SO_{3out}——SCR 反应器出口的 SO₃浓度(标准状态,3%O₂—燃油机组;6%O₂—燃煤机组;15%O₂—燃机)(mg/m³);

SO_{3in}——SCR 反应器入口的 SO₃浓度(标准状态,3%O₂—燃油机组;6%O₂—燃煤机组;15%O₂—燃机)(mg/m³);

SO_{2in}——SCR 反应器入口的 SO₂浓度(标准状态,3%O₂—燃油机组;6%O₂—燃煤机组;15%O₂—燃机)(mg/m³)。

2.0.23 氨区 ammonia area

指氨卸料、储存及制备的区域。氨区仅指液氨区和氨水区。液氨区又分为生产区和辅助区,生产区再分为卸氨区与储罐区,其中卸氨区含汽车卸氨鹤管、卸氨压缩机等,储罐区含液氨储罐、液氨输送泵、液氨蒸发器、氨气缓冲罐、氨气稀释罐、废水池等;辅助区含控制室、值班室等。氨水区含氨水卸料泵、氨水储罐、氨水计量/输送泵等。

2.0.24 尿素区 urea area

储存和溶解尿素的区域。包括尿素储仓、尿素溶解罐、尿素溶液储罐、尿素溶液循环输送泵等。

2.0.25 脱硝系统可用率 availability of denitration system

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。可按下式计算:

$$Y = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad (2.0.25)$$

式中： Y ——脱硝系统可用率(%)；
 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 总图运输

3.1 一般规定

3.1.1 液氨区布置应满足全厂总体规划的要求,宜统一集中布置,分期实施,且宜布置在厂区边缘和场地地势较低的区域。布置在厂区边缘的液氨区应充分考虑与周边环境的相互影响,根据厂外邻近居住区或村镇和学校、公共建筑、相邻工业企业或设施、交通线等的特点和火灾危险性及其耐火等级,结合当地风向、地形等自然条件,合理布置。

3.1.2 液氨区布置位置应符合下列要求:

1 液氨区宜位于邻近居住区或村镇和学校、公共建筑全年最小频率风向的上风侧,并应远离人员密集场所和国家重要设施;

2 液氨区临近江、河、湖、海岸布置时,宜位于临江、河、湖、海的城镇、居住区、工厂、船厂以及码头、重要桥梁、大型锚地、供水水源保护区、风景名胜区、自然保护区等的下游,并应采取措施防止泄漏的液体和受污染的消防水流入水体。液氨储罐距水体的距离,应满足防洪、安全卫生防护以及城镇水域岸线规划控制蓝线管理等方面的要求。

3.1.3 与液氨区的生产区无关的管线、输电线路严禁穿越该生产区。

3.2 总平面布置

3.2.1 电厂尿素区、氨区在厂区总平面中的布置要求应符合下列规定:

1 尿素区宜布置在锅炉房附近;

2 液氨区应单独布置,满足防火、防爆要求;宜布置在通风条件良好、人员活动较少且运输方便的安全地带;不宜布置在厂前建筑区和主厂房区内。

3.2.2 液氨区应避免人员集中的活动场所,并应布置在该场所及其他主要生产设备区全年最小频率风向的上风侧。液氨区宜布置在明火或散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧,对位于在山区或丘陵地区的电厂,液氨区不应布置在窝风地段。

3.2.3 液氨区不宜紧靠排洪沟布置。

3.2.4 液氨区与邻近居住区或村镇和学校、公共建筑、相邻工业企业或设施、交通线、临近江河湖泊岸边以及临近明火、散发火花地点和液氨区外建(构)筑物或设施等之间的防火间距不应小于表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 液氨区与相邻建(构)筑物或设施等之间的防火间距(m)

项 目	总几何容积 V (m ³)		液氨储罐				卸 氨 区
	单罐几何容 积 V(m ³)	V ≤ 20	30 < V	50 < V	200 < V	500 < V	
			≤ 50	≤ 200	≤ 500	≤ 1000	
居住区、村镇和学校、影剧院、体育馆等重要公共建筑(最外侧建筑物外墙)		34.0	37.0	52.0	67.0	30.0	
工业企业(最外侧建筑物外墙)		20.0	22.0	26.0	30.0	15.0	
明火或散发火花地点,室外变、配电站(围墙)		34.0	37.0	41.0	45.0	25.0	
民用建筑,甲、乙类液体储罐,甲乙类仓库(厂房),稻草、麦秸、芦苇、打包废纸等材料堆场		30.0	34.0	37.0	41.0	25.0	

续表 3.2.4

总几何容积 V (m^3) 单罐几何容 积 $V(m^3)$ 项 目			液氮储罐				卸 氮 区
			$30 < V$	$50 < V$	$200 < V$	$500 < V$	
			≤ 50	≤ 200	≤ 500	≤ 1000	
			$V \leq 20$	$V \leq 50$	$V \leq 100$	$V \leq 200$	
丙类液体储罐、可燃气体储罐、 丙、丁类厂房(仓库)			24.0	26.0	30.0	34.0	15.0
助燃气体储罐、木材等材料堆场			20.0	22.0	26.0	30.0	15.0
其他建筑	耐火 等级	一、二级	13.0	15.0	16.0	19.0	10.0
		三级	16.0	19.0	20.0	22.0	12.0
		四级	20.0	22.0	26.0	30.0	14.0
厂外公路、 道路(路边)	高速、I、II级、 城市快速		20.0	25.0			15.0
	III、IV级		20.0				15.0
架空电力线(中心线)			1.5倍杆高				
架空通信 线(中心线)	I、II级		22.0	30.0			15.0
	III、IV级		1.5倍杆高				
厂外铁路 (中心线)	国家铁路线		45.0	52.0	60.0		40.0
	厂外企业 铁路专用线		25.0	30.0	35.0		25.0
国家或工业区铁路编组站(铁路 中心线或建筑物)			45.0	52.0	60.0		40.0
通航江、河、海岸边			25.0				20.0
装卸油品码头(码头前沿)			52.0				45.0
地区输气管道 (管道中心)		埋地	22.0				
		地面	34.0				

续表 3.2.4

项 目			液氨储罐				卸氨区
			总几何容积 V (m^3)				
			$30 < V \leq 50$	$50 < V \leq 200$	$200 < V \leq 500$	$500 < V \leq 1000$	
单罐几何容积 V (m^3)			$V \leq 20$	$V \leq 50$	$V \leq 100$	$V \leq 200$	
地区 输油 管道	原油及成品 油(管道中心)	埋地	22.0				
		地面	34.0				
	液化烃 (管道中心)	埋地	45.0				
		地面	67.0				

- 注:1 防火间距应按本表液氨储罐总几何容积或单罐几何容积较大者确定,并应从距建筑物外墙最近的储罐外壁、堆垛外缘算,括号内指防火间距起止点;
- 2 居住区、村镇系指 1000 人或 300 户以上者,以下者按本表民用建筑执行;
- 3 当相邻设施为港区陆域、重要物品仓库和堆场、军事设施、机场、火药或炸药及其制品厂房(仓库)、花炮厂房(仓库)等,对电厂液氨区的安全距离有特殊要求时,应按有关规定执行;
- 4 室外变、配电站指电压为 35kV~500kV 且每台变压器容量在 10MVA 以上的室外变、配电站以及工业企业的变压器总油量大于 5t 的室外降压变电站;
- 5 表中甲、乙类液体储罐(固定顶)按总储量大于或等于 200m³、小于 1000m³考虑,丙类液体储罐按总储量大于或等于 1000m³、小于 5000m³考虑;
- 6 表中可燃气体储罐(固定容积)按总储量小于 1000m³考虑,助燃气体储罐(固定容积)按总储量小于或等于 1000m³考虑,总储量等于储罐实际几何容积(m^3)和设计储存压力(绝对压力,10⁵Pa)的乘积;
- 7 表中稻草、麦秸、芦苇、打包废纸等材料堆场按总储量小于或等于 10000t 考虑,木材等材料堆场按总储量小于或等于 10000m³考虑;
- 8 高层厂房(仓库)与电厂液氨区的防火间距应符合本表规定,且不应小于 13m;
- 9 液氨区与厂内铁路专用线的防火间距可按本表中规定的液氨区与厂外企业铁路专用线的防火间距相应减少 5m。

3.2.5 液氨区与厂内屋外配电装置之间的防火间距可按表

3.2.4 中有关与室外变、配电站防火间距的规定执行。

3.2.6 液氨区与厂内露天卸煤装置外缘或贮煤场边缘之间的防火间距可按表 3.2.4 中有关与稻草、麦秸、芦苇、打包废纸等材料堆场防火间距的 40% 确定,且不应小于 15m;贮存褐煤时可按表 3.2.4 中有关与稻草、麦秸、芦苇、打包废纸等材料堆场防火间距的 65% 确定,且不应小于 25m。

3.2.7 液氨区宜远离厂内湿式冷却塔布置,并宜布置在湿式冷却塔全年最小频率风向的上风侧。

3.2.8 液氨区与循环冷却水系统冷却塔相邻布置时,液氨储罐与循环冷却水系统冷却塔的防火间距不应小于 30m。液氨储罐与辅机冷却水系统冷却塔的防火间距不应小于 25m。

3.2.9 液氨储罐与厂内消防泵房(外墙)、消防水池(罐)取水口之间的防火间距不应小于 30m。

3.2.10 液氨储罐附近的厂内建筑物出入口设置宜背向液氨储罐。

3.2.11 液氨区围墙内不宜绿化,围墙外的绿化可结合当地自然条件和环境保护要求,因地制宜,并纳入全厂绿化规划,其布置应按现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028、《化工企业总图运输设计规范》GB 50489 及《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定执行。

3.2.12 液氨区内的布置应符合下列规定:

1 液氨区在厂外独立布置时,应根据其生产流程和各组成部分的特点及火灾危险性,结合自然地形、风向等条件,按功能分区布置;生产区和辅助区应至少各设置 1 个对外出入口。

2 生产区宜布置在液氨区全年最小频率风向的上风侧,辅助区宜布置在液氨区外,并宜全厂性或区域性统一布置。液氨区内控制室与其他建筑物合建时,应设置独立的防火分区。

3 生产区宜设围墙使之独立成区,宜分设进、出口,以保证火灾危险情况下生产运行人员的安全疏散。当进、出口合用时,生产

区内应设置回车道。

4 位于发电厂外独立布置的液氨区,其生产区四周应设高度不低于 2.5m 的不燃烧体实体围墙。位于发电厂内的液氨区,其生产区四周应设高度不低于 2.2m 的不燃烧体非实体围墙,其底部实体部分高度不应低于 0.6m;当位于发电厂内的液氨区围墙利用厂区围墙时,应采用高度不低于 2.5m 的不燃烧体实体围墙。

5 辅助区控制室、值班室不得与生产区各设施或房间布置在同一建筑物内,应布置在液氨储罐的同一侧,并应位于爆炸危险区范围以外,且宜位于生产区全年最小频率风向的下风侧。控制室、值班室与生产区各设施的防火间距应按本标准表 4.1.9 的规定执行。

6 卸氨区应采用现浇混凝土地面。

7 液氨储罐应设置防火堤,防火堤及隔堤的设置应符合下列规定:

- 1)液氨储罐四周应设高度为 1.0m 的不燃烧体实体防火堤(以堤内设计地坪标高为准);
- 2)防火堤必须采用不燃烧材料建造,且必须密实、闭合,应能承受所容纳液体的静压及温度变化的影响,且不应渗漏;储罐基础应采用不燃烧材料;
- 3)防火堤(土堤除外)应采取在堤内培土或喷涂隔热防火涂料等保护措施;
- 4)沿防火堤修建排水沟时,沟壁的外侧与防火堤内堤脚线的距离不应小于 0.5m;
- 5)防火堤内地面应采用现浇混凝土地面,并应坡向四周,设置坡度不宜小于 0.5%;当储罐泄漏物有可能污染地下水或附近环境时,防火堤内地面应采取防渗漏措施;
- 6)每一储罐组的防火堤应设置不少于 2 处越堤人行踏步或坡道,并应设置在不同方位上;
- 7)防火堤的选型与构造应符合现行国家标准《储罐区防火

堤设计规范》GB 50351 的有关规定。

8 液氨储罐分组布置时,组与组之间相邻储罐的净距不应小于 20m,相邻罐组防火堤外堤脚线之间,应留有宽度不小于 7m 的消防空地。

3.2.13 液氨区内各设施与围墙、道路之间的防火间距不应小于表 3.2.13 的规定。

表 3.2.13 液氨区内各设施与围墙、道路之间防火间距(m)

项 目		液氨区内各设施						备注	
		汽车卸氨 鹤管	卸氨 压缩机	液氨 储罐	液氨 输送泵	液氨 蒸发器	氨气 缓冲罐		
围墙	液氨区围墙	10	10	10	5	5	5	—	
	厂区围墙 (中心线) 或用地 边界线	15	15	20	15	15	15		
道路 (路边)	液氨区内道路				12	5	5	5	—
	液氨区 外道路	主要	15	15	15	15	15	10	注 2
		次要	10	10	10	10	10	5	

注:1 防火间距应从距建筑物外墙最近的储罐外壁算,括号内指防火间距起止点;

2 液氨区外道路特指位于发电厂内的道路。当液氨区外道路指位于发电厂外的道路时,其内生产区与区外道路的防火间距不应小于本标准表 3.2.4 的规定;

3 当液氨储罐总几何容积不大于 1000m³时,按本表规定执行。当液氨储罐总几何容积大于 1000m³时,防火间距按现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的相关规定执行;

4 表中“—”表示无防火间距要求。

3.2.14 尿素区内建(构)筑物的火灾危险性分类及其耐火等级应按丙类二级,防火间距应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的相关规定。

3.2.15 氨水区氨水储罐的火灾危险性分类宜按丙类液体,防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定。

3.3 竖向布置

3.3.1 液氨区宜布置在地势较低的开阔地带,不应被洪水、潮水及内涝水淹没。当不能满足要求时,应采取可靠的防排洪措施。液氨区无论是独立布置于厂外,还是位于发电厂内,均应与发电厂的防洪标准相适应,其防洪要求应符合现行国家标准《防洪标准》GB 50201和《化工企业总图运输设计规范》GB 50489的有关规定。

3.3.2 液氨区储罐场地高程应满足生产、运输的要求,宜与其他相邻区域的场地高程相协调,且有利于交通联系、场地排水和减少土石方工程量;液氨区内地坪竖向高程和排污系统的设计应能满足减少泄漏的氨液在工艺设备附近的滞留时间和扩散范围的要求,并应满足火灾事故状态下受污染消防水的有效收集和排放要求。

3.3.3 新建电厂氨区场地的平整应根据主体工程统一考虑。场地平整坡度视地形、地质条件确定,一般应为 $0.5\% \sim 2.0\%$,困难地段不宜小于 0.3% ,最大坡度不宜大于 3.0% 。

3.3.4 氨区内道路标高宜低于周围道路标高。

3.3.5 当厂区采用阶梯式布置时,液氨区应尽量布置在较低的同一直阶上,台阶间应有防止泄漏的可燃液体漫流的措施。在加强防火堤或另外增设其他可靠的防护措施后,也可布置在较高的台阶上;当受地形限制时,应将液氨区内的辅助区布置在较高台阶上,生产区布置在较低台阶上。

3.3.6 平面布置位于附加2区的液氨区内辅助区室内地坪应高于室外地坪,且高差不应小于 0.6m 。

3.3.7 位于发电厂内的氨区,其场地雨水的排放宜单独考虑,不宜直接排放至主体工程的雨水排放系统。

3.4 交通运输

3.4.1 氨区宜设环形消防车道与厂区道路形成路网,道路横断面

类型可采用公路型或混合型。消防车道可利用交通道路。当受地形条件限制时,可沿长边设置宽度不应小于 6m 的尽头式消防车道,并应设有回车场。液氨储罐总容积大于 500m³时,氨区应设置环形消防车道。道路路面内缘转弯半径不宜小于 12m。

3.4.2 经常运输液氨及氨水的道路,其最大纵坡不应大于 6%。氨区内的汽车运输卸停车位路段纵坡应为平坡。

3.4.3 当道路路面高出附近地面 2.5m 以上,且在距道路边缘 15m 范围内有液氨储罐及管道时,应在该段道路的边缘设护墩、矮墙等防护设施。

3.4.4 氨区内道路应采用现浇混凝土地面,并宜采用不产生火花的路面材料。

3.4.5 氨区道路布置除应符合本标准规定外,还应符合现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ 22、《建筑设计防火规范》GB 50016、《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 和《化工企业总图运输设计规范》GB 50489 的有关规定。

3.5 管线布置

3.5.1 氨区四周不应环绕布置沿地面或低支架敷设的厂区管道,并不应妨碍消防车的通行。

3.5.2 氨区内管线布置应符合下列规定:

1 管线综合布置应根据总平面布置、管内介质、施工及维护检修要求等因素确定,在平面及空间上应与主体工程相协调。

2 管线综合布置应短捷、顺直,并适当集中,管线与建筑物及道路平行布置;干管宜靠近主要对象或支管多的一侧布置。雨水管、生活污水管和消防水管及各类沟道不宜平行布置在行车道路下面,除雨水道、生活污水道和消防水管外,其他宜采用综合架空方式敷设。液氨管道宜采用低支架敷设,其管底与地面的净距宜为 0.35m。

3.5.3 厂区氨气管道布置应符合下列规定:

1 氨气管道不得穿越或跨越与其无关的建(构)筑物、生产工艺装置或设施;除使用氨气管道的建(构)筑物外,均不得采用建筑物支撑式敷设。

2 氨气管道宜架空或沿地敷设,必须采用管沟敷设时,应采取防止氨气在管沟内积聚的措施,并在进、出装置及厂房处密封隔断;氨气管道不应和电力电缆、热力管道敷设在同一管沟内。氨气管道埋地敷设时,穿越厂内铁路和道路处,其交角不宜小于 60° ,并应采取管涵或套管等防护措施。套管的端部伸出路基边坡不应小于2.0m,道路边缘(城市型道路路缘石,公路型道路路肩)不应小于1.0m,路边有排水沟时,伸出排水沟边不应小于1.0m。套管顶距铁路轨底不应小于1.2m。当套管埋在机动车道(机动车以正常行驶速度通行的道路)下面时,套管顶距机动车道路面不得小于0.9m;当套管在非机动车车道(含人行道,机动车缓行进入或停放的,可视为非机动车道)下面时,套管顶距非机动车道路面不得小于0.6m。氨气管道应埋设在土壤冰冻线以下。

3 氨气管道跨越电气化铁路时,轨面以上的净空高度不应小于6.6m;跨越非电气化铁路时,轨面以上的净空高度不应小于5.5m。氨气管道跨越厂区道路时,路面以上的净空高度不应小于5.0m;跨越储氨区内道路时,路面以上的净空高度不应小于4.5m;跨越人行道时,道面以上的净空高度不应小于2.5m。有大件运输要求或在检修时有大型起吊设备以及有大型消防车通过的道路,应根据需要确定其净空高度。管架立柱边缘距铁路中心线不应小于3.75m,距道路边缘不应小于1.0m。在跨越铁路或道路时,氨气管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。

4 氨气管道与厂区电力电缆、氢管、油管等共架多层敷设时,应将氨气管道分开布置在管架的两侧或不同标高层中的上层,其间宜用其他公用工程管道隔开。氨气管道与其他管道共架敷设时,架空氨气管道与其他架空管线之间的最小净距应符合表3.5.3的规定。

表 3.5.3 架空氨气管道与其他架空管线之间的最小净距(m)

名 称	平行净距	交叉净距
给水管、排水管	0.25	0.25
热力管(蒸气压力不超过 1.3MPa)	0.25	0.25
不燃气体管	0.25	0.25
燃气管、燃油管和氧气管	0.50	0.25
滑触线	3.00	0.50
裸导线	2.00	0.50
绝缘导线和电气线路	1.00	0.50
穿有导线的电线管	1.00	0.25
插接式母线,悬挂干线	3.00	1.00

注:当管道采用焊接连接结构并无阀门时,氨气管与氧气管间平行净距可取 0.25m。

4 还原剂储存及制备

4.1 液氨储存及氨气制备

4.1.1 液氨的卸料、储存和制备系统及设备布置应严格执行国家相关的法律、法规和规定,符合现行国家标准和行业标准的有关规定。

4.1.2 液氨储存及氨气制备系统宜为全厂公用,当机组台数较多或考虑扩建需要时,可根据总平面布置格局采取分组布置。液氨储运宜采用槽车运入、常温压力储存的方式。

4.1.3 液氨卸料应采用装卸鹤管和卸氨压缩机。卸氨压缩机宜设2台,其中1台备用。卸氨压缩机的出力应满足约1.5h内卸完槽车内的液氨的要求。卸氨压缩机应配防爆电动机。

4.1.4 液氨储罐的容量应满足BMCR工况下液氨消耗量所需储存天数要求。不同输送方式所推荐的储存天数宜按表4.1.4的要求取值。

表 4.1.4 不同输送方式推荐的储存天数

输送方式	储存天数(d)
管道输送	3~5
公路输送	5~7
铁路输送	5~10

1 BMCR 工况下液氨储罐的总几何容积可按下式计算:

$$V_a = \frac{20 \times N \times W_a \times t_a}{p_a \times d \times \varphi} \quad (4.1.4)$$

式中: V_a ——液氨储罐总几何容积(m^3);

20——日满负荷工作时间(h/d);

N ——机组台数;

W_a ——BMCR 工况单机纯氨小时耗量(kg/h),可按照附录 A 的方法计算;

t_a ——液氨储存天数(d);

p_a ——液氨中氨的含量(质量分数);

d ——最高设计温度下的饱和液氨密度(kg/m³);

φ ——设计装量系数。

2 液氨储罐应符合下列要求:

1)液氨储罐应采用常温全压力、卧式钢结构,数量不应少于 2 台,单罐储存容积宜小于 120m³。储罐的设计压力不应低于 2.16MPa。液氨储罐的材质应为低合金钢,其设计应满足现行国家标准《压力容器》GB 150 的相关要求。储罐的设计装量系数不应大于 0.90。

2)液氨储罐应设人孔、进出料管、气体放空管、气相平衡管、排污管和安全释放阀。储罐外接液氨管道应设双阀;储罐的进料管应从罐体下部接入,若必须从上部接入,应延伸至距罐底 200mm;液氨储罐间宜设气相平衡管,平衡管直径不宜大于储罐气体放空管直径,也不宜小于 40mm。液氨储罐的安全阀、压力表及液位计等安全附件的设置,应满足国家质量监督检验检疫总局发布的现行《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004 的相关要求。

4.1.5 运行液氨蒸发器的总出力宜满足全部机组 BMCR 工况下的氨气需要量的要求,至少留有 5%的设计裕量,并设 1 台备用。液氨蒸发器及附属设施的相关技术要求应满足以下规定:

1 液氨的加热宜采用水浴管式间接加热方式。液氨蒸发器的热源可以采用热水、蒸汽或电能,其选择应根据液氨贮存系统相对主厂房的距离及脱硝系统年运行时间,经技术经济比较后确定。当脱硝机组台数较多或疏水量大于 1m³/h 时,蒸汽疏水宜收集后回用。

2 当厂址极端最低温度达到 -20°C 及以下时,液氨储罐与液氨蒸发器间应设液氨输送泵。液氨的输送应采用无泄漏防爆泵。

3 蒸发器后应配置单元运行的氨气缓冲罐,其容量宜满足蒸发器额定出力 $0.5\text{min}\sim 1\text{min}$ 的停留时间,材质可为碳钢。

4.1.6 液氨储存系统内的含氨气体宜由氨气稀释罐吸收,稀释用水采用工业水,稀释罐容量宜按最大1台液氨蒸发器3h的蒸发量设计。废水池宜仅用于收集防火堤外区域及氨气稀释罐的废水,其容量宜为氨气稀释罐体积的1.5倍,废水输送泵应设2台,1台备用,总出力应满足排出废水池内最大来水。防火堤内的废水排出宜另设专用水泵,水泵总出力应满足消防排水量的要求。废水池及专用水泵排出废水宜送至工业废水处理车间集中处理。

4.1.7 液氨卸料、储存和制备系统应配置氮气吹扫系统置换设备及管道内的空气。

4.1.8 液氨储罐应布置在敞开式带顶棚的半露天构筑物中,不宜布置在室内。储罐应设置检修平台,储罐的附件应布置在平台附近,平台应设置不少于两个方向通往地面的梯子。

4.1.9 系统内的设备布置应顺工艺流程合理布置。液氨系统设备布置的防火间距宜符合表4.1.9的规定。设备间距未作规定时,其布置应满足设备运行、维护及检修的需要,设备之间的净空应确保大于 1.5m 。

表 4.1.9 液氨系统设备布置防火间距(m)

项目	控制室、值班室	汽车卸氨鹤管	卸氨压缩机	液氨储罐	液氨输送泵	液氨蒸发器	氨气缓冲罐
控制室、值班室							
汽车卸氨鹤管	15.0						
卸氨压缩机	9.0						
液氨储罐	15.0	9.0	7.5	注1			

续表 4.1.9

项目	控制室、 值班室	汽车卸 氨鹤管	卸氨 压缩机	液氨 储罐	液氨 输送泵	液氨 蒸发器	氨气 缓冲罐
液氨输送泵	9.0						
液氨蒸发器	15.0	9.0					
氨气缓冲罐	9.0	9.0					

注:1 液氨储罐的间距不应小于相邻较大罐的直径,单罐容积不大于 200m³ 的储罐的间距超过 1.5m 时,可取 1.5m;

2 系统设备的防火间距基于半露天布置,且系指设备外壁;

3 本表适用的液氨储罐总几何容积小于或等于 1000m³,当液氨储罐总几何容积大于 1000m³ 时,防火间距按照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 执行。

4 表中“—”表示无防火间距要求,未作规定部分按照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 执行。

4.1.10 全压力式液氨储罐应布置在防火堤内,堤内有效容积不应小于最大的一个储罐的容积,与液氨储罐相关的其他设备应布置在防火堤外。堤内液氨储罐的防火间距应符合以下规定:

1 组内液氨储罐不应超过 2 排,两排卧罐间的净距不应小于 3.0m,组内液氨储罐数量不应多于 12 个;

2 防火堤内堤脚线距储罐不应小于 3m,防火堤外堤脚线距卸氨鹤管不应小于 5m。

4.1.11 卸氨压缩机可露天或半露天布置,压缩机的上方不得布置与氨相关的设备。若卸氨压缩机在室内布置时,压缩机机组间的净距不宜小于 1.5m,压缩机操作侧与内墙的净距不宜小于 2.0m,其余各侧与内墙的净距不宜小于 1.2m。

4.1.12 废水池若用作收集防火堤内的废水,其与各设备的防火间距应按现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 中有关事故存液池的相关要求执行。

4.1.13 液氨管道不应靠近蒸汽管道等热管道布置,也不应布置在热管道的正上方。管道穿越防火堤处和隔堤处应设钢制套管,

套管长度应大于防火堤和隔堤的厚度,套管两端应做防渗漏的密封处理。蒸发器后的氨气输送管道应根据厂址的环境、缓冲罐出口控制压力确定是否保温,当厂址极端最低温度达到 -10°C 时,应考虑氨气管道的保温。管部件的布置应整齐有序,便于安装、运行操作及维护,管道宜地上布置。

4.1.14 液氨、氨气管道属 GC2 级压力管道,其设计、施工应满足现行国家标准《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801.1~20801.6-2006 及《工业金属管道设计规范》GB 50316 的要求。液氨及氨气管道在不同压力下的设计流速应按表 4.1.14 的要求取值。

表 4.1.14 不同压力下液氨及氨气管道的设计流速

表压(MPa)	液氨管道流速(m/s)	氨气管道流速(m/s)
真空	0.05~0.3	15~25
$P<0.3$	--	8~15
$P<0.6$	0.3~0.8	10~20
$P<2.0$	0.8~1.5	3~8

4.1.15 所有接触液氨、氨气的设备和管道材质宜采用碳钢,不应采用铜质材料。氨输送管道应设置接地系统。

4.1.16 当自动阀选用气动阀时,系统应配置 1 台贮气罐;电动阀应采用防爆型的电动执行器。氨管道上的阀门不得采用闸阀,宜采用液氨专用阀。阀门的布置除考虑满足功能要求外,还应便于操作及维护。

4.2 氨水储存及氨气制备

4.2.1 氨水的卸料、储存系统宜按全厂机组公用的系统设计,当机组台数较多或考虑扩建需要时,可根据总平面布置格局采取分组布置,单元机组也可分散布置。氨水的计量/输送设施宜按单元机组配置。

4.2.2 氨水卸料泵宜设 2 台,其中 1 台备用,材质宜为不锈钢。

氨水的卸料、储存系统应考虑采取密封措施。

4.2.3 氨水储罐的容量应满足 BMCR 工况下氨水消耗量所需储存天数要求,同时应考虑氨水的一次输送容量。氨水储存天数可按照本标准表 4.1.4 的要求确定。电厂用氨水的浓度不宜大于 25%。氨水储罐的设计应符合下列要求:

1 公用系统的氨水储罐数量不应少于 2 台。氨水宜为常压密封贮存,储罐可为卧式或立式,材质应根据所用的密封气体确定。氨水储罐无须保温。

2 氨水储罐应设人孔、进出料管、排污管、安全释放阀、真空破坏阀(入口侧宜配置阻火器)。进液管若从罐体上部进入,应延伸至距罐底 200mm 处。当罐体为碳钢内衬防腐层时,至少需设两个相隔一定距离的人孔。每台氨水储罐应设置防爆型液位计、压力表及就地温度计。

4.2.4 单元机组宜设置 2 台氨水计量/输送泵,其中 1 台备用。氨水计量/输送泵的材质宜为不锈钢。

4.2.5 氨水储罐四周应设置防止氨水流散的防火堤及集水坑,其容积可以大于或等于最大的一个储罐的容量,需要时泵送至工业废水处理车间处理。

4.2.6 氨水储罐宜布置在敞开式带顶棚的构筑物中。储罐应设检修平台,储罐的附件应布置在平台附近。氨水的输送应采用无泄漏防爆泵。所有接触氨水的管道宜采用不锈钢,不可采用铜材。

4.2.7 氨水制氨系统应包括氨水计量分配系统和蒸发器系统,应符合下列规定:

1 氨水计量分配系统应符合下列规定:

1)氨水计量分配系统宜包括氨水计量输送泵、氨水流量计量和控制设备;

2)氨水流量的控制应根据锅炉负荷变化、SCR 反应器进出口的烟气中的 NO_x 含量等因素自动地调整;

3)氨水溶液的计量分配装置宜根据氨水蒸发器所需的氨水

量在 20%~100% 范围内自动调节,或通过设在氨水蒸发器入口的调节阀,自动调节喷入的氨水流量。

2 氨水蒸发器系统应符合下列规定:

- 1) 氨水蒸发器系统宜包括氨水蒸发器、再循环风机等设备;
- 2) 氨水蒸发器的热源宜为烟气,也可采用蒸汽,当以烟气作为热源时,宜采用再循环风机将 SCR 反应器出口的烟气送入氨水蒸发器;当以蒸汽作为热源时,宜将辅助蒸汽送入氨水蒸发器;
- 3) 氨水蒸发器可采用双流体喷嘴,由压缩空气将氨水雾化成微小液滴;
- 4) 氨水蒸发器出口的氨气/烟气(或蒸汽)混合气中氨气浓度不应大于 5%(体积分数),氨气浓度高于 12% 时应切断氨水供给系统。

4.3 尿素溶解、储存及氨气制备

4.3.1 尿素的卸料、储存及溶液配制应按全厂机组公用的系统设计,当机组台数较多或考虑扩建需要时,可根据总平面布置格局采取分组布置。尿素的输送(计量)以及热解(或水解)设施则应按单元机组配置。尿素质量应符合热解或水解工艺的要求。

4.3.2 单元尿素车间应设置 1 套尿素溶解装置,当服务机组台数较多时,也可设置 2 套。尿素溶解装置应配置加热蒸汽系统、搅拌器以及尿素溶液混合泵。尿素溶解装置的设计应符合下列要求:

1 外购散装颗粒尿素宜采用罐车运输、储仓贮存,储仓容积应满足全厂所有机组 1d~3d 脱硝所需的尿素用量,尿素储仓宜为高位布置的锥形底立式罐,尿素储仓应配置电加热热风流化装置、袋式除尘器以及给料计量机,尿素储仓可为碳钢制作,锥斗部分宜内衬 S30408 不锈钢,其他设备和管道材质不宜低于 S30408 不锈钢。当采用外购袋装尿素时,可采用堆料间储存,储存方式应按相关规范执行。

2 尿素溶解罐总容积宜满足全厂所有机组在 BMCR 工况下 1d 的尿素溶液耗量。尿素溶解水的温度宜为 40℃~80℃, 硬度应小于 2mmol/L(1/2Ca²⁺ + 1/2Mg²⁺)。配制的尿素溶液浓度宜为 40%~55%(质量分数)。尿素溶液密度、温度、溶解度、沸点的关系曲线见附录 B。

当 SCR 尿素制氨时, 1mol 的尿素可生成 2mol 的氨, 尿素耗量可按式计算

$$W_n = 1.76 \times \frac{W_a}{\eta_n} \quad (4.3.2)$$

式中: W_n ——BMCR 工况单机纯尿素的耗量(kg/h);

W_a ——BMCR 工况单机纯氨的耗量(kg/h);

η_n ——尿素热解或水解制氨的转化率(按制造商提供的数据选取)。

3 每台尿素溶解罐宜配 2×100%的尿素溶液混合泵, 其中 1 台备用。尿素溶液混合泵进口应设过滤器。尿素溶液混合泵宜采用离心泵, 过流件材质应为不锈钢。

4.3.3 尿素溶液贮存时, 尿素溶液储罐的总储存容量宜为全厂所有机组 BMCR 工况下 5d~7d 的日平均消耗量。储罐数量应不少于 2 台, 材质不应低于 S30408 不锈钢。尿素溶液储罐内或再循环管线应设伴热装置, 罐体外应保温。

尿素溶液储罐宜配置 2×100%尿素溶液循环输送泵, 其中 1 台备用。循环输送泵进口应设过滤器, 出口可设加热器。加热器的功率应能补偿尿素溶液在管道输送过程中热量的损失。尿素溶液循环输送泵的过流件材质应为不锈钢。

4.3.4 尿素溶液输送系统向 SCR 脱硝工艺的尿素分解系统的计量和分配装置或向 SNCR 脱硝工艺的尿素溶液计量和分配装置输送一定压力及流量的尿素溶液, 应与尿素溶液储罐组成自循环回路, 该系统宜包括过滤器、尿素溶液循环输送泵、加热器、压力控制阀。尿素溶液输送系统应符合下列规定:

1 尿素溶液输送系统宜为多套计量和分配装置所公用。

2 尿素溶液输送系统的管道材料应为不锈钢。

4.3.5 热解法尿素分解系统应包括计量和分配装置、尿素绝热分解室。热解法尿素分解系统应符合下列规定：

1 每台锅炉宜设置一套 100% 容量的尿素绝热分解室。尿素绝热分解室应满足锅炉 BMCR 负荷下最大的制氨需要, 并有 10% 的裕量。尿素绝热分解室外壳宜为碳钢, 内层宜为不锈钢, 中间充填耐高温保温材料。尿素绝热分解室宜布置在锅炉房内或靠近锅炉房。

2 每个尿素绝热分解室应设置 1 套计量和分配装置。计量和分配装置应根据 SCR 反应器进出口烟气中 NO_x 浓度、锅炉负荷来自动调节进入每个尿素热解室的尿素溶液的流量。

3 尿素绝热分解的反应温度宜为 $350^\circ\text{C} \sim 650^\circ\text{C}$ 。绝热分解室的热源可利用锅炉一次或二次热风并辅以加热设备, 加热设备可采用电加热器或采用燃用柴油或天然气的风道加热器。绝热分解室的热源也可利用抽取的锅炉高温烟气。

4 绝热分解反应的响应时间宜为 $5\text{s} \sim 10\text{s}$, 尿素绝热分解室应有足够的空间以保证尿素在分解温度下所需的停留时间。

5 雾化喷射器宜沿着分解室的侧壁周边均匀布置, 可采用厂用压缩空气雾化, 雾化空气的压力应稳定。

6 热解室出口到喷氨格栅(AIG)入口的管道可采用碳钢。

4.3.6 水解法尿素分解系统应包括计量和分配装置、尿素水解反应器。水解法尿素分解系统应符合下列规定：

1 尿素水解反应器可为全厂公用, 并设有 1 台备用的水解装置。除备用装置外的水解装置总容量应满足全厂锅炉 BMCR 负荷下最大的制氨量的需要。当锅炉台数较少, 尿素车间距离锅炉较远时, 尿素水解反应器可单元制配置。当采用单元制配置时, 尿素水解反应器应满足锅炉 BMCR 负荷下最大的制氨需要, 并有 10% 的裕量, 尿素水解反应器不设备用。

2 反应器的设计应满足水解反应的反应温度及压力的要求。水解反应器的热源宜为蒸汽,冷凝水应回收。水解反应器的压力由氨气出口处的压力调节阀控制。氨气流量由水解反应器的液位以及加热蒸汽的流量控制。

3 水解反应器的排污可回用于煤场喷淋或收集于专门的容器内集中处理。

4 水解反应器需要冷却水时,冷却水应循环使用,水质应满足设备运行的要求。

5 尿素水解装置的设备 and 尿素溶液管道应为不锈钢,水解反应器出口到喷氨格栅(AIG)入口的管道宜采用 S31603 不锈钢。

4.3.7 氨气及稀释氨气的空气输送管道应保温。

5 脱硝工艺系统

5.1 SCR 脱硝工艺

5.1.1 SCR 脱硝系统应根据节能、降耗、增效、安全的原则进行选择。脱硝系统应根据当地气象条件、锅炉燃用的煤质资料、锅炉最大连续出力工况下烟气参数、锅炉本体资料、脱硝效率等技术参数进行设计。

5.1.2 SCR 脱硝系统主要性能指标宜满足以下要求：

1 NH_3 的逃逸浓度不宜大于 $3\mu\text{L/L}$ (标准状态, $3\%\text{O}_2$ —燃油机组; $6\%\text{O}_2$ —燃煤机组; $15\%\text{O}_2$ —燃机)。

2 设计煤含硫量小于 2.5% 时, SO_2/SO_3 的转换率宜小于 1% ; 设计煤含硫量大于等于 2.5% 时, SO_2/SO_3 的转换率宜小于 0.75% 。

3 催化剂的机械寿命不宜小于 10 年; 对于燃煤机组, 催化剂化学寿命宜为 $16000\text{h}\sim 24000\text{h}$ 。对于燃油和燃气电厂, 催化剂的保证化学寿命不宜低于 32000h 。

5.1.3 SCR 烟气反应系统设计应符合下列要求：

1 SCR 脱硝工艺的烟气反应系统应按单元制设计。

2 SCR 烟气反应系统的设计煤种应当与锅炉设计煤种相同; 当燃用校核煤种时, SCR 烟气反应系统能长期稳定连续运行, 且应满足排放要求。

3 SCR 烟气反应系统应能适应机组的负荷变化和机组启停次数的要求。SCR 催化剂应能承受运行温度为 420°C (烟煤)/ 450°C (无烟煤、贫煤、高硫煤、高水分褐煤) 的工况, 每次不大于 5h , 一年不超过 3 次。

4 SCR 烟气反应系统的设计应能适应锅炉正常运行工况下

的任何负荷,当烟气温度低于最低喷氨温度时,喷氨系统能够自动解除运行。

5 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,应采取相应措施以提高反应器进口烟气温度。

6 SCR 反应器不宜装设烟气旁路系统。

7 装设 SCR 反应器,应考虑 SCR 脱硝系统对锅炉本体及锅炉尾部的布置、荷载及对空预器腐蚀的影响。

8 SCR 反应器的数量应根据锅炉容量、锅炉型式、反应器大小、空预器数量和脱硝系统可靠性要求等确定。对于 II 型锅炉,1 台锅炉宜设 2 台反应器,对于塔式锅炉,1 台锅炉宜设 1 台~2 台反应器。当 1 台锅炉只设 1 台空预器时,也可设 1 台反应器。

9 SCR 反应器入口宜设置灰斗,如锅炉省煤器出口已设有灰斗,SCR 反应器入口烟道可不设灰斗。

10 当 SCR 反应器布置在空预器上方时,反应器支撑结构与锅炉钢架宜统筹设计。在空预器构架设计时,应考虑 SCR 反应器荷载、烟道荷载、进出口烟道布置要求及平台扶梯布置要求。

11 当 SCR 反应器布置在除尘器进口烟道支架上方时,反应器支撑结构与除尘器进口烟道支架宜合并设计,构架的桩基应考虑 SCR 装置荷载,锅炉钢架设计应考虑进出烟道的布置空间。

12 SCR 反应器中烟气流向宜竖直向下,其入口宜设气流均布装置,反应器内部易于磨损的部位宜设置防磨设施。

13 SCR 反应器内的加强板、支架等结构宜不易积灰,同时宜有热膨胀的补偿措施。

14 SCR 反应器宜采用钢结构,并设置必要的平台扶梯。

15 SCR 反应器的设计压力和瞬态防爆设计压力应与炉膛设计压力和炉膛瞬态防爆设计压力一致。

16 SCR 反应器空塔设计流速宜为 4m/s~6m/s。

17 SCR 反应器内一般设有一层或多层催化剂初装层,并预留 1 层~2 层催化剂备用层或附加层,备用层与初装层的技术要求应一致。

18 SCR 反应器及入口烟道整体设计应充分考虑在第一层催化剂入口的烟气流速偏差、烟气流向偏差、烟气温度偏差、 NH_3/NO_x 摩尔比偏差等,具体要求如下:

- 1) 入口烟气流速偏差,宜小于 $\pm 15\%$ (相对标准偏差率);
- 2) 入口烟气夹角,宜小于 $\pm 10^\circ$;
- 3) 入口烟气温度偏差,宜小于 $\pm 10^\circ\text{C}$;
- 4) NH_3/NO_x 摩尔比偏差,宜小于 5% (相对标准偏差率)。

为保证上述技术要求,应当进行 SCR 装置(从省煤器出口至空预器入口烟气系统,包括还原剂喷射装置)流体动力学(CFD)数值分析计算以及流场物理模型实验。

19 SCR 反应器应设置足够大小和数量的人孔门,并设置催化剂取样口。

20 SCR 反应器进出口应设置补偿器,补偿器宜采用织物补偿器。

21 SCR 反应器的设计宜满足催化剂的互换能力,并留有裕量。

22 综合散热、漏风和烟气脱硝化学反应影响造成的 SCR 反应器整体温降不应大于 3°C 。

23 SCR 反应器及进出口烟道的阻力不宜大于 1000Pa 。

5.1.4 催化剂的设计选型应符合下列要求:

1 催化剂的选择应根据烟气特性、飞灰特性、灰分含量、反应器型式、脱硝效率、氨逃逸浓度、 SO_2/SO_3 转化率、压降以及使用寿命等条件,综合考虑经济性与安全性因素后确定。

2 催化剂可选择蜂窝式、板式、波纹板式或其他形式。催化剂形式、催化剂中各活性成分含量应根据烟气特性、飞灰特性和飞灰含量确定。

3 对于燃气锅炉及燃气轮机机组,催化剂孔径、节距宜比燃

煤机组小。

4 催化剂正常工作温度范围宜在 $300^{\circ}\text{C} \sim 420^{\circ}\text{C}$ 。对于排烟温度较高的机组,如燃烧无烟煤的锅炉和燃气轮机,催化剂配方应满足高温烟气的要求。

5 催化剂层数的配置及寿命管理应进行综合技术经济比较,选择最佳模式,催化剂在设计寿命内能有效保证系统运行脱硝效率及各项技术指标。

6 催化剂模块应布置紧凑,并留有必要的膨胀间隙。

7 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。催化剂各层模块规格应统一,具有互换性。对燃煤机组,每层催化剂应设计 3 套~5 套可拆卸的催化剂测试部件。催化剂模块应采用钢结构框架,便于运输、安装、起吊。

8 当催化剂活性下降致使脱硝系统不能达到预期规定的脱硝效率时,应加装或更换催化剂。

9 设计应充分考虑不同型式催化剂的重量对 SCR 钢结构影响。

10 失效催化剂废弃处理应符合现行国家标准《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597 的要求,亦可送至专业回收厂家进行再生处理。

5.1.5 辅助系统设计应符合下列要求:

1 氨/空气混合系统应符合下列要求:

1) 氨/空气混合系统宜采用单元制系统;

2) 以液氨为还原剂的氨/空气混合器进口的氨气管道上应设置控制阀,氨气流量应根据锅炉负荷变化及 NO_x 分析仪等反馈信号自动地调整;

3) 以液氨为还原剂的稀释风可来自就地吸风,也可从热二次风道或热一次风道上引出。应根据稀释风的压头要求确定是否需要设置稀释风机。当设置稀释风机时,每台炉宜配置 $3 \times 50\%$ 或 $2 \times 100\%$ 容量的稀释风机,稀释风

机宜采用离心式,稀释风机的设计风量应满足锅炉 BM-CR 工况下,最大氨气耗量时的稀释风需要量,风量裕量为 10%,压头裕量为 20%;

- 4) 氨气/空气混合器出口的氨气浓度不得大于 5%(体积分数),氨气与空气混合浓度报警值为 7%,混合浓度高于 12%时应切断还原剂供给系统;
- 5) 氨气稀释系统宜靠近 SCR 反应器布置,每台 SCR 反应器宜配置 1 台 100%容量的氨/空气混合器。

2 喷氨混合系统应符合下列要求:

- 1) 喷氨混合装置宜布置在 SCR 反应器入口烟道内;
- 2) 喷氨格栅和静态混合器或涡流混合器应采用单元制系统。喷氨混合系统应使 SCR 反应器进口烟气流场中的氨气和烟气混合均匀,满足 NH_3/NO_x 摩尔比偏差小于 5%的要求;
- 3) 喷氨混合系统设计应考虑防腐、防堵、防磨合热膨胀;
- 4) 喷氨混合系统应具有良好的抗热变形性和抗震性;
- 5) 氨/空气混合气体以分区方式喷入,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) 喷氨混合系统上游和下游可分别设置导流和整流装置;
- 7) 当氨气混合喷射系统采用氨喷射格栅(AIG)时,其布置宜与烟气流动方向相垂直,并与催化剂层之间留有足够的混合距离,在 AIG 后宜设置静态混合器;
- 8) 当氨气混合喷射系统采用涡流混合器时,其扰流板的数量、安装角度及位置宜通过实物模型试验确定,涡流混合器与催化剂之间留有足够的混合距离。

3 吹灰系统应符合下列要求:

- 1) 每层催化剂应设置吹灰器,备用层可暂不装设,但应预留安装吹灰器的条件;

- 2) 吹灰系统宜采用单元制,根据煤质及运行维护条件等可选用蒸汽吹灰器或声波吹灰器。采用声波吹灰器时,应具有稳定可靠的气源。

5.2 SNCR 脱硝工艺

5.2.1 烟气反应系统的设计应满足以下要求:

- 1 SNCR 脱硝工艺的脱硝效率不宜高于 40%。
- 2 SNCR 脱硝系统的设计参数选用条件包括:煤种的工业分析和元素分析、锅炉炉膛及受热面主要断面的烟气参数、锅炉炉膛及受热面烟气组分、锅炉本体资料、设计要求的脱硝效率、设计要求的氨逃逸浓度等。
- 3 SNCR 系统应满足锅炉正常运行工况下任何负荷安全连续运行,并能适应机组负荷变化和机组启停次数的要求。
- 4 SNCR 脱硝工艺的氨逃逸浓度应根据燃煤含硫量确定。当燃煤含硫量不大于 1%时,SNCR 工艺的最大氨逃逸浓度宜不大于 $15\mu\text{L/L}$;当燃煤含硫量大于 1%且不大于 2.5%时,SNCR 工艺的最大氨逃逸浓度宜不大于 $10\mu\text{L/L}$;当燃煤含硫量大于 2.5%时,SNCR 工艺的最大氨逃逸浓度宜不大于 $5\mu\text{L/L}$ 。
- 5 SNCR 工艺喷入炉膛的还原剂应在最佳烟气温度区间内与烟气中的 NO_x 反应,并通过喷射器的布置获得最佳的烟气—还原剂混合程度以达到最高的脱硝效率。如采用尿素作为还原剂,最佳反应温度宜为 $900^\circ\text{C} \sim 1150^\circ\text{C}$;如采用氨水作为还原剂,最佳反应温度宜为 $870^\circ\text{C} \sim 1100^\circ\text{C}$ 。
- 6 应在锅炉炉膛内选择若干区域作为还原剂的喷射区。在锅炉不同负荷下,选择烟气温度处在最佳温度区间的喷射区喷射还原剂。喷射区域的位置和喷射器的设置应依据炉膛内温度场、烟气流场、还原剂喷射流场、化学反应过程的精确模拟结果而定。
- 7 还原剂在锅炉最佳烟气温度区间内的停留时间宜大于 0.5s。应根据不同的锅炉炉内状况对喷嘴的几何特征、喷射的角

度和速度、喷射液滴直径进行优化,通过改变还原剂扩散路径,达到最佳停留时间。

5.2.2 尿素溶液稀释水压力控制系统的设计应满足以下要求:

1 每台锅炉宜配置 1 套稀释水压力控制系统,包括过滤器、稀释水泵、压力调节阀。过滤器应设在稀释水泵的进口。

2 尿素溶液经过稀释后才可喷入炉膛内。喷入炉膛的尿素溶液的浓度宜为 10%(质量分数)。

3 稀释水泵宜按 $2 \times 100\%$ 配置,采用多级离心泵,过流部件材质宜为不锈钢。

4 稀释水的水源可为除盐水、反渗透产水或者凝结水。当稀释水的硬度大于 2mmol/L ($1/2\text{Ca}^{2+} + 1/2\text{Mg}^{2+}$) 时,应在过滤器上游设阻垢剂添加点。

5.2.3 尿素溶液计量系统的设计应满足以下要求:

1 每台锅炉宜设置 1 套尿素溶液计量系统。

2 应根据尿素溶液浓度、烟气中 NO_x 的浓度、锅炉负荷自动调节锅炉各个注入区域尿素溶液的总流量,也可调节单个喷射器的尿素溶液流量。

3 尿素溶液母管上的各支管和稀释水压力控制系统出口的稀释水管道分别与尿素溶液计量系统连接,通过尿素溶液计量系统混合后配置成浓度符合本标准第 5.2.2 条规定的尿素溶液。

4 尿素溶液计量系统可包括若干子计量系统,用于独立控制锅炉各注入区域的尿素溶液的流量。

5 尿素溶液计量系统可通过尿素溶液侧和稀释水侧的化学计量泵或流量调节阀以及每个子系统的流量调节阀、压力调节阀自动调节进入每个锅炉注入区域和每个喷射器的尿素溶液浓度和流量,以响应锅炉出口烟气中 NO_x 的浓度、锅炉负荷的变化。1 个子系统控制 1 个注入区域的尿素溶液总流量,或 1 个喷射器的尿素溶液流量。1 个注入区域一般由多个喷射器组成。

6 尿素溶液计量系统的管道、阀门和化学计量泵过流件的材

质应采用不锈钢。

7 尿素溶液计量系统的尿素溶液管道应设置水冲洗接口和管道。

8 尿素溶液计量系统的设备宜布置在靠近锅炉房的区域或锅炉钢架内。

5.2.4 尿素溶液分配系统的设计应满足以下要求：

1 每台锅炉可设置若干套尿素溶液分配系统用于分配每个注入区域中各个喷射器的流量。

2 注入区域中每个喷射器的尿素溶液管道上宜设置手动调节阀,用于脱硝系统调试时调整进入每个喷射器的尿素溶液流量。

3 尿素溶液分配系统的管道和阀门材质应采用不锈钢。

4 尿素溶液分配系统的尿素溶液管道应设置水冲洗接口和管道。

5 每个注入区应配置 1 套尿素溶液分配系统。

5.2.5 尿素溶液喷射系统的设计应满足以下要求：

1 SNCR 工艺的尿素溶液喷射系统用于将尿素溶液雾化后以一定的角度、速度和液滴粒径喷入炉膛,参与脱硝化学反应。

2 尿素溶液喷射系统的设计应能适应锅炉正常运行工况下任何负荷的安全连续运行,并能适应机组负荷变化和机组启停次数的要求。

3 喷射器用于扩散和混合尿素溶液,可采用墙式喷射器、单喷嘴枪式喷射器和多喷嘴枪式喷射器。墙式喷射器是由炉墙往炉膛内喷射;单喷嘴枪式喷射器和多喷嘴枪式喷射器伸入炉内喷射,喷射器伸入炉内的长度应依据锅炉宽度而定。喷射区域、喷射器的种类、数量和位置,取决于锅炉各负荷工况下运行的烟气温度、烟气流场分布、锅炉结构和脱硝效率等要求。

4 喷射器应选用耐磨损、耐腐蚀的材料。

5 喷射器的设计参数应依据计算机数值模拟计算结果并结合锅炉结构确定。应根据炉膛温度场和流场模拟的结果在锅炉的

多个适当位置布置不同的喷射器,通常可布置在锅炉折焰角、过热器和再热器区域。枪式喷射器的布置应在其伸出位置处保留足够的维修空间。每台锅炉可设置1个~5个墙式喷射区域,2个~4个伸入炉膛的单喷嘴或多喷嘴喷射区域。喷入炉内的尿素溶液不应与锅炉受热面管壁直接接触。

6 喷射器开孔位置应根据锅炉的情况而定,应尽量避免对水冷壁管的影响及与炉内部件碰撞。新建机组应在锅炉设计时预留开孔位置。

7 喷射器应采用不锈钢,包括用于插入调整的适配器、快速接头和用于尿素溶液和雾化管路连接的金属软管。

8 进入喷射器的尿素溶液应经过滤装置,防止喷枪堵塞。尿素溶液管道可采用电伴热。

9 枪式喷射器应有足够的闭式冷却水使其能承受反应温度窗口的温度,枪式喷射器应有伸缩机构,当喷射器不使用、冷却水流量不足、冷却水温度高或雾化介质流量不足时,可自动将其从炉内抽出以保护喷射器不受损坏。

10 喷射器进口应设置雾化用的厂用压缩空气或蒸汽接口。压缩空气或蒸汽管道应设置压力调节阀。

11 当雾化介质为压缩空气时,在满足喷射器安全运行的前提下,喷射器可采用雾化介质来冷却。

12 喷射系统应设置吹扫空气以防止烟气中的灰尘堵塞喷射器,吹扫空气可采用厂用压缩空气。

13 除喷射器外,尿素溶液喷射系统的设备应就近布置在锅炉平台上。

5.3 SNCR/SCR 混合脱硝工艺

5.3.1 烟气反应系统的设计应满足以下要求:

- 1 SNCR/SCR 混合脱硝工艺的脱硝效率宜为40%以上。
- 2 SNCR/SCR 混合脱硝系统应满足锅炉正常运行工况下任

何负荷的安全连续运行,并能适应机组负荷变化和机组启停次数的要求。

3 SNCR/SCR 混合脱硝工艺的还原剂宜采用尿素,也可采用氨水。采用氨水为还原剂的 SNCR/SCR 混合脱硝工艺仅适用于蒸发量不大于 400t/h 的锅炉。

4 SCR 反应器及进出口烟道的阻力不宜大于 600Pa。

5 SNCR/SCR 混合脱硝工艺的烟气反应系统的其他要求应符合本标准第 5.1.1 条和第 5.2.1 条的规定。

5.3.2 SNCR/SCR 混合脱硝工艺的稀释水压力控制系统、尿素溶液计量系统、尿素溶液分配系统应符合本标准第 5.2.2 条、第 5.2.3 条、第 5.2.4 条的规定。

5.3.3 还原剂喷射系统的设计应满足以下要求:

1 为提高脱硝效率可在省煤器区域设置尿素溶液喷射器。

2 SNCR/SCR 混合脱硝工艺的尿素溶液喷射系统的其他设计要求应符合本标准第 5.2.5 条的规定。

5.3.4 催化剂系统的设计应满足以下要求:

1 催化剂的层数应根据脱硝效率等因素进行综合技术经济比较确定,宜为 1 层~2 层。

2 SNCR/SCR 混合脱硝工艺的催化剂系统的其他设计要求应符合本标准第 5.1.4 条的规定。

5.3.5 辅助系统的设计应满足以下要求:

1 SNCR/SCR 混合脱硝工艺可不设置氨/空气混合系统。

2 SNCR/SCR 混合脱硝工艺可不设喷氨格栅(AIG)、静态混合器、涡流混合器,应根据催化剂对进口烟气流速偏差、烟气流向偏差、烟气温度偏差的要求设置导流和整流装置。

3 SNCR/SCR 混合脱硝工艺的吹灰系统应符合本标准第 5.1.5 条第 3 款的规定。

6 仪表与控制

6.1 自动化水平

- 6.1.1 烟气脱硝系统自动化水平宜与机组的自动化控制水平一致。
- 6.1.2 烟气脱硝系统应采用集中监视和控制,实现脱硝系统的启动和停机,正常运行工况的监视和调整,以及事故处理。
- 6.1.3 随脱硝系统设备本体成套提供及装设的检测仪表和执行装置,应满足烟气脱硝系统运行要求和热工整体自动化水平要求。
- 6.1.4 烟气脱硝系统在启、停、运行及事故处理情况下均不应影响机组正常运行。

6.2 控制方式及控制室

- 6.2.1 SCR 或 SNCR 脱硝反应系统应在集中控制室进行控制。脱硝还原剂储存和供应系统可在集中控制室控制,也可与位置相邻或性质相近的辅助车间合设控制室控制。
- 6.2.2 烟气脱硝系统的 SCR 或 SNCR 反应吸收区的监视和控制宜纳入单元机组 DCS,其功能包括热工检测、热工保护、热工顺序控制、热工模拟量控制以及脱硝变压器和脱硝厂用电源系统监控。
- 6.2.3 烟气脱硝系统的吹灰系统宜纳入单元机组 DCS 控制。当采用独立的 PLC 控制时,应与单元机组 DCS 有硬接线和通信接口。
- 6.2.4 还原剂的储存及制备系统宜纳入机组 DCS 公用网络或水处理辅助控制网络进行监控。

6.3 仪表与控制功能

- 6.3.1 检测功能应符合下列规定:
 - 1 烟气脱硝系统检测应包括以下内容:

- 1) 脱硝工艺系统的运行参数;
- 2) 电气系统的运行参数;
- 3) 辅机的运行状态和运行参数;
- 4) 电气设备的运行状态和运行参数;
- 5) 关断阀的开关状态和调节阀的开度;
- 6) 仪表和控制用电源、气源及其他必要条件的供给状态和运行参数;
- 7) 必要的环境参数。

2 SCR 反应器进、出口烟道上应设置 NO_x/O_2 取样分析仪, SCR 反应器进口烟道设置流量测量仪表, 信号全部进入控制系统中进行监视并计算排放量。出口烟道上可设置 NH_3 逃逸取样分析仪。有条件时, SCR 反应器出口 NO_x/O_2 取样分析仪可考虑与脱硫系统进口的 NO_x/O_2 分析取样装置合并设置。

3 当氨区氨气检测器测得大气中氨浓度过高时, 应在控制室发出警报, 并就地设置声光警报装置。同时应联锁启动暖通事故风机, 并送出信号到火灾报警系统, 由火灾报警系统启动相应的消防设备。

4 烟气脱硝系统宜设置必要的视频监视探头, 并接入全厂视频监视系统。

5 还原剂氨(液氨、气氨)具有易燃、易爆、有毒、腐蚀的特性, 现场仪表必须选用隔爆型或本质安全型产品, 相应控制机柜的布置应远离爆炸危险区附加 2 区。

6.3.2 报警功能应符合下列规定:

- 1 烟气脱硝系统报警应包括以下内容:
 - 1) 工艺系统参数偏离正常运行范围;
 - 2) 保护动作及主要辅助设备故障;
 - 3) 监控系统故障;
 - 4) 电源、气源故障;
 - 5) 辅助系统故障;

6)电气设备故障;

7)有毒有害气体泄漏。

2 脱硝控制不宜设常规报警,当必须设少量常规报警时,其输入信号不宜取自控制系统的输出。

3 脱硝控制系统的所有模拟量输入、数字量输入、模拟量输出、数字量输出和中间变量的计算值,都可作为报警源。

4 脱硝控制系统功能范围内的全部报警项目应能在显示器上显示,也能在打印机上打印,在启停过程中应抑制虚假报警信号。

6.3.3 脱硝系统保护功能应符合下列规定:

1 烟气脱硝系统的保护应纳入机组 DCS,并由 DCS 软逻辑实现。

2 保护系统的设计应有防止误动和拒动的措施,保护系统电源中断和恢复不会误发动作指令。

3 保护系统应遵守以下独立性原则:

1)重要的保护系统的逻辑控制应单独设置;

2)重要的保护系统应有独立的 I/O 通道,并有电隔离措施;

3)冗余的 I/O 信号应通过不同的 I/O 模块引入;

4)触发烟气脱硝系统解列的保护信号宜单独设置检测仪表;

5)烟气脱硝系统与机组间用于保护的信号应采用硬接线方式。

4 控制器应采取冗余措施。

5 保护系统输出的操作指令应优先于其他任何指令。

6.3.4 开关量控制功能应符合下列规定:

1 开关量控制的功能应满足烟气脱硝系统的启动、停止及正常运行工况的控制要求,并能实现烟气脱硝系统在事故工况和异常工况下的控制操作,保证烟气脱硝系统安全。开关量控制具体功能应满足如下要求:

1)可实现烟气脱硝系统主要工艺系统的自启停;

2)可实现各个辅机、阀门、挡板的顺序控制、控制操作及试

验操作；

3) 可实现辅机与其相关的冷却系统、润滑系统、密封系统的联锁控制；

4) 在发生局部设备故障跳闸时，可联锁启停相关设备；

5) 可实现脱硝厂用电系统联锁控制。

2 需要经常进行有规律性操作的辅机系统宜采用开关量控制。

6.3.5 模拟量控制功能应符合下列规定：

1 烟气脱硝系统应有较完善的模拟量控制系统，以满足不同负荷阶段中脱硝系统安全经济运行的需要，还应考虑在系统事故及异常工况下与相应的联锁保护装置协调控制的措施。

2 烟气脱硝系统模拟量控制系统中的各控制方式间应设切换逻辑，并能双向无扰动的切换。

3 重要模拟量控制项目的变送器应双重或三重化设置（烟气 NO_x/O_2 分析仪除外）。

6.3.6 烟气脱硝控制系统应符合下列规定：

1 烟气脱硝控制系统选型应坚持成熟、可靠的原则，应具有数据采集与处理、自动控制、保护、联锁等功能。

2 控制系统应按照功能分散和物理分散的原则设计，DCS 远程 I/O 或 DCS 远程控制站与机组 DCS 软硬件宜相同。

3 多台机组烟气脱硝系统远程 I/O 的通讯模块、I/O 模件、机柜及与机组 DCS 通讯的硬接线接口应按单元机组分开设置。

4 还原剂储存及制备的控制系统处理器、I/O 模件、机柜及数据通信系统、打印机和工程师站等宜按公用系统设置。

5 烟气脱硝控制系统的处理器模件、电源模件和数据总线均应冗余配置。

6 在最繁忙的工况下，控制站处理器处理能力应有 40% 的裕量，操作员站处理器处理能力应有 60% 的裕量，电源模件应有 40% 的裕量，重要信号应采用三选二冗余等。

7 烟气脱硝控制系统应设置与机组 DCS 进行信号交换的硬

接线接口和通信接口,以实现机组对烟气脱硝系统的监视、报警和联锁。

6.3.7 脱硝系统的电源应符合下列规定:

1 脱硝控制柜(盘)进线电源的电压等级宜采用 220V,进入柜(盘)的交、直流电源应各有两路,互为备用。工作电源故障需及时切换至另一路电源,两路电源间应设自动切换装置。

2 当烟气脱硝反应系统采用 DCS 控制时,控制系统电源应由机组 DCS 电源柜提供。当烟气脱硝反应系统采用 PLC 控制时,控制系统电源可由不同厂用电母线段引接两路 220V 交流电源,也可由自带的小型 UPS 装置供电。

3 当还原剂的储存及制备系统采用 PLC 控制时,控制系统电源可由不同厂用电母线段引接两路 220V 交流电源,也可由自带的小型 UPS 装置供电。当还原剂的储存及制备系统采用 DCS 控制时,应由机组公用 DCS 供电。

4 挡板和吹灰器等执行机构的交流动力电源宜由热工配电柜供电。

6.3.8 烟气脱硝系统不宜单独设置仪表与控制试验室,但可购置必要的脱硝分析专用试验室设备。

7 电气系统及设备

7.1 供电系统

7.1.1 脱硝系统的厂用电源应由发电厂主体工程引接。脱硝系统高压、低压厂用电压等级,厂用电系统中性点接地方式应与发电厂主体工程一致。

7.1.2 脱硝系统工作电源的引接应符合以下原则:

1 布置在锅炉区域的脱硝负荷宜按单元制由主厂房锅炉厂用段供电。

2 布置在厂区的脱硝负荷可就地设置电动机控制中心(MCC),负责向该区域脱硝装置的负荷供电,MCC电源可从就近厂区动力中心(PC)引接,当技术经济比较合理时,也可单独设置脱硝变压器。

3 除满足上述要求外,还应符合现行行业标准《火力发电厂厂用电设计技术规定》DL/T 5153 的有关规定。

7.1.3 脱硝直流电源的引接应符合以下原则:

1 布置在锅炉区域的脱硝直流负荷宜按单元制由主厂房直流系统供电。

2 布置在厂区的脱硝直流负荷可由就近厂区直流系统供电。经技术经济比较,也可单独设置1套直流系统。

3 直流系统的设置应符合现行行业标准《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044 的有关规定。

7.1.4 脱硝系统的交流保安负荷宜由脱硫保安段或主厂房保安段供电,并应符合现行行业标准《火力发电厂厂用电设计技术规定》DL/T 5153 的有关规定。

7.2 二次线

7.2.1 脱硝电气系统控制水平应与工艺系统控制水平协调一致，脱硝电气系统的控制宜纳入工艺控制系统。

7.2.2 脱硝系统电气二次线设计应符合现行行业标准《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》DL/T 5136 和《火力发电厂厂用电设计技术规定》DL/T 5153 的有关规定。

7.3 电缆敷设、防雷接地和照明

7.3.1 脱硝系统的电缆敷设应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 的有关规定。

7.3.2 液氨卸料、储存及氨气制备区域的防雷应采用独立避雷针保护，并应采取防止雷电感应的措施。接地材质应考虑相应的防腐措施。

7.3.3 防雷接地和照明设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和现行行业标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T 620、《交流电气装置的接地》DL/T 621、《火力发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390 的有关规定。

7.4 电气设备选择

7.4.1 脱硝系统电气设备的选择宜与发电厂主体工程一致。

7.4.2 氨区电气设施的选择应满足现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的要求。

7.4.3 氨区电气设施的选择应考虑周围环境条件对电气设施的防腐要求。

8 建筑、结构及采暖通风

8.1 建 筑

8.1.1 发电厂脱硝建筑设计应遵循安全、适用、经济、美观的方针,并符合以下规定:

1 发电厂脱硝建筑设计应根据使用性质、生产流程、功能要求、自然条件、建筑材料和建筑技术等因素,结合工艺设计,做好建筑物的平面布置和空间组合。合理解决建筑内部交通、防火、防爆、防震、防水、防腐蚀、防潮、防噪声、隔振、采光、通风、保温和隔热等问题。积极慎重采用和推广建筑新技术、新工艺和新材料。

2 发电厂脱硝建筑设计应将建筑物、构筑物与工艺设备视为统一的整体,考虑建筑造型和内部处理。注意建筑群体的效果、内外色彩的处理以及与周围环境的协调。

3 发电厂脱硝建(构)筑物的防火、防爆设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 及其他防火有关规范、标准的要求。

4 发电厂脱硝建筑平面应结合场地、设备、管线等布置,确定门窗位置,方便人员疏散、采光通风。

5 发电厂脱硝建筑有条件时宜采用联合建筑。

8.1.2 建筑室内应优先考虑天然采光。采光口的设置应充分、有效地利用天然光源,并对人工照明的配合作全面考虑。

8.1.3 建筑宜采用自然通风。墙及屋顶(楼层)上的通风口应合理布置,避免气流短路和倒流,并应减少气流死角。

8.1.4 建筑热工设计在满足保温隔热要求的同时应考虑建筑节能要求,提高能源利用效率、改善室内环境。

8.1.5 建筑的门窗应符合安全使用、建筑节能的要求,有爆炸危

险的房间门窗应采用不发火材料,门窗面积应满足防爆要求。

8.1.6 建筑室内外装修应根据使用和外观需要,结合全厂建筑风格进行设计,并满足以下要求:

1 楼地面面层材料除工艺要求外,宜选用耐磨、易清洗的材料,有爆炸危险房间的地面面层材料应采用不发火材料。

2 外墙面层材料应选用耐候性好且耐污染的材料,内墙面层材料及顶棚(吊顶)材料应选用符合使用要求及防火要求的材料。

8.1.7 露天布置的脱硝设备应根据气候条件设置围护设施,满足防雨、防晒、防冻等要求。

8.2 结 构

8.2.1 当反应器布置在空气预热器上方时,反应器支架及平台宜与锅炉钢架统筹设计。当反应器布置在除尘器进口烟道支架上方时,反应器支架及平台与烟道支架宜合并设计。

8.2.2 屋面、楼面、平台的荷载取值及荷载组合应按现行行业标准《火力发电厂土建结构设计技术规程》DL 5022 的要求执行。

8.2.3 当反应器与除尘器进口烟道支架布置相结合时,构筑物抗震设防类别应与除尘器进口烟道支架相同,地震作用和抗震措施均应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的要求。当反应器与锅炉钢架统筹设计时,抗震设防类别、地震作用和抗震措施应与锅炉钢架相同。

8.2.4 计算地震作用时,构筑物的重力荷载代表值应取恒载标准值和各可变荷载组合值之和,一般设备(如管道、设备支架等)可变荷载组合值系数取 1.0。

8.3 采暖通风与空气调节

8.3.1 脱硝系统采暖设计应符合现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660 的规定。建筑物的采暖方式应与厂区其他建筑物一致;当厂区设有集中采暖系统时,采暖热源应由厂区采暖

系统提供。

8.3.2 还原剂卸料、储存及制备车间严禁明火采暖。

8.3.3 还原剂卸料、储存及制备车间冬季采暖室内计算温度应按 5°C 计算。

8.3.4 还原剂卸料、储存及制备车间应设置换气次数不小于6次/h的机械通风设施。氨区(液氨区和氨水区)建筑物内的通风机应选用防爆型。

8.3.5 卸氨压缩机房通风设计应符合下列要求：

1 卸氨压缩机房日常运行时应保持通风良好,通风换气次数不应小于6次/h。当自然通风无法满足要求时应设置机械排风装置,排风机应选用防爆型。

2 卸氨压缩机房应设置事故排风,事故排风量应按 $183\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 进行计算确定。事故排风机应选用防爆型,排风口应位于侧墙高处或屋顶。当室内氨气浓度传感器报警时,事故排风机应能自动开启。

8.3.6 氨区(液氨区和氨水区)卸料、储存及制备车间内采暖通风设备、管道及附件应采取防腐措施,不应使用铜材。

8.3.7 脱硝系统变压器室及配电装置室通风设计应符合现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660的规定。

8.3.8 脱硝系统控制室及控制仪表盘柜间应设置空气调节装置。

9 劳动安全与职业卫生

- 9.0.1** 烟气脱硝系统的劳动安全防护设施的设计应符合现行行业标准《火力发电厂职业安全设计规程》DL 5053 及安全预评价批复意见的要求。
- 9.0.2** 烟气脱硝系统的职业卫生防护设施的设计应符合现行行业标准《火力发电厂职业卫生设计规程》DL 5454 及职业卫生预评价批复意见的要求。
- 9.0.3** 氨区的总平面布置应满足安全生产和防火安全间距的规定,并符合全厂总体规划的要求。
- 9.0.4** 电厂内各建、构筑物与液氨储罐防火间距应符合本标准第 3.2.5 条~第 3.2.9 条的规定。
- 9.0.5** 氨区和尿素区应设置室外消火栓灭火系统,液氨储罐应设置喷淋冷却水系统和水喷雾消防系统。
- 9.0.6** 氨区应设有氨气泄漏检测器。
- 9.0.7** 在事故易发处应设置安全标志,标志的设置应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894 的规定。安全标志的色带颜色应符合现行国家标准《安全色》GB 2893 的规定。
- 9.0.8** 氨区的最高醒目处应安装逃生风向标。
- 9.0.9** 氨区应根据现行行业标准《人身防护应急系统的设置》HG/T 20570.14 的规定,设置安全淋浴器和洗眼器。
- 9.0.10** 氨区应配备防毒面罩、橡胶手套、橡胶靴等劳防用品。

10 消防及冷却水系统

10.0.1 液氨储罐区应设置室外消火栓灭火系统,室外消火栓应布置在防护堤外,消火栓的间距应根据保护范围计算确定,不宜超过 60m。消火栓数量不少于两只,每只室外消火栓应有两个 DN65 内扣式接口。

10.0.2 液氨储罐区室外消火栓宜配置消防水带箱,箱内配两支直流/喷雾两用水枪和两条 DN65 长度 25m 的水带。

10.0.3 液氨储罐区室外消防水量应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

10.0.4 氨水、尿素车间的消火栓设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

10.0.5 液氨储罐应设置喷淋冷却水系统和水喷雾消防系统,喷淋冷却水宜采用电厂的工业水,水喷雾消防水应采用电厂的消防水。

10.0.6 液氨储罐水喷雾消防系统的喷雾强度,着火罐不应小于 $6\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。着火储罐的保护面积按其全表面积计算,距着火罐直径(卧式罐按罐直径和长度之和的一半)1.5 倍范围内的储罐的保护面积按其表面积的一半计算。

10.0.7 液氨蒸发设备及管道上应设水喷雾消防系统,水喷雾强度不应小于 $6\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,保护面积按包容保护对象的最小规则外表面积计算。

10.0.8 水喷雾消防系统的持续喷雾时间不应小于 4h。

10.0.9 水喷雾消防系统设计应符合现行国家标准《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219 的规定。

10.0.10 储罐区及车间应按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定配置移动式灭火器。

附录 A 计算公式

A.0.1 SCR 脱硝系统 BMCR 工况单机纯氨小时消耗量按公式 A.0.1-1 计算:

$$W_a = \left(\frac{V_q \times C_{NO}}{1.76 \times 10^6} + \frac{V_q \times C_{NO_2}}{1.35 \times 10^6} \right) \times m \quad (\text{A.0.1-1})$$

式中: W_a —— 纯氨的小时耗量(kg/h);

V_q —— BMCR 工况 SCR 反应器进口的烟气流量(标准状态,实际含氧量下的干烟气)(m^3/h);

C_{NO} —— SCR 反应器进口烟气中 NO 浓度(标准状态,实际含氧量下的干烟气)(mg/m^3);

C_{NO_2} —— SCR 反应器进口烟气中 NO_2 浓度(标准状态,实际含氧量下的干烟气)(mg/m^3);

m —— 氨氮摩尔比,按公式 A.0.1-2 式计算:

$$m = \frac{\eta_{NO_x}}{100} + \frac{\frac{r_a}{22.4}}{\frac{C_{NO}}{30} + \frac{C_{NO_2}}{23}} \quad (\text{A.0.1-2})$$

式中: η_{NO_x} —— 脱硝效率(%);

r_a —— 氨逃逸浓度(标准状态,实际含氧量下的干烟气)($\mu L/L$)。

附录 B 尿素溶液密度、温度、溶解度、沸点的关系曲线

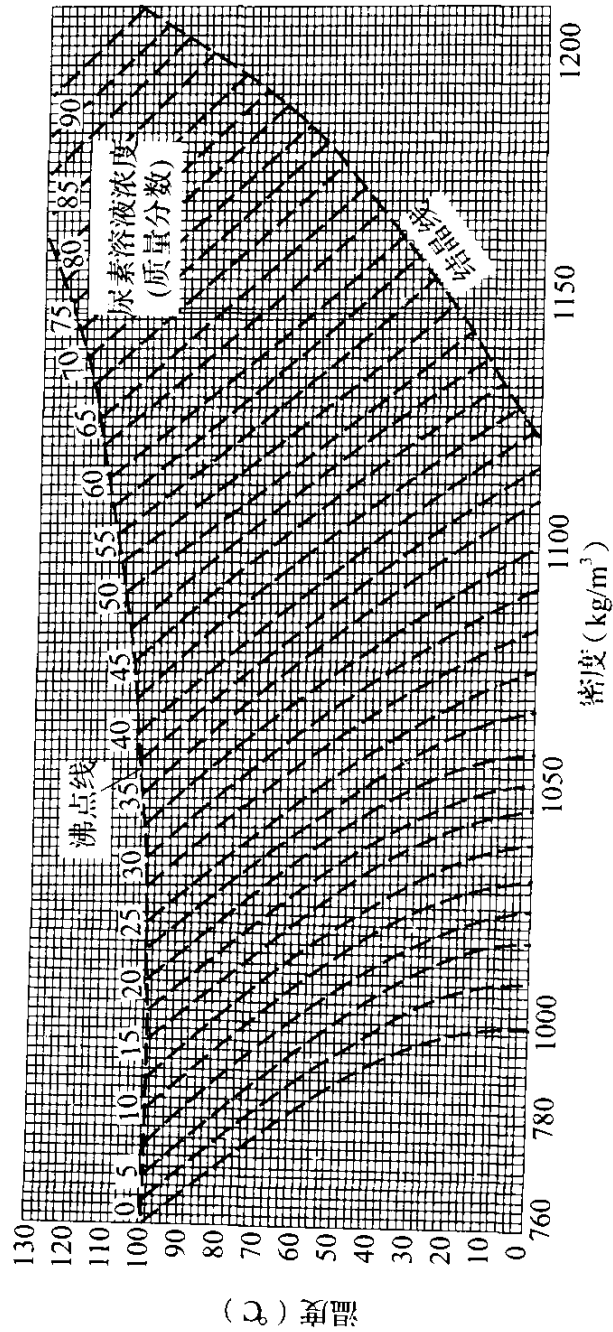


图 B 尿素溶液密度、温度、溶解度、沸点的关系曲线图

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《压力容器》GB 150
- 《安全色》GB 2893
- 《安全标志及其使用导则》GB 2894
- 《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《城镇燃气设计规范》GB 50028
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 《石油化工企业设计防火规范》GB 50160
- 《防洪标准》GB 50201
- 《电力工程电缆设计规范》GB 50217
- 《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219
- 《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229
- 《工业金属管道设计规范》GB 50316
- 《储罐区防火堤设计规范》GB 50351
- 《化工企业总图运输设计规范》GB 50489
- 《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660
- 《厂矿道路设计规范》GBJ 22
- 《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801.1~20801.6
- 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T 620
- 《交流电气装置的接地》DL/T 621
- 《火力发电厂土建结构设计技术规程》DL 5022

《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044
《火力发电厂职业安全设计规程》DL 5053
《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》DL/T 5136
《火力发电厂厂用电设计技术规定》DL/T 5153
《火力发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390
《火力发电厂职业卫生设计规程》DL 5454
《人身防护应急系统的设置》HG/T 20570.14
《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004

中华人民共和国电力行业标准

火力发电厂烟气脱硝
设计技术规程

DL/T 5480—2013

条文说明

制 定 说 明

《火力发电厂烟气脱硝设计技术规程》DL/T 5480--2013,经国家能源局 2013 年 11 月 28 日以第 6 号公告批准发布。为适应我国日趋严格的环境保护要求,以及为满足现行国家标准《火电厂大气污染物排放标准》GB 13223—2011 中对火力发电厂氮氧化物排放浓度的规定,在对国内火力发电厂烟气脱硝技术应用情况以及国外尿素制氨工艺调研基础上,总结了火力发电厂烟气脱硝工程的设计实践经验,遵循相关国家标准和行业标准,编制了本标准。本标准为新编电力行业标准。

编制本标准遵循的主要原则如下:

1. 对火力发电厂烟气脱硝工艺和各个系统的功能提出必须达到的基本要求。
2. 积极贯彻国家节约能源、节约资源、环境保护和安全生产的方针。
3. 积极采用国内外成熟的先进技术,提出先进的技术指标。
4. 注重与国内相关标准的协调。本标准中涉及的一些内容,在国家现行标准中已有明确规定的内容,仅指明应符合相关标准的有关规定,并写出标准的名称和编号,不抄写其内容。

为使本标准更具先进性和实用性,编制过程中对一些关键技术问题进行了调查和专题研究,形成 2 个专题报告:(1)国内脱硝系统应用调研;(2)尿素制氨工艺研究。

为了方便广大设计人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,编制组按照章、节、条顺序编写了本标准的条文说明,但是,条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准的参考。

目 次

1	总 则	(63)
2	术 语	(68)
3	总图运输	(69)
3.1	一般规定	(69)
3.2	总平面布置	(69)
3.3	竖向布置	(77)
3.4	交通运输	(78)
3.5	管线布置	(78)
4	还原剂储存及制备	(79)
4.1	液氨储存及氨气制备	(79)
4.2	氨水储存及氨气制备	(80)
4.3	尿素溶解、储存及氨气制备	(81)
5	脱硝工艺系统	(84)
5.1	SCR 脱硝工艺	(84)
5.2	SNCR 脱硝工艺	(88)
5.3	SNCR/SCR 混合脱硝工艺	(91)
6	仪表与控制	(92)
6.2	控制方式及控制室	(92)
6.3	仪表与控制功能	(92)
7	电气系统及设备	(94)
7.1	供电系统	(94)
8	建筑、结构及采暖通风	(95)
8.2	结构	(95)
8.3	采暖通风与空气调节	(95)
10	消防及冷却水系统	(97)

1 总 则

1.0.6 SNCR 烟气脱硝工艺的脱硝效率较低,通常为 20%~40%。这是因为 SNCR 的脱硝反应发生在炉膛及锅炉受热面区域,需要在合适的温度范围内,而炉内温度场和烟气场非常复杂,造成还原剂难以在合适的温度范围内与 NO_x 混合。随着锅炉的增大,脱硝效率呈下降趋势,因此 600MW 级以上锅炉很少采用 SNCR 烟气脱硝工艺。

循环流化床锅炉旋风分离器区域的烟气温度一般在 870℃~920℃之间,旋风分离器能够较好地将还原剂和烟气混合,且还原剂停留时间较长,因此循环流化床锅炉可采用 SNCR 烟气脱硝工艺。

1.0.9 本条是为了明确液氨在总平面布置中的火灾危险性分类及其防火间距类别而规定的,确定的主要原则和依据如下:

(1)化学危险品按《常用危险化学品的分类及标志》GB 13690 (国家技术监督局 1995-07-26 批准 1996-02-01 实施)的规定分为八类:(1)爆炸品;(2)压缩气体和液化气体;(3)易燃液体;(4)易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品;(5)氧化剂和有机过氧化物;(6)毒害品;(7)放射性物品;(8)腐蚀品。

(2)国家安全生产监督管理总局的《危险化学品名录》(2002 版)中关于氨的内容摘录见表 1。

(3)在《危险货物品名表》GB 12268-2005 中关于氨的内容摘录见表 2。

表 1 《危险化学品名录》(2002 版)中涉氨内容部分摘录

序号	类别	项目	危险 货物 编号	品名	别名	英文名	英文 别名	CAS 号	UN 号
165	压缩 气体和 液化 气体	不燃 气体	22025	氨溶 液 [35% < 含 氨 ≤ 50%]		Ammonia solu- tion, containing more than 35% but not more than 50% am- monia			2073
196	压缩 气体和 液化 气体	有毒 气体	23003	氨[液 化的, 含氨 > 50%]	液氨	Ammonia, liq- uefied or am- monia solutions, with more than 50% ammonia	Liq- uid am- mo- nia	7664 -- 41 -7	1005
3722	腐蚀品	碱性 腐蚀 品	82503	氨溶 液 [10% < 含 氨 ≤ 35%]	氨水	Ammonia solu- tion, with more than 10% but not more than 35% ammonia	Am- monia solu- tion	1336 - 21 -6	2672

表 2 《危险货物物品名表》GB 12268—2005 中涉氨内容部分摘录

编号	名称和说明	类别 和项别	次要 危险性	包装 类别	CN 号
1005	无水氨	毒性气体	腐蚀性		23003
2073	氨溶液,水溶液在 15℃ 时的 相对密度小于 0.880,含氨量 高于 35%,但不超过 50%	非易燃 无毒气体			22025
2672	氨溶液,水溶液在 15℃ 时的 相对密度为 0.880~0.975,含 氨量高于 10%,但不超过 35%	非易燃 无毒气体		具有 轻度危 险性	82503

(4) 在《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》(安监总管三〔2011〕95号)中特别指出,重点监管的危险化学品是指列入《名录》的危险化学品以及在温度 20℃ 和标准大气压 101.3kPa 条件下属于以下类别的危险化学品:

1) 易燃气体类别 1(爆炸下限 $\leq 13\%$ 或爆炸极限范围 $\geq 12\%$ 的气体);

2) 易燃液体类别 1(闭杯闪点 $< 23^\circ\text{C}$ 并初沸点 $\leq 35^\circ\text{C}$ 的液体);

3) 自燃液体类别 1(与空气接触不到 5min 便燃烧的液体);

4) 自燃固体类别 1(与空气接触不到 5min 便燃烧的固体);

5) 遇水放出易燃气体的物质类别 1(在环境温度下与水剧烈反应所产生的气体通常显示自燃的倾向,或释放易燃气体的速度大于或等于每千克物质在 1min 内释放 10L 的任何物质或混合物);

6) 三光气等光气类化学品。

首批重点监管的危险化学品名录中关于氨的内容摘录见表 3。

表 3 首批重点监管的危险化学品名录中涉氨内容摘录

序号	化学品名称	别名	CAS 号
1	氨	液氨、氨气	7664-41-7

(5) 在《国家安全生产监督管理总局令(第 43 号)《危险化学品输送管道安全管理规定》(2012 年 3 月 1 日起施行)中规定“严格控制氨、硫化氢等其他有毒气体的危险化学品管道穿(跨)越公共区域”,“禁止在危险化学品管道附属设施的上方架设电力线路、通信线路”,并在规定中定义公共区域是指厂区(包括化工园区、工业园区)以外的区域,危险化学品管道附属设施包括:管道的加压站、计量站、阀室、阀井、放空设施、储罐、装卸栈桥、装卸场、分输站、减压站等。

(6) 在《建筑设计防火规范》GB 50016-2006 储存物品火灾危险性分类举例中,将氨气列为乙类,但未对有关液氨的防火间距做明确规定;而《建筑设计防火规范》、《高层民用建筑设计防火规范》正在修订,液氨的防火间距将归入可燃、助燃

气体储罐(区)的防火间距内,并规定了“液氢、液氨储罐与建筑物、储罐、堆场的防火间距可按相应储量液化石油气储罐防火间距减少25%”的原则。

(7)在《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058—1992附录三气体或蒸汽爆炸性混合物分级分组举例中,将氨划为ⅡA级之T1组别(ⅡA表示爆炸性气体类,T1表示引燃温度大于450℃),爆炸气体环境属于2区(在正常运行时不可能出现爆炸性气体混合物的环境,或即使出现也仅是短时存在的爆炸性气体混合物的环境)。

(8)《职业性接触毒物危害程度分级》GB 5044—1985规定氨属于Ⅳ级(轻度危害)的常见毒物。

(9)在《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008可燃气体的火灾危险性分类举例中,将氨列为乙类;在液化烃、可燃液体的火灾危险性分类举例中,将液氨列为乙A类,将其按可燃液体类考虑。

(10)《化工企业总图运输设计规范》GB 50489—2009在其条文说明第4.4.2条里将液氨称为液化可燃性物料,并说明可参照液化烃及其他类似液体执行。

综上所述,电厂脱硝用液氨属压缩性液化有毒气体,归于爆炸性气体类,其火灾危险性类别属乙类。对液氨的储存处置设施特别是液氨储罐与其他建构筑物、储罐、堆场的防火间距究竟是按可燃气体、可燃液体还是按其他类似物料来考虑,各标准之间关于这个问题大多无专门明确和全面的规定,且或多或少存在一定的分歧,其防火间距在目前的《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006中无相关规定,但在其条文说明第4.0.11条中有“……未规定的有关防火间距,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》的有关规定”,本标准最终采纳了《建筑设计防火规范》GB 50016目前已通过专家审查的最新研究成果,即将液氨的防火间距问题归入可燃、助燃气体储罐(区)类考虑,并规定液氨储

罐与建筑物、储罐、堆场的防火间距可按《建筑设计防火规范》GB 50016 -2006相应储量液化石油气储罐防火间距的规定减少25%这一原则来确定,同时吸收了《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 中一些在《建筑设计防火规范》GB 50016 中没有的专业性较强的特别规定,以及其他相关的国家现行标准中的一些规定。

2 术 语

2.0.1 本条参照国家现行行业标准《火电厂烟气脱硝(SCR)系统运行技术规范》DL/T 335 的相关定义。

2.0.25 本条参照国家现行标准《燃煤烟气脱硝技术装备》GB/T 21509 和《火电厂烟气脱硝(SCR)系统运行技术规范》DL/T 335 的相关定义。

3 总图运输

3.1 一般规定

3.1.2 本条规定了液氨区布置的地理位置应符合的基本要求,对条文第1款和第2款中部分用词作特别说明如下:

1 人员密集场所和国家重要设施系指城镇、居民区、公共村庄、国家和省级干道、国家和地方铁路干线、河海港区、仓储区、军事设施、机场等,是参照现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489—2009第3.1.10条制定的。

2 “液氨区临近江、河、湖、海岸布置时,宜位于临江、河、湖的城镇、居住区、工厂、船厂以及码头、重要桥梁、大型锚地、供水水源保护区、风景名胜区、自然保护区等的下游”的“宜”在《化工企业总图运输设计规范》GB 50489—2009中的第4.4.2条规定为“应”,而《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008中的第4.1.4条规定为“宜”,考虑到电厂液氨储罐区的总储量较化工企业和石油化工企业小得多,故本标准规定为“宜”。

3.1.3 本条系参照现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489—2009第5.4.3条第6款制定的。

3.2 总平面布置

3.2.2 本条系参照现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489中第5.2.2条、第5.2.3条和《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008中的第4.2.2条的规定制定的,主要考虑到液氨区可能泄漏、散发有毒或腐蚀性气体,且氨气为可燃气体。

3.2.4 本条规定了液氨区与相邻建(构)筑物或设施等之间的防火间距,制订的主要原则和依据见本条文说明第1.0.9条。“设

施”主要是指架空通信线、地区输气管道、地区输油管道等。液氨区与相邻建(构)筑物或设施之间防火间距表的确定,还参照了《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229、《城镇燃气设计规范》GB 50028 和《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 等相关国家现行标准的规定。

表 3.2.4 液氨储罐按溶剂的储装容积分级分为 4 级,主要是根据《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 表 4.4.1 中的分级标准和方式执行,而未根据《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 表 4.2.12 中可燃液体储罐类 $\leq 500\text{m}^3$ 或卧式,液化烃储罐 $\leq 100\text{m}^3$ 及 $>100\text{m}^3 \sim 1000\text{m}^3$,可燃气体储罐 $>1000\text{m}^3 \sim 50000\text{m}^3$ 的分级标准和方式执行,主要是考虑《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 所适用的多为石油化工企业大型储罐的防火设计,而火力发电厂根据其建设规模的不同,脱硝用液氨储罐的总几何容积范围一般在 $50\text{m}^3 \sim 800\text{m}^3$ 之间。单罐的几何容积范围一般在 $20\text{m}^3 \sim 150\text{m}^3$ 之间。本标准的制定主要适用于火力发电厂液氨储罐的防火设计,储罐均为小型,分级较细便于操作执行,更符合电厂实际要求。

表 3.2.4 中液氨储罐至装卸油品码头、地区输油(气)管道的防火间距均根据现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 表 4.1.9 中相关的防火间距折减 25% 执行,主要是考虑《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 适用于石油化工企业大型储罐的防火设计,而本标准主要适用于火力发电厂小型储罐的防火设计,由于储罐容量减小,危险性相应降低,防火间距可随之减小。

本标准编制过程中,先后调查和了解多个电厂的液氨储罐区布置及运行情况,总结了电厂的液氨储罐区防火设计的经验;同时,吸收了国外电厂储氨区布置中先进的理念,查阅了大量国内相关的标准规范,如,《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229、《建筑设计防火规范》GB 50016、《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660、《城镇燃气设计规范》GB 50028、《化工企

业总图运输设计规范》GB 50489、《石油化工企业设计防火规范》GB 50160、《储罐区防火堤设计规范》GB 50351、《氢气站设计规范》GB 50177、《石油库设计规范》GB 50074、《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183、《装卸油品码头防火设计规范》JTJ 237—99、《火力发电厂总图运输设计技术规程》DL/T 5032等,并力求与其协调一致。

由于多种原因,本标准中尚存在一些有待以后解决的问题,究其原因,主要是现行国家标准中尚无关于氨区防火间距的规定,目前的国家标准多从局部角度考虑或明确了个别方面的规定,缺乏系统性和全面性,对个别问题上的规定还存在矛盾。本标准对相关的多个国家标准进行了较为系统和全面的研究,广泛征询了业内专家的意见,注意了解、吸收相关国家标准的最新研究内容和成果,规定了液氨区与相邻建(构)筑物或设施之间的防火间距。

3.2.6 本条系参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006第4.5.1条的规定制定的,分析研究表4.5.1内一个堆场总储量 $W(t)$ 与建筑物3个级别耐火等级下的防火间距值,20,25,30(10000t以下的稻草、麦秸、芦苇、打包废纸等)与8,10,12(5000t以上的煤和焦炭)比较,两个间距3个级别耐火等级下的3组值基本相差40%,而发电厂内露天贮煤场一个堆场的总储量一般均大于5000t;按照这一原则,液氨区与发电厂内露天卸煤装置外缘或贮煤场边缘之间的防火间距可按表3.2.4中有关与稻草、麦秸、芦苇、打包废纸等材料堆场防火间距的40%确定,且不应小于15m。考虑褐煤自燃现象严重,较危险,贮存褐煤时可按表3.2.4中有关与稻草、麦秸、芦苇、打包废纸等材料堆场防火间距的40%再相应增加25%(即65%)确定,且不应小于25m。

3.2.7 确定本条规定的原则和依据如下:

(1)现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660中将冷却塔分为湿式冷却塔、空冷系统。湿式冷却塔又包括自然通风冷却塔、机械通风冷却塔、排烟冷却塔和海水冷却塔;空冷系统

又包括直接空冷凝汽器、间接空冷自然通风冷却塔。

(2) 根据现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489—2009 中的解释,空气中的氨对冷却塔内的水质有影响,其条文说明第 5.3.3 条第 2 款解释:“如某化工厂 30 万吨合成氨装置的冷却塔位于老系统氨水站的下风侧约 50m,投产后冷却水质发生了变异,据分析除生产系统本身污染外,附近空气含氨也是原因之一。当空气中的氨在冷却塔中与水接触后,即被吸收,导致水质变质。”故明确液氨区宜远离厂内湿式冷却塔布置,并宜布置在湿式冷却塔全年最小频率风向的上风侧。

3.2.8 确定本条规定的原则和依据如下:

(1) 本条规定中的循环水系统冷却塔系指电厂主冷系统的冷却塔。规定液氨储罐与循环水系统冷却塔的防火间距不应小于 30m,主要是依据现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 的相关规定,循环水系统冷却塔为第二类全厂性重要设施,将液氨储罐按乙类工业装置(单元)或按可燃气体储罐考虑,相应防火间距确定为不应小于 30m;考虑辅机冷却水系统冷却塔在电厂中的重要性要小于主冷系统的冷却塔,故其与液氨储罐的防火间距相应减少了 5m。

(2) 液氨储罐与冷却塔的防火间距没有按不小于其进风口高度的 2 倍来考虑,主要是因为冷却塔进风口高度的变化范围为 2.51m(500m²)~13.23m(16000m²),若按进风口高度 2 倍考虑,如此相对应的防火间距变化范围为 5.02m~26.46m,均不满足上述不应小于 30m 的要求。

3.2.9 本条的制定依照现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028—2006 规定的液化石油气供应基地的全压力式储罐与基地内建(构)筑物的防火间距中总容积不大于 1000m³ 的储罐与消防泵房(外墙)、消防水池(罐)取水口最小间距 40m,考虑按相应储量液化石油气储罐防火间距的规定减少 25% 来确定液氨储罐与消防泵房(外墙)、消防水池(罐)取水口最小间距为 30m。

3.2.12 本条规定了液氨区内与总平面布置相关的一些要求,主要是考虑与现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《城镇燃气设计规范》GB 50028、《化工企业总图运输设计规范》GB 50489、《石油化工企业设计防火规范》GB 50160、《储罐区防火堤设计规范》GB 50351 等协调一致。

1 本款中“按功能进行分区”系参照了现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028—2006 中第 8.3.11 条“液化石油气供应基地总平面必须分区布置,即分为生产区(包括储罐区和灌装区)和辅助区”的规定而制定,主要考虑液氨区在发电厂外独立布置时的要求。

2 本款参照了现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 中第 5.2.16 条中“控制室与其他建筑物合建时,应设置独立的防火分区”,第 5.2.17 条中“宜布置在装置外,并宜全厂性或区域性统一设置”等规定而制定,并与之相协调一致。

4 本款中“位于发电厂外的独立储氨区,其生产区四周应设高度不低于 2.5m 的不燃烧体实体围墙”,主要是考虑与现行国家标准《氢气站设计规范》GB 50177 中有关“氢气站、供氢站、氢气罐区,宜设置不燃烧体的实体围墙,其高度不应小于 2.5m”和《石油库设计规范》GB 50074 中有关“石油库应设高度不低于 2.5m 的非燃烧材料的实体围墙”的规定相协调;本款中“位于发电厂内的储氨区,其生产区四周应设高度不低于 2.2m 的不燃烧体非实体围墙,其底部实体部分高度不应低于 0.6m”,主要是考虑厂区内用地紧张,若按现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 中规定的储罐与围墙 15m~20m 间距减少 25% 来确定难以执行。鉴于储氨区位于厂内,其间距可按 10m 执行,但此时较高的不燃烧体实体围墙则对消防操作带来不利影响,主要是液氨储罐发生大量泄漏时,需要大量的消防水进行稀释扑救,较高的实体围墙影响消防队员的视线和喷水效果,故比照《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183—2004 第 5.1.7 条“……石油天然气站场四周宜设不低于 2.2m 的非燃烧材料围墙或围栏”的规定,参照现行国家标

准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 第 4.4.7 条“Ⅱ级瓶装液化石油气供应站的四周宜设置不燃烧体的实体围墙,或其底部实体部分高度不应低于 0.6m 的围墙”的规定而制定,同时考虑与《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660—2011 中第 4.3.12 条第 2 款“不低于 2.2m 高”的规定协调一致。另外,非实体围墙“其底部实体部分高度不应低于 0.6m”的规定还兼顾考虑了进一步减少泄漏的可燃液体和受污染的消防水漫流出液氨区的可能。

5 本款系参照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 中第 5.2.16 条“装置的控制室、机柜间、变配电所、化验室、办公室等不得与设有甲、乙 A 类设备的房间布置在同一建筑物内”,第 5.2.17 条“当装置的控制室、机柜间、变配电所、化验室、办公室等布置在装置内时,应布置在装置的一侧,位于爆炸危险区范围以外,并宜位于可燃气体、液化烃和甲 B、乙 A 类设备全年最小频率风向的下风侧”等规定而制定。现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058—1992 中规定“当易燃物质可能大量释放并扩散到 15m 以外时,爆炸危险区域的范围应划分附加 2 区”,爆炸危险场所范围为 15m。

7 本款系参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《城镇燃气设计规范》GB 50028 和《储罐区防火堤设计规范》GB 50351 中的有关规定而制定,并与之协调一致。

8 本款系参照现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028—2006 中第 8.3.19 条第 2 款“组与组之间相邻储罐的净距不应小于 20m”和《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 中第 6.2.14 条“相邻罐组防火堤的外堤脚线之间应留有宽度不小于 7m 的消防空地。”的规定而制定。另外,依据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 条文说明中第 4.3.1 条第 3 款第 3 项“考虑施工安装的需要,大、中型可燃气体储罐施工安装所需的距离一般为 20m~25m。根据储气罐火灾扑救实践,人员与罐体之间至少要保持 15m~20m 的间距。”考虑电厂液氨储罐分组

布置时不同时间施工安装的需要,组与组之间相邻储罐的净距不应小于 20m 的规定是合适的。

3.2.13 本条规定了液氨区内生产区各设施与围墙、道路之间的防火间距,确定的原则和依据如下:

1 参照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008表 4.2.12 石油化工厂总平面布置的防火间距中“厂区围墙(中心线)或用地边界线与乙类工艺装置(单元)的间距不小于 25m”的规定,并考虑其条文说明第 4.2.12 条第 1 款第 5 项“减少对厂外公共环境的影响。国外石油化工企业非常重视在事故状态下对社会公共环境的影响,厂内危险设备距厂区围墙(边界)的间距一般较大,将火灾事故状态下一定强度的辐射热控制在厂区围墙内。在本次修订中,适当加大了厂内危险设备与厂区围墙的间距,可以使爆炸危险区范围控制在厂区围墙内,并将厂内的火灾影响范围有效控制控制在厂区围墙内,也可降低厂外明火及火花对厂内危险设备的威胁。”的解释,并参照现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028—2006 中“储罐与围墙 15m~20m”的规定,本条表 3.2.13 中厂区围墙(中心线)或用地边界线与液氨区内生产区各设施间防火间距的规定是合适的。

2 实体围墙的设置可以起到隔离明火的作用,防止出现爆炸的危险,但考虑厂区内用地紧张,若按现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 中的储罐与围墙 15m~20m 间距减少 25% 来确定难以执行;而按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 条文说明第 3.4.12 条第 3 款“工厂建设如因用地紧张,在满足与相邻单位建筑物之间防火间距或设置了防火墙等措施时,丙、丁、戊类厂房可不受距围墙 5m 间距的限制。……但甲、乙类厂房(仓库)及火灾危险性较大的储罐、堆场不能沿围墙建设,仍要执行 5m 间距的规定。”的解释执行又偏小。

现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183—2004 条文说明第 5.1.7 条解释,设置围墙或围栏系从安全防护考虑,规定

设备、容器及生产建(构)筑物至围墙(栏)的距离是考虑到围墙以外的明火无法控制,需要有一定的间距以保证生产的安全。

现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 条文说明第 5.2.1 条第 4 款解释,可燃气体的扩散范围:液化烃泄漏后,可燃气体的扩散范围一般为 10m~30m;甲_B、乙_A类液体泄漏后,可燃气体的扩散范围为 10m~15m。

鉴于位于厂内的液氨区,本标准已有“在其生产区四周应设高度不低于 2.2m 的不燃烧体非实体围墙,其底部实体部分高度不应低于 0.6m”的规定,并综合考虑消防操作对间距的要求,故规定其间距按 10m 执行。

3 本条规定里表 3.2.13 中道路与液氨区内生产区各设施间防火间距的规定系参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 中第 4.3.6 条、第 4.2.9 条和《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 表 4.2.12 中储罐与道路防火间距的有关规定,综合考虑后制定的。

3.2.14 本条规定是依据现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 条文说明第 4.2.12 条第 6 款表 6“工艺装置或装置内单元的火灾危险性分类举例(石油化工部分)”中的第 IV 部分合成氨及氨加工产品内“合成尿素装置的蒸发、造粒、包装、储运单元”均属丙类的划分而制定。

3.2.15 本条规定了氨水区氨水储罐防火间距执行的一般原则,依据如下:

1 现行国家标准《危险货物品名表》GB 12268—2005 中描述“氨溶液,水溶液在 15℃时的相对密度为 0.880~0.975,含氨量高于 10%,但不超过 35%,属非易燃无毒气体,具有轻度危险性”;国家安全生产监督管理总局的《危险化学品名录》(2002 版)中描述“氨溶液[10%<含氨≤35%],别名氨水,属碱性腐蚀品”。电厂脱硝用氨水含氨量不超过 25%,故氨水区氨水储罐的火灾危险性分类应比液氨区液氨储罐要低,危险性也随之降低,电厂脱硝液氨的

火灾危险性为乙类,故本标准规定将电厂脱硝用氨水的火灾危险性按丙类对待。

2 考虑电厂脱硝用氨水的含氨量较低,其液体特性与可燃液体类似,故本标准参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006丙类液体储罐的规定来执行。

由于目前国内电厂极少采用氨水,电厂采用氨水一般有其特定条件,即紧邻电厂附近有可靠的氨水储存来源,氨水区的防火间距本标准仅做原则性规定,有待以后结合工程实践经验,对该部分内容进行深入研究。

3.3 竖向布置

3.3.1~3.3.3 系参照现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489 和《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 中的有关规定而制定,并与之相协调一致。

3.3.5 本条系参照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 中第 4.2.3 条“液化烃罐组或可燃液体罐组不应毗邻布置在高于工艺装置、全厂性重要设施或人员集中场所的阶梯上。但受条件限制或有工艺要求时,可燃液体原料储罐可毗邻布置在高于工艺装置的阶梯上,但应采取防止泄漏的可燃液体流入工艺装置、全厂性重要设施或人员集中场所的措施。”的规定而制定,并与之相协调一致。

3.3.6 本条系参照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 中第 5.2.18 条第 2 款“平面布置位于附加 2 区的办公室、化验室室内地面及控制室、机柜间、变配电所的设备层地面应高于室外地面,且高差不应小于 0.6m”的规定而制定,并与之相协调一致。“高差不应小于 0.6m”是爆炸危险场所附加 2 区的高度范围,附加 2 区的水平范围是距释放源 15m 至 30m 的范围。“附加 2 区”在现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 中有定义。

3.4 交通运输

3.4.1、3.4.3 系参照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 中的相关规定而制定,并与之相协调一致。

3.4.2 本条系参照现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489—2009 中第 5.2.18 条“化工区内经常运输易燃、易爆及有毒危险品道路的最大纵坡不应大于 6%”的规定而制定,并与之相协调一致。

3.5 管线布置

3.5.1 本条内容与现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 中的相关规定相协调一致。

3.5.2 本条规定了氨区内管线布置应符合的基本原则,对条文第 2 款中液氨管道在氨区内外采用低、高支架敷设的不同情形作如下特别说明:

2 本款内容“液氨管道宜采用低支架敷设,其管底与地面的净距宜为 0.35m。”主要考虑氨区内人员极少,采用低支架可有效缩短液氨管道长度,降低危险性,便于施工及检修维护;而氨区外(即厂区内)人员较多,考虑氨气常温密度比空气小,为减轻泄露时对人身可能造成的伤害,氨气管道宜采用高支架敷设;而低支架敷设的液氨管道其管底与地面的净距宜为 0.35m 是参照现行行业标准《石油化工储运系统罐区设计规范》SH/T 3007—2007 第 5.4.1 条“墩顶高出设计地面不宜小于 300mm”的规定而制定。

3.5.3 本条规定了厂区氨气管道布置的一些要求,主要是参照国家现行标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160、《化工企业总图运输设计规范》GB 50489、《氢气站设计规范》GB 50177、《石油库设计规范》GB 50074、《装卸油品码头防火设计规范》JTJ 237—99、《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 中的相关规定而制定,并与之相协调一致。

4 还原剂储存及制备

4.1 液氨储存及氨气制备

4.1.4 关于 BMCR 工况下液氨储罐的说明如下：

1 液氨储罐应采用固定容积设备。环境温度下的液氨贮存温度越低越安全。液氨的液化气体临界温度为 132.4℃，根据国家现行标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004—2009 第 3.9.3 条规定，当液化气体临界温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ 且无保冷设施时，其设计压力应为 50℃时的饱和蒸汽压。

4.1.5 液氨蒸发器可以以母管制连接方式向多台机组供应氨气，但是，液氨蒸发器与其后续的氨气缓冲罐应以单元方式运行。

1 水浴管式加热器的加热盘管为不锈钢材质时，中间媒介宜为除盐水；当加热盘管为碳钢材质时，中间媒介宜为工业水，但是应注意工业水的碳酸盐硬度较高时，对加热盘管带来的结垢问题。

4.1.6 废水池不接纳防火堤内废水，主要考虑有利于废水池的就近布置，若接纳堤内废水，则废水池应作为事故存液池考虑防火间距。防火堤内的废水收集应设小坑，布置于防火堤外专用水泵的吸水管穿过防火堤，吸取小坑内的废水，经专用水泵升压后送至废水处理系统的废水贮池。泵及管路的容量应满足消防喷淋水的水量。

4.1.8 液氨储罐内的压力随环境温度的上升而升高，出于安全性考虑，故要求其布置在敞开式带顶棚的半露天构筑物中；当厂址位置处于冬季非常寒冷的地方，考虑冷却水及仪表设备的冻结问题，有个别电厂的液氨储罐布置在室内。

4.1.9 表 4.1.9 是参照《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 中表 5.2.1，结合工程设计中实际设备进行修订

的。由于本系统介质单一，故防火间距相对要宽松些，主要考虑氨区应远离可能有明火产生的地方，如控制室、值班室。按此表格，实际上液氨储存及氨气制备主要分为两个区域，即卸氨区和储罐区。

4.1.10 防火堤内液氨储存罐的布置间距要求参照图 1。

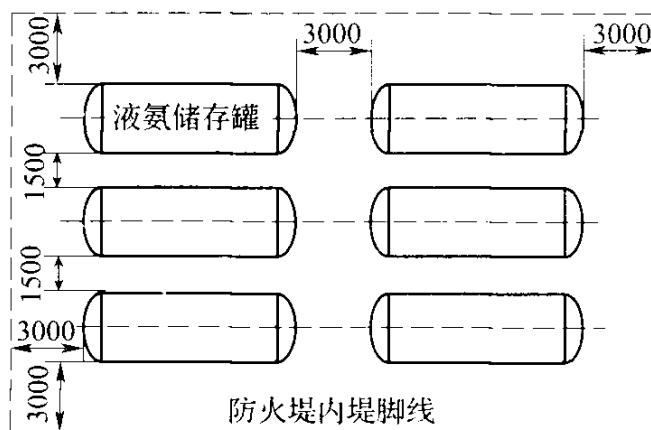


图 1 防火堤内液氨储存罐的布置间距图(单位:mm)

4.1.13 对于液氨储存及氨气制备系统，应注意如下原则，即液氨管道应远离热源，防止其蒸发，而蒸发器后的氨气管道则应防止其散热冷凝后液化。

4.2 氨水储存及氨气制备

4.2.3 根据所用的密封气体确定储存罐材质的原则如下：

1 当采用氮气密封时，储存罐可为碳钢，采用压缩空气密封时，则应选用不锈钢材质或碳钢内衬防腐层的储存罐。运行中向氨水储存罐中通入一定压力的压缩空气或氮气，除维持罐体内的压力，抑制氨水的蒸发外，还可防止氨水计量(输送)泵入口氨水的气化。(20%氨水的常压冰点为 -38°C ，25%氨水的常压冰点为 -55°C 。)

4.2.5 防火堤及集水坑内收集的含氨废水不可外排，应由泵抽取后送出。

4.2.7 对条文中的氨水计量分配系统说明如下：

1 本款所述氨水计量分配系统适用于 SCR 脱硝工艺，作用

是将满足设定的脱硝效率所需的总的氨水量经过烟气或蒸汽加热蒸发,并同时被烟气或蒸汽稀释后送入锅炉内的喷氨混合系统中。对于 SNCR 脱硝工艺和 SNCR/SCR 混合脱硝工艺中的氨水计量系统和氨水分配系统应符合本标准第 5.2.3 条、第 5.2.4 条、第 5.3.2 条的规定。

4.3 尿素溶解、储存及氨气制备

4.3.1 热解或水解尿素制氨工艺用尿素,对尿素的纯度有一定的要求,质量要求要高于农用尿素。某水解反应器要求的尿素质量指标具体为 $\text{Cl}^- < 0.1\text{mg/L}$ 、 $\text{Cr}^{+6} < 0.05\text{mg/L}$ 、甲醛 $< 0.3\%$ 。

4.3.2 对尿素溶解装置的相关技术要求说明如下:

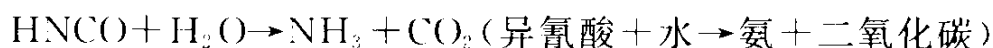
1 散装颗粒尿素的储仓容积,对于海边或潮湿环境,建议按全厂所有机组 1d 脱硝所需用量考虑;当环境干燥时,可按全厂所有机组 3d 脱硝所需用量考虑。外购散装颗粒尿素易吸湿潮解,不易储存,宜配制成溶液湿法贮存。尿素用量较少时,可外购袋装颗粒尿素,此时,可不设尿素储仓,直接将袋装颗粒尿素倒入尿素溶解罐,袋装尿素贮存场地可根据尿素溶解罐布置位置确定,有工程尿素溶解罐地下布置,地面贮存袋装尿素,通过料斗倒入以袋计量的颗粒尿素;当尿素溶解罐地上布置时,则可在其上层设置袋装尿素贮存层。当热(水)解尿素制氨时,不推荐外购袋装尿素,破袋时会有袋子的杂屑落入尿素中,不利于热(水)解。

2 配制尿素溶液的时间约 2h~3h。袋装尿素配制溶液时,可分班配制尿素溶液,故尿素溶解罐的容积可适当缩减。溶解尿素用水的硬度大于 2mmol/L 时,需添加稳定剂,一方面可增强喷射雾化效果,其次可将由于时间、温度和水的不同而产生的沉淀降到最低。当利用热力系统的疏水溶解尿素配制尿素溶液时,水温应控制低于 100℃,防止温度高于 130℃时,尿素溶液分解为氨和二氧化碳。若尿素用于制氨,国内一般配制 50%~55%(质量分数)的尿素溶液储存,以减少后续系统水蒸发所需的热量,国外也

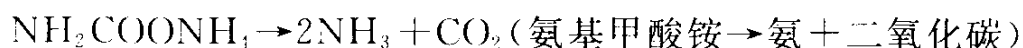
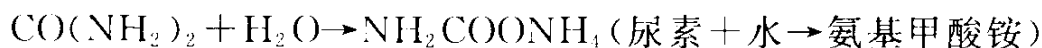
有配制 70% (质量分数) 的尿素溶液储存。为了降低防止尿素溶液结晶所需的加热能耗, 也可配制约 40% 浓度的尿素溶液。

4.3.3 为了防止尿素溶液的结晶, 配制好的尿素溶液, 应确保溶液温度大于结晶温度, 但应在 130℃ 以下 (参见附录 B)。当尿素溶液温度过低时 (\leq 配制溶液浓度对应的结晶温度 + 8℃), 启动在线加热器提升溶液的温度, 以防止溶液结晶。

4.3.5 尿素制氨工艺的原理是尿素溶液在一定温度下发生分解, 生成的气体中包含二氧化碳、水蒸气、氨气及其他反应生成物。热解法制氨主要化学过程为:



4.3.6 水解法制氨主要化学过程为:



1 水解反应器宜作为公用设施为多台锅炉服务。国外工程中有电厂配有 2 台 100% 出力的水解反应器 (一般来说, 此配置下建议 2 台水解反应器同时以低的产氨出力运行, 而不是一台运行另一台备用), 或 3 台 50% 出力的水解反应器。水解反应器到每台锅炉的氨气管道上设氨气控制阀。此方案的优点是对于有 4 台及以上锅炉的电厂只需设置 2 套 ~ 3 套尿素水解反应器模块便可满足需要, 投资省, 管理集中、方便, 缺点是由于水解反应器设置在尿素车间, 当其距离锅炉较远时导致氨气输送管道过长, 伴热成本增加, 伴热不良容易导致气体回凝堵塞输送管道。单元制配置尿素水解反应器的优点是运行简单, 尿素水解反应器可以设置在脱硝反应器下部钢架上, 氨气管道输送距离短, 能有效防止因长距离输送引起的温降及氨气回凝堵塞管道的问题, 同时能减少长距离输送所带来的伴热成本。适用于锅炉台数少 (1 台 ~ 3 台) 的电厂和尿素车间距离锅炉较远的情况。

2 目前, 常用的尿素水解工艺有 Ammogen[®] 工艺和 U2A[®]

工艺,U2A⁺ 工艺在美国有较多的应用业绩。U2A⁺ 工艺所要求的水解反应参数为温度约 149℃,压力为 0.28MPa~0.83MPa。其水解反应器的工作条件为将 40%~50%浓度(质量分数)的尿素溶液加热到约 149℃、加压到 0.28MPa~0.83MPa。若水解反应器出力较小则可采用电加热,若水解反应器出力较大宜采用蒸汽作热源。对于 40%浓度(质量分数)的尿素溶液分解为:28.5%浓度(体积分数)的氨气、14.3%浓度(体积分数)的二氧化碳和 57.2%浓度(体积分数)的水蒸气。对于 50%浓度(质量分数)的尿素溶液分解为:37.5%浓度(体积分数)的氨气、18.7%浓度(体积分数)的二氧化碳和 43.8%浓度(体积分数)的水蒸气。

关于尿素制氨的氨转化率,尿素热解装置和水解装置的供货商都提供了氨转化率的数据,但通过其他渠道得到的氨转化率数据不尽相同。本规程对这两种工艺的氨转化率未提出具体数据,有待在今后实践中经验证后提出。

3 由于尿素含有一定量的杂质(如 Cl⁻,Cr⁶⁺等),加上溶解用的纯水中的杂质和尿素装卸、运输过程中混入的杂质,运行一定时间后,水解反应器内尿素溶液中的杂质会被浓缩和沉淀,需要排污。排污的频率与尿素质量和运行累积出力有关,通常每月排污 1 次,排污率 10%。排污水中主要污染物是 Cr⁶⁺。排污水应收集后处理或纳入城市污水管网,或用于煤场喷淋,或送至灰场处置。

4 不同型式的水解反应器对冷却水有不同要求,有的需要冷却水,有的不需要。当水解反应器需要冷却水时,应提供水质合格的冷却水源。

4.3.7 由于尿素分解后的氨气中含有一定量的 CO₂,为了避免 NH₃与 CO₂在低温下逆向反应,生成氨基甲酸铵,氨气输送管道应维持一定的温度。热解氨气管一般在主厂房内布置,仅需作保温防烫处理;而水解后氨气管应采取伴热、保温措施,以维持氨气管内的温度在 150℃ 以上。

5 脱硝工艺系统

5.1 SCR 脱硝工艺

5.1.1 设计参数技术条件具体如下：

- 1 当地气象条件。
- 2 煤种的工业分析,元素分析。
- 3 煤种的其他常量和微量元素分析:Na 含量(%)、K 含量(%)、As 含量(%)、Cl 含量(%)、F 含量(%)。
- 4 飞灰粒径分布。
- 5 飞灰的矿物质成分分析:SiO₂ 含量(%)、Al₂O₃ 含量(%)、Fe₂O₃ 含量(%)、CaO 含量(%)、游离 CaO 含量(%)、MgO 含量(%)、TiO₂ 含量(%)、MnO 含量(%)、V₂O₅ 含量(%)、Na₂O 含量(%)、K₂O 含量(%)、P₂O₅ 含量(%)、SO₃ 含量(%)、烧失量(%)、未燃尽碳含量(%)。
- 6 锅炉 BMCR 工况及部分负荷工况下 SCR 反应器进口烟气体积流量(标准状态,湿基/干基)(Nm³/h)。
- 7 锅炉 BMCR 工况及部分负荷工况下 SCR 反应器进口烟气温度范围(°C)。
- 8 锅炉 BMCR 工况及部分负荷工况下 SCR 反应器进口烟气中飞灰含量(标准状态,6%含氧量)(mg/Nm³)。
- 9 锅炉 BMCR 工况及部分负荷工况下 SCR 反应器进口烟气成分分析:
 - O₂ 含量(标准状态)(%)；
 - CO₂ 含量(标准状态)(%)；
 - N₂ 含量(标准状态)(%)；
 - H₂O 含量(标准状态)(%)；

NO_x 含量(标准状态,6%含氧量)(mg/Nm³);

SO₂ 含量(标准状态,6%含氧量)(mg/Nm³);

SO₃ 含量(标准状态,6%含氧量)(mg/Nm³);

HCl 含量(标准状态,6%含氧量)(mg/Nm³);

HF 含量(标准状态,6%含氧量)(mg/Nm³);

CO 含量(标准状态,6%含氧量)(mg/Nm³)。

10 脱硝效率(%)。

11 氨逃逸浓度(μL/L)。

5.1.3 SCR 烟气反应系统设计说明如下:

5 由于正常工作温度范围宜在 300℃~420℃,温度过低,硫酸氢铵冷凝将导致诸多问题。为防止锅炉低负荷运行烟温过低,保证 SCR 装置内的烟气温度保持在适合投氨的温度(300℃)以上,以确保脱氮效率。当锅炉低负荷运行,省煤器出口烟温低于催化剂最低运行温度时,应停止喷氨,该工况下运行若不能满足当地环保排放要求,宜设置提高 SCR 反应器入口烟温的措施,如从省煤器上游引部分高温烟气至 SCR 反应器入口,或将 SCR 反应器设置在两级省煤器之间等。

7 对于 SCR 高含尘脱硝工艺,如不加装省煤器旁路,对锅炉的燃烧基本无影响;如加装省煤器旁路,需对锅炉尾部包覆开孔,对锅炉烟温、烟量有较大调整,对锅炉性能和热平衡有一定影响。设置 SCR 反应器的预热器在防止堵塞和冷端清洗方面需作特殊设计,主要包括:

(1)热元件采用高吹灰通透性的波形,保证吹灰和清洗效果,增加约 15%的换热面积;

(2)合并传统的冷段和中温段;

(3)冷端层采用搪瓷表面传热元件;

(4)预热器吹灰器用双介质吹灰器;

(5)预热器转子等结构需作一些局部修改。

对于改造项目,如燃用设计煤 $S_{ar} \leq 1\%$ 的低硫煤,空预器可不

改造。

装设 SCR 反应器后,引风机的选择应考虑烟气系统阻力增加的影响,设备采购应按装设 SCR 脱硝装置的各种工况条件签订合同。

9 SCR 反应器入口宜设置灰斗,该灰斗可与省煤器灰斗合并考虑,如锅炉厂已设有省煤器灰斗,可不再设。灰斗的相关要求按除灰专业相关规范执行。

16 SCR 反应器空塔设计流速宜为 $4\text{m/s} \sim 6\text{m/s}$,该设计流速从某种程度上决定反应物是否完全反应,同时也决定着对反应器催化剂骨架的冲刷和烟气的沿程阻力。对于含灰量较高的煤质,建议按下限选取;对于改造项目,如果空间受限,可按上限选取。

17 SCR 反应器一般设 1 层~2 层催化剂备用层或附加层,当催化剂活性降低时,增加备用层或附加层。催化剂的性能保证多为 2 年~3 年,但经过清洗再生(需请专业厂家),可以恢复部分活性,一般可以在第 3 年~4 年增加备用层,再使用约 4 年,更换第一层;以后再陆续更换第二层、第三层,依次类推。

考虑节省初期投资、提高远期脱硝效率及催化剂失活等因素,催化剂需留够备用空间,预留 1 层~2 层备用层。

脱硝效率与催化剂总体积有关,由于催化剂每层的高度有一定的调节范围,催化剂层数和脱硝效率之间并无严格对应关系,催化剂备用层可装在最上面或最下面。

18 在反应器、烟道设计中,应采用先进的流体动力学(CFD)数值分析计算和流场物理模型试验,数值分析和流场模型试验的结果作为 SCR 烟道、反应器设计的依据,使烟道设计在保证达到 SCR 反应所需要的 NH_3/NO_x 摩尔比偏差、温度偏差、速度偏差等的基础上,保证 SCR 装置的烟气阻力最小,降低电厂运行成本。通过合理设计反应器入口烟道结构,使进入催化剂的烟气条件能符合催化剂厂家的技术要求。

5.1.4 催化剂的设计选型说明如下：

2 催化剂的型式主要有蜂窝状、板式、波纹板式催化剂。板式和蜂窝式都是通过煅烧成型的陶瓷式催化剂，因此二者基本性能接近。其中板式采用了不锈钢网作为基材，载体和活性成分敷设于其上；蜂窝式为整体挤压成形，载体和活性成分在催化剂内均匀分布。波纹板式催化剂外形如起伏的波纹，从而形成小孔，加工工艺是先制作玻璃纤维加固的 TiO_2 基板，再把基板放到催化活性溶液中浸泡，以使活性成分能均匀吸附在基板的内外表面上。

波纹板式催化剂比表面积介于蜂窝式及板式之间，耐磨损性能相对较差，对烟气流动性很敏感，主要用于低尘（通常要求含尘浓度 $< 15 \text{g} \cdot \text{Nm}^3$ ）；活性物质比蜂窝式少近 70%，重量很轻，只有其他类的 40%~50%，其模块结构与板式接近；市场占有率很低（不超过 5%），多用于燃气机组。蜂窝式及板式催化剂主要优缺点比较如表 4 所示。

表 4 蜂窝式及板式催化剂主要优缺点比较

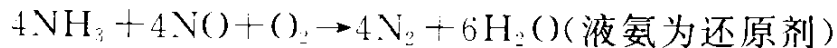
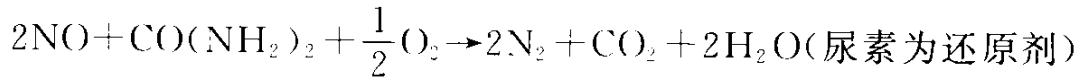
项 目	平板式	蜂窝式	说 明
催化剂活性	良	良	TiO_2 为载体， V_2O_5 为主要的活性物质
抗飞灰磨损能力	优	一般	板式用不锈钢作为基材
抗堵塞能力	优	一般	板式几何形状平直，弯角较少
烟气阻力	良	一般	蜂窝式在截面上和烟气接触界面大
催化剂体积	一般	优	蜂窝式比表面积较大，体积比平板式小
整体机械强度	强	一般	板式用不锈钢作为基材
抗热冲击能力	一般	优	板式为多层结构

总体来说，板式和蜂窝式催化剂都能满足脱硝装置的性能要求。

9 由于波纹板式催化剂重量较轻，只有蜂窝式或板式的 40%~50%，燃煤机组 SCR 烟气脱硝系统反应器结构设计时，应充分考虑不同的催化剂型式的重量对 SCR 钢结构影响，不宜按照波纹板式催化剂来进行钢结构设计，以方便今后对催化剂型式的更换。

5.2 SNCR 脱硝工艺

5.2.1 SNCR 脱硝工艺是将还原剂直接喷入炉膛内与烟气中的氮氧化物进行选择反应,不使用催化剂。尿素和液氨进行脱硝反应的主要反应方程式是:



典型的 SNCR 脱硝工艺流程如图 2:

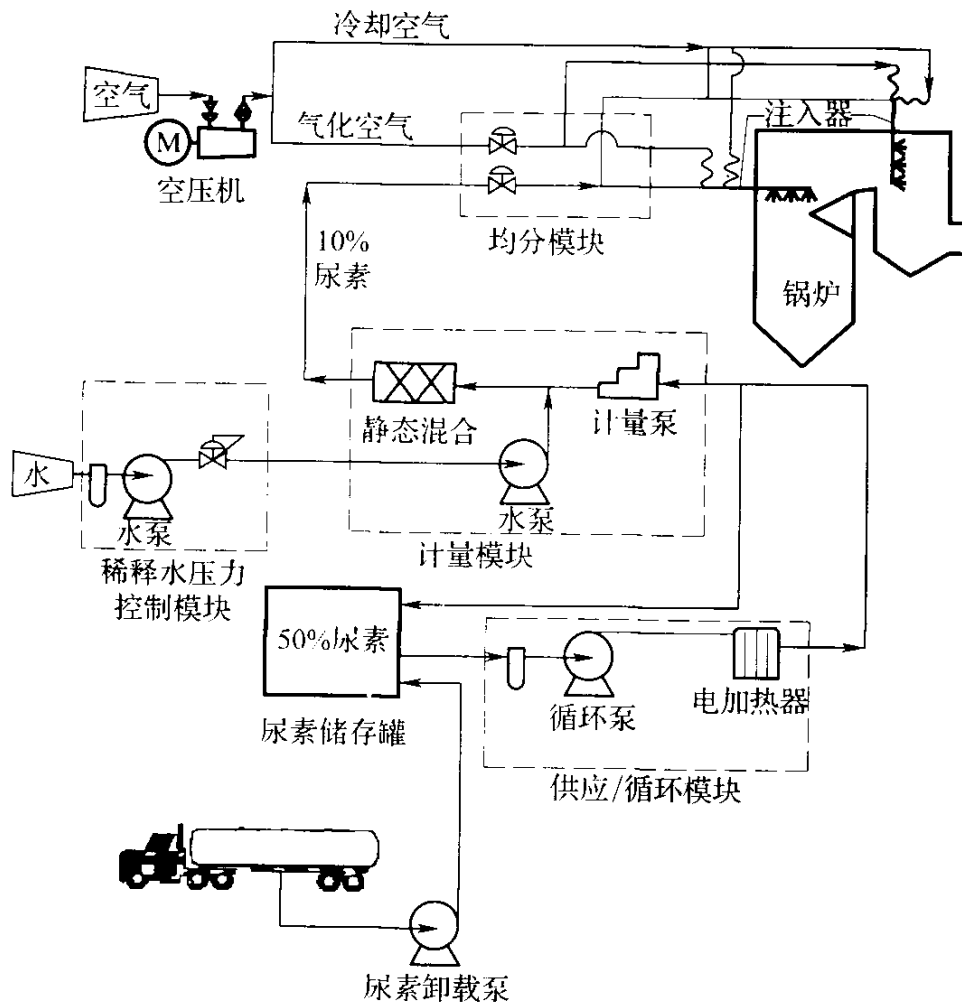


图 2 典型的 SNCR 脱硝工艺流程图

1 影响 SNCR 脱硝效率的因素较多,其中主要因素为:

(1)氨氮摩尔比。根据还原剂和 NO 的化学反应方程式,理论上 1mol 尿素或 2mol 的氨水可还原 2mol 的 NO。然而实际上,因为化学反应具有复杂性,并受到还原剂和 NO_x 混合程度的限制,所以为达到一定的脱硝效率需要喷入比理论的氨氮摩尔比更多的还原剂。氨氮摩尔比不同,SNCR 脱硝效率也不同,两者之间无简单的线性关系。如采用尿素作为还原剂,当氨氮摩尔比分别约为 0.8、1.0、1.25、1.4 时,预计的脱硝效率可为 25%、30%、35%、40%。

(2)锅炉炉膛及受热面区域的截面大小。还原剂溶液被喷射进入锅炉后,还原剂受热分解产生 NH₃,水受热蒸发为水蒸气,同时还原剂溶液的喷射动量逐渐降低。脱硝效率的高低与还原剂分解的 NH₃ 与烟气混合程度正相关。通常而言,锅炉炉膛及受热面区域的截面越大,烟气流场越复杂,NH₃ 与烟气的混合程度越低,脱硝效率越低。

(3)喷枪的设置。喷枪的设置位置、数量和型式影响脱硝效率。因此,喷枪的设置需要通过对炉内温度场和烟气流场的计算机数值模拟而定。

(4)还原剂反应的最佳温度区间和还原剂的停留时间。虽然通过实验可以得出对于还原剂反应的最佳温度区间和在此区间内还原剂的最佳停留时间,但是受锅炉负荷变化、烟气流场不确定性的影响,炉内最佳温度区间的位置是变化的。

由于炉内温度场和烟气流场的复杂性,SNCR 工艺的脱硝效率较 SCR 工艺低。虽然有文献提到,在特定的短期内,SNCR 的效率可达到 65%~75%,但是工程实践表明,对于蒸发量在 400t/h 及以上的煤粉锅炉,采用 SNCR 工艺的脱硝效率一般不高于 40%。

2 锅炉炉膛及受热面主要断面的烟气参数(标准状态、干态、6%含氧量)包括:

(1)烟气中 NO_x 浓度;

- (2)CO 浓度；
- (3)SO₂ 浓度；
- (4)烟气体积流量；
- (5)烟气温度范围；
- (6)烟气含尘量。

锅炉本体资料包括：

- (1)锅炉本体布置图；
- (2)锅炉吹灰器布置图；
- (3)炉膛热量输入及其变化情况；
- (4)锅炉负荷变化范围；
- (5)可允许的用于还原剂喷射空间。

4 烟气中的氨与 SO₃ 反应后生成的硫酸铵和硫酸氢铵会玷污下游的空气预热器受热面，因此应限制氨的逃逸浓度。煤的含硫量越高，燃烧产生的 SO₃ 越多，因此 SNCR 脱硝工艺的氨逃逸浓度应根据燃煤含硫量而定。同时，一般而言，随着氨的逃逸浓度升高，脱硝效率也将提高。

5 氨水喷入炉膛后会迅速气化为氨气，而尿素液滴渗入烟气中的运动距离比氨水远得多。对于较大尺寸的炉膛，尿素与烟气的混合优于氨水。因此，采用氨水为还原剂的 SNCR/SCR 混合脱硝工艺仅适用于蒸发量不大于 400t/h 的锅炉。由于大中型火力发电厂的 SNCR 系统还原剂基本上采用尿素，本标准对 SNCR 脱硝工艺和 SNCR/SCR 混合脱硝工艺中还原剂的稀释水压力控制系统、计量系统、分配系统、喷射系统的要求均针对以尿素为还原剂。

5.2.3 对尿素溶液计量系统计量和控制尿素溶液浓度和流量的说明如下：

5 尿素溶液计量系统用于计量和控制送到锅炉每个喷射区的尿素溶液浓度和流量。每套尿素溶液计量系统一般包括化学计量泵、在线静态混合器、磁性流量计、尿素溶液和稀释水的流量调节阀、压力调节阀。尿素溶液计量系统根据锅炉出口 NO_x 浓度、

锅炉负荷等因素控制并调节尿素溶液的流量。根据锅炉大小、形式、炉膛燃烧生成的 NO_x 浓度、期望的脱硝效率等,尿素溶液计量系统一般由 1 个~5 个尿素溶液计量子系统组成。每个子系统可相互独立地进行运行和控制,可隔离每个子系统进行维修且不会严重影响工艺性能或总体的脱硝效率。

5.2.5 尿素溶液喷射系统的设计说明如下:

4 喷射器由于处于高温和高烟尘的环境中,易因被磨损和腐蚀导致损坏,因此喷射器应选用耐磨、耐腐蚀的材料,通常应使用不锈钢材料。

5 由于尿素溶液具有一定的腐蚀性,喷入炉膛的尿素溶液如与锅炉受热面管壁直接接触,将影响受热面的换热效率和使用寿命。

5.3 SNCR/SCR 混合脱硝工艺

5.3.1 本条是关于烟气反应系统设计的规定。

1 根据国内外 SNCR/SCR 混合脱硝工艺的工程实践,其脱硝效率通常在 40%~80% 之间。

5.3.4 本条是关于催化剂系统设计的规定。

2 在空间以及脱硝要求许可的情况下,应尽可能利用原有的锅炉尾部烟道,通过对其改造作为 SCR 反应器。如锅炉尾部烟道空间不足可采用与 SCR 工艺相同的布置方式。

5.3.5 本条是关于辅助系统设计的规定。

1 SNCR/SCR 混合脱硝工艺将还原剂直接喷射入炉膛及省煤器区域,由于还原剂在炉膛中分解成氨气等成分,因此在 SCR 反应器进口不需要设氨/空气混合系统。

2 还原剂直接喷射入炉膛并分解为氨气,氨气和烟气从炉膛到处于空预器进口的 SCR 反应器的运动路程和时间较长,两者能够较充分地混合,从而可以满足 SCR 反应器入口对 NH_3/NO_x 摩尔比偏差的要求,因此 SCR 反应器的上游不需要设置喷氨格栅(AIG)和烟气混合器。

6 仪表与控制

6.2 控制方式及控制室

6.2.2 对于已建机组烟气脱硝系统的 SCR 或 SNCR 反应吸收区在工程实施条件许可时,可优先考虑在原有机组 DCS 基础上增容扩建。也可采用独立配置的可编程控制器(PLC)进行控制,并应与单元机组 DCS 有硬接线和通信接口。

6.2.4 当还原剂的储存及制备系统归属机组运行人员管理时,其控制宜采用机组 DCS 远程 I/O 站或 DCS 远程控制站(带独立控制处理器),接入 DCS 公用网络。脱硝系统建成后,在机组 DCS 操作员站上实现还原剂储存及制备系统的启/停控制、正常运行的监视和调整,以及异常工况与事故工况的处理和故障诊断。当还原剂的储存及制备系统归属化学部门管理时,其控制宜采用独立配置的、与水处理一致的控制系统,就地设有控制装置室,最终接入全厂水处理控制网络。脱硝系统建成后,在水处理操作员站上实现还原剂储存及制备系统的启/停控制、正常运行的监视和调整,以及异常工况与事故工况的处理和故障诊断。

6.3 仪表与控制功能

6.3.1 对 SCR 反应器进出口烟道上设置 NH_3 、 NO_x/O_2 取样分析仪的说明如下:

2 由于 NH_3 逃逸取样分析仪价格昂贵,且在实际应用中发现其存在测不准、误差大、误报警等情况,因此电厂可根据自身条件选择设置。脱硝出口 NH_3 逃逸浓度的精确测量应以人工取样分析为准。如果能取得当地环保部门的认可,SCR 反应器出口 NO_x/O_2 取样分析仪可与脱硫系统进口的 NO_x/O_2 分析取样装置

合并设置。

6.3.3 对脱硝系统保护系统的说明如下：

3 重要的保护系统指多喷嘴喷枪分配系统、稀释风系统、液氨蒸发系统；烟气脱硝系统与机组间用于保护的信号指 MFT、机组负荷信号。

6.3.5 主要模拟量控制项目有冷却水压力调节、气源供给压力调节、液氨蒸发器温度调节；重要模拟量控制项目指脱硝系统入口温度、供氨压力。

6.3.7 对脱硝系统挡板和吹灰器等执行机构的电源说明如下：

4 当烟气脱硝系统整岛招标时，挡板和吹灰器等执行机构的交流动力电源宜由烟气脱硝系统的 MCC 提供。

6.3.8 脱硝分析专用试验室设备有便携式 NO_x 分析仪、便携式 NH₃ 检测仪等。便携式 NH₃ 检测仪仅用于环境大气的检测。

7 电气系统及设备

7.1 供电系统

7.1.1 工程低压厂用电系统中性点接地方式存在主厂房高阻接地和厂区直接接地两种方式,脱硝装置低压厂用电系统中性点接地方式宜根据布置区域与主体工程保持一致。

8 建筑、结构及采暖通风

8.2 结 构

8.2.1 从收资情况看,目前有三种脱硝技术,采用最多的是 SCR,其次是 SNCR,而采用 SNCR/SCR 混合工艺的机组在国内很少电厂采用。SNCR 工艺以炉膛作为反应器,锅炉本体无须额外增加空间。SNCR/SCR 混合工艺通过直接对锅炉烟道、省煤器或预热器等进行改造来布置。因此,SNCR 和 SNCR/SCR 这两种脱硝支架和平台均与锅炉钢架相结合,由锅炉厂设计比较合理。SCR 工艺为了节省用地,有时将 SCR 脱硝反应器布置在空预器烟道上部,支撑 SCR 装置的平台结构通常与锅炉钢架为同一联合体系,这样也有利于结构稳定和节约钢材,由锅炉厂统筹设计较合理。

8.2.2 目前了解的情况,反应器均为露天布置,无屋面和楼面(仅有少量走道平台)。今后如有需要,按工艺提供的资料考虑。

8.3 采暖通风与空气调节

8.3.2 还原剂一般采用液氨、氨水和尿素。液氨属易燃、易爆危险品;氨水宜分解成氨气,尿素遇高温也会分解成氨气,氨气具有爆炸危险。液氨卸料压缩机房有泄漏液氨的可能。因此按现行行业标准《火力发电厂采暖通风与空气调节设计规程》DL/T 5035 执行。

8.3.4 尿素容易吸湿结块,应贮存在干燥、通风良好的地方。液氨、氨水易分解成氨气,因此设置机械通风且通风机应选用防爆型。

8.3.5 卸氨压缩机房与氨制冷机房基本属同类型建筑,因此参照

现行国家标准《冷库设计规范》GB 50072 执行。

卸氨压缩机房一般布置 2 台卸氨压缩机,且设备外形较小,室内氨管道也较短,卸氨压缩机房面积一般在 $10\text{m}^2 \sim 20\text{m}^2$,相比氨制冷机房体积要小得多。另外参照现行行业标准《化工采暖通风与空气调节设计规定》HG/T 20698,卸氨压缩机房的通风换气次数不应小于 6 次/h。

卸氨压缩机在液氨料车卸料时运行,一般运行不大于 1.5h,且卸氨压缩机运行前后采用氮气清扫。卸氨压缩机不运行时,卸氨压缩机及管道内无剩余液氨,因此按 $183\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 计算事故排风量,在卸氨压缩机房层高为 5m 时,此时的事故排风换气次数可高达 36 次/h,远大于事故排风量 12 次/h 的要求。

10 消防及冷却水系统

10.0.1 氨(气)与空气混合能形成爆炸性混合物,爆炸极限为15.7%~27.4%(体积浓度),遇明火、高热能引起燃烧爆炸,按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006的规定,火灾危险性属于乙类,生产过程中可能由于设备和管道腐蚀或密封不严而导致工艺介质的泄漏;或因液氨储罐压力过高,造成爆炸和火灾事故。氨在发生泄漏时,应喷洒大量的雾状水,进行稀释、冷却。按《建筑设计防火规范》GB 50016—2006的第8.2.8条第8款的工艺装置区的消火栓的间距规定确定。

10.0.2 氨罐区室外消火栓应能在紧急情况下迅速、及时出水喷洒,室外消火栓处宜配置水带、直流/喷雾水枪。

10.0.5 液氨在20℃时的压力为0.8575MPa,在50℃时的压力为2.033MPa,随温度的升高贮罐内的压力升高,因此氨罐应设置冷却水系统,冷却水系统在平时环境温度升高,氨罐压力增大时开启,降低氨罐的温度。冷却水量根据环境温度、氨罐的布置、氨罐的设计压力等要求确定。冷却水系统可以设置完全独立的阀门、喷水管道和喷头,也可以在冷却水供水管设置独立的控制阀门,而设备本体上的喷水管道和喷头利用消防水喷雾管道和喷头。当冷却水喷水利用设备上的水喷雾管道和喷头时,在冷却水供水管上应设置过滤器,同时需要设置防止消防水倒流到工业水系统的措施,如设置倒流防止器。消防水喷雾系统按消防规范设置雨淋阀、隔离阀、过滤器等。

10.0.6 本规程规定液氨罐区水喷雾的强度采用 $6L/(min \cdot m^2)$,是根据现行国家标准《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219—1995的规定,全压力式液氨储罐属于《水喷雾灭火系统设计规范》

GB 50219表 3.1.2 的甲乙丙类液体储罐。相关规范规定如下：

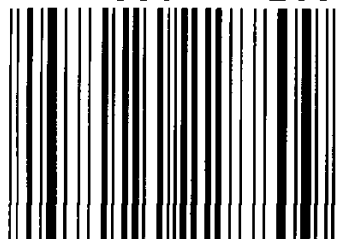
1 《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219 的表 3.1.2 对甲乙丙类液体储罐规定防护冷却的设计喷雾强度为 $6\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

2 《石油化工企业设计防火规范》GB 50160—2008 的第 8.10.13 条规定,全压力式及半冷冻液氨储罐宜采用固定式水喷雾系统和移动式消防冷却水系统,冷却水供给强度不宜小于 $6\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

10.0.7 液氨蒸发区设备及管道应设置水喷雾消防系统防止氨气泄漏产生火灾爆炸。

10.0.8 水喷雾消防系统的持续喷雾时间根据现行国家标准《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219 的表 3.1.2 对直径小于 20m 甲乙丙类液体储罐规定的持续喷雾时间 4h 时,并结合电厂脱硝系统的液氨储罐容量确定的。

S/N:1580242·288



158024 228809 >



中华人民共和国电力行业标准

火力发电厂烟气脱硝

设计技术规程

DL/T 5480—2013

☆

中国计划出版社出版

网址:www.jhpress.com

地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3.375印张 83千字

2014年3月第1版 2014年3月第1次印刷

印数1—8000册

☆

统一书号:1580242·288

定价:31.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换