

全国勘察设计注册工程师环保专业管理委员会 编  
中国环境保护产业协会

第四版

# 注册环保工程师 专业考试复习教材

大气污染防治工程技术与实践

(下册)

中国环境出版社

# 注册环保工程师 专业考试复习教材

(第四版)

大气污染防治工程技术与实践

(下册)

全国勘察设计注册工程师环保专业管理委员会

中国环境保护产业协会

编

中国环境出版社·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

注册环保工程专业复习教材. 大气污染防治工程技术与实践/全国勘察设计注册工程师环保专业管理委员会, 中国环境保护产业协会编. —北京: 中国环境出版社, 2017.3  
ISBN 978-7-5111-2797-6

I. ①注… II. ①全… III. ①空气污染—污染防治—资格考试—自学参考资料 IV. ①X

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 098565 号

出版人 王新程  
策划编辑 沈建 葛莉  
责任编辑 葛莉 董蓓蓓  
责任校对 尹芳  
封面设计 彭杉

---

出版发行 中国环境出版社  
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.com.cn>  
电子邮箱: [bjgl@cesp.com.cn](mailto:bjgl@cesp.com.cn)  
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)  
010-67113412 (教材图书出版中心)  
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂  
经 销 各地新华书店  
版 次 2017 年 3 月第 1 版  
印 次 2017 年 3 月第 1 次印刷  
开 本 787×1092 1/16  
印 张 38.5  
字 数 920 千字  
定 价 240.00 元 (全两册)

---

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究】  
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

# 注册环保工程师专业考试复习教材

## 编委会

主 任 樊元生

副 主 任 易 斌

常务编委 郝吉明 左剑恶 朱天乐 蒋建国 李国鼎 李志远

余占清 姜 亢 邹 军 燕中凯 刘 媛

编 委 (按姓氏笔画排列)

马 金 井 鹏 方庆川 王玉珏 王敬民 司传海

田贺忠 任重培 刘 君 刘海威 孙 也 何金良

吴 静 张 纯 李 伟 李 彭 李兴华 李国文

纳宏波 邱 勇 邹 军 陈 超 陈德喜 周 律

孟宝峰 尚光旭 罗钦平 姜 亢 胡小吐 席劲瑛

郭祥信 彭 溶 彭孝容 翟力新 樊 星

# 《大气污染防治工程技术与实践》分册

## 编写组

主 编 朱天乐

主 审 郝吉明

编 写 (按姓氏笔画排列)

王红妍 王文征 田贺忠 孙 也 刘 君 任重培

吕 栋 吕庆志 李兴华 李国文 陈 颖 纳宏波

张 纯 范维义 胡小吐 洪小伟 韩颖洁 谢德援

彭 溶 樊 星

# 前 言

环境工程作为一门以环境科学为基础、以工程技术为主导的解决复杂环境问题的工程学科，具有起步晚、发展较快、多学科相互渗透、技术工艺复杂等特点，主要包括水污染防治、大气污染防治、固体废物处理处置、物理污染控制、污染修复等工程技术领域。环保工程师的主要职责就是要在从事环境工程设计、咨询等活动中，通过环境工程措施来削减污染物排放，使其稳定达到国家或地方环境法规、标准规定的污染物排放限值，其从业范围包括环境工程设计、技术咨询、设备招标和采购咨询、项目管理、施工指导及污染治理设施运行管理等各类环境工程服务活动。环保工程师作为环境工程设计、工程咨询服务的主要力量，应具有一定的理论知识、扎实的专业技能、丰富的实际工程经验和良好的职业道德，并能准确理解、正确应用各类环境法规、标准和政策，综合解决各类复杂环境问题。

为加强对环境工程设计相关专业技术人员的管理，提高环境工程设计技术人员综合素质和业务水平，保证环境工程质量，维护社会公共利益和人民生命财产安全，2005年9月1日起国家实施了注册环保工程师执业资格制度，并开始实行注册环保工程师资格考试。注册环保工程师资格考试实行全国统一大纲、统一考试制度，分为基础考试和专业考试，2007年至今，已成功组织了9次考试。

根据新修订的《勘察设计注册环保工程师执业资格专业考试大纲》（2014年版）要求，全国勘察设计注册工程师环保专业管理委员会秘书处和中国环境保护产业协会组织环境工程领域的资深专家重新编写了“注册环保工程师专业考试复习教材”系列丛书，供环境工程专业技术人员参加注册环保工程师资格专业考试复习使用。同时，也供从事环境工程设计、咨询、项目管理等方面的环境工程专业技术人员，以及高等院校环境工程专业的师生在实际工作、教学、学习中参考使用。

本复习教材以《勘察设计注册环保工程师执业资格专业考试大纲》（2014年版）为依据，内容力求体现专业考试大纲对以下三个层次知识和技能的要求：

- (1) 了解：是指注册环保工程师应知的与环境工程设计密切相关的知识和技能。
- (2) 熟悉：是指注册环保工程师开展执业活动必须熟悉的知识和技能。
- (3) 掌握：是指注册环保工程师必须掌握，并能够熟练地运用于工程实践的知识和必备技能。

根据注册环保工程师执业资格专业考试和环境工程专业的特点，本复习教材内容以注册环保工程师应熟悉和掌握的具有共性的专业理论知识、环境工程实际技能为重点，既不同于普通教科书，也不同于一般理论专著，力求达到科学性、系统性与实用性的统一。为保证知识的系统性，本复习教材部分章节的编排并非与大纲一一对应，但其基本涵盖了大纲要求的全部内容。

本复习教材丛书共分五个分册：《水污染防治工程技术与实践》《大气污染防治工程技术与实践》《固体废物处理处置工程技术与实践》《物理污染控制工程技术与实践》《综合类法规和标准》。

参加本复习教材编写的单位近 20 个。其中，《水污染防治工程技术与实践》分册由清华大学环境学院编写；《大气污染防治工程技术与实践》分册由北京航空航天大学环境科学与工程系、福建龙净环保股份有限公司、中国恩菲工程技术有限公司、北京纬纶华业环保科技有限公司、广东佳德环保科技有限公司、北京国能中电节能环保技术股份有限公司、北京师范大学、北京科技大学、北京工业大学编写；《固体废物处理处置工程技术与实践》分册由清华大学环境学院、中国城市建设研究院、中国恩菲工程技术有限公司编写；《物理污染控制工程技术与实践》分册由合肥工业大学机械与汽车工程学院、清华大学电机工程与应用电子技术系、首都经济贸易大学安全与环境工程学院、深圳中雅机电实业有限公司、广东启源建筑工程设计院有限公司编写。

本复习教材的编写在全国勘察设计注册工程师环保专业管理委员会专家组的指导下完成，编写过程中得到了编写人员所在单位的大力支持，并参考了我国现行的环境工程高等教育的推荐教材和环境工程手册、专著等，在此表示诚挚的谢意。

本复习教材编写历时两年，不少内容几易其稿，凝聚了全体编写人员的心血。但由于环境工程技术涉及面广，本复习教材又是新考试大纲颁布实施后的重新编写，难免有差错之处，敬请广大读者批评指正，以期在本教材再版时补充和修正。

编者

2016年8月

# 目 录

第 1 章 概论.....	1
1.1 大气污染与大气污染物.....	1
1.2 主要大气污染物的形成与控制.....	8
1.3 大气污染物的影响.....	13
1.4 气象要素及其对大气污染物扩散的影响.....	16
第 2 章 颗粒污染物控制技术.....	29
2.1 颗粒污染物控制技术基础.....	29
2.2 机械式除尘器.....	42
2.3 电除尘器.....	63
2.4 袋式除尘器.....	87
2.5 湿式除尘器.....	110
第 3 章 气态污染物净化技术基础.....	119
3.1 吸收法净化气态污染物.....	119
3.2 吸附法净化气态污染物.....	141
3.3 催化法净化气态污染物.....	160
第 4 章 主要气态污染物控制技术.....	170
4.1 烟气脱硫.....	170
4.2 烟气脱硝.....	201
4.3 挥发性有机物净化技术.....	225
第 5 章 大气污染治理工程设计.....	249
5.1 大气污染源的基本情况和工程设计依据.....	249
5.2 大气污染治理工程设计总体原则与要求.....	252
5.3 大气污染治理系统的构成及设计基本程序.....	255
5.4 集气罩设计.....	259
5.5 大气污染净化管道系统设计.....	275
5.6 风机选型计算及运行调节.....	287
5.7 烟气换热.....	303
5.8 烟囱(排气筒)的设计.....	311
5.9 大气污染控制系统辅助设施设计.....	318

5.10	与净化系统相关的构(建)筑物的功能和要求	353
5.11	净化系统电器、自动控制与烟气连续自动监测	356
<b>第6章</b>	<b>净化工程的技术经济分析</b>	<b>362</b>
6.1	净化工程的主要技术经济指标	362
6.2	净化工程技术经济分析的基础	364
6.3	净化工程经济、环境和社会效益分析的内容和方法	370
<b>第7章</b>	<b>室内空气污染与控制</b>	<b>377</b>
7.1	室内空气污染物及其来源	377
7.2	室内空气污染的危害	381
7.3	室内空气污染源控制	386
7.4	通风与室内空气污染控制	394
7.5	室内空气净化	397
<b>参考文献</b>		<b>402</b>

## 附 件

### 一、环境质量标准

GB 3095—2012	环境空气质量标准	405
GB/T 18883—2002	室内空气质量标准	412

### 二、污染物排放(控制)标准

GB 4915—2013	水泥工业大气污染物排放标准	428
GB 9078—1996	工业炉窑大气污染物排放标准	434
GB 13223—2011	火电厂大气污染物排放标准	441
GB 13271—2014	锅炉大气污染物排放标准	447
GB 13801—2015	火葬场大气污染物排放标准	453
GB 14554—93	恶臭污染物排放标准	458
GB 16297—1996	大气污染物综合排放标准	464
GB 18483—2001	饮食业油烟排放标准(试行)	485
GB 20950—2007	储油库大气污染物排放标准	492
GB 20951—2007	汽油运输大气污染物排放标准	502
GB 20952—2007	加油站大气污染物排放标准	509
GB 21522—2008	煤层气(煤矿瓦斯)排放标准(暂行)	536
GB 26453—2011	平板玻璃工业大气污染物排放标准	540
GB 28662—2012	钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准	546
GB 28663—2012	炼铁工业大气污染物排放标准	551

GB 28664—2012	炼钢工业大气污染物排放标准	556
GB 28665—2012	轧钢工业大气污染物排放标准	562
GB 29495—2013	电子玻璃工业大气污染物排放标准	569
GB 29620—2013	砖瓦工业大气污染物排放标准	576
<b>三、环境工程相关技术（设计）规范</b>		
GB 50753—2012	有色金属冶炼厂收尘设计规范	582
GB 50965—2014	冶金烧结球团烟气氨法脱硫设计规范	605
GB 51045—2014	水泥工厂脱硝工程技术规范	617
GB 51135—2015	转炉煤气净化及回收工程技术规范	631
HJ 462—2009	工业锅炉及炉窑湿法烟气脱硫工程技术规范	649
HJ 434—2008	水泥工业除尘工程技术规范	660
HJ 435—2008	钢铁工业除尘工程技术规范	682
HJ 562—2010	火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法	702
HJ 563—2010	火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性非催化还原法	726
HJ 663—2013	环境空气质量评价技术规范（试行）	742
HJ 664—2013	环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）	751
HJ 2000—2010	大气污染治理工程技术导则	759
HJ 2001—2010	火电厂烟气脱硫工程技术规范 氨法	786
HJ 2012—2012	垃圾焚烧袋式除尘工程技术规范	804
HJ 2020—2012	袋式除尘工程通用技术规范	818
HJ 2026—2013	吸附法工业有机废气治理工程技术规范	881
HJ 2027—2013	催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范	893
HJ 2028—2013	电除尘工程通用技术规范	901
HJ 2033—2013	铝电解废气氟化物和粉尘治理工程技术规范	943
HJ 2039—2014	火电厂除尘工程技术规范	971
HJ 2040—2014	火电厂烟气治理设施运行管理技术规范	1011
HJ 2046—2014	火电厂烟气脱硫工程技术规范 海水法	1045
HJ 2049—2015	铅冶炼废气治理工程技术规范	1060
HJ/T 178—2005	火电厂烟气脱硫工程技术规范 烟气循环流化床法	1074
HJ/T 179—2005	火电厂烟气脱硫工程技术规范 石灰石/石灰-石膏法	1093
HJ/T 393—2007	防治城市扬尘污染技术规范	1112
DL/T 1121—2009	燃煤电厂锅炉烟气袋式除尘工程技术规范	1124
DL/T 5196—2016	火力发电厂石灰石-石膏湿法 烟气脱硫系统设计规程	1145
<b>四、法律法规</b>		
	中华人民共和国大气污染防治法（中华人民共和国主席令 第三十一号）	1165

## 五、技术政策

机动车排放污染防治技术政策（环发[1999]134号） .....	1183
燃煤二氧化硫排放污染防治技术政策（环发[2002]26号） .....	1190
柴油车排放污染防治技术政策（环发[2003]10号） .....	1194
火电厂氮氧化物防治技术政策（环发[2010]10号） .....	1197
挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策 （环境保护部公告 2013年第31号） .....	1200
环境空气细颗粒物污染综合防治技术政策 （环境保护部公告 2013年第59号） .....	1204

## 中华人民共和国国家标准

## 冶金烧结球团烟气氨法脱硫设计规范

Code for design of sinter and pellet flue gas ammonia desulfurization

GB 50965—2014

## 前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2011]17号)的要求,由中钢集团工程设计研究院有限公司同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛调查研究,认真总结实践经验,并参考有关国际标准和国外先进标准,在广泛征求意见的基础上,制订了规范报批稿,最后报住房和城乡建设部审查定稿。

本规范共分10章,主要技术内容包括:总则,术语,基本规定,设计条件及要求,总图布置,工艺与设备,供配电与自动化,公辅设施,检测与分析,安全、环保与节能等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中钢集团工程设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行本规范过程中,如有意见或建议,请反馈给中钢集团工程设计研究院有限公司(地址:北京市海淀区海淀大街8号,邮政编码:100080, E-mail: designqt@sinosteel.com),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主编单位:中钢集团工程设计研究院有限公司

参编单位:武汉都市环保工程技术股份有限公司

中钢设备有限公司

山东富伦钢铁有限公司

主要起草人:冀留庆 李先旺 赵森林 夏小群 张 勃 王仁升 边荣敬 李育杰

主要审查人:郭启蛟 黄 导 李文秀 吴学成 庄德安 李春风 李 博 甘腊根

解 娟

## 1 总 则

1.0.1 为在冶金烧结及球团烟气氨法脱硫设计中做到技术先进、安全可靠、经济合理,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于钢铁厂新建、改建和扩建烧结及球团生产设施的烟气氨法脱硫设计。

1.0.3 烧结（球团）烟气氨法脱硫设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 氨法脱硫 ammonia desulfurization

以氨基物质作脱硫剂，脱除烟气中的二氧化硫（ $\text{SO}_2$ ）等有害物质并回收硫酸铵的湿式烟气脱硫工艺。

### 2.0.2 增压风机 booster fan

为克服脱硫系统的烟气阻力增加的风机。

### 2.0.3 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（氢）铵的设备。

### 2.0.4 塔内结晶 crystalization in absorber

利用原烟气的热量采用在塔内直接换热的方式，使硫酸铵溶液达到饱和并析出晶体的过程。

### 2.0.5 塔外结晶 crystalization out of absorber

利用蒸汽等外来热源采用在塔外间接换热的方式，将硫酸铵溶液中的水分进行蒸发并析出晶体的过程。

### 2.0.6 吸收液 absorption liquid

脱硫塔内的脱硫剂与烟气中的  $\text{SO}_2$  等物质反应后的混合浆液的统称。

### 2.0.7 原烟气 unstripped gas

进入脱硫系统前的烟气。

### 2.0.8 净烟气 cleaned gas

通过脱硫系统后并符合排放要求的烟气。

### 2.0.9 液气比 liquid-gas ratio

脱硫系统处理单位体积烟气所需吸收液的体积，即吸收液循环体积流量与脱硫塔入口烟气工况体积流量的比值，单位为  $\text{L}/\text{m}^3$ 。

### 2.0.10 脱硫效率 desulfurization efficiency

烟气通过脱硫系统脱除的  $\text{SO}_2$  的量与原烟气中所含  $\text{SO}_2$  的量的比值。

### 2.0.11 脱硫系统 desulfurization system

脱除烟气中  $\text{SO}_2$  的氨法脱硫装置。

### 2.0.12 氨的利用率 ammonia utilization ratio

脱硫系统副产物中氨的量与用于脱硫的氨的量的比值。

## 3 基本规定

3.0.1 原烟气粉尘含量宜低于  $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

3.0.2 脱硫效率应满足  $\text{SO}_2$  排放要求， $\text{SO}_2$  的排放浓度限值应符合现行国家标准《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准》GB 28662 的有关规定。

3.0.3 新建烧结（球团）工程的脱硫系统应与主体工程同步设计、同步建设、同步投运。

3.0.4 新建烧结（球团）设施配套所建脱硫系统所需电源、水源、气源、蒸汽应与主体工

程同步建设。

3.0.5 脱硫系统应设置安全、消防、卫生设施。

3.0.6 脱硫系统烟气排放连续监测系统 (CEMS) 的装设应符合现行行业标准《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法 (试行)》HJ/T 76 的有关规定,连续监测应按现行行业标准《固定污染源烟气排放连续监测技术规范 (试行)》HJ/T 75 的有关规定执行。

3.0.7 烟气的参数测试应符合现行国家标准《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》GB/T 16157 的有关规定。

3.0.8 氨罐区的压力容器的设计应符合现行国家标准《压力容器》GB 150 的有关规定。

## 4 设计条件及要求

### 4.1 原烟气

4.1.1 新建烧结 (球团) 设施配套所建脱硫系统,原烟气中二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ ) 含量宜按烧结 (球团) 系统硫平衡计算作为设计依据,结合类似工程类似工况监测数据进行校核。

4.1.2 原烟气的烟气参数宜采用烧结机 (球团) 主抽风机的烟气参数作为计算依据。

4.1.3 现有烧结 (球团) 厂加装烟气脱硫系统时,原烟气中二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ ) 含量和烟气参数宜根据实测值作为设计依据,并结合原 (燃) 料的变化趋势进行校核。

### 4.2 脱硫剂

4.2.1 脱硫剂宜选择液氨或氨水,可使用焦化副产液氨或氨水。

4.2.2 脱硫剂质量标准应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 脱硫剂质量标准

脱硫剂	液 氨	氨 水
可执行标准	现行国家标准《液体无水氨》GB 536 规定的合格品,氨含量 99.6%	现行行业标准《氨水》HG 1—88, 农业用

4.2.3 焦化副产液氨或氨水作为脱硫剂使用时,应对成分进行分析控制。

4.2.4 氨的利用率应大于 85%。

### 4.3 净烟气

4.3.1 净烟气的  $\text{SO}_2$  排放浓度应低于  $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,粉尘排放浓度应低于  $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,且应满足排放总量的要求。

4.3.2 净烟气中氨浓度应低于  $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。净烟气中氨的测定应按现行行业标准《环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 533 的有关规定执行。

4.3.3 净烟气中雾滴浓度应低于  $75\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。净烟气中雾滴携带量的测定应按现行行业标准《湿法烟气脱硫装置专用设备 除雾器》JB/T 10989 的有关规定执行。

4.3.4 脱硫系统与主体工程的同步运行率不应低于 95%。

### 4.4 硫酸铵

4.4.1 硫酸铵质量标准应符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 硫酸铵质量标准

项 目	指 标
外观	白色或灰白色粒状或粉末状, 无可见机械杂质
氮 (N) 含量 (以干基计)	$\geq 20.5\%$
水分 ( $H_2O$ ) 含量	$\leq 1.0\%$
游离酸含量 (以 $H_2SO_4$ 计)	$\leq 0.2\%$

4.4.2 硫酸铵的质量检测应按现行国家标准《硫酸铵》GB 535 的有关规定执行。

## 5 总图布置

5.0.1 脱硫系统布置应符合下列要求:

- 1 工艺流程合理, 烟道短捷;
- 2 交通运输方便;
- 3 利用主体工程公用设施;
- 4 利用地形和地质条件;
- 5 节约用地, 方便施工, 有利于维护检修;
- 6 符合环境保护、劳动安全和工业卫生要求。

5.0.2 脱硫剂储存供给系统应布置在人流相对集中设施区的常年最小频率风向的上风侧。当脱硫剂为液氨时可用槽罐车或管道输送, 总图布置应符合现行行业标准《火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法》HJ 562 的有关规定, 防火设计应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定。

5.0.3 烟气脱硫系统的脱硫塔宜布置在原烟气排放烟道附近, 循环泵(房)应紧邻脱硫塔布置。增压风机、氧化风机宜在脱硫塔附近集中布置, 或结合工艺流程和场地条件因地制宜布置。净烟气专设烟囱应靠近脱硫塔布置, 净烟气专设烟囱的设计应符合现行国家标准《烟囱设计规范》GB 50051 的有关规定。

5.0.4 硫酸铵制备系统应结合工艺流程和场地条件, 布置在与烟气脱硫系统相对独立的交通便利区域, 烟气脱硫系统与硫酸铵制备系统间的物料可用管道输送。硫酸铵仓库应布置在硫酸铵制备系统附近。

5.0.5 脱硫系统的场地排水方式宜与主体工程相统一。

5.0.6 脱硫系统的场地标高应不受洪水危害。

5.0.7 脱硫剂及硫酸铵的运输方式应根据地区交通运输现状、物流方向和烧结(球团)厂的交通条件进行技术经济比较确定。

5.0.8 脱硫系统内宜设道路与厂区道路形成路网, 道路设计应符合现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ 22 的有关规定。

5.0.9 脱硫剂及硫酸铵汽车运输装卸停车位路段纵坡宜为平坡, 有困难时, 最大纵坡不应大于 1.5%。

5.0.10 进厂脱硫剂应设有计量装置和取样化验装置。

5.0.11 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, 在平面及空间上应满足下列要求:

1 管线布置应短捷、顺直、集中，管线与建筑物及道路宜平行布置，干管宜靠近主要用户或支管多的一侧布置。

2 脱硫系统的管线除雨水下水道和生活污水下水道外，其他宜采用综合架空方式敷设。

3 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。

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，电缆与液氨、蒸汽管道的距离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。

5.0.12 地下沟、管、坑、井应加装牢固的盖板及设置安全提示标识。

5.0.13 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识应符合现行国家标准《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231的有关规定。

## 6 工艺与设备

### 6.1 工 艺

6.1.1 氨法脱硫工艺流程可分为低温氨法塔内结晶工艺流程、低温氨法塔外结晶工艺流程和高温氨法塔外结晶工艺流程。

6.1.2 脱硫系统应包括烟气脱硫系统、硫酸铵制备系统和脱硫剂储存供给系统三个组成部分。

#### I 烟气脱硫系统

6.1.3 烟气脱硫系统的设计应符合下列要求：

- 1 脱硫塔设计使用寿命不宜小于 15 年；
- 2 在脱硫塔的原烟气入口处应设置事故喷水装置；
- 3 净烟气排放前应经过除雾器，除雾器应设置水冲洗装置。

6.1.4 脱硫装置进、出口和旁路烟气挡板门应有良好的操作和密封性能。烟气挡板门应符合现行行业标准《湿法烟气脱硫装置专用设备 烟气挡板门》JB/T 10992 的有关规定。旁路烟道设计应加铅封。

6.1.5 烧结（球团）脱硫系统，净烟气可从主烟囱排放，也可从专设的烟囱排放。从主烟囱排放时，主烟囱应能适应干湿烟气交替的工作条件并满足防腐蚀要求。

6.1.6 原烟气烟道应从距离脱硫塔入口不小于 5m 处开始采取防腐措施，净烟气烟道及烟囱应采取防腐措施。

6.1.7 增压风机宜选用轴流式风机或高效离心风机。烟气量不大于  $60 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$  的脱硫系统宜采用 1 台高效离心风机；烟气量大于  $60 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$  而不大于  $120 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$  的脱硫系统宜采用 2 台高效离心风机或 1 台轴流式风机；烟气量大于  $120 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$  的脱硫系统宜采用 2 台轴流式风机。

6.1.8 增压风机的风量应按本规范第 4.1.2 条、第 4.1.3 条执行。

6.1.9 增压风机的基本压头为烟气脱硫系统本身的阻力及烟气脱硫系统进出口的压差之和，增压风机的压头裕量不宜低于 20%。

6.1.10 烟道的壁厚应根据设计寿命、结构强度、腐蚀速率确定。

6.1.11 液气比应根据原烟气  $\text{SO}_2$  浓度、净烟气  $\text{SO}_2$  浓度、吸收液中有效脱硫剂浓度及副产物的回收率等主要因素确定。

6.1.12 循环泵不应少于 2 台。

6.1.13 脱硫系统应设置事故槽（池）。事故槽（池）的容量不应小于脱硫塔最低运行液位时的总容量。事故槽（池）应有防腐措施并设有防沉积或堵塞装置。

6.1.14 烟气脱硫系统的设计脱硫效率应能满足净烟气的排放要求。

6.1.15 氧化风机宜根据工艺要求的风量及压头进行选型，可按一用一备设计。

6.1.16 浆液管道内介质的流速应根据浆液沉淀、管道磨损和压力损失进行设计。浆液管道应设排空和冲洗的措施。

## II 硫酸铵制备系统

6.1.17 硫酸铵制备系统的设计应符合下列要求：

- 1 硫酸铵制备系统应根据产品性质、加工和用途进行设计；
- 2 硫酸铵制备系统应设置干燥尾气净化装置；
- 3 硫酸铵制备系统能力应按脱硫系统满负荷运行时硫酸铵产量的 150% 匹配。

6.1.18 硫酸铵结晶工艺宜选用塔外结晶工艺。

6.1.19 固液分离流程宜包括分级分离、过滤脱水等工序。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）设备或主要部件。

6.1.20 固液分离后的硫酸铵水分含量不宜大于 5%（质量比）。

6.1.21 干燥设备型式应根据硫酸铵产量、含水量、杂质含量和热源条件选择。干燥后的管路、料仓宜密闭。干燥尾气应经过净化处理后排放，并应符合现行国家标准《大气污染物综合排放标准》GB 16297 的有关规定。

6.1.22 硫酸铵的包装和储存应符合现行国家标准《硫酸铵》GB 535 的有关规定。包装及储存区域应配置通风、收尘系统。

6.1.23 硫酸铵仓库储存量宜满足不小于 7d 的产量。

## III 脱硫剂储存供给系统

6.1.24 采用液氨作为脱硫剂并设立单独的液氨储罐时，应符合现行国家标准《生产过程安全卫生要求总则》GB 12801 和《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218 的有关规定。

6.1.25 采用氨水作为脱硫剂时，浓氨水储罐的尾气应经过净化装置后排放。

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

## 6.2 设 备

### I 烟气脱硫设备

6.2.1 脱硫塔的设计应符合现行行业标准《钢制塔式容器》JB/T 4710 和《塔器设计技术规定》HG 20652 的有关规定。

6.2.2 脱硫塔的直径和高度应依据塔型、烟气量与烟气在脱硫塔内流速、烟气在塔内停留时间计算确定。

6.2.3 玻璃钢材质的脱硫塔设计应按现行行业标准《玻璃钢化工设备设计规定》HG/T 20696 的有关规定执行。

6.2.4 除雾器的设计应符合现行行业标准《湿法烟气脱硫装置专用设备 除雾器》JB/T 10989 的有关规定。