

# HJ

## 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2000-2010

---

### 大气污染防治工程技术导则

Technical guidelines for air pollution control projects

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2010-12-17 发布

2011-03-01 实施

---

环 境 保 护 部 发 布

# 目 次

<b>1 适用范围</b> .....	<b>1</b>
<b>2 规范性引用文件</b> .....	<b>1</b>
<b>3 术语和定义</b> .....	<b>5</b>
<b>4 总体要求</b> .....	<b>6</b>
<b>5 污染气体的收集和输送</b> .....	<b>7</b>
5.1 污染气体的收集 .....	7
5.2 污染气体的输送 .....	8
5.3 污染气体的排放 .....	8
5.4 风机 .....	9
<b>6 典型工艺</b> .....	<b>9</b>
6.1 除尘 .....	9
6.2 气态污染物吸收 .....	13
6.2.2 吸收装置 .....	14
6.3 气态污染物吸附 .....	15
6.4 气态污染物催化燃烧 .....	17
6.5 气态污染物热力燃烧 .....	19
<b>7 主要气态污染物的处理技术</b> .....	<b>21</b>
7.1 二氧化硫 .....	21
7.2 氮氧化物 .....	22
7.3 挥发性有机化合物（VOCs） .....	23
7.4 恶臭 .....	25
7.5 卤化物气体 .....	26
7.6 重金属 .....	27
<b>8 公用</b> .....	<b>29</b>
<b>9 安全与职业卫生</b> .....	<b>30</b>

9.1 一般规定 .....	30
9.2 安全 .....	30
9.3 职业卫生 .....	31
<b>10 工程施工与验收 .....</b>	<b>31</b>
10.1 一般规定 .....	31
10.2 施工 .....	31
10.3 工程验收 .....	32
10.4 工程环境保护验收 .....	32
<b>11 运行维护 .....</b>	<b>32</b>

## 前 言

为了贯彻《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》，规范大气污染治理工程建设和运行管理，防治环境污染，保护环境和人体健康，制订本标准。

本标准规定了大气污染治理工程的通用技术要求。

本标准由环境保护部科技标准司组织制定。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会（电除尘委员会）、中钢集团天澄环保科技股份有限公司、武汉科技大学、大拇指环保科技集团（福建）有限公司、解放军防化研究院、中国新时代国际工程公司、武汉凯迪电力环保有限公司、西安建筑科技大学。

本标准环境保护部 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。

# 大气污染治理工程技术导则

## 1 适用范围

本标准规定了大气污染治理工程在设计、施工、验收和运行维护中的通用技术要求。

本标准对环境工程技术规范体系中的通用技术规范。

对于已有相应的工艺技术规范或重点污染源技术规范的工程，应同时执行本标准和相应的工艺技术规范或重点污染源技术规范；对于没有工艺技术规范或重点污染源技术规范的工程，应执行本标准。

本标准可作为大气污染治理工程环境影响评价、设计、施工、验收及运行与管理的技术依据。

## 2 规范性引用文件

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

GB150	钢制压力容器
GB755	旋转电机定额和性能
GB3095	环境空气质量标准
GB4387	工业企业厂内运输安全规程
GB8978	污水综合排放标准
GB12138	袋式除尘器性能测试方法
GB12158	防止静电事故通用导则
GB12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB13347	石油气体管道阻火器阻火性能和试验方法
GB14554	恶臭污染物排放标准
GB15577	粉尘防爆安全规程
GB16297	大气污染物综合排放标准
GB18218	危险化学品重大危险源辨识
GB19517	国家电气设备安全技术规范
GB20101	涂装作业安全规程—有机废气净化装置安全技术规定
GB50003	砌体结构设计规范
GB50007	建筑地基基础设计规范
GB50009	建筑结构荷载规范
GB50010	混凝土结构设计规范

GB50011	建筑抗震设计规范
GB50013	室外给水设计规范
GB50014	室外排水设计规范
GB50015	建筑给排水设计规范
GB50016	建筑设计防火规范
GB50017	钢结构设计规范
GB50019	采暖通风与空气调节设计规范
GB50040	动力机器基础设计规范
GB50051	烟囱设计规范
GB50057	建筑物防雷设计规范
GB50058	爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范
GB50060-2008	3~110 kV 高压配电装置设计规范
GB50116	火灾自动报警系统设计规范
GB50140	建筑灭火器配置设计规范
GB50160	石油化工企业设计防火规范
GB50187	工业企业总平面设计规范
GB50191	构筑物抗震设计规范
GB50202	建筑地基基础工程施工质量验收规范
GB50203	砌体工程施工质量验收规范
GB50204	混凝土结构工程施工质量验收规范
GB50205	钢结构工程施工质量验收标准规范
GB50217	电力工程电缆设计规范
GB50229	火力发电厂与变电站设计防火规范
GB50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB50236	现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范
GB50254	电气装置安装工程低压电器施工及验收规范
GB50255	电气装置安装工程电力变流设备施工及验收规范
GB50256	电气装置安装工程起重机电气装置施工及验收规范
GB50257	电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范

GB50258	电气装置安装工程 1 kV 及以下配线工程施工及验收规范
GB50259	电气装置安装工程电气照明装置施工及验收规范
GB50275	压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范
GB50300	建筑工程施工质量验收统一标准
GB50336	建筑中水设计规范
GBJ87	工业企业噪声控制设计规范
GBZ1	工业企业设计卫生标准
GBZ2.1	工业场所有害因素职业接触限值 化学有害因素
GBZ2.2	工业场所有害因素职业接触限值 物理有害因素
GB/T13466	交流电气传动风机（泵类、空气压缩机）系统经济运行通则
GB/T13468	泵类系统电能平衡的测试与计算方法
GB/T13469	工业用离心泵、混流泵、轴流泵与旋涡泵系统经济运行
GB/T13931	电除尘器性能测试方法
GB/T16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB/T19839	工业燃油燃气燃烧器通用技术条件
GB/T28001	职业健康安全管理体系规范
GB/T50102	工业循环水冷却设计规范
DLGJ56	火力发电厂和变电所照明设计技术规定
DL/T514	燃煤电厂电除尘器
DL/T620	交流电气装置的过电压保护和绝缘配合
DL/T657	火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程
DL/T658	火力发电厂开关量控制系统验收测试规程
DL/T659	火力发电厂分散控制系统验收测试规程
DL/T5041	火力发电厂厂内通信设计技术规定
DL/T5044	电力工程直流系统设计技术规程
DL/T5153	火力发电厂厂用电设计技术规定
DL/T5136	火力发电厂变电所二次接线设计技术规程
DL/T5137	电测量及电能计量装置设计技术规程
DL/T5190.5	电力建设施工及验收技术规范第 5 部分热工自动化

DL/T5403	火电厂烟气脱硫工程调整试运及质量验收评定规程
HGJ32	橡胶衬里化工设备
HGJ209	钢结构、管道涂装技术规程
HG/T3797	玻璃鳞片衬里胶泥
HG/T20649	化工企业总图运输设计规范
HJ435	钢铁工业除尘工程技术规范
HJ462	工业锅炉及炉窑湿法烟气脱硫工程技术规范
HJ562	火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性非催化还原法
HJ563	火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法
HJ/T75	固定污染源烟气排放连续监测技术规范
HJ/T76	固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法
HJ/T178	火电厂烟气脱硫工程技术规范 烟气循环流化床法
HJ/T179	火电厂烟气脱硫工程技术规范 石灰石/石灰-石膏法
HJ/T284	环境保护产品技术要求 袋式除尘器用电磁脉冲阀
HJ/T288	环境保护产品技术要求 湿式烟气脱硫除尘装置
HJ/T319	环境保护产品技术要求 花岗石类湿式烟气脱硫除尘装置
HJ/T320	环境保护产品技术要求 电除尘器高压整流电源
HJ/T321	环境保护产品技术要求 电除尘器低压控制电源
HJ/T322	环境保护产品技术要求 电除尘器
HJ/T324	环境保护产品技术要求 袋式除尘器用滤料
HJ/T325	环境保护产品技术要求 袋式除尘器滤袋框架
HJ/T326	环境保护产品技术要求 袋式除尘器用覆膜滤料
HJ/T327	环境保护产品技术要求 袋式除尘器滤袋
HJ/T328	环境保护产品技术要求 脉冲喷吹类袋式除尘器
HJ/T329	环境保护产品技术要求 回转反吹袋式除尘器
HJ/T330	环境保护产品技术要求 分室反吹类袋式除尘器
HJ/T386	环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置
HJ/T387	环境保护产品技术要求 工业废气吸收净化装置
HJ/T388	环境保护产品技术要求 工业有机废气催化净化装置

JB/T6407	电除尘器调试、运行、维修安全技术规范	
JB/T8471	袋式除尘器安装技术要求与验收规范	
JB/T8536	电除尘器机械安装技术条件	
JB/T8690	工业通风机噪声限值	
JB/T10341	滤筒式除尘器	
JGJ79	建筑地基处理设计规范	
SH3063	石油石化企业可燃气体和有毒气体检测报警设计规范	
YBJ52	钢铁企业总图运输设计规范	
YSJ001	有色金属企业总图运输设计规范	
	《建设项目环境保护管理条例》	国务院令 第 253 号
	《危险化学品安全管理条例》	国务院令 第 344 号
	《建设项目竣工环境保护验收管理办法》	国家环保局令 第 13 号
	《污染源自动监控管理办法》	国家环保局令 第 28 号
	《建设项目环境保护设计规定》	国家计委、国务院环保委员会 [1987] 002 号
	《压力容器安全技术监察规程》	国家质量技术监督局 [1999] 154 号
	《建设项目环境保护设施竣工验收监测技术要求》	国家环境保护总局 [2000] 38 号附件
	《建筑工程设计文件编制深度规定》	建质 [2003] 84 号

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 除尘 dust removing

指治理烟（粉）尘污染的工艺，由集尘罩、管道、除尘器、风机、排气筒以及系统辅助装置组成。

#### 3.2 除尘器 dust collector

指将颗粒物从含尘气体中分离出来的设备。

#### 3.3 卸、输灰系统 dust handling system

指将除尘器收集的粉尘输送至指定地点的成套装置。

#### 3.4 集气（尘）罩 dust /ash-collecting hood

指收集污染气体的装置，可直接安装于气体污染源的上部、侧部或下部。

#### 3.5 烟气调质 flue gas conditioning

指通过化学或物理方法调整烟气（尘）物理化学性质的方法。

### 3.6 液气比 liquid-gas ratio

指吸收工艺中，处理单位体积废气所使用的吸收液体积，单位为 L/m<sup>3</sup>。

### 3.7 变压吸附 Pressure swing adsorption

指在一定温度下，采用较高压力（高压或常压）完成吸附，而采用较低的压力（常压或负压）完成脱附的操作方法。

### 3.8 变温吸附 temperature swing adsorption

指在常压下，利用吸附剂的平衡吸附量随温度升高而降低的特性，采用常温吸附、升温脱附的操作方法。

### 3.9 挥发性有机化合物 volatile organic compounds

指常温下饱和蒸气压大于 70Pa、常压下沸点在 260℃ 以下的有机化合物，或在 20℃ 条件下蒸汽压大于或等于 0.01kPa 具有相应挥发性的全部有机化合物。

### 3.10 空速 space velocity

指催化转化法工艺中，单位体积的填料（催化剂）在单位时间内所处理的气体量。单位为 m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup> 催化剂·h)，可简化为时间 h<sup>-1</sup>。

## 4 总体要求

4.1 大气污染治理工程应满足《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的要求。

4.2 大气污染治理工程应遵循综合治理、循环利用、达标排放和总量控制的原则。

4.3 大气污染治理工程应由具有国家相应设计资质的单位进行设计，设计深度应符合《建筑工程设计文件编制深度规定》的规定，满足环境影响报告书、审批文件及本技术规范的要求。

4.4 大气污染治理工程应采取各种有效措施，控制污染源有组织排放，减少污染气体的处理量。

4.5 大气污染治理过程中应减少二次污染。对产生的二次污染，应执行国家和地方环境保护法规和标准的有关规定，进行治理后达标排放，满足总量控制要求。二次污染的治理方案宜与企业生产中的相关处理工艺相结合，充分利用企业已有资源。

4.6 运输、装卸和贮存有毒有害气体或粉尘物质，应采取密闭措施或其它防护措施。在城市市区进行建设施工的工程，应按照当地环境保护的规定，采取防治扬尘防噪声污染的措施，对施工产生的废水、垃圾等进行处理处置。

4.7 大气污染控制工程的总图布置应符合《建设项目环境保护设计规定》的规定。净化系统、主体设备和辅助设施等的总图布置应符合 GBZ1、GB50016、GB50187、GB4387、YBJ52、HG/T20649、SDGJ10、YSJ001

和 JBJ79 等国家及行业相关的防火、安全、卫生、交通运输和环保设计规范、规定和规程的要求。

**4.8** 大气污染控制工程不宜靠近、穿越人口密集的区域，布置于主导风向的下风侧。

**4.9** 净化系统的位置应靠近污染源集中的地方，充分利用地形条件，便于灰渣、浆、污水排放和净化后气体的排放。

**4.10** 净化系统的主体设备之间应留有足够的安装和检修空间。主体设备应按工艺流程紧凑、合理布置，主体设备周边应设有运输通道和消防通道，满足防火、安全、运行维护等设计规范的要求，并应保证起吊设施作业条件。主体设备布置应考虑强烈振动和噪声对周围环境的影响，厂界噪声应符合 GB12348 的规定。

**4.11** 易燃易爆及其他化学危险品应按相关标准和规范分类布置，设定安全卫生防护距离。

**4.12** 大气污染治理工程应按照《污染源自动监控管理办法》的规定安装大气污染物排放连续监测装置，并与环保部门监控中心联网。连续监测装置应符合 HJ/T76 的规定，运行和维护应符合 HJ/T75 的规定，排放监测的样品采集方法应符合 GB/T16157 的规定。

**4.13** 大气污染治理工程的控制水平应与生产工艺相适应。生产企业应把大气污染治理设施作为生产系统的一部分进行管理。

**4.14** 大气污染治理工程的设计、施工、验收和运行除符合本标准规定外，还应遵守国家现行的有关法律、法令、法规、标准和行业规范的规定。

## **5 污染气体的收集和输送**

### **5.1 污染气体的收集**

**5.1.1** 对产生逸散粉尘或有害气体的设备，宜采取密闭、隔离和负压操作措施。在确定密闭罩的吸气口位置、结构和风速时，应使罩口呈微负压状态，罩内负压均匀，防止粉尘或有害气体外逸，并避免物料被抽走。

**5.1.2** 污染气体应尽可能利用生产设备本身的集气系统进行收集，逸散的污染气体采用集气（尘）罩收集。配置的集气（尘）罩应与生产工艺协调一致，尽量不影响工艺操作。在保证功能的前提下，集气（尘）罩应力求结构简单，造价低廉，便于安装和维护管理。

**5.1.3** 当不能或不便采用密闭罩时，可根据工艺操作要求和技术经济条件选择适宜的其他敞开式集气（尘）罩。集气（尘）罩应尽可能包围或靠近污染源，将污染物限制在较小空间内，减少吸气范围，便于捕集和控制污染物。

**5.1.4** 集气（尘）罩的吸气方向应尽可能与污染气流运动方向一致，利用污染气流的动能，避免或减弱集气（尘）罩周围紊流、横向气流等对抽吸气气流的干扰与影响。

**5.1.5** 吸气点的排风量应按防止粉尘或有害气体扩散到周围环境空间为原则确定。

## 5.2 污染气体的输送

**5.2.1** 集气（尘）罩收集的污染气体应通过管道输送至净化装置。管道布置应结合生产工艺，力求简单、紧凑、管线短、占地空间少。

**5.2.2** 管道布置宜明装，并沿墙或柱集中成行或列，平行敷设。管道与梁、柱、墙、设备及管道之间应按相关规范设计间隔距离，满足施工、运行、检修和热胀冷缩的要求。

**5.2.3** 管道宜垂直或倾斜敷设。倾斜敷设时，与水平面的倾角应大于  $45^\circ$ ，管道敷设应便于放气、放水、疏水和防止积灰。

**5.2.4** 管道材料应根据输送介质的温度和性质确定，所选材料的类型和规格应符合相关设计规范和产品技术要求。

**5.2.5** 管道系统宜设计成负压，如必须正压时，其正压段不宜穿过房间室内，必须穿过房间时应采取措施防止介质泄漏事故发生。

**5.2.6** 含尘气体管道的气流应有足够的流速防止积尘，其流速应符合 GB50019 的规定。对易产生积尘的管道，应设置清灰孔或采取清灰措施。

**5.2.7** 输送含尘浓度高、粉尘磨琢性强的含尘气体时，除尘管道中易受冲刷部位应采取防磨措施，可加厚管壁或采用碳化硅、陶瓷复合管等管材。

**5.2.8** 输送含湿度较大、易结露的污染气体时，管道必须采取保温措施，必要时宜增设加热装置。

**5.2.9** 输送高温气体的管道，应采取热补偿措施。

**5.2.10** 输送易燃易爆污染气体的管道，应采取防止静电的接地措施，且相邻管道法兰间应跨接接地导线。

**5.2.11** 管道的漏风量应根据管道长短及其气密程度，按系统风量的百分率计算。一般送、排风系统管道漏风率宜采用 3%~8%，除尘系统的漏风率宜采用 5%~10%。

**5.2.12** 通风、除尘管网应进行阻力平衡计算。一般系统并联管路压力损失的差额不应超过 15%，除尘系统的节点压力差额不应超过 10%，否则应调整管径或安装压力调节装置。

**5.2.13** 输送污染气体的管道应设置测试孔和必要的操作平台。

## 5.3 污染气体的排放

**5.3.1** 污染气体通过净化设备处理达标后由排气筒排入大气。

**5.3.2** 排气筒的高度应按 GB16297 和行业、地方排放标准的规定计算出的排放速率确定，排气筒的最低高度应同时符合环境影响报告批复文件要求。

**5.3.3** 排气筒结构应符合 GB50051 的规定。

**5.3.4** 应根据使用条件、功能要求、排气筒高度、材料供应及施工条件等因素，确定采用砖排气筒、钢筋

混凝土排气筒或钢排气筒。

**5.3.5** 排气筒的出口直径应根据出口流速确定，流速宜取 15m/s 左右。当采用钢管烟囱且高度较高时或烟气流较大时，可适当提高出口流速至 20m/s~25 m/s 左右。

**5.3.6** 应当根据批准的环境影响评价文件的要求在排气筒上建设、安装自动监控设备及其配套设施或预留连续监测装置安装位置。排气筒或烟道应按 GB/T16157 设置永久性采样孔，必要时设置测试平台。

**5.3.7** 排放有腐蚀性的气体时，排气筒应采用防腐设计。

**5.3.8** 大型除尘系统排气筒底部应设置比烟道底部低 0.5m~1.0 m 的积灰坑，并应设置清灰孔，多雨地区大型除尘系统排气筒应考虑排水设施。

**5.3.9** 非防雷保护范围的排气筒，应装设避雷设施。

**5.3.10** 对于可能影响航空器飞行安全的烟囱，应按 GB50051 设置航空障碍灯和标志。

## **5.4 风机**

**5.4.1** 风机应符合国家和行业相应产品标准，其选型应满足所处理介质的要求。输送有爆炸和易燃气体的应选防爆型风机。当离心通风机布置在非爆炸环境场所时，宜选择风机叶轮防爆而风机电机不防爆的防爆风机；输送煤粉的应选择煤粉风机；输送有腐蚀性气体的应选择防腐风机；在高温场合工作或输送高温气体的应选择高温风机；输送浓度较大的含尘气体应选用排尘风机等。

**5.4.2** 通风管网的计算风量、风压不能直接用于风机和电机选型，应按 GB50019 及相应行业技术规范的规定考虑系统漏风、管网压力损失、电机轴功率和安全系数附加等因素。

**5.4.3** 风机选择应使工作点处在高效率区域，风机的最高效率不宜低于 85%，同时还应考虑风机工作的稳定性。

**5.4.4** 采用并联风机作业时，其风量和风压按 GB50019 有关规定确定。

**5.4.5** 变负荷运行的净化治理系统中，风机宜配置与工艺设备连锁控制的变频调速装置。

**5.4.6** 风机电机应根据风机使用情况设置启动保护装置，并按照生产工艺要求和节能原则设置调节装置（液力耦合器以及变频调节器等）；对介质温度波动大的系统，采取保护措施，防止冷态运转时造成的电机过载。

## **6 典型工艺**

### **6.1 除尘**

#### **6.1.1 一般规定**

**6.1.1.1** 除尘工艺应根据生产工艺合理配置，控制和减少无组织排放,设备或除尘系统排放至大气的气体应符合 GB16297 和行业、地方排放标准及总量控制的限值。岗位粉尘浓度应符合 GBZ2 的规定。

**6.1.1.2** 除尘工艺设计除应符合本标准的规定之外，还应遵守 GB50019 及 GBZ1 中有关除尘设计的相应规定。

**6.1.1.3** 对除尘器收集的粉尘或排出的污水，根据生产条件、除尘器类型、粉尘的回收价值、粉尘的特性和便于维护管理等因素，按照国家、行业、地方相关标准以及 GBZ1 的要求，采取妥善的回收和处理措施。污水的排放应符合 GB8978 的要求。

**6.1.1.4** 除尘器宜布置在除尘工艺的负压段上。当布置在正压段时，电除尘器应采用热风清扫，袋式除尘器应保证清灰压力大于系统操作压力，配套风机应考虑防磨措施。

**6.1.1.5** 除尘工艺的场地标高、场地排水和防洪等均应符合 GB 50187 的规定。

## **6.1.2 含尘气体的预处理**

**6.1.2.1** 当含尘气体的浓度高于除尘器的允许浓度时，进入除尘器之前应设置预处理设施，预处理设施应简单、可靠、压力损失小。

**6.1.2.2** 当含尘气体温度高于除尘器和风机所容许的工作温度时，应采取冷却降温措施。烟气降温应优先考虑余热利用。

**6.1.2.3** 袋式除尘器处理含炽热颗粒物的含尘气体时，在除尘器之前应设有火花捕集器。

**6.1.2.4** 袋式除尘器进风口应设有气流分布装置或导流装置。

**6.1.2.5** 当粉尘比电阻过高或过低时，应优先选用袋式除尘器。由于条件所限必须采用电除尘器时，应对烟气进行调质处理或采取其他有效措施，满足电除尘器的使用条件。

## **6.1.3 除尘器**

**6.1.3.1** 选择除尘器应主要考虑如下因素：

- a) 烟气及粉尘的物理、化学性质；
- b) 烟气流量、粉尘浓度和粉尘允许排放浓度；
- c) 除尘器的压力损失以及除尘效率；
- d) 粉尘回收、利用的价值及形式；
- e) 除尘器的投资以及运行费用；
- f) 除尘器占地面积以及设计使用寿命；
- g) 除尘器的运行维护要求。

**6.1.3.2** 除尘器主要有机械式除尘器、湿式除尘器、袋式除尘器和静电除尘器。

**6.1.3.3** 机械除尘器：包括重力沉降室、惯性除尘器和旋风除尘器等。机械除尘器宜用于处理密度较大、颗粒较粗的粉尘，在多级除尘工艺中作为高效除尘器的预除尘。

a) 重力沉降室适用于捕集粒径大于 50 $\mu\text{m}$  的尘粒，惯性除尘器适用于捕集粒径 10 $\mu\text{m}$  以上的尘粒，旋风除尘器适用于捕集粒径 5 $\mu\text{m}$  以上的尘粒；

b) 重力沉降室和惯性除尘器宜设置在除尘系统的转弯、变径和汇合等部位，通过重力和惯性去除粉尘；

c) 旋风除尘器并联使用时，应采用同型号设备，合理设计连接风管，避免各除尘器之间产生串流现象，降低效率。旋风除尘器不宜串联使用，必须串联时，应采用不同性能的旋风除尘器，并将低效者设于前级。

**6.1.3.4 湿式除尘器：**包括喷淋塔、填料塔、筛板塔（又称泡沫洗涤器）、湿式水膜除尘器、自激式湿式除尘器和文氏管除尘器等。

a) 湿式除尘器适用于捕集粒径 1 $\mu\text{m}$  以上的尘粒；

b) 进入文丘里、喷淋塔等洗涤式除尘器的含尘浓度宜控制在 100g/m<sup>3</sup> 以下；

c) 高湿烟气和亲水性粉尘的净化，可选择湿式除尘器，但应考虑冲洗和清理；

d) 需同时除尘和净化有害气体时，可采用湿式除尘器，对腐蚀性气体，应采取防腐措施；

e) 湿式除尘器不适用于疏水性粉尘、遇水后产生可燃或有爆炸危险、易结垢粉尘；

f) 湿式除尘器有冻结可能时，应采取防冻措施；

g) 湿式除尘器产生的含尘废水，应采取处理措施，达标排放。

**6.1.3.5 袋式除尘器：**包括机械振动袋式除尘器、逆气流反吹袋式除尘器和脉冲喷吹袋式除尘器等。

a) 袋式除尘器属高效除尘设备，宜用于处理风量大、浓度范围广和波动较大的含尘气体；

b) 烟气进入袋式除尘器时，应将烟气温度降至滤料可承受的长期使用温度范围内，且高于烟气露点温度 10 $^{\circ}\text{C}$  以上，并应选用具有耐高温性能的滤料；

c) 处理高湿气体应选用具有抗结露性能的滤料；

d) 处理易燃、易爆含尘气体时，应选用具有抗静电性能的滤料，对外壳接地，设置防爆设施；

e) 滤袋的过滤风速应根据粉尘性质、滤料种类和清灰方式等因素确定，入口含尘浓度高时取较低的风速，入口含尘浓度低时取较高的风速；

f) 粉尘具有较高的回收价值或烟气排放标准很严格时，宜采用袋式除尘器，焚烧炉除尘装置应选用袋式除尘器；

g) 袋式除尘器应符合 HJ/T328、HJ/T329、HJ/T330 的规定，滤筒式除尘器应符合 JB/T10341 的规定；

h) 袋式除尘器部件、滤料应符合 HJ/T284、HJ/T324、HJ/T325、HJ/T326、HJ/T327 的规定。

**6.1.3.6 静电除尘器：**包括板式静电除尘器和管式静电除尘器。

- a) 静电除尘器属高效除尘设备，宜用于处理大风量的高温烟气；
- b) 静电除尘器适用于捕集比电阻在  $10^4\Omega\cdot\text{cm}\sim 5\times 10^{10}\Omega\cdot\text{cm}$  范围内的粉尘；
- c) 静电除尘器的电场风速及比集尘面积，应根据烟气、粉尘性质和要求达到的除尘效率确定；
- d) 对净化湿度大的气体或露点温度高的气体，应采取保温或加热措施，防治结露；
- e) 静电除尘器应符合 DL/T514、HJ/T322、HJ/T320、HJ/T321 的规定，应由具有国家相应设计制造资质的单位设计制造。

**6.1.3.7** 电袋复合除尘器是在一个箱体内存装电场区和滤袋区，有机结合静电除尘和过滤除尘两种机理的一种除尘器。

- a) 电袋复合除尘器适用于电除尘难以高效收集的高比阻、特殊煤种等烟尘的净化处理；
- b) 电袋复合除尘器适用于去除  $0.1\mu\text{m}$  以上的尘粒；
- c) 电袋复合除尘器适用于对运行稳定性要求高和粉尘排放浓度要求严格的烟气净化。

## **6.1.4 卸灰、输灰**

**6.1.4.1** 除尘器的卸灰装置应根据粉尘的状态（干或湿）、粉尘性质、卸灰制度（间歇或连续）、排灰量和除尘器排出口的压力等选择。

**6.1.4.2** 卸、输灰系统设备选型的原则应为：后一级处理能力高于前一级处理能力。

**6.1.4.3** 除尘器输灰装置宜采用螺旋输送机、埋刮板输送机和气力输送方式。应因地制宜，选择经济适宜的输灰方式。

**6.1.4.4** 当除尘器收集的灰尘含湿量大、灰尘成分易粘接时，不宜采用气力输灰方式，应采用机械输送方式。

**6.1.4.5** 干式除尘器的灰斗及中间贮灰斗的卸灰口，宜设置插板阀、卸灰阀和伸缩节。

**6.1.4.6** 对于处理过程中产生的粉尘应优先考虑回收利用。除尘器收集的灰尘外运时，应避免粉尘二次污染，宜采用粉尘加湿、卸灰口吸风或无尘装车装置等处理措施。在条件允许的情况下，宜选用真空吸引压送罐车。

## **6.1.5 配套设施**

**6.1.5.1** 袋式除尘器清灰及除尘工艺阀门驱动所需压缩空气应尽量取自生产厂区压缩空气管网。

**6.1.5.2** 袋式除尘器的压缩空气供应系统由除油、除水、净化装置、贮气罐和调压装置等组成。贮气罐应尽量靠近用气点，调压装置应设在贮气罐之后。

**6.1.5.3** 寒冷地区应防止压缩空气供应系统结冰，输气管网应保温，必要时应采取伴热措施。压缩空气品质应保证达到在相应额定压力下压缩空气不出现结露现象。

**6.1.5.4** 高温、高湿烟气采用干式除尘器时，除尘器应整体保温，必要时增设伴热系统及循环风加热系统。

**6.1.5.5** 处理煤气等易爆气体时应采用氮气等惰性气体作为袋式除尘器的清灰介质。

**6.1.5.6** 电除尘器高压电源分户外式和户内式。户外式布置应在高压整流变压器旁同时配置高压隔离开关柜，户内式布置应在变压器室内布置高压隔离开关。

**6.1.5.7** 电除尘器高压整流变压器与电场之间应配置阻尼电阻，电阻功率应大于实际功率的3倍以上，并应有良好的通风散热空间。

## **6.1.6 控制及检测**

**6.1.6.1** 除尘工艺控制及检测应包括系统的运行控制、参数检测、状态显示和工艺联锁等。

**6.1.6.2** 除尘工艺应按照 GB50019 中有关规定的要求，采用集中和就地两种控制方式，或者单独采用某一种控制方式。

**6.1.6.3** 除尘工艺集中控制的设备，应设现场手动控制装置，并可通过远程自动/手动转换开关实现自动与就地手动控制的转换。

**6.1.6.4** 除尘工艺运行控制应包括系统与除尘器的启停顺序、系统与生产工艺设备的联锁、运行参数的超限报警及自动保护等功能。

**6.1.6.5** 与生产工艺紧密相关的除尘工艺，宜在生产工艺控制室及除尘工艺控制室分别设置操作系统，并随时显示其工作状态。除尘工艺控制室应尽量靠近除尘器。

**6.1.6.6** 除尘工艺的运行检测、显示及报警项目宜包括以下内容：

- a) 除尘器进、出口介质流量、全压静压及压差、温度、湿度、粉尘浓度及要求的气体浓度；
- b) 高温烟气降温设备进、出口介质流量、全压静压及压差、温度、湿度；
- c) 风机轴承温度，电机轴承温度、转子、定子温度、振幅、转速；
- d) 除尘工艺配套的油循环系统及冷却介质的流量、温度、压力；
- e) 大型电机电流、电压；
- f) 电除尘器各电场一、二次电流和电压；
- g) 脉冲袋式除尘器的清灰气源压力和喷吹压力。

**6.1.6.7** 电除尘器和袋式除尘器的性能检测应按 GB/T13931 和 GB12138 的规定进行。

**6.1.6.8** 固定污染源有组织排放的样品采集应按 GB/T16157 执行，监测项目应按 GB16297 及相关行业排放标准确定。

## **6.2 气态污染物吸收**

### **6.2.1 一般规定**

**6.2.1.1** 吸收法净化气态污染物是利用气体混合物中各组分在一定液体中溶解度的不同而分离气体混合物

的方法。主要适用于吸收效率和速率较高的有毒的有害气体的净化。

**6.2.1.2** 吸收系统应包括集气罩、废气预处理、吸收液（浆液）制备和供应系统、吸收装置、控制系统、副产物的处置与利用装置、风机、排气筒、管道等。

**6.2.1.3** 吸收工艺的选择应考虑：废气流量、浓度、温度、压力、组份、性质、吸收剂性质、再生、吸收装置特性以及经济性因素等。

**6.2.1.4** 高温气体应采取降温措施；对于含尘气体，需回收副产品时应进行预除尘。

**6.2.1.5** 吸收工艺的装置和管道系统，应根据处理介质的性质选择适宜的防腐材料和防腐措施，必要时应采取防冻、防火和防爆措施。

## **6.2.2 吸收装置**

**6.2.2.1** 常用的吸收装置有填料塔、喷淋塔、板式塔、鼓泡塔、湍球塔和文丘里等。

**6.2.2.2** 吸收装置应具有较大的有效接触面积和处理效率，较高的界面更新强度，良好的传质条件，较小的阻力和较高推动力。

**6.2.2.3** 吸收塔的选择：

- a) 填料塔宜用于小直径塔及不易吸收的气体，不宜用于气液相中含有较多固体悬浮物的场合；
- b) 板式宜用于大直径塔及容易吸收的气体；
- c) 喷淋塔宜用于反应吸收快、含有少量固体悬浮物、气体量大的吸收工艺；
- d) 鼓泡塔宜用于吸收反应较慢的气体。

**6.2.2.4** 吸收塔选型设计：

- a) 根据被吸收气体、吸收液、吸收塔型式和要求的吸收效率，应选择技术经济合理的空塔气速；
- b) 吸收塔的高度应能保证气液有足够的有效接触时间；
- c) 对于易吸收的气体宜取小的液气比，不易吸收的气体宜取较大的液气比，特别难吸收的气体或一些特殊场合，宜采用大的液气比；
- d) 吸收塔的气体出口处应设置除雾装置；
- e) 吸收塔的气体进口段应设气流分布装置；
- f) 吸收液喷淋效果应均匀，防止沟流和壁流现象的发生。

**6.2.2.5** 选择吸收剂时，应遵循以下原则：

- a) 对被吸收组分有较强的溶解能力和良好的选择性；
- b) 吸收剂的挥发度（蒸汽压）低；
- c) 粘度低，化学稳定性好，腐蚀性小，无毒或低毒、难燃；

- d) 价廉易得，易于重复使用；
- e) 有利于被吸收组分的回收利用或处理。

**6.2.2.6** 吸收装置的设计应符合 HJ/T387 的规定。

### **6.2.3 吸收液后处理**

**6.2.3.1** 吸收液宜循环使用或经过进一步处理后循环使用，不能循环使用的应按照相关标准和规范处理处置，避免二次污染。

**6.2.3.2** 使用过的吸收液采用沉淀分离再生时，沉淀池的容积应满足沉淀分离的要求；采用化学置换再生时，应保证再生反应时间；采用蒸发结晶回收和蒸馏分离时，应采用节能工艺设计。

**6.2.3.3** 吸收液再生过程中产生的副产物应回收利用，产生的有毒有害产物应按照有关规定处理处置。

### **6.2.4 吸收装置配套设施**

**6.2.4.1** 当气体温度高于吸收操作温度时，气体进入吸收装置前应进行冷却。

**6.2.4.2** 当需要降温的废气含有粉尘时，预除尘和冷却应同时进行。

**6.2.4.3** 吸收剂制备和供应系统应保证吸收剂的供给，设有富裕量，并设置计量装置。

**6.2.4.4** 对于较大型的吸收系统，应设置自动控制系统，采用可编程控制器（PLC）或集中分散控制系统（DCS）控制。

## **6.3 气态污染物吸附**

### **6.3.1 一般规定**

**6.3.1.1** 吸附法净化气态污染物是利用固体吸附剂对气体混合物中各组分吸附选择性的不同而分离气体混合物的方法，主要适用于低浓度有毒有害气体净化。

**6.3.1.2** 吸附工艺分为变温吸附和变压吸附，本标准中的吸附指变温吸附。

**6.3.1.3** 吸附系统包括集气罩、废气预处理、吸附装置、脱附（回收）系统、控制系统、副产物的处置与利用装置、风机、排气筒和管道等。

### **6.3.2 预处理**

**6.3.2.1** 废气预处理应除去颗粒物、油雾、难脱附的气态污染物，并调节气体温度、湿度、浓度和压力等满足吸附工艺操作的要求。

**6.3.2.2** 进入吸附床的废气温度宜控制在 40℃ 以下。

**6.3.2.3** 进入吸附床的易燃、易爆气体浓度应调节至其爆炸极限下限的 50% 以下。

**6.3.2.4** 颗粒物去除宜采用过滤及洗涤等方法，进入吸附装置的废气中颗粒物浓度应低于 5mg/m<sup>3</sup>。

### 6.3.3 吸附装置

**6.3.3.1** 常用的吸附设备有固定床、移动床和流化床。工业应用宜采用固定床。

**6.3.3.2** 吸附工艺的选择：

a) 吸附工艺的规模和流程应依据污染气体的流量、温度、压力、组份、性质、进口浓度及排放浓度，污染物产生方式（连续或间歇、均匀或非均匀）和安全等因素进行综合选择；

b) 吸附工艺的选择应同时考虑脱附工艺、吸附剂再生工艺、脱附后污染物的处理利用和经济性因素等各个环节；

c) 污染物浓度过高时，可采用前级冷凝、吸收的多级处理方式，降低浓度，减缓吸附剂的过快饱和；

d) 对连续排放的气体污染物，应采用连续式吸附流程，对间断排放的气体污染物，可采用间断式吸附流程；

e) 整体工艺流程节能环保，投资少，运行费用低。

**6.3.3.3** 吸附设备的选型设计

a) 设备性能结构应在最佳状态下运行，处理能力大、效率高、气流分布均匀，具有足够的气体流通面积和停留时间；

b) 净化效率、吸附剂利用率、床层厚度之间存在一定的反比例关系，在满足排放标准的前提下，应遵循适当、节约和合理的原则进行选择；

c) 吸附剂用量应根据吸附剂对吸附质的吸附量通过经验公式计算或实验确定；

d) 对于连续排放且气量大的污染气体，优先选用流化床。

**6.3.3.4** 常用吸附剂包括：活性炭（包括活性炭纤维）、分子筛、活性氧化铝和硅胶等。选择吸附剂时，应遵循以下原则：

a) 比表面积大，孔隙率高，吸附容量大；

b) 吸附选择性强；

c) 有足够的机械强度、热稳定性和化学稳定性；

d) 易于再生和活化；

e) 原料来源广泛，价廉易得。

**6.3.3.5** 吸附装置用于处理易燃、易爆气体时，应符合安全生产及事故防范的相关规定。除控制处理气体的浓度之外，在管道系统的适当位置，应安装符合 GB13347 规定的阻火装置。接地电阻应小于  $2\ \Omega$ 。

**6.3.3.6** 选择固定床时，应设置气流的均匀分布装置。选择的气流速度、污染气体在床层内的停留时间应满足气体净化达标排放的要求，并最大限度地减小阻力，增大推动力。固定床吸附净化装置应符合 HJ/T386

的规定。

**6.3.3.7** 固定床吸附器吸附层的风速应根据吸附剂的材质、结构和性能确定；采用颗粒状活性炭时，宜取 0.20 m/s~0.60m/s；采用活性炭纤维毡时，宜取 0.10m/s~0.15m/s；采用蜂窝状吸附剂时，宜取 0.70 m/s~1.20m/s。对于废气浓度特别低或有特殊要求的场合，风速可适当增加。

#### **6.3.4 脱附和脱附产物处理**

**6.3.4.1** 脱附操作可采用升温、降压、置换、吹扫和化学转化等脱附方式或几种方式的组合。

**6.3.4.2** 脱附系统主要包括脱附气源、换热器、脱附产物的分离与回收装置和管道等。

**6.3.4.3** 脱附气源可用热空气、热烟气和低压水蒸汽。

**6.3.4.4** 当回收脱附产物时，换热器应保证脱附后气体应达到设计要求的冷却水平。

**6.3.4.5** 有机溶剂的脱附宜选用水蒸汽和热空气，当回收的有机溶剂沸点较低时，冷凝水宜使用低温水；对不溶于水的有机溶剂冷凝后直接回收，对溶于水的有机溶剂应进一步分离回收。

**6.3.4.6** 采用活性炭做吸附剂时，脱附气的温度宜控制在 120℃ 以下。

#### **6.3.5 控制要求**

**6.3.5.1** 对于处理气量大于 1000m<sup>3</sup>/h 的工艺应装设自动控制系统，采用可编程控制器 PLC 或分散控制系统 DCS 控制。

**6.3.5.2** 控制内容包括：风机和泵的运行控制、吸附和脱附的时间切换、吸附床层温度的显示和超温报警、冷却系统的起停等。

### **6.4 气态污染物催化燃烧**

#### **6.4.1 一般规定**

**6.4.1.1** 催化燃烧法净化气态污染物是利用固体催化剂在较低温度下将废气中的污染物通过氧化作用转化为二氧化碳和水等化合物的方法。

**6.4.1.2** 催化燃烧系统应由气体收集装置、催化燃烧装置、管道、风机、排气筒和控制系统等组成。

**6.4.1.3** 催化燃烧装置宜用于由连续、稳定的生产工艺产生的固定源气态及气溶胶态有机化合物的净化。

#### **6.4.2 预处理**

**6.4.2.1** 进入反应器的废气应进行预处理，去除废气中的颗粒物和催化剂毒物，并调整废气中有机物的浓度和废气的温度湿度满足催化燃烧的要求。

**6.4.2.2** 颗粒物去除宜采用过滤及喷淋等方法，进入催化燃烧装置中的废气颗粒物浓度应低于 10mg/m<sup>3</sup>。

**6.4.2.3** 废气中催化剂毒物的去除宜采用喷淋及吸收等方法。

**6.4.2.4** 进入催化燃烧装置的废气温度应加热到催化剂的起燃温度。

**6.4.2.5** 催化燃烧装置的进气温度宜低于 400℃，否则应进行降温处理。

### 6.4.3 性能要求

6.4.3.1 经过催化燃烧净化后排放的废气应达到国家或地方排放标准，净化效率不应低于 95 %。

6.4.3.2 选择换热器时应进行热平衡计算。当废气中有机物燃烧产生的热量不足以维持催化剂床层自持燃烧所需要的热量时，应在进入催化燃烧反应器前对废气进行加热升温到催化剂的起燃温度。

6.4.3.3 当废气中含有腐蚀性气体时，反应器内壁和换热器主体应选用防腐等级不低于 316L 的不锈钢材料。

6.4.3.4 选择的催化剂使用温度宜为 200~700℃，并能承受 900 ℃短时间高温冲击，正常工况下使用寿命应大于 8500h。

6.4.3.5 催化剂床层的设计空速应考虑催化剂的种类、载体的型式、废气的组份等因素，宜大于 10000/h，但不宜高于 40000/h。

6.4.3.6 催化燃烧装置预热室的预热温度宜在 250℃~350℃，不宜超过 400℃。

### 6.4.4 控制要求

6.4.4.1 催化燃烧工艺应装设自动控制系统，采用 PLC 或 DCS 控制。

6.4.4.2 催化燃烧工艺的控制内容包括：风机、阀门的开启与关闭，加热室、热交换室、反应室的温度控制等。

6.4.4.3 加热室和反应室内部应设具有自动报警功能的多点温度检测装置，并与温度调节装置联锁。所用温度传感器应按相关的技术标准和规范进行标定后使用。

### 6.4.5 安全要求

6.4.5.1 催化燃烧装置的进、出口处宜设置废气浓度检测装置，定时或连续检测进、出口处的气体浓度。进入催化燃烧装置的有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的 25%以下。对于混合有机化合物，其控制浓度根据不同化合物的浓度比例和其爆炸下限值进行计算与校核。

6.4.5.2 催化床应设置防爆泄压装置，防爆泄压装置的设计、制造、运行和检验应符合《压力容器安全技术监察规程》的规定。

6.4.5.3 催化燃烧装置前应安装符合 GB13347 规定的阻火器。

6.4.5.4 催化燃烧装置应整体保温，外表面温度不大于 60 ℃。

6.4.5.5 催化燃烧装置前应设置事故应急排空管，排空装置与冲稀阀、报警联动，用排空放散防止爆炸。

6.4.5.6 催化燃烧工艺应采用具有防爆功能的风机、电机和电控柜。

6.4.5.7 其它安全要求应符合 GB 20101 的规定。

6.4.5.8 催化燃烧工艺应远离油库、储油槽、溶剂存放地以及其它可以引起爆炸的化学品存放地，满足消防、安全、环保的安全保护距离要求，消防安全保护距离应该按相关的技术标准和规范进行核定。

## 6.5 气态污染物热力燃烧

### 6.5.1 一般规定

6.5.1.1 热力燃烧法（包括蓄热燃烧法）净化气态污染物是利用辅助燃料燃烧产生的热能、废气本身的燃烧热能、或者利用蓄热装置所贮存的反应热能，将废气加热到着火温度，进行氧化（燃烧）反应。

6.5.1.2 热力燃烧系统包括过滤器、燃烧器、点火设备、燃烧室、蓄热室、热交换器、风机、管道（包括燃料输送管道）、排气筒、自控装置及切换阀门、阻火防爆装置、安全连锁装置等。

6.5.1.3 热力燃烧工艺适用于处理连续、稳定生产工艺产生的有机废气。

6.5.1.4 热力燃烧工艺应保证足够的辅助燃料和电力供应。

### 6.5.2 预处理

6.5.2.1 进入燃烧室的废气应进行预处理，去除废气中的颗粒物（包括漆雾）。

6.5.2.2 颗粒物去除宜采用过滤及喷淋等方法，进入热力燃烧工艺中的颗粒物浓度应低于  $50 \text{ mg/m}^3$ 。

6.5.2.3 当有机废气中含有低分子树脂、有机颗粒物、高沸点芳烃和溶剂油等，容易在管道输送过程中形成颗粒物时，应按物质的性质选择合适的喷淋吸收、吸附、静电和过滤等预处理措施。

6.5.2.4 在热力燃烧工艺的安全放散装置后、燃烧室和蓄热室前，应设置去除颗粒物的过滤器，并设压差计，当过滤器的压差超过设定最大压差时，应立即清理或更换过滤材料。

### 6.5.3 性能要求

6.5.3.1 有机废气经过热力燃烧净化后的排放应满足国家或地方排放标准的要求。

6.5.3.2 热力燃烧工艺宜在有机废气进入系统前和净化后的总汇集管段上按照 GB/T16157 的要求设置采样口。

6.5.3.3 进入热力燃烧工艺的有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的 25%以下，对于混合有机化合物，其有机物浓度应根据不同有机化合物的浓度比例和其爆炸下限值进行计算与校核。

6.5.3.4 热力燃烧工艺的主要性能如表 2 所示：

表 2 主要性能指标

序号	项目	单位	一般取值范围	备注
1	处理气体流量	$\text{m}^3/\text{h}$	按设计任务要求确定	根据工艺生产要求、环境标准和车间卫生标准确定
2	燃烧室与蓄热室工作温度	$^{\circ}\text{C}$	720~810	根据有机废气性质，在保证达标排放的情况下，可适当降低
3	换热器出口温度	$^{\circ}\text{C}$	$\leq 400$	应考虑余热的充分利用
4	噪声	$\text{dB (A)}$	$\leq 85$	—

5	燃烧与蓄热设备外壁温度	℃	≤ 60	炉门、检修门、防爆口、传感器安置部位等局部区域≤70℃
6	净化效率	%	≥95	—

**6.5.3.5** 热力燃烧工艺的设计，除了考虑系统正常稳定运行的工况参数外，还应考虑在各种事故状态下排放有机废气的组分、温度、压力、最大排放量及其持续时间、波动范围等控制参数和相应的防火、防爆和防毒等安全措施。

**6.5.3.6** 热力燃烧工艺的设计，应考虑：

a) 燃烧与蓄热工艺流程对燃料平衡的要求；

b) 工艺正常稳定运行、开停工、事故处理、维修吹扫、防爆和阻火过程等对燃烧室、蓄热室、燃烧器、风机、防爆口、阻火器和检测控制系统的要求。

**6.5.3.7** 热力燃烧净化工艺的隔热、保温层应采用阻燃材料。

## 6.5.4 控制要求

**6.5.4.1** 热力燃烧工艺的控制范围包括：废气预处理装置、燃烧室、蓄热室、管道与燃料输送系统、气流调节控制装置与阀门、辅助加热装置、热交换器、阻火器、防爆装置和自动消防设备等。

**6.5.4.2** 热力燃烧的控制系统应根据工艺要求对浓度、温度、压力和废气流量等工艺参数进行自动检测和控制。浓度、温度、流量和压力传感器应根据测量范围和灵敏度要求进行选择，并按相关的技术标准和规范对其进行标定后使用。

**6.5.4.3** 热力燃烧工艺的燃烧器和点火设备的气体进出口处、燃烧室和蓄热室内部应设具有自动报警功能的多点温度检测装置，并与温度调节装置连锁。

**6.5.4.4** 燃烧室和蓄热室内部的两个相邻温度测试点之间距离不宜大于 1m，测试点与设备内壁之间距离不宜小于 60cm。

**6.5.4.5** 自动控制系统采用 PLC 或 DCS 控制。

## 6.5.5 安全要求

**6.5.5.1** 热力燃烧工艺的燃烧室、蓄热室应设置温度检测及点火报警连锁装置，当温度过低或火焰熄灭时，立即发出报警信号，关闭有机废气进气阀门，启动安全放散装置。

**6.5.5.2** 热力燃烧工艺的燃烧室、蓄热室的进口应设置有机废气浓度检测和报警连锁装置，当气体浓度达到有机废气爆炸极限下限的 25%时，立即发出报警信号，启动安全放散装置。

**6.5.5.3** 热力燃烧工艺的燃烧器应设置燃烧安全保护装置。该装置应包括燃料输送管紧急切断阀、燃烧监视装置和相应的检测控制系统。

**6.5.5.4** 在过滤器后、热力燃烧室或蓄热室前，应设置阻火器。阻火器的阻火性能应符合 GB13347 的规定。

**6.5.5.5** 热力燃烧工艺设置区域宜设置可燃气体报警器。凡使用可燃气体和有毒气体检测报警仪的场所，应

配备必要的标定设备和标准气体。

**6.5.5.6** 热力燃烧工艺的管道和设备均应可靠接地，设置专用的静电接地体，并应符合 GB 12158 的规定。

**6.5.5.7** 热力燃烧工艺的燃烧室、蓄热室前的管道顶部应设置压力计、安全泄放装置(安全阀或爆破片装置)。安全泄放装置的设计、制造、运行和检验应符合《压力容器安全技术监察规程》的规定。

**6.5.5.8** 其他安全要求执行 GB20101、GB/T19839、SH3063 和 SH/T3113。

**6.5.5.9** 热力燃烧工艺应远离油库、储油槽、溶剂存放地和其它可以引起爆炸的化学品存放地。建设地点应满足消防、安全和环境保护的安全防护距离要求，且按相关的技术标准和规范进行核定。

## 7 主要气态污染物的处理技术

### 7.1 二氧化硫

#### 7.1.1 二氧化硫治理工艺及选用原则

**7.1.1.1** 二氧化硫治理工艺划分为湿法、干法和半干法，常用工艺包括石灰石/石灰-石膏法、烟气循环流化床法、氨法、镁法、海水法、吸附法、炉内喷钙法、旋转喷雾法、有机胺法、氧化锌法和亚硫酸钠法等。

**7.1.1.2** 二氧化硫治理应执行国家或地方相关的技术政策和排放标准，满足总量控制的要求。

**7.1.1.3** 燃煤电厂烟气脱硫应符合以下规定：

- a) 采用石灰石/石灰-石膏法工艺时应符合 HJ/T179 的规定；
- b) 采用烟气循环流化床工艺时应符合 HJ/T178 的规定；
- c) 燃用高硫燃料的锅炉，当周围 80km 内有可靠的氨源时，经过技术经济和安全比较后，宜使用氨法工艺，并对副产物进行深加工利用；
- d) 燃用低硫燃料的海边电厂，经过技术经济比较和海洋环保论证，可使用海水法脱硫或以海水为工艺水的钙法脱硫。

**7.1.1.4** 工业锅炉/炉窑应因地制宜、因物制宜、因炉制宜选择适宜的脱硫工艺，采用湿法脱硫工艺应符合 HJ/T288、HJ/T319 和 HJ462 的规定。

**7.1.1.5** 钢铁行业根据烟气流量和二氧化硫浓度，结合吸收剂的供应情况，宜选用半干法、氨法、石灰石/石灰-石膏法脱硫工艺。

**7.1.1.6** 有色冶金工业中硫化矿冶炼烟气中二氧化硫浓度大于 3.5%时，应以生产硫酸为主。烟气制造硫酸后，其尾气二氧化硫浓度仍不能达标时，应经脱硫或其他方法处理达标后排放。

#### 7.1.2 技术要求

**7.1.2.1** 脱硫塔的结构型式、材质和防腐防磨措施应根据脱硫工艺的要求选择。塔体材质宜使用碳素钢、玻

玻璃钢、水泥和非金属砌块等；防腐材料宜使用玻璃钢、橡胶、鳞片树脂和合金等。

**7.1.2.2** 强制氧化系统中宜使用氧化风机。根据氧化空气流量和所需压力，氧化风机可选用离心式、罗茨式、活塞式和螺杆式。

**7.1.2.3** 烟气脱硫工艺需要的动力宜由单独设置的增压风机提供，增压风机的流量裕度宜为 10%，温度裕度宜为 10℃，压力裕度为 20%，有一定的工况波动调节能力，与上游引风机有较好的协调性，并根据气体介质的露点温度决定是否需要采取保温及防腐措施。

**7.1.2.4** 氨法脱硫工艺的储氨区应布置在通风条件良好、厂区边缘安全地带；还应根据市场条件和厂内场地条件设置适当的硫酸铵包装及存放场地。设备和建构筑物应满足 GB50160 和 GB50058 的要求。

**7.1.2.5** 湿式脱硫工艺喷淋层宜采用碳钢双面衬胶或增强玻璃钢（FRP）材料防腐防磨。

**7.1.2.6** 为防止浆液沉淀，箱、罐和塔器等设备中应设置搅拌器。搅拌器的设计应进行水力模拟或计算，保证一定的搅拌强度，避免搅拌死区。搅拌器应工作平稳，桨叶和轴采取防腐防磨措施。

**7.1.2.7** 吸收液的雾化宜采用压力雾化或机械雾化，喷嘴材质宜采用合金、碳化硅和陶瓷等。

**7.1.2.8** 浆液泵的泵壳、叶轮、轴和密封材料等应耐腐蚀、耐磨损。

**7.1.2.9** 脱硫副产物的固液分离脱水装置宜采用蒸发式、过滤式、重力式和离心式。

**7.1.2.10** 干法/半干法脱硫工艺中吸收剂宜多次循环利用。吸收剂循环通常使用气力式或机械式循环槽。循环槽应有自动调节负荷装置，便于维护，可靠性高，能连续稳定运行。

**7.1.2.11** 脱硫装置的自动控制宜采用 DCS 控制系统，并与生产主体设备的控制系统有可靠的数据传送。

## **7.2 氮氧化物**

### **7.2.1 氮氧化物控制措施及选用原则**

**7.2.1.1** 控制燃烧产生的氮氧化物（NO<sub>x</sub>）应优先采用低氮燃烧技术。当不能满足环保要求时，应增设选择性催化还原（SCR）、选择性非催化还原（SNCR）等烟气脱硝装置。

**7.2.1.2** 燃煤电厂燃用烟煤、褐煤时，宜采用低氮燃烧技术；燃用贫煤、无烟煤以及环境敏感地区不能达到环保要求时，应增设烟气脱硝系统。

**7.2.1.3** 采用 SCR 脱硝装置时，应优先采用高尘布置方案。

**7.2.1.4** 选择烟气脱硝方式时，应考虑对锅炉的影响。

### **7.2.2 技术要求**

**7.2.2.1** 喷氨混合系统应考虑防腐、防堵和耐磨，并具有良好的热膨胀性、抗热变形性和抗振性。在喷氨混合系统上游和下游宜设置导流或整流装置。

**7.2.2.2** 脱硝反应器宜采用钢结构，设计抗爆压力应与主机相同，合理设计空速。SCR 反应器入口的烟气流速偏差、烟气流向偏差、烟气温度偏差以及  $\text{NH}_3/\text{NO}_x$  摩尔比偏差应控制在合适的范围内，氨的逃逸率应符合 HJ562 和 HJ563 的要求。

**7.2.2.3** 还原剂主要有液氨、氨水和尿素等，还原剂的选择应综合考虑储运和经济性。使用液氨或氨水作为还原剂时，应符合 GB18218、GB50058 和 GB50160 的要求；采用尿素制氨时，可采用热解或水解法。

**7.2.2.4** 催化剂的选型宜与脱硝工艺和污染物气体特性相匹配。

**7.2.2.5** 反应器应至少设置一层催化剂备用层并一次建成，以满足不同生产阶段对  $\text{NO}_x$  排放的要求及催化剂更换要求。

**7.2.2.6** 再生的催化剂使用时，其转化率等性能应当达到新的催化剂的 90% 以上。

**7.2.2.7** 脱硝装置设计时，应考虑催化剂失效后的再生或废弃处理措施。

**7.2.2.8** 工艺设计前，脱硝工艺宜进行数值模拟和物理模化试验，保证气流及还原剂进入催化剂时均匀分布。

**7.2.2.9** 设置脱硝装置时，应同步考虑主机下游部件的防腐蚀和防堵塞措施。

**7.2.2.10** SCR 和 SNCR 工艺的总平面布置应符合 GB50058 及 GB50160 等防火、防爆有关规范的规定。

**7.2.2.11** 还原剂储运制备系统的布置应考虑主风向的影响。系统区域内应按照相关规范设有运输、消防和疏散通道。地上、半地下的储罐或储罐组应设置非燃烧、耐腐蚀材料的防火堤，系统周围应就地设置排水沟。区域内应设风向指示标，并安装摄像头。

**7.2.2.12** 还原剂储运和制备区域应有应急处理安全防范设施。

## **7.3 挥发性有机化合物（VOCs）**

### **7.3.1 主要挥发性有机物**

挥发性有机化合物废气主要包括低沸点的烃类、卤代烃类、醇类、酮类、醛类、醚类、酸类和胺类等。应当重点控制在石油化工、制药、印刷、造纸、涂料装饰、表面防腐、交通运输、金属电镀和纺织等行业排放废气中的挥发性有机化合物。

### **7.3.2 挥发性有机化合物的基本处理技术**

**7.3.2.1** 回收类方法：主要有吸附法、吸收法、冷凝法和膜分离法等。

**7.3.2.2** 消除类方法：主要有燃烧法、生物法、低温等离子体法和催化氧化法等。

### **7.3.3 挥发性有机物处理技术的选用原则**

**7.3.3.1** 吸附法适用于低浓度挥发性有机化合物废气的有效分离与去除，是一种广泛应用的化工工艺单元，由于每单元吸附容量有限，宜与其他方法联合使用。

**7.3.3.2** 吸收法宜用于废气流量较大、浓度较高、温度较低和压力较高的挥发性有机化合物废气的处理。工艺流程简单，可用于喷漆、绝缘材料、黏接、金属清洗和化工等行业应用。

**7.3.3.3** 冷凝法宜用于高浓度的挥发性有机化合物废气回收和处理属高效处理工艺，宜作为降低废气有机负荷的前处理方法，与吸附法、燃烧法等其他方法联合使用，回收有价值的产品。

**7.3.3.4** 膜分离法宜用于较高浓度挥发性有机化合物废气的分离与回收，属高效处理工艺，选择时，应考虑预处理成本、膜元件造价、寿命、堵塞等因素。

**7.3.3.5** 燃烧法宜用于处理可燃、在高温下可分解和在目前技术条件下还不能回收的挥发性有机化合物废气，燃烧法应回收燃烧反应热量，提高经济效益。

**7.3.3.6** 生物法宜在常温、适用于处理低浓度、生物降解性好的各类挥发性有机化合物废气，对其他方法难处理的含硫、含氮、苯酚和氰等的废气可采用特定微生物氧化分解的生物法。

a) 生物过滤法：宜用于处理气量大、浓度低和浓度波动较大的挥发性有机化合物废气，可实现对各类挥发性有机化合物的同步去除，工业应用较为广泛；

b) 生物洗涤法：宜用于处理气量小、浓度高、水溶性较好和生物代谢速率较低的挥发性有机化合物废气；

c) 生物滴滤法：宜用于处理气量大、浓度低，降解过程中产酸的挥发性有机化合物废气，不宜处理入口浓度高和气量波动大的废气。

**7.3.3.7** 低温等离子体法、催化氧化法和变压吸附法等工艺，宜用于气体流量大、浓度低的各类挥发性有机化合物废气处理。

#### **7.3.4 技术要求**

**7.3.4.1** 应依据达标排放要求，选择单一方法或联合方法处理挥发性有机化合物废气。

**7.3.4.2** 可以采用吸附剂浸渍法提高吸附剂的吸附容量和选择性，加强吸附法的处理效果，相关技术要求应符合 6.3 的要求。

**7.3.4.3** 采用吸收法应定期更换吸收剂，相关技术要求符合 6.2 的要求。

**7.3.4.4** 挥发性有机化合物废气浓度在 0.5 % 以上时宜采用冷凝法处理，冷凝过程宜采用恒定温度下用增大压力的办法来实现，也可在恒定压力的条件下用降低温度的办法来实现。应根据实际净化要求和成本预算选择合适的工艺过程。

**7.3.4.5** 挥发性有机化合物废气的体浓度在 0.1 % 以上时宜采用膜分离法处理，应采取防止膜堵塞的措施。气体分离膜材料应具有高的透气性、较高的机械强度及化学稳定性和良好的成膜加工性能。

**7.3.4.6** 采用燃烧法处理挥发性有机化合物废气时应重点避免二次污染。如废气中含有硫、氮和卤素等成分

时，燃烧产物应按照相关标准处理处置，如采用催化燃烧后的催化剂。辅助燃烧的燃料，相关技术要求应符合 6.4、6.5 的要求。

**7.3.4.7** 挥发性有机化合物废气的体浓度在 0.1 % 以下时宜采用生物法处理，含氯较多的挥发性有机化合物废气不宜采用生物降解。采用生物法处理时应监控各项工艺参数在要求的范围内，对于难氧化的恶臭物质应后续采取其他工艺去除，避免二次污染。

## **7.4 恶臭**

### **7.4.1 恶臭气体的种类**

**7.4.1.1** 含硫的化合物: 如硫化氢、二氧化硫、硫醇、硫醚类等;

**7.4.1.2** 含氮的化合物: 如胺、氨、酸胺、吡啶类等;

**7.4.1.3** 卤素及衍生物: 如卤代烃等;

**7.4.1.4** 氧的有机物: 如醇、酚、醛、酮、酸、酯等;

**7.4.1.5** 烃类: 如烷、烯、炔烃以及芳香烃等。

### **7.4.2 恶臭气体的基本处理技术**

**7.4.2.1** 物理学方法: 主要有水洗法，物理吸附法，稀释法和掩蔽法。

**7.4.2.2** 化学方法: 主要有药液吸收（氧化吸收、酸碱液吸收）法，化学吸附（离子交换树脂、碱性气体吸附剂和酸性气体吸附剂）法和燃烧（直接燃烧和催化氧化燃烧）法。

**7.4.2.2** 生物学方法: 主要有生物过滤法，生物吸收法和生物滴滤法。

### **7.4.3 恶臭气体处理技术的选用原则**

**7.4.3.1** 当难以用单一方法处理以达到恶臭气体排放标准时，宜采用联合脱臭法。

**7.4.3.2** 物理类的处理方法宜作为化学或生物处理的预处理，在达到排放标准要求的前提下也可做为唯一的处理工艺。

**7.4.3.3** 化学吸收类处理方法宜用于处理大气量、高中浓度的恶臭气体。在处理大流量气体方面工艺成熟，净化效率相对不高，处理成本相对较低。

**7.4.3.4** 化学吸附类的处理方法宜用于处理低浓度、多组分的恶臭气体。属常用的脱臭方法之一，净化效果好，吸附剂的再生较困难，处理成本相对较高。

**7.4.3.5** 化学燃烧类的处理方法宜用于处理连续排气、高浓度的可燃性恶臭气体，净化效率高，处理费用高。

**7.4.3.6** 化学氧化类的处理方法宜用于处理高中浓度的恶臭气体，净化效率高，处理费用高。

**7.4.3.7** 生物类处理方法宜用于气体浓度波动不大，浓度较低或复杂组分的恶臭气体处理，净化效率较高。

#### **7.4.4 技术要求**

**7.4.4.1** 采用化学吸收类处理方法时应重点控制二次污染，依据不同的恶臭气体组分选择合适的吸收剂，相关技术要求符合 6.2 的要求。

**7.4.4.2** 采用化学吸附类的处理方法应选择与恶臭气体组分相匹配的吸附剂，按照工艺要求，对温度和含尘量进行严格控制，相关技术要求应符合 6.3 的要求。

**7.4.4.3** 采用化学燃烧类的处理方法时应对机械设备采取防腐蚀措施，使恶臭气体与燃料气充分混合并完全燃烧，控制末端形成的二次污染。相关技术要求应符合 6.4、6.5 的要求。

**7.4.4.4** 采用化学氧化类的处理方法的应依据不同的恶臭气体组分选择合适的氧化媒介及工艺条件。

**7.4.4.5** 采用生物类处理方法时应依据实际恶臭气体性质筛选，驯化微生物，实时监测微生物代谢活动的各种信息。

**7.4.4.6** 在排放浓度满足排放标准时，可考虑采用稀释法和掩蔽法。

#### **7.5 卤化物气体**

##### **7.5.1 主要卤化物**

**7.5.1.1** 在大气污染治理方面，卤化物主要包括无机卤化物和有机卤化物气体。

**7.5.1.2** 有机卤化物（卤代烃类）气体属挥发性有机化合物为重点关注的气态污染物质。有机卤化物气体治理技术参照 7.3、7.4 的要求。

**7.5.1.3** 重点控制的无机卤化物废气包括：氟化氢、四氟化硅、氯气、溴气、溴化氢和氯化氢（盐酸酸雾）等。

**7.5.1.4** 重点控制在化工、橡胶、制药、水泥、化肥、印刷、造纸、玻璃和纺织等行业排放废气中的无机卤代物。

##### **7.5.2 卤化物气体的基本处理技术**

**7.5.2.1** 物理化学类方法：固相（干法）吸附法、液相（湿法）吸收法和化学氧化脱卤法；

**7.5.2.2** 生物学方法：生物过滤法，生物吸收法和生物滴滤法；

##### **7.5.3 卤化物气体处理技术的选用原则**

**7.5.3.1** 在对无机卤化物废气处理时应首先考虑其回收利用价值。如氯化氢气体可回收制盐酸，含氟废气能生产无机氟化物和白炭黑等。

**7.5.3.2** 吸收和吸附等物理化学方法在资源回收利用和卤化物深度处理上工艺技术相对成熟，优先使用物理化学类方法处理卤化物气体。

**7.5.3.3** 吸收法治理含氯或氯化氢（盐酸酸雾）废气时，宜采用碱液吸收法。

**7.5.3.4** 垃圾焚烧尾气中的含氯废气宜采用碱液或碳酸钠溶液吸收处理。

**7.5.3.5** 吸收法治理含氟废气，吸收剂宜采用水、碱液或硅酸钠。

- a) 对于低浓度氟化氢废气，宜采用石灰水洗涤；
- b) 用水吸收氟化氢时生成氢氟酸，同时有硅胶生成，应注意随时清理，防止系统堵塞。

**7.5.3.6** 电解铝行业治理含氟废气宜采用氧化铝粉吸附法。

## **7.5.4 技术要求**

**7.5.4.1** 治理设备应特别考虑卤化物对金属的腐蚀特点，选择合适的防腐材料。

**7.5.4.2** 用水吸收含氟废气宜采用多级吸收，吸收装置宜采用文丘里洗涤器、喷射式洗涤器等，也可采用湍球塔、空塔等。

**7.5.4.3** 用吸收法处理含氯、氯化氢废气时宜采用湍球塔、喷淋塔或填料塔，设备材料宜采用聚氯乙烯、橡胶衬里或玻璃鳞片树脂衬里。用氢氧化钠作吸收剂时，应注意降温并保持较高的 pH 值。

**7.5.4.4** 采用氧化铝粉吸附法治理含氟废气的主要工艺要求如下：

a) 输送床净化工艺：输送床（管道）内流速一般为 15 m/s ~18m/s，排出气体经除尘器净化达标后排空，吸附饱和的氧化铝送往电解槽炼铝；

b) 沸腾床（流化床）净化工艺：沸腾床层上氧化铝的静止高度可为 30 mm ~40mm，床内气体流速约为 0.28m/s，净化后的气流经除尘器净化达标后排空，吸附饱和的氧化铝送电解槽炼铝。

**7.5.4.5** 利用吸收工艺的相关技术要求应符合 6.2 的要求；利用吸附工艺的相关技术要求应符合 6.3 的要求。

## **7.6 重金属**

### **7.6.1 主要重金属**

大气中应重点控制的重金属污染物有：汞、铅、砷、镉、铬及其化合物。

### **7.6.2 重金属废气的基本处理技术**

**7.6.2.1** 重金属废气的基本处理方法包括：过滤法，吸收法，吸附法，冷凝法和燃烧法。

**7.6.2.2** 考虑重金属不能被降解的特性，大气污染物中重金属的治理应重点关注：

- a) 物理形态：应从气态转化为液态或固态，达到重金属污染物从气相中脱离的目的；
- b) 化学形态：应控制重金属元素价态朝利于稳定化、固定化和降低生物毒性的方向进行，如在富含氯离子和氢离子的废气中，Cd（元素镉）易生成挥发性更强的 CdCl<sub>2</sub>，不利于将废气中镉的去除，应控制反应体系中氯离子和氢离子的浓度；
- c) 二次污染：应按照相关标准要求处理重金属废气治理中使用过的洗脱剂，吸附剂和吸收液，避免

二次污染。

**7.6.2.3** 应当重点控制在石油化工、金属冶炼、垃圾焚烧、电镀电解、电池、钢铁、涂料、表面防腐、机械制造和交通运输等行业排放废气中的重金属污染物。

### **7.6.3 汞及其化合物废气处理**

**7.6.3.1** 汞及其化合物废气一般处理方法是：吸收法，吸附法，冷凝法和燃烧法。

**7.6.3.2** 冷凝法宜用于净化回收高浓度的汞蒸汽，可采取常压和加压两种方式，常做为吸收法和吸附法净化汞蒸气的前处理。

**7.6.3.3** 针对不同的工业生产工艺，较为成熟的吸收法处理工艺有：

a) 高锰酸钾溶液吸收法适用于处理仪表电器厂的含汞蒸汽，循环吸收液宜为 0.3% ~0.6%  $\text{KMnO}_4$  溶液， $\text{KMnO}_4$  利用率较低，应考虑吸收液的及时补充；

b) 次氯酸钠溶液吸收法适用于处理水银法氯碱厂含汞氢气，吸收液宜为  $\text{NaCl}$  与  $\text{NaClO}$  的混合水溶液，此吸收液来源广，但此工艺流程复杂，操作条件不易控制；

c) 硫酸-软锰矿吸收法适用处理炼汞尾气以及含汞蒸汽，吸收液为硫酸-软锰矿的悬浊液；

d) 氯化法处理汞蒸汽：烟气进入脱汞塔，在塔内与喷淋的  $\text{HgCl}_2$  溶液逆流洗涤，烟气中的汞蒸汽被  $\text{HgCl}_2$  溶液氧化生成  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  沉淀，从而将汞去除。 $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  沉淀剧毒，生产过程中需加强管理和操作。

**7.6.3.4** 充氯活性炭吸附法宜用于含汞废气处理。活性炭层需预先充氯，含汞蒸汽需预除尘，汞与活性炭表面的  $\text{Cl}_2$  反应生成  $\text{HgCl}_2$ ，达到除汞目的。

**7.6.3.5** 燃烧法宜用于燃煤电厂含汞烟气的处理。采用循环流化床燃煤锅炉，燃烧过程中投加石灰石，烟气采用电除尘器或袋除尘器净化。

**7.6.3.6** 废气中重点控制的汞的化合物包括氯化汞和雷汞。

a) 活性炭吸附法宜用于氯乙烯合成气中氯化汞的净化；

b) 氨液吸收法宜用于氯化汞生产废气的净化；

c) 消化吸附法宜用于雷汞的处理。

### **7.6.4 铅及其化合物废气处理**

**7.6.4.1** 铅及其化合物废气宜用吸收法处理。

**7.6.4.2** 酸液吸收法适用于净化氧化铅和蓄电池生产中产生的含铅烟气，也可用于净化熔化铅时所产生的含铅烟气。宜采用二级净化工艺：第一级用袋滤器除去较大颗粒；第二级用化学吸收。吸收剂（醋酸）的腐蚀性强，应选用防腐蚀性能高的设备；

**7.6.4.3** 碱液吸收法适用于净化化铅锅、冶炼炉产生的含铅烟气。含铅烟气进入冲击式净化器进行除尘及吸

收吸收剂 NaOH 溶液腐蚀性强，应选用防腐蚀性能高的设备。

## **7.6.5 砷、镉、铬及其化合物废气处理**

**7.6.5.1** 砷、镉、铬及其化合物废气通常采用吸收法和过滤法处理。

**7.6.5.2** 含砷烟气宜采用冷凝-除尘-石灰乳吸收法处理工艺。含砷烟气经冷却至 200℃ 以下，蒸汽状态的氧化砷迅速冷凝为微粒，经袋除尘器净化后，尾气进入喷雾塔，用石灰乳洗涤，净化后，尾气除雾，经引风机排空。含砷烟气亦可在塑料板（或管）制成的吸收器内装入强酸性饱和高锰酸钾溶液，进行多级串联鼓泡吸收。

**7.6.5.3** 镉、铬及其化合物废气宜采用袋式除尘器在风速小于 1m/min 时过滤处理。烟气温度较高需要采取保温措施。

## **7.6.6 技术要求**

利用吸收工艺的相关技术要求应符合 6.2 的要求；利用吸附工艺的相关技术要求应符合 6.3 的要求；利用燃烧工艺的相关技术要求应符合 6.4 和 6.5 的要求。

# **8 公用**

**8.1** 室外给水设计应符合 GB50013 的要求，室外排水设计应符合 GB50014 的要求，建筑给水排水设计应符合 GB50015 的要求，建筑中水设计应符合 GB50336 的要求，工业循环水冷却设计应符合 GB/T50102 的要求。

**8.2** 消防及火灾报警应符合 GB50016、GB50140 和 GB50116 的要求。

**8.3** 建构筑物应符合 GB50009、GB50010、GB50017、GB50003、GB50011、GB50191、GB50007 和 JGJ79 的要求。

**8.4** 电气系统应符合 GB50229、GB50217、GB50057、GB50060、GB50058、GB50116、DL/T5153、DL/T5136、DL/T620、DL/T5137、DL/T5041、DL/T5044、DLGJ56 和 SDJ26 的要求。

**8.5** 热工自动化应符合 GB50229、GB50116、GB50217、NDGJ16、SDJ26、DL/T5190.5、DL/T657、DL/T658 和 DL/T659 的规定。

**8.6** 泵的型式有离心泵、旋涡泵、混流泵、轴流泵、往复泵、转子泵等，泵的型式和材料应根据介质特性、现场安装条件、流量、扬程等选择。泵与管道、槽、塔连接时应在出入口部分加装伸缩节，以减小振动对管道及设备的影响，泵的运行应符合 GB/T13466、GB/T13468、GB/T13469 的要求。

**8.7** 阀的型式有闸阀、截止阀、止回阀、调节阀、旋塞阀、蝶阀、安全阀、疏水阀、底阀和球阀等，阀的型式和材料应根据介质特性、功能要求、流量和压力等选择。阀的安装应注意位置、体位和介质流向等。

**8.8** 电动机的结构型式及保护方式应满足使用场所的环境条件，各项参数选择应技术经济合理，有适当的

备用余量，并符合 GB755 及 GB19517 的要求。

**8.9** 金属和非金属材料应符合 GB150、HGJ209、HG/T3797 和 HGJ32 的要求。

## **9 安全与职业卫生**

### **9.1 一般规定**

**9.1.1** 大气污染治理工程在设计、建设和运行过程中，应高度重视劳动安全和职业卫生，采取相应措施，消除事故隐患，防止事故发生。

**9.1.2** 安全和职业卫生设施应与污染治理工程同时设计、同时施工和同时投产使用。

**9.1.3** 应对劳动者进行劳动安全与职业卫生培训，提供所需的防护用品，定期进行健康检查。

**9.1.4** 污染治理工程的设计、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 GBJ87 及 GB50040 的要求，风机噪声应符合 JB/T8690 的要求。室内噪声和振动应符合 GBZ1 的要求。

### **9.2 安全**

**9.2.1** 大气污染治理工程在设计、安装、调试、运行和维修过程中应始终贯彻“安全第一、预防为主”的原则，遵守安全技术规程和相关设备安全性要求的规定。

**9.2.2** 大气污染治理工程的防火、防爆设计应符合 GB50016、GB50058、GB15577 的要求。

**9.2.3** 危险化学品的使用应符合《危险化学品安全管理条例》的要求。

**9.2.4** 建立并严格执行经常性和定期性的安全检查制度，制定安全事故应急预案。

**9.2.5** 可能突然放散大量有害气体或爆炸危险气体的建筑物，应设置事故通风装置。

**9.2.6** 输送和储存易燃、易爆物质的设备和管道应设置泄爆装置，并采取防静电接地措施，不得使用易积累静电的绝缘材料。

**9.2.7** 处理易燃易爆气体时，除控制处理气体的浓度、温度之外，在管道系统的适当位置，应安装符合相关规定的阻火装置。

**9.2.8** 电除尘器的壳体应可靠接地，接地电阻应不大于  $2\ \Omega$ 。

**9.2.9** 输送、处理高温气体的管道和设备应设置保温层或安全防护距离，防止烫伤。

**9.2.10** 外表面温度高于  $60\ ^\circ\text{C}$  的管道和输送有爆炸危险物质的管道，其外表面之间及与建筑物之间应有按规定设计安全距离。

## 9.3 职业卫生

9.3.1 职业卫生体系应符合 GB/T28001 的要求。职业卫生设计应符合 GBZ1、GBZ2.1、GBZ2.2 的要求。

9.3.2 操作(控制)室和工作岗位应采取采暖、通风、防尘和隔声等措施，防止职业病发生，保护劳动者健康。

## 10 工程施工与验收

### 10.1 一般规定

10.1.1 污染治理工程应按工程设计图纸、技术文件和设备安装图纸等要求组织施工。

10.1.2 污染治理工程施工单位，应具有与该工程相应的资质等级。

10.1.3 污染治理工程建设单位应成立专门的项目管理机构，参与设计会审、设备监制、施工质量检查，制定运行和维护规章制度；培训工人，组织、参与工程各阶段验收、调试和试运行；并建立设备安装及运行档案。

10.1.4 与生产工程同步建设的大气污染治理工程应与生产工程同时验收；现有生产设备配套或改造的治理设施应进行单独验收。

### 10.2 施工

10.2.1 大气污染治理工程施工和设备安装应符合相应的国家或行业规范。

10.2.2 施工单位应根据施工要求制定完善的施工组织设计。

10.2.3 施工使用的材料、半成品和部件应符合国家现行标准和设计要求，并取得供货商的合格证书，严禁使用不合格产品。

10.2.4 设备安装之前应对土建工程按安装要求进行验收，验收记录和结果应作为工程竣工验收资料之一。

10.2.5 对国外引进专用设备除应按供货商提供的设备技术规范、合同规定和商检文件执行外，还应符合我国现行国家或行业工程施工及验收标准要求。

10.2.6 袋式除尘器安装应符合 JB/T8471 的要求；电除尘器的安装应符合 DL/T514 的要求。

10.2.7 压缩机、风机和泵的安装应符合 GB50275 的要求。

10.2.8 管道的安装应符合 GB50236 的要求。

10.2.9 电除尘器的调试应符合 JB/T6407 的要求。

10.2.10 固定床吸附净化装置安装应符合 HJ/T386 的要求；工业废气吸收净化装置安装应符合 HJ/T387 的要求；工业有机废气催化净化装置安装 HJ/T388 的要求。

**10.2.11** 连续监测装置的安装应符合 HJ/T76 的要求。

### **10.3 工程验收**

**10.3.1** 土建工程验收应符合 GB50300、GB50202、GB50203、GB50204 和 GB50205 及相关验收规范的要求。

**10.3.2** 安装工程验收应符合 GB50231、GB50236、GB50275、GB/T13931、HJ/T76、JB/T8471、GB50254、GB50255、GB50256、GB50257、GB50258、GB50259、JB/T8536、JB/T9688、DL/T5403 和安装文件的有关要求。

**10.3.3** 工程完工后，施工单位向建设单位提交工程竣工验收申请。验收程序和内容按建设项目竣工验收程序执行。

**10.3.4** 工程竣工验收依据主管部门的批准文件、设计文件及设计变更文件、合同及其附件和设备技术文件等。

### **10.4 工程环境保护验收**

**10.4.1** 竣工环境保护验收应符合《建设项目竣工环境保护验收管理办法》以及行业环境保护验收规范的要求。

**10.4.2** 建设单位应结合试运行组织具备相应资质的单位进行性能试验。性能试验报告和工程质量验收报告作为环境保护验收的技术依据。

**10.4.3** 验收监测应符合《建设项目环境保护设施竣工验收监测技术要求》的规定。

**10.4.4** 污染治理设施的自动连续监测及数据传输系统，应与治理工程同时进行环境保护验收。

## **11 运行维护**

**11.1** 设备的运行和维护应符合设备说明书和相关技术规范的规定。

**11.2** 污染治理设施在正常运行工况下，处理效果应满足国家或地方排放标准。

**11.3** 污染治理设施投入运行后，未经当地环境保护行政主管部门批准，不得停止运行或拆除。

**11.4** 生产单位应设立环境保护管理部门，配备管理人员、技术人员和必要的设备，制定治理系统运行及维护的规章制度，主要设备的运行、维护和操作规程。

**11.5** 污染治理设施的操作和维护应责任到人。岗位工人应通过培训考核上岗，熟悉本岗位运行及维护要求，遵守劳动纪律，执行操作规程。

**11.6** 严格执行交接班工作制度，岗位工人应填写运行记录，运行记录定期上报企业生产和环保管理部门，

并存档。

**11.7** 污染治理设施中的易损设备、配件和通用材料，由生产单位按机械设备管理规程和工艺安全运行要求储备，保证治理设施的正常运行。

**11.8** 应制定污染治理系统大、中检修计划和应急预案。污染治理系统检修时间应与工艺设备同步，对治理系统和设备应进行随检和定检，检修和检查结果应记录并存档。

**11.9** 应及时发现和处理检测仪器的故障，并定期校准。