

# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2039-2014

---

## 火电厂除尘工程技术规范

Technical specifications for dedusting engineering of thermal power plants

（发布稿）

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。

2014-06-10 发布

2014-09-01 实施

---

环 境 保 护 部 发布

# 目 次

前 言.....	I
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	3
4 污染物和污染负荷.....	4
5 总体要求.....	5
6 工艺设计.....	7
7 主要工艺设备.....	19
8 检测与过程控制.....	20
9 主要辅助工程.....	22
10 劳动安全、职业卫生与消防.....	25
11 施工与验收.....	26
12 运行和维护.....	27
附录 A（资料性附录）除尘器技术参数.....	31
附录 B（资料性附录）电除尘器选型步骤.....	34
附录 C（资料性附录）袋式除尘器选型步骤.....	35
附录 D（资料性附录）电除尘高压电源的特性及比较.....	36
附录 E（资料性附录）电除尘器高压高频电源技术要求.....	38
附录 F（资料性附录）电除尘器升压记录表.....	40
附录 G（资料性附录）电除尘器运行记录表.....	41
附录 H（资料性附录）袋式除尘器运行记录表.....	42
附录 I（资料性附录）电袋复合除尘器运行记录表.....	43

## 前 言

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》，规范火电厂除尘工程建设和运行管理，改善大气环境质量，制定本标准。

本标准规定了火电厂除尘工程的设计、施工、验收、运行和维护等技术要求。

本标准为指导性文件。

本标准首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：北京市环境保护科学研究院、国电环境保护研究院、清华大学、浙江菲达环保科技股份有限公司、山东奥博环保科技有限公司、江苏新中环保股份有限公司、福建龙净环保股份有限公司

本标准环境保护部2014年06月10日批准。

本标准自2014年09月01日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 火电厂除尘工程技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了火电厂烟（粉）尘的治理原则和措施，以及除尘工程设计、施工、验收、运行和维护等技术要求。

本标准适用于燃煤及煤矸石电厂的除尘工程，包括锅炉产生烟气的除尘工程和无组织排放过程（煤炭转运、贮存、破碎，脱硫剂的制备，灰渣去除及转运等过程）的除尘工程。可作为环境影响评价、工程设计与施工、建设项目竣工环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。燃用重油、生物质发电厂的烟（粉）尘治理及除尘工程可参照执行。

## 2 规范性引用文件

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

GB 2158	工作场所职业病危害警示标识
GB 2893	安全色
GB 2894	安全标志及其使用导则
GB 4053.1	固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯
GB 4053.2	固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯
GB 4053.3	固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台
GB 4208	外壳防护等级（IP代码）
GB 7251	低压成套开关设备和控制设备
GB 12348	工业企业厂界噪声排放标准
GB 13223	火电厂大气污染物排放标准
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 50007	建筑地基基础设计规范
GB 50009	建筑结构荷载规范
GB 50010	混凝土结构设计规范
GB 50011	建筑抗震设计规范
GB 50014	室外排水设计规范
GB 50015	建筑给水排水设计规范
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50017	钢结构设计规范
GB 50018	冷弯薄壁型钢结构技术规范
GB 50019	采暖通风与空气调节设计规范
GB 50029	压缩空气站设计规范

GB 50040	动力机器基础设计规范
GB 50052	供配电系统设计规范
GB 50054	低压配电设计规范
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GB 50140	建筑灭火器配置设计规范
GB 50187	工业企业总平面设计规范
GB 50217	电力工程电缆设计规范
GB 50229	火力发电厂与变电站设计防火规范
GB 50251	输气管道工程设计规范
GB 50660	大中型火力发电厂设计规范
GB/T 3797	电气控制设备
GB/T 3859.1	半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-1部分：基本要求规范
GB/T 3859.2	半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-2部分：应用导则
GB/T 5117	非合金钢及细晶粒钢焊条
GB/T 5118	热强钢焊条
GB/T 6719	袋式除尘器技术要求
GB/T 7595	运行中变压器油质量
GB/T 11352	一般工程用铸造碳钢件
GB/T 14048	低压开关设备和控制设备
GB/T 16845	除尘器 术语
GB/T 50033	建筑采光设计标准
GBJ 87	工业企业噪声控制设计规范
GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素
GBZ 2.2	工作场所有害因素职业接触限值第2部分：物理因素
DL/T 387	火力发电厂烟气袋式除尘器选型导则
DL/T 461	燃煤电厂电除尘器运行维护导则
DL/T 514	电除尘器
DL/T 620	交流电气装置的过电压保护和绝缘配合
DL/T 1121	燃煤电厂锅炉烟气袋式除尘工程技术规范
DL/T 5035	火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程
DL/T 5044	电力工程直流系统设计技术规程
DL/T 5072	火力发电厂保温油漆设计规程
DL/T 5121	火力发电厂烟风煤粉管道设计技术规程
DL/T 5137	电测量及电能计量装置设计技术规程

HJ/T 284	环境保护产品技术要求 袋式除尘器用电磁脉冲阀
HJ/T 320	环境保护产品技术要求 电除尘器高压整流电源
HJ/T 321	环境保护产品技术要求 电除尘器低压控制电源
HJ/T 324	环境保护产品技术要求 袋式除尘器用滤料
HJ/T 326	环境保护产品技术要求 袋式除尘器用覆膜滤料
HJ/T 327	环境保护产品技术要求 袋式除尘器滤袋
HJ/T 328	环境保护产品技术要求 脉冲喷吹类袋式除尘器
HJ/T 329	环境保护产品技术要求 回转反吹袋式除尘器
HJ/T 330	环境保护产品技术要求 分室反吹类袋式除尘器
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范
JB 10191	袋式除尘器 安全要求 脉冲喷吹类袋式除尘器用分气箱
JB/T 5845	高压静电除尘用整流设备 试验方法
JB/T 5906	电除尘器 阳极板
JB/T 5911	电除尘器焊接件 技术要求
JB/T 5913	电除尘器 阴极线
JB/T 5916	袋式除尘器用电磁脉冲阀
JB/T 5917	袋式除尘器用滤袋框架技术条件
JB/T 6407	电除尘器设计、调试、运行、维护 安全技术规范
JB/T 7671	电除尘器 气流分布模拟试验方法
JB/T 8471	袋式除尘器安装技术要求与验收规范
JB/T 8532	脉冲喷吹类袋式除尘器
JB/T 8536	电除尘器机械安装技术条件
JB/T 9535	户内、户外防腐电工产品 环境技术要求
JB/T 9688	电除尘用晶闸管控制高压电源
JB/T 10341	滤筒式除尘器
JB/T 11267	顶部电磁锤振打电除尘器
JB/ZQ 3687	手工电弧焊的焊接规范
SDZ 019	焊接通用技术条件

《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局令 第 13 号）

### 3 术语和定义

GB/T 16845界定的术语和定义及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 除尘工程 dust removal engineering

治理烟（粉）尘污染的工程，由烟道、除尘器、风机以及系统辅助装置组成。

#### 3.2 卸、输灰系统 ash discharging and transportation system

将除尘器收集的烟尘输送至指定地点的成套装置。

### 3.3 标准状态 standard condition

烟气在温度为273K，压力为101.325 kPa时的状态，简称“标态”。本标准中所规定的大气污染物浓度均指标准状态下干烟气的数值。

### 3.4 低低温电除尘器 low low temperature ESP

通过低温省煤器或 MGGH 降低电除尘器入口烟气温度至酸露点以下，最低温度应满足湿法脱硫系统工艺温度要求的电除尘器。

### 3.5 湿式电除尘器 wet ESP

利用液体清洗收尘极的电除尘器。

### 3.6 电袋复合除尘器 electrostatic-fabric integrated precipitator

静电除尘和过滤除尘机理结合的一种复合除尘器。

### 3.7 锅炉最大连续工况 boiler maximum continuous rating

锅炉最大连续蒸发量下的工况，简称BMCR工况。

### 3.8 锅炉经济运行工况 boiler economic continuous rating

锅炉经济蒸发量下的工况，对应于汽轮机机组热耗保证工况，简称BECR工况。

## 4 污染物和污染负荷

### 4.1 污染物

4.1.1 火电厂的烟(粉)尘主要包括火电厂锅炉燃烧过程产生的烟尘以及无组织排放的粉尘。

4.1.2 火电厂锅炉烟气的主要成分包括： $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  及烟尘等。

4.1.3 火电厂锅炉烟尘的主要化学成分包括： $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{TiO}_2$  等。

4.1.4 无组织排放粉尘主要包括火电厂的煤炭转运、贮存、破碎，脱硫剂的制备以及灰渣去除及转运等过程中产生的粉尘。

### 4.2 污染负荷

4.2.1 根据工程设计需要，需收集火电厂锅炉含尘气体理化性质等原始资料，主要包括：

- a) 锅炉的烟气量（正常量、最大量）；
- b) 烟气温度及变化范围（最高温度、正常温度、露点温度）；
- c) 含尘浓度（实际工况浓度、标态、 $\text{O}_2$  含量为 6% 的干烟气浓度）；
- d) 烟气成分（ $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等）及浓度；
- e) 烟气含湿量、相对湿度；
- f) 烟尘化学成分（ $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{TiO}_2$  等）；

g) 烟尘比电阻（包括实验室和工况）、粒度、真密度、堆积密度、黏附性等。

4.2.2 已建锅炉加装或改造除尘系统时，其设计工况和校核工况宜根据除尘系统入口处的实测烟气参数确定，并考虑燃料的变化趋势。

4.2.3 无组织排放粉尘负荷宜根据实际需要来设定所需除尘排风量。

### 4.3 除尘效果

4.3.1 烟尘排放浓度应符合 GB 13223 的规定。

4.3.2 无组织排放的粉尘浓度应符合 GB 16297 的规定。

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

#### 5.1.1 烟气除尘工程

5.1.1.1 火电厂应加强燃料管理与配比，尽可能保证在设计条件下运行，以确保后续除尘器的运行效果，满足达标排放要求。

5.1.1.2 除尘工程应根据排放要求、锅炉燃烧煤种以及烟尘特性等进行技术经济比较后确定除尘器类型。

5.1.1.3 除尘工程应根据电力生产工艺合理配置，不应设置旁路。

5.1.1.4 除尘工程设计耐压等级、抗震设防应满足国家和行业设计规范要求。

5.1.1.5 除尘工程建设、运行过程中产生的废水、废渣及其他污染物的防治与排放，应贯彻执行国家现行的环境保护法规等有关规定，不得产生二次污染。

5.1.1.6 除尘工程的设计、建设应采取有效的隔声、消声、绿化等降低噪声的措施，噪声和振动应符合 GBJ 87 和 GB 50040 的规定，厂界噪声应符合 GB 12348 的规定。

5.1.1.7 火电厂烟气排放应设置连续监测系统进行监测，并与当地环保部门联网。烟气除尘器进、出口应设置烟气人工采样孔及操作平台。

#### 5.1.2 无组织排放粉尘除尘工程

5.1.2.1 无组织排放粉尘控制主要包括除尘、全封闭、半封闭、围挡、洒水抑尘、固化等，应加强日常的运行管理。

5.1.2.2 无组织排放粉尘应符合 GB 16297 的规定，必要时还应结合周围景观的要求，对除尘工程进行美化。

### 5.2 烟气除尘工程总平面布置

5.2.1 烟气除尘工程由烟道、除尘器、卸灰装置、引风机、烟气连续监测系统、温度及压力检测装置、电气及控制系统以及压缩空气供给等辅助系统组成。

5.2.2 总平面布置应遵循的原则包括：设备运行稳定、管理维护方便、经济合理、安全卫生等。除尘工程总体布局应符合 GB 50660 和 GBZ 1 的规定，并符合下列要求：

a) 工艺流程合理，除尘器等主体设备应尽量靠近污染源布置；各项设施的布置应顺畅、紧凑、美观；

b) 合理利用地形、地质条件，并考虑主导风向等大气条件；



- c) 充分利用厂区内现有公用设施及供配电系统，并兼顾发展的可能需求；
- d) 交通便利、运输畅通，方便施工及运行维护并考虑突发事故对周围可能造成的影响。

5.2.3 除尘工程的场地标高、排水、防洪等均应符合 GB 50187 的规定。

5.2.4 除尘工程的主体设备之间应留有足够的安装空间、检修空间；交通运输便捷。主体设备周边应设有运输通道和消防通道，其消防设计应符合 GB 50016 的规定。主体设备周边还应具备塔吊或汽车吊工作条件。

5.2.5 总平面布置应防止有害气体、烟（粉）尘、强烈振动和高噪声对周围环境的危害。

5.2.6 新建项目应预留适度的空地，以适应排放标准趋严的需要。

5.2.7 除尘工程烟道跨道路、铁路高空敷设时，烟道设计应符合 GB 50251 的规定，并留有一定的富余高度。

5.2.8 除尘工程管架包括进出气烟道、输灰管路、电缆桥架等及其支架。管架的布置应符合下列要求：

- a) 净空高度及基础位置不得影响交通运输、消防及检修；
- b) 不应妨碍建筑物自然采光与通风。

5.2.9 管架与建筑物、构筑物之间的最小水平间距应符合表 1 的规定。

**表 1 管架与建筑物、构筑物之间的最小水平间距 单位：m**

建筑物、构筑物名称	最小水平间距
建筑物有门窗的墙壁外缘或突出部分外缘	3.0
建筑物无门窗的墙壁外缘或突出部分外缘	1.5
道路	1.0
人行道外缘	0.5
厂区围墙（中心线）	1.0
照明及通信杆柱（中心）	1.0
注 1：表中间距除注明者外，管架从最外边线算起；道路为城市型时，自路面边缘算起，为公路型时，自路肩边缘算起。	
注 2：本表不适用于低架式、地面式及建筑物的支撑式。	

5.2.10 管架跨越铁路、道路的最小垂直间距应符合表 2 的规定。

**表 2 管架跨越铁路、道路的最小垂直间距 单位：m**

名称	最小垂直间距
铁路（从轨顶算起，一般管线）	5.5 <sup>a</sup>
道路（从路拱算起）	5.0 <sup>b</sup>
人行道（从路面算起）	2.2/2.5 <sup>c</sup>
注 1：表中间距除注明者外，管线自防护设施的外缘算起，管架自最低部分算起。	
注 2： <sup>a</sup> 架空管线、管架跨越电气化铁路的最小垂直间距应符合有关规范规定。	
<sup>b</sup> 有大件运输要求或在检修期间有大型起吊设备通过的道路应根据需要确定。困难时，在保证安全的前提下可减至 4.5 m。	
<sup>c</sup> 街区内人行道为 2.2 m，街区外人行道为 2.5 m。	

5.2.11 控制室等建筑物的室内地坪标高、设备基础顶面标高应高出室外地面 0.15 m 以上。

有车辆出入的建筑物室内、外地坪高差一般为 0.15 m~0.30 m；无车辆出入的室内、外高差可大于 0.30 m。

5.2.12 消火栓宜靠近道路，其分布应满足消火半径范围的要求。室外消火栓间距不应大于 120 m。消火栓距路边不应大于 2 m，距房屋外墙不宜小于 5 m。

5.2.13 建（构）筑物的防火间距应符合 GB 50016 的规定。

5.2.14 总图布置宜进行方案比选，提出推荐方案，并绘制总平面图。

## 6 工艺设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 火电厂除尘工程应根据生产工艺和排放要求合理配置。除尘工程出口向环境排放时应符合国家和地方大气污染物排放标准、建设项目环境影响评价文件和总量控制的规定；工作场所粉尘职业接触限值应符合GBZ 1和GBZ 2.1、GBZ 2.2规定的限值要求。

6.1.2 除尘工程应适应污染源气体的变化，当烟尘特性及浓度在一定范围内变化时应能正常运行。除尘工程应与生产工艺设备同步运转，可用率应为100%。

6.1.3 除尘器设计寿命应与配套机组相匹配，设计寿命应按30年设计，总体设计应符合GB 50660的规定。

6.1.4 除尘系统布置以及所采取的防冻、保温等措施应符合GB 50019的规定。灰斗应设置保温及加热系统。

6.1.5 除尘器卸、输灰方式应满足综合利用的要求，粉尘贮存和运输应防止二次污染。

6.1.6 除尘过程中产生的二次污染应采取相应的治理措施。

### 6.2 工艺流程

6.2.1 火电厂常见的烟气除尘工艺流程见图 1。

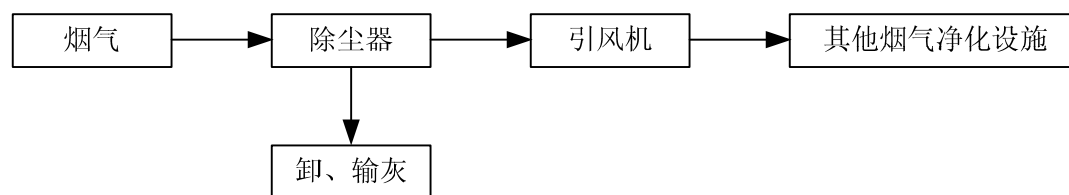


图 1 火电厂烟气除尘工艺流程

6.2.2 火电厂主要无组织排放点及控制措施见表 3。

表 3 火电厂无组织排放点及其控制措施

排放点	颗粒物控制措施
原料场/煤场	封闭式圆形（或条形）煤场、筒仓、防风抑尘网
输煤栈桥/廊道	喷水、全封闭
转运点	集尘罩+袋式除尘器或湿式除尘器
煤破碎	集尘罩+袋式除尘器
卸料间	袋式除尘器
干除灰	袋式除尘器
脱硫剂制备系统	密闭措施+袋式除尘器
灰场	喷水、辗压、固化

### 6.3 无组织排放集尘罩设计要求

6.3.1 能够设置集尘罩的无组织排放源应优先考虑设置集尘罩，并满足生产操作和检修的要求。

6.3.2 集尘罩的排风口不宜靠近敞开的孔洞（如操作孔、观察孔、出料口等），以免吸入大量空气或物料。集尘罩设计时应充分考虑气流组织，避免含尘气流通过人的呼吸区。

6.3.3 集尘罩的排风量应按照防止粉尘扩散到环境空间的原则确定。

6.3.4 在集尘罩可能进入杂物的场合，罩口应设置格栅。

### 6.4 除尘方式的选择

6.4.1 除尘方式的选择应因地制宜、因煤制宜、因炉制宜，通过技术经济比较，遵循能够经济有效地实现稳定达标排放的原则。

6.4.2 能够满足火电厂烟尘排放标准要求的除尘器主要包括电除尘器、袋式除尘器和电袋复合除尘器。鼓励采用各种经验证较为有效的除尘新技术组合。

### 6.5 电除尘器设计

#### 6.5.1 一般规定

6.5.1.1 电除尘器设计应考虑下列条件：

a) 系统概况，包括锅炉技术参数、脱硫方式、脱硝方式、引风机、锅炉除尘方式、锅炉排渣方式等；

b) 烟尘的理化性质，包括化学成分（包括 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{TiO}_2$ 等）、粒度、比电阻（包括实验室比电阻和烟气工况比电阻）、密度（包括堆积密度和真密度）和安息角等；

c) 烟气成分，包括  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等；

d) 烟气参数，包括电除尘器入口烟气流速、电除尘器入口烟气温度、烟气露点温度、电除尘器入口处烟气最大含尘浓度；

e) 厂址气象和地理条件；

f) 电除尘器占地、输灰方式；

- g) 电除尘器一次性投资费用、运行费用（水、电、备品备件等）；
- h) 电除尘器的运行维护及用户管理水平要求；
- i) 烟尘回收利用的价值及形式；
- j) 设计煤种和校核煤种的煤质资料；
- k) 除尘器的出口排放限值及除尘效率。

6.5.1.2 电除尘器选型的整体性能要求包括电除尘器出口烟尘排放浓度、本体压力降、本体漏风率和年运行小时数。其中，出口烟尘排放浓度和年运行小时数应根据设计要求确定。

6.5.1.3 电除尘器的配置和结构应根据处理烟气量确定，同时考虑烟气性质、除尘效率要求、工况要求等影响，一般情况可参考以下要求配置：

- a) 电除尘器台数：1~4 台；
- b) 电场数：一般不少于 4 个，当电除尘器出口烟尘浓度限值为  $20 \text{ mg/m}^3$  时不少于 5 个；
- c) 比集尘面积（SCA）：当电除尘器出口烟尘浓度限值为  $30 \text{ mg/m}^3$  时不小于  $110 \text{ m}^2/(\text{m}^3/\text{s})$ ；当电除尘器出口烟尘浓度限值为  $20 \text{ mg/m}^3$  时不小于  $130 \text{ m}^2/(\text{m}^3/\text{s})$ 。

6.5.1.4 电除尘器的供电电源宜采用节能、高效的电源技术。

6.5.1.5 电除尘器技术参数参见附录A中表A.1。

## 6.5.2 性能要求

6.5.2.1 电除尘器应在下列条件下达到保证效率：

- a) 需方提供的设计条件；
- b) 一个供电分区不工作。当一台炉配一台单室电除尘器时，不予考虑；双室以上的一台电除尘器，按停一个供电分区考虑；小分区供电按停两个供电分区考虑；
- c) 烟气温度为设计温度加 $10^\circ\text{C}\sim 15^\circ\text{C}$ ；
- d) 烟气量为设计烟气量加10%的余量；
- e) 电除尘器燃用设计煤种或校核煤种均应达到保证效率；需要时也可按照最差煤种考虑，但应予以说明。

6.5.2.2 电除尘器的本体漏风率和本体压力降应符合DL/T 514的规定。

6.5.2.3 距电除尘器壳体1.5 m处的最大噪声级不超过85 dB（A）。

## 6.5.3 本体设计要求

6.5.3.1 壳体应符合下列要求：

- a) 壳体应密封、保温、防雨、防顶部积水，外壳体内应尽量避免死角或灰尘积聚；
- b) 电除尘器的承载部件应有足够的刚度、强度以保证安全运行，承载部件应符合JB/T 5911、DL/T 514及GB 50017的规定；
- c) 采用引风机与增压风机合并时，应对除尘器壳体及相关烟道的刚度、强度进行核算；
- d) 壳体的材料根据被处理烟气的性质确定，其厚度应不小于4 mm；
- e) 壳体应设有检修门、扶梯、平台、栏杆、护沿、人孔门、通道等；电除尘器的每一个电场前后均应设置人孔门和通道，电除尘器顶部应设有检修门，圆形人孔门直径至少为600mm，矩形人孔门尺寸应至少为450 mm×600 mm；平台载荷应至少为 $4 \text{ kN/m}^2$ ，扶梯载荷

应至少为 $2\text{ kN/m}^2$ ，楼梯、防护栏杆、平台等安全技术条件应符合GB 4053.1～GB 4053.3的规定；

f) 通向每一本体高压部分的入口门处应设置高压隔离开关柜（箱），并与该高压部分供电的整流变压器联锁；

g) 绝缘子应设有加热装置；

h) 应充分考虑壳体热膨胀。

#### 6.5.3.2 阳极板和阴极线应符合下列要求：

a) 阳极板（收尘极板）应符合JB/T 5906 或JB/T 11267的规定，厚度一般不应小于 $1.2\text{ mm}$ ，材质一般采用SPCC；

b) 阴极线（放电极）应牢固、可靠，具有良好的电气性能和振打清灰性能；

c) 阴极线应符合JB/T 5913或JB/T 11267的规定；

d) 阳极板和阴极线框架应有防摆动的措施。

6.5.3.3 振打系统应能满足清灰要求，振打加速度符合DL/T 461的规定，振打程序可调。振打装置的材质和形式应根据烟尘粘连性等特性确定。顶部电磁锤振打电除尘器应符合JB/T 11267的规定。

#### 6.5.3.4 气流分布装置应符合下列要求：

a) 每台电除尘器的入口均应配备多孔板或其他形式的均流装置，以便烟气均匀地流过电场；

b) 各室的流量与理论分配流量的相对误差应不超过 $\pm 5\%$ ；

c) 电除尘器气流分布模拟试验及气流分布均匀性应符合JB/T 7671和DL/T 514的规定。

#### 6.5.3.5 支承应符合下列要求：

a) 除一个用固定支承外，其余为单向和万向活动支承；

b) 支承安装后上平面标高偏差为 $\pm 5\text{ mm}$ 。

#### 6.5.3.6 灰斗应符合下列要求：

a) 灰斗跨度沿长度方向宜限于单个电场，如超过一个电场时，应具有防止烟气短路的措施；沿宽度方向数量应尽可能减少；

b) 灰斗钢板厚度由灰斗容积和烟尘的物理特性确定，一般不应小于 $5\text{ mm}$ ；

c) 灰斗内应装有阻流板，其下部应尽量远离排灰口，灰斗斜壁与水平面的夹角不应小于 $60^\circ$ ，相邻壁交角的内侧应做成圆弧型；

d) 灰斗的容积应满足最大含尘量满负荷运行 $8\text{ h}$ 的储灰量需要，灰斗储灰重按满灰斗状态 $120\%$ 计算；

e) 灰斗应有加热措施。在采用蒸汽加热时，加热面应均匀地分布于灰斗下部不少于 $1/3$ 的表面上；在采用电加热时，应有恒温装置；

f) 灰斗应设有捅灰孔和防灰流粘结或结拱的设施；当采用气化装置时，每只灰斗应装设一组气化板，设计时应避开捅灰孔。

#### 6.5.3.7 保温设计应符合DL/T 5072的规定，并满足下列要求：

- a) 应保证电除尘器的使用温度高于烟气酸露点温度10℃以上（低低温电除尘器除外）；
- b) 保温范围包括进、出口烟箱、壳体、灰斗、顶盖等；
- c) 护板的敷设应牢固、平整、美观。

#### 6.5.3.8 整流变压器的起吊设施应符合下列要求：

- a) 应能将整流变压器由顶部吊至地面，并有相应的孔洞和钢丝绳长度；
- b) 应为电动，电动机应为防潮型，并有安全措施；
- c) 油浸式硅整流变压器下应设储油槽，各储油槽应有导油管引至地面。

#### 6.5.4 钢结构设计要求

##### 6.5.4.1 钢结构设计应符合GB 50009、GB 50011、GB 50017及GB 50018的规定。

##### 6.5.4.2 电除尘器钢结构应能承受的荷载包括：

- a) 电除尘器荷载（自重、保温层重、附属设备重、储存灰重等）；
- b) 地震荷载；
- c) 风载；
- d) 雪载；
- e) 检修荷载；
- f) 部分烟道荷重。

##### 6.5.4.3 除尘器支承结构应是自撑式的，并能把所有垂直和水平负荷转移到柱子基础上。

##### 6.5.4.4 电除尘器的钢结构设计温度为300℃。

#### 6.5.5 材料及油漆

##### 6.5.5.1 承重结构的钢材宜采用 Q235 钢、Q345 钢、Q390 钢或 Q420 钢。

##### 6.5.5.2 下列情况的承重结构和构件不应采用 Q235 沸腾钢：

a) 焊接结构：直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构；工作温度低于-20℃的直接承受动力荷载或振动荷载但可不验算疲劳的结构，以及承受静力荷载的受弯及受拉的重要承重结构；工作温度等于或低于-30℃的所有承重结构；

b) 非焊接结构：工作温度等于或低于-20℃的直接承受动力荷载。

6.5.5.3 承重结构采用的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构还应具有炭含量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材还应具有冷弯实验的合格保证。

6.5.5.4 对于需要验算疲劳的焊接结构钢材，应具有常温冲击韧性的合格保证。当结构工作温度介于-20℃～0℃之间时，Q235 钢和 Q345 钢应具有 0℃冲击韧性的合格保证；对 Q390 钢和 Q420 钢应具有-20℃冲击韧性的合格保证。当结构工作温度不高于-20℃时，对 Q235 钢和 Q345 钢应具有-20℃冲击韧性的合格保证；对 Q390 钢和 Q420 钢应具有-40℃冲击韧性的合格保证。

##### 6.5.5.5 铸钢材质应符合 GB/T 11352 的规定。

##### 6.5.5.6 钢结构的连接材料应符合下列要求：

- a) 焊接应符合 GB/T 5117 或 GB/T 5118 的规定。对直接承受动力荷载或振动荷载且需

要验算疲劳的结构，应采用低氢型焊条；

b) 手工焊接材料应符合 JB/ZQ 3687 的规定，自动焊接或半自动焊接材料应符合 SDZ 019 的规定。

6.5.5.7 油漆应符合下列要求：

- a) 钢结构应涂防锈底漆及面漆；
- b) 电气设备所涂油漆应符合 JB/T 9535 的规定；
- c) 设备包装前应涂有防腐漆。

6.5.6 电除尘器的选型步骤参见附录 B。

## 6.6 袋式除尘器设计

6.6.1 一般规定

6.6.1.1 袋式除尘器设计应考虑下列条件：

- a) 系统概况，包括锅炉技术参数、脱硫方式、脱硝方式、引风机、锅炉除尘方式、锅炉排渣方式等；
- b) 烟尘的理化性质，包括粒度、密度（包括堆积密度和真密度）和安息角等；
- c) 烟气成分，包括  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等；
- d) 烟气参数，包括袋式除尘器入口烟气量、袋式除尘器入口烟气温度、烟气露点温度、袋式除尘器入口处烟气最大含尘浓度；
- e) 厂址气象和地理条件；
- f) 袋式除尘器占地、输灰方式；
- g) 袋式除尘器一次性投资费用、滤料的寿命要求、运行费用（水、电、备品备件等）；
- h) 袋式除尘器的运行维护及用户管理水平要求；
- i) 烟尘回收利用的价值及形式；
- j) 设计煤种和校核煤种的煤质资料；
- k) 袋式除尘器的出口排放限值及除尘效率。

6.6.1.2 袋式除尘器选型的整体性能要求包括袋式除尘器出口烟尘排放浓度、本体压力降、本体漏风率和年运行小时数。其中，出口烟尘排放浓度和年运行小时数应根据设计要求确定。

6.6.1.3 袋式除尘器支承结构应是自撑式的，并能把所有垂直和水平负荷转移到柱子基础上。

6.6.1.4 袋式除尘器的钢结构设计温度为  $300^\circ\text{C}$ 。

6.6.1.5 对一般性烟尘，袋式除尘器宜采用在线清灰；对超细及粘性大的粉尘可采用离线清灰。

6.6.1.6 袋式除尘器设计阻力应根据烟尘性质、清灰方式及频度、入口浓度、排放浓度、运行能耗、滤袋寿命等因素综合考虑，其终期阻力一般不超过  $1500\text{ Pa}$ 。

6.6.1.7 袋式除尘器处理含尘气体量按其进口工况体积流量计取。过滤面积计算时不考虑系统漏风。

6.6.1.8 袋式除尘器清灰方式应根据烟尘的物理性质确定。燃煤锅炉烟气宜采用行喷吹袋式

除尘器或回转脉冲喷吹袋式除尘器。

6.6.1.9 袋式除尘器宜采用外滤式过滤形式。

6.6.1.10 袋式除尘器结构耐压按最大负载压力的1.2倍设计。

6.6.1.11 袋式除尘器过滤面积按公式（1）计算：

$$A = \frac{Q}{60 \cdot u_f} \dots\dots\dots (1)$$

式中：A—过滤面积，m<sup>2</sup>（离线清灰时还应加上离线清灰过滤单元的过滤面积）；

$u_f$ —过滤风速，m<sup>3</sup>/（m<sup>2</sup>·min）；

Q—处理含尘气体量（反吹风类除尘器还应包括反吹风量），m<sup>3</sup>/h。

6.6.1.12 袋式除尘器滤袋数量按公式（2）计算：

$$n = \frac{A}{\pi DL} \dots\dots\dots (2)$$

式中：n—滤袋个数，计算后取整；

A—除尘器的过滤面积，m<sup>2</sup>；

D—单个滤袋的外径，m；

L—单个滤袋的长度，m。

6.6.1.13 袋式除尘器过滤风速的选取应考虑烟尘的特性、除尘器压力降、清灰方式和排放浓度等，可按工程经验和同类项目类比取值。以下场合宜选取较低的过滤风速：

- a) 烟尘粒径小、比重小、粘性大；
- b) 烟尘浓度较高、磨琢性大。

6.6.1.14 除尘器过滤仓室进、出风口应设置切换阀，并具有自动或手动、阀位识别、流向指示等功能。

6.6.1.15 切换阀应可靠、灵活和严密，阀体和阀板应具有良好的刚性。

6.6.1.16 袋式除尘器宜采用上进风或中部进风方式。无论采用上进风、中部进风或灰斗进风方式均应设置有效的导流装置。

6.6.1.17 袋式除尘器灰斗容积应考虑输灰设备检修期内的储灰能力，锥度应保证粉尘流动顺畅，灰斗斜面与水平面之间的夹角宜不小于60°。

6.6.1.18 袋式除尘器花板设计应符合下列要求：

- a) 花板厚度宜取 5 mm～6 mm；
- b) 花板加强筋的高度不小于 50 mm，筋板厚度应大于 5 mm；
- c) 花板平整、光洁，不应有挠曲、凹凸不平等缺陷，平面度偏差不大于其长度的 2 ‰；
- d) 花板孔中心定位偏差小于 0.5 mm，花板孔径偏差为 0～+0.5 mm。

6.6.1.19 袋式除尘器灰斗上部不宜设检修走道或敷设格栅网。中箱体下部不应设人孔门，灰斗下部应设检查门便于检查滤袋安装情况，指导滤袋调整。

6.6.1.20 当净气室高度大于 2 m 时，应在净气室侧面设人孔门，顶部宜设通风孔，便于采



光、通风和滤袋安装。

6.6.1.21 当净化高温、高湿度和腐蚀性气体时，袋式除尘器净气室内表面应做高温防腐处理。

6.6.1.22 分气箱的设计、制造和检验应符合 JB 10191 的规定。其截面可以是矩形或圆形，其底部应设置放水阀。

6.6.1.23 电磁脉冲阀主要技术性能参数有：规格型号、工作压力和温度、流量特性、阻力特性、开关特性、供电参数、膜片寿命和通用性等。

6.6.1.24 淹没式脉冲阀宜水平布置于分气箱上，其输出口中心应与阀体中心重合，不得偏移和歪斜。输出口应与阀座平行。

6.6.1.25 喷吹管应有可靠的定位和固定装置，并便于拆卸和安装。

6.6.1.26 花板、滤袋及框架三者应相互匹配，匹配的主要内容和要求包括：

- a) 袋口与花板的配合，即严密性、张紧度和牢固性；
- b) 滤袋框架碗口翻边与袋口的配合，滤袋框架的重量应由花板承担；
- c) 滤袋与滤袋框架的间隙配合，要求松紧度适宜，并考虑滤袋的收缩性；
- d) 滤袋与滤袋框架的长度配合，框架底部与袋底间隙宜为 15 mm~20 mm。

6.6.1.27 滤袋框架的材质宜为冷拔钢丝或不锈钢。纵筋直径不小于 3 mm，间距不宜大于 35mm~40 mm；反撑环钢丝直径不小于 4 mm，节距不宜大于 250 mm。

6.6.1.28 滤袋框架应有足够的强度和刚度，焊点应牢固、平滑，不得有裂痕、凹坑和毛刺，不允许有脱焊和漏焊。

6.6.1.29 当滤袋框架为多节结构时，接口部位不得对滤袋造成磨损，接口形式应便于拆、装。

6.6.1.30 应根据袋式除尘器的使用场合对滤袋框架作相应的防腐处理。

6.6.1.31 滤袋的包装和运输应采用箱装，并有防雨措施。滤袋框架吊装和运输时应有专用的货架，露天放置时应有塑料袋包装且有防雨措施。

6.6.1.32 大型袋式除尘器顶部宜设置起吊装置，起吊重量不小于最大检修部件的重量。

6.6.1.33 当袋式除尘器处理锅炉燃煤烟气时，除尘系统应设预涂灰、喷水降温等保护装置。

6.6.1.34 袋式除尘器的选型应符合 DL/T 387 的规定，其步骤参见附录 C。

6.6.1.35 袋式除尘器技术参数参见附录 A 中的表 A.2。

## 6.6.2 性能要求

6.6.2.1 袋式除尘器应在下列条件下达到保证性能：

- a) 需方提供的设计条件；
- b) 烟气温度不超过滤料的容许常时温度；
- c) 烟气量不超过设计烟气量加 10% 的余量。

6.6.2.2 距袋式除尘器壳体 1.5 m 处的最大噪声级不超过 85 dB(A)。

## 6.6.3 本体设计要求

6.6.3.1 袋式除尘器本体结构宜为框架式钢结构，附属设施应包括平台、走梯、栏杆、测点

及其他安全防护设施等。设计时应按GB 50017、GB 4053.1、GB 4053.2、GB 4053.3的有关  
规定执行。

6.6.3.2 袋式除尘器本体结构设计应考虑以下因素：处理烟气量、除尘工艺流程与设备配置、  
载荷分布与特性、运行与维护、安全防护措施、保温及测点位置等。

6.6.3.3 壳体应符合下列要求：

- a) 壳体应密封、保温、防雨、防顶部积水，外壳体内应尽量避免死角或灰尘积聚；
- b) 袋式除尘器的承载部件应有足够的刚度、强度以保证安全运行，承载部件应符合  
GB 50017的规定；
- c) 采用引风机与增压风机合并时，应对袋式除尘器壳体及相关烟道的刚度、强度进行  
核算；
- d) 壳体的材料根据被处理烟气的性质确定，其厚度应不小于4 mm；
- e) 壳体应设有检修门、扶梯、平台、栏杆、护沿、人孔门、通道等；圆形人孔门直径  
至少为600 mm，矩形人孔门尺寸应至少为450 mm×600 mm；平台载荷应至少为4 kN/m<sup>2</sup>，扶  
梯载荷应至少为2 kN/m<sup>2</sup>，楼梯、防护栏杆、平台等安全技术条件应符合GB 4053.1、GB  
4053.2、GB 4053.3的规定。

6.6.3.4 气流分布装置应符合下列要求：

- a) 应采取合适的导流装置，使不同通道的流量与理论分配流量的相对误差不超过±5%；
- b) 袋式除尘器内部应配置合适的均流装置，避免滤室内产生局部高速气流。

6.6.3.5 支承应符合下列要求：

- a) 除一个用固定支承外，其余为单向和万向活动支承或全部采用固定支承，用钢支架  
合理的挠度来消除热膨胀；
- b) 支承安装后上平面标高偏差为±5 mm。

6.6.3.6 灰斗应符合下列要求：

- a) 灰斗钢板厚度由灰斗容积和烟尘的物理特性确定，一般不应小于5 mm；
- b) 灰斗下部应尽量远离排灰口，灰斗斜壁与水平面的夹角不应小于60°，相邻壁交角的  
内侧应做成圆弧型；
- c) 灰斗的容积应满足最大含尘量满负荷运行8 h的储灰量需要，灰斗储灰重按满灰斗状  
态120%计算；
- d) 灰斗应有加热措施。在采用蒸汽加热时，加热面应均匀地分布于灰斗下部不少于1/3  
的表面上；在采用电加热时，应有恒温装置；
- e) 灰斗应设有捅灰孔和防灰流粘结或结拱的设施；当采用气化装置时，每只灰斗应装  
设一组气化板，设计时应避开捅灰孔。

6.6.3.7 保温设计应符合DL/T 5072的规定，并满足下列要求：

- a) 应保证袋式除尘器的使用温度高于烟气露点温度10℃以上；
- b) 保温范围包括进、出口烟箱、壳体、灰斗、顶盖等；
- c) 护板的敷设应牢固、平整、美观。

6.6.4 钢结构设计要求

6.6.4.1 钢结构设计应符合GB 50009、GB 50011、GB 50017及GB 50018的规定。

6.6.4.2 袋式除尘器钢结构应能承受的荷载包括：

- a) 袋式除尘器荷载（自重、保温层重、附属设备重、储存灰重等）；
- b) 地震荷载；
- c) 风载；
- d) 雪载；
- e) 检修荷载；
- f) 部分烟道荷重。

#### 6.6.5 材料

6.6.5.1 袋式除尘器制造应符合HJ/T 328、HJ/T 329、HJ/T 330、JB/T 10341 的规定。滤袋应符合HJ/T 327的规定，滤袋框架应符合JB/T 5917 的规定，滤料应符合HJ/T 324 和HJ/T 326 的规定，电磁脉冲阀应符合JB/T 5916和HJ/T 284的规定，滤料和滤袋还应满足GB/T 6719的规定。

6.6.5.2 滤料的选用可参考表 4。

表 4 滤料选用推荐表

序号	煤含硫量 S	常时烟气温度 T (°C)	滤料		
			纤维	基布	克重 (g/m <sup>2</sup> )
1	S<1.0%	Ts≤T≤140	PPS	PPS	550
2	S<1.0%	Ts≤T≤160	PPS	PTFE	550
3	1.0%≤S<1.5%	Ts≤T≤160	70%PPS+30%PTFE	PTFE	600
4	1.5%≤S<2.0%	Ts≤T≤160	50%PPS+50%PTFE	PTFE	640
5	S≥2.0%	Ts≤T≤160	30%PPS+70%PTFE	PTFE	680
6	S≥2.0%	Ts≤T≤240	PTFE 覆膜或涂层	PTFE	750
7	S≤1.0%	Ts≤T≤240	P84	P84	550
8	1.0%≤S<2.0%	Ts≤T≤240	50%P84+50%PTFE	PTFE	640
PPS: 聚苯硫醚的缩写。PTFE: 聚四氟乙烯的缩写。P84: 聚酰亚胺的缩写。Ts: 烟气酸露点温度加 10℃。					

6.6.5.3 袋笼材质通常选用 Q215 或 Q235 等优质低碳冷拔线材。袋笼需要防腐蚀时，可选用 304、316 或 316L 的不锈钢材质。

6.6.5.4 脉冲阀的选择应根据滤袋数量、直径、长度、形状及所需气量等确定。脉冲阀应符合 JB/T 5916 的规定。

#### 6.7 电袋复合除尘器设计

6.7.1 电袋复合除尘器电区的设计应满足6.5的要求，袋区的设计应满足6.6的要求，电袋复合除尘器技术参数参见附录A中表A.3。

6.7.2 电袋复合除尘器的气流分布设计应满足以下要求：

- a) 设计时，宜采用数值模拟试验方式确定一个进气源中不同烟道的烟气流量并优化除尘器内部的气流分布；
- b) 同一进气源中，不同烟道的流量与各烟道平均流量之差不宜超过±5%；

- c) 同一除尘器内部各出口风门的流量与平均流量之差不得超过 $\pm 10\%$ ;
- d) 电区与袋区的结合部应布置合适的导流装置, 避免高速气流冲刷滤袋, 并减小上升气流。

## 6.8 除尘管道及附件

### 6.8.1 管道布置的一般要求:

- a) 管道应尽量沿墙或柱敷设, 管道与梁、柱、墙、设备及管道之间应留有适当距离, 净间距不应小于 200 mm; 架空管道高度应符合表 2 的规定;
- b) 为避免水平管道积灰, 可采用倾斜管道布置;
- c) 火电厂除尘管道和引风机进、出口烟道宜采用矩形管道;
- d) 除尘管道布置应防止管道积灰, 易积灰处应设置清灰设施和检查孔(门)。

6.8.2 除尘管道风速的选择应考虑烟尘的粒径、真密度、磨琢性、浓度等因素, 防止管道风速过高加剧管道磨损, 避免管道风速过低造成管道积灰。满负荷运行时, 垂直管道的风速应不小于 10 m/s, 水平管道的风速应不小于 12 m/s。除尘管道的壁厚应根据烟气温度、腐蚀性、管径、跨距、加固方式及烟尘磨琢性等因素综合确定, 壁厚取值参照 DL/T 5121 的规定。

### 6.8.3 管道应有足够的强度和刚度, 否则应进行加固。管道加固应符合下列要求:

- a) 加强筋设计应考虑管道直径、介质最高温度、介质最大压力、设计荷载等因素;
- b) 当管道直径大于 1500 mm 时应在管道外表面均匀设置加强筋, 加强筋的间距可按管径 1~1.5 倍设置。矩形管道还可采用内部支撑的辅助加固方式, 内撑杆宜采用 16 Mn 钢管, 当用碳钢管时应采取防磨措施;
- c) 对于输送含爆炸性气体和粉尘的管道, 加强筋按 DL/T 5121 要求设置;
- d) 处于负压运行的烟道, 应防止横向加强筋翼缘受压弯扭失稳, 必要时应设置纵向加强筋。纵向加强筋应与横向加强筋翼缘焊牢。

6.8.4 输送烟尘浓度高、粉尘磨琢性强的含尘烟气时, 除尘管道中弯头、三通等易受冲刷部位应采取防磨措施。通常弯头的曲率半径不宜小于管道直径。

6.8.5 管道与除尘器、风机、热交换器等设备的连接宜采用法兰连接。管道、弯头、三通的连接采用焊接。

6.8.6 管道可采用搭接、角接和对接三种形式。焊接搭接长度不得小于 5 倍钢板厚度且  $\geq 25\text{mm}$ 。

### 6.8.7 间断焊接焊缝的净距应符合下列要求:

- a) 在受压构件中不应大于 15 倍钢板厚度;
- b) 在受拉构件中不应大于 30 倍钢板厚度;
- c) 对于加强筋与板壁间的双面断续交错焊缝, 其净距可为 75 mm~150 mm。

6.8.8 吸尘点的支管上宜设手动调节阀; 间歇运行的干管上应设风量自动调节阀, 并与生产设备连锁。

6.8.9 管道阀门的形式和功能应根据烟气条件和工艺要求选定。管道阀门的技术参数应包括

公称通径、公称压力、开闭时间、阻力系数、控制参数等，同时关注阀门的耐温性、严密性、调节性等性能。

6.8.10 管道阀门选型应综合考虑可靠性、刚性、严密性、耐磨性、耐腐蚀性、耐温性，并应符合以下技术要求：

- a) 开闭时间：阀门的启闭时间应满足生产和除尘工艺要求；
- b) 安全性：对于电动、气动阀门的执行器，应具有手动开闭的功能。对于大口径的阀门，其传动机构上应设机械锁；
- c) 固定方式：对于大口径阀门，应设有固定方式和支座，阀门的重量应有支座承担；
- d) 流向：阀门应有明显的流动方向标识；
- e) 执行器的方位：选型时应明确传动方式和执行器的方位。

6.8.11 大口径阀门的轴应水平布置。当必须垂直布置时，阀板轴应采用推力轴承结构。“常闭”的阀门宜设置在垂直管道上，以防止管道积灰。

6.8.12 当输送的烟气温度高于 120℃且在管线的布置上又不能靠自身补偿时，管道应设置补偿器；补偿器两端应设管道活动支架。

6.8.13 风机进出口应设置柔性连接件，其长度在 150 mm~300 mm 为宜，与其连接的管道应设固定支架。

6.8.14 除尘器、烟气换热器进出口管道、生产设备排烟口、排风口等特殊部位应设置测试孔。测试孔的位置应选在气流流动平稳管段。测试孔的数量和分布应符合HJ/T 397的规定。测试孔处应有测试平台及栏杆。

6.8.15 管道应采取保温措施。

## 6.9 卸、输灰

6.9.1 除尘器收集的烟尘回收利用应符合GB 50019的有关规定。

6.9.2 除尘器的灰斗及中间贮灰斗的卸灰口应设置插板阀、卸灰阀、落灰短管及相应的气力输送、机械输送或水冲灰设备。

6.9.3 输灰系统宜采用正压气力输送系统，当条件适宜时，也可采用负压气力输送系统或机械输送系统。卸灰过程不应产生二次污染。

6.9.4 电除尘器每个电场的灰量分布差别较大，卸、输灰设备的能力应充分考虑各个电场的灰量分布不同，并且考虑前一级电场停运时，对后面电场卸灰、输灰设备的影响。

6.9.5 袋式除尘器下每个灰斗的灰量分布基本一致，卸、输灰设备的能（出）力可以考虑相同配置。

6.9.6 若采用电袋复合除尘器，卸、输灰设备既要考虑电除尘器的特性，又要考虑袋式除尘器的特性。

6.9.7 除尘器收集的粉尘外运时应避免二次污染，宜采用粉尘加湿、卸灰口集尘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。

6.9.8 排灰装置应能达到设计的排灰能力，排灰顺畅，并保持良好的气密性，避免粉尘泄漏

和漏风。

6.9.9 卸灰阀的上方宜存有一定高度的灰封。灰封高度可按公式（3）估算：

$$H = \frac{0.1 \times \Delta P}{\rho} + 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：H—灰封高度，mm；

$\Delta P$ —除尘器内负压绝对值，Pa；

$\rho$ —粉尘的堆积密度，g/cm<sup>3</sup>。

6.9.10 卸灰系统应设有必要的起吊和检修场地。

## 7 主要工艺设备

### 7.1 电除尘器高压电源

7.1.1 高压整流变压器应符合 JB/T 9688 的规定。

7.1.2 高压整流变压器应能适合户外（户内）的使用要求，户外使用时应为一体式。

7.1.3 高压整流变压器应有二次电流、电压信号及温度取样接口。

7.1.4 高压整流变压器工作时不应対无线电、电视、电话和其他厂内通讯设备产生干扰。

7.1.5 高压输出端在进入电场前应配置合适的高压阻尼电阻。

7.1.6 高压整流变压器应无漏、渗油现象。

7.1.7 高压整流变压器应在喷漆（喷塑）前进行表面防锈处理，沿海地区应采用防盐雾漆。

7.1.8 高压整流变压器应安装气体继电器或释压阀。

7.1.9 高压电源出厂前应作模拟工况下的动作试验，试验方法按 JB/T 5845 的规定执行。

7.1.10 高压电源应根据烟尘特性和环保排放要求来选择，各种高压电源的性能特点和比较参见附录 D。

7.1.11 为节能环保，高压电源可优先选用高频电源，其技术要求参见附录 E。

7.1.12 高压电源应符合 HJ/T 320 的规定。

### 7.2 引风机及电机

7.2.1 300MW 级及以上机组的引风机宜选用轴流式风机，300MW 级以下机组可选用调速离心式风机。

7.2.2 应选择高效节能风机。选择引风机时其工作点应处于风机最高效率的 90% 范围内。

7.2.3 对消声有特殊要求时，应优先采用低噪声、低转速的风机；必要时应采取消声、隔声、减震等措施。

7.2.4 为防止引风机冷态启动和运转时电机过载，引风机应配置启动装置和（或）风量调节装置；对大型变负荷除尘系统的引风机和电机，可增设耦合器或变频装置。

7.2.5 引风机选型风量计算应在除尘管网计算总排风量上附加管网和设备的漏风量。

7.2.6 应将引风机选型计算风量和全压换算成引风机样本标定状态下的数值，据此选择引风机型号。

7.2.7 引风机选定后，应计算引风机在实际工况条件下所需的电机功率。

7.2.8 电机选定后，应根据除尘工艺可能出现的特殊工况对所选电机功率进行校核，如冬季运行、冷态启动、生产超负荷运行等。

7.2.9 选择引风机时，应明确其轴承箱和电机的冷却方式、调节阀执行器的方位、电机接线盒方位等。

## 8 检测与过程控制

### 8.1 一般规定

8.1.1 检测设备和过程控制系统应满足除尘工艺提出的自动检测、自动调节、自动控制及保护的要求。

8.1.2 低压配电设计应符合 HJ/T 321 的规定，电气及自动控制设计应符合 GB/T 3797 的规定。

8.1.3 设计中所选用的电器产品元件和材料应是合格产品，优先采用节能的成套设备和定型产品。

8.1.4 自动控制水平应与除尘工艺的技术水平、资金状况、作业环境条件、维护操作管理水平相适应。

8.1.5 除尘控制系统应优先选用实时运行的原位自动控制系统，并在未安装远程控制管理系统时仍可保证系统的正常运行。

8.1.6 除尘控制系统应同时具有自动和手动两种控制方式，前者用于除尘系统正常运行时的控制，后者用于设备调试或维护检修，或自控系统发生故障时临时处理或操作。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。

8.1.7 除尘系统应设置一套操作系统在除尘控制室，并与中央控制室通过通讯联络，随时显示其工作状态。

8.1.8 除尘系统运行控制应具备系统的启停顺序、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。

8.1.9 控制系统涉及的盘、箱、柜的防护等级应符合 GB 4208 的规定，室内安装时其防护等级不低于 IP30，室外安装时其防护等级不低于 IP55。应注意防爆、防尘、防水、防震、防腐、防高温、防静电、防电磁干扰、防小动物侵入等事项。

### 8.2 检测

8.2.1 除尘系统应检测的内容包括：

- a) 除尘器进出口烟气温度显示及超限报警；
- b) 除尘器灰斗灰位超限报警；
- c) 除尘器灰斗加热温度显示及露点温度报警；
- d) 除尘器出口烟气浊度（浓度）显示；
- e) 袋式除尘器进出口压差显示及超限报警；
- f) 电除尘器高压供电装置的一次电压、一次电流、二次电压、二次电流。

8.2.2 根据工程需要，袋式除尘系统应另增加检测的内容包括：

- a) 烟气流量；
- b) 喷雾降温系统给水压力及流量；
- c) 出口烟尘浓度显示及超标报警；
- d) 烟气含氧量及含氧量超限报警；
- e) 分室压差；
- f) 清灰气源压力显示及超限报警；
- g) 清灰风机电流及超限报警。

8.2.3 根据工程需要，电除尘系统应另增加检测的内容包括：

- a) 除尘器大梁绝缘子加热温度显示及露点温度报警；
- b) 除尘器阴极振打绝缘子加热温度显示及露点温度报警；
- c) 高压整流变温度显示及临界温度、危险温度报警；
- d) 高压供电装置的一次过流、偏励磁、缺相、二次侧短路、二次开路和报警；
- e) 振打电机回路缺相、过流的报警。

8.2.4 除尘器温度监测仪表测点应设在除尘器进、出口直管段，每处至少应有两个测试点，取其平均温度。除尘器灰斗加热温度测点应布置在灰斗壁外侧。

8.2.5 温度检测可采用温度变送器或温度传感器。当采用热电偶时，应选用与仪表相匹配的补偿导线。

8.2.6 除尘器检测系统含尘烟道中的测量一次元器件应有防磨措施。管道压力检测孔应有防堵措施。

8.2.7 每个灰斗应设置高料位开关，必要时也可设置低料位开关。

### 8.3 过程控制

8.3.1 除尘系统应自动控制的内容包括：

- a) 除尘器启动、停机联锁控制；
- b) 袋式除尘器清灰自动控制；
- c) 清灰气源系统控制；
- d) 预涂灰控制（飞灰罐车预涂灰系统）；
- e) 除尘系统阀门控制；
- f) 灰斗加热系统控制；
- g) 卸灰、输灰装置控制；
- h) 电除尘高压电源控制；
- i) 电除尘振打系统控制；
- j) 除尘器运行超温报警与自动保护。

8.3.2 除尘系统的控制方式应根据生产工艺的技术水平和要求、系统含尘气体量、运行条件、管理水平综合确定。控制方式主要有以下几种：

- a) PLC 可编程控制器 + HMI（人机界面）监控系统；



- b) PLC 可编程控制器 + PC (上位机) 监控系统;
- c) DCS 监控系统;
- d) DCS 分散控制系统 + PLC 可编程控制器 + 工程师站和操作员站监控系统。

8.3.3 除尘系统主要参数宜集中在一个画面上, 运行参数的更新时间不大于 1s。

8.3.4 自动控制系统应具备储存除尘器主要运行参数的能力。除尘器的主要运行参数数据应满足相关管理部门的要求。

8.3.5 控制系统应选用与硬件配套的系统软件, 并提供相应的软件安全措施。

8.3.6 袋式除尘器清灰控制应具备定压差、定时和手动三种模式, 可互相转换。清灰程序应对脉冲宽度、脉冲间隔、同时工作的脉冲阀数量进行调整。

8.3.7 顶部振打型电除尘器应能作单点振打测试, 振打高度可调, 并保证振打锤不会冲顶; 当振打锤故障时, 应能定位故障位置。

8.3.8 烟道挡板阀应设手动、自动两种控制方式, 并检测、显示阀门的开关状态。其执行机构在控制系统失电时, 应能保持失电前的位置或处于安全位置。

8.3.9 卸、输灰自动联锁控制顺序为: 开机时, 应按照从后到前的顺序, 依次开启输灰机械, 再开卸灰阀; 停机时, 先关卸灰阀, 然后按照从前到后的顺序, 依次关闭输灰机械。

## 9 主要辅助工程

### 9.1 供配电

9.1.1 配电设备的布置应遵循安全、可靠、适用和经济等原则, 并便于安装、操作、搬运、检修、试验和监测。

9.1.2 除尘系统的供配电设计应符合 GB 50217、GB 50052、GB 50054、GB 50057、GB/T 14048、GB 7251、DL/T 620、DL/T 5044、DL/T 5137 的规定。

9.1.3 当电源电压、频率在以下范围内变化时, 所有电气设备和控制系统应能正常工作: 输入交流电压的持续波动范围不超过额定值的 $\pm 10\%$ , 输入交流电压频率变化范围不超过 $\pm 2\%$ 。

9.1.4 配电线路应装设短路保护、过负载保护和接地故障保护, 具体规定如下:

- a) 配电线路的短路保护应在短路电流对导体和连接件产生的热作用和机械作用造成危害之前切断短路电流;

- b) 配电线路过负载保护应在过负载电流引起的导体温升对导体的绝缘、接头、端子或导体周围的物质造成损害之前切断负载电流;

- c) 接地故障保护的设置应能防止人身间接电击以及电气火灾、线路损坏等事故。

9.1.5 除尘系统的低压配电柜应有不少于 15% 的备用回路。

9.1.6 产品供电回路设计上应尽量使电源的三相负荷保持平衡。

9.1.7 除尘器本体上应设置检修电源及照明配电箱, 并选用防水、防尘、防腐并带有护罩的灯具。

9.1.8 除尘器接地应执行 DL/T 514 的规定, 并符合下列要求:

- a) 整流变压器外壳应采用截面不小于  $50 \text{ mm}^2$  的编织裸铜线或  $4 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$  的镀锌扁

铁牢固接地，高压整流桥的（+）接地端应采用不小于 50 mm<sup>2</sup> 的多芯电缆单独与除尘器本体相连接地；

b) 除尘系统电器控制柜接地电阻应小于 2Ω，且与生产企业地网相连。

#### 9.1.9 电缆及其敷设应符合下列要求：

- a) 在除尘器本体设计时，应为电缆桥架在本体上的敷设提供条件；
- b) 需要接地的电气设备应设有接地用的端子并明显标记；
- c) 整流变压器引到控制盘的屏蔽信号电缆不应与其他动力电缆在同层电缆桥上敷设；
- d) 设备的屏蔽通讯电缆，不应与其他动力电缆在同层电缆桥上敷设。

## 9.2 建筑与结构

### 9.2.1 一般规定

9.2.1.1 电除尘工程的建筑设计和结构设计应符合 GB 50007、GB 50010、GB 50017 等国家和行业现行相关标准、规范的规定。

9.2.1.2 电除尘工程建筑设计应根据生产工艺、自然条件、相关专业设计，合理进行建筑平面布置和空间组合，并注意建筑效果与周围环境相协调、建筑材料的选用和节约用地。

9.2.1.3 建（构）筑物的防火设计应符合 GB 50016 的规定。

9.2.1.4 建筑物室内噪声控制设计应符合 GBJ 87 的规定。

9.2.1.5 建筑物宜优先考虑天然采光，建筑物室内天然采光照度应符合 GB/T 50033 的规定。

### 9.2.2 除尘器本体基础

9.2.2.1 电除尘器基础的型式和结构应依据设备柱脚尺寸、荷载性质及分布、地质状况、地下掩埋物等情况进行设计。

9.2.2.2 电除尘器支架可采用钢结构或钢筋混凝土结构，强度应满足各种荷载的最不利组合的作用。

9.2.2.3 电除尘设备的荷载及分布应按下列荷载来考虑：

- a) 电除尘设备的永久荷载（包括自重、保温层、附属设备等）；
- b) 可变荷载：运行荷载（包括存灰等的重量）、风荷载和雪荷载、安装及检修荷载（指检修或安装时，临时机具和人员的重量等）；
- c) 温度应力（指除尘器进出口、电除尘器与外部连接件等在温度发生变化时与外界产生的热应力作用）；
- d) 地震作用。

9.2.2.4 基础顶面预埋钢板及螺栓的定位尺寸应与设备柱脚底板和螺孔的定位尺寸相符。

9.2.2.5 电除尘器基础顶面应高出地面不小于 150 mm，防止雨水浸泡设备柱脚。

9.2.2.6 为减少高温含尘气体对电除尘器产生的热应力和变形，电除尘器支撑应采用活动支座（保留一个固定支座）或铰支座。

### 9.2.3 配电室及控制室

9.2.3.1 配电室及控制室选址应符合下列要求：

- a) 接近负荷中心;
- b) 进、出线方便;
- c) 不宜设在有剧烈震动的场所;
- d) 不宜设在多尘或有腐蚀性气体的场所;
- e) 不应设在地势低洼可能积水的场所;
- f) 不应设在厕所、浴室或其他经常积水场所的正下方,且不宜与上述场所相邻。

9.2.3.2 配电室屋顶承重构件的耐火等级不应低于二级,其他部分不应低于三级。

9.2.3.3 当配电室长度超过 7 m 时,应设两个出口,并宜布置在配电室的两端。当配电室采用双层布置时,楼上部分的出口应至少有一个通向该层通道或室外的安全出口。

9.2.3.4 配电室的门均应向外出,相邻配电室之间的门应为双向开启门。

9.2.3.5 位于地下室和楼屋内的配电室,应设设备运输通道,并应设良好的通风和可靠的照明系统。

9.2.3.6 配电室的门、窗应密封良好;与室外相通的洞、通风孔应设防止鼠、蛇等小动物进入的网罩。直接与室外相通的通风孔还应采取防止雨、雪飘入的措施。

9.2.3.7 控制室的地面宜比室外地面高出 300 mm,当附设在车间内时则可与车间的地面相平。

9.2.3.8 高压配电室平面布置上应考虑进出线的方便(特别是架空进线或出线)。高压配电室耐火等级应不低于二级。低压配电室的耐火等级应不低于三级。

9.2.3.9 高压固定式开关柜维护通道的尺寸:单列布置时,柜前最小为 1500 mm,柜厚为 800mm。低压固定式开关柜维护通道的尺寸:单列布置时,柜前最小为 1500 mm,柜厚为 1000 mm。

9.2.3.10 在高压配电室内高压开关柜数量较少时(6 台以下)也可和低压配电屏布置在同一室内。如高、低压开关柜顶有裸露带电导体时,单列布置的高压开关柜与低压配电屏之间净距不应小于 2m。

9.2.3.11 低压配电室的位置应尽量靠近变压器,通常与变压器隔墙相邻,以减小母线长度。

### 9.3 压缩空气

9.3.1 压缩空气主要用于脉冲喷吹袋式除尘器脉冲阀、空气包、干出灰输送、气动装置等用气。当用户缺乏气源或供气参数不满足要求时,应设置新的压缩空气供气系统。

9.3.2 压缩空气供应系统的设计应符合 GB 50029 的规定。

9.3.3 压缩空气的制备与供应宜采用的流程依次为:空压机、缓冲罐、干燥机、现场储气罐、减压阀、稳压气包。

9.3.4 单台排气量等于或大于 20 m<sup>3</sup>/min 且总容量等于或大于 60 m<sup>3</sup>/min 的压缩空气站宜设检修用起重设备。

### 9.4 采暖、通风与给排水

9.4.1 采暖、通风及空气调节室内、外设计参数的确定应符合 GB 50019 和 DL/T 5035 的规

定。

9.4.2 采暖地区总控制室、计算机房、总化验室、电气室、配电站、变电所等除冬季采暖外，夏季应通风降温或空气调节。

9.4.3 给水排水设计应符合 GB 50014 和 GB 50015 的规定，并满足生活、生产和消防等要求，同时还应为施工安装、操作管理、维修检测及安全保护等提供便利条件。

9.4.4 给水管不得穿越控制室、配电装置室等电子、电气设备间。

9.4.5 风机、电机等设备冷却供水应取自厂区的冷却水管网。当厂区无冷却水管网时，冷却介质可使用自来水。

## 10 劳动安全、职业卫生与消防

### 10.1 一般规定

10.1.1 除尘系统设计、施工、运行应按照国家 and 行业的有关规定，采取可靠的防护措施保护人身安全和健康。

10.1.2 劳动安全和职业卫生设施设置应符合国家相关法律法规和 GBZ 1 的规定，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

10.1.3 在具有危险因素和职业病危害的场所应设置醒目的安全标志、安全色、警示标志，其设置应分别符合 GB 2894、GB 2893 和 GB 2158 的规定。

10.1.4 除尘工程的防火防爆设计应符合 GB 50016、GB 50229 等的规定。

10.1.5 除尘工艺设计、设备设计和电气控制设计时，应采取有效的安全技术措施，避免因突然停电、停水、停气造成机电设备、冷却系统和阀门等误动作，防止生产和除尘设备发生事故。

### 10.2 劳动安全

10.2.1 除尘工程设计中应采取保护和临时防护措施，防止在生产不停机时，因施工而造成的生产设备损坏或人员伤亡。

10.2.2 室外设备和架空管道应具有良好的防护层，应正确使用防腐涂料。

10.2.3 高速转动或传动部件应设防护罩。

10.2.4 设置必要的检修操作平台，保障维护检修的安全；梯子、平台、栏杆按规范要求进行设计，应满足承载能力。平台、梯子应有不少于 100 mm 的踢脚板；梯子、平台、栏杆特征尺寸应符合人机工程的要求。

10.2.5 为消除系统和设备产生的静电，应按相关标准要求进行良好的接地，静电接地电阻宜小于 4  $\Omega$ 。

10.2.6 高架设备或构筑物应按相关标准的规定考虑防雷措施，每根引下线的冲击接地电阻不应大于 10  $\Omega$ 。

10.2.7 对拟利用的旧有建筑物和构筑物应进行安全复核，如有问题应采取补强、加固、修复措施，合格后方可利用。

10.2.8 吊钩、吊梁、提升葫芦等起吊装置设计时应考虑必要的安全系数，并在醒目处标出

许吊的极限载量。

10.2.9 应按相关标准的要求,对有关设施、设备、管道着安全色标,对危险区域和危险设备设置安全标识。

10.2.10 除尘工艺的自动控制系统应与生产工艺相联系,事故状态下应能对生产工艺和环保设施实施保护。

### 10.3 职业卫生

10.3.1 对生产设备工艺过程中产生的尘源、噪声源等进行控制。工作场所空气中含尘浓度应符合国家有关工业企业设计卫生及工作场所有害因素职业接触限值的规定;对较大的噪声源应采取隔声、消声、吸声等控制措施,防治噪声设计应符合国家标准 GBJ 87 的有关规定。

10.3.2 通过隔热、隔断、隔声、劳动防护用品、安全距离、报警等综合措施防止有害作业可能对人体造成的伤害。

10.3.3 采用粉尘加湿、气力输送、干粉密闭罐车等措施防止卸灰、输灰时产生粉尘二次污染。

10.3.4 应选用低噪声风机。对风机噪声应采取消音减震,隔震、隔声等综合措施,减少噪声污染。

### 10.4 消防要求

10.4.1 消防水源宜由厂区消防主管网供给。消防水系统的设置应覆盖场区内所有建筑物和设备。

10.4.2 消防给水管道宜与生产、生活给水管道合并。如合并不经济或技术上不可行时,可采用独立的消防给水系统。

10.4.3 环状管道应用阀门分成若干独立段,每段内的消火栓数量不宜超过 5 个。

10.4.4 室外消防、给水管道的最小直径不应小于 100 mm。

10.4.5 室外消火栓应根据需要沿道路设置,并宜靠近十字路口,室外消火栓间距不应大于 120 m。消火栓距路边不应大于 2 m,距房屋外墙不宜小于 5m。室内消火栓的距离不应超过 50 m。

10.4.6 电气室、控制室、电力设备附近移动式灭火器配置应符合 GB 50140 的规定。

## 11 施工与验收

### 11.1 施工

11.1.1 除尘工程施工单位必须具有国家相应的工程施工资质,应遵守国家有关部门颁布的劳动安全及卫生、消防等国家强制性标准及相关的施工技术规范。

11.1.2 除尘工程应按施工设计图纸、技术文件、设备图纸等组织施工,施工应符合国家和行业施工程序及管理文件的要求。工程的变更应取得设计单位的设计变更文件后再实施。

11.1.3 除尘工程施工中使用的设备、材料、器件等应符合相关的国家标准,并应取得供货

商的产品合格证后方可使用。

11.1.4 顶部电磁锤振打电除尘器安装应符合JB/T 11267的规定，侧部机械振打电除尘器安装应符合JB/T 8536的规定。

11.1.5 袋式除尘器安装应符合DL/T 1121、JB/T 8471和JB/T 8532的规定。

11.1.6 电袋复合除尘器的安装应符合JB/T 8536和JB/T 8471的规定。

## 11.2 验收

### 11.2.1 工程验收

11.2.1.1 应由建设单位组织安装单位、供货商、工程设计单位结合系统调试对除尘系统进行验收，对机械设备和控制设备的性能、安全性、可靠性等运行状态进行考核。

11.2.1.2 除尘工程验收应按《建设项目（工程）竣工验收办法》、相应专业现行验收规范和本标准的有关规定进行。

11.2.1.3 电除尘器及电袋复合除尘器电区的工程验收应符合DL/T 514的规定。

11.2.1.4 袋式除尘器及电袋复合除尘器袋区的工程验收应符合JB/T 8471的规定。

### 11.2.2 环境保护验收

11.2.2.1 除尘工程竣工环境保护验收按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。

11.2.2.2 除尘工程竣工环境保护验收除满足《建设项目竣工环境保护验收管理办法》规定的条件外，除尘性能试验报告可作为环境保护验收的技术支持文件，除尘性能试验报告主要参数应至少包括：系统含尘气体量、除尘效率、除尘器出口烟尘排放浓度、系统阻力、系统漏风率、电能消耗等。

11.2.2.3 除尘工程环境保护验收的主要技术依据包括：

- a) 项目环境影响报告书、表与审批文件；
- b) 污染物排放监测报告；
- c) 批准的设计文件和设计变更文件；
- d) 试运行期间的烟气连续监测报告；
- e) 完整的除尘工程试运行记录等。

11.2.2.4 除尘工程环境保护验收合格后，除尘系统方可正式投入运行。

11.2.2.5 配套建设的烟气排放连续监测及数据传输系统应与除尘工程同时进行环境保护验收。

## 12 运行和维护

### 12.1 一般规定

12.1.1 生产单位应设环境保护管理机构，配备专门技术人员及除尘系统检测仪器，制定除尘系统运行及维护的规章制度。

12.1.2 未经当地环境保护主管部门批准，不得停止运行除尘器。由于紧急事故造成除尘器停止运行时，应立即报告当地环境保护行政主管部门，并尽快停止与除尘系统相连的生产设备的运行。

12.1.3 生产单位应定期对除尘器系统进行检查与维护，确保除尘器稳定可靠的运行，各项污染物排放应达到国家或地方污染物排放标准的要求。

12.1.4 岗位员工应通过培训考核后上岗，熟悉本岗位运行及维护要求，具有熟练的操作技能，能遵守劳动纪律，严格执行操作规程。

12.1.5 应制定除尘系统中、大检修计划和应急预案，检修和检查结果应记录并存档。

## 12.2 运行管理

12.2.1 除尘系统的运行与管理人员应专职配置。

12.2.2 电厂应对除尘装置的运行和管理人员进行定期培训，使运行和管理人员系统掌握除尘设备及其他附属设施正常运行的具体操作和应急情况处理措施。

12.2.3 电厂应建立除尘系统运行状况、设施维护和生产活动等的记录制度，主要记录内容包括：

- a) 系统启动、停止时间；
- b) 系统运行工艺控制参数记录，至少包括：除尘系统入口和出口烟气温度、压力、压缩空气压力、电压电流等，其表格形式参见附录F、附录G、附录H和附录I；
- c) 主要设备的运行和维修情况的记录；
- d) 烟气排放连续监测数据；
- e) 生产事故及处置情况的记录；
- f) 定期检测、评价及评估情况的记录等。

12.2.4 运行人员应按照电厂规定坚持做好交接班制度和巡视制度。

12.2.5 灰斗积灰的处理应符合下列要求：

- a) 当灰斗积灰至高料位报警时，必须检查输灰系统的运行情况，并采取措施保证输灰畅通，对该灰斗实行优先排灰，以降低灰位，解除高料位报警；
- b) 当灰斗积灰至电除尘电场跳闸时，在停止向相应电场供电的同时，必须关闭相应电场的阳极振打，以防阳极系统发生故障，同时进行强制排灰或通过紧急排灰装置排灰，以保证设备安全；
- c) 强制排灰时必须做好安全措施，确保人身安全，严防灰搭桥时，由于受到外力作用，突然下坠而造成事故；
- d) 事后应分析积灰原因，检查输灰系统、料位计、灰斗加热和保温是否完好，彻底清除故障，防止事故重复发生。

## 12.3 电除尘系统运行

12.3.1 电除尘器运行应符合 DL/T 461、JB/T 6407 的规定。

12.3.2 锅炉运行前 24 h，应将灰斗加热系统投入运行；运行前 8 h，大梁绝缘子室加热器、

阴极振打电瓷转轴室加热器应投入运行。

12.3.3 烟气中易燃、易爆物质浓度、烟气温度、运行压力应符合设计要求。当烟气条件严重偏离设计要求、危及设备安全时，不得投运电除尘器。

12.3.4 电除尘器在高压输出回路开路状态下，禁止高压电源开启。在进行高压回路开路试验时，应配备相应安全措施。

12.3.5 主机停运时间不长且无检修任务、电除尘器处于备用状态时，应符合下列要求：

- a) 加热系统继续运行；
- b) 振打、排灰系统仍按工作状态运行；
- c) 必要时用热风加热电场。

12.3.6 运行中发现下列情况之一，应停止向相应电场供电，排除故障后重新启动：

- a) 运行中一次电流上冲超过额定值；
- b) 高压绝缘部件闪络严重；
- c) 阻尼电阻闪络严重甚至起火；
- d) 整流变压器超温报警、喷油、漏油、声音异常；
- e) 供电装置发生严重偏励磁；
- f) 电流极限失控；
- g) 供电装置经两次试投均发生跳闸；
- h) 高压柜可控硅散热片温度超过 60℃；
- i) 出灰系统故障造成灰斗堵灰；
- j) 烟气工况发生严重变化，出现危及设备、人身安全的情况。

## 12.4 袋式除尘系统运行

12.4.1 滤料使用温度的上限要高于除尘系统入口气体温度；除尘系统入口气体温度要高于气体酸露点温度10℃以上；系统阻力保持在正常范围内。

12.4.2 冬季或高寒地区的袋式除尘器停运后，启动前应先对滤袋实施预涂灰（氢氧化钙或粉煤灰），并预先启动灰斗加热装置。

12.4.3 应建立除尘器清灰制度，定时或定阻力清灰；烟尘排出口、检查门要安全密闭。

12.4.4 在除尘器运行过程中，应经常检查喷吹系统的工作情况，当脉冲阀膜片、电磁阀等出现故障时，应及时处理。更换时应关闭稳压气包进口处的截止阀，排出稳压气包内的压缩空气，防止发生意外。

12.4.5 应每班次检查除尘器进出口压差，出现异常应及时查明原因，排除故障。应每半年观察含尘气体的出口排放情况，若发现排放浓度明显增大应及时检查处理。

12.4.6 除尘器运行时应确保气路系统压力不发生突变和不出现气流阻断。

12.4.7 根据滤袋使用情况和滤袋材质，定期更换滤袋。

## 12.5 电袋复合除尘系统运行

12.5.1 电袋复合除尘系统中电区的运行应符合 12.3 的要求。



12.5.2 电袋复合除尘系统中袋区的运行应符合 12.4 的要求。

## 12.6 维护保养

12.6.1 应对除尘器进行巡回检查，发现问题应及时处理。

12.6.2 应巡回检查排灰系统和灰斗料位计工作状态。

12.6.3 每周应对所有传动件润滑油进行一次检查，不符合要求的应进行处理。

12.6.4 应及时更换整流变压器呼吸器的干燥剂，每年进行一次整流变压器绝缘油耐压试验。

12.6.5 应每半年检查接地线和接地情况、测量除尘器的接地电阻值应符合规定。

12.6.6 应每班次检查继电器和开关箱的锁、门，确保完好。

12.6.7 应每班次检查各指示灯和报警功能，确保完好。

12.6.8 停机后，电场应自然冷却（特殊情况，应按规定程序批准的特殊措施进行冷却）。

12.6.9 电场内部检修人员应穿戴安全帽、防尘服、防尘靴、防护手套等劳保用品，同时做好安全监护工作。

12.6.10 应每月检查压缩空气的压力和品质，确保其达到设计要求。

12.6.11 应每周检查各表计工作是否正常，确保其达到使用要求。

12.6.12 停炉时应检查净气室是否存在漏灰，滤袋口是否有冒灰，喷吹管和滤袋中心的对中情况。

12.6.13 应按产品使用说明书和相应技术要求做好检查、维护工作。

12.6.14 应做好维护记录。

## 12.7 数据档案

12.7.1 除尘器调试及运行过程均应建立系统的数据档案，记录的内容应包括除尘器的各种参数、电除尘器升压记录、电除尘器运行记录、袋式除尘器运行记录及电袋复合除尘器运行记录，其表格形式参见附录A、附录F、附录G、附录H和附录I。

12.7.2 其他类型除尘器调试及运行过程数据档案表格形式参照电除尘器和袋式除尘器相关表格设计执行。

## 附录 A

### （资料性附录）

#### 除尘器技术参数

电除尘器技术参数见表A.1，袋式除尘器技术参数见表A.2，电袋复合除尘器技术参数见表A.3。

表 A.1 电除尘器技术参数

参数名称	单位	结构参数名称	单位
处理含尘气体量	m <sup>3</sup> /h	室数	个
入口烟气温度	℃	横断面积	m <sup>2</sup>
入口烟气露点温度	℃	电场数	个
入口烟气含尘浓度(标态)	g/m <sup>3</sup>	电场有效长度	m
出口烟气含尘浓度(标态)	mg/m <sup>3</sup>	电场有效高度	m
电除尘器内的烟气速度	m/s	电场有效宽度	m
停留时间	s	同极间距	mm
粉尘驱进速度	m/s	收尘极型式	/
比集尘面积	m <sup>2</sup> / (m <sup>3</sup> /s)	总集尘面积	m <sup>2</sup>
操作压力	Pa	放电极型式	/
运行阻力	Pa	总放电极长度	m
设计压力	Pa	高压供电设备型式	/
本体阻力	Pa	高压供电设备参数	/
漏风率	%	高压供电设备数量	台
除尘效率	%	设备总重	kg

表 A.2 袋式除尘器技术参数

参数名称	单位	结构参数名称	单位
处理含尘气体量	m <sup>3</sup> /h	每室脉冲阀数量	只
过滤风速	m/min	换袋空间高度	mm
室数	个	压缩空气压力	MPa
每室滤袋数	条	压缩空气消耗量	m <sup>3</sup> /min
滤袋材质	/	排灰设备型号/功率	/kW
滤袋规格（直径×长度）	mm × mm	锁风设备型号/功率	/kW
总过滤面积	m <sup>2</sup>	反吹风机型号/功率	/kW
入口烟气温度	℃	反吹风机风量/风压	m <sup>3</sup> /h, Pa
入口烟气含尘浓度(标态)	g/m <sup>3</sup>	壳体承受压力	Pa
出口烟气含尘浓度(标态)	mg/m <sup>3</sup>	设备外形尺寸 (长×宽×高)	m×m×m
运行阻力	Pa	总装机功率	kW
脉冲阀规格	/	设备总重	kg

注：随除尘器种类不同，可取上表中若干项。

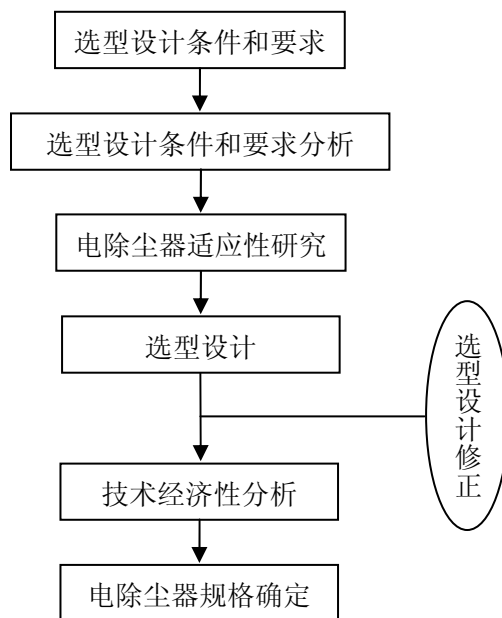
表 A.3 电袋复合除尘器技术参数

参数名称	单位	参数名称	单位
处理含尘气体量	m <sup>3</sup> /h	总过滤面积	m <sup>2</sup>
过滤风速	m/min	横断面积	m <sup>2</sup>
电场内气流速度	m/s	电场数	个
烟气通过时间	s	电场有效长度	m
粉尘驱进速度	m/s	电场有效高度	m
比集尘面积	m <sup>2</sup> / (m <sup>3</sup> /s)	电场有效宽度	m
净过滤风速	m/min	同极间距	mm
入口烟气温度	℃	收尘极型式	/
入口烟气露点温度	℃	总集尘面积	m <sup>2</sup>
入口烟气含尘浓度(标态)	g/m <sup>3</sup>	放电极型式	/
出口烟气含尘浓度(标态)	mg/m <sup>3</sup>	高压供电设备型式	/
运行阻力	Pa	高压供电设备参数	/
设计压力降	Pa	高压供电设备数量	台
压缩空气压力	MPa	脉冲阀规格	/
压缩空气消耗量	m <sup>3</sup> /min	每室脉冲阀数量	只
排灰设备型号/功率	/kW	换袋空间高度	mm
锁风设备型号/功率	/kW	每室滤袋数	条
反吹风机型号/功率	/kW	滤袋材质	/
反吹风机风量/风压	m <sup>3</sup> /h, Pa	壳体承受压力	Pa
总装机功率	kW	设备外形尺寸(长×宽×高)	m×m×m
室数	个	设备总重	kg
滤袋规格(直径×长度)	mm × mm		

附录 B

(资料性附录)

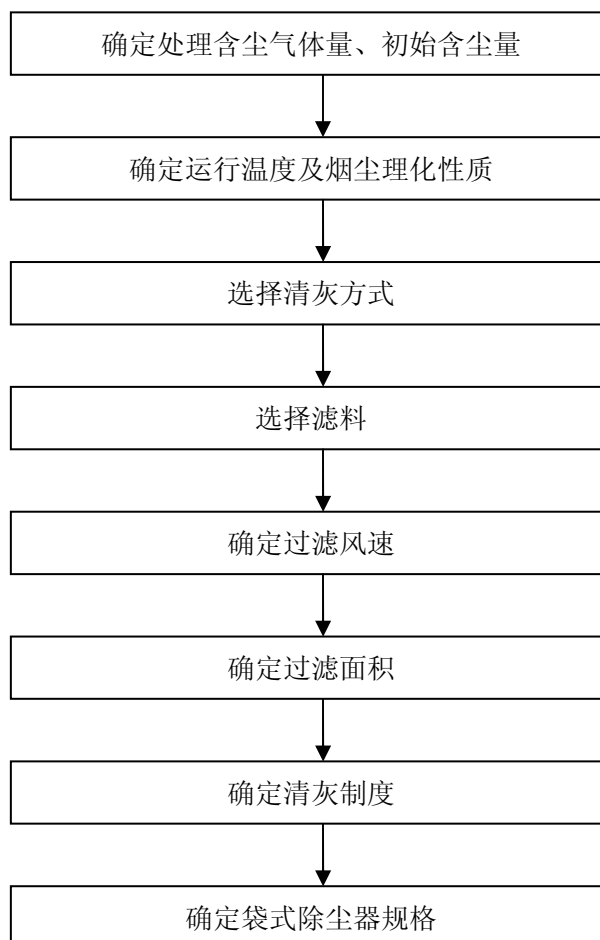
电除尘器选型步骤



附录 C

(资料性附录)

袋式除尘器选型步骤



## 附录 D

### (资料性附录)

#### 电除尘高压电源的特性及比较

**D.1** 几种电源主要性能比较见表 D.1。

表 D.1 电源主要性能比较

项 目	单相 SCR 电源	三相 SCR 电源	中频电源	高频电源
三相平衡	不平衡	三相平衡	三相平衡	三相平衡
峰值电压 (72kV 时)	大于 100kV	约 80kV	76kV	约 75kV
电压纹波	大于 50%	2%~5%	2%~5%	小于 1%
平均电压比	1	125%以上	130%以上	130%以上
电能利用率	<70%	约 90%	>90%	>90%
装置 (控制与整流变)	分体	分体	分体	一体
整流变压器	体积重量大	体积重量较大	体积重量较小	体积重量小
火花特性	火花冲击较大	火花冲击大	火花冲击小	火花冲击小
供电方式	容易实现间隙供电、 脉宽宽	较难实现间隙供 电、脉宽宽	容易实现间隙供 电、脉宽窄	容易实现间隙供 电、脉宽窄
整流变噪声	小	小	较大	很小
实现大功率	容易	容易	容易	困难

**D.2** 在实际应用中, 电源应根据不同工况和工程投入来选择, 主要包括以下两个方面:

##### a) 节能分析

电除尘高压电源的节能有两个方面, 一方面是电源本身的效率, 即电源的电能利用率, 另一方面是运行过程的电场实际耗电量。高压电源电能利用率从高到低是高频电源>中频电源>三相 SCR 电源>单相 SCR 电源; 而电场实际耗电量与电除尘工况、电源供电方式、控制模式等有关, 不同厂家的产品可能会有不同效果。

##### b) 除尘效率分析

从电除尘效率角度, 考虑高压电源的选择主要取决于工况。如果电场的实际运行火花电压低, 电场的电流小, 应尽量选用二次电压纹波系数小的电源, 即可选择三相 SCR 电源、中频电源、高频电源等, 与单相 SCR 电源相比, 该三种电源能大大提高电场的输入电能, 提高运行参数, 有利于提高电除尘的效率; 如果单相 SCR 电源运行时, 电场的运行电流大电压高, 接近额定值, 并且火花少, 则可选择较大功率的三相电源进一步提高电源的注入功

率来提高除尘效率。

**D.3** 高频高压电源与常规单相 SCR 电源输出电压波形比较见图 D.1:

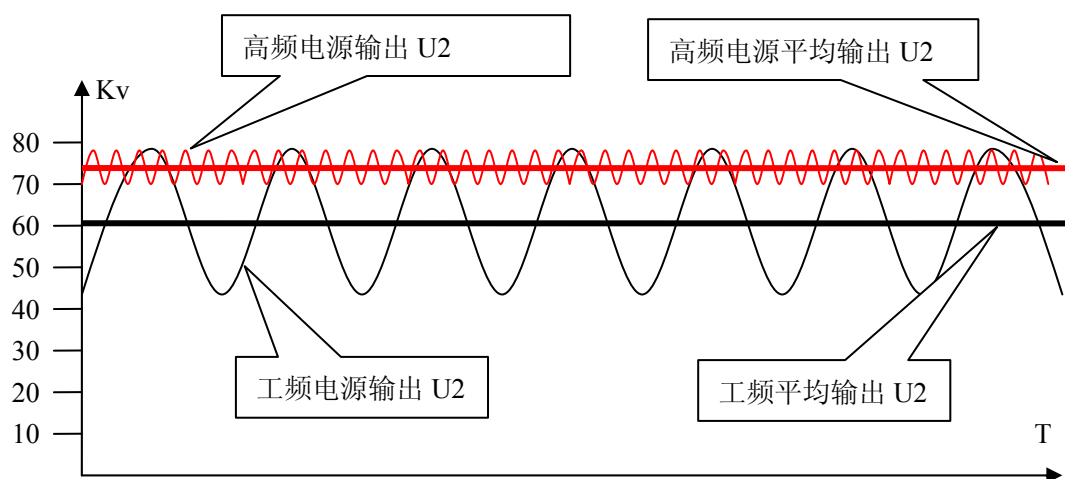


图 D.1 电场二次电压波形对

从图 D.1 中可以看出,在相同峰值电压时,高频高压电源的平均电压比常规电源(单相 SCR 电源)要高很多。三相 SCR 电源、中频电源在该特性上与高频电源类似;该特性也是这三种电源与常规电源的最显著区别点。

**D.4** 中频电源与三相 SCR 电源相比,主要不同点有:

- a) 三相 SCR 电源与中频电源的输出纹波系数都比单相 SCR 电源小,有相近的平均电压输出值;
- b) 火花关断中频电源比三相 SCR 电源快,冲击小,间隙供电脉冲宽度中频电源比三相 SCR 电源窄;
- c) 供电方式中频电源与三相 SCR 电源采用不同的控制原理;
- d) 整流变压器噪声中频电源相对较大。

**D.5** 高频高压电源与中频电源相比,主要不同点有:

- a) 高频高压电源为一体化结构,而中频电源为分体式结构;
- b) 高频电源大功率较难实现,而中频电源大功率不存在问题;
- c) 高频高压电源价格比中频电源高。

**D.6** 电除尘器正常耗电量取决于多种因素,在达到电除尘设计除尘效率前提下,耗电量主要取决于电源的智能控制系统。一般来说,一台火电机组的电除尘器高压供电设备的耗电量不应超过 0.5kW/MW。在降低电除尘器的耗电量时,应充分考虑低压加热部分的能耗,尽量优化加热策略,减少不必要的加热能耗。在缺少自动优化手段的情况下,也可以从电除尘运行管理方面进行优化。



## 附录 E

### (资料性附录)

#### 电除尘器高压高频电源技术要求

##### E.1 使用环境与安全要求

a) 海拔高度不超过 1000m; 若海拔高度高于 1000m 时, 按 GB/T 3859.2 的规定作相应修正;

b) 环境温度不高于 40℃, 不低于变压器油所规定的凝点温度;

c) 空气最大相对湿度为 90% (在相对于空气温度 20℃±5℃时);

d) 无剧烈震动和冲击, 垂直倾斜度不超过 5%;

e) 运行地点无导电爆炸尘埃, 没有腐蚀金属和破坏绝缘的气体或蒸汽;

f) 三相输入交流电源条件应符合 GB/T 3859.1 的规定。

##### E.2 技术要求

**E.2.1** 拓扑结构: 采用三相整流全桥串联谐振拓扑结构。

**E.2.2** 逆变器谐振频率: 20kHz~50kHz。

**E.2.3** 负载等级: 负载等级为“ I ”级 (100%额定输出电流, 连续)。

**E.2.4** 设备功率因数与设备总效率: 设备功率因数≥0.9; 设备总效率≥90%。

**E.2.5** 高频高压整流设备的电气绝缘强度:

a) 变压器油应符合 GB/T 7595 的规定, 击穿电压不小于 40 kV/2.5 mm;

b) 各带电电路与地 (机壳) 之间的绝缘电阻不小于 1 MΩ/kV; 绝缘电阻数据仅供绝缘试验前后作为辅助性判别;

c) 各带电电路 (高频变压器高压回路除外) 应承受对机壳和其他任何电路的绝缘试验, 这些电路与所试的电路彼此是独立的。

**E.2.6** 设备控制功能:

a) 输出调节范围: 设备应能在额定直流输出电流和 90%~100%的额定直流输出电压的情况下稳定运行; 直流输出电流调节范围: 0~100%额定值; 直流输出电压调节范围: 0~100 %最大输出电压值或起晕电压~100 %最大输出电压值;

b) 闪络试验: 在不低于额定电压 60%的前提下, 设备允许在每分钟 150 次闪络状态下运行, 考核时间为 15min, 如果除尘器负载发生电弧时应能迅速灭弧, 而设备不应发生任何故障;

c) 设备运行参数显示: 设备运行参数至少包括一次电流、母线电压、二次电压、二次电流。运行参数显示误差不大于 5%, 温度显示误差±2℃。若有柜面表计, 其指示值误差为 ±5%;

d) 设备一般不允许负载开路, 设备瞬时开路, 一般不应造成故障;

e) 设备故障保护功能: 设备运行中, 如出现下列故障, 设备应能自动停机跳闸报警并

显示故障类型。故障类型有：负载短路故障、负载开路故障、高频变压器油温超限、功率半导体器件故障、功率半导体器件温度超限等；

f) 设备应能承受在额定负载条件下开机和停机的冲击；

g) 设备能与计算机通讯，能接受计算机的各种设定命令，并将设备运行参数、设定参数、故障状态传送到计算机。

**E.2.7 防护等级：**设备的柜体防护按 GB 4208 的规定。除尘用高频高压整流设备（风道除外）的防护等级不低于 IP 54 或按用户要求。

**E.2.8 噪声：**设备的噪声应符合 GB/T 3859.1 的规定。

## 附录 F

(资料性附录)

## 电除尘器升压记录表

表 F.1 电除尘器升压记录表

尘源设备和名称		电除尘器规格		供货商	
高压电源 (A/kV)		抽头位置 (kV)		测试时天气	晴、多云、阴、雨
温度 (°C)		湿度 (%)		风力 (m/s)	
室号		电场号		测试时段	时 分— 时 分
空载测试	第 次	负载测试	第 次	测试时间	年 月 日
序号	一次电压 (V)	一次电流 (A)	二次电压 (kV)	二次电流 (mA)	备 注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

注：在升压过程中如要观察电场内部的放电现象，观察人员只可在进、出口喇叭管内或灰斗内进行观察，不可进入电场，观察人员应有两人以上，一人在本体外部监护。在升压过程中如发现电场内部有不正常放电现象，则应关闭全部高压电源，并将全部隔离开关接地放电后，检修人员才可进入电场进行检修。

测试负责人：

记录人：

# 附录 G

(资料性附录)

## 电除尘器运行记录表

表 G.1 电除尘器运行记录表

车间名称						
除尘器名称						
除尘器编号						
设备型号						
考察位置 (勾选)	除尘器入口/除尘器出口					
日期						
时间						
系统含尘气体量 (m³/h)						
系统负压 (Pa)						
温度 (℃)						
风机阀门开度 (%)						
一次电压 (V)						
一次电流 (A)						
二次电压 (kV)						
二次电流 (mA)						
含尘浓度 (mg/m³)						
清灰设备情况						
卸灰设备情况						
输灰设备情况						
备注						

操作员:

交班班长:

接班班长:

## 附录 H

(资料性附录)

### 袋式除尘器运行记录表

表 H.1 袋式除尘器运行记录表

车间名称						
除尘器名称						
除尘器编号						
设备型号						
考察位置 (勾选)	除尘器入口/除尘器出口					
日期						
时间						
系统含尘气体量 (m <sup>3</sup> /h)						
系统负压 (Pa)						
温度 (℃)						
风机阀门开度 (%)						
压缩空气压力 (MPa)						
系统运行压差 (Pa)						
含尘浓度 (mg/m <sup>3</sup> )						
清灰设备情况						
卸灰设备情况						
输灰设备情况						
备注						

操作员:

交班班长:

接班班长:

附录 I

(资料性附录)

电袋复合除尘器运行记录表

表 I.1 电袋复合除尘器运行记录表

车间名称						
除尘器名称						
除尘器编号						
设备型号						
考察位置 (勾选)	除尘器入口/除尘器出口					
日期						
时间						
系统含尘气体量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )						
系统负压 (Pa)						
温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )						
风机阀门开度 (%)						
一次电压 (V)						
一次电流 (A)						
二次电压 (kV)						
二次电流 (mA)						
压缩空气压力 (MPa)						
系统运行压差 (Pa)						
含尘浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )						
清灰设备情况						
卸灰设备情况						
输灰设备情况						
备注						

操作员:

交班班长:

接班班长: