HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2020-2012

袋式除尘工程通用技术规范

General technical specification for bag flitration engineering

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。

2012-10-17 批准 2013-1-1 实施

环 境 保 护 部 发布

目　次

前　言

为贯彻《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》，规范袋式除尘工程建设和运行管理，控制粉尘和微细粒子排放，改善环境质量，促进袋式除尘行业技术进步，制定本标准。

本标准规定了袋式除尘工程设计、施工与安装、调试与验收、运行与维护管理的通用技术要求。

本标准为首次发布。

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：中国环境保护产业协会、中钢集团天澄环保科技股份有限公司、中国环境科学研究院。

本标准环境保护部 2012 年 10 月 17 日批准。

本标准自 2013 年 1 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

袋式除尘工程通用技术规范

1 适用范围

本标准规定了袋式除尘工程设计、施工与安装、调试与验收、运行与维护的通用技术要求。

本标准准适用于各种规模的袋式除尘工程，可作为环境影响评价、环境保护设施设计与施工、环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

本标准所提出的技术要求具有通用性，特殊性要求可执行相关行业的除尘工程技术规范。电袋复合除尘工程可参照执行。

本标准不适用于煤气净化袋式除尘工程。

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 095 安全带

GB 725 安全网

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB 3608 高处作业分级

GB 4053.1 固定式钢直梯安全技术条件

GB 4053.2 固定式钢斜梯安全技术条件

GB 4053.3 固定式工业防护栏杆

GB 4053.4 固定式工业钢平台

GB 6514 涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化

GB 7059 便携式木梯安全要求

GB 7251 低压成套开关设备和控制设备

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

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 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 50051 烟囱设计规范

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 50131 自动化仪表工程施工质量验收规范

GB 50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范

GB 50169 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范

GB 50171 盘、柜及二次回路接线规范

GB 50187 工业企业总平面设计规范

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50217 电力工程电缆设计规范

GB 50235 工业金属管道工程施工及验收规范

GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范

GB 50242 建筑给水排水及采暖施工质量验收规范

GB 50254 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范

GB 50259 电气装置安装工程电气照明装置施工及验收规范

GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范

GB 50270 连续输送设备安装工程施工及验收规范

GB 50275 压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范

GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范

GB/T 755 旋转电机定额和性能

GB/T 985 气焊、手工电弧焊、气体保护焊焊缝坡口形式和尺寸

GB/T 3787 手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规定

GB/T 3805 特低电压(ELV)限值

GB/T 6719 袋式除尘器技术要求

GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

GB/T 14048 低压开关设备和控制设备过电流保护装置

GB/T 15605 粉尘爆炸泄压指南

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 50033 建筑采光设计标准

GB/T 50326 建设工程项目管理规范

GBJ 87 工业企业噪声控制设计规范

GBJ 140 建筑灭火器配置设计规范

GBJ 149 电气装置安装工程母线装置施工及验收规范

GBZ 1 工业企业设计卫生标准

GBZ 2 工作场所有害因素职业接触限

DL/T 5137 电测量及电能计量装置设计技术规程

DL/T 620 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合

DL/T 659 火力发电厂分散控制系统验收测试规程

DL/T 909 正压气力输灰系统性能验收试验规程

DL/T 5044 火力发电厂、变电所直流系统设计技术规定

DL/T 5072 火力发电厂保温油漆设计规程

D/T 5121   火力发电厂烟风煤粉管道设计技术规范

HGJ 229 工业设备管道防腐检验验收规范

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 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 5911 电除尘器焊接技术要求

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 8471 袋式除尘器安装技术要求与验收规范

JB/T 8690 工业通风机 噪声限值

JB/T 10341 滤筒式除尘器

SH 3022   工业设备和管道涂料防腐蚀技术规范

《建设工程质量管理条例》 （国务院令第 279 号）

《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局令第 13 号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 标准状态 normal condition

指气体温度为 273K，压力为 101325Pa 时的状态，简称“标态”。

3.2 烟（粉）尘污染源 smoke and dust pollution sources

生产中产生含尘废气的部位或设备。

3.3 排风量 exhaust air rate

集气罩（集尘罩）或炉窑出口排出的工况气体体积流量，单位为 m^3/h。

3.4 捕集率

集气罩所能捕集的污染气体量与生产工艺设备产生的污染气体量之比，单位为%。

3.5 处理风量 disposing air volume

除尘器、换热器等设备进口工况气体体积流量，单位为 m^3/h。

3.6 系统风量 system air volume

袋式除尘系统排风机入口工况气体体积流量，反映袋式除尘系统的处理能力，单位为 m^3/h。

3.7 工况风量 operating mode air volume

袋式除尘系统运行时管道某断面或设备进、出口工况气体体积流量，单位为 m^3/h。

3.8 过滤速度 filtration velocity

含尘气体通过滤袋的表观速度，单位为 m/min。

3.9 过滤仓室 filtration room

能实现离线检修的过滤单元。

3.10 预涂灰（粉） pre-coating with ash

袋式除尘器投运前或更换新滤袋后，在滤袋表面预置一定厚度粉尘的操作。

3.11 离线清灰 off-line cleaning

过滤仓室停止过滤状态下的清灰。

3.12 在线清灰 on-line cleaning

过滤仓室不停止过滤状态下的清灰。

3.13 气流分布 air current distribution

采用阻流和导流装置使进入袋式除尘器后的气体流量和速度按设计要求进行分配和分布的措施。

3.14 复合滤料 compound-filter material

两种及其以上不同纤维按一定比例组成的特殊结构的滤料。

3.15 脉冲宽度 width of electric pulse

控制系统向脉冲阀发出电信号的持续时间，即先导电磁阀通电的持续时间。

3.16 脉冲间隔 interval of pulse

控制系统向脉冲阀发出的相邻两次启动信号的间隔时间。

3.17 高温烟气 high temperature exhaust gas

温度大于等于 130℃的烟气。

3.18 荧光粉检漏 phosphor powder leak hunting

利用荧光粉和紫光灯检查袋式除尘器粉尘泄漏点的检漏方式。

4 污染物与污染负荷

4.1 污染物

4.1.1 袋式除尘工艺适用于各种风量下的含尘气体净化。

4.1.2 袋式除尘工艺的采用取决于污染物的特性。以下场合和要求下应优先采用袋式除尘工艺：

a）粉尘排放浓度限值<30mg/m^3（标态干排气）；

b）高效捕集微细粒子；

c）含尘空气的净化；

d）炉窑烟气的净化；

e）粉尘具有回收价值，可综合利用；

f）水资源缺乏或严寒地区；

g）垃圾焚烧烟气净化；

h）高比电阻粉尘或粉尘浓度波动较大；

i）净化后气体循环利用。

4.1.3 以下场合通过技术措施处理后可采用袋式除尘工艺：

a）高温烟气通过冷却降温，满足滤料连续工作温度；

b）烟气含湿量虽大，但烟气未饱和，且烟气温度高于露点温度 15℃以上；

c）烟气短期含油雾，但袋式除尘器采取了预涂粉防护措施；

d）烟气中虽有火星，但已采取火星捕集等预处理措施。

4.2 污染负荷

4.2.1 袋式除尘工程设计应了解生产工艺、设备、工作制度、维护检修等基本情况和要求，掌握污染源产生污染物的成因、种类和理化性质、数量及位置分布、排放形式与途径、排放量及排放强度、排放规律等，作为工程设计的原始资料。

4.2.2 原始资料可参考附录 A 收集。原始资料应真实、可靠，以测试报告、设计资料为主，当用户无法提供时，可通过以下方式获得：

a）委托专业测试单位进行测试；

b）同类型、同规模项目类比；

c）公式计算结合工程经验判断；

d）模拟试验。

4.2.3 设计负荷和设计余量应根据污染物特性、污染强度、排放标准和环境影响评价批复文件的要求综合确定。

4.2.4 设计负荷和设计余量应充分考虑污染负荷在最大和最不利情况下袋式除尘系统的适应性，确保其稳定运行。

4.2.5 污染源排风量、生产设备排出的废气量、换热器进出口风量、除尘器处理风量、引风机风量均应按工况风量确定。性能测试和检测数据应按标准状况换算。

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 袋式除尘工程的设计和实施应遵守国家“三同时”、清洁生产、循环经济、节能减排等政

策、法规、标准的规定。

5.1.2 袋式除尘工程的设计应以达标排放为原则，采用成熟稳定、技术先进、安全可靠、经济合理的工艺和设备。

5.1.3 袋式除尘工程应由具有国家相应设计资质的单位进行设计。

5.1.4 袋式除尘的配置应不低于生产工艺设备的装备水平，并纳入生产系统统一管理。除尘系统和设备应能适应生产工艺的变化和负荷波动，应与生产工艺设备同步运转。

5.1.5 袋式除尘系统功能、技术水平、配置、自动控制和检测应与生产工艺和管理水平的要求相适应。不得采用落后和淘汰的技术及装备。

5.1.6 袋式除尘工程的设计年限应与生产工艺的设计年限相适应，一般不低于 20 年。

5.1.7 袋式除尘工程设计耐火等级、抗震设防应满足国家和行业设计规范、规程的要求。建（构）筑物抗震设防类别按丙类考虑，地震作用和抗震措施均应符合工程所在地抗震设防烈度的要求。地震作用和抗震措施应符合 GB 50011 的规定。

5.1.8 袋式除尘工程设计应明确的主要内容：

a）工程设计的内容和范围；

b）控制对象及治理效果；

c）各个专业的接口；

d）最不利工况的条件（风量、温度及烟尘的理化性质）；

e）技术和装备水平的定位；

f）工程质量等级；

g) 三通一平、地下掩埋物和地质状况。

5.1.9 袋式除尘工程建设应采取防治二次污染的措施，废水、废气、废渣、噪声及其他污染物的排放应符合相应的国家或地方排放标准。

5.1.10 袋式除尘工程应按照国家相关政策法规、大气污染物排放标准和地方环境保护部门的要求设置污染物排放连续监测系统。

5.2 总图布置

5.2.1 袋式除尘管道、主体设备、辅助设施等的总图布置应符合 GB50187、GB50016、GBZ1 的规定，还应符合所属行业总图运输、防火、安全、卫生等规范的要求。

5.2.2 袋式除尘系统的平立面布置应节约用地。场地标高、排水、防洪等均应符合 GB 50187 的规定。

5.2.3 主体设备应按除尘工艺的流程布置，尽量靠近污染源。各设施的布置应顺畅、紧凑、美观；对于新建的项目，应预留适度的空地，以适应环保升级改造的需要。

5.2.4 主体设备之间应留有适当的间距，满足安装、检修、消防和运输的需要。袋式除尘器及换热器的竖向布置应根据卸灰和输灰方式确定。

5.2.5 袋式除尘系统的排气筒一般应设在场（厂）区主导风向的下风侧。

5.2.6 除尘系统管架的布置，应符合下列要求：

a）管架的净空高度及基础位置，不得影响交通运输、消防及检修；

b）不得妨碍建筑物自然采光与通风；

c）有利厂容厂貌。

5.2.7 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
铁路（中心线）	3.75
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。	

5.2.8 除尘系统架空管线或管架跨越铁路、道路的最小垂直间距，应符合表 2 的规定。

表 2 架空管线、管架跨越铁路、道路的最小垂直间距

单位：m

<table>
<tr><th colspan="2">名称</th><th>最小垂直间距</th></tr>
<tr><td rowspan="2">铁路（从轨顶算起）</td><td>火灾危险性属于甲、乙、丙类的液体、可燃气体与液化石油气管道</td><td>6.0</td></tr>
<tr><td>其它一般管线</td><td>5.5[a]</td></tr>
<tr><td colspan="2">道路（从路拱算起）</td><td>5.0[b]</td></tr>
<tr><td colspan="2">人行道（从路面算起）</td><td>2.2/2.5[c]</td></tr>
<tr><td colspan="3">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。</td></tr>
<tr><td colspan="3">注 2：[a] 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。
[b] 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 4.5m。
[c] 街区内人行道为 2.2m，街区外人行道为 2.5m。</td></tr>
</table>

5.2.9 管线综合布置其相互位置发生矛盾时，宜按下列原则处理：

a）压力管让自流管；

b）管径小的让管径大的；

c）易弯曲的让不易弯曲的；

d）临时性的让永久性的；

e）工程量小的让工程量大的；

f）新建的让现有的；

g）检修次数少的、方便的，让检修次数多的、不方便的。

5.2.10 地下管线交叉布置时，应符合下列要求：

a）给水管道，应在排水管道上面；

b）可燃气体管道，应在其他管道上面（热力管道除外）；

c）电力电缆，应在热力管道下面、其它管道上面；

d）氧气管道，应在可燃气体管道下面、其它管道上面；

e）腐蚀性的介质管道及碱性、酸性排水管道，应在其它管线下面；

f）热力管道，应在可燃气体管道及给水管道上面。

5.2.11 管线共沟敷设，应符合下列规定：

a）热力管道，不应与电力、通信电缆和物料压力管道共沟；

b）煤气等可燃气体管道不得与消防水管共沟敷设；

c）凡有可能产生相互影响的管线，不应共沟敷设。

5.2.12 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0.15m以上。有车辆出入的建筑物室内、外地坪高差，一般为0.15～0.30m；无车辆出入的室内、外高差可大于0.30m。

5.2.13 建（构）筑物的防火间距应满足 GB50016 的要求。

5.2.14 消防通道。消防车道的宽度不应小于 3.5m，其距路边建筑物外墙宜大于 5m。道路上方有管架、栈桥等障碍物时，其净高不宜小于 4m。

5.2.15 穿过建筑物的消防车道，其净宽和净高均不应小于 4m，如穿过大门时，其净宽不小于 3.5m。

5.2.16 消防车道靠建筑物一侧不应布置妨碍消防车辆登高操作的绿化、架空管架等。

5.2.17 消防车道下的管沟和暗沟应能承受大型消防车的压力。

5.2.18 净化有爆炸危险的粉尘的袋式除尘器，宜布置在独立建筑内，且与所属厂房的防火间距不应小于 10m。但符合下列条件之一的袋式除尘器可布置在生产厂房的单独间内：

a）有连续清灰设备；

b）风量不超过 15000m^3/h、且集尘斗的储尘量小于 60kg 的定期清灰的除尘器和过滤器。

6 工艺设计

6.1 一般规定

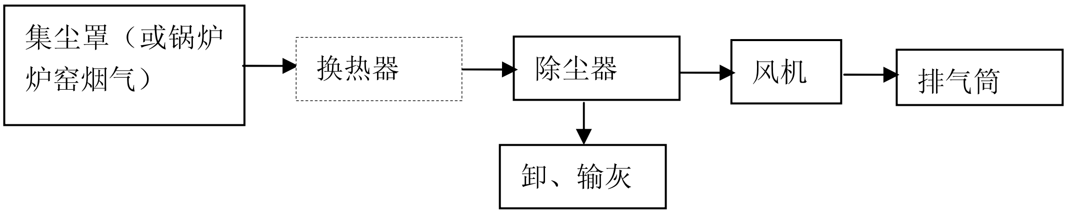
6.1.1 袋式除尘工艺应根据生产要求合理配置，除尘系统颗粒物排放应符合国家或地方大气污染物排放标准、建设项目环境影响评价文件和总量控制的规定。岗位粉尘浓度应符合 GBZ 1、GBZ 2 规定限值的要求。

6.1.2 袋式除尘系统的基本构成有：污染源（尘源）控制装置、除尘管道、袋式除尘器、风机、排气筒（烟囱）、卸灰和输灰装置等。

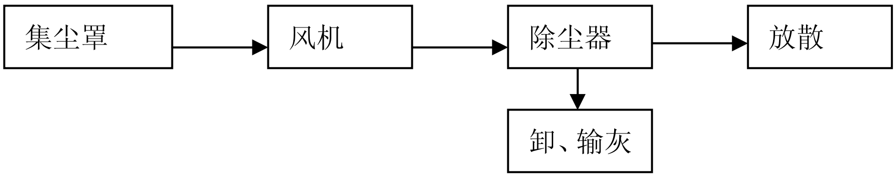
6.1.3 袋式除尘器不得设置旁路。

6.1.4 袋式除尘工艺宜采用负压系统，特殊情况下可采用正压系统。

6.1.5 袋式除尘负压系统和正压系统的工艺流程见图 1。



(a)负压除尘系统



(b)正压除尘系统

图 1 常见的袋式除尘工艺流程

6.1.6 含有毒有害气体的净化不应采用正压除尘系统。以下场合可采用正压袋式除尘工艺：

a）粉尘浓度小于 3g/m^3；

b) 粒径小于 10μm；

c) 磨琢性不强（如石墨粉）；

d) 粉尘粘性小；

e) 含尘空气净化

f) 含有易燃易爆气体的净化；

g) 除尘设备的周边无民用建筑和办公场所。

6.1.7 当原始烟气呈现下列特殊情况时，袋式除尘器前可设置预处理装置。

a）烟气中含炽热颗粒物或火星，可设火星捕集器；

b）烟气温度超温，可设烟气冷却器；

c）烟气含尘浓度过高，可设预除尘器；

d）粉尘需要分级回收，可设预除尘器。

6.1.8 高温烟气降温冷却应充分考虑余热回收利用。

6.1.9 大型袋式除尘工程设计应进行方案比较，优选出最佳工艺方案。

6.1.10 袋式除尘工程设计程序见附录 B

6.2 污染（尘）源控制

6.2.1 应对无组织排放的烟（粉）尘污染源设置集气罩。集气罩的形式和设置应满足生产操作和检修的要求。

6.2.2 对产生烟（粉）尘的生产设备和部位，应优先考虑采用密闭罩或排气柜，并保持一定的负压。当不能或不便采用密闭罩时，可根据生产操作要求选择半密闭罩或外部集气罩，并尽可能包围或靠近污染源，必要时，采取增设软帘围挡，以防止粉尘外溢。逸散型热烟气的捕集应优选采用顶部集气罩；污染范围较大，生产操作频繁的场合可采用吹吸式集气罩；无法设置固定集气罩，生产间断操作的场合，可采用活动(移动)集气罩。

6.2.3 集气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。

6.2.4 集气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。

6.2.5 集气罩设计时应考虑穿堂风等干扰气流对排烟效果的影响。

6.2.6 集气罩、屋顶集气罩的外形尺寸和容积较大时，罩体宜设置多个排风出口。集气罩收缩角不宜大于60°。

6.2.7 集气罩的排风量应按照防止粉尘或有害气体扩散到环境空间的原则确定。排风量为工况风量，排风量大小可通过下列方式获得：

a）生产设备提供；

b）实际测量或模拟试验；

c）工程类比和经验数据；

d）设计手册与理论计算。

6.2.8 集气罩应能实现对烟气（尘）的捕集效果，捕集率不低于：

a）密闭罩 100%；

b）半密闭罩 95%；

c）吹吸罩 90%；

d）屋顶排烟罩 90%；

e）含有毒有害、易燃易爆污染源控制装置 100%。

6.2.9 在集气罩可能进入杂物的场合，罩口应设置格栅。

6.3 除尘系统划分

6.3.1 根据污染源性质、数量、分布及产生时段，袋式除尘系统可采用集中式、分散式或就地式除尘系统。

6.3.2 尘源众多，且要求除尘系统集中维护管理的场合宜采用集中式除尘系统。

6.3.3 对于孤立偏远的尘源，宜采用就地式除尘系统。

6.3.4 除尘系统的划分应遵循如下原则：

a）同时产生污染、同一生产工段的尘源，宜划分为同一个除尘系统或一个管网支路；

b）粉尘性质相同、并需要回收利用的尘源可划分为同一个除尘系统；

c）各尘源粉尘性质不同，但位置相对集中，粉尘无回收价值的场合，可划分在同一个除尘系统；

d）粉尘混合后会引起燃烧或爆炸，或形成毒性更大的污染物的尘源不得划分在同一除尘系统；

e）污染气流混合后会引起管道内结露和堵塞的尘源不得划分在同一除尘系统。

6.4 除尘管道及附件

6.4.1 管道布置的一般要求：

a）除尘管道布置应顺畅、整洁，应尽量明装；

b）工艺管道应尽量沿墙或柱敷设；

c）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 200mm；架空管道高度应符合表 2 的规定。

d）为避免水平管道积灰，可采用倾斜管道布置。

6.4.2 除尘管道宜采用圆形管道，除尘管道的公称直径按管道外径计取，宜采用《全国通用通风管道计算表》中所列的管道规格。出现下列情况时可采用矩形管道：

a）空间尺寸受限，圆形管道无法敷设;

b）发电厂等大型除尘器和引风机进、出口烟道。

6.4.3 管道材料应根据输送介质的温度和性质确定，通常采用碳素钢Q235。管道所用的材料（材质）应符合相关产品国家现行标准的规定，并应有材质合格证明。

6.4.4 除尘管道风速的选择应考虑粉尘的粒径、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。管道最低风速参照GB 50019和表3取值。

表3 除尘管道最低气流速度

单位：m/s

粉尘性质	垂直管	水平管	粉尘性质	垂直管	水平管
粉状的粘土和砂	11	13	铁和钢（屑）	18	20
耐火泥	14	17	灰土、砂尘	16	18
重矿物粉尘	14	16	锯屑、刨屑	12	14
轻矿物粉尘	12	14	大块干木屑	14	15
干型砂	11	13	干微尘	8	10
煤灰	10	12	染料粉尘	14～16	16～18
湿土(2%以下水分）	15	18	大块湿木屑	18	20
铁和钢（尘末）	13	15	谷物粉尘	10	12
棉絮	8	10	麻（短纤维粉尘、杂质）	8	12
水泥粉尘	8～12	18～20			

6.4.5 除尘管道的壁厚应根据气体温度、腐蚀性、管径、跨距、加固方式及粉尘磨琢性等因素综合确定，壁厚取值可参照表4。

表4 除尘管道壁厚

单位：mm

序号	除尘管道直径D	圆管壁厚
1	D≤400	3～4
2	400＜D≤1500	4～6
3	1500＜D≤2200	6～8
4	2200＜D≤3000	6～8
5	3000＜D≤4000	8～10
6	D＞4000	10～12

6.4.6 当管道内烟气温度大于350℃，应对烟气进行冷却，且管道厚度不应小于5mm。

6.4.7 除尘管网的支管宜从主管（或干管）的上部或侧面接入，连接三通的夹角宜为30°～45°；垂直连接时应采用导流措施（补角三通）。干管上所联接的支管数量不宜超过6根。

6.4.8 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 1500mm 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 16Mn 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 D/T5121 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。

6.4.9 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）。

6.4.10 输送含尘浓度高、粉尘磨琢性强的含尘气体时，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。

6.4.11 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。为保证法兰连接的密封性，法兰间应设置衬垫，衬垫的厚度为 3~5mm。衬垫材料根据输送材料性质和温度确定。

6.4.12 管道、弯头、三通的连接采用焊接。

6.4.13 管道可采用搭接、角接和对接三种形式。管道焊接前应除锈、除油，焊缝熔合良好、平整，表面无裂纹、焊瘤、夹渣和漏焊等缺陷，焊后的工件变形应矫正，焊渣及飞溅物应清除干净。

6.4.14 焊接搭接长度不得小于 5 倍钢板厚度，且≥25mm。

6.4.15 管壁厚度大于 6mm 时，管道焊接应采坡口形式。焊缝的坡口形式常用有“V”形坡口、“Y”形坡口；管径大于 1000mm 时，应采用双面连续焊接。

6.4.16 除尘管道法兰的连接宜采用内侧满焊，外侧间断焊。管道端面与法兰接口平面的距离不应小于 5mm。

6.4.17 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 75~150mm。

6.4.18 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，并与生产设备联锁。

6.4.19 管道阀门的形式和功能应根据烟气条件和工艺要求选定。

6.4.20 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，以及耐温性、严密性、调节性等性能。

6.4.21 阀门选型时，应符合以下技术要求：

a）可靠性。要求阀门开启、关闭灵活，开关到位，不得出现卡死和失灵现象。

b）刚性。应具有很好的强度和刚度，阀体不变形。

c）严密性。阀门关闭时，其严密性应符合设计要求。

d）耐磨性。阀门阀体结构、材料应满足耐磨性要求。

e）耐腐蚀性。阀门阀体材料和表面防腐应满足耐腐蚀性要求。

f）耐温性。阀门的材质和结构应满足耐温性要求。

g）开闭时间。阀门的启闭时间应满足生产和除尘工艺要求。

h）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。

i）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。

j）流向。阀门应有明显的流动方向标识。

k）执行器的方位。选型时应明确传动方式和执行器的方位。

6.4.22 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。

6.4.23 “常闭”的阀门宜设置在垂直管道上，以防止管道积灰。

6.4.24 阀门结构形式选择时，应考虑气体偏流导致粉尘对阀体造成的磨损。

6.4.25 下列情况下应设置补偿器：

a）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。

b）高温烟气除尘器的进出口管道应设置补偿器，进口补偿器处应设活动支架

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

6.4.27 除尘器、烟气换热器进出口管道和排气筒（烟囱）上应设置测试孔。生产设备排烟口、大型集气罩、排风口等特殊部位应设置测试孔。

6.4.28 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/T397-2007 的规定。测试孔处应有测试平台及栏杆。

6.4.29 测试孔通常采用圆形短管的结构，短管高度30~50mm，堵头密封。测试孔只用于测风量或压力时，孔径可取50㎜；测试孔用于测浓度时，孔径可取100㎜，测孔附近需设有220V电源插口。

6.4.30 输送相对湿度较大、易结露的含尘气体时，管道应采取保温措施。

6.4.31 输送爆炸性气体或粉尘的管道应按照 GB/T 15605 的要求设泄爆装置。管道应可靠接地。

6.4.32 穿墙及穿楼板的管道应加套管，管道焊缝不宜置于套管内。穿墙套管长度不得小于墙厚。穿楼板套管应高出楼面 50mm。穿过屋面的管道应有防水肩和防雨帽。管道与套管之间的空隙应采用阻燃材料填充。

6.4.33 出现下列情况，应考虑除尘管道的积灰荷载，荷载大小可按管道截面积5％～10％的灰量估算。

a）粒径较粗的机械性粉尘;

b）比重大的矿物性粉尘;

c）管道风速较低；

d）含湿量较大的含尘气体。

6.5 系统管路阻力计算

6.5.1 系统管路阻力计算应在设备和管道系统平立面布置完成后进行。步骤见附录 C。

6.5.2 应选择最不利管路（系统中压力损失最大的管路）为计算对象。

6.5.3 应按含尘气体最不利工况（风量最大、阻力最高）进行计算。

6.5.4 管径确定后，按管内实际流速计算压力损失。

6.5.5 应在气体工况温度和工况风量条件下进行计算，不考虑管道漏风。当除尘系统设有高温烟气冷却装置时，阻力应按不同的温度段分别计算，最后求和。

6.5.6 除尘系统管网应进行阻力平衡校核计算，两并联管段压力损失差值不应超过10%，否则应调整管径或设置阻力调节装置。

6.6 袋式除尘器选型

6.6.1 除尘器在系统中的布置以及所采取的防爆、防冻、降温等措施应符合GB 50016、GB 50187、GB 50019 的有关规定。

6.6.2 选择袋式除尘器和滤料时应考虑如下因素：

a）气体的温度、湿度、处理风量、含尘浓度、腐蚀性、爆炸性等理化性质；

b）粉尘的粒径分布、密度、成分、粘附性、安息角、自燃性和爆炸性等理化性质；

c）除尘器工作压力；

d）排放浓度限值及除尘效率；

e）除尘器占地、输灰方式；

f）除尘器运行条件（水、电、压缩空气、蒸汽等）；

g）滤袋寿命；

h）除尘器的运行维护要求及用户管理水平；

i）粉尘回收利用及方式。

6.6.3 除尘系统管道及袋式除尘器工作温度应高于气体露点温度15～20℃。处理高湿度含尘气体时，除尘系统及设备应保温，必要时灰斗应设置加热装置，加热方式可采取电加热或低压饱和蒸汽加热。

6.6.4 对于高浓度收尘工艺，可设置预除尘器或在袋式除尘器内设置预分离装置。

6.6.5 对机械性粉尘或一般性炉窑烟尘，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。

6.6.6 袋式除尘器的净化效果按出口排放浓度评定。

6.6.7 袋式除尘器设计阻力应根据粉尘性质、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。

6.6.8 常规袋式除尘器结构耐温按 300℃考虑。

6.6.9 袋式除尘器处理风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。

6.6.10 袋式除尘器漏风率＜3%，其计算公式为：

$$\alpha = \frac{Q_c - Q_i}{Q_i} \times 100\% \quad \text{…………………………（1）}$$

式中：

α—漏风率，%；

Qi—除尘器入口风量，m^3/h（标态）；

Qc—除尘器出口风量，m^3/h（标态）。

6.6.11 净化含有易燃易爆粉尘的含尘气体，应选择具有防爆和防泄漏功能的袋式除尘器，并配置温度、氧含量、易燃气体浓度等监测仪表和自动灭火保护、静电消除等装置。

6.6.12 袋式除尘器清灰方式应根据粉尘的物理性质确定。冶金、水泥和有色行业烟气净化宜采用脉冲喷吹袋式除尘器；原料性粉尘、机械性粉尘除尘可采用反吹风袋式除尘器；燃煤锅炉烟气宜采用脉冲喷吹袋式除尘器或迴转脉冲喷吹袋式除尘器。

6.6.13 袋式除尘器宜采用外滤式过滤形式。

6.6.14 袋式除尘器结构耐压按最大负载压力的1.2倍设计，且耐压值不小于引风机铭牌全压的1.2倍。

6.6.15 袋式除尘器本体结构、支架和基础设计应考虑永久荷载、可变荷载、风荷载、雪荷载、施工与检修荷载和地震作用，并按最不利组合进行设计。支架结构计算时，除尘器的灰荷载按满灰斗储灰量的 1.2 倍计取。灰斗及其连接的结构设计按袋式除尘器满灰斗储灰量的 1.5 倍考虑。

6.6.16 袋式除尘器过滤面积按以下公式计算：

$$A = \frac{Q}{60 \cdot u_f} \quad \text{………………………（2）}$$

式中：

A—过滤面积，m^2（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^3/（m^2·min）；

Q—处理风量（反吹风类除尘器还应包括反吹风量），m^3/h。

6.6.17 袋式除尘器滤袋数量按以下公式计算：

$$n = \frac{A}{\pi DL} \quad \text{…………………………（3）}$$

式中：

n—滤袋袋数，计算后取整；

A—除尘器的过滤面积，m^2；

D—单个滤袋的外径，m；

L—单个滤袋的长度，m。

6.6.18 袋式除尘器过滤风速应根据粉尘的特性、清灰方式和排放浓度等综合确定，其数值可

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）粉尘粒径小、比重小、粘性大的炉窑烟气净化；

b）粉尘浓度较高、磨琢性大的含尘气体净化；

c）煤气、CO等工艺气体回收系统；

d）垃圾焚烧烟气净化；

e）含铅、镉、铬等特殊有毒有害物质的烟气净化；

f）贵重粉体的回收。

6.6.19 滤袋的长度应根据粉尘的粒度、密度、清灰方式、除尘器进风方式、粉尘沉降时间和占地等因素综合确定。应防止滤袋过长导致滤袋间的碰撞摩擦。

6.6.20 袋式除尘器平面尺寸应根据滤袋形状、直径、数量、布置方式、滤袋间距、清灰方式、进风和出风方式及现场条件等综合确定。滤袋最小净间距及滤袋与壳体之间应保持必要的安全距离。袋式除尘器高度应根据排输灰方式、滤袋长度、灰斗锥度、清灰方式、进风和出风方式等因素综合确定。

6.6.21 袋式除尘器的进、出风方式应根据工艺要求、除尘器类型和结构形式、现场总图布置综合确定。除尘器进风、出风总管和支管的风速宜取 12～14m/s。

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

6.6.23 切换阀应可靠、灵活和严密，阀体和阀板应具有良好的刚性。关闭时漏风率小于 1%。

6.6.24 袋式除尘器宜采用上进风或中部进风方式。若采用灰斗进风方式，应设置有效的气流分布装置。

6.6.25 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大于60°。

6.6.26 袋式除尘器灰斗卸灰口尺寸应根据粉尘的性质、输灰方式、灰斗容积等方式确定，一般可取200 mm×200 mm～450 mm×450㎜；大型袋式除尘器及垃圾焚烧袋式除尘器灰斗卸灰口尺寸不宜小于400 mm×400mm。

6.6.27 根据袋式除尘工艺要求，除尘器灰斗可设置料位计、加热和保温装置、破拱装置。料位计与破拱装置不宜设置在同一侧面。

6.6.28 对流动性差或粘性大的粉尘，除尘器灰斗应设空气炮、振打机构等破拱装置。破拱装置距卸灰口的高度宜为灰斗高度的1/3。

6.6.29 当粉尘含湿量较大或粉尘易吸湿结块和易冻结时，除尘器灰斗应设置保温和加热器，卸灰和输灰设备应采用电或蒸汽等热源伴热。

6.6.30 当下列情况同时出现时，袋式除尘器可采用滑动支座，其进出口可设置补偿器。

a）除尘器工作温度大于 150℃；

b) 除尘器的长度大于 15m；

c) 处理风量大于 40 万 m^3/h。

6.6.31 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。

6.6.32 袋式除尘器的选型步骤见附录D。

6.7 滤料选择

6.7.1 滤料的选择应遵循如下基本原则：

a）所选滤料的连续使用温度应高于除尘器入口烟气温度及粉尘温度。

b）根据烟气和粉尘的化学成分、腐蚀性和毒性选择适宜的滤料材质和结构。

c）选择滤料时应考虑除尘器的清灰方式。

d）对于烟气含湿量大，粉尘易潮结和板结、粉尘粘性大的场合，宜选用表面光洁度高的滤料结构。

e）对微细粒子高效捕集、车间内空气净化回用、高浓度含尘气体净化等场合，可采用覆膜滤料或其他表面过滤滤料；对爆炸性粉尘净化，应采用抗静电滤料；对含有火星的气体净化，应选用阻燃滤料。

f）高温滤料应进行充分热定型；净化腐蚀性烟气的滤料应进行防腐后处理；对含湿量大、含油雾的气体净化，所选滤料应进行疏油疏水后处理。

g）当滤料有耐酸、耐氧化、耐水解和长寿命等的组合要求时，可采用复合滤料。

6.7.2 当烟气温度小于130℃时，可选用常温滤料；当烟气温度高于130℃时，可选用高温滤料；当烟气温度高于260℃时，应对烟气冷却后方可使用高温滤料或常温滤料。滤料的主要性能指标见附录E。

6.7.3 在正常工况和操作条件下，滤袋设计使用寿命不小于2年。

6.8 除尘器卸灰与输灰

6.8.1 输灰方式应根据输送量、输送距离、现场平立面布置条件、粉尘物性（粒度、磨琢性、流动性、密度）等因素综合确定。

6.8.2 除尘器卸、输灰宜采用机械输送或气力输送。卸、输灰过程不应产生二次扬尘。

6.8.3 输灰装置的输灰量应大于卸灰阀的卸灰量；后一级输灰装置的输灰能力应大于前一级输灰装置的输灰能力。

6.8.4 卸灰装置的卸灰能力应满足设计要求，卸灰顺畅，严密，避免粉尘泄漏和漏风。

6.8.5 除尘器灰斗的卸灰口，应设置插板阀、卸灰阀及落灰短管。当除尘管网可能进入杂物时，卸灰阀上部应设掏灰孔。

6.8.6 除尘器收集的粉尘装车外运时，宜采用粉尘加湿、卸灰口排风或无尘装车等措施，防止二次扬尘。有条件时，宜选用真空吸引压送罐车。

6.8.7 灰斗内宜保持一定的灰封高度。灰封高度可按下式估算：

$$H=\frac{0.1\times\Delta P}{\rho}+100 \qquad (4)$$

式中：

H—灰封高度，mm；

△P—除尘器内负压绝对值，Pa；

ρ—粉尘的堆积密度，g/cm^3。

6.8.8 选用螺旋输送机时应符合下列要求：

a）适用于水平或倾斜度小于20°时粉料输送。

b）输送长度不宜超过20m，输送量一般小于10m^3/h。

c）倾斜提升输送时，输送高度一般不高于2m。

d）不宜输送粒径细、比重小、流动性好的粉料；不宜输送比重大、磨琢性强的矿物性粉料。

e）螺旋输送机的驱动装置及出料口应设于头节（有止推轴承），使螺旋轴处于受拉状态。

6.8.9 选用埋刮板输送机时应符合下列要求：

a）适用于粉尘状、小颗粒和小块状物料的输送。

b）物料密度宜在0.2~1.8t/m^{3}之间，粒度<10mm。

c）物料温度不宜超过200℃，高温物料输送时应采用耐高温密封材料。

d）输送距离宜小于50m，输送量宜小于50m^3/h。

e）输送物料的含水率不大于10%。

6.8.10 选用斗式提升机时，提升高度不宜超过40m，输送量小于60m^3/h。

6.8.11 选用空气斜槽时，应符合下列要求：

a）温度不大于150℃的干性物料。

b）物料含水量不大于1%。

c）输送距离宜小于60m。

d）不能用于向上输送。

e）水平输送需倾斜安装，斜度不应小于6%。

f）可将物料向不同位置多点输送。

6.8.12 选用气力输送时，应符合下列要求：

a）适用于长距离集中输送和提升输送。

b）物料最高温度小于400℃。

c）可将多个卸灰口物料集中送往一处，也可将单个卸灰口物料送往多处。

d）输送管路应采用防磨弯头，管路系统应设有防堵清灰装置。

e）不宜输送粗颗粒、比重大和含水量高的粉料。

6.9 烟气冷却

6.9.1 高温烟气冷却的主要目的在于使烟气的温度满足除尘系统中设备、管道和材料的耐温要求。

6.9.2 当烟气温度高于滤料正常使用温度时，应设烟气降温设施。烟气降温应优先考虑余热回收和利用。

6.9.3 烟气冷却方式应根据烟气量、温降幅度、粉尘性质、热能回收的价值和经济性等因素

综合考虑确定。

6.9.4 高温烟气冷却可采用直接冷却和间接冷却。各种冷却方式的适用场合及要求见附录 F。

6.9.5 高温烟气冷却设计程序见附录 G。

6.9.6 烟气冷却换热计算见附录 H。

6.9.7 烟气体积流量变化计算见附录 I。

6.10 风机及电机

6.10.1 应根据输送气体的温度和性质，选择相应用途的风机，要求如下：

a）输送常温空气可选用通风机；

b）输送有爆炸和易燃气体时应选用防爆型风机；

c）输送有腐蚀性气体时应选用防腐风机；

d）输送高温气体时应选用电站锅炉引风机或锅炉引风机；

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

6.10.3 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。

6.10.4 风机选型时，应尽量避免风机并联或串联工作。当风机并联工作时，应尽量选择同型号同规格的风机。

6.10.5 为防止风机冷态启动和运转时电机过载，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风机和电机，可增设偶合器或变频装置。

6.10.6 风机可露天布置，也可布置在风机房内。对于露天布置的风机和电机，应采取防雨、防尘、防护等措施。电机防护等级不低于 IP54。

6.10.7 风机及电机选型步骤见附录 J。

6.10.8 风机选型计算风量应在除尘管网计算总排风量上附加管网和设备的漏风量，按下式计算

$$Q' = K_1 K_2 Q \quad \cdots\cdots（5）$$

式中：

Q' —风机选型计算风量，m^3/h；

Q —除尘管网计算总排风量（风机入口处），m^3/h；

K_1—管网漏风附加系数，一般送、排风系统 $K_1=1.05\sim1.1$，除尘系统 $K_1=1.1\sim1.15$，气力输送系统 $K_1=1.15$；

K_2—设备漏风附加系数，按有关设备样本选取，K_2 一般处于 1.02～1.05 范围。

6.10.9 风机选型计算全压按下式计算：

$$p' = (p_1\alpha_1 + p_2)\alpha_2 \quad \cdots\cdots（6）$$

式中：

p' —风机选型计算全压，Pa；

p_1—管网计算总压力损失，Pa；

p_2—除尘设备末期的压力损失，Pa，一般由设备厂家提供。也可参考以下数值选取：

a）机械性粉尘：1400Pa；

b）冶金、水泥炉窑：1500Pa；

c）煤粉锅炉：1500Pa；

d）炉排炉：1400Pa；

e）垃圾焚烧：1800Pa；

f）空气净化：1400Pa；

g）铁合金：1800Pa；

h）高浓度煤粉收集器：1800Pa。

α_1—管网计算总压力损失附加系数；对于定转速风机，按 1.1～1.15 取值；对于变频风机，按 1.0 取值；电站风机按 1.2 取值；气力输送系统则按 1.2 取值；

α_2—通风机全压负差系数，一般可取 α_2＝1.05~1.08（国内风机行业标准）。

6.10.10 应将风机选型计算风量和全压换算成风机样本标定状态下的数值，据此选择风机型号。换算公式如下：

$$Q'' = Q' \quad \text{……………………………..（7）}$$

$$p'' = \frac{1.293}{\rho} \times \frac{101325}{B} \times \frac{273+t}{273+t_0} \times p'$$

………………..…（8）

式中：

Q'' —风机样本标定状态下选型计算风量，m^3/h；

Q' —风机选型计算风量，m^3/h；

p'' —风机样本标定状态下选型计算全压，Pa；

p' —风机选型计算全压，Pa；

B —风机实际运行当地大气压力，Pa；

ρ —标准状态下输送气体密度，kg/m^3；当输送气体密度接近空气时，可按 1.293kg/m^3 取值；

t_0—风机标定状态下的气体温度，℃。通风机时 t_0=20℃；电站引风机时 t_0=140℃；工业锅炉引风机时 t_0=200℃；

t —风机入口工况气体温度，℃

6.10.11 风机选定后，应计算风机在实际工况条件下所需的电机功率。计算公式如下：

$$N = \frac{\rho}{1.293} \times \frac{B}{101325} \times \frac{273+t_0}{273+t} \times \frac{Q_0 \times p_0}{1000 \times 3600 \times \eta_1 \times \eta_2} \times K$$

…………（9）

式中：

N—所需功率，kW；

Q_0—所选风机样本工作点流量，m^3/h；

p_0—所选风机样本工作点全压，Pa；

B—风机实际运行当地大气压力，Pa；

ρ—标准状态下输送气体密度，kg/m^3；当输送气体密度接近空气时，可按 $1.293kg/m^3$ 取值；

t_0—风机标定状态下的气体温度，℃；通风机时 t_0=20℃，电站引风机时 t_0=140℃，工业锅炉引风机时 t_0=200℃；

t—风机入口工况气体温度，℃；

η_1—风机内效率，风机样本给出；

η_2—机械传动效率，与传动方式有关：电动机直联取 1.0，联轴器直联取 0.98；

K—电机功率储备系数：通风机取 1.15，引风机取 1.3。

6.10.12 电机功率的校核。电机选定后，还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。

6.10.13 选择风机时，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。

6.11 袋式除尘系统风量调节

6.11.1 当除尘系统的风量随生产过程出现周期性、规律性变化时，应对除尘系统的风量进行调节，实现节能运行。

6.11.2 风量调节的方式应根据项目的具体情况和要求确定，主要包括：

a）采用变频器调节风机转速；

b）采用液力偶合器调节风机转速；

c）调节风机阀门开度；

d）采用双速电机；

e) 启停并联风机的运行台数；

f）关闭部分支路上的阀门。

6.11.3 系统风量调节或电机调速应与生产过程联锁控制。

6.12 烟囱（排气筒）

6.12.1 烟囱的高度应符合国家或地方污染物排放标准和建设项目环境影响评价文件的要求。烟囱应设置测试孔和测试平台，测试孔应符合 GB/T 16157 的规定。

6.12.2 烟囱结构设计应符合 GB 50051 的要求。

6.12.3 烟囱的结构形式应根据所属行业要求、烟气性质、烟囱高度、功能要求、材料供应及施工条件等因素综合确定。常见的烟囱结构形式及使用场合如下：

a）钢筋混凝土烟囱：火力发电厂、集中供热、大型工业锅炉；

b）钢烟囱：钢铁厂、水泥厂、有色冶炼厂、机械工厂、小型工业锅炉；

c）套筒式或多管式烟囱：垃圾焚烧厂、火力发电厂。

6.12.4 钢烟囱包括塔架式，自立式和拉索式三种形式。高大的钢烟囱可采用塔架式，低矮的钢烟囱可采用自立式，细高的钢烟囱可采用拉索式。

6.12.5 自立式钢烟囱的直径 d 和高度 h 之间的关系宜满足 $h\leq 20d$。当不满足此条件时，烟囱下部直径宜扩大或采用拉索式钢烟囱等其他结构型式。

6.12.6 当多台炉窑同时排烟，且要求每台炉单独采用一个排烟筒时，可设计成多管式烟囱（如垃圾焚烧烟囱等）。

6.12.7 烟囱（排气筒）的出口直径应根据出口流速确定，流速宜取 15m/s～20m/s。

6.12.8 自立式钢烟囱的筒壁最小厚度 t 应满足下列条件：

a）当烟囱高度 $h\leqslant 20m$，$t=7.5$ mm；

b）当烟囱高度 $h\geqslant 20m$，$t=9$ mm。

6.12.9 对于薄壁钢烟囱，为提高刚度，除可增加壁厚外，也可设置加强圈。

6.12.10 烟囱筒壁和基础的受热温度应符合下列规定：

a）钢筋混凝土筒壁和基础以及素混凝土基础受热温度不应超过 150℃；

b）钢烟囱筒壁的最高受热温度应符合表 5 的规定。

表 5　钢烟囱筒壁的最高受热温度

单位：℃

钢	最高受热温度	备注
碳素结构钢	250	用于沸腾钢
	350	用于镇静钢
低合金结构钢和可焊接低合金耐候钢	400	--

6.12.11 根据需要，烟囱外表面应设置爬梯或检修平台，规定如下：

a）爬梯应离地面 2.5m 处开始设置，直至烟囱顶端；

b）爬梯应设在常年主导风向的上风向；

c）烟囱高度小于 40m 时，可不设置爬梯围栏；当烟囱高度大于 40m 时，从 15m 处开始设置围栏；

d）爬梯等金属物件应采取防腐措施，爬梯与筒壁连接应牢固可靠。

6.12.12 烟囱底部应设置比烟道底部低 0.5～1m 的积灰坑，并设置检修门且严格密封。

6.12.13 应按 GB 50057 要求设置防雷和接地设施。

6.12.14 烟囱与烟道的接口处，烟囱内部应具有防止雨水流入烟道和风机的挡水措施。

6.12.15 烟囱底部应设有雨水排放口，同时，应有防止小动物进入的网格。

6.12.16 钢制烟囱的设计应有足够的强度和刚度，烟囱的壁厚还应考虑有一定量的腐蚀裕度。烟道入口宜设计成圆形。矩形孔洞的转角宜设计成圆弧形。为减少风载对烟囱的作用力，必要时可设置一定数量的破风圈。

6.12.17 当两个烟道共用一个钢烟囱排气时，开孔应对称设置。烟囱内部应设隔板，隔板高度不低于烟囱高度的 **1/4**。

6.12.18 钢烟囱的防腐蚀设计应符合下列要求：

a）当钢烟囱高度不超过 100m，排放弱腐蚀性烟气时，筒壁材料可采用普通钢板；否则应采用耐腐蚀钢板。

b）当烟囱筒首部分（高度为 1.5 倍出口直径）采用普通钢时，烟囱筒首涂刷耐酸涂料。

c）钢烟囱的内外表面应涂刷防护油漆。但当排放腐蚀性强的烟气时，钢烟囱内表面应改用厚 1~3mm 的防腐涂料。

d）烟囱外表面应针对大气和雨水腐蚀进行表面防腐。

e）烟囱排放口内部宜设置钢板环圈，以减弱雨水与烟囱内壁的接触。

7 主要工艺设备和材料

7.1 袋式除尘器本体

7.1.1 袋式除尘器的结构主要包括：灰斗、中箱体、上箱体、清灰机构、滤袋及滤袋框架、进/出风烟道、梯子/平台/栏杆、控制设备等。

7.1.2 袋式除尘器制造应分别符合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/T284的规定。

7.1.3 袋式除尘器规格型号及性能参数见附录K。

7.1.4 袋式除尘器花板设计应符合下列要求：

a) 花板厚度宜取 5～6mm；

b) 花板加强筋的高度不小于 50mm，筋板厚度应大于 5mm；

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 0.5mm，花板孔径偏差为 0～+0.5mm；

e) 花板加工宜达到激光切割精度要求。

7.1.5 灰斗内部应光滑平整。当净化易燃、易爆、易板结粉尘时，除尘器灰斗壁交角的内侧应做成圆弧状，圆弧半径以 200mm 为宜。

7.1.6 大型袋式除尘器灰斗上部宜设检修走道或敷设格栅网。灰斗不宜设人孔门。

7.1.7 袋式除尘器中箱体结构应满足强度、刚度和稳定性要求。壳体在最不利条件下运行时不应有明显变形。中箱体下部应设人孔门。

7.1.8 袋式除尘器上箱体结构设计应便于滤袋安装与更换。当净气室高度大于 2m 时，应在净气室侧面设人孔门，顶部宜设检修门，便于采光、通风和滤袋安装。

7.1.9 袋式除尘器的梯子、平台、栏杆应符合标准 GB 4053.1～ GB 4053.4 的规定，主要平台通道宽度不小于 1m，栏杆高度不小于 1.2m。梯子和平台应设踢脚板。

7.1.10 袋式除尘器壳体保温、防水、外饰应符合 DL/T 5072 的要求。人孔门、检查门应采取保温措施。

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

7.1.12 户外布置的除尘器顶板应设散水坡度，坡度不小于 2%。当除尘器顶部设有防雨棚时，应能抵御风载、雪载危害。

7.1.13 脉冲阀的技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、贮存和运输应执行 JB/T 5916 和 HJ/T284 的有关规定。

7.1.14 稳压气包的设计、制造和检验应符合 JB 10191 的要求。

7.1.15 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。

7.1.16 淹没式脉冲阀宜水平布置于稳压气包上，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。

7.1.17 在正常使用条件下，膜片使用寿命应大于 100 万次或 3 年。

7.1.18 脉冲袋式除尘器稳压气包的截面可以是矩形或圆形，其底部应设置放水阀。

7.1.19 喷吹管应有可靠的定位和固定装置，并便于拆卸和安装。

7.2 滤料、滤袋及滤袋框架

7.2.1 袋式除尘器用滤料及滤袋产品应符合 HJ / T 324、 HJ/T326、JC/T 768 及 HJ/T 327 的要求。袋式除尘器用滤袋框架制造应符合 JB/T 5917 的规定。

7.2.2 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 15～20mm。

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

7.2.4 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。

7.2.5 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。

7.2.6 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。

7.2.7 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。

7.3 气流分布

7.3.1 袋式除尘器气流分布应具备以下功能：

a) 控制袋束的迎风速度，避免含尘气体气流直接冲刷滤袋；

b) 防止运行时滤袋的摆动和碰撞；

c) 组织气流向各过滤仓室或各过滤区域分配；

d) 控制上升气流的比例和速度，利于粉尘沉降。

7.3.2 袋式除尘器气流分布应符合下列要求：

a）气流分布装置的设计应在气流分布试验的基础上进行。

b）气流分布试验以滤袋免受冲刷、促进粉尘沉降、过滤负荷均匀为原则。

c）气流分布装置应结合除尘器进口烟道流动状态、进风和排风方式、除尘器结构形式等进行模化试验后确定。

d）气流分布试验包括相似模化试验和现场实物校核试验。有条件时可以进行计算机模拟试验。

e）气流分布试验按实物最大烟气量时的流动状态进行。相似模化试验比例尺宜为 1:5～1:7。

f）各过滤仓室的处理风量与设计风量的偏差不大于 10%；

g) 袋束前 200mm 处迎风速度平均值不宜大于 1m/s；

h）滤袋底部下方 200mm 处气流平均上升速度不宜大于 1m/s；

g）气流分布速度场测试断面按行列网格划分，测点布置在网格中心，模拟试验网格尺寸不宜大于 100mm×100mm，现场实物测试网格尺寸不宜大于 1000mm×1000mm。

8 检测与过程控制

8.1 一般规定

8.1.1 除尘系统控制及检测应具备系统的运行控制、参数检测、状态显示、工艺联锁、报警和保护等功能。

8.1.2 自动控制水平应与生产和除尘工艺的技术水平、作业环境条件、维护操作管理水平相适应。

8.1.3 袋式除尘系统的自动控制设计应按 DL/T659 等规定执行。设计中所选用的电器产品元件和材料应符合现行国家或行业标准。应优先采用节能的成套设备和定型产品。

8.1.4 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。

8.1.5 与生产工艺紧密相关的除尘系统，宜在生产工艺控制室（中央控制室）及除尘系统控制室分别设置操作系统，并随时显示其工作状态。

8.1.6 大型袋式除尘系统宜设置独立的控制室，控制室应尽量靠近除尘器。

8.1.7 袋式除尘器的控制除能实现自动控制外，还应能实现手控操作，并可通过自动/手动转换开关实现自动与手动控制转换。

8.1.8 大中型除尘系统主要设备的自动控制宜具有集中控制和机旁就地控制两种方式。电动及气动装置应设就地控制箱，并设手动/自动转换开关。

8.1.9 自动保护系统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。

8.1.10 保护系统发出的操作指令应优先于其它任何指令。

8.2 袋式除尘系统检测

8.2.1 袋式除尘系统应检测的内容为：

a）除尘器、换热器等设备进出口压差显示及超限报警；

b）除尘器、换热器等设备进出口烟气温度显示及超限报警；

c）清灰气源压力显示及超限报警；

d）灰斗灰位超限报警；

e）清灰风机电流及超限报警；

f）大中型引风机电机电流；

g）引风机轴承温度，电机轴承温度，高压电机定子温度、振幅及超限报警；

h）冷却系统及冷却介质的流量、温度、压力的检测及报警；

i）设备运行状态、阀门开度等显示及故障报警。

8.2.2 根据工程需要，袋式除尘系统可选择性检测的内容为：

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。

8.2.3 袋式除尘器应设置进出口压差（或压力）监控。各过滤仓室宜分别设置 U 型压力计或压差传感器监控。

8.2.4 袋式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 2 个测试点，取其平均温度。喷雾系统温度测点应多点布置。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 袋式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 压缩空气管路的减压阀前、后应设压力检测装置。

8.2.8 喷雾降温系统的供水回路应有压力和流量检测。

8.2.9 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 袋式除尘系统自动控制

8.3.1 袋式除尘系统应自动控制的内容为：

a）除尘器启动、停机联锁控制；

b）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）引风机启动、停机程序控制（火电厂除外）；

i）引风机电机轴承冷却系统控制（火电厂除外）；

j）除尘器运行超温报警与自动保护；

k）引风机、电机轴承超温报警及自动保护（火电厂除外）。

8.3.2 根据工程需要，袋式除尘系统可选择性自动控制的内容为：

a）烟气冷却器水冷系统控制；

b）喷雾降温系统控制。

8.3.3 袋式除尘系统的控制方式应根据生产工艺的技术水平和要求、系统风量、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；

e）清灰控制仪。

8.3.4 袋式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。

8.3.5 自动控制系统应具备储存袋式除尘器主要运行参数的能力。

8.3.6 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。

8.3.7 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。清灰程序应能对脉冲宽度、脉冲间隔、同时工作的脉冲阀数量进行调整。

8.3.8 烟道阀门应设手动、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。

8.3.10 控制系统所涉及到的盘、箱、柜的防护等级应根据国家的技术规定、安装位置和环境条件等来确定，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。

9 主要辅助工程

9.1 供配电

9.1.1 袋式除尘系统的供配电设计应按 GB50217、GB50052、GB50054、GB50057、GB/T14048、GB7251、DL/T620、DL/T 5044、DL/T5137 等标准的规定执行。

9.1.2 当除尘系统出现故障可能严重影响工艺生产或造成较大经济损失时，宜采用两路独立的供电方式，两路电源互为备用。

9.1.3 配电设备的布置应遵循安全、可靠、适用和经济等原则，并应便于安装、操作和检修。

9.1.4 电气设备应有安全保护装置，室外电气、热控设备应设防护措施。

9.1.5 配电线路应装设短路保护、过负载保护和接地故障保护，作用于切断供电电源或发出报警信号。

9.1.6 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。

9.1.7 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。

9.1.8 电动机的过载保护元件的选择应以电动机参数为依据，并与断路器的脱扣器整定值相配合，接地保护附件按需设置。

9.1.9 袋式除尘器控制柜/箱应有单独的回路供电。控制回路电源应由袋式除尘器控制柜/箱自身完成配电。

9.1.10 袋式除尘系统的低压配电柜应有不少于 15%的备用回路。

9.1.11 袋式除尘器附近应设置检修电源。

9.1.12 落地式配电箱的底部宜抬高，室内宜高出地面 50mm 以上，室外应高出地面 200mm 以上。底座周围应采取封闭措施，并应能防止鼠、蛇等小动物进入箱内。

9.1.13 袋式除尘系统需照明的区域应设照明配电箱，包括：除尘器顶部清灰装置平台、除尘器灰斗卸输灰平台、楼梯平台、检修平台、现场操作箱等。选用防水、防尘、防腐并带有护罩的灯具。重要的场合应设置事故照明。检修照明电源使用的安全电压为 24V 或 36V，设备内或潮湿处不超过 12V。

9.1.14 动力电缆、控制电缆和信号电缆应选用阻燃型。

9.1.15 高压电机动力电缆应按电机接线盒的方位敷设到位。

9.1.16 袋式除尘器范围内电缆宜采用桥架敷设。电缆桥架应采用镀锌材料。

9.1.17 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。

9.1.18 除尘系统的机电设备，以及能带电的物体均应可靠接地。除尘器应设专用地线网。除尘器的接地电阻不应大于 10Ω，与接地网的连接点不得少于 4 个。除尘系统电器控制柜体接地电阻应小于 4Ω。

9.2 采暖通风与空调

9.2.1 袋式除尘工程配套建筑物的采暖通风与空调设计应符合 GB 50019 和 JBJ10 的要求。

9.2.2 采暖地区袋式除尘工程配套的值班室、总控制室、电气室、配电站、总降变电所等除冬季采暖外，夏季应通风降温或空气调节。非采暖地区的配电室应采取隔热、通风或空调等措施。

9.2.3 冬季室内计算温度宜按下列选用：

a）办公、会议、休息室：18~20℃；

b）控制室、通信机房：18℃；

c）值班室：16℃；

d）空压机房：15℃；

e）水泵间（有人操作）：12~14℃。

9.2.4 严寒地区无人操作的设备间、泵房、风机房等应按5℃设置值班采暖。

9.2.5 当厂内只有采暖用热或以采暖用热为主时，宜采用热水为热媒；当厂区供热以工艺用蒸汽为主时，厂房及辅助建筑物宜采用0.2~0.4MPa的饱和蒸汽为热媒，但办公室、休息室等生活设施宜采用热水或0.07MPa饱和蒸汽为热媒。

9.2.6 除尘器灰斗等设备采用饱和蒸汽加热时，蒸汽压力宜为0.2~0.4MPa。

9.2.7 散热器宜安装在外墙窗台下，且宜明装。

9.2.8 计算机房、控制室、配电室采暖时，室内不宜安装铸铁片式散热器，不应安装阀门、接头和放气阀，管道连接及其与散热器的连接应采用焊接。

9.2.9 热水采暖系统，应在热力入口处的供回水总管上设置温度计、压力表，供水管上设置除污器，当汽源压力过大时，应装设调压装置。

9.2.10 采暖系统供水、供汽干管的末端和回水干管的始端管径不宜小于20mm，低压蒸汽的供汽干管可放大一号。

9.2.11 架空管道穿越厂区道路时净高不得低于4.5m，穿越厂区铁路净高不得低于6m。

9.2.12 室外蒸汽管道应保温。保温防护层应防雨防水和美观。

9.2.13 热水采暖系统的最高点应设放气阀，最低点应设放水阀。

9.2.14 采暖管道不宜穿过有燃烧、爆炸危险的气体或粉尘的房间。当必须穿过时，应用非燃烧材料隔热。

9.2.15 采暖管道穿过隔墙和楼板处，应装设套管。

9.2.16 采暖管道不应穿经变配电室。

9.2.17 室内采暖管沟不宜穿过伸缩缝和沉降缝。

9.2.18 室内采暖地沟不应与配电室电缆沟连通，亦不得进入变配电室。

9.2.19 控制室、值班室、计算机房夏季室内空调计算温度宜为26℃。

9.2.20 风机房、空压机房内应有良好的通风换气和照明条件，当采用自然通风不足以消除室内余热时，宜设置机械通风。机房空气温度不宜超过40℃。

9.3 给排水

9.3.1 袋式除尘工程配套的给排水设计应符合GB50014和GB50015的要求。

9.3.2 风机、电机等设备冷却供水应取自厂区的冷却水管网，冷却水回水也应回至厂区冷却水管网。冷却水系统应设置温度、压力、流量等监测装置。

9.3.3 当厂区无冷却水管网时，风机、电机等设备应配套独立的闭路循环冷却水系统。冷却介质可使用自来水。

9.3.4 袋式除尘工程配套建筑物的生活污水应排入厂区的生活污水管网，生产废水应排入厂区的生产污水管网。

9.4 压缩气体

9.4.1 压缩气体主要用于脉冲喷吹袋式除尘器脉冲阀、空气炮、气动装置和仪表的用气。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。净化煤粉等易爆粉尘时，应采用氮气等惰性气体作为清灰介质。

9.4.2 压缩空气供应系统的设计应符合 GB50029 的要求。

9.4.3 管路的阀门和仪表应设在便于观察、操作和维修的位置。

9.4.4 袋式除尘系统压缩气体供应的气源应稳定。根据用气对象做相应的除油、除水、除尘等气体净化处理。

9.4.5 净化后压缩空气品质应满足下列要求：

a）露点温度应低于当地环境温度 5~10℃；

b）含尘粒径应小于 5μm；

c）颗粒含量应小于 $5mg/m^3$；

d）含油量应小于 $1\ mg/m^3$。

9.4.6 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。

9.4.7 空压机应有备用，宜选用同种型号。压缩机出口应装止回阀，止回阀与空压机之间应设放空管。

9.4.8 空气干燥装置宜不少于两套，其中一套为备用。

9.4.9 活塞式空压机与储气罐之间不宜装切断阀，需装时，在空压机与切断阀之间应设安全阀。

9.4.10 减压阀应考虑备用，并设旁通装置，其出口设压力表。

9.4.11 缓冲罐和现场储气罐底部应设自动或手动放水阀。顶部应设压力表和安全阀。

9.4.12 储气罐与供气总管之间应设置切断阀。每排稳压气包的供气管道上应设置切断阀。

9.4.13 压缩空气总管内气体流速不宜大于 12m/s。管道可采用热镀锌钢管。

9.4.14 压缩空气管道宜架空敷设，寒冷地区应采用保温和伴热措施。

9.4.15 储气罐应尽量靠近用气点，从储气罐到用气点的管线距离一般不超过 50m，否则应增设储气罐。条件允许时在靠近除尘器处设单独的储气罐。

9.4.16 压缩空气管道的连接宜采用焊接，设备和附件的连接可采用螺纹、法兰连接。

9.4.17 活塞式空压机、离心式空压机、单机定额排气量大于 $20m^3/min$ 螺杆空压机的压缩空气站宜为独立建筑物。压缩空气站与其他建筑物毗邻或设在其内时，宜用墙隔开，空压机宜靠外墙布置。

9.4.18 空压机组宜单排布置，空压机之间的通道净距不小于 1.5m；空压机组与墙的通道不小于 1.2m。当空压机数量超过 3 台时宜采用双排布置。

9.4.19 空压站内的地沟应能排除积水并应敷设盖板。

9.4.20 单台排气量等于或大于 $20m^3/min$，且总容量等于或大于 $60m^3/min$ 的压缩空气站，宜设检修用起重设备，其起重能力应按空气压缩机组的最重部件确定。

9.5 建筑与结构

9.5.1 一般规定

9.5.1.1 袋式除尘工程的建筑设计和结构设计应符合 GB 50007、GB 50010、GB 50017 等国家和行业现行的有关规范、标准的规定。

9.5.1.2 袋式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。

9.5.1.3 建（构）筑物的防火设计应符合 GB 50016 的规定。

9.5.1.4 建筑物室内噪声控制设计应符合 GBJ 87 的规定。

9.5.1.5 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。

9.5.1.6 建筑物宜采用自然通风，墙上和楼层上的通风孔应合理布置，避免气流短路和倒流。当自然通风不能满足要求时，应采用机械通风。

9.5.1.7 建筑物的室内外墙面、顶棚、门窗应根据需要进行相应的装修设计。楼（地）面材料除满足工艺、电气等要求外，宜采用耐磨、易清洁的材料。有防腐要求的，需做防腐设计。

9.5.1.8 设备、仪表、管道、管道支架、堆放材料、运输工具等作用于结构上的荷载，应由工艺设计专业提供。

9.5.1.9 楼（屋）面可变荷载、检修荷载、吊车荷载、风荷载、雪荷载应按 GB 50009 的规定采用。其中有设备区域的楼面可变荷载按不低于 4.0kN/㎡考虑。

9.5.1.10 袋式除尘器、管道中的积灰荷载及容器中的填充物自重，应按可变荷载考虑。其荷载组合值、频遇值和准永久值系数均取 1.0，其荷载分项系数取 1.3。

9.5.1.11 袋式除尘器所在区域应浇灌混凝土地坪，并进行场地平整，坡度一般为 0.5～2%。

9.5.2 袋式除尘器基础

9.5.2.1 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。

9.5.2.2 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。

9.5.2.3 除尘设备的荷载及分布应按下列荷载来考虑：

a）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、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；

e）室内安装的袋式除尘器可不考虑风载和雪载。

9.5.2.4 除尘器地基基础变形允许值应符合 GB 50007 的规定。

9.5.2.5 基础顶面柱头的定位尺寸应与设备柱脚定位尺寸相符。

9.5.2.6 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。

9.5.2.7 除尘器基础顶面应高出地面不小于 150mm，防止雨水浸泡设备柱脚；基础预埋螺栓型号、数量和露丝高度，应满足除尘器安装牢固、可靠的要求。螺栓露丝应做防撞、防锈保护。

9.5.2.8 为减少高温烟气对袋式除尘器产生的热应力和变形，发电厂等大型袋式除尘器支撑应采用活动支座（保留一个固定支座）或铰支座。

9.5.3 风机基础

9.5.3.1 风机基础设计应符合 GB 50040 的规定。

9.5.3.2 风机基础设计应根据风机的安装尺寸、重量、转动特性、工艺布置、地质情况、检修空间和振动控制的要求进行。基础平面尺寸按风机和电机总成后的安装尺寸来确定。

9.5.3.3 风机及电机基础宜采用大块式钢筋混凝土基础，并整体浇筑成形。风机基础设计不得产生有害的不均匀沉降。

9.5.3.4 风机基础应是独立的，与其它建（构）筑物基础不相关联。

9.5.3.5 当风机振动可能对邻近的精密设备、仪器仪表及建筑物产生有害影响时，风机基础应采用减震措施。

9.5.3.6 在严寒地区还应注意地基土的冻胀问题。

9.5.3.7 风机基础混凝土强度等级不宜低于 C20。基础垫层可采用 C10 混凝土。风机基础的钢筋宜采用 I、II 级钢筋，不得采用冷轧钢筋。钢筋连接不宜采用焊接接头。

9.5.3.8 对于现场组装的大型风机基础宜在基础顶部、四周、和底面配置不小于直径 10mm、间距 200mm 的钢筋网。

9.5.3.9 对于 A 式传动的风机基础，宜使机壳底部高出地面 200mm 来确定基础的标高；对于 C、D、B 式传动的离心式通风机基础，最低基础面应高出地面 200mm 以上；对于 E、F 式传动的离心式通风机，宜使机壳底部高出地面 400mm 来确定基础标高。

9.5.3.10 小于№6 风机的基础，地脚螺栓可采用一次埋入；大于№6 风机的基础，地脚螺栓应采用预留孔二次灌浆，预留孔的尺寸可参考表 6 设计。

表 6　风机基础二次浇灌预留孔尺寸

地脚螺栓尺寸 (mm)	预留孔尺寸 (mm×mm)	地脚螺栓尺寸 (mm)	预留孔尺寸 (mm×mm)
M14、M16	100×100（ϕ100）	M30~M56	200×200（ϕ200）
M18~M24	150×150（ϕ150）	M58~M100	250×250（ϕ250）

9.5.3.11 预留孔深度为地脚螺栓埋深加 50mm。

9.5.3.12 风机底座边缘至基础边缘的距离不宜小于 100mm。对于二次灌浆的风机基础，风机底座下应预留不小于 50mm 的灌浆层，可采用细石混凝土或灌浆料，其强度等级应比基础混凝土强度等级高出一级，不低于 C30。

9.5.3.13 风机基础地脚螺栓的设置应符合下列规定：

a）带弯钩地脚螺栓的埋深不应小于 20 倍螺栓直径，带锚板地脚螺栓的埋深不应小于 15 倍螺栓直径；

b）地脚螺栓轴线距基础边缘不应小于 4 倍螺栓直径，预留孔边距基础边缘不应小于 100mm，当不能满足时，应采用加强措施；

c）预埋地脚螺栓底部混凝土净厚度不应小于 50mm；当为预留孔时，孔底部混凝土净厚度不应小于 100mm。

9.5.3.14 风机基础设计应向土建专业提供下列资料：

a）风机的型号、转速、功率、规格及轮廓尺寸图等；

b）风机自重及重心位置；

c）风机底座外廓图、执行器、管道接口位置和坑、沟、孔洞尺寸以及地脚螺栓和预埋件的位置等；

d）风机基础位置及其与邻近建（构）筑物基础间距的关系；

e）地质勘查资料及地基动力试验资料；

f）基础平面布置方案。

9.5.4 风机房

9.5.4.1 对于排除有爆炸或燃烧危险的气体和粉尘的净化系统，风机房不应布置在建筑物的地下室或半地下室。

9.5.4.2 机房与设备之间应留有适当的安装、操作、检修的距离和空间高度，主要检修通道净宽不应小于 2m，非主要通道净宽不应小于 0.8m。对于大中型风机，风机房宜设置起吊设施。

9.5.4.3 风机房应尽可能与其他建筑物隔断。当振动和噪声严重时，风机房内应有隔声和隔振措施。

9.5.4.4 风机及电机巡检和检修部位应设平台、梯子和栏杆。

9.5.4.5 风机房应有良好的采光，表盘、操作盘、温度计等位置应有足够的照明。

9.5.4.6 风机房的门窗应外开，应考虑风机叶轮、电机更换时进出方式和通道。

9.5.4.7 风机房的地坪应设有适当的坡度和排水口，机房内应设有冲洗水管等。

9.5.4.8 风机房动力电缆的敷设和穿管预埋应与电机接线盒的位置（左侧、右侧）相符。

9.5.5 配电室及控制室

9.5.5.1 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、浴室或其它经常积水场所的正下方，且不宜与上述场所相邻。

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

9.5.5.3 当配电室长度超过 7m 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。

9.5.5.4 配电室的门均应向外开启，相邻配电室之间的门应为双向开启门。

9.5.5.5 配电室的顶棚、墙面及地面建筑装修应少积灰和不起灰。

9.5.5.6 有人值班的配电室，宜采用自然采光。在值班人休息间内宜设给水、排水设施。附近无厕所时宜设厕所。

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

9.5.5.8 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。

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

9.5.5.10 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。

9.5.5.11 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 1500mm，柜厚为 800mm，如受建筑平面、通道内有柱等局部突出物的限制，可减少 200mm 距离。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 1500mm，柜厚为 1000mm，如受建筑平面、通道内有柱等局部突出物的限制，可减少 200mm 距离。

9.5.5.12 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。

9.5.5.13 架空出线时，高压出线套管至室外地面的最小高度为 4m，出线悬挂点对地距离一般不低于 4.5m。高压配电室的高度，应根据室内外地面高差及上述距离而定，净空高度一般为 4.2~4.5m。为了敷设线路的需要，高压关开柜的下面设有电缆沟。

9.5.5.14 室内电力电缆沟底应有坡度和集水坑，以便临时排水。沟盖宜采用花纹钢板。相邻开关柜下面的检修坑之间，宜用砖墙隔开。

9.5.5.15 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。

9.5.5.16 低压配电室一般为单层，当整个变电所为多层建筑物时，低压配电室可设在变压室的上层。

9.5.5.17 配电室和控制室可设置干粉灭火器等防火设施，不得采用给水消防。

9.5.5.18 所有生产管道不得穿过高压配电室。

9.6 涂装与防腐

9.6.1 应利用涂层的防护作用防止金属结构腐蚀，并满足工业安全色标和美观要求。防腐与涂装设计参照规范 SH 3022。

9.6.2 涂装设计时，应考虑物件所处的腐蚀环境条件、物件材质及性质、形状、制造要求、经济等因素。

9.6.3 涂料选用应符合下列要求：

a）应具有良好的耐腐蚀性；

b）涂层应密实无孔，有良好的物理机械强度、韧性和抗冲击性能；

c）具有良好的耐热性，满足使用温度要求；

d）涂层应具有防水、防潮、防大气腐蚀性能；

e）颜色、外观和涂膜机械强度应满足设计要求，并在其使用过程中耐久、稳定；

f）底漆与被涂底材应具有优良的附着力，各涂层间的配套性和结合力应良好；

g）所选用涂料的施工性能、干燥性能、涂装性能等应与所具备的涂装条件相适应；

h）涂装设计中应尽可能选用无毒性或污染小的涂料，宜使用环保涂料。

9.6.4 除尘系统管道和钢结构可采用底漆+面漆的涂层结构，除尘器等设备可采用底漆+面漆、底漆+中漆+面漆的结构。应充分考虑涂层间的配套性。

9.6.5 涂层厚度由基本涂层厚度、防护涂层厚度和附加涂层厚度组成。确定涂层厚度应主要考虑以下因素：

a）钢材表面原始粗糙度；

b）钢材除锈后的表面粗糙度；

c）选用的涂料品种；

d）钢结构使用环境对涂层的腐蚀程度；

e）涂层维护的周期。

9.6.6 钢材涂层厚度可参考表 7 确定。

表 7 钢材涂装涂层厚度

单位：μm

钢材涂料	基本涂层和防护涂层					附加涂层
	城镇大气	工业大气	海洋大气	化工大气	高湿大气	
醇酸漆	100~150	125~175				25~50
沥青漆			180~240	150~210		30~60
环氧漆			175~225	150~200	150~200	25~50
过氯乙烯漆				160~200		20~40
丙烯酸漆		100~140	140~180	120~160		20~40
聚氨酯漆		100~140	140~180	120~160		20~40
氯化橡胶漆		120~160	160~200	140~180		20~40
氯磺化聚乙烯漆		120~160	160~200	140~180	120~160	20~40
有机硅漆					100~140	20~40

9.7 设备及管道保温

9.7.1 设备和管道保温应符合 GB50264 的要求。

9.7.2 袋式除尘设备和管道在以下场合应设置保温：

a）防止高温烟气结露，使烟气温度高于露点温度 15~20℃以上；

b）防止压缩空气管道、水管、油管等冬季冻结；

c）防止管道、设备出现冷、热损失；

d）防止管道与设备表面结露或其内部物料冻结时；

e）管道表面温度过高引起燃烧、爆炸的场合；

f）安全规程规定的保温要求；

g）管道、设备操作维护时易引起人员烫伤的部位。

9.7.3 保温结构应保温效果好，施工方便，防火、防雨，整齐美观。

9.7.4 保温结构应有足够的机械强度，在自重、振动、风雪等附加荷载（埋地管道还包括地面运输车辆所造成的偶然荷载）的作用下不致破坏。

9.7.5 保温结构在设计使用寿命内应能保持完整，在使用过程中不允许出现烧坏、腐烂、剥落等现象，经久耐用。

9.7.6 保温结构应尽量采用工厂预制成品，减少现场施工量，便于缩短工期，保障质量，维护检修方便。

9.7.7 保温结构由保温层和保护层组成。

9.7.8 保温材料的性能应达到以下要求：

a）导热系数小；

b）密度小；

c）机械强度满足抗压和抗折的要求；

d）在最高工作温度下安全稳定；

e）在燃烧爆炸的场合保温材料应为非燃烧材料，当介质温度大于 120℃时，保温材料应是阻燃型或自熄型；

f）吸水率低；

g）化学性能符合要求；

h）保温材料不得采用石棉制品。

9.7.9 保护层应具有的主要功能包括：

a）防止外力损坏绝热层；

b）防止雨、雪水的侵袭；

c）美化保温结构的外观。

9.7.10 保护层的性能应达到以下要求：

a）严密的防水、防湿性能；

b）良好的化学稳定性和阻燃性；

c）强度高，不易开裂，不易老化。

9.7.11 常用保护层材料可选用彩板、镀锌钢板、铝合金板等，除尘器金属保护层宜采用彩板，厚度不小于 0.6mm。

9.7.12 设备、直管道等无需检修的部位应采用固定式保温结构。流量测量装置、阀门、法兰、堵板、补偿器等部位的保温结构应易于拆卸，当其连接管道采用金属保护层时，宜采用可拆卸式保温结构。

9.7.13 保护层结构应符合下列要求：

a）金属保护层的接缝可选用搭接、插接或咬接形式。

b）金属保护层应有整体防水功能。水平管道的纵向接缝应设置在管道的侧面，水平管道的环向接缝应按坡度高搭低茬；垂直管道的环向接缝应上搭下茬。

c）室外布置的袋式除尘器顶部保温保护层和矩形烟风道的保护层顶部应设排水坡度，必要时双面排水。

9.8 高温烟气管道膨胀补偿

9.8.1 高温烟气管道的补偿应尽量利用管道弯曲的自然补偿，若自然补偿不能满足要求时，可考虑设置补偿器进行补偿。

9.8.2 高温烟气管道或长距离的常温管道每隔一定的距离应设置补偿装置，以减少或消除管道受热膨胀产生的应力。 详见 6.4.25 条款。

9.8.3 管道和设备膨胀伸长量按下式计算：

$$\Delta L = L a_l (t_2 - t_1) \quad \text{……………………………………}(10)$$

式中:

ΔL——管道的热伸长量， m；

a_l——金属的线膨胀系数，m/(m·℃)，对于普通钢 $\alpha_l = 12 \times 10^{-6}$ m/(m·℃)；

L——计算管段的长度，m；

t_2——管壁最高温度，℃，可取烟气的最高温度；

t_1——管道安装时温度，℃，在温度不能确定时，可取为最冷月平均温度。

9.9 管道支吊架

9.9.1 常见的管道支架型式有固定支架和活动支架，适用场合如下：

a）袋式除尘器进出口处管道可设活动支架；

b）风机进口垂直管道底部应设固定支架；

c）管道补偿器两端应设活动支架；

d）水平管道弯头处宜设活动支架；

e）垂直管道底部弯头处宜设固定支架；

f）大口径阀门应设固定支架支撑。

9.9.2 支吊架的选型使用条件见表 8。

表 8 支吊架选型条件

支吊架分类	使 用 条 件
固定支架	支点不允许有任何方向的位移
限位支架	支吊架只允许在一个或两个方向有位移

导向支架	支点只允许沿管道轴线方向位移（垂直导向支架不承受垂直方向的荷载）
滑动支架	支点有水平位移，但无垂直位移
弹簧支吊架	支吊点有垂直位移，并有少量水平位移
刚性吊架	吊点无垂直位移，但有少量水平位移

9.9.3 设置管道支吊架时应满足下列要求：

a）管道支架设置应满足最不利情况下管道受力要求；

b）支架设置时应进行支架结构、管道跨距等计算，计算时应考虑管道自重、积灰荷载、风荷载、雪荷载、检修荷载、地震作用等因素，并满足强度和稳定性的要求；

c）管道通过道路时，支架应设置在道路两边，应距道路边缘最小平面净距离 1m；

d）两根管道平行敷设在同一支架时，应考虑各自温度不同引起的受力变化；

e）支吊架布点和选型要合理，间距不应超过允许的最大跨距，并尽量采用等距离布置；

f）确定支吊架的间距应综合考虑管道内的介质温度，管道刚度及厂房结构等因素；

g）布置支吊点时，宜使各支吊点荷载均匀分配，并应注意管道附件检修更换时荷载的变化；

h）支吊点应避开管道中容易磨损和堵塞的部位，以便于维护和检修；

i）水平弯管的支吊架，宜设置在靠近弯管的直管段上；

j）当变径管两侧的管道截面相差较大时，应在大管径的一端设置支吊架；

k）支吊架与管道的焊缝或法兰之间的净距离不得小于 300mm；

l）垂直管道上的固定支架、刚性吊架，支吊点荷载应按管段总重考虑。

9.9.4 吊架吊杆应满足下列要求：

a）强度校核应满足要求；

b）吊杆的最小直径不得小于 10mm；

c）吊架的吊杆两端应为铰接形式；

d）吊杆的长度应能调整。

9.9.5 管道荷载及跨距计算、支吊架的形式和结构设计应由土建专业完成。管道支架的设计应执行国家相关的技术规范。

9.10 消声与隔振

9.10.1 除尘工程噪声和振动控制应符合 GBJ 87、GBZ 1 的规定，厂界噪声应符合 GB 12348 的规定。风机噪声应符合 JB/T 8690 的要求。

9.10.2 应优先采用高效、节能、低噪声的风机和设备。

9.10.3 风机所产生的噪声应符合国家噪声控制标准。否则，风机出口应设消声器或在风机壳体加装隔声装置。应防止排气筒（或烟囱）出口传播噪声。

9.10.4 对大中型风机可设计隔声罩或隔声室来降低噪声。

9.10.5 风机的进出口应设非金属柔性连接器进行隔振。

9.10.6 风机和电机临近建筑物（构筑物）布置时，其基础设计应考虑隔振；当风机和电机布置在室内或楼板上时，应采用隔振基础。

9.10.7 消声器的选型应符合下列要求：

a）应根据通风机的噪声级特性、噪声标准及背景噪声确定所需的消声量。

b）消声器应在较宽的频率范围内有较大的消声量。对于消除以低频为主的噪声，可选用抗式消声器；对于消除以中、高频为主的噪声或以气流噪声为主的噪声，可选用阻式消声器；对于消除宽频噪声，可选用阻抗复合式消声器等。

c）在满足消声降噪的前提下，消声器应具备体积小、结构简单、使用寿命长、压力损失小的要求。

d）所选消声器额定风量应不小于通风机的实际风量。气流通过消声器的通道流速宜控制在 10~15m/s 的范围内，以免产生再生噪声。

10 劳动安全与职业卫生

10.1 一般规定

10.1.1 袋式除尘系统设计、施工、运行应按照国家和行业有关规定，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 除尘工程的防火防爆设计应符合 GB 50016、GB 50019 等的规定。

10.1.4 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 常见职业危险危害因素与防护措施

10.2.1 对生产设备工艺过程中产生尘源、毒源、污染源进行捕集控制，并实施排风，不使污染物在车间内扩散，确保岗位浓度符合国家相关标准。

10.2.2 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，防止有害作业和可能对人体的伤害。

10.2.3 设计中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。

10.2.4 当存在粉尘爆炸、易燃易爆气体时，除尘系统设计可采用的措施包括：

a）防爆阀、防爆膜片等泄漏装置；

b）设备的强度应满足抗爆要求；

c）滤袋应采用防静电滤料制作；

d）惰性气体作为清灰气源；

e）系统和设备设置温度、压力、氧含量、CO 含量等自动检测、报警、保护功能；

f）设备、管道内应消除死角，防止积粉；

g）卸灰装置连续运行；

h）静电接地；

i）氮气保护；

j）法兰连接处应采用导线跨接。

10.2.5 宜合理利用管路自然补偿，消除热应力。应采用活动支架（支座）、补偿器，减少对设备的推力。

10.2.6 高温或高负压袋式除尘器应考虑结构强度和加固，或采用高强度材料，防止设备变形。

10.2.7 管道的弯头、三通部件应采用防磨结构或使用防磨层。

10.2.8 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。

10.2.9 应采取保温、加热、伴热等措施，防止设备冻坏、结冰、机油凝固。

10.2.10 高速转动或传动部件应设防护罩。

10.2.11 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100mm的踢脚板；梯子、平台、栏杆特征尺寸应符合人机工程的要求。

10.2.12 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。

10.2.13 当某些高温粉尘遇氧后可能出现燃烧时，其卸灰装置应严密，并采取有效的防火和灭火技术措施，防止粉尘自燃。

10.2.14 为消除系统和设备产生的静电，应按相关标准的要求进行良好的接地，静电接地电阻宜小于4Ω；粉尘爆炸危险场所用袋式除尘器接地电阻不应大于100Ω。

10.2.15 高架设备或构筑物应按相关标准的要求考虑防雷措施，每根引下线的冲击接地电阻不应大于10Ω。

10.2.16 在潮湿、多尘和户外工作场所，应采用封闭型电机和电器；在易燃易爆或腐蚀性气体的场所应采用防爆型电机和电器。

10.2.17 事故照明和检修照明安全电压见9.1.13。变压器室装设白炽灯。

10.2.18 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。

10.2.19 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。

10.2.20 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。

10.2.21 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，减少噪音污染。

10.2.22 袋式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置实施保护。

10.3 消防要求

10.3.1 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。

10.3.2 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。

10.3.3 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。

10.3.4 室外消防、给水管道的最小直径不应小于 100mm。

10.3.5 室外消火栓布置。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 120m。消火栓距路边不应大于 2m，距房屋外墙不宜小于 5m。室内消火栓的距离不应超过 50m。

10.3.6 电气室、控制室、电力设备附近按 GB50140 的规定配置一定数量的移动式灭火器。

11 施工与验收

11.1 一般规定

11.1.1 袋式除尘工程施工与验收应执行 GB/T50326、《建设工程质量管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收管理办法》、JB8471 的相关规定。施工单位应具有相应的施工资质。

11.1.2 管道工程、结构工程、电气工程、机电设备施工安装等应执行国家和行业现行的施工验收规范。

11.1.3 项目承包单位应编制切实可行的施工组织设计，并配套可靠的安全技术措施，经业主和工程监理审查通过后方可施工。

11.1.4 施工前设计人员应向施工单位进行充分的图纸和施工技术交底，施工人员应进行安全教育和培训。施工单位应设置安全员。起重工、架子工、电工应持证上岗。

11.1.5 应在施工条件（水、电、气、道路、施工机具和材料占地等）具备后方可施工。

11.1.6 施工区域应按 GB2894 设置安全标志，按 GB5725 和 GB6095 设置安全网、使用安全带。

11.1.7 施工、安装中使用的设备、梯子、工具、绳索均应符合 GB7059.1、GB7059.2、GB7059.3 和 GB/T3787 的规定。

11.1.8 高处作业应符合 GB3608 的规定，高处作业人员不得有高处作业禁忌症。高处作业应系安全带，并设高空坠落防护网。

11.1.9 焊接施工时应防止焊接触电、弧光辐射，焊机接线应有屏护罩，插座应完整，应装有接地线，绝缘电阻≥1MΩ。

11.1.10 施工供电应符合电气安全技术规定，有安全电压要求的设备应符合 GB/T3805 规定。

11.1.11 安装场地的最低照度不应低于 20Lx，场地照明的范围应大于 95%。

11.1.12 除尘器涂装施工应符合 GB6514 的规定。

11.2 安装

11.2.1 安装程序

11.2.1.1 袋式除尘工程安装程序包括设备基础校验、钢结构部件检验、设备及管道安装等步

骤。

11.2.1.2 应对除尘器、风机等设备基础进行检查和校验，基础尺寸和允许偏差按 JB/T 8471 的要求执行，并符合设计图纸的要求。主要内容包括：

a）基础的坐标位置；

b）基础台面标高；

c）基础外形尺寸；

d）基础台面水平度；

e）基础竖向偏差；

f）预埋螺栓的中心距、露丝高度、型号；

g）预留地脚螺栓孔定位、尺寸、标高、深度和铅垂度；

h）基础预埋钢板的位置、尺寸、高度和厚度；

i）基础混凝土的标号和强度。

11.2.1.3 钢结构部件的检验内容包括零部件名称、材料、数量、规格和编号等。

11.2.1.4 钢结构部件拼装或安装前，应对变形的钢结构件进行矫正，对几何尺寸偏差、几何形状偏差、焊接质量进行校验和（或）矫正，主要内容包括：

a）对单根立柱和横梁应进行校验，其直线度偏差＜5mm，立柱端板平面对立柱轴线应垂直，其垂直度公差为端板长度的 5‰，且最大不得大于 3mm。立柱上下端板孔组的纵向中心线、横向中心线与设计中心线应重合，其极限偏差为±1.5mm。同一台除尘器的立柱长度相互差值应不大于 5mm。

b）底梁、立柱、顶梁尺寸的极限偏差按表 9 参照执行。

表 9　底梁、立柱、顶梁尺寸的极限偏差

单位：mm

基本尺寸	≤5000	＞5000~8000	＞8000~12500	＞12500~16000	＞16000
底梁	-4	-5	-6	-7	-8
立柱	±3	±4	±4.5	±5	±6
顶梁	±3	±4	±5	±6	±7

c）板类（灰斗壁板、进出集烟箱壁板、屋面板、中箱体壳体等）组件尺寸的极限偏差按表 10 规定要求，对角长度相互差值不大于 5mm。各种板类拼装完工后，在相邻两肋之间板面的局部凸凹矢高应不大于两肋间距离的 15‰。

表 10　板类尺寸极限偏差

单位：mm

基本尺寸	≤4000	＞4000~6500	＞6500~10000	＞10000
灰斗、集烟箱、进出喇叭口	-4	-5	-6	-7
屋面板、中箱体壳体	±3	±4	±4.5	±5

11.2.1.5 拼装或安装前应按图纸要求，对各组件的尺寸及安装位置进行核对。

11.2.1.6 袋式除尘工程安装按“先安装除尘器、烟气预处理器和通（引）风机，后安装管道、除尘阀门、管道支架和附属设施”的程序进行，工程进度网络主线以除尘器安装展开。袋式

除尘器安装内容和顺序如下：

a）安装支柱及其框架；

b）安装支承座（固定支座和活动支座）；

c）安装中箱体底部圈梁；

d）安装灰斗；

e）安装中箱体立柱、顶部圈梁、侧板、进风口及气流分布等；

f）安装梯子、平台及栏杆；

g）安装花板、上箱体、清灰装置及出风口；

h）安装压缩空气管路、电气设备及管线；

i）对除尘器、烟道和压缩空气管路进行清扫；

j）安装卸灰装置；

k）安装滤袋及滤袋框架；

l）安装保温和外饰。

11.2.2　除尘器安装要求

11.2.2.1　焊条型号、焊缝高度应符合图纸要求。不得有漏焊、虚焊、气孔和砂眼等缺陷。焊接施工应符合 GB/T985.1、GB/T985.2 和 JB/T 5911 的规定。

11.2.2.2　上箱体、中箱体、灰斗焊接应连续满焊。不得有漏焊、虚焊、气孔、砂眼和夹渣等缺陷。焊接完成后须清除焊渣，所有密封性焊缝 100%做焊缝渗透检验。

11.2.2.3　除尘器安装误差及管道安装误差应符合 JB/T 8471 的要求。

11.2.2.4　立柱的中心定位应从 X、Y 方向同时测定各柱的垂直度，其偏差应在允许范围内。若偏差较大，可在柱脚底板下面设置垫板调正。

11.2.2.5　立柱框架形成后应测量中心定位和平立面各对角线的尺寸，并符合 JB/T 8471 要求。

11.2.2.6　支承座安装前应进行检查。检查内容主要包括：尺寸、滑动面的光洁度及平整度等；对于滚动式支座应重点检查滚珠（柱）数量和质量；对于滑动支座应重点检查磨擦片的数量和质量。

11.2.2.7　对已安装就位的灰斗进行中心线校核，偏差符合 JB/T 8471 的要求后方可进行焊接。焊接应牢固，连续满焊。

11.2.2.8　灰斗安装后应对灰斗内壁上的疤痕进行打磨处理，内壁各个角的弧形板的焊接应连续、光滑；灰斗加强筋应对齐焊接，转角处应搭接焊接。卸灰口法兰平面应平整。

11.2.2.9　中箱体立柱、横梁、圈梁所形成的框架，应测量中心定位和平立面各对角线的尺寸，并符合 JB/T 8471 的要求，检查合格后再进行焊接。

11.2.2.10　进、出风口内部应连续焊接。进、出风口外壁的加强筋应对齐焊接，转角处应搭接焊接。进风烟箱与出风烟箱的隔板拼焊应密封焊接，并做焊缝渗透检验。为防止隔板振动，应有足够的加强筋。

11.2.2.11　气流分布板的安装可采用螺栓连接或焊接，安装牢固，防止产生震动。

11.2.2.12 脉冲阀、稳压气包、喷吹管及花板宜在工厂组装，调试合格后整体发运。

11.2.2.13 在稳压气包出厂发运前，对稳压气包的所有敞口应予以封堵，避免杂物进入。对脉冲阀及电磁阀应有防雨、防撞等保护措施。

11.2.2.14 喷吹装置组装时应清除稳压气包内部的焊渣等杂物，脉冲阀安装就位后应进行喷吹试验，每阀喷吹不少于 3 次并确认喷吹正常。

11.2.2.15 上箱体宜整体吊装。若条件不满足时，花板应在现场工作台拼装后整体吊装，吊装时，应采取防止变形的措施。

11.2.2.16 花板的拼接及其与周边的焊接必须连续满焊，不得有漏焊、虚焊、气孔、砂眼和夹渣等缺陷，并做焊缝渗透检验。

11.2.2.17 花板的安装应严格定位。花板平面度公差应小于 2‰，最大应小于 3mm。花板孔中心定位偏差小于 0.5mm。

11.2.2.18 喷吹装置现场组装时应严格保证喷吹管与花板平行，并使喷嘴的中心线与花板孔中心线重合，其位置偏差应小于 2mm，喷嘴中心线与花板垂直度偏差应小于 5°。

11.2.2.19 对于具有圆盘式提升阀的袋式除尘器，提升阀安装时须检查阀口及阀板的平整度和水平度，阀口不得有毛刺、缺口。提升阀安装后应通气调整阀板与阀口间的压紧程度。

11.2.2.20 梯子、平台及栏杆的安装应符合 GB4053.1～4053.3 的规定，其安装偏差应符合 JB/T 8471 的规定。梯子、平台及栏杆焊接应牢固、可靠。梯子、平台及栏杆应设有踢脚板。栏杆扶手拐角处应圆滑，焊接部位应打磨光滑，无毛刺和飞棱。

11.2.2.21 设备结构安装完成后应进行内部清理，检查合格后再安装卸灰阀。灰斗、卸灰阀和插板阀的法兰之间衬密封垫，做到紧固不漏灰。

11.2.2.22 烟道进、出口阀门和非金属补偿器安装时应注意流向和执行器的方位，阀门安装后进行检查，确保动作平稳、灵活、启闭到位。

11.2.2.23 滤袋安装前应对施工人员进行培训。安装时不得动火、吸烟。对上箱体内部灰渣应清扫干净，检查合格后方可安装滤袋。安装滤袋时宜按由里向外的顺序进行，避免踩踏袋口。滤袋安装时应小心轻放，防止滤袋划伤。滤袋安装结束应逐个检查袋口的安装质量，确认无误后方可安装滤袋框架。

11.2.2.24 滤袋框架安装时应逐个检查框架质量，对变形和脱焊者应剔除。不符合 7.2.2 要求的滤袋框架不得进行安装。滤袋框架安装完成后在滤袋的底部进行观察，对有偏斜、间距过小的滤袋应进行调整。

11.2.2.25 滤袋及框架安装过程中不得袋内存有异物。

11.2.2.26 安装喷吹管时，应保证喷嘴与滤袋的同心度和高度偏差应小于 2mm。喷吹管定位准确后应紧固。

11.2.2.27 袋式除尘器安装完成并检漏合格后应对焊缝和油漆损伤部位补刷底漆，并对整体设备涂刷最后一道面漆。漆膜应均匀，颜色一致，厚度不得小于 30μm。

11.2.3 除尘器涂装

11.2.3.1 袋式除尘器涂装前应将表面的铁锈、残留物、油污、尘土及其它杂物清除干净。除锈方法和除锈等级应符合 GB/T8923 的规定，当使用喷砂或抛丸除锈时，其除锈等级不低于 Sa2.5；当使用手刷或动力工具除锈时，除锈等级不低于 St2。

11.2.3.2 袋式除尘器漆膜厚度的检验用漆膜测厚仪，检测点在每平米中不少于两点。

11.2.3.3 除尘器外观涂漆颜色应一致，漆膜不得有起泡、剥落、卷皮、裂纹等缺陷。

11.2.4 风机及电机安装要求

11.2.4.1 风机安装应符合 GB50275 的要求。

11.2.4.2 应对风机配套件开箱检查，并根据设备装箱清单核对叶轮、机壳、轴承座、联轴器、执行器、测控元件、地脚螺栓等主要部件的型号和数量进行检查。风机验货时应有合格证、检验证、使用说明书等技术资料。

11.2.4.3 安装前应对风机的旋向、进出风口的角度、执行器的方位、电机接线盒方位进行确认。

11.2.4.4 安装前应对风机基础尺寸和螺栓孔进行检查，清理螺栓孔内杂物、积水等。风机及电机混凝土基础的养护时间应满足 GB50204 的规范要求。

11.2.4.5 风机主轴与电机轴（液力偶合器）的同心度、水平度、联轴器两端面的平行度、机壳与叶轮的间隙应满足规范和风机安装说明书的要求。

11.2.4.6 风机、电机轴承的的震动和温升应符合 GB50275 的要求。

11.2.4.7 风机叶轮的旋转方向应正确。

11.2.4.8 轴承座的油质和油位应符合产品技术说明书的要求，不得漏油。

11.2.4.9 风机安装完成后应清理内部杂物。

11.2.4.10 电机启动前应进行绝缘测试，技术性能符合 GB/T 755 的要求。

11.2.5 输灰设备安装要求

11.2.5.1 螺旋输送机、埋刮板输送机、斗式提升机等输灰设备安装应符合 GB50270 的要求。

11.2.5.2 气力输送设备安装应符合 DL/T909 的要求。

11.2.6 除尘管道安装技术要求

11.2.6.1 除尘管道安装应符合 GB50235 的要求。

11.2.6.2 管道所用材质和厚度应符合国家相关产品标准和设计要求。

11.2.6.3 管道连接及其与附件的连接应采用连续焊接，管道焊接前应除锈、除油。

11.2.6.4 管道对接时卷管焊缝应错开 90°，管道对接焊缝不应处于支座上。

11.2.6.5 横向加固筋转角处翼缘应焊牢。横向加固筋应与纵向加固筋的翼缘焊牢。加固筋可采用扁钢或角钢。

11.2.6.6 对于高温、高负压的矩形烟道，可设置内部撑杆，并做好防磨措施。

11.2.6.7 管道安装时应同时安装测试孔和测试平台。管道上仪表取样部件的开孔和焊接应在管道安装前进行。

11.2.6.8 阀门等附件安装时应注意流动方向标识和执行器的方位。电动阀门安装时可通过电

机通电点动确认转向和接线是否正确，防止电机过载。

11.2.6.9 非金属补偿器安装完成后应拆除固定螺栓。

11.2.6.10 管道涂装应符合HGJ229的要求。

11.2.7 压缩空气及蒸汽管道安装要求

11.2.7.1 压缩空气系统管道安装按 GB50235 和 GB50236 的有关规定执行。

11.2.7.2 压缩空气管路施工时除设备和管道附件采用法兰或螺纹连接外，其余均采用焊接。施工前应对管道、阀门等附件进行清扫、排除积水。

11.2.7.3 压缩空气管路中的阀门、仪表等安装时应注意流向、朝向，且便于观察和操作。

11.2.7.4 压缩空气管路的最低处和最末端应设阀门或堵头。

11.2.7.5 管道上仪表取源部位的开孔和焊接应在管道安装前进行。穿楼板的管道应加套管。

11.2.7.6 安全阀应垂直安装。开启和回座压力应符合设计要求。

11.2.7.7 耐压胶管与气缸应在管路清扫后进行连接，连接处应牢固，不得松动、漏气。

11.2.7.8 压缩空气管路安装后应进行清扫和耐压试验。试验压力 0.5～0.6MPa，保持 10min，用肥皂水或检漏液检查。

11.2.7.9 除尘器附属装置（输灰装置、压缩空气供应系统等）的伴热管道以及灰斗蒸汽加热盘管的安装应符合 GB 50242 的要求。

11.2.7.10 用气设备出口应设疏水器。蒸汽管道应按 GB50019 的要求设坡度。

11.2.7.11 蒸汽管道安装完成后应进行清扫和水压试验。水压试验应为工作压力的 1.5 倍，但不得小于 0.6MPa。试验时间为 5min，以压力降不大于 0.02MPa 为合格。

11.2.8 电气及热工仪表安装要求

11.2.8.1 电缆线路的安装应符合 GB 50168 的规定；接地装置的安装应符合 GB50169 的规定；盘、柜的安装应符合 GB50171 的规定；低压电气的安装应符合 GB 50254 的规定；电气照明装置的安装应符合 GB50303 和 GB 50259 的规定；母线装置的安装应符合 GBJ149 的规定；自动化仪表施工应符合 GB50131 的规定。

11.2.8.2 安装前应对控制柜、现场控制箱等电气设备的型号、规格、数量、附件、说明书、出厂检验合格证、装箱单等进行检查。

11.2.8.3 安装过程中应对控制柜、现场控制箱等设备进行防雨、防撞等防护。

11.2.8.4 安装完毕的控制柜应稳固，柜门、检修门的开、闭应自如，不能有卡涩现象，并有防止小动物入侵的措施。

11.2.8.5 电缆桥架宜采用支架（撑）的固定方式，支架间距不大于 2m，在转弯处不大于 0.8m。

11.2.8.6 桥架的敷设应整齐、平直。桥架间的连接、桥架与支架的固定应牢固。桥架应可靠接地，接地电阻不大于 10Ω。

11.2.8.7 线管的敷设应整齐、平直。线管应可靠接地，接地电阻不大于 10Ω。

11.2.8.8 电线、电缆敷设过程中，穿管的线缆中途不应有接头、不应过紧，应留有充分的余量。

11.2.8.9 电线和电缆接线完毕后应检查和核对，确保接线无误。

11.2.8.10 除尘器应设专用地线网的设置要求见 9.1.18。

11.2.8.11 热工仪表安装应采取保护箱安装，在寒冷地区应采取保温和伴热措施。

11.3 调试

11.3.1 单机调试

11.3.1.1 机电设备、电气设备、仪表柜等单机空载运行不少于 2 h。要求各传动装置转动灵活，无卡碰现象，无漏油现象，且转动方向应符合设计要求。

11.3.1.2 单机调试应按下列顺序进行：先手动，后电动；先点动，后连续；先低速，后中、高速；先空载，后负载。

11.3.1.3 各阀门应动作灵活、关闭到位、转向正确。调试时先进行手动操作，再进行电动操作，阀位与其输出的电信号应相对应。调试工作完成后，阀门应处于设定的启闭状态。

11.3.1.4 对系统和设备上的温度、压力、料位等检测装置进行调试时，所测物理量应与输出信号相吻合。

11.3.1.5 对灰斗上的破拱装置、电加热器等设备进行调试时，应先进行现场手动操作，再进行自动操作。

11.3.1.6 对卸、输灰系统的设备进行调试时，应首先清除卸、输灰系统中的杂物，检查机电设备的油位和油量，无短路、无断路、无卡塞再进行电动操作。

11.3.1.7 对迴转清灰袋式除尘器，应先进行低速调试再进行中、高速调试，迴转机构应动作灵活、转向正确。

11.3.1.8 空气压缩机（罗茨风机）调试前先按产品使用说明书要求注油，现场启动各空气压缩机，确认排气压力和电机电流正常。

11.3.1.9 逐台调试压缩空气系统净化干燥装置，其净化干燥效果应符合使用说明书的技术要求。

11.3.1.10 压缩空气系统的安全阀应通过当地劳动部门的检验。对减压阀进行调试时，应对管路中所有阀门的流向和严密性进行检查，减压后的气体压力应符合设计要求。

11.3.1.11 应按照设定清灰程序对脉冲阀逐个进行喷吹调试，膜片应启闭正常，不得有漏气现象。

11.3.1.12 对喷雾降温系统进行调试时，喷头雾化试验应先在烟道外进行，合格后再装入烟道。

11.3.2 电气及热工仪表自动控制系统调试

11.3.2.1 对各控制柜、现场操作箱（柜）和各控制对象应分别进行测试和调试，接线及性能检查应合格。

11.3.2.2 对各控制对象应分别进行手动控制调试，调试时首先对各控制对象进行接线检查及性能检查，并对相关的控制柜、现场操作箱（柜）受电，选择手动控制，对各控制对象手动操作，检查其动作是否准确和到位。

11.3.2.3 对各控制对象应分别进行自动控制调试，调试时首先对相关的控制柜、现场操作箱

（柜）受电，选择自动控制模式，对各控制对象集中自动控制，检查其动作是否准确和到位。

11.3.2.4 对清灰程序和清灰制度进行调试时，对于脉冲清灰袋式除尘器，应确认每次喷吹脉冲阀的数量、脉冲时间、间隔、周期和顺序符合设计要求；对于机械振动清灰袋式除尘器，应确认清灰机构的工作及清灰程序正常；对于反吹清灰袋式除尘器，应确认清灰过程（过滤、反吹、沉降）时间与设计要求相符，检查切换阀门或反吹风机运行是否正常。

11.3.2.5 对各运行模式的控制程序进行调试时，逻辑关系应符合设计要求。

11.3.3 袋式除尘系统联动试车

11.3.3.1 联动试车条件：

a）除尘系统各设备的单机调试已完成；

b）生产工艺具备联动试车条件；

c）除尘系统管道和设备内部已彻底清扫，确认不存在杂物；

d）确认各阀门的启闭状态正常；

e）除尘器本体的人孔门、检修门都应关闭严密；

f）除尘器自动控制系统正常（包括报警、保护和安全应急措施）；

g）压缩空气供应系统正常；

h）引风机正常；

i）防火和消防措施到位。电气照明能投入使用。设备和系统的接地符合要求；

j）电气仪表已完成调试，工作正常；

k）通讯设施完备，能正常使用；

l）运行操作人员到位。

11.3.3.2 联动试车的程序要求：

a) 先手动控制后自动控制；

b) 先冷态后热态；

c) 先空载后负载；

d) 先低速后高速；

11.3.3.3 联动试车操作流程与要求：

a）系统中所有的控制设备和热工仪表受电；

b）压缩空气系统启动；

c）卸输灰系统启动；

d）检查除尘器阀门动作情况，完成后复位。除尘器前后烟道阀门处于开启状态。引风机进口调节阀处于关闭状态；

e）风机、电机冷却系统启动；

f）引风机启动。电机运行功率（电流）不大于其额定值；

g）清灰系统工作；

h）各控制对象的动作应符合控制模式的要求。确认运行程序、联锁信号、运行信号、警

报信号、仪表信号准确，逻辑关系正确；

i）冷态联动试车时间不少于 4 h；

j）对各种运行参数进行测试，做好试车记录。

11.3.4　检漏及预涂灰

11.3.4.1　垃圾焚烧、燃煤电厂等特殊场合的袋式除尘器预涂灰前应进行检漏。发现泄漏，应及时处理。需要对泄漏点焊接时，应提前做好滤袋保护措施。检漏可采用荧光粉检漏方式。

11.3.4.2 对于新建的燃煤锅炉、垃圾焚烧炉、焦炉等袋式除尘器，为防止油污对滤袋的污染，在正式投运前应进行预涂灰。预涂灰的粉剂可采用粉煤灰或消石灰。

11.3.4.3　宜对过滤仓室逐个（或分组）进行预涂灰，当某仓室（或某组）进行预涂灰时，其余仓室的进、出口烟道挡板阀应处于关闭状态。

11.3.4.4　预涂灰的技术要求：

a）预涂灰时仓室过滤风速达到设计值，管道风速不小于 10m/s；

b）每 $1000m^2$ 过滤面积发尘量不少于 1t；

c）过滤仓室阻力增加 300 ~500Pa；

d）袋式除尘器首次预涂灰后，应检查涂粉的效果，确保预涂灰剂均匀覆盖于滤袋表面；

e）预涂灰过程中及预涂灰完成后不得清灰，直至除尘器正式投入运行，否则应重新预涂灰。

11.4 验收

11.4.1 工程验收

11.4.1.1　袋式除尘系统带负荷联动试车运行 72h 且正常后，办理工程交接手续，工程实物交付用户使用。对于发电厂带负荷的联动试车运行时间为 168h。

11.4.1.2　袋式除尘工程实物交付使用后应按照相关规定及时组织工程验收。

11.4.1.3　袋式除尘工程验收应具备的条件为：

a）袋式除尘系统单机试车和联动试车符合要求；

b）达到生产使用条件；

c）已办理工程交接手续；

d）设计文件和合同约定的工程内容已完成；

e）竣工资料完整，包括工程施工技术资料、工程质量检验评定资料、产品设备使用及合格资料、除尘器性能检测报告、竣工图。

11.4.1.4　袋式除尘器的性能检测应按 GB/T 6719 的规定执行。

11.4.1.5　袋式除尘工程验收按照国家和行业相关验收规范或办法执行。

11.4.2 环境保护验收

11.4.2.1　袋式除尘工程竣工验收后应按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行环境保护验收。

11.4.2.2　环境保护验收前应完成袋式除尘系统的性能测试，性能测试结果可作为项目竣工环

境保护验收的参考文件。性能测试主要内容包括：

a) 生产达产时除尘系统的风量；

b) 排放浓度及排放量；

c) 岗位污染物浓度；

d) 袋式除尘器阻力及系统运行能耗；

e) 废水及废渣排放值及去向；

f) 噪声测量值；

g) 烟囱高度。

12 运行与维护

12.1 一般规定

12.1.1 袋式除尘系统的运行和维护应由专职机构和人员负责，应配置技术人员与必要的检测仪器。对操作人员应进行培训，合格后上岗。

12.1.2 袋式除尘系统的运行和维护应有操作规程和管理制度。

12.1.3 袋式除尘系统运行记录应按月整理成册作为袋式除尘器运行历史档案备查，运行记录的格式和内容可参照附录 L，记录保留时间不少于 2 年。

12.1.4 应注意并记录袋式除尘系统的温度、压差、压力和电流等关键技术参数，发现异常时应及时采取保护措施。

12.1.5 袋式除尘器运行期间应有备品备件。

12.1.6 存在爆炸危险的袋式除尘系统应制定燃爆事故紧急预案。应重点监控气体温度、压力、浓度和氧含量。重点检查防爆阀、检测装置、灭火装置等部位。一旦发生爆炸，应立即启动紧急预案并及时上报。

12.1.7 袋式除尘系统不得在超过设计负荷 120%的状况下长期运行。

12.2 开机

12.2.1 袋式除尘器开机的条件和程序：

a）预涂灰合格；

b）进、出口阀门处于开启状态；

c）电控系统中所有线路应通畅，电气、自控系统、检测仪表应受电，各控制参数应设定准确，自动报警和连锁保护处于工作状态；

d）压缩空气供应系统工作正常；

e）风机、电机的冷却系统工作正常；

f）引风机启动；

g）卸、输灰系统进入待机状态。

12.2.2 袋式除尘器达到设定阻力时，启动清灰控制程序。

12.3 运行

12.3.1 运行人员应定时巡查并记录袋式除尘系统的运行状况和参数（详见附录 L），发现异常及时报告和处理。

12.3.2 运行过程中，烟气温度达到设定的高温或低温值时应发出报警，并立即采取应急措施。

12.3.3 运行过程中严禁打开除尘器的人孔门、检修门。

12.3.4 袋式除尘系统重点巡检部位及要求：

a）定时巡检脉冲阀和其它阀门的运行状况，以及人孔门、检查门的密封情况。若发现脉冲阀异常应及时处理；

b）定时巡检空气压缩机（罗茨风机）的工作状态，包括油位、排气压力、压力上升时间等；

c）对于迴转脉冲袋式除尘器，定时检查迴转机构的运行状况；

d）定期对缓冲罐、贮气罐、分气包和油水分离器放水；

e）定时巡检稳压气包压力。当出现压力高于上限或低于下限时，应立即检查空气压缩机和压缩空气系统，及时排除故障；

f）定时巡检压缩气体过滤装置；

g）卸灰时应检查卸、输灰装置的运行状况，发现异常及时处理；

h）实时检查风机与电机运行状况、轴承温度、油位和振动，发现异常及时处理；

i）定时检查冷却系统运行状态，发现问题及时处理；

j）定时检查压力变送器取压管是否通畅。发现堵塞应及时处理；

k) 定时检查灰斗料位状况，当高料位信号报警后，应及时卸灰；

l）观察排气筒排放状况。若滤袋破损，应及时处理或更换；

m）值班人员每班至少巡检 2 次。

12.4 停机

12.4.1 袋式除尘系统停机应按照下列顺序进行：

a）引风机停机；

b）压缩空气系统停止；

c）清灰控制程序停止；

d）除尘器卸、输灰系统停止

e）关闭除尘器进、出口阀门，开启旁路阀；

f）电气、自控和仪表断电。

12.4.2 生产工艺停运过程中，袋式除尘系统应正常使用。生产设备停运后袋式除尘系统应继续运行 5～10min，进行通风清扫。

12.4.3 对于短期停运（不超过四天），除尘器可不清灰，再次启动时可不进行预涂灰。

12.4.4 长期停运时，应对滤袋彻底清灰，并清输灰斗的存灰。再次启动时宜进行预涂灰。

12.4.5 袋式除尘器停运后，宜用空气置换内部烟气。袋式除尘器停运期间应关闭除尘器进/出口阀门、引风机阀门、人孔门和检修门等。

12.4.6 停机状态下，冬季注意对除尘器灰斗保温。严寒地区长期停机时应放空冷却水和储气罐中的存水。

12.4.7 事故状态下袋式除尘系统的操作与紧急停机包括：

a）当烟气温度出现突发性高温时，控制系统应报警；

b）当烟气温度达到滤料最高许可使用温度时，应及时开启混风装置、或喷雾降温系统、或放散系统；若生产工艺许可，引风机可紧急停运；

c）如除尘系统烟道或设备内部发生燃烧或爆炸时，应紧急停运引风机，关闭除尘器进、出口阀门，严禁通风；

d）当生产设备发生故障需要紧急停运袋式除尘器时，应通过自动或手动方式立刻停止引风机的运行，同时关闭除尘器进、出口阀门。

12.4.8 未经当地环保主管部门许可，不得停止袋式除尘器运行。若因紧急事故停机时，应及时报告当地环保行政主管部门。

12.5 检修与维护

12.5.1 除尘系统管道及设备上气割、补焊和开孔等维护检修必须在引风机停机状态下进行。

12.5.2 袋式除尘器运行状态下的检修和维护应符合下列规定：

a）除尘器的检修宜在停机状态下进行。当生产工艺不允许停机时，可通过关闭某个过滤仓室进、出口阀门的措施来实现仓室离线检修；

b）仓室离线检修时，应实行挂牌制度，并有专人安全监护。应采取措施防止检修人员进入除尘器后检修门自动关闭；

c）仓室离线检修宜选择在生产低负荷状态下进行；

d）过滤仓室进、出口阀门应处于完全关闭状态，并上机械锁；

e）打开检修仓室的人孔门进行换气和冷却，当煤气、有害气体成分降至安全限度以下且温度低于 40℃时，人员方可进入；

f）检修时应停止过滤仓室的清灰；

g）及时更换破损滤袋。当破袋数量较少时，也可临时封堵袋口；

h）脉冲阀检修可以在除尘器正常运行状态下实时进行。检修时临时关闭供气管路支路阀门即可；

i）机械设备检修前，应切断设备的气源、电源，并挂合闸警示牌或设专人监护。

12.5.3 袋式除尘系统停运后的检修和维护应符合下列要求：

a）关闭除尘器进出口阀门，打开除尘器本体和顶部的人孔门、检查门，进行通风换气和降温，温度降至 40℃以下方可进入。人员进入中箱体前，灰斗存灰应排空；

b）检查每个过滤仓室的滤袋，若发现破损应及时更换或处理。检查喷吹装置，若发现喷吹管错位、松动和脱落应及时处理。反吹风袋式除尘器使用 1～2 月后应调整滤袋吊挂的张紧度；

c）检查进口阀门处的积灰、结垢和磨损情况，发现问题及时处理；

d）检查滤袋表面粉尘层的状况，检查灰斗内壁是否存在积灰和结垢现象，发现问题及时解决；

e）检查空气压缩机（罗茨风机）及空气过滤器，发现堵塞应及时更换或处理；

f）检查机电设备的油位和油量，不符合要求时应及时补充和更换；

g）检查喷雾降温系统喷头的磨损和堵塞状况，并及时处理；

h）检查热工仪表一次元件和测压管的结垢、磨损和堵塞状况，发现问题及时处理；

i）检查工作完成后，袋式除尘器内部应无遗留物，关闭所有检修人孔门，除尘器恢复待用状态。

12.5.4 备品备件应符合下列要求：

a）袋式除尘系统备品备件包括滤袋、滤袋框架、脉冲阀、膜片、空压机空气过滤器、空压机机油等。

b）滤袋及滤袋框架的备品数量不少于其总数的 5%；脉冲阀备品的数量不少于其总数的5%，且不少于 2 个；脉冲阀膜片备品数量不少于其总数的 5%，且不少于 10 个；空压机空气过滤器备品不少于 1 个。

c）当袋式除尘器运行至滤袋设计寿命前 3 个月时，用户应着手采购滤袋。

d）备品备件应妥善保管在库房内，并做好台账。

12.5.5 更换的废旧袋式除尘器滤料应按照国家相关规定妥善处理。

附 录 A

（资料性附录）

原始数据统计表

表 A.1 污染源（尘源）调查统计表

企业名称： 时 间：

车间（工段）	序号	产尘设备（部位）	产尘设备型号	尘源点数量	尘源点位置	烟尘性质	尘源控制方式	排风量（m^3/h）	气体温度（℃）	排放规律	备注
	1										
	2										
	…										
	1										
	2										
	…										

调查统计人员：

表 A.2 污染气体参数及理化性质

产污设备（产污部位）：						
序号	气体参数		符号	单位	数值	备注
1	污染气体流量	正常	Q	m^3/h		
		最大				
		最小				
2	气体温度	正常	t	℃		
		最高				
		最低				
		露点				
3	粉尘浓度		c	mg/m^3		标准状态
4	气体成分		N_2	%		标准状态
			CO_2	%		
			CO	%		
			O_2	%		
			H_2O	%		
			SO_2	mg/m^3		
			NO_X	mg/m^3		
			HCl	mg/m^3		
			F_2、HF	mg/m^3		
			Hg、Pb	mg/m^3		
			二噁英	ng/m^3		
			VOCs	mg/m^3		
			…	…		
注：表中气体成分可根据工程设计需要选项。						

表 A.3　　粉尘成分分析

序号	成分	符号	单位	数值	备注
1	二氧化硅	SiO_2	%		
2	氧化铁	Fe_2O_3	%		
3	氧化钙	CaO	%		
4	碳	C	%		
…	…	…	…		
注：表中粉尘化学成分可根据工程设计需要选项。					

表 A.4　粉尘的物理性质

序号	名称		单位	数值	备注
1	真密度		t/m^3		
2	堆积密度		t/m^3		
3	安息角		°		
4	粒径分布	0～2.5μm	%		
		2.5～5μm			
		5～10μm			
		10～20μm			
		20～30μm			
		30～40μm			
		40～50μm			
		＞50μm			
注：表中粒径分布可根据工程设计需要选项。					

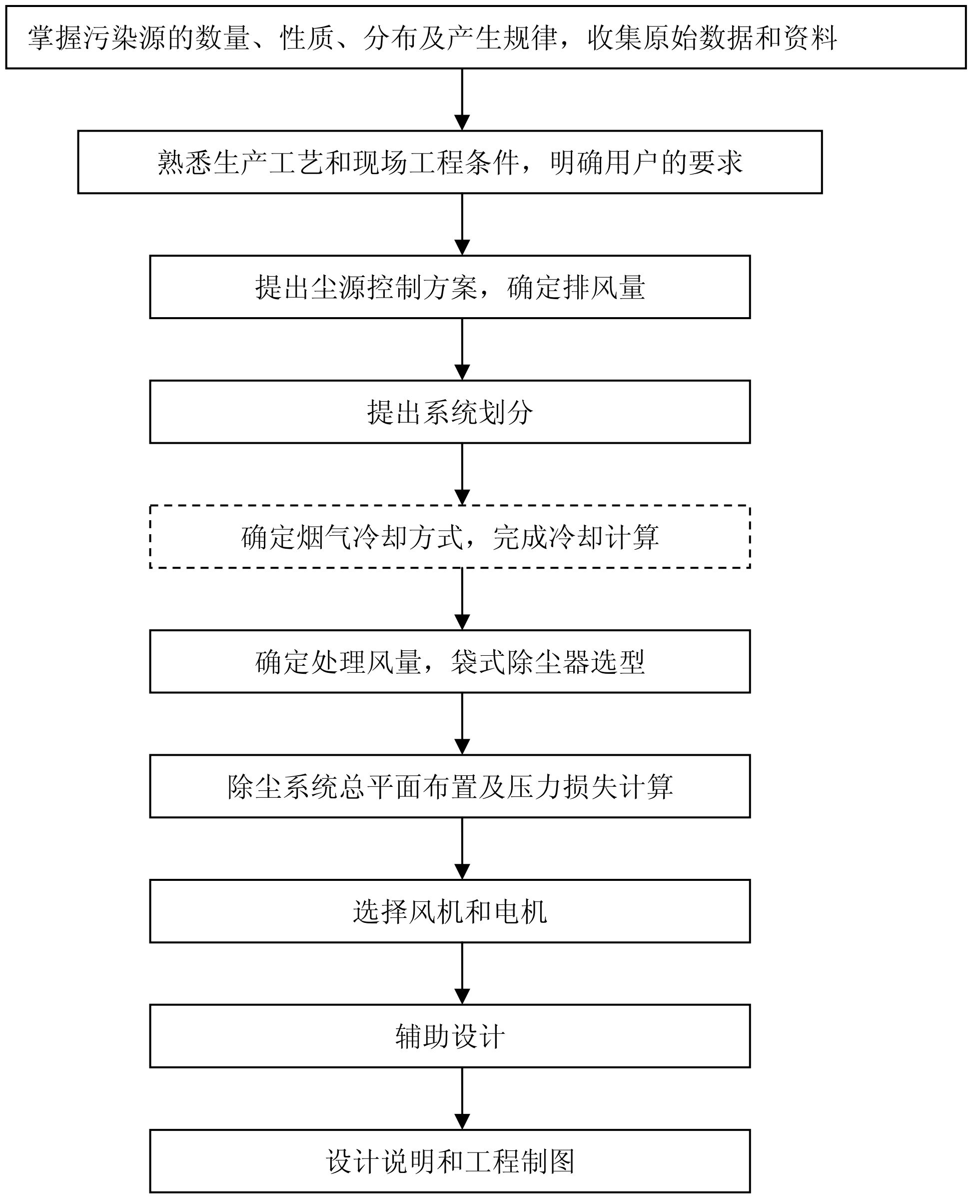
表 A.5　当地气象条件和地理条件

序号	名称	单位	数值
1	大气压力	Pa	
2	冬季采暖室外计算温度	℃	
3	冬季通风室外计算温度	℃	
4	夏季通风室外计算温度	℃	
5	夏季空调室外计算温度	℃	
6	最大风速	m/s	
7	主导风向	方位	
8	基本风压	kN/m^2	
9	基本雪载	kN/m^2	
10	最大冻土深度	cm	
11	地震烈度	度	

附 录 B

（规范性附录）

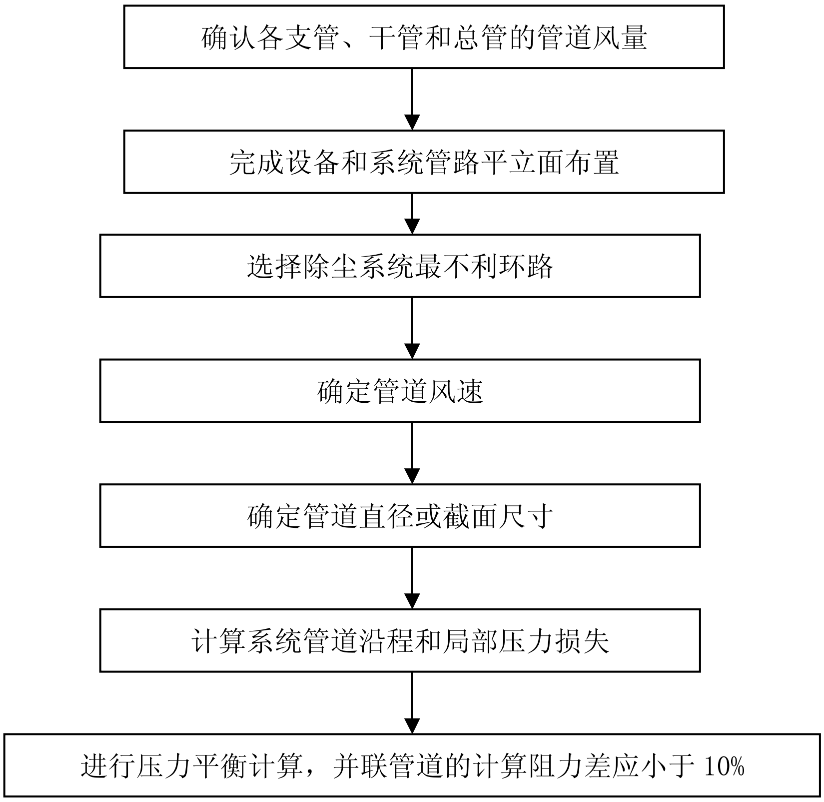
袋式除尘工程设计流程



附 录 C

（规范性附录）

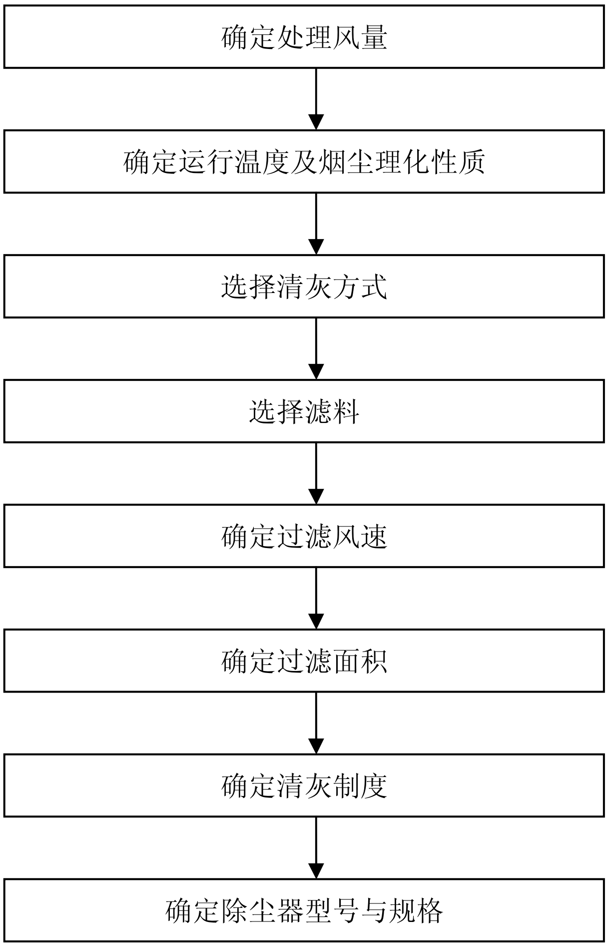
系统管路阻力计算步骤



附 录 D

（规范性附录）

袋式除尘器选型步骤



附 录 E

（资料性附录）

滤料的主要性能指标

a）材质与组分；

b）结构和加工方法；

c）单位面积质量、体积密度和厚度；

d）均匀性；

e）透气性；

f）强力特性；

g）耐温性；

h）导电性

i）伸长特性与稳定性；

j）阻燃性；

k）耐酸、碱、氧化等化学稳定性；

l）过滤效率；

m）清灰剥离性；

n）阻力特性；

o）经济性。

附 录 F

（资料性附录）

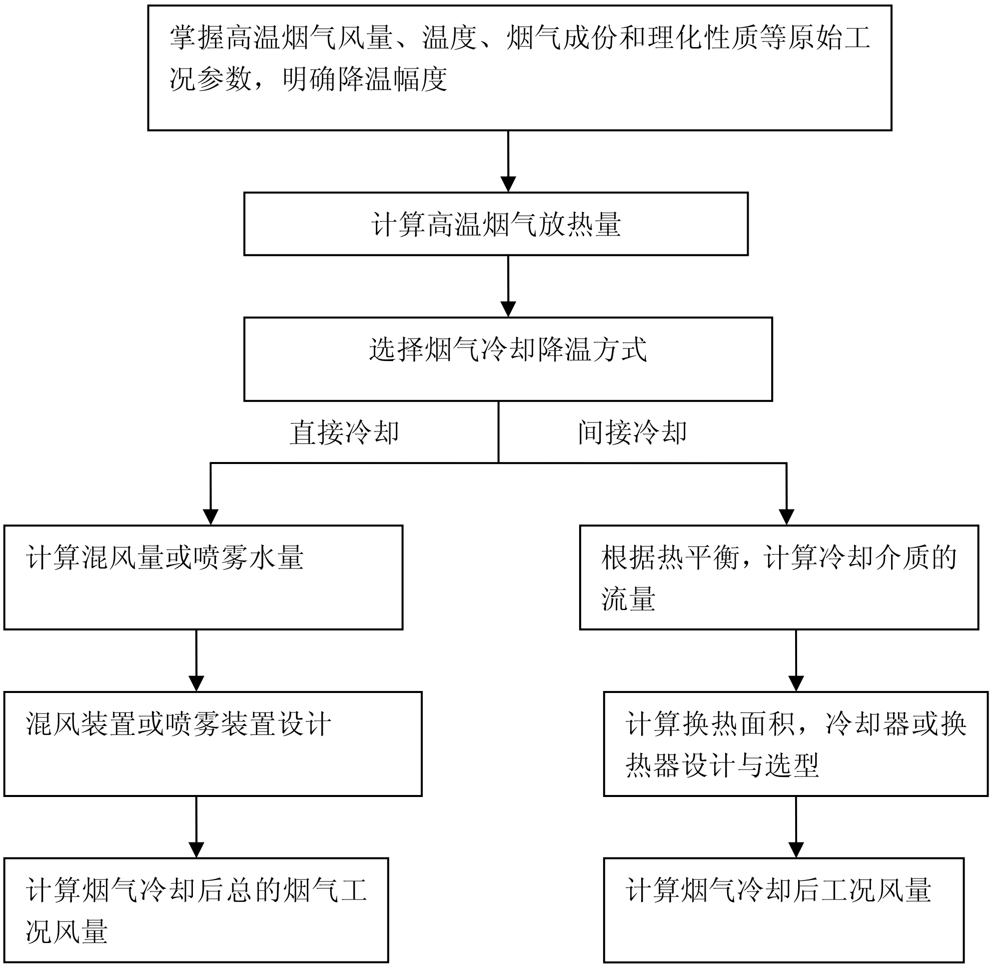
烟气冷却方式及适用场合

<table>
<tr><th colspan="2">冷却方式</th><th>适用范围</th><th>技术要求和措施</th></tr>
<tr><td rowspan="2">直接冷却</td><td>混风冷却</td><td>①冷却烟气量较小，降温幅度不大时
②烟气出现突发性高温时，作为临时保护性降温措施</td><td>除尘器进口烟道安装混风阀和混风器</td></tr>
<tr><td>喷雾冷却</td><td>①烟气量大、温降大时可作为连续降温的冷却方式
②烟气量较大、烟气出现突发性高温时可对滤袋进行临时保护
③烟气需要调质并冷却时</td><td>①应防止烟气温度过低而出现结露和腐蚀
②烟气降温后温度应高于露点温度 15～20℃
③应根据烟气量和温降的大小来确定喷水量
④喷雾降温冷却应保证必要的雾滴直径和蒸发时间
⑤采用喷雾装置</td></tr>
<tr><td rowspan="4">间接冷却</td><td>自然风冷</td><td>①烟气温降小于 200℃、余热不具回收价值时烟气连续降温的冷却方式
②占地较大。无动力消耗</td><td>采用自然风冷器</td></tr>
<tr><td>机械风冷</td><td>①烟气温降大于 200℃、余热不具回收价值时烟气连续降温的冷却方式
②占地较小。有动力消耗</td><td>采用机械风冷器</td></tr>
<tr><td>间接水冷</td><td>①烟气温度大于 400℃、余热不具回收价值时烟气连续降温的冷却方式
②车间内布置</td><td>采用水冷烟道、气水换热器</td></tr>
<tr><td>余热锅炉</td><td>烟气量大、烟气温度大于 400℃、余热具备回收价值时烟气连续降温的冷却方式</td><td>采用余热锅炉</td></tr>
</table>

附 录 G

（资料性附录）

高温烟气冷却设计流程



附 录 H

（资料性附录）

高温烟气冷却计算

I.1 高温烟气冷却放热量计算

烟气量为 L_1 的烟气由温度 t_1 降至 t_2 所放出的热量按以下公式计算：

$$Q = \frac{L_1}{22.4}\left(C_1 t_1 - C_2 t_2\right) \tag{I-1}$$

式中： Q—— 烟气放出的热量，kJ/h；

L_1—— 烟气量，Nm^3/h；

C_1，C_2——烟气为 0～t1 及 0～t2 时的平均定压摩尔热容，kJ/(kmol·K)；

t_1，t_2——烟气冷却前后温度，℃。

I.2 混风直接冷却的混风量计算

混风直接冷却气体的混风量，可根据热平衡方程来计算，即：

$$L_2 = \frac{L_1\left(t_1 C_1 - t_2 C_2\right)}{\left(t_2 C_3 - t_0 C_4\right)} \tag{I-2}$$

式中： L_2——混风冷却气体的风量，Nm^3/h；

L_1——烟气量，Nm^3/h；

t_1—— 烟气冷却前温度，℃；

t_2—— 混合后气体温度，℃；

t_0—— 冷却气体初始温度，℃；

C_1——烟气为 0～t_1 时的平均摩尔热容，kJ/(kmol·K)；

C_2——烟气为 0～t_2 时的平均摩尔热容，kJ/(kmol·K)；

C_3——冷却气体为 0～t_2 时的平均摩尔热容，kJ/(kmol·K)；

C_4——冷却气体为 0～t_0 时的平均摩尔热容，kJ/(kmol·K)

I.3 喷雾直接冷却喷水量计算

喷雾蒸发冷却所需喷水量按以下公式计算：

$$G_0 = \frac{Q}{r + 1.88 t_2 - 4.19 t_0} \tag{I-3}$$

式中： G_0——喷水量，kg/h；

Q——高温烟气冷却的放热量，kJ/h；

t_2——烟气冷却后的温度，℃；

t_0——喷水温度，℃；

r——水的汽化潜热，kJ/kg，按 2500 kJ/kg 计取。

I.4 间接冷却换热计算

间接冷却换热计算主要计算传热面积，即

$$F=\frac{Q_3}{K\Delta t} \tag{I-4}$$

式中：Q_3—烟气放热量，kJ/ h；

K—综合传热系数，kJ/(m^2· h·℃)，1W＝3.6kJ/h；

Δt—烟气和冷却介质的温差，℃。

综合传热系数按下式计算：

$$K=\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1}+\frac{\delta_1}{\lambda_1}+\frac{\delta_2}{\lambda_2}+\frac{\delta_3}{\lambda_3}+\frac{1}{\alpha_2}} \tag{I-5}$$

式中：α_1—烟气与金属壁面的换热系数，kJ/(m^2· h·℃)；

α_2—金属壁面与冷却介质的换热系数，kJ/(m^2· h·℃)；

δ_1—高温烟气管壁灰层厚度，m；

δ_2—管壁厚度，m；

δ_3—水垢厚度或冷却气体管壁灰尘厚度，m；

λ_1—高温烟气灰层的导热系数，kJ/(m· h·℃)；

λ_2—金属的导热系数，kJ/(m· h·℃)；

λ_3—水垢或冷却气体灰尘的导热系数，kJ/(m· h·℃)。

烟气和冷却介质的温度差Δt通常采用对数平均值计算

$$\Delta t=\frac{\Delta t_1-\Delta t_2}{\ln\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} \tag{I-6}$$

式中：Δt_1—冷却器入口处管内、外流体的温差，℃；

Δt_2—冷却器出口处管内、外流体的温差，℃。

I.5 间接冷却介质流量计算

对于间接冷却所需的冷却气体量或冷却水量，按以下公式计算：

$$G_0=\frac{Q}{C_2t_2-C_1t_1} \tag{I-7}$$

式中：G_0——冷却介质的质量流量，kg/h；

Q——高温烟气冷却的放热量，kJ/h；

C_1，C_2——冷却介质在温度为 0～t_1 及 0～t_2 下的质量热容，kJ/(kg·K)；

对于水 C_1= C_2=4.18 kJ/(kg·K)；

t_1，t_2——冷却介质进口、出口温度，℃。

附 录 I

（规范性附录）

烟气体积流量变化计算

J.1　混风直接冷却

当采用烟气混风直接冷却时，冷却后烟气工况总体积流量按下式计算：

$$V=\frac{T_2}{T_0}(L_1+L_2) \tag{J-1}$$

式中：V——混风后烟气工况总体积流量，m^3/h；

L_1——烟气标准工况体积流量，Nm^3/h；

L_2——冷却气体标准工况下体积流量，Nm^3/h

T_0——标准工况下绝对温度，273K；

T_2——混合后烟气绝对温度，K。

J.2　喷雾降温直接冷却

当采用喷雾降温直接冷却时，冷却后烟气工况总体积流量按下式计算：

$$V=\frac{T_2}{T_0}(L_1+\frac{22.4}{18}G_0) \tag{J-2}$$

式中：V——喷雾降温后烟气工况总体积流量，m^3/h；

L_1——烟气标准工况体积流量，Nm^3/h；

T_0——标准工况下绝对温度，273K；

T_2——混合后烟气绝对温度，K

G0——喷水量，kg/h。

J.3　间接冷却

当烟气间接冷却时，冷却后烟气工况体积流量按下式计算：

$$V_2=\frac{P_1T_2}{P_2T_1}V_1 \tag{J-3}$$

式中：P_1、V_1、T_1——高温状态下烟气的绝对压力、体积流量、绝对温度；

P_2、V_2、T_2——冷却后烟气的绝对压力、体积流量、绝对温度。

附 录 J

（规范性附录）

风机及电机选型步骤

根据输送气体温度和理化性质选择风机类型

确认风机入口流量、温度、管网计算压力损失、当地大气压力

进行风机选型计算，即对系统风量和管网计算压力损失附加裕度系数

确认风机样本性能参数的标定状态

将风机选型计算风量和全压换算成风机样本标定状态下的数值

选择风机型号和台数，确定风机旋向、出风口角度和传动方式

计算风机在设计工况下的所需功率，确定电机型号和技术参数

对在特殊工况下电机功率进行校核

附 录 K

（资料性附录）

袋式除尘器规格型号及性能参数

<table>
<tr><td colspan="2">参数名称</td><td>单位</td><td>数量</td></tr>
<tr><td colspan="2">型号规格</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">处理风量</td><td>m^3/h</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">气体温度</td><td>℃</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">过滤风速</td><td>全过滤</td><td rowspan="2">m/min</td><td></td></tr>
<tr><td>离线喷吹或离线检修</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">总过滤面积</td><td>m^2</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">过滤仓室</td><td>个</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">清灰装置(脉冲阀)数量</td><td>只</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">清灰装置(脉冲阀)规格型号</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">滤袋数量</td><td>条</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">滤袋规格(直径×长度)</td><td>mm×mm</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">滤料材质</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">粉尘入口含尘质量浓度(标准状态)</td><td>g/m^3</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">粉尘出口含尘质量浓度(标准状态)</td><td>mg/m^3</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">运行阻力</td><td>Pa</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">漏风率</td><td>%</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">清灰气源压力(或反吹风压)</td><td>MPa</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">耗气量(或反吹风量)</td><td>m^3/min（m^3/h）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">（反吹风机型号/功率）</td><td>kW</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">卸灰设备型号/功率</td><td>kW</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">总装机功率</td><td>kW</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">工作压力</td><td>≤±Pa</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">设备外形尺寸(长×宽×高)</td><td>m</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">设备总质量</td><td>kg</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">保温面积</td><td>m^2</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">灰斗容积</td><td>m^3</td><td></td></tr>
</table>

附 录 L

（资料性附录）

袋式除尘器运行记录表

车间名称：　　　　　　　　　　　　　　除尘器名称及编号：

运行参数	数值	状态	记录时间
生产设备负荷			
处理风量（m^3/h）			
除尘器工作温度（℃）			
除尘器工作压力（Pa）			
运行阻力（Pa）			
出口粉尘浓度(或排放效果) （mg/m^3）			
清灰气源压力(或反吹风压)（MPa）			
清灰气包压力（MPa）			
清灰装置（脉冲阀）运行状况			
空压机运行状况 （排气压力、电流、油位）			
输灰装置运行状况			
风机与电机运行状况 （轴承温度、振动、电流、油位）			
风机冷却水系统运行状况 （流量、压力、温度）			
储气罐工作状况（压力、放水）			
压缩空气净化装置工作状况			
灰斗高、低料位状态			
喷雾降温系统 （供水流量、压力、温度）			
备　注			

值班员：　　　　　　　　　　　　　　　　　日期：

注：用户可根据自身情况对表格记录内容进行调整。