《除尘装置系统及设备设计选用手册》编辑委员会

主任委员　胡全明

副主任委员　唐敬麟

委　　员（排名不分先后）

胡全明　唐敬麟　张禄虎　雍兆铭　张　建

蒋　敏　唐仁万　唐怀勇　王晓三　陆建江

沈　薇　顾芸芸　周根生　纪贵芳

主　　编　唐敬麟　张禄虎

编写人员　严　勇　祝留刚　沈湖滨　鞠亚军　张志耘

倪先荣　吕　博　陶云法　黄国伟　王　圣

唐晨晖　卢玲玲

需要全本请访问 www.ertongbook.com

除尘装置系统及设备设计选用手册

唐敬麟　张禄虎　编

化 学 工 业 出 版 社
工业装备与信息工程出版中心
·北　　京·

（京）新登字 039 号

图书在版编目（CIP）数据

除尘装置系统及设备设计选用手册/唐敬麟，张禄虎编. —北京：化学工业出版社，2003.8
ISBN 7-5025-4728-2

Ⅰ.除… Ⅱ.①唐…②张… Ⅲ.除尘设备-设计-技术手册 Ⅳ.TU834.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 073375 号

除尘装置系统及设备设计选用手册
唐敬麟 张禄虎 编
责任编辑：任文斗
文字编辑：韩庆利
责任校对：顾淑云
封面设计：蒋艳君

化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心 出版发行
（北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029）
发行电话：（010）64982530
http://www.cip.com.cn

新华书店北京发行所经销
北京管庄永胜印刷厂印刷
三河市前程装订厂装订
开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 46¼ 字数 1161 千字
2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-4728-2/TH·138
定 价：96.00 元

版权所有 违者必究
该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换
京工商广临字 2003—003 号

前　　言

鉴于目前尚无专为粉体工程专业编写的粉体除尘设计手册，在粉体储运、加工工序设计时，只能借用其他专业的设计手册进行设计，在选用防止粉体加工、储运时粉尘飞扬的除尘系统及设备时易发生误差。为提高设计质量，加快设计进度，保证操作环境能符合环保要求，保障操作人员的身体健康，特编制本手册。

“除尘装置系统及设备设计选用手册”是专为粉体工程专业及其他相关专业的工艺除尘设计服务的重要参考资料。

本手册编写两篇共十章，第一篇为“除尘装置系统设计”，共四章，其中基础知识为一章，系统设计为两章，除尘系统配套设备为一章。第二篇为“除尘设备”，共六章，介绍国内（包括外资企业）目前生产的各类干式、湿式除尘器数十个品种。

本手册内容极为丰富，包括了目前广泛应用的除尘系统，常用和专用的干法、湿法除尘设备及其配套部件。

本手册对各类除尘系统的型式、布置和选型计算均有详尽介绍，并对除尘设备的结构型式、技术性能、选型计算、安装尺寸都尽可能作详细介绍，资料力求完整、翔实、先进和可靠。各类除尘设备（包括零部件）都是国内外最新、最先进的型号，基本可以满足各行业（化工、水泥、矿山、石化、冶金及化肥等行业）粉体工程及有关专业技术人员在除尘系统计算及选用设备时的需要。

随着社会主义市场经济建设的不断深入，全国各行各业的除尘设备制造商和科研设计单位迅速发展，由于我们掌握情况有限，收集资料不完全，加之编者水平所限，手册中错漏仍不可避免，编者热忱希望广大读者在使用中提出宝贵意见！

本手册在编写过程中得到东华工程科技股份有限公司、云龙粉体工程研究所及各除尘设备制造厂的大力支持，及时提供编写资料，在最后定稿过程中得到东华工程科技股份有限公司（原化学工业部第三设计院）设备室粉体工程专业人员的无私帮助，在此致以深切的谢意。

编者

2003 年 6 月

目　　录

第一篇　除尘装置系统设计

第一章　工业除尘与粉尘的特性…… 1
　第一节　概述…… 1
　　一、工业除尘的目的与保护环境…… 1
　　二、工业除尘系统的组成及分类…… 3
　　三、粉体工程专业的任务及工艺除尘…… 4
　　四、粉体（尘）的名词解释和常用名词术语…… 9
　第二节　粉尘的特性 …… 12
　　一、粉尘的分类 …… 12
　　二、粉尘的粒径 …… 13
　　三、粉尘中游离二氧化硅含量 …… 16
　　四、粉尘的密度与安息角 …… 17
　　五、粉尘的荷电性 …… 22
　　六、粉尘的凝聚性及湿润性 …… 24
　　七、粉尘的燃烧和爆炸性 …… 26
　　八、粉尘的其他特性 …… 30
　第三节　粉尘的产生与扩散 …… 32
　　一、粉尘在气体中的动力特性 …… 32
　　二、粉尘的扩散机理 …… 42
第二章　产尘设备的密闭及除尘抽风量 …… 46
　第一节　设备密闭及抽尘罩设计 …… 46
　　一、设备密闭的型式 …… 46
　　二、抽尘罩的设计原则及分类 …… 47
　　三、抽尘罩抽风量的计算 …… 48
　　四、提供吸尘密封罩的途径 …… 53
　第二节　产尘设备密闭的方法 …… 54
　　一、概述 …… 54
　　二、粉体加工设备的密闭 …… 54
　　三、粉体储运设备的密闭 …… 55
　　四、粉体给料设备的密闭 …… 56
　第三节　密闭设备除尘抽风量的计算与确定 …… 57
　　一、设备抽尘与空气流动状况 …… 57
　　二、诱导空气的产生与特性 …… 58
　　三、除尘抽风量的计算 …… 62

需要全本请访问 www.ertongbook.com

四、粉体设备的除尘抽风量 …… 70
第三章 除尘系统的设计 …… 82
第一节 除尘系统的设计和分类 …… 82
一、除尘系统的设计步骤 …… 82
二、除尘系统的选定 …… 84
三、除尘系统的气体管道设计 …… 87
第二节 除尘系统管网的设计和计算 …… 104
一、除尘系统管网的设计 …… 104
二、除尘系统管网的计算 …… 105
三、除尘系统管网的压力平衡 …… 115
第三节 除尘管道内粉尘浓度的测定 …… 116
一、管道内气体流速的测定 …… 116
二、粉尘浓度的测定方法 …… 120
三、采样系统和装置 …… 123
第四章 除尘系统排尘装置和风机选型 …… 128
第一节 除尘系统的排尘（灰）装置 …… 128
一、排尘装置的分类 …… 128
二、翻板式卸尘阀 …… 129
三、翻板式卸尘阀产品 …… 131
四、回转卸尘器 …… 146
五、回转卸尘器产品 …… 148
六、其他形式的干式排尘装置 …… 161
七、湿式排尘装置 …… 165
第二节 通（引）风机 …… 166
一、常用通（引）风机的分类 …… 166
二、通风机性能 …… 167
三、通风机的特性曲线及工作点 …… 169
四、通风机选型 …… 173
五、常用通风机的规格及性能 …… 176

第二篇 除 尘 设 备

第五章 除尘设备的性能及选择 …… 195
第一节 除尘设备的性能参数及评价 …… 195
一、除尘设备的性能参数 …… 195
二、除尘设备的评价 …… 206
第二节 除尘设备的选择 …… 207
第三节 除尘设备的分类及性能 …… 209
一、除尘设备的分类 …… 209
二、除尘设备的性能 …… 210
第六章 重力、旋风除尘设备 …… 217

第一节　重力和惯性除尘器…… 217
一、重力除尘器…… 217
二、惯性除尘器…… 221
第二节　旋风除尘器…… 224
一、概述…… 224
二、旋风除尘器的结构和工作原理…… 229
三、运行参数对除尘器工况的影响…… 239
第三节　旋风除尘器的选型…… 240
一、通用型旋风除尘器…… 240
二、工业锅炉专用旋风除尘器…… 263
三、其他型式的旋风除尘器…… 280
第七章　袋式除尘器…… 295
第一节　概况…… 295
一、袋式除尘器的特点…… 296
二、袋式除尘器的分类…… 296
三、袋式除尘器的工作原理…… 298
第二节　滤料…… 299
一、滤料除尘原理以及对除尘效率的作用…… 299
二、滤料的组成因素…… 300
三、滤料的特性…… 303
四、滤料的基础材料种类和性能…… 305
五、滤袋…… 313
第三节　简易袋式除尘器…… 314
一、简易袋式除尘器结构及工作原理…… 314
二、影响简易袋式除尘器性能的因素…… 316
三、简易袋式除尘器的设计…… 317
四、简易袋式除尘器外形尺寸的确定…… 319
第四节　机械振打式袋式除尘器…… 320
一、PL 型袋式除尘器 …… 322
二、HD 型袋式除尘器 …… 335
三、LZ 系列单机袋式除尘器 …… 337
四、SHD 型袋式除尘器 …… 354
五、CDS 型仓顶式袖袋除尘器 …… 357
六、JBC 系列扁布袋式除尘机组…… 359
七、JP 型系列袋式除尘机组 …… 364
第八章　气体反吹袋式除尘器…… 367
第一节　概述…… 367
一、气体反吹袋式除尘器…… 367
二、气体反吹袋式除尘器的结构和工作原理…… 368
三、气体反吹袋式除尘器的选型…… 373

第二节　脉冲反吹袋式除尘器…… 375
一、MC 型脉冲袋式除尘器 …… 375
二、脉冲仓顶除尘器…… 385
三、低压喷吹脉冲袋式除尘器…… 391
四、PMD 型系列袋式除尘器 …… 399
五、圆筒脉冲袋式除尘器…… 402
第三节　特殊型式的脉冲袋式除尘器…… 410
一、RP 型组合式脉冲布袋除尘器 …… 410
二、HR 型高效沉流式滤筒除尘器 …… 411
三、气箱式/气震式袋式除尘器 …… 413
四、HZ-Ⅱ型系列环隙脉冲袋除尘器 …… 433
五、LCM 系列长袋脉冲除尘器 …… 435
六、HD-H 型中心喷吹脉冲袋式除尘器…… 436
第四节　反吹风袋式除尘器…… 440
一、LFEF 系列旁插扁袋除尘器 …… 440
二、KZF（KZDF）模块组合式反吹扁袋除尘器 …… 442
三、DDF 型袋式反吹除尘器 …… 446
四、NMB-Ⅲ型逆气流反吹袋式除尘器 …… 451
五、ZH 型组合式脉冲扁袋除尘器 …… 455
六、菱形袋式除尘器…… 458
七、HXS 型玻纤袋除尘器 …… 469
八、XDC 型袋除尘器 …… 473
第五节　回转反吹扁袋除尘器…… 478
一、LBF 型步进式回转反吹扁袋除尘器 …… 478
二、CXBC 型回转扁袋除尘器…… 487
三、ZC-Ⅲ型回转反吹风扁袋除尘器 …… 494
四、BHF-1 步进回转揭盖式节能型滤袋除尘器 …… 500
五、LFVB 系列机械回转微振反吹扁袋除尘器…… 508
第六节　专用反吹袋式除尘器…… 512
一、DFC、GFC、TFC 系列反吹风布袋除尘器 …… 512
二、GB-Ⅰ型高炉布袋除尘器 …… 514
三、SD 型系列袋式除尘器 …… 518
四、CWFD 型侧向文丘里袋式除尘器 …… 523
五、MDC 系列煤磨防爆防静电袋除尘器 …… 526
第九章　电除尘器…… 533
第一节　电除尘器的分类与选择…… 533
一、概述…… 533
二、电除尘器的分类…… 535
三、电除尘器的选择…… 538
第二节　电除尘器的工作原理…… 544

一、气体的电离及放电过程…… 544
二、电除尘器的电场强度分布…… 546
三、尘粒的荷电及其运动…… 546
第三节　电除尘器的结构…… 549
一、放电电极（电晕电极）与除尘电极…… 549
二、气流分布装置及振打清灰装置…… 553
三、电除尘器的外壳、灰斗及供电装置…… 557
第四节　常用电除尘器及其高压供电装置的介绍…… 559
一、旋伞式高效电除尘器…… 559
二、集合式电除尘器…… 561
三、CDPK 系列宽间距电除尘器…… 573
四、管式高压静电除尘器…… 589
五、SDC 系列湿式电除尘器 …… 598
六、WDJ 型卧式电除尘器 …… 600
七、高压供电装置…… 613
第十章　外资厂商产品及湿式除尘器…… 628
第一节　美国唐纳森 Torit® DCE® 的产品 …… 628
一、概况…… 628
二、滤材…… 630
三、Torit® DCE® 滤筒式除尘器 …… 635
四、Torit® DCE® 滤袋式除尘器 …… 649
第二节　BHA（毕威集团）公司产品 …… 659
一、BHA 的袋式除尘器及其部件 …… 659
二、BHA 的袋式除尘器控制系统 …… 672
三、弹簧张紧装置…… 674
四、BHA 的静电除尘器相关产品 …… 677
五、喷雾增湿气体调质系统（EGC） …… 686
六、声波清灰系统…… 687
七、粉尘排放监测系统…… 688
第三节　戈尔公司产品…… 691
一、GORE-TEX® 薄膜式过滤材料的基本结构…… 691
二、GORE-TEX® 薄膜的特性…… 692
三、GORE-TEX® 薄膜式过滤袋、过滤筒简介…… 694
第四节　湿法除尘设备…… 699
一、概述…… 699
二、湿式除尘机组…… 711
参考文献…… 726

第一篇　除尘装置系统设计

第一章　工业除尘与粉尘的特性

第一节　概　　述

一、工业除尘的目的与保护环境

（一）工业除尘的目的与意义

1. 工业除尘的目的

（1）工业除尘　在工业生产中把气体与粉尘微粒的多相混合物的分离操作称为工业除尘，该除尘操作过程是将粉尘微粒从气体中分离下来。在工业生产中，由于固体物料在加工、运输、储存及包装等生产工序中，其生产设备在操作过程中产生粉尘的同时将粉尘扩散飞扬，这些粉尘将影响环境安全、设备的使用寿命及操作人员的身体健康。在大、中及小型工厂中，凡与粉尘有关的工序必须有防尘设计。生产过程和规模不断改变，在防尘设计中系统与设备如何与生产规模相适应，也是一个问题。由此可见，搞好工厂防尘，在技术上必须有一套与生产工艺特点相适应的措施。

（2）工业除尘的内容及目的　矿石（包括石灰石）与煤（包括焦炭）是化学工业、冶金工业、建材工业的基本原料和燃料。为了生产优质的化工产品、水泥、钢材、有色金属及其他稀有金属，必须对原、燃料进行加工处理，以满足生产的需要。

而在原、燃料系统各工序（运输、干燥、破碎、筛分和包装等）生产操作时会产生大量的粉尘，这些工艺粉尘如不及时给予捕集回收，不仅污染了环境，严重影响岗位操作人员的身体健康，也浪费了宝贵的能源和资源。

尤其在化肥工业的成品后处理系统，设置一个好的除尘系统是至关重要的。由于化肥（碳铵、硫铵、尿素和磷铵等）极易吸湿潮解，化肥潮解后具有较强的腐蚀力，对建、构筑物和周边环境都构成危险，因而化肥的成品后处理系统，必须将飞扬的化肥粉尘予以捕集回收，才能保证操作岗位及环境的安全。

2. 工业除尘的意义

由于水泥厂的生产过程都是固体物料加工及储运，是典型的接触粉尘作业，在水泥生产流程的每一工序都会有粉尘产生及扩散。因此在水泥工厂中工业除尘具有典型的意义，下面以水泥工厂为例作全面论述。

（1）保护工人身体健康　水泥厂的水泥生产是典型的接触粉尘作业，从原料破碎、烘干、生料粉磨、烧成、熟料粉磨、包装到连接各工序的物料输送等整个生产过程，处处都能产生粉尘。有些过程产生含有游离二氧化硅（矽）的微细粉尘，如不有效地加以控制任其弥散在车间工作地点空气中，则会对工人健康产生危害。

矽肺病是由于长期接触含矽粉尘而引起的一种严重的职业病。水泥厂只要重视防尘工作，采取相应的通风防尘措施，使生产环境中的粉尘浓度达到国家规定的卫生标准，经验证

明，矽肺病的发生是完全可以防止的。中国《工业企业设计卫生标准》中规定车间工作地点空气中含有10%以上游离二氧化硅（矽）的粉尘，其最高容许浓度为2mg/m³，含有10%以下游离二氧化硅（矽）的水泥粉尘，最高容许浓度为6mg/m³，含有10%以下游离二氧化硅（矽）的粉尘，最高容许浓度为10mg/m³。

在其他工矿企业中凡与粉尘接触的生产工序及岗位都必须重视粉尘飞扬，保护操作工人的身体健康。

（2）减少大气污染　水泥厂如果不采取有效的控制粉尘措施，不仅车间内粉尘弥漫，劳动条件恶化，还会因破碎机、烘干机、磨机、立窑（或回转窑）、储料仓、包装机等生产设备排出大量粉尘而严重污染周围大气，当粉尘排放量达到一定水平时，会对污染源下风向居民的生活造成很大不便，对居民健康也有不利影响。其次，排放的大量粉尘落到农作物上后，会影响植物的正常呼吸，对其产生损害，造成农业减产。此外，粉尘覆盖在某些林木、植物花叶表面，使其失去观赏价值。再者，粉尘弥漫在大气中，会使可见度降低。针对水泥厂各主要污染源的特点，采取有效的控制措施，能够在很大程度上减少粉尘对大气的污染。

中国《工业企业设计卫生标准》中规定，居住区大气中飘尘容许浓度一次最大值为0.5mg/m³，日平均值为0.15mg/m³。中国《工业“三废”排放标准》中规定，自水泥厂排气筒出口处粉尘排放浓度不得超过150mg/m³。

（3）回收有用物料　水泥厂从原料开采、破碎、烘干、粉磨、煅烧到成品包装，每1t水泥大约需要处理2.2～3t左右的物料。在加工这些物料过程中，都容易产生大量粉尘，在一般情况下，飞灰损失约占工厂全部物料量的5%～10%，一个年产量$\times1\times10^5$t的水泥厂每年飞灰损失约为5000～10000t。例如，有一个年产5×10^4t水泥厂，仅一台ϕ2.2m×18m烘干机，飞灰量每年达1700t。由此可见，如不采取有力措施加以控制，大量排放物除了造成上述种种危害外，也是一项经济损失。这样一来，一方面增加原材料消耗量，另外还损失了成品，势必提高产品成本。因此，搞好防尘，减少飞灰，回收物料，不仅是一个有关劳动卫生和环境卫生问题，而且也是一个直接影响生产的经济问题。

（二）工业除尘与保护环境

1. 工厂区域的粉尘来源

① 运输车辆（翻斗车、自倾式载重汽车、底开式卸矿车和翻车机等）装卸原料时扬起的粉尘。

② 干的粉状成品及原料从储仓或仓库转运时扬起的粉尘。

③ 厂房内从设备散逸出的经门窗等不严密处向外散出的粉尘，从厂房（车间）除尘系统排出的尾气中含有少量粉尘。当没有除尘系统或除尘设备的净化效率很低时，由厂房（车间）中排出的空气中含尘量会很高。

④ 沉落在厂区地面上或厂房屋顶上的粉尘被风重新刮起来。

2. 工厂区域内飞扬的粉尘对环境与工作人员的影响

① 飘浮在厂区周围大气中的粉尘，对工厂工作人员的健康及厂房建筑结构同样造成一定程度的危害。

② 厂区内粉尘会进入办公室、化验室和检修间等辅助车间，因而粉尘的危害还波及不接触粉尘作业的职工。

③ 恶化厂区环境，破坏绿化。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

3. 保护厂区环境的措施

① 在工厂总平面设计时，应将原料加工车间、成品包装车间与主要车间分开布置，尽量避免交叉污染（工艺流程允许的情况下），各建筑物群应尽可能避免构成封闭式的，以免妨碍车间的自然通风和厂区大气的自然稀释。

② 改善原料及成品（干的粉状物料）的装卸方式，尽可能采用密闭装卸，在适当位置加设吸尘口。尽量不采用露天堆场，如必须设置露天堆场时，应设置在工厂的主导风向的下风侧，严格禁止由高架通廊直接撒落干矿石。如果生产工艺允许，应将原料（矿石和原煤）预先加湿后进入厂区（堆场）。

③ 加强原料、成品加工车间及成品包装车间的除尘装置的设计，选用高效除尘器，尽量降低厂房（车间）排出空气中粉尘含量（低于国家排放标准）。

④ 应经常用水洒湿厂区的场地，对具有露天堆场的工厂尤为重要，及时清扫散落的粉尘，避免沉落于地面的粉尘重新被风刮起或因汽车行驶而飞扬。

⑤ 在厂区总体布置时，必须留出一定比例的绿化面积。绿化不仅美化厂区的面貌，改善区域气候，而且还能在一定程度上起到净化大气的作用，可除去大气中的粉尘及其他一些有害物质，在化工企业设计时尤为重要。

4. 综合防治措施

① 用水降尘，采取湿法生产，某些生产工序可从根本上消除粉尘的产生，如磷肥工业中磷矿石的粉磨由干法磨粉改为湿法磨粉。另外，在车间内适当喷雾洒水也可降低粉尘的飞扬。

② 密闭尘源，对粉尘的扩散点采取密闭措施，在不妨碍生产操作的前提下，尽量把产尘设备围罩起来，防止粉尘逸入车间空气内，使操作工人和粉尘脱离接触。

③ 增设抽风除尘系统，在产尘设备围罩密闭的同时，配合使用局部抽风，在密闭罩内形成一定的负压，控制粉尘不外冒飞扬。

④ 加强管理，建立必要的规章制度，加强设备、管道的维护管理，保证生产和除尘设备正常运行。

二、工业除尘系统的组成及分类

（一）除尘系统的组成

除尘系统由鼓（通）风机、净化设备（包括粉尘处理装置）、抽风罩、风管及其他附件等设备（装置）组成。这些装置和设备构成一个相互不可分离的整体，必须合理配套。因此，从管网的配置、设备的选用、除尘系统的布置以及所有附件的选择，都应仔细进行设计和计算。

（二）除尘系统的分类

按照结构和布置形式，机械（抽风）除尘系统可以分为独立式（单机）除尘机组、分散式机械（抽风）除尘系统和集中式机械（抽风）除尘系统三种。

1. 独立式除尘机组（单机除尘器）

将鼓风机、电动机、除尘器和部分连接管道全部装设在一个单独的机组内的除尘装置称为独立式除尘机组（单机除尘器）。该除尘装置具有结构紧凑、外形尺寸小和除尘效率高的特点。可用于包装机、往复式给料机、破碎机及筛分装置的除尘，其管道短应布置在散尘设备边上，净化后的气体可直接排放在室内。

2. 分散式机械（抽风）除尘系统

一个车间内，只连接1～2个抽风点（散尘设备的密闭罩）的除尘系统称为分散式机械（抽风）除尘系统。在粉体加工（破碎、筛分、包装和储运）车间内，当局部抽风罩（散尘点）相距较远或各散尘设备非同时工作以及各散尘设备处理的物料品种不相同时，设置分散式除尘系统是合理的，这种系统运行调节比较简单，能迁就生产条件，除尘效果较可靠，可由生产操作工人直接负责运行。但除尘设备所捕集的粉尘处理及回收不如集中式除尘系统方便和容易。

3. 集中式机械（抽风）除尘系统

当一个厂房或车间（工段）内所有的或很多个（3个以上）抽风点（散尘设备的密闭罩）连接成一个除尘系统时，这种系统称为集中式机械（抽风）除尘系统。其风管（除尘抽风管）可分为枝状式和集合管式两种。

（1）枝状式机械（抽风）除尘系统　当与除尘装置（鼓风机）相连接的干管直接连接着许多支管的枝状式管网系统称为枝状式机械（抽风）除尘系统，这种系统，无论在设计上还是启动和运行调节方面，都比分散式机械（抽风）除尘系统复杂。为调整方便和运行可靠，系统总风量不宜超过25000m^3/h，抽风点最好不多于6个，干线管道的延伸长度不宜超过40m。当厂房或车间（工段）内散尘设备较多，而且布置分散、间隔较远、散尘设备工作制度或粉尘性质不同时，在一个厂房内可设置多个这类除尘系统。

（2）集合管式机械（抽风）除尘系统　将所有抽风支管，全部或大部分连接于集合管上，然后同除尘净化设置（鼓风机）相连。在集合管内保持比较低的空气速度，可将部分粗颗粒粉尘在管内分离出来，可减轻净化设备的负荷和磨损。集合管式机械（抽风）除尘系统中每个局部抽风罩的抽风量变化范围较宽，具有一定的调节风压和风量的能力，因此可以直接关闭任何抽风支管，而对其余的局部抽风罩及整个系统的工作没有太大的影响。该系统可分为卧式、立式和筒式三种集合管。

① 在工业上应用较多的是卧式集合管。这种集合管的底部沿其全长设有粉尘输送装置，用来排出沉降在管内的粉尘，通常采用螺旋输送机。系统的所有抽风支管均可以任何角度在集合管上部或侧面与之相连接。当散尘设备配置在同一层或相邻两层且较集中的厂房时，宜采用卧式集合管（卧式集合管示意见图3-2）。

② 立式集合管垂直安装在厂房内，并穿过好几层楼，立式集合管的底部，有卸灰装置，定期地排出沉落下来的粉尘。当散尘设备布置在厂房内几个层楼（三个层楼以上），且彼此间的水平距离较小时，适宜采用立式集合管（立式集合管示意见图3-3）。

③ 筒式集合管是一种由枝状式机械（抽风）除尘系统到集合管式机械（抽风）除尘系统的过渡形式。该系统集合管所连接的抽风支管不多，各支管又带着几个局部抽风罩。当散尘设备布置在好几层厂房内，而且彼此相距较远，不便采用立式集合管系统，或按设备的操作条件必须将所有抽风罩编成几组运行时，应选用筒式集合管系统（筒式集合管示意见图3-4）。

三、粉体工程专业的任务及工艺除尘

（一）粉体工程专业的任务

1. 粉体工程专业的工作

粉体工程专业主要是完成固体物料加工、储存及运输等工作（包括设计及生产），但在固体物料加工、储存及运输的每一个工艺生产工序中都会产生粉尘，尤其在化学工业中，其粉尘更具有吸湿、潮解、腐蚀、爆炸、静电等特殊性能，必需采用综合性除尘工艺才能满足工艺要求，以达到在生产工艺过程中尽量消除有害粉尘、回收原料及成品粉尘的目的，而且

在实现除尘系统的管道布置与生产设备布置相配合，并使之融为一体方面，及设备选型方面都具有其特殊性，因此工艺除尘需要粉体工程专业设计人员担任此任务。

粉体工程专业在破碎、粉磨、筛分、分级、配料、混合、均化、造粒、干燥、冷却、储存、运输与包装等生产工序（过程）设计中需达到完成以下工作的目的。

（1）净化分散介质　如在催化反应的原料气中如有固体微粒，会严重影响催化剂的效能，必须在原料气进入反应器之前把它除掉。

（2）回收分散物质　如从流化床反应器送出的气体中一般夹带着许多催化剂微粒，为降低成本，也为保护环境，这些催化剂必须加以回收。又如，从干燥等工艺过程的气流中回收固体产品等。

（3）净化排放气　在生产中排放废气之前，要尽量分离出其中的固体微粒，以便开展综合利用和保护环境。

（4）消除爆炸危险　某些含碳物质及金属细粉与空气混合能形成爆炸混合物，因此在混合之前应把能爆炸的物质除掉。

2. 粉体工程专业工艺除尘任务

在工业生产中固体物料加工及储运是工艺生产流程中的一个重要环节。在固体物料加工车间内，破碎、粉磨、筛分、分级、配料、混合、均化、造粒、干燥、冷却、储存、运输与包装等生产过程都是粉尘飞扬的发源点，而这一生产过程中会发生粉尘飞扬，致使操作环境异常恶劣，严重影响岗位操作人员的身体健康。有些粉尘会腐蚀建筑物的梁、柱而破坏建筑物的结构，而减少建筑物的使用寿命；有些粉尘在空气中达到一定浓度时会发生爆炸。因此，在工程设计中需要在每一个产生粉尘的工序和设备处设置抽尘点，以保证生产安全，减少资源的浪费。

粉体工程专业设计人员必须在固体物料加工及储运的工艺生产流程设计中，设置必需的工艺除尘装置，该装置应该是粉体工程设计中必不可少的一部分，其布置及设备选型都能满足并符合工艺生产的要求。

3. 粉体工程专业工艺除尘的设计任务

① 制订总体除尘系统的设计方案。

② 选择除尘设备。

③ 进行除尘管道及除尘设备布置。

④ 与工艺主体设计（工艺流程、工艺设备布置及工艺配管设计）有机协调地结合在一起。

（二）工艺除尘的作用

① 除尘设备在化工生产中应用极为广泛，而在某些基本化学工业如硫酸、合成氨、钛白粉、磁性氧化铁、尿素后处理和磷肥（磷铵、普钙、重钙）等，除尘器历来被作为关键设备。随着化学工业的迅速发展，特别是装置日益大型化，在能量回收、减少资源损耗、气体净化、保护操作环境、催化剂回收及防治大气污染等工程中，高效除尘器则成为关键设备之一。

② 从环境保护的角度来看，粉尘是人体健康的大敌。尤其是粒径在 $0.5\sim5\mu m$ 之间的飘尘（即长期甚至几年飘浮在大气中的粉尘），对人的危害最大。大于 $5\mu m$ 的尘粒，由于惯性作用可被鼻毛与呼吸道黏液排除。小于 $0.5\mu m$ 的尘粒，也可因气体扩散作用被黏附在上呼吸道表面而随痰排出。惟独 $0.5\sim5\mu m$ 的飘尘则可通过呼吸道直接到达肺部而沉积，危害人体。据分析，有些飘尘微粒表面还附有致癌性很强的芳香族碳氢化合物，尤其是煤的粉尘是大气中各种毒物的元凶，所以世界各国都十分重视大气中粉尘的防治。

③ 粉尘对环境和人体的危害还取决于粉尘的进入量。所以一般以空气中所含粉尘的浓度作为衡量的标准，为此中国已制定了《工业企业设计卫生标准》，规定了作业场所空气中的粉尘最高容许浓度和居民区大气中的粉尘最高容许浓度；制定了《工业“三废”排放试行标准》，规定了烟囱和除尘装置排放的气体粉尘最高容许浓度；制定了《大气污染综合排放标准》，规定了现有污染源和新污染源大气污染物排放限值。如超过标准，必须采取除尘净化措施，使粉尘浓度低于标准规定。

（三）除尘设计中的有关规定和数据

① 部分工艺设备内抽出含尘空气的参考数据见表 1-1。

表 1-1　部分工艺设备内抽出含尘空气的参考数据

工艺设备名称		粉尘类别	含尘浓度/mg·m^{-3}	粉尘粒径/μm					
				0～5	5～10	10～20	20～40	40～60	＞60
磨料分级筛		碳化硅	850～1500	1.86	2.40	14.66	53.84	26.10	1.10
工具磨床		磨料、铁屑	100～300	13.04	12.06	22.80	22.92	21.74	7.44
球磨机煤粉锅炉		灰分	200000～26000	—	25.60	24.50	23.00	11.90	15.00
圆磨机煤粉锅炉		灰分	27000～50000	—	10.70	11.20	21.81	15.20	41.16
水泥磨		水泥	40000～45000	7.60	9.02	23.10	22.60	15.14	22.54
螺旋输送机		陶土	650～850	22.10	18.02	30.90	23.37	4.09	1.50
电炉		锰铁合金	900～1200	2.32	1.00	20.00	47.70	10.35	18.63
电炉		硅铁合金	＜150	0.50	10.00	41.38	48.05	0.64	0.03
电炉		电石(石灰、煤)	9500～11500	55.30	17.80	14.60	7.30	5.00	—
球磨机		煤	9500～11500	72.30	72.30	19.20	19.20	4.30	4.20
喷砂室	10m^3	砂	4000～6000	6.00	12.00	6.80	32.80	8.40	34.00
	2m^3	砂	6000～10000	5.80	8.50	7.90	15.90	15.80	46.10
石棉梳棉机		石棉、尘土	72～225	0～6	6～10	10～24	＞24		
				4.60	37.4	52.70	5.30		

② 作业地点空气中粉尘的最高容许浓度见表 1-2。

表 1-2　作业地点空气中粉尘的最高容许浓度

粉尘名称	最高容许浓度/mg·m^{-3}	粉尘名称	最高容许浓度/mg·m^{-3}
含有 80%以上游离二氧化硅的粉尘	1	含有 10%以下游离二氧化硅的滑石粉尘	4
含有 10%以上游离二氧化硅的粉尘（石英、石英岩等）	2	含有 10%以下游离二氧化硅的水泥粉尘	6
石棉粉尘及含有 10%以上石棉粉尘	2	含有 10%以下游离二氧化硅的煤尘	10
玻璃棉和矿渣粉尘	4	五氧化二钒粉尘	0.5
铝、氧化铝、铝合金粉尘	5	铅烟	0.03
烟草及茶叶粉尘	3	铅尘	0.05
五氧化二钒烟	0.1	其他各种粉尘①	10

① 游离二氧化硅的含量在 10%以下，不含有毒物质的矿物性和动植物性粉尘。

注：1. 表中最高允许浓度是工人工作地点空气中有害物质所不应超过的数值。作业地点系指有工人为观察和管理生产过程而经常或定时停留的地点，如生产操作在车间内许多不同地点进行，则整个车间均算作业地点。

2. 工人在车间内停留的时间短暂，经采取措施仍不能达到上表规定的浓度时，可与当地卫生主管部门协商解决。

③ **烟尘及生产性粉尘排放标准见表** 1-3、**表** 1-4。

表 1-3　烟尘及生产性粉尘排放标准

有害物名称	排放有害物企业、地区		排放标准		
			排气筒高度/m	排放量/kg·h^{-1}	排放浓度/mg·m^{-3}
烟尘	电站(煤粉)		30	82	—
			45	170	—
			60	310	—
			80	650	—
			100	1200	—
			120	1700	—
			150	2400	—
烟尘及生产性粉尘	炼钢电炉		—	—	200
	炼钢转炉	<12t	—	—	200
		>12t	—	—	150
	水泥		—	—	150
生产用、采暖用、生活用锅炉烟尘	一类地区：自然保护区、风景游览区、疗养区、名胜古迹区、重要建筑物周围		—	—	200
	二类地区：市区、郊区、工业区、县以上城镇		—	—	400
	三类地区：其他地区		—	—	600

表 1-4　烟囱和除尘装置排放气体中粉尘最高容许浓度

排放有害物的工矿企业	最高容许排放浓度 /mg·m^{-3}	备　注
二氧化硫(硫、二氧化硫、硫酸和其他含硫化合物生产)	1200	现有污染源
二氧化硫(硫、二氧化硫、硫酸和其他含硫化合物使用)	700	现有污染源
氮氧化物(硝酸、氮肥和火炸药生产)	1700	现有污染源
氮氧化物(硝酸使用和其他)	420	现有污染源
颗粒物(炭黑尘、染料尘)	22	现有污染源
颗粒物(玻璃棉尘、石英粉尘、矿渣棉尘和含游离二氧化硅 10%以上的各种尘)	80	现有污染源
颗粒物(其他)	150	现有污染源
氯化氢	150	现有污染源
硫酸雾(火炸药厂)	1000	现有污染源
硫酸雾(其他)	70	现有污染源
氟化物(普钙工业)	100	现有污染源
氟化物(其他)	11	现有污染源
氯气(排气筒不得低于 25m)	85	现有污染源

续表

排放有害物的工矿企业	最高容许排放浓度 /mg·m^{-3}	备　注
铅及其化合物	0.90	现有污染源
汞及其化合物	0.015	现有污染源
铬及其化合物	1.0	现有污染源
镍及其化合物	5.0	现有污染源
苯	17	现有污染源
甲苯	60	现有污染源
二甲苯	90	现有污染源
酚类	115	现有污染源
甲醛	30	现有污染源
乙醛	150	现有污染源
丙烯腈	26	现有污染源
丙烯醛	20	现有污染源
氰化氢(排气筒不得低于 25m)	2.3	现有污染源
甲醇	220	现有污染源
苯胺类	25	现有污染源
氯苯类	85	现有污染源
硝基苯类	20	现有污染源
氯乙烯	65	现有污染源
光气(排气筒不得低于 25m)	5.0	现有污染源
沥青烟(吹制沥青)	280	现有污染源
沥青烟(熔炼、浸涂)	80	现有污染源
沥青烟(建筑搅拌)	150	现有污染源
石棉尘	20	现有污染源
二氧化硫(硫、二氧化硫、硫酸和其他含硫化合物生产)	960	新污染源
二氧化硫(硫、二氧化硫、硫酸和其他含硫化合物使用)	550	新污染源
氮氧化物(硝酸、氮肥和火炸药生产)	1400	新污染源
氮氧化物(硝酸使用和其他)	240	新污染源
颗粒物(炭黑尘、染料尘)	18	新污染源
颗粒物(玻璃棉尘、石英粉尘、矿渣棉尘和含游离二氧化硅 10%以上的各种尘)	60	新污染源
颗粒物(其他)	120	新污染源
氯化氢	100	新污染源
硫酸雾(火炸药厂)	430	新污染源
硫酸雾(其他)	45	新污染源
氟化物(普钙工业)	90	新污染源
氟化物(其他)	9.0	新污染源

需要全本请访问 www.ertongbook.com