

沥青混合料搅拌设备袋式除尘器的原理及使用保养

王宏伟等

(河北省衡水市交通局职工学校)

摘 要：沥青混合料搅拌设备会产生大量粉尘和燃烧废气，必须加装除尘系统。袋式除尘器以其除尘效率高、适应性强、处理的风量范围大、便于粉尘回收等优点，常作为旋风除尘器后的二级除尘装置。本文介绍了沥青混合料搅拌设备袋式除尘器的除尘机理、结构以及滤料的选择，并对其使用保养和故障诊断进行了阐述。

关键字：袋式除尘器；滤料

沥青混合料搅拌设备在生产过程中，会产生大量粉尘和燃烧废气，造成对环境的污染，所以必须加装除尘系统。由于袋式除尘器具有除尘效率高、适应性强、处理的风量范围大、便于粉尘回收等优点，故常作为旋风除尘器后的二级除尘装置。

1 袋式除尘器的除尘机理

袋式除尘器运用的是过滤机理，即利用织物制作的袋状过滤元件，从含尘气流中捕集粉尘。其过滤过程比较复杂，一般来讲，粉尘粒子被捕集沉降，即分离过滤，并非只

有一种沉降机理在起作用，而是重力、筛滤、惯性、碰撞、吸附效应、扩散、静电吸引等多种力的综合效应。当含尘气流经过滤袋时，比滤袋滤料空隙小的微粒，由于重力作用被滤袋挡住，与滤袋发生碰撞或被滤袋纤维吸附而停留在滤袋表面和空隙中，形成粉尘层，而这层粉尘也参与过滤作用。随着粉尘的聚集，除尘效率不断增加，同时阻力也增加，滤袋内外两侧的压力差增大，把附在滤袋上的一部分微细粉尘挤过去，使除尘效率下降，此时则需要及时清灰。

2 袋式除尘器的结构

袋式除尘器一般由箱体、导流极、滤袋、安装架、清灰系统、排灰系统、压差计控制系统组成。滤袋用滤料缝制成袋状，垂直地悬挂在箱体内。沥青搅拌设备用的除尘器多达几百条，滤袋间有 50~70mm 间隙，内部骨架用来支承滤袋。滤袋的固定方式依靠弹性元件使滤袋口外侧凹槽嵌入袋孔内，两者配合密封性好，而且便于拆装，消除了接口的漏气。

清灰系统因清灰原理不同，结构有较大差异。实际上，清灰方式是区别袋式除尘器的主要特征。除尘效率、滤袋寿命、过滤风速的设计都与清灰方式有关。清灰方式主要有机械振动式、反吹式和脉冲喷吹式三种。机械振动式在沥青搅拌设备中很少使用；反吹式清灰是利用反向气流的冲击，使滤袋发生膨胀变形来清灰；脉冲式清灰是以压缩气流高速射入滤袋，使滤袋急剧膨胀，依靠冲击和反向气流来清灰。排灰系统由灰斗收集过滤下来的粉尘，定时或连续排出。一般由螺旋输送机及刚性叶轮卸料器组成，对于沥青混合料搅拌设备可把回收的粉尘储存再利用。

3 滤袋用料的选择

袋式除尘器对滤料的要求：结构合理，捕尘率高；剥离性好，易清灰；透气性好，阻力低，具有足够强度；尺寸稳定好；加工缝制质量高；价格适宜，使用寿命长。

选择滤料时主要考虑的因素：含尘气体的理化特征，包括温度、湿度、腐蚀性、爆炸性等；含尘气体中粉尘的浓度、形状、粉经分布、磨琢性；除尘器的清灰方式；设计的过滤风速；对排放的要求。

H C R L 0 4 2 - 1 9 9 9 按加工方法将滤料分为三类：织物滤料、非织物滤料和复合滤料。根据沥青混合料搅拌设备产生的粉尘特点，当粉尘含水量较多时且对耐酸碱要求不高时，可选用 P84（聚酰亚胺）针刺毡或亚克力纤维针刺毡，对耐酸碱要求高时可选用 PPS（聚苯硫醚）针刺毡；当含水较少，且温度 < 130℃ 时，选用涤纶针刺毡，高温时选用聚四氟乙烯覆膜的玻璃纤维针刺毡或经浸液处理的玻纤针刺毡；对采用反吹式清灰的滤料应选用薄型，脉冲式的选用厚型。

4 袋式除尘器的使用与维护

袋式除尘器的使用严格按操作规程运行沥青混合料搅拌设备。袋式除尘器运行初期，要注意预热滤袋，防止结露；停机前要把含潮气体排出箱体，换上干燥空气，即沥青混合料搅拌设备停止运转后，袋式除尘器应继续运行一段时间。

严格控制矿料的含水量，不得大于 3%。

检查风机的运转速度、轴承的振动和温度，控制风量变化。

检查除尘器系统是否漏风，特别是排灰口。

作好运行记录包括检测器检测的压差、进出口气体温度、电机电压电流等参数，以此来监视判断除尘器的运行状态。

及时校正温度计、压差计、料位计的质量。

根据实际情况确定合理的清灰周期和清灰时间。

检查滤袋的安装情况，是否有掉袋、松口、磨损等，以及滤袋吊具工作长度。

5 除尘器的故障诊断与排除

烟气排放超标。说明滤袋没能很好的起到过滤作用，原因可能是滤袋表面初始层不够。造成这种现象的原因可能是滤袋的过滤风速过高，滤袋的清灰周期过短，喷吹空气过高，粉尘的负载性降低等。

滤袋破损。除尘器的进气分布不均，可在进风口导管处安装进气分布导板；滤袋间距过小，骨架弯曲，应调整、安装牢固滤袋，更换弯曲的骨架；滤袋与骨架的较佳配合为，滤袋比骨架的周长大 10~20mm，长

度应该一致；应注意除尘器的进气温度不要过高。

阻力过高。除尘器的阻力在除尘器的设计时已经确定，如果阻力增高，可能的原因是清灰装置调整不良，检查清灰供气管是否通畅；粉尘过细，粉尘有粘性，滤袋受潮；滤料选用不当；滤袋清灰不良，包括清灰过于频繁、时间过长，使滤袋纤维组织松散，从而增加废气中微细粉尘堵塞滤袋；滤袋安装时上下扭曲。

除尘设备的应用与技术特点综述

龚少明

(长江大学工程技术学院机械设计制造及其自动化)

摘要:随着科技的进步及环保工作者的不懈努力，综合性能更切优越的除尘设备将相继涌现，必将为现代冶金行业文明生产和环保事业做出新的贡献。

关键词:冶金行业；除尘设备；工作原理

随着人们生活水平的日益提高，对企业的环境治理越来越关注。一般冶金企业的环保投资，要占固定资产投资的 12%~16%(发达国家达到 20%以上)，目前绝大多数冶金企业还未达到这个水平。

1. 冶金烟尘治理之难点

冶金企业的主要排放尘源是：破碎机、烘干机、磨机、高炉、转炉等。另外，输送设备、库顶、库底，进、出料口等是产生扬尘的尘源。其中，治理难度最大的当数冶金废气，在其烟气“湿、蚀、变”的特殊工况。绝大多数冶金企业，由于资金紧张及观念上的原因等，投资少，给废气的治理带来难度。

2. 生产过程收尘技术及设备工作原理

2.1 高炉煤气干法脉冲袋式除尘器

由荒煤气主管来的荒煤气(260 度)经支管进入袋式除尘器的下部箱体，进行机械分离之后，煤气向上经布袋过滤，微细粉尘附着在滤袋外表面，净煤气通过滤袋汇集到上箱体，经净煤气支管，主管时入热风炉等使用。当过滤到一定时间后，随着滤袋表面的粉尘增加，除尘器阻力上升，当阻力上升到一定数值时，电气控制系统发出清灰信号，出口支管气管从袋口喷入，滤袋急速膨胀，滤袋外表面的粉尘被拦落下来，落入下部锥形灰斗，最后一个脉冲阀喷吹结束，除尘器继续保持静止状态，使筒体内较细的粉尘有一个静止沉降的过程，此过程结束，出口支管气动蝶阀和上球阀开启，除尘器进入正常过

滤状态,同时下部球阀开启经叶轮给料机,完成了一个箱体的清灰过程,上述过程中各个阀门的开启与关闭,单箱体相对粉尘浓度的测试,都由 PLC 系统控制,这样周而复始的工作,荒煤气得到净化。

2.2 大型反吹风袋式除尘器

反吹风袋式除尘器是高效、内滤式、大风量的过滤式除尘设备,广泛应用于冶金、矿山、化工、机械、建材、水泥、耐火材料、电力、粮食加工、医药、铸造及工业锅炉等行业的含尘气体净化。

采用模块结构以方便制造、运输和安装。除尘器主要分为箱体、灰斗、管道与阀门、反吹清灰装置、排灰装置及平台走梯等部分。除尘器过滤除尘的核心部件滤袋安装于箱体内,采用圆筒式滤袋,内过滤,负压运行,除尘器进风口在下,出风口在上。除尘系统风机装在除尘器出风口后。

特点:内滤式、大容量袋式过滤除尘设备;除尘效率高,适用范围广;单元组合式设计,结构合理;分室停风逆气流三状态清灰,清灰效果好;不停机运行即可逐室进行检修换袋;高气密性的反吹切换阀门、差压式自动控制反吹清灰;好的滤料适应性,可选用多种仕料;计算机辅助设计,可灵活设计满足特殊需要。

2.3 抗结露布袋除尘器

(1) 工作原理

系上进气、内滤式,过滤后的气体经净气室由抽风机排出,清灰时,由主风机出口引入反吹气流,圆形电磁铁控制阀门,实现反吹缩袋清灰。

(2) 技术特点

仅用一台风机同时承担抽尘和反吹清灰功能,结构简单,易于维护,操作简便;圆形电磁铁控制阀门,启动及维持电流小,节

省电能,不用气源;采用内保温措施, Á 250mm 抗结露滤袋,避免了滤袋的结露、堵塞事故的发生;时间继电器控制,价格便宜。

2.4 立式、旋伞、宽极距静电除尘器

(1) 基本结构及工作原理

该产品由 6 部分组成:电场本体、锁风和灰装置、排放系统、振打清灰系统、高压硅整流变压器、电气控制系统。其工作原理为含尘气体在引风机负压左右下,由进风管进入除尘器均风箱,然后通过旋流装置,形成沿电场方向运行的旋转气流,大颗粒粉尘在碰撞和离心力的作用下与气体分离落入积灰斗中,细微粉尘随旋流气体进入电场。荷电后的粉尘在电场力的作用下,向极性相反的电极运动,被电极运动吸附后,释放所带电荷;成为中性粒子。振打系统用强力将收尘极板上的粉尘振下,落入积灰斗中。落入积灰斗中的粉尘累积到一定数量后,将被锁风卸灰装置排出积灰斗,净化后的气体被风机通过管路排入大气中,完成整个收尘过程。

(2) 技术特点

三种除尘方式融为一体。机械除尘:含尘气体通过旋流装置进入电场,粗大颗粒粉尘在离心力劫机械碰撞力的摩擦作用下,被收集落入积灰斗,使含尘气体浓度大为降低; 高压静电除尘:两个曲率一半径相差极大的电级,在施加高压直流后形成了均匀电场。在曲率半径小的阴极附近,由于电子的定向高速运行,使周围气体产生电离,形成大量的正负离子及电子,在电场力的作用下,向极性相反的电极运动,与粉尘颗粒碰撞并附着,使粉尘荷电,荷电粉尘在电场力作用下,到达收尘电极,将所带电荷释放成为中性粉尘,被粘附在极板上,在极板清灰

时, 粉尘便落入灰斗中; 旋流辅助收尘: 荷电粉尘不但受到电场力的作用, 而且受到旋转的气体离心力作用, 增加了电场驱进速度, 大大提高了收尘效率。

3. 建议

(1) 安装收尘设备的目的, 决不只是应付环保部门, 也不是权宜之计, 而是要收到较长期的社会、环境与经济效益。环保投入所放的比例规定; 就是为了确保质量和效果。一台可靠、高效的收尘器, 用户可以受益多年; 否则, 被迫返工、重上, 会造成一系列被动和更大的投入。

(2) 收尘器的选用原则。 适应本厂操作工况要求, 能实现较长期稳定的达标排放; 运行安全可靠, 能与现场同步运转; 没有二次污染, 回收的粉尘易于利用; 系统简单, 便于操作维护; 投资相对合理; 老设备改造能利用现有场。

(3) 收尘器的选用。收尘器引风机的平均耗电约为所选风机额定功率的 0.8 倍。由此计算用电功率。

4. 结语

企业要实施生产过程的清洁生产, 末端治理最终把关是必不可少的。国标 GB49152996, 对生产设备大气污染的烟尘 (或粉尘)、二氧化硫、氮氧化物(以 NO_2

计) 及氟化物(以总氟计) 都有详细规定, 且随着环保力度的加大, 标准只会越来越严格。随着科技的进步及环保工作者的不懈努力, 综合性能更切优越的收尘设备将相继涌现, 必将为现代冶金行业文明生产和环保事业做出新的贡献。

参考文献:

- [1] 李勇. 袋式除尘器的除尘机理和影响因素[J]. 特种橡胶制品, 2003.1.
- [2] 周玲, 廖传华, 袋式除尘器在水泥工业中的应用状况及研究进展[J]. 过滤与分离, 2002.4.
- [3] 陈隆枢. 从除尘技术的发展看袋式除尘滤料[J]. 产业用纺织品, 2002.10.
- [4] 文博, 金彩赤, 盛伟. 新型脉冲反冲式袋式除尘器特点及应用前景[J]. 东北电力技术, 2004.6.
- [5] 李志华. 袋式除尘器设计参数的确定[J]. 橡塑技术与装备, 2004.5.
- [6] 严长勇, 沈恒根. 袋式除尘器在我国的发展及其在燃煤电厂中的应用[J]. 中国环保产业, 2005.5.

袋式除尘器的发展及其在燃煤电厂中的应用

赵毅 邵媛

(华北电力大学环境学院, 河北保定 071003)

摘要:在比较国内外烟尘排放标准的基础上, 综述中国袋式除尘技术的发展过程。通过对袋式除尘器特点分析, 介绍袋式除尘器在燃煤电厂的应用, 提出了袋式除尘器在应用中存在的一些问题。

关键词:袋式除尘器; 燃煤电厂

1 各国燃煤电厂烟尘排放标准比较

燃煤电厂对除尘器类型的选择与本国的

烟尘排放标准密切相关。随着烟尘排放标准的日趋严格, 对除尘器类型的选择逐步由机

械除尘器、文丘里水膜除尘器到高效的静电除尘器,再到袋式除尘器。

表 1 列出了一些国家和地区的火电厂烟尘排放标准。

表 1 电厂烟尘排放标准 mg/m³

国家或地区	标准值	国家或地区	标准值
澳大利亚	80	爱尔兰	50-100
日本	50-150	意大利	50
印度尼西亚	125	荷兰	50
朝鲜	50	新西兰	125
菲律宾	160-220	葡萄牙	115-300
美国	40	西班牙	200
奥地利	50	瑞士	50
比利时	50	土耳其	150
丹麦	50	英国	50-100
芬兰	30-50	中国香港	50
法国	68	中国台北	29
德国	50	中国	50-100
希腊	50-100		

中国 GB 13223 - 1991《燃煤电厂大气污染物排放标准》是 1991 年颁布、1992 年开始实施的。1996 年修订了该标准,代之以 GB 13223 - 1996《火电厂大气污染物排放标准》,对 1997 年 1 月 1 日以后的新扩改建电厂,烟尘排放标准值为 200~600mg/m³。国家环境保护总局和国家质量监督检验检疫总局于 2003 年 12 月 23 日发布了《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223 - 2003),并于 2004 年 1 月 1 日开始实施[1, 2, 12]。随着燃煤电厂烟尘排放标准的进一步严格,将有越来越多的电厂选择高效的袋式除尘器。

袋式除尘器属过滤式除尘器的一种,是治理大气污染的高效除尘设备。其最大的优点是除尘效率高,通常在实验室里测试效率可高达 99.9999%,在实际应用中除尘效率也能达到 99.99%。经袋式除尘器过滤后的烟气含尘浓度一般都低于 30mg/m³,有的甚至在 10mg/m³ 以下,并且袋式除尘器还能有效捕集对人体危害最大的 5 μm 以下的超细微小颗粒(即呼吸性粉尘)。由于袋式除尘器具有除尘效率高、不受粉尘和烟气特性影

响、运行稳定的优点,近年来被广泛应用于钢铁、有色冶金、水泥、烟草和垃圾焚烧等行业[3, 4, 7, 8]。

2 袋式除尘器发展概况

中国袋式除尘器的发展经历了 3 个阶段。第 1 阶段。在 20 世纪 50 年代主要是采用原苏联型式的产品,60 年代前后中国有少数几个设计研究单位在仿照美国、日本等国的脉冲型、机械回转反吹扁袋型除尘器的基础上开始生产自己的产品。

第 2 阶段。1973 年以后,国内开始出现了一批袋式除尘器的生产企业。到了 80 年代,一些设计院、科研单位和大专院校在学习、引进、消化、移植宝山钢铁厂从日本引进的大型反吹风布袋除尘器后,结合国内各行业的需要和生产厂家一道开发、研制、生产了大型反吹风布袋除尘器,开发了分室反吹风袋式除尘器和长袋低压脉冲袋式除尘器,每小时处理风量 100 万~291 万 m³,滤袋长度达 10m。在 80 年代,大型反吹风袋式除尘器是钢铁行业首选的大容量烟气净化设备,但在随后的使用中逐渐暴露出一些问题,主要是由于其反吹清灰方式为柔性清灰方式,虽对滤袋损伤较小,但在粉尘粘性较大、浓度较高时,阻力上升较快,在一定外部条件下容易糊袋。

第 3 阶段。进入 90 年代以来,随着大型脉冲喷吹袋式除尘器的研制成功,袋式除尘器的发展上了一个新的台阶。大型脉冲清灰袋式除尘器相对大型反吹清灰除尘器的最大优点在于清灰效果更好,运行更加可靠,而且还可以延长滤袋的使用寿命[1, 4, 10]。

3 布袋除尘器原理及系统组成简介

3.1 工作原理

袋式除尘器主要是利用滤料(织物或毛毡)对含尘气体进行过滤,以达到除尘的目的。过滤的过程分 2 个阶段,首先是含尘气体

通过清洁的滤料,此时起过滤作用的主要是滤料纤维的阻留。其次,当阻留的粉尘不断增加,一部分粉尘嵌入到滤料内部,一部分覆盖在滤料表面形成粉尘层,此时主要依靠粉尘层过滤含尘气体。含尘气体进入除尘器后,气流速度下降,烟尘中较大颗粒直接沉淀至灰斗,其余尘粒从外至内穿过滤袋进行过滤,清洁烟气从滤袋内侧排放,飞灰被阻留在滤袋外侧。随着积灰的不断积累,滤袋内外侧的压差逐步增加,当压差达到设定值时,脉冲阀膜片自动打开,脉冲空气通过喷嘴喷入滤袋,滤袋膨胀,从而使附着在滤袋上的粉尘脱落,达到除尘的效果[5, 8, 10]。

3.2 系统组成

袋式除尘器主要由四大系统组成,分别是清灰系统、控制系统、检修系统、安全保护系统(包括锅炉点火投油、低负荷运行投油稳燃时投入预涂灰系统,保护滤袋; 烟温超过设定值时,启动紧急喷水系统,降低烟温,保护滤袋) [5]。其中清灰系统是袋式除尘器的消化器官,袋式除尘器的运行效果在很大程度上取决于清灰机构及其控制系统 [7, 11]。

3.3 袋式除尘用过滤材料

滤袋是袋式除尘器的核心部件。滤料的品种和质量、滤袋的结构和缝制水平是衡量袋式除尘器技术水准的一个重要因素。目前国内生产的袋式除尘用滤料品种主要有 208 涤纶绒布、729 聚酯机织布、针刺毡、聚四氟乙烯覆膜滤料[3]。针刺毡类过滤材料主要用于脉冲清灰型袋式除尘器,机织过滤布主要应用于反吹风类大型袋式除尘器,近年来中国脉冲除尘器的发展速度明显高于反吹风类除尘器的发展速度[6]。由于袋式除尘器在应用中经常遇到处理高温烟气,故袋式除尘器使用耐高温滤料在高温条件下的应用是一个研究热点[3]。

4 袋式除尘器在燃煤电厂中的应用

随着国家粉尘排放标准的提高,在燃煤电厂烟气处理中,静电除尘器因其除尘效率受粉尘性质的影响较大,因而难以保证长期、稳定高效地运行。而随着袋式除尘技术的发展,袋式除尘器适应性强、除尘效率高、运行稳定、可靠且不受锅炉燃烧工况和粉尘特性影响的优点逐渐显示出来,越来越多的新建、扩建、改建火电厂开始选用袋式除尘器来处理锅炉烟气。

4.1 袋式除尘器在电厂中应用的技术特点

(1) 烟气温度

在考虑一定安全系数的条件下,要根据常规条件下的烟气温度合理地选择滤料,同时也应考虑事故条件下,因高温而造成的滤料失效。烟气中是否存在正在燃烧的颗粒物也是必须注意的问题,若存在,可以通过加长烟气连接管或在烟气连接管较短且没有足够空间加长的情况下设置必要的阻火装置等方式加以解决。

(2) 烟气特性

电厂的烟气一般都具有酸碱腐蚀性,因此应根据烟气的腐蚀性强度选择适宜的滤料,同时也应考虑烟气通道内的防腐措施。此外,还应采取相应的措施避免烟气中含有的油雾、细微絮状物等粘性物质附着在滤料上造成滤料堵塞。

(3) 袋式除尘器预除灰

在机组启动或低负荷稳燃时需要使用燃油,因此,为了避免不完全燃烧的油烟粘袋造成滤袋堵塞,故在袋式除尘器投入使用前,应对新布袋进行预除尘(喷粉煤灰)或设置旁通,而对老布袋则不用清灰,以保证其具有一定的灰尘层。

(4) 袋式除尘器停机

若停机时间短,则不应为滤袋清灰,而需注意除尘器的保温;若停机时间长,则应为所

有滤袋清灰,并利用引风机将袋式除尘器内残留的酸性气体清除干净[4]。

412 袋式除尘器应用于国内燃煤电厂过程中存在的问题

袋式除尘器在中国的燃煤电厂中的应用起步于上世纪70年代,但是在随后的应用中出现了很多问题,使得袋式除尘器的应用一直不是很理想。存在的主要问题有:

(1)设备阻力损失较大

由于设计的原因,在除尘器的实际使用时所处理的烟气量大大超过了设计烟气量,使得烟道流速和过滤速度大幅度增加,阻力上升。另外由于清灰效果不佳,也导致阻力上升。

(2)滤袋破损

由于磨损、机械损伤、烟气超温、烟气中酸性气体的腐蚀,以及滤袋的质量不好、制造不佳、安装不规范等都易导致滤袋的破损。

(3)花板积灰

由于滤袋的破损、滤袋的连接短管和花板之间密封不好等原因导致花板不同程度的积灰,从而影响到袋式除尘器的运行[4,9]。

5 结 语

虽然目前静电除尘器仍占据中国燃煤电厂烟尘控制主流设备的位置,但随着烟尘排放标准的提高以及电厂脱硫技术的发展,以及袋式除尘技术和滤料技术的发展,袋式除尘器必将以其特有的优势在城市燃煤电厂除尘设备改造以及部分新建、扩建电厂除尘领域中占有越来越多的份额[9,15]。

参考文献:

[1]肖宝恒. 袋式除尘器的发展及其在燃煤电

厂的应用前景[J]. 电力环境保护, 2001, 17(3): 44~47.

[2]胡满银,赵毅,刘忠. 除尘技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2006, 6.

[3]桑亮,孙体昌,杨景玲,等. 袋式除尘器的发展及其在高温条件下的应用[J]. 安徽化工, 2006, (2): 61~63.

[4]严长勇,沈恒根. 袋式除尘器在中国的发展及其在燃煤电力中的应用[J]. 中国环保产业, 2005, (5): 34~36.

[5]周军. 布袋除尘器在火电厂中的应用特点[J]. 热机技术, 2006, (4): 39~41.

[6]刘书平. 中国用于袋式除尘器的过滤材料[J]. 产业用纺织品, 2007, (1): 1~4.

[7]刘海红,王志昕,梁洪涛,等. 布袋除尘器技术应用原理简述[J]. 黑龙江科技信息, 2007, (6): 135.

[8]郑慧莹,熊睿. 袋式除尘器在燃煤电厂的应用[J]. 煤矿现代化, 2007, (2): 38~39.

[9]严长勇,沈恒根,张有才. 袋式除尘器在燃煤电厂中的应用[J]. 产业用纺织品, 2006, (6): 25~28.

[10]向晓东. 现代除尘理论与技术[M]. 北京:冶金工业出版社, 2002.

[11]郭爱清,张沛商. 浅谈中国除尘设备的现状与发展[J]. 矿山环保, 2003, (5): 3~7.

[12]GB13223 - 2003,火电厂大气污染排放标准[S].

[13]Koch H, L ichtW. [J]. Chemical Engineering, 1979184(24): 80~88.

[14]KrausM N. [J]. Chemical Engineering. 1979, 86(8): 112~120.

[15]肖容绪. 袋式除尘器有广阔的发展前景[J]. 中国环保产业, 2003, (3): 16~17.

中国袋滤技术通讯编辑部

地址:沈阳 东北大学 265 信箱(滤料检测中心)

邮编:110004 电话:(024)83688327,23915302 Email:merryshenyang@yahoo.com.cn