

# 我国用于袋式除尘器的过滤材料

刘书平 (上海博格工业用布有限公司, 上海, 200030)

**摘 要:**针对我国大气污染物的排放特点,袋式除尘是比较合适、运行稳定可靠的一项烟气除尘技术。介绍了过滤材料的分类、袋式除尘过滤材料的结构以及应用于高温腐蚀性烟气过滤中过滤材料的几种纤维性能,重点介绍了高性能 PTFE 纤维在过滤材料中的应用。

**关键词:**过滤材料,袋式除尘技术,烟气,耐高温纤维,耐腐蚀纤维

**中图分类号:**TS176.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-7093(2007)01-0001-04

中国的袋式除尘技术起步于上世纪六七十年代,兴起于八九十年代,快速发展期为 90 年代至今,尤其是进入 21 世纪以来,一方面由于国家环保标准的提高,另一方面在工业进步及科学技术迅猛发展等的推动下,袋式除尘过滤技术获得高速发展。20 世纪 80~90 年代从单纯的引进技术和进口产品到消化吸收、仿制、研发和创新,发展到今天,产品在满足国内需求后,袋式除尘器整机设备和过滤材料开始批量出口,并呈逐步加大的态势。2006 年中国已成为全球袋式除尘器及滤袋市场增加最快的地区,袋式除尘器及滤袋使用量已连续 5 年以 20% 以上的速度高速增长。目前中国袋式除尘器整机台数及滤袋年使用数量仅次于美国和欧洲,有发展成为全球最大市场的趋势。

2006 年袋式除尘器用过滤材料总生产量初步估算约为 5 000 万  $m^2$ ,其中针刺毡类 3 500 万  $m^2$  (折合重量 2 万 t 左右),气体过滤用机织布 1 500 万  $m^2$  (含化纤机织布、玻纤及玻纤机织布)。

## 1 中国大气污染物排放特点

中国是煤炭消费大国,一次能源消费结构中

煤炭占 70% 左右,以煤为主的燃料结构还将持续相当长的时期。火电行业是我国的煤炭消费大户,其消费量占煤炭消费总量的 54%,今后还将不断增长。

现阶段我国正处于工业化时期,经济发展和增长最快的领域是耗能大的钢铁、建材等基础产业,因此能源消费增长速度高于 GDP 增长速度。

我国二氧化硫排放量的 90% 来自燃煤,火电行业二氧化硫排放量占全国总排放量的 50% 以上;我国氮氧化物排放量中近 70% 来自燃煤,火电行业的氮氧化物排放量占全国总排放量的 36.1% 以上,且其比例随着该行业燃煤量的逐年增加将持续增长。

我国烟尘排放量的 80% 以上来自工业排放,而工业排放的三分之一以上来自火电行业。

## 2 袋式除尘技术的应用

作为世界燃煤大国的中国,其空气污染物主要来自于电力、钢铁、水泥、冶炼、化工等行业生产过程中煤的燃烧。要解决环境污染问题,主要方法是脱除煤燃烧过程中产生的硫氧化物、氮氧化物及对烟气中各种成分、飞灰的过滤收集、除尘和再利用。烟气过滤不同于粉尘收集和除尘,因为烟气中有大量的有害成分及强腐蚀性成分,并且伴有高温和水气等,造成对过滤单元的强烈侵蚀和损害。

20 世纪末期,燃煤产生的烟气的过滤净化一

收稿日期:2006-11-30

作者简介:刘书平,男,1964 年生,高级工程师,现任抚顺市工业用布厂董事长兼厂长、上海博格工业用布有限公司董事长。长期从事产业用纺织品的生产管理工作。

般采用电除尘(ESP)方法,但因 ESP 的局限性,实际应用中会有 5% ~ 10% 以上的飞灰等物质无法收集,仍排放到大气中。

袋式除尘器是通过过滤材料以及附着在过滤材料上的粉尘层的机械过滤作用而达到除尘的目的。从理论上讲,只要过滤材料的空隙足够细小,烟气中的任何粉尘都能被截留下来(实际使用中当然还需要考虑过滤材料的透气性等因素),电除尘器很难捕集的微细粉尘采用袋式除尘器很容易被收集。袋式除尘器的最大特点是其超高的除尘效率,而且对电除尘器除尘效率影响较大的一些因素(如粉尘比电阻、烟气成分、入口粉尘浓度、烟气量的波动等)对袋式除尘器的除尘效率几乎没有多大影响。面对更为严格的烟尘排放标准,在电除尘技术没有重大突破的情况下,袋式除尘器无疑是满足新标准的最佳选择。通过几十年的技术发展,袋式除尘技术已能完全满足烟气除尘和稳定可靠运行的需要。

近 5 年来,在燃煤烟气过滤中开始推广应用袋式过滤器。实践证明,用柔性纤维类针刺毡制成的过滤材料及元件是非常理想的烟气过滤介质。

### 3 袋式除尘用过滤材料

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。

#### 3.1 过滤材料的分类

在烟气过滤净化中,过滤布袋的材质一般是由烟气温度来决定的。选用合适的纤维先制成针刺毡或机织布,再进一步加工成过滤布袋。我国习惯性地按烟气温度划分为如下 4 个区段:

(1) 中低温段(90 ~ 140℃)。适用的纤维有聚丙烯(PP)纤维、聚酯(PET)纤维及均聚丙烯腈纤维等。

(2) 中高温段(140 ~ 200℃)。适用的纤维有 Kermel, Nomex, Conex, 芳纶, 聚苯硫醚(PPS), 聚酰亚胺(P84)及玻璃纤维等。

(3) 高温段(200 ~ 300℃)。适用的纤维有 P84、聚四氟乙烯(PTFE)及玻璃纤维等。

(4) 特殊高温段(大于 300℃)。可选用的纤维有陶瓷纤维、碳纤维、高硅氧纤维及玄武岩纤维等。

#### 3.2 高温腐蚀性烟气过滤用纤维

由于燃煤供应紧张,我国不少燃煤电厂煤种混杂,燃煤的热值、灰分等波动较大,一些电厂甚至燃用低热值、高灰分的劣质煤,从而对锅炉、除尘器(特别是电除尘器)及除灰系统的运行带来许多不利的影响。我国燃煤电厂的烟气情况归结起来呈现如下特性:

(1) 由于煤种及发电负荷经常波动,烟气量波动较大;

(2) 烟气中粉尘浓度普遍较高,一般为 30 ~ 50 g/Nm<sup>3</sup>,甚至更高,且波动较大;

(3) 烟温普遍较高,一般为 120 ~ 170℃,由于设备维护及管理水平等原因,有时会出现空预器卡涩、省煤器爆管等现象,从而导致烟气呈现异常高温或低温;

(4) 对于在役老机组,烟气中的二氧化硫、氮氧化物等成分含量较高,由于空预器漏风等原因,烟气中的含氧量普遍较高;

(5) 对于采用干法脱硫的新建机组,存在着粉尘浓度特别高(一般为每标准立方米几百克,甚至上千克),烟气温度特别低(一般仅为 70℃左右),烟气中的含湿量较高等问题。

由于上述燃煤烟气的腐蚀性,一般温度在 100℃以上,并含有湿气,易对纤维产生腐蚀等影响,一般只有以下几种纤维应用于烟气过滤领域。

##### 3.2.1 均聚丙烯腈纤维

均聚丙烯腈纤维在温度低于 125℃时,纤维对有机溶剂、氧化剂、无机酸及有机酸具有良好的抵抗力。均聚丙烯腈不会水解,因此在低温而有化学腐蚀及潮湿的场合也可用来取代聚酯纤维。而丙烯腈的共聚物则不耐水解,所以在过滤用途中不能用其来取代均聚体。

##### 3.2.2 PPS 纤维

PPS 纤维是一种耐高温合成纤维。PPS 简单的化学结构决定了其良好的耐温性和化学稳定性。每一个芳香环和一个对应的硫原子交互变化,这种结构具有极高的稳定性。由于 PPS 几何形状是互相对称的,且具有高度的线性,其结果是 PPS 可以

很容易地并极快速地结晶,可达到极高的等级度,因而显示出极高的熔点(285℃),具有优异的耐热性。此外,PPS 纤维的阻燃性、耐化学药品性和尺寸稳定性等也极为出众,具备了作为高性能纤维的各种特点。PPS 纤维能连续耐受 190℃ 的温度,并抵抗多种酸、碱和氧化剂的化学腐蚀。最重要的是 PPS 纤维不会水解,因此可在潮湿、有化学物质(如二氧化硫)的条件下代替 Nomex 在高温下运行。PPS 毡像聚丙烯毡那样其吸湿率只有 0.6%,但能耐受的温度却高得多。典型用途是用于城市垃圾焚烧炉、公用工程锅炉、燃煤锅炉、医院焚烧炉、热电联产锅炉上使用的脉冲袋式过滤器中,也可用 PPS 纤维取代其他经不住高温或存在化学品及不耐潮湿的合成纤维。

### 3.2.3 P84

P84 是一种耐高温合成纤维,能连续暴露在 240℃ 环境中。P84 由一种缩聚型聚合物制成,不耐水解。P84 的截面呈三叶瓣形(图 1),因单纤维表面积增加,能有效地捕集颗粒。P84 是非热塑性纤维,耐受脉冲清灰的磨损能力比玻璃纤维强,因而在要求耐磨性好的工况下可用 P84 取代玻璃纤维。P84 在没有化学品或水分存在的环境中工作得最好,而在酸碱环境中 P84 易被腐蚀。



图 1 P84 截面

### 3.2.4 PTFE 纤维

至今,PTFE 纤维仍是世界上可找到的耐化学药品性最好的纤维,熔点 327℃,瞬间耐温可达到 300℃。

PTFE 纤维具有良好的耐摩擦性、难燃烧性、绝缘性和隔热性,可承受各种强氧化物的氧化腐蚀,不会发生水解。PTFE 纤维大量应用于垃圾焚烧除尘中,将来还会大量应用于燃烧高硫煤除尘工况条

件下。

PTFE 过滤材料具有较高的过滤效率和良好的清灰性能,即使在温度较高的情况下,表面也只粘附少量的灰尘。在同等工况条件下,PTFE 过滤材料的使用寿命比其他材质的过滤材料高 1~3 倍以上,具有很高的性价比。随着使用量的增大,成本将进一步降低,直至价格能被使用者所接受。

### 3.2.5 玻璃纤维

玻璃纤维耐高温性能突出,能连续暴露在 260℃ 环境中;能耐大部分酸(氢氟酸除外)的腐蚀,但室温下的强碱及高温下的中等碱性将侵蚀玻璃。玻璃纤维耐曲挠磨损性能极差,在脉冲清灰或清灰剧烈时很快就被损坏,玻纤织物的脆性使其只能成为反吹风清灰系统的良好备选过滤材料,而不能用在振荡或脉冲系统中。然而因其价廉,当用户要求低价时,除尘设备制造厂也有采用玻璃纤维做脉冲袋滤器的。玻纤织物一般只是为了降低费用及在高温作业时而选用。

## 4 过滤材料的结构

针刺毡一般为 3~4 层的梯度结构,表面过滤层为超细纤维层,下层为开放孔状的粗纤维层,中间为基布增强层,其截面结构如图 2 所示。该过滤毡的结构有利于提高过滤效率和降低运行阻力,并适合用于脉冲除尘器的高压清灰方式。

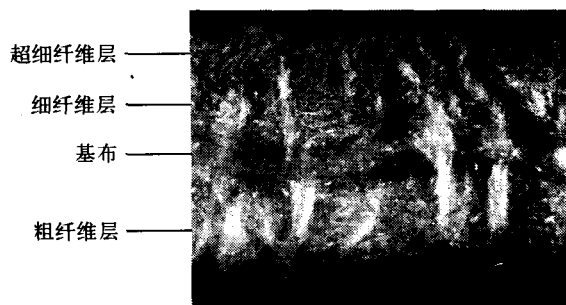


图 2 针刺毡截面结构

高温机织过滤布一般是玻璃纤维织造的过滤材料,表面覆以 PTFE 薄膜,以提高过滤风速。

近年中国又开发了一种新的过滤材料,是用连续束状玻璃纤维和束状 PTFE 纤维混合织造的复合过滤材料,具有耐高温、耐腐蚀、使用寿命长等特

点。

两年前中国制造耐高温过滤材料的纤维主要是从日本、欧洲、美国等地进口,而现在中国已开始生产 PPS 短纤维、PTFE 短纤维等产品,2006 年生产总量超过 500 t。中国烟台一家公司研发生产的芳纶每年出口量超过 2 000 t。

## 5 高性能 PTFE 纤维的应用

PTFE 纤维具有出众的耐化学性和良好的过滤性能,目前已在我国的燃煤锅炉烟气过滤中获得越来越多的应用。PTFE 应用于过滤材料主要有以下几个方面:

- (1) 用 PTFE 的细丝织造针刺过滤毡的基布;
- (2) PTFE 短纤维和玻璃纤维或 PPS 短纤维混合作纤维过滤面层;
- (3) PTFE 的悬浮状乳液用于浸渍过滤材料本体;
- (4) 高浓度的 PTFE 颗粒层涂覆过滤材料表面;
- (5) 由纯 PTFE 细丝形成的薄层网状材料用水刺或其他方法复合在各种过滤材料的表面。

上述应用均可使过滤材料的强度、耐腐蚀性、耐酸碱性及耐磨性有较大的提高,过滤材料过滤性能增强,使用寿命大大延长,因而提升了中国烟气用过滤材料的品质。

## Filtration materials used for bag-house duster in China

Liu Shuping (Shanghai BG Industrial Cloth Co., Ltd.)

**Abstract:** In accordance with discharge performance of atmosphere pollutant in China, bag-house dusting technique is rather feasible for flue gas dusting and the operation is stable and reliable. Types of filtration materials and structure of bag-house dusting filter media were presented. The properties of various fibers used for manufacture filter media applied on filtration of corrosive flue gas with high temperature were demonstrated. The application of high performance PTFE fiber for filtration materials was laid special stress on in the paper.

**Keywords:** filtration material, bag-house dusting technology, flue gas, high temperature resistant fiber, corrosion resisting fiber

## PCC 公司开发热粘合非织造新产品

美国 Precision Custom Coatings LLC 公司推出了衬里用舒适伸展型热粘合非织造材料。公司以舒适、伸展性佳和回复性好为设计理念,提供给服装厂商所需的具有伸展特点的产品,诸如腰带等的衬里 CS85 及 CS96 型号非织造材料。该新产品是用厂商专用 KF 树脂涂层加工而成,使其在一定条件下具有耐久、可洗及能干洗性能的同时不失柔软的特点。

“PCC 公司开发了首创的用于腰带等须具有

伸展及回复弹性性能的多用途衬里,当加工品质和舒适度更佳服装时,由于取消额外的缝纫步骤和处理工艺,采用该新产品将为厂商在生产过程中节省时间和金钱”,PCC 公司服装部副总裁 Jay Waxer 如是说。

该技术的开发亦使 PCC 公司可按客户的要求调整面密度及整理工艺,产品可以是白的,也可以是炭色的。该舒适伸展型衬里目前幅宽 1.5 m 且可预切至专用尺寸。