

## 三、新技术应用

### (一) 新型高效过滤纤维助力水泥企业超洁净生产

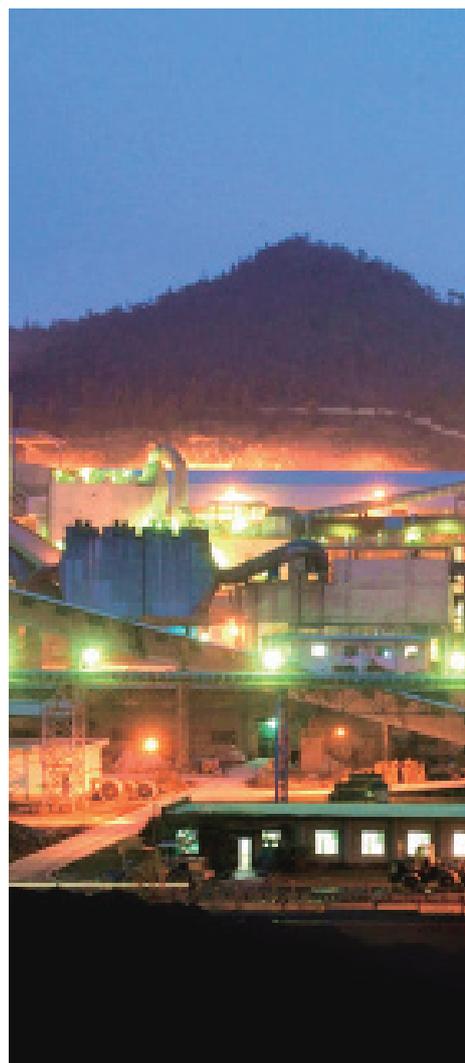
导读：众所周知，传统的水泥企业排放量较大，尤其是粉尘排放首当其冲，其排放量高居全国工业生产总排放量前列。虽然几轮改造后已经有了长足的进步，但依然存在部分企业粉尘未能实现达标排放。尤其是在一些环境敏感地区（人口稠密区、旅游度假区、自然保护区等），即使实现达标排放，其环境质量也不尽如人意。赢创公司研发的 P84<sup>®</sup> 多叶型聚酰亚胺纤维作为一种高效的滤料，具有高效除尘（尤其是对超细颗粒物）、节能降耗、使用寿命长等诸多优点。该产品除可对水泥行业实现稳定达标和超洁净排放提供支持外，还可应用于垃圾焚烧发电厂、燃煤锅炉等其他行业的高效除尘，在国内外高温烟气处理中的应用已经非常成熟，取得了良好的运行效果。

#### 一、背景介绍

2015 年，全国水泥产量达到 23.48 亿吨，约占世界总产量的 60%。2014 年，全国工业烟（粉）尘排放量 1456.1 万吨，占全国烟（粉）尘排放总量的 83.6%。其中水泥制造企业共排放烟（粉）尘 95.8 万吨，仅次于火电行业（235.5 万吨）和黑色金属冶炼和压延加工业（101.5 万吨）。

现行的水泥行业大气污染物排放标准已经做过三次修订，粉尘排放浓度从 150mg/Nm<sup>3</sup> 降到 20 - 30mg/Nm<sup>3</sup>，应该说已经有了很大的进步。但面对雾霾现状，还要执行更加严格的大气污染物排放标准（欧美标准普遍为 5 - 10mg/Nm<sup>3</sup>），以确保我国水泥企业实现全面持久的稳定达标。对于一些环保敏感区还应进一步提高要求，实现超洁净生产，据此研发高效除尘的技术和产品尤为重要。

此外，我国燃煤工业锅炉整体能效水平较低，其实际运行效率比国际先进水平低 15 个百分点左右，具有较大的节能潜力。同时，燃煤工业锅炉污染物排放强度较大，是重要污染源，年排放烟尘、二氧化硫、氮氧化物分别约占全国排放总量的 33%、27%、9%。《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中对





于 2014 年 7 月 1 日后新建锅炉的颗粒物排放浓度限值为 30 - 50mg/m<sup>3</sup>, 依然较为宽松。一些地方和行业已实行较国标更为严格的排放标准。例如, 北京的地方标准规定, 新建锅炉大气污染物排放浓度应低于 5 mg/m<sup>3</sup>, 火电行业也倡导开展超低排放, 除了淘汰小规模燃煤锅炉外, 使用高效过滤除尘技术也是降低大气排放的关键所在。

传统布袋除尘过滤材料存在的问题和不足主要有: 传统圆形纤维滤料的过滤效率和精度较低, 过滤效果不稳定; 灰尘入侵滤料内部不仅会带来压差上升, 从而增加引风机能耗, 还会导致清灰效果不佳、滤袋寿命缩短等。

## 二、对策和解决方案

水泥行业实现稳定超洁净排放已经具备成熟的技术解决方案, 选取高性能的滤料尤为关键。

相对于电除尘, 布袋除尘具备更加明显的优势。因此, 《水泥行业十三五发展规划》将继续支持行业推广使用袋式除尘器。工信部《关于水泥工业节能减排的指导意见》提出, 实施电改袋除尘改造。建材行业关于《我国第二代新型干法水泥制造技术》中也明确水泥行业采用“高效低

阻袋式除尘技术”。

我国袋式除尘技术已经完全能够支持更为严格的标准,如何使袋式除尘器设计更加高效、低阻、长寿命,现已成为发展趋势。赢创公司所生产的滤料在高温烟气过滤行业具有超过 30 年的成功应用经验,实现了超洁净排放,即排放浓度低于  $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,系统阻力低于  $1000\text{Pa}$ ,滤袋平均使用寿命 4 年以上。

普通滤料和新型滤料效果对比



左图:传统圆形纤维滤料。水泥窑尾使用两年后,粉尘完全穿透了滤料,压差上升,能耗显著增加,过滤效果变差。

右图:纯 P84<sup>®</sup> 针刺毡滤料。在水泥窑尾使用 8 年,完全没有粉尘侵入滤料,压差稳定,在整个使用生命周期中保持优异的过滤性能。

赢创的 P84<sup>®</sup> 多叶型聚酰亚胺纤维,作为高性能滤料应用于高温气体的袋式过滤除尘工艺,广泛应用于燃煤发电、水泥窑、垃圾焚烧等行业的高温尾气处理。基于其优异的过滤效果、较低的运行阻力以及较长的使用寿命,P84<sup>®</sup> 多叶型聚酰亚胺纤维为业内公认的优质滤料。

与各种除尘过滤材料相比较,采用 P84<sup>®</sup> 纤维制成的滤袋优势非常显著:

1. 适用于广泛的废气混合物;
2. 高温稳定性,最高耐温可达  $260^{\circ}\text{C}$ ;
3. 最佳过滤效率,过滤风速可高达  $1.4\text{ m}/\text{min}$ ;
4. 即便在  $500\text{ g}/\text{m}^3$  的高粉尘负荷下仍能实现最高效率,颗粒物排放稳定在  $10\text{mg}/\text{Nm}^3$  以下,低于世界最严格标准;
5. 使用替代燃料时(如垃圾协同处理),不会产生任何负面影响;
6. 独特的不规则多叶形纤维,制成的滤袋能提供比圆形或三叶形纤维滤袋多达 80% 的表面积,扩展了有效过滤面积;
7. 对超细粉尘 ( $\text{PM}_{2.5}$  和  $\text{PM}_{1.0}$ ) 的高效捕捉能力,不仅提

高过滤效率,也保证了最低的运行压差,从而节省引风机能耗;

8. 捕集到的尘粒被阻隔在滤料的表面,形成粉饼层,大大提高了脉冲清灰的性能和保持运行压差稳定,并因此降低引风机能耗;

9. 区别于易于破损的薄膜型滤料,在包装、安装和运行过程中不易受机械应力影响,不需特殊保护,皮实耐用。

同时,由于灰尘并不浸入滤袋内部,可以使清灰间隔时间变长,延缓了机械老化,延长了滤袋的使用寿命,也减少了更换滤袋和运营维护的成本,降低了更换滤袋带来的停窑风险。考虑到滤袋使用寿命和运行过程中的能耗成本,其年综合使用成本将会更低。

据计算,水泥窑尾除尘器的引风机运行能耗成本大约是滤袋平均年成本的两倍。如果选择高性能的滤袋,成本可能要增加40%,那么当运行压差降低20%时,增加的滤袋成本即可在运行3~4年后通过引风机的能耗节约而获得补偿。当然,运行压差降低越多,滤袋使用寿命越长,则引风机能耗节省所带来的收益就会越大。

### 三、案例与成效

P84<sup>®</sup> 滤料在水泥行业(包括水泥窑垃圾协同处理)的应用案例(少量节选)

实现超洁净排放不仅意味着直接的成本节约,而且对工人健康的影响和周围环境的污染亦可显著降低。对于5000吨/日的水泥生产线来说,排放每减少1mg/Nm<sup>3</sup>相当于每年减少粉尘排放约9吨。对于一条规模以上的水泥生产线,10mg/Nm<sup>3</sup>的排放相当于损失产品和原料约80-90吨/年。

P84<sup>®</sup> 滤料在水泥行业(包括水泥窑垃圾协同处理)的应用案例

用户	广州珠江	西藏高争	福建 华润永定	阿联酋	韩国丹阳	奥地利 Schretter	法国柯福
过滤风速	1.12m/min	1.1m/min	0.98m/min	0.95m/min	1.29m/min	1.15m/min	1m/min
最高温度	260°C	220°C	280°C	240°C	260°C	230°C	240°C
粉尘负荷	100g/Nm <sup>3</sup>	100g/Nm <sup>3</sup>	100g/Nm <sup>3</sup>	100-700 g/ Nm <sup>3</sup>	80-200 g/Nm <sup>3</sup>	80-200 g/Nm <sup>3</sup>	100-700 g/ Nm <sup>3</sup>
压差	<1200Pa	<1200Pa	~ 600Pa	<1000Pa	<1000Pa	<1000Pa	<1000Pa
实测排放	<9.24mg/Nm <sup>3</sup>	<6.2mg/Nm <sup>3</sup>	<10mg/Nm <sup>3</sup>	<5 mg/Nm <sup>3</sup>	<10mg/Nm <sup>3</sup>	<3mg/Nm <sup>3</sup>	<3mg/Nm <sup>3</sup>
滤袋寿命	>7年	>6年	4年(仍在使 用中)	>7年	>6年	>7年	>7年

如果每一台新型干法水泥窑都达到最新的《水泥工业大气污染物排放标准》(GB4915-2013)规定的排尘限值,即吨熟料0.15 - 0.30 千克,那么按照2015年全年共生产熟料13.3亿吨计算,我国水泥工业熟料生产的颗粒物排放就应该是20 - 40万吨,而这在技术和经济上是完全可以实现的。如果能够实现稳定的低于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 粉尘排放,则可以更好地保护我们赖以生存的大气环境,减少对人体健康的负面影响和对经济社会带来的损失,为实现行业可持续发展和碧水蓝天做出更大的贡献。

#### 四、启示和建议

水泥行业是我国大气污染的重点排放源,粉尘污染是我国水泥行业面临的现实问题。“十三五”是我国经济发展方式转变的重要时期,以节能、减排、低碳为特征的产业体系和消费模式,对水泥工业的发展提出新的要求。水泥工业必须进一步转变发展方式,通过技术进步和科技创新,实现资源节约、环境保护和低碳发展。

对于水泥企业而言,进一步降低粉尘排放已经势在必行。水泥企业都已经具备达到高要求排放标准的技术和能力。目前中国的电力企业正在进行大规模超低排放改造,通过科技创新达到世界领先水平的超低排放,成为实现空气质量改善和行业可持续发展的有效手段,其做法同样值得水泥行业借鉴。

近年来,水泥行业产能过剩,行业利润减少,粉尘治理成本也日益增加。高性能的滤料虽然初始购置成本相对略高,但基于更长的使用寿命和更低的运行能耗,综合成本相对更低,在环境要求日趋严格,盈利空间日渐收窄的背景下,新型高效过滤除尘材料助力水泥企业提升行业竞争力。