

# 燃煤电站袋滤技术的应用及其展望

郭丰年

重庆钢铁设计研究院

**摘要:** 文中评述了我国袋滤技术的发展史, 上世纪 80~90 年代中, 在燃煤电站应用失败原因和 21 世纪成功应用的典型事例, 提出了目前存在的问题和对今后的展望。

**关键词:** 燃煤电站; 袋滤技术; 应用; 展望

## 前言

中国的大气烟尘污染主要是“煤烟型污染”, 集中在钢铁、电力、水泥三大行业。国际上对大气烟尘的微粒控制主要采用: 静电除尘器, 袋式除尘器及文丘里洗涤器, 其中钢铁行业中的除尘设备, 袋式除尘器占 75—80%, 静电除尘器占 9%, 文丘里洗涤器占 7%; 水泥行业中静电除尘器及袋式除尘器各占 50% 左右, 近年来, 袋式除尘器的比例略有上升; 而国内电力行业 2000 年前几乎 100% 为静电除尘器。电力系统也早已了解到澳大利亚及部分欧美国国家早在七、八十年代在燃煤电站中采用袋式除尘器, 并取得有效的运行。原电力部也曾在 83 年对国内五个电厂进行应用袋滤技术的试点, 并在 93 年对上海杨树浦电厂请澳大利亚豪登公司对原电除尘器改造为袋式除尘器, 但均未取得成功, 宣告失败。鉴此, 国内电力系统的燃煤电站对采用袋式除尘器极为“小心”、“慎重”, 几乎 100% 采用静电除尘器。

直到二十世纪末, 由于国家环保标准的提高, 及部分电站煤种的限制, 要求静电除尘器在现有的净化效率基础上进一步提高, 由此使袋式除尘器在中国又一次 (第三次), 进入燃煤电站。如内蒙呼和浩特丰泰电力公司采用的准格尔煤, 其中含  $\text{SiO}_2$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3$  可达 92—95%, 致使电除尘器在净化这类烟尘时难度极大, 即使可以, 勉强应用其设备投资也将极为高昂。由此, 最终决定采用袋滤技术。又如北京高井电厂现有八台机组的电除尘器, 为了迎接北京 2008 年奥运会, 要求改造为袋式除尘器, 2005 年底即开始实施。特别是呼和浩特丰泰电厂自 2001 年 11 月开始, 至今已运行三年多, 计 24000 小时, 运行正常, 效果良好, 为袋式除尘器在中国的推广应用奠定了良好基础。自二十世纪末到目前, 国内已有几十个机组, 约 2000 万 KW 的燃煤电站采用了各种类型的袋滤技术。

## 1 中国燃煤电站的袋式除尘器市场

我国改革开放以来, 电力增长速度世界第一, 目前总装机容量和年发电量均居世界第二, 但人均装机容量仅 0.25KW/人, 而世界各国平均人均水平为 1KW/人, 美国高达 2KW/人。由此可见, 我国的电力行业急待发展。

我国的发电设备是以火电、水电、核电为主, 以及少量风力发电, 太阳能发电、地热发电和潮汐发电等。其中火电占 74%, 水电占 25%, 核电占 1%, 全国还是以火电为主。二十一世纪来我国历年的总发电装机容量及火电总装机容量见表 1 所示:

表 1 我国电站容量历年统计表

| 年份                | 2000 | 2001           | 2002             | 2003              | 2004            | 2005<br>(预计)    | 2010<br>(预计)   | 2020<br>(预计)  |
|-------------------|------|----------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| 总装机容量<br>(亿 KW)   | 3.14 | 3.38           | 3.53             | 3.85              | 4.41            | 5.1             | 5.6            | 5.93          |
| 火电总装机容量<br>(亿 KW) | 2.20 | 2.4            | 2.58             | 2.86              | 3.5             | 4.0*            | 4.6*           | 5.10*         |
| 火电厂每年递增<br>KW (%) | —    | 2000 万<br>(9%) | 1800 万<br>(7.5%) | 2800 万<br>(10.8%) | 6400 万<br>(22%) | 5000 万<br>(14%) | 1200 万<br>(3%) | 500 万<br>(1%) |

\* 估计值

根据新电站安装和已有电站改造除尘器对袋式除尘器的需要以及已安装袋式除尘器电站对所需器材的需要, 预测 2005 年后, 每年这方面的投资将在 5 亿元以上, 见表 2。

表 2 我国电站袋滤设备每年投资预测

|               | 袋滤设备能力<br>(万 m <sup>2</sup> ) | 袋滤设备费用<br>(亿元)  | 滤料费用<br>(亿元) |
|---------------|-------------------------------|---|--------------|
| 新建电站(10%)     | 22.5                          | 1.35  | 0.34         |
| 电站改造 (5%)     | 262.5                         | 15.75   | 4.00         |
| 滤袋备品 (寿命 4 年) | —                             | —   | 1.00         |
| 总 计           | 285                           | 17.1  | 5.34         |
| 备 注           | 袋滤设备总重<br>约 10 万/吨            | 需要滤料原料纤维 1600 吨/年 (按滤料单<br>位面积质量为 570g/m <sup>2</sup> 计), 其中 PPS 按<br>50% 计, 年耗量为 800 吨/年 |              |

## 2 我国燃煤电站袋滤技术应用

我国燃煤电站的锅炉烟气净化, 在二十世纪八十年代以前主要是以文丘里洗涤器、多管旋风除尘器, 以及部分水膜除尘器为主。

进入八十年代以后推广静电除尘器, 九十年代不仅所有新的大机组, 而且对一些老的 50MW 的机组也都新建或改造成静电除尘器采用静电除尘器后, 锅炉烟气的净化效率也由八十年代的 98—99% 提高到 99—99.5% 以上, 这是九十年代以后装机容量大增, 而排放烟尘量维持不上升的主要原因。目前中国各电除尘器生产厂所生产的 75% 以上用于燃煤电站, 至今静电除尘器已成为燃煤电站烟气净化装置的主要设备。

二十世纪八十年代初, 电力部在推广静电除尘器的同时, 也了解到澳大利亚, 美国等国从 60 年代开始就在燃煤电站中采用袋式除尘器, 并取得良好的净化效率 (净化效率达到 99.95% 以上), 稳定的运行。

由此对燃煤电站采用袋式除尘器进行了试点应用, 自二十世纪八十年代初至今, 共经历了三个阶段:

### 2.1 第一阶段

1983 年原电力部在国内五台 100MW 以下的机组上进行首次试点。

各电厂采用的袋式除尘器一览表见所示:

| 项目       | 单位                | 云南巡检司电<br>厂 3# 炉    | 云南普坪村电厂<br>7# 炉 | 四川内江电厂<br>3# 炉     | 华东淮南电厂<br>12# 炉     | 南定热电厂<br>13# 炉 |
|----------|-------------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------|----------------|
| 锅炉及抛煤机型式 |                   | 煤粉炉                 | 煤粉炉             | 链条炉加竖井<br>磨煤机      | 链条炉改煤粉<br>炉         | 煤粉炉            |
| 锅炉蒸发量    | T/h               | 130                 | 65              | 25                 | 60                  | 75             |
| 燃煤含硫量    | %                 | 0.2—0.5,<br>最大 < 1  |                 |                    | 0.4—0.6             | 3—4            |
| 燃煤灰份     | %                 | 19                  |                 |                    | 25—28               |                |
| 烟气量 (设计) | m <sup>3</sup> /h | 300,000             | 176,000         | 66,000             | 104,600             | 190,000        |
| 烟气量 (实际) | m <sup>3</sup> /h | 280,000—<br>290,000 |                 | 70,000—<br>80,000  | 130,000—<br>150,000 | 190,000        |
| 烟气温度     | °C                | 170                 | 160             | 180—190,<br>最大 255 | 160                 | 170            |
| 烟气入口含尘浓度 | g/m <sup>3</sup>  | 11-13(测定值)          | 20              | 5—23               | 28.7(计算值)           | 15-20          |

续上表

| 布袋除尘器型式 |                | 负压, 内滤,<br>下进风反吹型     | 负压, 内滤,<br>上进风反吹型      | 负压, 内滤,<br>下进风反吹型    | 负压, 外滤,<br>下进风反吹型 | 机械回转反吹<br>风型      |
|---------|----------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| 总过滤面积   | m <sup>2</sup> | 10,179                | 4,807                  | 2021                 | 3610              | 4717 (有效)         |
| 过滤风速    | m/min          | 0.49                  | 0.61                   | 0.66 (实际)            | 0.49              | 0.67              |
| 分室      | 个              | 10                    | 9                      | 8                    | 8                 | 6个扁型格,<br>不分室     |
| 滤料材质    |                | δ = 0.4mm 无<br>碱 (罗江) | δ = 0.39mm 中<br>碱 (南京) | δ = 0.4—<br>0.5mm 无碱 | 北京前处理无<br>碱袋      | 南京中碱、<br>无碱袋      |
| 滤袋尺寸    | mm             | Φ 300×10,000          | Φ 250×100,000          | Φ 250×9,000          | Φ 296×10,000      | 110×150/300<br>梯形 |
| 滤袋数量    | 条              | 1080                  | 612                    | 288                  | 384               | 618 (改造后<br>606)  |

上述五厂中, 巡检司发电厂运行 13000 小时后, 电力部曾召开技术鉴定会予以认定, 但最终均未能坚持。自此电力系统对燃煤锅炉采用袋式除尘器就极为“慎重”。总结其失败原因, 归纳起来有两点:

#### 2.1.1 对袋式除尘器在燃煤电站中的选型及应用缺乏经验

从表 3 中可见, 五个电厂的袋式除尘器基本上是“反吹风除尘器”及“机械回转袋式除尘器”。当时, 国内的反吹风袋滤器是上海宝钢在 1981 年刚从日本引进技术, 而在 1985 年才开始投入运行。因此, 在 1983 年五个电站试点时, 国内反吹风袋式除尘器正在学习, 消化过程中, 尚无实践经验。对反吹风袋式除尘器如何适应电站锅炉的超温、结露、检漏、差压控制、反吹清灰技术以及旁通、预喷涂等技术措施尚缺乏可靠的措施。特别是南定电厂的“机械回转扁袋除尘器”, 在国内虽已在 1975 年根据日本栗本铁工厂的专利技术, 在上海冶金机修总厂已试制成功 (即国内通常所称的“ZC 型”), 并在 1983 年时已有六、七年运行经验。但当时的 ZC 型最大规格过滤面积为 1380m<sup>2</sup>、单臂、四圈, 而南定电厂由于锅炉烟量大, 设计中采用过滤面积为 4717m<sup>2</sup> (约大 3.4 倍)、双臂、八圈。特别是滤袋长度, ZC 型最长的为 6m (从 1975 年至今的三十年中, 尚无超过 6m), 而南定电厂当时设计时借用反吹风袋式除尘器的结构形式, 将滤袋长度放大到 10m 长, 结果投运初期就出现袋口吹裂破损。对于目前众所惯用并认可的脉冲除尘技术, 当时在 1979 年刚从国外菲达公司引进到北京钢厂九车间, 对其尚未引起极大的关注。由此可见二十世纪八十年代初由于国内袋滤技术的限制, 尤其是袋滤技术如何适应燃煤电站的要求缺乏实践经验所致。

#### 2.1.2 滤料品种及质量的限制

我国二十世纪初, 滤料材质品种比较单一, 常温 (<130℃) 用涤纶, 高温 (≤260℃) 用玻纤滤料。玻纤品种只有中碱、无碱, 玻纤连续纤维的机织布, 当时针刺毡刚刚试制成功, 玻纤滤料的表面后处理只有南京玻纤研究院的后处理, 和北京建材研究院的前处理。此后, 由于国外技术的引进, 适应燃煤锅炉的滤料由单一玻纤又引进 PPS、P84、PTFE、Nomex 等原料制成针刺毡, 滤料也由单一材质发展到多种原料以及“复合材质滤料”, 表面处理也发展到“防油、防水”、“PTFE 涂层”、“耐酸防腐”等。另外, 从当时的滤袋缝制技术也极为简单, 粗糙。种种原因导致当时的滤料品种和产品限制了袋式除尘器在电站锅炉上的应用。

1983 年电力部组织五个电厂试点的失败, 为燃煤电站采用袋式除尘器留下了根深蒂固的影响, 至今尚未全部消除, 这是袋式除尘器在中国燃煤电站中的第一次失败。

### 2.2 第二阶段

1994 年上海杨树浦发电厂引进澳大利亚 LURGI HOWDEN 技术将对原有电除尘器改造成袋式除尘器。

上海杨树浦发电厂 33 号炉原有的静电除尘器在国内属早期产品, 由于是二电场, 除尘截面积又较小 (75m<sup>2</sup>), 已运行十几年来, 净化效率偏低, 仅 80% 左右。由于杨树浦电厂原

有场地狭窄,电除尘器无法增加电场数和扩大收尘截面,但因国内袋式除尘器五个试点的失败,最终决定引进澳大利亚 LURGI HOWDEN 公司生产的脉冲型高气布比的袋式除尘器。其中的关键部件:如布袋、袋笼、脉冲清灰装置及 PLC 程序控制器等,由澳方提供,本体改造及其他配套设备,钢结构和安装工作等由上海电力机械厂承担。

杨树浦发电 33 号炉布袋除尘器于 1994 年 3 月 16 日正式投入试运行,试运行开始两周内烟囱排放浓度为  $27\text{mg}/\text{m}^3$ 。于 4 月 11 日(运行 25 天),发现 92 只滤袋破损(占除尘器 2420 条滤袋的 4%)排放浓度高而停炉检查。从布袋外表观察破袋是超温所致,并且布袋表面有油沾迹象,引起布袋发脆老化。

自 1994 年 10 月(试运行后半年)大批试用过三次国产玻纤袋:

第一次 1994 年 10 月初,用 800 条(占除尘器 2420 条的 30%左右)玻纤袋替换了进口的 Acrylic(聚丙烯腈)滤袋,使用 4 个月发生破袋;

第二次 1995 年 1 月,用 1210 条(占除尘器 50%)玻纤袋替换了进口的 Acrylic 滤袋,使用 2 个月后即破袋;

第三次 1995 年 6 月(试运行 15 个月)对除尘器的全部滤袋更换为玻纤袋,以确保电厂迎峰渡夏,但运行 6 个月后又发生破袋。

经过上述三次更换,最终 1996 年杨树浦电厂不得不将袋式除尘器改回到电除尘器。引进国外技术将电除尘器改为布袋除尘器,二年后又将袋式除尘器改回到电除尘器。分析其根本原因有三点:

#### 2.2.1 电站锅炉燃料为“煤、油混烧”。

由于燃料煤的质量不稳定,为确保发电,每一班最少喷 1 吨油,最多喷 12 吨油,但没有采取预喷粉等保护措施。致使滤袋粘油糊袋,影响除尘器的正常运行,滤袋寿命。

#### 2.2.2 锅炉烟气采取“掺冷风降温”措施出现结露

澳大利亚 LURGI HOWDEN 公司在设计中采用 Acrylic(聚丙烯腈)滤袋,正常运行温度为  $127^{\circ}\text{C}$ ,为此,袋滤器前采用掺冷风装置将锅炉烟气由  $140-160^{\circ}\text{C}$  冷却到  $125^{\circ}\text{C}$  以下,加上老机组烟道较短,弯头骤弯,致使烟道断面上出现温度不匀,同一截面上最高为  $130^{\circ}\text{C}$ ,最低为  $90^{\circ}\text{C}$ ,温差达  $40^{\circ}\text{C}$ ,并出现露点,滤袋表面结露,粘袋,直接影响除尘器的运行及滤袋寿命。

#### 2.2.3 澳大利亚 LURGI HOWDEN 技术当时尚处逐步成熟和完善的过程之中

杨树浦发电厂引进的“脉冲型高气布比布袋除尘器”是由澳大利亚 HOWDEN 在二十世纪七十年代所创,后为德国 LURGI 公司所兼并。二十世纪九十年代初还在逐步完善之中,主要表现在以下二点:

(1)LURGI HOWDEN 的脉冲型高气布比布袋除尘器是一种“低压”、“回转喷吹”、“椭圆袋”的脉冲袋式除尘器。为此,对这种脉冲除尘器在喷吹期间的“脉冲宽度”、“喷吹周期”、“回转臂的旋转速度”、“喷吹气量”、“喷吹距离”等等。都需要有一个完善和经验的积累过程,二十世纪九十年代初,LURGI HOWDEN 技术还处于这个过程之中。

(2)LURGI HOWDEN 公司为杨树浦发电厂除尘器所采用的是 Acrylic(聚丙烯腈)滤料,它是一种常温滤料,其长期使用温度为  $127^{\circ}\text{C}$ ,最大特点是耐水解性特别好,但其耐酸性、耐高温性不理想。Acrylic 滤料是澳大利亚电站早期使用的滤料,目前也只在一些老电厂中还有一些。杨树浦发电厂,锅炉烟气温度在  $140-160^{\circ}\text{C}$  情况下,为适应 Acrylic 滤料,它耐温是  $127^{\circ}\text{C}$ ,采用了“掺冷风”降温的措施,因烟气中含  $\text{SO}_3$  及  $\text{H}_2\text{O}$  时,其露点温度较高,导致出现结露而影响除尘器的运行。

由于上述三个方面,形成了杨树浦发电厂从电除尘器改为布袋,再由布袋改回到电除尘器。二十世纪八十年代初的国内五个试点的失败,再加上九十年代初引进国外技术的不成功。这给我国燃煤电站采用袋式除尘器形成了极深的教训,对袋式除尘器不单纯是要“慎重”,而是轻易地谁也不敢再采用布袋除尘器了。

### 2.3 第三阶段

二十世纪末到二十一世纪的燃煤电站袋式除尘器的成功再现。

#### 2.3.1 内蒙呼和浩特电厂 200MW 机组袋式除尘器的成功运行

1994 年至 1995 年:内蒙呼和浩特发电厂 5 号、6 号炉(二台 50MW)燃煤机组相继投产,除尘器为三电场高压静电除尘器,设计除尘效率为 99%,投产后,除尘效率仅为 90%左右,远远低于设计值。

1998年9月先对6号机组进行改造,将电除尘器有效截面由 $104\text{m}^2$ 扩大到 $157\text{m}^2$ ,增加12个通道。结果除尘效率仅提高到95%左右。同时将一电场RX线剪掉部分尖,二电场剪掉全部尖,三电场由RX线换成鱼骨针,再加辅助电极。结果除尘效率短期内可达到99%左右,但一个月后,除尘效率又下降到96%左右。

1999年10月对5号炉进行改造,将有效截面积由 $104\text{m}^2$ 到 $157\text{m}^2$ ,增加12个通道。并在三电场后增加一个有效长度为3m的四电场。同时将三、四电场极距由400mm加大到450mm,阴极配麻花线。从除尘器运行参数和烟囱冒烟观察,效果不明显,效率达不到设计值。

1999年8月对6号炉进行烟气调质试验,采用气-液两相喷嘴,气压0.4MPa,水压0.4-0.6MPa,水量2-3t/h,但仍未取得理想的设计效率。

2003年3月29日至30日,为增加烟气中水蒸汽含量,在除尘器入口烟道内加0.3-0.4MPa的湿蒸汽,汽量约4t/h,汽温为 $140^\circ\text{C}$ ,没有明显效果。

以上事实说明,在5、6号炉电除尘器改造过程中,尽管扩大了电场有效截面积,降低烟气流速(由 $1.4\text{m/s}$ 降低到 $0.87\text{m/s}$ );改变极距与极配;增加电场数;烟气调质等有力措施,仍未达到预期效果,说明呼厂的煤灰有特殊性(其中 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量高达45%左右,其和大于90%,特别 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量高达45-47%。而 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{MgO}$ 的含量之和小于1%, $\text{Na}_2\text{O}$ 仅为0.01%左右),电除尘器已显得难以适应。

呼厂于1998年开始扩建二台200MW供热机组,其煤种与原50MW机组的煤种相似。1999年设计时采用四电场的静电除尘器,由于考虑到5、6号炉电除尘器的经验和教训,最后决定采用德国LLB公司的低压脉冲回转袋式除尘器(该除尘器实际就是1993年上海杨树浦发电厂引进的澳大利亚LURGI HOWDEN公司的袋式除尘器)。除尘器自2001年11月投入运行至今已三年半余,运行达24000小时,烟尘排放浓度为 $30-50\text{mg/m}^3$ ,设备运行阻力在900-1200Pa之间,滤袋破损率在8000条滤袋中仅200多条,破损率5%左右。

呼厂200MW机组的低压脉冲回转袋式除尘器的正常、可靠、高效、低阻的运行,为我国燃煤电站采用袋式除尘器,终于在我国的第三阶段的应用中取得了成功,为我国电厂奠定了可靠、安全、可信的基础。

### 2.3.2 国内现有的燃煤电站袋滤技术

1995年上海杨树浦发电厂袋式除尘器运行失败以后,袋滤行业中各环保公司(厂)始终没有停止过这方面工作,各自分别在一些小型燃煤锅炉上采用袋式除尘器。更重要的是在这十年中,国内外的袋滤技术及滤料技术的发展,为袋滤技术进入电力行业奠定了良好基础。至今全国约有2000-2500万KW的燃煤电站采用了袋式除尘器,约占全国大电厂的5-7%左右。

当前国内在燃煤电站中采用的袋滤技术有以下五种。

(1) 德国鲁奇公司的“低压脉冲回转袋式除尘器”。

由于呼厂200MW机组成功运行24000小时,国内目前已在呼厂、焦作电厂、郑州热电厂等厂分别投入运行。国内的清华同方股份有限公司能源环境公司、山东济南圣杰能源环境工程公司、福建龙岩净化设备有限公司等公司已与鲁奇公司签订技术转让合同。

(2) 低压长袋脉冲袋式除尘器。

该脉冲技术是1979年从瑞典菲达公司引进后,在国内近二十几年来已为国内生产脉冲袋式除尘器的所有环保厂作为国内脉冲除尘器的一种主导产品,并成功地运行在钢铁、水泥、化工、机械等行业。

国内采用这种袋滤技术的环保公司的:

- 武汉天澄环保科技股份有限公司
- 张家港新中环保设备有限公司
- 清华同方股份有限公司能源环保公司
- 浙江菲达机电集团有限公司
- 武汉凯迪兰天科技有限公司
- 南京艾尼科环保技术有限公司
- 吴江宝带除尘设备有限公司
- ……等等。

目前国内已采用这种技术的燃煤电站有:

- 焦作电厂 3#、4# 炉
- 北京第二热电厂
- 天津开发区热电公司 5# 炉
- 内蒙古赤峰富龙热电厂 75t 和 45t 锅炉
- 张家港保税区热电厂 130t 锅炉
- 广州恒运电厂 200MW 机组
- ……等等。

#### (3) 定位反吹袋式除尘器

本技术是哈尔滨工业大学环保股份有限公司在 1984 年机械部引进美国久益 (JOY) 公司分室反吹袋式除尘基础上, 结合国内的机械回转扁袋除尘器及箱式脉冲除尘器的特点的“专利技术”。目前已用于下列电厂:

- 内蒙呼和浩特发电厂 5#、6#、7# 机组
- 中国大庆石化公司热电厂 3# 机组
- 内蒙赤峰富龙热电厂
- 烟台福泰热电厂
- 内蒙集宁市热力公司
- ……等等。

#### (4) 电袋结合除尘器

福建龙岩净化设备有限公司在天津热电厂除尘器改造中, 保留电除尘器的一电场, 并在二、三电场中拆掉所有极板、极线, 改为布袋除尘器, 这种除尘器称为“电袋结合式除尘器”, 此除尘器已在天津热电厂运行。除福建龙岩净化公司的“电袋结合”型外, 国外还有“AH 电布袋”“Max-9”等不同类型的高效、高性能的电布袋。

#### (5) 大型分室反吹风袋式除尘器。

这类除尘器也就是 1983 年原电力部五个试点中所采用的一种类型, 原机械电子工业部已于 1984 年, 为解决国内燃煤锅炉采用袋式除尘器, 也曾经安排原哈尔滨机械厂引进过美国 JOU 公司的反吹风袋式除尘器。目前经过二十几年的发展, 已取得极大的改善。挪威埃肯公司在铁合金电炉及燃煤电站锅炉烟气中采用大型分室反吹袋式除尘器具有极为丰富的经验和实践。国内部分公司已与埃肯公司合作, 在国内铁合金炉和燃煤电站锅炉中采用反吹风袋式除尘器。

### 2.2.3 目前国内保护袋滤技术在燃煤电站中安全可靠运行的实用措施

结合燃煤电站锅炉烟气的特点, 现有已投运的电站袋滤器已具有以下技术措施。

- (1) 电站锅炉开始运行时喷燃油前的“滤袋预喷涂粉尘技术”。
- (2) 锅炉烟气超温时的“喷水降温技术”及“旁通技术”。
- (3) 半干法脱硫循环硫化床高浓度 (800—1000g/Nm<sup>3</sup>) 烟气的“喷吹技术”。
- (4) 锅炉烟气的“防结露及保温技术”。
- (5) 电站锅炉停运时的“除尘器热风循环加热技术”。
- (6) 除尘器“滤袋检漏技术”。
- (7) 除尘系统“自动控制技术”。
- (8) 除尘器灰斗的“料位控制技术”及“灰斗防拱技术”。
- (9) 除尘器滤袋的“选型技术”。

## 3 燃煤电站滤袋技术的展望

我国燃煤电站采用滤袋技术, 经过近二十年左右的经验教训, 至今已逐步完善、成熟。进入二十一世纪后, 在近五、六年的实践中, 深受各界的关注, 各电站用户从成功实例中解除了过去对袋滤技术的一些疑虑, 积极推广、应用, 各环保行业, 特别是袋滤设备 (含滤料、配件厂) 制造厂在国内以燃煤电站的烟气治理作为一个“新兴的大用户”对待, 千方百计地尽早介入。从而, 在国内形成了燃煤电站袋滤技术的一股“热潮”, 甚至国外部分有关厂商也相继了解中国的燃煤电站袋滤技术及设备的动态。

当前, 从我国燃煤电站袋滤技术的发展中可以反映出以下特点:

### 3.1 国内燃煤电站在相当一段时间内还是以电除尘技术为主

在国内燃煤电站现有 4.2 亿 KW 总装机容量中,经过二十世纪八十年代至今,几乎 95% 以上为电除尘技术,而且经过二十几年的实践,电除尘技术是能满足燃煤电站的要求,电力行业对电除尘技术已习以为常。

二十一世纪后, 至今的 5-6 年中, 在国内的 4.2 亿 KW 总装机容量中, 袋滤技术仅占 5-7% (2000-3000 万 KW)。每年国内新建电站的 2000 万 KW (平均) 中, 袋滤技术仅占 10% 左右 (2000 万 KW)。为此袋滤技术在国内燃煤电站中的增长速度不可能有跳跃式的发展。

为此,当前国内燃煤电站的锅炉烟气净化, 还是以电除尘为主。袋滤技术仅在下列情况下才采用:

- (1) 由于煤种成分的特殊性, 电除尘器受到一定的限制时;
- (2) 由于排放浓度的限制, 采用袋滤器较合适时。

### 3.2 充分利用 40 年来国内积累的袋滤技术

国内的袋滤技术, 从 50 年代开始由引进、消化吸收到自主创新至今已积累了 40 多年的经验, 技术逐步成熟, 特别是 1979 年引进菲达公司的“ 低压长脉冲技术 ”, 1981 年引进日本“ 反吹风袋滤技术 ”, 1988 年引进美国富乐公司的“ 袋滤技术 (箱式脉冲、反吹风、UF 机组)”、以及有色行业、机械行业、化工行业等行业, 引进了法国、英国、美国德国等国家的袋滤技术, 使我国的袋滤技术取得极大的发展, 国际上目前所有的“实用”袋滤技术, 国内基本上都具备, 而且国内个别科研、设计、大专院校还开发出自己的“诀窍”“专利”。宝钢一期工程, 1985 年投产, 袋式除尘器的装机容量 22 万  $m^2$  全部由日本进口。1992 年二期工程投产后, 二期工程所有的袋式除尘器 95% 以上都由国内生产。至今, 经过三期建设, 宝钢的袋式除尘器总装机容量约  $\sim 80$  万  $m^2$  除一期的 22 万  $m^2$  为引进日本外, 其余 60 来万  $m^2$ , 基本上 98% 以上为国产。

从目前国内已投产运行的燃煤电站所采用的各种袋滤技术 (低压旋转脉冲型, 逐行喷吹脉冲型, 反吹风型、定位反吹风型、以及电袋结合型) 中, 真正的只有“ 低压旋转脉冲型 ”是国外技术, 其他四种都是利用国内 40 来年的袋滤技术经验所开发出来的, 与目前国内所出现的几种国外燃煤电站袋滤技术相差无几, 其中, 由于我国的历史条件所限, 我们缺乏的是“ 在燃煤电站中的实用经验 ”。

鉴此, 发展我国燃煤电厂袋滤技术应充分利用我国从 60 年代至今的 40 来年的经验积累。

### 3.3 燃煤电站锅炉烟气袋滤系统安全措施逐步完善

袋滤技术在燃煤电站烟气净化系统中的安全保护措施, 由于袋滤设备与电除尘设备的不同, 而有所差异, 如喷水降温、预喷涂、防结露保温、防氧化、旁通、高浓度烟气的喷吹灰、在线检修、滤料选择、以及自动控制技术等, 需要逐步加以完善、提高。

### 3.4 袋滤技术中的“ 滤料 ”选择

“ 滤料 ” 在袋式除尘器中占的价值约占 20—25%, “ 滤料 ” 的寿命直接关系到系统运行的可靠性。

当前国内燃煤电站袋滤技术中, 单一的 PPS 滤料, 以及 3000 小时 (四年) 寿命是众所关注的“ 热点 ”

PPS 滤料是 1977 年由美国菲利浦石油公司和纤维公司首创的商品名为“ Ryton ”, 号称是“ 专为燃煤电站开发的滤料 ”, 2001 年为日本东丽公司所收购, 商品名改为“ Torcon ”。目前在国际上作为燃煤电站的首选滤料。

近年来, 特别是 2005 年中, PPS 滤料在中国供不应求, 按国内目前燃煤电站袋滤技术的发展趋势, 明年也恐难解决, 为此, 在燃煤电站中单一选用 PPS 滤料, 恐难适应中国市场, 按国际上燃煤电站袋滤技术发展的经验分析, 开发适用于燃煤电站的滤料迫在眉睫。

另外。PPS 滤料虽然适用于燃煤电站, 但最致命的缺点是: “ 易氧化 ”, 烟气中的  $O_2$  及

---

NO<sub>2</sub> 含量都会影响 PPS 滤料的寿命.目前, PPS 滤料在燃煤电站的烟气净化中, 究竟其寿命能“确保”多少小时(月)。为此,寿命与烟气成分的关系,尚待逐步通过实践加以定论.

### 3.5 “价格”是制约“产品质量”的极为重要的因素

燃煤电站袋滤技术与其他行业的环保要求最主要的区别,在于燃煤电站袋滤技术不仅要求其有效性而且对其可靠性、安全性的要求更为突出,对袋滤设备(含滤料配件)的品质要求极高.为此,必需充分关注、熟悉产品不同品质的“价位”,否则“价位”达到一定程度时,不可能配备“高品质”的产品,它也直接影响电站烟气净化的正常运行。

我国通过近十年对电站锅炉袋滤技术的应用实践及其总结,为我国进一步推广袋式除尘器打下了良好的基础,相信再经过三、五年的实践,必将更臻成熟。

<http://www.c-bfc.com>