

旋吹袋式除尘器及戈尔玻纤覆膜滤料技术 在马钢热电厂除尘系统中的成功应用

李 通
马钢股份公司热电总厂

[摘要] 马钢掺烧高炉煤气燃煤锅炉的烟气处理系统中，采用了高效的低压脉冲旋转反吹袋式除尘器，并大胆选用了戈尔玻纤覆膜滤料，取得了巨大的成功，在国内大型燃煤电厂中开创了应用先河。

[关键词] 低压脉冲旋转反吹袋除尘器 深层过滤 表面过滤

一. 概 论

马钢新区热电厂工程，是马钢“十一五”规划实施循环经济，高效利用资源和再生资源的重点工程。其中“135MW 掺烧高炉煤气发电机组项目”，具有净化空气，有效回收高炉、焦炉、转炉混合煤气等环保效果，被安徽省科技厅列为省科技攻关重大项目。该机组建成发电后，是国内目前容量最大、技术最先进、掺烧高炉煤气比例最大的机组，其显著的节能、发电效果在全国钢铁企业中起到示范作用。

为力求达到最佳环保效果，该项目按照国家火电厂大气污染物 2010 的排放标准——即烟尘排放浓度小于 50mg/Nm³ 的标准，高起点实施环保项目投资。投入巨资上了一台新型布袋式除尘设备，并选用了最先进的薄膜滤料，使除尘效果达到 99.9% 以上。该项目的建成，使马钢用电自给率由目前 36% 提高到 63%，还能全部回收利用马钢新区富余煤气，实现煤气零放散，同时还实现了烟尘等污染物的接近零排放，为马钢乃至整个马鞍山地区的节能减排和环境保护及可持续发展发挥了巨大的作用。

二. 除尘系统技术参数

2.1 除尘系统技术参数

马钢新区热电厂 135MW 掺烧高炉煤气发电机组配套 480 吨 / 小时的超高压高温自然循环煤粉锅炉，烟气处理系统中的除尘器选用的是除尘效率最高的袋式除尘器，其形式是低压脉冲旋转反吹袋式除尘器。除尘器分为 4 个独立的除尘室，每室 2 个单元（四室八单元结构），每单元安装滤袋 708 条，整台除尘器安装滤袋 5664 条，可实现在线满负荷检修，除尘系统具体技术参数见下表一。

为了有效保护滤袋，项目组不惜投入重金，为该除尘器配套安装了先进的预涂灰系统。该系统具备自动涂灰和手动涂灰两种方式，在锅炉第一次点火前可采用手动涂灰方式，即利用罐车与喷粉系统管道配合将送入负压运行的烟道中实现预涂灰；在以后的运行中可采用自动喷粉的方式。

名 称	单 位	参 数 及 规 格 型 号
处理烟气总量	Am ³ /h	1,200,000
锅炉型式		超高压高温自然循环煤粉锅炉
锅炉燃烧工况		100%燃煤或掺烧 0~30%高炉煤气
烟气运行温度	°C	200
固体粉尘入口浓度	g/m ³	<27
出口粉尘排放浓度	mg/m ³	< 30
处理粉尘		燃煤（或煤+煤气混燃）锅炉尾气
滤袋规格	mm	Ø127×8130
滤袋数量	条	5664
过滤面积	m ²	18400
收尘器分室数		4
过滤风速或气布比	m/min	< 1.14
选用滤袋材质		Pristyne [®] 薄膜/PTFE 处理玻纤织物
收尘器运行阻力	Pa	<1500
压缩空气压力	kg/cm ²	< 0.85

表一 除尘系统技术参数

2. 1 低压脉冲旋转反吹袋除尘器优势

马钢热电厂所采用的是武进东方除尘设备有限公司的低压脉冲旋转反吹袋式除尘器，是目前世界领先的袋式除尘技术。该技术是真正意义上的低压长袋脉冲袋式除尘器，具有清灰喷吹阀数量少、清灰压力低、除尘效率高，占地面积小等特点。

1. 由于使用数量很少的大型脉冲阀，运行操作较简单，系统稳定可靠，设备可实现免维护操作，运行和维护费用低。
2. 采用低压大气量的柔和清灰技术，可以有效延长滤袋的使用寿命，清灰压力仅须 0.8~1Kg，清灰压缩空气由罗茨风机提供即可满足清灰需要，不需要空压机，不需要对压缩空气进行处理等。

3. 进入袋式除尘器的烟气采用平进平出的进气方式，流程合理，从空气动力学性能上保证了设备本体具有最低的阻力损失，本体电耗非常少。
4. 采用分室结构时，能实现锅炉满负荷在线检修；
5. 采用低压长袋技术，滤袋呈同心圆状布置，结构紧凑，占地面积小，工艺美观。
6. 采用模块化设计，各除尘单元均实现标准化设计，因此，工程从设计、生产到施工周期都很短，节约施工费用。

总之，低压旋转脉冲反吹袋式除尘器是一种高效节能的新型袋式除尘技术，处理规模越大就越能凸现其优势。

三. 除尘器滤料选择

由于燃煤锅炉烟气温度高，烟气中所含粉尘细以及含酸性腐蚀气体等特点，可能使袋式除尘器内滤袋的实际使用效果大大受到影响，如果滤袋使用不当，袋式除尘器的运行阻力将会持续升高，而滤袋在高阻力条件下运行就会因本身应力高、频繁的清灰而使滤袋提前失效或破损。除尘器运行阻力高将导致系统通风量减小而直接影响锅炉的蒸汽产量；滤袋破损也会影响粉尘排放的达标。所以在袋式除尘器运用中，滤料性能和质量的好坏，直接关系到袋式除尘器的运行和使用寿命的长短。

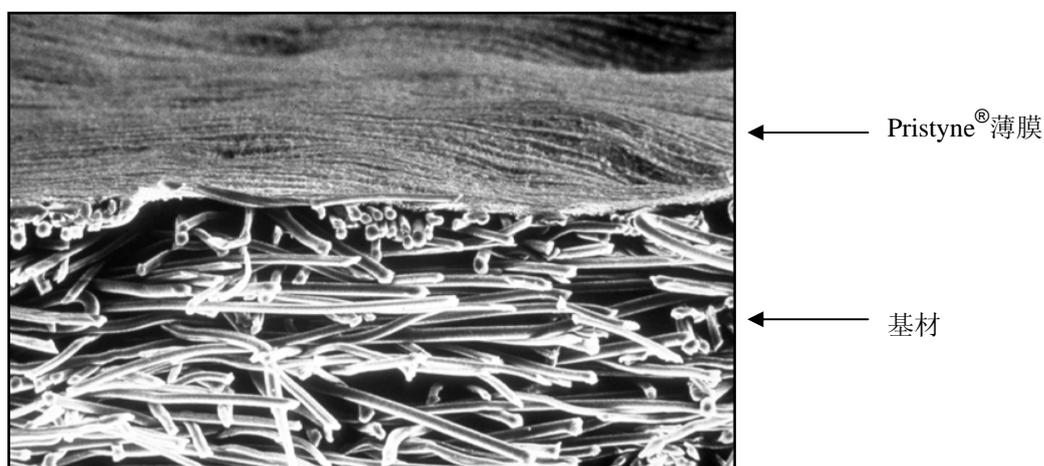
作为烟气处理系统核心部件的收尘器滤袋，因为关系到整个烟气处理系统的运行效果，为谨慎起见，我们对市场上常用的滤料作了仔细的研究和调查。在当前国内燃煤电站除尘器中，常用的是普通 PPS 滤料。PPS 滤料虽然有抗酸碱性好特点，但其最高耐温只能达到 190℃，还有一个致命的缺点就是“易氧化”，滤料在较高运行温度和氧气含量超过 9% 的情况下会发生氧化而失效，烟气中的 NO₂ 含量也会影响 PPS 滤料的寿命。根据一些采用布袋收尘的国内电站提供的数据，普通 PPS 滤袋在电站锅炉上的平均使用寿命只有 1~3 年，而滤袋失效最主要的原因是：清灰效果不佳，布袋阻力太高，清灰次数过于频繁。

而马钢新区热电厂锅炉将掺烧高炉煤气、焦炉煤气和少量转炉煤气，燃气时袋式除尘器的入口烟气温度有时会超过 200℃，而且烟气的 NO_x 含量高，因此从滤袋寿命考虑，显然不适合选用 PPS 滤料。

更重要的一个选择依据是，目前燃煤电厂的袋式除尘器上常用的是非覆膜的普通滤料，其过滤机理属于“深层过滤”。所谓“深层过滤”是指最初接触滤料的粉尘将会滞留在滤料表面，形成一层“初次滤饼”使滤料孔隙减少而提高过滤效率。滤袋就是利用这层“初次滤饼”层以实现有效的粉尘过滤过程。随着过滤的进行，粉尘会顺气流压力不断渗入滤料，导致运行阻力不断上升，系统处理风量下

降，能耗增加，并使滤袋工作寿命大大缩短。由于“初次粉饼”的存在，在处理含湿量大的气体时，滤料容易“板结”而过早失效。另外由于锅炉在点火时需要轻柴油点火和助燃，普通滤袋容易粘油糊袋，导致失效。

在经过综合考察与研究后，厂领导决定大胆采用新技术，选用美国戈尔公司生产的 Pristyne® 薄膜/PTFE 处理玻纤织物滤料。因为玻璃纤维连续运行温度为 260℃，大大超过 PPS 滤料 190℃ 的连续运行温度，对电厂锅炉的生产作业，提供了更大的温度宽容度。更重要的是该滤料的过滤表面复合了一层用“膨体”专利技术制成的多微孔、极光滑的膨体聚四氟乙烯（ePTFE）薄膜，是属于最先进的“表面过滤”技术。膨体聚四氟乙烯（ePTFE）薄膜的纤维组织极为细密，使含尘气体经过滤料后的粉尘排放量接近于零，可以满足严格的排放要求。另外膨体聚四氟乙烯（ePTFE）薄膜本身具有不粘灰、憎水和化学性能稳定等特点，使薄膜滤料具有了极佳的清灰性能，可降低清灰强度，减轻滤料的磨损，使滤袋的使用寿命大大延长。而且能保证过滤阻力始终保持在很低的水平，而处理气流量始终保持在较高的水平，这就降低了系统的风机动力和压缩空气消耗，减少系统的运行费用。下图一是厂家所提供的覆膜滤料的电子显微结构，从图中可见薄膜的结构远比基材的结构要细密均匀。



图一 Pristyne®覆膜滤料的电子显微结构

在大型燃煤锅炉收尘器上使用玻纤覆膜滤料，虽然在国外已经比较普遍，但在国内的大型电厂烟气处理系统上还没有应用先例，马钢电厂可以说是第一个勇于吃螃蟹者。除了工厂领导的高瞻远瞩外，我们的信心很大程度上还来源于戈尔覆膜滤料的高品质和良好口碑，戈尔覆膜滤袋已经在各个行业的各大型除尘器上取得了广泛的应用，并取得了良好的运行效果，获得广大用户的一致认可。另外一个就是戈尔和台鹰公司所秉承的系统解决方案的服务理念，他们拥有经验丰富的技术专家和

服务人员，能确保给我们提供专业全面的技术服务。这些都能大大降低系统低运行风险。实践证明，选用了该滤料是非常物有所值的。

四. 运行情况跟踪

该项目从 2007 年一月份开始投入试运行，经过 3 个多月的试运行，3 月 28 日，实现正式投产发电的目标。

目前烟气处理系统运行结果良好，实测的粉尘排放浓度小于 5 mg/m^3 ，收尘器的运行阻力目前一直稳定在 1100pa 左右，这通常要比选用普通“深层过滤”滤袋低 400Pa 以上。收尘器的低阻力运行保证了高通风量。变频风机只需达到额定功率的 60~70%即可满足要求，预计仅风机电耗每年就至少可以节约 50 万元以上。由于清灰性能好，节约了压缩空气的消耗量，用于生产清灰压缩空气的两台罗茨风机只需要投入一台运行就可满足清灰需要，另外一台罗茨风机可用于其他的生产用途。使整个机组项目产生了非常显著的环保效益和经济效益。

同时我们也得到了滤料厂家台鹰公司和戈尔公司的优质的技术服务。在系统运行前就派出外籍专家进行技术指导，并给工厂技术人员作了详细的技术培训，确保了操作维护的规范正常。在此后的运行过程中，台鹰公司和戈尔公司的技术和销售人员都会定期拜访，检查收尘器及滤袋的运行情况，确保了系统的正常运行。

五. 结束语

1. 马钢新区热电厂“135MW 掺烧高炉煤气发电机组”，是国内目前容量最大、技术最先进、掺烧高炉煤气比例最大的机组，其显著的减排、资源循环利用特点将在全国钢铁企业中起到示范作用。
3. 随着新烟尘排放标准（小于 50 mg/Nm^3 ）的日益严格，将会有越来越多的燃煤电厂采用袋式除尘器来处理锅炉烟气，并根据自身的特点考虑选用何种滤料。
2. 马钢新区热电厂在国内同行业中率先在低压脉冲袋式除尘器上采用优质高效的玻璃纤维覆膜滤料并取得了巨大的成功，此举进一步推动了袋式除尘器 and 高温覆膜滤料在燃煤电厂烟气处理系统中的应用，为推动我国的环保事业在这个领域的进步做了积极有效的探索。