



我国湿法造粒炭黑的技术进步

丁丽萍

(中国橡胶工业协会炭黑分会, 天津 300100)

摘要:介绍 20 世纪 90 年代以来我国湿法造粒炭黑的技术进展, 分析国家产业政策调整对湿法和干法造粒炭黑生产能力的影响。重点阐述湿法造粒炭黑生产中尾气发电以及新型高温玻璃纤维针刺毡过滤袋和 950 ℃ 高温空气预热器应用等造粒炭黑技术进步。

关键词:湿法造粒炭黑; 干法造粒炭黑; 尾气; 针刺毡过滤袋; 空气预热器

炭黑是一种用途广泛的化工原材料, 其主要用作橡胶补强剂, 我国橡胶补强炭黑消费量占炭黑总消费量的 75%~80%; 其次用于塑料、化纤、油墨和涂料等工业中作着色剂、导电剂、紫外光屏蔽剂、抗静电剂等。本文所述的炭黑是橡胶补强用炭黑。

1985 年之前, 我国炭黑生产工艺基本上是干法造粒工艺, 当时炭黑的单线生产能力只有 $0.1 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$, 后来发展到 $0.5 \text{ 万} \sim 0.8 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。1985 年天津炭黑厂率先从美国引进了 $1.5 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 新工艺湿法造粒炭黑生产线, 在此之前, 我国已开始研究和开发湿法造粒炭黑生产技术, 此时引进国外先进技术推进了湿法造粒炭黑国产化进程。随后抚顺化工厂、苏州炭黑厂在消化、吸收国外技术的进程中取得了湿法造粒炭黑生产的成功, 这标志着我国新工艺湿法造粒炭黑生产的起步。

新工艺湿法造粒炭黑单线产能较大, 一般为 $1.5 \text{ 万} \sim 6.0 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。湿法造粒炭黑的生产工艺过程采用计算机控制, 使用高温空气预热器和玻璃纤维针刺毡滤袋, 炭黑原料油消耗低。对应

于干法造粒炭黑的生产工艺, 湿法造粒炭黑生产工艺是我国炭黑工业的一次革命。

1 落实产业政策, 淘汰干法生产线

我国炭黑工业在 20 世纪 90 年代以前, 主要是以消化吸收国外技术、推进国产化进程为重点, 湿法造粒炭黑的生产技术和主要设备并没有太大的突破, 而且进展速度不快。2002 年 6 月份国家经贸委发布了《淘汰落后生产能力、工艺和产品的目录》。目录中规定, 炭黑行业应在 2003 年淘汰生产能力小于或等于 $1 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 的落后干法造粒炭黑装置。据统计 2002 年我国炭黑生产能力为 120 万 t, 其中 $1 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 以下的干法造粒炭黑生产能力占总生产能力的 54%。随着国家产业政策的公布和实施, 新一轮调整产品结构、淘汰落后干法造粒炭黑生产线再一次铺开。2003 年以后, 湿法造粒炭黑生产能力快速增长, 平均年增长率达到了 15% 以上, 同时淘汰了落后干法造粒炭黑生产线, 仅 2003 年新增湿法造粒炭黑生产能力约 38.5 万 t, 淘汰干法造粒炭黑生产能力约 20 万 t。在国家产业政策的影响和子午线轮胎快速发展的带动

下,炭黑行业优化产品结构、淘汰落后干法造粒炭黑生产线成效显著(见表1及图1)。

表1 湿法造粒和干法造粒炭黑生产能力 万t

年份	湿法造粒炭黑	干法造粒炭黑	合计
1985年	1.5	19.5	21.0
2002年	55.2	64.8	120.0
2009年	408.0	26.0	434.0

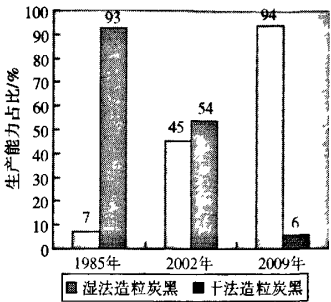


图1 湿法造粒和干法造粒炭黑生产能力对比

从表1和图1中可以看出:1985年,我国干法造粒炭黑生产能力占到了炭黑生产能力的93%,而湿法造粒炭黑只有引进国外的1条生产能力1.5万t·a⁻¹生产线;到2002年,经过近20年的发展,我国湿法造粒炭黑和干法造粒炭黑生产能力才近平分秋色,且干法造粒炭黑生产能力比例略高于湿法造粒炭黑;而到了2009年,仅用了7年的时间,我国炭黑生产总能力已达到了434万t,湿法造粒炭黑生产能力达到了炭黑生产能力的94%。至此,我国新工艺湿法造粒炭黑已基本取代了干法造粒炭黑,单线装置大型化,生产操作系统现代化,工厂环境园林化的现代化炭黑企业已形成,昔日小作坊式的干法造粒、尘土飞扬的炭黑企业已不见踪影。

在此期间,我国新工艺湿法造粒炭黑生产技术及关键设备也有了很大突破,单线生产能力已由最初的1.5万t·a⁻¹提高到4.0万t·a⁻¹;主要生产设备也达到和超过世界先进水平,空气预热器温度由最初的650℃提高到了950℃,炭黑收集系统采用了新型高温玻璃纤维针刺毡过滤材料,同时微米粉磨机、湿法造粒机、干燥机、耐火材料等都得到了进一步的提高和发展;炭黑尾气综合利用、节能降耗取得显著成效。

2 尾气利用

湿法造粒炭黑生产装置大型化以后所产生大量的烟气称之为炭黑尾气,炭黑尾气的主要气体成分是二氧化碳,其余气体成分是少量的甲烷、微量的氮氧化物,同时还含有炭黑粉尘。在早期干法造粒炭黑生产过程中,大量的炭黑尾气直接排入大气。一方面,造成环境污染和温室效应;另一方面,极大地浪费了能源。过去炭黑尾气是造成环境污染、能源浪费的根源,现在却成为炭黑企业减小排放量、增加效益的一大亮点。目前炭黑尾气有3种主要用途:一是配备尾气锅炉用于发电;二是设置急冷锅炉和余热锅炉,将所产生的蒸汽卖给所需企业;三是直接出售炭黑尾气,供应当地城市居民煤气。按照炭黑生产过程中产生的尾气量及其物理热和化学热的理论值计算,每万吨炭黑尾气的发电能力可达1400kW,每生产1t炭黑约可发电1120kW·h,相当于减小二氧化碳排放量1.12t(参照《企业能源审计方法大纲》的数据,节约1kW·h电相当于减小二氧化碳排放量1.0kg)。按2009年全行业生产炭黑283万t,且全部配备尾气发电、满负荷运转计算,全行业2009年约可发电31.7亿kW·h,减小二氧化碳排放量317万t。

据中国橡胶工业协会炭黑分会统计,2009年全行业用炭黑尾气发电能力约为27.8万kW,按满负荷发电计算,2009年发电量约为22.2亿kW·h,2009年炭黑行业减小二氧化碳排放量约为222万t。

由此可见,炭黑尾气最有效的利用方法就是发电,也是最有效的减小二氧化碳排放量的办法。由于某些企业炭黑尾气发电量超出其自身使用电量,这就需要和当地供电部门联网送电,但是在企业联网送电的过程中,遇到许多问题。例如,有些地方电力部门以送电不稳定等原因为由,不允许或刁难企业联网送电,或联网送电电价非常低,例如企业用电收费是0.8元·kW⁻¹·h⁻¹,而企业联网送电价格只有0.1元·kW⁻¹·h⁻¹,而且有些地方甚至不给钱,这种现象最近几年尤为严重。让炭黑企业困惑的是,这样一项利国利民节能减排、保护环境、低碳发展的举措为什么难以得到

贯彻实施。

3 新型过滤袋

干法造粒炭黑是易飞扬的粉末,加之收集系统及滤袋的不完善性,使当时的炭黑工厂漆黑一片,周围树木、庄稼多半被黑色覆盖,炭黑企业赔付周围农民污染费是一种普遍现象。因此,炭黑行业从20世纪90年代就提出“淘汰生产能力 $1\text{万 t}\cdot\text{a}^{-1}$ 以下炉型,变干法造粒为湿法造粒”的口号。通过近10年的努力,2009年我国炭黑生产能力已经达到434万t,炭黑产量达到283万t,新工艺湿法造粒炭黑的生产能力已占到炭黑生产能力的94%。同时,另外一个问题也呈现出来,那就是炭黑产能的极度过剩。根据近几年的统计数据,我国炭黑行业的开工率只维持在65%~70%,行业准入制度显得尤其重要。

炭黑粉尘对环境污染极大,新工艺湿法造粒炭黑在工艺上改变造粒方法,从第1阶段减少了炭黑粉尘,要想彻底根治炭黑粉尘污染,炭黑滤袋及炭黑收集系统尤为重要。20世纪60年代初,美国及欧洲对玻璃纤维针刺毡滤料开展研究,70年代进入工业化生产阶段,我国1990年由南京玻璃纤维研究设计院生产的玻璃纤维针刺毡滤料及膨体纱滤料正式鉴定投产,拉开了玻璃纤维滤料国产化的帷幕。玻璃纤维滤料是一种性能优良的新型高温玻璃纤维针刺毡过滤材料,毡层纤维呈单纤维三维微孔结构,孔隙率高,而且对气体的过滤阻力小,过滤率达到99.5%~99.8%,过滤炭黑烟气的粉尘含量控制在 $18\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 以内,该烟气肉眼看是白烟(即林格曼黑度在1级以下),达到国家环保标准规定值,而在20世纪80年代,Huyglas滤袋设计排放浓度是 $50\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

4 高温空气预热器

空气预热器是炭黑生产的主要设备,其主要用途是回收系统余热、强化反应条件、提高尾气热值、降低袋滤负荷、增大炭黑产量、提高炭黑收率,从而降低炭黑原料油消耗。理论上讲,空气预热器的温度越高越好,这样对于节能降耗起到一定

的作用。但是,由于受空气预热器材质的限制,空气预热器温度过高会影响设备的使用寿命。20世纪80年代从国外引进的空气预热器温度是 $650\text{ }^{\circ}\text{C}$,当时生产1t炭黑的原料油平均消耗量约为2.2t。进入21世纪以后,我国能源日趋紧张,行业竞争愈渐激烈,采用高效节能设备成为炭黑行业的迫切需要。经过技术攻关、改进材质等多项措施,2004年青岛德固特机械制造有限公司首次推出了 $950\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温空气预热器,并投入运行。这项技术在国际上居领先地位,国外空气预热器最高温度为 $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。高温空气预热器主要指标见表2。

表2 高温空气预热器主要指标

项 目	空气预热温度从 $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $950\text{ }^{\circ}\text{C}$	空气预热温度 每提高 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$
收率变化率/%	12	4
每吨炭黑总耗油量 变化率/%	-12	-4
产量变化率/%	45	15

近几年的新建炭黑生产线中几乎全部使用了 $950\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温空气预热器,在已有生产线中通过技术改造,也加装了 $950\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温空气预热器,淘汰了 $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ 空气预热器。据不完全统计,目前有超过半数的炭黑生产线上配备了高温空气预热器,企业在生产过程中通过工艺参数调整和试验,一般把温度控制在 $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。高温空气预热器的使用,不仅能提高炭黑收率,炭黑尾气的热值也会同时提高,使生产成本大幅度下降,给企业带来了巨大的经济效益。

炭黑行业的另一项节能措施是通过技术改造,用天然气或煤气替代炭黑燃料油,一般燃料油消耗占总原料油消耗的10%左右。上述2项主要节能降耗措施使得炭黑行业平均原料油消耗逐年降低,行业平均单耗变化见表3。

表3 炭黑行业平均单耗变化 $\text{t}\cdot\text{t}^{-1}$

年 份	单耗
1985年	2.200
2004年	1.900
2009年	1.776

5 结语

综上所述,我国炭黑行业通过淘汰落后生产工艺,用新工艺湿法造粒炭黑取代干法造粒炭黑;做好炭黑尾气综合利用和尾气发电;改善炭黑收集系统,采用玻璃纤维针刺毡滤袋及高温空气预热器等,使得炭黑行业成为一个节能、环保、向低碳经济迈进的现代化行业,我国已成为炭黑生产

第一大国。目前我国的炭黑尾气发电和高温空气预热器技术都领先于世界。针对目前存在的问题,我国炭黑行业要进一步提高尾气发电装置和高温空气预热器的配备率,在“十二五”期间达到炭黑生产线上全部配备尾气发电装置和高温空气预热器,实现污水零排放,成为拥有5~7家世界知名品牌企业的炭黑强国。

行业动态

中橡桂林 53/80-63 巨型工程机械斜交轮胎

研发项目通过验收

受广西省商务厅和财政厅委托,桂林市商务局和财政局组织有关专家,对中国化工橡胶桂林有限公司承担的53/80-63-76PR(E-4)巨型工程机械斜交轮胎研发项目进行了验收。专家组认真听取了项目承担单位的项目完成情况介绍,审查了项目验收材料,并进行了实地考察,一致同意该项目通过验收。

该项目采用先进的生产工艺技术及装备,实现53/80-63-76PR(E-4)巨型工程机械斜交轮胎产品研发。轮胎胎体采用多达48层高强力尼龙纤维帘布作为骨架材料,引入了先进的胎体均匀伸张设计,使胎体各层骨架材料受力均匀;胎面

采用全天然橡胶,提高胎面胶耐磨、抗切割性能,并设计了4种不同的个性化配方;硫化过程采用埋线测温技术、电脑监控等。该项目共申请专利14项,其中发明专利5项,获授权专利9项(实用新型专利6项,外观设计专利3项)。

该轮胎产品应用于300t的重型自卸车,能够满足用户在各种苛刻使用条件下的应用要求。在项目研发过程中,完成2项国家标准——GB/T 2980-2009《工程机械轮胎规格、尺寸、气压与负荷》和GB/T 1190-2009《工程机械轮胎技术要求》的起草工作。

尹强

大橡塑牌宽幅压延胶带生产线落户无锡

大连橡胶塑料机械股份有限公司自主研发生产的首台 $\Phi 900 \times 2800$ 四辊压延胶带生产线日前在无锡宝通带业股份有限公司“安家”。该条生产线将胶带最大宽度增大到2400mm,成为目前国内最大的宽幅压延胶带生产线。

矿山、钢铁、港口等产业迅猛发展,使大型输送设备应用越来越广泛,宽幅输送带的市场随之拓展。大橡塑公司自主研发的 $\Phi 900 \times 2800$ 四辊压延胶带生产线主要应用于宽幅压延胶带的生产。它可以生产1500~2400mm幅宽胶带,可进行带芯的双面贴胶、多层胶片的压延、帆布贴

胶等。

该生产线主机采用国际先进的辊筒中高度、轴交叉、反弯曲、预负荷等技术。主机辊筒采用离心浇铸技术,强度、刚度大。辅机整线同步恒张力控制,制品自动计长切割,双工位翻转式卷取。该机液压伺服调距系统、射线巡检测厚系统、PLC编程控制、现场总线技术、远程I/O、触摸屏式动画人机界面、制品厚度全自动闭环控制等都是世界最先进的技术。这些技术的应用,保证了该生产线技术的先进性和可靠性。整条生产线环保,操作方便,自动化程度高,安全性好。

王振平