



指标,令人惊叹

硫酸厂的办公大楼,明显有着上世纪末的时代气息。上楼时,记者不禁被每个台阶上都刻着的清秀小字吸引住了——1995 巨化硫酸厂。这些字让记者更加好奇,一个上世纪末的工厂,怎样脱胎换骨成为新世纪的能效领跑者?

来到办公楼3层的厂长办公室,从生产一线回来的副厂长戴如康刚刚坐定。几句寒暄之后,戴如康开始毫无保留地向记者介绍了自家经验。

“硫酸生产过程有很多环节放热,比如焙烧硫铁矿、SO₂ 转化为 SO₃ 阶段等。如何把这些余热最大程度地利用起来,转化为蒸汽、电,是我们近年来一直在花心思做的事情。”戴如康说,像国家的“十二五”规划一样,硫酸厂每5年也有自己的节能规划。总体来说,节能工作主要从两方面展开:一是将以前浪费掉的热量尽量多地回收起来,二是提高热交换的效率。

根据原料的划分,硫酸生产方式主要有3种:硫铁矿制酸、硫黄制酸和冶炼尾气制酸。巨化硫酸厂采用的是硫铁矿制酸法。据戴如康介绍,国外硫酸产品的能耗较低,但国外多数

是用硫黄制酸,比矿制酸少了一个焙烧的原料处理过程,没有可比性。而国内的矿制酸企业水平参差不齐,平均能耗为110 千克标准煤/吨。矿制酸很多都是老企业,规模比较小,在热能回收上就做得差一些。而巨化硫酸厂现在的能耗基本可以稳定在-135 千克标准煤/吨。

听到这一数字,记者不禁发出赞叹之声,戴如康却谦虚地说:“去年还达不到这个水平。受开停车影响,我们的能耗平均在-130 千克标准煤/吨。”戴如康告诉记者,近年来,硫酸厂进行的大小改造十几项,如矿渣余热利用、锅炉中温余热回收、背压式汽轮机发电、SO₂ 透平机和给水泵透平机改造、省煤器改造、喷射式混合加热器改造等。2011 年,硫酸生产过程中产生的高位热能利用率已经从建厂初期的 23.09% 提高到 69.28%; 中位热能利用率从 0 提高到 43.86%。总体热能利用率从 15.04% 提高到了 52.39%, 单位产品综合能耗从 1995 年的 17.66 千克标准煤/吨降至今年一季度的-135.32 千克标准煤/吨。

巨化硫酸厂: 产能源的绿色工厂

——石油和化工行业能效领跑者调研报告之二

□ 本报记者 张艳燕

引言 不了解硫酸生产企业的人可能不知道,现在的硫酸厂主要盈利来源已经不再是各种硫酸产品,而是一个生产生活不可或缺又日渐昂贵的产品——能源。在全国工业企业大兴节能之举的当下,国内大多数硫酸企业在能源消耗方面已经做到了转正为负,并将省出来的能源当作产品来卖。看上去,这些硫酸企业已经有些“不务正业”了。

而在这些“不务正业”的硫酸企业中,巨化集团硫酸厂的作为更是突出。“随着这几年的发展,我们的倾向是,今后不仅做一个输出硫酸的企业,还要发展一个能源工厂。”巨化集团硫酸厂副厂长戴如康告诉记者,今年一季度,巨化硫酸产品的能效指标已经达到-135.32 千克标准煤/吨,而全国同类企业大概维持在-110 千克标准煤/吨的水平。

-135.32 千克标准煤/吨,意味着巨化硫酸厂每生产1吨标准酸,就可以额外输出135 千克标准煤的能量。高效的能量利用水平使得巨化硫酸厂当之无愧入选行业能效领跑者。

巨化硫酸厂是如何做到能耗转正为负? 又是如何成为行业能效领跑者? 他们的经验对其他企业有何借鉴意义? 能效指标在日后还有没有进步空间? 通过记者在巨化硫酸厂的走访,这些谜底一个个被揭开。

挖潜,持之以恒

在记者对巨化硫酸厂的节能系统了然于胸之后,戴如康又谈到了他们下一步的节能计划。“节能是无止境的。下一步,我们要在提高高位和中位热能利用率的基础上,开发低位热能的利用,将热能利用率从 2010 年的 52.39% 提高到 55%, 并加强能量梯级利用。”

总师室主任袁纪文指着摊开的工艺流程图说:“焙烧部分热能回收已经有了,转化部分也有了,还有潜力的环节就是除尘和吸收。”

据袁纪文介绍,电除尘器出口烟气温度为 300°C-320°C, 属中位热能。但由于电除尘器出口烟气含水量相对较高,且含有 SO₃, 烟气露点温度高达 200°C, 易产生低温腐蚀, 废热利用条件比较苛刻。经过对比,巨化硫酸厂拟采用分离套管式热管蒸汽发生器作为废热利用的设备,分别在 5、6 号炉电除尘器后安装,实施后每小时可产生 2.5 吨 0.5 兆帕的饱和蒸汽。

此外,为了提高热交换的效率,巨化硫酸厂还将实施循环水系统水处理保持高效传热项目。在水管上或凉水塔内安装高压静电水处理器,在其产生的高压静电场中,可以阻

止阴阳离子发生化学反应,从而起到阻止结垢的作用。经过处理后,水的换热效果提高,有望降低硫酸厂新鲜水用量 45 吨/时,节约循环水用量 300 吨/时。

“干吸低位热能回收只在硫黄制酸装置上有成功应用,矿制酸国内还没有可借鉴经验。我们考察了美国孟莫克公司的 HRS 系统,该系统在理论上吨酸可产生 0.5 吨蒸汽,可经我们测算只能产生 0.2 吨,经济效益不太明显。”袁纪文说,他们对两家国内企业的系统进行了调研,依然没有达到预期效益。

“低位热能回收是国家《工业节能‘十二五’规划》中对硫酸行业明确提出的,也是未来节能的潜力点之一,我们将会持续关注该领域的技术进展。”戴如康告诉记者。

能效调查渐近尾声,说到自家经验,巨化人总是毫无保留。“我们正在开展矿制酸国家循环经济标准化试点,这其中包含了所有的节能工作。将来,我们的做法将会形成一套完整的标准体系,不仅可以供业界分享,还能复制给兄弟企业。未来,我们希望见到更多的绿色能源工厂!”戴如康说。

改造,形成特色

耳听为虚,眼见为实。听过戴如康的介绍后,对于巨化的节能设备改造,记者早想见庐山真面目。戴上安全帽,记者走进了硫酸厂厂区。记者特意吸了吸鼻子,并没有闻到异味,相反,硫酸车间门前的两大块草坪倒让人心旷神怡。

远远地,记者看到了 5 号沸腾炉。5 号炉正在进行加装保温层施工,以避免热量的浪费。硫酸厂生产科科长毛志绍告诉记者,沸腾炉里进行的是矿制酸的一个环节——硫铁矿焙烧。矿石在沸腾炉里充分燃烧后产生 900°C 左右的高温炉气,经锅炉一级余热回收以后,变为 300°C 左右的矿渣和含有 SO₂ 的炉气。

“一级回收大家都有,不稀奇。但是我们在锅炉一级回收后又增加了一套冷却滚筒,专门针对矿渣进行热能的二级回收,这也是巨化硫酸厂的特色节能项目之一。能做到矿渣余热回收的企业全国最多 3 家。”毛志绍说,这套装置今年 4 月刚刚投入正常运行,能将矿渣冷却至 100°C。冷却滚筒回收的热量用于给锅炉水进行预热,可以将 40°C 左右的脱盐水升温至 60°C。待 6 号炉矿渣加热脱盐水热能回收项目完成后,脱盐水温度将进一步增高,届时将减少除氧器的脱盐水加热蒸汽

量。如果按每年运行 8000 小时计算,每年可节约标煤 2923 吨。沸腾炉后面紧跟着旋风除尘、电除尘等设备,高温炉气经过一系列工序后要进入转化器,SO₂ 在转化器中生成 SO₃。在转化反应过程中,又出现了巨化的一大亮点——中温锅炉。

“中温锅炉的使用,将 480°C 的炉气降到 430°C 左右,每小时能产生 2 吨左右 0.5 兆帕的低压蒸汽。”毛志绍指着中温锅炉向记者介绍说,以前该环节降温依靠 SO₂ 换热,但热能利用效率不高,现在改用中温锅炉,可以直接将温度降下来。

看完矿渣、炉气的热能回收,记者来到了利用回收蒸汽的汽轮机发电工段。工段长杨金水告诉记者,1 号汽轮机是背压式发电机,发电后每小时还能产生 17 吨 0.5 兆帕的低压蒸汽,随后并入公司管网外供。

往厂房里面走,记者抬头看到了墙上“热能变电能,安全出效益”的条幅,可条幅下 2 号汽轮机却安静地躺着。不运转如何出效益? 看着记者的疑惑神情,毛志绍笑了起来:“这台汽轮机是 6000 千瓦的冷凝式发电机,主要使用 6 号沸腾炉的蒸汽,但发电后副产的蒸汽需要冷凝成水,能



很高。现在蒸汽价钱这么好,综合考虑,我们就安排它休息,蒸汽另作他用。这是出效益的最好方式。”

随后,记者又来到了 SO₂ 风机房,这里同时安装着电机和透平机,用于将 SO₂ 气体从前一个工段抽到后一个工段。“刚才说的另作他用就是到这儿了。6 号炉产生的中压蒸汽用来直接驱动 SO₂ 透平机。以前这一环节是单纯用电驱动的,致使全厂的吨酸综合电耗较高,每吨酸大概耗电 130 千瓦时。去年 11 月,我们安装了这台 1600 千瓦的 SO₂ 透平机。现在有蒸汽时就用蒸汽驱动,吨酸电耗已经降到 80-90 千瓦时。”毛志绍说。

硫酸车间的副主任俞谢华还

补充道:“SO₂ 透平机使用完产生的低压蒸汽还有利用价值,进入给水系统的透平机,驱动给水系统。将蒸汽输入 2 号汽轮机发电改为驱动透平机,虽然每年减少发电量约 1500 万千瓦时,但可增加蒸汽外送量 10.8 万吨。”

对于巨化硫酸厂的节能成绩,毛志绍还向记者坦言,不光是这些设备改造的功劳,也借用了集团这一生产联合体的优势。比如,硫酸厂购买的热电厂脱盐水、氟化厂冷凝水等,都是带有一定温度的,氟化厂冷凝水甚至高达 80°C-90°C,这大大减少了输入锅炉预热所需的能耗。此外,硫酸厂产生的低压蒸汽可以以不低于每吨 150 元的价格卖给电化厂、氟

化厂,而其他企业是肯定达不到的。

“我们的目标就是多产汽,且保证蒸汽一点儿都不浪费,因为跑冒滴漏的都是钱!”杨金水说。俞谢华也说:“为了保证能源的最大限度利用,我们将考核指标分配给每个工段、每个班组,并且通过经济杠杆调动员工的积极性,超额完成指标的职工还会得到厂里、集团的嘉奖。”

听到这,记者不禁感慨,节能工作在巨化硫酸厂体现得真是面面俱到,不仅要多产蒸汽、多回收蒸汽,还要用对蒸汽,用好蒸汽。“我们就是要用这些余热养活自己的工厂。”毛志绍的话语中带着些许兴奋。

行业分析

硫酸行业——用技术“生产”能源

□ 本报记者 张艳燕

近几年,我国硫酸行业不同工艺路线在热能回收上都取得了一定的成绩。记者从中国硫酸工业协会了解到,2011 年硫黄制酸和硫铁矿制酸的单位硫酸产品平均能耗值分别为-130 千克标准煤/吨和-110 千克标准煤/吨。据不完全统计,2011 年我国硫酸制酸和硫铁矿制酸企业共回收蒸汽 7220 万吨,其中,硫黄制酸回收蒸汽 5250 万吨,硫铁矿制酸回收蒸汽 1970 万吨,相当于节约标煤 1000 万吨,减排二氧化碳 2500 万吨。

中国硫酸工业协会理事长齐焉告诉记者,硫酸行业在能源回收方面能有如此大的成就,与近几年热能回收技术的不断进步和行业协会的大力推广是分不开的。

硫黄制酸的低位热能回收技术是近年来硫酸行业节能降耗工作中最大的亮点。该技术最大程度地回收了硫酸生产过程中所有余热,使硫黄制酸的热回收率从过去的 60%-70% 提升到 90% 以上,吨酸产汽量由原来的 1-1.2 吨增加至 1.7-1.8 吨。据不完全统计,我国目前建成的硫黄制酸低位热能回收装置 55 套,硫酸产能 2300 万吨,占硫黄制酸总产能的 51%; 在建装置 27 套,硫酸产能 1100 万吨。

硫铁矿制酸企业也在回收热能方面做了很多工作,取得了阶段性的成果。具体的节能改造包括利用电除尘出口 300°C-320°C 的

烟气加热沸腾炉底空气,提高沸腾炉燃烧热量;以转化工段多余的热量加热脱盐水;以吸收工段低位热能加热锅炉给水,提高装置整体的热回收率,可使吨酸产汽量达到 1.6 吨以上。

硫铁矿制酸的低位热能回收技术是我国硫酸行业未来节能的重要潜力点之一。“目前该技术正处于最后的攻关阶段,相信在业内企业和有关科研院所的共同努力下,该技术将很快攻关成功并得到广泛应用。”齐焉说。

而采用冶炼尾气制酸的企业也开始回收转化工段的余热,吨酸产汽量可达到 300 千克左右。比如金山防城港年产 160 万吨硫酸项目正在建设低位热能回收装置,预计明年可投产见效。

齐焉同时指出,硫酸行业节能工作仍然有很多问题亟待解决。首先,我国中小型硫酸企业数量较多。由于规模小、资金不足,各种先进的节能技术难以在中小型企业推广应用,导致中小型企业能耗水平较大型企业有很大差距。这严重影响了整个硫酸行业的节能水平。

其次,一些小型企业的生产管理不规范、不科学,操作人员培训不够,专业知识不足,导致企业花大价钱买了好东西却不会用。企业重金引进的先进节能技术和装备,由于缺乏科学的管理体系,始终无法发挥最佳的性能。

图片说明:

- ①巨化硫酸厂的冷水塔装置,未来将在塔内安装高压静电水处理器,提高热交换效率。(章威摄)
- ②汽机工段工人正在对 1 号汽轮机进行每小时一次的巡检。(章威摄)
- ③这台 1600 千瓦的 SO₂ 透平机可以用蒸汽驱动,使吨酸电耗降到 80-90 千瓦时。(章威摄)
- ④通过冷却滚筒装置进行余热回收的矿渣正在经传送带送往装车地点。(本版图片除署名外均由张艳燕摄)

专家点评

不断探索节能新路

□ 中国硫酸工业协会理事长 齐焉

巨化集团从上世纪 70 年代末开始就在降低硫酸产品能耗进行试点,参与硫酸余热锅炉的首次设计,首个试用蒸汽透平带动 SO₂ 风机等。经过 30 多年的发展,硫酸行业的技术、装备水平不断提高,巨化硫酸厂始终坚持把节能降耗和循环经济之路作为企业求生存谋发展的重要手段。通过在废热回收和降低能耗方面下功夫,巨化硫酸产品的能效水平已经到了一个新高度。

在废热回收方面,巨化硫酸厂除启动中压余热锅炉外,还收

集硫酸生产过程中的点滴余热,如利用沸腾炉排出的 800°C 热渣灰对脱盐水进行预加热;利用转化余热设置省煤器加热锅炉给水;通过收集余热转变为中压蒸汽,提高吨酸产汽量等。今年以

来,巨化硫酸厂吨酸副产蒸汽量达到 1170 千克,已接近硫黄制酸的平均水平。

在降低能耗方面,巨化硫酸厂通过技术改造将干吸塔塔底开孔率由原来的 30% 提高到 50%,将

干吸塔更换为规整填料,由此降低了干吸塔的填料高度,不仅降低了系统阻力,使硫酸年产量由 18 万吨扩产至如今 36 万吨,同时也满足了节能的需求;通过蒸汽透平驱动 SO₂ 风机,使中压蒸

汽得到梯级利用。该企业一季度综合电耗已降到 101 千瓦时/吨,基本达到《矿制硫酸单位产品综合能耗限额(送审稿)》的先进值 100 千瓦时/吨的水平。

巨化硫酸厂节能降耗的很多措施为硫铁矿制酸企业进一步节能提供了一个良好的思路。而且,巨化硫酸厂始终秉持以科技创新带动企业发展的理念,加大与科研院所、大专院校开展联合科技攻关的力度,在企业自身发展的同时,也带动了整个行业的技术进步。