

铝熔炼炉渣油改天然气的综合分析

□ 港华投资有限公司 (518026) 邱建杭 田春燕 伍宇铿 司铁军

摘要: 本文以广东某客户的铝熔炉渣油改天然气项目为案例,介绍了所使用的节能技术,分析了改造的经济效益,并从排放角度比较了环保性,以此提出了相应的改造建议,为发展油改气客户的燃气单位提供参考。

关键词: 铝熔炉 渣油 天然气 经济

1 引言

近年来,随着中国大规模的基建投资和工业化进程的快速推进,铝型材作为建筑领域和机械工业领域重要的应用材料,全行业的产量和消费量迅猛增长,我国也一跃成为世界大的铝型材生产基地和消费市场^[1]。因此,未来铝型材行业能源需求增长的潜力大,仍是燃气公司的优质客户,必须重点关注。

然而,2014年下半年开始,国际油价大跌,国内油价也随之降低,2015年10月时广东地区的渣油报价在2 500元/t~2 900元/t左右(8 300kcal/kg),按照等热值换算,相当于天然气2.5元/m³~2.9元/m³(8 300kcal/m³),而这些地区管道天然气的工业售气价普遍在4元/m³以上,因此燃气公司开发新工业客户难度增大,甚至有些已有客户进行能源逆替代,严重影响公司的气量指标完成。为此,我公司除为客户提供暂时性气价让利、报装减免等优惠政策,也积极研究窑炉节能技术,帮助客户实现低能耗生产,既提高了客户的竞争力,也利于公司的气量实现持续增长,同时为社会的低碳发展贡献力量。

铝型材行业中,熔炼阶段耗能最高,节能潜力最大,因此我公司重点研究铝熔炼炉的节能改造。本文介绍了广东某客户熔铝炉改造案例,说明了降低能

耗的改造技术,以及改造的经济效益,得出当渣油2 800元/t、天然气3.65元/m³时油改气仍具有经济优势,同时分析了环保贡献,并以此提出改造建议。

2 熔铝炉改造案例

广东某客户共有5台20t的熔炼炉(如图1),产品为铝棒,年产量约15万t,投产后一直使用渣油,采购价格为2 800元/t,热值8 300kcal/kg,产品能耗为90kg渣油/t,等热值换算为天然气后能耗为90m³/t(该地管道气热值为8 300kcal/m³),而理论上熔化1t铝只需要天然气约32.3m³^[2]。

现场排查,熔炉主要有如下4方面问题:

①排烟温度高。虽有余热回收,但烟气排放温度仍超过450℃。

②炉膛截面温度分布不均匀,通过人工在炉内进行搅拌以消除死角温差。

③炉压偏差较大,炉内有火焰溢出。

④燃烧系统是人工手动控制,完全依靠工人的经验决定,造成浪费。

针对上述问题,我司联合窑炉改造商设计了天然气改造方案,最终产品能耗天然气达到63m³/t,降低30%,节能效果明显。



图1 20t的熔铝炉现场图



图3 新蓄热球



图4 积灰板结的蓄热球

3 节能改造技术

该案例中，主要采用了4种节能技术：蓄热式燃烧、高速烧嘴、炉压控制、燃烧自动控制。

3.1 蓄热式燃烧技术

蓄热式燃烧，也称高温空气燃烧，可以通过蓄热球从窑炉烟气中回收热量来预热空气达到交替燃烧均匀加热目的，空气预热温度可达到烟气温度的95%，燃烧热效率可达80%。如图2所示，当高温烟气通过A烧嘴蓄热时，助燃空气通过B烧嘴放热，即A烧嘴起到排烟口的作用，而B烧嘴在燃烧，并且以30s~200s的周期进行状态切换。蓄热体内有蓄热球，新蓄热球见图3，一般使用3个月~6个月后会因积灰堵塞影响换热效果，成为图4形状，此时应更换新蓄热球^[3]。

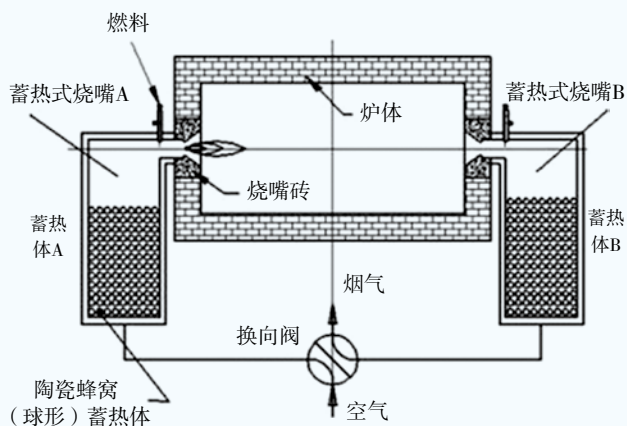


图2 蓄热式燃烧示意图

3.2 高速烧嘴

高速烧嘴的燃烧气体出口速度可达100m/s以上，通过渗入二次空气使出口的燃烧气体温度降低到与工件加热温度相接近的温度。因此，采用高速烧嘴可强化对流传热，促使炉内气流循环、均匀炉温，同时降低火焰与工件间温度差，对提高工件加热质量和节能十分有利^[4]。

3.3 炉压控制

炉压控制直接关系到燃烧安全、能源消耗、设备长期可靠运行等各个方面，是窑炉工况的重要指标。

当炉内压力为负值时，将由炉口及其它不严密处渗入大量冷空气，导致离炉烟气带走的热损失增加；当炉内压力为正值时，高温烟气逸出炉外，火焰向外喷出，同样也造成热损失（如图5）。

3.4 燃烧自动控制

自动控制系统能够直接促进工业窑炉整体性能的提高，保证炉温均匀性、低氮氧化物排放以及安全稳定运行，减轻劳动负荷，提高单位能源产出率。



图5 炉压过高，火焰向外喷出

常用的燃烧系统控制方式有：空燃比控制、炉温控制等动态燃烧控制技术及相应设备（动态燃烧器与现场控制器）。

4 经济性分析

4.1 投入费用

4.1.1 设备改造费用

该客户使用20t的熔炼炉，改造费用为25万元，表1为改造项目的具体清单。

4.1.2 管网投入费用

该客户红线范围内燃气无缝钢管长度为500m，管网投入费用约为40万元。

4.1.3 总投入费用

表2列出了熔铝炉节能改造的总投入成本，每台20t熔铝炉改造成本为25万元，该公司共5台熔炉，总设备改造费用为125万元；管网投入费用约为40万元，总投入165万元。

表2 总投入成本 单位：万元

项目	投入费用
设备改造费用	125
管网投资费用	40
总投入	165

4.2 运行成本

4.2.1 年燃料成本

本案例中客户年生产铝棒15万t，原用渣油的产品t耗为90kg/t，年渣油消耗量为13 500t，按照2 800元/t的采购价格，年运行燃料费用为3 780万元。客户进行节能改造后，用天然气的产品t耗为63m³/t，年天然气耗量为945万m³，按照燃气公司给予的气价3.65元/m³计算，年运行燃料费用为3 450万元，降低了330万元/a。

4.2.2 使用渣油的年附加成本

使用渣油作为燃料时，燃烧产物易堵塞除尘器、损坏油泵，设备的更换费用高，同时影响生产的进行，影响工人的情绪。设备的使用寿命与渣油质量有关，一般除尘器布袋、国产油泵更换费用约30.4万元，

表1 20t熔铝炉改造清单

序	设备名称	数量	单位	序	设备名称	数量	单位
1	燃烧室（喷头）	2	个	14	高压引风机	1	台
2	蓄热室（蓄热桶）	2	个	15	烟气排放管道	15	m
3	高铝蓄热球	1.5	t	16	烟气排放管道附件	1	套
4	燃气主烧嘴	2	支	17	冷却风机	1	台
5	燃气点火烧嘴	2	支	18	冷却空气管道	15	m
6	自动点火系统	2	套	19	冷却空气管道附件	1	套
7	火焰监测系统	2	套	20	炉旁压缩空气管道	30	m
8	空气/烟气换向阀	4	套	21	压缩空气管道附件	1	套
9	炉旁燃气供应管道	30	m	22	K型热电偶	3	支
10	燃气管道附件	1	套	23	正负微压变送器	1	个
11	高压鼓风机	1	台	24	电控柜	1	套
12	助燃空气管道	15	m	25	自动控制系统软件	1	套
13	助燃空气管道附件	1	套	26	控制电缆及附件	1	套

假定更换周期为3年,则每年的设备维修费用为10.1万元。另外,对于粘度较大的渣油,必须通过加热降低粘度,还需要增加一套燃油加热系统,而且在设备维修、无法点火或中途熄火期间引起的工程停工也会有费用损失。而且使用渣油时蓄热球的维修周期大大缩短,较天然气可增加蓄热球更换成本约2万元/a。

综合以上说法,本文以15万元/a作为使用渣油的附加成本。

4.2.3 总运行成本

表3列出了客户改造前后的运行成本,改造前每年运行成本为3 795万元,改造天然气后为3 450万元,每年可节约345万元。

表3 改造前后运行成本 单位:万元/a

方式		费用	总计
改造前(渣油)	燃料费用	3 780	3 795
	附加成本	15	
节能改造后(天然气)	燃料费用	3 450	3 450
	附加成本	0	
改造可节约运行费用			345

4.3 投资回收期

该客户进行天然气节能改造后,每年可节约燃料成本330万元,同时因使用了清洁能源,维修、蓄热球更换等成本也相应降低,每年可减少15万元,相当于每年可节约345万元。投入费用包括两部分:设备改造费用125万元、管网费用40万元。按此计算,回收期只有5.7个月,第一年可为客户节约180万元,从第二年开始每年可节约345万元,经济效益明显。

表4 客户节能改造的回收期及经济效益

总投入 (万元/年)	设备改造费用	125
	管网投入费用	40
改造后节约费用 (万元/年)	燃料费用	330
	燃用渣油的附加费用	15
投资回收期(月)		5.7
第一年可节约成本(万元/年)		180
第二年可节约成本(万元/年)		345

5 环保分析

天然气与渣油相比,成分单一,可完全燃烧,是

一种清洁、环保的能源。渣油的燃烧过程为:雾化—气体蒸发—与空气混合—着火—燃烧,在雾化、气化蒸发、混合燃烧阶段易不完全燃烧,产生大量黑烟和有毒有害气体。而天然气的燃烧过程:与空气混合—着火—燃烧,过程相对简单,燃烧完全充分,产物为二氧化碳和水蒸气,无有害物质产生,排放气体无色无味无毒,完全符合环保要求。

以15万t/a的产量计算,分别需要渣油、天然气(纯甲烷)的量为:13 500t、945万m³,表5为为燃料使用1年,计算的完全燃烧的尾气排放量(不计炭黑、灰分),可见使用天然气后尾气中CO₂、NO₂、SO₂的排放量明显减少,每年可减少CO₂排放量为20 770t,相当于种植901 792棵树一年可吸收的CO₂量^[9],因此,改用天然气能大大减轻温室效应,真正实现了低碳、低氮、低硫燃烧。

表5 渣油、天然气燃料尾气排放比较(t/a)

参数	尾气总量	CO ₂ 含量	H ₂ O含量	NO ₂ 含量	SO ₂ 含量
渣油	54 810	39 330	14 500	440	540
天然气	33 750	18 560	15 190	0	0

6 结论

对使用单位热值价低的渣油/煤为能源的客户进行天然气替代,燃气公司需判断客户设备的节能潜力,为客户提供节能方案,以合理的回收期计算客户可承受气价,以达到客户与公司共赢的目的。

参考文献

- 1 中国产业研究报告网. 2015-2020年中国铝型材行业分析及投资前景评估报告. 2015[M]. 2015
- 2 官文洪等. 提高助燃风温度对熔铝炉燃烧特性影响的研究[J]. 节能, 2014; (7): 30-33
- 3 刘效洲. 换向与不换向蓄热式燃烧技术的优劣比较[J]. 铝加工, 2015; (1): 55-57
- 4 同济大学. 燃气燃烧与应用[M]. 中国建筑工业出版社, 2011
- 5 机电工程署及环境保护署. 香港建筑物(商业、住宅或公共用途)的温室气体排放及减除的核算和报告指引 2010[M]. 2010