



移动扫码阅读

王文铭.彩涂生产线烟气余热回收工艺优化分析[J].能源环境保护,2019,33(4):41-44.

WANG Wenming.Optimization of waste heat utilization system for exhaust gas generated by color coating line[J].
Energy Environmental Protection,2019,33(4):41-44.

彩涂生产线烟气余热回收工艺优化分析

王文铭

(煤科集团杭州环保研究院有限公司,浙江 杭州 311201)

摘要:针对彩涂生产线油漆废气焚烧处理过程中产生的高温烟气,分析并确定了余热利用方案。通过对废气换热、化涂换热、水-气换热系统的优化改造,实现了天然气焚烧余热与固化炉干燥用热、涂装热风吹扫用热、前处理脱脂清洗用热之间的平衡,烟气排放温度从200℃降至80℃以下,天然气消耗降低31.4%。

关键词:彩涂线;焚烧炉;余热利用;节能

中图分类号:X706 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8759(2019)04-0041-04

Optimization of waste heat utilization system for exhaust gas generated by color coating line

WANG Wen-ming

(Hangzhou Environmental Protection Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group, Hangzhou 311201, China)

Abstract: The scheme of waste heat utilization was analyzed and determined for high-temperature exhaust gas generated by paint exhaust gas combustion treatment in color coating production line. By optimizing exhaust gas heat exchange system, chemical coating heat exchange system and water-gas heat exchange system, the balance was realized between the waste heat provided by natural gas combustion and the heat needed for drying in solidification furnace, hot wind purging and degreasing cleaning. The discharge temperature dropped from 200℃ to below 80℃. The natural gas consumption was reduced by 31.4%.

Key words: Coating line; Incinerator; Waste heat utilization; Energy saving

0 引言

我国是钢结构件生产大国,钢结构建筑使用的彩涂钢板一般采用板材辊涂法生产。涂装的金属板材在干燥、固化阶段产生的废气含有大量有机溶剂(VOCs)组分,采用天然气焚烧炉洁净燃烧满足环保排放指标^[1],燃烧温度在740℃以上。近年,随着环保治理水平及能源双控要求的提高,企业具有环保、能耗双重压力,降低生产能耗成为彩涂板生产企业的迫切要求。文章针对浙江某金属薄板企业彩涂2#生产线涂装废气的余热利用系

统实施技术改造,引进自动控制系统,使废气余热充分回收利用,大幅度降低废气焚烧的天然气消耗,为企业节约能源成本^[2]。

1 生产概况

该金属薄板生产企业有两条镀铝锌、两条彩涂连续生产线,其中每条彩涂线产能为12万t/a,生产工艺包括铆接、脱脂、清洗、化涂、烘干、底涂、面涂、固化、强冷等过程。

金属板材涂装使用油漆及有机溶剂^[4],以降低油漆的粘稠度保证涂料能够均匀的涂覆在彩钢

收稿日期:2019-02-25

作者简介:王文铭(1963-),男,江苏常州人,本科,工程师,主要从事清洁生产、节能技术研究。E-mail:1036081812@qq.com

板表面。涂装的彩钢板经过烘烤、固化,将涂料中的有机溶剂去除,固化干燥的废气中含有大量有机溶剂(VOCs)组分,采用焚烧方式处理^[5]。彩涂线脱脂清洗、化涂吹扫、烘干、固化4个工序的用热均来源于焚烧废气回收的余热。

2 余热回收及现状

2.1 余热回收原理

彩涂烘干、固化系统产生的含VOC_s的废气经废气焚烧炉高温燃烧(燃烧温度一般在680℃~

740℃之间),其中有害物质(VOC_s、硫化物等)分解成碳氧化物和氮氧化物^[6],形成的高温烟气含有大量热能,可分段实施余热回收^[7]。首先经过废气换热器加热焚烧炉鼓风机空气,烟气降温至480℃,再分两路余热回收,一路供固化炉烘干用热,另一路经过化涂换热器进行一次热交换产生85℃~90℃热风用于化涂烘干、吹扫,再经过水-气换热器二次热交换产生55℃、75℃热水用于脱脂、清洗,第三路废气直接排放。改造前余热利用系统如图1。

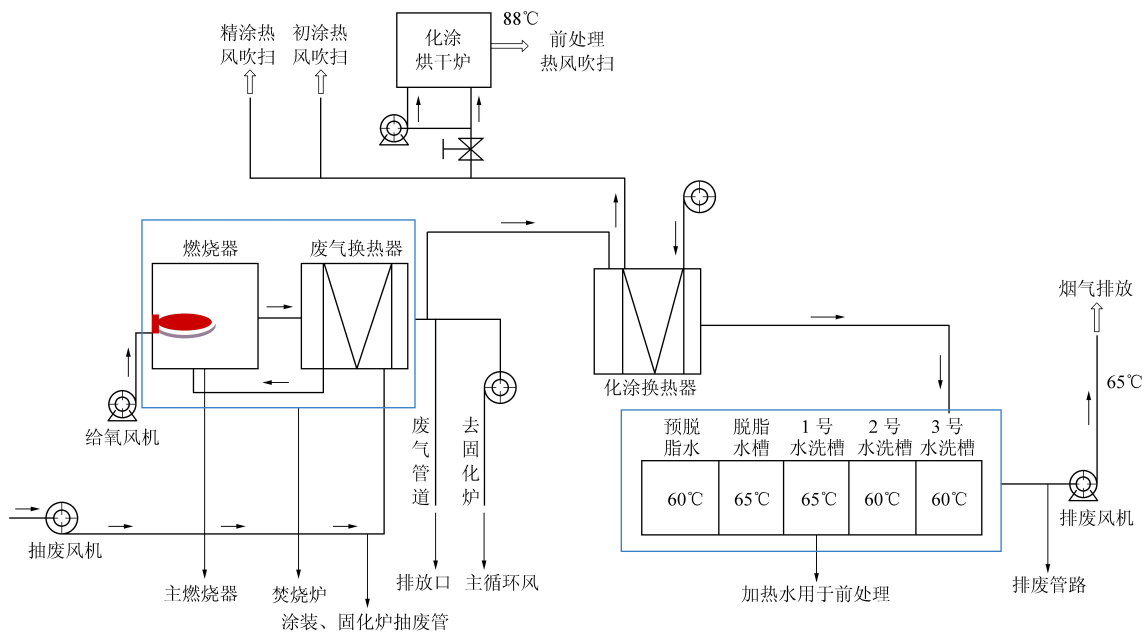


图1 余热回收系统图

2.2 余热回收系统

烟气余热回收系统由废气换热系统、化涂换热系统、水-气换热系统、控制系统大部分组成。

2.2.1 废气换热系统

焚烧炉产生740℃的高温烟气经过管式换热器将热量传递给鼓风机进入焚烧炉的固化炉废气^[8],以节省天然气消耗、保持焚烧炉燃烧温度。目前,烟气余热回收系统大都使用换热性能高的复合管组成管式热交换器,具有良好的防腐能力,装置体积小。经过换热后的烟气温度下降至480℃,回收热量温差为260℃。

2.2.2 化涂换热系统

化涂换热器是在一个圆筒形壳体内设置很多平行的管子(也称之为管束),让流体分别从管内空间(或称管程)和管外空间(或称壳程)流过进行热量交换^[9]。使用复合管组成的管式换热器通过热交换回收480℃的废气余热,提供85℃~90℃的热风供化涂吹扫。同时烟气温度

下降至365℃,回收热量温差为115℃。

(1) 水-气换热系统

经过化涂换热器降温的365℃烟气由5组气-水热交换器产生55℃、75℃热水提高脱脂、清洗工序。经过水-气换热后的烟气温度下降至200℃以下,回收热量温差为165℃。

(2) 余热回收控制系统

焚烧炉烟气余热回收由废气换热系统、化涂换热系统、水-气换热系统3个系统构成。每个控制系统设定相应的用热端热风温度和流量、水量参数^[10],通过设置在换热器前后端冷、热两侧的温度传感器、压力传感器在保持废气系统微正压状况下实现自动调节。废气系统出现负压报警时需要人工调节焚烧炉参数,调整天然气输入速效率及给氧流量,保证各工序的用热量平衡。

2.3 废气排放系统

系统设置气-水系统、热风吹扫废气排放口以

及主风废气排放口,各段口废气排放温度如表 1。

表 1 废气排放温度

排放口	气-水系统	热风吹扫废气	主风废气
排放温度(℃)	200	85~95	480

2.4 余热回收现状

(1) 由于焚烧炉废气分两路,实施二级热交换,抽废风机、给氧风机、主送风机、排废风机均独立运行。焚烧炉主要参数、固化炉热风温度(流量)、化涂吹扫风量(流量)人工控制调节,由于人工操作滞后性及系统压力平衡需要不能关闭高温烟气平衡排放口,平衡口烟气余热无法回收。

(2) 气-水换热系统排废温度波动范围大,上限达 200 ℃,烟气的热损耗较大。

(3) 因加工产品批量较小等原因,2[#]彩涂线产品更换频繁,相应的油漆品种更换约需 2 h,为保持余热利用系统稳定,切换期间焚烧炉无负载运行,致使天然气损耗。前处理单槽清洗未采用逆流清洗等节水措施。

(4) 2[#]彩涂生产线吨产品天然气消耗量 14.87 Nm³/t。

3 系统优化

3.1 余热回收方案优化

针对现有余热回收系统各装置控制方式存在的问题、余热分配不合理性,确定的余热利用方案目标:

(1) 焚烧炉产热、生产线用热平衡,取消高温烟气平衡排放口。

(2) 气-水换热系统的排废口温度优化至 80 ℃以下。

(3) 焚烧炉、废气换热系统、化涂换热系统、水-气换热系统实施集中控制。

余热回收用能系统的优化改造措施是采用 PLC 控制器将焚烧炉、废气换热系统、化涂换热系统、水-气换热系统、固化风机、废气风机集中控制^[11],通过变频控制和电磁调节实现系统压力平衡^[12],从而取消高温烟气排放口。同步更换化涂废气管路、水-气换热器废气排放管路。

3.2 热平衡方案优化

以该企业 2[#]彩涂线小时产量 17.2 t/h 为基准,焚烧炉废气余热用于前处理热水、化涂热风、涂层烘干固化干燥。热平衡计算结果如表 2。

表 2 焚烧炉及余热回收系统热平衡方案

主要参数	计算公式	数值	公式符号及含义
前处理用热 Q_1 (MJ/h)	$0.96 \times i$	2525	i —蒸汽焓;0.96—蒸汽用量
排废热损耗 Q_5 (MJ/h)	$Q_1 / (365 - 65) / i_f$	547	i_f —烟气比热容
化涂吹扫用热 Q_2 (MJ/h)	$V_c \times (480 - 365) \times i_f$	2133.1	V_c —吹涂引风量; i_f —烟气比热容
固化用热 Q_3 (MJ/h)	$V_{gr} \times (355 - 280) \times i_f$	3015	V_{gr} —固化用风量; i_f —烟气比热容
油漆稀释剂热值 (MJ/h)	$\sum Q_{xi}$	2007	Q_{xi} —稀释剂各组份热值
天然气燃烧热 (MJ/h)	$Q_1 + Q_2 + Q_3 - \sum Q_{xi}$	6213.1	
天然气用量 (Nm ³ /h)	$6213.1 / 35.544$	174.8	

该企业 2[#]彩涂生产线原天然气消耗 14.87 Nm³/t,通过热平衡优化可以看出,合理的天然气用量在 10.2 Nm³/t 左右,余热回收系统可节约的天然气的潜力较大。

3.3 控制系统方案

焚烧炉、烟气余热回收系统由一台 PLC 系统进行数据采集与控制^[13],集中对焚烧炉及烟气换热器、固化炉循环烟气、化涂烘干系统、前处理热水系统联动控制^[14]。控制系统配置如图 2。

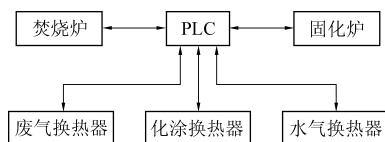


图 2 余热控制系统配置图

系统由 1 个 4~20 InA 模拟量输入模块 1 756—IF16、1 个 4~20 mA 模拟量输出模块 1 756—OF8、1 个热电阻输入模块 1 756—II bI、1 个数字量输入模块 1 756—IB16、1 个数字量输出模块 1 756—OW16I 构成,用于连接固化炉、焚烧炉、废气换热器及热交换器风机,控制系统共 32 个模拟量输入点、24 个模拟量输出点、8 个数字量输入、输出点,同时接受彩涂生产线指令。在控制系统的操作员站上进行操作和维护,通过 connDINet 子网和各自的可调速风机、电磁阀相连。控制系统通过 PLC 采集各段废气温度、压力、流量,经过数学模型计算控制现场的流量调节阀(FCV),通过调节风机控制各段温度、风量。

4 节能改造效果

余热系统实施优化节能改造,拆除了原高温烟气排放口,焚烧炉燃烧废气、固化废气全部经过水-气换热器热交换后排放,排废温度稳定在 65℃左右。

由于实施集中控制,彩涂板产品更换、油漆品种调整期间天然气仅用于系统保温,焚烧炉燃烧热负荷可以降低 50%以上,系统运行稳定。经监测数据统计,优化改造前后主要指标对比如表 3。

表 3 余热回收系统优化改造前后主要能耗指标对比表

主要参数	改造前	改造后
生产线产量(t/h)	17.2	17.2
排废温度(℃)	65-200	65
天然气消耗量(Nm ³ /h)	255.8	174.8
吨钢天然气消耗(Nm ³ /t)	14.87	10.2

通过系统优化、节能改造,彩涂废气焚烧用天然气降低 31.4%,年节约 56.1 万 Nm³,节约费用 261.4 万元,削减二氧化碳排放 1 205 吨,节能及环保效益显著。

5 结果分析

根据改造后生产实际验证结果来看,彩涂废气余热系统优化改造是完全可行的,且对彩涂线设计和生产具有实际的指导意义。

(1) 彩涂生产线设计中,可以采用烟气余热控制系统与彩涂控制系统协调联动,节约前期投资及后期的维护费用。

(2) 在产品调整、油漆种类切换过程,可与机组准备(如涂辊的准备,油漆的调质等)阶段同时进行焚烧炉负荷调节,减少产品更换及调试期间的能源消耗。

(3) 企业有其他余热资源如废热、冷凝水余热资源,可以接入该系统,利用现有控制系统,容易实施余热利用改造。

(4) 该项节能改造为企业节约了生产成本,提高了企业的市场竞争力,减少二氧化碳的排放。

参考文献

- [1] 王林建,秦杰,杨冰.彩涂烘烤及焚烧炉系统节能技术及应用[J].冶金能源,2018,37(2):34-37.
- [2] 赵永年.彩涂生产线节能改造技术措施[J].工业加热,2013,42(5):63-64.
- [3] 许秀飞,杨粒.彩涂线焚烧固化系统节能环保方案分析[J].工业炉,2014,36(2):36-39.
- [4] 侯丙林.彩涂板生产线的节能与减排[J].工业炉,2009,31(1):38-40.
- [5] 宋伟蕊.固化-焚烧系统在彩涂线上工业化应用的现状[J].工业炉,2014,36(3):15-17.
- [6] 赵楠,赵建东,殷业鹏.余热回收系统控制设计与应用[J].自动化与仪器仪表,2017(S1):60-63.
- [7] 高海军,吴风刚,何秋燕,等.浅谈汽车涂装废气焚烧热回收系统技术及经济分析[J].现代涂料与涂装,2014,17(3):62-65.
- [8] 王铁民,王涛,陈素君,等.常规式热轧加热炉烟气余热回收利用技术研究[J].冶金动力,2014(11):44-47.
- [9] 李晓琳,邢汉平.涂装烘干室烟气余热回收系统技术探讨[J].现代涂料与涂装,2015,18(4):36-38+43.
- [10] 王北星,田涛,陈清林,等.炼化企业全厂能量系统优化节能技术研究与应用实践[J].当代石油石化,2011,19(11):13-17.
- [11] 张忠坚,陶权,刘昌亮.基于 4C 技术的糖厂锅炉烟道气余热回收控制系统设计[J].食品工业,2015,36(4):218-220.
- [12] 金洪伟,杨家农,魏庆新.循环水余热回收利用控制系统一体化及其控制策略的研究[J].华北电力技术,2015(4):61-65.
- [13] 刘顺心.彩涂生产线炉子控制系统[J].冶金自动化,2007(3):36-39.
- [14] 朱晓琛.彩涂机组后燃烧排风机节电应用[J].宝钢技术,2014(1):72-75.
- [15] 张铁军.燃煤电厂清洁生产审核探讨[J].能源环境保护,2009,23(2):62-64.
- [16] 周林华.烧结机大烟道余热回收技术的发展和对比研究[J].中国水运(下半月),2013,13(6):120-121.
- [17] 邹航.蓄热式废气焚烧(RTO)在彩涂线的应用[J].工业炉,2010,32(2):24-25.
- [18] 王玉枝.实用大学化学手册[M].长沙:湖南科学技术出版社,2005.
- [19] 丁学志,陈立军,刘彬,等.节能新技术在有机硅废气处理中的应用[J].有机硅材料,2018,32(3):209-212.