

试验研究

湿式喷淋+低温等离子工艺在喷漆废气中的应用

王伟能,陈庆荣

(煤科集团杭州环保研究院,浙江 杭州 311201)

摘要:针对喷漆废气的特点,利用湿式喷淋+低温等离子工艺来处理某个喷漆废气实例,喷漆废气经水帘洗涤后,先利用湿式喷淋塔降温除雾后利用市场上的热门技术低温等离子体进行处理;实际运行结果表明,对于处理金属表面喷漆工艺产生的喷漆废气,该技术具有安全性高,处理效率高,操作简便,运行成本低等优点。

关键词:湿式喷淋;低温等离子;喷漆废气

中图分类号:X701

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2016)04-0013-03

WET SPRAY + LOW TEMPERATURE PLASMA TECHNOLOGY IN THE APPLICATION OF THE SPRAY PAINT WASTE GAS

WANG Wei-neng, CHEN Qing-rong

(CCTEG Hangzhou Environmental Research Institute, Hangzhou 311201, China)

Abstract: in the light of the characteristics of spray paint waste gas, wet spray + low temperature plasma technology is used to deal with a spray paint waste as an example, spray paint waste gas after water washing, use wet spray mist cooling tower first, then use low temperature plasma which is the processing technology on society. Actual operation results show that for processing metal surface spray paint process of spray paint waste gas, the technology has high security, high treatment efficiency, simple operation, low operating cost.

Key words: wet spray; low temperature plasma; spray paint fumes

近年来,汽车行业为首的现代工业高速发展^[1],各涂装车间中,都配备了防止漆雾、溶剂蒸气向外逸散的喷漆房,而且这些喷漆房都具有强制送排风装置、漆雾捕集装置。但经送排风系统排入大气中的喷漆废气的处理情况并不乐观:一是漆雾容易堵塞一般的废气处理系统,如活性炭吸附床、喷淋填料塔等处理装置;二是漆雾和涂料、含有溶剂的空气等都是易燃危险源^[2,3],而且往往在喷漆后段会增加烘干工序,这些都容易引起废气处理系统的不安全性,特别是低温等离子等用高压电级来处理废气的一系列处理系统。因此提出“湿式

喷淋+低温等离子”组合处理工艺并用于某汽车零部件厂的喷漆废气,具有操作安全,运行方便,处理效果好的优点,是一种值得推广应用的技术。

1 喷漆房简介

喷漆房^[4]主要用来避免漆雾外逸设置的房间,采用以水为介质的湿式处理方法,室体正面为光滑的水帘板,水从水帘板上溢流下来,在水帘板上形成一定厚度的均匀水膜,过喷漆雾撞到水帘就会被水带到喷漆房下部的循环水池,未撞到水帘的过喷漆雾在一定流向的空气引导下穿越水帘底部,同样被水帘捕捉到;通过水去除空气中所携带的喷漆作业区的过喷漆雾,从而净化空气,减

少大气污染;被捕捉到的漆雾跟随水流到喷漆房循环水池,通过加入适量的药剂使漆雾去黏,絮凝成漆渣,循环水池中设有漆渣过滤装置,可定期捞出漆渣,延长循环水使用时间,从而减少废水排放。

现实情况往往是水帘板^[5]仅能处理大颗粒漆渣,对漆雾和有机气体的去除效率非常低下,必须通过有机废气处理系统重新收集处理。

2 低温等离子技术简介

近年来,低温等离子体在有机废气处理的研究不断取得新进展^[6,7],低温等离子体技术理论上已经被证实是去除 VOCs 的最有效方法之一^[8,9]。而且在多个工程实践过程中得出低温等离子技术对“三苯”浓度一般低于 300 mg/m³ 的有机废气有非常好的去除效果。

低温等离子体是继固态、液态、气态之后的物质第四态,当外加电压达到气体的着火电压时,气体分子被击穿,产生包括电子、各种离子、原子和自由基在内的混合物。根据放电机制、(气体)压强范围和电极结构的不同,产生低温等离子体通常有以下方法^[10]:辉光放电、介电位垒放电、电晕放电、沿面放电、射频放电、微波放电等。人工获得等离子体的方法主要有热电离、光电离、气体放电、辐射放电、冲击波等。工业制取等离子体以气体放电为主^[11]。低温等离子体技术是一种环保、高效的干态加工技术^[12,13]。

3 某汽车零部件厂的污染源分析

汽车零部件厂现有生产工艺中的两座喷漆房和一条烘道。每座喷漆房的尺寸为 4 000×3 000×3 500 mm,油漆成分主要为:成膜物质(树脂)、颜料(包括体质颜料)、溶剂和添加剂。涂料中的有机溶剂大部分在喷漆室内蒸发,产生的漆雾粒径在 20~200 μm 之间。该厂的喷漆室配有水帘洗涤装置,由于喷漆废气主要含涂料粉尘和“三苯”,难溶于水。仅靠水帘根本不可能完成废气处理工作,因此该厂自行完成废气的收集工作,委托我院进行有机废气处理。

漆雾具有一定的黏性和可燃性,同时与烘道废气混合后气体温度较高,因此我院提出了“湿式喷淋+低温等离子”组合处理工艺。

4 工艺流程及特点分析

4.1 工艺流程及流程说明

图 1 是“湿式喷淋+低温等离子”组合工艺处理喷漆废气的流程,废气首先从废气处理塔体下方进气口沿切向进入湿式喷淋系统,利用雾化喷嘴为有机废气降温的同时与废气中的细小漆雾接触并凝聚。再利用旋流板形成的离心力作用,将废气中的漆雾甩向塔壁随液滴流入塔底循环池。废气处理塔体的最上部是除雾段,气体中所夹的吸收液雾滴在这里被清除下来。然后进入下一级处理系统——低温等离子净化设备。利用等离子发生器中的前后沿陡峭、脉宽极窄(ns)的高压脉冲电晕放电在电场中放电,常温下就可获得非平衡高能低温等离子体,即产生大量高能电子(约 5eV)和具有极强氧化性能的自由基($\cdot\text{OH}$ 、 $\cdot\text{HO}_2$ 、 $\cdot\text{O}$)、以及氧化性极强 O_3 等高能活性离子。这些高能活性离子和强氧化性自由基与废气中有机物分子进行非弹性碰撞,使有机物分子化学键断裂,发生一系列复杂氧化、降解化学反应,最终使废气中有毒有害有机物转变为无害的二氧化碳和水等。

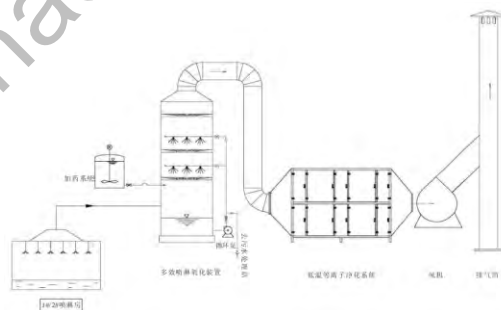


图 1 “湿式喷淋+低温等离子”组合处理喷漆废气工艺流程

4.2 工艺特点分析

与活性炭吸附^[14]、单一低温等离子净化装置、生物滴滤塔^[15,16]等单一的净化工艺相比,“湿式喷淋+低温等离子”组合工艺存在如下特点:

安全:通过多元湿式喷淋塔的降温,废气温度不会超过 60℃,因此低温等离子设备运行非常安全;

抗堵:具有黏性的微小漆雾大部分进入水中,不会堵在低温等离子净化设备内部的滤网,也就不会吸附在放电电极上;若选择单一低温等离子系统或活性炭吸附系统均容易堵塞。

高效:低温等离子设备中内胆采用蜂窝状布置,增大脉冲电晕放电电场,增加废气在电场中的停留时间,比一般使用圆内胆的低温等离子设备

更高效。

5 实际应用效果

本项目于2012年投入运行,至今除定期排放污水外,无设备维修和其它清洗工作。经有资质的第三方检测机构检测结果如表1~表2,检测结果表明,经本处理工艺处理后净化器进出口废气中甲苯和二甲苯均达到国家排放标准。

6 结论

本处理装置在实际应用过程中针对不同种类、不同浓度和温度的喷漆废气,根据温度和浓度的不同选择相应的循环水量和等离子静电设备组即可。

系统很好地解决了漆雾堵塞的问题,除了定期排放循环水,不存在多余的人工强度。实际运行结果表明,采用湿式喷淋+低温等离子工艺处理低涂喷漆废气净化效率高,投资及运行费用低,占地少,操作安全、简单、可靠,是一种值得推广应用的技术。

表1 喷漆工序净化设备进出口有组织排放甲苯监测结果

生产工序	测试位置	采样频次	采样体积 (L)	标干风量 (N.D.m ³ /h)	浓度 (mg/m ³)	排放速率 (kg/h)
喷漆工序	净化器进口	—	8.5	8.03×10 ³	208	/
		二	8.7	7.96×10 ³	203	
		三	8.1	8.27×10 ³	178	
		平均值	8.4	8.09×10 ³	196	
	净化器出口	—	8.5	2.19×10 ³	6.18	0.014
		二	8.2	2.18×10 ³	5.85	0.013
		三	8.2	2.18×10 ³	5.94	0.013
	平均值	8.3	2.18×10 ³	5.99	0.013	

表2 净化设备进出口有组织排放二甲苯监测结果

生产工序	测试位置	采样频次	采样体积 (L)	标干风量 (N.D.m ³ /h)	浓度 (mg/m ³)	排放速率 (kg/h)
喷漆工序	净化器进口	—	8.4	7.68×10 ³	370	/
		二	8.6	7.84×10 ³	369	
		三	8.0	8.44×10 ³	325	
		平均值	8.3	7.99×10 ³	355	
	净化器出口	—	8.4	2.07×10 ³	5.26	0.011
		二	7.8	1.86×10 ³	6.37	0.012
		三	7.6	1.76×10 ³	7.21	0.013
	平均值	7.9	1.90×10 ³	6.28	0.012	

参考文献

- [1]邱彤,于成金,杨晓波等.汽车喷漆工艺分析[J].民营科技,2012(8):56.
- [2]曹晓根,王爱军等.涂装喷漆室动火安全探讨[J].安全,2012(9):14-18.
- [3]黄春岐.预防燃油喷烤漆房失火需要过“七”关[J].交通标准化,2010(3):36.
- [4]李满仓.水帘帘卷喷漆房存在问题及未来设计方向[J].现代涂料与涂装,2012,15(9):46-48.
- [5]张禾.喷漆废气废漆渣的估算及处理措施[J].汽车工艺与材料,2006(11):28-32.
- [6]HOARSLEY J W,FOLLMER W C.Electrical characterization of a dielectric barrier discharge plasma device [J].SAE pa -per SPI483,1999,01(3635):23-36.
- [7]HILL J J,ROHM I,RINKER R C.Experimental study of the production of NO_x,N₂O and O₃ in a simulated atmospheric corona[J].Ind Eng Chem Res.1988,27:1264-1269.
- [8]马竞涛,周泽飞,吴祖成等.低温等离子体处理恶臭废气技术的

- 工业应用研究[J].炼油技术与工程,2007,37(4):50-54.
- [9]马竞涛,周泽飞,吴祖成等.低温等离子体处理恶臭废气研究[J].环境工程,2007,25(6):46-49.
- [10]龚大国.等离子体汽车尾气治理技术 [J].重庆环境科学,2003,25(2):28-32.
- [11]刘继霞.低温等离子体在纺织加工中的应用与发展[J].江苏纺织,2010(1):58-60.
- [12]宋心远,沈煜如.新型染整技术[M].北京:中国纺织出版社,1999:20-61.
- [13]OEHR C,LLER M,ELKIN B,et al.Plasma grafting:a method to obtain monofunctional surfaces[J].Surfa-ceand Coatings Technology,1999(116-119):25-35.
- [14]高瑞英,陈秋燕,李忠军等.活性炭吸附 VOC 苯系物的影响因素研究[J].广东轻工职业技术学院学报,2005,4(4):16-22.
- [15]侯长军,饶佳家等.生物滴滤塔降解甲苯废气的操作特性[J].中国给排水,2005,21(12):50-52.
- [16]肖娇玲.生物滴滤塔净化 VOCs 的研究现状与发展[J].科技致富向导,2012(20):76.