

论吸附装置前多级过滤器在系统中的优化应用

王荣辉 李泮林 寇耀天
四川源之蓝环保科技有限公司
DOI:10.12238/pe.v2i5.9857

[摘要] 有机废气进入活性炭固定床、蜂窝沸石固定床、沸石转轮之前需对粉尘、漆雾、空气中杂质等颗粒物、水雾进行高效过滤净化,以防止水雾进入吸附剂“假饱和”或杂质聚集在吸附剂上堵塞,影响吸附效率,甚至在脱附时出现安全风险。为实现杂质的高效净化,延长吸附剂的使用寿命,按照废气管路走向依次可以设计G4/G5初效过滤器、F5中效过滤器、F7亚高效过滤器、F9高效过滤器等多级过滤结构的预处理装置,这是保护吸附剂的关键。本文主要针对四级过滤器^[1]的工艺原理、结构设计及安全要求^[2]等方面要求进行论述,旨在提高过滤装置的过滤效率,自动提醒用户更换耗材。

[关键词] 粉尘; 漆雾; 杂质; 高效; 过滤

中图分类号: TU834.6+1 **文献标识码:** A

Optimization application of multistage filter in adsorption system is discussed

Ronghui Wang Fenglin Li Yaotian Kou

Sichuan Yuanzhilan Environmental Protection Technology Co., LTD

[Abstract] Before organic waste gas enters the activated carbon fixed bed, honeycomb zeolite fixed bed, zeolite wheel, it is necessary to filter and purify dust, paint mist, impurities in the air and other particles and water mist efficiently to prevent water mist from entering the adsorbent "false saturation" or impurities gathering on the adsorbent to block, affecting the adsorption efficiency, and even safety risks during desorption. In order to achieve efficient purification of impurities and extend the service life of adsorbent, pretreatment devices of multistage filter structure such as G4/G5 primary effect filter, F5 medium effect filter, F7 subhigh efficiency filter and F9 high efficiency filter can be designed according to the direction of exhaust gas pipeline, which is the key to protect adsorbent. This paper mainly discusses the process principle, structural design and safety requirements of the four-stage filter^{[1][2]}, so as to improve the filtration efficiency of the filter device and automatically remind users to replace consumables.

[Key words] dust; Paint mist; Impurities; Efficient; Filter

引言

2023年11月,国务院印发了《空气质量持续改善行动计划》,对空气质量持续改善工作进行全面部署,明确以控制PM_{2.5}指标为主线,突出以VOCs、氮氧化物等多污染物协同减排为重点,强化VOCs全流程全环节综合治理。同月生态环境部办公厅发布《低效失效大气污染治理设施排查整治工作方案(征求意见稿)》,要求全面开展低效失效大气污染治理设施排查整治工作,推进设施升级改造。其有机废气高效治理工艺,如:沸石转轮+催化氧化(CO)脱附;沸石转轮+蓄热催化氧化(RCO)脱附;沸石转轮+蓄热热力氧化(RTO)等逐步成为了市场推进的主流。无论哪种工艺,多级干式过滤器都是预处理装置的首选设备,其是保护吸附剂使用效果、寿命长短的关键因素,预处理效果也取决于废气的主要成分、风量、过滤风速、容尘量

等主要参数。

文章通过实际工程案例设计,介绍了多级干式过滤器在VOCs环境下的工艺原理、结构设计及材料选型。通过应用对比,优化后设计使整个系统完全达到了高效过滤、延长了较为昂贵(如沸石转轮、蜂窝沸石)的使用寿命,设备安全可靠。

1 干式过滤器介绍

三级干式过滤器能较完全地去除系统中的粉尘或水雾,气体中1 μm以上的尘净化效率≥98%。它的原理是通过材料纤维改变颗粒的惯性力方向从而将其从废气中分离出来,材料逐渐加密的多重纤维经增加撞击率,提高过滤效率。过滤时能有效通过不同过滤材料组合,利用材料空间容纳粉尘,达到更高的过滤效率是干式材料的特有性能,这一点是水洗方式无法比拟的。过滤器设置差压计,超压时报警提醒用户更换滤材。



图1 初效过滤器(左G4)/中效过滤器(中F5、中F7)/亚高效过滤器(F9)

1.1初效过滤G2/G4级

初效过滤G2/G4级初效空气过滤器主要通过物理过滤原理,利用过滤材料的拦截、惯性碰撞、扩散和重力沉降等作用,捕集空气中的大颗粒污染物。这些污染物包括尘埃、纤维、花粉等固体颗粒物,以及液态气溶胶等。当废气通过过滤器时,这些污染物被过滤材料捕集并截留在过滤器表面,从而实现空气的净化。

初效过滤器也适用于空调与通风系统预过滤洁净室回风过滤局部高效过滤装置的预过滤用于过滤5um及以上粒径的尘埃粒子。初效过滤器风量与阻力关系^[3]:

表 1-1

过滤效率 (Class)	断面模数 Nominal (mm) (宽W*高H)	过滤器尺寸 (宽W*高H*深D)	额定风量 Rated Airflow Capacity (m³/h)	初阻力与额定风量之比 Initial resistance (Pa) Via rated airflow		
				70%	100%	120%
G4	610*610	595*595*46	3400	50	82	110
G4	305*610	290*595*46	1700	50	82	110
G4	610*610	595*595*96	3400	45	80	105
G4	305*610	290*595*96	1700	45	80	105

初效过滤器结构特点:

(1)外框坚固可拆卸:采用坚固的板式铝合金框架,配以铝合金角,结构坚固平稳,确保过滤器在较差的工作环境下亦不至于变形或损坏,外框采用可拆卸设计,方便更换滤料以达到框架重复利用的目的。

(2)轻便的板式结构,优质的聚酯合成纤维过滤材料,初阻力低,防火性好。

(3)过滤网加强筋,进一步增强了过滤器的坚固性。同时,均衡的间距及双重加强筋设计确保过滤网的等高褶皱,从而过滤器能在阻力最小的时候达到最大的容尘量。

(4)滤料采用优质聚酯合成纤维,可多次清洗再利用,使用寿命长,蓬松渐密的纤维结构,保证了较高的聚尘率及较大的容尘量,有效延长其后端中效过滤器的使用寿命。

1.2中效过滤F5/F7级^[2]

中效袋式过滤器主要阻挡1微米以上灰尘颗粒,具有过滤面积大、容尘量大、低阻力,能重复清洗使用等优点。

特点:

- (1)用途:捕集1-5um尘埃粒子。
- (2)外框:铝合金、镀锌框、不锈钢等。
- (3)滤料:无纺布或玻璃纤维。

(4)过滤效率:45%@1~5um(比色法)。

(5)过滤等级:F5/F7。

每级过滤装置两端具有在线压差测量功能,保证废气处理系统正常、安全、稳定运行。当过滤系统压差达到设定报警值时,报警系统发出报警信号,提醒操作人员更换过滤装置的过滤耗材,报警信号需连接到中控系统,在显示屏报警提醒。并且能够实现根据压力自动调整风机风量,以保证系统安全可靠经济运行;预处理系统要求除湿后废气湿度不大于70%,并且除湿段前后设置湿度检测装置,并能够实现数据采集后传输到中央控制终端,以实现根据废气湿度变化对除湿装置可靠经济运行的控制。同时,过滤器设置消防水喷淋系统,确保安全。

2 干式过滤器的技术要求

(1)初效过滤器采用去杂质能力强的板式玻纤过滤器和高容量量的袋式过滤器两道初效过滤,对于5um以上颗粒的去除效率要求达到90%以上。

(2)中效过滤器采用袋式结构,确保气流均衡地充满整个过滤袋,防止过滤袋之间的挤压或出现渗漏,支撑架要防止弯曲变形,对于≥1.0um颗粒的过滤效率在92%以上。

(3)高效过滤器采用超细玻璃纤维为滤材,外框为铝合金型材,用环保聚氨酯密封胶密封,对于≥0.5um颗粒的过滤效率在95%以上。

(4)每级过滤装置具有在线压差测量功能,当压差达到设定值时报警,提醒操作人员更换过滤装置的过滤耗材,报警信号需连接到中控系统,在显示屏报警提醒,并且能够实现根据压力自动调整风机风量,以保证系统安全可靠经济运行。

(5)各级过滤器的拆卸和安装要便于生产人员的操作。

3 干式过滤器的设计

3.1其设计标准依据:GBT 14295-2008空气过滤器

3.2初、中效空气过滤器参数:常温(G2/G4+F5+F7)

3.3面风速和滤速

(1)面风速和滤速可以反映过滤器的通过风量的能力。面风速指过滤器断面上的通过气流速度,一般以m/s表示, $V = Q/F * 3600$ (Q-总风量;F迎风面积),面风速是反映过滤器结构特性的重要参数。

(2)滤速是指滤料面积上的通过气流的速度,一般以L/cm².min或cm/s表示。 $V_{滤} = 0.028 * Q / f$ (Q-风量;f-滤料面积)滤速反映滤料的通过能力,反映滤料的过滤性能。滤速低,一般来说可以获得较高的效率。允许通过的滤速低,滤料的阻力较大(以40000CMH为例计算)。

3.4技术要求

- (1)过滤袋采用快拆结构。
- (2)过滤袋框必须有密封条。
- (3)过滤装置两端应有压差计,以作为更换过滤材料的指示,压差超过设定值时会自动发出声光信号报警。
- (4)过滤板/袋整体结构为竖直/水平排列,风横向/竖向通过,易于更换耗材时操作方便。

表 3-1

过滤效率 (Class)	断面模数Nom inal (mm)宽-高	过滤器尺寸 (宽-高-深)	过滤器额定风量 (NCM H)	初阻力与额定风量之比 (Pa)			单袋处理风量 NCM H	袋子总数 量	总截面积 m ²	面速 m /s
				70%	100%	120%				
G5	610*610	592*592*46	40000	80	100	130	3200	12.5	4.3882	2.532043
F5	610*610	592*592*600/550	40000	80	100	130	3200	12.5	4.3808	2.53632
F7	610*610	592*592*600/550	40000	80	100	130	3200	12.5	4.3808	2.53632

注: 更换周期受废气污染度、生产时间、产线清洁度、环境清洁度等影响, 具体根据生产情况确定。

4 干式过滤器的压差报警装置

(1) 压差报警器可以用来监测过滤器的进风口和出风口产生的压差值。能有效的避免过滤器的堵塞, 如果压差值过高或超过其设定值, 一定要及时清理过滤器, 防止能耗增加或火灾及其它灾害的发生。

(2) 当压差值越大时, 说明阻力越大, 阻力越大风机的出力就得变大, 能耗就得增加, 长时间高风量输出会导致风机故障。

(3) 压差越大, 说明过滤器的滤袋被堵塞, 如果不及时清理或维护, 长时间下去会让过滤器损坏, 粉尘或其他粘性物进入后端吸附剂, 后果较为严重。

5 结论

多级干式过滤器^[4]是一种高效的预处理设备, 应用领域较为广泛, 他是保护吸附剂使用效果、寿命长短的关键因素, 但如果设计不合理仍然无法保证系统的安全运行, 造成后端较贵的吸附剂失效或报废, 增加系统的运行成本。

[参考文献]

[1]王富强,郭晶,张卫红,等.GB/T 14295-2019《空气过滤器》内容解读与比较分析[J].标准科学,2021(9):61-65.

[2]国家市场监督管理总局.高效空气过滤器:GB/T 13554-2020[S].

[3]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.高效空气过滤器:GB/T 13554-2008[S].

[4]路宾,孙峙峰,徐昭炜,等.GB/T34012-2017《通风系统用空气净化装置》简介[J].暖通空调,2019,49(7):11-16.

作者简介:

王荣辉(1973--),女,汉族,四川三台人,大专,研究方向: 环境规划与管理、咨询及大气污染防治方向的研究。

李泮林(1994--),男,汉族,四川省绵阳市高新区人,本科,二级建造师/工程师,从事大气污染与处理技术与工程应用。

寇耀天(1995--),男,汉族,四川绵阳人,本科,研究方向: 环境工程项目管理及大气污染治理工艺研究。