

吉林省地方标准

《汽车维修业表面涂装挥发性有机物治理技术指南》

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》和国务院发布的《大气污染防治行动计划》等法律法规，完善吉林省汽车维修业涂装工序VOCs污染物治理过程中有关技术的选取依据，同时为环境管理和环境科研以及相关行业审查类似项目的可行性提供必要的参考，2020年7月，吉林省市场监督管理局立项，《关于下达2020年度吉林省地方标准制修订项目计划的通知》（吉市监标技字[2020]81号），项目号：DBXM106-2020，项目名称：《汽车维修业表面涂装挥发性有机物治理技术指南》。

（二）起草单位

由吉林省环境科学研究院负责起草。

二、制（修）订标准的必要性和目的

截止2019年，吉林省道路机动车拥有量约为500万辆，且仍呈上升趋势。由于车辆众多，交通事故率势必增加，那么车辆的维修、维护量（特别是车辆钣金、喷漆）也必然会随之增加。以长春市为例，机动车交通事故量约为300次/d，因此吉林省大、中、小型汽车维修企业不计其数。众所周知，汽修行业中的表面涂装工序是VOC（挥发性有机化合物）污染物的主要贡献源之一。按照吉林省人民政府关于《吉林省落实打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》的通知要求，目前吉林省已将汽车维修业挥发性有机物治理作为近期的工作重点。

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物，简称VOC。

我国为大力推进VOC整治工作，先后出台了 GB 16297《大气污染物综合排放标准》、GB 37822《挥发性有机物无组织排放控制标准》、HJ 942 排污许可证申请与核发技术规范 总则和 HJ 819 排污单位自行监测技术指南 总则等标准。吉林省在“十三五”期间，依据相关标准及规定关停了一些排放超标的汽修企业，这对加强吉林省汽修行业表面涂装VOC排放控制，改善区域大气环境质量具有重要意义。

但截止目前，我省汽修行业的VOC整治工作的总体进度依然缓慢。主要原因是企业在选取VOC治理技术过程中存在着“无从下手”的情况，主要是纠结在治理技术的技术和经济可

行性上,如:在东北地区冬季治理设备能否正常运行、设备处理效果是否能够达到环保要求、治理设备一次性投入是多少、运行费用是多少、占地面积有多大等。为此,根据吉林省实际情况,针对汽车维修业VOC治理技术的发展趋势,对技术和经济可行性方面的相关指标进行比较,并提出相应的对策与建议,落实相关治理措施和企业主体责任,完善VOC治理技术支撑体系,制定本标准。

三、主要起草过程

(一) 预研阶段

本标准提供了汽车维修业表面涂装挥发性有机物治理技术的指导,给出了治理方法的技术比较和经济比较的有关信息。

本标准适用于浓度 $<1000 \text{ mg/m}^3$ 的汽车维修业表面涂装挥发性有机物末端治理技术。

项目各阶段任务分解		起止日期
1. 起草阶段	1.1 起草并完成标准(包括文本、编制说明)草稿	2020年6月至2020年7月
	1.2 组织调研、试验验证	2020年6月至2020年7月
	1.3 召开专家研讨会,研究形成标准(包括文本、编制说明)征求意见稿及相关材料,报省行业主管部门	2020年7月至2020年8月
2. 征求意见阶段	2.1 省行业主管部门初审后,报省市场监管厅	2020年8月至2020年9月
	2.2 省市场监管厅同意后,主要起草单位向有关各方征求意见(原则上不超过2个月)	2020年9月至2020年10月
	2.3 起草单位研究处理反馈的意见或建议,完成标准送审稿,报省行业主管部门	2020年9月至2020年10月
3. 审查、报批阶段	3.1 省行业主管部门初审后,报省市场监管厅	2020年9月至2020年10月
	3.2 省市场监管厅审核后,组织审查	2020年9月至2020年10月
	3.3 起草单位根据审查意见,完成标准报批稿及相关材料,报省市场监管厅	2020年10月至2020年10月
	3.4 起草单位完成标准宣贯解读资料,报省行业主管部门和省市场监管厅	2020年10月至2020年12月

制定吉林省地方标准《汽车维修业表面涂装挥发性有机物治理技术指南》主要分为四个阶段,即:准备阶段、起草阶段、征求意见阶段、审查和发布阶段。首先成立标准制定工作组,明确工作组成员的相应分工。通过调研和资料的查阅,对吉林省汽车维修业涂装工序VOC污染物产排及治理现状进行调查分析的基础上,通过对我国汽车维修业涂装工序VOC污

染物治理技术应用现状及存在的问题进行调查分析，并在充分考虑我省汽修行业涂装工序VOC 污染物治理实际情况的基础上，经过技术经济和处理工艺的具体要求等方面的遴选，经专家论证并进行修改后，形成标准征求意见稿和编制说明。标准征求意见稿在征集企业、科研机构、质检机构、化工院校等建议并进行汇总意见及修改完善后，形成标准送审稿和编制说明。再通过技术审查、格式审查形成报批稿，报请吉林省市场监督管理局组织审批颁布。制定吉林省地方标准《汽车维修业表面涂装挥发性有机物治理技术指南》的具体过程见图3-1。

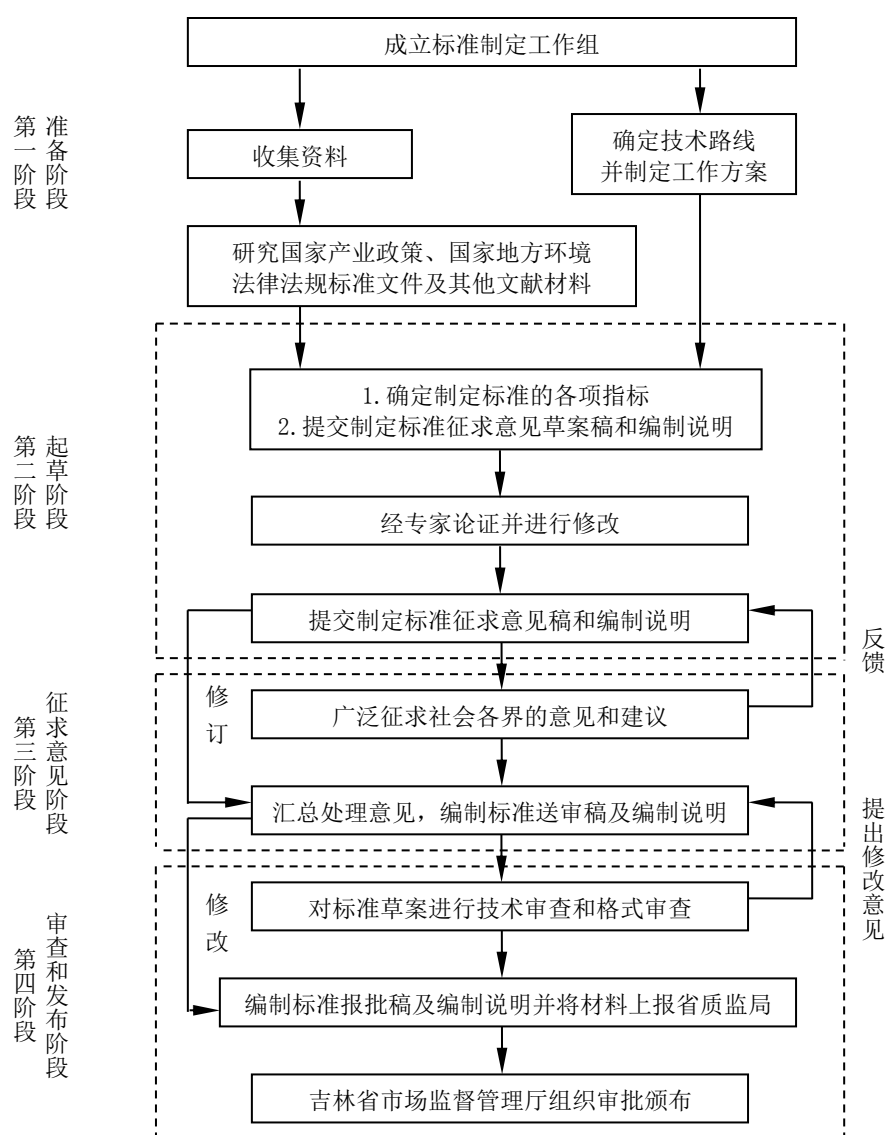


图 3-1 制定标准的具体过程

(二) 立项阶段

2019年11月19日，庄雨适院长(吉林省环科院学术委员会主任)主持召开吉林省环科院学术委员会工作会议，对我院所属科室申报的《吉林省汽车表面涂装挥发性有机物治理技

术指南研究》省级财政资金课题申报材料进行审议。院学术委员会副主任孙大光及全体学术委员会委员参加了会议。

会议听取了课题组对申请立项课题的研究目的、意义，研究内容、进度安排及研究成果的汇报，与会委员对课题申报材料进行了评审并提出了具有指导性的意见和建议。

通过审议，会议原则同意开展科研课题研究工作，课题组应按照会议提出的要求和建议对课题申报材料进行修改完善，修改后的材料交由科办进行审核，审核通过后交财务专家对课题经费预算进行严格审查，审查合格后立项实施。

（三）起草阶段

2020年9月18日，吉林省生态环境厅在长春市主持召开了《汽修行业表面涂装挥发性有机物治理技术指南》咨询会，会议组成了专家组。与会专家听取了项目承担单位对标准草案、编制说明的汇报，审阅了相关材料，经过认真讨论和质询，形成如下咨询意见：

- 1、标准的起草过程符合地方标准制定工作程序的要求。
- 2、标准的编写符合 GB/T 1.1—2019 的有关规定。
- 3、提供的“治理技术”符合我省汽修行业 VOC 污染防治的实际情况，给出的“治理技术和经济比较”有利于企业及管理部门实际应用。
- 4、该标准对指导和推进我省汽修行业 VOC 治理工作，完善汽车维修业表面涂装挥发性有机物治理技术支撑体系，具有重要意义。

建议：标准名称改为《汽车维修业表面涂装挥发性有机物治理技术指南》

姓名	分工	职务/职称	专业	所在单位	本项目中的分工
王玉	组长	正高级工程师	环境工程	吉林省环境科学研究院	负责总体工作安排、实地考察、资料收集工作以及数据整理分析。研究报告、标准文本和编制说明的编写
张杰	组员	教授	经济学	延边大学	负责实地考察、资料收集、经济数据比较分析
王国臣	组员	教授	经济学	延边大学	负责实地考察、资料收集、经济数据比较分析
王淳加	组员	研究生	经济学	延边大学	负责实地考察、资料收集、经济数据比较分析
杨立贵	组员	工程师	环境工程	航天凯天环保科技股份有限公司	负责实地考察、资料收集、数据整理分析
易礼剑	组员	工程师	环境工程	航天凯天环保科技股份有限公司	负责实地考察、资料收集、数据整理分析
林晓晟	组员	工程师	环境科学	吉林省环境科学研究院	负责实地考察、资料收集、数据整理分析

刘颖	组员	正高级工程师	环境工程	吉林省环境科学研究院	负责实地考察、资料收集、数据整理分析
于凤洋	组员	工程师	环境科学	吉林省环境科学研究院	负责实地考察、资料收集、数据整理分析
段丽杰	组员	高级工程师	环境科学	吉林省环境科学研究院	负责实地考察、资料收集、数据整理分析
高婷婷	组员	高级工程师	环境科学	中国科学院长春应用化学研究所	负责实地考察、资料收集
李东秋	组员	高级经济师	财务	吉林省环境科学研究院	负责财务审计
陈文英	组员	高级工程师	环境科学	吉林省环境科学研究院	负责实地考察、资料收集
李旭	组员	工程师	环境科学	吉林省正源环保科技有限公司	负责实地考察、资料收集

四、制（修）订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准按照 GB/T 1.1《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写》和 GB/T 20000.1《标准化工作指南 第一部分：标准化和相关活动的通用术语》的要求进行编写。

吉林省地方标准《汽车维修业表面涂装挥发性有机物治理技术指南》由吉林省生态环境厅提出并归口，符合地方标准范围要求，并在吉林省范围内有普遍性，制定该标准符合国家和吉林省科技、产业和民生等政策。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

1、治理技术遴选的基本原则

按照生态环境部印发的，环大气[2019] 53 号 《重点行业挥发性有机物综合治理方案》中明确指出对“末端治理仅采用低温等离子、光催化、光氧化、一次性活性炭吸附等技术或存在敞开式作业的企业，加大停产限产力度。”

因此，单一的 VOCs 污染物治理技术，未考虑之内。同时吉林省受地理位置影响，冬季漫长且寒冷，采用“生物法”“水洗法”对汽车表面涂装工序的 VOCs 污染物进行治理，并不十分理想。综上，课题组将联合处理法作为遴选重点。

2、治理技术的技术比较

一直以来，对 VOC 污染物的处理多采用两种处理方式，一种是化学燃烧，一种是物理吸附。化学燃烧需要废气中的 VOC 含量达到一定浓度；浓度较低，不具备直接燃烧条件的，一般采用物理吸附方案。但由于 VOC 污染物的复杂性，有时靠单一方法难以治理汽车表面涂装 VOC 污染，需要采用多种技术联合处理。

在总结及论证其他省市 VOC 治理技术的基础上，通过案例分析，我们了解到，活性炭吸附 + 催化燃烧（CO）、沸石转轮吸附浓缩 + 催化燃烧（CO）和沸石转轮吸附浓缩 + 热力焚烧系统（RTO）技术非常成熟，适用于浓度 $<200\text{mg}/\text{m}^3$ 的汽修行业表面涂装挥发性有机物末端治理。

（一）活性炭吸附 + 催化燃烧（CO）

活性炭吸附+催化燃烧（CO）处理工艺主要分为预处理阶段、吸附阶段、脱附阶段和催化燃烧阶段，具体工艺流程如下：

1、预处理阶段：废气集中收集后进入预处理器。预处理器中再设置 3 级过滤，第一级为 G4 过滤棉，第二级为 F7，第三级为 F9 级中效过滤袋。过滤器采用专用干式漆雾过滤材料作为核心部件，废气处理通过多重逐渐加密的聚酯纤维过滤材料，漆雾粒子在拦截、碰撞、吸收等作用下容纳在材料中，并逐步风化成粉末状，从而达到进一步净化漆雾、黏性物质的目的，保障后续的活性炭吸附设备能够正常运作。干式过滤设置有压差传感器，一旦压差超过设定值，则提醒工作人员对过滤材料进行更换。

2、吸附阶段：经过预处理后的废气从设备长度方向进行均分，均匀分配至各组吸附单元，由高效干式过滤器内部设置均匀布气板，使废气均匀通过各个活性炭吸附单元，有效降低了系统压降。此后工作组活性炭吸附单元处于吸附工作状态，备用活性炭单元处于停工状态，废气中的甲苯、二甲苯等有机废气通过活性炭进行吸附净化后，通过主风机经排气筒实现环保达标排放。

3、脱附阶段：活性炭吸附单元根据废气的工况，以吸附时间周期作为脱附指示，通过 PLC 自动控制电动阀门切换，关闭隔离饱和的活性炭吸附装置，利用热空气对饱和的活性炭吸附单元进行脱附再生，同时备用活性炭单元进行吸附，如此保证连续运作，脱附后的废气经过催化燃烧装置的催化剂床层燃烧处理后达标排放。

4、脱附管路系统设置补冷混风阀和温度传感器，当送入脱附单元的脱附气流温度过高时，比例调节补冷混风阀，实现再生气流温度的恒定，有效防止脱附温度过高，确保系统安全稳定运行。

5、在吸附装置和催化燃烧装置前端安装 2 个可燃气体报警仪，距离 50cm。且在催化燃烧装置前端设置补稀风阀，当再生废气浓度过高时，比例调节稀释风阀，实现废气浓度的稀释，确保进入催化燃烧装置的废气浓度低于 25%LEL，维持系统安全运行。

6、催化燃烧装置内置不锈钢板热交换器，通过热交换器对燃烧后的废气进行热交换，充分利用其热量，减少热损失。

7、催化燃烧设备前后设置阻火器和压差传感器，阻火器防止回火发生，实现催化燃烧系统与吸附系统的隔离，同时具有过滤效果；而压差传感器有效监控催化燃烧装置的压损，一旦超过设定值，则提醒对阻火器进行清洗维护，确保系统安全运行，而整个吸附系统也设置一套压差传感器，随时监测其压差变化情况。工艺流程见图 5-1。

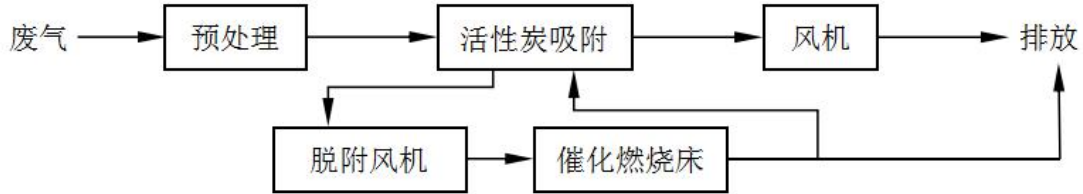


图 5-1 活性炭吸附+催化燃烧（CO）工艺流程

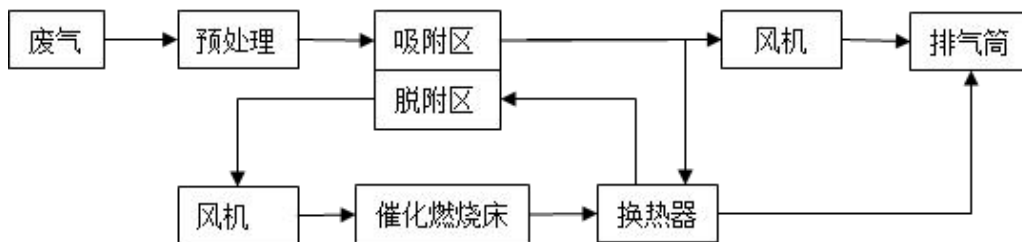
（二）沸石转轮吸附浓缩 + 催化燃烧（CO）

转轮浓缩+CO 催化燃烧设备有以下几个部分组成：预处理设备、分子筛转轮、脱附风机、催化燃烧炉（含脱附换热器、预热换热器）、吸附风机、各种自控仪表（压力变送器、温度变送器）、阀门、控制系统等组成。具体工艺流程如下：

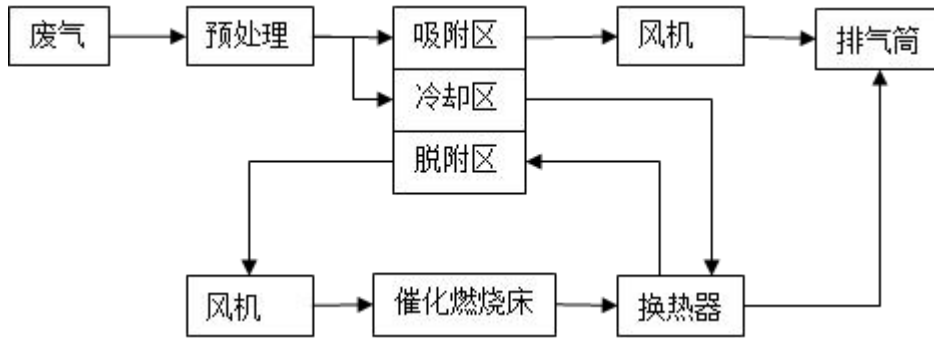
由管道汇总过来的 VOC 废气首先经过预处理段，使废气中的粉尘含量不超过 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，确保进入转轮的废气温度不超过 40°C ，相对湿度不超过 80%。

浓缩转轮采用沸石分子筛，由吸附区、脱附区，部分转轮还有冷却区。经过预处理后的洁净 VOC 废气，首先经过吸附区吸附，达标后的废气经过吸附风机后排入冲天管内。预处理后的废气，按照浓缩比一部分废气进入到脱附后的冷却区，转轮在此区域得到冷却，确保温度低于 40°C ；经过冷却区后的废气，经过脱附换热器加热，温度由 130°C 加热到 180°C 后进入脱附区，将脱附区转轮加热到 180°C ，经过脱附作业后，转轮表面的 VOC 废气全部进入到脱附废气，随后进入预热加热器进行加热作业，确保废气温度达到催化燃烧床的最低要求。整个转轮按照吸附、脱附、冷却三个作业模式，不停旋转，确保排放始终稳定达标。

催化燃烧床由：脱附换热器、预热换热器、催化室、燃烧室等组成，高浓度的废气在催化剂的作用下，在 $320\sim 350^\circ\text{C}$ 氧化成二氧化碳和水，去除效率大于 98%，热回收效率大于 70%。沸石转轮吸附浓缩 + 催化燃烧（CO）工作原理见图 5-3。



A. 不带冷却区转轮



B. 带冷却区转轮

图 5-3 沸石转轮浓缩+催化燃烧（CO）工作原理

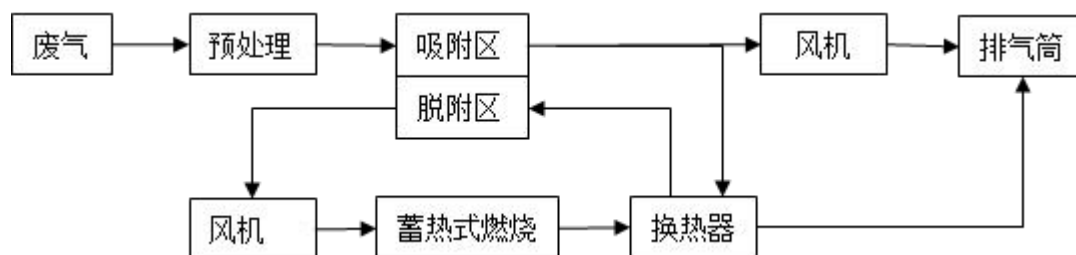
（三）沸石转轮吸附浓缩 + 蓄热式燃烧（RTO）

大风量、低浓度的有机废气的燃烧或回收，不仅需要非常大规模的设备，而且会造成巨额运行成本。对于该问题，通过使用沸石分子筛吸附浓缩装置可以将低浓度大风量的有机废气浓缩成高浓度小风量，从而减低设备投资费用和运行成本，从而实现经济有效有机废气处理。

转轮浓缩器为此系统关键部件设备，预处理后的废气进入沸石转轮浓缩系统。转轮为蜂窝状结构，转轮吸附材料是可以吸附有机溶剂的疏水性分子筛。VOC 浓缩区可分为处理区、再生区、冷却区，浓缩转轮在各个区内连续运转。经过预处理的废气分别进入各自转轮的处理区进行吸附过程，达标废气经烟囱排放，吸附于浓缩转轮中的有机废气 VOC，在再生区经高温空气处理而被脱附，浓缩到 10~20 倍的程度。浓缩风机流量为排风量的 1/10~1/20。浓缩转轮在冷却区被冷却，经过冷却区的尾气被加热，再经过再生加热器后作为脱附气体使用，达到节能的效果。

从转轮上脱附下来的气体通过风门机械结构穿过一个或者更多的陶瓷体进入燃烧室。这些陶瓷体先前就因为与热空气密切接触已经被预热过，并能产生高效的热传递。这也就导致了气体在到达燃烧室时，可以被预热到很接近氧化温度。污染的空气接着就进入了燃烧室，在燃烧室里依靠点着火的炉头将温度继续提升到燃烧温度。

有机废气热氧化炉采用 3 室结构，有机废气首先从 A 室进入，吸收了蓄热体的热量以及燃烧器补充的热量，有机废气温度提高到 800℃ 左右，在 3T（温度、停留时间、湍流）作用之下，有机废气成分被分解成 CO₂、H₂O；经充分氧化后的清洁气体从 B 室排出，并将热量释放至 B 室蓄热体，热量得以回收；同时 C 室进行吹扫工作，清除 RTO 管道内残余未处理的有机废气，回到 RTO 入口端，重新送入炉膛燃烧。蓄热式燃烧（RTO）工作原理见图 5-4。



A. 不带冷却区转轮



B. 带冷却区转轮

图 5-4 蓄热式燃烧 (RTO) 工作原理

汽车维修业 VOC 治理工艺技术比较, 见表 5-1。

表 5-1 汽修行业 VOC 治理工艺技术比较

相关指标	活性炭吸附+催化燃烧 (CO)	沸石转轮吸附浓缩+催化燃烧 (CO)	沸石转轮吸附浓缩+蓄热式热力焚烧系统 (RTO)
适宜净化的气体风量	不限	不限	不限
适宜净化的废气浓度	<200mg/m ³	<1000mg/m ³	<1000mg/m ³
去除效率 (%)	80~90	85~95	90~95
使用寿命	活性炭1~2年, 催化剂3~5年	转轮约10年, 催化剂3~5年	转轮约10年
操作稳定性	较稳定	稳定	稳定
流程复杂性	较复杂, 包括吸附和脱附两个过程。能够实现全自动化控制	较复杂, 包括吸附、脱附过程。部分转轮多一个冷却和换热过程。能够实现全自动化控制	较复杂, 包括吸附、脱附过程。部分转轮多一个冷却和换热过程。能够实现全自动化控制
二次污染	需更换预处理材料, 1~2年需更换活性炭, 3~5年需更换催化剂。滤材、活性炭和催化剂属于危险废物	需更换预处理材料, 3~5年需更换催化剂。滤材、沸石转轮和催化剂属于危险废物	需更换预处理材料, 滤材和沸石转轮属于危险废物
系统阻力pa	因活性炭可脱附再生, 装填量偏少。宜使用蜂窝状活性炭, 阻力较小, 约	转轮为蜂窝结构, 阻力较小, 约800~1000 Pa	转轮为蜂窝结构, 阻力较小, 约800~1000 Pa。RTO填充有蓄热体, 阻力较大,

	600~800 Pa		约3000Pa
优点	活性炭可以定期脱附，更换费用低。运行温度低，条件相对温和	对连续运行的工况较适合。脱附温度相对较高，脱附较彻底	对连续运行的工况较适合。脱附温度高，脱附更彻底，去除效率更高
缺点	对含有高沸点物质的废气，脱附效果不佳，部分物质会在活性炭上反应或聚合，有起火风险	工艺流程相对较复杂，能耗相对较高，催化剂具有选择性	工艺流程复杂，能耗高，对控制和运行安全要求更高，冷启动时间较长

3、治理技术的经济比较

众所周知，环境治理需要较大的资金投入，资金的一次性投入量和日常运维费用的多少是企业最为关心的问题。通过调查和分析，项目组认为：正常情况下汽车 4S 店加装 VOC 污染治理设施的一次性投入约在 70 万元左右，日常运维费用约为 20 万元/a；日常运维费用主要是设备运行产生的电费、天然气费和滤料的更换费。

（一）活性炭吸附 + 催化燃烧（CO）

以 2020 年实际物价为基础，对活性炭吸附 + 催化燃烧（CO）处理工艺运维费用进行分析。费用估算以风量为 2~5 万 m³/h、净化效率按 90 %、VOC 平均浓度 200 mg/m³ 为例：运行时间按 2400 h/a，电价按 1 元/kWh，为防止粉尘堆积，影响活性炭吸脱附效果故采用 G4、F7、F9 作为预处理滤料，按停留时间 0.62 s，活性炭更换次数按 0.5 次/a。活性炭吸附 + 催化燃烧（CO）处理技术运维费用进行分析，见表 5-2。

表 5-2 活性炭吸附 + 催化燃烧（CO）处理技术运维费用分析

活性炭吸附 + 催化燃烧（CO）				
（风量 2~5 万 m ³ /h、废气入口浓度 200 mg/m ³ 、净化效率 90%、电费按 1 元/kwh）				
预处理（滤料）（防止粉尘堆积，影响吸脱附效果）				
滤料型号	G4	F7	F9	
滤材单价（元）	120	160	180	
建议更换时间	0.5 个月	2 个月	3 个月	
更换次数	24	6	4	
更换数量	144~384	36~96	24~64	
滤材费用小计(元/a)	17280~46080	5760~15360	4320~11520	
滤材费用合计(元/a)	27360~72960			
活性炭				
装碳量(m ³)	更换次数(次/a)		更换费用(元/a)	
6.91~12.96	0.5		69100~129600	
活性炭费用合计(元/a)		69100~129600		
电费				
风机类型	吸附风机	脱附风机	补冷风机	催化燃烧电加热
功率（Kw）	30~75	7.5	4	100

运行时间 (h/a)	2400	240~480	120~240	180~360
电费小计 (元/a)	72000~132000	1800~3600	480~960	18000~36000
用电费用合计(元/a)	92280~172560			
其他				
日常维护 (元/a)	4000			
运维费用共计 (万元/a)	15.8~31.4			

(二) 沸石转轮吸附浓缩 + 催化燃烧 (CO)

以 2020 年实际物价为基础, 对活性炭吸附 + 催化燃烧 (CO) 处理工艺运维费用进行分析。费用估算以风量为 2~5 万 m³/h、净化效率按 90 %、VOC 平均浓度 200 mg/m³ 为例: 运行时间按 2400 h/a, 电价按 1 元/kWh, 因吸附材料沸石使用寿命长, 因此运维费用未考虑, 为减轻沸石吸脱附压力故采用 G4、F7、F9 作为预处理滤料, 沸石转轮吸附浓缩 + 催化燃烧 (CO) 处理技术运维费用进行分析, 见表 5-4。

表 5-4 沸石转轮吸附浓缩 + 催化燃烧 (CO) 处理技术运维费用分析

沸石转轮吸附浓缩+催化燃烧 (CO)				
(风量 2~5 万 m ³ /h、废气入口浓度 200 mg/m ³ 、净化效率 90%、电费按 1 元/kwh)				
预处理 (滤料) (防止粉尘堆积, 影响吸脱附效果)				
滤料型号	G4	F7	F9	
滤材单价 (元)	120	160	180	
建议更换时间	0.5 个月	2 个月	3 个月	
更换次数	24	6	4	
更换数量	144~380	36~96	24~64	
滤材费用小计(元/a)	17280~46080	5760~15360	4320~11520	
滤材费用合计(元/a)	27360~72960			
电费				
类型	吸附风机	脱附风机	催化燃烧加热功率	脱附电加热
功率 (Kw)	30~75	4~7.5	30~60	20~30
运行时间 (h/a)	2400	2400	480	2400
电费 (元/a)	72000~180000	9600~13200	14400~28800	48000~72000
用电费用合计(元/a)	144000~294000			
其他				
日常维护 (元/a)	4000			
运维费用共计 (万元/a)	17.5~37.1			

(三) 沸石转轮吸附浓缩+蓄热式热力焚烧 (RTO)

以 2020 年实际物价为基础, 对沸石转轮吸附浓缩 + 蓄热式热力焚烧 (RTO) 处理技术运维费用进行分析。费用估算以风量为 2~5 万 m³/h、净化效率按 90%、浓缩 20 倍, VOC 平均浓度 200mg/m³ 为例: 运行时间按 2400 h/a, 电价按 1 元/kWh, 天然气价按 4 元/Nm³, 因吸附材料沸石使用寿命长, 因此运维费用未考虑, 为减轻沸石吸脱附压力故采用 G4、F7、

F9 作为预处理滤料。沸石转轮吸附浓缩 +蓄热式热力焚烧（RTO）处理工艺运维费用进行分析，见表 5-5。

表 5-5 沸石转轮吸附浓缩 +蓄热式热力焚烧（RTO）处理技术运维费用分析

沸石转轮吸附浓缩+蓄热式热力焚烧（RTO） （风量 2~5 万 m ³ /h、废气入口浓度 200 mg/m ³ 、净化效率 90%、电费按 1 元/kwh）			
预处理（滤料）（防止粉尘堆积，影响吸脱附效果）			
滤料型号	G4	F7	F9
滤材单价（元）	120	160	180
建议更换时间	0.5 个月	2 个月	3 个月
更换次数	24	6	4
更换数量	144~380	36~96	24~64
滤材费用小计(元/a)	17280~46080	5760~15360	4320~11520
滤材费用合计(元/a)	27360~72960		
电费			
类型	吸附风机	RTO 风机	助燃风机
功率（Kw）	30~75	11~18.5	4
运行时间（h/a）	2400	2400	7200
电费（元/a）	72000~180000	26400~44400	28800
用电费用合计(元/a)	127200~253200		
天然气费			
燃烧器功率(Kcal/h)	3 万~7.5 万		
运行时间（h/a）	7200		
运行耗气量（Nm ³ /h）	2.6~5.5		
启炉耗气量（Nm ³ /次）	7~14		
启炉次数（次/a）	50		
年燃气耗用量（Nm ³ /a）	19070~40300		
天然气费用(元/a)	76280~161200		
其他			
日常维护（元/a）	4000		
运维费用共计（万元/a）	23.5~44.6		

综上，以 2020 年实际物价为基础。对各种处理工艺经济比较的过程中，投资、运行费用估算以风量为 2~5 万 m³/h、VOC 平均浓度 200 mg/m³ 为例：运行时间按 2400 h/a，电价按 1 元/kWh，天然气价格 4 元/Nm³，其投资和运行成本按照实际工程来计算，没有考虑人工、维修和折旧等费用，也没有考虑副产品的收益差别。汽车维修业 VOC 治理工艺经济比较，见表 5-6。

表 5-6 汽修行业 VOC 治理工艺经济比较

相关指标	活性炭吸附+催化燃烧 (CO)	沸石转轮吸附浓缩+催化 燃烧 (CO)	沸石转轮吸附浓缩+热力 焚烧系统 (RTO)
总投估算(万元)	60~150	130~260	150~330
电费 (万元/a)	9.2~17.3	14.4~29.4	12.7~25.3
天然气 (万元/a)	0	0	7.6~16.1
耗材 (万元/a)	6.2~13.8	2.7~7.3	2.7~7.3
其他费用 (万元/a)	0.4	0.4	0.4
占地(m ²)	120~180	80~120	80~200
运行费合计 (万元/a)	15.8~31.4	17.5~37.1	23.3~44.4
注：运行时间按 2400 h/a，电价按 1 元/kWh，天然气按4元/m ³ 计算			

六、重大分歧意见的处理依据和结果

该标准在征求意见过程中无重大分歧意见。

七、贯彻标准的措施建议(包括技术措施、管理措施、实施方案等内容)

(一) 技术措施

1、摸清污染底数。强化汽车表面涂装 VOC 污染物数据管理，严查数据造假行为。

2、强化科技支撑。应积极引导优势技术团队以服务于汽车表面涂装 VOC 污染物治理需求为导向，创新科研立项和绩效考核评估方法，加大支持力度，稳定 2~3 个与环境管理密切联系的高素质科研团队。

3、加大汽车表面涂装 VOC 污染物治理先进适用技术的示范与推广。注重发挥政府在 VOC 污染物治理先进技术示范与推广中的推动作用，借着排污费使用管理办法修订之机，确定每年拿出一定经费支持减排效果明显、经济效益高的先进环保适用技术进行示范和推广，积极引导环保产业技术进步，实现我省 VOC 污染物治理技水平的整体发展。

(二) 管理措施

加强对汽车表面涂装 VOC 污染物治理的环境监管，对涉及的各项控制要求须定期进行监测、检查。督促企业做好 VOC 污染物治理设施、设备的检修工作，增加对污染防治设施运行的检查频次，加大对偷排企业的行政处罚力度，确保生产企业稳定达标排放。

(三) 具体方法

1、企业应对自身 VOC 污染物排放情况进行核查，保证环保设施、监测设施正常运行，并能够达到标准要求。

2、相关部门和人员负责摸清存在问题及不稳定因素，逐一研究对策，制定整改措施，限期整改。与生产企业签订企业稳定达标排放承诺书，落实责任及减排措施，确保各项管控

措施落到实处。

3、建立奖惩制度，对积极配合实施的企业进行表扬，给予一定的优惠政策，对无视标准、超标排污的企业，向社会通报，视情节予以处罚。

八、预期效益分析

本标准规定了吉林省汽修行业表面涂装挥发性有机物治理技术指南的术语和定义以及大气污染物排放的基本要求，通过遴选提出了适合吉林省汽修行业表面涂装挥发性有机物治理技术，并经过技术经济比较，给出了相关的指导意见。

本标准可为吉林省汽车维修业表面涂装挥发性有机物在大气污染治理过程中有关技术的选取提供重要依据，同时可为环境管理和环境科研以及相关行业审查类似项目的可行性提供必要的参考。

《汽车维修业表面涂装挥发性有机物治理技术指南》标准制定小组

2020年9月30日