

《VOCs 分散吸附-移动脱附催化燃烧装置
技术规范（征求意见稿）》

编制说明

《VOCs 分散吸附-移动脱附催化燃烧装置技术规范》标准编制组

2024 年 10 月

目 录

1	项目背景	1
1.1	任务来源	1
2	标准制定的必要性	1
2.1	挥发性有机物的危害	1
2.2	VOCs 减排的需要	2
3	工作过程	4
4	国内外相关标准研究	4
4.1	国外标准	4
4.2	国内标准	6
5	标准制定原则、总体思路及技术路线	10
5.1	标准制定原则	10
5.2	总体思路	10
5.3	技术路线	10
6	标准主要技术内容及说明	12
6.1	适用范围	12
6.2	规范性引用文件	12
6.3	术语和定义	12
6.4	污染物与污染负荷	13
6.5	设备要求	13
6.6	VOCs 吸附装置	13
6.7	移动脱附催化燃烧装置	16

6.8 监测设备	19
6.9 安全要求	19
6.10 运行管理	21
7 先进性说明	23
8 征集意见情况及处理	23

《VOCs 分散吸附-移动脱附催化燃烧装置技术规范》 编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

2023年9月，南京理工大学向中华环保联合会提交了《VOCs分散吸附-移动脱附催化燃烧装置技术规范》团体标准立项申请表，经专家评审，此项团体标准于2023年12月获批立项，项目信息在全国团体标准信息平台网站（<http://www.ttbz.org.cn>）予以公示。

本规范由南京理工大学、河北科技大学、石家庄科林奥德环保科技有限公司主编，承担总体编写及相关调研任务，中华环保联合会负责标准的过程管理。编制组成员为面向社会广泛征集并经过严格筛选，拥有此相关项目研究、应用和实践背景的参编单位，参编单位有河北先进环保产业创新中心有限公司、中化学建设投资集团科技产业发展有限公司、山西新华防化装备研究院有限公司、河南中炼能化生态科技有限公司、石家庄安瑞科气体机械有限公司。

2 标准制定的必要性

2.1 挥发性有机物的危害

挥发性有机物（volatile organic compounds，简称VOCs），是指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，在20°C时蒸汽压不小于10 Pa或者101.325 kPa标准大气压下，沸点不高于260°C的有机化合物或者实际生产条件下具有以上相应挥发性的有机化合物（甲烷除外）的统称。一般包括烷烃、烯烃、炔烃、芳烃、酮、醇、醚、酯等以及部分含有N、O、S、卤素等替代原子的有机化合物。

VOCs按产生方式可分为自然源和人为源。自然源主要来自于植物的散发，是全球大气中VOCs的最大来源。植物源主要为异戊二烯、单萜烯及其他VOCs等。人为源分为固定源和移动源，固定源主要来自化石燃料和生物质（如

秸秆、木材)的燃烧、溶剂使用(包括工业过程中使用的溶剂)、化学品储罐呼吸以及各类企业生产活动等,流动源主要是机动车、船舶、飞机等以石油为主要燃料的发动机尾气的排放。人为源按照行业进行划分,石化行业是 VOCs 最大排放源,其次是有机化工、医药制造、涂料、油墨、印刷、微电子、粘胶剂、干洗业等行。

VOCs 大多数有毒、有害,具有一定的致癌性,它们可以通过呼吸道、消化道和皮肤进入人体,对人体健康造成危害。VOCs 对人体的危害包括非特异性毒性,如头痛、注意力不集中、疲乏等,以及特异性毒性,可能导致过敏和癌症。苯类物质具有神经麻醉作用,长期接触可能抑制骨髓影响造血功能,对外耳道腺、肝脏、乳腺和鼻腔都有致癌作用。此外,某些卤代烃如二氯甲烷和氯乙烯,也具有潜在的致癌性,并对中枢神经系统有损害。同时,VOCs 普遍具有光化学活性,是形成 PM_{2.5}和臭氧的重要前体物,排放至大气中的 VOCs 组分与氮氧化物、一氧化碳等一次污染物在大气中经紫外线照射,发生光化学反应,形成最终产物为 O₃和 PM_{2.5},导致光化学烟雾、城市灰霾等复合大气污染。部分 VOCs 还能增强温室效应,具有累积性和持久性。我国一些城市空气中 VOCs 的浓度是美国城市空气浓度 5~15 倍,工业排放有机废气已经成为城市主要污染源之一。

2.2 VOCs减排的需要

2022 年生态环境部印发《臭氧污染防治攻坚方案》中明确提出开展简易低效 VOCs 治理设施清理整治,同时要求加快适用于中小型企业低浓度、大风量废气的高效 VOCs 治理技术,研发和推广应用。2023 年国务院印发《空气质量持续改善行动计划》提出加强决策科技支撑再一次明确研究低浓度、大风量、中小型 VOCs 排放污染治理技术,提升 VOCs 关键功能性吸附催化材料的效果和稳定性。同时要求制定有机废气治理用活性炭技术要求。

汽修喷漆、包装印刷、橡胶制品、塑料制品、电线电缆、家具板材等涉 VOCs 行业企业数量多、分布相对集中,但多属中小微企业,早期安装 VOCs 废气治理设备基本采用 UV 光氧、低温等离子等简单单一的工艺技术,对 VOCs 去除率不足 30%。同时,因环保市场的低价无序竞争,致使该类治理设

施虚有其表，不仅成为了“摆设”，甚至因为这类设备运行直接产生臭氧，反而成为夏季臭氧浓度指数居高不下的主要成因之一。

蓄热燃烧、催化燃烧及沸石转轮等高效的 VOCs 治理工艺因其投入成本及运行费用高、操作技术要求强、安全隐患大等因素使企业望而却步。而低端劣质的蓄热或催化燃烧设施因在脱附阶段缺乏有效监管手段，极易存在脱附再生环节高浓度 VOCs 废气聚集直排漏洞问题，导致企业和监管部门日积月累的辛勤工作“付之一炬”，做了大量无用功。目前，缺乏有效的技术设备生产规范，同时因企业生产过程中还受环评要求、环境监管等外在因素制约却不得不继续使用此种低端、低效且对大气环境产生负面危害的“环保”设备，这成为环境管理部门、中小微型企业、环境治理专业机构的“心中之痛”！。

我国正在逐步完善气态污染物的排放标准，但治理工程设备和设施的规范还没有跟上。2023 年生态环保部发布《低效失效大气污染治理设施排查整治工作方案》中对提升治理设施设计科学性、合理性、规范化、自动化提出了明确要求。制订气态污染治理的工程技术规范，对环境工程建设的规范化影响深远。对技术相对成熟、应用面广的工程技术进行规范，能大大提高环境工程建设的技术和管理水平，指导主管部门对环境工程全过程实施科学管理。

因此，对环保设备的规范化使用，规范化运维、有必要进行深入研究并制定相应标准与要求，保障环保设备稳定运行，真正实现“环保”功能；规范化市场销售设备，规划化企业运行维护机制，建立有效监督管理机制。

3 工作过程

2022年5月，南京理工大学牵头成立标准编制组，由长期从事挥发性有机物治理技术与开发的技术人员组成，主编单位包括南京理工大学、河北科技大学、石家庄科林奥德环保科技有限公司，同时也明确了各承担单位的分工和职责。

2022年6月~9月，编制组查阅了国内外活性炭吸附技术、移动脱附催化燃烧装置的相关文献资料，并调研了国内现在应用现状。针对当前设备使用、设备推广、模式管理中存在的疑点和难点，借鉴国内外相关应用、管理方法的研究与分析，确认本规范的技术框架。

2022年10月~2023年2月，编制组经过调研多台设备、多场景应用情况，明确了规范制订工作安排以及内容方案等，并确认规范组成部分、设备性能指标，包括吸附设备空塔气速、吸附设备压降、催化燃烧温度、催化剂性能等等；管理方式：大数据平台功能等。

2023年3月~8月，编制组对开展此项技术应用的企业开展现场调研。通过对现场应用情况调研，归纳可用于实际工程项目的设备技术参数要求、关键设备性能要求和管理方法等，以便更好引导此项技术的推广使用。

2023年9月~12月，编制组按照《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565—2010）和《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）的相关要求，编写标准征求意见稿和编制说明。

2023年12月，中华环保联合会VOCs污染防治专业委员会组织召开了《VOCs分散吸附-移动脱附催化燃烧装置技术规范》专家审查会。

2024年11月，完成《VOCs分散吸附-移动脱附催化燃烧装置技术规范》（征求意见稿），并面向社会公开征求意见。

2024年□□月，完成征求意见汇总处理，修改文本和编制说明，形成送审稿。

2024年□□月，标准正式发布。

4 国内外相关标准研究

4.1 国外标准

4.1.1 美国

美国对固定源大气污染物排放标准的制定，是将常规污染物与有害大气污染物分开进行的。美国环保署负责制定全国统一的针对常规污染物的《新污染源标准》（New Source Performance Standard, NSPS）和针对有害大气污染物的《有毒有害大气污染物国家排放标准》（National Emissions Standard for Hazardous Air Pollutants, NESHAPs）。NSPS（联邦法规号 40 CFR PART 60）针对常规污染物（即环境空气质量标准中规定的污染物，包括颗粒物、SO₂、NO_x、CO、Pb、O₃）、酸性气体和 VOCs 按工业行业分类制定排放标准，迄至 2009 年 2 月涉及 89 项新固定排放源；另一类是针对 187 种有毒有害空气的国家排放标准（NESHAPs）。

美国固定源大气污染物排放标准体系的特点是根据行业以及排放源类型的差异分门别类制定标准。由于行业、源类的划分极为详细，针对性很强，能够有效控制排污企业或设施的特征污染物排放（既包括常规污染物，也包括 VOCs、重金属等有毒有害物质），加之排放限值有可行技术做依托（BAC 技术、MACT 技术），保证了标准的可实施性，因此美国固定源大气污染物排放标准的污染控制效果非常明显。

4.1.2 欧盟

1999 年 3 月 11 日，理事会颁布了“关于特定活动和工业设施使用有机溶剂产生挥发性有机化合物的排放限值指令”（Directive 1999/13/EC），简称 VOCs 溶剂排放指令。该指令涵盖了绝大部分固定的商业和工业活动中涉及有机溶剂使用的 VOCs 排放，如印刷、表面清洁、汽车翻新喷涂、干洗、制鞋、制药业。欧盟在限制污染源排放的基础上，同时限制包括 VOCs 在内的四种污染物的国家排放总量。欧洲议会和欧盟理事会于 2001 年 10 月 23 日颁布了关于国家排放上限的指令，即《大气污染物排放量最高国家标准》，也称 NEC 指令。

综合污染预防与控制指令、溶剂排放指令等于 2010 年并入《工业排放指令》。欧盟理事会要求各成员国于 2013 年 1 月 7 日之前将《工业排放指令》纳入国家法规。工业排放指令包含过去由行业指令管理、现被纳入《工业排放指令》的各类设施的最低排放限值。

4.1.3 世界银行

世界银行 1998 年发布了《污染预防和削减手册》，手册中规定了各工业行业的废气排放标准（参数和最大值），涉及石油化工生产等 14 个行业，且各行业 VOCs 排放执行统一标准限值（ 20mg Nm^{-3} ）。

4.2 国内标准

随着国家对 VOCs 管控日趋严格，国家及地方陆续出台了 VOCs 污染控制的相关标准，从而加强对工业企业 VOCs 排放控制，力求减少 VOCs 排放。表 4-1、表 4-1 分别为国家及各省市 VOCs 排放相关标准。

4.2.1 国家发布标准

表 4-1 国家 VOCs 排放相关标准

序号	标准名称	标准编号
1	大气污染物综合排放标准	GB 16297-1996
2	恶臭污染物排放标准	GB 14554-1993
3	室内空气质量标准	GB/T 18883-2002
4	储油库大气污染物排放标准	GB 20950-2007
5	加油站大气污染物排放标准	GB 20952-2007
6	合成革与人造革工业污染物排放标准	GB 21902-2008
7	橡胶制品工业污染物排放标准	GB 27632-2011
8	炼焦化学工业污染物排放标准	GB 16171-2012
9	轧钢工业大气污染物排放标准	GB 28665-2012
10	电池工业污染物排放标准	GB 30484-2013
11	石油炼制工业污染物排放标准	GB 31570-2015
12	石油化学工业污染物排放标准	GB 31571-2015
13	合成树脂工业污染物排放标准	GB 31572-2015
14	烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准	GB 15581-2016
15	挥发性有机物无组织排放控制标准	GB 37822-2019
16	涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准	GB 37824-2019
17	制药工业大气污染物排放标准	GB 37823-2019
18	农药工业大气污染物排放标准（征求意见稿）	--
19	印刷工业大气污染物排放标准（征求意见稿）	--

4.2.2 各省市发布标准

表 4-2 各省市 VOCs 排放相关标准

省市	序号	标准名称	标准编号
北京	1	储油库油气排放控制和限值	2023 年征求意见稿
	2	油罐车油气排放控制和限值	2023 年征求意见稿
	3	加油站油气排放控制和限值	2023 年征求意见稿
	4	炼油与石油化学工业大气污染物排放标准	DB 11/447-2015
	5	大气污染物综合排放标准	DB 11/501-2017
	6	铸锻工业大气污染物排放标准	DB 11/914-2012
	7	防水卷材行业大气污染物排放标准	DB 11/1055-2013
	8	印刷业挥发性有机物排放标准	DB 11/1201-2015
	9	木质家具制造业大气污染物排放标准	DB 11/1202-2015
	10	大气污染物综合排放标准	DB 11/501-2017
	11	工业涂装工序大气污染物排放标准	DB 11/1226-2015
	12	汽车整车制造业（涂装工序）大气污染物排放标准	DB 11/1227-2015
	13	汽车维修业大气污染物排放标准	DB 11/1228-2015
	14	有机化学品制造业大气污染物排放标准	DB 11/1385-2017
	15	餐饮业大气污染物排放标准	DB 11/1488-2018
	16	电子工业大气污染物排放标准	DB 11/1631-2019
天津	1	恶臭污染物排放标准	DB 12/059-2018
	2	工业企业挥发性有机物排放控制标准	DB 12/524-2020
	3	餐饮业油烟排放标准	DB 12/644-2016
	4	铸锻工业大气污染物排放标准	DB 12/764-2018
河北	1	青霉素类制药挥发性有机物和恶臭特征污染物排放标准	DB 13/2208-2015
	2	工业企业挥发性有机物排放控制标准	DB 13/2322-2016
河南	1	工业涂装工序挥发性有机物排放标准	DB 41/1951-2020
	2	印刷工业挥发性有机物排放标准	DB 41/1956-2020
	3	炼焦化学工业大气污染物排放标准	DB 41/1955-2020
山东	1	挥发性有机物排放标准 第 1 部分：汽车制造业	DB 37/2801.1-2016
	2	挥发性有机物排放标准 第 3 部分：家具制造业	DB 37/2801.3-2017
	3	挥发性有机物排放标准 第 4 部分：印刷业	DB 37/2801.4-2017
	4	挥发性有机物排放标准 第 5 部分：表面涂装行业	DB 37/2801.5-2018
	5	挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业	DB 37/2801.6-2018

省市	序号	标准名称	标准编号
	6	挥发性有机物排放标准 第7部分：其他行业	DB 37/2801.7-2019
	7	有机化工企业污水处理厂（站）挥发性有机物及恶臭 污染物排放标准	DB 37/3161-2018
山西	1	钢铁工业大气污染物排放标准	DB 14/2249-2020
陕西	1	挥发性有机物排放控制标准	DB 61/T 1061-2017
上海	1	生物制药行业污染物排放标准	DB 31/373-2010
	2	半导体行业污染物排放标准	DB 31/374-2006
	3	餐饮业油烟排放标准	DB 31/844-2014
	4	汽车制造业（涂装）大气污染物排放标准	DB 31/859-2014
	5	印刷业大气污染物排放标准	DB 31/872-2015
	6	涂料、油墨及其类似产品制造工业大气污染物排放标 准	DB 31/881-2015
	7	大气污染物综合排放标准	DB 31/933-2015
	8	船舶工业大气污染物排放标准	DB 31/934-2015
	9	恶臭（异味）污染物排放标准	DB 31/1025-2016
	10	家具制造业大气污染物排放标准	DB 31/1059-2017
	11	制药工业大气污染物排放标准	DB 31/310005-2021
江苏	1	表面涂装（汽车制造业）挥发性有机化合物排放标准	DB 32/2862-2016
	2	表面涂装（汽车零部件）大气污染物排放标准	DB 32/3966-2021
	3	化学工业挥发性有机物排放标准	DB 32/3151-2016
	4	表面涂装（家具制造业）挥发性有机物排放标准	DB 32/3152-2016
	5	木材加工行业大气污染物排放标准	DB 32/4436-2022
	6	制药工业大气污染物排放标准	DB 32/4042-2021
	7	玻璃钢制品行业挥发性有机物排放标准	2021年征求意见稿
	8	工业涂装工序大气污染物排放标准	DB 32/4439-2022
	9	印刷工业大气污染物排放标准	DB 32/4438-2022
江西	1	挥发性有机物排放标准 第1部分：印刷业	DB 36/1101.1-2019
	2	挥发性有机物排放标准 第2部分：有机化工行业	DB 36/1101.2-2019
	3	挥发性有机物排放标准 第3部分：医药制造业	DB 36/1101.3-2019
	4	挥发性有机物排放标准 第4部分：塑料制品业	DB 36/1101.4-2019
	5	挥发性有机物排放标准 第5部分：汽车制造业	DB 36/1101.5-2019
	6	挥发性有机物排放标准 第6部分：家具制造业	DB 36/1101.6-2019

省市	序号	标准名称	标准编号
重庆	1	大气污染物综合排放标准	DB 50/418-2016
	2	汽车整车制造表面涂装大气污染物排放标准	DB 50/577-2015
	3	摩托车及汽车配件制造表面涂装大气污染物排放标准	DB 50/660-2016
	4	汽车维修业大气污染物排放标准	DB 50/661-2016
	5	家具制造业大气污染物排放标准	DB 50/757-2017
	6	包装印刷业大气污染物排放标准	DB 50/758-2017
	7	餐饮业大气污染物排放标准	DB 50/859-2018
浙江	1	纺织染整工业大气污染物排放标准	DB 33/962-2015
	2	重点工业企业挥发性有机物排放标准	DB 3301/T 0277-2018
	3	制鞋工业大气污染物排放标准	DB 33/2046-2017
	4	制药工业大气污染物排放标准	DB 33/310005-2021
	5	工业涂装工序大气污染物排放标准	DB 33/2146-2018
广东	1	家具制造行业挥发性有机化合物排放标准	DB 44/814-2010
	2	印刷行业挥发性有机化合物排放标准	DB 44/815-2010
	3	表面涂装（汽车制造业）挥发性有机化合物排放标准	DB 44/816-2010
	4	制鞋行业挥发性有机化合物排放标准	DB 44/817-2010
	5	集装箱制造业挥发性有机物排放标准	DB 44/1837-2016
	6	固定污染源挥发性有机物综合排放标准	DB 44/2367-2022
	7	电子工业挥发性有机物排放标准（征求意见稿）	--
湖北	1	表面涂装（汽车制造业）挥发性有机化合物排放标准	DB 42/1539-2019
湖南	1	家具制造行业挥发性有机物排放标准	DB 43/1355-2017
	2	表面涂装（汽车制造及维修）挥发性有机物、镍排放标准	DB 43/1356-2017
	3	印刷业挥发性有机物排放标准	DB 43/1357-2017
四川	1	固定污染源大气挥发性有机物排放标准	DB 51/2377-2017
福建	1	工业企业挥发性有机物排放标准	DB 35/1782-2018
	2	工业涂装工序挥发性有机物排放标准	DB 35/1783-2018
	3	印刷行业挥发性有机物排放标准	DB 35/1784-2018
辽宁	1	工业涂装工序挥发性有机物排放标准	DB 21/3160-2019
	2	印刷业挥发性有机物排放标准	DB 21/3161-2019
安徽	1	家具制造业大气污染物排放标准	DB 34/4337-2023

省市	序号	标准名称	标准编号
	2	制药工业大气污染物排放标准	DB 34/310005-2021

5 标准制定原则、总体思路及技术路线

5.1 标准制定原则

(1) 本标准在制定过程中，充分考虑与现行国家标准、国家行业标准、规范和管理政策的衔接性，与国家及地方有关的环境法律法规、标准方法相配套，与环境保护的方针政策相一致。同时，参考其他省市相关标准，适当与国外先进标准衔接。

(2) 本标准在制定过程中，与国内外的吸附法、催化燃烧法等有机废气治理技术的发展水平相适应，以国内外现有工艺和最佳实用污染控制技术为基础，充分考虑技术成熟程度和可行性、技术的适用范围和适用对象。

(3) 技术规范中所界定的工艺设备和治理设施应兼顾技术可行性、经济性及先进性，便于工程实施，实际操作，运行维护。符合涉 VOCs 企业实际情况的环保治理技术及运行、维护、监管方法，力求使标准做到科学合理、技术上可行、经济上合理、具有可操作性。

5.2 总体思路

(1) 充分借鉴国内外涉 VOCs 企业治理工艺，以行业现有成熟的、经济技术合理可行的污染治理措施和技术为依托，通过科学合理规范化的设计、推动污染源企业安装经济有效的 VOCs 治理设施，同时提高环保产业技术发展。

(2) 以大数据互联网为依托，搭建 VOCs 综合管控平台对涉 VOCs 污染排放企业全面覆盖，从企业全过程防控出发，通过对环保设备关键参数动态监控，保证环保设备正常、稳定运行，最大限度地降低 VOCs 的排放，实现所有源的有效减排与监管。

(3) 以大数据互联网为依托，搭建运维管理平台，规范化运行环保设备，通过对环保设备关键参数动态监控，实现管理部门有效监管、减少监督执法劳动强度，推动 VOCs 监督管理体系的完善。

5.3 技术路线

(1) 查阅国内外相关文献资料，确定本项目的研究内容、技术路线及关键环节，编写试验方案。

(2) 调研国内中小型涉 VOCs 企业治理市场现状、管理现状，选择治理效果明显易于接受的工艺或设备作为测试对象；结合管理部门要求和监管要点，及治理效果评估关键节点管理办法形成有效监管机制。

(3) 根据调研结果进行工艺路线设计，关键设备设计、加工制作、试验、优化；软件管理平台架构树设计、编程、调试、优化；

(4) 根据试验、调试结果进行设备和系统完善优化，进行试点项目建设运行调试。根据实际运行效果，按照《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565—2010）和《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）要求，起草标准征求意见稿和编制说明，召开标准技术审查会；

(5) 对征求意见进行汇总分析，修改完善形成标准和编制说明的送审稿；

(6) 送审稿经审查合格后，提交标准和编制说明的报批稿。

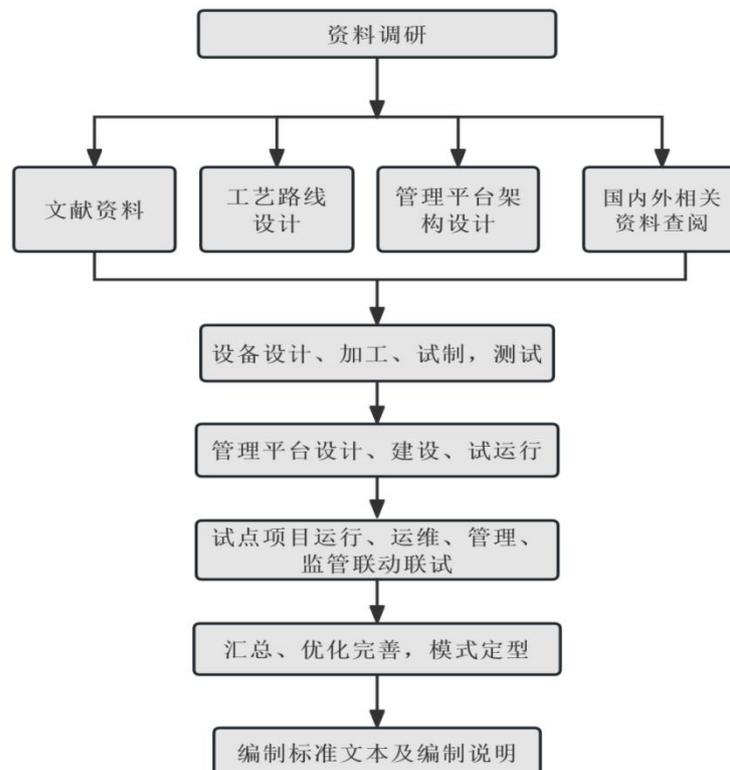


图 4-2 标准编制技术路线图

6 标准主要技术内容及说明

6.1 适用范围

吸附法-催化燃烧法在气态污染物治理中占有重要的地位，是目前大气污染治理的主要方法之一。挥发性有机物（VOCs）分散吸附-移动脱附催化燃烧是指内若干个涉 VOCs 排放点分别安装装填吸附剂的设备，一定周期内吸附饱和的设备采用具有热脱附-催化燃烧功能的可自由移动设备进行吸附剂吸附性能恢复。吸附法-催化燃烧法是目前国内外 VOCs 治理的主要技术之一，应用范围最广。据统计，目前我国所使用的 VOCs 治理工艺设备中，吸附法-催化燃烧法设备约占 1/3 左右。本工程技术规范—《VOCs 分散吸附-移动脱附催化燃烧装置技术规范》其适用范围限定在 VOCs 分散吸附—移动脱附催化燃烧装置的建设、运行、运维管理，可作为新建、改建、扩建项目的废气治理工程及同类装置的设计、验收、运行和运维管理的参考依据。

6.2 规范性引用文件

现行的国家法律法规、大气环境治理类的环保类标准、相关的行业标准是制定本规范的依据，其中有关条文是本规范的技术基础，引用此类文件，使本规范具有合法性和权威性。对于吸附法治理工程中的各类设备和材料的制造（作）、加工、运输、安装、测试、维修等方面的规定，均引用现行的国家标准及行业标准。有关建设工程涉及的配套专业的工程施工、安装、测定调试、验收规范均成为本规范的引用文件。

6.3 术语和定义

为了便于对规范条文的理解，对本规范中涉及的技术名词予以定义。对在其他法律、法规和技术规范上已经定义的术语如果适用于本规范的，在本规范中不再重新进行定义。对于有关标准和规范上没有标准定义而本规范中需要解释的给予了命名和规范。

对于本规范中涉及的一些最为核心的名词，虽然在其它标准中已有定义，在本规范中也重新进行了解释。

一些在其它标准中已经定义，但没有完全统一的名词在本规范重新进行了定义与说明。

6.4 污染物与污染负荷

本章规定了吸附设备的运行负荷，包含初始进气浓度、VOCs 产生量、单台设备的处理能力等，以及吸附装置设计的考虑因素、颗粒物限值要求和废气的爆炸限值。

吸附装置设计时需要综合考虑废气温度、湿度、VOCs 组分、VOCs 浓度、颗粒物浓度以及 VOCs 产生方式等因素。高温和高湿影响吸附装置的性能，VOCs 的组分、浓度、排放方式等影响吸附剂的选型、吸附装置的类型、尺寸和气体停留时间等因素，最终影响吸附性能。在进行废气治理工艺路线选择时，应通过对废气的组成、浓度、温度、湿度、产生方式（连续或间歇、均匀或非均匀）等因素进行综合分析，选择经济适用、全可靠的治理工艺。

粉尘易于附着在吸附剂的表面上，少量的粉尘就会对吸附剂的吸附能力产生很大的影响。因此标准中规定经过预处理以后废气中的颗粒物含量应低于 1mg m^{-3} 。有机物的吸附主要是物理吸附，温度越低，吸附能力越强。目前常用的吸附剂，如活性炭、活性炭纤维和分子筛等一般在 40°C 以下对有机物具有良好的吸附效果。高温会影响吸附材料与 VOCs 的结合能力，降低吸附材料的吸附能力。水分子会占据吸附材料的吸附点位，堵塞吸附孔道，高湿会使吸附材料的 VOCs 吸附性能显著降低。因此，标准中规定废气需满足相对湿度宜（RH） $\leq 80\%$ 、废气温度宜 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 的要求。

由于有机物的易燃性和存在爆炸的危险，在有机废气的治理中安全性是首先需要考虑的因素。对有机物的浓度要求一般规定为控制在其爆炸极限下限的 25% 以下。

6.5 设备要求

挥发性有机物（VOCs）分散吸附-移动脱附催化燃烧装置主要包含两部分组成：VOCs 吸附装置和移动脱附催化燃烧装置。VOCs 吸附包含预处理装置、吸附装置和风机。移动脱附催化燃烧装置包含移动装置、催化燃烧装置以及与吸附装置的快接。

6.6 VOCs 吸附装置

6.6.1 一般规定

对吸附装置进行规范化要求包括吸附装置适用范围、预处理装置、吸附剂选择、吸附剂装填量、设备防腐、配套阀门、吸附更换等方面进行明确要求，以便指导环保设备加工企业、使用企业进行吸附工艺的合理选型、规范化设计、使用。

由于各个行业中产生的废气的性质千差万别，通常含有一定量的粉尘，如PVC手套、家具制造、工业涂装等行业产生大量颗粒物。颗粒物常以气溶胶形式存在，会堵塞吸附材料的吸附孔道，进而影响吸附性能。因此，在废气进入吸附箱之前，需要进行颗粒物的净化。因此规定颗粒物含量 $<1\text{mg m}^{-3}$ 。目前，由于对废气的前处理重视不够或者预处理设备使用不当，吸附器的效率很低，有些无法长时间使用。废气颗粒物预处理工艺主要有干法机械过滤和湿法喷淋吸收两种工艺，也可以采用干法和湿法结合的组合工艺。干法过滤通常采用G4、F5、F7三个等级的过滤装置，部分企业末端过滤装置采用F9级别，F7级后端颗粒物可以满足吸附箱的过滤要求，因此规定过滤材料等级不低于F7。建议过滤装置两端安装差压计，确定更换时间，防止因长时间使用颗粒堵塞过滤材料，阻力过大导致过滤材料破损。对于采用湿式过滤的装置，废气经过湿式过滤后相对湿度会增加，影响后端吸附性能。因此，采用湿式过滤的装置后端需加装除湿装置，进气相对湿度 $<80\%$ 。

在某些生产工艺中，如烘烤漆工艺和干燥工艺，所产生的废气温度较高，目前常用的吸附剂，如活性炭、活性炭纤维和分子筛等一般在 40°C 以下对有机物具有良好的吸附效果。因此，在废气进入吸附器之前应先进行降温处理，保证进气温度低于 40°C ，采用洗涤方式进行降温的废气，需要加装除湿措施。

目前我们常用的吸附剂主要包括活性炭（颗粒活性炭和蜂窝活性炭）、活性炭纤维、分子筛（颗粒分子筛和蜂窝分子筛）、颗粒硅胶和颗粒氧化铝等。其中硅胶和氧化铝在有机废气净化中很少使用，颗粒硅胶在国外的油气净化装置中有所应用，在国内目前还没有应用。因此在本规范中只对活性炭、活性炭纤维和分子筛的性能进行了规定。关键指标包括碘值、四氯化碳吸附率、四氯化碳脱附率、苯吸附率等核心指标，以保证吸附材料良好的净化性能，从而实现在规定时间内吸附装置的有效、高效的治污效果。

吸附剂选定后，应根据废气处理风量、污染物浓度、吸附剂的动态吸附容量确定更换周期，根据实验室测试和工程数据，颗粒物活性炭的吸附容量一般 $\leq 10\%$ ，蜂窝活性炭 $\leq 7\%$ ，沸石分子筛类 $\leq 4\%$ 。吸附材料再生周期以净化效率进行评定，一般设置为设计效率的 70%。

不同的生产工艺所产生的有机废气的成分比较复杂，像苯类、酮类、醛类等气体基本没有腐蚀性或腐蚀性较小，有机酸类气体则具有较强的腐蚀性。在有些情况下还会含有一些无机气体，如硫化氢等，腐蚀性非常强。当废气中含有以上腐蚀性气体时，所有集气罩、管道、阀门、颗粒过滤器和吸附器均应选用抗腐蚀材料制造或按 HGJ 229 进行防腐蚀处理。

6.6.2 性能要求

此部分对吸附设备加工制作进行了明确要求，主要包括设备压降、净化效果、保温性能、自动化监测等保障设备可监管、可控制、可评估。按此要求设计、制造可以有效规避市场上以次充好、无效低效设备进入市场，利于规范市场，提升设备治理效率，保障治理效果。

在 HJ/T 386-2007《工业废气吸附净化设备》中，只是规定吸附器的净化效率应不低于 90%。但对于浓度较高的废气，即使 90%的净化效率也达不到排放要求。本标准规定出口 VOCs 排放浓度应达到国家、地方标准及排污许可规定的限值要求。不再做吸附效率的规定要求。

在 HJ/T 386-2007《工业废气吸附净化装置》中规定吸附装置的压力损失不大于 2.5kPa。

吸附装置在脱附时需要保证一定的脱附温度，高温会造成安全隐患，从安全角度和节能能源角度，规定应设置保温结构，满足设备外表面温度与环境温度差值不应超过 30°C：采用真空保温结构的，真空度 ≤ 30 Pa（绝对压力），夹层间距 ≥ 20 mm；采用常规保温材料（岩棉、硅酸铝毡）结构的，保温层厚度 ≥ 50 mm。

6.6.3 其他要求

主要是配合脱附再生工作的需求，及脱附再生过程满足实时监测要求；平常使用时规范管理要求。保证脱附再生时合理、合规、可监测、可监控；平常工作时现场符合管理要求，规避风险。

6.7 移动脱附催化燃烧装置

6.7.1 一般规定

对移动脱附催化燃烧装置进行规范化要求包括催化剂、运行参数、温度控制、脱附温度、处理物质等方面进行明确要求，以便指导环保设备加工企业、使用企业进行催化工艺的合理选型、规范化设计、使用。

目前市面上使用的催化剂为氧化型催化剂，包括贵金属和非贵金属催化剂，一般在 250~300°C 之间即可以达到有机污染物的完全转化。对于不同的物质，催化转化的温度不同，为保证较高的转化效率，规定催化剂工作温度应 ≥ 300 °C。VOCs（挥发性有机化合物）催化反应，特别是在催化燃烧过程中，是一个强烈的放热反应。当 VOCs 浓度较高时，催化燃烧反应会释放大量的热量，导致催化剂床层温度显著升高。这种放热特性要求 VOCs 催化剂具有较高的热稳定性，因此规定催化剂工作温度 ≤ 600 °C，并能承受短期 650 °C 高温冲击。

催化剂床层的设计空速是由催化剂的反应活性和要求的净化效率来决定的。反应活性高的催化剂，床层设计空速可以大一些；反应活性低的催化剂，床层设计空速就要低一些。但在实际设计上一般不低于 10000 h⁻¹，最高也不会高于 30000 h⁻¹。

正常运行温度范围内，催化剂转化效率应 $\geq 97\%$ ；在一般情况下，催化燃烧装置的净化效率可以达到 99% 以上。对于工业涂装、家具制造、包装印刷等行业，废气中非甲烷总烃浓度为 1000-2000 mg m⁻³，当净化效率为 97% 时，则净化尾气中非甲烷总烃浓度为 30-60 mg m⁻³，低于 GB 16297—1996 中 120 mg m⁻³ 的要求。当废气浓度较高时，在设计上转化率也必须提高。但当废气中非甲烷总烃浓度较低时，即使转化率低一些，反应器的出口浓度也能够达到相关排放标准的要求。因此规定催化燃烧装置的净化效率一般不低于 97%。

由于催化剂价格较高，要求尽量长的使用寿命。一般催化剂可以使用 3-5 年，但是由于催化剂中毒、烧结、积碳等原因，催化剂的使用寿命会降低。目前市面上催化剂的使用寿命一般不低于 1 年，因此，本标准固定设计工况下催化剂连续使用寿命应大于 7200h。

对于脱附初期，随着活性炭箱的温度升高，吸附的 VOCs 组分逐渐释放，但催化燃烧装置未达到 300°C，导致催化转化效率较低，存在超标风险，因此

规定移动脱附催化燃烧净化装置应具备预热功能，使用不含废气的空气进行预热 10~30min，在催化剂层温度达到 300 °C后，才允许通入废气。

为保证脱附和催化转化的工作有效性，防止出现超标排放的现象，本标准规定装置温度监测点应包括但不限于：加热后温度、催化剂床层温度，催化剂反应后尾气温度，且温度传感器距离各监测位置不小于 200 mm，避免热干扰。

在脱附过程中，脱附温度是影响脱附速度的关键影响。当脱附温度达到 VOCs 与吸附材料结合的临界温度时，VOCs 瞬时脱附产生高浓度废气，超过爆炸极限，存在爆炸风险。为保障设备工作的安全性，规定脱附载气采取程序式分段控制，一般脱附温度在 60~120°C间，原则是低温区、中温区，分别采用不同风量、不同温度、不同时长的方式使 VOCs 浓度平稳释放，避免出现峰值，保证废气中 VOCs 浓度低于其爆炸极限下限的 15%，以便于采取措施控制浓度，同时也可以保证处理后废气实时达标；

贵金属催化剂的起燃温度低，活性高，但是当废气中含有 S、N、Cl 等的杂原子有机物时容易中毒而失活。和贵金属催化剂相比，过渡金属和稀土金属催化剂对 S、N、Cl 等具有一定的抗中毒能力，但在浓度较高时也会因为中毒而失活，影响催化转化效率。因此本标准规定进入移动脱附催化燃烧装置的废气中不宜含有引起催化剂中毒的物质：如硫或含硫有机化合物、卤素（溴、氯等）或卤素化合物、强酸性、碱性物质及磷、硅、铅、砷等毒物。

不同的生产工艺所产生的有机废气的成分比较复杂，像苯类、酮类、醛类等气体基本没有腐蚀性或腐蚀性较小，有机酸类气体则具有较强的腐蚀性。在有些情况下还会含有一些无机气体，如硫化氢等，腐蚀性非常强。当废气中含有以上腐蚀性气体时，催化燃烧装置均应选用抗腐蚀材料制造或按 HGJ 229 进行防腐蚀处理。

从安全角度考虑，对于应具有采集吸附装置的温度监测信号并连锁的功能。放置设备超温导致催化剂失活、装置损坏，甚至爆炸的风险，保障设备自动化控制，有连锁的作用。

以往标准中未对催化燃烧装置的运行重点进行描述，本标准提出两种判定标准，一是当进入催化燃烧装置的废气浓度低于 50mg m⁻³ 且移动脱附催化燃烧装置排放废气浓度低于 50mg m⁻³。进入废气浓度低于 50mg m⁻³，可以认定吸附

装置基本完成脱附，出气低于 30mg m^{-3} ，保证达标排放。当无法进行进气浓度和出气浓度监测时，可以通过催化床层温度进行判断，当移动脱附催化燃烧装置催化剂层无明显温差，且工作时长接近理论再生时长时，认为脱附催化燃烧过程结束，系统转到降温功能，降温后恢复吸附性能。

在实际应用中各企业提供电力配套能力不同，因此对于脱附催化燃烧装置能源供给系统可以选择电、天然气、液化石油气等作为能源的来源。推荐移动脱附催化燃烧装置建议采用燃气供能。设备不再依赖大负荷的电力，使设备共享移动具有切实可行性。

6.7.2 性能要求

对于不同浓度的废气，在脱附催化燃烧装置处理后的 VOCs 排放浓度应达到国家、地方标准规定的限值要求。

在 HJ/T389-2007《工业有机废气催化净化装置》中规定催化燃烧装置的压力损失应不高于 2kPa 。我们在实际应用中，无论是使用蜂窝状还是颗粒状催化剂，催化剂床层的阻力都低于 2kPa 。因此，在此规定催化燃烧装置的压力损失应不高于 2kPa 。

在催化燃烧运行中有正压运行和负压运行两种模式，正压系统中风机不需要承受燃烧后的高温气体，但容易产生气体泄露的现象。负压运行不易产生泄露，本标准规定催化燃烧设备采用负压运行，焊缝、管道连接处、换热器等均应密封，无外泄。

燃料燃烧时有氮氧化物的产生，因此本标准规定脱附催化燃烧装置系统采用燃料供能时宜采用低氮燃烧机组。

为保证催化燃烧装置的性能和设备安全，催化燃烧装置主体保养周期应不大于 1 年，保养内容包括但不限于催化剂、供能系统、传感器、控制参数及保存数据。

为系统运行安全，脱附催化燃烧装置控制系统显示数据包括但不限于：吸附剂床层温度、催化燃烧室温度、脱附时长及设置参数，具有数据记录功能，数据记录时间 3 年以上。此部分要求保障共享移动催化燃烧设备具有良好产品质量，高效的净化效果，安全稳定的运行状态，可查询的完备工作过程记录。

6.7.3 其他要求

吸附装置与燃烧装置采用软管进行连接，催化燃烧装置要求温度 300°C，废气管道需能够承受 300°C 的高温。同时，从安全角度考虑，具有外壁烫伤、内壁耐化学腐蚀等性能。管道轻便易安装，重量 < 2.5 kg/m。此部分保证共享移动脱附催化燃烧与现场设备连接的便捷性和可操作性。

6.8 监测设备

高浓度脱附废气进入催化燃烧装置时发生强烈的放热反应，催化燃烧反应会释放大量的热量，导致催化剂床层温度显著升高。同时高浓度废气可能超过爆炸下限，进入催化装置会爆炸的风险。对于出气口防止因催化转化效率不足、进气口浓度过高等情况导致超标排放的现象。因此，本标准规定对于进气 VOCs 浓度和排气口 VOCs 分别进行监测，并上传控制系统，连锁控制

目前市场上 VOCs 检测设备主要分为紫外光电离检测仪 PID 和氢火焰离子检测仪两种，PID 容易受到湿度、气体组分的影响，FID 受湿度和气体组分影响较小。因此，检测设备可以采用固定式或便携式 VOCs 检测仪，检测方式为氢火焰离子化检测器。

对于一般的 FID 检测仪器均配有 FID 火焰检测功能，当火焰熄灭后可以自动点火，无法点燃可以实现自动报警。因此，本标准规定 FID 氢火焰离子化检测器应具备实时自动火焰检测功能，检测到火焰熄灭故障后，自动/手动点火仪器恢复正常运行功能。

在线实时监测的实现保证了共享移动催化燃烧设备工作的有效性，确保实时达标排放，可随时监管。在线监测设备的功能要求保障监测数据的真实有效性，准确反馈实时尾气浓度状态。也利于监管部门随时调取与查看，利于实时管控。检测设备具备自动或手动方式校准功能，检测设备采样周期：≤1min（待确认），并可连续取样检测时长不低于 6h，检测设备应具备自动校准功能，数据采集、存储、传输、处理功能。

6.9 安全要求

6.9.1 吸附装置安全要求

由于有机废气易燃、易爆，在脱附时会产生高温环境，因此在进行吸附装置设计时需要考虑安全因素，当设备超过温度时，具备超温声光报警功能，并

连锁消防应急措施。

由于存在爆炸和着火的风险，治理系统的消防设计应纳入工厂的消防系统总体设计。吸附装置消防措施及安全疏散设计应按照 GB 50140（建筑灭火器配置规范）的规定要求进行设计配置，设备安全性能应满足相关国家、地方及行业安全技术规范。

吸附装置应设置压力指示和泄压装置，其性能应符合安全技术要求。

由于吸附层具有一定的高度，在不同吸附高度上吸附剂温度存在一定的差别，因此吸附剂层应设置至少 2 处或多探头温度检测，全面反馈吸附剂层真实温度；温度传感器应同时具备传输信号给移动脱附催化燃烧装置控制系统。

高沸点或“半挥发性”物质在活性炭上的聚集可能导致活性炭的再生困难。此外，某些物质，如苯乙烯，可能会在活性炭表面发生聚合反应，导致活性炭吸附性能下降。因此，本标准规定含有酮类、易聚合、高沸点等易燃气体时，不得使用活性炭类吸附剂；

当吸附了有机化合物的吸附剂采用热气流吹扫再生时，在安全上存在很大的隐患。在我国长期的工程实践表明，对于活性炭和活性炭纤维吸附剂和一般的有机化合物，再生热气流温度应低于 120℃，否则着火的风险性非常大。分子筛的安全性要高于活性炭材料，再生热气流温度可以提高，日本的一些企业使用温度可以达到 200℃。脱附后气流中有机物的浓度必须严格控制在其爆炸下限的 25% 以下。

系统内电气、仪表、电机、风机等用电设备的防爆等级要求应不低于装置工作场所要求。

废气治理系统与主体生产装置之间、管道系统的适当位置，应安装可靠的阻火器，废气入口处根据装置工作场所要求安装阻火器或防火阀。

6.9.2 移动脱附催化燃烧装置安全要求

由于有机废气易燃、易爆，在脱附时会产生高温环境，因此在进行催化燃烧装置设计时需要考虑安全因素，催化燃烧装置应防火、防爆、防漏电和防泄漏，具备超温声光报警功能，并制定应急处理方案。

催化燃烧器主体的温度很高，进行整体保温，降低热量损失。同时，从人员安全角度考虑，外表面温度应低于 60℃，防止人员烫伤，并张贴相关警示标

识。

高浓度脱附废气进入催化燃烧装置时发生强烈的放热反应，催化燃烧反应会释放大量的热量，导致催化剂床层温度显著升高。当 VOCs 浓度提高 1000 mg m^{-3} ，催化剂床层温度大约提高 100°C 。高温会导致催化剂烧结进而失活。同时高浓度废气可能超过爆炸下限，进入催化装置会爆炸的风险。因此，需要再进气口设置浓度监测，在浓度较高时配备稀释风机，抽取部分空气将废气稀释，从而达到安全温度和浓度。

脱附催化燃烧超温，会导致催化剂烧结进而失活，同时对于设备具有一定的安全隐患。因此，催化燃烧装置应具备过热保护功能，催化床层温度监测应联锁降温措施，当温度超过设定值时，启动自行降温、应急措施。

由于有机废气易燃、易爆，在催化燃烧时会产生高温环境，催化燃烧装置消防及安全疏散设计应按照 GB 50140 的规定要求进行设计，设备安全性能应满足相关国家、地方及行业安全技术规范。对于有机废气的催化燃烧，必须设置压力指示和泄压装置。防止发生爆炸的发生。脱附催化燃烧装置的动力系统应符合防爆等级符合 D 11.B T4 的要求，并在废气进出口管路上安装阻火器。脱附催化燃烧装置具有短路保护和相序识别功能，低压电器回路的绝缘电阻应 $\leq 0.5 \text{ M}\Omega$ 。控制箱与各被控设备之间的连接线应配置金属软管保护。脱附催化燃烧装置采用燃烧供能的燃料供给系统应设置高低压保护和泄漏报警装置。脱附催化燃烧装置的燃烧系统应设置安全可靠的火焰控制、温度监测、压力控制系统等。脱附催化燃烧装置的燃气功能系统应符合 Q/SHJ 25.1 和 TSG 23 中的要求。

6.9.3 系统安全要求

由于有机废气易燃、易爆，脱附和催化燃烧阶段为高温环境，具有易燃易爆的风险，从安全角度出发，VOCs 分散吸附-移动脱附催化燃烧装置工作场所严禁烟火，设施应在露天或通风良好的地方工作，设备脱附再生工作时应注意高温烫伤，工作人员应佩戴必要的劳保防护用品。

6.10 运行管理

6.10.1.平台功能

(1) 企业管理功能：很多企业由于压力，上了环保设备，但是对于设备的运行管理存在明显疏忽，企业基本信息缺失、无设备台账和运行数据。因此，本标准对于吸附材料信息和装置使用信息进行规定，便于企业自行查找和环保部门的检查。

(2) 再生管理功能：本部分对于企业申请再生流程进行明确的规定，先由企业申请，上传资料、审核、派工单、派车单、服务记录、上传评价报告，生成企业存档资料，再生服务完成后状态显示。同时对于长时间未进行脱附企业进行报警推送和提醒。完成企业进入再生企业列表，建立再生档案，便于企业确认和环保部门检查。

(3) 吸附材料管理功能：吸附剂是吸附装置的核心，吸附材料的好坏直接影响吸附装置的性能。因此，对于企业采购的吸附剂进行登记，包换采购、使用、更换或再生、收集与处置信息留痕、追踪、查询功能等。

(4) 数据分析功能：此部分对平台具体功能要求进行详细描述，将设备管理、运行管理、监督管理功能内容要求明确表述，此部分要求可以满足不同用户、不同职能的要求，使该技术模式的实施更贴近实际、解决问题，利于该技术模式推广使用。

6.10.2 运维管理

此部分从运维管理角度出发，对各种台账、证明资料进行要求，基于实际问题解决方案的角度出发建立、健全完善的台账管理制度，各方面做到有理有据，经得住检查，管理部门省心、省力。

6.10.3 监测管理

此部分对检测数据保存进行了要求，该要求可以资料完整性，以方便随时查询、调阅。增加管理的有效性。

6.10.4 设备维护

此部分对检测设备和设备性能的定期监测进行了要求，该要求可以保证设备运行的安全、性能的稳定，从而保证治理过程的有效性。

7 先进性说明

本规范为专门针对 VOCs 分散吸附-移动脱附催化燃烧装置技术的标准化规范。针对市场上此类设备众多、技术水平层次不齐、质量良莠不齐、缺乏统一质量控制要求的局面，运维管理水平低、监管缺少、监管漏洞的问题，在大量项目运维实践的基础上，兼顾技术现状和发展趋势，规定了可行的设备制造、选型、使用、运维、管理的方法与要求。

8 征集意见情况及处理

编制组于 2024 年 10 月 00 日至 11 月 00 日于 0000 网站上面向社会公开征求意见。

编制组于 2024 年 00 月 00 日，通过邮件、传真等方式致函 00 家单位书面征求意见。包括通过书面文件、电子邮件、传真等方式，共收到 00 家单位 00 条反馈意见，逾期未反馈视为无意见。除去重复意见，共 00 条，其中采纳 00 条，部分采纳 00 条，不采纳 00 条。