《卷烟制造业大气污染防治可行技术指南》

编制说明

（征求意见稿）

《卷烟制造业大气污染防治可行技术指南》编制组

2025年8月

目 录

[1 项目背景和工作过程 1](#_Toc200794098)

[1.1 项目背景 1](#_Toc200794099)

[1.2 工作过程 1](#_Toc200794100)

[2 行业概况 1](#_Toc200794101)

[3 卷烟生产工艺及产排污情况 3](#_Toc200794102)

[3.1 卷烟生产工艺 3](#_Toc200794103)

[3.2 卷烟生产工艺及废气产排污情况 4](#_Toc200794104)

[4 相关污染治理政策及标准 5](#_Toc200794105)

[4.1 VOCs及恶臭废气污染治理政策 5](#_Toc200794106)

[4.2 国内外相关标准 8](#_Toc200794107)

[5 卷烟生产企业废气（异味）治理技术 12](#_Toc200794108)

[5.1 单一处理技术 12](#_Toc200794110)

[5.2 组合处理技术 15](#_Toc200794111)

[6 标准主要内容 16](#_Toc200794112)

[6.1 标准结构 16](#_Toc200794113)

[6.2 标准适用范围和术语定义 16](#_Toc200794114)

[6.3 主要技术内容 17](#_Toc200794116)

# **项目背景和工作过程**

## 项目背景

烟草行业是国民经济重要行业之一。烟草行业中卷烟制造是机械化、自动化程度较高的制造行业，《卷烟厂设计规范》（YC/T 9—2015）等标准的发布实施，对规范卷烟厂设计施工、生产设备配备等发挥了重要作用，但目前，国家、地方、行业等均尚无专门针对卷烟制造业环境污染防治方面的标准。近年来，卷烟制造过程中产生的异味问题受到关注，卷烟厂周边居民时有异味投诉，成为目前制约卷烟厂绿色发展的主要问题之一。同时，近年来各卷烟厂和相关研究机构不断探索提升废气（异味）治理技术水平，在进一步总结凝练的基础上形成标准，有利于先进污染防治工艺技术在行业内推广发展。为此，中国生态文明研究与促进会设立《卷烟制造业大气污染防治可行技术指南》团体标准制定项目，相关科研机构、卷烟制造企业、工程设计单位共同参与，以促进行业废气污染治理的进一步技术规范提升。

## 工作过程

2024年6月，中国生态文明研究与促进会立项《卷烟制造业大气污染防治可行技术指南》团体标准制定项目。

2024年7月~2025年3月，标准编制组赴四川、湖北、浙江、福建、云南、江苏等地卷烟厂进行调研，就典型卷烟制造废气治理技术进行讨论。

2025年3月~7月，召开多次标准制订研讨会，就标准主要技术内容进行讨论，形成标准征求意见稿及编制说明。

# **行业概况**

烟草行业作为特殊消费品领域，其产业链由种植、加工、流通、监管四大环节构成。我国烟草行业上游种植端由烟农和合作社主导，中游生产端以中烟工业公司为核心，下游销售端由烟草专卖局统一管理，形成“统一领导、垂直管理、专卖专营”的独特体系。2023年，全行业实现税利1.52万亿元，但传统卷烟销量连续5年微降，新型烟草制品市场以年均20%增速扩张。2023年，全国烟草相关商品进口量为20.94万吨、进口金额为22.55亿美元，出口量为41.44万吨、出口金额为91.73亿美元；净出口量为20.5万吨，贸易顺差为69.18亿美元。

我国是烟草消费相对较高的国家，卷烟消费量占全球的43%以上，同时也是卷烟生产大国。在一系列控烟法律、政策和行动的影响下，2015~2018年间，我国卷烟产量迅速下降，2019年以后开始小幅回升。2023年，我国卷烟产量为24427.5亿支，产量连续五年增长，同比增长0.44%；与2013年的25603.86亿支相比，近10年间减少了1176.36亿支，降幅约4.59%。

1. 我国卷烟产量变化情况

从卷烟生产企业来看，我国现有92家卷烟工厂，其地区分布见表1所示。可见，我国31省份中，除新疆、西藏、青海、宁夏4省份外，卷烟生产覆盖了其他27个省份。

1. 我国卷烟厂地区分布情况

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **省份** | **卷烟厂数量** | **省份** | **卷烟厂数量** |
| 上烟集团 | 上海 | 1 | 重庆中烟 | 3 |
| 北京 | 1 | 广西中烟 | 2 |
| 天津 | 1 | 河北中烟 | 3 |
| 云南中烟 | 10 | 浙江中烟 | 2 |
| 河南中烟 | 7 | 山东中烟 | 4 |
| 湖北中烟 | 6 | 福建中烟 | 2 |
| 湖南中烟 | 6 | 吉林烟草 | 2 |
| 安徽中烟 | 5 | 辽宁烟草 | 2 |
| 贵州中烟 | 5 | 山西昆烟 | 1 |
| 陕西中烟 | 5 | 内蒙昆烟 | 1 |
| 四川中烟 | 4 | 海南红塔 | 1 |
| 广东中烟 | 4 | 深圳烟草 | 1 |
| 江西中烟 | 4 | 黑龙江烟草 | 5 |
| 江苏中烟 | 3 | 甘肃烟草 | 2 |

# **卷烟生产工艺及产排污情况**

## 卷烟生产工艺

卷烟是将烟叶制成卷烟的工艺，包括制丝和卷接包两大工序。为降低卷烟中的焦油量，膨胀烟丝、打孔稀释等新技术在卷烟工艺中得到广泛应用。卷烟工艺依据所设计的卷烟类型（烤烟型、混合型、香料型）的不同而异。由于烤烟占烟叶总产量的50%以上，烤烟型卷烟工艺最为常见。若在切丝前增设加工处理的工序，则成为混合型卷烟工艺。

### 制丝

制丝将烟叶制成符合产品烟香味质量标准、适合烟支卷制工艺要求的烟丝的加工过程。制丝过程主要有备料配叶、片烟预处理、白肋烟处理（可选）、二氧化碳膨胀烟丝（可选）、造纸法再造烟叶处理（可选）、制叶丝、烟梗预处理、制梗丝、参配加香等生产工段。

1. 备料配叶：采用自动化物流系统进行进料、暂存，按配方配叶投料。
2. 片烟预处理：主要包括切片、真空回潮（可选）、松散回潮、预配、筛分、加料、配叶贮叶等工序。其中，回潮是将水均匀地施加到烟叶上并使之充分吸收，从而提高烟叶含水率和温度，改善烟叶的耐加工性能，减少烟片在以后加工中的损耗。加料是为改进烟味和提高烟叶的耐加工性能和某些物理特性而加入保润剂、助燃剂、防霉剂、吸附剂等。
3. 制叶丝：主要包括筛分、切丝、叶丝加料（可选）、叶丝增温增湿、叶丝干燥、叶丝风选（可选）等工序。干燥（排潮）是使烟叶或烟丝降低水分并改变其物理状态，以满足下一工序的工艺要求。
4. 烟梗预处理：主要包括筛分、除杂、回潮、贮梗等工序。
5. 制梗丝：主要包括蒸梗、压梗、切梗丝、梗丝加料、梗丝膨胀、梗丝干燥、风选、加香（可选）、贮梗丝等工序。
6. 掺配加香：主要包括掺配、混丝、加香、贮丝等工序。加香是为改进香气和香味而加入香料香精，多以乙醇为稀释剂。

### 卷接包

滤嘴烟支的制造可分别在卷烟机和滤嘴装接机上单独完成，一般是在连接的机组上同时完成。卷烟机有吸丝式和落丝式两大类。吸丝式是将合格的烟丝直接卷制成烟支，不必经过烟支烘干，且烟丝消耗低，烟支质量好。滤嘴装接机有搓板式和夹钳式两大类，搓板式装接的烟支质量好，合格率高。卷烟机和装接机的速度有低速(1200支/分以下)、中速（2000～2500支/分）和高速（4000支/分以上）。

包装包括包小盒、包条盒和装箱。卷制设备与包装设备之间也可通过带贮存库的烟支传送装置（如奥斯卡高架螺旋式输送器等）连接起来。包装尤其是小盒的类型、规格繁多，都有专用的包装机完成。

## 卷烟生产工艺及废气产排污情况

卷烟生产废气产生主要在制丝环节，烟叶、梗丝加热加香等工艺挥发出废气，以及制丝工段设备除尘及车间环境除尘的尾气排放。

VOCs、异味

颗粒物

VOCs、异味

颗粒物

片烟

松散回潮

加料

切丝

烟梗

蒸梗

压梗

切梗

膨胀

加香

颗粒物异味

卷制

条包

箱包

成品

筛分

VOCs、异味

颗粒物

贮丝

贮丝

烘丝

干燥

增温增湿

切片

筛分

水洗梗

加料膨胀

颗粒物异味

VOCs、异味

颗粒物

颗粒物异味

VOCs、异味

颗粒物

VOCs、异味

颗粒物

VOCs、异味

颗粒物

颗粒物异味

颗粒物异味

1. 卷烟主要生产工艺及产排污环节
2. **制丝环节**
3. 除尘类：烟片除杂、切丝除尘、烟丝风送、烟丝风选、装箱翻箱除尘、环境除尘、烟丝冷却除尘等产生的气体。气体性质：温度较低（30~40℃），湿度较低（50%~70%），臭气浓度较低（大多为百量级无量纲）。
4. 潮气类：片烟回潮、叶丝干燥，梗丝增温增湿、梗丝干燥等工序产生的潮气。气体性质：温度高（60~150℃），湿度大（70%~98%），臭气浓度高（千量级无量纲），非甲院总烃浓度中等（50~200mg/m3）。
5. 加料加香类：烟叶、梗丝加料加香环节等产生的气体。气体性质：温度较低（30~40℃），温度较低（50%~70%），臭气浓度高（千量级无量纲），非甲烷总烃浓度高（1000~2000mg/m3）。。
6. **卷接环节**

烟丝风送除尘、卷烟工艺除尘等产生的气体。气体性质：温度较低（27~30℃），湿度较低（60%~70%），臭气浓度较低（百量级无量纲）。

1. **糖香料调配环节**

香液、料液调制及调配过程产生的挥发性气体。气体性质：温度低（25~30℃），非甲烷总烃浓度中等（80~200mg/m3），挥发性有机物气体比较纯净含杂质少（成份主要为醇类与脂类有机化合物）等。

# **相关污染治理政策及标准**

## VOCs及恶臭废气污染治理政策

为持续改善环境空气质量，“十三五”以来，国家进一步加强了对挥发性有机物污染的治理。

2017年，生态环境部印发《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》，提出加强活性强的VOCs排放控制，主要为芳香烃、烯烃、炔烃、醛类等，同时，要强化苯乙烯、甲硫醇、甲硫醚等恶臭类VOCs的排放控制。

2019年，生态环境部印发《重点行业挥发性有机物综合治理方案》，提出重点控制的VOCs物质包括甲胺类、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯乙烯、异丙苯、苯酚、丙烯酸酯类等恶臭类物质。

2020年，生态环境部印发《2020年挥发性有机物治理攻坚方案》，要求企业全面执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822）；企业在无组织排放排查整治过程中，在保证安全的前提下，加强含VOCs物料全方位、全链条、全环节密闭管理；**除恶臭异味治理外，一般不采用低温等离子、光催化、光氧化等技术**。

2020年，生态环境部发布《挥发性有机物治理实用手册》，列出了VOCs末端治理技术选择的相关内容，指出：实用的VOCs末端治理技术众多，主要包括吸附、燃烧（高温焚烧和催化燃烧）、吸收、冷凝、生物处理及其组合技术；对于低浓度的VOCs（通常为小于1000ppm），可选择如吸附浓缩后处理技术、吸收技术、生物技术等，在大多数情况下需要采用组合技术进行深度净化；对于水溶性高的VOCs，可采用生物滴滤法和生物洗涤法，水溶性稍低的可采用生物滤床。

《挥发性有机物治理实用手册》中指出：**生物处理技术（生物滤床、生物滴滤塔、生物洗涤塔等）**的优点有：1）设备及操作成本低，操作简单；2）除更换填料外不产生二次污染；3）对低浓度恶臭异味去除率高；其缺点为：1）不适合处理高浓度废气；2）普适性差，处理混合废气时菌种不宜选择或驯化；3）对pH控制要求高；4）占地广大、滞留时间长、处理负荷低。**沸石浓缩转轮＋RTO/CO/RCO技术的优点有**：1）去除效率高；2）适用于大风量低浓度废气；3）燃料费较省；4）运行费用较低；其缺点为：1）处理含高沸点或易聚合化合物时，转轮需定期处理和维护；2）处理含高沸点或易聚合化合物时，转轮寿命短；3）对于极低浓度的恶臭异味废气处理，运行费用较高。此外，**废气的湿度**对某些技术的治理效果的影响非常大，如吸附回收技术，活性炭、沸石和活性炭纤维在高湿度条件下（如高于70%）对有机物的吸附效果会明显降低，因此应该首先对废气进行除湿处理或不采用此技术。



1. VOCs治理技术适用范围（浓度、风量）

2021年，生态环境部印发《挥发性有机物治理突出问题排查整治工作要求》，再次提出：除恶臭异味治理外，一般不使用低温等离子、光催化、光氧化等技术。

2024年，生态环境部发布《国家污染防治技术指导目录（2024年，限制类和淘汰类）》（公示稿），其中3项VOCs治理技术列为**淘汰类**技术，**但均提出恶臭异味治理豁免**。1）VOCs光催化及其组合净化技术，光催化反应速率慢、产物不明，应用于VOCs治理时处理效率低，达不到治理要求。2）VOCs低温等离子体及其组合净化技术，大部分挥发性有机物分子在低温等离子体场中降解矿化不完全；目前低温等离子体净化设施普遍存在装机功率不足、反应时间不充分、处理效率低等问题；分解产物不明、生成臭氧等二次污染物。3）VOCs光解（光氧化）及其组合净化技术，光氧化光电转换效率低，反应装置有效光辐射能量普遍不足；应用于工业废气处理时，处理效率低；反应产物不明。该文件还将“VOCs洗涤吸收净化技术”列为**限制类**技术，该技术是仅采用水、酸液、碱液洗涤吸收工业废气中VOCs后直接排放；对非水溶性、无酸碱反应性的VOCs无净化效果，豁免范围：水溶性或有酸碱反应性的VOCs处理。

2025年《国家污染防治技术指导目录》中将“生物法恶臭气体治理技术”列为示范技术（也称为“非滤式生物分解技术”）。其工艺路线为：通过筛选、驯化培养出恶臭分解优势生物菌剂，在线检测预处理后废气的恶臭浓度，相应调整菌剂投加量，实现恶臭物质的高效降解。技术特点为：生物菌的活性及适应性强，可快速捕捉、分解臭气组分，处理效率高，运行稳定；可适用于市政设施、农业废弃物处理装置等产生的恶臭气体治理。《目录》中将“VOCs低温等离子体及其组合净化技术”虽列为低效类技术，但允许在恶臭异味治理方面的应用。

## 国内外相关标准

### 国内相关标准

目前，我国国家层面对卷烟生产废气排放管控尚无专门的行业型污染物排放标准，主要适用《大气污染物综合排放标准》（GB 16297—1996）和《恶臭污染物排放标准》（GB 14554—93），对主要污染物的排放限值见表2。

1. 相关国家大气污染物排放标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | **排放限值（mg/m3，kg/h（15m））** | **备注** |
| **有组织排放** | **厂界** |  |
|  | 颗粒物 | 120，3.5 | 1.0 | GB 16297—1996 |
|  | 非甲烷总烃 | 120，10 | 4.0 | GB 16297—1996 |
|  | 臭气浓度（无量纲） | 2000（15m）6000（25m） | 10/20 | GB 14554—93 |

我国27个具有卷烟厂的省份目前现行的地方大气污染物排放标准见表3。可见，颗粒物最严格的为山东、北京；非甲烷总烃最严格的为北京、天津（50 mg/m3），其次为江苏、山东、四川和福建厦门（60 mg/m3）；臭气浓度最严格的为浙江，其次为上海。

1. 相关地方大气污染物排放标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **地方** | **标准** | **有组织排放限值（mg/m3，kg/h（15m））** |
| **颗粒物** | **非甲烷总烃** | **臭气浓度****（无量纲）** |
|  | 北京 | 大气污染物综合排放标准（DB11/ 501—2017） | 10，0.78 | 50，3.6 | 2000 |
|  | 天津 | 恶臭污染物排放标准（DB12/ 059—2018） | / | / | 1000 |
| 工业企业挥发性有机物排放控制标准（DB12/ 524—2020） | / | 50，1.5 | / |
|  | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准（DB13/ 2322—2016） | / | 80 | / |
|  | 山西 | — | — | — | — |
|  | 辽宁 | — | — | — | — |
|  | 吉林 | — | — | — | — |
|  | 黑龙江 | — | — | — | — |
|  | 上海 | 大气污染物综合排放标准（DB31/ 933—2015） | 30，1.5 | 70，3.0 |  |
| 恶臭（异味）污染物排放标准（DB31/ 1025—2016） | / | / | 500（＜15m）1000（15m） |
|  | 江苏 | 大气污染物综合排放标准（DB32/ 4041—2021） | 20，1 | 60，3.0 |  |
|  | 浙江 | 重点工业企业挥发性有机物排放标准（DB3301/T 0277—2018） |  | 75%（总烃去除率） | 200（＜15m）800（≥15m） |
|  | 安徽 | — | — | — | — |
|  | 福建 | 工业企业挥发性有机物排放（DB35 /1782—2018） | / | 100，1.8 | / |
| 厦门市大气污染物排放标准（DB35/ 323—2018） | 30，2.8 | 60，1.8 | / |
| 《恶臭（异味）污染物排放标准》（征求意见稿） | — | — | 500（＜15m）1000（15~20m） |
|  | 江西 | — | — | — | — |
|  | 山东 | 区域性大气污染物综合排放标准（DB37/ 2376—2019） | 5/10/20 | / | / |
| 挥发性有机物排放标准 第7部分：其他行业（DB37/ 2801.7—2019） | / | 60，3.0 | / |
|  | 河南 | — | — | — | — |
|  | 湖北 | — | — | — | — |
|  | 湖南 | — | — | — | — |
|  | 广东 | 大气污染物排放限值（DB44/ 27—2001） | 120，2.9 | / | / |
| 固定污染源挥发性有机物综合排放标准（DB44 2367—2022） | / | 80 | / |
|  | 广西 | — | — | — | — |
|  | 海南 | — | — | — | — |
|  | 重庆 | 大气污染物综合排放标准（DB50/ 418—2016） | 50/100/120 | 120，10 | / |
|  | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准（DB51/ 2377—2017） | / | 60，3.4 | / |
|  | 贵州 | — | — | — | — |
|  | 云南 | — | — | — | — |
|  | 陕西 | — | — | — | — |
|  | 甘肃 | — | — | — | — |
|  | 内蒙古 | — | — | — | — |

### 国外相关标准

1. **欧盟**

欧盟于1996年颁布了《综合污染预防与控制指令》(Integrated Pollution Prevention and Control Directive，简称IPPC指令)，2010年欧盟发布《工业排放指令》（Industrial Emissions Directive，简称IED指令）。在上述2个指令的要求下，欧盟制定了35个最佳可行技术参考文件(BAT Reference Documents，BREFs)。其中，欧盟化工行业常见废气管理和处理系统最佳可行技术指导文件，规定了包括恶臭在内的常见废气处理技术，为减少CS2和H2S废气排放，该文件中BAT35提出如下表的BAT技术，并明确了最佳可行技术的处理原理及其适用情形。

1. 欧盟化工行业常见废气可行技术

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **最佳可行技术** | **主要目标污染物** | **技术说明** | **适用性** |
| 吸收 | H2S | 通过向合适的液体（通常是水或水溶液）进行传质，从工艺废气或废气流中去除气体或颗粒污染物。吸收过程可能涉及化学反应（例如在酸性或碱性洗涤器中）。并在再生吸收的情况下，化合物可以从液体中回收。 | 一般均适用 |
| 生物去除工艺 | CS2, H2S | 1. 生物过滤：废气流通过有机材料床（如泥炭、石南花、堆肥、根木、树皮、软木和不同种类的组合）或一些惰性材料（如粘土、活性炭和聚氨酯），在有机材料床中污染物被天然存在的微生物生物氧化成二氧化碳、水、无机盐和生物质。
2. 生物洗涤：在好氧条件下，采用湿式洗涤（吸收）和生物降解相结合的方法从废气流中去除污染物化合物。洗涤水含有适合氧化可生物降解气体的微生物种群化合物。吸收的污染物在曝气污泥池中降解。
3. 生物滴流：在生物滴流床反应器中从废气流中去除污染物化合物。污染物被水相吸收并输送到生物膜，在那里发生生物转化。
 | 在由于废气体积流量高（例如高于60000 Nm3/h）或废气中CS2浓度高（例如超过1000 mg/Nm3）或H2S浓度过低而导致能量需求过大的情况下，适用性可能受到限制。 |
| 热氧化 | CS2, H2S | 在燃烧中用空气或氧气将废气流中的可燃化合物加热到自燃点以上，从而氧化废气流中可燃化合物的减排技术。并将其保持在高温下足够长的时间以完成其燃烧成二氧化碳和水。典型的燃烧温度在800℃到1000℃之间。操作几种类型的热氧化：1）直接热氧化：没有能量回收的热氧化燃烧。2）再生热氧化：利用废气的热量通过间接传热进行热氧化。3）热循环氧化：废气气流在进入燃烧室之前，通过陶瓷填充床时被加热。净化后的热气通过一个（或多个）陶瓷填充床（被早期燃烧循环进入的废气流冷却）离开该室。该重新加热的填充床然后通过预热新进入的废气流来开始新的燃烧循环。 | 再生热氧化对现有工厂的适用性可能受到设计和/或操作限定的限制。在由于工艺废气中所涉及的化合物浓度低而导致能量需求过大的情况下，热氧化技术适用性会受到限制。 |

1. **日本**

日本于1972年发布了《恶臭控制法》（第207号内阁令），并于2002年修订。该法律针对恶臭排放源周界空气规定了22种特定的恶臭物质以及臭气浓度限值范围，地方政府根据周界浓度范围确定地方具体的标准值。此外，该法律针对恶臭排放源排放废水中3种气味强度下的四种硫化合物浓度提出控制限值。日本针对恶臭异味的管理，仅限于受控区域，非受控区域污染源排放恶臭不予以监管。受控区域由地方政府基于地理条件和人口数量指定，如人口稠密的地区和郊区学校和医院等。

根据《恶臭控制法》，日本针对印刷工厂、调理食料品制造工厂、养猪业、饮食店、水产食料品制造工厂、玻璃钢制造、养牛养鸡业、畜产农业、清洁业、堆肥设施、一般废弃物最终处分场、小规模事业场、鱼肠骨处理场、净化槽建筑坑业、渲染工业等15个主要恶臭排放行业分别制定了恶臭排放标准。

1. **韩国**

韩国于2004年2月制定了《恶臭防止法》，2008年和2010年又先后经过了两次修订。韩国《恶臭防止法》指标体系包括有组织排气筒臭气浓度限值、厂界物质浓度和臭气浓度限值；控制项目包括臭气浓度和22种恶臭污染物浓度，恶臭污染物种类比GB 14554—93多15种，分别为乙醛、丙醛、丁醛、异丁醛、戊醛、异戊醛、异丁醇、乙酸乙酯、甲基异丁基酮、甲苯、二甲苯、丙酸、丁酸、戊酸、异戊酸，但没有二硫化碳。韩国通过直接感官测量企业边界气味来判断恶臭物质排放合规性。

1. **德国**

德国大气标准一般规定中规定了污染源排气筒硫化氢、氨、乙醛等176种有机物质总量的有组织排气筒排放限值和绩效值。

1. 德国恶臭物质排放限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目** | **排气筒浓度限值（mg/m3）** | **速率（g/h）** |
| 硫化氢 | 3 | 15 |
| 氨 | 30 | 150 |
| 乙醛等176种有机物质总量 | 20 | 100 |

针对烟草等植物干燥工序，不适用于上述一般规定要求，而是对其防护距离、污染物排放要求提出特别规定，包括：干燥装置距离最近的现有或规划的住宅区应不小于500 m。若恶臭物质可确保被有效处理，防护距离可进一步缩小，但要借助适当的气味扩散计算模型测算确定，并报当地主管部门。干燥装置的TOC排放量不得超过0.25 kg/t水蒸气，甲醛、乙醛、丙烯醛和糠醛的总排放量不得超过0.1kg/t水蒸气。

# **卷烟生产企业废气（异味）治理技术**

## 单一处理技术

### 生物法

生物法脱臭是利用经过驯化后的微生物将异味物质氧化分解成为无臭的CO2和H2O，或其它易回收物，从而达到脱臭的目的。微生物在氧化分解异味物质的过程中，还能将部分物质转变为自身营养物，进而产生新的微生物细胞，继续繁殖。生物法异味处理工艺主要有生物滤池、生物滴滤、生物洗涤等。生物滤料介质一般为疏松多孔、适合微生物生长、对水分有较强保持力的物质，如活性泥、肥料、合成材料（颗粒活性炭、塑料滤料、陶瓷滤料等）。

目前烟草异味生物处理技术中多采用生物滤池法。此方法优点是设备结构简单、操作便捷、运行费用较低；缺点是由于生物氧化分解速率较低，所需过滤空间很大，因此占地面积大，并且微生物对温度、湿度、pH值、气流速度、废气流量等的稳定性要求较高。烟草废气预处理时采用碱处理调节pH值，有利于细菌在载体上的生长繁殖，同时也能抑制霉菌的生长，防止二次臭气产生，可适当提高除臭效率。卷烟厂每年实际生产时间250 d左右，有3个月以上处于停产状态，因此停产期间极易导致微生物活性降低，进而影响后续的异味处理效果。

### 化学洗涤法

此方法是烟草异味气体在风机的抽吸作用下进入化学洗涤装置，异味气体与装置内喷淋液混合洗涤，通过传质和化学反应实现异味气体的净化。根据异味浓度及成分不同，可以选择水洗、酸洗、碱洗等。水洗重点是去除烟草粉尘颗粒物及水溶性物质，酸洗和碱洗是通过强酸、强碱化学物质与气体中的物质进行中和反应，从而去除异味物质。采用多级洗涤组合技术，去除效率有一定提升。常用的化学洗涤装置有对流式填料洗池、文丘里多级交叉流洗池、垂直流洗池等。在烟草废气浓度较小时，文丘里交叉流洗池设备对于废气的处理效率高于生物滤池设备和低温等离子体设备。

化学洗涤法的优势是技术成熟、设备简单、能耗较低、运行费用低；但是由于烟草废气中含有异味物质成分复杂，部分污染物水溶性较差，单纯化学洗涤的处理效果不理想，需配套其他处理工艺。

### 低温等离子法

等离子除异味技术是在一定条件下产生大量高活性的离子、电子、激发态的原子、分子、·OH和超氧离子自由基（O2-、O-）等异味气体与这些高活性粒子反应降解为CO2和H2O等中小型分子。产生低温等离子体的常见方法的有弧光放电、介质阻挡放电（DBD）、辉光放电、高阻抗阻挡放电（RBDP）、电晕放电（CDP）、射频放电、微波放电等。异味物质在等离子空间内停留时间越长、电压越高，异味去除效果越好，当停留时间>9s、电压>20kV时可取得较满意的结果。

等离子法的缺点是一次性投入大，设备维护复杂，运营成本高。等离子体产生属于高压电场，一旦废气中含有烟草粉尘浓度过高，存在较大的自燃或爆炸危险，已有数家烟草企业发生过该类火情。此外，低温等离子产生的活性基团会产生臭氧，实验数据表明，低温等离子发生器产生的O3浓度与工作电压呈正相关，直到工作电压高于2.7kV后O3浓度增加才变缓。在解决方案上，一是，为了保证异味分子的消除，工作电压需要保持在2.5kV以上才能满足需求，达到2.7kV以上才较为理想；二是，为了给足臭氧的反应时间达到较好反应效果并稀释臭氧，把低温等离子的设备安装在高效洗池的前端较为合理。

### 光催化法

光催化法是通过紫外光直接照射或通过一定光催化剂来降解异味气体的方法，此方法能够使异味气体的部分大分子结构和物化性质发生变化，同时生产CO2和H2O及其他小分子物质。光敏半导体材料在一定能量的光照射下激发产生电子-空穴对，将O2、H2O转化为·OH、HO2·等自由基；自由基等具有强氧化性，能将异味物质进行氧化分解。光催化剂一般是化学性质稳定、光催化活性高、无毒无害、抗化学和光腐蚀的纳米半导体，常见光催化剂有TiO2,、Fe2O3、ZnO、CdS、WO3等，其中TiO2应用比较广泛。

烟草异味治理中，紫外光解法一般用作异味气体预处理，能够改善有机物质的水溶性和可降解性；而光催化氧化法多用于异味气体处理的后处理工序。光生电子的还原能力和生成空穴的氧化能力较强，且反应条件温和，不产生二次污染。但是当光催化剂表面的有机物浓度过高时，会造成催化剂失去活性，适用于低浓度、低流量的异味治理，对于大流量异味的处理能力有限，多与其他处理工艺组合使用。

### 吸附法

烟草异味治理采用的吸附法多为物理吸附法，即利用高比表面积的多孔材料为吸附剂，将烟草异味气体分子截留在吸附剂多孔结构中，从而净化气体。吸附材料主要有活性炭和无机吸附材料两大类，烟草异味治理中吸附材料大多使用活性炭，在其他行业的VOC治理中也广泛应用分子、硅胶、氧化铝等。由于烟草异味气体中湿度大，颗粒物较多，而吸附剂极易吸收气体中的水分，导致吸附饱和，因此在吸附处理前需要去除固体颗粒物和液滴，并且进行除湿处理。当活性炭等吸附剂的吸附表面不断被异味物质占据后，其吸附速率急速下降，处理效果会逐渐变差最终失效，因此活性炭等吸附剂寿命不长，需定期更换或做再生激活处理，运行费用较高。

近年，某烟草企业已开始试验用沸石分子筛吸附烟草异味，初步试验效果明显。沸石分子是一种人工合成材料，具有均匀的孔道结构，比表面积和孔体积较大水热稳定性好及较强的酸性：具备筛分分子、吸附、离子交换等良好性能，但是其成本昂贵、原料利用率低，分子筛的合成和改性研究一直是热点方向。

### 催化燃烧法

催化燃烧是将异味物质通过间接加热和用辅助燃料燃烧产生的高温燃气与臭气混合升温后，进入催化剂床层，在300~500℃下发生氧化反应、达到脱臭的目的。目前催化燃烧所采用的技术多为蓄热式催化燃烧（RCO）与直接催化燃烧（CO），RCO热回收效率较高，维持自持燃烧所需的废气浓度需不低于1000 mg/m3，但设备投资相对较高，启动时间较长，适用于连续生产的工况；CO的热回收效率低于RCO，其热回收效率可达到80%，维持自持燃烧所需的废气浓度不低于2000 mg/m3，其具有一次性投资低于RCO且设备启动时间短的特点，适用于间歇工作。

上述工艺适用于较高浓度VOCs处理，与吸附浓缩联合使用，则可以实现对较低浓度VOCs废气的治理。

### 非滤式生物分解技术

该技术是针对特定恶臭污染物，采用DNA提取技术等对细菌进行分离、筛选，驯化出相应降解菌株，再将菌株按照特定比例进行复配，形成优势菌群，吸收、分解各类恶臭及有机污染物，同时产生无机酸，形成利于微生物存活的酸性环境，持续起到污染物吸收、分解的作用。该技术适用于在多级高效喷淋水洗处理后，或多级高效喷淋水洗+低温等离子处理工艺后对异味再进行加强处理，处理效率40%~70%；也可与多级高效喷淋水洗联合使用。

### 新型技术

1）“超重力雾化强化吸收+调湿+净味吸附”组合工艺

该技术针对卷烟生产工艺废气具有成分复杂，常规治理工艺难以实现高效去除的特点，首先利用超重力场增强气液接触，提高水溶性VOCs的去除效率；再通过调湿工艺优化气流湿度，增强后续吸附环节的处理能力；最后结合专门设计的高效吸附材料，进一步去除难溶性VOCs及异味VOCs，实现对卷烟生产废气的达标排放和高效治理。

2）“湿态低温催化氧化+生物纳米除味”工艺

该技术采用湿态低温催化氧化剂将排潮废气中的醇类、胺类、酯类等VOCs进行分解，再通过生物纳米除味剂等将少量含硫醇醚、含氮挥发性废气等捕捉除味，达到去除VOCs和异味的目的。

## 组合处理技术

由于上述各类单一方法的处理原理、治理效果、适用范围等均有差异，各有其优势与缺点。因此，在实际应用中，需根据异味浓度、处理风量、处理效果、投资费用、运营费用、占地面积、安全环保等多方面综合考虑，选择多种方法组合的模式。

1. 卷烟制造业废气治理典型工艺汇总

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **技术组合** | **适用情况** |
|  | ①除尘技术+②多级高效喷淋水洗技术 | 制丝排潮废气、除尘废气 |
|  | ①除尘技术+②多级高效喷淋水洗技术+③生物滤池技术 | 制丝排潮废气、除尘废气 |
|  | ①除尘技术+②低温等离子技术+③多级高效喷淋水洗技术 | 制丝排潮废气、加料加香废气 |
|  | ①除尘技术+②多级高效喷淋水洗技术+③低温等离子技术+④多级高效喷淋水洗技术 | 制丝排潮废气 |
|  | ①除尘技术+②一级高效喷淋水洗技术+③生物滤池技术+④二级高效喷淋水洗技术 | 加料加香废气 |
|  | ①除尘技术+②一级高效喷淋水洗技术+③吸附脱附-催化燃烧技术 | 加料加香废气 |
|  | ①除尘技术+②吸附脱附-催化燃烧技术+③高效喷淋水洗技术+④低温等离子技术 | 加料加香废气 |
|  | 1~7项技术组合+非滤式生物分解技术 | 各类废气的强化处理 |

# **标准主要内容**

## 标准结构

按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300—2018）的相关要求，本标准包括以下9个章节以及1个资料性附录：

1. 适用范围
2. 规范性引用文件
3. 术语定义
4. 行业生产与污染物产生
5. 污染治理技术
6. 无组织排放控制技术
7. 环境管理措施
8. 污染防治可行技术
9. 污染防治新型技术

附录A（资料性附录）卷烟制造工艺流程及产污环节

## 标准适用范围和术语定义

1. **适用范围**

标准提出了卷烟制造业大气污染防治可行技术。

标准可作为卷烟制造企业建设项目环境影响评价、国家和地方污染物排放标准制修订、排污许可管理和污染防治技术选择的参考。

1. **术语和定义**

标准共包含2条术语。“卷烟制造”定义主要参考《国民经济行业分类》中的相关表述。“污染防治可行技术”定义与《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300—2018）中的定义一致。

## 主要技术内容

1. **行业生产与污染物的产生**

标准简要说明了卷烟制造过程中制丝和卷接包2个主要生产环节的具体工艺内容。对卷烟制造过程中废气产生的主要污染物及各环节的污染物产生水平进行了说明。卷烟制造过程中的主要污染物为颗粒物、恶臭污染物（污染物项目表征为臭气浓度）和挥发性有机物（污染物项目表征为非甲烷总烃）；按照废气排放浓度特征，区分为3类废气，即1）筛分、切丝等环节以颗粒物的除尘废气，2）烘丝、排潮等环节以颗粒物、恶臭污染物为主的废气，3）加料、加料环节以挥发性有机物、恶臭污染物为主的废气。

1. **污染治理技术**

标准区分颗粒物、恶臭和VOCs污染物有组织排放，分别说明了目前卷烟制造企业主要应用的治理技术。颗粒物的治理技术包括袋式除尘、湿式除尘；恶臭和VOCs的治理技术包括多级高效喷淋水洗技术、生物滤池技术、低温等离子技术、吸附脱附-催化燃烧技术。

标准还说明了无组织排放控制技术，包括在物料接驳口、振槽、膨化、加料加香等点位安装废气集气罩并配备除尘或恶臭及VOCs治理设施。

1. **环境管理措施**

针对废气环境管理，标准对废气治理设施运行、设备校验、环境集气、监测及排污口等提出了要求，并根据相关环境管理法律、法规、标准等要求，提出了企业在自行监测、排污许可执行等方面的要求。

1. **污染防治可行技术**

标准区分3类废气，按照“污染防治可行技术”定义分别给出了目前可以使主要污染物排放稳定达到国家或地方污染物排放标准，并规模应用的技术和技术组合。每项技术分别给出了目前实际工程应用中对颗粒物、非甲烷总烃、臭气浓度3项污染物可以达到的排放浓度范围，可供企业及相关机构参考。

1）制丝筛分、切丝等工序，卷接包环节废气治理的可行技术：

可行技术1：①除尘技术+②多级高效喷淋水洗技术

可行技术2：①除尘技术+②多级高效喷淋水洗技术+③生物滤池技术

可行技术3：可行技术1~2+非滤式生物分解技术

2）制丝排潮类废气治理的可行技术：

可行技术1：①除尘技术+②多级高效喷淋水洗技术

可行技术2：①除尘技术+②多级高效喷淋水洗技术+③低温等离子技术

可行技术3：①除尘技术+②多级高效喷淋水洗技术+③生物滤池技术

可行技术4：①除尘技术+②多级高效喷淋水洗技术+③低温等离子技术+④多级高效喷淋水洗技术

可行技术5：可行技术1~4+非滤式生物分解技术

3）加料、加香类废气治理的可行技术：

可行技术1：①除尘技术+②低温等离子技术+③多级高效喷淋水洗技术

可行技术2：①除尘技术+②一级高效喷淋水洗技术+③生物滤池技术+④二级高效喷淋水洗技术

可行技术3：①除尘技术+②一级高效喷淋水洗技术+③吸附脱附-催化燃烧技术

可行技术4：①除尘技术+②吸附脱附-催化燃烧技术+③高效喷淋水洗技术+④低温等离子技术

可行技术5：可行技术1~4+非滤式生物分解技术

其中，可行技术3、4适用于适用于对加香、加料工序废气单独收集的较高浓度废气的处理。

1. **卷烟制造大气污染防治新型技术**

经过调研，标准提出了目前针对卷烟制造废气治理2项新型技术，“超重力雾化强化吸收+调湿+净味吸附”和“湿态低温催化氧化+生物纳米除味”组合工艺。2项技术均已对卷烟制造废气治理开展中试，初步获得了较好的治理效果，可在进一步技术验证的基础上推广使用。

1. **资料性附录**

标准以资料性附录形式给出了卷烟主要生产工艺及产排污环节图。