

工业废气治理技术效率及其影响因素分析

惠 斌 (江苏省环境工程技术有限公司, 江苏 南京 210019)

摘要: 随着我国工业生产水平不断提升, 企业在扩大生产规模的同时, 产生大量的工业废气, 比如石油、化工、制药、印刷等行业生产过程中产生的废气, 若不能进行有效处理, 会造成严重的环境污染问题, 影响人体健康。因此, 针对上述工业尾气排放造成的污染问题, 需要采取有效的治理对策来提高治理效率。本文首先对工业废气的污染物类型进行梳理, 然后考察了现阶段工业废气的主要治理技术, 进一步分析探讨影响工业废气治理效率的主要因素, 最后提出相应的改进对策。

关键词: 工业废气; 治理技术; 治理效率; 影响因素

工业废气是指工业企业内燃料燃烧和工艺生产过程中产生的各类污染气体, 按照形态可分为颗粒污染物和气态污染物。工业废气包括了二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、氯化氢、烟尘及生产性粉尘、酸性气体、挥发性有机污染物等。目前, 针对各类工业废气的常规治理技术已经较为成熟, 但由于不同的治理技术受工艺条件、工况参数、运行水平等因素的影响, 其实际处理效率往往不能达到或不能稳定达到设计效率, 影响工业企业废气治理水平, 增加企业不达标风险。因此, 有必要对影响工业废气治理效率的因素进行系统分析, 确保废气治理技术的高效性和针对性。

1 工业废气污染来源

1.1 固体颗粒粉尘

颗粒物是指能在空气中浮游的微粒, 有固态和液态颗粒物两种。工业企业排放的颗粒物绝大多数为固态颗粒物, 主要产生于冶金、机械、建材、轻工、电力等工业的生产过程。其污染物主要来源于各生产工艺段, 包括: ①固体物料的机械破碎、研磨等, 例如石材加工行业的矿石粗碎、中碎、粉碎等加工环节; ②粉状物料的混合、运输、筛分等, 如水泥生产企业的物料输送, 人造板加工行业的热风混合干燥等工艺环节; ③燃料或物料的燃烧, 如燃煤电厂燃煤产生的烟尘, 其含尘量占燃煤量的约 10%; ④物质经加热产生的蒸汽在空气中氧化和凝结等, 如冶金工业矿石烧结冶炼过程中产生的金属蒸汽, 在空气冷却时凝结氧化产生金属氧化物的固体微粒。

有组织排放的工业废气污染物如不加控制地排入大气, 会造成大气污染, 进一步破坏大气环境; 生产车间内的无组织废气排放则危害室内空气, 影响生产操作人员健康, 从车间排出室外的气体也会影响大气环境。

1.2 气态污染物

在各种各样的工业废气中, 硫氧化物、氮氧化物、挥发性有机污染物等是常见的组成部分, 如果不能对其进行有效处理, 就会对空气质量造成严重的破坏, 甚至会对本地的生态系统造成不利影响。此外, 气态污染物中的部分具有挥发性的物质会在特定条件下产生化学反应, 最终造成二次污染, 这对生态环境及人体健康产生

的威胁是不容忽视的。其次, 当空气流速缓慢时, 污染物无法及时消散, 这将会导致雾霾问题出现, 严重影响人们日常生活和工作。

2 工业废气污染治理技术

2.1 固体颗粒粉尘治理技术

固体颗粒粉尘排放对大气污染产生的影响是不容忽视的。为了实现工业废气污染治理目标, 应做好固体颗粒粉尘治理工作。在固体颗粒粉尘治理期间, 可通过干法除尘技术与湿法除尘技术对废气中的固体颗粒粉尘进行控制。首先, 干法除尘技术是以固体颗粒粉尘的属性为基础, 利用惯性力、离心力、静电力、扩散力、筛分等方式, 对固体颗粒粉尘加以清理, 操作设备主要包括重力沉降室、旋风除尘器、布袋除尘器、滤筒除尘器、静电除尘器等。湿法除尘技术是在湿操作环境下利用惯性力、扩散力、凝聚力和静电力对固体颗粒粉尘加以处理。常见的湿式除尘技术包括洗涤塔、鼓泡塔、湿式旋流塔、文氏管除尘器、湿式电除尘等设备。其中湿式电除尘器因其较高的除尘效率和较低的系统运行阻力在火电厂的末端治理超低排放中实现了广泛的应用, 将该装置设置在脱硫吸收塔后侧能够实现对烟尘内部的气溶胶的深度净化。

2.2 气态污染物治理技术

气体污染物是指能与大气形成均相混合体系的污染物, 包括硫氧化物、氮氧化物、挥发性有机物、碳氧化物、金属挥发物等。气态污染物的治理技术主要分为气体吸收技术、吸附以及催化净化技术。气体吸收技术是指利用吸收液对废气中的有害组分加以吸收, 使其从废气分离出来。例如, 对于二氧化硫的治理来说, 可应用串联吸收塔的技术实现分离目标。化学吸收技术适用范围广, 但在实际应用过程中, 操作过程复杂, 吸收效率无法得到保障, 完成吸收后的溶液还应要做好二次处理工作, 以免废水污染等问题出现。常见的吸收设备包括填料塔、湍球塔、喷淋塔等。气体吸附技术是将气态污染物浓缩富集到固体表面或气固交界面上, 从而实现气态污染物分离的技术。气体吸附技术分为化学吸附和物理吸附, 主要吸附剂包括活性炭、活性氧化铝、分子筛、硅胶等。

3 工业废气治理技术效率影响因素及控制措施

3.1 温度因素及控制措施

对于废气处理而言,温度是影响效率的重要因素之一。烟气温度的降低有助于减少进入处理装置的烟量,从而提高反应器处理效率。对于常规静电除尘器而言,温度降低可以提高烟尘比电阻,改善荷电粉尘趋近速度从而提升处理效率,但要避免露点腐蚀问题。对于气体污染物的处理而言,温度的提高有助于提高化学吸收以及化学吸附工艺的反应速率,但对于物理吸附,吸附过程一般为放热反应,入口废气温度的降低有助于提高吸附效率,因此,吸附工艺的入口气体温度应控制在40℃以内。当处理装置中既有吸收工艺,又有吸附工艺,应通过预处理等方式调整相对合适的气体温度。一般来说,调节气体温度的控制措施包括直接接触式换热、间壁式换热、直接加热、燃料燃烧加热等措施。此外,通过增加保温伴热等措施维持反应器温度,保证处理效率也是必要的温度控制措施。

3.2 浓度因素及控制措施

在处理装置的设计性能范围内,污染物处理效率随入口浓度的升高而提高,但超出设计性能以外的过高入口浓度,则导致出口超标风险增加,设备处理负荷过高,反应器部件堵塞、吸附剂饱和、催化剂失活的风险增加等问题。而过低的污染物浓度也可能导致处理效率低下,如在吸附工艺中过低的初始浓度会导致吸附分压偏低,处理装置失效,不能充分发挥作用等情况。对于高浓度废气,一般采取多级串联来分级处理的工艺进行污染物削减,但对于大气量、低浓度的污染气体,其处理难度往往更大,尤其是近年来较为关注的含异味气体的处理。对于燃烧或催化燃烧处理挥发性有机气体工艺而言,过低的入口浓度会导致能耗过高,设备运行经济性差等问题。因此,设备选型应取得准确的污染物源强和初始浓度为依据,在实际运行中严格控制污染物的入口浓度在设计范围内操作,如果浓度偏高,应采用稀释或预处理加以控制;如果浓度偏低,则应首先考虑提高前端收集效率,减少处理风量,在此基础上采用浓缩富集等预处理工艺。

3.3 含湿量因素及控制措施

对于含有腐蚀性气体的废气,其含湿量往往控制在远离露点的工况下运行,对电除尘器而言,含湿量的提高有助于提高粉尘比电阻,从而提高除尘效率,部分除尘器采用了预增湿工艺来提高粉尘比电阻。对于吸附工艺而言,水分子属于极性分子,与其他气体污染物存在竞争吸附,水分子会占用活性炭或分子筛的活性点位,影响催化剂活性,目前大部分吸附工艺能够接收的入口废气相对湿度应不超过80%。因此,对于需要增加含湿量的处理工艺,可采用预喷淋增湿等措施提高处理效率;对于需要严苛控制入口含湿量的处理工艺,应采用机械收水、冷凝+升温、干燥等措施进行废气预处理后在进入处理装置。

3.4 压力因素及控制措施

常规常压或低压状态下的废气处理工艺对压力变化并不敏感,废气处理的压力主要取决于风机与净化设备的相对位置以及上下游设备阻力,大部分污染处理设备建议安装于负压工作段,主要目的是为了避开废气尤其是有毒气体的泄漏。对于有吸附过程的处理工艺,正压状态有利于吸附反应的进行,提高气体压力有利于提高吸附分压从而改善处理效率。部分以变压吸附为原理的废气污染物处理及回收工艺,其处理功能主要靠压力变化来实现,可通过改变压力的方式,根据工业废气中不同组分的气态污染物在吸附剂上吸附特性的差异从而实现分离。为了提高吸附处理技术的有效性,应做好压力控制工作。技术人员可通过加压的方式,提高吸附剂对某一组分污染物的吸附,以此提高废气处理效率。此外,还可通过降低压力的方式,将被吸附的物质进行解吸回收,同时可以实现吸附剂的再生过程。通过周期性改变压力的方式,实现污染物的浓缩吸附和脱附,不仅可以减少能耗,也可以避免传统吸附法中二次污染的问题,使废气处理环节更加具有针对性。

3.5 废气种类因素及控制措施

在工业生产中产生的废气种类繁多,成分复杂。在湿式处理中,污染物的亲水性和溶解性影响湿式处理工艺效率;在静电处理工艺中,污染物自身比电阻直接影响荷电能力和处理效率;在催化净化处理技术中,在某些气态污染物比如含硫物质或含氯物质存在条件下,催化剂容易中毒失活,导致处理效率急剧下降。以催化净化技术为例,针对多种污染并存的废气因部分污染物导致催化剂失活的问题,需要进行废气种类与成分分析,根据气体性质、工艺条件和催化剂性能等参数进行优化。为了提高工业废气治理技术的效率,应根据废气种类的实际情况增加预处理单元,对不同物质分段选择性分离,或进行烟气调质处理等方式,提高处理效率。

4 工业废气污染防治展望

4.1 加强对人才的培养与引进

为了确保工业废气治理技术得到创新,就要从人才入手,确保相关从业人员具备扎实的理论知识、专业的技能和创新的能力,确保废气得到有效治理。第一,重视对人员的教育和培训,使其能够掌握扎实的专业技能,拥有完善的知识结构。可成立专门的学习小组,鼓励广大从业人员积极参与到学习之中,使其具备良好的实践能力和创新能力。第二,各大高校要积极开展校企合作,打造完善的实践基地,使学生能够得到充分的锻炼,了解与工业废气治理相关的知识和技术。企业要与高校展开深度合作,共同成立工业废气治理研究室,使学生能够在不断锻炼的过程中掌握更多知识,并将理论与实践有机结合,使企业能够获得高素质人才。

4.2 不断完善法律法规

为了使更多企业能够投入到工业废气治理技术的研究与开发之中,减少废气的排放,保证废气得到有效的

处理,就要制定相应的法律法规,对企业的行为进行有效约束。现阶段,我国的法律体系并不完善,与工业废气治理相关的内容较为缺乏,这必然会增加废气治理的难度。我国要提高法律的针对性,对现有的法律法规进行优化和补充,对企业和其他经营者的行为进行有效规范,明确污染物的排放标准,发挥出相关部门的主导作用,保证企业的行为得到有效的监督。进一步完善法律法规,使法律内容更有针对性,提高法律的权威性,保证废气治理工作有序开展。

4.3 对环境管理体系加以改进

政府要对企业的行为进行有效引导,使企业能够明确自身发展方向和发展目标。要对现有的环境管理体系进行改进,根据企业的性质和生产情况,对企业的管理形式和管理内容进行优化。在开展环境管理时,要发挥出多个部门的作用,使其能够通过彼此配合的方式,进一步提高环境管理水平,并保证企业的各项行为得到有效监督。为了验证企业的工作效果,需对环境影响进行合理评价,在不同阶段采取不同的措施。第一,在项目设计阶段,需进一步完善与环境相关的设施,并对环境管理进行监督。第二,在施工阶段,需加强对环境的监测,并做好相应的验收工作,重视检测报告的审核。第三,在生产阶段,需重视对污染源的管控。通过这种方式能进一步健全现有的管理体系,实现绿色生产,保证工业废气治理水平得到进一步提升,提高广大企业的社会责任感。

4.4 构建综合防治体系

由于工业废气的类型众多,而且对环境的影响比较严重,因此,需要构建综合化防治体系,对工业废气产生到排放展开动态化管理。要发挥出环保部门的监督和管理作用,保证工业废气的治理落到实处。要进一步完善企业的结构,使企业能够积极引进先进的技术和设备,减少对废气的排放,提高企业的社会责任感。要加大宣传力度,使社会各界人士能够充分意识到环境保护的重要性以及工业废气所带来的危害,使其规范自身行为,遇到违规操作的行为要及时举报,提高废气治理的效果。积极组织工业废气治理相关的活动,使广大从业人员和社会各界人士能够就废气治理的相关问题进行探讨,群策群力,提高废气治理效率,加强对先进技术的研究与开发。

5 积极发展清洁能源

5.1 加大投入力度

新能源开发是一项长期的工作,需对该项工作进行合理规划,站在长远的角度看待问题,加大投入力度,将能源开发与技术相结合。首先,应颁发相关规章制度,积极倡导相关企业投入到工业废气治理技术研发环节中,对于具有突出贡献的企业来说,应给予资金奖励及政策倾斜。其次,应成立工业废气治理技术专项研究基金,拓宽资金筹措渠道,避免资金违规挪用的现象发生,使各项资金能够真正的落实到工业废气治理技术研发环

节当中。从多角度出发,加强工业废气治理技术研究、优化及完善,以此使工业废气治理技术的作用得以发挥。目前,我国主要将新能源作为补充能源,新能源尚无法替代传统能源。在应用新能源时,要将其与国家的能源战略相结合,合理规划。由于部分技术已相对完善,而且得到进一步发展,因此,要加强对这一类型技术的研究与开发,进一步降低生产成本,提高工作效率。此外,要重视对新兴技术的研究与探索。

5.2 重视技术引进与自主开发

为了进一步发挥出新能源的作用,要结合我国的资源特点,明确发展重点,一方面引进先进的技术,另一方面要加强自主研究与开发力度。我国拥有许多可再生能源,与之相关的技术多种多样,需加强技术调研,一旦确认某一技术具有广泛的发展前景,就要加大投入力度,将其作为发展重点,对其进行研究。现阶段,纳米工艺技术、微波催化氧化技术、微生物降解技术已实现了一定的应用。纳米工艺技术在应用过程中能够将废气转化成二氧化碳和水,而且不会产生二次污染。微波催化氧化技术不会产生较大的能源消耗,可有效提高治理效率,对周围环境所带来的影响比较小。微生物降解技术可依托微生物的分解与吸附功能,消除废气。此外,与发达国家相比,我国新能源技术水平比较低,因此,我国可积极引进成熟的国外技术,认真学习其优势,吸取经验,然后结合我国的实际情况,对新能源技术进行改进和优化。

6 结语

总言,随着我国工业飞速发展,国民经济正呈逐年上升趋势。然而工业企业生产环节中产生的废气污染问题不容忽视。充分认识到工业废气治理工作的重要意义,推动我国经济可持续发展。为了实现工业废气治理目标,相关技术人员应以工业废气污染来源为基础,明确温度因素、浓度因素及含湿量因素对治理效率产生的影响,通过针对性的措施对各项因素加以控制,利用科学完善的治理技术,对工业废气加以治理。根据目前我国工业废气治理的实际情况,做好未来发展规划工作,提高工业废气污染治理工作水平,在提高企业经济效益,打造优质企业形象的同时,实现经济发展与生态环境保护“双赢”目标。

参考文献:

- [1] 刘欢.试论我国工业废气治理技术效率及其影响因素[J].中国设备工程,2021(22):216-217.
- [2] 李学芹,孙春辉.工业废气治理技术效率及其影响[J].皮革制作与环保科技,2021,2(14):98-99.
- [3] 徐夏杰,殷恺.工业废气治理技术效率及其影响因素研究[J].皮革制作与环保科技,2021,2(01):77-79.
- [4] 付君健.工业废气治理技术效率及其影响因素[J].资源节约与环保,2020(05):83.
- [5] 蒋锡根.现阶段工业废气治理技术实际应用情况及其影响因素[J].绿色环保建材,2020(02):59+61.