

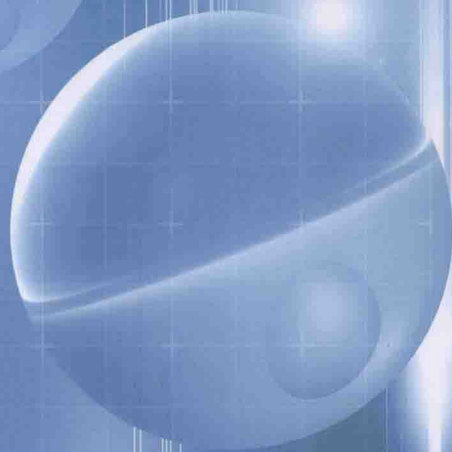
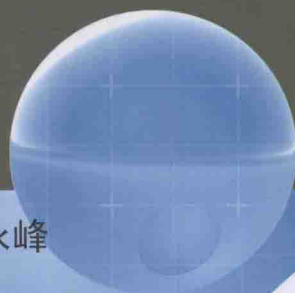
基础环境材料学

JICHUHUANJINGCAILIAOXUE

高等学校“十二五”规划教材



市政与环境工程系列丛书



主 编 张 坤 吴忆宁 李永峰
副主编 吕云汉
主 审 韩 伟



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校“十二五”规划教材
市政与环境工程系列丛书

基础环境材料学

主 编 张 坤 吴忆宁 李永峰
副主编 吕云汉
主 审 韩 伟

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

环境材料是指用于防止、治理或修复环境污染的材料。本书共分 11 章,主要介绍了污染物过滤材料、吸附分离材料、膜分离材料、生物固定化材料、物理性污染控制工程(噪声)材料、环境修复材料、环境替代材料、物理性污染控制工程(电磁波)材料、室内空气净化材料、能源材料等方面的研究、应用与发展趋势。

本书可作为高等院校环境专业的教材或非环境类专业选修、培训教材,同时也可供环境保护部门和企事业单位的环境保护管理人员、科技人员及相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础环境材料学/张坤,吴忆宁,李永峰主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2016. 1

ISBN 978 - 7 - 5603 - 5853 - 6

I. ①基… II. ①张… ②吴… ③李… III. ①环境科学 -
材料科学 IV. ①TB39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 021272 号

策划编辑 贾学斌

责任编辑 郭 然

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451 - 86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂

开 本 787mm × 1092mm 1/16 印张 18.75 字数 430 千字

版 次 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5603 - 5853 - 6

定 价 38.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

环境材料是在人类认识到生态环境保护的重要战略意义和世界各国纷纷走可持续发展道路的背景下提出来的,一般认为环境材料是具有满意的使用性能同时又被赋予优异的环境协调性的材料。环境材料的开发研究是解决环境问题的关键,一般来说,环境材料是指用于防止、治理或修复环境污染的材料,包括环境净化材料、环境修复材料以及环境替代材料等。

本书共分 11 章:第 1 章为绪论,从环境净化材料、环境修复材料、环境替代材料、天然生物材料以及合成生物高分子材料等方面概述了环境材料;第 2 章为污染物过滤材料,在分析环境颗粒物与过滤机理的基础上,介绍了颗粒过滤材料、纤维过滤材料、织物过滤材料、多孔过滤材料以及其他过滤材料的组成、结构及其应用范围,并对各类过滤材料的研究现状进行了归纳总结;第 3 章为吸附分离材料,在分析吸附原理和吸附分离材料的基础上,从材质化学结构的角度介绍了碳质吸附材料、离子交换吸附材料和生物吸附材料的组成、结构及性质,并对各类材料的研究和应用现状进行了总结;第 4 章为膜分离材料,简述了反渗透膜材料、纳滤膜材料、超滤膜材料和微滤膜材料的原理、特点及应用;第 5 章为生物固定化材料,从生物填料和生物载体材料两方面来阐述生物固定化材料,并介绍了微生物固定化方法及其应用;第 6 章为物理性污染控制工程(噪声)材料,在分析噪声的产生、类型以及控制原理的基础上,介绍了吸声材料、隔声材料、消声材料和隔振与阻尼减振材料,并对各种材料的性能和组成形式进行了归纳总结;第 7 章为环境修复材料,简述了大气污染修复技术与材料、土壤污染修复技术与材料、沙漠化治理技术与材料、水域石油污染化治理技术与材料等方面的内容;第 8 章为环境替代材料,介绍了新型的氟利昂替代材料、石棉替代材料、无磷洗衣粉以及一些新型环境相容性材料;第 9 章为物理性污染控制工程(电磁波)材料,介绍了电磁波污染的危害、防护、屏蔽、吸收方式以及防护涂层;第 10 章为室内空气净化材料,在介绍了室内空气污染及其危害的基础上,重点阐述室内空气净化技术以及主要的室内空气净化材料;第 11 章为能源材料,从常规能源与新能源的利用方面阐述了能源技术与功能材料。

本书由哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、东北林业大学、东北农业大学、哈尔滨理工大学和黑龙江省城镇建设研究所的老教师们共同编写。其中,张坤编写第 1,4,6,7 章;

吴忆宁编写第8~11章;李永峰、李芬、黄志、吕云汉、施悦、郑国香共同编写第2,3,5章。
黑龙江省教育厅教育科学规划课题(JG2014010625)为本书提供了技术和成果支持。

谨以此书献给李兆孟先生(1929.7.11—1982.5.2)。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者
2016年1月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 环境材料概述	1
1.2 环境净化材料	2
1.3 环境修复材料	8
1.4 环境替代材料	13
1.5 天然生物材料	16
1.6 合成生物高分子材料	21
第2章 污染物过滤材料	24
2.1 环境颗粒物	24
2.2 过滤材料的分类、性能与过滤机理	26
2.3 颗粒过滤材料	30
2.4 纤维过滤材料	46
2.5 织物过滤材料	63
2.6 多孔过滤材料	67
2.7 其他过滤材料	74
第3章 吸附分离材料	78
3.1 吸附作用与吸附分离材料	78
3.2 碳质吸附材料	81

3.3	离子交换吸附材料	92
3.4	生物吸附材料	103
第4章	膜分离材料	110
4.1	膜材料分类及其性能表征	110
4.2	反渗透膜材料	114
4.3	纳滤膜材料	130
4.4	超滤膜材料	134
4.5	微滤膜材料	141
第5章	生物固定化材料	147
5.1	生物填料	147
5.2	生物载体材料	152
5.3	微生物固定化方法及其应用	155
第6章	物理性污染控制工程(噪声)材料	163
6.1	噪声控制基础	163
6.2	吸声材料	170
6.3	隔声材料	174
6.4	消声材料	177
6.5	隔振与阻尼减振材料	181
第7章	环境修复材料	187
7.1	大气污染修复技术与材料	187
7.2	土壤污染修复技术与材料	209
7.3	沙漠化治理技术与材料	211
7.4	水域石油污染化治理技术与材料	214

第 8 章 环境替代材料	220
8.1 环境替代材料概述	220
8.2 氟利昂替代材料	221
8.3 石棉替代材料	223
8.4 无磷洗衣粉的开发与应用	226
8.5 新型环境相容性材料	230
8.6 开发环境替代材料的前景及展望	236
第 9 章 物理性污染控制工程(电磁波)材料	238
9.1 电磁波防护概述	238
9.2 电磁波污染的危害	240
9.3 电磁辐射的机理	242
9.4 电磁波防护	243
9.5 电磁波屏蔽织物	245
9.6 电磁波吸收材料	249
9.7 电磁波防护涂料	250
9.8 电磁波防护材料的发展历程、存在的问题和展望	254
第 10 章 室内空气净化材料	257
10.1 室内空气污染及其危害	257
10.2 室内空气净化技术	260
10.3 室内空气净化材料的类别	267
10.4 主要的室内空气净化材料性能介绍	270
10.5 其他新型空气净化材料	274
10.6 室内空气净化材料的发展和展望	275

第 11 章 能源材料 276

11.1 能源概述 276

11.2 常规能源 277

11.3 新能源的利用 281

11.4 节能与环境保护 287

参考文献 290

第1章 绪论

1.1 环境材料概述

1.1.1 环境问题与环境材料

对人类生存和发展产生严重威胁的环境问题可以分为两大类:一类是人类活动所排放的废弃物带来的环境污染;另一类是生态环境的破坏。这些环境问题有些是全球性的,有些是局域性的。温室效应与气候变暖、臭氧层的破坏、酸雨、有毒物质污染、生态环境破坏等环境问题是目前人类面临的极大挑战。

环境科学技术体系在新形势下也在发生着变化,由以“末端治理”为主的技术体系发展到现在的污染预防、清洁生产等新的观念和技术,环境科学发展成为解决环境问题以及为保护环境所采取的政治、法律、经济、行政等各项专门知识的庞大科学体系。

资源,尤其是自然资源,是可持续发展的物质基础。工业化的发展和人口的膨胀对自然资源的巨大消耗和大规模开采,已导致资源基础的削弱、退化、枯竭,资源与环境问题已成为当前世界上人类面临的重要问题之一。

目前,威胁人类生存和发展的资源问题主要是水资源、土地资源、能源、矿产资源。有些资源问题与环境污染有着直接的关系,例如,水污染使本身就已很严峻的水资源危机更加严重;人口的膨胀和土壤质量的下降,使得土地资源在相对数量和质量方面均存在严重危机。能源问题更为复杂,随着作为一次能源的煤、石油、天然气等不可再生的能源资源的消耗,人们将注意力转向了可再生的非化石燃料类一次能源,如太阳能、地热能、海洋能、水能、风能等;同时二次能源的开发也是提高能源资源的利用效率、部分解决能源资源环境问题的方向之一。

目前人类所面临的环境问题主要是由人口膨胀和经济发展带来的,其中工业生产带来的环境污染既是区域性的,也是全球性的,不容忽视。改变现有工业的发展模式是走可持续发展道路的组成部分,清洁生产是一种在可持续发展引导下的一种全新的生产模式。

清洁能源包括可再生能源的利用、新能源的开发、各种节能技术等。可以看出,解决这些环境问题的基础是新技术、新工艺、新装备、新材料。

1.1.2 环境材料的分类

按照环境材料在解决环境问题中所起的作用,可以将其分为以下类型:①环境净化

材料;②环境修复材料;③环境替代材料。

1.2 环境净化材料

环境净化材料就是能净化或吸附环境中有害物质的材料和物质,包括过滤、吸附、分离、杀菌、消毒等材料。这些材料主要起到去除环境中污染物的作用,主要有水污染净化材料、大气污染净化材料、物理污染控制材料等。

1.2.1 水污染净化材料

在污水与给水处理工艺中,经常使用氧化还原材料、沉淀分离材料、固液分离材料等,以达到去除水中污染物的目的。

1. 氧化还原材料

氧化还原技术属于一种污水化学转化处理工艺,用于氧化还原处理的材料包括氧化剂、还原剂及催化剂等。常用的氧化材料有活泼非金属材料如臭氧、氯气等,含氧酸盐如高氯酸盐、高锰酸盐等;常用的还原材料有活泼金属原子或离子;常用的催化剂有活性炭、黏土、金属氧化物及高能射线等。

(1) 氧化剂。

①空气。从环境协调的角度看,利用空气中的氧或纯氧处理废水中的有机污染物,是一种环境友好型的污水处理方法。空气中的氧具有较强的化学氧化性,且在介质的pH较低时,其氧化性增强,有利于用空气氧化法处理污水。此法主要用于含硫废水的处理,石油炼制厂、石油化工厂、皮革厂、制药厂等都排出大量含硫废水。硫化物一般以钠盐(NaHS , Na_2S)或铵盐(NH_4HS , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$)的形式存在于废水中,它们的还原性较强,可以用空气氧化法处理。

当向废水中注入空气和蒸气(加热)时,硫化物转化为无毒的硫代硫酸盐或硫酸盐。空气氧化法还可用于地下水除铁,在缺氧的地下水中常出现二价铁,通过曝气可以将 Fe^{2+} 氧化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。除铁的反应式为: $4\text{Fe}^{2+} + 2\text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{H}^+$ 。

湿式氧化法是在较高的温度和压力下,用空气中的氧来氧化废水中溶解和悬浮的有机物和还原性无机物的一种方法。与一般方法相比,湿式氧化法具有适用范围广、处理效率高、二次污染低、氧化速度快、装置小、可回收能量和有用物料等优点。但用空气中的氧进行氧化反应时活化能很高、反应速度很慢,使其应用受到限制。湿式氧化法处理含大量有机物的污泥和高浓度有机废水,是利用高温($200 \sim 3\,000\text{ }^\circ\text{C}$)、高压($3 \sim 15\text{ MPa}$)的强化空气氧化的处理技术。“湿式氧化法”适用于处理含大量有机物的污泥和高浓度有机废水。由于高压操作难度较大,目前空气湿式氧化法的发展方向是向低压发展。在有些生物处理污水流程中,设计了低压湿式氧化工艺,对一些用生物技术难以处理的有机污染物进行预处理。

②臭氧。臭氧是一种理想的环境友好型水处理剂。臭氧的氧化性很强,对水中有机污染物有较好的氧化分解作用。此外,对污水中的有害微生物,臭氧还有强烈的消毒杀

菌作用。用臭氧处理难以生物降解的有机污染物,使其转化成容易降解的有机化合物,在污水处理中已开始广泛应用。例如,用臭氧分解污水中的聚羟基苯基酚,通过电子传递反应,氧化除去部分聚合物的侧链,经解聚,进而生化降解。对工业循环冷却排放的废水,在排入公共污水系统前,用臭氧去除废水中的表面活性剂,可明显改善污水的水质,有效减轻公共污水处理系统的负担。

③过氧化氢。它是一种较好的处理有机废水的氧化剂。过氧化氢与紫外线合并使用,可分解氧化卤代脂肪烃、有机酸等有机污染物。通过添加低剂量的过氧化氢,控制氧化程度,使废水中的有机物发生部分氧化、偶合或聚合,形成相对分子质量适当的中间产物,改善其可生物降解性、溶解性及混凝沉淀性,然后通过生化法或混凝沉淀法去除。与深度氧化法相比,过氧化氢部分氧化法可大大节约氧化剂用量,降低处理成本。

④氯系氧化剂。氯系氧化剂包括氯气、次氯酸钠、漂白粉、漂白精等。通过在溶液中电离,生成次氯酸根离子,然后水解、歧化,产生氧化能力极强的活性基团,用于杀菌和分解有机污染物。

氯系氧化剂的氧化性较强,在酸性溶液中其氧化性更会增强,还可通过光辐射或其他辐射方法来增强其氧化能力。这类氧化剂最重要的氧化成分是二氧化氯,它在水中的溶解度是氯的5倍。二氧化氯遇水迅速分解,生成多种强氧化剂,如次氯酸、氯气、过氧化氢等,这些强氧化剂组合在一起,产生多种氧化能力极强的活性基团,能激发有机环上的不活泼氢,通过脱氢反应生成自由基,成为进一步氧化的诱发剂。自由基还能通过羟基取代反应,将有机芳环上的一些基团取代下来,从而生成不稳定的羟基取代中间体,易于开环裂解,直至完全分解为无机物。氯氧化法在废水处理中,除用于去除氰化物、硫化物、酚、醇、醛、油类等污染物外,还用于给水或废水的消毒、脱色和除臭。

⑤高锰酸盐氧化剂。高锰酸盐氧化剂常用于污水氧化处理过程。最常用的高锰酸盐是高锰酸钾,是一种强氧化剂,其氧化性随pH降低而增强。在有机废水处理中,高锰酸盐氧化剂主要用于去除酚、氰、硫化物等有害污染物。在给水处理中,高锰酸盐可用于消灭藻类,除臭、除味、除二价铁和二价锰等。高锰酸盐氧化法的优点是出水没异味,易于投配和监测,并易于利用原有水处理设备,如混凝沉淀设备、过滤设备等。反应所生成的水合二氧化锰有利于凝聚和沉淀,特别适合于对低浊度废水的处理。其主要缺点是成本高,尚缺乏废水处理的运行经验。若将此法与其他处理方法如空气曝气、氯氧化、活性炭吸附等工艺配合使用,可使处理效率提高,成本下降。

⑥其他氧化剂。除使用氧化剂外,通过紫外线、放射线等高能射线进行光催化氧化,也是处理有机废水的一种有效方法。

(2) 还原剂。

废水中的某些金属离子在高价态时毒性很大,可先用还原剂将其还原到低价态,然后分离除去。常用的还原剂包括:某些电极电位较低的金属,如铁屑、锌粉等;某些带负电的离子,如 NaBH_4 中的 B^{5-} ;某些带正电的离子,如 Fe^{2+} 。此外,利用废气中的 H_2S 、 SO_2 和废水中的氰化物等进行还原处理,不但经济有效,而且可以达到以废治废的目的。

目前在水污染净化中,采用还原剂还原的方法主要用于含铬废水和含汞废水的处

理。例如,用氧化还原法处理含汞废水,还原剂一般可选铁屑、锌粒、铝粉、铜屑和硼氢化钠、醛类、联胺等。

2. 沉淀分离材料

沉淀分离方法是利用水中悬浮颗粒与水的密度不同进行污染物分离的一种废水处理方法。利用沉淀分离法,可以去除水中的砂粒、化学沉淀物,以及混凝处理形成的絮凝体和生物处理的污泥。沉淀分离从理论上可分为自由沉淀、絮凝沉淀、分层沉淀和压缩沉淀等。

在絮凝沉淀分离过程中,常用的絮凝沉淀材料有混凝剂和助凝剂两大类。混凝剂是在混凝过程中投加的主要化学药剂。其混凝机理是通过向废水中投入混凝剂,破坏胶体和悬浮微粒在水中的稳定分散系,依靠压缩双电层、吸附电中和、吸附架桥以及沉淀物网捕4种机理完成絮凝沉降过程。

混凝剂可分为无机类混凝剂和有机类混凝剂两大类。无机类混凝剂主要包括硫酸铝、聚合氯化铝、三氯化铁以及硫酸亚铁和聚合硫酸铁等;有机类混凝剂主要系指人工合成的高分子混凝剂,如聚丙烯酰胺、聚乙烯胺等。在污水的深度处理中一般都采用无机类混凝剂,有机类混凝剂常用于污泥的调置。

硫酸铝是使用最多的混凝剂。近年来,人们已经认识到了自来水中铝残留量对人体的影响。如何在提高混凝剂效能的同时,有效地减少水中残留的铝含量,则是当前研制铝盐混凝剂时值得注意的问题。

高铁酸盐絮凝剂是水处理中已广泛使用的絮凝剂,能够有效降解有机物,去除悬浮颗粒及凝胶。例如,三氯化铁是一种常用的混凝剂,为褐色带有金属光泽的晶体。其优点是易溶于水,矾花大而重,沉淀性能好,对温度和水质及pH的适应范围宽,最大缺点是有强腐蚀性,易腐蚀设备,且有刺激性气味,操作条件较差。聚合硫酸铁是20世纪80年代出现的新型混凝剂,其特点是混凝效果好,无腐蚀性,其综合性能优于聚合氯化铝。另外,无腐蚀性的聚合氯化铁也正在研制中。

除絮凝沉淀外,化学沉淀也是一种常用的污水沉淀分离处理方法,主要是利用投加的化学物质与水中的污染物进行化学反应,形成难溶的固体沉淀物,然后经固液分离,除去水中的污染物。通常将这类能与废水中的污染物直接发生化学反应并产生沉淀的化学物质称为沉淀剂。

化学沉淀剂按所加入的沉淀剂成分可分为氢氧化物沉淀剂、硫化物沉淀剂、铬酸盐沉淀剂、碳酸盐沉淀剂、氯化物沉淀剂等几大类。

3. 固液分离材料

用于固液分离的材料包括过滤材料、吸附分离材料和膜分离材料等。

利用吸附剂的物理吸附、离子交换、络合等特点,能够去除水中的各种金属离子,主要用于处理含重金属元素的废水。天然黏土能吸收重金属、多环芳烃、碳氢化合物和苯酚等,可用于石油化工厂的污水净化。此外,物理吸附还能够吸附水中的颗粒物以及部分有机污染物。吸附剂的开发主要考虑其吸附效率、选择性、成本等性能。天然沸石由

于来源广泛、处理效果好、不产生二次污染等优点,目前已逐渐替代传统的活性炭吸附剂,成为主要的水处理吸附剂。

另外,市政生活污水通常采用生化处理工艺。固定化微生物技术是使用化学或物理的方法将游离细胞定位于材料的限定空间中,并使其保持生物活性且可反复利用的生物技术。

1.2.2 大气污染净化材料

大气污染是指由于自然或人为原因使大气层中某些成分超过正常含量或排入有毒、有害的物质,对人类、生物和物体造成危害的现象。处理大气污染物的物质通常有吸附剂、吸收剂和催化转化剂。

1. 吸附剂

由于固体表面存在着分子引力或化学键力,能吸附分子并使其浓集在固体表面,这种现象称为吸附。具有吸附作用的固体物质称为吸附剂,被吸附的物质称为吸附质。吸附法净化气态污染物就是使废气与大表面多孔的固体物质相接触,将废气中的有害组分吸附在固体表面上,从而达到净化的目的。

吸附剂的种类很多,按成分不同可分为无机吸附剂和有机吸附剂,按来源不同可分为天然吸附剂和合成吸附剂。天然矿产品如活性白土和硅藻土等经过适当的加工,形成多孔结构后,可直接作为吸附剂。合成无机材料吸附剂主要有活性炭、活性氧化铝、硅胶、沸石分子筛等。

(1) 活性炭。

活性炭具有不规则的石墨结构,比表面积非常大,有的甚至超过 $2\,000\text{ m}^2/\text{g}$,所以活性炭是一种优良的吸附剂。它是一种具有非极性表面、疏水性和亲有机物的吸附剂,常常被用来吸附、回收空气中的有机溶剂,或用来净化某些气态污染物,也可以用来脱臭。

活性炭纤维是一种新型的高效吸附剂,主要用于吸附各种无机和有机气体、水溶性的有机物、重金属离子等,特别对一些恶臭物质的吸附量比颗粒活性炭要高出 40 倍。

碳分子筛是具有均匀孔径的分子筛结构的活性炭,它是由重石油烃类在裂化罐内加热至 $600\text{ }^{\circ}\text{C}$,通过热裂解除尽 $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以前的碳氢挥发物,将约占 5% 的焦炭残留物再在 $600\sim 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的氮气流中热裂解制得。碳分子筛能选择吸附氧而不吸附氮,是分离空气工艺中常用的吸附剂。

(2) 活性氧化铝。

活性氧化铝是指氧化铝的水合物加热脱水后形成的多孔物质。它可以吸附极性分子,无毒,机械强度大,不易膨胀。

(3) 硅胶。

硅胶是多聚硅酸经分子间脱水而形成的一种多孔性物质,化学组成为 $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$,属于无定形结构,其中的基本结构质点为 $\text{Si}-\text{O}$ 四面体相互堆积形成硅胶的骨架。硅胶的分类常以孔径大小来划分,即细孔硅胶、粗孔硅胶和介于两者之间的中孔硅胶。

由于硅胶为多孔性物质,而且表面的羟基具有一定程度的极性,故而硅胶优先吸附

极性分子及不饱和的碳氢化合物。此外,硅胶对芳烃的 π 键有很强的选择性及很强的吸水性,因此硅胶主要用于脱水及石油组分的分离。

(4) 沸石分子筛。

分子筛是一种笼形孔洞骨架的晶体,经脱水后空间十分丰富,具有很大的内表面积,可以吸附相当数量的吸附质。同时其内晶表面高度极化,晶穴内部有很大的静电场在起作用,微孔分布单一均匀并具有普通分子般大小,易于吸附和分离不同物质的分子。应用最广的沸石分子筛是具有多孔骨架结构的硅酸盐结晶体,它是强极性吸附剂,具有很高的吸附选择性和吸附能力。

吸附分物理吸附和化学吸附。这两类吸附往往同时存在,仅因条件不同而有主次之分。吸附过程包括 3 个步骤:使气体和固体吸附剂进行接触;将未被吸附的气体与吸附剂分开;进行吸附剂的再生或更换新吸附剂。

2. 吸收剂

利用吸收剂将混合气体中的一种或多种组分有选择地吸收分离的过程称为吸收。具有吸收作用的物质称为吸收剂,被吸收的组分称为吸收质,吸收操作得到的液体称为吸收液,剩余的气体称为吸收尾气。

吸收可分为化学吸收和物理吸收两大类。化学吸收是被吸收的气体组分和吸收液之间产生明显化学反应的吸收过程。从废气中去除气态污染物多用化学吸收法。物理吸收是被吸收的气体组分与吸收液之间不产生明显的化学反应的吸收过程,仅仅是被吸收的气体组分溶解于液体的过程。常见有害气体的吸收剂见表 1.1。

表 1.1 常见有害气体的吸收剂

有害气体	常用吸收剂
SO ₂	H ₂ O, NH ₃ , NaOH, Na ₂ CO ₃ , Ca(OH) ₂ , ZnO
NO _x	H ₂ O, NH ₃ , NaOH, Na ₂ SO ₃
HF	H ₂ O, NH ₃ , Na ₂ CO ₃
HCl	H ₂ O, NaOH, Na ₂ CO ₃
Cl ₂	NaOH, Na ₂ CO ₃ , Ca(OH) ₂
H ₂ S	NH ₃ , Na ₂ CO ₃ , 乙醇胺
含 Pb 废气	CH ₃ COOH, NaOH
含 Hg 废气	KMnO ₄ , NaClO, 浓硫酸

3. 催化转化剂

催化转化法净化气态污染物是利用催化剂的催化作用,将废气中的有害物质转变为无害物质或易于去除物质的方法。催化转化剂通常由主活性物质、载体和助催化剂组成。

选择性催化还原所用的催化剂为铂、钯系贵金属,以及钒、铬、锰、铁、铜等过渡金属氧化物,或是这些金属的混合物。

目前,催化转化剂的研究热点主要集中在减少贵金属用量、提高催化效率以及催化剂稳定性等方面。二氧化钛光催化剂的研究近年来成为材料科学研究的热点之一,由于其化学性能稳定、无毒、价廉以及光催化活性高而引起了广泛重视,在空气净化、杀菌、消毒、防雾、防尘等领域具有广阔的应用前景。近年来, TiO_2 光催化剂的多种类型产品陆续出现,如自清洁玻璃、卫生洁具等。

室内环境污染也是大气污染的一种,污染源主要是外界大气、房屋或家居中的化工涂料、染料等。对室内空气中的污染物,如苯系物、卤代烷烃、醛、酸、酮等的降解,采用光催化降解法非常有效。例如利用太阳光、卤钨灯、汞灯等作为紫外光源,使用锐态矿型纳米 TiO_2 作为催化剂。

1.2.3 物理污染控制材料

防止噪声的污染和电磁波对人体的损害,除控制技术外,材料的选用也是重要的一环。新材料技术的发展直接影响着防噪技术和电磁波控制技术的水平。控制噪声污染的功能性材料称为噪声控制材料,控制电磁波污染的功能性材料称为电磁波防护材料。

1. 噪声控制材料

物理上噪声是声源做无规则振动时发出的声音。在环保的角度上,凡是影响人们正常的学习、生活、休息等的一切声音,都称之为噪声。

噪声的来源主要有以下几类。

(1) 交通噪声。

交通噪声包括机动车辆、船舶、地铁、火车、飞机等发出的噪声。由于机动车辆数目的迅速增加,使得交通噪声成为城市的主要噪声来源。

(2) 工业噪声。

工业噪声是工厂的各种设备产生的噪声。工业噪声的声级一般较高,给工人及周围居民带来较大的影响。

(3) 建筑噪声。

建筑噪声主要来源于建筑机械发出的噪声。建筑噪声的特点是强度较大,且多发生在人口密集地区,因此严重影响居民的休息与生活。

(4) 社会噪声。

社会噪声包括人们的社会活动和家用电器、音响设备发出的噪声。这些设备噪声的声级虽然不高,但由于和人们的日常生活联系密切,使人们在休息时得不到安静,尤为让人烦恼,极易引起邻里纠纷。

(5) 家庭生活噪声污染等。

噪声系统通常由噪声源、传播途径、接受体 3 个部分组成。控制噪声的途径,也是从这 3 方面考虑。如只要噪声源停止发声,噪声就会停止。因此,降低噪声源的发声强度是一个重要的方面。目前,我国许多城市市区内禁止鸣喇叭,就是一种有效的防噪措施。控制噪声的另一项措施就是阻碍噪声的传播途径,从而减小噪声的危害。其中,安装消声、吸声和隔声设备和材料是技术人员努力的方向。消声设备是附属在声源上或成为其

某一部分的一种装置,能使噪声散发在声源附近,或在噪声影响工作和生活以前将其吸收掉。

吸声材料是具有较强的吸收声能、降低噪声性能的材料,是借自身的多孔性、薄膜作用或共振作用而对入射声能具有吸收作用的材料。常用的吸声材料有玻璃棉、矿渣棉、泡沫塑料、毛毡、棉絮等多孔材料,将其装饰在墙壁上或悬挂在空间里,吸收发射和反射的声能,可降低噪声。

把空气中传播的噪声隔绝、隔断、分离的一种材料、构件或结构,称之为隔声材料。常用的有隔声墙、隔声地板、隔声室和隔声罩等。世界上许多城市市区的高架路都安装了防噪墙板,有效地控制了交通噪声污染。这种防噪墙板是声学 and 材料学的有机组合,既要求有最低的声反射,又要求有较强的吸声能力。一般都是由多孔无机复合材料制成的。

材料吸声和材料隔声的区别是,材料吸声着眼于声源一侧反射声能的大小,目标是反射声能要小。吸声材料对入射声能的衰减吸收一般只有十分之几,因此,其吸声能力即吸声系数可以用小数表示;材料隔声着眼于入射声源另一侧的透射声能的大小,目标是透射声能要小。

2. 电磁波防护材料

电磁波污染主要指由电磁波引起的对人体健康的不良影响,不包括电磁波对电子线路、电子设备的干扰。常见的电磁波污染源有计算机设备、微波炉、电视机、移动通信设备等。这些电子器件通过机壳和屏幕向空间发射电磁波,从而污染环境。

关于电磁波防护材料,目前主要有两类:一类是吸波材料,一类是反射材料。其原理都是尽量将电磁波屏蔽在机内,最大限度地减少电磁波的机外辐射。常见的反射材料主要由金属成分构成且常加工成表面合金,对电磁波不但有反射作用,还通过衍射、折射等方式改变电磁辐射特性。如对于移动通信手机的电磁波防护,国外已研究成功在手机外壳镀上一层金属膜,通过改变手机近场的电磁波特性来减少对人体的电磁辐射。

目前,国内外的吸波材料主要有两大类:一类是以有机材料为主的泡沫吸波材料,另一类是铁氧体吸波材料。泡沫吸波材料通常用含炭粉、阻燃剂的乳胶作为灌注物,浸润在聚氨酯泡沫或聚苯乙烯塑料等基体中制成锥形、楔形吸波材料,这类材料一般用于大型仪器设备的电磁波屏蔽。

1.3 环境修复材料

1.3.1 生物修复材料

广义的生物修复,指一切以利用生物为主体的环境污染的治理技术。它包括利用植物、动物和微生物吸收、降解、转化土壤和水体中的污染物,使污染物的浓度降低到可接受的水平,或将有毒、有害的污染物转化为无害的物质,也包括将污染物稳定化,以减少其向周边环境的扩散。狭义的生物修复,是指通过微生物的作用清除土壤和水体中的污