

第 1 章

绪 论



第 1 章
思维导图

1.1 环境工程学的发展

环境工程学作为一门跨学科的科学,起源于对人类健康和自然环境保护的需求,其发展历程可以追溯到 19 世纪中叶工业革命时期。随着工业化进程的加快,环境污染问题日益突出,促使人们开始重视环境治理与保护。

20 世纪初,随着城市化进程的加速,污水处理和垃圾处理技术逐渐发展起来,标志着环境工程学的初步形成。此时的环境工程主要集中在水和废弃物的管理,旨在控制城市环境污染,提高公共卫生水平。随着科学技术的不断进步,环境工程学逐步从传统的废水和废气处理扩展到大气污染防治、固体废弃物管理、土壤修复以及噪声控制等多个领域。

20 世纪 60 年代,环境问题日益严峻,环境工程学进入了一个新的发展阶段。1962 年,蕾切尔·卡森的《寂静的春天》一书的出版引发了全球范围内对环境问题的关注,促使各国政府加强环境立法和政策的制定。这一时期,环境工程学开始引入系统工程和环境管理的理念,强调从源头预防污染、全生命周期管理和可持续发展。

进入 21 世纪,环境工程学迎来了信息技术、生物技术、新材料等高新技术的融合与创新。现代环境工程学不仅注重环境污染的末端治理,更关注生态系统的整体保护与修复。基于大数据和人工智能技术的环境监测与预警系统使得环境治理更加科学和高效,绿色化工和清洁生产技术的推广应用进一步减少了工业生产对环境的影响。此外,气候变化与能源危机的全球性挑战促使环境工程学不断探索低碳技术与可再生能源的开发利用,为实现全球可持续发展的目标贡献力量。

环境工程原理作为环境工程学的基础学科,为解决各类复杂的环境问题提供了理论指导和技术支撑。通过对环境工程原理的深入理解与应用,有效地应对环境污染与生态破坏,推动人类社会的可持续发展。

环境工程原理旨在系统、深入地阐述生态环境治理工程的基础知识与应用,内容包括环境污染防治、资源循环利用、污染环境净化、生态系统修复与构建以及环境系统工程中的基本工程学原理、基本过程和现象,涵盖污染治理设备、工艺和工程的基本原理。其主要目的是提供提高生态环境治理工程效率的理论支持,为污染物去除、资源和能源转化及利用效率的提升提供方法和手段。环境工程原理为环境工程专业的核心课程,同时也是环境科学、环境生态工程、环保设备工程、资源环境科学等相关专业的重要基础课程。通过本课程的学习,学生将具备扎实的理论基础,能够在实际工程中进行技术选择、设备设计与优化、工艺设计与运行等操作。

1.2 环境污染防控技术体系

环境污染防控技术从污染物的迁移转化角度可以分为“隔离技术”“分离技术”和“转化技术”三大类。隔离技术是将污染物与污染介质隔离,从而切断污染物向周围环境扩散的途径,防止污染进一步扩大;分离技术是利用污染物与污染介质或其他污染物在物理性质或化学性质上的差异使其与介质分离,从而达到污染物去除或回收利用的目的;转化技术是通过化学反应或生物反应,使污染物转化成无害物质或易于分离的物质,从而使污染介质得到净化与处理。

环境工程中,一般将污染问题分为水污染、大气污染、固体废物污染、土壤污染、噪声污染、电磁污染和放射性污染等。因此,环境污染防控技术包括水污染控制技术、大气污染控制技术、固体废物处理技术、污染土壤净化技术和物理性污染控制技术等。

1.2.1 水污染控制技术

水污染控制技术是指一系列用于减少或消除水体中污染物的技术和方法。这些技术旨在改善水质,保护水生生态系统,并满足人类生活和生产对水资源的需求。水污染控制技术主要包括物理处理技术、化学处理技术和生物处理技术。物理处理技术是利用物理作用分离水中污染物的技术,在处理过程中不改变污染物的化学性质。化学处理技术是利用化学反应的作用处理水中污染物的技术,在处理过程中通过改变污染物在水中的存在形式,使之从水中去除或者是使污染物彻底氧化分解、转化为无害物质,从而达到水质净化和污水处理的目的。生物处理技术是利用生物,特别是微生物的作用使水中的污染物分解、转化成无害或有价值物质的技术。各种水处理技术的原理与主要去除对象如表 1-1、表 1-2 和表 1-3 所示。

表 1-1 废水的物理处理技术

处 理 方 法	主 要 原 理	主 要 对 象
沉淀	重力沉降作用	相对密度大于 1 的颗粒
离心	离心沉降作用	相对密度大于 1 的颗粒
气浮	浮力作用	相对密度小于 1 的颗粒
过滤	物理阻截作用	悬浮物、粗大颗粒
汽提法	污染物在不同相间的分配	有机污染物
吹脱法	污染物在不同相间的分配	有机污染物
萃取法	污染物在不同相间的分配	有机污染物
吸附法	界面吸附	可吸附性污染物
反渗透	渗透压	无机盐等
膜分离	物理截留作用等	较大分子污染物
电渗析法	离子迁移	无机盐
蒸发浓缩	水与污染物的挥发性差异	非挥发性污染物

表 1-2 水的化学处理技术

处 理 方 法	主 要 原 理	主 要 对 象
中和法	酸碱反应	酸性、碱性污染物
化学沉淀法	沉淀反应	无机污染物
氧化法	氧化反应	还原性污染物、有害微生物(消毒)
还原法	还原反应	氧化性污染物
电解法	电解反应	氧化、还原性污染物
超临界分解法	热分解、氧化还原反应、自由基反应等	几乎所有的有机污染物
离子交换法	离子交换	离子性污染物
混凝法	电中和、吸附架桥作用	胶体性污染物、大分子污染物

表 1-3 水的生物处理技术

处 理 方 法	主 要 原 理	主 要 对 象
好氧 处理法	活性污泥法	可生物降解性有机污染物、还原性无机污染物(NH_4^+ 等)
	生物膜法	
	流化床法	
生态 技术	氧化塘	有机污染物、氮、磷、重金属
	土地渗滤	
	湿地系统	
厌氧 处理法	厌氧消化池	可生物降解性有机污染物、氧化态无机污染物(NO_3^- 、 SO_4^{2-})
	厌氧接触法	
	厌氧生物滤池	
	高效厌氧反应器(UASB等)	
厌氧-好氧联合工艺		有机污染物、氮、磷

1.2.2 大气污染控制技术

大气污染控制技术可分为分离法和转化法两大类。分离法是利用污染物与空气或废气物理性质的差异使污染物从空气或废气中分离的一类方法。转化法是利用化学或生物反应,使污染物转化成无害物质或易于分离的物质,从而使空气或废气得到净化与处理的一类方法。常见的大气污染控制技术如表 1-4 所示。

表 1-4 常见的大气污染控制技术

处 理 技 术	主 要 原 理	主 要 对 象
机械除尘	重力沉降作用、离心沉降作用	颗粒/气溶胶状态污染物
过滤除尘	物理阻截作用	颗粒/气溶胶状态污染物
静电除尘	静电沉降作用	颗粒/气溶胶状态污染物
湿式除尘	惯性碰撞作用、洗涤作用	颗粒/气溶胶状态污染物
物理吸收法	物理吸收	气态污染物
化学吸收法	化学吸收	气态污染物
吸附法	界面吸附作用	气态污染物

续表

处 理 技 术	主 要 原 理	主 要 对 象
催化氧化法	氧化还原反应	气态污染物
生物法	生物降解作用	可生物降解性有机污染物、还原性无机污染物
燃烧法	燃烧反应	有机污染物
等离子体氧化法	氧化还原作用	气态还原性污染物
紫外光照射(催化)法	氧化还原作用	气态还原性污染物
稀释法	扩散	所有污染物

1.2.3 固体废物处理技术

固体废物的处理方法与其所含的可利用物质的回收以及综合利用紧密联系,常用的固体废物处理技术如表 1-5 所示。

表 1-5 常用的固体废物处理技术

处 理 技 术	主 要 原 理	主 要 对 象
压实	压强(挤压)作用	高孔隙率固体废物
破碎	冲击、剪切、挤压破碎	大型固体废物
分选	重力作用、磁力作用	所有固体废物
脱水/干燥	过滤作用、干燥	含水量高的固体废物
中和法	中和反应	酸性、碱性废渣
氧化还原法	氧化还原反应	氧化还原性废渣(如铬渣)
固化法	固化与隔离作用	有毒有害固体废物
堆肥	生物降解作用	有机固体废物
焚烧	燃烧反应	有机固体废物
填埋处理	隔离作用	无机等稳定性固体废物

1.2.4 污染土壤净化技术

污染土壤的净化技术可分为物理法、化学法和生物法。几种代表性的土壤净化方法如表 1-6 所示。

表 1-6 几种代表性的污染土壤净化技术

处 理 技 术	主 要 原 理	主 要 对 象
客土法	稀释作用	所有污染物
隔离法	物理隔离(防止扩散)	所有污染物
清洗法(萃取法)	溶解作用	溶解性污染物
吹脱法(通气法)	挥发作用	挥发性有机物
热处理法	热分解、挥发作用	有机污染物
电化学法	电场作用(移动)	离子或极性污染物
焚烧法	燃烧反应	有机污染物
微生物净化法	生物降解作用	可降解性有机污染物
植物净化法	植物转化、植物挥发、植物吸收和固定	重金属、有机污染物

1.2.5 物理性污染控制技术

物理性污染控制技术用于减少或消除环境中物理因素对人体健康和生态环境的负面影响。这些物理因素包括噪声、振动、光、热、电、辐射等，其主要控制技术包括隔离、屏蔽、吸收和消减技术等。常见的物理性污染控制技术如表 1-7 所示。

表 1-7 常见的物理性污染控制技术

项 目	技 术	具 体 方 法	特 点
噪声污染控制	吸声技术	利用吸声材料吸收声波,降低混响声的加强,从而减少噪声	应用广泛,对环境友好
	消声技术	在噪声传播途径上设置消声器,通过消声器的通道消声构造,消减通过噪声	针对性强,高效降噪,安装维护方便
	隔声技术	主要通过使用隔声材料或隔声结构来减少声波的传播	适应性强,长效性好,施工维护方便
振动污染控制	控制震源	使用隔振器、阻尼材料等来隔离或吸收振动能量,以及通过优化结构设计、改善设备平衡性能等方式来减少振动源的产生	能量可控性、高精度和可移动性
	防止共振	综合考虑了结构设计、材料选择、阻尼应用、外部激励控制和定期监测等多个方面,通过科学的方法和有效的措施,显著降低共振的发生概率,保护设备和结构的安全稳定运行	技术性和专业性要求高,针对性强
放射性污染防治	辐射防护技术	是一种保护辐射工作人员、公众及环境免受或少受辐射危害与污染的技术。其主要原理包括屏蔽、吸收、隔离、降低辐射源功率以及使用防辐射设备等	技术多样化
	放射性废物的治理	是一个综合性的过程,需要政府、企业和公众共同努力,采用多种手段和技术确保放射性废物的安全处理和处置	过程复杂多变,要求严谨
电磁辐射污染控制	减少数量和功率	通过限制无线电台建设的数量和减少其发射功率,可以有效降低电磁辐射水平	针对性强,高效直接
	采用屏蔽、接地、滤波等技术	屏蔽可以阻挡电磁辐射的传播,接地可以将电磁能量导入大地,滤波则可以减少电磁波的频率范围	适应性强,长效性好
环境热污染防治	热能利用技术改进	通过优化热能利用技术,提高能源利用效率,减少废热排放	技术性和专业性要求高
	废热综合利用	通过采用废热回收和再利用技术,如余热发电、热泵技术等,可以将废热转化为有用能源,降低能源消耗和减少热污染	应用广泛,对环境友好
	冷却技术优化	对于火力发电厂、核电站等排放大量废热的设施,优化冷却技术,如采用闭式循环冷却系统、增加冷却水回收利用率等,可以有效减少废热排放	适应性强,长效性好
环境光污染防治	规划与管理	通过合理设计建筑物外观和照明系统,避免使用过于刺眼或不必要的强光源,降低光污染对居民和环境的影响	源头管控,效果好
	改进照明设备	使用高效、节能、环保的照明设备,这些设备具有较低的能耗和较长的使用寿命,能够减少光污染的产生	针对性强,长效性好
	个人防护措施	公众采取个人防护措施以减少光污染的影响	应用广泛,灵活多变,适应性强

1.3 生态工程技术

1.3.1 湿地生态系统修复技术

湿地生态系统修复即采用适当的生物、生态及工程技术,对退化或消失的湿地进行修复,从而逐步恢复湿地生态系统的结构和功能。根据湿地的构成和生态系统特征,湿地生态系统修复与构建技术可划分为四大类:湿地基底修复技术、湿地水体修复技术、湿地生物恢复与构建技术、湿地生态系统结构与功能恢复技术。

湿地基底修复技术即通过相关措施,维护湿地基底的稳定性,并对湿地的地形、地貌进行改造,解决湿地因人为活动侵占导致的湿地水系结构破坏、水体淤塞萎缩、持续性内源污染等问题。其主要包括基底改造技术、清淤疏浚技术、水土流失保持技术等。

湿地水体修复技术是针对湿地水体受到的污染和破坏,采用一系列措施和技术手段来恢复和改善湿地水体的生态功能和水质的过程。这些技术通常包括植物修复、生物修复、物理修复、化学修复和工程修复等多种方法。

湿地生物恢复与构建技术包括湿地物种选育和培植技术、湿地物种引入和保护技术、种群调控(生物操纵)技术、群落结构优化配置技术、群落演替控制技术等(表 1-8)。可通过增加湿地中物种组成和生物多样性,实现生物群落的恢复,提高湿地生态系统的生产力和自我维持能力。

表 1-8 湿地生物恢复与构建技术

技 术	主 要 原 理	特 点
湿地物种选育和培植技术	生物调控	确定适合的生物物种
湿地物种引入和保护技术	生物调控	平衡湿地内的生物物种、生物量
种群调控(生物操纵)技术	生物调控	控制生物种群结构、规模和强度
群落结构优化配置技术	生态演替(群落调控)	构建食物链,形成稳定生物群落
群落演替控制技术	生态演替(群落调控)	保证生物群落稳定

湿地生态系统结构与功能恢复技术主要通过控制和排除湿地干扰因子,实现湿地生态系统结构与功能的优化配置、构建及调控。

1.3.2 土壤生态系统修复技术

土壤生态系统修复是重建退化场地的结构和功能,以使其形成自主、稳定的生态系统。土壤生态系统修复不仅是用植物覆盖裸露的土地,还包括以下三个方面:土壤养分的积累和生物地球化学循环(包括养分的保持和流失、土壤化学反应、有机物合成和降解等),生物多样性的恢复(包括生物类型和功能是否达到退化前或附近自然场地水平),植被演替的方向和生态系统自我维持能力的形成。常见的土壤生态系统修复与构建技术如表 1-9 所示。

表 1-9 常见的土壤生态系统修复与构建技术

技 术	主 要 原 理	特 点
表面土层覆盖法	改善土壤环境条件	覆土含有种子与丰富微生物群落
深耕法	翻动土壤改善孔隙率	促进植物呼吸
隔离法	物理隔离作用	避免有毒元素向上迁移到表土
土壤添加剂法	添加剂的调控作用	改良土壤,为“先锋物种”创造条件
植物修复法	污染物净化、水土涵养	合适的植被选择非常重要
微生物修复法	固氮作用、降解作用	改善土壤功能,促进植物生长
动物修复法	蚯蚓等的肥力保持作用	调控土壤物理-化学-生物学特性
联合修复法	生物作用、物理作用、化学作用等	效果往往优于单一修复方法

1.4 清洁生产技术

清洁生产技术是指对原生产技术进行改变后,使得污染产生量和毒性降低甚至消除的技术。它是一种相对的技术,是一种在生产过程中坚持预防为主的环境战略。它强调在产品的整个生命周期中,从原材料使用到最终处置应尽可能节约资源和能源,并减少对环境的不利影响。

清洁生产技术的核心是改变原有的生产过程,减少污染物和有毒物质的产生量甚至完全消除。方法包括采用清洁原料和绿色能源,提高资源和能源利用率以及回收废物中有价值资源等。

在实际应用中,清洁生产技术具有广泛的用途。例如,在工业废气净化中,通过引进清洁生产技术,可以对废气进行净化处理,减少环境污染并节约能源。采用能源效率更高、排放更少的设备,可以显著降低生产过程中的能源消耗和二氧化碳排放量。此外,循环利用也是清洁生产的一个重要方面,通过对各种废物资源的回收再利用,可以减少资源的浪费并降低生产成本。

1.5 环境规划管理

在环境工程领域,环境规划是一项至关重要的工程活动,旨在通过科学合理的规划和管理,实现经济、社会和环境的协调发展。环境规划管理具有明确的原则,包括规划符合共性原则、优先尊重环境的重要性原则、持续性管理与可持续发展原则、动态管理原则以及科技管理原则。从工程角度来看,环境规划涉及多个方面:①环境影响评价,在环境规划的初期阶段,需要对环境影响进行全面评估,包括对土壤、水质、空气质量等方面的影响进行分析和预测;②环境容量分析,在规划阶段,需要评估环境承载能力,确定环境容量,并制定相应的排放标准和环境管理措施,以保障环境质量和生态系统的健康;③资源利用规划,在资源有限的情况下,需要制定合理的资源利用方式和节约利用措施,推动资源的循环利用和减少资源消耗,以实现可持续发展;④应急预案规划,制定环境突发事件的应急预案,包括环境污染事故的处置方案和紧急救援措施,以最大限度地减少环境损害和社会影响。此外,生态修复规划也是环境规划的重要内容,针对受损生态系统,制订相应的修复方案和措施,实现生

态系统功能的恢复和重建。

1.6 环境系统工程

环境系统工程是指将数学、物理学、化学等科学原理与环境保护相结合,综合应用现代技术和系统管理原理,解决环境污染和生态环境现代化的一门工程学科。其研究范围涵盖了环境领域的多个方面,如大气、水体、土地等环境要素的监测和评价、环境治理与修复、环境污染预防等。环境系统工程的主要研究方向包括环境监测技术和方法、环境模拟与预测、环境治理与修复、环境危险废物处理与处置、环境污染控制技术等方面。它旨在通过科学的方法 and 手段,保护和改善环境质量,促进人类社会的可持续发展。在实际应用中,环境系统工程的技术和方法广泛应用于各类环境保护和治理项目中。例如,在工业园区污水处理工程中,环境系统工程的技术可以帮助设计和实施有效的污水处理方案,减少对周边环境的影响。在垃圾分类推广工程中,环境系统工程的方法和理念也可以提供指导和支持,推动垃圾分类工作的有效实施。

1.7 环境工程原理的主要内容

在环境污染控制工程领域,无论是废气、废水处理,还是固体废物处理,都涉及动量传递、热量传递及质量传递现象。系统掌握传递过程及涉及反应器的反应工程理论,对优化污染物的分离和转化过程,优化反应器的结构形式、操作方式、工艺条件以及提高净化效率具有重要意义。其主要内容包括以下几方面。

(1) 传递过程基础,包括动量传递、热量传递、质量传递及三者之间的联系。动量传递研究流体在运动过程中所涉及的力和应力,应用于管道系统、泵和风机的设计与优化;热量传递探讨热能通过传导、对流和辐射在不同介质中的传递方式,广泛应用于热交换器和工业加热过程;质量传递研究物质在混合物中的扩散和传输过程,常用于废气处理和污水处理中的传质过程。这三者之间相互关联,动量传递影响流体流动从而影响热量和质量的传递,热量传递改变温度场进而影响扩散和反应速率,质量传递过程也受温度和流速的影响。综合理解和应用这些传递过程,有助于优化环境工程系统的设计和运行,提高污染控制和资源利用效率。

(2) 非均相物系分离,包括沉降分离、过滤分离、静电分离和湿洗分离。沉降分离利用重力或离心力将固体颗粒从液体或气体中分离,常用于污水处理厂的沉淀池设计;过滤分离通过过滤介质截留固体颗粒,广泛应用于饮用水处理和工业过滤系统;静电分离利用电荷差异将不同物质分离,主要用于废气处理中的静电除尘器和资源回收中的废旧电子设备处理;湿洗分离通过液体洗涤将污染物从气体中去除,常用于废气处理中的洗涤塔设计。理解和优化这些分离过程,对于提高环境治理效率和实现资源回收利用具有重要意义。

(3) 均相物系分离,包括吸收、吸附、萃取、结晶、离子交换和膜分离。吸收通过将气体溶解在液体中进行分离,常用于废气处理中的气体吸收塔;吸附利用固体吸附剂表面吸附分子,广泛应用于空气和水的污染物去除,如活性炭吸附;萃取利用溶剂将特定成分从液体混合物中分离出来,常见于石油化工和医药工业;结晶通过控制温度和浓度使溶质从溶液

中析出形成晶体,用于盐的生产和废水中的盐分去除;离子交换通过离子交换树脂将溶液中的离子替换,常用于水软化和纯水制备;膜分离利用选择性膜进行物质分离,如反渗透、超滤和纳滤,广泛应用于水处理和食品工业。这些分离技术在环境工程中发挥着重要作用,有助于提高污染物去除效率和资源回收利用率。

(4) 化学转化,包括均相反应器和非均相反应器。均相反应器如连续搅拌釜反应器(CSTR)和管式反应器,用于处理均匀相(液—液或气—气)反应,确保反应物充分混合,提高反应速率和转化率;非均相反应器涉及固—液、固—气或液—气相间反应,如固定床反应器和流化床反应器,适用于催化剂参与的反应过程。均相和非均相反应器在废水处理、废气处理和土壤修复等领域广泛应用,通过优化反应器设计和操作条件,提高化学转化效率,达到污染物降解和资源回收的目的。理解这些反应器的工作原理和应用场景,对环境工程中的污染治理和工艺优化具有重要意义。

(5) 生物转化,包括微生物反应、微生物反应动力学及环境工程微生物反应器。微生物反应的计量关系研究微生物生长过程中的物质和能量平衡,帮助解决废水处理和有机废物降解等问题;微生物反应动力学研究微生物生长速率和代谢产物积累速率随时间的变化规律,对设计和优化微生物反应器具有指导意义;环境工程微生物反应器是将微生物应用于污染物降解和资源回收的装置,如序批式间歇反应器(SBR)、流化床反应器和膜生物反应器(MBR)。通过研究生物转化过程,可以有效地处理废水中的有机物和氮、磷等污染物,实现废物资源化利用。



拓展资源 1



拓展资源 2



拓展资源 3



拓展资源 4



拓展资源 5

习题

- (1) 环境污染防治技术包含哪几大类? 它们的主要作用原理是什么?
- (2) 水污染控制技术包含哪几大类? 请举例说明具体处理方法、主要原理和主要对象。
- (3) 大气污染控制技术包含哪几大类? 请举例说明具体处理技术、主要原理和主要对象。
- (4) 请举例说明 3 种以上固体废物处理技术的主要原理和主要对象。
- (5) 请举例说明 3 种以上污染土壤净化技术的主要原理和主要对象。
- (6) 请简述物理性污染控制技术。
- (7) 请简述生态工程技术。
- (8) 请简述清洁生产技术。
- (9) 环境工程原理的主要内容是什么?

第2章

传递过程基础



第2章
思维导图

动量传递、热量传递和质量传递是环境工程原理中三大重要传递过程。三大传递过程都能解决哪些工程实际问题呢？工程中的流体流动均要用到管流系统的衡算，比如脱硫喷淋塔(图 2-1(a))中喷淋头流速的计算符合管流系统的衡算方程；为减少冬季期间污染源的排放，焦化炉(图 2-1(b)、(c))在冬季会被实施停炉保温。如何对其进行保温则需要采用热量传递机理；为减少空气污染，对烟气中的 SO_2 进行吸收则属于传质问题。

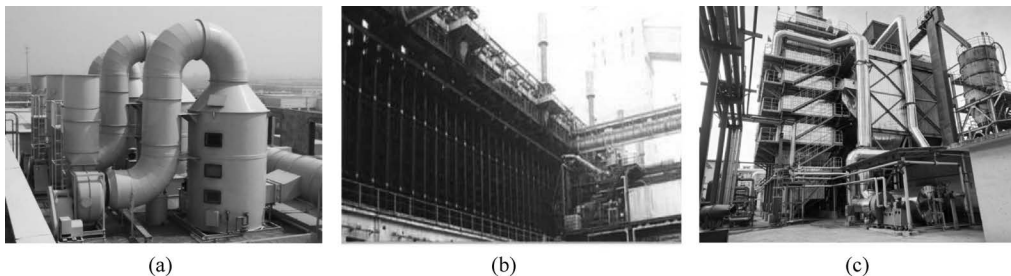


图 2-1 传递过程
(a) 脱硫喷淋塔；(b) 焦化炉；(c) 山西焦化炉烟气脱硫脱硝装置

本章主要介绍环境工程原理中三大重要传递过程：动量传递、热量传递和质量传递。动量传递遵循流体动力学基本规律，环境类专业的课程设置通常将流体力学课程作为环境工程原理的先导课程，由于流体流动的基本原理及规律在流体力学课程中已讲授，因此本章重点介绍流体在管内的流动规律及其应用，并运用相关原理去分析和计算环境领域流体的输送问题。

在自然界和工程技术领域，传热是极普遍的现象。环境工程中涉及的传热过程主要有两种：①强化传热过程，如在各种热交换设备中的传热，通过采取措施提高热量的传递速率；②削弱传热过程，如对设备和管道进行保温，以减少热量损失，即减少热量的传递速率。本章将重点介绍热传导、对流传热及辐射传热三种传热基本原理，以及换热器的传热过程。

在一个含有两种或两种以上组分的体系中，若某组分的浓度分布不均匀，就会发生该组分由浓度高的区域向浓度低的区域转移，即发生物质传递现象。这种现象称为质量传递过程，简称传质过程。利用传质过程可去除水、气体和固体中的污染物，如常见的吸收、吸附、萃取、膜分离过程。此外，在化学反应和生物反应中，也常伴随着传质过程。传质过程不仅影响反应的进行，有时甚至成为反应速率的控制因素。了解传质过程具有十分重要的意义。本章将简要介绍传质过程基本原理。



拓展资源