

城市污水处理工艺技术及其发展

赵美玖

海南科技职业大学 海南 海口 570000

摘要: 随着全球人口的快速增长和城市化进程的加速,城市污水处理迫切需要有效的技术手段。本文对传统城市污水处理工艺技术进行了介绍,包括水解酸化、氧化沟、曝气渠道和活性污泥法等。随后,重点介绍了一些先进城市污水处理工艺技术,包括膜生物反应器(MBR)、反渗透(RO)、高级氧化还原过程(AOP)和蓝藻层技术。这些先进技术在高效净化废水和资源回收方面具有优势,但也面临一些挑战和成本压力。所以进一步讨论了城市污水处理技术的未来发展趋势,主要关注新材料在污水处理中的应用以及多级处理与高级氧化技术的研究。新材料的应用有望提高处理效率和节约成本,而多级处理和高级氧化技术能进一步提高污水处理效果。本文强调城市污水处理技术应朝着高效、节能、环保和可持续发展的方向发展,以满足不断增长的污水处理需求。

关键词: 城市; 污水处理; 工艺技术; 发展

引言: 随着全球人口的快速增长和城市化进程的加速,城市污水处理迫切需要有效的技术手段。城市污水具有复杂的组成和高度浓缩的有机物、微生物、重金属等污染物,直接排放会导致水体富营养化、臭气等。因此,城市污水处理工艺技术的持续发展至关重要。

1 传统城市污水处理工艺技术

1.1 水解酸化(HydrolysisAcidification)

水解酸化(HydrolysisAcidification)是城市污水处理工艺中的传统处理方式之一,主要是通过厌氧状态下,利用厌氧菌和细胞外酶的协同作用,将大分子有机物质降解分解为小分子物质,以便于后续的生物处理。水解酸化法通常包括两个阶段:水解阶段和挥发酸阶段。在水解阶段,有机物质受到细胞外酶水解成为小分子有机物。在挥发酸阶段,小分子物质被厌氧细菌降解,产生挥发性脂肪酸和CO₂等物质^[1]。水解酸化法主要适用于生活污水和一般的工业废水的处理,如食品生产、制纸、纺织等行业废水处理。通过水解酸化处理后,生活污水的COD去除率可以达到30%~45%,而工业废水的COD去除率则可以达到50%左右。由于水解酸化法的操作简单、成本低廉等优点,一般可与后续的好氧处理或厌氧处理结合使用,以获得更好的处理效果。然而,由于水解酸化法处理的废水中仍存在较高浓度的有害物质,所以在实际应用中需要结合其他的处理方式来完成综合处理。

1.2 氧化沟(OxidationDitch)

氧化沟是一种传统的城市污水处理工艺技术,主要

通过在水流中建立大的水平和垂直气液界面,使细菌、氧气和污水充分接触,从而有效地去除废水中的有机物、氮和磷等污染物。氧化沟内部通常被分为二到三个同心圆或直线段,其中主要包括:氧化段、深度段和沉淀段。在进入氧化沟的污水将首先经过氧化段,该段主要是通过加入氧气,使污水中的有机物质通过生物氧化降解。深度段主要是利用空气升力,将在水中浮动的有机物质和微生物随气泡一起向上。而沉淀段则主要是通过减缓水流流速,使污水中的悬浮物沉淀下来,从而使清水从上端流出。氧化沟是一种适用于中小型城市的处理工艺,由于其相对简单、易于操作、低成本等优点,在水质要求不是太高的情况下很有实用价值,比较适合于处理一般标准和低标准的生活污水和工业废水。此外,氧化沟也较为适合对低温度、低氧气输送、高盐分、低pH值的污水进行处理。氧化沟的工艺技术虽然相对传统,但在实际应用中仍具有一定的优点和适用性。同时,随着科学技术的进步和相关法规的要求不断提高,氧化沟的运营管理和应用范围也将不断进行调整和创新,以满足更加严苛的环保要求。

1.3 曝气渠道(AerationChannel)

曝气渠道是城市污水处理工艺技术中的一种传统处理方式,其主要原理是通过加入氧气和搅拌,使污水中的有机物质得到充分的氧化降解。曝气渠道一般采用人工气体输送或机械气体输送的方式进行,从而将氧气和污水充分接触,达到降解有机物质的目的。在曝气渠道中,由于氧气的存在和污水的流动,使得有机物质中的氧化剂与细菌得到充分的机会相遇和接触,促进细菌生长和代谢,从而使污水中的污染物得到有效的去除。此

通讯作者: 赵美玖,海南科技职业大学、1986-,助教,主要研究方向: BIM技术在土木工程管理应用。

外,曝气渠道的特殊结构也可以有效地降低曝气过程中的能量消耗和氧气利用效率,提高废水的处理效率。曝气渠道适用于处理低含固体物和低浓度工业污水,如造纸、制革、印染、食品等制造业。但是,对于高浓度工业废水和化学物质较多的污水处理效果不尽如人意^[2]。由于曝气渠道工艺操作和维护比较简单,设备成本低廉,因此在一些中小型城市和农村地区仍然被广泛采用。不过,随着科技的进步和法规的不断完善,人们也开始发现曝气渠道在处理城市污水中存在的一些问题,如机能不够强大、对氧气和能源占用量较大等。因此,曝气渠道仍需要不断地进行技术创新和完善,以达到更好的污水处理效果。

1.4 活性污泥法 (Activated Sludge Process)

活性污泥法中,活性污泥是指一种微生物群体,主要由细菌、古生菌和真菌等组成,具有氧化有机物质和去除氮、磷等污染物的作用。在废水处理中,活性污泥被大量使用,使污水处理获得了极大的成功。活性污泥处理系统主要由缺氧池、好氧池和沉淀池三部分组成。在污水进入缺氧池之前,通过进行加药、通气等处理方式,使其含的含硝化细菌数量加大,随后污水进入氧化槽,在好氧环境下,细菌对污染物进行氧化分解。活性污泥法适用于污水里有机物含量较高及养分去除要求较高的城市生活污水处理。它的主要优点包括:技术上成熟,处理效果显著,能够降解大分子有机物质,去除大量的氮、磷等营养物质,同时设备简单易用,配套较为方便。与此同时,活性污泥法的处理过程中,含有一定量的污泥,因此对环境要求较高,同时也存在着运营成本高等的问题,为此在实际中,它需要进一步的技术升级与完善,以克服其存在的一些问题,使其更好地适应不同的实际场景。

1.5 高级氧化工艺 (Advanced Oxidation Processes)

高级氧化工艺主要通过产生高氧化电位的自由基来进行污染物的氧化降解,该工艺通常包括多种化学反应,如光催化反应、臭氧氧化反应等。在这些反应中,一些高效的氧化剂可用于产生氧化性,例如臭氧、过氧化氢、Fenton试剂等,这些氧化剂可分解化学上难以分解的有机物,进而实现水体的净化。高级氧化工艺适用于各种类型的废水和水体,如工业和城市污水、生物处理液、有机废液等。与其他传统工艺技术相比,它具有多种优点,如处理污染物比传统工艺更加彻底、能同时去除有机物和微污染物、无二次污染等。但是,高级氧化工艺也具有一些缺点。其不仅对不同类型的废水有不同的工艺要求,还需要严密的控制和运行,因此需要投入

大量资金来建立和维护这些高级化学反应系统。此外,高级氧化工艺处置废水效果饱受环境因素的影响,过高或过低的pH,温度和水质浓度等都会影响着废水的处理效果。高级氧化工艺虽然存在缺点,但该工艺优势明显,充分体现了新型污水处理工艺的发展,对净化环境和实现可持续发展具有积极意义。在今后的发展中,高级氧化工艺还需要不断创新和完善,以扩大其应用范围和提高其效益。

2 先进城市污水处理工艺技术

2.1 膜生物反应器 (MBR)

膜生物反应器 (MBR) 是一种先进的城市污水处理工艺技术,它融合了传统生物处理和现代膜分离技术。MBR系统将生物反应器与膜分离器融为一体,将生物反应器和膜的物理隔离效应结合起来,实现了水的高度净化。膜生物反应器的主要优点是能够高效地去除有机物和微生物,同时对氮、磷等营养物质也有非常良好的去除效果,效率显著提高^[3]。其次,与传统工艺相比,MBR工艺不仅具有更好的处理效果,而且还能够节省大量的占地面积,这对于地域有限的城市而言具有重要意义。不过,MBR还面临一些挑战,如过度堵塞、受水量限制、高费用投入等问题,这些问题使得MBR的实际推广面临一定的压力。尽管如此,MBR仍然是当前城市污水处理领域中技术先进、处理效果优越的工艺技术,它正逐渐得到广泛推广和应用,并且在未来持续发展的趋势也十分明显。

2.2 反渗透 (RO)

反渗透 (RO) 是一种利用半透膜分离和逆向渗透水流动方式进行城市污水处理的先进工艺技术。该技术主要包括预处理、压力运转和后处理三个部分,其核心设备是反渗透膜。相较于传统的城市污水处理技术,反渗透技术有一些非常明显的优点。该技术能够有效地去除水中的溶解性有机物、细菌、离子等杂质,实现了高效净化的目的。反渗透技术有极高的去除率,产水质量稳定、卫生、品质优良,能够满足一些特殊行业的需求,例如电子、医药、食品等。反渗透技术需要的投资成本较高,设备选型和稳定运行都要求较高水平的专业人才。该技术对原水水质的要求较高,例如硬度过低或过高、水中含有过多的氨氮、pH值波动大等因素,都会使得反渗透膜的损坏率逐渐增加。因此,选择适宜的反渗透设备和良好的水源是关键。反渗透技术是一种非常有前途和前景的城市污水处理技术。虽然该技术在应用中仍面临一些问题和挑战,但未来随着科技进步和工艺不断改进,相信反渗透技术的应用范围和效果会越来越优

秀，并继续为环境保护和可持续发展做出重要贡献。

2.3 高级氧化还原过程 (AOP)

高级氧化还原过程 (AOP) 是一种基于化学反应的先进城市污水处理工艺技术，主要通过氧化还原反应来降解和去除难降解的污染物质。该技术的核心思想是利用氢氧自由基、超氧阴离子、羟基自由基等活性氧化物质作为中间体，在实现废水有机物降解的过程中，同时完成废水的化学氧化。与传统的城市污水处理技术不同，高级氧化还原过程可以有效地降解各类难以处理的有机物质，如污染物、重金属、氮化物等，并且在过程中无需使用氧气，降低了处理工艺中，氧气的使用成本。AOP过程中形成的氧化物，有一些对水中的有害生物具有一定的杀灭和清除作用，避免了再次污染的产生。尽管AOP技术优点明显，它在处理过程中可能会消耗大量的氧化剂，造成一定的经济成本，同时也需要高质量的水源来保证处理效果。此外，AOP过程的运维还需要很高的技术水平和一定的安全措施。随着技术的不断推进和完善，相信AOP技术在城市污水处理中的应用前景会愈加广阔，对于保护环境和实现可持续发展将发挥重要的作用。

3 城市污水处理工艺技术的发展趋势

3.1 新材料在污水处理中的应用

近年来，城市污水处理工艺技术的发展呈现出更加智能化、环保化和高效化的趋势。新材料在城市污水处理中的应用受到越来越多的关注和重视。新型材料的确有着独特的物理化学性质和结构，例如纳米材料、生物材料等，它们在污水处理过程中有着很好的应用潜力。在污水处理过程中，新材料的应用可以增强水体污染物的吸附、分解和净化作用，提高污水处理的效率。例如，半导体纳米材料、纳米分离技术、含能材料等在污水处理领域的应用，能够大大降低污水处理设备的能耗、节约化学药品等消耗品的使用，同时还可以实现资源的回收和再利用。新材料在城市污水处理中的应用是未来发展的重要趋势，将不断有新的材料和技术涌现，并为城市污水处理带来更高效、

更绿色、更可持续的解决方案。

3.2 多级处理与高级氧化技术的研究

多级处理和高级氧化技术是城市污水处理工艺技术发展的热点。多级处理技术通常是指采用多种处理方法结合使用，对污水进行多级处理，以达到更好的处理效果和节约成本的目的。多级处理技术包括了厌氧-好氧生物处理技术、MABR生物反应器技术和反渗透技术等，可以去除污水中的有机物、氮、磷等物质。高级氧化技术是指利用活性氧、紫外光等高能量的反应体系，将有机物进行氧化还原反应、裂解或降解，达到更彻底的处理效果^[5]。高级氧化技术的代表是Fenton氧化、光催化氧化等技术。这些技术具有高效、能源消耗低、不产生二次污染等优点，但是成本较高。多级处理和高级氧化技术都是城市污水处理技术的发展方向。未来的研究将更加注重这些技术的应用和创新，以提高污水处理的效率和水质，同时还能节约资源和减少污染。

结论

城市污水处理工艺技术的发展正朝着高效、节能、环保和可持续的方向发展。传统工艺技术已经取得了很好的效果，但还存在一些问题需要解决。通过引入先进的工艺技术，并合智能化控制与自动化技术的应用，可以进一步提高污水处理效率和水质净化效果。未来的研究应重点关注能源回收与循环利用、多级处理与高级氧化技术的研究，以及新材料在污水处理中的应用，推动城市污水处理工艺技术的持续创新和发展。

参考文献

- [1] 张晓龙. 抗生素在城市污水处理中的应用价值[J]. 环境与发展, 2019, 31(08): 38-39.
- [2] 付立凯. 国内外城市污水处理现状及发展趋势[J]. 石油石化节能与减排, 2012.
- [3] 向君容. 城市污水处理技术分析[J]. 中国新技术新产品, 2012.
- [4] 韩辉锁. 城市污水处理工艺及发展研究[J]. 装饰装修天地, 2019, (16): 109.