

# 葡萄酒生产废水处理工艺研究

马淑贤 焦立洲

宁夏农垦酒业有限公司 宁夏 银川 750104

**摘要:**葡萄酒生产废水处理工艺研究旨在探索高效、环保的废水处理技术,以应对葡萄酒生产过程中产生的废水污染问题。本文通过对比分析不同废水处理方法的优缺点,重点探讨了生物处理(如活性污泥法、生物膜法)与深度处理(如臭氧氧化法)技术的组合应用。结果表明,采用生物处理与深度处理相结合的工艺,不仅能有效去除废水中的有机物、悬浮物、色度和异味,还能显著提高废水的可生化性和处理效率。

**关键词:**葡萄酒生产;废水处理;工艺

## 引言

葡萄酒生产过程中产生的废水含有高浓度的有机物、悬浮物、色素和微生物等污染物,若未经妥善处理直接排放,将对环境造成严重污染。随着环保法规的日益严格和公众环保意识的提高,葡萄酒生产企业面临着越来越大的废水处理压力。因此,开展葡萄酒生产废水处理工艺研究,探索高效、经济的废水处理技术,对于促进葡萄酒行业的可持续发展具有重要意义。

## 1 葡萄酒生产流程

葡萄酒的生产流程是一个复杂而精细的过程,从葡萄的种植、采摘到最终的装瓶和包装,每一个环节都至关重要,直接影响着葡萄酒的品质和风味。首先,采摘后的葡萄需要进行筛选,以去除腐烂、干枯或不成熟的葡萄以及叶子、叶柄等杂质。筛选后的葡萄会进入压榨车间,通过传输带传入压榨机,进行压榨去梗。在压榨过程中,葡萄汁与果肉、果皮等固体成分分离。对于白葡萄酒,压榨通常在发酵前进行,而红葡萄酒则可能在发酵后进行。压榨时,现代酿酒技术崇尚尽可能轻柔的操作,以获取更精致的酒液。接下来是发酵过程,这是葡萄酒生产中的关键环节,葡萄汁中的糖分在酵母的作用下转化为酒精和二氧化碳,同时产生各种风味物质。红葡萄酒的发酵过程中,葡萄皮和籽通常与葡萄汁一起发酵,以萃取色素和单宁,使葡萄酒呈现出深红色和丰富的口感<sup>[1]</sup>。而白葡萄酒则在发酵前进行去皮和去籽处理,以保持其清淡的色泽和口感。发酵过程中,温度的控制非常重要,过高或过低的温度都会影响酵母的活性和葡萄酒的品质。发酵完成后,葡萄酒会进入熟化阶段。对于许多优质葡萄酒,尤其是红葡萄酒,熟化是一个非常重要的过程,它可以帮助葡萄酒发展出更复杂、精妙的风味和更柔顺的单宁。熟化通常在橡木桶或不锈钢罐中进行,时间从几个月到几年不等。橡木桶熟化可

以赋予葡萄酒香草、烟熏等香气,并使酒体更圆润。而不锈钢罐则最大限度地保持葡萄酒的新鲜果香。熟化完成后,葡萄酒会进行澄清和过滤处理,以去除杂质和悬浮物,提高葡萄酒的清澈度和稳定性。

## 2 葡萄酒生产废水处理工艺

### 2.1 葡萄酒生产废水主要来源

葡萄酒生产废水主要来源于多个关键环节,涵盖了从原料准备到成品产出的整个生产流程,具体包括葡萄的清洗、发酵、压榨、过滤、灌装以及可能的清洗和消毒步骤。第一,葡萄的清洗是废水产生的首要环节。在葡萄收获后,为了去除表面的尘土、农药残留和其他杂质,通常需要对葡萄进行彻底的清洗。这一过程中,大量的水被用来冲洗葡萄,而清洗后的废水中便含有了葡萄皮、茎、叶等固体悬浮物,以及可能残留的农药和微生物。这些成分若未经处理直接排放,会对水体造成污染,影响水质安全。第二,在发酵过程中,葡萄中的糖分在酵母的作用下转化为酒精和二氧化碳,同时产生大量的有机废物,如酵母细胞、未发酵的糖分、有机酸和其他代谢产物<sup>[2]</sup>。这些有机物不仅含量高,而且生物降解性差,如果直接排放,会消耗水体中的溶解氧,导致水质恶化,影响水生生物的生存。第三,压榨环节紧随发酵之后,是提取葡萄酒液的关键步骤。在此过程中,葡萄渣(包括果皮、籽和茎)被压榨以挤出剩余的酒液,同时产生大量的压榨废水。这种废水中含有高浓度的酚类物质、色素、有机酸和悬浮物,这些成分不仅颜色深、味道重,而且难以降解,对环境的污染潜力巨大。第四,过滤是葡萄酒生产中的另一个重要步骤,旨在去除酒液中的悬浮物、酵母细胞和其他杂质,以提高葡萄酒的清澈度和稳定性。然而,过滤过程中产生的反冲洗废水中同样含有一定量的有机物和悬浮物,需要妥善处理。第五,灌装环节虽然产生的废水量相对较少,但同样不容忽视。在灌装过程中,为了清洁设备和管道,

会使用大量的水和消毒剂,这些废水可能含有消毒剂残留和其他化学物质,如果直接排放,可能对水体造成污染。

## 2.2 葡萄酒生产废水预处理

在葡萄酒生产过程中,废水往往含有大量的悬浮物,如葡萄皮、籽、茎等固体残留物,以及可能存在的油脂和其他杂质。这些物质如果直接进入后续处理阶段,不仅会干扰生物处理过程中微生物的正常活动,还可能堵塞管道和设备,影响处理效果。因此,预处理阶段的首要任务是去除这些杂质。一方面,格栅是预处理阶段常用的设备之一,它通过设置不同尺寸的筛网,可以有效地去除废水中的大颗粒悬浮物。这些悬浮物被拦截在筛网上,而废水则通过筛网继续流向下一个处理单元。格栅的使用不仅有助于保护后续处理设备免受堵塞和磨损,还能提高整体处理效率。另一方面,除了格栅外,调节池也是预处理阶段不可或缺的一部分。调节池的主要作用是对废水进行均质均量处理,即通过混合和储存废水,使其水质和水量在一定范围内保持稳定。这有助于后续处理工艺在更稳定的环境下运行,提高处理效果。同时,调节池还可以起到缓冲作用,当废水排放量突然增加时,调节池可以暂时储存多余的废水,避免对后续处理工艺造成冲击。此外,气浮机是预处理阶段另一种常用的设备,它利用气泡的浮力作用,将废水中的悬浮物和油脂浮起并分离<sup>[3]</sup>。在气浮机中,废水首先通过一系列微细气泡的注入,这些气泡与废水中的悬浮物和油脂颗粒发生碰撞并附着在其表面。随着气泡的上升,这些颗粒也被带到水面,形成浮渣。浮渣随后被刮除并收集起来,而处理后的废水则继续流向下一个处理单元,气浮机的使用不仅可以有效地去除废水中的悬浮物和油脂,还可以提高废水的透明度,为后续处理工艺创造更有利的条件。

## 2.3 生物处理阶段

生物处理阶段在葡萄酒生产废水处理工艺中扮演着至关重要的角色,它是将废水中的有机物、氮、磷等营养元素转化为无害物质的关键步骤。这一阶段充分利用了微生物的降解作用,通过一系列复杂的生物化学过程,实现了废水的有效净化。

### 2.3.1 活性污泥法

活性污泥法作为葡萄酒生产废水生物处理阶段的核心技术之一,其运作机制精妙且高效。该技术的关键在于向废水中引入经过专门驯化和培养的活性污泥,这种污泥实质上是一个复杂的微生物生态系统,主要包括细菌、真菌和原生动物等,它们共同协作,以废水中的有机物为营养源,进行生长繁殖。在活性污泥法的处理过

程中,微生物通过吸附作用将废水中的有机物吸附到细胞表面,随后利用酶促反应进行降解和转化,最终将有机物分解为二氧化碳、水和生物质等无害物质。这一过程中,微生物不仅实现了对有机物的去除,还通过自身的生长和繁殖,不断产生新的活性污泥,从而保证了处理系统的持续稳定运行。为了维持活性污泥的活性和处理效率,需要采取一系列管理措施。首先,定期对污泥进行回流和更新,以防止污泥老化和活性下降。其次,对废水进行曝气,以提供微生物进行有氧呼吸所需的氧气,这是微生物降解有机物的重要条件。通过合理的曝气控制,可以确保微生物在最佳状态下工作,从而提高处理效率。

### 2.3.2 生物膜法

生物膜法作为一种高效的废水生物处理技术,在葡萄酒生产废水处理领域同样展现出显著优势。与活性污泥法相比,生物膜法的核心在于通过在反应器内部设置特定填料,为微生物创造一个理想的附着和生长环境,这些微生物在填料表面逐渐繁殖并形成一层致密的生物膜,这层生物膜不仅是微生物的栖息地,更是废水处理的关键。在生物膜法的处理过程中,废水从反应器底部缓缓流入,经过填料层时,与附着在填料表面的生物膜充分接触。生物膜上的微生物利用废水中的有机物作为营养源,通过降解和转化作用,将有机物逐步分解为二氧化碳、水和生物质等无害物质。这一过程中,生物膜不仅发挥了强大的吸附作用,还通过微生物的代谢活动实现了对污染物的有效去除。随着生物膜的不断增厚和老化,部分微生物会自然脱落并随废水流出,这是生物膜更新换代的自然现象。为了维持生物膜的活性和处理效率,需要定期对反应器进行反冲洗,以去除老化的生物膜和积累的杂质。这一步骤不仅有助于恢复生物膜的活性,还能防止填料堵塞,保证废水处理的连续性和稳定性。

### 2.3.3 厌氧与好氧相结合法

厌氧与好氧相结合法则是一种更为高效的生物处理方法。该方法结合了厌氧生物处理和好氧生物处理的优点,通过在不同条件下进行生物降解,实现了对废水中有机物的更彻底去除<sup>[4]</sup>。在厌氧阶段,微生物在无氧条件下将废水中的有机物转化为甲烷和二氧化碳等气体,同时释放出能量。这一过程不仅降低了废水的有机物浓度,还为后续的好氧处理提供了有利条件。在好氧阶段,微生物在有氧条件下进一步降解有机物,将其转化为二氧化碳和水等无害物质。厌氧与好氧相结合法不仅提高了处理效率,还能实现能量的回收和利用,具有显

著的经济和环境效益。

#### 2.4 深度处理阶段

这一阶段的主要目标是去除生物处理难以降解的有机物、色度、异味以及可能残留的微生物和其他杂质,以确保废水达到排放标准或满足回用要求。常用的深度处理方法包括混凝沉淀、砂滤、活性炭吸附和臭氧氧化等,每种方法都有其独特的优势和适用场景。

##### 2.4.1 混凝沉淀

混凝沉淀是深度处理阶段的一种常用方法。它通过在废水中投加适量的混凝剂,如铝盐、铁盐等,使废水中的胶体颗粒、微小悬浮物以及部分溶解性有机物发生凝聚和絮凝作用,形成较大的颗粒并迅速沉淀下来。混凝沉淀过程不仅能有效去除废水中的悬浮物和胶体物质,还能通过吸附和共沉淀作用去除部分有机物和重金属离子。此外,混凝沉淀过程还能调节废水的pH值和减少后续处理单元的负荷,为后续处理提供更有利的条件。

##### 2.4.2 砂滤

砂滤是另一种常用的深度处理方法,它利用砂层作为过滤介质,通过截留、吸附和沉淀等物理作用去除废水中的微小悬浮物、胶体物质和部分溶解性有机物。砂滤器通常由多层不同粒径的砂层组成,废水从顶部流入,经过砂层的过滤作用后从底部流出。随着运行时间的延长,砂层会逐渐堵塞,需要定期进行反冲洗以恢复其过滤能力。砂滤具有操作简单、运行稳定、处理效果好等优点,是深度处理阶段不可或缺的一部分。

##### 2.4.3 活性炭吸附

活性炭吸附是利用活性炭的吸附性能去除废水中有机物和异味物质的有效方法。活性炭具有发达的孔隙结构和巨大的比表面积,能够吸附废水中的有机物、色素、异味物质以及部分重金属离子。在活性炭吸附过程中,废水通过活性炭床层,有机物和异味物质被吸附在活性炭表面,而净化后的废水则从床层底部流出。活性炭吸附过程具有高效、快速、选择性好等优点,但需要注意的是,活性炭在使用过程中会逐渐饱和,需要定期进行再生或更换。

##### 2.4.4 臭氧氧化法

臭氧氧化法作为废水深度处理的一种先进技术,尤

其擅长处理葡萄酒生产废水中难以被生物降解的有机物和高色度物质。臭氧作为一种高效的强氧化剂,其氧化能力远超常见的氧化剂如氯和过氧化氢,能够迅速与废水中的有机物发生反应,通过氧化分解作用,将这些有机物转化为二氧化碳、水和无害盐类,从而有效去除废水中的有机污染。此外,臭氧的强氧化性还能有效破坏废水中的色素分子结构,使其迅速褪色,显著降低废水的色度,这对于提升废水处理后的透明度和观感至关重要。臭氧氧化过程不仅反应速度快,处理效率高,而且由于其氧化产物主要是无害的二氧化碳和水,因此不会引入新的污染物,避免了二次污染的问题。尽管臭氧氧化法在废水处理中表现出色,但其设备的投资和运行成本相对较高。臭氧的生成需要消耗大量的电能,同时,为了保证臭氧的有效利用,还需要配备专业的臭氧发生器和输送系统。因此,在选择臭氧氧化法时,需要综合考虑废水处理的具体要求、处理规模、经济效益以及长期运营成本等因素。通过科学合理的规划和设计,可以最大化地发挥臭氧氧化法的优势,实现废水处理的高效和经济性。

#### 结语

总之,通过对葡萄酒生产废水处理工艺的系统研究,我们发现生物处理与深度处理相结合的技术路线是处理葡萄酒生产废水的有效方法,该工艺不仅能有效去除废水中的有机物、悬浮物、色度和异味,还能提高废水的可生化性和处理效率,满足环保法规的要求。未来,随着废水处理技术的不断进步和环保政策的持续加强,葡萄酒生产企业应继续探索更加高效、环保的废水处理方案,为葡萄酒行业的绿色可持续发展贡献力量。

#### 参考文献

- [1] 刘海龙,徐小婷,李阳.化工生产废水环保处理方法研究[J].化工管理,2019(30):60.
- [2] 路家棋.化工生产过程中的化学污染废水处理技术研究[J].现代盐化工,2019,46(05):81+107.
- [3] 王龙闯,曲荣昌,魏亿萍,杜蕾,赵庆胜,尹进华.化工生产过程中的废水处理方法研究[J].上海化工,2019,44(08):32-35.
- [4] 敬璇,李正山.高浓度有机废水处理技术研究进展[J].成都大学学报(自然科学版),2019(01):85-89.