

河北省质量信息协会团体标准
《制药企业维生素 C 生产废水综合处理技术规范》
(征求意见稿)
编制说明

标准起草工作组

2025 年 09 月

一、任务来源

依据《河北省质量信息协会团体标准管理办法》，团体标准《制药企业维生素 C 生产废水综合处理技术规范》由河北省质量信息协会于 2025 年 9 月 16 日批准立项，立项编号：T2025398。

本标准由石家庄学院提出，由河北省质量信息协会归口。本标准起草单位为：石家庄学院、河北华北制药华恒药业有限公司、河北泽世康环保科技有限公司等。

二、目的和意义

维生素 C（抗坏血酸）作为一种重要的营养素，广泛应用于食品、医药、化妆品等多个领域。随着人们对健康的日益关注，维生素 C 的需求量不断增加，其生产规模也相应扩大。然而，维生素 C 生产过程中会产生大量废水，这些废水成分复杂、污染负荷高，对环境造成了严重的威胁。

维生素 C 的生产工艺主要包括发酵、提取、精制等环节。在发酵过程中，微生物代谢会产生大量的有机物，导致废水中的化学需氧量（COD）和生化需氧量（BOD）显著升高。此外，生产过程中使用的各种化学试剂和添加剂，如硫酸、氢氧化钠、活性炭等，也会进入废水中，进一步增加了废水的复杂性和处理难度。特别是废水中含有较高浓度的有机酸、醇类、醛类等有机物，以及氨氮、磷酸盐等营养物质，这些成分不仅对水体造成污染，还可能对土壤和生态系统产生长期的

负面影响。

随着环保要求的日益严格，企业面临着越来越大的环保压力。如果不能有效处理生产废水，企业将面临高额的罚款，甚至可能被迫停产。因此，开发一种高效、经济、环保的维生素 C 生产废水处理技术，不仅对保护环境具有重要意义，也是企业可持续发展的关键。

本技术旨在通过研究和示范催化氧化处理技术，解决维生素 C 生产废水的处理难题。催化氧化技术是一种先进的废水处理方法，通过使用高效的催化剂，将废水中的有机污染物氧化分解为二氧化碳和水，从而实现废水的净化。该技术具有处理效率高、反应速度快、无二次污染等优点，已被广泛应用于多种工业废水的处理。

本技术的实施可以减少环境污染，保护生态环境，促进社会的可持续发展。在项目中，我们重点开发高效稳定的催化剂，并优化废水处理工艺参数，以确保处理后的废水能够达到国家排放标准。通过技术创新和工艺集成，我们希望能够为维生素 C 生产企业提供一种可行的废水处理解决方案，降低废水处理成本，提高处理效率，为企业带来经济效益，促进地方经济的发展。此外，本项目的成功实施将为相关行业提供技术示范，推动整个行业的技术进步和可持续发展，具有重要的社会效益。

三、技术现状

目前，维生素 C 生产废水的处理已成为一个亟待解决的环境问题。传统的废水处理方法，如生化处理、物理化学处理等，在处理复杂成

分的废水时存在诸多局限性。例如，生化处理对高浓度有机废水的降解效率较低，且处理时间较长；物理化学处理方法（如混凝沉淀、吸附等）虽然可以去除部分污染物，但处理成本较高，且难以达到严格的排放标准。此外，一些处理方法还可能产生二次污染，如污泥处理不当会对环境造成新的污染。

四、必要性

目前，国内外对工业废水的处理方法有物理法、化学法、生物法以及一些优化组合工艺。主流技术包括过滤、吸附、膜分离、离子交换、混凝、接触氧化（臭氧、Fenton、光催化、电化学氧化）、非生物滤池的好氧、好氧活性污泥等。

应用单一的物理法、化学法、生物法无法把废水中的有机物有效去除，而以温和条件的高级氧化法为前处理手段，把难降解大分子有机物或有毒有害物质氧化分解成易生化有机物，降低废水毒性和提高废水的可生化性，再利用相对成熟和经济的生物处理方法，实现深度处理的目的，近年来受到研究者重视。

五、主要工作过程：

- 1) 2025 年 7 月：成立标准起草工作组，明确相关单位和负责人员的职责和任务分工；
- 2) 2025 年 8 月：标准起草工作组积极开展调查研究，检索国家及其他省市相关标准及法律法规，调研工业废水的处理情况，并进行

分析总结，为标准草案的编制打下了基础；

- 3) 2025 年 9 月：标准起草工作组通过研讨会、电话会议等多种方式，对标准的主要内容进行了讨论，并完成团体标准立项文件。

2025年9月16日，《制药企业维生素C生产废水综合处理技术规范》团体标准正式立项。

- 4) 2025 年 9 月底：标准起草工作组通过讨论，确定本标准的主要内容，初步形成标准草案和编制说明。经相关标准专家审核后，进行修改完善，并形成征求意见稿，线上线下征求意见。

六、编制原则

本标准的编制遵循“前瞻性、实用性、统一性、规范性”的原则，注重标准的可操作性，严格按照GB/T 1.1《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》最新版本的要求进行编写。

本标准与现行法律、法规、标准和强制性标准没有冲突。

七、主要内容及依据

该标准的制定主要以综合医药废水处理技术实际应用为依据。

该标准规定了制药企业维生素 C 生产废水综合处理技术的总体要求、工艺流程。

1. 范围

本标准适用于制药企业维生素 C 生产废水处理。

2. 规范性引用文件

本标准没有规范性引用文件

3. 术语和定义

本标准没有需要界定的术语和定义。

4. 总体要求

以综合医药废水处理技术实际应用为依据制定。

5. 工艺流程

(1) 技术原理

完成微电解技术、超声/臭氧固定床催化高级氧化技术、生化处理技术的研究开发工作和工艺验证工作，打通“微电解-超声/臭氧固定床催化高级氧化-生物降解”水处理集成技术路线，完成中试试验，使处理后的废水能够达到排放要求，开发出可推广的综合医药废水处理技术。

1) 微电解技术：采用序批式的间歇操作方法进行研究，重点考察铁炭微电解的有机污染物降解机理；铁炭微电解池运行参数如水力停留时间、废水pH、曝气量等对铁炭微电解池运行效果的影响。采用

连续流的操作方式进行研究，重点是研究在实验室条件下，连续流状态下的铁炭微电解系统的最优运行参数，为工程设计提供可参考的设计参数。

2) 超声/臭氧固定床催化高级氧化技术：建立臭氧催化氧化技术处理废水的动态体系，通过臭氧催化氧化技术处理废水的动态体系，考察超声功率、波长对有机物氧化能力的影响，确定超声工艺参数，为工业化设计提供模型和经济分析参数；探究臭氧催化氧化的机理；将固载杂多酸催化剂应用于废水有机物降解工艺中，筛选催化剂最佳成分及制备工艺，通过探究杂多酸催化剂多次催化降解有机物的效果来考察催化剂的重复利用性能。通过分析臭氧催化氧化体系降解废水中有机物的效率，为工业应用提供依据。

3) 生物降解：通过厌氧生物分解实验，考察微生物种类、营养液加入量、温度、反应时间对废水中含氮物质及其它有机物分解能力的影响；通过好氧生物分解实验，考察不同搅拌速度、活性污泥加入量、温度、反应时间对废水中含氮物质及其它有机物分解的影响。

(2) 技术路线：

废水经调节池，送絮凝沉淀预处理；进行微电解处理；经超声/臭氧固定床催化氧化深度处理，进入厌氧反应器进行厌氧处理；经沉淀后进入两级好氧处理，第一级好氧工段采用完全混合曝气活性污泥工艺，第二级采用生物膜工艺；生化处理出水加入絮凝剂，进行终沉处理；经检测合格后排放，如不合格，则回流至催化氧化工段入口。

(3) 技术方案

1) 铁炭催化剂处理废水

实验方案

对污水处理管进行修改优化,由上口进水、下进气改为下口进水、下口进气,上口出水 and 气。加入过筛后的石英砂放入催化剂铁网中将流动床变为固定床。

① 曝气量对催化剂处理废水COD的影响

先取一定量稀释后的维C废水放入反应管中,放入2-3 g铁炭催化剂,用蠕动泵将污水抽入反应管中再分别通入 $0.4 \text{ m}^3/\text{h O}_3$ 、 $0.3 \text{ m}^3/\text{h O}_3$ 、 $0.1 \text{ m}^3/\text{h O}_3$ 、 $0.2 \text{ m}^3/\text{h O}_3$ 、 $0.2 \text{ m}^3/\text{h O}_3$ 、 $0.1 \text{ m}^3/\text{h O}_3$ 、 $0.3 \text{ m}^3/\text{h O}_3$ 、 $0.4 \text{ m}^3/\text{h O}_3$ 。每组循环5次,每循环一次取10 ml污水测定COD值,送样检测氨氮值,记录数据。

② 废水pH值对催化剂处理废水COD的影响

取一定量维C废水用蒸馏水稀释,用 6 mol/L NaOH 溶液和 $6 \text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ 溶液调节污水pH值为3、4、5、6、7、8和9。在反应管中加入2-3 g铁炭催化剂,下口通水和 $0.4 \text{ m}^3/\text{h O}_3$,上口出水和气体,经蠕动泵循环处理。每组循环5次,每循环一次取10 ml污水测定COD值,送样检测氨氮值,记录数据。

③ 废水水力停留时间对催化剂处理废水COD的影响

取一定量稀释后的维C废水放入反应管中,放入2-3 g铁炭催化剂,用蠕动泵将污水抽入反应管中通入 $0.4 \text{ m}^3/\text{h O}_3$,分别调节抽水蠕动泵的流量为100、150、200、250、300 ml/min (对应的水力停留时间分

别为10.5、7、5.25、4.2、3.5 min），每组循环5次，每循环一次取10 ml污水测定COD值，送样检测氨氮值记录数据。

2) 超声/臭氧固定床催化高级氧化技术（以超声/O₃/BiVO₄/Al₂O₃协同技术的研究为例）

实验方案

① BiVO₄/Al₂O₃催化剂的制备

将五水合硝酸铋溶解在10 ml 1.0 mol/L 的HNO₃溶液中，同时将NH₄VO₃溶解在 10 ml 1.0 mol/L的NaOH溶液中，在剧烈搅拌下将两溶液混合形成黄色溶液，并使用2.0 mol/L的 NaOH 调节此溶液pH到7，搅拌 0.5 h。将称量好的1g Al₂O₃放入此溶液中，恒温80 °C 搅拌2 h。将制备好的溶液转移至水热反应釜，反应釜放入恒温干燥箱进行加热到180 °C，反应时间4 h。加热操作完成后，将产物取出自然降至室温，分别用蒸馏水、无水乙醇洗涤两次，搅拌均匀后放入蒸发皿于恒温干燥箱中恒温80 °C，干燥4 h 得到最终产物。

② BiVO₄/Al₂O₃催化剂的表征

采用X射线仪分析催化剂的晶体结构和物质组成，测试条件：衍射电压为40 KV、电流为150 mA、波长为1.55 nm、衍射靶为Cu靶射线、扫描范围为10° -80° 。采用扫描电子显微镜观察光催化剂的微观形貌结构组成，测试条件：加速电压为15 kV。

③ BiVO₄/Al₂O₃催化剂的性能测试

分别测试负载量为10%、20%、30%、40%、50%的BiVO₄/Al₂O₃催化剂性能以及单体BiVO₄和单体Al₂O₃性能。

按4 g/L的方式放料于烧杯中，取0.4 g催化剂于250 ml烧杯中，加入100 ml微电解处理后的维C废水。先在无光照条件下磁力搅拌30 min进行暗反应（目的是使污水和催化剂达到吸附-脱附平衡），暗反应结束后取10 ml反应后溶液与离心管中的溶液作为对照组。后每15 min取10 ml样品，反应2 h后停止，所有样品放入离心机中分离，取上清液加入10 ml 6 mol/L的H₂SO₄溶液，加入10 ml 0.002 mol/L的KMnO₄溶液低温煮沸10 min（立即加热煮沸，若此时红色褪去，补加适量KMnO₄溶液，直至溶液呈稳定红色），立即加入10 ml 0.005 mol/L的Na₂C₂O₄标准溶液，摇匀（溶液由紫色变为无色），用0.002 mol/L KMnO₄标准溶液滴定至稳定淡红色，计算COD值，送样检测氨氮值。

④ 超声/O₃探究实验

将微电解处理后的维C废水分成9组，每组各50 ml溶液，在O₃为0.4 m³/h（最大臭氧量）时，通入污水并分别将超声波频率调节20 kHz（0、5、10功率），28 kHz（0、5、10功率）和40 kHz（0、5、10功率）协同处理。处理时间5 min，每处理一分钟取一次水样（10 ml）并测定其COD值，送样检测氨氮值。探究频率、波长对最佳微电解后维C废水的影响并记录数据。

⑤ 最佳超声/O₃/BiVO₄/Al₂O₃对照实验

用锥形瓶取适量微电解处理过的维C废水，分成三组，分别用之前探究的最佳处理条件：单纯超声波40 kHz-10功率、单纯O₃（0.4 m³/h）、超声波和O₃协同（40 kHz-10功率、0.4 m³/h O₃）处理120 min。

每处理15 min取10 ml废水测量其COD值，送样检测氨氮值，并记录数据。

按4 g/L的方式放料于烧杯中，取0.4 g 30%BiVO₄/Al₂O₃催化剂于250 ml烧杯中，加入100 ml最佳微电解后维C废水。先在无光照条件下磁力搅拌30 min进行暗反应（目的是使污水和催化剂达到吸附-脱附平衡），预反应结束后取10 ml反应后溶液与离心管中作为对照组。将反应溶液放入超声/O₃固定床反应器后，调节超声波为28 kHz（10功率）、O₃为0.4 m³/h通入量。每15 min取10 ml样品，反应2 h，所有样品放入离心机中分离，取上层清液测COD，送样检测氨氮值。

⑥ BiVO₄/Al₂O₃催化剂单程寿命探究实验

按4 g/L的方式放料于烧杯中，取0.4 g 30%BiVO₄/Al₂O₃催化剂于250 ml烧杯中，加入100 ml最佳微电解处理后维C废水。先在无光照条件下磁力搅拌30 min进行暗反应（目的是使污水和催化剂达到吸附-脱附平衡），预反应结束后取10 ml反应后溶液与离心管中作为对照组。将反应溶液放入超声/O₃固定床反应器后，调节超声波为28 kHz（10功率），O₃为0.4 m³/h通入量。每15 min取10 ml样品，反应2 h。保持催化剂不变，进行简单清洁处理后更换新一批污水进行反应。预计进行4-5次循环试验，所有样品放入离心机中分离，取上层清液测COD，送样检测氨氮值。

3) 生化降解

① 厌氧生物滤池对废水处理效果考察

该实验所用菌种为实验室保存的厌氧回流污泥（经驯化）。所用污水为微电解-超声臭氧Bi₂MoO₆/Al₂O₃高级氧化工艺处理污水，其中好氧滤池部分出水 and 产生污泥回流至厌氧生物滤池中。进水COD为188 mg/L、氨氮值为19.58 mg/L。厌氧生物池有效容积为1 L，控制厌氧生物滤池运行温度为20 ℃左右，废水停留时间为3 h，实验连续稳定运行30 d，考察温度、反应时间对废水处理COD和氨氮值的影响效果。

② 温度对厌氧生物池处理效果的影响

厌氧生物池有效容积为1L，控制厌氧生物滤池运行废水停留时间为10 h，实验连续稳定运行30 d，分别控制运行温度为10、15、20、25、30 ℃，每隔一天取一次厌氧生物池进水和出水，采用酸性高锰酸钾法测算COD值，送样检测氨氮值。记录数据。

③ 好氧生物滤池对废水处理效果考察

该实验在实验室条件下进行，实验所用菌种为实验室保存的已驯化的活性污泥。所用污水为微电解-超声臭氧Bi₂MoO₆复合物高级氧化-厌氧生物池处理污水，其中好氧滤池部分出水 and 产生污泥回流至厌氧生物滤池中。进水COD为164.5 mg/L、氨氮值为13.98 mg/L。好氧生物池有效容积为2 L，控制好氧生物滤池运行温度为30 ℃左右，废水停留时间为12 h，实验连续稳定运行30 d，考察温度、水力停留时间（HRT）、搅拌速度对废水处理COD和氨氮值的影响效果。好氧阶段主要考察完全混合曝气活性污泥工艺，曝气量为0.5 L/min，采用盘式涡轮搅拌器（DT装置）。

④ 反应时间对好氧生物池处理效果的影响

好氧生物池有效容积为2 L，控制好氧生物滤池运行温度为30 ℃左右，搅拌速度为800 r/min，实验连续稳定运行30 d，曝气量为0.5 L/min，分别考察水力停留时间为2、4、6、8、10、12、14、16h后污水的COD和氨氮值在稳定运行时间内的变化。每隔一天取一次厌氧生物池进水和出水，采用酸性高锰酸钾法测算COD值，送样检测氨氮值。

八、与现行法律、法规、标准的关系

本标准符合《中华人民共和国标准化法》等法律法规文件的规定，并在制定过程中参考了相关领域的国家标准和行业标准，在对等内容的规范方面，与现行标准保持兼容和一致，便于参考实施。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建立规范的标准化工作机制，制定系统的团体标准管理和知识产权处置等制度，严格履行标准制定的有关程序和要求，加强团体标准全生命周期管理。建立完整、高效的内部标准化工作部门，配备专职的标准化工作人员。

建议加强团体标准的推广实施，充分利用会议、论坛、新媒体等多种形式，开展标准宣传、解读、培训等工作，让更多的同行了解团

体标准，不断提高行业内对团体标准的认知，促进团体标准推广和
施。。

十一、其它应予说明的事项

无。

《制药企业维生素C生产废水综合处理技术规范》

标准起草工作组

2025年09月