

《顺酐法 BDO 生产技术规范》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本文件由北京通标华信技术服务有限公司提出，经中国技术市场协会标准化工作委员会批准，正式列入 2024 年团体标准制修订计划，标准名称为《顺酐法 BDO 生产技术规范》。

（二）项目背景

1,4-丁二醇（BDO）是重要的有机化工原料，广泛应用于塑料、纤维、橡胶、医药和涂料等行业，特别是在生产聚四氢呋喃（PTHF）、聚氨酯弹性体（PU）和 γ -丁内酯（GBL）等高附加值产品中具有不可替代的地位。随着全球工业化和科技进步，BDO 市场需求持续增长，生产工艺的优化和规范化显得尤为重要。

顺酐法 BDO 生产工艺因其原料来源稳定、反应效率高、工艺流程清晰等优势，逐步成为行业中应用广泛的工艺路线之一。该工艺以顺酐为原料，通过催化加氢反应将其转化为 BDO，具备较高的转化率和选择性，同时副产物少、经济性良好。然而，在工业应用过程中，设备完整性、反应条件控制、催化剂性能和环境保护等问题亟需标准化指导，以确保产品质量、降低生产成本，并实现绿色生产目标。

为了适应国家对化工产业高质量发展的要求，推动绿色化工和可持续发展的战略，本规范的制定旨在填补顺酐法 BDO 生产技术领域的标准空白，为企业提供技术指导，规范生产过程，提高

安全性和环保水平，同时促进行业技术进步与国际竞争力提升。

本规范对顺酐法 BDO 生产的全流程提出了技术要求，包括催化剂选择、设备要求、环境管理、操作规范等内容，全面覆盖了从原料准备到产品收集的关键环节。通过该标准的实施，行业内可实现资源利用最大化、废物排放最小化，为绿色化工发展树立典范，同时为企业实现高效、安全、环保的生产提供有力保障。

（三）目的意义

1. 目的

1.1 规范生产工艺

通过对顺酐法 BDO 生产工艺的技术细节进行系统规范，明确催化剂选择、反应条件设置、设备要求、环境管理及安全操作等标准，减少工艺波动，提高产品一致性和生产效率。

1.2 提升产品质量

确保 BDO 产品纯度达到 $\geq 99.5\%$ ，满足下游行业对高质量原材料的需求，减少因原料纯度问题导致的质量投诉和退货风险，提高企业市场竞争力。

1.3 促进安全生产

制定防火防爆措施及设备防护要求，规范操作流程，降低因设备故障或人员操作失误导致的事故风险，保障生产人员和设施安全。

1.4 推动绿色制造

通过废气回收、废水处理、能源优化等措施，实现资源的高效利用与污染物排放的最小化，符合国家节能减排及可持续发展的战略要求。

1.5 提升行业标准化水平

填补顺酐法 BDO 生产技术领域的标准空白，为企业提供技术指导，提升行业整体技术水平，推动我国 BDO 行业与国际接轨。

2. 意义

2.1 支撑高质量发展

顺酐法 BDO 工艺以其经济性和可持续性被广泛认可，本规范的实施有助于企业优化生产流程，提升资源利用率，从而支撑化工行业高质量发展目标的实现。

2.2 增强市场竞争力

规范的实施将显著提高产品质量和生产效率，帮助企业在日益激烈的国内外市场竞争中占据更有利的地位，同时助力国产 BDO 产业在国际市场中取得突破。

2.3 推动技术进步

通过规范催化剂性能指标和设备精度要求，促进企业研发更高效的催化剂和先进设备，推动顺酐法 BDO 生产工艺技术进步，为行业创新提供示范。

2.4 满足多领域需求

BDO 广泛应用于塑料、涂料、医药等多个领域，标准化生产能够稳定供应高质量产品，满足下游行业对 BDO 产品性能稳定性和纯度的严格要求。

2.5 强化环境与安全责任

规范化管理废气、废水的处理流程以及防火防爆措施，有助于企业履行环境保护与安全生产的社会责任，树立良好企业形象。

（四）起草单位及起草人名单

本文件起草单位：常州市瑞华化工工程技术股份有限公司、山东海成石化工程设计有限公司、北京通标华信技术服务有限公司等。

本文件主要起草人：徐志刚、杜洋、乐志斌等。

（五）主要起草过程

1. 文本调研

2024年9月启动了文本的调研工作，并与2024年10月完成了相关资料的收集和分析工作。

2. 标准立项

2024年12月向中国技术市场协会标准化委员会提出申请，于2024年12月9日获得中国技术市场协会标准化工作委员会批准立项。

3. 形成标准草案

2024年11月18日，起草组对资料收集情况进行汇总处理，确定了标准框架和主要内容。2024年12月26日，《顺酐法BDO生产技术规范》形成标准初稿。

二、确定标准主要内容的论据

（一）编制原则

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》以及《中国技术市场协会团体标准工作程序》的规定起草。

（二）标准主要内容及适用范围

本文件规定了顺酐法1,4-丁二醇（BDO）生产的工作要求、工作方法、技术要求、检测方法等内容。

本文件适用于以顺酐为原料，通过催化加氢反应生产 BDO 的工业装置设计、运行、操作与维护管理。

（三）确定标准主要内容的论据

3.1 市场需求增长

随着全球范围内对 BDO 及其下游产品需求的快速增长，行业需要高效、安全、环保的技术规范以满足市场扩张和质量提升的要求。

3.2 技术差异性问题

现有顺酐法 BDO 生产技术在催化剂选择、反应条件控制及设备配置等方面存在显著差异，标准化的缺失导致行业间技术水平参差不齐，制约了整体竞争力。

3.3 安全与环保压力

化工生产过程中常伴随高温、高压和易燃易爆环境，顺酐法 BDO 生产需要对防火防爆和废弃物管理作出明确规定，以应对日益严格的安全与环保法规要求。

3.4 国际竞争需求

面对国际 BDO 生产技术的快速迭代和市场竞争的白热化，国内企业亟需通过制定标准规范提升产品质量和技术水平，缩小与国际领先企业的差距。

3.5 政策驱动与行业责任

国家层面正在推动绿色制造和安全生产政策落地，顺酐法 BDO 生产企业作为化工行业的重要组成部分，有责任率先实施规范化生产，成为绿色化工的标杆。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济

效果

3.1 主要试验与验证情况分析

3.1.1 催化剂性能试验

通过多次对比试验，验证了钴基催化剂在顺酐加氢反应中的高活性和高选择性。在温度 150℃~200℃、压力 10MPa~30MPa 的条件下，催化剂能够实现 $\geq 90\%$ 的顺酐转化率和 $\geq 95\%$ 的 BDO 选择性，副产物生成显著降低。

3.1.2 反应条件优化实验

通过实验室模拟和工业化试验，确定了顺酐与氢气的最佳化学计量比为 1:2~1:4。不同温度和压力条件下的反应速率测试表明，操作窗口应控制在 150℃~200℃和 10MPa~30MPa 之间，以兼顾反应效率和设备安全。

3.1.3 设备性能验证

完成了反应器、冷凝塔、溶剂萃取装置和气体回收设备的性能验证，确保设备在高温高压下运行稳定，耐腐蚀性能优异。反应器的混合与热交换性能通过工艺仿真模型优化，确保物料均匀分布和温度控制。

3.1.4 废气、废水处理效果评估

废气冷凝回收装置的测试表明，未反应氢气回收率可达到 $\geq 95\%$ 。废水经中和与生化处理后，主要污染物的排放指标满足 GB 8978 的相关要求，且运行成本得到了有效控制。

3.1.5 产品质量检测

工业化试验中生产的 BDO 产品经检测，纯度稳定在 $\geq 99.5\%$ ，水分、酸度等指标均符合 GB/T 24768 的技术要求，完全满足下

游客户的质量需求。

3.2 技术经济论证

3.2.1 原料利用率分析

顺酐法 BDO 工艺原料转化率高达 $\geq 90\%$ ，废气和副产物经过回收和处理后，可再次循环利用，原料的经济性远高于传统路线。

3.2.2 能耗与成本评估

基于实际操作数据，能耗水平较传统方法降低了约 15%，能源消耗主要集中在氢气压缩和反应加热两个环节。通过优化设备运行参数，单位产品综合能耗得以有效降低，单位成本下降约 10%。

3.2.3 设备投资与回报

主要设备如釜式反应器、溶剂萃取装置、冷凝塔等需初期投入较高，但因生产效率高、运行稳定，设备折旧周期短（通常为 8~10 年），可实现较高的投资回报率。

3.2.4 环境保护成本评估

废气回收与废水处理系统的运行成本占总生产成本的 5%~8%，但通过资源回收（如氢气回收 $\geq 95\%$ ），可显著降低对环境的影响，满足环保法规要求，同时避免环境罚款风险。

3.2.5 市场竞争分析

顺酐法 BDO 生产工艺凭借产品纯度高、成本低、绿色环保的优势，能够快速抢占高端市场，并显著提升企业在国内外市场的竞争力。

3.3 预期经济效果

3.3.1 降低生产成本

通过规范化的生产流程和优化的设备选型，原料损耗率降低至 $\leq 5\%$ ，能耗降低约 15%，单吨 BDO 的综合成本下降 10%~15%，为企业创造直接经济效益。

3.3.2 提高盈利能力

顺酐法 BDO 生产的高纯度产品能够进入高端市场，市场售价高于普通 BDO 产品 5%~10%。按年产 5 万吨规模计算，新增年收入可达 5000 万~8000 万元人民币。

3.3.3 促进资源回收利用

通过废气和副产物的回收利用，每年可减少原料采购成本 200 万~300 万元，同时降低废气排放量，提升资源利用率，符合可持续发展的经济模式。

3.3.4 带动产业链升级

优质 BDO 产品可用于生产聚酯、聚氨酯等高端材料，进一步增强下游行业的竞争力，推动整个产业链的技术升级和市场扩张。

3.3.5 社会效益显著

通过提高产品附加值、节能减排以及环境友好型工艺的推广，企业在承担社会责任的同时，也将显著提升品牌形象，为行业健康发展树立标杆。

四、采用国际标准和国内外先进标准的程度

本文件不涉及国际国外标准的采标情况。

五、重大分歧意见处理经过及依据

本文件在制定过程中未出现重大分歧意见。

六、与现行相关法律、法规及相关标准的协调性

与现行相关法律、法规及相关标准相协调。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、其他应予说明的事项

无。

《顺酐法 BDO 生产技术规范》

团体标准工作组

2024 年 12 月 26 日