

附件 3

味精工业污染防治可行技术指南

（征求意见稿）

编制说明

项目名称：味精工业污染防治可行技术指南

项目统一编号：8.3.1

编制单位及成员：

北京工商大学 汪苹 董黎明

中国环境科学研究院 孙启宏 杨天学

中国轻工业清洁生产中心 宋云 孙晓峰

项目管理负责单位及负责人：中国环境科学研究院 何连生

技术处项目负责人：许丹宇

目 录

1. 任务来源	1
2. 指南制订必要性	1
3. 《指南》编制的原则、方法和技术依据	2
3.1. 《指南》编制原则	2
3.2. 《指南》编制方法	2
3.3. 《指南》编制的技术依据	3
4. 主要编制工作过程	4
5. 国内外相关环境技术管理体系研究概况	5
5.1. 欧盟可行技术概况	5
5.2. 美国可行技术概况	5
6. 行业技术现状调研情况	6
6.1. 味精行业概况	6
6.2. 味精行业调研情况	7
6.3. 味精行业技术现状	8
6.4. 味精行业能耗及污染物排放水平	17
7. 可行技术的确定原则和评估、筛选方法	17
7.1. 可行技术的确定原则	17
7.2. 可行技术的筛选方法	18
8. 指南主要技术内容及说明	20
8.1. 主要污染源及特征污染物	20
8.2. 主要生产工艺及生产污染预防技术	21
8.3. 污染治理技术	21
8.4. 污染防治可行技术	22
9. 可行技术指南实施的环境效益与经济技术分析	25
9.1. 指南实施的环境效益	25
9.2. 指南实施的经济技术分析	30

图 表 目 录

图 1 指南编制技术路线.....	3
图 2 全国味精产量主要省份分布百分比（中国产业信息网，2010）.....	6
图 3 全国味精企业产量分布百分比.....	7
图 4 全国味精生产原料结构.....	7
图 5 味精调研企业全国分布.....	8
图 6 调研企业味精产量占全国产量百分比.....	8
图 7 味精（玉米）生产工艺流程及产污节点.....	10
图 8 技术评价模型建立流程.....	1
图 9 味精工业污染防治可行技术组合.....	22
表 1 味精工业污染物排放标准（GB19431）.....	2
表 2 味精企业调研类型及调研方式分布.....	7
表 3 味精行业污染预防技术现状.....	8
表 4 味精行业污染治理技术现状.....	9
表 5 味精行业技术应用分布.....	11
表 6 味精行业技术评估指标体系.....	11
表 7 味精行业污染预防及污染治理备选技术指标数据统计.....	13
表 8 味精行业能耗及污染物排放水平.....	17
表 9 评估模型计算的备选技术得分.....	18
表 10 工艺过程污染预防可行技术及主要技术指标.....	23
表 11 污染治理可行技术及主要技术指标.....	24
表 12 未入选技术（组合工艺）名录及说明.....	25
表 13 可行技术指南应用典型味精企业污染物排放.....	266
表 14 味精行业可行技术理论最大及实际可能减排潜力.....	288
表 15 可行技术设备投资及运行成本.....	30
表 16 可行技术模拟味精生产线投资及运行成本.....	30

1. 任务来源

依据环境保护部下发的《关于开展2011年度国家环境技术管理项目工作的通知》（环办函〔2011〕565号）北京工商大学承担该标准的编制工作。参编单位有中国环境科学研究院和中国轻工业清洁生产中心。

2. 指南制订必要性

我国是味精生产与消费大国，味精行业是我国发酵工业的主要行业之一，近年来，随着国内外需求的不断增加，我国味精行业发展迅速，行业规模不断扩大，产量一直保持着增长的态势。目前我国味精行业的产量位居世界第一位，到2011年底已达220万吨，约占世界味精总产量的80%。

目前，全国共有40余家味精生产企业，具有发酵能力的生产企业20余家，年产5万吨以上的企业共有14家，其中年产量在10万吨以上的味精生产企业有7家，分别是阜丰集团有限公司、梅花生物科技集团股份有限公司、河南莲花味精股份有限公司、山东菱花集团、山东信乐味精有限公司、山东雪花生物化工股份有限公司和宁夏伊品生物科技股份有限公司，上述企业发酵能力之和占全国总发酵能力的80%。

味精工业是我国食品制造业的重大污染源之一，据《中国环境统计年鉴》（2010年），食品制造业2010年废水排放总量为54,549万吨，废水排放达标量为50,303.9万吨，COD产生总量占工业总产生量的11%，氨氮产生量占工业总产生量的约8.8%。味精工业高浓度有机废水污染严重，是行业突出的共性问题。发酵废母液或离交尾液是味精生产行业的主要污染源，由于发酵废母液中含有残糖、菌体蛋白、氨基酸、铵盐及硫酸盐等，是典型的高COD_{Cr}、高BOD₅、高菌体含量、高NH₃-N、高SO₄²⁻、低pH的“五高一低”废水。新的《味精工业污染物排放标准》（2008报批稿）在原GB19431-2004排放标准的基础上，要求自2010年7月1日起将吨产品废水排放量从150吨降低到60吨，COD_{Cr}排放浓度从200mg/L降低到100mg/L，氨氮排放浓度从50mg/L降低到20mg/L，并增加了总氮40 mg/L和总磷0.5 mg/L的排放指标（如表1）。新标准还对在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区，执行更加严格的排放标准。未来新标准的实施将对味精工业的污染防治提出更高要求。

因此，制订《味精工业污染防治可行技术指南》对于优化味精工业环保工程建设，有效控制味精生产中的污染物排放，提高节能减排的效率，提高味精行业环境绩效、改善环境质量，适应味精工业污染物新排放标准，促进味精行业技术进步和可持续发展，完善我国环境管理体系具有重要意义。

表 1 味精工业污染物排放标准（GB19431）

单位：mg/L(pH 值除外)

序号	污染物	排放限值	
		现行标准-2004 (2007年1月1日起所有项目)	新标准（报批稿）-2008 (2010年7月1日起所有项目)
1	pH 值	6~9	6~9
2	悬浮物	100	50
3	五日生化需氧量	80	20
4	化学需氧量(CODcr)	200	100
5	氨氮	50	20
6	总氮	-	40
7	总磷	-	0.5
单位产品基准排水量(m ³ /t 产品)		150	60

3. 《指南》编制的原则、方法和技术依据

3.1 《指南》编制原则

(1) 立足我国实际，与国际接轨

充分借鉴发达国家污染防治管理体系的成功经验，并结合我国实际情况，编制适合我国国情的味精工业污染防治可行技术指南。

(2) 科学性与实用性相结合

总结我国味精工业主导工艺路线，分析产污的主要环节及污染物排放节点，分析味精工业主要污染物及特征污染物，总结在生产中得到应用的先进污染治理技术以及尚处在工业化试验阶段的污染治理新技术，筛选确定不同条件下的味精工业污染防治可行技术，使指南具有较强的科学性、指导性和可操作性。

(3) 以国家环保技术政策为依据

在污染物治理、清洁生产、发展循环经济和节能减排实施中，国家制订了一系列技术政策，是制订污染防治可行技术指南的重要参考。

(4) 确保所推荐的污染防治技术的先进性和实用性

本指南编制过程中在专家组成、工艺筛选、污染治理工艺筛选、技术调查、文件审查方面严格按照可行技术指南编制管理办法及编制要求开展了工作。所采用技术均为目前味精行业有工程运行的实用技术，保证了所选技术的先进性和实用性。

3.2 《指南》编制方法

指南的编制以国家相关行业或部门环境管理的政策法规、管理目标、产业政策、防治技术政策、发展规划等为基础，采用资料调研、现场调研与专家咨询相结合的方法，具体所采

取的技术路线如下：

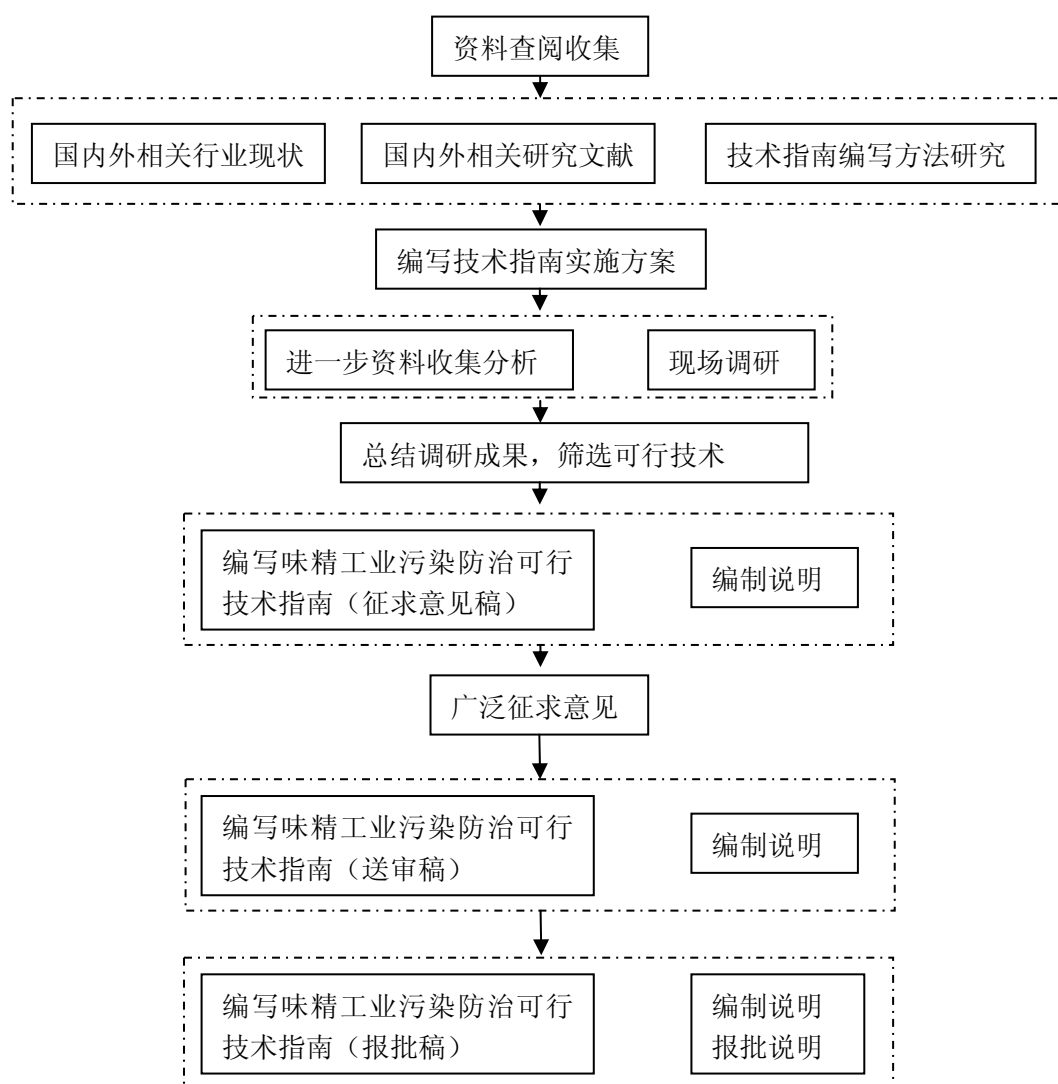


图 1 指南编制技术路线

3.3 《指南》编制的技术依据

本指南是根据下列有关行业生产和环境保护的法律、法规和技术政策等制订的：

- (1) 中华人民共和国环境保护法；
- (2) 中华人民共和国环境影响评价法；
- (3) 中华人民共和国大气污染防治法；
- (4) 中华人民共和国水污染防治法；
- (5) 中华人民共和国固体废物污染环境防治法；
- (6) 中华人民共和国环境噪声污染防治法；
- (7) 中华人民共和国清洁生产促进法；

- (8) 中华人民共和国循环经济促进法；
- (9) 中华人民共和国节约能源法；
- (10) 全国生态环境保护纲要；
- (11) 《产业结构调整指导目录（2011年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第9号）
- (12) 《清洁生产标准 味精工业》 HJ 444-2008
- (13) 《味精工业污染物排放标准》 GB 19431（2004版，及2008版报批稿）
- (14) 国家工业和信息化部《关于下达2011年工业行业淘汰落后产能目标任务的通知》（工信部产业[2011]161号）
- (15) 《味精行业现场环境监察指南（试行）》，环境保护部，2010年10月
- (16) 《味精工业废水治理工程技术规范》（报批稿）

4. 主要编制工作过程

(1) 2011年3月~6月 依据环境保护部下发的《关于开展2011年度国家环境技术管理项目工作的通知》（环办函〔2011〕565号），在中国环境科学院研究院水环境系统工程研究室的组织领导下，2011年3月前完成了《味精工业污染防治可行技术指南》的项目申报，提出初步的技术实施方案和调研提纲。2011年5月，形成了项目实施方案并最终与项目组织单位中国环境科学研究院签订了《味精工业污染防治可行技术指南》的项目合同任务书，并成立北京工商大学，中国环境科学研究院和轻工业清洁生产中心组成的指南编制组。

(2) 2011年7月~9月 项目承担单位北京工商大学组织单位内部成员进行了项目开题工作会，组织调研相关文献、国内外相关行业政策及行业背景现状等资料，主要包括味精行业的典型企业数量、规模、产能、原材料来源详细状况、典型生产工艺，行业发展前景等；以及主要味精行业污染问题，重点总结其行业污染现状、污染控制技术现状及其发展趋势。进行了部分重点企业的现场调研，2011年9月完成了开题报告。

(3) 2011年10月-2012年7月，根据专家建议， 项目组培训学习可行性技术指南的编制，理解环境管理技术政策，学习调研的设计及指南编制的流程和注意事项。此外，项目组结合前期文献调研，就技术清单和技术环境经济指标个别征求行业协会、行业专家和企业代表的意见。项目组在前期相关环保公益项目工作的基础上，形成了《味精工业污染防治可行技术指南（初稿）》和《味精工业污染防治可行技术指南（编制说明）》。

(4) 2012年9月12日， 环境保护部科技标准司组织召开了“味精工业污染防治可行技术指南”开题报告会，听取了项目组的汇报，对开题报告和指南初稿进行了讨论，肯定了项目的前期工作，指南初稿所提出的味精生产污染防治技术基本涵盖了目前国内味精行业主流技术、新技术和传统技术，形成的味精工业污染防治可行技术组合基本合理。会议通过了开题报告并建议对指南初稿进一步修改补充，并与其他相关味精标准衔接。

5. 国内外相关环境技术管理体系研究概况

5.1. 欧盟可行技术概况

欧盟综合污染预防和控制局（EIPPCB）是专门负责制修订最佳可行性技术（BAT）的部门，到2004年，欧盟的BAT体系已经基本建立完成，并在各行各业建立起相应的参考性文件，开始发挥其指导作用。

欧盟的BAT参考性文件涵盖35个工业大类，包括水泥、冶炼、纺织、玻璃、畜禽养殖及加工、食品等行业，与本指南相关的体系文件为食品、饮料和乳制品业（Food, Drink and Milk Industries）（August, 2006），已经为欧盟所采纳。

该体系文件包含八部分：1、概述；2、应用过程及技术；3、目前消耗及排放水平；4、BAT考虑的技术；5、最佳可行性技术；6、新兴技术；7、结论与评论；8、参考文献。其技术体系按照通用技术和具体子行业专用技术进行分类总结和分析。

如第二部分（应用过程及技术）中将食品、饮料和乳制品业中最常见的过程技术及单元操作进行了分类，包括：A、原材料接收和准备；B、粒径削减、混合及组织；C、分离技术；D、产品过程技术；E、加热过程；F、加热浓缩；G、去热过程；H、后处理过程；U、公用过程。

结合这些通用技术的总结，将食品、饮料和乳制品业中主要行业中所应用的上述技术进行了汇总。在消耗及排放水平中对该行业的主要环境问题、各个技术的消耗及排放水平、各个子行业的消耗及排放水平进行了描述。在BAT考虑的技术中则不仅包含了上述通用技术、各子行业技术，还就清洁技术、减少废气排放、废水末端处理技术、事故预防及一些子行业的特殊技术进行了说明。形成的最终BAT技术包括食品、饮料和乳制品业中通用BAT技术体系：环境管理、上游及下游技术结合、设备及安装清洁过程、一些通用技术的额外BAT技术、降低废气排放、废水处理、事故预防；此外对一些子行业中的额外BAT技术进行了说明。

在新兴技术中仅有一项利用紫外线和臭氧降低臭气排放的技术。结论和讨论中则对该BAT体系中可能存在的一些数据误差进行了说明，还就本领域的未来工作及研究方向给出了建议。由于欧盟没有味精生产，因此该体系中未包含与本指南十分相关的内容，但在淀粉生产技术中包含了一部分可以采纳的内容，如对玉米淀粉生产过程污染预防的最佳可行性技术中，推荐将蛋白分离废水回用到玉米浸泡、胚芽和纤维洗涤工序中，并采用逆流清洗方式进行淀粉洗涤，均可以大大降低对新鲜水的使用并减少废水排放。

5.2. 美国可行技术概况

在清洁水法（CWA）和清洁大气法（CAA）框架下实行分解质管理。制定基于技术的排放标准是美国工业污染控制体系最为突出的特点。以《清洁水法》为例，直接和间接排放

的工业废水污染源被划分为七个控制技术等级，在制定相应的排放标准过程中，对各等级技术进行综合评价，从而确定技术上可行、经济上可接受、环境负荷适宜的排放标准。

美国的技术评价过程虽然没有对各种类别的环境效应进行量化，但特别重视排放标准的成本效益分析，对排放标准可能导致的技术改造费用、不达标企业关闭带来的经济和社会影响等方面给予了更为详细的分析。美国国家环保署通过针对不同的工业部门制定不同的技术标准，并以此为基础再颁布各自相应的排放限值指令，从而实现了对污染物排放的有效控制。在美国清洁水法案（CWA）中规定，现行的环境技术标准主要包括：对于直接排放的污染物，执行：最佳控制技术（BPT），最佳常规污染物控制技术（BCT），经济可行的可行技术（BAT）和以最佳控制技术为基础的新排放源执行标准（NSPS）即BDT。对于间接排放的污染物，执行：现有排放源的预处理标准（PSES）和新排放源的预处理标准（PSNS）。

6. 行业技术现状调研情况

6.1. 味精行业概况

项目组通过资料调研，综合分析了全国味精产量分布格局、企业分布格局及原料结构。全国共有40余家味精生产企业，主要分为三种形式进行味精生产：（1）全过程生产：从制糖发酵到精制成味精；（2）前段生产：仅发酵生产谷氨酸；（3）后段生产：购买谷氨酸精制成味精。另外，还有购买味精进行包装经销的企业等。据不完全统计，我国具有发酵能力的生产企业20余家，主要分布在山东、河南、内蒙古、宁夏、河北、江苏、浙江、福建等省市自治区，其中产量达10万吨以上的有山东、河南、内蒙古、河北，这些地区的发酵能力占总发酵能力的80%；精制企业7—8家，分布在江苏、浙江、四川等地，全国味精产量主要省份分布百分比如下图所示。

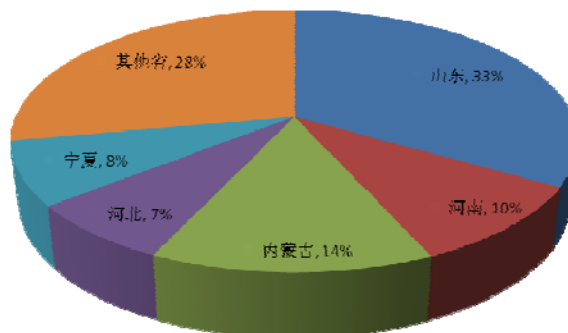


图 2 全国味精产量主要省份分布百分比（中国产业信息网，2010）

“十一五”期间，在国家相关产业政策的指引下，产业集中度大大提高。目前，年产5万吨以上的企业共有14家，其中年产量在10万吨以上的味精生产企业有7家，分别是阜丰集团有限公司、梅花生物科技集团股份有限公司、河南莲花味精股份有限公司、山东菱花集团、山东信乐味精有限公司、山东雪花生物化工股份有限公司、宁夏伊品生物科技股份有限公司

等上述企业发酵能力之和占总发酵能力的80%（如图3），2011年底全国味精产量近220万吨。

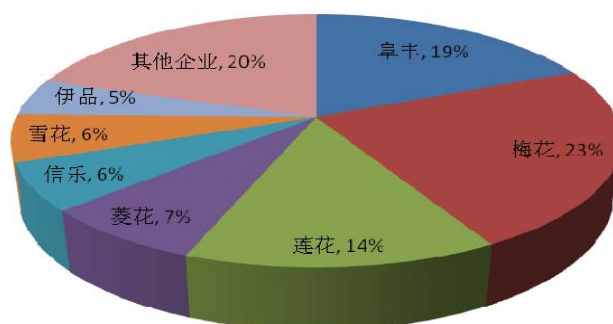


图 3 全国味精企业产量分布百分比

目前我国味精生产主要以玉米淀粉为主要原料，这是中国的特色，以小麦淀粉为原料目前仅有河南莲花，其他南方少数企业用大米及糖蜜为原料，目前味精生产的原料结构如图4所示。

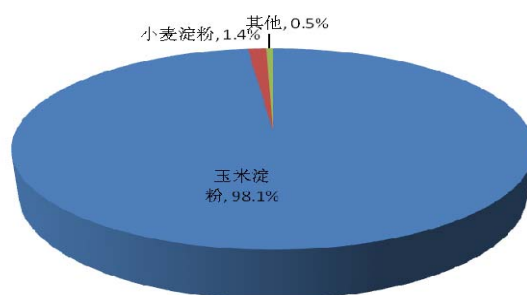


图 4 全国味精生产原料结构

6.2.味精行业调研情况

项目组通过函调、实地调研及行业研讨会等形式，共收集了味精行业16家味精企业的相关技术数据（如表2），涵盖山东、河南、河北、内蒙古、宁夏、广东、哈尔滨、陕西、浙江9省自治区，具体分布如图5所示，调研企业综合产能占全国味精产能的近90.6%（如图6）。

表 2 味精企业调研类型及调研方式分布

企业类型	数量	调研方式	数量
全过程生产（从制糖发酵到精制成味精）	11	函调	16
前段生产（仅发酵生产谷氨酸）	3	实地调研	10
后段生产（购买谷氨酸精制成味精）	2	实地调研+监测	6
合计	16	行业研讨会	2



图 5 味精调研企业全国分布

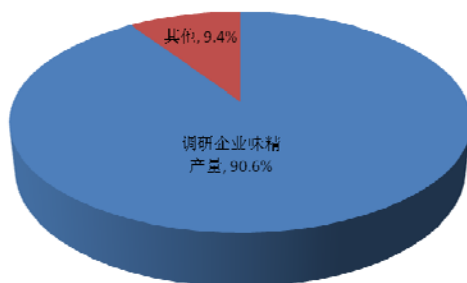


图 6 调研企业味精产量占全国产量百分比

6.3.味精行业技术现状

味精生产是以玉米、淀粉、糖蜜为主要原料的发酵加工过程，个别企业以小麦和大米为原料。味精生产工艺为：原料→处理→淀粉→液化→糖化→发酵→分离与提纯→精制→产品，主要包括淀粉水解糖的制取、谷氨酸发酵与提取和谷氨酸精制生产味精。味精（玉米）生产过程及产污节点见图7。项目组经资料调研、专家咨询及典型味精企业咨询，整理出味精行业污染预防及污染治理技术现状（如表3、表4），作为本技术指南的备选技术清单。

表 3 味精行业污染预防技术现状

水解糖制备工序	谷氨酸发酵工序
全闭环湿法粉碎淀粉（玉米）生产技术	高性能温敏型谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺
传统湿法粉碎淀粉（玉米）生产技术	生物素亚适量法谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺
谷氨酸分离提取工序	味精精制工序
浓缩等电结晶生产工艺	味精间歇结晶技术（谷氨酸转晶）
等电离交生产工艺	味精连续结晶技术（谷氨酸转晶）
	味精传统精制技术

尾液综合利用工序	
絮凝气浮法生产菌体蛋白技术	浓缩结晶制备硫酸铵技术
喷浆造粒制取有机复合肥技术	氨基酸植物营养液制备技术

表 4 味精行业污染治理技术现状

水污染控制技术清单		
预处理（水解糖生产废水）	生化处理	深度处理
UASB厌氧生物处理技术	A/O（缺氧/好氧）生物脱氮处理技术	常规物化法处理技术 （混凝沉淀、过滤）
IC厌氧生物处理技术	新型ASND（好氧同步硝化反硝化） 生物脱氮处理技术	双膜法处理技术
	接触氧化法生化处理技术	
大气污染控制技术清单		固体废物处置技术
湿法喷淋技术	高效有机气溶胶烟气治理技术	污泥处理处置技术

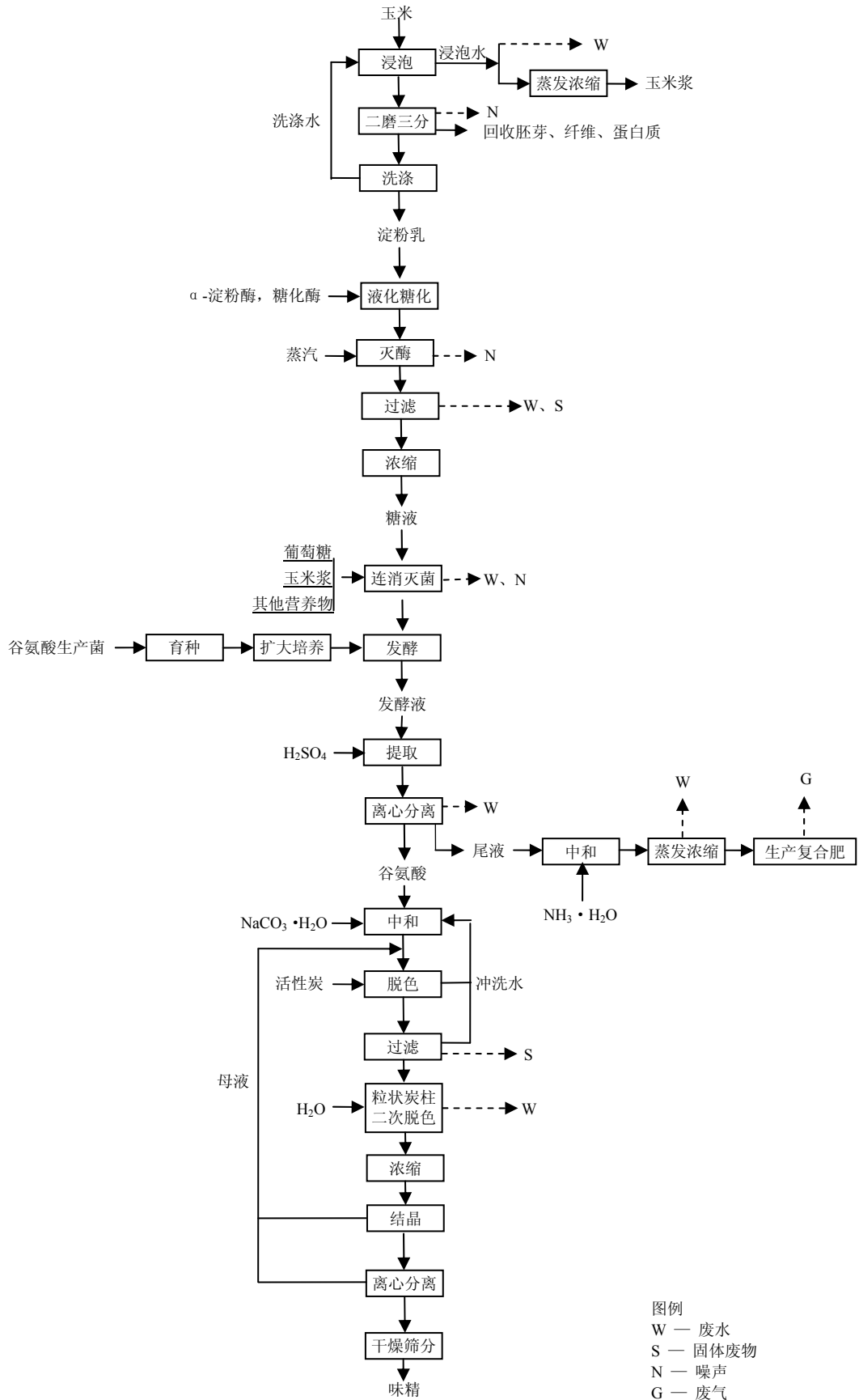


图 7 味精（玉米）生产工艺流程及产污节点

根据调研的全国主要味精生产企业技术应用情况，梳理出味精行业应用的技术分布如表

5所示。

表 5 味精行业技术应用分布

技术		企业应用数量
淀粉（玉米）生产技术	全闭环湿法粉碎淀粉（玉米）生产技术	9
	传统湿法粉碎淀粉（玉米）生产技术	1
谷氨酸发酵工艺	高性能温敏型谷氨酸产生菌	3
	生物素亚适量法谷氨酸产生菌	12
谷氨酸分离提取工艺	浓缩等电结晶生产工艺	9
	等电离子生产工艺	8
味精精制技术	味精间歇结晶技术（谷氨酸转晶）	8
	味精连续结晶技术（谷氨酸转晶）	1
	味精传统精制技术	8
尾液综合利用技术	絮凝气浮法生产菌体蛋白技术	14
	浓缩结晶制备硫酸铵技术	2
	喷浆造粒制取有机复合肥技术	13
	氨基酸植物营养液制备技术	1
三废治理技术	湿法喷淋技术	8
	高效有机气溶胶烟气治理技术	5
	UASB厌氧生物处理技术	7
	IC厌氧生物处理技术	3
	A/O（缺氧/好氧）生物脱氮处理技术	9
	新型ASND（好氧同步硝化反硝化）生物脱氮处理技术	3
	接触氧化法生化处理技术	4
	常规物化法处理技术	4
	双膜法处理技术	1

根据对味精行业的技术调研和资料收集，参考了相关技术评价成果，设计了本项目指南的技术评估指标体系，如表6所示。

表 6 味精行业技术评估指标体系

一级指标	二级指标	参考单位	指标类别	备注
能源消耗	电耗	Kwh/t产品	必选	
	蒸汽消耗	t/t产品	可选	
	综合能耗	t标准煤/t产品	必选	通过能源平衡汇总计算

资源消耗	新鲜水消耗	t/产品	必选	
	主原料消耗	t/产品	可选	指转化为最终产品的主要原料
	辅料、助剂消耗	t/产品	可选	包括各类化学品、助剂辅助材料
污染物排放	废水产生总量	t/产品	必选	
	COD	kg/产品; mg/L	必选	可用单位产品排放强度指标或浓度指标分别表示。COD和氨氮一般为必选指标。
	氨氮	kg/产品; mg/L	必选	
	BOD	kg/产品; mg/L	可选	
	SS	kg/产品; mg/L	可选	
	总氮	kg/产品; mg/L	可选	
	总磷	kg/产品; mg/L	可选	
	大气特征污染物	kg/产品; mg/Nm ³	可选	
污泥固体废弃物	kg/产品	可选		
经济成本	设备投资成本	万元/规模	必选	
	运行维护成本	元/产品	必选	运行成本:人工+能源消耗+财务管理+维修(不含原辅材料、设备折旧)
	综合成本	元/产品	必选	按设备及投资折旧与运行维护成本综合计算得到
	经济收益	元/产品	可选	

项目组根据备选技术清单和技术评估指标体系,设计了技术调研表,通过函调的方式收集了味精企业的技术数据,对收集的数据进行统计整理,有疑问的数据及时和企业进行沟通,或通过专家咨询确定大致范围。有些技术实际统计过程中只能收集到组合工艺的数据,如尾液综合利用技术。最终基本确定的备选技术评估数据如表7所示。

表 7 味精行业污染预防及污染治理备选技术指标数据统计

技术名称	资源消耗指标	能源消耗指标	污染排放指标	经济成本指标
全闭环湿法粉碎淀粉（玉米）生产技术	取水量≤4.5m ³ /t 淀粉 水重复利用率≥70% 玉米淀粉收率≥68% 总产品干物收率>98% 硫磺用量≤2.2kg/t 淀粉	电耗≤220kwh/t 淀粉	废水产生量≤4.0m ³ /t 淀粉 COD 产生量≤24kg /t 淀粉 氨氮产生量≤0.24kg /t 淀粉	设备成本 8000-10000 万元/30 万吨淀粉 运行成本 1000-1500 元/t 淀粉
传统湿法粉碎淀粉（玉米）生产技术	取水量≥6m ³ /t 淀粉 水重复利用率≤60% 玉米淀粉收率≤67% 总产品干物收率≤98% 硫磺用量≥3.0kg/t 淀粉	电耗≥250kwh/t 淀粉	废水产生量≥5.0m ³ /t 淀粉 废水 COD 产生量≥32kg /t 淀粉 废水氨氮产生量≥0.3kg /t 淀粉	设备成本 4000-5000 万元/25 万吨淀粉 运行成本 2500-2800 元/t 淀粉
高性能温敏型谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺	葡萄糖消耗 1.3-1.5t/t 谷氨酸（不含提取）	蒸汽消耗 1.7-4.3t/t 谷氨酸（不含提取） 电耗 750-950kWh/t 谷氨酸（不含提取） 综合能耗 0.31-0.67(标煤/t 谷氨酸)	产酸率：17%~18%，与生物素亚适量菌种发酵技术相比提高 6~7 个百分点； 糖酸转化率：65%~68%，与生物素亚适量菌种发酵技术相比提高 5~8 个百分点； 发酵周期：32 小时，与生物素亚适量菌种发酵技术相比缩短 2 小时。	投资成本： 1~1.5 亿元 /5 万吨谷氨酸 运行成本： 0.10~0.11 万元/吨谷氨酸
生物素亚适量法谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺	葡萄糖消耗 1.5-1.7t/t 谷氨酸（不含提取）	蒸汽消耗 2-5t/t 谷氨酸（不含提取） 电耗 870-1100kWh/t 谷氨酸（不含提取） 综合能耗 0.36-0.78(标煤/t 谷氨酸)		设备成本 1-1.5 亿元/5 万吨谷氨酸； 运行成本 0.15-0.2 万元/t 谷氨酸
浓缩等电结晶生产工艺	硫酸消耗量 0.4-0.5 t/t 谷氨酸 取水量为 0；液氨消耗为 0	蒸汽消耗 2-4 t/t 谷氨酸 电耗 400-600 kWh/t 谷氨酸 综合能耗 0.31-0.59(标煤/t 谷氨酸)	废水排放量 3-5m ³ /t 谷氨酸 *COD _{Cr} 浓度 300-500mg/L 氨氮浓度 100-200mg/L * 为尾液蒸发浓缩冷凝液	设备成本 0.8-1 亿元/5 万 t 谷氨酸 运行成本 1000-1500 元/t 谷氨酸

等电离子生产工艺	取水量 20-30t/t 谷氨酸 硫酸消耗量 0.85-0.9 t/t 谷氨酸, 液氨消耗 0.4-0.6t/t 谷氨酸	蒸汽消耗 6-8t/t 谷氨酸 (含废水蒸发浓缩) 电耗 600-900 kWh/t 谷氨酸 综合能耗 0.85-1.14(标煤/t 谷氨酸)	废水排放量 8-15m ³ /t 谷氨酸 COD _{Cr} 浓度 3000-5000mg/L 氨氮浓度 2000-3000mg/L	设备投资 0.8-1 亿元/5 万 t 谷氨酸 运行成本 1500-2000 元/t 谷氨酸
味精传统精制技术	活性炭消耗 0.02-0.04 t/t 味精; 碱消耗 0.7-0.8 (离子膜碱 30%) t/t 味精 取水量 4-7 (t 水/t 味精)	蒸汽消耗 4-6t/t 味精 电耗 150-200kWh/t 味精 综合能耗 0.53-0.80(标煤/t 味精)	废水排放: 3-5 m ³ /吨味精 COD: 300-500mg/L 氨氮: 20-50mg/L	设备成本 0.4-0.6 亿元/5 万吨味精 运行成本: 1000-1500 元/吨味精
味精间歇结晶技术(谷氨酸转晶)	活性炭消耗 0.006-0.015t/t 味精; 碱消耗 0.7-0.8 (离子膜碱 30%) t/t 味精 取水量 3-5 (t 水/t 味精)	蒸汽消耗 2-3t/t 味精 电耗 80-110 kWh/t 味精 综合能耗 0.27-0.39(标煤/t 味精)	废水排放: 2-3 m ³ /吨味精 COD: 300-500mg/L 氨氮: 20-50mg/L	设备成本 0.3-0.4 亿元/5 万吨味精 运行成本: 500-800 元/吨味精
味精连续结晶技术(谷氨酸转晶)	活性炭消耗 0.006-0.015 /t 味精; 碱消耗 离子膜碱 30%) 0.7-0.8 t/t 味精 取水量 1.2 (t 水/t 味精)	蒸汽消耗 3t/t 味精 电耗 130kWh/t 味精 综合能耗 0.4 (标煤/t 味精)	废水排放: 1.5 m ³ /吨味精 COD: 600-1000mg/L 氨氮: 40-100 mg/L	设备成本 0.2-0.25 亿元/5 万吨味精 运行成本: 600-900 元/吨味精
絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+喷浆造粒制取有机复合肥技术		电耗: 76-100kWh/t 复合肥 汽耗: 0.04-0.06t/ t 复合肥 + 标准煤耗 0.3-0.4t/t 复合肥 综合能耗 0.306-0.409(标煤/复合肥)	废水量 0.8-1m ³ /t 复合肥 COD 浓度 300-400 mg/L、 氨氮浓度 200-300 mg/L 烟气量: 20000-25000 m ³ /吨复合肥 含少量有机物的水蒸汽: 50-70g/m ³ 气	设备成本 1600-1800 万元/ 对应 5 万吨谷氨酸 运行成本 320-530 元/吨复合肥
絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+浓缩结晶制备硫酸铵技术+氨基酸植物营养液制备技术		电耗: 56-70kWh/t 复合肥 汽耗: 1.24-2.06t/ t 复合肥 综合能耗 0.17-0.27(标煤/复合肥)	废水量 0.4m ³ /t 复合肥 COD 浓度 300-400 mg/L、 氨氮浓度 200-300 mg/L 无烟气排放	设备成本 3000 万元/ 对应 5 万吨谷氨酸 运行成本 260-310 元/吨复合肥
喷浆造粒制取有机复合肥技术		电耗 70-90kwh/t 复合肥, 标准煤耗 0.3-0.4t/t 复合肥 综合能耗 0.3-0.4 (标煤/复合肥)	废水量 0.8-1m ³ /t 复合肥 COD 浓度 300-400 mg/L、 氨氮浓度 200-300 mg/L 烟气量: 20000-25000 m ³ /吨复合肥 含少量有机物的水蒸汽: 50-70g/m ³ 气	设备成本 600-800 万元/ 5 万吨复合肥 (对应 5 万吨谷氨酸) 运行成本: 300-500 元/吨复合肥,

絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+浓缩结晶制备硫酸铵技术+喷浆造粒制取有机复合肥技术	电耗 126-160kwh/t 复合肥 综合能耗 0.47-0.67(标煤/复合肥)	废水量 1.2-1.4m ³ /t 复合肥 COD 浓度 300-400 mg/L、 氨氮浓度 200-300 mg/L 烟气量: 20000-25000 m ³ /吨复合肥 含少量有机物的水蒸汽: 50-70g/m ³ 气	3600-3800 万元/ 对应 5 万吨谷氨酸运行成本: 608-861 元/吨复合肥,
UASB 厌氧生物处理技术	电耗: 1-2kWh/t 废水	有机容积负荷: 4-7kgCOD/m ³ d 产沼气量: 1.6-3.5 m ³ / m ³ 废水 d	投资成本 400-500 元/ 吨废水 运行成本: 0.4-0.8 元/吨废水
IC 厌氧生物处理技术	电耗: 1-2kWh/t 废水	有机容积负荷: 15-25kgCOD/m ³ d 产沼气量: 6-12.5 m ³ / m ³ d	投资成本 800-1000 元/吨废水 运行成本: 0.5-0.8 元/吨废水
A/O (缺氧/好氧) 生物脱氮处理技术	电耗: 4-6 kWh/t 废水	有机容积负荷: 0.1-0.3 kgCOD/m ³ d COD 排放指标 100mg/L 氨氮指标 20 mg/L 总氮指标 150-250 mg/L	投资成本 2000-2500 元/吨废水 (含构筑物) 运行成本: 2.-2.5 元/吨废水
接触氧化法生化处理技术	电耗: 2-3kWh/t 废水	有机容积负荷: 0.6-0.8 kgCOD/m ³ d COD 排放指标 100mg/L 氨氮指标 20 mg/L 总氮指标 150-250 mg/L	投资成本 2300-2900 元/吨废水 (含构筑物) 运行成本: 2-2.5 元/吨废水
新型 ASND (好氧同步硝化反硝化) 生物脱氮处理技术	电耗: 0.9-1.0kWh/t 废水	COD 去除率 90~95%; 氨氮去除率达到 93~97%; 总氮去除率 80~94%。 应用于味精工业废水处理时, 其废水处理后达到 COD100mg/L、氨氮 20mg/L、总氮 40 mg/L 以下。 有机容积负荷: 0.38kgCOD/ m ³ d; 0.069 kgNH ₃ -N/ m ³ d	投资成本 2250~2500 元/吨废水 (含构筑物) 运行成本 1.1-1.2 元/吨废水
常规物化法处理技术	电耗: 1-1.2kWh/t 废水	有机容积负荷: 0.1-0.2 kg/m ³ d 混凝沉淀法可实现 COD _{Cr} 去除率 40%~50%、SS 去除率 70%~90%、总磷去除率≥80%, “混凝+过滤”组合技术 SS 去除率可达 80%~90%。	投资成本: 200-300 元/吨废水 运行成本: 0.5-0.7 元/吨废水

双膜法处理技术		电耗: 6-8.2kWh/t 废水	COD 去除率>95% 色度去除率: 98% SS 去除率: 99%	投资成本: 2200-3300 元/吨废水 运行成本: 5.5-6.7 元/吨废水
高效有机气溶胶烟气治理技术		电耗: 30-35-20kWh/t 复合肥	能够实现挥发性/半挥发性有机物 (VOCs/SVOCs) 去除效率 95% 以上, 并且去除烟气造成的烟带。 除尘效率 > 99%	投资成本: 130-170 万元/万吨复合肥 运行成本: 27-35 元/吨复合肥
湿法喷淋技术		电耗: 15-20kWh/t 复合肥	(VOCs/SVOCs) 去除效率: 20-30% 除尘效率: 80-90%	投资成本: 30-50 万元/万吨复合肥 运行成本: 15-20 元/吨复合肥

*各个技术间运行成本可能有重叠; 运行成本主要包括: 人工+能源消耗+财务管理+维修 (不含原辅材料、设备折旧)

* 综合能耗按照《综合能耗计算通则 (GB/T 2589—2008)》的电力 (当量值) 折标准煤系数0.122 9 kgce/ (kW·h), 蒸汽 (低压) 折标准煤系数0.128 6 kgce/kg 计算得到。

6.4.味精行业能耗及污染物排放水平

结合味精清洁生产标准，对照项目组调研，可得味精行业能耗及污染物排放水平。

表 8 味精行业能耗及污染物排放水平

项目		取水量 (m ³ /t)	综合能耗 (t标煤/t)	废水产生量 (m ³ /t)
清洁生产标准 HJ444-2008	一级	≤55	≤1.5	≤50
	二级	≤60	≤1.7	≤55
	三级	≤65	≤1.9	≤60
调研资料*		9~80	1.1~1.5	8~70

* 调研资料中包含一些仅进行味精精制生产的企业，因此取水量及废水产生量较低。

通过调研可知，味精行业由于近年产业集中度日益提高，味精企业普遍重视清洁生产与污染控制，相继通过了国家清洁生产审核和环保部组织的环保核查，大型味精企业的清洁生产水平和污染控制水平普遍较高。

7. 可行技术的确定原则和评估、筛选方法

在对味精工业企业生产现状调查分析的基础上，广泛搜集资料信息，包括生产规模、产品质量、工艺流程、技术装备、能耗物耗、产污排污、控制措施、运行管理等，在对技术特点、经济效益等进行综合分析和专家评估的基础上，形成味精工业污染防治可行技术体系。

7.1.可行技术的确定原则

(1) 综合防治原则

本指南根据清洁生产和循环经济的理念和指导思想，确定味精工业环境污染治理应尽量从源头控制，采用以防为主，防治结合的原则，实施全过程清洁生产，从源头上减少污染物的产生，从而降低和减轻污染物末端治理的压力，提高环境污染防治和管理水平。

(2) 全过程管理原则

本指南始终体现全过程控制和管理的原则，规定了从味精生产主体工艺到末端污染治理全过程的污染防治可行技术及其环境管理实践要求，从而实现对环境的高水平整体保护。

(3) 节能减排的原则

根据国务院颁布的《国家环境保护“十一五”规划》以及《节能减排综合性工作方案》的指导思想和方针，味精工业技术的选择和管理也应全面体现节能减排的原则。

(4) 循环经济的原则

本指南对味精工业工艺及污染防治技术都做了概要性的描述，并对其环境效果、二次污染、经济成本以及综合利用途径等做了详细分析，目的在于通过技术的环境效果和经济分析，

确定可行技术，促进产业循环经济发展，提高产业经济效益。

7.2.可行技术的筛选方法

可行技术的筛选通过建立相应的技术评估模型来实现，其目标对同一环节同一类型的多项技术进行对比筛选；在建模方法选择上采用的是模糊层次分析法，即以层次分析法为主体框架，在输入数据处理上加入模糊化方法，评价模型建立流程如图8所示。

根据评价模型所确定的评价得分，结合专家咨询会的定性评定，确定入选可行技术的技术清单。根据评估模型计算的备选技术得分如下表所示。

表 9 评估模型计算的备选技术得分

工序	技术名称	模型得分*
淀粉（玉米）生产技术	全闭环湿法粉碎淀粉（玉米）生产技术	0.63
	传统湿法粉碎淀粉（玉米）生产技术	0.22
谷氨酸发酵工艺	高性能温敏型谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺	0.82
	生物素亚适量法谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺	0.59
谷氨酸分离提取工艺	浓缩等电结晶生产工艺	0.84
	等电离交生产工艺	0.31
味精精制技术	味精传统精制技术	0.38
	味精间歇结晶技术（谷氨酸转晶）	0.76
	味精连续结晶技术（谷氨酸转晶）	0.80
尾液综合利用技术	絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+喷浆造粒制取有机复合肥技术	0.56
	絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+浓缩结晶制备硫酸铵技术+氨基酸植物营养液制备技术	0.42
	喷浆造粒制取有机复合肥技术	0.59
	絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+浓缩结晶制备硫酸铵技术+喷浆造粒制取有机复合肥技术	0.86
三废治理技术	UASB 厌氧生物处理技术	0.50
	IC 厌氧生物处理技术	0.60
	A/O（缺氧/好氧）生物脱氮处理技术	0.65
	接触氧化法生化处理技术	0.59
	新型 ASND（好氧同步硝化反硝化）生物脱氮处理技术	0.89
	常规物化法处理技术	0.57
	双膜法处理技术	0.69
	高效有机气溶胶烟气治理技术	0.67
湿法喷淋技术	0.48	

0-0.25，淘汰技术；0.25-0.5，逐步淘汰技术；0.5-0.75，建议推广技术；0.75-1，大力推广技术。

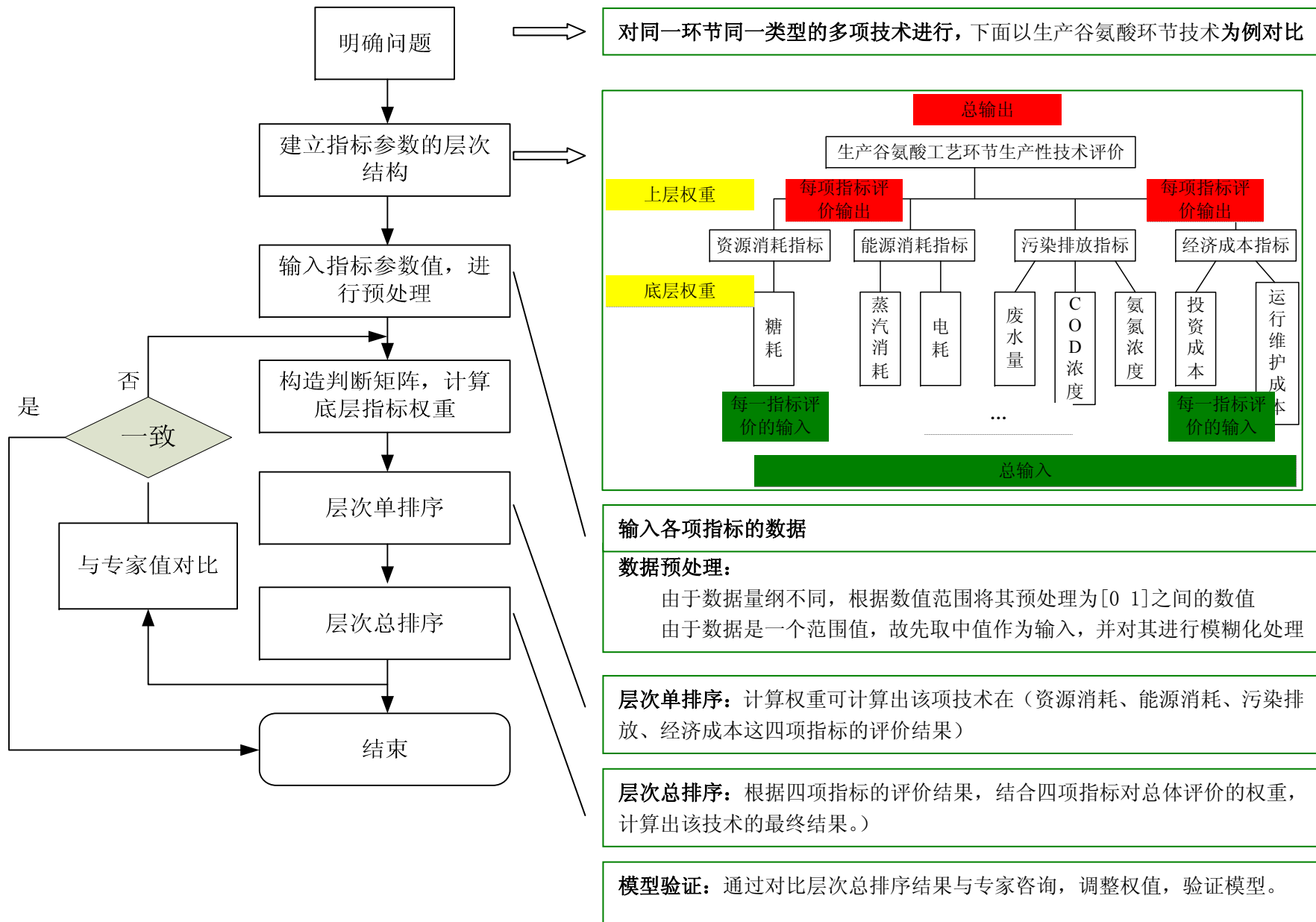


图 8 技术评价模型建立流程

8. 指南主要技术内容及说明

本指南的内容共六部分。0.前言：介绍指南的定位、制定部门和起草单位、发布、实施日期等信息；1.总则：介绍指南的适用范围、术语及定义；2.生产工艺和污染物排放：简要描述目前我国味精生产的工艺状况，主要污染物的产生、排放和控制措施；3.味精工业污染防治技术包括3.1工艺过程污染预防技术：主要阐述污染物产生量少，资源能源消耗少，生产流程简短，技术经济水平高及环境效益好的生产工艺；3.2-3.5 大气污染治理技术、水污染治理技术、固体废物治理技术和噪声治理技术；4.味精工业污染防治可行技术：在上述内容的基础上立足于四个层面确定并推荐若干项可行的控制技术，贯彻国家有关政策、法规，遵循清洁生产和循环经济理念，满足环保排放标准要求，瞄准先进、高效、经济和高水平，并提供了各种技术应用中的系统组成、处理工艺流程等；给出了味精工业污染防治可行技术工艺组合图。

8.1.主要污染源及特征污染物

8.1.1. 大气污染

味精生产产生的大气污染物主要来源于尾气喷浆造粒制取有机复合肥过程中产生的大量烟气，其中含有颗粒物和多种无机、有机污染物。颗粒物主要为烟尘，无机类污染物包括氨、二氧化碳、二氧化硫等，有机类污染物多为挥发性有机物，会对环境和人体健康造成影响。

8.1.2. 水污染

味精废水有机污染物浓度高，易于生化降解，其中含有残糖、菌体蛋白、氨基酸、铵盐及硫酸盐等，是典型的高COD_{Cr}、高BOD₅、高菌体含量、高NH₃-N、高SO₄²⁻、低pH的“五高一低”废水。其中水解糖制备过程会随着原料的不同，废水水质差异较大：主要包括制糖清洗废水和以大米为原料时的洗涤水，以及以玉米为原料生产淀粉的淀粉废水。氨基酸发酵和提取过程所采用的提取工艺不同污水差异较大，采用等电离子交换工艺产生的废水包括谷氨酸提取的离子交换尾液及树脂洗涤水，该部分废水排放量大，污染物浓度高、难处理，是制约味精生产发展的主要因素之一。采用浓缩等电工艺产生谷氨酸提取的分离尾液。此外谷氨酸发酵过程中还将排出连消灭菌洗罐废水。谷氨酸精制生产味精过程产生炭柱冲洗废水。尾液综合利用过程产生浓缩冷凝废水。

8.1.3. 固体废物污染

味精生产固体废物产生较少,在水解糖制备过程会产生极少量的粉渣或米渣一般作为饲料出售、谷氨酸精制生产味精过程过滤产生的废活性炭滤饼一般由原生产厂家回收。末端废水处理中所产生的剩余污泥经浓缩、离心脱水后可与尾液合并,经喷浆造粒制造复合肥。其中的厌氧污泥也可压滤形成泥饼后直接作为肥料出售。

8.1.4. 噪声污染

味精生产中产生的噪声分为机械噪声和空气动力性噪声,主要噪声源包括粉碎机、离心机、空压站以及发酵罐的排气口,噪声为 90-100 dB(A)。

8.2.主要生产工艺及生产污染防治技术

根据生产过程及主要产污节点,将味精生产技术分为水解糖制备工序污染防治技术、谷氨酸发酵工序污染防治技术、谷氨酸分离提取工序污染防治技术、味精精制工序污染防治技术和尾液综合利用工序污染防治技术。

水解糖制备工序污染防治技术包括全闭环湿法粉碎淀粉(玉米)生产技术和湿法粉碎淀粉(玉米)生产技术;谷氨酸发酵工序污染防治技术包括高性能温敏型谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺和生物素亚适量法谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺;谷氨酸分离提取工序污染防治技术包括浓缩等电结晶生产工艺、谷氨酸连续间歇耦联等电点结晶(双结晶)生产工艺和等电交生产工艺;味精精制工序污染防治技术包括味精(谷氨酸转晶)精制技术、味精(谷氨酸转晶)连续结晶技术和味精传统精制技术;尾液综合利用工序污染防治技术包括絮凝气浮法生产菌体蛋白技术、浓缩结晶制备硫酸铵技术、喷浆造粒制取有机复合肥技术和氨基酸植物营养液制备技术。上述生产工艺减少了污染物的排放、提高了资源能源利用效率、缩短了生产流程、简化了生产工艺,从源头上控制或减少了污染物的产生。

8.3.污染治理技术

主要包括大气污染治理技术、水污染治理技术、固体废物综合利用及处理处置技术和噪声污染治理技术。

大气污染治理技术包括湿法喷淋技术和高效有机气溶胶烟气治理技术。水污染治理技术又根据废水特点及最终目标,将处理技术分为预处理技术、生化处理技术和深度处理技术。预处理(水解糖生产废水)技术包括 UASB(上流式厌氧污泥床反应器)厌氧生物处理技术和 IC(内循环厌氧反应器)厌氧生物处理技术;生化处理技术包括 A/O(缺氧/好氧)生物脱氮处理技术、接触氧化法生化处理技术和新型 ASND(好氧同步硝化反硝化)生物脱氮处理技术、深度处理技术包括常规物化法深度处理技术和双膜法处理技术。上述技术都在企业

有实际应用案例，都达到了甚至超过了目前味精工业污染物排放标准。

8.4.污染防治可行技术

本指南提供的备选技术，均为目前国内味精企业在生产实践中已有使用，技术成熟可靠，治理效果显著，受到业界的认可和推崇，占主导地位的工艺和技术。

在编制过程中，全面检索、收集了国内外有关资料，主要包括：国内外环境政策和方针、可参考的可行技术范本、味精工业手册、正在送审的味精工业污染物排放标准、味精工业污染治理方面相关专著和论文、必要的专题研究和技术交流研讨材料等等。组织专家及企业技术人员对国内的味精生产工艺及污染治理进行了总结和研讨，基本掌握了企业生产工艺、环保治理技术和管理措施等实际情况。同时书面函调和实地调研国内味精龙头企业，以获取企业生产过程中的第一手材料。运用模糊层次分析法，通过建立技术评估模型，对每个环节的在用技术进行了综合评价和验证，并在对主要问题和疑难问题进行了反复的研讨和论证的基础上，确定了味精工业污染防治可行技术。

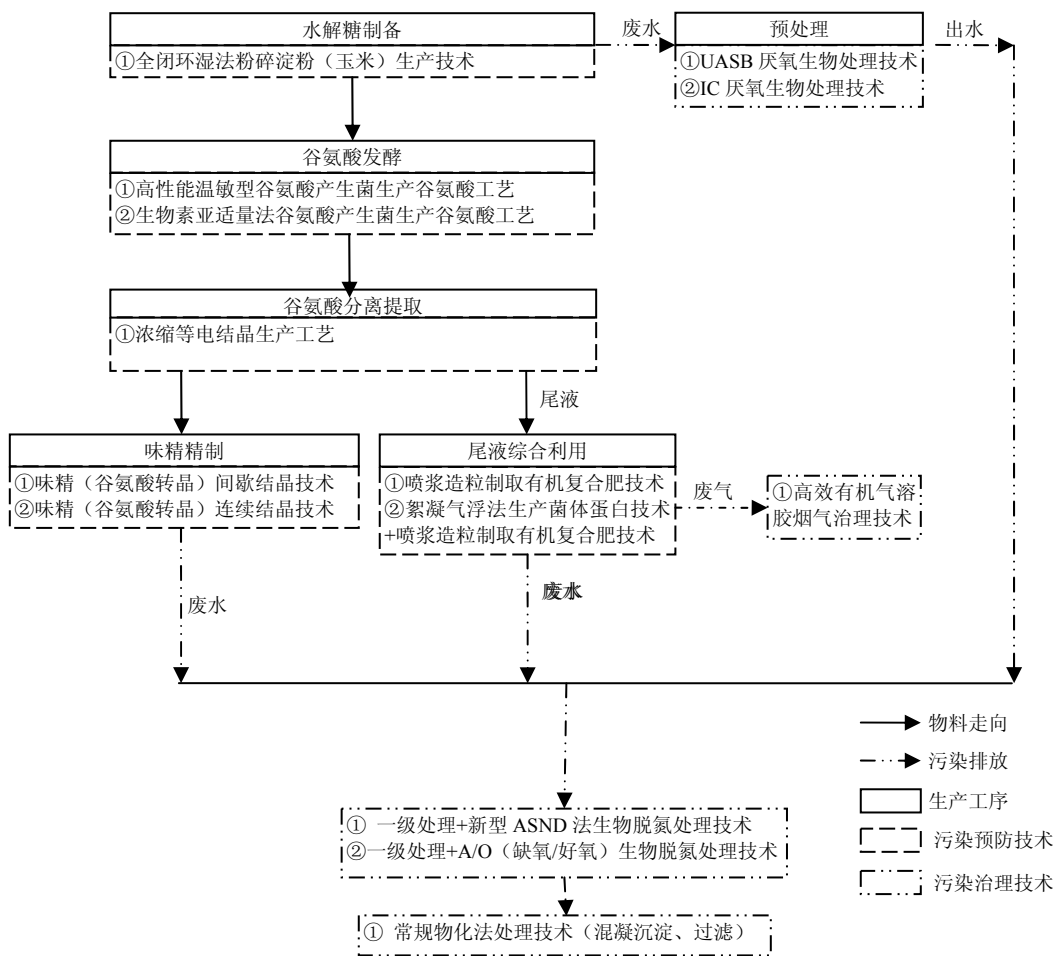


图 9 味精工业污染防治可行技术组合

味精生产工艺过程污染预防可行技术及主要技术指标见表 10。

表 10 工艺过程污染预防可行技术及主要技术指标

工序	可行技术	主要技术指标	环境效益	技术适用性	技术经济性
水解糖制备	全闭环湿法粉碎淀粉(玉米)生产技术	取水量 $\leq 4.5\text{m}^3/\text{t}$ 淀粉;水重复利用率 $\geq 70\%$;玉米淀粉收率 $\geq 68\%$;总产品干物收率 $\geq 95\%$;硫磺用量 $\leq 2.2\text{kg}/\text{t}$;电耗 $\leq 220\text{kWh}/\text{t}$ 淀粉;废水产生量 $\leq 4.0\text{m}^3/\text{t}$ 淀粉;COD 产生量 $\leq 24\text{kg}/\text{t}$ 淀粉;氨氮产生量 $\leq 0.24\text{kg}/\text{t}$ 淀粉	比传统湿法粉碎淀粉(玉米)生产技术吨淀粉废水产生量降低 20%,吨淀粉 COD 产生量降低 25%;吨淀粉氨氮产生量降低 20%	适用于以玉米为原料生产淀粉的味精企业。	设备成本 0.8-1 亿元/30 万吨淀粉,运行成本 1000~1500 元/吨淀粉
谷氨酸发酵	高性能温敏型谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺	葡萄糖消耗 1.3~1.5t/t 谷氨酸;蒸汽消耗 1.7~4.3t/t 谷氨酸;电耗 750~950kWh/t 谷氨酸;综合能耗 0.31~0.67 (标煤/t 谷氨酸) 产酸率: 17%~18%;糖酸转化率: 65%~68%;发酵周期: 32 小时。	比生物素亚适量法吨谷氨酸综合能耗降低约 14%,通过产酸率和糖酸转化率提高从而减少整个味精后续生产工序废水和 COD 产生量。	适用于以淀粉、糖蜜为原料的谷氨酸生产	设备成本: 1~1.5 亿元/5 万吨谷氨酸 运行成本: 1000-1100 元/吨谷氨酸
	生物素亚适量法谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺	葡萄糖消耗 1.5-1.7t/t 谷氨酸;蒸汽消耗 2-5t/t 谷氨酸;电耗 870-1100kWh/t 谷氨酸;综合能耗 0.36-0.78 (标煤/t 谷氨酸);产酸率: 13%~14%;糖酸转化率: 58%~60%;发酵周期: 30 小时。	为大多数味精企业所采用,比高性能温敏型生产工艺易于管理和控制。	适用于以淀粉为原料的谷氨酸生产	设备成本 1-1.5 亿元/5 万吨谷氨酸; 运行成本 1500-2000 元/t 谷氨酸
谷氨酸提取	浓缩等电结晶生产工艺	硫酸消耗量 0.4-0.5 t/t 谷氨酸;无液氨和新鲜水消耗;蒸汽消耗 2-4 t/t 谷氨酸;电耗 400-600 kWh/t 谷氨酸;综合能耗 0.31-0.59 标煤/t 谷氨酸;废水产生量 3-5 m^3/t 谷氨酸;COD 产生量 0.9-2.5kg/t 谷氨酸;氨氮产生量 0.3-1kg/t 谷氨酸	比等电交生产工艺吨谷氨酸综合能耗降低约 50%,吨谷氨酸废水产生量降低约 65%,吨谷氨酸 COD 和氨氮产生量分别降低 90%和 95%以上。	适用于发酵产酸率较高、生物素适量发酵法生产味精的企业。	设备成本 0.8-1 亿元/5 万 t 谷氨酸 运行成本 1000-1500 元/t 谷氨酸
味精精制	味精间歇结晶技术(谷氨酸转晶)	活性炭消耗 0.006-0.015t/t 味精;纯碱消耗 0.36-0.37t/t 味精;取水量 3-5t 水/t 味精;蒸汽消耗 2-3t/t 味精;电耗 80-110 kWh/t 味精;综合能耗 0.27-0.39 标煤/t 味精;废水产生量 2-3 m^3/t 味精;COD 产生量 0.6-1.5kg/t 味精;氨氮产生量 0.04-0.15kg/t 味精	比味精传统精制技术吨味精综合能耗降低约 50%,吨味精废水产生量降低约 37%,吨味精 COD 和氨氮产生量分别降低 38%和 47%以上	适用于转晶谷氨酸的味精精制工序	设备成本 0.3-0.4 亿元/5 万吨味精 运行成本: 500-800 元/吨味精
	味精连续结晶技术(谷氨酸转晶)	活性炭消耗 0.006-0.015 /t 味精;纯碱消耗 0.36-0.37t/t 味精;取水量 1.2t 水/t 味精;蒸汽消耗 3t/t 味精;电耗 130kWh/t 味精;综合能耗 0.4 标煤/t 味精;废水产生量 1.5 m^3/t 味精;COD 产生量 $< 3\text{kg}/\text{t}$ 味精。	比味精传统精制技术吨味精综合能耗降低约 40%,吨味精废水产生量降低约 62%,无氨氮产生。	适用于转晶谷氨酸的味精精制工序	设备成本 0.2-0.25 亿元/5 万吨味精 运行成本: 500-800 元/吨味精
尾液综合利用	喷浆造粒制取有机复合肥技术	电耗 70-90kWh/t 复合肥,综合能耗 0.3-0.4t 标煤/复合肥;废水产生量 0.8-1 m^3/t 复合肥;废水 COD_{Cr} 浓度 300-400 mg/L;氨氮浓度 200-300 mg/L 废气产生量: 20000-25000 m^3/t 复合肥;气溶胶型挥发性/半挥发性有机废气产生量为 1-1.75t/t 复合肥	实现了高浓度尾液的综合利用,大大降低了废水、COD 及氨氮产生量	适用于发酵行业的尾液综合利用	设备成本 600-800 万元/5 万 t 谷氨酸;运行成本 300-500 元/t 复合肥
	絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+喷浆造粒制取有机复合	电耗: 76-100kWh/t 复合肥;综合能耗 0.306-0.409 (标煤/复合肥);废水产生量 0.8-1 m^3/t 复合肥;COD 产生量 0.24-0.4kg/t 复合肥;氨氮产生量 0.16-0.24kg/t 复合	实现了高浓度尾液的综合利用,大大降低了废水、COD 及氨氮产生量	适用于发酵行业的尾液综合利用	设备成本 1600-1800 万元/5 万 t 谷氨酸;运行成本

肥技术	肥；废气产生量：20000-25000 m ³ /吨复合肥；气溶胶型挥发性/半挥发性有机废气产生量为 1-1.75t/t 复合肥			320-530 元 /t 复合肥
-----	---	--	--	------------------

味精生产污染治理可行技术及主要技术指标见表 11。

表 11 污染治理可行技术及主要技术指标

可行技术	主要技术指标	环境效益	技术适用性
高效有机气溶胶烟气治理技术	技术流程为气溶胶烟气的文丘里洗涤、一级喷淋塔洗涤、二级喷淋塔洗涤和静电处理器处理。其中文丘里洗涤采用发酵废液直接洗涤，静电处理工序中采用同极距为 250~600mm 间距的六角蜂窝型阳极管高压电场，其静电处理设备使用导电非金属复合材质材料。	能够实现挥发性/半挥发性有机物（VOCs/SVOCs）去除效率 95% 以上，并且去除烟气造成的烟带。	该技术适用于喷浆造粒制取有机复合肥过程产生的废气治理
UASB 厌氧生物处理技术	容积负荷宜为 5~10kgCOD/(m ³ ·d)，污泥浓度宜为 10~20g/L，水力停留时间宜为 12~20h；有效高度一般为 5-7m，不宜超过 10m，单座体积不宜超过 2000m ³ ；厌氧进水的 pH 值宜为 6.5~7.5，COD _{Cr} /SO ₄ ²⁻ 的比值宜不小于 10，悬浮物的含量宜小于 1500mg/L；厌氧处理宜采用中温厌氧技术，温度宜为 32℃~35℃；厌氧出水为满足后续二级生化脱氮处理，BOD ₅ /TN 比值宜大于 4。	COD _{Cr} 去除率为 80~90%，BOD ₅ 去除率为 90~95%，出水 COD _{Cr} 750~1500mg/L	该技术有机物处理效率高，适用于水解糖生产废水的预处理。
IC 厌氧生物处理技术	容积负荷宜为 10~25kgCOD/(m ³ ·d)，污泥浓度宜为 20~40g/L，水力停留时间宜为 6~12h；高度不宜超过 25m，单座体积不宜超过 1500m ³ ；厌氧进水的 pH 值宜为 6.5~7.5，COD _{Cr} /SO ₄ ²⁻ 的比值宜不小于 10，悬浮物的含量宜小于 1500mg/L；厌氧处理宜采用中温厌氧技术，温度宜为 32℃~35℃；厌氧出水为满足后续二级生化脱氮处理，BOD ₅ /TN 比值宜大于 4。	COD _{Cr} 去除率为 80~90%，BOD ₅ 去除率为 90~95%，出水 COD _{Cr} 750~1500mg/L	该技术有机物处理效率是 UASB 的 3-5 倍，适用于水解糖生产废水的预处理。
新型 ASND 法生物脱氮处理技术	污泥回流比一般为 60%~100%，生化反应池中污泥浓度为 3000~5000mg/L；反应池温度 15℃~30℃，pH 值宜为 7~8，有机容积负荷 0.38kgCOD/ m ³ d，0.069 kgNH ₃ -N/ m ³ d；采用 SBR 工艺时，反应池个数宜为 2 个以上，其运行周期宜为 6~12h，充水比宜为 0.15~0.3；推流式曝气池无需分缺氧/好氧区，无需内循环回流，当进水总氮浓度>250mg/L 时，可采用多点进水的灵活进水方式，以补充后段碳源不足。	COD _{Cr} 去除率 75%~90%，BOD ₅ 的去除率 75%~95%，氨氮的去除率≥90%，总氮去除率 75%~85%。	该技术总氮脱除效果好，可承受更高进水有机物和总氮负荷，可达到更高效率的脱氮率和有机物去除率，适用于味精综合废水的处理。
A/O (缺氧/好氧) 生物脱氮处理技术	废水浓度范围为 COD (1000~1200mg/L)、氨氮 (50~100mg/L)；污泥回流比一般为 60% 100%，宜保证生化反应池中污泥浓度为 3000 5000mg/L；内循环回流比应大于 400%；反应池温度应控制在 15℃~30℃ 之间，pH 值宜为 7~8；有机容积负荷：0.1-0.3 kgCOD/m ³ d；采用 SBR 工艺时，反应池个数宜为 2 个以上，其运行周期宜为 6~12h，充水比宜为 0.15~0.3。推流式曝气池可采用两级或两级以上的 A/O 法，第二级 A/O 普遍需要添加碳源，pH 需跟踪控制。	COD _{Cr} 去除率 75%~85%，BOD ₅ 的去除率 75%~95%，氨氮的去除率≥90%。	该技术适用于味精综合废水的处理，总氮脱除效率受混合液回流比限制，占地面积大。
常规物化法处理技术	可参照《污水混凝与絮凝处理工程技术规范》(HJ 2006-2010) 和《污水过滤处理工	混凝沉淀法可实现 COD _{Cr} 去除率	该技术可进一步去除水中有机物

	程技术规范》(HJ 2008-2010)的技术要求。	40%~50%、SS 去除率 70%~90%、总磷去除率 ≥80%，“混凝+过滤”组合技术SS去除率可达 80%~90%。	及悬浮物，适用于味精综合废水的三级深度处理。
--	----------------------------	---	------------------------

未列入可行技术的备选技术，其未入选的说明汇总如表 12。

表 12 未入选技术（组合工艺）名录及说明

技术名称	应用范围	未入选说明
传统湿法粉碎淀粉（玉米）生产技术	淀粉（玉米）生产	该技术在水循环及废弃物利用方面未能充分实现全闭环逆流循环，在废水、COD 及氨氮产生量均高出全闭环工艺 20%以上。
等电离交生产工艺	谷氨酸分离提取	尽管该技术谷氨酸提取收率达 95%以上，但用水量、浓硫酸和氨水消耗大。且已列入《产业结构调整指导目录（2011 年本）》淘汰技术名录。
味精传统精制技术	味精精制	该技术主要配套用于等电离交工艺的谷氨酸精制，谷氨酸未进行转晶，新鲜水耗、蒸汽消耗与电耗都较高，废水排放量较大。
絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+浓缩结晶制备硫酸铵技术+喷浆造粒制取有机复合肥技术	尾液综合利用	该技术工艺组合尽管技术和理论上可行，但经济上存在不实用性，且发酵废液经制备硫酸铵后，在喷浆造粒生产复合肥中为达到肥效标准，还得添加相应氮，生产成本较高。
絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+浓缩结晶制备硫酸铵技术+喷浆造粒制取有机复合肥技术	尾液综合利用	该技术工艺组合尽管技术和理论上可行，且二次污染较少，但实际需要配套建立大量储存设施和农田使用，目前仅一家企业建立了循环经济试点，因此列入了味精工业污染防治新技术。
湿法喷淋技术	三废治理	该技术可有效去除颗粒物，但对有机气溶胶去除效果差，仅能达到 30-40%的去除率。
接触氧化法生化处理技术		该技术适合于仅进行味精精制生产且有机物浓度不高的废水，但填料易堵塞，且总氮脱除效果差。
双膜法处理技术		该技术膜的清洗难度大，投资和运行费用较高。经双膜法深度处理后的出水可回用，但不可作为味精生产过程工艺用水，非必需技术。

9. 可行技术指南实施的环境效益与经济技术分析

9.1. 指南实施的环境效益

本指南提供的可行技术，均为目前国内典型味精企业在生产实践中应用并技术成熟可靠的工艺和技术，该类味精企业都通过了国家清洁生产审核，达到了国内先进水平，个别指标达到国际先进水平，污染物排放指标均满足现行的《味精工业污染物排放标准》（GB19431-2004），个别企业在采用本指南针对味精综合废水的二级生化新型 ASND 法生物脱氮处理技术后，可以达到并实现出水 COD<100mg/L，氨氮<20 mg/L，总氮<40 mg/L 要求，即满足《味精工业污染物排放标准》（2008 报批稿）的要求。以采用本指南可行技术的国内两家典型味精企业为例（如表 13）。

表 13 可行技术指南应用典型味精企业污染物排放

			企业 1	企业 2
味精产量 (万吨/年)			30	24
污染预防技术组合			(玉米淀粉外购)+高性能温敏型谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺+浓缩等电结晶生产工艺+味精间歇结晶技术(谷氨酸转晶)+絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+喷浆造粒制取有机复合肥技术	全闭环湿法粉碎淀粉(玉米)生产技术+生物素亚适量法谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺+浓缩等电结晶生产工艺+味精间歇结晶技术(谷氨酸转晶)+絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+浓缩结晶制备硫酸铵技术+氨基酸植物营养液制备技术
污染治理技术组合			高效有机气溶胶烟气治理技术 UASB 厌氧生物处理技术+新型 ASND 生物脱氮处理技术	*无气溶胶烟气排放 * (UNITANK 工艺)
	项目 (mg/L, pH 除外)	新标准 (报批稿)-2008		
污 染 物 排 放	pH 值	6~9	7	处于南水北调东线控制区, 污水处理后排入城市污水处理厂, 污水经企业污水处理站处理后达到市政污水入网要求。
	悬浮物	50	35	
	BOD ₅	20	17	
	COD _{cr}	100	91	
	氨氮	20	1.2	
	总氮	40	16	
	总磷	0.5	0.17	
	单位产品基准排水量(m ³ /t 产品)	60	12	15

项目组根据调研情况, 结合行业研讨会和专家咨询, 结合行业十二五发展规划, 确定了各可行技术的现状普及率及十二五计划普及率。以 2010 年全国味精行业生产总量 216 万吨为基准, 预计“十二五”末产能预计达到 270 万吨左右。“十二五”期间, 通过采用可行技术, 将大幅度提高原料的利用率和转化率, 降低产品能耗、水耗, 减轻环境污染。同时, “十二五”期间味精行业在经过产业结构调整、技术创新、淘汰落后产能后, 行业整体技术水平将有较大提高, 行业内企业大型化, 集约化程度、生产技术水平以及自主研发能力和污水处理水平也将不断提高, 同时吨味精废水产生量和排放量将逐年减少。

首先定义行业内现有及新增产能均采用可行技术, 以此计算的污染物减排量即为理论最大减排潜力。具体计算时首先核算现有产能中尚未采取可行技术的生产能力, 然后再按照对十二五末的产量预测来计算新增产能, 假设这两项产能全部采用可行技术, 计算所得到的即为理论最大减排潜力。而实际减排能力则为十二五末技术普及率与十二五末的产量来计算。

理论最大减排量中产能潜力计算公式:

$$W_L = W_{2010} \times (1 - P_n) + (W_{2015} - W_{2010})$$

W_L : 理论最大减排量中产能潜力; W_{2010} : 2010 年基准产量 216 万吨; P_n : 该技术现状普及率; W_{2015} : 2015 年预计产量 270 万吨;

按照十二五末可能推广比例的新增产能计算公式:

$$W_N = W_{2015} \times P_y - W_{2010} \times P_n$$

W_N : 十二五末可能推广比例的新增产能; P_y : 十二五预测普及率;

按照理论最大减排潜力和实际可能的减排潜力的两种不同情景,分别计算确定的可行技术的减排量,详见表 14。

表 14 味精行业可行技术理论最大及实际可能减排潜力

可行技术	现状普及率/ 十二五预测 普及率	理论最大减排量			实际可能减排量	
		现在尚未采取 可行技术的产 能 万吨	到十二五末预 计新增产能/万 吨	减排量	按照十二五末可能 推广比例的新增产 能/万吨	减排量
全闭环湿法粉碎淀粉(玉米)生产技术	80%/100%	43.2	54	按 1 吨淀粉可生产 0.6 吨味精计, 则需 $97.2/0.6=162$ 万吨淀粉, 与传统湿法粉碎淀粉生产技术相比, 吨淀粉废水产生量降低 20%, 吨淀粉 COD 产生量降低 25%; 吨淀粉氨氮产生量降低 20%, 减排 162 万吨废水, 减排 $COD 8kg*162$ 万吨= 1.296 万吨, 减排氨氮 $0.06kg*162$ 万吨= 97.2 吨	97.2	减排 162 万吨废水, 减排 $COD 1.296$ 万吨, 减排氨氮 97.2 吨
高性能温敏型谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺	10%/70%	194	54	按 1 吨谷氨酸可生产 1.24 吨味精计, 则需 $248/1.24=200$ 万吨谷氨酸, 与生物素亚适量菌种发酵技术相比, 仅以糖酸转化率提高 5% 计, 则降低了 5% 的葡萄糖原料进入废液中, 以葡萄糖消耗 1.5t/t 谷氨酸计, 可降低葡萄糖 $0.075t/t$ 谷氨酸, 总计可减少 $0.075*200$ 万吨= 15 万吨葡萄糖进入废液, 按 $1.07gCOD/g$ 葡萄糖计, 则可减排 $COD 1.07*15$ 万吨= 16.05 万吨。	167.4	减 排 COD $16.05*167.4/248=10.83$ 万吨
浓缩等电结晶生产工艺	50%/70%	108	54	按 1 吨谷氨酸可生产 1.24 吨味精计, 则需 $162/1.24=130.6$ 万吨谷氨酸, 与等电交生产工艺吨相比, 吨谷氨酸废水产生量降低约 3-10t, 吨谷氨酸 COD 和氨氮产生量分别降低 9-25kg 和 6-20kg 以上, 则可减排废水 $6.5t*130.6$ 万吨= 848.9 万吨, 减排 $COD 17kg*130.6$ 万吨= 2.22 万吨, 减排氨氮 $13kg*130.6$ 万吨= 1.7 万吨。	81	减 排 废 水 $848.9*81/162=424.5$ 万吨, 减排 COD 1.11 万吨, 减排氨氮 0.85 万吨。
味精间歇结晶技术(谷氨酸转晶)	65%/80%	64.8	54	以间歇精制技术为例, 比味精传统精制技术吨味精废水产生量降低约 1-2 t, 吨味精 COD 和氨氮产生量分别降低 0.3-0.6kg 和 0.02-0.04kg, 则可减排废水 $1.5t*118.8$ 万吨= 178.2 万吨, 减排 $COD 0.45kg*118.8$ 万吨= 0.05 万吨, 减排氨氮 $0.03kg*118.8$ 万吨= 35.6 吨。	64.8	减 排 废 水 $178.2*64.8/118.8=97.2$ 万吨, 减排 COD 0.027 万吨, 减排氨氮 19.4 吨。

高效有机气溶胶烟气治理技术	70%/90%	64.8	54	比湿法喷淋技术提高气溶胶去除率 70%，按废气产生量约为 20000-25000 Nm ³ /吨复合肥计算，以 1 吨味精即产生 1 吨复合肥计，即减少废气排放 22500 Nm ³ *0.7*118.8 万吨=1.87*10 ⁶ 万 Nm ³ ，若以每 100 吨复合肥减少 120 吨气溶胶烟气污染物计，则可减少气溶胶烟气污染物排放 120*118.8 万吨/100 吨=142.56 万吨	91.8	减少废气排放 1.87*10 ⁶ 万 Nm ³ *91.8/118.8=1.445*10 ⁶ 万 Nm ³ ；减少气溶胶烟气污染物排放 110.16 万吨
新型 ASND 法生物脱氮处理技术	15%/70%	184	54	以进水 COD1000mg/L，去除率 90%；进水氨氮 100mg/L，去除率 93%；进水总氮 100mg/L，去除率 80%计算，共可减排 COD20 万吨，氨氮 2 万吨，总氮 1.8 万吨。	156.6	可减排 COD20*156.6/238=13.16 万吨，氨氮 1.3 万吨，总氮 1.17 万吨

*潜力计算仅选取了味精生产各生产工序的主要可行技术；尾液综合利用工序均能实现资源综合利用，因此未列入；预处理过程的厌氧生物技术由于不是最终排放也未列入；A/O（缺氧/好氧）生物脱氮处理技术目前在行业中为主流技术，未来普及率不会增大，因此未列入。

9.2.指南实施的经济技术分析

项目组经过对调研资料的汇总整理,结合专家咨询,确定了可行技术的投资及运行成本分析,结果如表 15 所示。设备投资按照《产业结构调整指导目录(2011 年本)》所确定的淀粉及谷氨酸最小规模确定。

表 15 可行技术设备投资及运行成本

可行技术	设备投资成本	运行成本
全闭环湿法粉碎淀粉(玉米)生产技术	0.8-1 亿元/30 万吨淀粉	1000~1500 元/吨淀粉
高性能温敏型谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺	1~1.5 亿元/5 万吨谷氨酸	1000-1100 元/吨谷氨酸
生物素亚适量法谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺	1-1.5 亿元/5 万吨谷氨酸	1500-2000 元/t 谷氨酸
浓缩等电结晶生产工艺	0.8-1 亿元/5 万 t 谷氨酸	1000-1500 元/t 谷氨酸
味精间歇结晶技术(谷氨酸转晶)	0.3-0.4 亿元/5 万吨味精	500-800 元/吨味精
味精连续结晶技术(谷氨酸转晶)	0.2-0.25 亿元/5 万吨味精	500-800 元/吨味精
喷浆造粒制取有机复合肥技术	600-800 万元/5 万 t 谷氨酸	300-500 元/t 复合肥
絮凝气浮法生产菌体蛋白技术+喷浆造粒制取有机复合肥技术	1600-1800 万元/5 万 t 谷氨酸	320-530 元/t 复合肥
高效有机气溶胶烟气治理技术	130-170 万元/万吨复合肥	27-35 元/吨复合肥
UASB 厌氧生物处理技术	400-500 元/吨废水(含构筑物)	0.4-0.8 元/吨废水
IC 厌氧生物处理技术	800-1000 元/吨废水(含构筑物)	0.5-0.8 元/吨废水
新型 ASND 法生物脱氮处理技术	2250~2500 元/吨废水(含构筑物)	1.1~1.2 元/吨废水
A/O(缺氧/好氧)生物脱氮处理技术	2000~2500 元/吨废水(含构筑物)	2.0~2.5 元/吨废水
常规物化法处理技术	200-300 元/吨废水(含构筑物)	0.5-0.7 元/吨废水

*各技术运行成本可能有重叠;运行成本包括:人工+能源消耗+财务管理+维修(不含原辅材料、设备折旧)

在不包含淀粉(玉米)生产过程的情景下,假设建立最小规模的年产 5 万吨谷氨酸(约合 6 万吨味精)生产线计算,污染处理工艺满足污染物排放指标达到《味精工业污染物排放标准》(GB 19431-2004)的要求,其中废水排放指标达到《味精工业水污染物排放标准》(2008 送审稿)的要求。废水产生量按清洁生产标准一级水平 50t/吨产品计,年生产 300 天算,则日产生废水 8000 吨计,则设备投资和运行成本结果如表 16 所示

表 16 可行技术模拟味精生产线投资及运行成本

	可行工艺路线
生产工艺技术组合	高性能温敏型谷氨酸产生菌生产谷氨酸工艺+浓缩等电结晶生产工艺+味精连续结晶技术(谷氨酸转晶)+喷浆造粒制取有机复合肥技术
投资成本/亿元	2.06-2.93
运行成本/(元/t 味精)	2800-3900
污染治理工艺组合	高效有机气溶胶烟气治理技术+新型 ASND 法生物脱氮处理技术+常规物化法处理技术
投资成本/亿元	0.28-0.32
运行成本/	27-35 元/吨复合肥+1.6~1.9 元/吨废水