

# 黄酒与料酒制造业污染防治技术政策

(征求意见稿)

## 编制说明

2016年10月

环境保护部

项目名称：黄酒与料酒制造业污染防治技术政策

项目编号：

承担单位：中国酒业协会

中国环境科学研究院

北京工商大学

主要起草人：王延才 王之晖 廖永红 汪 苹 谢友刚

孟 睿 何连生 董黎明 王文君 徐 驰

姜 萍

项目管理负责单位及负责人：中国环境科学研究院 蒋进元

环境保护部科技司项目管理员：王泽林 冷 飞 周 鹏

# 目 录

1 项目背景.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 承担单位.....	2
1.3 主要编制过程.....	2
2 行业概况及发展趋势.....	4
2.1 黄酒与料酒制造业发展现状.....	4
2.2 黄酒及料酒行业发展趋势.....	7
3 技术政策制订的必要性分析.....	8
3.1 环境保护及行业发展的要求.....	8
3.2 解决行业现有问题的需要.....	9
3.3 相关环保工作的需要.....	10
4 国内外相关行业污染防治技术政策研究.....	10
4.1 国内相关技术政策研究.....	10
4.2 国外相关政策研究.....	11
5 行业产排污情况及污染控制技术分析.....	11
5.1 我国黄酒工业污染现状.....	11
5.1.1 黄酒工业主要生产工艺.....	11
5.1.2 黄酒工业排污现状.....	14
5.2 我国黄酒工业污染防治现状.....	19
5.3 污染防治技术.....	20
5.3.1 清洁生产技术.....	20
5.3.2 水污染防治技术.....	22
5.3.3 大气污染防治技术.....	25
5.3.4 固废污染防治技术.....	26
6 技术政策制订的基本原则和技术路线.....	29
6.1 基本原则.....	29
6.2 技术路线.....	29
7 技术政策主要条文的编制说明.....	30

7.1 总则.....	31
7.2 源头及生产过程污染防控.....	33
7.3 污染治理及综合利用.....	35
7.4 二次污染防治.....	37
7.5 鼓励研发的污染防治技术.....	37

# 1 项目背景

## 1.1 任务来源

随着社会经济快速发展，工业化程度日益提高，环境管理体系面临着从主要用行政办法保护环境到综合运用法律、经济、技术和必要的行政办法解决环境问题的转变，因此建立与经济和环境发展相适应的管理模式势在必行。环境技术管理是环境管理体系的重要组成部分，通过制定污染防治技术政策、技术导则和技术规程等方法 and 手段，对行业发展方向、技术路线、生产工艺进行以清洁生产为理念的引导，对现有治理技术进行规范，为环境管理提供系统的技术支持和保障。由于不同制造业工艺特色各异，资源利用水平和环境效益各不相同，需要采取的污染防治技术各不相同。同时对不同地区、不同经济环境条件下的同一类型的制造业应该采用有区别而适合具体情况的污染防治技术政策进行管理。所以，为提高环境管理体系的技术水平，规范管理效率，有必要针对具体制造业制定相关的污染防治技术政策。

黄酒是我国传统特色酒类产品，是以稻米、黍米等为主要原料，经蒸煮、加曲、糖化、发酵、压榨、过滤、煎酒、贮存、勾兑而成的酿造酒。黄酒制造业属于传统发酵行业，是国家重点扶持的酒类产业之一。2015 年，我国黄酒行业规模以上生产企业 103 家，主要集中在江浙沪等长江以南地区，黄酒年产量达到了 160 万 kL。黄酒行业具有企业规模小、工业化程度低，工艺差别大等特点，长期以来，以间歇作坊式的加工工艺为主。由于缺乏完善系统的监管体系、运行机制以及科学的应对措施，黄酒行业在“节粮、节水、节能”和“减少污水、酒糟（液）、二氧化碳（CO<sub>2</sub>）排放”方面的工作较为落后。《中国酒业“十三五”发展指导意见》提出，2020 年骨干黄酒生产企业单位产品综合能耗和单位产品排水量（COD 排放量）比现行行业指标减少 10~15%。目前，黄酒制造业中的规模以上企业在清洁生产及综合利用等方面的水平已有较大提升，但是由于企业规模大小不一、管理水平参差不齐，因此行业资源利用和环境效益提升的空间仍然很大。本技术政策所指料酒制造业为自酿黄酒或自酿黄酒添加食用酒精等生产料酒的生产，仅采用食用酒精配制或仅采用购买黄酒配制料酒的企业因污染量极低，不包含在本技术政策中。

综上，通过制定黄酒和料酒制造业污染防治技术政策，可以指导建立适合黄

酒产业特色的污染防治技术方法和手段，这不仅可以提高黄酒行业的资源环境管理水平，加快行业健康快速发展，同时对环境监管部门制定科学的环境管理体系、提高行业环境管理水平等方面具有重要的促进作用。

## 1.2 承担单位

《黄酒与料酒制造业污染防治技术政策》的承担单位为中国酒业协会，参加单位为中国环境科学研究院、北京工商大学。在《技术政策》编制过程中，编制组得到了浙江古越龙山绍兴酒股份有限公司、浙江会稽山绍兴酒股份有限公司、上海石库门酿酒有限公司、浙江塔牌绍兴酒有限公司、江苏张家港酿酒有限公司、绍兴鉴湖酿酒有限公司、绍兴女儿红酿酒有限公司、绍兴白塔酿酒有限公司、乌毡帽酒业有限公司、浙江剑光酒业有限公司、常州新博安泉酒业有限公司、丹阳颐和食品有限公司、南通白蒲黄酒有限公司、苏州百花漾酿造有限公司、苏州市新同里红酒业有限公司、苏州市中南酿造有限公司、无锡市玉祁酒业有限公司、无锡市振太酒业有限公司、浙江东海酒业有限公司、镇江恒顺酒业有限责任公司等单位的大力支持和帮助。

## 1.3 主要编制过程

### (1) 成立编制组

中国酒业协会等单位在接到环境保护部下发的项目任务后，及时召开专门会议，成立了技术政策编制组，布置编制任务，并制定了工作计划。

### (2) 调研

2015年2~12月，编制组开展了一系列工作。

首先，收集国内外有关黄酒及料酒污染防治方面的资料；检索国内外最新发布的相关技术，并对有关内容进行学习、消化吸收；

其次，邀请相关行业协会、环境保护部门及企业等方面的专家，对调研方案进行可行性论证；

最后，启动函调工作，重点调查生产工艺流程、污染现状与发展趋势、污染防治技术等。

### (3) 完成开题报告

2016年1~3月，编制组在前期技术咨询和资料调研的基础上，完成了技术

政策草案及开题报告，准备开题。

(4) 实地考察及征求企业意见

2016年2月，编制组先后赴江苏、上海、浙江等重点企业开展了深入的实地考察和数据核实，重点调研了黄酒及料酒生产工艺、清洁生产现状、“三废治理”等技术，在调研基础上，完成了技术政策的初稿及其编制说明。

(5) 开题报告及技术政策初稿讨论

2016年5月3日编制组成员对初稿文本进行集体讨论，修改完善技术政策初稿。

(6) 开题论证会

2016年5月6日环境保护部科技司组织对技术政策编制项目进行开题。

(7) 关于开题会后的专家意见的讨论及工作安排

2016年5月12日项目组内部召开会议，对开题会议专家提出意见进行讨论，并逐条讨论编制技术政策正文，商议下一步需要补充完善的内容及开展工作。

(8) 编写征求意见稿与编制说明

2016年3~6月，根据调研结果，在开题报告和初稿的基础上，编写技术政策征求意见稿与编制说明。

(9) 召开专家研讨会

2016年6月21日，中国环境科学研究院组织召开技术政策征求意见稿和编制的专家研讨会，根据专家的意见，进一步修改、完善征求意见稿和编制说明。

(10) 编制行业发展报告

2016年8月5日，编制完成《黄酒与料酒制造业发展报告》。

(11) 征求意见稿发布前再次召开专家咨询会

2016年8月23日，就技术政策征求意见稿和编制说明再次召开专家咨询会，对技术政策征求意见稿文本逐条进行讨论，根据专家的意见，进一步修改、完善征求意见稿和编制说明。

(12) 修改征求意见稿

2016年8月23日至9月10日，根据专家意见修改征求意见稿。

(13) 组织召开行业专家研讨会，并修改完善征求意见稿

2016年9月18日，特邀专家进一步修改征求意见稿。

(14) 召开课题组内部研讨会，商定征求意见稿

2016年9月20日，课题组成员集中进一步完善征求意见稿，同时商定有关工作汇报事宜。

## 2 行业概况及发展趋势

### 2.1 黄酒与料酒制造业发展现状

黄酒是中国乃至世界最古老的酒种之一，与啤酒、葡萄酒并称为世界三大古酒，源于我国，且世界上为我国独有。黄酒拥有精湛的制作工艺、悠久纯厚的传统文化，历史绵延近6000年，但从行业规模来看，黄酒在我国酿酒行业中所占的比例很低，黄酒行业产量和销售收入仅占酿酒行业的5%和3%，存在极大的增长空间。

料酒与黄酒的最大区别为，黄酒是一种饮料酒，而料酒是在黄酒的基础上发展起来的一种新品种，它是以发酵酒、蒸馏酒与食用酒精成分为主体，添加食用盐，配制加工而成的液体调味品，属于配制型调味品。本技术政策中料酒仅包含用自酿黄酒制成的“酿造料酒”和用部分自酿黄酒添加食用酒精制成的料酒，不包括完全用酒精和水勾兑而成的配制料酒。

“十一五”和“十二五”期间，我国黄酒行业在产量上有了较为显著的增长。十年间黄酒年平均增长率为1.44%，2005年到2014年实现年产量翻一番。但是，由于黄酒行业市场化程度高，行业集中度低，可能还有规模以下（或产值小于某值）企业未被纳入统计范畴，因此各方公布统计数据有较大差异，本文都予以记载，并尽量给予出处说明。按照中国酒业协会2016年3月发布的《中国酒业“十三五”发展指导意见》中的统计数据，2015年黄酒产量160万kL，全国规模以上黄酒生产企业103家，累计完成销售收入181.94亿元，比上年同期增长13.92%；累计实现利润总额18.88亿元，比上年同期增长8.93%；上缴税金10.87亿元，比上年同期增长6.20%；亏损企业2家，亏损面1.94%，亏损额1168万元，比上年同期增长0.43%。黄酒商品累计出口总额2425.50万美元，同比下降3.37%；累计出口数量1.52万kL，同比下降4.30%。



表 1 2007~2014 年黄酒行业年产量变化情况

年度	产量（万 kL）	同比增长率/%
2006 年	63.8	
2007 年	75.7	18.65
2008 年	80.9	5.2
2009 年	106.3	31.3
2010 年	134.1	26.15
2011 年	171.3	27.74
2012 年	212.7	24.17
2013 年	255.2	19.98
2014 年	272.9	6.94

数据来自中国产业信息网《2015 年国内黄酒市场概况及发展趋势分析》

黄酒生产企业集中在江浙地区，苏浙沪三地合计所占比重高达 83%。黄酒消费的 70%集中在占全国人口比重 10.6%的浙江、江苏和上海。2010 年全行业规模以上企业，华东地区有 93 个，占行业比重 73.23%，完成销售收入 68.98 亿元，占行业比重 76.97%；实现利润 6.70 亿元，占行业比重 84.28%。其中，江苏、浙江、上海占有绝对优势，详见图 3 所示。

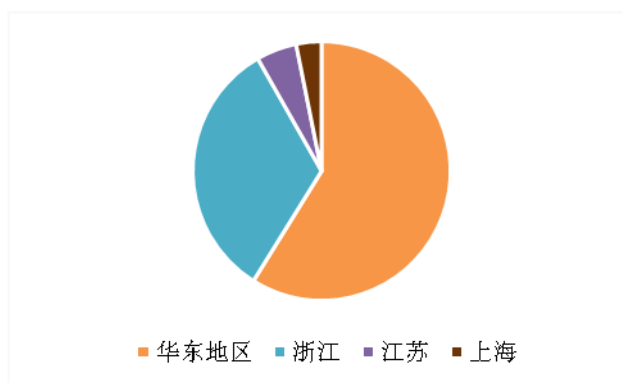


图 1 2010 年重点省市黄酒行业规模以上企业产销盈利情况

资料来源：中国酒业研究报告（2008~2013）

黄酒作为我国的传统“国酒”，近年来市场增长很快，黄酒企业的生产规模也随之逐步扩大，但黄酒行业整体的自动化、信息化技术发展还比较滞后，全国绝大多数黄酒企业在酿造过程中仍然沿用手工、半机械化操作的生产模式，生产与管理水平相对较低。近年来，集先进的自动化技术、信息技术、计算机技术、科学管理理念为一体的综合自动化方案在酿酒工业得到了一定的发展与应用。黄酒酿造过程的机械化提升经过几十年的发展，已得到逐步应用。自上世纪90年代，

古越龙山先后建成了两条年产万吨的黄酒生产线，标志着黄酒机械化程度的显著提高，目前浙江会稽山绍兴酒股份有限公司已全部实现黄酒工业化生产。

除国内销售外，我国黄酒出口的国家地区也较为广泛，全世界有46个国家和地区都有黄酒消费，遍及亚、非、欧、美、大洋洲等五大洲，其中以亚洲为主要出口地。2015年，我国黄酒出口量为1.52万kL，其中亚洲出口量占全部出口量45%左右（见图2），其次为欧洲，出口比重大约在30%左右。从出口国家和地区看，日本为第一大出口地，2015年累计出口7643.28kL，平均单价2.25美元/L；美国次之，出口量为2589.73kL，平均单价0.96美元/L，出口到意大利和西班牙的黄酒商品单价较低，在0.5~0.6美元/L，主要以料酒为主。

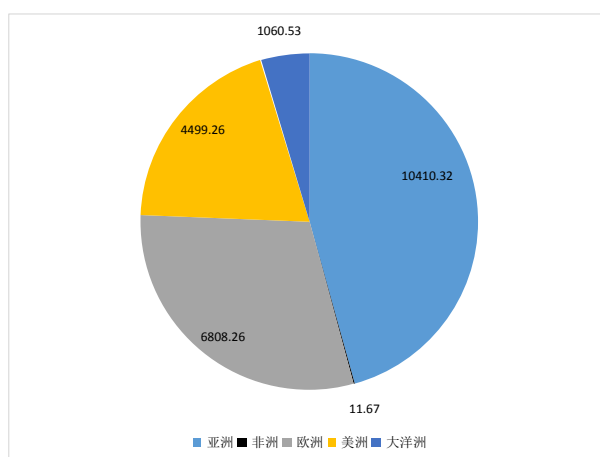


图2 2015年黄酒出口五大洲分布情况

资料来源：中国酒业研究报告（2008~2013）

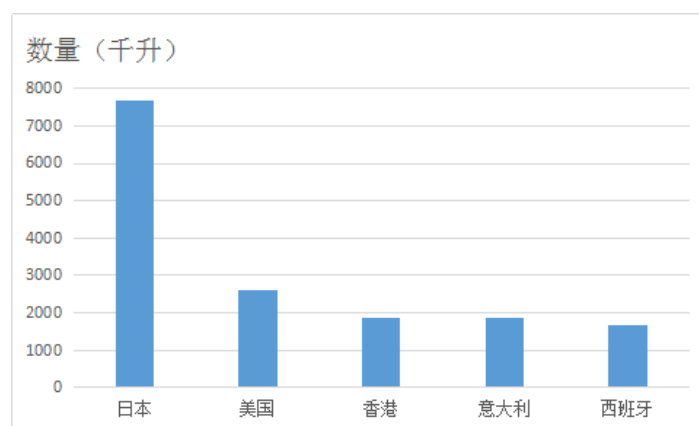


图3 2015年黄酒出口超过1000kL的国家和地区

## 2.2 黄酒及料酒行业发展趋势

### (1) 向大型化和小型特色集约化并重方向发展

传统黄酒酿造工艺的主要特点是“酒曲复式发酵法”，这是中国独创而有别于世界各国的酿造工艺。传统的黄酒主要采用手工酿造，这种工艺适合于家庭、作坊或者中小企业，虽然有利于保留特色，但是不利于现代化、工业化技术的发展和新技术使用，造成原料利用率低，成本增加。但是在现代化进程中，随着行业生产技术的发展、宏观政策的调控以及市场竞争的加剧，小作坊式的生产规模远远不能满足消费者需求，未来黄酒生产企业的发展势必走向集中化。例如中国绍兴黄酒集团就是以绍兴市酿酒总公司、绍兴沈永和酒厂为核心，联合绍兴永盛酒业有限公司，绍兴市古越龙山实业公司等 8 家紧密层企业和绍兴老酒厂、北京咸亨酒店等 4 家半紧密层企业以及绍兴新华印刷厂、绍兴纸品厂等 38 家松散层企业组成的以国有企业为主体的多法人的生产经营联合体。中国绍兴黄酒集团的成立，标志着“强强联合”得以顺利实施，为黄酒企业迅速发挥规模优势和整体功能，增强在国内外市场的竞争力，提高经济效益和社会效益找到了一条成功之路

### (2) 原料多样化

随着人们对食品营养保健要求的提高，黄酒品牌、品种多样性发展趋势加快。在黄酒原有酿造基础上对其加工工艺进行改进，在原料选用上除糯米外，还可选择粳米、籼米、粟米、黑米、高粱、荞麦、薯片、青稞等，并辅以枸杞子、红枣、葛根和桑葚子等“药食同源”的植物料，开发新产品，增加产品技术含量和附加值。既突出其历史性、反映传统民族的风格，又有时代气息，同时高效的利用相关原料，节省资源，增加了黄酒的药用价值，提高了我国黄酒产品的市场竞争力。

### (3) 产品向低度营养时尚新品种发展

低度、营养、时尚黄酒新产品的出现，特别符合中青年人群的消费需求，扩大了黄酒销量，如冠生园的“和酒”、古越龙山的“状元红”、会稽山的“帝聚堂”、上海金枫的“石库门”上海老酒和张家港的“沙洲优黄”。同时，冷冻、微滤等技术的应用，大大提高了黄酒的稳定性，使酒液愈发清澈透明，出现高白料透明玻璃瓶装酒，进一步提高了黄酒的附加值。

### (4) 加快黄酒酿造装备的机械化、自动化、智能化和信息化进程

近几年，我国黄酒企业开始采用大型酿造设备，尤其是向啤酒行业学习采用大罐发酵设备，有的企业甚至采用露天发酵设备，使黄酒的工业化大生产成为可能，如江苏张家港酿酒有限公司；浙江古越龙山绍兴酒股份有限公司、会稽山绍兴酒股份有限公司、浙江善好酒业有限公司；上海金凤、嘉善酿酒有限公司；无锡振太酒业有限公司等采用机械化立体布局，不仅提高了土地利用效率，节省人力资源，而且把季节性生产变成常年生产。如江苏张家港酿酒有限公司改变原有的陶坛储酒，使用不锈钢大罐储藏，扩大了生产，降低酒的损耗，防止陶坛破损后酒液对环境的污染，并节约清洗水耗和能耗。根据现场调研，浙江黄酒行业有1/4的企业实现了机械化或半机械化生产，但总体仍以作坊式生产为主。为了进一步提高黄酒生产效率，扩大生产规模，进行全面的工业化、机械化改造是黄酒行业发展的必然趋势。

#### （5）大力发展清洁生产新工艺，控制或减少污染负荷

传统黄酒酿造工艺中的浸米和蒸饭过程产生的米浆水，污染浓度高，是目前黄酒厂主要废水污染来源。液化法黄酒酿造工艺作为一种新清洁生产工艺，将原料粉碎后添加淀粉酶进行液化，取代传统工艺中的长时间浸米和蒸饭。该新工艺从源头消除了米浆水污染，并具有节能减排、便于机械化输送等优点。国内对于液化法酿造黄酒尚处于探索阶段，尚停留于零星简单的操作，至今未形成工业化生产，其技术难点在于实现快速发酵的同时如何保留黄酒特有的风味。

#### （6）建立完善、安全和环保的管理体系，实现节能减排绿色酿造

通过建立健全黄酒产业标准化体系和黄酒产品安全指标体系，完善产品质量安全保障机制和监督保障体系。建立既利于黄酒产业快速健康发展，又能确保食品质量安全的生产准入和市场准入制度，推动企业建立产品质量安全可追溯体系。2020年骨干黄酒生产企业单位产品综合能耗和单位产品排水量（COD排放量）比现行行业指标减少30%左右。

### 3 技术政策制订的必要性分析

#### 3.1 环境保护及行业发展的要求

由于历史形成的原因，我国黄酒及料酒企业在传统的经济发展模式中诞生和发展起来的，行业的发展参差不齐，虽然通过数十年的高速发展，但尚未完全走

出高投入、高消耗、低产出的不良发展轨道。如千百年来，黄酒贮存容器依然沿用传统的陶坛，万吨酒必须灌装成近 44 万只陶坛贮存，不但人工费用高，运输、贮存过程中损耗大，而且耗水量和废水产生量也比较大。因此提高效率、降低污染物排放，是黄酒行业在原料、能源日趋紧缺、价格居高不下的环境中破冰前行、突破发展瓶颈的最佳途径，对于今后数年乃至数十年的行业发展更是无法替代的必修之课。

2011 年 8 月 31 日国务院发布《“十二五”节能减排综合性工作方案》明确国家节能减排总体要求：坚持降低能源消耗强度、减少主要污染物排放总量、合理控制能源消费总量相结合，形成加快转变经济发展方式的倒逼机制；坚持强化责任、健全法制、完善政策、加强监管相结合，建立健全激励和约束机制；坚持优化产业结构、推动技术进步、强化工程措施、加强管理引导相结合，大幅度提高能源利用效率，显著减少污染物排放；进一步形成政府为主导、企业为主体、市场有效驱动、全社会共同参与的推进节能减排工作格局，确保实现“十二五”节能减排约束性目标，加快建设资源节约型、环境友好型社会。

因此，制定《黄酒及料酒制造业污染防治技术政策》，不仅可促进行业的节能减排、提高资源利用效率、降低污染物排放，形成“资源—产品—再生资源”的经济循环方式，而且也体现了全方位预防和全过程控制的重要思想，对于全面提升行业可持续发展水平、污染预防和环境保护的科技含量，突破行业环境瓶颈，转变发展方式和引导绿色生产、绿色消费，最终建立高效的行业污染治理体系有重要的作用。

### 3.2 解决行业现有问题的需要

近年来我国黄酒行业发展迅猛，年增长率约在 8%~10% 左右，但作为中国的传统产业，黄酒行业仍存在很多问题，严重阻碍了行业持续稳定增长，这些问题包括：首先，黄酒行业生产规模小、自动化程度低，行业总体水耗、能耗较高，如淋饭法黄酒生产过程中，需要耗费大量的水资源，尤其是浸米，需多次换水，平均取水量为 10~12m<sup>3</sup>/kL，废水排放量约为 7~10m<sup>3</sup>/kL（生产用水约 70%~80% 转化为废水）；耗煤约 0.25~0.35m<sup>3</sup>/kL。其次，黄酒生产过程手工操作多，机械化程度低，导致行业整体综合利用率低，清洁生产技术水平落后。因此，制定黄

酒及料酒技术政策可以有效防治黄酒制造业的污染，引导企业依靠科技创新，采用节能节水的清洁生产技术和先进污染防治技术，对生产全过程进行控制，

### 3.3 相关环保工作的需要

与其他饮料酒相比，黄酒在我国酿酒行业中占比例较低，行业整体效益较差。作为中国传统以手工酿造为主的行业，黄酒行业存在企业规模小、分散度大等特点，不仅行业的环保统计数据缺乏，行业历年产量的统计数据不完整，也没有行业的清洁生产标准。因此通过制订《黄酒与料酒制造业污染防治技术政策》，不仅可对全国黄酒行业的污染现状进行实地调研，摸清行业整体污染产生量及污染防治技术概况，而且对促进产业结构调整，指导行业准入，推动污染防治新技术的发展等方面都具有十分重要的意义。

## 4 国内外相关行业污染防治技术政策研究

### 4.1 国内相关技术政策研究

近年来我国相关政府主管部门颁布了一系列与黄酒工业环境保护有关的行政法规。主要参照的法律、法规和技术标准如下：

(1) 1990年，中华人民共和国卫生部颁布了《黄酒厂卫生规范》(GB 12698-1990)，成为国家制定的首部黄酒行业标准。该标准对黄酒生产的原、辅料运输、贮存的卫生，工厂设计与设施的卫生要求，工厂的卫生管理，操作人员的卫生及健康要求，生产工艺卫生要求，成品的贮藏与运输，质量检验等都做了明确规定。

(2) 2007年，(原)国家环境保护总局发布了《清洁生产标准 白酒制造业》(HJ/T402-2007)，规定了白酒制造业清洁生产的一般要求，将清洁生产指标分为六类，即生产工艺与装备要求、资源能源利用指标、产品指标、污染物产生指标(末端处理前)、废物回收利用指标和环境管理要求。2011年，环境保护部和国家质量监督检验检疫总局联合发布了《发酵酒精和白酒工业水污染物排放标准》(GB 27631-2011)，该标准规定了发酵酒精和白酒工业企业或生产设施水污染物排放限值、监测和监控要求，以及标准的实施与监督等相关规定，同时规定的水污染物排放控制要求适用于企业直接或间接向其法定边界外排放水污染物

的行为。虽然两个标准均为白酒标准，但也为黄酒企业提供了一定的技术支持。

(3) 2008 年，中国认证认可协会发布《食品安全管理体系 黄酒生产企业要求》(CNCA/CTS 0024-2008)。该技术要求从我国黄酒生产食品安全存在的关键问题入手，采取自主创新和积极引进并重的原则，结合黄酒企业生产特点，针对企业卫生安全生产环境和条件、关键过程控制、产品检测等，提出了建立我国黄酒生产企业食品安全管理体系的专项要求。

(4) 2008 年，国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会联合发布了《黄酒企业良好生产规范》(GBT 23542-2009)。该标准规定了黄酒企业的厂区环境、厂房和设施、设备和工器具、人员管理和培训、卫生管理、质量管理、物料控制和管理、工艺和控制、成品贮存和运输、文件和记录以及投诉处理和产品召回等方面的基本要求。

(5) 2016 年，工业和信息化部 and 环境保护部联合发布《水污染防治重点行业清洁生产技术推行方案》(工信部联节〔2016〕275 号)，提出包括黄酒在内的 11 个重点行业实施清洁生产技术改造，降低工业新增水用量，提高水重复利用率，减少水污染物产生，严格控制并削减行业水污染物排放总量，推动全面达标排放，促进水环境质量持续改善。

## 4.2 国外相关政策研究

日本清酒生产中会产生大量的有机废水，各工序的污染强度由生物需氧量 (BOD<sub>5</sub>)、化学需氧量 (COD)、悬浮物质量 (SS) 三项指标显示。一些公司优化酿造技术，改良酿造设备，如采用电子场处理清酒、气体分离膜保质清酒、高性能过滤装置、生酒保鲜装置、新型清酒酵母等手段具有生产效率高，省时省力省空间，节约资源，清洁生产等优点。

## 5 行业产排污情况及污染控制技术分析

### 5.1 我国黄酒工业污染现状

#### 5.1.1 黄酒工业主要生产工艺

我国黄酒酿造按生产工艺可分为淋饭法、摊饭法和喂饭法，三者主要区别在于淋米和喂饭。

### (1) 淋饭法生产工艺

所谓淋饭法是指蒸熟的米饭用冷水淋凉，然后拌入酒药粉末、搭窝、糖化，最后加水发酵成酒。采用淋饭法工艺生产的有绍兴香雪酒，这是一种甜型黄酒焙烧法工艺。其工艺流程如图 4 所示。

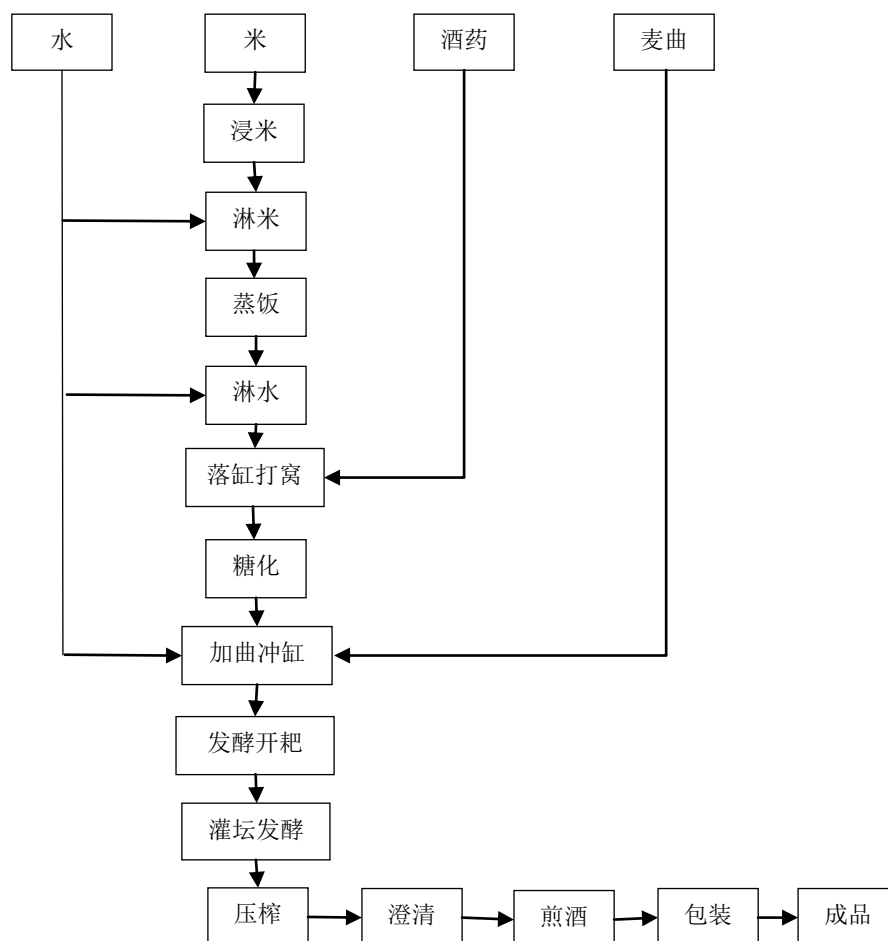


图 4 淋饭法生产工艺流程图

### (2) 摊饭法生产工艺

摊饭法是指蒸熟的米饭摊在竹蓆上，使米饭在空气中冷凉，然后再加入麦曲、酒母、浸米浆水等，混合后发酵，绍兴酒是采用摊饭法生产工艺的代表，该方法具有酒味醇厚的特点。其工艺流程如图 5 所示。



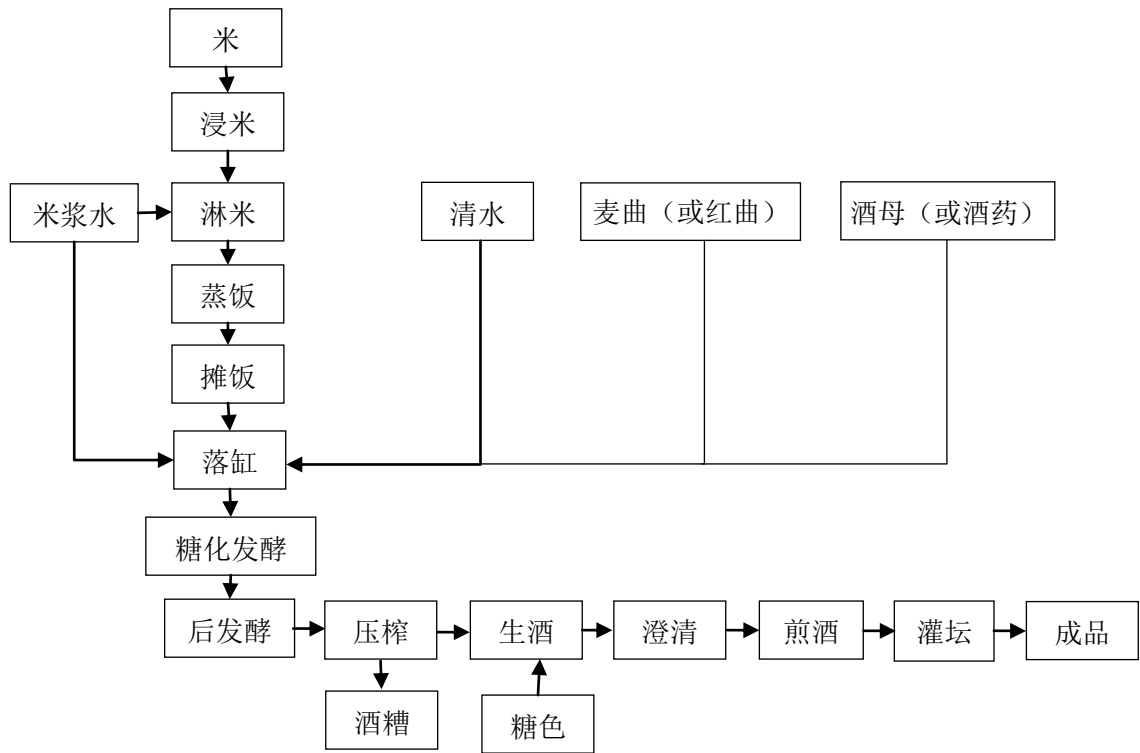


图5 摊饭法生产工艺流程图

### (3) 喂饭法生产工艺

喂饭法制黄酒时，米饭不是一次性加入，而是分批加入，嘉兴黄酒是喂饭法的代表。其主要优点：第一，酒药用量少，一般在 0.3% 左右；第二，多次喂饭，使酵母不断获得新的营养，发酵力高；第三，由于多次喂饭，使原料中的淀粉逐步转化、发酵，有利于温度的控制；第四，增加了酒的厚重感，减轻苦味；第五，出酒率较高。其生产工艺如图 6 所示。

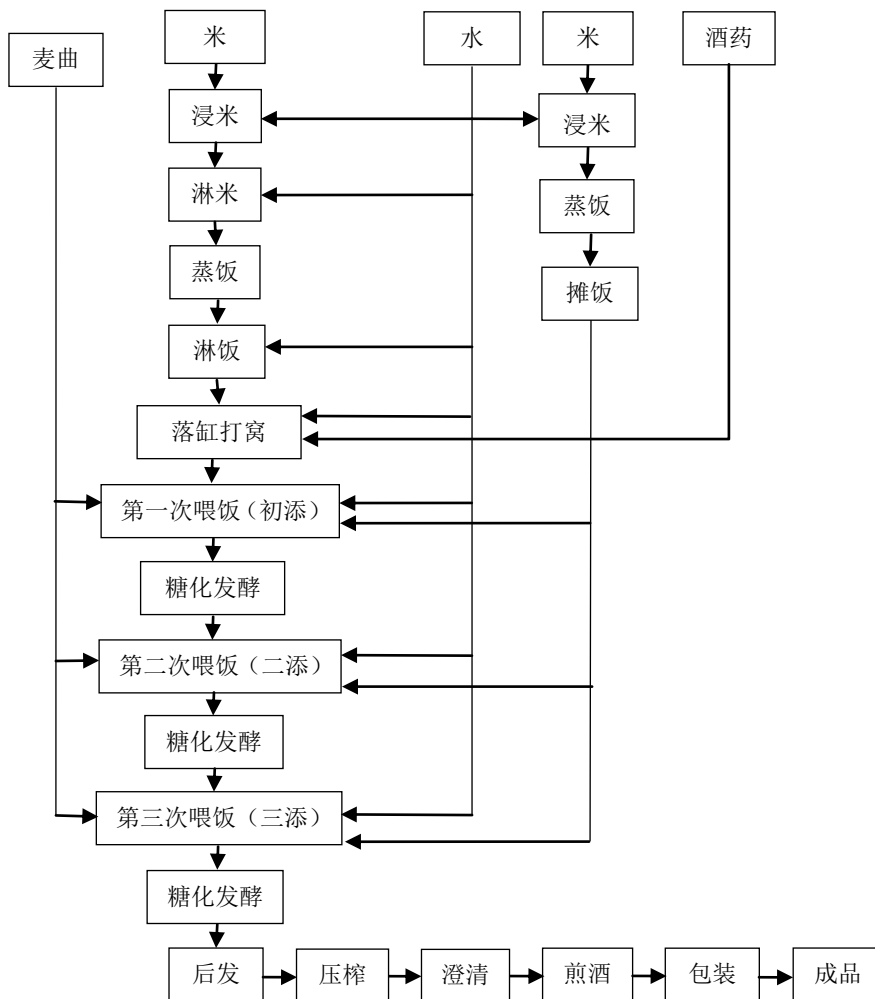


图 6 喂饭法的生产工艺流程图

## 5.1.2 黄酒工业排污现状

### 1. 淋饭法

#### (1) 排污节点分析

淋饭法工艺主要由浸米、淋米、蒸饭、淋水、落缸搭窝、糖化工序、加取冲缸、发酵开耙、灌坛发酵、压榨、澄清、煎酒、包装、成品等工序组成。生产工艺流程及排污点如图 7 所示。

#### (2) 污染物种类分析

##### ① 废水

淋饭法生产过程产生的废水主要包括浸米（即米浆水）、淋米、冲缸、洗坛、清洗地面及设备、化验室、锅炉排污等废水。

##### ② 废气

淋饭法生产过程产生的废气主要来自锅炉、废水厌氧处理、食堂油烟等，主要污染物为烟尘、粉尘、二氧化硫、氮氧化物、油烟等；同时，在废水处理过程中还会产生一氧化碳、二氧化碳、甲烷等废气。

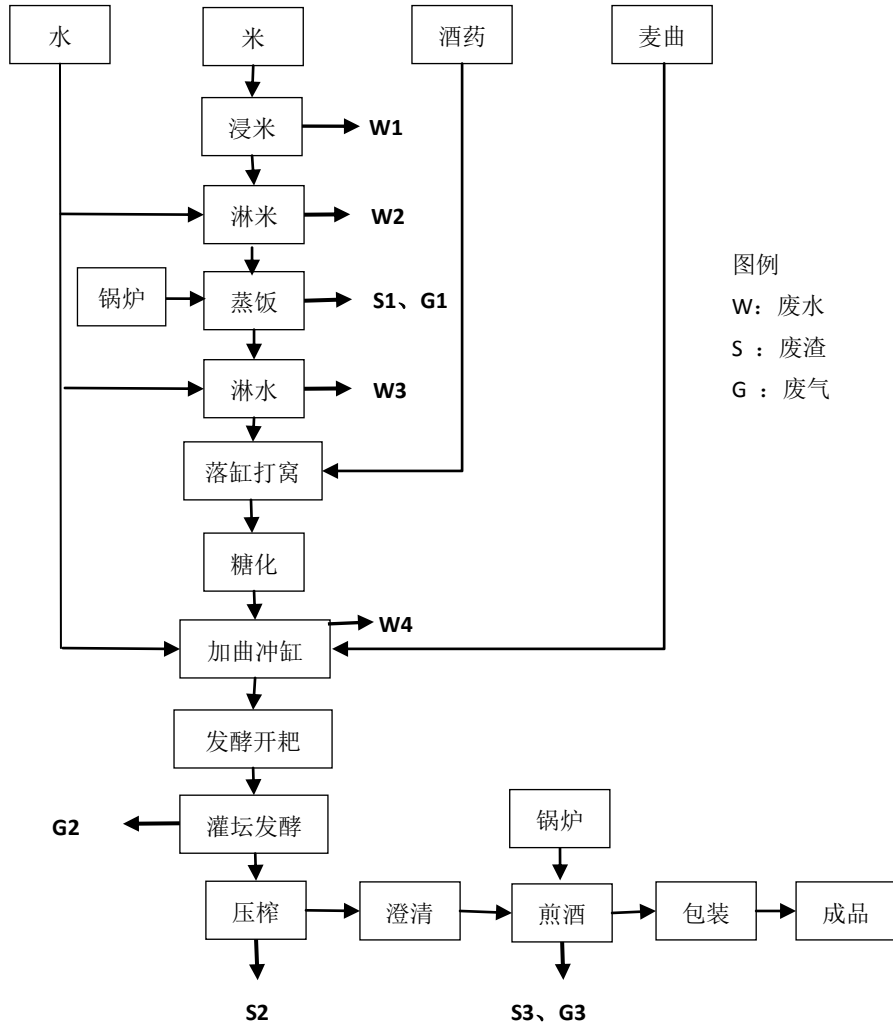


图 7 淋饭法生产工艺排污节点示意图

### ③废渣

淋饭法生产过程产生的主要固体污染物为酒糟、米糠、废硅藻土以及煤渣、粉煤灰及废弃包装物等。

## 2.摊饭法

### (1) 排污节点分析

摊饭法生产工艺主要由浸米、淋米、蒸饭、摊饭、落缸、糖化发酵、后发酵、压榨、糖色、澄清、煎酒、灌坛、成品等工序组成。生产工艺流程及排污节点如图 8 所示。

## (2) 污染物种类分析

### ① 废水

摊饭法生产过程产生的废水主要包括：浸米、淋米、冲缸、洗坛、清洗地面及设备、化验室、锅炉排污等废水。

### ② 废气

摊饭法产生的废气主要来自锅炉、废水厌氧处理、食堂油烟等，主要污染物为烟尘、粉尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳、甲烷及油烟等废气。

### ③ 废渣

摊饭法生产过程产生的主要固体污染物为酒糟、米糠、废硅藻土、煤渣、粉煤灰及废弃包装物等。

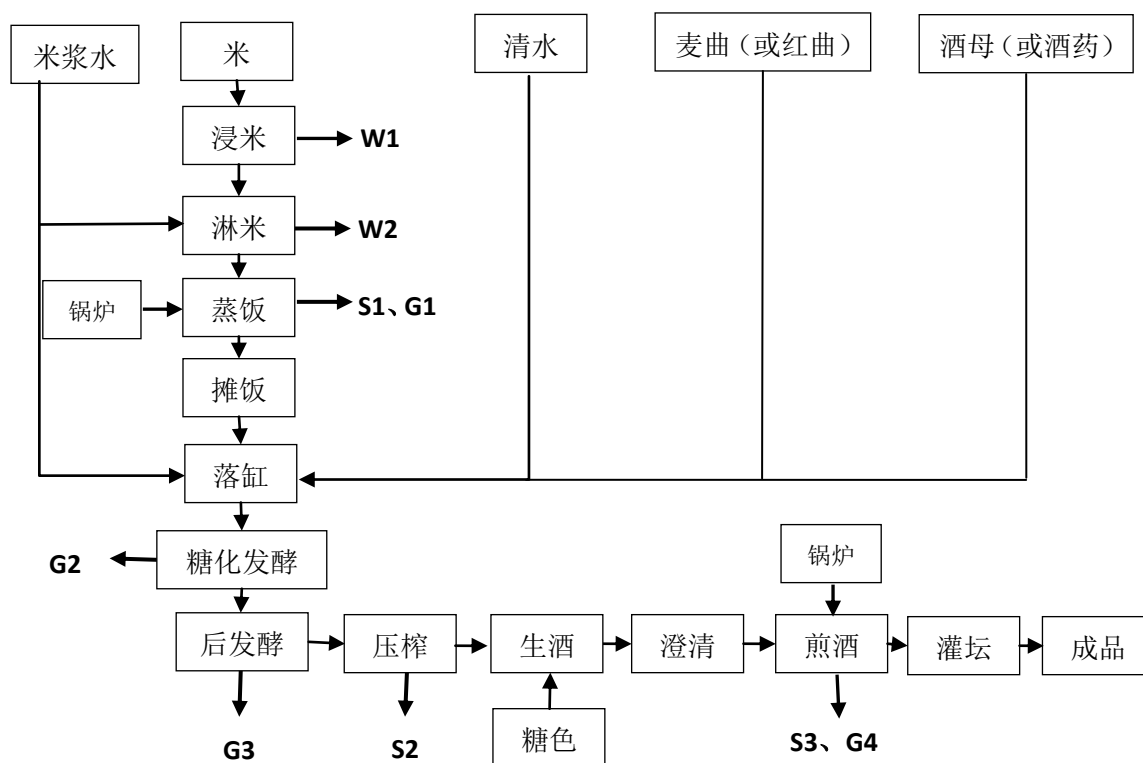


图 8 摊饭法生产工艺排污节点示意图

## 3. 喂饭法

### (1) 排污节点分析

喂饭法生产工艺主要由浸米、淋米、蒸饭、淋饭、落缸搭窝、第一次喂饭、糖化发酵、第二次喂饭、糖化发酵、第三次喂饭、糖化发酵、后发酵、压榨、澄清、煎酒、包装、成品等工序组成。生产工艺流程及排污节点如图 9 所示。

## (2) 污染物种类分析

### ① 废水

喂饭法生产过程产生的废水主要包括：浸米、淋米、冲缸、洗坛废水、清洗地面及设备、化验室、锅炉排污等废水。

### ② 废气

喂饭法产生的废气主要来自锅炉、废水厌氧处理、食堂油烟等，主要污染物为烟尘、粉尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳、甲烷及油烟等废气。

### ③ 废渣

喂饭法生产过程产生的主要固体污染物为酒糟、米糠、废硅藻土、煤渣、粉煤灰及废弃包装物等。

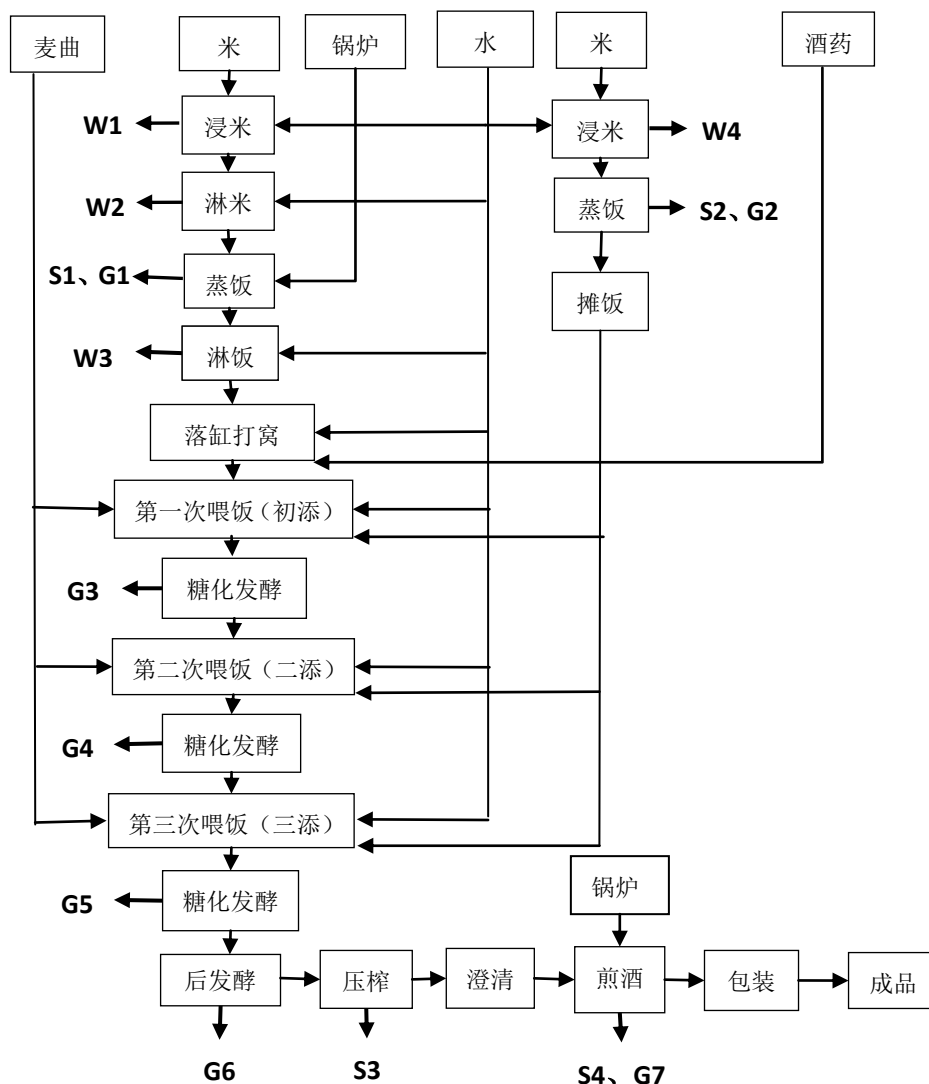


图9 喂饭法的生产工艺排污节点图

#### 4.排污总量分析

(1) 黄酒传统生产工艺耗水 10~12m<sup>3</sup>/kL，排放废水大约为 7~10m<sup>3</sup>/kL，黄酒生产用水约有 70%~80%转化为废水排放。

(2) 黄酒生产产生 COD25~45kg/kL，BOD<sub>5</sub>18~25kg/kL，悬浮物 2~5kg/kL，氨氮 0.2~0.4kg/kL。

(3) 黄酒主要污染物来自米浆水，污染总负荷主要为 COD 和 BOD<sub>5</sub>。

某黄酒企业能源消耗情况如表 3 所示。

表 3 物料输入、输出量实测结果记录

工序	实测指标	测量点名称	实测值	单位测定值
泡米	黍米/t	碾米车间	4.275	1
	水/t	泡米间	8.55	2.00
	废水/t	泡米间	7.5	1.75
烫米	蒸汽/t	烫米间	0.6	0.14
	水/t	烫米间	8.55	2.00
	废水/t	烫米间	6.8	1.59
洗米	水/t	洗米间	12.8	2.99
	废水/t	洗米间	12.8	2.99
蒸煮	黍米/湿米/t	蒸煮工序	5.67	1.33
	水/t	蒸煮工序	8.01	1.87
	无烟煤块/t	蒸煮工序	2.7	0.63
	水蒸气/t	蒸煮工序	4.4	1.03
	糜/t	蒸煮工序	9.403	2.20
	煤渣/t	蒸煮工序	0.405	0.09
	废水/t	蒸煮工序	14.2	3.32
糖化	麦曲/t	糖化工序	0.2138	0.05
	糖化酶/t	糖化工序	0.0015	0.00
	洗刷废水/t	糖化工序	0.5	0.12
发酵	酵母/t	酵母室	0.03	0.01
	发酵醪/t	酵母室	9.303	2.18
	洗刷废水/t	酵母室	0.105	0.02
压滤	发酵醪/t	压滤工序	7.869	1.84
	粗酒/t	压滤工序	5.93	1.39
	酒糟/t(含水量 44.9%)	压滤工序	1.966	0.46
	洗刷用水/t	压滤工序	17.3	4.05

## 5.2 我国黄酒工业污染防治现状

我国黄酒工业的污染防治现状可归纳为以下四点。

### (1) 废渣处置利用效果较好

黄酒糟是黄酒酿造的主要副产物，其主要成分有乙醇、淀粉、糖、丰富的蛋白质、纤维素和一些风味物质（挥发分和不挥发酸）。因其含有丰富的有机营养物质可被用于制作糟烧酒、香糟和饲料等。调查的 20 家企业中，9 家企业直接卖给养殖户作饲料，9 家外包给其他公司或环境保护部门负责承包处理，2 家企业直接交由环卫部门处置。其他少量固体废弃物如纸箱、玻璃瓶等回收再利用；煤渣等属于通用垃圾用于建筑材料。

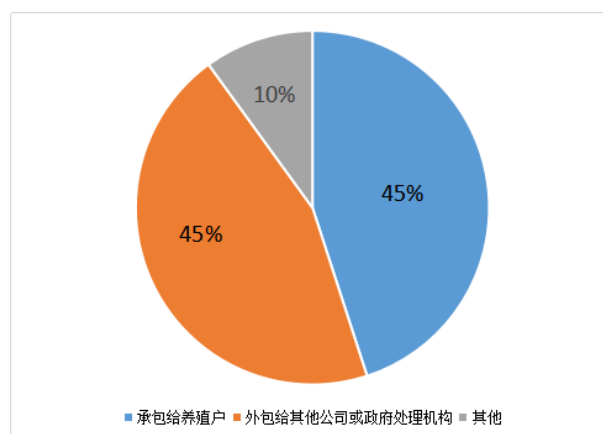


图 10 酒糟处理

### (2) 酿酒废水处理各企业参差不齐

黄酒生产废水是高有机浓度废水，易变质，需要立即进行生化处理。调查发现，目前规模以上黄酒生产企业全部建立污水处理设施，不仅能进行规范的污染治理达标排放，同时实现部分中水回用。而小企业则由于资金、技术等条件的限制，将产生污水送到附近具有污水处理设施的大企业或工业集聚区集中污水处理厂进行处理。反馈的企业中有 12 家采用了厌氧-好氧处理工艺和设备，能够处理掉大部分的  $BOD_5$ 、 $COD$ 、氮磷及  $SS$  等污染物。厌氧处理调查数据如图 11 所示。

根据调查显示，反馈的企业中，浙江塔牌绍兴酒有限公司、乌毡帽酒业有限公司、常州新博安泉酒业有限公司、丹阳颐和食品有限公司、会稽山绍兴酒股份有限公司、江苏张家港酿酒有限公司、上海石库门酿酒有限公司、绍兴女儿红酿酒有限公司、无锡市玉祁酒业有限公司、无锡市振太酒业有限公司、浙江古越龙山绍兴酒股份有限公司、镇江恒顺酒业有限责任公司 12 家企业严格按照国家《污

水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级水排放标准或执行《城建污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)以及其他地方标准,并且安装了在线监测装置。可见,我国酿酒污染防治水平不断提高。

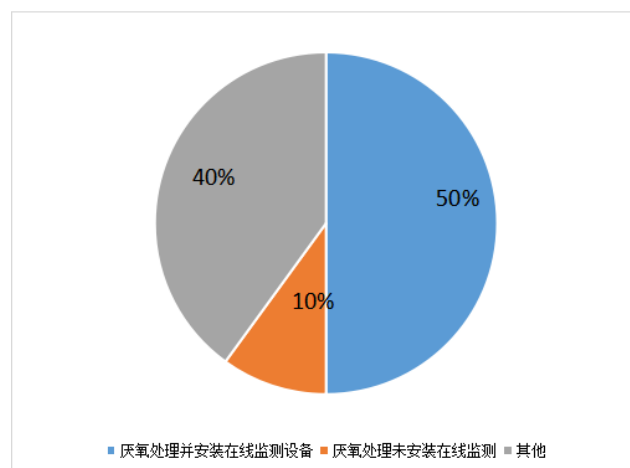


图 11 污水处理中安装在线监测情况

### (3) 废气污染特异性弱, 易大众化通用技术处理

废气主要来自两个方面, 一方面是燃气污染, 如锅炉、食堂油烟废气等, 主要污染物为烟尘、粉尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳及 VOC 等废气, 另一方面是生物代谢产生, 如发酵产生的  $\text{CO}_2$ 、废水厌氧处理产生的  $\text{CH}_4$ 、 $\text{SO}_2$  等。因此, 废水处理产生的沼气应增加沼气回收利用装置; 锅炉烟道尾气需进行处理; 机械化大罐发酵, 需对  $\text{CO}_2$  进行回收利用。

## 5.3 污染防治技术

### 5.3.1 清洁生产技术

根据编制组对我国黄酒与料酒行业的咨询与调研, 针对黄酒与料酒产品的生产, 目前国内正在研发的利于使用清洁能源, 节能、节水技术与设备, 大型化、连续化、自动化生产设备等, 均可有效控制生产过程, 提高装置生产效率, 并降低物耗、能耗和水耗。

#### (1) 液化法原料预处理技术

液化法是一种新型的黄酒原料液化处理技术, 需将谷物粉碎后与水、淀粉酶一起加入液化装置中, 再升温( $80\sim 100^\circ\text{C}$ )液化, 之后冷却至发酵温度。该法酿酒



具有原料适用范围广、节能减排、清洁生产等优点，且液化得到的酒醪不仅流动性好、便于输送，其淀粉糊化度也较高，使得后续发酵更为完全，能有效地提高出酒率。此外，液化法酿造的黄酒风味清爽，营养成分丰富。液化法酿造黄酒比传统工艺节能 50% 以上，不产生高浓度浸米水。国内关于液化法酿造黄酒技术产业化的研究已有一定成果。

#### （2）生料法酿造黄酒技术

黄酒生产过程中，消耗能量最大的 2 个工序是蒸饭（米）和煎酒工序。蒸饭工序所消耗的蒸汽占整个生产过程中蒸汽消耗的 88%，如果能将这部分蒸汽消耗全部或大部分节省下来，对减少黄酒生产过程的能量投入将起到重要作用。生料酿酒工艺是原料粉碎后不经过蒸煮直接按比例加入麦曲和生料曲，将淀粉糖化和酒精发酵同时进行的酿造黄酒新工艺，其省去了传统酿酒法的蒸煮、摊凉等工序，能降低能耗，节约场地、设备，降低酿酒成本，且出酒率由原来的 17.4% 提高到 31.64%，出酒率提高了 81.84%。特别是其副产物酒糟可作为优质的蛋白饲料。

#### （3）膨化法生产新型黄酒

膨化法酿酒主要是对谷物原料进行加工处理，谷物经高温高压（150℃、1MPa 以上）和物理剪切作用，在模口骤然减压至常态，其内部水分发生相变而具备能量，最后急剧膨胀成型。采用膨化法生产黄酒：①免去浸米和蒸饭工序，减少浸米时淀粉等有效成分的损失，无饭团形成，有利于发酵过程中的搅拌效果。②膨化法可使谷物不溶性长链淀粉切割成水溶性短链淀粉、糊精和糖，有利于糖化发酵，提高黄酒出酒率和稳定性。③有些难以蒸煮的原料，如玉米和荞麦等，经膨化处理后都适宜酿酒，同时其不良气味也得以消失，从而改善了酒的口味。该法比传统工艺的糊化度高，可显著提高出酒率。由于原料膨化后免去浸米和蒸饭工序，节水、节能，同时膨化原料提高黄酒出酒率和稳定性（即减少废水和废渣产生）。

#### （4）原料粉碎机

粉碎机所产生的粉尘可用布袋除尘，粉尘清扫同时洒水处理。该方法从生产设备源头减少粉尘污染，提高原料的利用率。

#### （5）原料桶仓储存

原料桶仓储存替代原来的大米袋装，该方法能减少虫害、防止污染，减少塑料袋的使用，节约资源。

(6) 加强收集原料质量，并对原料做过筛除尘处理减少原料杂质，减少固体物排放。

(7) 镇江恒顺酒业有限责任公司将淋饭的冷却水回收用来泡米。温水泡米的方法不仅有利于节约用水，还大大的减少了泡米时间，提高了生产率。

(8) 添加固定化复合酵母的连续发酵工艺，首次利用固定化复合酵母来生产黄酒。其最佳工艺条件：酿酒酵母：产酯酵母为 3：2，载体填充率 8%。在起始 pH4.0、发酵温度 20℃的条件下，该工艺将发酵时间缩短至 96h，其总氨基氮和总酯含量远高于传统发酵工艺。该方法节省发酵时间，节约资源，有利于清洁生产。

(9) 陶缸（坛）发酵改为大罐发酵，而且采用纯种培养，提高原料利用率，减少劳动力，改善工作环境，减少了废水产生，具有很好的发展前景。

(10) 采用卧式蒸饭机，减少泡米时间，延长蒸饭时间，加快蒸饭速度的同时，保证蒸饭效果，减少污水排放。

(11) 采用大池厢式前发酵和大罐后发酵，使得生产更清洁安全，减少洗缸洗坛用水量，降低污水排放。

(12) 采用大罐储酒，热酒灌装，节约能源，减少污水排放，符合可持续发展战略。

### 5.3.2 水污染防治技术

黄酒行业迅速发展的同时，环境污染问题也日趋严重。黄酒废水中的悬浮物 SS、BOD<sub>5</sub>、COD 都很高，必须对其进行末端处理，采用厌氧-好氧多段联合处理后达标排放。

目前，国内技术成熟应用较广泛的黄酒废水处理方法主要有：

#### (1) 絮凝沉淀法

在洗米废水中加聚合氯化铝(PAC)或聚丙烯酰胺(PAM)等絮凝剂用沉淀法除去淀粉（可回收）。工艺流程如图 12 所示。处理效果：上清液中悬浮物（SS）去除率近 100%，浓度减少到 10~20ppm；COD 去除率 90%，但洗米废水中可溶性糖无法去除，COD 残留量在 300~400ppm 之间，还需好氧处理。

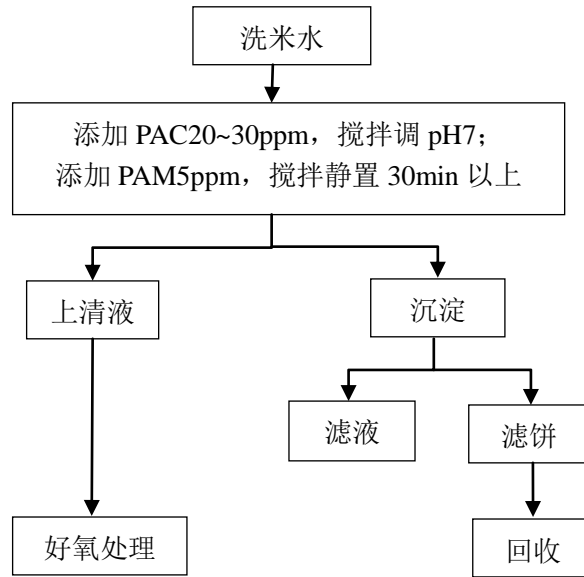


图 12 沉淀法处理工艺流程图

## (2) 厌氧处理

黄酒生产综合废水属于易生化废水，米浆水一般首先进内循环厌氧反应器（IC 反应器）厌氧消化产沼气，甲烷转化率和 COD 去除效率一般都很高。

IC 反应器的特点是在反应器内将有机物的生物降解分为两个阶段：底部处于高负荷，上部处于低负荷。进水由反应器底部进入第一反应室与厌氧颗粒污泥均匀混合，大部分有机物在这里被降解而转化为沼气，所产生的沼气被第一厌氧反应室的集气罩收集，并沿着升流管上升，沼气上升的同时把第一厌氧反应室的混合液提升至 IC 反应器顶部的气-液分离器，被分离出的沼气从气液分离器顶部的导管排走，分离出的泥水混合液将沿着回流管返回到第一厌氧反应室的底部，并与底部的颗粒污泥和进水充分混合，实现了混合液的内部循环。IC 反应器通过反应液内循环系统和 2 次三相分离技术，提高了反应液的混合效果和保存厌氧污泥的能力，从而提高了反应器的处理效率。

IC 厌氧反应器的内部有 1 个依靠自身产生的沼气来驱动的内循环系统。这个内循环系统使 IC 反应器内既能保持较高的污泥浓度，又能通过提高水力负荷来提高传质速率。故有机负荷可高达  $20\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{d}$  以上，处理效率很高，是 UASB 的 2~2.5 倍。该技术可显著降低高浓废水中的 COD 和  $\text{BOD}_5$ ，满足后续好氧生物处理的要求。当废水中的 COD 低于  $15000\text{mg}/\text{L}$  时，COD 去除率为 80%~90%， $\text{BOD}_5$  去除率为 90%~95%，产沼气量  $0.4\sim 0.5\text{m}^3/\text{kgCOD}$ 。浙江古越龙山绍兴酒股份有限公司、会稽山绍兴酒股份有限公司、江苏张家港酿酒有限公司等企业的废

水厌氧处理都采用了此技术。

### (3) 好氧处理

活性污泥法是最常见的污水好氧生物处理方法,是利用活性污泥去除废水中有机物的处理工艺过程。其基本工艺流程由曝气池、二沉池、曝气系统、污泥回流及剩余污泥排放五部分组成。废水和回流的活性污泥一起进入曝气池形成混合液。曝气池是一个生物反应器,通过曝气设备充入空气,空气中的氧溶入混合液,产生好氧代谢状态。随后曝气池内的泥水混合液流入二沉池,进行泥水分离,活性污泥絮体沉入池底,泥水分离后的水作为处理水排出二沉池。二沉池沉降下来的污泥大部分作为回流污泥返回曝气池,称为回流污泥,其余的则从沉淀池中排除,这部分污泥称为剩余污泥。

常见的活性污泥法有 AAO 法,氧化沟活性污泥法及序批式活性污泥法等,目前国家均已有的活性污泥法污水处理工程技术规范(《厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范》(HJ576-2010),《氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范》(HJ578-2010),《序批式活性污泥法污水处理工程技术规范》(HJ577-2010))。工业废水经预处理+AAO 反应池+二沉池可实现 COD 去除率为 70%~90%, BOD<sub>5</sub> 去除率为 70%~90%, 悬浮物去除率为 70%~90%, 氨氮去除率为 80%~90%, 总氮去除率为 60%~80%, 总磷去除率为 60%~90% 的目标。在调查的 12 家大型黄酒生产企业大都采用了活性污泥法进行废水的好氧生物处理,并实现了废水的达标排放。

### (4) AFBR-SBR 法

AFBR 是厌氧生物膜反应器的缩写,是集厌氧滤池(AF)和上流式厌氧污泥床(UASB)为一体的厌氧生物处理器。废水从底部进入 AFBR 反应池,在底部厌氧污泥与上部生物膜中的微生物作用下有机物得以降解, COD 去除率达 80~90%。

SBR 是间歇式好氧反应池,利用活性污泥中的好氧细菌及其原生动物对污水中的有机物进行吸附、氧化、分解,最终把这些有机物变成二氧化碳和水。工艺流程图如图 13。

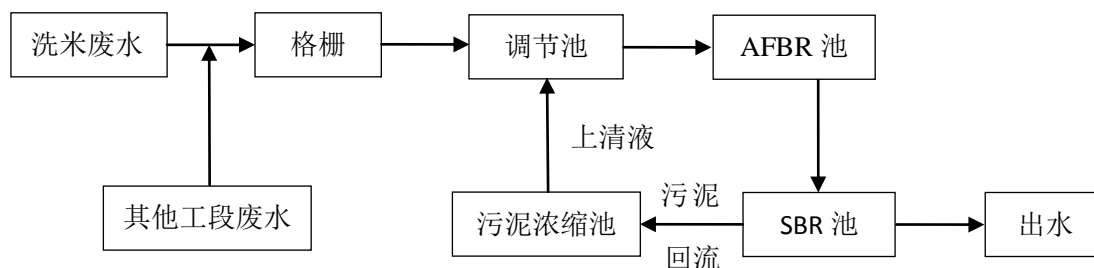


图 13 AFBR-SBR 法工艺流程图

另外，黄酒厂生产厂区的生活污水主要由厕所污水和食堂废水等含有机物污水组成，应进入末端废水厌氧-好氧处理系统处理，达标后才能排放。

### 5.3.3 大气污染防治技术

#### (1) 废水处理系统臭气的收集及处理技术

黄酒生产产生的废水由于有机物浓度高，在调节池及污泥浓缩部分等部位应进行密闭收集产生的臭气，目前主要采用生物、化学及物理技术处理。如药液吸收法，利用臭气中某些物质和药液产生化学反应的特性，去除某些臭气成分，适用于处理废气量高、中浓度的臭气，能够有针对性处理某些臭气成分，工艺较成熟，主要用于一些食品发酵行业的污水处理厂。另如生物滤池式脱臭法，恶臭气体经过去尘增湿或降温等预处理工艺后，从滤床底部由下向上穿过由滤料组成的滤床，恶臭气体由气相转移至水-微生物混合相，通过固着于滤料上的微生物代谢作用而被分解掉，是目前研究最多，工艺最成熟，在实际中也最常用的生物脱臭方法，处理费用低。此外，近年来逐渐在食品发酵行业及废水臭气处理中采用的低温等离子体技术，该技术在介质阻挡放电过程中，等离子体内部产生富含极高化学活性的粒子，如电子、离子、自由基和激发态分子等，废气中的污染物质与这些具有较高能量的活性基团发生反应，最终转化为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  等物质，从而达到净化废气的目的。该技术适用范围广，净化效率高，尤其适用于其它方法难以处理的多组分恶臭气体。

#### (2) 废水厌氧处理产生沼气的净化和纯化技术

黄酒生产产生的高浓废水通常先进行厌氧处理，该过程会产生沼气。目前一些企业直接燃烧排放，产生了二氧化硫等废气。若进入锅炉燃烧，需进行脱硫处理，投资成本高，效益不显著，目前将沼气制备成高纯度生物质燃气是一个重要发展方向。

将沼气制备成生物质燃气主要包括净化和提纯两大步骤。净化是去除沼气中微量的有害成分如硫化氢、水蒸气、颗粒物等，其中最重要的是硫化氢的去除；提纯主要是减少沼气中的二氧化碳含量，增大甲烷含量，提高燃气热值。

沼气中硫化氢的存在会腐蚀压缩机、气体储罐、输送管路等，造成吸附剂中毒，此外，硫化氢在燃烧过程中会生成  $\text{SO}_2$  和  $\text{SO}_3$ ，危害更大，必须对硫化氢进行脱除。目前，较成熟、已经有工业化应用的脱硫技术主要有：干法脱硫（利用  $\text{O}_2$  将  $\text{H}_2\text{S}$  氧化成硫或硫氧化物，也可称为干式氧化法）；湿法脱硫（利用特定的溶剂与气体逆流接触脱除其中的  $\text{H}_2\text{S}$ ，而溶剂则通过再生后重新进行利用的脱硫方式）；生物脱硫（在适宜的温度、湿度、pH 值、营养物和微氧条件下，利用脱硫细菌(如光合硫细菌、硫杆菌、无色硫细菌等)，将  $\text{H}_2\text{S}$  转化为单质硫或硫酸的过程）；目前也有一些组合脱硫技术，如湿法-干法联合脱硫，生物-湿法联合脱硫，在一定程度上对脱硫系统进行了改进，使得各种脱硫技术实现了优势互补。北京三益能源环保发展股份有限公司的“化学吸收+生物再生”的耦合工艺，可实现进气的硫化氢浓度在  $3000\sim 4000\text{mg}/\text{m}^3$  时，稳定运行后出口的硫化氢浓度低于  $15\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均脱硫效率高达 99.5%。

沼气中二氧化碳的脱除技术有变压吸附、压力水洗、物理吸收、化学吸收、胺洗、膜分离法和低温分离法等多种方法。其中变压吸附法、压力水洗法、化学吸收法和膜分离法在沼气净化提纯方面应用较多。目前，我国已兴建了多个沼气提纯工程，各类提纯方法如变压吸附法、膜法、化学吸收法、水洗法都有涉及。山东英轩集团沼气提纯项目采用了北京三益能源环保发展股份有限公司的膜分离工艺，日处理沼气 9 万  $\text{m}^3$ ，提纯后的天然气用作车用燃料。

#### 5.3.4 固废污染防治技术

黄酒生产过程产生的主要固体污染物为酒糟、米糠、废硅藻土以及水处理系统产生的污泥等。黄酒生产企业应依据相关法律法规，开展固体废弃物的二次利用工作研究，力争实现零排放。酒糟、米糠是黄酒生产过程中排放量最大，同时也是可利用率最高的副产物，具有很高的可利用价值。黄酒糟是黄酒酿造中的主要副产物，其中的主要成分有乙醇、淀粉、糖、丰富的蛋白质、纤维素和一些风味物质（挥发分和不挥发酸等）。米糠中含有很多的脂肪、蛋白质、维生素以及米糠油，其中米糠油营业价值极高，使用后人体的吸收率可达 90% 以上。

常见的黄酒糟和米糠综合利用方法有以下几种：

### （1）利用黄酒糟制备风味酒

#### ①利用黄酒糟制备糟烧酒

黄酒糟经过糖化、发酵、蒸馏得到的白酒就是糟烧酒。

#### ②利用黄酒糟制备芝麻香酒

选用优质红粮与黄酒糟作为主要酿造原料，选用小麦、豌豆、麸皮等辅料制作麦曲、白曲混合酵母作为生产用的糖化剂、发酵剂、生香剂，产生芝麻香非常复杂的香味成分，制得了优质芝麻香酒，得到的酒清澈透明、酒香幽雅，入口丰满醇厚、纯净回甜、余味悠长、有突出的芝麻香味。

### （2）利用黄酒糟制备调味品

#### ①利用黄酒糟制备酱油

利用复合风味蛋白酶、麸曲酸性蛋白酶以及麸曲糖化酶水解黄酒糟生产特鲜酱油的技术。该研究工艺要点：取 1000g 黄酒糟，将其粉碎，并加入 2500mL 的水调浆，在 100℃下加入高温淀粉酶液化 10min，待到醪液冷却至 55℃，加入复合风味蛋白酶，装于 3L 的锥形瓶中于 55℃保温水解，最后经灭菌压榨等工艺过程制备成成品酱油。

采用酶法水解黄酒糟制得的酱油呈棕红色，澄清透明、味道鲜美，并且有浓郁的酱油香气。成品酱油中的总氮含量为 1.61%，对黄酒糟中的蛋白质利用率达到 85%，充分利用了黄酒糟中的残留蛋白质。相对于传统的酱油制备方法，该方法节约能源消耗，原料成本低，生产周期更短，效益更高，是一种对环境友好的酿造工艺。

#### ②利用黄酒糟制备食醋

利用黄酒糟生产食醋的方法，该工艺的要点：加入 2~3 倍于黄酒糟的清水，与黄酒糟混合均匀，加热至 60℃后，保温浸泡 3h，对酒糟进行糖化。随后再接入酵母，经发酵、过滤、调整补充、醋酸发酵、灭菌、包装等步骤制得优质食醋。利用黄酒糟生产食醋有效利用了废弃黄酒糟，制得的食醋风味柔和，与传统工艺制得的食醋差别不大，且投资少、设备简单、操作容易、周期短、效益高，是一种很有发展前途的黄酒糟深加工的方向。

#### ③利用黄酒糟生产香糟卤

香糟卤作为一种调味产品，食用方便、口感鲜美，口味可根据消费者的要求

进行调整，适合烹饪各种美味食品。“香糟卤”的工艺参数：每 100kg 黄酒糟添加经粉碎的天然植物混合香辛料 2~4kg，充分拌匀，灌坛密封，3~6 个月后即成香糟。按 100kg 水加 10kg~15kg 香糟，再加 0.5kg 花椒、0.2kg 茴香，入酒缸中静置 48h~96h 取上清液和压榨液过滤后，再加食盐、黄酒等制成香糟卤。利用黄酒糟生产香糟卤工艺简单，适合各个黄酒生产企业进行酒糟深加工。从近几年市场发展趋势来看，有不断扩大之势，值得各黄酒生产企业注意。

### （3）黄酒糟其他利用

①黄酒中富含米曲和酵母的多种营养素。可以开发利用酒糟，酒糟在乙醇中浸一段时间，减压下蒸馏去除乙醇，室温下放置一昼夜，除去上层油分，浓缩物调制成精汁，得到酒糟精。该产品具有阻碍酪氨酸酶活性及阻碍淀粉酶活性的功能，有增白皮肤的作用。

#### ②栽培食用菌

目前，食用菌市场较好，品种的多样化和高档化是当前的发展趋势。特别是一些兼有保健功能的食用菌，如猴头菇、灵芝、北虫草、秀珍菇等。根据相关黄酒酒糟成分的分析资料发现，其可作为食用菌的培养基，略加调整后可作为优良的药食兼用菌培养基。黄酒糟在液体培养基中可代替碳源和氮源，与空白对照发现，产率分别比猴头菇高 54.6%、比灵芝高 17.0%、比秀珍菇高 64.7%、比北虫草高 3.0%。

#### ③酒糟用于养殖蚯蚓间接生产动物蛋白饲料

利用酒糟和动物粪便、秸秆等营养基料，养殖蚯蚓来作为动物的直接或间接饲料。该法生产的饲料具有蛋白质含量高、无氮浸出物少、灰分含量高以及含有丰富的维生素等优点。

### （4）米糠的开发利用

①通过现代技术工艺技术可从黄酒米糠中提取米糠油，提取后剩下的糠饼先提取植酸钙，而后加入糖化酶及纤维素酶，再接入酵母，蒸馏酒精，剩下的酒糟又可作饲料。

②研究发现，米糠可制作米糠活性炭，具有净化污水的能力。一般使用 50g 活性炭化米糠微粒可净化 30t 以上的污水。

③将米糠经特殊处理后加葡萄糖、谷蛋白、强力粉、鸡蛋、奶油、砂糖等，通过发酵可快速制酱。这种食品风味独特，营养丰富，成本较低，具有很大的市



场发展潜力。

#### (5) 炉渣的开发利用

调研 20 家企业当中有 2 家直接将锅炉炉渣卖给其他企业作为高速公路的路基等，但炉渣的这种应用仅仅停留在初级阶段，其附加值并不高。如果将煤渣进行深层次的加工，可将炉渣烘干磨细变成二级灰或一级灰后，达到要求的炉渣灰可直接用于水泥、建筑用砖、墙体等材料的制作中，真正实现了炉渣的变废为宝，对环境保护起到了积极的作用。同时烘干磨细后的炉渣价格也将成倍的上涨，大幅度提高了炉渣综合利用的经济效益。

#### (6) 废硅藻土的利用

经测定，废硅藻土中含酒精度 7.6%（体积分数），而且酒精酯香味浓。所用设备简单，只要在其中加入 2%左右的谷壳，在糟烧白酒吊酒设备上吊酒即可。如此一来既降低了成本，又开发了白酒新品种，取得了良好的效果。

## 6 技术政策制订的基本原则和技术路线

### 6.1 基本原则

《技术政策》编制的基本思路：

源头控制、过程减排和末端循环并举，以污染预防为重点，以清洁生产减排为核心，以工艺可行、产品安全、质量稳定、设备可用、操作自动化、计量精准化为特征。

《技术政策》编制的基本原则：

- (1)《技术政策》适用范围和工作原则应满足相关环保标准和环保工作要求；
- (2) 全面考虑《技术政策》内容，满足各项评价指标的要求；
- (3) 以清洁生产为第一原则，以清洁生产统领《技术政策》的制订；
- (4) 突出适用性和可操作性。
- (5) 保留产品的特征性和质量安全性。

### 6.2 技术路线

本《技术政策》编制的技术路线见图 14。编制过程中，编制组向行业协会、相关企业、环境保护部门的专家进行了技术咨询，并选择了典型生产工艺进行污染排放量的分析，总结各工艺特点及排污系数，结合实际情况进行全国排污量估

算。

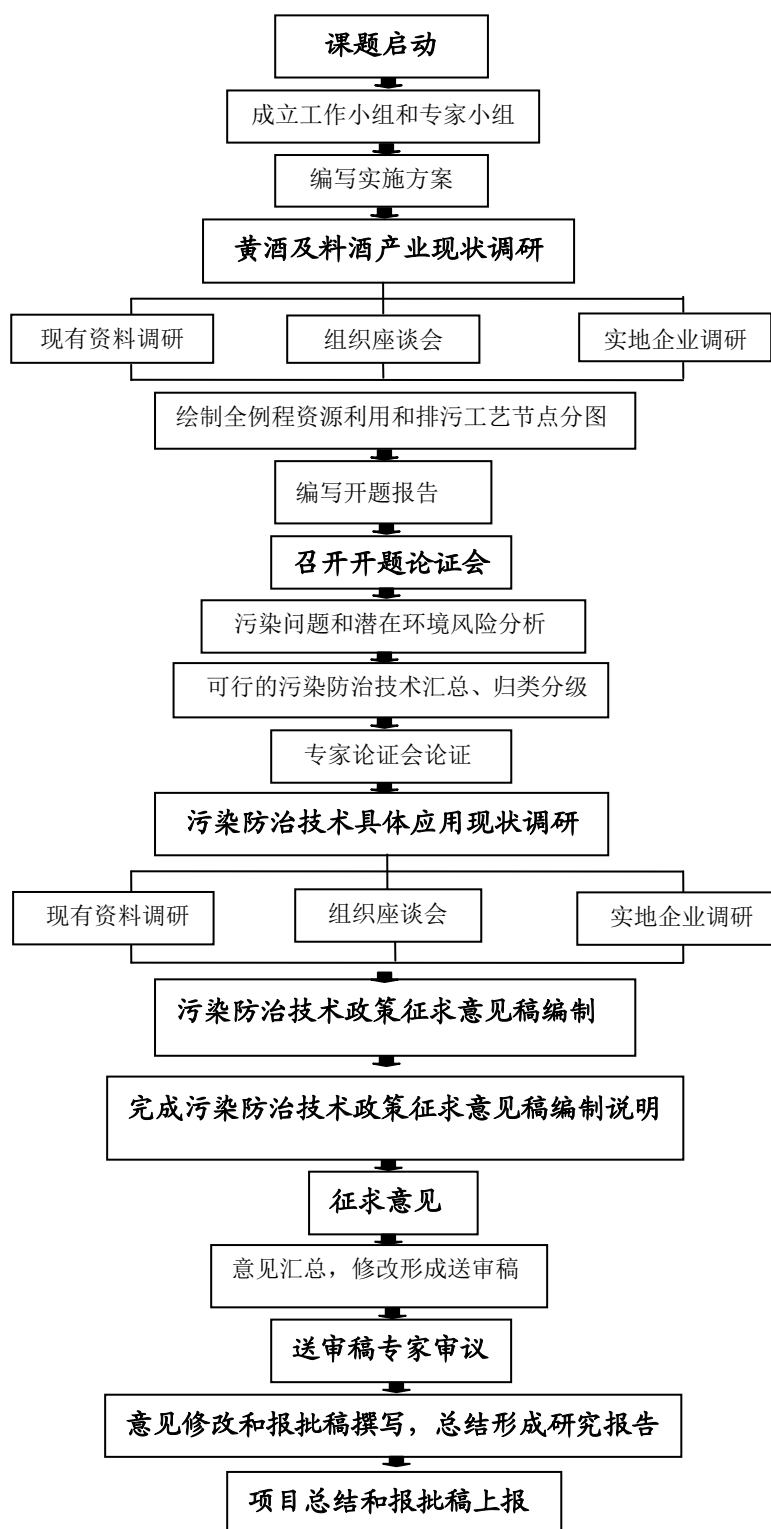


图 14 《技术政策》编制技术路线图

## 7 技术政策主要条文的编制说明

本技术政策由总则、源头及生产过程污染防治、污染治理及综合利用、二次

污染防治、鼓励研发的污染防治技术共五部分组成。

## 7.1 总则

(一) 为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国清洁生产促进法》等法律法规，防治环境污染，保障生态安全和人体健康，规范污染治理和管理行为，引领黄酒与料酒制造业生产工艺和污染防治技术进步，促进行业的绿色循环低碳发展，制定本技术政策。

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国清洁生产促进法》等法规，防治环境污染，促进黄酒与料酒制造业和污染防治技术的进步，依据(1) 1990年,(原)中华人民共和国卫生部颁布的《黄酒厂卫生规范》(GB 12698-1990), (2) 2004年,中华人民共和国农业部颁布的《绿色食品 黄酒》(NY/T897-2004), (3) 2005年,国家发着改革委员会发布的《烹饪黄酒》(QB2745-2005), (4) 2007年,(原)国家环境保护总局《清洁生产标准 白酒制造业》(HJ/T402-2007), (5) 2008年,中国认证认可协会发布的《食品安全管理体系 黄酒生产企业要求》(CNCA/CTS 0024-2008), (6) 国家质量监督检验检疫总局国质检食监〔2006〕365号文件提出的《黄酒生产许可证审查细则》等5种酒产品设置了行业准入条件, (7) 2008年,国家质量监督检验检疫总局和中国国家标准化委员会联合发布的《黄酒》(GB/T 13662-2008), (8) 2008年,国家质量监督检验检疫总局和中国国家标准化委员会联合发布的《地理标志产品 绍兴酒(绍兴黄酒)》(GB/T 17946-2008), (9) 2008年,国家质量监督检验检疫总局和中国国家标准化委员会联合发布的《黄酒企业良好生产规范》(GBT 23542-2009), (10) 2011年,环境保护部 国家质量监督检验检疫总局联合发布的《发酵酒精和白酒工业水污染物排放标准》(GB 27631-2011), (11)《清洁生产标准 啤酒制造业》(HJ/T183-2006)、《清洁生产标准 白酒制造业》(HJ/T402-2007)、《清洁生产标准 葡萄酒制造业》(HJ/T452-2008)等酿酒工业相关的环保标准要求,制定本技术政策。(12) 2016年,工业和信息化部 and 环境保护部联合发布《水污染防治重点行业清洁生产技术推广方案》(工信部联节〔2016〕275号),提出包括黄酒在内的11个重点行业实施清洁生产技术改造,降低工业新增水用量,提高水重复利用率,减少水污染物产生,严格控制并削减行业水污染物排放总量,推动全面达标排放,促进水环境质量持续改善。

(二) 本技术政策所称黄酒制造主要是指以稻米、黍米等为主要原料，经糖化、发酵、压榨、过滤、煎酒、贮存等工艺生产酿造酒的生产；料酒制造主要是指用原酿黄酒制备的酿造料酒和用部分黄酒添加食用酒精制备配制料酒的生产。

黄酒是以稻米、黍米、玉米、小米、小麦等为主要原料，经蒸煮、糖化、发酵、压榨、过滤、煎酒、贮存、勾兑而成的酿造酒。料酒是以发酵酒、蒸馏酒或食用酒精成分为主体，添加食用盐（可加入植物香辛料），配制加工而成的液体调味品。本技术政策中料酒适合于只用原酿黄酒制备的酿造料酒和用部分黄酒添加食用酒精制备的配制料酒，不包括完全用酒精和水勾兑而成的配制料酒。

(三) 本技术政策为指导性文件，提出了黄酒和料酒制造业污染防治可采取的技术路线、原则和方法，主要包括源头及生产过程污染防控、污染治理及综合利用、二次污染防治、鼓励研发的污染防治技术等内容，为黄酒与料酒制造业环境保护相关规划、环境影响评价、污染物排放标准、总量控制、排污许可等环境管理和企业污染防治工作提供技术指导。

本技术政策供全国范围内各黄酒与料酒制造业环境影响评价、环境保护相关规划、污染物排放标准、总量控制、排污许可等环境管理和企业污染防治工作技术支持。为防治黄酒与料酒制造业污染，提出了可采取的技术路线和技术方法，包括清洁生产、大气污染防治、水污染防治、固体废物处置及综合利用、鼓励研发的污染防治新技术。

(四) 黄酒与料酒制造业应规模化和特色集约化并重发展，鼓励开发特色化、功能化等高附加值黄酒产品。

从能耗、原料利用率、机械化、自动化发展水平、污染控制技术的利用等角度出发，黄酒与料酒制造业走规模化、集约化发展可行，如国内外啤酒、葡萄酒产业一样，都是走规模化效应。但是，黄酒又如白酒一样，属于工艺各异，特色鲜明的产品，在传统工艺中，曲种、发酵速度、风味形成等不与原料增加成正比，所以特色酒厂也需要保留。

(五) 黄酒与料酒制造业污染防治应遵循全过程污染防治的原则，实行源头控制、清洁生产、末端治理、风险防范的综合防治技术路线。到 2020 年底之前，在全行业推广清洁生产的技术及工艺，达到每万 kL 酒节省大米 20~30t、节省小麦 150~250t、耗水量降低 3~5 万 m<sup>3</sup>、耗标煤降低 10~30t、减排 COD10~20t 的

## 清洁生产目标。

黄酒与料酒企业规模较小、传统工艺多，清洁生产技术落后，通过技术进步和生产工艺的改进可以从源头上大幅度地减少生产过程污染的排放。因此在该技术政策中首先考虑的是采用清洁生产技术和生产过程控制措施，再通过末端治理对有机废弃物和燃煤废气的排放进行综合防治。由发改委主持正在制定的黄酒行业千升酒取水定额，拟要求到 2020 年降低 30% 的目标值。参考工信部 2016 发布的《水污染防治重点工业行业清洁生产技术推行方案》制定本清洁生产目标。

## （六）黄酒与料酒制造业应按国家相关要求，健全环境风险防控体系和环境应急管理制度。

根据《突发事件应急预案管理办法》（国办发〔2013〕101 号）和关于印发《企业突发环境事件风险评估指南（试行）》的通知（环办[2014]34 号），企业需建立环境风险防控和应急措施制度，如黄酒与料酒生产存在黄酒泄漏污染水体、废水厌氧处理产生沼气属于易燃易爆气体，因此需要定期开展环境风险评估，储备环境应急资源，积极防范和妥善应对突发环境事件。

## 7.2 源头及生产过程污染防控

### （一）原料宜采用标准化仓储代替散装（简易袋子包装），减少虫害，降低损失。

会稽山绍兴酒股份有限公司采用原料桶仓储存来代替原来的大米袋装，该方法能减少虫害，防止污染，减少塑料袋的使用，可有效节约资源。

### （二）应加强原料收集质量，减少原料杂质。使用时对原料进行过筛和除尘处理。

江苏张家港酿酒有限公司经过研究试验发现，对原料做过筛除尘处理不但可以减少原料杂质，而且能提高产品质量。

### （三）原料进厂后工艺输送和粉碎过程中，应防止噪声和粉尘污染。推荐采用封闭粉碎、袋式除尘和喷水降尘等方法处理。

常州新博安泉酒业有限公司利用粉碎机将原料打碎，用布袋除尘回收扬尘。该方法从设备源减少粉尘污染，提高了原料的利用率，值得大面积推广。

### （四）优化传统泡米蒸饭工艺，减少高浓米浆水产生，鼓励企业缩短浸米时间及采用米浆水、淋饭水回用技术。

镇江恒顺酒业有限责任公司将淋饭的冷却水回收泡米，采用温水泡米的方法。此方法不仅有利于节约用水，还大大的减少了泡米时间，提高了生产率。江苏张家港酿酒有限公司开发卧式蒸饭机，减少泡米时间，延长蒸饭时间，加快蒸饭速度的同时保证蒸饭效果，减少污水排放，效果明显。具有在行业广泛推广的价值。

#### **（五）鼓励蒸饭机的余热回用。**

蒸饭机是酿制黄酒用以蒸饭的设备。大米从进料口一端加入，利用调节板使米层厚度为 20~35cm，由于网带的缓慢移动，大米被蒸汽连续加热成米饭，经风吹冷后从另端出口处出来。在加工工程中消耗大量的蒸汽，蒸汽的尾气，企业一般无序排放，造成大量的浪费。浙江会稽山绍兴酒股份有限公司采用蒸汽尾气集中收集装置，通过蒸汽与水的换热装置，产生的热水回用于大米浸泡，节约能源约 10%。

#### **（六）应推广生曲及熟曲的自动化连续生产替代间歇生产。**

浙江会稽山绍兴酒股份有限公司采用生曲、熟曲的自动化连续生产替代间歇生产技术，质量提高到原来的 160%，年节约小麦 1188t；年节约成本 280 万元。

#### **（七）鼓励推广不锈钢发酵罐等大型连续化、自动化生产设备替代陶缸、陶坛发酵，推广安装发酵单罐冷却、自动清洗回收等装置。**

近几年，黄酒开始采用机械化大型设备，尤其是向啤酒行业学习，采用大容器发酵设备，使黄酒的工业化大生产成为可能，自动化设备不仅提高土地利用率，节省人力资源，而且把季节性生产变成常年生产。

采用单个发酵罐冷却控制的方式，可减少制冷和通风能源浪费，节约用电约 5%。不仅有利于工艺控制，而且有利于冷冻水的合理利用，可同时将原设计的三级能效（性能系数 4.8）的螺杆冷水机组更换为一级能效（性能系数 5.66）的满溢式螺杆冷水机组，节能 19.725%。

#### **（八）宜采用密闭式自动化压滤机，防止滴漏污染。推广采用洗布机替代人工水洗滤布，提高洗涤效率，减少用水量。**

针对黄酒酿造特点和物料性质，采用密闭式自动化压滤机替代传统压滤装备，实现黄酒压榨工序的全封闭式清洁化、自动化控制生产，酒液通过管道输送，不暴露在空气中，酒精无挥发，无泄漏，提高出酒率 0.5%，降低了污染负荷，且能完全保证酒液的卫生安全，有效防止环境污染，榨酒车间的生产环境得到根

本性的改善。

滤布采用洗布机，洗涤效率高，节水 80%。

**（九）鼓励采用机械化高压洗坛，减少洗涤水用量。**

已有企业开始使用高压水力的机械洗坛机替代人工洗坛，洗涤效率高，减少洗涤水用量和排废水量。

**（十）鼓励采用大罐储酒方式，实现节能。**

无锡市振太酒业有限公司由原来的陶坛储存改进为现在的大罐储酒，节约能源，减少污水排放，符合可持续发展战略。

**（十一）鼓励采用热酒灌装工艺，减少喷淋杀菌用水，实现节能节水。**

热酒灌装，可以省去对酒瓶的热水冲淋步骤，节水节能。江苏张家港酿酒有限公司由冷酒灌装改进为现在的热酒灌装，节约能源，减少污水排放，符合可持续发展战略。

**（十三）鼓励采用变频节能装置，提高节能效率。**

通用型节能技术，已经在许多行业使用，证实节能显著。

## 7.3 污染治理及综合利用

### （一）大气污染治理

废水处理系统中产生的臭气，宜进行收集，采用生物、化学及物理技术处理后排放。

废水调节池、生化处理过程及污泥浓缩过程都会产生臭气，应密闭、除臭。该技术为通用技术。

### （二）水污染治理

**1.生产过程产生的废水和生活污水应清污分流、分类收集、分质处理、综合回收利用和达标排放。禁止企业将生产废水和生活污水直接排入自然水体。**

黄酒生产过程产生的废水包括米浆水、淋饭水、洗缸水、洗瓶水、洗布水、设备地面冲洗水、化验室化验废水，以及酒糟堆存场地渗滤液等，富含有机质，可生化性强，但是，来源不同，有机物浓度和杂质组分差别很大。绝对禁止企业生产废水和厂区生活污水直接排放。

**2.宜采用沉淀法回收米浆水中固形物，综合利用于饲料加工等。**

米浆水、淋饭水等虽含有高浓度有机物，但可以考虑工艺过程中部分回用；

其固形物沉淀富含淀粉质，可收集用于饲料生产。

**3.鼓励对洗瓶水、设备地面冲洗水等低浓度废水进一步处理后中水回用。**

灌装过程中冲洗新瓶产生了大量的废水，直接排放污染环境，可以砂滤等净化后作为中水使用。

**4.宜采用生物厌氧-好氧为主的多段降解方法对米浆水、洗缸（坛）水、洗布水、酒糟堆存场地渗滤液等综合废水进行处理，达标后排放。**

黄酒生产排出的废水有机污染物含量高、耗氧量大，未经处理排入江河将严重污染水体，给工农业生产、居民生活及水产养殖业等造成严重威胁。但可生化性好，利用厌氧产沼气，好氧活性污泥中的好氧细菌及其原生动物对污水中的有机物进行吸附、氧化、分解，最终把这些有机物变成二氧化碳和水。

**5.鼓励雨污分流，充分蓄积利用雨洪水，防止雨洪水进入废水处理系统。**

南方雨水充沛，蓄积的雨水经过简单处理可以利用。

**（三）固体废物处理处置与综合利用**

**1.黄酒与料酒制造业产生的固体废物，应按其性质和特点进行分类收集，遵循“减量化、资源化、无害化”的原则，按固体废物相关管理规定分别进行利用或处置。**

黄酒与料酒制造业产生的固体废物，包括原料来源、发酵过程产生、储藏过程使用等，组分性质差异很大，应按固体废物相关管理规定分别进行利用或处置。

**2.鼓励资源化深加工利用酒糟制备香糟卤、糟烧酒、调味料，栽培食用菌、开发饲料蛋白等。**

黄酒糟是黄酒酿造中的主要副产物，其中的主要成分有乙醇、淀粉、糖、丰富的蛋白质、纤维素和一些风味物质（挥发分和不挥发酸等）。可利用黄酒糟制备风味酒如糟烧酒、芝麻香酒；或制备调味品，如香糟卤、调味液等，或利用黄酒中富含米曲和酵母的多种营素养来栽培食用菌。

**3.采用坛式储酒方式的传统企业，应尽量回收和减少封坛泥用量，节约资源。**

以每 $1\text{m}^3$ 泥土封坛40罐计，每生产1t黄酒需要使用粘土 $1\text{m}^3$ ，消耗土地资源，不利于可持续发展。

**4.废硅藻土应全部回收并妥善处理，不得残留排入下水道或其它环境中。废硅藻土应由符合环保要求的专业公司进行综合利用或处置。**

硅藻土广泛用于酿造和食品加工过程，已有成熟专业的废硅藻土处理和利用



途径。黄酒过滤后的废硅藻土中含酒精度 7.6%（体积分数），而且酒精酯香味浓，在其中加入 2%左右的谷壳，可用于糟烧白酒的吊酒增香。吊酒利用后的废硅藻土应按照固体废物相关管理规定进行利用或处置。

#### **5.废酒瓶、废纸箱等应由专业的公司回收分类并综合利用。**

应按照固体废物相关管理规定分别进行利用或处置。

### **7.4 二次污染防治**

**（一）废水厌氧处理过程产生的沼气应实施燃气锅炉等热能利用。鼓励使用小型、撬装式纯化系统净化沼气，制备满足民用或车载使用标准的生物质燃气，提高沼气的利用价值。**

黄酒生产废水富含有机质，通过厌氧生化处理可产生沼气，通过净化可作为燃烧的清洁能源。由于一般黄酒企业的沼气规模特点是量少、分散，目前国内已有完善的小型、撬装式沼气净化系统，用于分散式沼气净化，制备达民用或车载使用等标准的生物质燃气，可实现沼气的燃气化高质利用。

**（二）废水生物处理产生的剩余污泥、沼渣等应由专业的公司进行资源化综合利用和处置。**

废水处理系统产生的污泥堆积易发生腐烂发臭，对环境造成的影响日益严重，必须回收处置。可以做建材、肥料、燃烧回收热值等，现在都有专业的公司进行处置和资源综合利用。

**（三）酒糟堆放、储酒缸（坛）存放、米浆水储槽等地面应进行防渗漏处理。**

酒糟堆放、储酒缸（坛）存放、米浆水储槽都有可能跑冒滴漏，一旦渗漏对堆放地地下水有污染风险，地面防渗漏处理为通用技术。

### **7.5 鼓励研发的污染防治技术**

**（一）鼓励研发缩短浸米时间或取消浸米的新工艺（如添加乳酸菌泡米、延长蒸米时间等），减少高浓米浆水产生量。**

泡米过程产生大量高浓度米浆水，是黄酒酿造主要的污染源。延长蒸米时间或采用乳酸菌泡米技术，可以缩短浸米时间，达到大量减少米浆水产生量目的。

**（二）鼓励研发机械化自动化黄酒酿造新工艺，进一步完善自动化大罐发**

## **酵及在线监测技术。**

近年来，黄酒开始采用机械化大型设备，尤其是像啤酒行业学习，采用大容器发酵设备，使黄酒的工业化大生产成为可能，自动化设备不仅提高土地利用率，节省人力资源，而且把季节性生产变成常年生产。江苏张家港酿酒有限公司由原来的陶缸发酵改为现在的大罐发酵，而且采用纯种培养，提高原料利用率，降低劳动力，改善工作环境，减少了废水产生，具有很好的发展前景。

液化法自动化大罐黄酒酿造工艺作为一种新工艺，将原料粉碎后添加淀粉酶进行液化，取代传统工艺中的长时间浸米和蒸饭。该新工艺采用自动化大罐发酵过程及在线监测技术，可以实现大罐机械化自动化生产，加快发酵速度，提高发酵度，具有节能减排、便于机械化输送等优点，有利于黄酒的清洁生产。目前国内对于液化法酿造黄酒至今未形成工业化大规模生产的原因是该工艺的技术难点在于如何实现快速发酵同时保留传统黄酒的特有风味。

### **（三）鼓励研发微氧储酒技术，延长黄酒大罐储存时间。**

目前大罐储酒容器多是不锈钢罐，材质与传统陶缸有明显差异，难以用于生产年份酒，所以多用于短期大量储存，未见长期储酒使用。传统陶缸储酒的优势在于能够保持系统内微氧状态，因此开发微氧储酒技术可以便于实现工业化和自动化的不锈钢罐储酒。

### **（四）鼓励开发新材料替代现有酒坛的封坛泥，减少泥土用量，保护资源。**

黄酒存储密封使用的封坛泥，需用上好的粘土，经浸泡、洗涤、人工踩制而成，不仅工人劳动强度大，而且大量黏土挖掘会破坏土壤结构，不利于可持续发展。开发透气性好、易回收的替代材料很有必要。