

附件三：

# 《味精工业废水治理工程技术规范》

（征求意见稿）

## 编制说明

《味精工业废水治理工程技术规范》编制组

二〇一一年一月

# 目 次

1 任务来源.....	3
2 标准制定必要性.....	3
3 主要工作过程.....	4
4 国内外相关标准研究.....	4
5 同类工程现状调研.....	4
6 主要技术内容及说明.....	13
7 标准实施的环境效益与经济技术分析.....	26
8 标准实施建议.....	28

# 《味精工业废水治理环境工程技术规范》编制说明

## 1 任务来源

2009年，环境保护部下达了“《关于开展2009年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知》”（环办函【2009】221），其中提出了制定《味精工业废水治理环境工程技术规范》（项目编号1453.15）行业标准的任务。中国环境科学学会承担该标准的编制工作。参编单位有北京工商大学、山东十方环保能源股份有限公司和河南莲花味精股份有限公司。

## 2 标准制定必要性

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2009年底已达250万吨。

味精工业也是我国发酵工业中的最大污染源，2007年味精行业产生高浓度有机废水总量为2850万吨，年COD产生总量为142万吨，每吨味精产品产生高浓度废水15吨左右。味精行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<sub>Cr</sub>、高BOD<sub>5</sub>、高菌体含量、高NH<sub>3</sub>-N、高SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、低pH的“五高一低”废水。

依照相关规定，目前国内所有味精企业均建成了废水处理设施，但由于设计、工艺、运行及管理等方面均不够规范，导致许多废水治理工程的处理效果并不理想，一些治理工程甚至无法进行正常运行、达标排放。某些废水治理工艺运行效果虽然比较好，但存在着工程建设投资大、运行费用高等问题，在一定程度上限制了处理技术的推广和运用。其主要原因是味精行业废水治理工程相关标准和技术规范缺失，废水治理工程的设计、建设、运行没有统一的质量控制准则。上述情况亟待改善。

此外，为进一步降低味精企业对水环境的污染，《味精工业污染物排放标准》（2008送审稿）明确了标准的适用范围，加严了废水（特别是氨氮和COD<sub>Cr</sub>指标，并增加了总氮和总磷指标）排放限值。要贯彻《味精工业污染物排放标准》（GB 19431-2004）和《味精工业污染物排放标准》（2008送审稿），保证味精废水治理工程发挥应有的作用，必须制订相应的《味精工业废水治理环境工程技术规范》，对我国味精工业废水处理技术进行归纳统一，规范治理工程建设和运行。

鉴于以上诸多原因，将各种技术实用、成本合理及处理效果良好的味精工业废水治理技术总结分析，形成该行业的国家技术规范体系，对废水治理工程的建设进行全过程管理是非常必要的。

本标准的制定符合新的环境标准体系要求，有利于促进行业发展，规范行业水污染防治工作，有效控制味精工业水污染物的排放，保证《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》和《味精工业污染物排放标准》（GB 19431-2004）的落实，能够为《味精工业污染物排放标准》（2008送审稿）的颁布和实施奠定技术基础。

## 3 主要工作过程

根据环境保护部下发的“《关于开展 2009 年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知》”(环办函【2009】221),, 中国环境科学学会接到任务后, 于 2009 年 5 月牵头成立了由中国环境科学学会、北京工商大学、山东十方环保能源股份有限公司和河南莲花味精股份有限公司组成的编制组, 填报了计划任务书和任务合同书。

经过对行业生产及污染防治的相关法律、法规及现行技术的文献调研, 编制组于 2009 年 8 月编制完成了《味精工业废水治理工程技术规范开题报告》, 并多次组织编制组内部会议对文稿进行讨论。

2010 年 1 月 14 日, 国家环境保护部科技标准司在环境部主持召开了《味精工业废水治理工程技术规范》开题论证会。与会专家对规范编制的基本原则、适用范围进行了界定, 并提出规范制定应配合《味精工业污染物排放标准》(2008 送审稿)的有效实施。

会后, 编制组成员根据开题论证会精神, 经过书面函调, 现场调研和实验, 于 2010 年 7 月完成了《味精工业废水治理工程技术规范(初稿)》和《味精工业废水治理工程技术规范(编制说明)》; 并征求了多家具有味精工业生产和废水治理工程经验的科研院所、学校和工程公司的意见, 经过意见反馈和修改形成现在的征求意见稿和编制说明。

#### 4 国内外相关标准研究

从目前掌握的资料来看, 由于发达国家基本不进行味精生产, 因此没有味精工业污染治理工程的标准。

就我国情况而言, 原国家环保总局 2004 年颁布了《味精工业污染物排放标准》(GB 19431-2004), 但在 2008 年又对该标准进行了修订, 提高了各项排放标准, 目前已进入报批程序。环境保护部在 2008 年发布了《清洁生产标准 味精工业》HJ 444-2008, 规定了味精工业清洁生产的一般要求。2010 年, 国家发展改革委发布了发酵行业清洁生产评价指标体系(试行)。上述文件主要从排放标准、清洁生产角度给予了规定, 味精工业污染治理技术指导性文件则基本缺失。

#### 5 同类工程现状调研

##### 5.1 行业背景

味精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, 2004-2009 年期间味精行业产品产量及增长率见表 1。2004 年全国味精产量为 115 万吨, 到 2009 年底增长到 250 万吨, 增幅达 117.4%, 年均增长率达 21.4%。

表 1 2004-2009 年全国味精的产量及增长率

年度	2004	2005	2006	2007	2008	2009
产量(万吨)	115	136	164	191	184	250
增长率(%)	---	17.9	20.7	16.6	-3.6	38.1

2009 年生产企业运营状况总体较好，特别是生产规模较大、技术水平较高、综合实力较强的大型企业显现出新的活力，取得了较好的经济效益。味精行业规模以上工业企业产销总值保持增长，见表 2。

表 2 2008-2009 年味精行业规模以上工业企业产销总值

年度 项目	2008 年 累计	2009 年 累计	累计同比 增长 (%)
工业总产值 (现价) /万元	3,476,048	3,887,961	18.01
工业销售产值 (现价) /万元	3,392,365	3,892,331	21.97
产品销售率 / %	97.59	99.09	3.36

2009 年全国味精生产主要分布在山东、河南、内蒙古、宁夏、河北、江苏、浙江、福建等 23 个省市自治区。其中产量达 10 万吨以上的有山东、河南、内蒙古、河北。2009 年，山东产量达到 67.68 万吨，河南达到 44.40 万吨，内蒙古达 37.51 万吨，河北达 17.44 万吨，这些地区的发酵能力占总发酵能力的 80%。味精精制企业 7-8 家，分布在江苏、浙江、四川等地。

2009 年，味精行业年主营业务收入 500 万元以上的规模企业达 103 家，实现工业总产值 388.8 亿元，工业销售总产值 389.2 亿元，其中出口交货值 9.895 亿元。工业产品销售率达 100%，出口交货值占工业销售产值比重达 2.54%。

我国目前味精生产规模以上企业主要有菱花集团公司、山东阜丰发酵有限公司、山东信乐味精有限公司、山东齐鲁味精食品集团有限公司、河南省莲花味精集团有限公司、内蒙古阜丰发酵有限公司、宁夏伊品生物科技有限公司、河北梅花味精集团有限公司、沈阳红梅味精股份有限公司、江苏菊花味精集团公司等。

## 5.2 味精生产

### 5.2.1 味精生产流程

从上个世纪初，我国开始生产味精已有 80 多年的历史。随着科学技术的不断进步，味精生产技术也在不断变革，由创建之初的以面筋、豆粕为原料水解法生产工艺改变为现在以糖质为原料的发酵法生产工艺。发酵法制造味精的生产技术进步较大，尤其近几年进展更快，

无论菌种、工艺方法还是装备水平，与国际间的差距逐步缩小。

目前国内的味精工业是以玉米（淀粉）、小麦、大米（淀粉）、糖蜜为主要原料的加工工业。味精的生产流程同其它发酵产品一样，见图1。

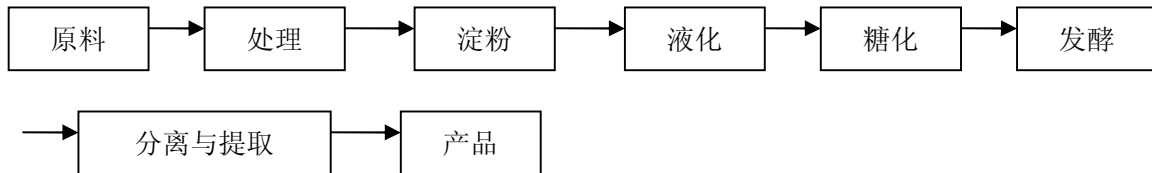


图1 味精生产流程图

### （1） 淀粉的制备

淀粉生产是以玉米、小麦、糖蜜为主要原料制备淀粉的过程，味精企业的淀粉生产往往是制备成淀粉乳就直接进入下道工序。目前我国主要以玉米为原料制备淀粉，淀粉生产过程中采用湿法制备淀粉是指“一浸二磨三分”，即将玉米以温亚硫酸溶液浸泡（浸泡水四效浓缩后成为玉米浆）→粉碎（粗磨）→分离胚芽→细磨→分离玉米皮→分离蛋白质，从而得到高纯的的淀粉。

### （2） 淀粉水解糖的制备

到目前为止，所发现的谷氨酸产生菌都不能直接利用淀粉，因此，以淀粉或大米为原料首先要制备葡萄糖，才能供发酵使用，其工艺方法经历了从酸法水解到酶酸法水解再到双酶法水解的发展历程。双酶法制糖，糖液质量好（含糖量高，透光率高），淀粉转化率高，有利于发酵和提取。目前可达到的水平是：透光率85%以上，含糖30%以上（淀粉原料），糖纯度98%以上，转化率95%以上。

### （3） 谷氨酸发酵

谷氨酸的发酵包括谷氨酸生产菌的育种、扩大培养和发酵等过程。谷氨酸发酵是一个复杂的生化反应过程，影响因素很多，具体可以从以下几个方面提高谷氨酸的发酵产率：①优良的高产菌种；②适宜的环境条件；③原料质量好；④合理的发酵设备；⑤有效的管理措施。

### （4） 谷氨酸的提取

谷氨酸的提取是将谷氨酸生产菌在发酵液中积累的L-谷氨酸提取出来，目前主要采用的是等电交法和浓缩等电法提取谷氨酸。

### （5） 谷氨酸制味精

从发酵液中提取得到的谷氨酸，仅仅是味精生产中的半成品。谷氨酸与适量的碱进行中和反应，生成谷氨酸一钠，其溶液经过脱色、除铁、除去部分杂质，最后通过减压浓缩、结晶及分离，得到较纯的谷氨酸一钠晶体，即味精或味素。

## 5.2.2 味精生产方式

目前，大型味精企业一般都建有自己的淀粉生产线，主要以玉米、大米为原料（仅河南莲花以小麦为原料），生产的淀粉乳直接用于味精生产，一些中小型味精企业采购商品淀粉生产味精，有些企业则直接采购麸酸后再精制生产味精。尽管这些企业的产品都为味精，但由于味精生产过程及原料并不一致，从而导致味精生产过程的废水水质和水量存在差异。味精生产过程越完整，即生产链越长，则产生的废水越多，水质越复杂；反之，则简单。目前全国味精企业主要生产方式有如下四种：

(1) 全过程生产（从原料）

这些味精企业主要以玉米、大米、小麦、糖蜜为原料，先制备淀粉后再生产味精。其中以玉米为原料的占到了味精产量的90%以上，大米和糖蜜主要是南方一些味精企业，相对味精产量不是很大，河南莲花味精股份有限公司是唯一以小麦为原料制备味精的企业。图2为从原料生产味精的全过程生产工艺流程图。

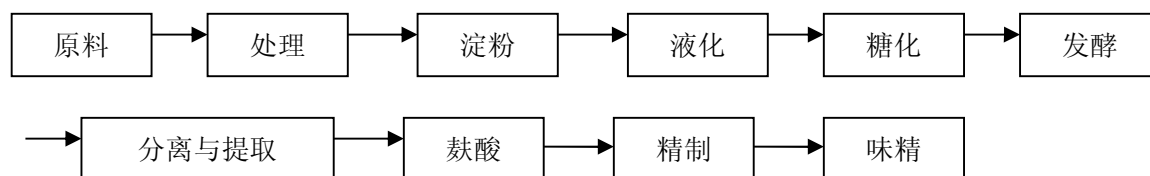


图2 从原料生产味精的全过程生产工艺流程图

(2) 全过程生产（从淀粉）

目前很多味精企业直接采购商品淀粉进行味精生产，避免了淀粉生产过程中大量高浓度有机废水的产生，图3为从淀粉生产味精的全过程生产工艺流程图。

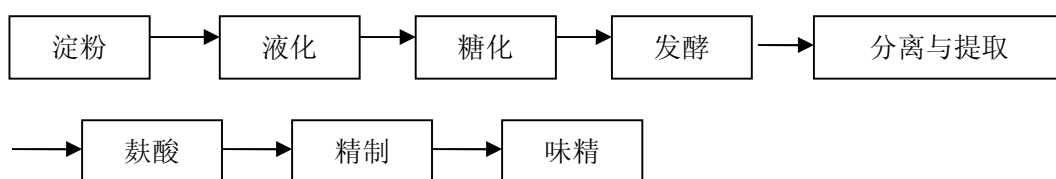


图3 从淀粉生产味精的全过程生产工艺流程图

(3) 精加工（从麸酸）

还有一些中小味精企业，甚至一些大型企业（如河南莲花）的部分味精产量通过采购麸酸，经过精制直接生产味精，避免了发酵过程大量废水的产生，仅存在少量的冲洗和冷凝水，废水水量也大大降低。图4为由麸酸精加工成味精的生产过程。

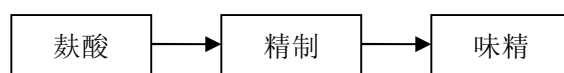


图 4 由麸酸精加工成味精的生产过程

(4) 麸酸生产

一些味精企业由于发酵能力过剩或味精精制能力不足，还会直接生产麸酸销售，一些企业直接从淀粉生产麸酸，有些企业也从原料开始生产，这些企业的废水则不包括麸酸精制过程的废水。图 5 为麸酸生产工艺流程图（虚线框为可选工艺路线）

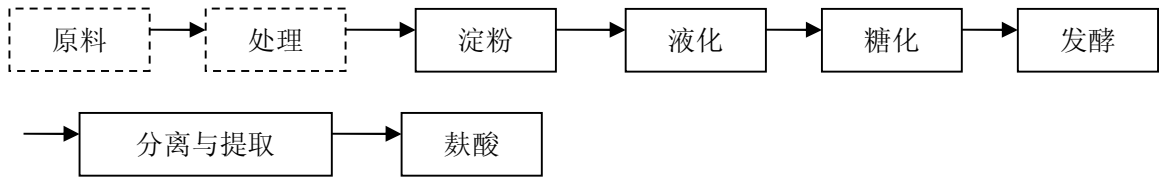


图 5 麸酸生产工艺流程图（虚线框为可选工艺路线）

5.3 味精生产产污节点及污水特点

味精生产按照工艺流程及产污特点，主要分为三个生产过程：淀粉糖生产、麸酸生产和味精生产过程，下面各自进行阐述：

(1) 淀粉糖生产

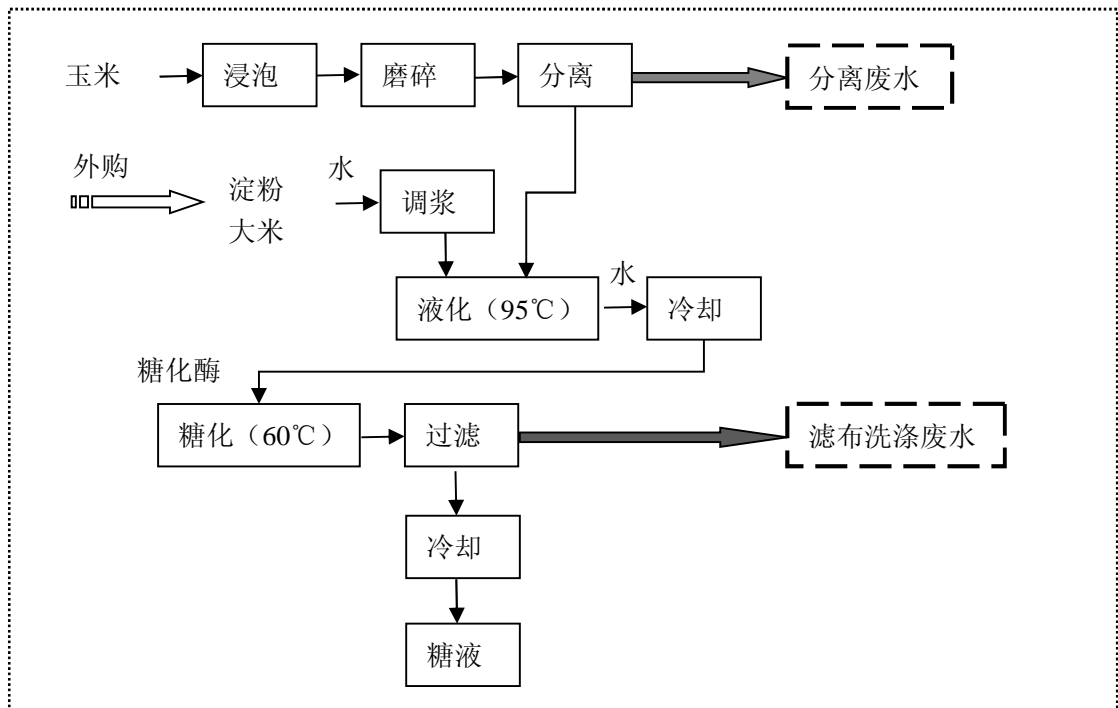


图 6 淀粉糖生产过程及污水产生节点

此生产过程主要产生两股废水，一股是在玉米磨碎分离过程中产生的分离废水；另一股是糖化后经压滤机过滤后，滤布的洗涤废水。

(2) 麸酸生产（发酵+粗制）

麸酸生产包括糖液发酵及分离提取（粗制）过程，其中分离提取过程选择工艺的差异对



产生污水水质和水量有较大影响，目前味精生产主要采用等电离交和浓缩等电这两种分离提取工艺。对发酵液采用浓缩等电提取谷氨酸工艺取代离交提取工艺，会大大降低液氨和硫酸用量，并从根本上消除了离子交换过程产生的水污染。该工艺已在 2003 年 2 月国家经济贸易委员会和原国家环境保护总局发布的《国家重点行业清洁生产技术导向目录》（第一批）中列出。但由于等电离交工艺的谷氨酸得率较高，且其他氨基酸产品仍主要采用等电离交进行分离提取，因此该工艺仍被味精及其他氨基酸产品生产企业大量采用。两种不同分离提取工艺的流程及污水产生节点如图 7、图 8 所示。

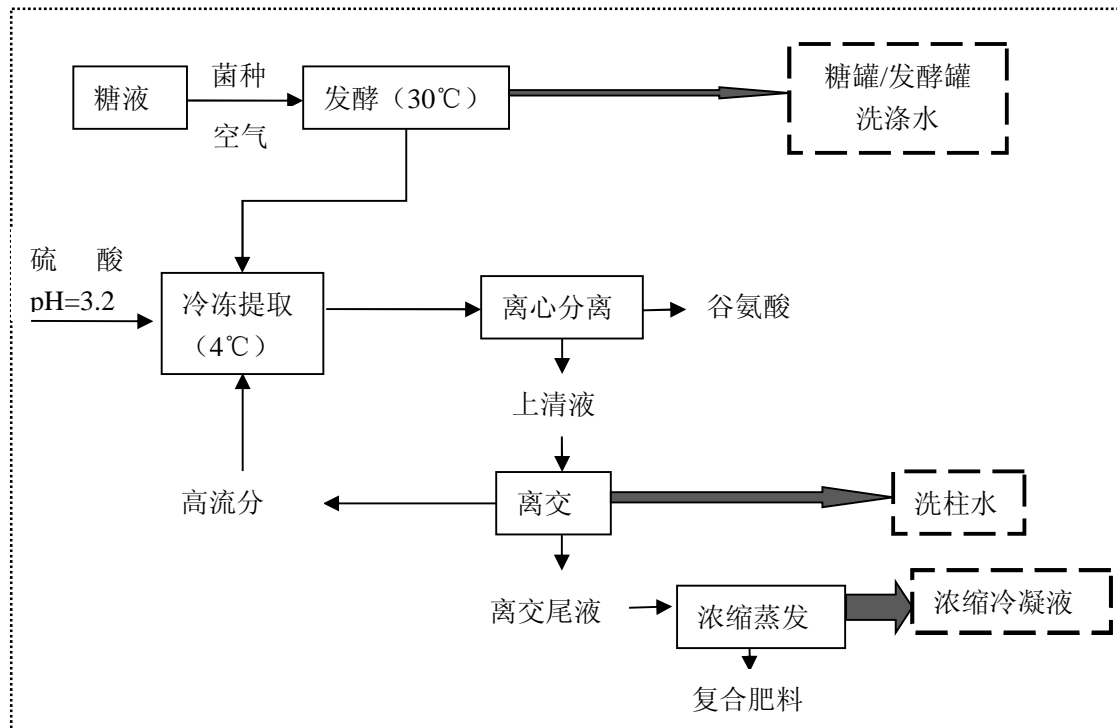


图 7 麸酸生产（等电离交）生产过程及污水产生节点

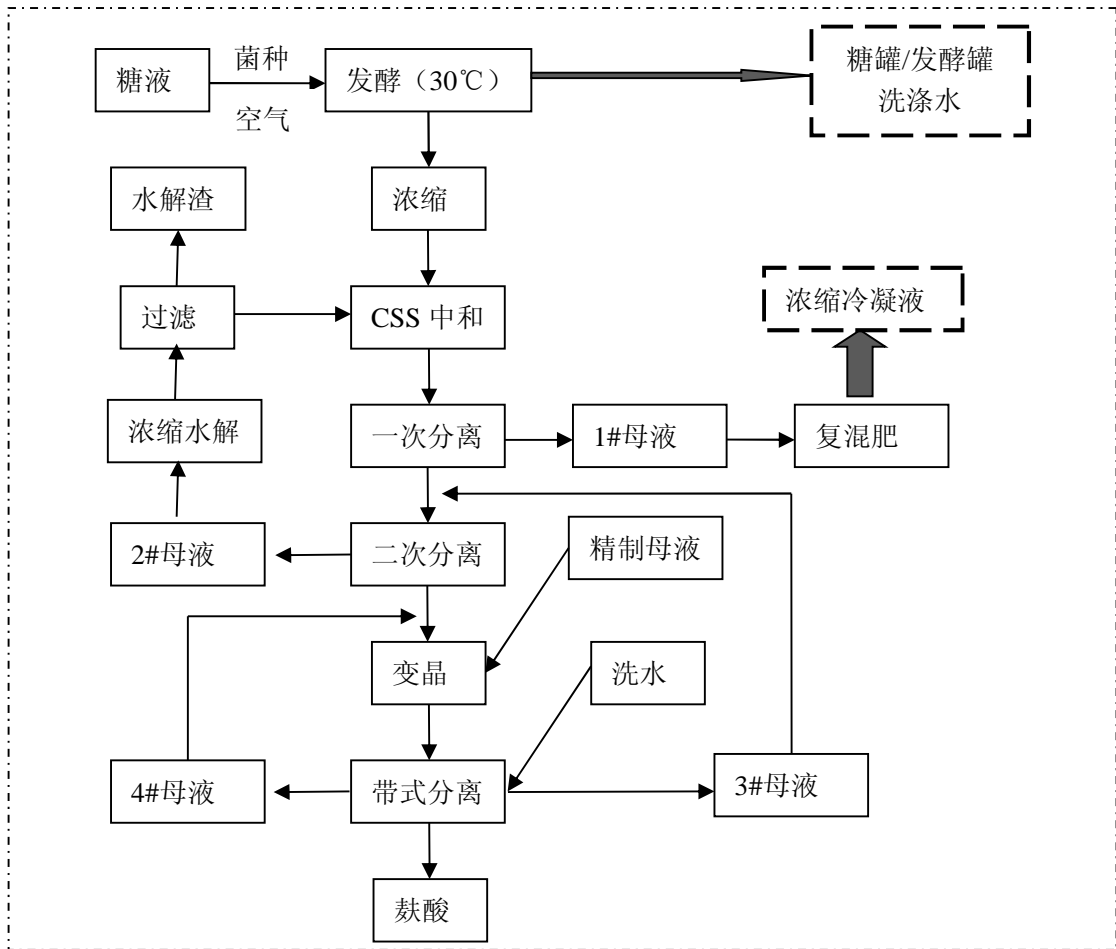


图 8 麸酸生产（浓缩等电）生产过程及污水产生节点

### （3）味精生产（精制过程）

味精生产（精制过程）即将麸酸与适量的碱进行中和反应，再经过脱色、分离杂质，最后通过减压浓缩、结晶及分离，得到味精。其生产流程及污水产生节点如图 9。

味精生产（精制过程）废水主要是碳柱洗涤时产生的活性炭冲洗水，水量不大，污水污染物浓度也不高，一般较容易处理。

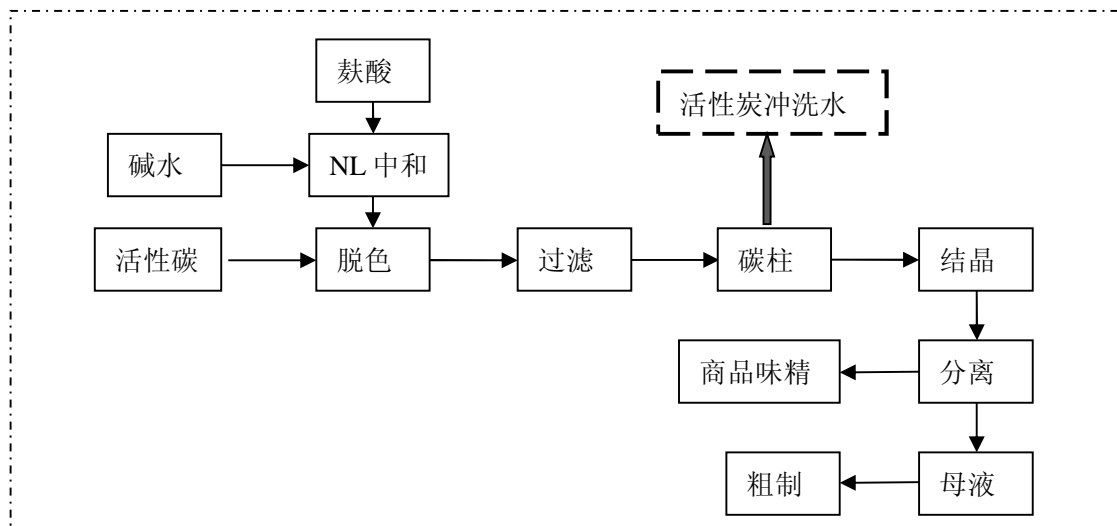


图 9 味精精制生产流程及污水产生节点

#### 5.4 行业废水治理情况

在我国，早期也曾采用末端治理技术处理味精废液，不但投资大，还不能从根本上解决问题。20 世纪 80 年代后，结合味精废液的特点，出现了一些味精废液资源化和综合利用工艺，如利用发酵废母液生产饲料酵母、从发酵废母液提取菌体蛋白、浓缩废母液生产有机复合肥料等。通过这些方法的单独使用或者联合应用可以回收有用的副产品，降低废液中的有机物含量，削减其 COD，取得环境效益、社会效益和经济效益的统一。目前，废母液资源化工艺已经在所有存在发酵生产工艺的味精企业普及，并成为生产工艺中的必要组成部分，故不再纳入味精工业废水的处理。

我国味精工业废水治理起步较晚，90 年代中期才取得较大进展，随着国家环保管理力度的加大以及味精工业生产技术的提高，研发出多种成熟的味精工业废水处理技术。对味精工业废水采取厌氧+好氧生化处理的工艺路线已取得共识，国内废水治理工艺和治理效果取得显著提高，与国外的差距缩小，有的方面还处于领先水平。从调研情况看，受国家限制玉米深加工项目发展、减少落后味精产能 20 万吨、淘汰年产味精 3 万吨以下生产企业（《2006-2010 年各地淘汰落后造纸、酒精、味精、柠檬酸产能计划》）和味精行业被列为高污染行业等不利因素的影响，各省市均将味精生产企业列为重点的环保管理对象，及时验收，定期检查；另外原材料的大幅度涨价迫使部分生产企业停止了发酵生产。味精行业生产集中度显著提高，2007 年味精行业统计的 19 家生产企业中，10 万吨以上有 5 家，占行业总产量的 60%以上。这些国内骨干味精工业企业环保意识较强，都建有较完善的废水治理系统。

由于各味精企业生产原料及加工方式存在差异，废水水量及水质的差异较大，但同一工段味精生产废水有其共性特征，如在淀粉糖生产过程中产生的废水 COD 高，BOD/COD 比值高，属于可生化性较好的高浓度有机废水，且氨氮浓度低，适用先进行厌氧生化处理。而在淀粉糖之后的味精生产综合废水由于具有低 pH、高  $\text{SO}_4^{2-}$ 、高氨氮的特征，远远超出厌氧产甲烷菌适于生长的水质范围，不适合于厌氧处理。

目前国内现有废水治理技术对污染物的处理集中在对 COD 和氨氮的去除上，总氮脱除效

果不是太理想。在所有调查的企业中，基本都能达到《味精工业污染物排放标准》（2004）的排放要求，而《味精工业污染物排放标准》（2008 送审稿）中多项指标要求进一步提高，要求味精企业自2010年7月1日起废水排放达到COD<sub>Cr</sub>100mg/L，氨氮20mg/L，总氮40mg/L，而特殊敏感地区更要求达到COD<sub>Cr</sub>60mg/L，氨氮8mg/L，总氮15mg/L以下。但总氮目前还未列为企业废水的常规监测项目，从现场测试的情况来看，部分企业的处理后排水总氮还很难达标，必须进行强化脱氮。

### 5.5 同类工程现状调研

我国幅员辽阔，南北地区的地形、气候等因素差异较大，社会经济发展不一，对本《规范》编制调研工作的全面性、代表性提出了很高要求。本《规范》编制组收集查阅了大量资料，对国内外的法律、法规、标准和相关工艺技术进行了研究，同时深入山东、河南、河北、东北、广东等地调研工程实例，与多家单位进行了广泛而深入的技术讨论和交流，较全面地掌握了味精工业废水治理工程的关键环节与技术难点。

调研结果表明，目前味精工业废水治理技术已比较成熟，基本工艺流程是分类处理与集中处理相结合（即对各工序产生的高浓度废水先进行资源化或厌氧处理，然后混合进行好氧生化处理相结合的工艺路线），调研企业中管理有序的企业大都采用对淀粉废水及其他高浓废水进行分类处理，对综合废水采用好氧生化处理的工艺路线。近年来，厌氧处理采用UASB工艺和IC工艺的较多，好氧生化处理过去采用接触氧化法较多，目前大都被推流式曝气池和SBR反应器代替，对废水进行深度处理的企业不多，调研企业中有部分采用曝气生物滤池等工艺。

以上工艺技术均已成熟，到运行稳定，废水经处理后出水基本都能达到COD<sub>Cr</sub>100 mg/L和氨氮20mg/L的水平，即能满足《味精工业污染物排放标准》（2008 送审稿）中有关COD和氨氮的排放要求，已被业内企业广泛采用。表3为部分调研企业的综合废水处理工艺。值得注意的是表中部分企业采用了二级好氧生化处理，其原因是由于起初的生化停留时间过短，为提高废水处理能力和污染物去除效果，后期为了强化生化处理效果，增设了一级曝气生物滤池处理单元，工程实施过程中，通过合理设计工艺参数，使得一级好氧生化处理出水水质、水量能够满足二级好氧生化对进水水质、水量的要求。

表3 部分企业废水治理工艺流程

序号	企业名称	生产方式	废水治理工艺流程
1	味精企业1	全过程	调节池→UNITANK（SBR的一种）
2	味精企业2	全过程	厌氧（UASB）→沉淀池 } 调节池 } →SBR
3	味精企业3	全过程	调节池→SBR
4	味精企业4	全过程	厌氧（UASB） } 调节池 } →推流式曝气池→沉淀池
5	味精企业5	全过程	调节池→厌氧生化池→接触氧化池→沉淀池→集水池

		(淀粉)	→曝气生物滤池
6	味精企业 6	全过程 (淀粉)	调节池→水解酸化池→厌氧生化池→接触氧化池→沉淀池→集水池→曝气生物滤池
7	味精企业 7	全过程 (淀粉)	调节池→水解酸化池→厌氧生化池→接触氧化池→沉淀池→集水池→曝气生物滤池
8	味精企业 8	全过程 (淀粉)	气浮池→调节池→生化加压塔→脱气池→沉淀池 ↓ SBR→二沉池→碳柱
9	味精企业 9	麸酸生产	厌氧(UASB) } →推流式曝气池→沉淀池 调节池
10	味精企业 10	麸酸生产	水解酸化池→厌氧(IC) } →CASS 调节池
11	味精企业 11	麸酸生产	水解酸化池→厌氧(UASB) } 三级好氧→沉淀池 (调节池)兼氧池
12	味精企业 12	精制	调节池→推流式曝气池→沉淀池
13	味精企业 13	精制	调节池→推流式曝气池→沉淀池

通过调研、分析和总结可以看出，味精废水主要包括高浓废水厌氧生化处理和综合废水集中二级生化处理两部分，处理工艺的选择应根据实际水质情况和处理要求，经分析论证后具体确定，典型味精废水治理工程工艺流程见图 10

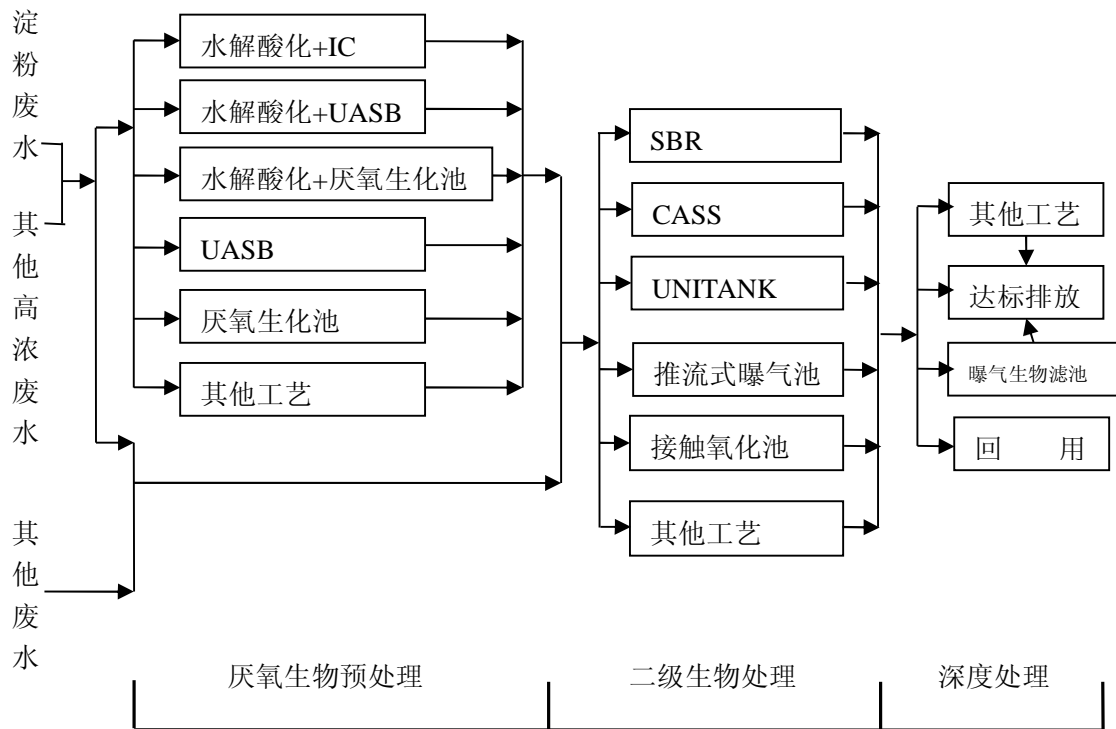


图 10 味精废水治理工程工艺流程

## 6 主要技术内容及说明

### 6.1 适用范围

规定了本标准的主要内容、适用范围，明确了标准对味精工业废水治理工程全过程的技术指导作用。

## 6.2 规范性引用文件

引用了与本标准密切相关的法规、规范、标准。现行的废水治理及工业企业环保类标准是制定本标准的法律依据，其中有关条文是本标准的技术基础，引用此类文件，使标准具有合法性和权威性。

味精工业废水处理站主体工艺与现有城镇污水和工业废水处理有许多共同点，工程中关于工艺、设备、管配件等方面的规定引用了现行的国家及部级标准和技术规范。同时，味精废水处理建设工程涉及的配套专业规范和工程施工、安装、调试、验收规范均成为本标准的引用文件。

考虑到《味精工业污染物排放标准》（2008）尚未正式发布，目前行业废水排放延用了《味精工业污染物排放标准》（GB 19431-2004），因此，本标准中的技术内容充分考虑了《味精工业污染物排放标准》（GB 19431-2004）和《味精工业污染物排放标准》（2008）的要求，目的在于为味精废水治理工程现阶段的应用和《味精工业污染物排放标准》（2008）下一步的颁布提供技术支持。

## 6.3 术语和定义

标准在直接引用《味精工业污染物排放标准》（GB 19431-2004）、《清洁生产标准 味精工业》（HJ 444-2008）和《发酵行业清洁生产评价指标体系（试行）》（国家发改委公告 [2007] 第 41 号）中相关术语的基础上，补充了与本标准相关的定义，便于标准条文的理解。

## 6.4 废水水量和水质

为提供一种能够与实际生产相关联的废水治理工程设计规模确定方法，标准依据《清洁生产标准 味精工业》（HJ 444-2008）规定了单位味精废水量和废水水质范围的同时，也结合了企业的清洁生产工艺及实际生产方式存在差异的情况，规定了单位质量味精的各工序排水量的取值范围，为味精废水分类处理提供设计依据。

味精生产过程中产污环节较多，各环节废水产生量及废水浓度差别较大，为了合理确定废水的设计水量和设计水质，必须清楚生产过程废水污染物的产污环节及其污染特点。

味精生产各工段的污染物来源情况见表 4：

表 4 各工段的废水来源和污染物情况

工段		项目	内容
淀粉糖 生产		废水来源	浸泡废水，分离废水，滤布洗涤，工艺冷却冷凝水，设备清洗
		主要污染物	有机化合物（蛋白质等）
		污染物指标	COD, BOD, SS, pH, 氨氮, 总氮, SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 和 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
		废水和污染负荷比例	废水排放量约占味精生产总排水量的 10-20% 左右
麸酸 生产	等电 离交	废水来源	浓缩冷凝液（高浓度废水资源化时产生），洗柱水
		主要污染物	有机化合物（氨基酸等），液氨，浓硫酸，

		污染物指标	COD, BOD, pH, 氨氮, 总氮, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
		废水和污染负荷比例	废水排放量约占味精生产总排水量的 50-60%左右, 是味精废水的主要来源
	浓缩等电	废水来源	浓缩冷凝液 (高浓度废水资源化时产生),
		主要污染物	有机化合物 (氨基酸等), 液氨, 浓硫酸
		污染物指标	COD, BOD, pH, 氨氮, 总氮, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
		废水和污染负荷比例	废水排放量约占味精生产总排水量的 40-50%左右, 是味精废水的主要来源
味精生产 (精制过程)		废水来源	活性炭冲洗水
		主要污染物	有机化合物 (氨基酸等)
		污染物指标	COD, BOD, pH, 氨氮, 总氮,
		废水和污染负荷比例	废水排放量约占味精生产总排水量的 30-40%左右

#### 6.4.1 废水水量

由于味精企业大都进行了清洁生产审核, 一般都达到甚至超过了《清洁生产标准 味精工业》(HJ 444-2008) 中规定的单位味精废水量的要求, 因此本标准的废水水量主要参照了 HJ 444-2008 和《味精工业污染物排放标准》(2008) 的规定, 并参照不同生产方式进行了转换, 同时结合调研结果进行了校正。由于清洁生产工艺的不断提升, 实际部分生产企业的单位味精废水量仅为现有标准规定排放量的 1/4-1/2。

表 5 味精企业不同生产方式及提取工艺单位味精废水量

序号	企业名称	生产方式	水量 (吨/吨味精)
1	味精企业 1	全过程 (浓缩等电)	15*
2	味精企业 2	全过程 (浓缩等电)	12*
3	味精企业 3	全过程 (浓缩等电)	8
4	味精企业 4	全过程 (等电离交+浓缩等电)	28*
5	味精企业 5	全过程 (淀粉) (等电离交+浓缩等电)	8.7
6	味精企业 6	全过程 (淀粉) (等电离交+浓缩等电)	13
7	味精企业 7	全过程 (淀粉) (等电离交+浓缩等电)	8.3
8	味精企业 8	全过程 (淀粉) (浓缩等电)	18.3
9	味精企业 9	麸酸生产 (等电离交)	16.6*
10	味精企业 10	麸酸生产 (等电离交)	37
11	味精企业 11	麸酸生产 (等电离交)	24

12	味精企业 12	精制	6
13	味精企业 13	精制	4.8

#### 6.4.2 废水水质

通过调研发现，实际味精生产的废水水质受生产方式、原料和分离提取工艺、清洁生产水平及管理的影响很大。如有些全过程生产企业已能实行淀粉生产过程的无废化，不再需要进行淀粉废水的处理。一些采用等电离子分离提取的企业，通过洗柱工艺的改进，提高了洗柱废水的浓度从而可进行资源化利用，或将一部分高浓度洗柱水进行资源化利用，降低了中低浓度废水的排放量。表 6 为实际调研统计的味精生产企业废水水量及水质统计表。标准中给出的水质数据则参考了文献数据，综合实际测定数据和企业调研数据得出。

表 6 废水水质统计表

序号	企业名称	生产方式	废水来源	水质			
				pH	COD	NH <sub>3</sub> -N	TN(实测)
1	味精企业 1	全过程 (浓缩等电)	综合废水	3-10	750	30-60	50
2	味精企业 2	全过程(浓缩 等电)	淀粉废水	4.5	9600	230	
			制糖废水	6.5	5700	156	
			发酵废水	6.0	12000	1500	
			粗制废水	7.5	460	260	
			精制废水	6.5	800	120	
			浓缩废水	7.2	1200	50	
			综合废水*	4.3	2500	170	250
3	味精企业 3	全过程(浓缩 等电)	淀粉废水	3.5-5.4	6200	35-120	
			综合废水	9-10.3	1400	600-800	
4	味精企业 4	全过程 (离交+浓 缩)	淀粉废水	3.5-4.5	15000	-	
			制糖废水	1-11.5	4000		
			发酵+粗 制	7-9	5000	800	
			精制废水	2-11.5	1200	-	
			浓缩废水	4.5-6.5	1200	190	
5	味精企业 5	全过程 (淀粉)	味精生产 1	2.5-3	40000	12000	
			味精生产 2	3.0-6.5	10000	6000	
			味精生产 3	6.0-7.5	500	200	
6	味精企业 6	全过程 (淀粉)	浓缩废水	3.5	1300	100	
			冲洗	7	300	10	
7	味精企业 7	全过程 (淀粉)	味精生产 1	2.5-3	40000	12000	



			味精生产 2	3.0-6.5	10000	6000	
			味精生产 3	6.0-7.5	500	200	
8	味精企业 8	全过程 (淀粉)	制糖废水	7.9	2053	220	
			发酵废水	8.1	1592	210	
			粗制废水	8.3	2329	230	
			精制废水	9.3	585	11	
9	味精企业 9	麸酸生产(离 交)	淀粉废水	4.0-5.4	3500-4000	0-141	
			麸酸废水	3.0-9.0	2300-2500	170-462	
10	味精企业 10	麸酸生产(离 交)	淀粉废水	4-6	9000	60	530
			麸酸废水 (制糖+ 发酵+粗 制)	6-7	2300	50	120
			制肥废水	3-4	1200	120	
11	味精企业 11	麸酸生产(离 交)	淀粉废水	3.5-4.0	12000	150	625
			浓缩废水	4.3	1600	150	154
12	味精企业 12	精制	精制废水	2-11	2800	-	
13	味精企业 13	精制	精制废水	1-7	700	-	

(\*味精企业 2 综合废水进行了总磷测定, 约 10mg/L; 味精企业 11 淀粉废水总磷 89mg/L, 浓缩废水总磷 1.3 mg/L)

## 6.5 总体要求

### 6.5.1 一般规定

对于味精工业废水治理, 通过清洁生产措施能够有效节约原料消耗量、降低废水排放量和水污染负荷; 企业宜采用分流制排水体制, 有利于废水的分类处理, 提高环境和经济效益; 分类处理有利于原料回收、降低废水处理难度。因此, 本标准从清洁生产要求、废水处理程度、工艺方案确定、废水规范化排放等方面, 结合相关法律、法规和技术政策, 规定了味精工业废水污染控制的原则性要求。

味精工业废水属于可生化性较好的废水, 工艺选择应优先选择生化法。味精废水属于高氨氮废水, 国家 2008 味精排放新标准中增加了废水排放的总磷指标, 为保证生化处理的脱氮除磷要求, 需适当补充高浓度有机废水作为脱氮除磷的碳源。因此, 在废水厌氧处理中, 不应追求产沼气量, 而应保证整个废水处理工程的运行稳定和排放达标。

### 6.5.2 建设规模

工程建设规模包括设计水量和设计水质两部分内容, 规模的确定是影响工程投资的主要方面, 是关系工程投资效益能否顺利实现, 提高经济效益的基础。规模大于实际需求, 而短期内又无法达到建设规模的, 即造成工程投资的浪费和一定的经济损失, 又给运行管理工作增加了许多麻烦。规模小于实际需要, 则不能达到建设的目的, 会对废水处理工程的运行管理和出水达标排放增加很多困难。因此, 确定符合实际又适应发展需要的建设规模是非常重要的。

要的。

本标准强调工程规模应从实际出发，通过分析现有或同类工程废水排放情况，再结合企业清洁生产水平、生产规模、原料及生产方式、工艺等因素综合考虑后确定。

### 6.5.3 工程构成

味精工业废水治理工程是相对独立和完整的系统，项目构成除主体工程外，还应包括保证主体工程正常运行的配套工程、生产管理和生活服务设施。

从工艺组成方面，废水处理厂（站）参照《城市污水处理工程项目建设标准》中污水厂主体工程的建设内容分类方法，分为废水处理厂（站）废水处理系统和污泥处理与处置系统（预处理产生的污泥也纳入该系统），废水处理工程包括厌氧处理、好氧处理、物化处理和沼气利用系统。另外，考虑到工业节水和回用的要求，回用系统纳入废水治理工程的项目组成中。

### 6.5.4 总平面布置

本标准规定了总体布置应符合的相关标准和规范，《工业企业总平面设计规范》GB50187是关于工业企业总平面布置的指导性标准，标准从厂址选择、总体规划、总平面布置、运输路线及码头布置、竖向设计、管线综合布置、绿化布置、主要技术经济指标等方面作了系统的规定，可作为味精工业废水治理工程厂址选择和总体布置的依据。同时，由于综合废水处理站在处理工艺、生产管理等方面与城镇污水处理厂有相似之处，其厂址选择、平面和竖向设计、总图运输、管线综合及绿化布置等方面也可参照《室外排水设计规范》（GB50014）中的相关规定。

根据处理工艺、处理级别、污泥处理流程、各种构筑物的形状大小及其组合方式，结合厂址地形、气候和地质条件等，可有各种总体布置形式，应综合考虑后确定。

企业废水治理工程由于用地限制等原因，一般情况下，其用地指标较城镇污水处理厂紧张，各构筑物间的间距较小，为节约土地和工程投资，可共用相邻生产系统的公辅设施。

## 6.6 废水处理工艺设计

### 6.6.1 味精工业废水的处理工艺

本标准根据查阅的文献及调研结果归纳了味精工业废水治理工程废水处理工艺流程，规定了各单元的处理效率和处理程度的判定方法。

完整的味精工业废水治理工程废水处理流程简图见图 11，

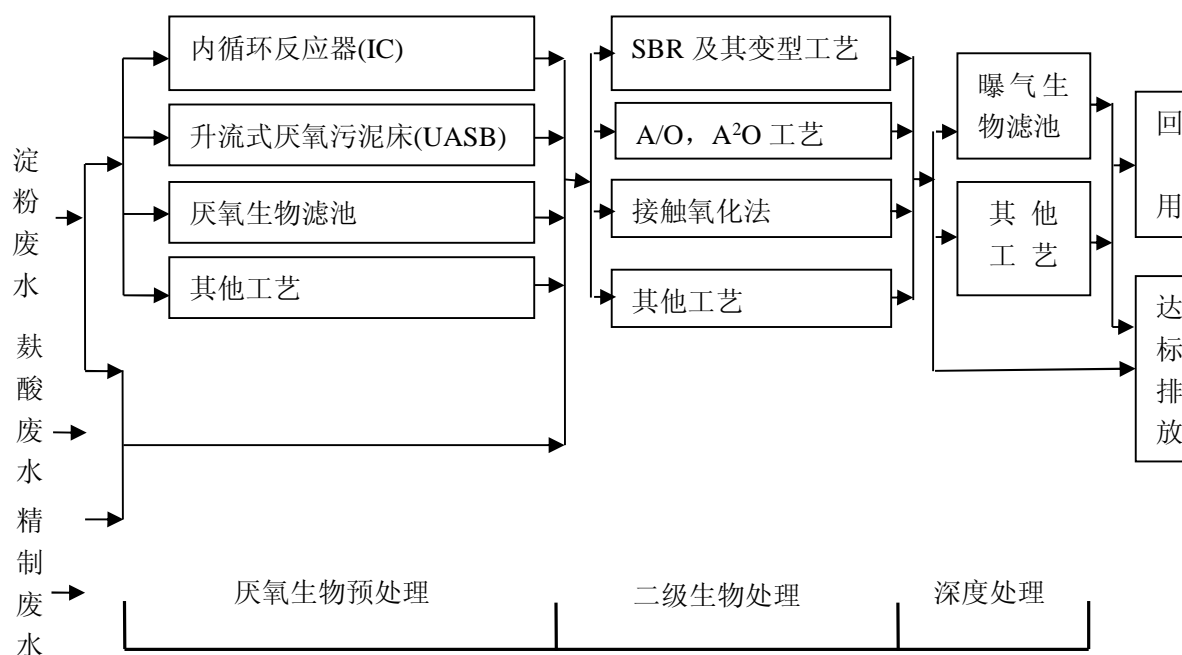


图 11 味精工业废水处理工艺流程图

具体流程应根据实际情况，参照不同生产方式味精生产的主要工艺环节，进行技术经济比较后确定和细化。

为指导味精废水治理工程处理程度及工艺流程的确定，编制组调研统计了企业废水单元处理效果，详见表 7。

表 7 废水处理厂（站）单元处理效率

处理方法	主要工艺环节	污染物去除率/%		
		化学耗氧量 COD <sub>Cr</sub>	氨氮 NH <sub>3</sub> -N	总氮 TN
预处理	IC	>85	-	-
	UASB	>85	-	-
	厌氧生物滤池	>60	-	-
生物处理 (脱氮除磷)	SBR 及其变型工艺	>90	>90	>80
	A/O 或 A <sup>2</sup> O	>90	>90	>80
	接触氧化法	>90	>90	-
深度处理	曝气生物滤池	>50	>70	-

存在淀粉废水的味精工业企业中，实际调研的味精企业采取的主要的淀粉废水处理方法分为以下三种：(1) 通过清洁生产和循环利用，基本实现了淀粉废水的零排放，如山东菱花；(2) 将淀粉废水单独进行厌氧处理；(3) 对部分淀粉废水进行厌氧处理，另一部分淀粉废水用于补充好氧阶段废水处理脱氮碳源，如山东雪花为 60%厌氧处理，40%补充好氧碳源。因此在考虑淀粉废水处理和厌氧工艺时，要根据实际情况进行选择。在承受有机处理负荷方面，通常而言 IC>UASB>厌氧生化池，在味精废水处理中，一般应选择 IC 或 UASB 工艺。根

据调研结果，一般厌氧进水的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  浓度不小于  $8000\text{mg/L}$ ，COD 去除效率在 75%以上。

由于味精工业废水氨氮浓度高，通常需要采用具有特殊脱氮功能的生物处理工艺，选择生物处理工艺应优先选择具有较高脱氮效果的活性污泥法脱氮工艺，调研企业主要采用了 SBR 及其变型工艺 (CASS, UNITANK)，或推流式曝气池。调研企业废水处理工程中好氧段进水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  浓度一般不大于  $2000\text{ mg/L}$ ，氨氮浓度一般不大于  $300\text{ mg/L}$ ，COD 和氨氮去除效率一般分别大于 90%和 80%，而接触氧化池一般而言，不太适合进水浓度过高的味精工业废水处理，如果仅处理精制的味精生产废水，则可以考虑采用。

由于《味精工业污染物排放标准》(2008 送审稿)中增加了总磷的废水排放指标，且要求达到  $0.5\text{mg/L}$  的排放标准，因此在进行实际废水处理工程运行时，应考虑生物除磷。考虑到生物除磷可能不能使废水磷含量达标排放，可考虑投加金属盐试剂，进行化学除磷。本规范调研企业中还没有企业进行废水总磷的检测，实际废水处理工艺的设计及运行也未充分考虑生物除磷的问题。仅从调研企业监测结果来看，部分企业废水排放总磷远远超标。

当味精企业处于特殊敏感地区要求执行特别排放限值时，应根据现行的国家和地方有关排放标准、污染物的来源及性质、排水去向确定味精工业废水处理程度，选择相应的处理工艺，或进行深度处理，或将处理后污水排入城市污水处理厂。如调研的部分企业处于南水北调的东线控制区内，其处理后污水均需排入城镇污水处理厂，因此，在味精厂内味精废水处理工程中未进行深度处理。排入城镇污水厂的企业一般执行《污水排入城市下水道水质标准》(CJ3082-1999)、《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级标准，或根据当地污水处理厂接管要求确定排水水质。

根据调研发现，现有味精企业的出水基本都能达到  $\text{COD}_{\text{Cr}}100\text{ mg/L}$  和氨氮  $20\text{mg/L}$  的水平，即能满足《味精工业污染物排放标准》(2008 送审稿)中有关 COD 和氨氮的排放要求。由于总氮并没有作为常规监测指标，几乎没有企业进行监测，从现场实测的几家企业来看，基本达到了总氮  $40\text{mg/L}$  的要求，但还需对处理工程进行长期的监测和验证，以保证稳定的总氮脱除效果。

## 6.6.2 主体处理单元技术要求

### (1) 调节池

味精废水排放量和排放水质随着生产方式、生产周期的变化而改变，每天每小时的排水不均匀。而处理设备需要在均匀水量和水质的负荷下运行，才能保障其处理效果和经济效益，因此需要在处理设施前设置调节池。

调节池容积应按废水量逐时变化曲线及处理量逐时变化曲线所围面积之最大部分算出来，同时还要考虑均匀水质的时间。当缺乏相关资料难以计算时，亦可按最大日流量的调节时间计算。

从对国内味精企业废水处理设施的调研结果看，大多数味精厂调节池的水力停留时间在 16—30hr，从运行效果看，当调节池水力停留时间达到 24hr 时即可取得较好的效果，水力

停留时间过短，容易影响后续设施的稳定运行，水力停留时间过长（大于 30hr），会提高投资和占地成本使得经济指标不合理。设计中不应片面地追求加大调节池容积，而应从合理调整来水量和处理量之间关系的角度考虑，工程实施时，可根据具体工程规模确定。

味精工业废水处理工程中，易将调节池设为封闭式。一方面味精工业废水属于发酵生产废水，臭味严重，另一方面大多味精企业处于北方寒冷地区，冬季需保温，而夏季生产废水水温过高需要降温，如实际调研中山东雪花的夏季好氧进水就达到了近 40℃，对处理设施的稳定运行构成很大影响。调节池宜安装通排风和除臭设施，调研中有企业采用生物滤池处理后排放。

调节池内应设置预曝气机或机械搅拌设施，可以防止废水在储存时腐化发臭，减少池内沉淀物，对后面的处理有利。为充分利用调节池，可根据废水处理工艺情况选择兼起预生化或催化氧化等功能的调节池，此时曝气量还应满足工艺需氧量的要求。

味精工业废水以偏酸性废水为主，且硝化反应消耗的碱度较大，一般在厌氧和好氧池之前均需设置调节池，需投加碱液（30%NaOH）或石灰调节 pH。

## （2）厌氧生物处理

厌氧处理技术是指在无氧条件下，利用厌氧微生物的生命活动，将各种有机物或无机物加以转化的过程。近几十年来，随着全球性能源问题的日益突出，人们对厌氧技术产生了新的认识和估价，厌氧技术的理论和实践都有了很大的进步。厌氧处理技术可以去除废水中大部分的 COD，特别是对高浓度有机工业废水具有较好的处理效果，可以降低后续好氧处理过程的污染负荷和运行成本。但是厌氧处理后的污水很难达到国家规定的排放标准，厌氧处理后的废水需经过进一步好氧生物处理。

对存在淀粉废水的味精企业，可对淀粉生产过程排出的生物降解性能良好的高浓度有机废水首先进行厌氧生物处理，去除废水中 70%以上的有机污染负荷，减轻后续好氧生物处理的负担。考虑到后续反应器将要进行生物脱氮处理，在设计厌氧段去除率或厌氧出水 COD 时应考虑需满足后续生物脱氮反应过程 C/N 比值 $>4$ 。

厌氧生物处理通常可选用内循环反应器（IC）或升流式厌氧污泥床（UASB）或普通厌氧生化池，有关参数应通过试验确定。调研中，一些味精企业采用水解酸化工艺作为厌氧前的预处理工艺，一定程度上降低了污泥产量，提高了废水的去除率。根据调研资料及运行效果分析，水解酸化时间宜选取 6-12hr。

进水中的氨氮浓度达到一定值后会对产甲烷菌有抑制作用，因此厌氧进水的氨氮浓度通常应控制在 200mg/L 以下，即便对产甲烷细菌进行驯化，进水氨氮浓度最多也不能超过 400mg/L。同时，较高的硫酸盐浓度在厌氧过程中可抑制微生物的生长和发酵，使处理停止，因此厌氧进水的  $\text{COD}_{\text{Cr}}/\text{SO}_4^{2-}$  的比值宜不小于 10， $\text{SO}_4^{2-}$  浓度应小于 3000 mg/L。厌氧进水的 pH 值应控制在 6.0-7.5 的范围内，厌氧反应器温度应控制在 30-40℃，最佳范围为 35-38℃。

厌氧生物处理产生的沼气应妥善收集，经脱硫等净化过程后用于锅炉燃烧或其他用途，防止沼气排放污染环境。

### (3) 好氧生物处理

根据对味精工业企业的调查，目前工艺成熟、应用效果好的好氧处理工艺主要包括推流式曝气池、SBR 工艺和接触氧化池。《味精工业污染物排放标准》(2008 送审稿)对氨氮和总氮提出了较高的处理要求，本标准规定在好氧生物工艺选择上宜优先选用抗冲击负荷能力较强且具有脱氮功能的推流式曝气池、SBR 和接触氧化等工艺。

生物脱氮由硝化和反硝化两个生物化学过程组成。氨氮在好氧池中通过硝化菌作用被氧化成硝态氮，硝态氮在缺氧池中通过反硝化菌作用被还原成氮气逸出。硝化菌是化能自养菌，需在好氧环境中氧化氨氮获得生长所需能量；反硝化菌是兼性异养菌，它们利用有机物作为电子供体，硝态氮作为电子最终受体，将硝态氮还原成气态氮。由此可见，要发生反硝化作用，必须具备下列条件：①有硝态氮；②有有机碳源；③基本无溶解氧（溶解氧会消耗有机物）。缺氧/好氧法可满足上述要求，且能有效利用碳源，适于脱氮，因此，为降低投碱量，降低运行成本和总氮排放量，有条件的企业宜在反应池内设置缺氧区进行生物脱氮，并适当延长缺氧反应时间。

反硝化菌和硝化菌生长的最佳 pH 在中性或弱碱性，当环境 pH 偏离最佳值时，反应速度逐渐下降，碱度起着缓冲作用。废水处理生产实践表明，为使好氧池的 pH 维持在中性附近，池中剩余碱度宜大于 70mg/L。

根据硝化反硝化方程式，硝化时，将每 g 氨氮氧化成硝态氮需消耗 7.14g 碱度，反硝化时，每还原 1g 硝态氮成氮气，理论上可回收 3.57g 碱度，此外，每去除 1 克 COD<sub>Cr</sub> 可以产生 0.1-0.2g 碱度。出水剩余碱度可按下式计算：剩余碱度=进水碱度+0.15×化学需氧量（COD<sub>Cr</sub>）去除量+3×反硝化脱氮量-7.14×硝化氮量，式中 7.14 为每 g 氨氮氧化成硝态氮需消耗的碱度，3 为美国 EPA 推荐的每还原 1g 硝态氮可回收 3g 碱度，0.15 为每去除 1gCOD<sub>Cr</sub> 可以产生的碱度，因此可通过提高反硝化程度或外加碱的方式提高混合液碱度。当需氧化的氨氮量较多时，布置成多段缺氧/好氧形式（或适当减小 SBR 反应池的充水比）特别有利，采用这种方式，第一个好氧池仅氧化部分氨氮，消耗部分碱度，经第二个缺氧池回收碱度后再进入第二个好氧池消耗部分碱度，这样可降低对进水碱度的需要量。当 C/N 比过小，反硝化回收碱度后仍不能达到硝化反应所需碱度要求时，需要外加碱提高碱度，以维持系统的生态平衡。

温度降低时，硝化反应速率随之较快降低，在寒冷地区，应核算废水处理过程中低气温对废水温度的影响。当废水温度低于 10℃时，应按《寒冷地区污水活性污泥法处理设计规程》(CECS111: 2000)有关规定修正设计数据，必要时可采用保温和增温措施，确保反应池混合液温度不会过低，其他冬季较冷的地区也应根据具体情况进行适当的保温和增温。据调研，为保证冬季水温，提高氨氮去除率，北方地区的部分企业将室外的曝气池遮蔽，与外界

环境隔离，取得了较好的保温效果；东北某其企业则几乎将所有废水处理和污泥处理设施都建在了室内，从而保证了寒冷季节的稳定运行。

味精废水中有机物浓度高氨氮浓度高，宜采用悬浮生长的活性污泥处理方法，一般采用推流式反应池或 SBR 反应池。采用活性污泥法计算有效池容时，污泥负荷宜按 0.10-0.25kgBOD<sub>5</sub>/(kgMLSS·d) 设计；采用生物接触氧化法计算有效池容时，容积负荷宜按 0.4-0.8 kgBOD<sub>5</sub>/(m<sup>3</sup> (填料)·d) 设计，并按废水停留时间 12-36h 进行校核。需氧量应按照好氧进水的五日生化需氧量计算，并考虑氨氮硝化需氧量，按照气水比 15: 1-30: 1 校核。污泥回流比一般为 60%-100%，保证生化池中污泥浓度在 3-5g/L。考虑到脱氮的需要，内循环管线的设置是必须的，内循环回流比一般为 0-400%。考虑到进水段负荷高，对运行冲击负荷大，对于推流式活性污泥法宜采用可以多点进水的灵活进水管线。多点进水的灵活进水管线也有利于曝气池的后段适当补充碳源达到反硝化脱氮的目的。必要时可以在推流式曝气池的后段设置填料，以利于世代期较长的微生物生长。也可将推流式曝气池的最后廊道设计为膜生物反应池。

#### (4) 二沉池

沉淀池是废水治理工程的主要工艺环节，池型选择应根据处理规模、工艺特点和地质条件等因素综合确定。

考虑到使用方便和易于比较，根据目前国内的实践经验，参照国外的相关资料，沉淀池的设计统一以表面水力负荷为主要设计参数，同时应校核固体负荷、沉淀时间、有效水深等指标，使之相互协调。部分标准规定的沉淀池设计参数见表 8：

表 8 部分标准中沉淀池主要设计参数

标准名称	沉淀池类型		沉淀时间 h	表面负荷 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·d	污泥含固率%	固体负荷 kg/m <sup>2</sup> ·d
GB50014	二沉池	生物膜法后	1.5-4.0	1.0-2.0	96-98	≤150
		活性污泥法后	1.5-4.0	0.6-1.5	99.2-99.6	≤150

#### (5) 深度处理

即便废水种类不同，经生化处理后水质成份也有许多相似之处，本标准结合味精工业废水的水质特点，参照 GB/T 50335 和 GB50014 等标准规定了深度处理的主要技术要求，实际工作中应结合实际情况通过试验优化设计参数。

曝气生物滤池属于生物膜法处理工艺，主要用于氨氮的硝化和反硝化，与接触氧化池相比，曝气生物滤池具有滤料生物富集量大、容积负荷高、产泥量低的优点，该工艺适用于进水污染物（特别是 SS）含量较低、出水（特别是对脱氮）要求较高的情况。调研企业中有 3 家企业运用此工艺来强化接触氧化池出水中有机物去除效果和脱氮效果，但大多数企业通过调整二级好氧处理的稳定运行，也基本能达标排放。

随着废水排放标准的提高和废水再生利用程度的扩大，深度处理技术，特别是膜技术的

迅速发展展示了废水再生利用的广阔前景，可通过其它单元处理技术（如活性炭、膜技术和高级氧化技术等）进一步提高废水的处理效率。

根据国家相关规定，为保证公共卫生安全，防止传染性疾病的传播，当有回用要求时，深度处理系统须设置消毒设施。为避免或尽量减少消毒时产生的二次污染物，消毒宜采用紫外线法和二氧化氯法。

### 6.6.3 废水回用

废水回用是个系统工程，它将排水和给水联系起来，实现水资源的良性循环，有利于促进味精加工企业的可持续发展。

标准规定废水回用应以本厂回用为主、厂外回用为辅，其理由是：有利于水量平衡；再生水用户容易接受；管理方便，出现问题，信息反馈和调整迅速；特征污染物影响较小，供水水质容易满足；输送管道工程量少，降低供水成本。

### 6.6.4 污泥处理与处置

#### (1) 污泥量的确定

味精废水污泥主要是好氧生化处理的排出污泥，GB50014详细规定了剩余污泥量的确定原则和计算方法。当缺乏资料时，常规情况可按以下数据进行污泥量估算：采用活性污泥法时，产泥量可按 $0.5-0.7\text{kgDS}/(\text{kg COD})$ 设计，并按产泥量为废水处理量的 $1.5\%-2\%$ 校核，污泥含水率 $99.3\%-99.4\%$ 。采用生物接触氧化法时，产泥量可按 $0.3-0.5\text{kgDS}/(\text{kg COD})$ 设计，并按产泥量为废水处理量的 $1.0\%-2.0\%$ 校核，污泥含水率 $99.3\%-99.4\%$ 。

#### (2) 污泥处理

好氧生化处理后污泥含水率较高，为减少药剂投加量和后续处理工作量，一般需进行污泥浓缩，采用重力式污泥浓缩池时，污泥浓缩时间应通过试验确定或可以采用 $16-24\text{h}$ 设计，浓缩后污泥含水率应不大于 $98\%$ 。

味精废水污泥脱水性能较差，为确保污泥脱水设施的稳定运行，应加药调理。无机凝聚剂不宜单独用于脱水机脱水前的污泥调理，原因是形成的絮体细小，重力脱水难于形成泥饼，压榨脱水时污泥颗粒漏网严重，固体回收率很低。有机高分子絮凝剂（如阳离子聚丙烯酰胺）形成的絮体粗大，适用于污泥机械脱水。阳离子型聚丙烯酰胺适用于带负电荷、胶体粒径小于 $0.1\mu$ 的废水处理污泥。其絮凝原理一般认为是电荷中和与吸附架桥双重作用的结果。阳离子型聚丙烯酰胺还能与带负电的溶解物进行反应，生成不溶性盐，因此它还有除浊脱色作用。经它调理后的污泥滤液无色透明，泥水分离效果良好。聚丙烯酰胺与铝盐、铁盐联合使用，可以减少其用于中和电荷的量，从而降低药剂费用。但联合使用也增加了管道、泵、阀门、储药罐等设备，使一次性投资增加并使管理复杂化。

若污泥脱水性差，还可投加其它调理剂，如石灰等。污泥加药以后，应立即混合反应，进入脱水机，这样不仅有利于污泥的凝聚，还可以减小构筑物的容积。

据调研，目前味精企业多采用离心脱水和带式压滤机，均取得了较好的效果。污泥脱水



机类型应根据污泥性质、污泥产量、脱水要求等，经技术经济比较后确定。脱水污泥含水率宜小于 80%。

其他污泥处理环节的处理原理与城市污水厂处理污泥相同，因此，本标准规定污泥处理工艺应参照 GB50014 中的相关要求，并根据味精废水污泥特性对污泥处理的相关工艺参数进行适当的调整。

### (3) 污泥处置

调研中，目前多数味精企业都将污泥浓缩液进行喷浆造粒等资源化利用来生产有机肥，或将脱水污泥直接作为肥料使用。

## 6.6.5 事故池

因操作失误、非正常工况、停电等事故造成废水排放数量和浓度异常时，应排入事故池。事故池容积应大于一个生产周期的废水量，或大于 4h 排放的废水量。

近年来，由于味精清洁生产工艺的不断提高，很多早期建设的污水处理厂（站）都不能满负荷或远小于负荷运行，闲置了大量生化池，调研中发现，很多味精企业将这些闲置池进行了综合利用，存放一些可能对废水处理构成较大冲击负荷的高浓废水，再分批稀释到调节池中进入生物处理，实际起到了事故池的作用。

## 6.6.7 设备选型与防腐

味精工业废水中氨氮浓度高、酸碱度变化大，废水腐蚀性较强。据现场调研，大多企业废水处理设施操作环境较差，设备存在不同程度的腐蚀情况。因此，工程设计和日常运行管理中，应加强防腐措施。如水泵与管配件的防腐蚀，宜采用耐腐蚀水泵和耐腐蚀管配件，或在管配件内、外涂防腐蚀材料。

应具体分析腐蚀的性质，采取相应的防腐蚀措施。防腐蚀技术应符合国家现行标准的规定。

## 6.7 配套设施

工程配套设施是味精工业废水治理工程的重要组成部分，是实现工艺目标的辅助手段。根据工艺要求，标准规定了配套的电气自动化控制系统、供排水和消防系统、采暖通风与空调、建筑结构和监测等方面的技术要求，规定了应该符合的相关标准和规范。

## 6.8 劳动安全与职业卫生

味精工业废水治理工程本身即是环保行为，但在实施过程中会产生各种二次污染及安全隐患，标准要求严格贯彻执行国家现行环境保护、劳动安全、职业卫生等方面相关标准。

## 6.9 工程施工及验收

工程施工及验收是废水治理工程建设的重要环节。本章规定了设计、施工单位的资质条件，施工的工作程序和管理要求，建筑、安装工程应遵守的施工技术文件，使用设备、材料、器件与国家相关标准和产品质量验证文件等的符合性要求。

标准强调与生产工程同步建设的废水治理设施应与生产工程同时验收，现有废水治理设

施升级改造应单独进行验收。要求工程验收按竣工验收和环境保护验收分阶段进行。

## 6.10 运行维护和管理

达标是建设和运行治理工程的目的，运行维护是保证系统长期正常运转的关键。标准在工程运营单位的资质、技术力量配置、上岗人员的技能培训、营运及关停的报批、运行目标、运行维护应达到的技术管理指标等方面进行了明确的规定。要求运行部门或单位应制定一系列操作规程和巡检制度，建立系统运行记录制度，明确应记录的主要内容，规定了记录格式、填写和管理要求。运行人员应按照制度履行好自己的职责，确保系统经济稳定运行。为确保系统稳定可靠地运行，要求必须加强工程的管理和维护，标准规定废水治理工程的维护保养应与全厂的维护保养计划统筹安排。标准同时规定应建立突发性事故应急预案和并及时上报突发事件。

## 7 标准实施的环境效益与经济技术分析

### 7.1 社会和环境效益分析

味精工业存在多种生产方式及生产工艺，其单位产品排水量及单位产品污染负荷有很大区别，保证味精废水出水稳定达标有较大的难度，本标准的发布能够指导行业的水污染治理工程建设，有利于保证企业外排废水达到排放标准要求，环境效益明显。

### 7.2 工程投资分析

味精工业废水厂（站）的主体工艺与城市污水处理厂处理工艺有许多相似之处，其工程投资可按照《城市污水处理工程项目建设标准》（2001）中的指标进行类比分析，分析过程中主要考虑了以下因素。

（1）与城市污水相比，味精工业废水的水量较小，而污染物浓度极高，因此，在采用同等工艺流程和工艺参数的情况下，其工程单位投资额度应比城市污水的投资指标高。

（2）味精工业废水处理无需城市污水一级处理中经常使用的格栅、沉砂池和初沉池，但需增设调节池；同时，根据进水水质和处理程度的不同，需增加水解酸化或厌氧单元，因此，较城市污水处理厂的一级处理，味精工业废水治理工程一级处理投资指标有一定提高，具体增加幅度应根据增设的处理设施确定。

（3）味精工业废水进水污染物浓度较城市污水高，进入二级生化系统的  $BOD_5$  在 400-900mg/l，约是城市污水的 3-5 倍，废水中氨氮含量高，系统需要较长的污泥龄，因此，味精工业废水治理工程二级生化系统投资指标也较城市污水大得多，可在城市污水含污泥消化投资指标的基础上根据进水水质类比计算确定。

（4）由于味精工业废水达标难度较城市污水大，深度处理程度较高，须处理掉的污染物量大，因此，其投资指标应在城市污水深度处理的基础上适当增加，具体增加幅度应根据深度处理的具体工艺设施确定。

（5）味精工业废水治理工程属于企业的废水治理项目，配套工程可充分利用生产系统的公用设施，因此配套工程较城市污水处理厂少，该部分工程投资所占的比例相对较低。

经类比分析，味精工业综合废水治理工程投资指标见表 9。

表 9 味精工业废水治理工程项目投资估算指标

处理级别	投资指标（元/t/d）	单位工程投资比例（%）	备注
厌氧处理	500-1000	20-22	
好氧处理	1500-2500	56-60	考虑脱氮时取高值
深度处理	500-1000	20-22	深度处理程度高时取高值
合计	2500-4500	100	

综上所述，味精工业废水治理工程吨废水的投资成本可控制在 2500—4500 元/m<sup>3</sup>之间，当系统进水污染物浓度较低或对出水指标要求不高，处理站可以不设置三级处理单元时，工程投资可控制在 200—3500 元/m<sup>3</sup>之间，总体来说，废水处理投资在企业的可承担范围之内。

### 7.3 运行成本分析

根据《城市污水处理工程项目建设标准》（2001），污水厂电耗指标如下：一级污水厂 0.04-0.08kW·h/ m<sup>3</sup>污水；二级污水厂 0.15-0.28kW·h/ m<sup>3</sup>污水， 1.5-2.2kW·h/kgBOD<sub>5</sub>。

味精工业废水处理厂（站）的运行成本可根据具体工艺流程，按照各单元的污染物去除总量，对照城市污水处理厂的相关指标确定。采用类比分析法计算废水处理厂（站）的运行成本具体指标详见表 10。

表 10 味精废水处理厂（站）运行成本分析

项目	消耗指标	单价	费用（元/m <sup>3</sup> ）	备注	
电耗	1.3—3.0 kwh/m <sup>3</sup>	0.65 元/kwh	0.85-1.95		
药剂	絮凝剂	0-1500mg/l	450-1700 元/t	0-1.15	可采用铁盐或铝盐
	助凝剂	10-50mg/l	25000 元/t	0.25-0.75	按阳离子酰氨计
	碱	0-800	1700-2300 元/t	0-1.36	可用 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 或 NaOH
其他	—	—	0.31-0.87	包括人工、维修等	
合计	-	-	1.41-6.08	不含污泥处置费	

上表表明，味精企业综合废水处理工程直接运行费用为 1.41—6.08 元/m<sup>3</sup>，其中主要费用是电耗和药剂消耗，在运行成本构成中，污水处理和污泥处理费用所占比例约为 70%和 30%。

实际调研的企业如山东某企业废水处理成本为：电耗 1.7kwh /吨废水，加药 0.14 元/吨废水，人工 0.15 元/吨废水，合计 1.39 元/吨废水；另一调研企业处理成本约 1.11 元/吨废水，基本在估算的范围之内。

随着排放标准的加严，处理程将进一步提高，运行成本也会相应增加。当处理要求较高时，企业在环境污染治理方面投入将有较大增加，但该费用在企业的可承担范围之内。

## 8 标准实施建议

### 8.1 与现行法律法规及其它相关标准的关系

本技术规范属于环境污染治理工程技术规范中的行业通用实用技术规范，是国家环境标准体系之环境工程技术规范的一个组成部分，应与《环境污染治理方法类工程技术规范》配套使用，将为味精行业环境保护设施的建设、运行以及监督管理提供技术依据。

### 8.2 实施本标准的管理措施及建议

建议各级环境保护部门及相关监督管理部门在环境影响评价、建设项目环境保护管理、排污许可证管理和日常环境监督管理等各项工作中积极采用本技术规范，以加强对味精企业污水处理设施的监管。

鉴于本标准为首次制定，且《味精工业污染物排放标准》（2008 送审稿）尚未正式发布，因此，在实施过程中可采用先试行一段时间，根据应用反馈和技术进步情况，定期修订，对标准内容不断得完善、拓展、深入和更新，力争形成与当前行业发展契合的、治理技术发展配套的、先进的行业污染治理的规范性技术管理文件，更好的满足我国味精制造行业废水治理的需要，满足我国环境保护管理的需要。