

附件三

## 《乳制品工业水污染物排放标准（征求意见稿）》

### 编制说明

《乳制品工业水污染物排放标准》编制组

二〇一〇年十一月

项目名称：乳制品工业水污染物排放标准

项目统一编号：434

承担单位：中国食品发酵工业研究院

编制组主要成员：刘凌、宋昆冈、崔明学、李虹、张文、方琬悌、

吴康年、孙克杰、王月军、周明

标准所技术管理负责人：周羽化、原霞

标准处项目负责人：胡林林

# 目 录

<b>1</b>	<b>项目背景</b>	<b>1</b>
1.1	任务来源	1
1.2	工作过程	1
<b>2</b>	<b>标准制定的必要性</b>	<b>1</b>
2.1	国家及环保主管部门的相关要求	1
2.2	国家相关产业政策中的环保要求	1
2.3	行业发展带来的主要环境问题	2
2.4	现行环保标准存在的问题	2
<b>3</b>	<b>行业概况</b>	<b>3</b>
3.1	乳制品行业发展现状	3
3.2	乳制品行业发展趋势	5
<b>4</b>	<b>行业产排污情况及污染控制技术</b>	<b>6</b>
4.1	乳制品主要工艺及产污分析	6
4.2	行业排污现状	8
4.3	污染防治技术	10
<b>5</b>	<b>标准主要技术内容</b>	<b>17</b>
5.1	标准适用范围	17
5.2	标准结构框架	17
5.3	术语和定义	18
5.4	污染物项目的选择	18
5.5	污染物排放限值的确定及制定依据	18
5.6	监测要求	21
<b>6</b>	<b>主要国家、地区及国际组织相关标准研究</b>	<b>21</b>
6.1	主要国家、地区及国际组织相关标准	21
6.2	本标准与主要国家、地区同类标准的对比	24
<b>7</b>	<b>实施本标准的环境效益及经济技术分析</b>	<b>24</b>
7.1	实施本标准的环境效益	24
7.2	实施本标准的技术经济分析	26

# 《乳制品工业水污染物排放标准》编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

根据原国家环保总局办公厅文件“关于下达 2007 年度国家环境保护标准制修订项目计划的通知”（环办函[2007]544 号），由中国食品发酵工业研究院负责起草《乳制品工业水污染物排放标准》，项目统一编号为 434。

### 1.2 工作过程

2007 年 7 月，中国食品发酵工业研究院和原国家环保总局签订了标准修制定项目合同，负责编制《乳制品工业水污染物排放标准》。

2007 年 7 月，中国食品发酵工业研究院与中国乳制品工业协会联合成立了标准编制组、专家指导组，启动标准编制工作。

2007 年 7 月-2008 年 5 月，编制组广泛收集国内外与乳制品污染物排放相关的法规、标准和文献资料，并进行了全年共 2 轮的国内乳制品企业实地调研和问卷调查工作。

2008 年 6 月 24 日，中国乳制品工业协会在京主持召开了有来自全国各地的数十家乳制品企业代表参加的“乳制品行业节能减排经验交流会”，会议重点议程之一就是宣传国家组织编制《乳制品工业水污染物排放标准》的重要意义，会议对于行业企业了解国家相关政策、主动配合本标准的编制工作起到了积极的促进作用。

2008 年 7 月，完成开题报告和排放标准文本草稿的编制。

2008 年 7 月 24 日，在环境保护部科技标准司的主持下，召开了本课题的开题论证会，会议通过了本项目的开题报告，与会领导、专家还对本标准文本（草稿）进行深入讨论，并提出了相关意见。

2008 年 8 月-2009 年 6 月，编制组通过实地调研和问卷调查等形式，进一步深入了解我国各个地区、各种类型乳制品企业污染物产生和排放情况，完成了第 3 轮企业实地调查研究工作。尤其是针对我国以往对乳制品行业产生废水与排放废水中总氮、总磷监测数据几乎完全空白的客观情况，通过企业自测、企业向环监部门送检、项目组采样检测等多种途径，逐步弄清我国乳制品工业废水中总氮和总磷的产生和排放情况。

2009 年 7 月-2009 年 12 月，征求各地区乳制品企业、环保专业人士对本标准的意见和建议，编制组起草标准文本征求意见稿及编制说明。

2010 年 1 月-4 月，对我国各地区的乳制品企业污染物产生和排放的实际情况开展第 4 轮的企业调查研究工作，汲取分析各方意见对标准文本征求意见稿及编制说明进行修改。

在上述工作的基础上，编写了《乳制品工业水污染物排放标准（征求意见稿）》及其编制说明。

## 2 标准制定的必要性

### 2.1 国家及环保主管部门的相关要求

《国家环境保护“十一五”规划》（国发〔2007〕37号）要求加快结构调整，强化环境准入，加大污染治理力度，完善技术规范和环境标准体系，确保到2010年化学需氧量比2005年削减10%。对轻工业应加强工业废水治理，严格执行水污染物排放标准和总量控制制度。

### 2.2 国家相关产业政策中的环保要求

乳制品工业属于《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2002）中的食品制造业。2009 年 6 月 26 日，国家工业和信息化部与国家发展和改革委员会共同颁布了《乳制品工业产业政策》（2009 年修订），该政策提出了新的行业准入条件，其中第二十条提出：“增强全行业节约意识，鼓励企业采用先进节能、节水技术，大力开发和推广应用节水新技术、新工艺、新设

备，改造和淘汰能耗高的技术与装备，提高资源综合利用效率。”并明确提出了企业能源及水的单耗指标（参见表）；第五十三条提出：“严格执行国家和地方相关环境保护、污染治理及清洁生产等法律法规和标准，加大环境保护执法力度，坚持预防为主、综合治理的方针，增强乳制品企业的环境保护意识和社会责任感，健全环境监管机制，完善污染预防和治理措施，严格控制污染物排放，建设环境友好型乳制品工业”；第十七条中还对新建和扩建企业规模进行了限定，“北方、大城市郊区乳制品工业区新建和扩建乳粉项目日处理原料乳能力（两班）须达到 300 吨及以上；新建液态乳项目日处理原料乳能力（两班）须达到 500 吨及以上；扩建液态乳项目日处理原料乳能力（两班）须达到 300 吨及以上；南方乳制品工业区新建液态乳项目日处理原料乳能力（两班）须达到 200 吨及以上；扩建液态乳项目日处理原料乳能力（两班）须达到 100 吨及以上”；这些政策对于乳制品行业大幅度减排有着积极的引导促进作用。《乳制品工业产业政策》还明确规定了主要乳制品的水消耗限值（见表 1）。

表1 企业水消耗准入指标

产品类别	水（吨）/吨产品
巴氏杀菌乳	5.5
灭菌乳	5.5
酸牛乳	10.0
乳粉	35.0

### 2.3 行业发展带来的主要环境问题

乳制品行业是近年来发展速度较快的行业之一。随着乳制品总产量和生产企业数量的增加，污染物排放总量也随之增加。

乳制品行业主要环境问题是废水的排放。乳制品工业排放废水的主要污染物是 COD、BOD<sub>5</sub>、TN、TP、SS、氨氮、pH 等，行业特征污染物为 TP。

根据 2008 年的环境统计年报数据，2008 年全国工业废水排放总量 217.4 亿吨、全国工业废水中 COD 和氨氮的排放量分别为 404.85 万吨和 26.76 万吨。

根据中国乳制品工业协会统计的 2008 年全国主要乳制品 1810.56 万吨的总产量，废水排放量根据《第一次全国污染源普查-工业污染源产排污系数手册》中单位产品工业废水量进行估算，COD 和氨氮的现状平均排放浓度按执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）二级标准 150mg/L 和 25mg/L 计算，得到表 2 所列结果。2008 年全国乳制品工业废水排放量、COD 排放量、氨氮排放量占全国的比重分别约为 0.7%、0.59%、1.42%。

表 2 2008 年乳制品排污量（估算值）占全国工业排污量的比例

项目	全国工业排污总量 (万吨)	乳制品行业排 污量(万吨)	行业排污占全国工业排 污的比例(%)
工业废水量	2173775	15312	0.7
COD	404.85	2.30	0.59
氨氮	26.76	0.38	1.42

### 2.4 现行环保标准存在的问题

我国乳制品工业水污染物排放目前执行的国家标准是《污水综合排放标准》(GB8978-1996)，该标准是涉及所有行业的通用排放标准，用于乳制品行业存在以下主要问题：乳制品工业废水仅涉及第二类污染物中极少量的污染物，现行标准涉及多种污染物指标，不便于环境管理部门直接掌握行业废水的主要污染物及其特性；现行排放标准污染物指标中未设总氮、总磷等与乳制品行业密切相关的特征指标，无法满足我国日益重视水体富营养化问

题的实际需求；现行标准未设乳制品单位产品的最高允许排水量，与总量控制的环境管理要求不相协调。

由于乳制品工业与百姓日常饮食紧密相关，加工企业分布于全国各地，环境影响范围较广。因此，根据行业生产和末端治理技术经济现状与发展趋势，编制符合行业特点、主要目标明确的标准十分必要。

### 3 行业概况

#### 3.1 乳制品行业发展现状

乳制品行业是目前我国改革开放以来增长最快的重要产业之一，也是推动第一、二、三产业协调发展的重要战略产业。在我国，乳制品逐渐成为人民生活必需食品，乳制品消费稳步提高。2009年乳制品总产量已达1935万吨，总产值已达1650亿元，占全国生产总值的0.49%，全国规模以上企业<sup>1</sup>已达816家，其中销售额在3亿元及以上的大型企业数约占2%，销售额在3千万至3亿元的中型企业数约占18%，销售额在3千万以下的小型企业数约占80%。大、中、小型企业产值分别占行业总产量的20%、51%和29%。

近年我国乳制品加工工业生产集中度不断提高，行业企业不断向大型化发展，很多大中型企业的技术装备水平达到或接近世界先进水平，产品种类和品质明显改善。目前已逐步形成了在东北、华北、西北等传统农牧区奶源基地，重点发展乳粉和超高温灭菌乳等大宗和可常温长期保存乳制品生产的大中型加工企业；在北京、上海、天津、重庆等大城市和长江三角洲、珠江三角洲等人口密集的发达地区，重点发展液体乳和各种低温乳制品生产的产业布局。

如图1—图4所示，我国近十年来乳制品工业发展迅速，无论是原料乳产量、产品产量、年总产值还是规模以上企业数量都在大幅度增长，我国乳业快速发展的时间较短，乳制品主要是以满足人民喝奶为主，乳制品行业的高增长率源于国内市场需求的不断增长；2008年和2009年受三聚氰胺事件和全球金融危机影响行业增长速度明显变缓。

如图5所示，2008年之前我国进出口乳制品量趋于平稳。同样受2008年事件影响，2009年我国乳制品进口量大幅度增加、出口量大幅度下降。总体看来，我国乳制品进口量一直大于出口量，几十万吨的进、出口总量均远低于同期全国乳制品1932万吨的总产量，这些数据说明目前我国乳制品主要以满足国内消费需求为主。

乳制品行业的产品种类多，包括液体乳、酸乳、乳粉、炼乳、奶油、干酪等。但我国乳制品主要是以满足人民喝奶为主，主要产品是液体乳（巴氏杀菌乳、灭菌乳）、酸乳和乳粉，这三项产品的产量占乳制品总量的90.65%（图6）。

世界乳制品生产经长期发展行业状态稳定、技术成熟。在乳制品贸易中，乳制品的出口国(地区)相对比较集中，主要有欧盟、新西兰、澳大利亚和美国。乳品的进口国(地区)相对比较分散，分布在亚洲、欧洲、非洲和中南美洲。主要的乳品进口国(地区)有俄罗斯、日本、印度尼西亚、墨西哥、中国和菲律宾。2009年，这6国所进口的干乳制品约占世界干乳制品进口总量的55%。由于液体乳具有保质期短、容易变质和运输成本高等特点，货架期较长的干乳制品如脱脂奶粉、全脂奶粉、奶酪及黄油等在世界乳品贸易中占有很大的比重。

<sup>1</sup> 规模以上工业企业是指全部国有企业及当年产品销售收入500万元以上的非国有工业企业。

原料奶产量 单位：万吨

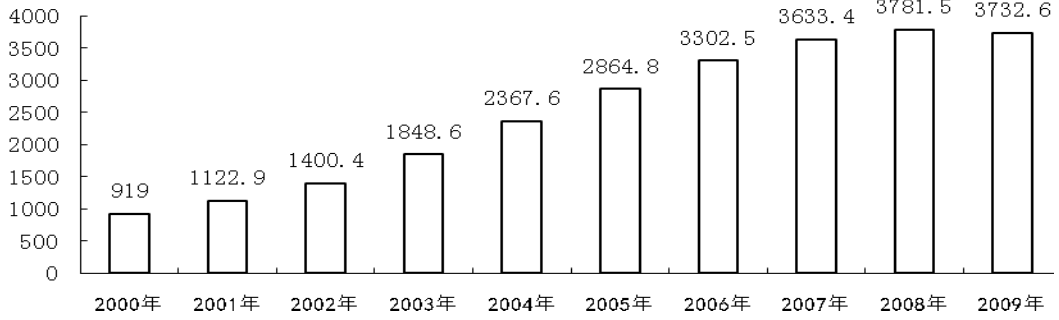


图 1 2000-2009 年全国原料奶产量示意图

乳制品产量 单位：万吨

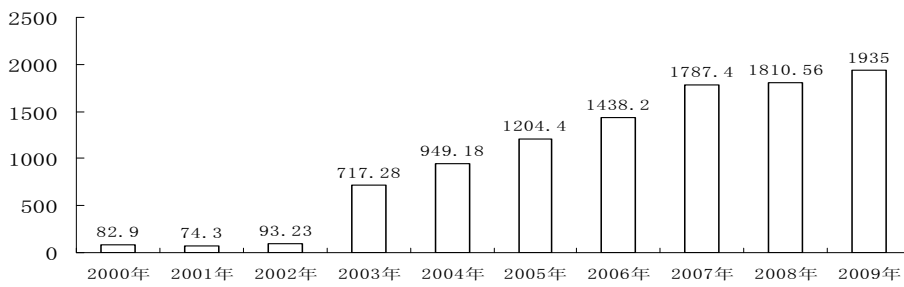


图 2 2000-2009 年全国乳制品产量示意图

总产值 单位：亿元

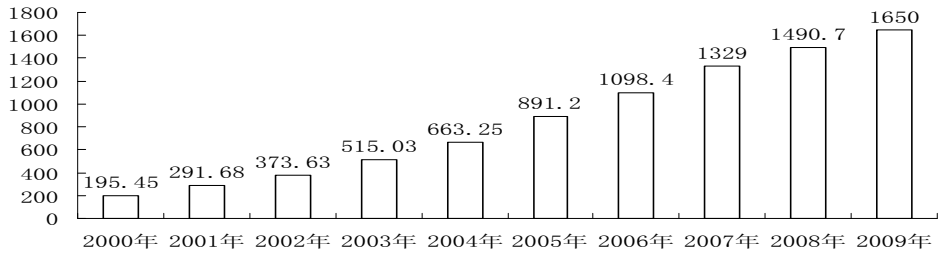


图 3 2000-2009 年全国乳制品企业年总产值示意图

规模企业数 单位：个

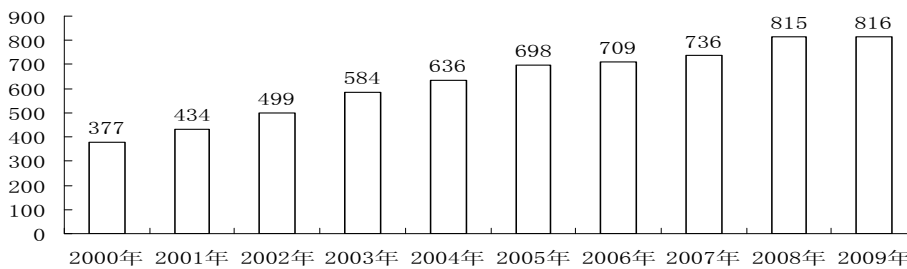


图 4 2000-2009 年全国规模以上乳制品企业数量

乳制品进出口总量 单位:万吨

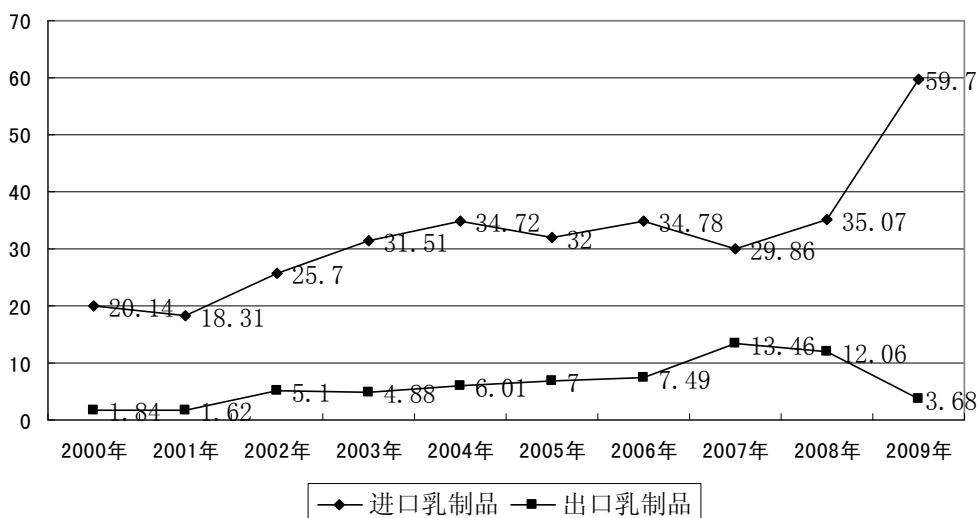


图 5 2000-2009 年我国进出口乳制品总量

单位: 万吨

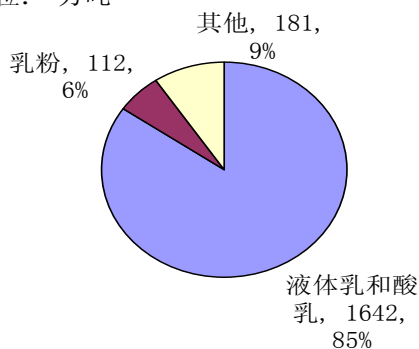


图 6 2009 年我国乳制品分产品产量

### 3.2 乳制品行业发展趋势

2009 年 6 月国家颁布了《乳制品工业产业政策（2009 年修订）》，为我国乳制品行业的科学发展指出了明确的方向，也将是我国乳制品工业发展的主体趋势。未来几年我国奶源供应体系将更加优质高效、布局合理、安全环保；乳制品企业将向大规模型发展；乳制品工业的区域性布局将更加合理；乳制品产量和原料乳加工利用率将不断提高；技术落后的产能将逐渐被淘汰。

近年我国城乡居民收入保持较快增长速度，乳制品人均消费量与世界平均水平相比仍然很低，国内市场消费潜力巨大，乳制品行业在今后很长一段时期内都将继续以满足内需为主。主导乳制品还将是液体乳、酸乳和乳粉。

三聚氰胺事件发生以后，经过一年多以来的行业整顿和企业自身的努力，乳制品行业发展朝着更加科学规范的方向迈进。在奶牛饲养环节，规模化、标准化的牧场建设加快推进，乳制品企业纷纷加大了奶源基地建设力度，拉动了乳制品行业的投资增长，为企业长远的发展奠定了良好的产业基础；在生产环节，加快了以提升产品质量安全为中心的产品创新步伐。但整体生产速度与 2008 年之前相比较明显放缓。



## 4 行业产排污情况及污染控制技术

### 4.1 乳制品主要工艺及产污分析

#### (1) 乳制品主要工艺

##### ① 液体乳

巴氏杀菌乳：原料乳验收→净乳→冷藏→标准化→均质→巴氏杀菌→冷却→灌装→冷藏

高温杀菌乳：原料乳验收→净乳→冷藏→标准化→均质→高温杀菌→冷却→灌装→冷藏

灭菌乳：原料乳验收→净乳→冷藏→标准化→预热→均质→超高温瞬时灭菌（或杀菌）→冷却→无菌灌装（或保持灭菌）→成品储存。

##### ② 酸乳

凝固型：原料乳验收→净乳→冷藏→标准化→均质→杀菌→冷却→接入发酵菌种→灌装→发酵→冷却→冷藏

搅拌型：原料乳验收→净乳→冷藏→标准化→均质→杀菌→冷却→接入发酵菌种→发酵→添加辅料→冷却→灌装→冷藏

##### ③ 乳粉

湿法工艺：原料乳验收→净乳→冷藏→标准化→均质→杀菌→浓缩→喷雾干燥→筛粉晾粉或经过流化床→包装

干法工艺：原料粉称量→拆包（脱外包）→内包装的清洁→杀菌→混料→包装

##### ④ 其他乳制品

炼乳：原料乳验收→净乳→冷藏→标准化→预热杀菌→真空浓缩→冷却结晶→装罐→成品储存

#### (2) 乳制品废水产污分析

乳制品生产废水的主要来源是：包括容器管道输送装置在内的生产设备清洗水和器具清洗水，这部分是高浓度废水；生产车间、场地的清洗和工人卫生用水，为低浓度废水；杀菌和浓缩工段的冷却水和冷凝水，通常循环使用；此外就是生活用水和工人工作服清洗水，一般是低浓度废水。回收瓶装酸奶和巴氏杀菌乳生产过程中，产生浓度较高的回收瓶清洗水。

乳制品产生废水的主要特点是：可生化性能好；生产过程中污染物产生浓度波动较大；废水污染物浓度与产品结构和产品品种的数量密切相关；废水中总磷、总氮的含量相对较高。生产过程废水的来源和主要污染物种类详见表 3。

表 3 生产过程废水的来源和主要污染物

序号	工艺或流程	来源	主要污染物
1	CIP 清洗过程 (就地清洗)	生产线所有设备管道、容器内部的自动清洗水；部件拆洗水；酸罐和碱罐的排渣清洗水	化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、氨氮、总氮、总磷，pH
2	原料乳验收	清洗奶罐车的清洗水	化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、氨氮、总氮、总磷，pH
3	离心净乳	乳渣排放；设备拆洗水	化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、氨氮、总氮、总磷
4	杀菌	不定期拆洗清洗水	化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、氨氮、总氮、总磷
5	浓缩	冷凝水	
6	喷雾干燥	喷雾干燥塔的定期清洗；加热器冷凝水；喷枪、喷头拆卸清洗	化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、氨氮、总氮、总磷
7	冷却塔	循环冷却水的非定期排放	

8	设备、器具和车间地面清洗	设备表面清洗水、器具清洗水、地面清洗水	化学需氧量、生化需氧量、悬浮物
9	回收容器清洗	回收瓶中残留乳、碱液等清洗助剂	化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、氨氮、总氮、总磷
10	工艺水制备	工艺软化水制备过程排放的浓液	化学需氧量
11	锅炉	锅炉废水	化学需氧量

表 4 主要乳制品生产车间排出废水的污染物特性

产品	单位: mg/L (pH 除外)							吨/吨产品
	COD	BOD <sub>5</sub>	总氮	总磷	氨氮	悬浮物	pH	废水量
液体乳	800-3000	500-1500	30-200	6-35	10-150	100-1000	4-13	3-8.5
酸乳								5-12.5
炼乳								9-13.5
乳粉	600-1500	300-800	15-150	6-20	10-60			15-45

经实际检测和文献值收集可知乳制品生产车间排出废水中主要污染物浓度如表 4 所示。在实际生产过程中,各种原因引发的生产废水浓度异常情况时有发生。如在周期监测时曾发现 COD 平均浓度高达 4000mg/L 左右。

乳制品产品的种类、生产计划的变更、清洁生产水平的高低、CIP 清洗水的排放方式、生产故障等因素都会导致乳制品废水产生量和污染物产生浓度的波动。其普遍规律为:花色产品种类越多、产品更换越频繁、产品粘滞性越大、CIP 清洗水的循环使用率越低,相应地产污量越大;湿法工艺生产乳粉比干法工艺的产污量大;采用回收瓶装的酸乳和液体乳比一次性包装产品的产污量大。乳粉生产一般分为湿区和干区,湿区与液体乳加工产污特点一致,用水和排水量大;干区指干燥和包装等工序,用水和排水量小,仅在定期清洗设备和场地时产生污水。

很多乳制品企业往往同时生产两种及两种以上的产品,如液体乳和酸乳,液体乳和乳粉等等。由于这类企业的生产废水混合处理,其产污特性介于以上几种基本产品产污情况之间。

乳制品生产最主要的污染物来源是原料乳的损失,原乳的主要成分参见表 5。原料乳中含有乳蛋白、乳脂、乳糖类等有机物质,还有磷酸盐等无机成分,这些成分对乳制品废水所有特征污染物指标都有重要影响。与单位原乳相对应的污染物含量的文献值和检测结果参见表 6。以液态乳生产为例,如加工过程损失原料乳以 3%计,原料乳带进废水中的总磷和总氮量分别以 900 和 7000mg/L 计算,则每生产一吨液态乳分别产生总氮量 210g、总磷量 27g;每吨液态乳产生 4 吨的废水,仅考虑原料损失一项,废水总氮、总磷浓度分别高达 52.2 mg/L 和 6.75 mg/L。由此可见,原料乳的损失直接影响废水总磷、总氮的产生量。

表 5 原乳的主要成分及含量

单位: %

项目	平均含量	范围
水	87.1	85.3-88.7
乳糖	4.6	3.8-5.3
脂肪	4	2.5-5.5
蛋白质	3.3	2.3-4.4
矿物质	0.7	0.57-0.83
有机酸	0.17	0.12-0.21

表 6 与单位原乳相对应的污染物质

单位 mg/L

项目	文献值	编制组检测值
COD	210000	-
BOD <sub>5</sub>	104000	-
总磷	700-1200	900
总氮	7000	7000

表 7 乳制品废水中污染物的主要来源

污染物指标	污染物的主要来源
COD/BOD <sub>5</sub>	原料乳损失, 辅料损失, 产品损失, CIP 清洗中硝酸和氢氧化钠的损失, 其他清洗剂的损失
总氮/氨氮	原料乳损失, CIP 清洗中硝酸的损失, 生产用水含氮
总磷	原料乳损失, 含磷洗涤剂的使用
悬浮物	原料乳的损失, 辅料的损失
pH	CIP 清洗中酸液和碱液的排放

乳制品产生废水中主要污染物的来源参见表 7, 除了乳的损失之外, 外源性的污染物来源主要是辅料和清洗剂的损失。其中含磷洗涤剂的使用直接影响废水中的总磷产生量, 可通过使用无磷洗涤剂加以避免。乳制品生产过程使用洗涤剂的环节有: 设备器具清洗、工作服清洗、生产工人沐浴及洗手等。表 8 的检测结果显示, 含磷洗涤剂与不含磷洗涤剂的磷含量差异显著。同时, 洗涤剂对总氮指标的影响也不容忽视。

表 8 市售洗涤产品总氮、总磷检测结果

市售产品	总磷	总氮
无磷洗涤剂 1	6.4ppm	0.13%
无磷洗涤剂 2	0.03%	7.50%
含磷洗涤剂 1	1.8%-2.8%	0

乳制品废水中的总氮、氨氮浓度主要受四个因素影响: 原料乳的损失率, CIP 清洗中硝酸的使用量, 生产用水含氮量、洗涤剂含氮量。乳制品企业 CIP 清洗过程中酸洗步骤一般都采用硝酸溶液。在生产线启动和停车, 以及产品切换过程中都需要进行 CIP 清洗, 一般都有硝酸排放。目前我国乳制品生产企业生产工艺水主要来自自来水和地下水。编制组对 29 家企业的调查结果显示 (见表 9), 生产工艺水中总氮的含量差异巨大, 在 0.02-6mg/L 之间。

表 9 乳制品生产用水中总氮含量调查结果

生产水来源	企业数量	所占比例	总氮含量
地下水	14 家	48.3%	0.02-6mg/L
自来水	15 家	51.7%	0.08-2.16mg/L

乳制品生产车间排放废水的 pH 值和悬浮物波动很大, 与 CIP 清洗过程紧密相关。在平衡池混合后, pH 值一般在 7-9 之间, 略偏碱性。

#### 4.2 行业排污现状

标准编制组选择了近百家符合国家产业政策准入条件的乳制品企业进行了 2~4 轮排污现状调查。调查方式包括现场调查和表格调查。调查的目的在于, 系统研究行业污染防治现状、对环境影响程度、有利于行业可持续发展的污染物减排幅度, 科学确定本标准各阶段的排放限值。

(1) 行业企业工业废水主要污染物排放浓度

表 10 乳制品企业排放废水 COD 浓度的区间统计数据

COD 浓度 mg/L	个数	所占比例 (扣除缺项数据)
>100	7	7.78%
≤100	83	92.22%
≤80	75	83.33%
≤50	43	47.78%

从表 10 可以看出, 乳制品企业现行废水末端处理技术, 对 COD 的去除效果非常好, COD 浓度在 100mg/L 以下的企业所占比例可达 92.22%, 浓度在 80mg/L 和 50mg/L 以下企业所占比例分别达到 83.33%和 47.78%。

(2) 行业企业工业废水磷氮排放现状

因为本行业以往废水排放管理多执行《污水综合排放标准》, 未将 TP、TN 指标列入排放管理范围, 现行行业废水末端治理工艺中无深度脱磷除氮设置。课题组为了掌握乳品企业现有废水末端治理设施的 TP、TN 去除效果, 标准编制组展开了对 TP、TN 排放现状的专项调研。结果如表 11、12。

表 11 部分乳制品企业废水排放 TP 指标分布调查数据

单位: mg/L

	TP≤0.5	0.5<TP≤1	1<TP≤2	2<TP≤3	3<TP≤4	4<TP≤5	5<TP≤6	6<TP<19
样本数量	19	8	10	15	11	4	1	11
区间百分比	24.05%	10.13%	12.66%	18.99%	13.92%	5.06%	1.27%	13.92%
累计百分比	24.05%	34.18%	46.83%	65.82%	79.75%	84.81%	86.08%	100.00%

表 12 部分乳制品企业废水排放 TN 指标分布调查数据

单位: mg/L

	TN≤10	10<TN≤15	15<TN≤20	20<TN≤25	25<TN≤30	30<TN<220
样本数量	26	6	7	3	3	4
区间百分比(%)	53.06	12.24	14.29	6.12	6.12	8.16
累计百分比(%)	53.06	65.31	79.59	85.71	91.84	100.00

表 11 的汇总结果显示: 所调查乳制品企业排放废水中 TP 的浓度差别很大, 废水浓度低、末端治理较好的情况下可以达到 TP<0.5mg/L 的水平; 而废水浓度高、处理效果最差的情况下处理后排水的 TP 浓度则高达 19mg/L。TP≤1mg/L 的企业占所调查乳品企业的 34%; TP≤3mg/L 的企业占所调查乳品企业的 66%; TP≤6mg/L 企业占所调查乳品企业的 86%左右。

表 12 的汇总结果显示: 乳制品企业现行治理设施对于 TN 的去除效果优于 TP, 53%的企业排水的 TN 浓度低于 10mg/L; 80%的企业排水的 TN 浓度低于 20mg/L; 90%的企业排水的 TN 浓度低于 30mg/L。

(3) 行业企业工业废水排放去向

各地企业所执行的废水排放标准除了国家污水综合排放标准(包括一、二、三级)之外, 还有各种其他标准, 包括工业园区污水处理厂的受纳标准、地方标准、特殊地区标准等等。为了搭建合理的标准构架以适应企业废水去向不同的实际需求, 标准编制组开展了对部分企业废水排放去向的调研, 结果如表 13。可以看出约 1/2 的企业废水是经过厂污水处理站后排入城镇污水管网进一步的处理; 约 1/4 的企业废水是经过厂污水处理站然后排入自然水体, 还有约 1/8 的企业废水排入了工业园区污水站。也就是说约 70%左右的废水属于间接排放, 因此, 间接排放限值的设置意义重大。对我国乳制品行业的调查结果显示, 工业废水处理后排入工业园区污水站或城镇污水管网的企业末端治理工艺多采用二级生化处理工艺, 直排

企业多数采用含厌氧的二级生化处理工艺、极少数企业采用三级深度废水处理工艺。

表 13 乳制品企业排放废水去向统计

排水去向	排入工业园区污水站	排入城镇污水管网	排入水体	排入草原	
执行标准	一般执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准	至少达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准	执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准		合计
所占比率	18.3%	52.6%	26.3%	2.8%	100%

(4) 行业企业分布及环境影响

图 7 为 2009 年全国各省市自治区的乳制品产量，从图中可知，乳制品企业遍布全国所有的省市自治区，行业废水的排放对所有地区的水体都有或多或少的影响。但是总体说来有二个特点，一是乳制品产量高的地区也是原奶产量大的地区，包括内蒙、黑龙江、河北、山东、陕西、河南，这 6 个地区的乳制品产量占全国总量的 61%，废水主要影响我国北方地区水体；二是乳制品企业多集中在大城市周边，废水多经过预处理后排入城市或园区污水处理站。

乳制品工业与百姓日常饮食紧密相关，产品对原料新鲜度又有着严格要求，保鲜期短的产品生产企业大都分布在人口居住较为密集地区，保鲜期较长的产品生产企业分布在我国北方主要产奶区。因此，乳制品加工企业分布于全国各地，环境影响范围较广。同时，目前不同乳制品企业的清洁生产水平和末端治理工序的设施投资、运行成本存在很大差异，各地企业所执行的排放标准也多种多样，包括工业园区标准、地方标准、特殊地区标准、国家污水综合排放标准（包括一、二、三级）等。行业排放标准与规范化管理政策的出台，将能有效指导和促进全行业的减排工作。

2009 年全国各省区乳制品产量 单位:万吨

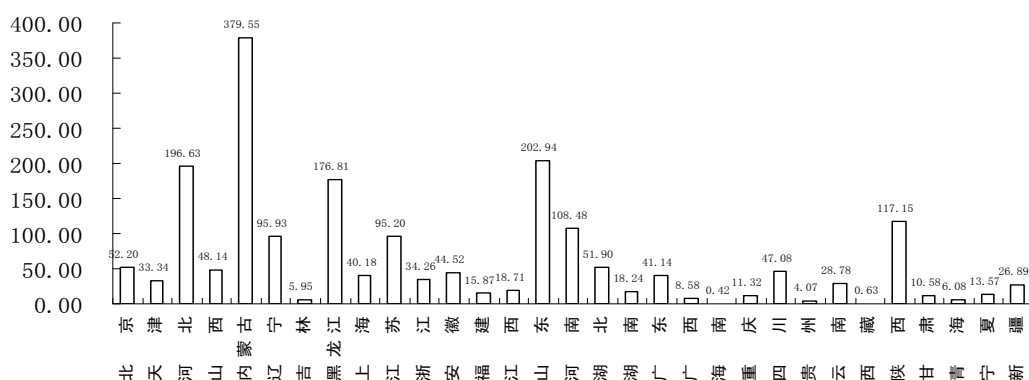


图 7 2009 年全国各省区乳制品产量

4.3 污染防治技术

(1) 行业清洁生产技术

为加强源头控制，减少产污量、减轻末端治理负荷，保障标准排放限值在全行业得以实现，根据乳制品生产过程的主要产污环节，以下清洁方案可供选择：

① CIP 清洗工序（就地清洗）

CIP 清洗工序是乳制品生产过程最大的排水点及产污点，污染物不仅有整个湿区生产线各个设备、罐体及管道中的残存原料和半成品，还有酸碱清洗剂。

首先要选择先进的 CIP 系统，以准确控制操作条件及洗涤剂和水的用量，提供精准的产品与水相之间转换点的在线监测与控制技术。并建议中小型企业选择集中式清洗；大型企业选择分散式（也称卫星式）清洗；便于控制减少洗涤剂和水的总用量和总排量。

在工艺设计上可根据实际情况选用以下方案：用少量的水进行预冲洗并排出高浓废水；部分回收被水稀释的产品；CIP 系统中间清洗水和最终清洗水回用于预冲洗；在能够满足生产工艺和产品质量的前提下，考虑省略酸洗程序，采用碱液单相 CIP 清洗。

### ② 优化管路系统和装备

对于液态的原料和产品，管道输送是不可缺少的。优化管路系统和装备，提高装载、卸载时的自动排污能力，对于减少原料损失、有效减少排水污染物浓度至关重要。

### ③ 优化生产计划

合理安排各种产品的生产计划，减少产品更换频率，对于整体节能、降耗、节水、节省洗涤剂、减排可起到关键性作用。

## (2) 乳制品工业废水处理的典型工艺流程

乳制品工业废水的水质水量不稳定性、有机物含量高、可生化性好等特点决定了乳制品废水末端治理主要采用以生物处理为主，辅以物化处理的方式，如要达到较高的排放标准还需要设置深度处理工序。通常用  $BOD_5/COD$  的比值来表示废水的生化性，当  $BOD_5/COD > 0.3$  时表明污水生化性能尚可，可以用生物活性污泥法处理，且  $BOD_5/COD$  越高越适合活性污泥法处理污水。多数乳制品废水能够达到  $BOD_5/COD > 0.5$ ，具有很好的可生化性。

### ① 好氧生物处理系统

乳制品工业废水处理中常用的好氧生物处理可分为：单级好氧处理和多级好氧处理，单级好氧生物处理如 SBR、生物接触氧化、曝气生物滤池等，具有占地面积小、投资少等优点，但由于同一运行周期有着不同的运行阶段使得操作稍显繁琐；多级好氧生物处理是串联多个单级好氧处理单元，以强化对废水的处理效果。若单纯采用好氧生物处理，必须使得乳制品废水有足够的水力停留时间 HRT（大约 48h），必要时可在生化处理单元前进行混凝沉淀、水解酸化等预处理，使污水生物处理的负荷降低，保证出水水质，亦可在生化处理后投加化学药剂加速污泥的凝集、沉淀。代表性好氧处理工艺如下：

#### A 气浮+水解酸化+单级好氧（SBR、生物滤池等）

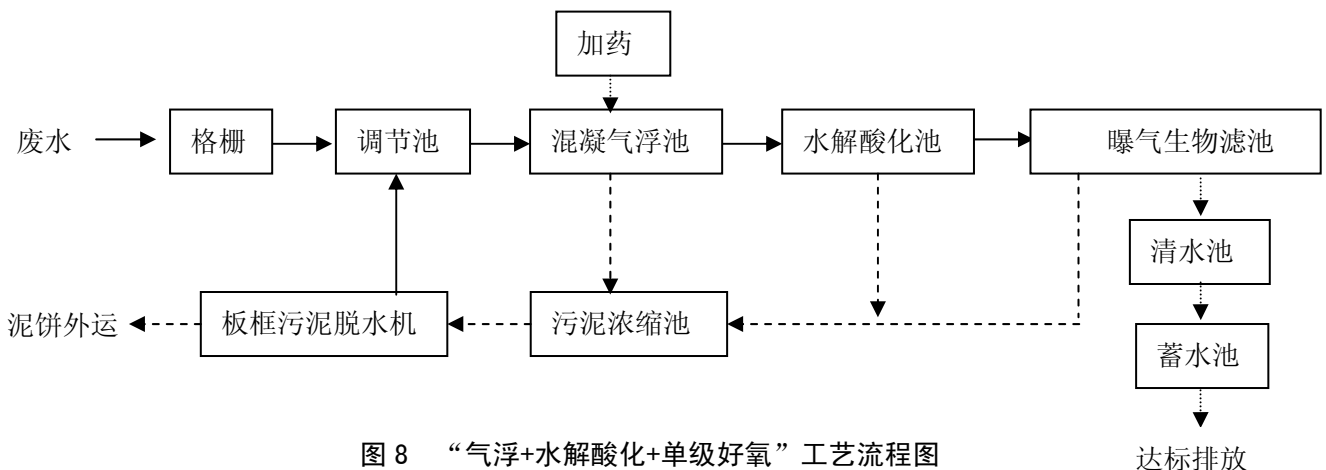


图 8 “气浮+水解酸化+单级好氧”工艺流程图

表 14 “气浮+水解酸化+单级好氧”工艺分步去除污染物情况

水质指标	pH	SS, mg/L	COD, mg/L	TN, mg/L	TP, mg/L
原水	6-9	800-1000	1200-1600	45-60	10-18.2
混凝气浮 加药	6-9	200-300	1000-1300	---	8.5-15

水解酸化	6-9	----	800-1000	----	8-14
曝气生物滤池(BAF)	6-9	----	60-100	12-20	4-7
清水池 出水	6-9	<50	<60	17.3	2.41

可以看出，由于单级好氧对处理废水的容积负荷偏低，在进入单级好氧装置之前必须对乳制品废水进行预处理，辅助处理工艺包括气浮、水解酸化等，这样一方面可减轻了后续单级好氧工艺的处理负荷，另一方面提高了废水的可生化性。

### B 多级好氧+化学混凝沉淀

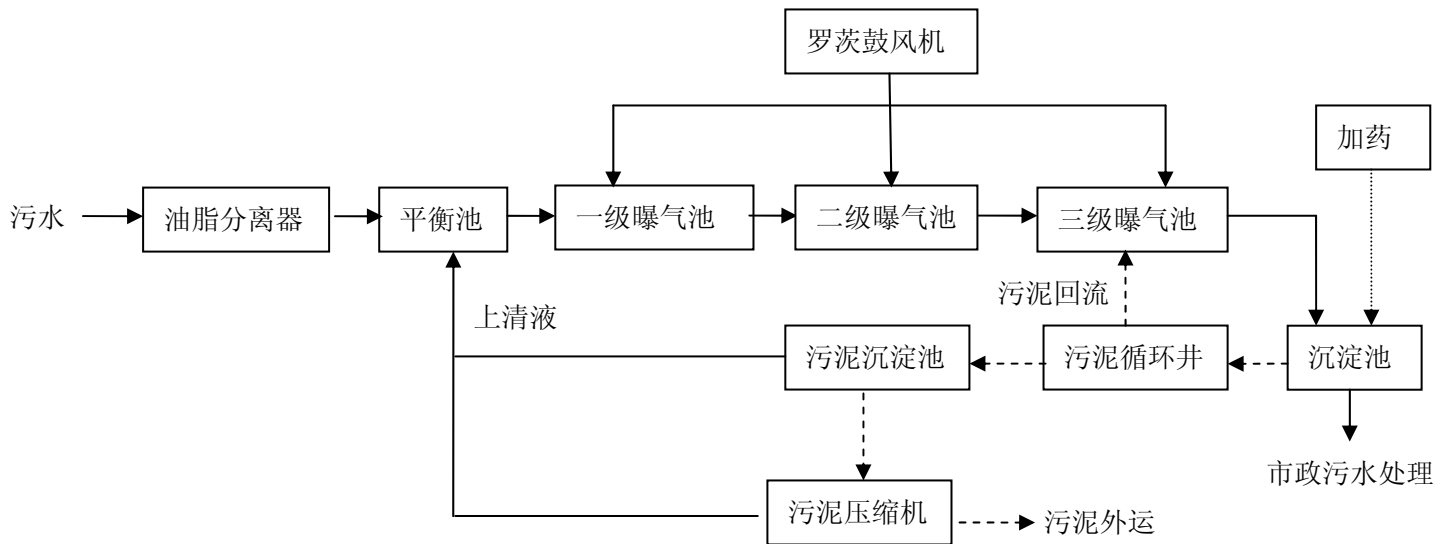


图9 “多级好氧+化学混凝沉淀”工艺流程图

表15 “多级好氧+化学混凝沉淀”工艺分步去除污染物情况

水质指标	pH	SS, mg/L	COD, mg/L	TN, mg/L	TP, mg/L
原水	12.5	80-200	1000-1600	25-65	3-9
一级曝气池出口	10.5	----	612-1000	----	----
三级曝气池出口	8.5	----	100-200	----	----
沉淀池出水	8.0	20-55	50-100	15-30	1-2

可以看出：“多级好氧+化学混凝沉淀”的处理工艺需要各级曝气池相互协调才能达到较好的处理效果，该工艺的多级曝气装置在有机物的去除方面起着至关重要的作用，能达到90%以上的去除率。但是此法用药量较大。

### C 气浮+三级好氧+二级气浮

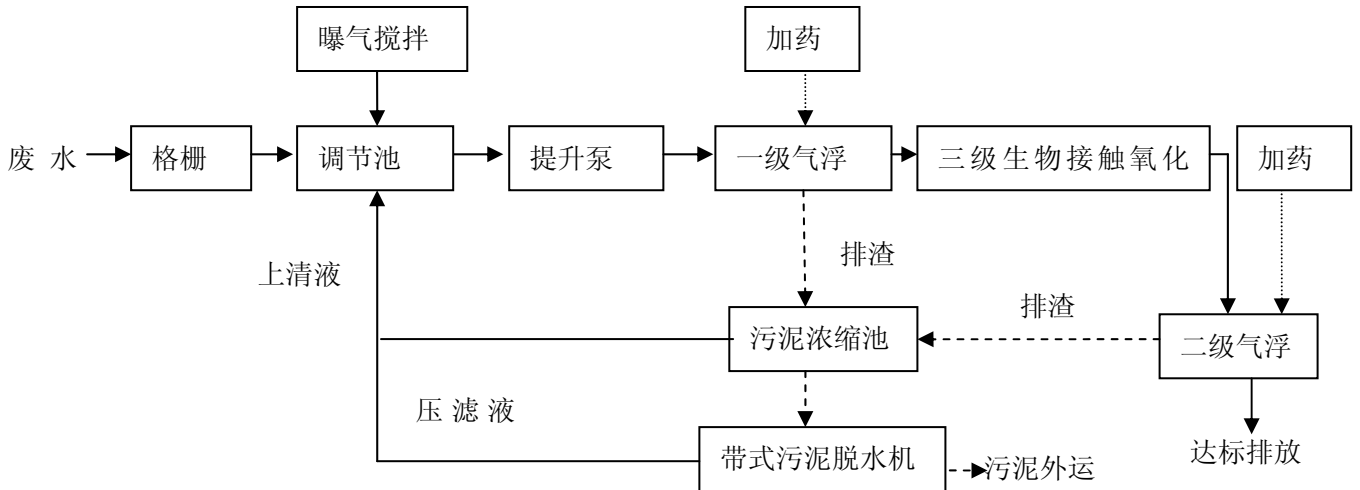


图 10 “气浮+多级好氧+气浮”工艺流程图

表 16 “气浮+多级好氧+气浮”工艺分步去除污染物情况

水质指标	pH	SS, mg/L	COD, mg/L	TN, mg/L	TP, mg/L
原水	8.5	100-200	500-1000	20-45	5-8
一级气浮 加药	7.5	----	350-600	----	----
生物接触氧化	7	----	50-100	----	1-3
二级气浮 加药	7	<30	< 80	4-15	<0.6

“气浮+三级生物接触氧化+气浮”的好氧生物处理方式能够有效去除将乳制品废水中的主要污染物指标，SS、COD、TN 的去除率都在 85%以上，该工艺对 TP 也有较好的处理效果，去除率可达 85%。

D 水解池+预曝气池+H/O 池（兼氧段+好氧段）工艺

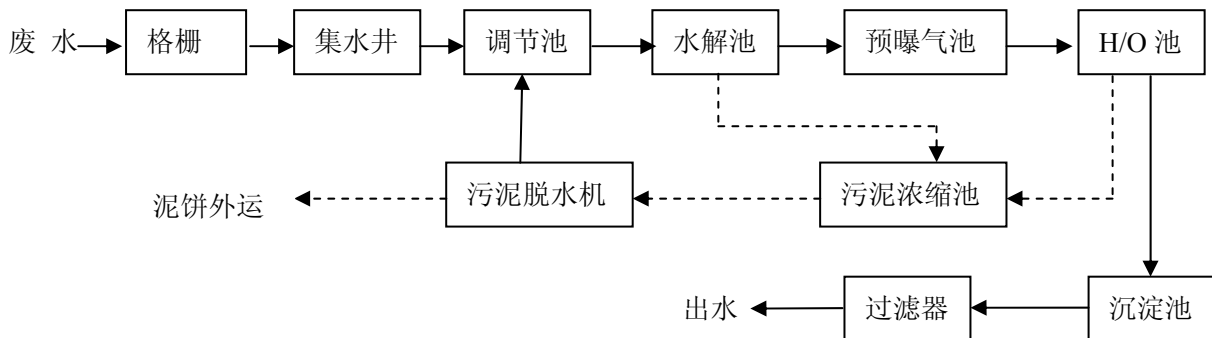


图 11 “水解池+预曝气池+H/O 池”工艺流程图

表 17 “水解池+预曝气池+H/O 池”工艺分步去除污染物情况

污染物指标 去除率	pH	SS	COD	TN	TP
原水	8.0	150-250	1000-1500	30-80	5-15
水解池	8.5	----	800-1200	----	----



预曝气池	8.0	----	600-1000	----	----
H/O 池	7.5	50-100	150-250	<30	<4
沉淀池	7.5	<50	<80	<20	<3

“水解池+预曝气池+H/O 池”的好氧处理方式能较好去除乳制品废水中的污染物，SS、COD、TN、TP 的平均去除率分别达到 75%、90%、70%、60%。“H/O”池包括兼氧段和好氧段，具有很好的脱氮效果。

总之，上述“好氧生物处理系统”适合于产生污染物浓度较小的乳制品企业污水站使用。在乳制品工业废水中运用好氧处理工艺，同时辅助其他生物、化学、物理、物化等处理方法，方能有效去除有机污染物。以“气浮+水解酸化+好氧+沉淀”的工艺为例，主要工序对污染物指标的去除率大致如下：

表 18 好氧工艺各步对污染物的去除率

污染物指标 去除率	SS	COD	TN	TP
气浮	80%-90%	15%-25%	----	----
水解酸化	20%-30%	25%-35%	5%-10%	5%-10%
好氧处理	30%-40%	80%-90%	50%-65%	50%-60%
二沉池	60%-70%	15%-20%	10%-20%	20%-35%

## ② 厌氧+好氧生物处理系统

“厌氧+多级好氧生物处理”是近年来在新建乳制品企业中广泛应用废水处理方式。处理过程的主体工艺有：“UASB+多级生物接触氧化”、“ABR+多级生物接触氧化”、“UASB+SBR”等形式，通常还辅以气浮加药、水解调节池等辅助工艺。以下为几个运行实例：

### A 气浮+厌氧+多级好氧

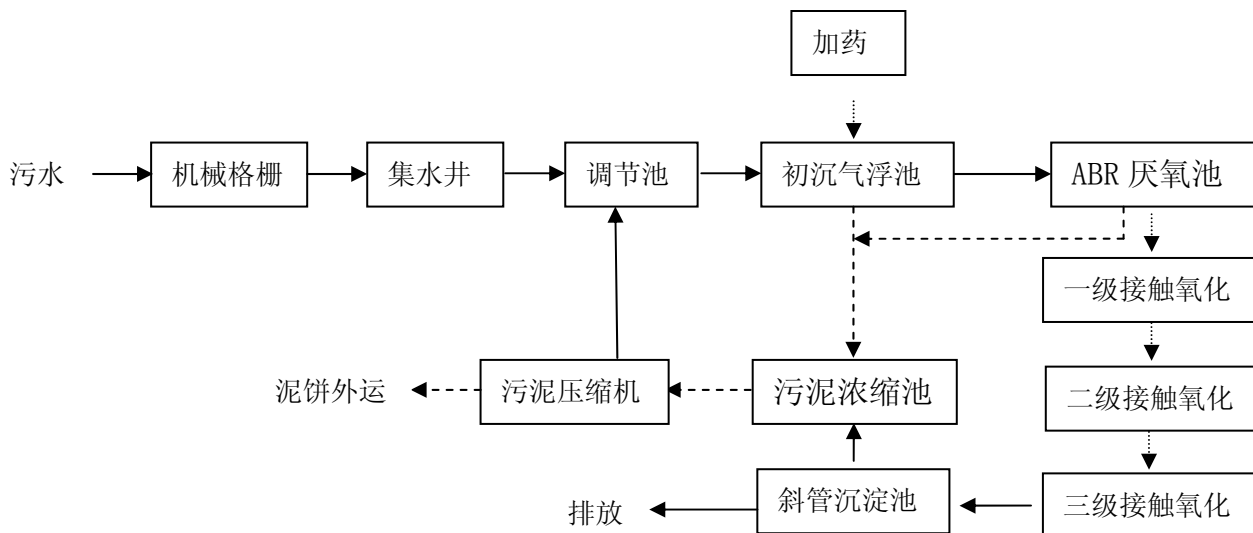


图 12 “气浮+厌氧+多级好氧”工艺流程图

表 19 “气浮+厌氧+多级好氧”工艺分步去除污染物情况

水质指标	pH	SS, mg/L	COD, mg/L	TN, mg/L	TP, mg/L
原水	4.53	800-1000	1800-2200	80-145	10-22
气浮池 加药	5.5	----	1200-1500	----	----
ABR 厌氧池 出口	5.5	----	300-450	----	----
三级接触氧化出口	7.5	----	<150	----	----
沉淀池 出水	7.75	<50	<80	5-15	2-5

B 水解酸化+气浮+UASB+SBR

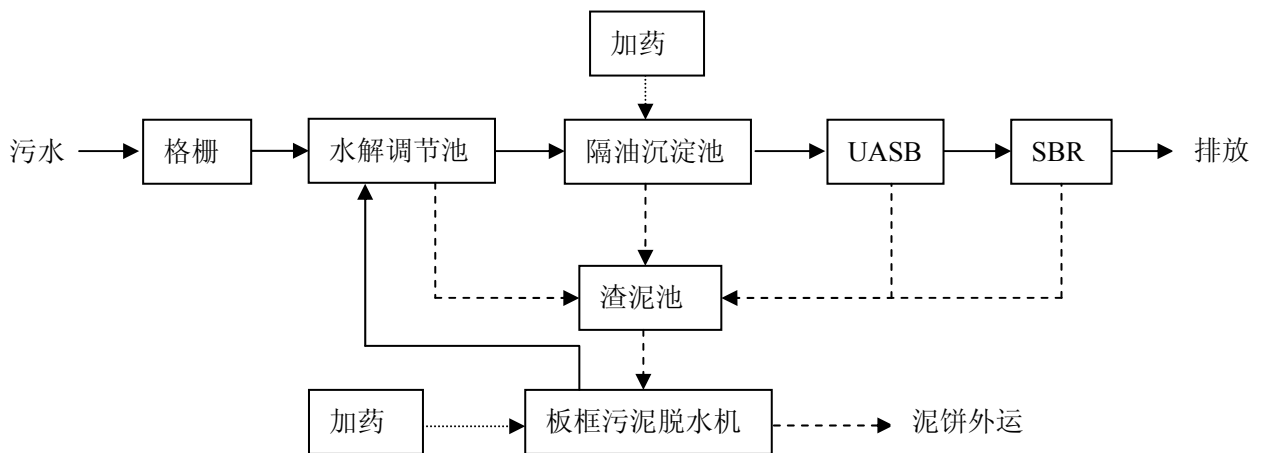


图 13 “水解酸化+气浮+厌氧+单级好氧”工艺流程图

表 20 “水解酸化+气浮+ UASB +SBR”工艺分步去除污染物情况

水质指标	pH	SS, mg/L	COD, mg/L	TN, mg/L	TP, mg/L
原水	8.5	700-1000	2500-4500	100-200	10-20
水解调节池出水	8.5	----	2000-3800	----	8-18
隔油沉淀池出水	8.5	----	1700-3000	----	6-15
UASB 出水	8	----	200-300	----	3-5
SBR 出水	7	<40	<60	<10	0.75-3

### C 水解酸化+UASB+活性污泥法

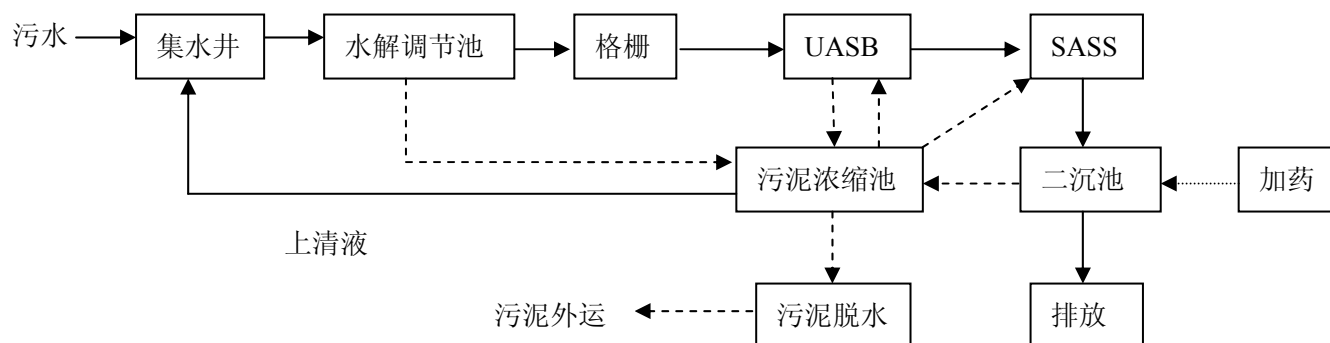


图 14 “水解酸化+UASB+活性污泥法”工艺流程图

表 21 “水解酸化+ UASB +活性污泥法”工艺分步去除污染物情况

水质指标	pH	SS, mg/L	COD, mg/L	TN, mg/L	TP, mg/L
原水	6.8	250-350	1000-2000	50-100	5-10
水解调节池出水	7	----	800-1600	----	----
UASB 出水	7	----	180-250	----	----
SASS 出水	7.5	----	<100	----	----
二沉池出水	7.8	<50	<60	<10	<0.5

“UASB 厌氧+活性污泥”废水处理工艺适合于乳制品品种多，产品复杂的较大工厂的末端处理。乳制品废水先经过厌氧处理，减轻了后续好氧处理负荷，保证了好氧处理进水水质。在乳制品工业废水中运用“厌氧+好氧”废水处理工艺，同时辅助物化等处理方法，能较好地去除有机物浓度偏高的乳品废水。就“气浮+水解酸化+厌氧+好氧+沉淀”的工艺来说，每步工艺对污染物指标的大致去除率如下：

表 22 “厌氧+好氧”工艺分步对污染物去除率

污染物指标 去除率	SS	COD	TN	TP
气浮	75%-85%	15%-20%	----	----
水解酸化	10%-20%	20%-30%	3%-8%	3%-8%
厌氧处理	40%-60%	75%-85%	20%-40%	20%-40%
好氧处理	40%-60%	70%-90%	50%-70%	50%-70%
二沉池	60%-70%	15%-20%	5%-10%	10%-20%

### ③ 好氧处理+深度处理

“好氧处理+深度处理”在乳制品工业废水处理过程中并不多见，一般是在乳品废水的二级处理之后再进行的处理，以达到中水回用的目的。在编制组调查的乳制品企业中有采用“水解酸化+气浮+好氧+曝气生物滤池+活性炭过滤装置”处理工艺，以满足企业所在地较为严格的地方流域排放标准要求。

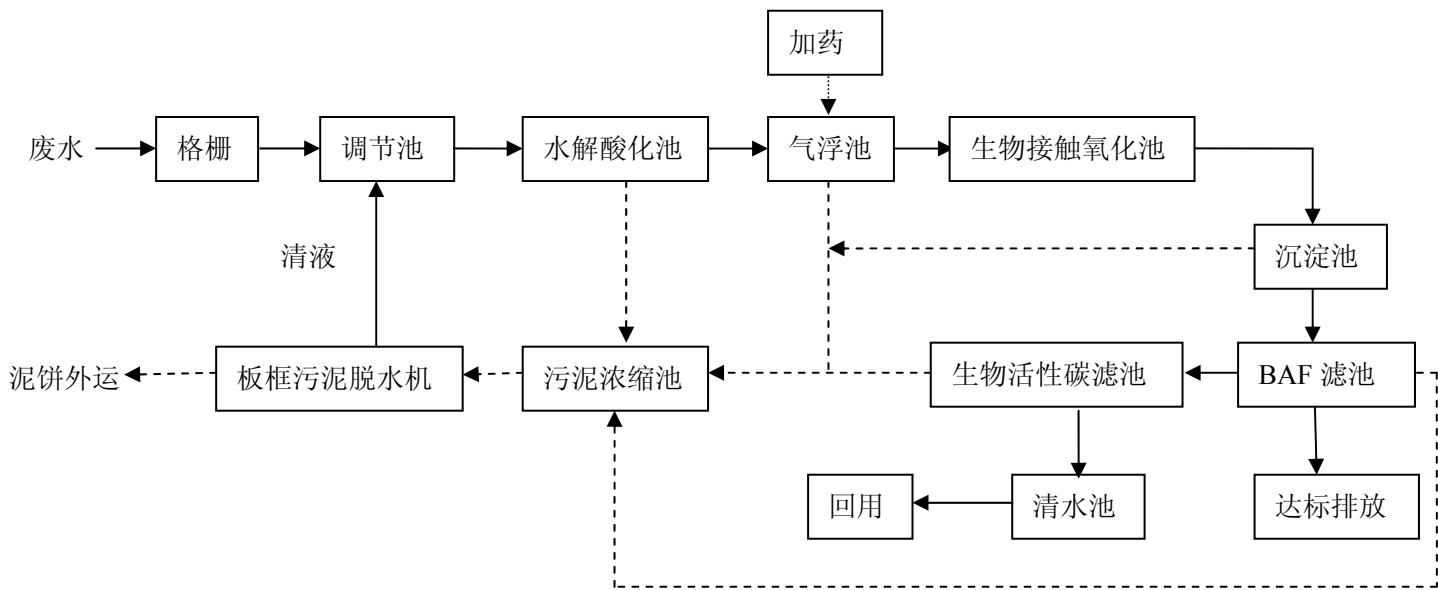


图 15 “好氧处理+深度处理”工艺流程图

表 23 “好氧处理+深度处理”工艺分步去除污染物情况

水质指标	pH	SS, mg/L	COD, mg/L	TN, mg/L	TP, mg/L
原水	8.5	60-120	1500-2000	15-45	3-8
水解池出水	8	----	1200-1600	----	----
气浮池出水	8	----	1000-1500	----	----
生物接触氧化池出水	7.5	----	200-300	12-35	2-5
BAF 出水	7.5	<30	<150	9-15	<1
生物活性炭滤池出水	7	<20	<50	<8	<0.5

可以看出，乳制品废水在运用“水解酸化+气浮+多级好氧+曝气生物滤池+活性炭过滤装置”处理工艺后，出水水质很好。

一般情况下，当乳制品废水的 COD<1500mg/L 时可以考虑选择“好氧生物处理系统”，COD>1500mg/L 时建议采取“厌氧+好氧生物处理系统”的生物处理方法。

## 5 标准主要技术内容

### 5.1 标准适用范围

本标准规定了乳制品工业企业或生产设施水污染物的排放限值。

本标准适用于现有乳制品工业企业或生产设施的水污染物排放管理。

本标准适用于对乳制品工业建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收及其投产后的水污染物排放管理。

为贯彻《中华人民共和国水污染防治法》，规范水污染物直接或间接向其法定边界外的排放行为，根据《国家排放标准中水污染物监控方案》（环科函[2009]52号）（以下简称《监控方案》），本标准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。

### 5.2 标准结构框架

#### (1) 标准文本的章节设置

章节包括：前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、水污染物排放控制要求、

监测要求、标准实施与监督。

#### (2) 时间段的划分

根据我国乳制品工业的现状，考虑新、老企业在设备、技术水平、污染治理能力和现场条件等方面的差异，本标准分为两个执行时间段，即标准实施之日前建设（包括改、扩建）的单位，废水的排放执行现有企业水污染物排放标准；考虑到本标准首次对乳制品行业总磷和总氮排放浓度设定限值，且现总磷和总氮指标无法达标企业所占比率较高，建议将现有企业执行新建企业水污染物排放标准的过渡期定为2年。

标准实施之日起建设（包括改、扩建）的单位，废水的排放执行新建企业水污染物排放标准。建设（包括改、扩建）单位的建设时间，以环境影响评价报告书（表）批准日期为准。

#### (3) 产品类型划分

本标准依据《乳制品工业产业政策》和加工过程产污特性进行了产品类型的划分，包括巴氏杀菌乳、灭菌乳、酸乳、乳粉、炼乳和调制乳制品。

#### (4) 设置间接排放限值

鉴于大部分乳制品企业废水经厂内污水站处理后又排入公共污水处理系统进一步处理的行业现状，本标准设置了间接排放限值。

#### (5) 设置特别排放限值

根据环境保护工作的要求，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、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，应严格控制企业的污染物排放行为，本标准设置了特别排放限值。

### 5.3 术语和定义

本标准采用的术语和定义：乳制品、巴氏杀菌乳、灭菌乳、酸乳、乳粉、炼乳、调制乳制品、现有企业、新建企业、排水量、单位产品基准排水量、直接排放、间接排放、公共污水处理系统。

其中产品定义是编制组参考行业其他标准和行业通用概念给出的，其他定义参照国家已颁布的污水排放标准给出。

### 5.4 污染物项目的选择

标准编制组在对乳制品原辅料及加工过程各种内源性和外源性污染物广泛深入调研的基础上，确定了适用于乳制品行业的7项水污染物排放控制指标和单位产品基准排水量。其中pH值、COD、BOD<sub>5</sub>、SS、NH<sub>3</sub>-N是工业的常规污染物，也是目前环境管理部门对乳制品企业监测相对最多的因子；总氮、总磷是根据环境保护部控制水体富营养化污染物的要求，增加水污染物控制因子；单位产品基准排水量用于核定水污染物排放浓度而规定的生产单位乳制品产品的废水排放量上限值。

### 5.5 污染物排放限值的确定及制定依据

#### (1) 污染物排放限值的确定原则

① 本标准是国家环境标准体系的组成部分，排放限值的确定要与国家相关排放标准相协调；

② 本标准是行业排放标准，排放限值的确定要与乳制品行业产业政策相协调，并能体现行业特色；

③ 为保证本标准的前瞻性，排放限值的确定基于我国行业企业采用了先进的生产技术和规范的末端治理技术；并借鉴国外发达国家和地区的相关标准要求；

④ 为保证本标准的可操作性，排放限值的确定要充分考虑行业企业污染防治现状，本着循序渐进的基本原则。现有企业排放限值的确定，以通过增加废水处理成本后能够使规模以上企业大部分达标；新建企业排放限值确定，以通过新增脱磷除氮处理设施及处理成本后

能够使规模以上企业大部分达标；

⑤ 间接排放限值的确定遵循环保部《国家排放标准中水污染物监控方案》的有关要求，从严控制。

编制组按照以上原则，通过现场调研、会议交流、表格调查等方式对近百家乳制品企业进行数据收集与研究分析；充分探讨了我国乳制品工业生产技术水平、污染物产排特点、末端治理和企业环保管理现状及发展空间；参考了味精、柠檬酸、肉制品、淀粉等行业排放标准，《污水综合排放标准》和北京等地的地方标准，以及欧盟、日本、德国、美国等国家和地区的相关标准；最终确定了各项污染物排放限值。

#### (2) 现有企业和新建企业直接排放限值的确定

对于现有企业根据先进的生产和污染治理技术，结合我国相关国家、地方以及国外的污染物排放标准设定排放浓度限值，并规定在一定的时期内达到新建企业的要求。对于新建企业，参照国际先进和国内领先的污染控制技术确定排放浓度限值。

##### ① pH 值

本标准中规定现有企业自标准实施之日起 pH 值执行 6-9 的限值，新建企业为 6-9。

乳制品工业生产废水呈中性及弱碱性，pH 值多在 6.5-13 之间波动，通过水质、水量调节，经过处理后的废水可以达到本标准规定的排放限值。

##### ② COD、BOD<sub>5</sub>、悬浮物

乳制品工业废水中含有较多的有机污染物质，主要有酪蛋白、乳脂肪、乳糖，这些污染物质在废水中呈溶解状态或胶体状态，大量高溶解性的有机物使乳制品工业废水的 COD 较高。乳制品工业废水中的有机物很容易被微生物分解，废水中 BOD<sub>5</sub>/COD 比值大于 0.5，属于可生化性好的废水。

乳制品工业产生废水的 COD 浓度为 800-3000mg/L 左右，BOD<sub>5</sub> 浓度为 350-1500mg/L 左右，SS 浓度波动在 100-1000 mg/L 之间。目前，乳制品企业普遍采用二级生物处理废水工艺，一般以厌氧和好氧生物处理法为主，再辅以物理法和化学法处理，在正常运行条件下，可达到本标准第一阶段直接排放限值。采用“多级厌氧+好氧”或者“厌氧+多级好氧”工艺，辅以隔油和气浮法以及化学混凝法等物理和化学方法，可达到本标准第二阶段直接排放限值。

本标准中规定：现有企业自标准实施之日起 COD、BOD<sub>5</sub> 和 SS 分别执行 100mg/L、30mg/L 和 70mg/L 的限值；新建企业 COD、BOD<sub>5</sub> 和 SS 分别执行 80mg/L、25mg/L 和 50mg/L 的限值。

##### ③总氮、总磷和氨氮

乳制品是含磷和含氮量较高的食品，原料乳中 TP 的含量大约为 700-1200mg/L，TN 的含量大约为 7000mg/L；同时，由于食品工业的卫生要求高，清洗水和洗涤剂用量很大，很多企业水源和所用洗涤剂中也含有氮、磷。因此，TP、TN 可列入行业特征污染物。

由于 TP、TN 为新增限制指标，我国行业企业现行废水末端处理工艺对氮的脱除效果一般，除磷效果则更差，氨氮与总氮指标不稳定，行业脱磷除氮实践经验缺乏。因此，本标准制定本着循序渐进的原则，考虑既要促进乳制品企业开展废水的脱磷除氮处理，又要保障本标准可操作性，本标准规定现有乳制品企业废水 TN、TP、NH<sub>3</sub>-N 的排放限值分别为 30mg/L、3 mg/L、20 mg/L，新建乳制品企业废水 TN、TP、NH<sub>3</sub>-N 的排放限值分别为 25mg/L、1mg/L、15 mg/L。

对于氨氮、总氮，采用 4.3 中所推荐的末端处理技术即可达到本标准第一阶段和第二阶段的要求，对于总磷，要达到本标准第二阶段直接排放限值，需在二级处理后设置深度处理工艺保障 TP 去除效果，如化学混凝沉淀池、曝气生物滤池、砂滤、活性炭过滤等。

#### (3) 间接排放限值的确定

按照环保部《国家排放标准中水污染物监控方案》“根据污染源排放污染物的特点和公共污水处理系统的处理能力,比照一般污染物的直接排放限值,按一定比例关系(130-200%)增设适用于向公共污水处理系统排放水污染物情形的间接排放限值;对于公共污水处理系统难以有效去除的一般污染物,应设置较为严格的间接排放限值,以保证公共污水处理系统稳定达标排放”的文件要求,根据间接排放企业目前多采用《污水综合排放标准》(GB8978-1996)二级和三级的指标的实际情况,确定了现有企业间接排放限值和新建企业间接排放限值。如表 24 所示本限值明显比现行的很多标准都要严格。由于目前 75%左右的乳制品企业采用间接排放,本限值的确定对整个行业的减排非常重要。

表24 本标准间接排放限值与现有排放标准对比

单位: mg/L (pH除外)

序号	污染物项目	本标准间接排放限值		《污水综合排放标准》二级	《污水综合排放标准》三级	《污水排入城市下水道水质标准》	北京市地方标准《水污染物排放标准》	天津市《污水综合排放标准》三级
		新建企业	现有企业					
1	pH值	6~9		6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
2	悬浮物	140		150	400	400	400	400
3	BOD <sub>5</sub>	60		30	300	300	300	300
4	COD <sub>Cr</sub>	200		150	500	500	500	500
5	氨氮	30		25	——	35	——	35
6	总氮	40		——	——	——	——	——
7	总磷	6		1.0	——	8.0	——	3.0

(4) 特别排放限值的确定

根据环境保护工作的要求,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,应严格控制企业的污染物排放行为,在上述地区的现有和新建乳制品企业执行水污染物特别排放限值。

本标准特别排放限值的制定参考了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准。执行水污染物特别排放限值的地域范围、时间,由国务院环境保护行政主管部门或省级人民政府规定。

表 25 本标准排放限值和现行标准限值的比较

单位: mg/L (pH 除外)

污染物项目	本标准			《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准	《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准	
	现有	新建	特别排放限值		A 标准	B 标准
pH	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9
COD	100	80	50	100	50	60
BOD	30	25	10	20	10	20
SS	70	50	10	70	10	20
氨氮	15	10	5	15	5	8
TN	30	20	15	----	15	20
TP	3	1	0.5	0.5 (磷酸盐)	1* (磷酸盐)	1.5* (磷酸盐)

					0.5** (磷酸盐)	1** (磷酸盐)
--	--	--	--	--	-------------	-----------

注：\*2005年12月31日前建设的单位

\*\*2006年1月1日后建设的单位

#### (5) 单位产品基准排水量的确定

由于乳制品产品的不同种类，生产工艺的不同，致使乳制品生产过程中用水量也有所不同。考虑到本标准的前瞻性和可操作性，以《乳制品工业产业政策》和编制组调查数据为依据，并参考国外经验，本标准规定了现有乳制品企业主要产品的基准排水量，具体数值及与乳品行业准入条件和清洁生产标准的比较可参见表 26。经比较可知本标准对于液体乳制品设定值介于清洁生产标准的二级和三级之间，对于乳粉的设定值接近清洁生产标准的一级水平，主要指标与行业准入条件相当。

表 26 本标准单位产品基准排水量与乳品产业政策和清洁生产标准的比较

产品类别	本标准限定的单位产品 基准排水量 (m <sup>3</sup> /t 产品)		乳制品行业准入条 件中水消耗条件 (m <sup>3</sup> /t 产品)	乳品清洁生产标准（纯牛乳及 全脂乳粉）HJ/T316—2006 生产耗水量 (m <sup>3</sup> /t 产品)		
	现有企业	新建企业		一级	二级	三级
巴氏杀菌乳	5.5	5	5.5	≤1.0	≤3.5	≤7.0
灭菌乳	5.5	5	5.5			
酸牛乳	10	9	10	-	-	-
乳粉	35	30	35	≤30.0	≤70.0	≤120.0
脱脂乳粉	-	-	70	-	-	-
炼乳	15	10	10	-	-	-

注：乳品清洁生产标准中的纯牛乳归为巴氏杀菌乳和灭菌乳，全脂乳粉归为本标准的乳粉。

## 5.6 监测要求

### (1) 建立监测系统

新建企业应按照《污染源自动监控管理办法》的规定，安装污染物排放自动监控设备，并与环保部门监控中心联网，保证设备正常运行。

各地现有企业安装水污染物排放自动监控设备的要求由省级环境保护行政主管部门规定。

### (2) 采样与监测

采样与监测按《环境监测技术规范》的要求进行。

① 生产企业废水的综合排放口，其设置原则应为集中排放，以便于管理，设置排放口原则为 1 个总污水排放口。

② 采样点设在污染物排放监控位置，设置永久性标志。

③ 对企业水污染物排放情况进行监测的频次、采样时间等要求，应能反映真实排污情况和环境保护治理设施的处理效果，并使工作量最小化。具体按国家有关污染源监测技术规范的规定执行。

④ 监测分析方法均选用现有的国家标准或环境保护行业标准。

## 6 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

### 6.1 主要国家、地区及国际组织相关标准

#### (1) 美国

按照美国联邦法规中乳制品工业排放标准（CFR40, part405—Dairy Products Processing Point Source Category）的有关规定，BOD<sub>5</sub>是美国乳制品加工行业水污染物排放标准的主要控制指标，具体指标和限值见下表。污染物排放控制限值以原料BOD<sub>5</sub>1吨为基准限定允许排



放的BOD<sub>5</sub>和TSS的质量数。标准不仅限定任何一天污染物排放的最大值，还限定了连续30天日均污染物的排放量，要求废水的pH要求在6-9之间。美国还将乳制品工业废水标准细化成12个类型区别控制。

表 27 美国乳制品工业的污水排放标准

编号	工厂类别	污染物指标				
		BOD <sub>5</sub> (kg/tBOD <sub>5</sub> input)		TSS (kg/tBOD <sub>5</sub> input)		pH
		任何一天 最大值	连续 30 天 日均值	任何一天 最大值	连续 30 天 日均值	
1	原料乳接收站	0.100	0.050	0.126	0.063	6.0-9.0
2	流体产品 (含风味乳、奶油)	0.740	0.370	0.925	0.463	6.0-9.0
3	发酵产品	0.740	0.370	0.926	0.463	6.0-9.0
4	黄油	0.160	0.080	0.200	0.100	6.0-9.0
5	干酪、发酵乳酪	1.480	0.740	1.850	0.925	6.0-9.0
6	硬干酪、加工干酪	0.160	0.080	0.200	0.100	6.0-9.0
7	用于冰淇淋、冷冻甜品的流体混合物	0.480	0.240	0.600	0.300	6.0-9.0
8	冰淇淋、冷冻甜品和其他新奇甜品	0.940	0.470	1.175	0.588	6.0-9.0
9	浓缩乳	0.760	0.380	0.950	0.475	6.0-9.0
10	乳粉	0.036	0.018	0.450	0.225	6.0-9.0
11	浓缩乳清 (以乳清为原料)	0.220	0.110	0.276	0.138	6.0-9.0
12	乳清粉 (以 40%固体乳清为原料)	0.220	0.110	0.275	0.138	6.0-9.0

注：“BOD<sub>5</sub> input”：进入加工过程的原料的五天生物化学需氧量

## (2) 欧盟

欧盟为了控制水体的富营养化颁布了《城市污水处理指令 (Council Directive of 21 May 1991, concerning urban waste water treatment) (91/271/EEC), 1998 年进行了修订 (Amended by Commission Directive 98/15/EC of 27 February 1998)。在指令中，欧盟将 11 个食品行业的工业污水统一执行一套排放标准。这些工业包括：乳制品工业、果蔬加工工业、软饮料工业、番茄制品工业、肉制品工业、啤酒工业、白酒酿造和含酒精的饮料制造工业、植物性饲料加工工业、源于兽皮、表皮及骨头中的明胶和其他胶的制造工业、麦芽加工工业和鱼制品工业。

表 28 欧盟乳品工业废水的排放标准

指标	浓度 mg/L	最小去除率%
BOD <sub>5</sub>	25	70-90 40*
COD	125	75
TSS	35 (可选择执行)	90 (可选择执行)
	35*(大于 10000p.e.)	90*(大于 10000p.e.)
	60*(2000-10000p.e.)	70*(2000-10000p.e.)

注：BOD<sub>5</sub> 可以被替换成总有机碳 (TOC) 或者总需氧量 (TOD)，但必须能够建立起 BOD<sub>5</sub> 与这些替换参数之间的联系。

\*城市污水排放到海拔 1500 米以上高山地区的水体时，由于这些地区因低温难于应用有效的生物处理方法，可采用相对宽松的处理，但必须有经过仔细的研究能说明这种排放不对环境产生破坏性影响。

表 29 欧盟“敏感区域”要执行的额外标准

(根据地方的具体情况, 至少以下一种参数应被执行)

指标	浓度 mg/L	最小去除率%
总磷	2 (10000-100000p.e.)	80
	1 (大于 100000 p.e.)	80
总氮	15 (10000-100000p.e.)	70-80
	10 (大于 100000 p.e.)	70-80

注: (p.e.即人口当量, 1p.e.指每天 BOD<sub>5</sub> 为 60 克)

(3) 日本

日本对工业实行的是综合污水排放标准, 乳制品工业排放限值情况相对应于以下表 31。

表 30 日本国家排放标准限值

项目	BOD <sub>5</sub>	COD	SS	TN	TP	pH
浓度 mg/L, pH 除外	120	120	150	60	8	5.8-8.6

日本为控制琵琶湖的富营养化, 制定了严格的地方标准, 见下表。

表 31 日本琵琶湖与生活环境项目相关的排水标准

单位: mg/L

	排水量 (m <sup>3</sup> /日)	BOD		COD		SS	氮		磷	
		已设	新设	已设	新设		已设	新设	已设	新设
食品制造业	10~30	100	60	100	60	90	40	30	8	2
	30~50	70	50	70	50	90	25	20	4	2
	50~100	50	40	50	40	70	20	12	3	1.5
	1000 以上	40	30	40	30	70	15	10	2	1
其他制造业	10~30	70	40	70	40	90	40	20	2	2
	30~50	40	30	50	40	90	15	12	1.5	1
	50~100	30	20	40	30	70	12	8	1.2	0.6
	1000 以上	20	15	30	20	70	8	8	0.8	0.5

(4) 德国

德国环保部 2004 年 6 月 17 日颁布废水排入水体的标准。下表是德国乳品加工污水排放标准。

表 32 德国乳制品工业废水排放标准

项目	BOD <sub>5</sub>	COD	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
浓度 mg/L	25	110	10	18	2

德国对氨氮和总氮的要求应用在污水处理厂生物反应器流出的大于等于 12℃ 的污水中, 如果该处理厂的排放执照上总氮原始负荷>100 千克/天。如果总氮的去除率≥70%, 排放

执照可允许总氮的浓度达到 25mg/L。去除率指在 24 小时内污水处理进入与排出污水的总氮比率。

德国对总磷的要求应用在排放执照上总磷原始负荷>20 千克/天的污水处理厂。

## 6.2 本标准与主要国家、地区同类标准的对比

表 33 本标准与国外同类标准比较

单位：mg/L (pH 除外)

项目			COD	BOD <sub>5</sub>	SS	总磷	总氮	氨氮	pH	
本标准	现有企业		100	30	70	3	30	20	6~9	
	新建企业		80	25	50	1	20	15	6~9	
	特别限值		50	10	10	0.5	15	5	6~9	
欧盟	一般地区		125	25	35	—	—	—	—	
	敏感地区 1		125	25	35	2	15	—	—	
	敏感地区 2		125	25	35	1	10	—	—	
德国	所有情况		110	25	—	—	—	—	—	
	特殊情况		110	25	—	2	18	10	—	
日本	国家标准		120	120	150	8	60	—	5.8~8.6	
	琵琶湖	食品	新建企业	30	30	70	1	10	—	—
		工业	现有企业	40	40	70	2	15	—	—
	其他	新建企业	20	15	70	0.5	8	—	—	
		现有企业	30	20	70	0.8	8	—	—	

由上表数值显示：本标准基本达到发达国家现行标准的水平；国外发达国家水污染物排放指标中大都明确设置了总磷和总氮限值，几乎均未列氨氮限值；国外食品制造业的污染物排放限值通常高于其他工业。

## 7 实施本标准的环境效益及经济技术分析

### 7.1 实施本标准的环境效益

以表 2 对 2008 年乳制品行业的工业废水量和主要污染物排放量平均值和产品结构为基准，乳制品行业增长率以每年 7% 估算，根据本标准两个阶段的标准限值，推算全面达标后行业主要污染物削减情况如表 34。

表 34 按 2010 年和 2011 年仍执行现行标准，2012 年和 2014 年分别为本标准实施的第一阶段和第二阶段的第一年估算。可以看出，执行新标准后，COD 和氨氮的排放都开始削减，2013 年比 2010 年的 COD 和氨氮的削减率将分别达到 36.63% 和 43.86%，与 2010 年相比，2015 年 COD 和氨氮的排放削减率将分别达到 34.09% 和 50.57%。

表 34 执行本标准限值的污染物减排预测

类型	项目	COD 排放量 (吨)	NH <sub>3</sub> -N 排放量 (吨)
现状 (预测值)	2010 年排放量	26296.06	4382.68
	2011 年排放量	28136.79	4689.46
预测 2013 年 排放情况	执行现行标准排放量	32213.81	5368.97
	执行本标准现有企业排放量	18498.44	2774.77
	执行本标准新建企业排放量	1915.78	239.47
	执行本标准后排放量总计	20414.22	3014.24
	削减量	11799.59	2354.73
	削减率	36.63%	43.86%
预测 2015 年 排放情况	执行现行标准排放量	36881.59	6146.93
	执行本标准现有企业排放量	13221.40	1652.67
	执行本标准新建企业排放量	4109.16	513.64
	执行本标准后排放量总计	17330.55	2166.32
	削减量	19551.03	3980.61
	削减率	53.01%	64.76%
与 2010 年相 比, 2015 年 的削减情况	2010 年排放量	26296.06	4382.68
	执行本标准后, 2015 年排放量	17330.55416	2166.31927
	削减量	8965.51	2216.36
	削减率	34.09%	50.57%

表 35 将行业企业排放现状调研结果与本标准文本（征求意见稿）的排放限值进行达标率分析对照，结果显示目前行业企业 COD、BOD<sub>5</sub>、SS、NH<sub>3</sub>-N、TN 达标率和基准排水量达标率相对较高，但 TP 达标率较低，取最低值为综合达标率。这些数据显示，若执行本标准确定的第一阶段排放限值，将有 34%的企业不能达标，需要对现有治理工艺进行改造方能达到第一阶段的排放要求；若执行本标准确定的第二阶段排放限值，将有 66%的企业不能达标，需要新增治理设施及对现有治理工艺进行改造方能达到第二阶段的排放要求。因此，本标准的出台将有效促进行业企业的减排。

表 35 乳制品行业企业达标分析

项目		COD、BOD <sub>5</sub> 、SS、 NH <sub>3</sub> -N、TN 达标率(%)	TP 达标率 (%)	基准排水量 达标率(%)	综合达标率 (%)
直接 排放	第一阶段	90	66	88	66
	第二阶段	80	34	79	34
间接 排放	第一阶段	86		88	86
	第二阶段	86		79	79

## 7.2 实施本标准的技术经济分析

### (1) 处理设施投资

目前我国大、中型乳品企业废水处理设施的吨废水投资一般水平为 2000~2500 元左右，规模大于日处理万吨废水或自然条件好的地区吨废水设施投资低于 2000 元；设置深度处理工序的每吨废水设施投资一般为 4500 元左右。达到第二阶段限值和特别排放限值可通过设置深度处理工序实现。

目前我国乳制品行业废水处理设施投资占总投资的比例大约在 1%-5%之间，但个别企业高达 8%。该比率波动很大的原因在于，各企业生产设备采用进口设备比率、生产线加工规模与自动化程度、地域自然条件等的差异很大。一般情况下，设备国产化程度越高、自动化程度越低、平均气温越低该比率越大。通常自动化程度较高的大型企业该比率较低。达到标准第二阶段要求必需设置深度处理设施，方能稳定达标，相应的投资也将增加。

表 36 治理设施投资分析（部分企业数据）

项目	间接排放限值	直接排放限值	
		现有企业	新建企业
废水处理设施占工厂总投资的比例/%	1.2~2.5	2.3~6.0	4.0~8.0

### (2) 运行成本

每吨废水处理成本（不含折旧）0.6-2 元之间，其中排向城镇污水管网的以 0.6~0.8 元居多；达到目前国家综合一级排放标准的以 1-2 元居多。

现有企业达到本标准第一阶段限值，每吨废水处理成本（不含折旧）一般在 0.8-2.0 元之间。现有企业达到本标准第二阶段限值，处理成本（不含折旧）一般在 1-2.9 元之间。现有企业达到本标准特殊排放限值，处理成本约需增加 0.6 元。

影响废水处理运行成本的因素：排放水体的受纳要求、企业所在地的能源支出标准、废水处理工艺及运行效果、环境温度，以及产品的种类、清洁生产状况等。由于气温等自然条件影响，北方地区的处理成本略高于南方地区。

表 37 治理成本分析（部分企业数据）

项目	间接排放限值	直接排放限值	
		现有企业	新建企业
废水处理成本占制造总成本的比例 %	0.9~1.8	1.6~3.1	2.6~3.6

表 37 为根据行业调研数据估算的废水处理成本占产品制造成本的比例。根据中国轻工年鉴的统计数据，乳制品行业利润总额与工业销售产值的比率为 2.9%，而同期酿酒行业为 10.3%，软饮料行业为 8.6%，焙烤行业为 8.2%，调味品、发酵制品制造行业为 7.2%，罐头行业为 5.5%。因此可以说乳制品行业是一个微利行业，表 37 所估算的成本比率对于乳制品行业来说，存在一定的压力。

### (3) 达标技术推荐

#### ① 达到本标准第一阶段直接排放限值和间接排放限值的达标技术推荐

目前乳制品企业普遍采用二级生物处理废水工艺，一般以厌氧和好氧生物处理法为主，再辅以物理法和化学法处理。乳制品废水处理工艺中常见的厌氧生物处理法为水解酸化、UASB、ABR 和 AFB 等，常见的好氧生物处理方法有 SBR、CASS、SASS 等活性污泥法，以及生物接触氧化法和生物滤池法等生物膜法。常见的化学法是化学混凝沉淀法，常见的物理方法是隔油和气浮。表 38 列举了部分行业企业目前采用的、在正常运行条件下，可达到本标准第一阶段直接排放限值和间接排放限值要求的末端治理工艺。

表 38 达到本标准第一阶段直排限值和间接排放限值的末端治理工艺举例

编号	末端治理技术	备注
1	废水-调节池-隔油池-水解酸化-气浮-厌氧-好氧-沉淀池-砂滤-排放	废水进口 COD 浓度无限制
2	废水-调节池-水解酸化-厌氧-好氧-二沉池-排放	
3	废水-集水池-调节池-水解池-预曝池-H/O 池-沉淀池-过滤器-清水池-排放	
4	废水-初沉池-调节池-AO 生物池-一级生物池-二沉池-清水池-排放	
5	废水-调节池-潜污泵-一级气浮-好氧-二级气浮-排放	废水进口 COD<1500mg/L

② 达到本标准第二阶段直接排放限值和特别排放限值的达标技术推荐

为了达到新建企业水污染物排放限值，推荐乳制品企业采用“多级厌氧+好氧”或者“厌氧+多级好氧”工艺，辅以隔油和气浮法以及化学混凝法等物理和化学方法，并在二级处理后设置深度处理工艺保障 TP 去除效果，如化学混凝沉淀池、曝气生物滤池、砂滤、活性炭过滤等。本标准第二阶段直接排放限值和特别排放限值对总磷的要求很接近，在技术上都要求严格的末端处理工艺，表 39 推荐了能够达到本标准第二阶段直接排放限值和特别排放限值要求的两种末端治理工艺。

表 39 可达到本标准第二阶段直接排放限值和特别排放限值的末端治理工艺举例

编号	推荐治理工艺
1	废水-调节池-隔油池-水解酸化-气浮-厌氧-好氧-化学混凝沉淀池-砂滤-排放
2	废水-格栅-调节池-水解酸化-气浮-好氧—沉淀池—BAF 滤池—活性炭滤池—清水池—出水