

附件 5

《屠宰及肉类加工工业水污染物排放标准  
(三次征求意见稿)》编制说明

《屠宰及肉类加工工业水污染物排放》编制组

2024 年 10 月

# 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>行业概况 .....</b>	<b>2</b>
2.1	我国屠宰及肉类加工工业发展概况.....	2
2.2	世界肉类加工业概况.....	5
<b>3</b>	<b>标准修订的必要性分析 .....</b>	<b>6</b>
3.1	生态环境保护及行业发展提出了更高的环保要求.....	6
3.2	行业发展带来的主要环境问题.....	6
3.3	现行标准存在问题.....	7
<b>4</b>	<b>行业产排污情况及污染控制技术分析 .....</b>	<b>8</b>
4.1	行业生产工艺及产排污情况分析.....	8
4.2	行业排污现状.....	12
<b>5</b>	<b>污染防治技术分析 .....</b>	<b>28</b>
5.1	清洁生产技术.....	28
5.2	末端治理技术.....	29
5.3	工程实例.....	29
<b>6</b>	<b>国外屠宰及肉类加工行业水污染物排放标准 .....</b>	<b>31</b>
6.1	美国.....	31
6.2	欧盟.....	33
6.3	德国.....	35
6.4	世界银行.....	35
6.5	印度.....	36
6.6	小结.....	36
<b>7</b>	<b>标准主要技术内容 .....</b>	<b>36</b>
7.1	标准修订原则.....	36
7.2	标准名称及适用范围.....	37
7.3	术语和定义.....	37
7.4	污染物项目的选择.....	38

7.5	标准分级分类.....	38
7.6	污染物排放限值的确定及制定依据.....	39
7.7	监测要求.....	42
<b>8</b>	<b>本标准与国内外相关标准对比 .....</b>	<b>42</b>
8.1	与国内相关标准的对比.....	42
8.2	与国外相关标准的对比.....	43
<b>9</b>	<b>标准实施的环境、经济效益分析 .....</b>	<b>45</b>
9.1	环境效益分析.....	45
9.2	经济效益分析.....	45

# 1 项目背景

## 1.1 任务来源

《肉类加工工业水污染物排放标准》（GB 13457—92）于 1992 年 7 月 1 日起开始实施。该标准实施 30 多年以来，对控制肉类加工工业水污染物的排放、保护环境并推动肉类加工工业污染物处理技术进步发挥了重要的作用。在 GB13457—92 颁布实施之后，国家制订出台了一系列的法律法规、规划和技术政策，对新形势下环境保护工作提出了更高的要求。在此期间，我国屠宰及肉类加工行业污染防治技术也有了实质性的进展。为进一步降低屠宰及肉类加工行业对环境的污染，促进清洁生产工艺改进，实现全行业的可持续发展，生态环境部启动《肉类加工工业水污染物排放标准》（GB 13457—92）修订工作。

## 1.2 工作过程

接到修订任务后，承担单位成立了标准编制组，开展了相关工作，主要工作过程如下：

### （1）前期调研

查阅并调研国内外相关行业的污水排放标准及地方标准，为现行标准的修订提供参考。对北京、河南屠宰及肉类加工企业的污水处理设备及污水进出水质情况进行了调查，为本标准的编制提供依据。在上述调研总结的基础上，标准编制组编制完成了《屠宰及肉类加工工业水污染物排放标准》开题报告和标准草案。

### （2）开题论证

2010 年 1 月，原环保部科技标准司在北京主持召开了《肉类加工工业水污染物排放标准》（修订 GB 13457-92）的开题论证会。会议在充分肯定标准编制组前期调研工作的基础上，提出进一步对肉类加工企业排放废水中总氮、总磷的浓度水平和处理工艺进行调研，与行业清洁生产水平和污染治理情况相结合；进一步对原标准的实施情况和达标率进行调研。

### （3）进一步调研，形成征求意见稿

针对开题论证会专家提出的意见和建议，为更客观的了解各地肉类加工企业的污染治理与排放情况，标准编制组对国内有代表性的肉类加工企业开展了深入调研。在此基础上，补充完善了相关资料，形成标准主要技术内容。召开多次专家研讨会，经过反复修改，形成标准征求意见稿及编制说明。

### （4）征求意见稿技术审查及公开征求意见

2017 年 10 月，生态环境部水环境管理司主持召开标准征求意见稿技术审查会，会议通过标准征求意见稿技术审查，并提出进一步规范标准中的术语和定义后公开征求意见。2017 年 11 月，生态环境部以环办水体函〔2017〕1690 号文就标准对有关单位征求意见。根据有关意见和建议，标准编制组赴河南、河北、北京等地就肠衣加工企业、蛋品加工企业的水污染物排放管理情况进行专题调研，并根据调研情况和各单位反馈意见对标准技术内容和编制说明进行了完善。

#### (5) 二次征求意见及送审稿编制

2018年4月，生态环境部水环境管理司主持召开标准研讨会，按照国家对“打好污染防治攻坚战”的总体要求，从进一步促进行业环境管理规范化及行业发展的可持续性角度出发，对标准的主要技术内容进行充分讨论。在此基础上，标准编制组对标准技术内容和编制说明进一步修改完善，形成二次征求意见稿。2018年7月，生态环境部以环办标征函〔2018〕36号文就标准二次公开征求意见。根据有关意见和建议，标准编制组对标准技术内容和编制说明再次进行了完善，形成标准送审稿。

#### (6) 送审稿技术审查

2019年1月22日，生态环境部法规与标准司会同水生态环境司主持召开标准送审稿技术审查会，会议通过标准送审稿技术审查。

#### (7) 水生态环境司司务会审查

2019年5月29日，生态环境部水生态环境司司务会审查通过标准报批稿，会议要求与有关司局对接，进一步完善规范标准中有关协商确定间接排放限值、特别排放限值、入河排污口适用标准以及标准实施监督等内容的表述。在与相关业务司局进一步协调沟通基础上，标准编制组进一步修改完善了标准文本及编制说明。

#### (8) 行业企业调研

2021年6月24日，为进一步了解行业企业生产运行情况，特别是中小型屠宰和肉类加工企业水污染物实际排放管理情况，按照水生态环境司的要求，编制组组织召开了行业视频调研会。中国肉类协会及代表性中小型企业就废水排放管理具体情况进行了介绍交流。会后，编制组形成调研报告，并进一步完善标准报批材料。

#### (9) 编制第三次征求意见稿

2023年-2024年，为进一步完善水污染物排放标准体系，按照生态环境部水生态环境司的要求，编制组针对标准文本有关优化协商间接排放、标准表述、规范性引用文件等方面进行了完善，并对编制说明中产业政策、环境管理要求、污染物排放现状等进行了更新，形成三次征求意见稿。

## 2 行业概况

### 2.1 我国屠宰及肉类加工工业发展概况

屠宰及肉类加工包括畜禽屠宰、肉制品及副产品加工两部分内容。畜禽屠宰指对各种畜禽进行宰杀，以及鲜肉冷冻等保鲜活动（不包括商业冷藏）；肉制品及副产品加工指主要以各种畜、禽肉及畜、禽副产品为原料加工成肉制品，本标准中不包括畜血、畜骨等加工。肠衣加工、食用动物油脂加工是屠宰副产品加工的重要类型之一，蛋品加工从行业管理上一直纳入肉类加工行业管理，故纳入本标准的适用范围。

### 2.1.1 行业发展现状

目前，中国是世界最大的肉类生产国，肉类总产量连续20年位居世界首位。根据国家统计局数据，2008~2022年来，我国肉类产量总体呈现增长态势（见图2-1），自2012年开始均超过8000万吨。2018年至2020年，受非洲猪瘟疫情影响，肉类总产量下滑，2021年开始肉类生产呈快速恢复态势，2022年我国肉类产量突破9000万吨。

我国肉类产品以猪肉为主（见表2-1）。2022年，我国猪肉产量占肉类总产量的60.1%，禽肉产量占比约26.5%，牛羊肉占比约17.3%。我国肉类产品的结构以生鲜肉类为主，产量约占80%；肉制品产量约占20%，2022年我国肉制品产量1789万吨。

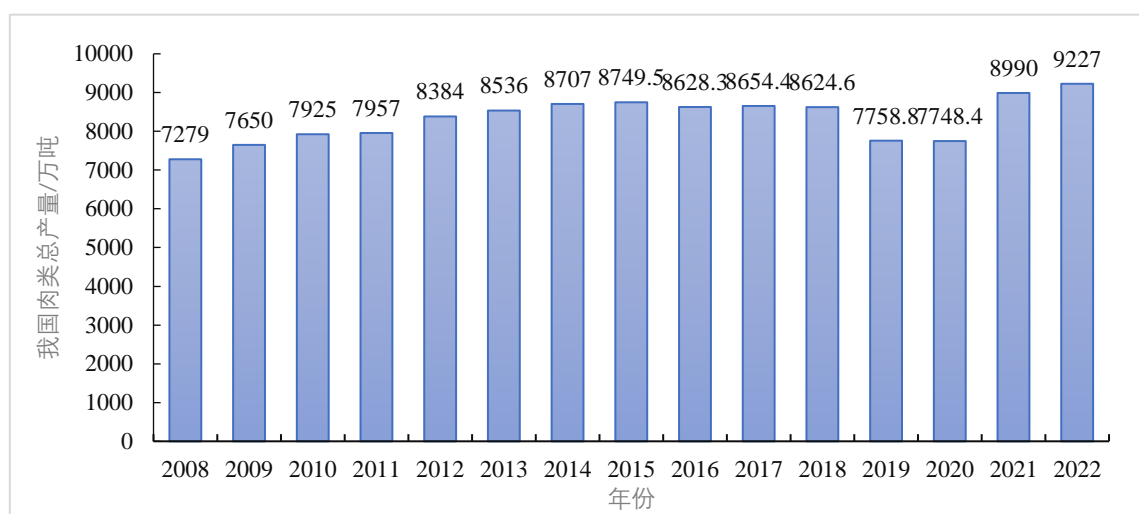


图 2-1 2008年~2022年我国肉类产量

表 2-1 2015-2022年我国肉类及主要细分品种产量

分类产量	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
肉类（万吨）	8749.5	8628.3	8654.4	8624.6	7758.8	7748.4	8990.0	9227.0
猪肉（万吨）	5645.4	5425.5	5451.8	5403.7	4255.3	4113.3	5295.9	5541.0
牛肉（万吨）	616.9	616.9	634.6	644.1	667.3	672.5	697.5	718.0
羊肉（万吨）	439.0	460.3	471.1	475.1	487.5	492.3	514.1	525.0
猪肉产量占比	64.5%	62.9%	63.0%	62.7%	54.8%	53.1%	58.9%	60.1%

数据来源：国家统计局

目前，全国畜禽屠宰企业及肉制品加工企业共约3万家，其中畜禽屠宰企业数量在1.4万余家，肉制品加工企业1.6万余家。2022年，全国共有5624家生猪屠宰企业，屠宰量合计3.19亿头，企业平均屠宰量为5万头；其中，规模以下企业（年屠宰产能2万头及以下的企业）数量占比约60%，但屠宰量占比仅约6%，平均屠宰量不到5000头。目前，我国牛羊屠宰企业4000余家，规模以下企业（牛年屠宰产能3000头以下，羊年屠宰产能3万只以下）占比约88%，屠宰量占比约18%，

年平均屠宰量不到500头牛、4000只羊；禽类屠宰企业5000余家，规模以下（鸡年屠宰产能200万羽以下）企业占比约52%，屠宰量占比不到3%。此外，肉制品企业规模以上企业1700余家，占比约10%。

近年来，屠宰及肉类加工企业的市场营业收入不断增长，企业的经济效益也明显提高。2017年，我国规模以上屠宰及肉类加工企业主营业务收入约13000亿元，利润总额约640亿元，比2011年分别增长约48%和32%，占所属的农副食品加工业规模以上企业主营业务收入和利润总额约20%。但受非洲猪瘟及新冠疫情影响，2018-2020年行业经济效益受到一定影响。据统计，2020年规模以上企业（年收入2000万元以上，3502家）实现营业收入10578亿元，同比增长3%；实现利润总额407亿元，同比下降18%。2023年，屠宰及肉类加工企业营业收入12107亿元，较2022年增长约5%。

我国肉类加工工业以国内消费为主，对外依存度不高。按照《国务院办公厅关于促进畜牧业高质量发展的意见》，未来我国猪肉自给率保持在95%左右，牛羊肉自给率保持在85%左右，禽肉和禽蛋实现基本自给。

### 2.1.2 行业发展特点

我国屠宰及肉类加工业得到了较快发展，但目前仍出现以下较为突出的特点：

（1）企业总体规模较小，代宰率较高。以生猪为例，2022年我国生猪屠宰企业共约5624家，年实际屠宰能力2万头以下的企业（日宰杀量约为60头）数量占比约60%、屠宰量占比约6%。生猪屠宰企业中自营企业占比约25%，混宰企业占比约33%，代宰企业占比约42%。

（2）产能利用率低，落后产能比重过大。目前，我国定点生猪屠宰企业设计年屠宰能力已达10亿余头。在全国的定点屠宰厂（场）中，机械化屠宰厂（场）约占20%，半机械化及手工屠宰厂（场）约占80%。少量先进与大量落后并存的产业结构，使我国近年来规模以上企业先进屠宰设备的产能利用率不足30%。

（3）大型企业占据市场主导地位。目前，大中型屠宰及肉类加工企业数量占企业总数量的约20%，但其占全行业资产总额、销售收入及利润总和的比重分别为65.5%、61.6%、60.9%。从屠宰量来看，2022年屠宰量（单厂屠宰量）排名前50名的生猪屠宰企业，年屠宰生猪5869万头，约占全国生猪屠宰企业总屠宰量的18%。自2018年起，农业农村部开始逐步开展标准化示范厂创建，目前部级已达到173家，省级超过350家，标准化屠宰示范厂带动作用明显。

### 2.1.3 行业发展方向

2021年5月，国务院令742号公布《生猪屠宰管理条例》，其中第十一条提出生猪定点屠宰厂（场）应当具备下列条件：（一）有与屠宰规模相适应、水质符合国家规定标准的水源条件；（二）有符合国家规定要求的待宰间、屠宰间、急宰间、检验室以及生猪屠宰设备和运载工具；（三）有依法取得健康证明的屠宰技术人员；（四）有经考核合格的兽医卫生检验人员；（五）有符合国家规定要求的检验设备、消毒设施以及符合环境保护要求的污染防治设施；（六）有病害生猪及生猪产品无害化处理设施或者无害化处理委托协议；（七）依法取得动物防疫条件合格证。可见，污染防治设施是生猪定点屠宰厂的必备条件。此外修订后的条例对生猪屠宰企业设置、生

产、监管等提出了更高的要求，鼓励生猪养殖、屠宰、加工、配送、销售一体化发展，推行标准化屠宰，支持建设冷链流通和配送体系。对于牛羊禽屠宰，目前在国家层面未要求实施定点屠宰，但北京、河北、山西、辽宁、黑龙江、内蒙古、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、浙江、福建、贵州等十几个省市自治区地方政府出台的畜禽屠宰管理办法、条例等规定在当地实行牛羊鸡鸭等畜禽定点屠宰。

近年来，农业主管部门从严掌握生猪屠宰厂（场）设立标准，坚决关停不符合设立条件的生猪屠宰厂（场），加快淘汰落后产能，全国生猪屠宰企业由2018年底的9476家下降到2022年5624家，减少40.6%，取得了显著成效。农业农村部2019年11月发布《关于进一步加强生猪屠宰监管的通知》，提出：强化生猪屠宰企业监管；从严审批定点企业；小型生猪屠宰场点，以县为单位计算，只减不增。2023年9月，农业农村部印发《生猪屠宰质量管理规范》（农业农村部公告第710号），明确须“有符合环境保护要求的污染防治设施”。该规范指导对现有依法取得生猪定点屠宰资格的定点屠宰厂（场）开展规范性核查，对不规范企业进行清理整顿。此外，为规范新建生猪定点屠宰厂（场）设置，2023年5月，农业农村部公开《生猪定点屠宰厂（场）设置审查办法》（征求意见稿），其中明确申请设立生猪定点屠宰厂（场）的，应当具备“有符合国家规定要求的检验设备、消毒设施以及符合环境保护要求的污染防治设施”等条件，并要求生猪屠宰厂（场）建设竣工后，应当向设区的市级人民政府提出申请，并提交包括“主要设施设备清单（包括屠宰、检验、消毒、污染防治等设施设备、运载工具）”“排污许可证或者固定污染源排污登记回执或者符合排污要求的相关证明材料”等材料。可见，农业主管部门对屠宰行业的政策导向非常明确，即规范管理、淘汰落后产能、促进产业升级。

对于病死畜禽和病害畜禽，逐步加强防疫和处置管理。农业农村部2022年发布的《病死畜禽和病害畜禽产品无害化处理管理办法》（农业农村部令 2022年第3号）第十七条规定，病死畜禽和病害畜禽产品无害化处理以集中处理为主，自行处理为补充。第十九条规定，畜禽养殖场、屠宰厂（场）、隔离场在本场（厂）内自行处理病死畜禽和病害畜禽产品的，应当符合无害化处理场所的动物防疫条件，不得处理本场（厂）外的病死畜禽和病害畜禽产品。

## 2.2 世界肉类加工业概况

从世界总的发展状况看，肉类产量在过去10年增长了约20%。2022年世界肉类总产量3.6亿吨，中国肉类总产量约占世界总产量的四分之一。目前，肉类产量较多的国家主要包括中国、美国、巴西、俄罗斯、德国、墨西哥、法国、西班牙、阿根廷和澳大利亚等，中国肉类总产量约为美国肉类总产量的2倍、巴西肉类总产量的3.5倍、俄罗斯和德国肉类总产量的10倍。从世界肉类总产量的构成来看，猪肉产量约占总产量的32.3%，鸡肉约占30.7%，牛肉约占19.3%，羊肉约占4.3%，其他肉类约占13.3%。

2020年，美国肉类总产量约4800万吨，其中牛肉约1230万吨，猪肉产量1227.8万吨（排名全球第3）。美国的肉制品加工行业在上世纪80年代至本世纪初经历了较大规模的行业整合，目前美国大于150万头的屠宰场数量600余家，产能占行业总产能的约90%。

2019年，欧盟27国肉类产量4800万吨，其中猪肉产量约52.4%，禽肉占比约30.5%，牛羊肉占比约17.5%。鉴于食品安全与管理的需要，欧盟地区的屠宰业近年也呈现企业数量不断减少，



产量不断提升的趋势，目前欧盟地区共计约800余家屠宰场。2020年，欧盟27国猪肉产量达到约2400万吨，西班牙生猪屠宰量（5646.1万头）已经超过了德国（5321.5万头）成为欧盟地区最大的生猪屠宰国家。2022年欧盟27个成员国的牛屠宰总量接近2270万头，法国、德国波兰牛的屠宰量占比接近40%。欧盟的前4大牛屠宰企业的屠宰量占到了整个欧盟的12%，平均每家企业的年屠宰量为60万头牛；欧盟前3大生猪屠宰的屠宰量占到了整个欧盟的19%，平均每家企业的年屠宰量为800多万头猪；禽类屠宰主要集中在法国，其前2大禽类屠宰企业的屠宰量占到了整个欧盟的9%。欧盟国家屠宰业的自动化水平较高，一般生产线都能达到每小时屠宰80头牛、350只羊或300头猪，禽类的屠宰水平能达到100只/分钟。

### 3 标准修订的必要性分析

#### 3.1 生态环境保护及行业发展提出了更高的环保要求

《中共中央 国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》指出，健全美丽中国建设保障体系，加快推进美丽中国建设重点领域标准规范制定修订。

2023年12月，中央经济工作会议要求“以提高技术、能耗、排放等标准为牵引，推动大规模设备更新和消费品以旧换新”。2024年3月，国务院出台《以标准升级助力经济高质量发展工作方案》（国办发〔2024〕13号），提出推进标准升级对于更好满足群众需要、助力产业转型、推动高质量发展具有重要意义。

国家发改委出台的《产业结构调整指导目录（2024年本）》中要求，限制年屠宰生猪15万头及以下、肉牛1万头及以下、肉羊15万只及以下、活禽1000万只及以下的屠宰建设项目（少数民族地区除外）；淘汰桥式劈半锯、敞式生猪烫毛机等生猪屠宰设备，猪、牛、羊、禽手工屠宰工艺。

2020年，国务院办公厅印发《关于促进畜牧业高质量发展的意见》，要求持续推进生猪屠宰行业转型升级，鼓励地方新建改建大型屠宰自营企业，加快小型屠宰场点撤停并转。2023年农业农村部印发《畜禽屠宰“严规范 促提升 保安全”三年行动方案》（农牧发〔2023〕17号），通过实施三年行动，到2025年，全国畜禽屠宰布局结构进一步优化，屠宰产能向养殖主产区集聚，与养殖产能匹配度明显提高；落后产能有序压减，牛羊禽集中屠宰扎实推进，畜禽屠宰产能利用率和行业集中度稳步提高，畜禽屠宰规范化机械化智能化水平明显提升；加快淘汰桥式劈半锯、敞式生猪烫毛机以及手工屠宰等落后生产工艺；不符合条件的畜禽屠宰企业，责令停业整顿，逾期仍未达到法定条件的，依法予以关闭。

#### 3.2 行业发展带来的主要环境问题

我国屠宰及肉类加工行业快速发展的同时，也给环境带来一定影响。屠宰过程中产生的废水主要包括待宰间冲洗水、屠宰过程中冲洗胴体水、车辆冲洗水、设备冲洗水等，废水中含有血液、少量皮毛、油脂、肠胃内容物及粪便等，废水中主要污染物为COD、BOD、SS、氨氮、动植物

油等，有机物浓度较高，排放量较大。

根据《第二次全国污染源普查公报》，2017年农副食品加工业 COD 排放17.9万吨，占比19.7%，位居工业行业第1位；氨氮排放0.63万吨，占比14.2%，位居第2位；总氮排放2.03万吨，占比13.0%，位居第2位；总磷排放2637.74吨，占比33.4%，位居第1位。

2022年中国生态环境统计年报数据显示（表3-1）：工业源废水中，农副食品加工业 COD、氨氮、总氮、总磷排放量占比均位居工业行业前4。特别是总磷，农副食品加工业排放量位居工业行业首位，占比高达26.6%。估算2022年屠宰及肉类加工行业废水排放量，屠宰废水排放量约3亿吨，肉制品加工废水排放量约1亿吨，合计行业废水排放约4亿吨。

表 3-1 2022 年主要水污染物项目排放情况

污染物项目	全国排放量（万吨）	工业源（含非重点）排放量（万吨）	农副食品加工业排放量（万吨）	农副食品加工业在工业源排放量中的占比
COD	2595.8	36.9	3.21	8.7%
氨氮	82.0	1.4	0.15	10.5%
总氮	317.2	9.1	0.83	9.1%
总磷	34.6	0.2	0.053	26.6%

### 3.3 现行标准存在问题

#### 3.3.1 规模以下企业环境监管亟待规范

调研表明，量大面广的规模以下企业（如年屠宰量小于2万头的屠宰点）环境管理情况亟待进一步规范。一般而言，规上企业中，大中型企业的治污设施建设运行比较规范、达标情况较好，县级屠宰企业（城市远郊区、县城）多数都具备治污设施但运行管理水平较差。对于小型的乡镇级屠宰点，废水处理方式主要存在四类情形：一是引导乡镇级屠宰点的废水纳管处理；二是用车辆运输小型屠宰点的废水至城镇污水处理厂处理；三是简易的化粪池贮存后农田施用；四是简易贮存，自然蒸发。可见，规模以下企业基本未执行现行标准直接排放限值，而采用多种形式进行间接排放，各地管理水平参差不齐，亟待规范。

#### 3.3.2 污染物项目需要进一步补充完善

GB 13457—92 中共控制了7项水污染物项目，没有总氮、总磷及色度指标。总氮、总磷是导致水体富营养化的主要污染物。为了降低屠宰及肉类加工废水对水环境的污染程度，加强对水体富营养化的管理控制，有必要在现行标准基础上增加总氮、总磷两项营养盐污染物指标。屠宰废水含有较多动物血液，肉类加工废水含有融化血水，因此屠宰及肉类加工废水均有较高的色度。此外，屠宰及肉类加工废水中的悬浮物浓度较高，很多悬浮物中包含易腐蚀类有机质，这部分有机质在水中容易变黑，因此屠宰及肉类加工废水通常呈现为黑红色液体。色度是影响水质的最直接的感官物理指标之一，因此对废水直接排放的情况有必要增加色度指标。

### 3.3.3 污染物排放控制模式有待进一步优化提升

按照环境质量改善的总体目标和要求,由于屠宰及肉类加工业是我国农副食品加工业污染的主要来源之一,且呈现量大面广的行业发展现状特征,进一步优化提升行业污染排放控制模式,有助于促进行业的规范化管理和可持续发展。为进一步落实“放、管、服”,推动协商排放的实施,生态环境部于2020年12月印发了《关于进一步规范城镇(园区)污水处理环境管理的通知》(环水体(2020)71号),其中鼓励园区污水处理设施运营单位与纳管企业在责任明晰的基础上,可以对工业污水协商确定纳管浓度,一方面通过签订委托处理合同,约定监测监控、信息共享、应急响应、违约赔偿等内容,另一方面报送生态环境部门并依法载入排污许可证后,作为监督管理依据。

同时,现行标准按照废水排放水体的环境功能分类分别设定排放限值,高功能区高要求,低功能区低要求,不利于水体环境质量改善和市场公平竞争,因此有必要对现行标准的分级方式进行调整,并根据目前屠宰及肉类加工业的废水治理技术发展情况及排污现状情况,合理确定污染物排放控制水平,降低污染物排放量,促进环境质量改善。

### 3.3.4 标准控制指标需要进行调整

现行标准中除对COD、BOD、悬浮物、动植物油等污染物进行控制以外,还列出了工艺参考指标,如油脂回收率、血液回收率等。按照污染物排放标准的性质和特点,排放标准应是控制企业的污染物排放行为,而不宜对与企业清洁生产工艺水平有关的指标进行控制。因此,有必要对现行标准中的控制指标做出调整。此外,现行标准主要按畜类屠宰加工、禽类屠宰加工和肉制品加工分别给出了基准排水量要求,其中由于不同肉制品加工排水量差异较大,对肉制品加工的排水量应进一步细化分类。

此外,近年生态环境部新发布了多项环境监测分析方法标准,须对现行标准引用的污染物监测分析方法标准进行更新。

## 4 行业产排污情况及污染控制技术分析

### 4.1 行业生产工艺及产排污情况分析

#### 4.1.1 屠宰及肉类加工业工艺流程

##### 1) 生猪屠宰工艺流程

生猪屠宰前在待宰间休息,断食12~24h,使畜体代谢恢复正常,排出积蓄在体内的代谢产物;屠宰前对待宰的活猪进行喷水淋浴(20℃)以消除猪体表的污物,减少在加工过程中的污染。清洗完毕后将猪致晕(可采用电击晕法或CO<sub>2</sub>致晕方法),致晕过程可减少猪的应激反应,控制pH,提高产品质量。致晕的生猪刺杀后立即放血,淋血时间不小于5min,目前世界上先进的采血工艺为真空采血,该技术已经在我国部分规模屠宰企业中使用。放完血的猪胴体经冲洗后进入浸烫脱毛工序,然后进行机械脱毛,经清洗后进入剥皮工序(亦可不剥皮,带皮开膛、净腔),

剥皮后剖腹取内脏，再经冲洗、旋毛虫检验，去头、蹄、尾等部位，用圆盘电锯将胴体分成两半，取出骨髓，并将半片胴体用水冲洗，再进行脂肪、肌肉、胸腔等色泽检验、分级、称重后运往排酸间，在 0~4℃温度下快速冷却排酸，排酸后的猪胴体运至分割间，进行剔骨分割成块，包装入库。

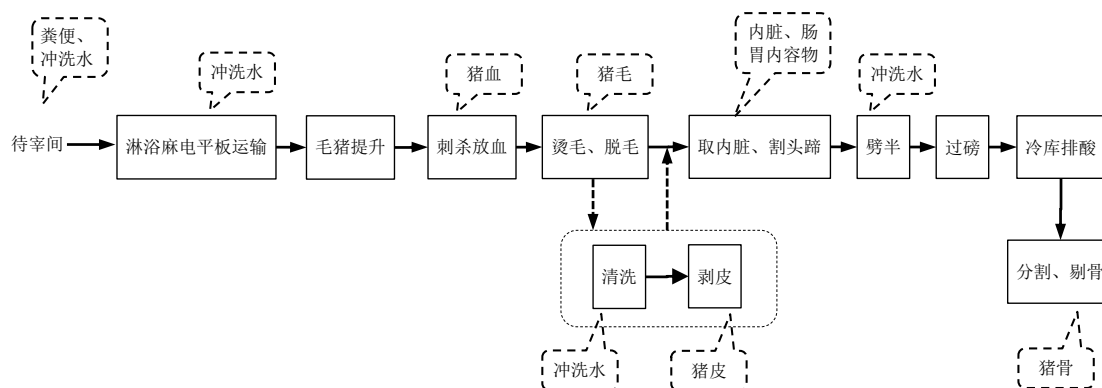


图 4-1 生猪屠宰生产工艺及产污流程图

## 2) 牛羊屠宰工艺流程

活牛羊在宰前处理和宰前检验后进行淋洗、宰杀、放血（牛的沥血时间不少于6min、羊不少于5min）。然后预剥皮，割去头及前后蹄，留下背部的皮由扯皮机扯下。再进行开膛、取出内脏，进行必要的修整和冲淋，对胴体、头、蹄和内脏进行同步检验，合格胴体经称重后进入冷却间冷却并排酸。胴体在室温为0~4℃的冷却间内冷却、排酸20小时后，在室温为12℃以下的分割间内进行剔骨、分割成块，分割下来的净肉经包装后入库待售。

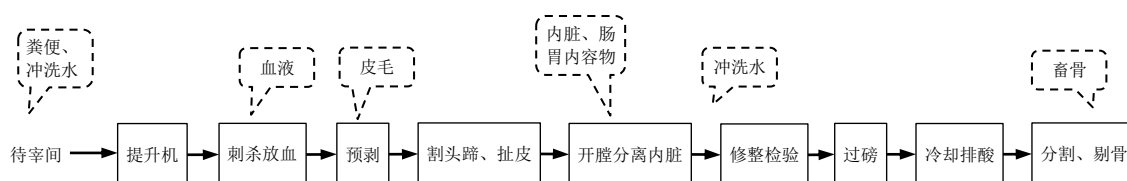


图 4-2 牛、羊屠宰生产工艺及产污流程图

## 3) 禽类屠宰工艺流程

活禽在宰前需断食休息（12~24h），并充分给水。将禽的双腿挂在挂钩上，麻电致晕，刺杀、放血（沥血时间约3~5min）。然后浸烫、脱毛，冲洗禽屠体，再进行去嗦囊、摘取内脏，对胴体、内脏等进行同步检验。胴体进入冷却工序（冷却水温0~5℃，冷却时间30~40min），冷却完成后对胴体进行整理，摘取胸腺、甲状腺、甲状旁腺及残留气管，最后经分割包装后入库。

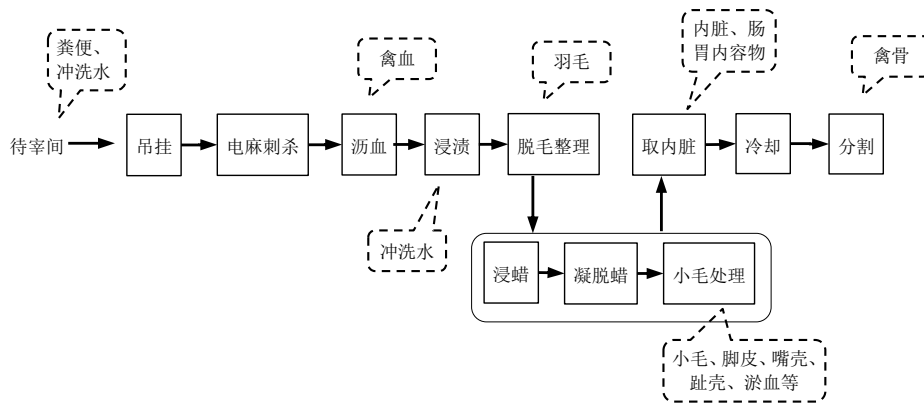


图 4-3 禽类屠宰生产工艺及产污流程图

#### 4) 熏煮香肠火腿制品工艺流程

- a) 原料处理：主要包括解冻、剥骨、分割、修整、绞肉等预处理工序。
- b) 斩拌：将原料和辅料按照不同肉制品制成需要量，以一定次序放入斩拌机内斩拌成所需的肉馅并使其混合绞匀。
- c) 搅拌：使各种原料充分混合。
- d) 腌制：利用食盐、硝酸盐等腌制材料的渗透作用取出肌肉中的血水，改善色泽和风味，增加防腐性，保藏性和保水性。
- e) 灌制：利用动物天然肠衣或人工合成肠衣对肉馅进行灌装。
- f) 蒸煮（熏烤）：对肉制品进行加热的过程。熏烤过程中的熏烟成分不断向肉制品内部渗入，使其中的水分蒸发、蛋白质变性分解和脂肪氧化等。
- g) 冷却：适用于低温蒸煮香肠，要求蒸煮后的香肠温度迅速下降，避免出现肠衣发干、起皱及边缘发硬等现象。

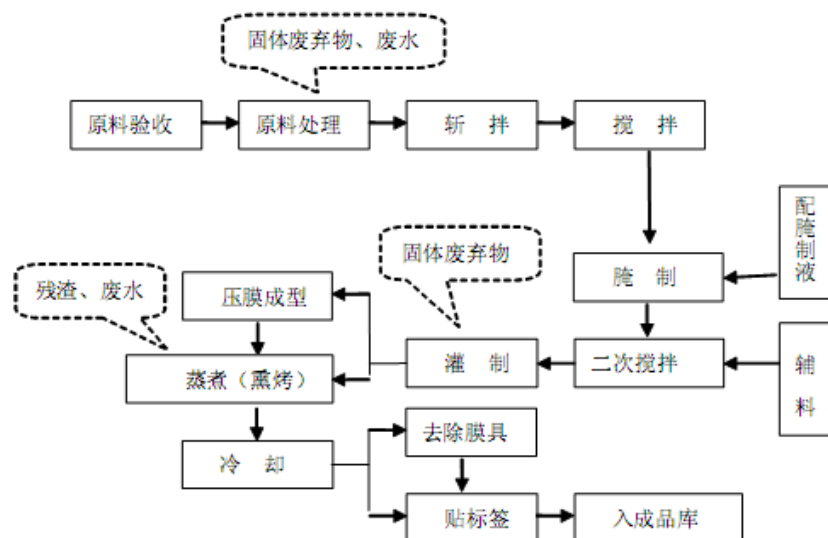


图 4-4 熏煮香肠火腿制品工艺及产污流程图

### 5) 酱卤肉制品工艺流程

- a) 原料处理：原料肉经洗涤、分档、刀工等工序，为制成不同熟肉制品进行原料准备。
- b) 注射：采用机械手段将含有配料及添加剂的腌制液均匀地输送到肌肉内部以缩短腌制时间。
- c) 煮制：对产品进行热加工的过程，改善感官性质，降低肉的硬度，使产品达到熟制。
- d) 包装：用包装材料对肉制品进行包装、塑封，同时进行灭菌。

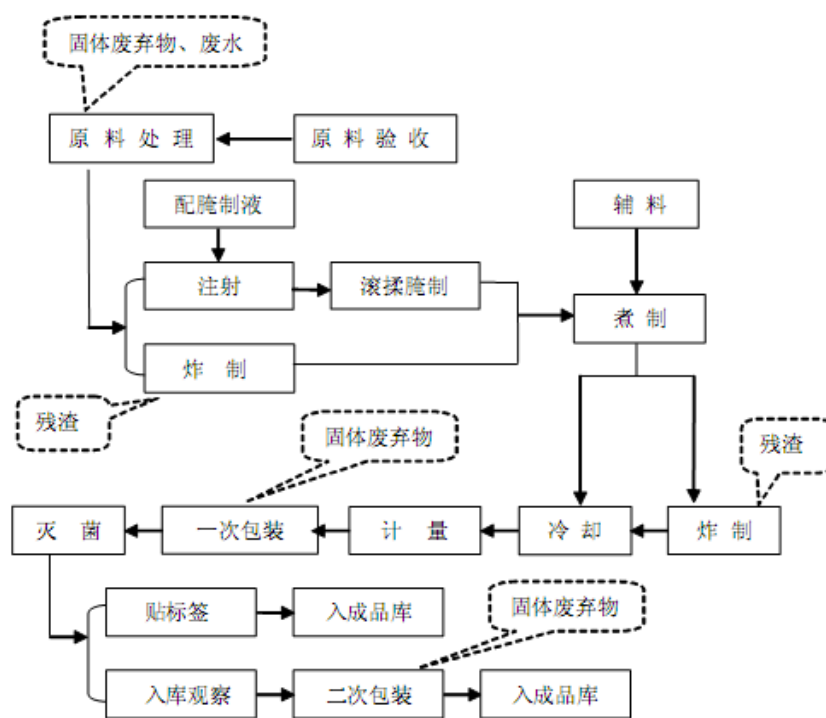


图 4-5 酱卤肉制品工艺及产污流程图

### 6) 腌腊肉制品工艺流程

腌腊肉制品的生产工艺主要包括原料肉解冻、原料肉修整成型、配制辅料、绞肉或切肉、腌制、烟熏、烘干（晒干、风干、发酵）、冷却、包装等工艺环节。

### 7) 熏烧焙烤肉制品工艺流程

熏烧焙烤肉制品的生产工艺主要包括原料肉解冻、原料肉修整成型、配制辅料、腌制、蒸煮干燥、熏烤（烧烤、焙烤）、冷却、包装等工艺环节。

### 8) 肠衣加工工艺流程

肠衣加工分两种类型，一是半成品加工，二是成品加工。半成品加工是将原肠清水洗净，再将肠内灌入适量的净水、浸泡待刮。刮肠之前，先将小肠固定在平整的刮板上，用竹刀均匀地刮去粘膜层和浆膜层；或由机器对原肠进行滚压，达到刮制的目的。制把工序是先测量长度，以90~100m为一把，每把约用盐400g，腌渍2天后，取出沥干水，再用盐300g，缸口密封，储存在

清洁、通风之处。此外，半成品加工厂对刮制出的含粘膜的水进行肝素钠粗品的提取，主要工艺包括酶解、树脂吸附等环节。成品加工是指对天然肠衣进行进一步清洁、冲水分路、定级、配码、盐腌、套管压缩或缠把、包装等一系列工序，使之成为可以用来灌制香肠的衣膜。

## 9) 蛋品加工工艺流程

根据《食品质量安全市场准入审查细则——蛋制品》及《食品安全国家标准 蛋与蛋制品》（GB 2749-2015）蛋品加工的产品类型包括清洁蛋、液蛋制品、干蛋制品（蛋粉）、冰蛋制品以及再制蛋（咸鸭蛋、松花蛋等），主要的工艺环节包括鲜蛋筛选清洗、消毒杀菌、保鲜或浸泡腌制、清洗干燥、包装等环节。

### 4.1.2 废水来源及废水水质特点

屠宰加工生产的废水主要来自圈栏的冲洗、畜禽淋洗、屠宰以及厂房地面冲洗和生活污水，其中屠宰车间产生的废水量约占总量的80%，污染负荷约占85%。肉类加工过程的废水主要来自原料处理、解冻、洗肉、盐浸及蒸煮等工序，其中解冻、洗肉等工序排出的废水量较多。肠衣加工的废水主要来自于洗肠、刮肠、腌渍以及量码冲洗等工艺环节。蛋品加工废水主要来自鲜蛋清洗、设备清洗以及车间冲洗等。

废水水质方面，屠宰加工废水主要含有高浓度含氮化合物、悬浮物、溶解性固体物、油脂和蛋白质，包括血液、油脂、碎肉、食物残渣、毛、粪便和泥沙等，还可能含有多种危害人体健康的细菌，如粪大肠菌、志贺氏菌、沙门氏菌等。据调查，屠宰废水的BOD<sub>5</sub>在500~1000mg/L，COD一般在1500~3500mg/L；废水的色度高，约在500倍，外观呈暗红色。屠宰废水中含有大量以固态或者溶解态存在的蛋白质、尿素、尿酸、脂肪和碳水化合物，此类物质通过氨化作用进一步转化为较高浓度的氨氮，使氨氮的浓度达50~200mg/L。肉类加工废水的污染负荷相对较低一点，但COD一般也在800~2000mg/L，氨氮浓度一般在20~70mg/L。肠衣加工刮制、盐渍工序废水中由于含有较多肠粘膜组织，COD浓度较高，达上万mg/L；分路、量码工序污染负荷较轻，COD浓度范围1500~2000mg/L。经实测，蛋品加工过程中清洗、打蛋工序的设备清洗水中COD在2000~3000mg/L，氨氮为2~3mg/L；由于废水中含有破损鲜蛋流出的蛋液，因此总氮和总磷的浓度较高，总氮为150~300mg/L，总磷为6~7mg/L。

废水量方面，不同的屠宰企业由于对象、数量、生产工艺、生产管理水平的差异，每屠宰1头猪的废水量也有所差异，目前畜类屠宰企业的排水量平均排放水平为0.64m<sup>3</sup>/头猪、2 m<sup>3</sup>/头牛，0.3 m<sup>3</sup>/头羊，禽类屠宰企业的排水量平均为2.75 m<sup>3</sup>/百只。单独肉类加工企业的排水量一般为6~10m<sup>3</sup>/吨原料肉，若有分割肉工序的企业，排水量一般为8~12m<sup>3</sup>/吨原料肉。

## 4.2 行业排污现状

### 4.2.1 在线监测数据

获取2022~2023年屠宰及肉类加工行业COD、氨氮、总氮、总磷4项水污染物项目的在线监

测数据，数据涵盖了山东、河南、河北、四川、广东、江苏等主要屠宰及肉类加工省区典型企业，数量合计占比超过60%。2022~2023年4项污染物在线监测数据企业样本量见表4-1。

表 4-1 2022-2023 年 4 项污染物在线监测数据企业样本量

污染物项目	监测年份	参与统计企业数量（家）
COD	2022	804
	2023	837
氨氮	2022	714
	2023	759
总氮	2022	519
	2023	544
总磷	2022	543
	2023	575

### 1) COD

2022年参与统计的企业数量合计804家，执行直接排放限值的企业占比为33.3%，其中执行国家标准GB 13457—92直排限值的企业占比为14.4%，执行地方标准直排限值的企业占比为18.9%；执行间接排放限值的企业占比为66.7%，其中执行500 mg/L的企业占比48.6%，执行其他协商限值的企业占比为18%。见表4-2。

2023年参与统计的企业数量合计837家，执行直接排放限值的企业占比为31.7%，其中执行国家标准GB 13457—92直排限值的企业占比为13.1%，执行地方标准直排限值的企业占比为18.5%；执行间接排放限值的企业占比为68.3%，其中执行500 mg/L的企业占比49.0%，执行其他协商限值的企业占比为19.4%。见表4-3。

表 4-2 2022 年 COD 执行标准情况

排放方式	执行标准限值（mg/L）	企业数量（家）	占比	累计占比
直接排放	30、40、50、60、77	152	18.9%	33.3%
	70（禽类屠宰一级）	30	3.7%	
	80（畜类屠宰、肉制品加工一级）	41	5.1%	
	100（禽类屠宰二级）	14	1.7%	
	120（畜类屠宰、肉制品加工二级）	31	3.9%	
间接排放	500	391	48.6%	66.7%
	其他	145	18.0%	
合计		804	/	/



表 4-3 2023 年 COD 执行标准情况

排放方式	执行标准限值 (mg/L)	企业数量 (家)	占比	累计占比
直接排放	20、30、40、45、50、60	155	18.5%	31.7%
	70 (禽类屠宰一级)	28	3.3%	
	80 (畜类屠宰、肉制品加工一级)	38	4.5%	
	100 (禽类屠宰二级)	16	1.9%	
	120 (畜类屠宰、肉制品加工二级)	28	3.3%	
间接排放	500	410	49.0%	68.3%
	其他	162	19.4%	
合计		837	/	/

2022年废水直接排放的屠宰及肉类加工企业COD达标率介于66.67%~100%，各企业COD日均浓度的95%分位数为4.8~259.2mg/L，其中排放浓度≤80mg/L的企业占比为95.9%。2022年废水间接排放的屠宰及肉类加工企业COD达标率介于90.12%~100%，COD日均浓度的95%分位数为4.2~598 mg/L，其中排放浓度≤500 mg/L的企业占比为99.3%。见表4-4和表4-6。

2023年废水直接排放和间接排放的COD达标率与2022年总体相当。2023年废水直接排放的屠宰及肉类加工企业COD排放浓度≤80 mg/L的企业占比为97.0%，较2022年的95.9%提升1.1%；废水间接排放的屠宰及肉类加工企业COD排放水平与2022年基本一致，排放浓度≤500 mg/L的企业占比约为99%。见表4-5和表4-6。

表 4-4 2022 年 COD 执行各类排放限值达标率和日均值 95%分位数排放水平

排放方式	COD执行标准限值 (mg/L)	企业COD日均值95%分位数 (mg/L)	COD达标率
直接排放	30、40、50、60、77	5.2~96.8	66.67%~100%
	70 (禽类屠宰一级)	13.9~59.8	96.15%~100%
	80 (畜类屠宰、肉制品加工一级)	4.8~118.1	96.14%~100%
	100 (禽类屠宰二级)	19.3~61.5	99.14%~100%
	120 (畜类屠宰、肉制品加工二级)	15.8~119.5	84.62%~100%
间接排放	500	10~753	90.12%~100%
	其他	4.2~598	95.12%~100%

表 4-5 2023 年 COD 执行各类排放限值达标率和日均值 95%分位数排放水平

排放方式	COD执行的标准限值 (mg/L)	企业COD日均值95%分位数 (mg/L)	COD达标率
直接排放	20、30、40、45、50、60	4.4~64.8	89.92%~100%
	70 (禽类屠宰一级)	11.4~125.4	60%~100%

排放方式	COD执行的标准限值 (mg/L)	企业COD日均值95%分位数 (mg/L)	COD达标率
直接排放	80 (畜类屠宰、肉制品加工一级)	12.2~127.2	96.69%~100%
	100 (禽类屠宰二级)	15.8~64.7	98.63%~100%
	120 (畜类屠宰、肉制品加工二级)	9.4~119.5	99.12%~100%
间接排放	500	5.4~744	75.27%~100%
	其他	10.7~763	94.05%~100%

表 4-6 屠宰及肉类加工企业 COD 排放浓度水平分布

分类	2022 年		2023 年	
	企业数量	占比	企业数量	占比
直排企业 COD 排放浓度水平 <sup>a</sup>				
≤30 mg/L	131	48.9%	130	49.1%
≤70 mg/L	254	94.8%	255	96.2%
≤80 mg/L	257	95.9%	257	97.0%
>80 mg/L	11	4.1%	8	3.0%
间排企业 COD 排放浓度水平 <sup>a</sup>	企业数量	占比	企业数量	占比
≤80 mg/L	223	41.6%	262	45.8%
≤500 mg/L	532	99.3%	569	99.5%
≤800 mg/L	536	100.0%	572	100.0%

<sup>a</sup>按各企业日均值 95%分位数测算

按照企业类型分别统计：畜类屠宰废水COD排放对标80mg/L，2022年和2023年排放废水中COD达标率均达到98%，2022年、2023年各畜类屠宰企业COD稳定排放浓度90%分位数分别为56.8 mg/L，54.2 mg/L。禽类屠宰废水COD排放对标70mg/L，2022年和2023年排放废水中COD达标率均为98.1%，2022年、2023年各禽类屠宰企业COD稳定排放浓度90%分位数分别为41.8 mg/L，49.1 mg/L。肉类加工废水COD排放对标80mg/L，2022年和2023年排放废水中COD达标率均达到90%，2022年、2023年各牲畜屠宰企业COD稳定排放浓度90%分位数分别为65.2 mg/L，59.2 mg/L。对于废水间接排放，三类企业COD排放水平对标500mg/L，2022年和2023年达标率达到99%。

表 4-7 不同类型屠宰及肉类加工企业 COD 达标率和排放水平

分类	样本量 (家)	稳定排放浓度最小值 (mg/L)	稳定排放浓度最大值 (mg/L)	稳定排放浓度90%分位数 (mg/L)	达标率	对标标准 (mg/L)	
C1351 畜类屠宰 (COD)	直排-2022 年	114	4.8	219.2	56.8	98.2%	80
	直排-2023 年	117	4.4	113.1	54.2	98.3%	
	间排-2022 年	212	4.2	624.8	246.3	99.5%	500
	间排-2023 年	222	10.8	669.5	237.5	99.5%	

分类		样本量 (家)	稳定排放浓 度最小值 (mg/L)	稳定排放浓 度最大值 (mg/L)	稳定排放浓度 90%分位数 (mg/L)	达标率	对标标准 (mg/L)
C1352 禽 类屠宰 (COD)	直排-2022 年	54	14.1	82.7	41.8	98.1%	70
	直排-2023 年	53	12.4	106.6	49.1	98.1%	
	间排-2022 年	86	16.3	441.2	268.2	100%	500
	间排-2023 年	91	14.1	335.5	211.7	100.0%	
C1353 肉 制品及副 产品加工 (COD)	直排-2022 年	98	6.7	119.5	65.2	91.8%	80
	直排-2023 年	93	4.9	125.4	59.2	94.6%	
	间排-2022 年	224	16.5	753.1	267.4	98.7%	500
	间排-2023 年	242	5.4	762.8	250.1	99.2%	

注：稳定排放浓度为各企业日均值 95%分位数。

## 2) 氨氮

2022年参与统计的企业数量合计714家，执行直接排放限值的企业占比为32.6%，其中执行国家标准GB 13457—92直排限值的企业占比为10.7%，执行地方标准直排限值的企业占比为22.0%；执行间接排放限值的企业占比为67.4%，其中执行45 mg/L的企业占比30.5%，执行其他协商限值的企业占比为28.6%。见表4-8。

2023年参与统计的企业数量合计759家，执行直接排放限值的企业占比为30.8%，其中执行国家标准GB 13457—92直排限值的企业占比为9.5%，执行地方标准直排限值的企业占比为21.3%；执行间接排放限值的企业占比为69.2%，其中执行45 mg/L的企业占比30.6%，执行其他协商限值的企业占比为30.8%。见表4-9。

表 4-8 2022 年氨氮执行标准情况

排放方式	执行标准限值 (mg/L)	企业数量 (家)	占比	累计占比
直接排放	1.5、2、2.5、5、6、8、10、12	157	22.0%	32.6%
	15 (一级标准)	54	7.6%	
	20 (二级标准)	22	3.1%	
间接排放	25	59	8.3%	67.4%
	45	218	30.5%	
	其他	204	28.6%	
合计		714	/	/

表 4-9 2023 年氨氮执行标准情况

排放方式	执行标准限值 (mg/L)	企业数量 (家)	占比	累计占比
直接排放	1、1.5、2、3、4.5、5、8、10、12、14	162	21.3%	30.8%
	15 (一级标准)	49	6.5%	
	20 (二级标准)	23	3.0%	
间接排放	25	59	7.8%	69.2%
	45	232	30.6%	
	其他	234	30.8%	
合计		759	/	/

2022年废水直接排放的屠宰及肉类加工企业氨氮达标率介于50%~100%，各企业氨氮日均浓度的95%分位数为0.007~97.2 mg/L，其中排放浓度≤15 mg/L的企业占比为97.9%。2022年废水间接排放的屠宰及肉类加工企业氨氮达标率介于52.87%~100%，氨氮日均浓度的95%分位数为0.14~358.6 mg/L，其中排放浓度≤45 mg/L的企业占比为93.8%。见表4-10和表4-12。

2023年废水直接排放和间接排放的氨氮达标率较2022年全面提升。2023年废水直接排放的屠宰及肉类加工企业氨氮排放浓度≤15 mg/L的企业占比为98.3%，较2022年的97.9%提升0.4%，总体上2023年氨氮直排浓度水平有所降低。废水间接排放的屠宰及肉类加工企业氨氮排放水平与2022年基本一致，排放浓度≤45 mg/L的企业占比约为94%。见表4-11和表4-12。

表 4-10 2022 年氨氮执行各类排放限值达标率和日均值 95%分位数排放水平

排放方式	氨氮执行标准限值 (mg/L)	企业氨氮日均值95%分位数 (mg/L)	氨氮达标率
直接排放	1.5、2、2.5、5、6、8、10、12	0.02~97.2	61.29~100%
	15 (一级标准)	0.58~62.2	50%~100%
	20 (二级标准)	0.007~13.6	98.89%~100%
间接排放	25	0.15~53.8	90.04%~100%
	45	0.14~68.3	52.87%~100%
	其他	0.16~358.6	88.44%~100%

表 4-11 2023 年氨氮执行各类排放限值达标率和日均值 95%分位数排放水平

排放方式	氨氮执行标准限值 (mg/L)	企业氨氮日均值95%分位数 (mg/L)	氨氮达标率
直接排放	1.5、2、2.5、5、6、8、10、12	0.02~97.2	75.54%~100%
	15 (一级标准)	0.58~62.2	99.37%~100%
	20 (二级标准)	0.007~13.6	98.99%~100%

排放方式	氨氮执行标准限值 (mg/L)	企业氨氮日均值95%分位数 (mg/L)	氨氮达标率
间接排放	25	0.15~53.8	94.53%~100%
	45	0.14~68.3	95.45%~100%
	其他	0.16~358.6	81.82%~100%

表 4-12 屠宰及肉类加工企业氨氮排放浓度水平分布

分类	2022 年		2023 年	
	企业数量	占比	企业数量	占比
直排企业氨氮排放浓度水平 <sup>a</sup>				
≤8 mg/L	204	87.6%	212	90.6%
≤15 mg/L	228	97.9%	230	98.3%
≤20 mg/L	230	98.7%	232	99.1%
>20 mg/L	3	1.3%	2	0.9%
间排企业 COD 排放浓度水平 <sup>a</sup>	企业数量	占比	企业数量	占比
≤45 mg/L	451	93.8%	496	94.5%
>45 mg/L	30	6.2%	29	5.5%

<sup>a</sup>按各企业日均值 95%分位数测算

按照企业类型分别统计：畜类屠宰废水氨氮排放对标15mg/L，2022年和2023年排放废水中氨氮达标率均达到97%，2022年、2023年各畜类屠宰企业氨氮稳定排放浓度90%分位数分别为10.2 mg/L、8.3mg/L。禽类屠宰废水氨氮排放对标15mg/L，2022年和2023年排放废水中氨氮达标率均为100%，2022年、2023年各禽类屠宰企业氨氮稳定排放浓度90%分位数分别为4.4 mg/L、7.3mg/L。肉类加工废水氨氮排放对标15mg/L，2022年和2023年排放废水中氨氮达标率均达到97%，2022年、2023年各牲畜屠宰企业氨氮稳定排放浓度90%分位数分别为9.8mg/L、7.6mg/L。对于废水间接排放，三类企业氨氮排放水平对标45mg/L，2022年和2023年达标率达到93%以上。

表 4-13 不同类型屠宰及肉类加工企业氨氮达标率和排放水平

分类		样本量 (家)	稳定排放浓度最小值 (mg/L)	稳定排放浓度最大值 (mg/L)	稳定排放浓度 90%分位数 (mg/L)	达标率	对标标准 (mg/L)
C1351 畜类 屠宰	直排-2022年	97	0.02	20.4	10.2	96.9%	15
	直排-2023年	101	0.12	44.8	8.3	97.0%	
	间排-2022年	178	0.15	150.5	40.3	93.3%	45
	间排-2023年	193	0.05	156.6	38.4	93.8%	
C1352 禽类 屠宰	直排-2022年	51	0.25	12.5	4.4	100%	15
	直排-2023年	51	0.14	13.5	7.3	100%	
	间排-2022年	81	0.26	121.3	31.2	97.5%	45
	间排-2023年	86	0.58	96.3	25.2	98.8%	

分类		样本量 (家)	稳定排放浓度 最小值 (mg/L)	稳定排放浓度 最大值 (mg/L)	稳定排放浓度 90%分位数 (mg/L)	达标率	对标标准 (mg/L)
C1353 肉制品及副产品加工	直排-2022年	80	0.22	97.2	9.8	97.5%	15
	直排-2023年	78	0.13	60.9	7.6	98.7%	
	间排-2022年	209	0.14	358.6	37.8	92.8%	45
	间排-2023年	233	0.11	197.1	37	93.1%	

注：该表稳定排放浓度为各企业日均值 95%。

### 3) 总氮

《肉类加工工业水污染物排放标准》（GB 13457—92）未规定总氮的排放限值要求。2022年、2023年参与统计的屠宰及肉类加工企业分别为519家、544家，统计结果显示：废水直排江河湖库的企业占比分别为28.7%、27.8%，执行限值均 $\leq 30\text{mg/L}$ ；废水间排的企业占比分别为71.3%、72.2%，其中执行70 mg/L的企业占比约为38.5%，执行其他协商限值的企业占比约为33%。见表4-14和表4-15。

表 4-14 2022 年总氮执行标准情况

排放方式	执行标准限值 (mg/L)	企业数量 (家)	占比	累计占比
直接排放	10、15、20、25	130	25.0%	28.7%
	30	19	3.7%	
间接排放	70	200	38.5%	71.3%
	其他	170	32.8%	
合计		519	/	/

表 4-15 2023 年总氮执行标准情况

排放方式	执行标准限值 (mg/L)	企业数量 (家)	占比	累计占比
直接排放	10、12、15、20、25	138	25.4%	27.8%
	30	13	2.4%	
间接排放	70	210	38.6%	72.2%
	其他	183	33.6%	
合计		544	/	/

2022年废水直接排放的屠宰及肉类加工企业总氮达标率介于54.35%~100%，各企业总氮日均浓度的95%分位数为0.79~73 mg/L，其中排放浓度 $\leq 30\text{mg/L}$ 的企业占比为98.0%。2022年废水间接排放的屠宰及肉类加工企业总氮达标率介于71.43%~100%，总氮日均浓度的95%分位数为1.04~382 mg/L，其中排放浓度 $\leq 70\text{mg/L}$ 的企业占比为91.1%。见表4-16和表4-18。

2023年废水直接排放的屠宰及肉类加工企业总氮排放浓度 $\leq 30$  mg/L的企业占比为98.7%，较2022年的98.0%提升0.7%；废水间接排放的屠宰及肉类加工企业总氮排放水平总体与2022年一致，排放浓度 $\leq 70$  mg/L的企业占比约为91%。见表4-17和表4-18。

表 4-16 2022 年总氮执行各类排放限值达标率和日均值 95%分位数排放水平

排放方式	总氮执行标准限值 (mg/L)	企业总氮日均值95%分位数 (mg/L)	总氮达标率
直接排放	10、15、20、25	0.79~73	54.35%~100%
	30	11.56~33.7	94.89%~100%
间接排放	70	1.04~103.1	86.41%~100%
	其他	5.4~382	71.43%~100%

表 4-17 2023 年总氮执行各类排放限值达标率和日均值 95%分位数排放水平

排放方式	总氮执行标准限值 (mg/L)	企业总氮日均值95%分位数 (mg/L)	总氮达标率
直接排放	10、12、15、20、25	1.18~45	75%~100%
	30	12.3~25.2	99.62%~100%
间接排放	70	5.7~79.2	86.65%~100%
	其他	5.6~344.9	82.14%~100%

表 4-18 屠宰及肉类加工企业总氮排放浓度水平分布

分类	2022 年		2023 年	
	企业数量	占比	企业数量	占比
直排企业总氮排放浓度水平 <sup>a</sup>				
$\leq 8$ mg/L	15	10.1%	16	10.6%
$\leq 15$ mg/L	123	82.6%	131	86.8%
$\leq 30$ mg/L	146	98.0%	149	98.7%
$> 30$ mg/L	3	2.0%	2	1.3%
间排企业总氮排放浓度水平 <sup>a</sup>				
$\leq 70$ mg/L	337	91.1%	359	91.3%
$> 70$ mg/L	33	8.9%	34	8.7%

<sup>a</sup>按各企业日均值 95%分位数测算

按照企业类型分别统计：牲畜屠宰废水总氮排放对标30mg/L，2022年和2023年排放废水中总氮达标率均达到96%，2022年、2023年各牲畜屠宰企业总氮稳定排放浓度90%分位数分别为17.6 mg/L、17.0mg/L。禽类屠宰废水总氮排放对标30mg/L，2022年和2023年排放废水中总氮达标率均为100%，2022年、2023年各禽类屠宰企业总氮稳定排放浓度90%分位数分别为14.4 mg/L、14mg/L。肉类加工废水总氮排放对标15mg/L，2022年和2023年排放废水中总氮达标率均达到96%，

2022年、2023年各牲畜屠宰企业总氮稳定排放浓度90%分位数分别为21.7mg/L、17mg/L。对于废水间接排放，三类企业总氮排放水平对标70mg/L，2022年和2023年达标率达到90%。

表 4-19 不同类型屠宰及肉类加工企业总氮达标率和排放水平

分类		样本量 (家)	稳定排放浓度 最小值 (mg/L)	稳定排放浓度 最大值 (mg/L)	稳定排放浓度 90%分位数 (mg/L)	达标率	对标标准 (mg/L)
C1351 畜类 屠宰	直排-2022年	56	0.79	33.7	17.6	98.2%	30
	直排-2023年	59	1.41	45.1	17.0	96.6%	
	间排-2022年	152	1.04	382.2	66.5	90.8%	70
	间排-2023年	161	10.5	344.9	70.2	90.1%	
C1352 禽类 屠宰	直排-2022年	34	5.7	16.7	14.4	100%	30
	直排-2023年	35	6.1	17.7	14.0	100%	
	间排-2022年	52	7.9	66.2	55.3	100%	70
	间排-2023年	54	5.7	73.3	60.2	98.1%	
C1353 肉制品及副产品加工	直排-2022年	52	3.4	73.0	21.7	96.2%	30
	直排-2023年	50	2.2	25.1	17.0	100%	
	间排-2022年	158	9.6	350.2	78.9	88.0%	70
	间排-2023年	171	5.6	268.3	63.7	91.2%	

注：该表稳定排放浓度为各企业日均值 95%。

#### 4) 总磷

《肉类加工工业水污染物排放标准》（GB 13457—92）未规定总磷的排放限值要求。2022年、2023年参与统计的屠宰及肉类加工企业分别为543家、575家，统计结果显示：废水直排江湖库的企业占比分别为28.9%、27%，执行限值均 $\leq 2\text{mg/L}$ ；废水间排的企业占比分别为71.1%、73%，其中执行8 mg/L的企业占比约为36%，执行其他协商限值的企业占比约为35%。见表4-20和表4-21。

表 4-20 2022 年总磷执行标准情况

排放方式	执行标准限值 (mg/L)	企业数量 (家)	占比	累计占比
直接排放	0.3、0.4	77	14.2%	28.9%
	0.5	73	13.4%	
	1、2	7	1.3%	
间接排放	8	198	36.5%	71.1%
	其他	188	34.6%	
合计		543	/	/



表 4-21 2023 年总磷执行标准情况

排放方式	执行标准限值 (mg/L)	企业数量 (家)	占比	累计占比
直接排放	0.2、0.3、0.4	79	13.7%	27%
	0.5	70	12.2%	
	1、2	6	1.0%	
间接排放	8	209	36.3%	73%
	其他	211	36.7%	
合计		575		/

2022年废水直接排放的屠宰及肉类加工企业总磷达标率介于62.39%~100%，各企业总磷日均浓度的95%分位数为0~732 mg/L，其中排放浓度≤2 mg/L的企业占比为98.1%。2022年废水间接排放的屠宰及肉类加工企业总磷达标率介于55.4%~100%，总磷日均浓度的95%分位数为0.068~98.97 mg/L，其中排放浓度≤8mg/L的企业占比为91.2%。见表4-22和表4-24。

2023年废水直接排放的屠宰及肉类加工企业总磷排放浓度≤2 mg/L的企业占比为100%，较2022年的98.1%提升1.9%；废水间接排放的屠宰及肉类加工企业总磷排放水平总体与2022年一致，排放浓度≤8 mg/L的企业占比约为91%。见表4-23和表4-24。

表 4-22 2022 年总磷执行各类排放限值达标率和日均值 95%分位数排放水平

排放方式	总磷执行标准限值 (mg/L)	企业总磷日均值95%分位数 (mg/L)	总磷达标率
直接排放	0.3、0.4	0~0.99	85%~100%
	0.5	0.073~732	62.39%~100%
	1、2	0~2.88	91.48%~100%
间接排放	8	0.068~22.72	71.9%~100%
	其他	0.13~98.97	55.4%~100%

表 4-23 2023 年总磷执行各类排放限值达标率和日均值 95%分位数排放水平

排放方式	总磷执行标准限值 (mg/L)	企业总磷日均值95%分位数 (mg/L)	总磷达标率
直接排放	0.2、0.3、0.4	0.014~0.27	94.1%~100%
	0.5	0.071~0.6	89.2%~100%
	1、2	0.17~0.7	99.44%~100%
间接排放	8	0.11~16.4	83.33%~100%
	其他	0.041~58.6	78.57%~100%

表 4-24 屠宰及肉类加工企业总磷排放浓度水平分布

分类	2022 年		2023 年	
	企业数量	占比	企业数量	占比
直排企业总磷排放浓度水平 <sup>a</sup>				
≤0.3 mg/L	114	72.6%	122	78.7%
≤0.5 mg/L	147	93.6%	153	98.7%
≤1 mg/L	153	97.5%	155	100.0%
≤2 mg/L	154	98.1%	155	100.0%
>2 mg/L	3	1.9%	0	0
间排企业总磷排放浓度水平 <sup>a</sup>				
≤8 mg/L	352	91.2%	386	91.9%
>8 mg/L	34	8.8%	34	8.1%

<sup>a</sup>按各企业日均值 95%分位数测算

按照企业类型分别统计，结果显示：牲畜屠宰废水总磷排放对标2mg/L，2022年和2023年排放废水中总磷达标率均达到98%，2022年、2023年各牲畜屠宰企业总磷稳定排放浓度90%分位数均为0.4 mg/L。禽类屠宰废水总磷排放对标2mg/L，2022年和2023年排放废水中总磷达标率均达到97%，2022年、2023年各禽类屠宰企业总磷稳定排放浓度90%分位数分别为0.36mg/L、0.28mg/L。肉类加工废水总磷排放对标2mg/L，2022年和2023年排放废水中总磷达标率均达到98%，2022年、2023年各牲畜屠宰企业总磷稳定排放浓度90%分位数分别为0.49mg/L、0.38mg/L。对于废水间接排放，三类企业总磷排放水平对标8mg/L，2022年和2023年达标率达到90%。

表 4-25 不同类型屠宰及肉类加工企业总磷达标率和排放水平

分类		样本量 (家)	稳定排放浓度 最小值 (mg/L)	稳定排放浓度 最大值 (mg/L)	稳定排放浓度 90%分位数 (mg/L)	达标率	对标标准 (mg/L)
C1351 畜类 屠宰	直排-2022年	65	0	2.9	0.4	98.5%	2
	直排-2023年	64	0.05	1.2	0.4	100%	
	间排-2022年	161	0.07	98.9	7.4	91.9%	8
	间排-2023年	167	0.13	38.3	6.8	91.6%	
C1352 禽类 屠宰	直排-2022年	38	0.05	732.6	0.36	97.4%	2
	直排-2023年	38	0.04	0.3	0.28	100%	
	间排-2022年	49	0.5	11.9	6.6	95.9%	8
	间排-2023年	54	0.4	15.6	6.4	96.3%	

分类		样本量 (家)	稳定排放浓度 最小值 (mg/L)	稳定排放浓度 最大值 (mg/L)	稳定排放浓度 90%分位数 (mg/L)	达标率	对标标准 (mg/L)
C1353 肉制品及副产品加工	直排-2022年	53	0.07	3.7	0.49	98.1%	2
	直排-2023年	54	0.08	0.46	0.38	100%	
	间排-2022年	163	0.3	46.2	8.8	88.3%	8
	间排-2023年	185	0.04	58.6	8.1	90.3%	

注：该表稳定排放浓度为各企业日均值 95%。

#### 4.2.2 执法监测数据

项目组收集了覆盖广东、四川、江苏、河南、内蒙古等屠宰及肉类加工主要生产省份的2022-2023年企业水污染物执法监测数据。2022年企业数量138家，其中，直接排放企业42家，间接排放企业96家。2023年企业数量125家，其中，直接排放企业33家，间接排放企业92家。监测污染物项目涵盖了化学需氧量、总氮、总磷、色度、悬浮物、总大肠菌群数等10项主要水污染物项目，见表4-26。

表 4-26 2022-2023 年水污染物执法监测数据样本量

序号	污染物项目	2022 年监测样本量	2023 年监测样本量
1	pH 值	176	152
2	色度	8	12
3	悬浮物	151	135
4	五日生化需氧量	133	114
5	化学需氧量	186	184
6	氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)	163	164
7	总氮 (以 N 计)	62	70
8	总磷 (以 P 计)	79	81
9	动植物油	139	118
10	总大肠菌群数	71	62
合计		1168	1092

#### 1) COD 和氨氮

基于获取的执法监测数据，2022年和2023年直接排放企业中，COD排放浓度 $\leq 80\text{mg/L}$ 的企业占比分别为100%、97%，较2019年分别提升10.2%、7.2%；氨氮排放浓度 $\leq 15\text{mg/L}$ 的企业占比分别为100%、96.9%，较2019年分别提升7.1%、4%。间接排放企业中，2022年和2023年COD排放浓度 $\leq 500\text{mg/L}$ 的企业占比均为100%、氨氮排放浓度 $\leq 45\text{mg/L}$ 的企业占比均约为97%。

表 4-27 屠宰及肉类加工企业 COD、氨氮排放水平

项目		排放浓度范围 (mg/L)	占比	累计占比
2022 年				
COD	直接排放	≤50	90.5%	100%
		50~60 (含 60)	7.1%	
		60~70 (含 70) <sup>1)</sup>	2.4%	
	间接排放	≤300	100%	100%
氨氮	直接排放	≤8	95%	100%
		8~15 (含 15)	5%	
	间接排放	≤45	97.3%	97.3%
		>45	2.7%	/
2023 年				
COD	直接排放	≤50	84.9%	97%
		50~60 (含 60)	12.1%	
		≥80 <sup>2)</sup>	3%	
	间接排放	≤300	98.9%	100%
300~500 (含 500)		1.1%		
氨氮	直接排放	≤8	90.6%	96.9%
		8~15 (含 15)	6.3%	
		>15	3.1%	
	间接排放	≤45	97.4%	97.4%
		>45	2.6%	/
注：1) COD 排放浓度均低于 70mg/L。2) COD 排放浓度仅 1 个数据超过 80mg/L，其余均低于 60mg/L。				

## 2) 总氮和总磷

结合现有地方水污染物排放标准的情况，目前，北京、河北、辽宁、安徽、山东、河南、湖北、陕西共8个省份均已对屠宰及肉类加工行业废水中的总氮、总磷的直接排放提出控制要求，北京、辽宁对总氮、总磷的间接排放也提出要求；此外山西、广东、福建厦门对总磷直接排放提出了要求，浙江对总磷间接排放提出要求。根据排污许可公开信息平台，统计全国7896家企业的标准执行情况，其中4169家企业已控制总氮、总磷指标，占比52.8%。

由表4-28可知，2022年，15家废水直接排放企业中，总氮排放浓度≤30 mg/L的企业占比为93.33%。20家废水直接排放企业中，总磷排放浓度≤2 mg/L的企业占比为85%。废水间接排放的企业，总氮、总磷达到修订后间接排放限值（70 mg/L、8 mg/L）的占比均约为97%。2023年，13家废水直接排放企业中，总氮排放浓度≤30 mg/L的企业占比为76.92%。18家废水直接排放企业中，总磷排放浓度≤2 mg/L的企业占比为83.3%。废水间接排放的企业，总氮、总磷达到修订后间接排放限值（70 mg/L、8 mg/L）的占比分别为100%、88.1%。

表 4-28 2022-2023 年屠宰及肉类加工企业废水总氮、总磷排放水平

项目		排放浓度范围 (mg/L)	占比
2022 年			
总氮	直排 (企业数量 15 家)	≤30	93.33%
		>30	6.7%
	间排 (企业数量 31 家)	≤70	96.8%
		>70	3.2%
总磷	直排 (企业数量 20 家)	≤2	85%
		>2	15%
	间排 (企业数量 40 家)	≤8	97.5%
		>8	2.5%
2023 年			
总氮	直排 (企业数量 13 家)	≤30	76.92%
		>30	23.08%
	间排 (企业数量 37 家)	≤70	100%
		>70	/
总磷	直排 (企业数量 18 家)	≤2	83.3%
		>2	16.7%
	间排 (企业数量 42 家)	≤8	88.1%
		>8	11.9%

### 3) 色度和 SS

《肉类加工工业水污染物排放标准》(GB 13457—92) 未规定色度的排放限值要求。2022-2023年色度的执法监测样本量较低,获取的样本数据显示,废水直排企业色度可满足50(稀释倍数)要求。2022年和2023年废水直排企业,SS≤60 mg/L的企业占比均超过95%;废水间排企业,SS≤400 mg/L的企业占比均为100%。

表 4-29 2022-2023 年屠宰及肉类加工企业废水色度、SS 排放水平

项目		排放浓度范围	企业数量/占比
2022 年			
色度 (稀释倍数)	直排 (企业数量 1 家)	≤50	1
		>50	0
	间排 (企业数量 4 家)	≤64	3
		>64	1
SS (mg/L)	直排 (企业数量 35 家)	≤60	34/97.14%
		>60	1/2.86%
	间排 (企业数量 77 家)	≤400	77/100%
		>400	0

项目		排放浓度范围	企业数量/占比
2023 年			
色度 (稀释倍数)	直排 (企业数量 2 家)	≤50	2
		>50	0
	间排 (企业数量 5 家)	≤64	4
		>64	1
SS (mg/L)	直排 (企业数量 25 家)	≤60	24/96%
		>60	1/4%
	间排 (企业数量 75 家)	≤400	75/100%
		>400	0

#### 4) 总大肠菌群数

2022年和2023年废水直排企业，总大肠菌群数≤5000 MPN/L的企业占比均超过90%。直排企业中，2022年对标现行GB 13457—92一级标准（5000个/L）和二级标准（10000个/L），现有样本达标率100%。废水间排企业，总大肠菌群数≤10000 MPN/L的企业占比均超过65%。见表4-30。

2023年直接排放的18家企业，共执法监测22次，其中1次超标，超标率为4.5%；2023年废水间接排放的29家企业，共执法监测40次，其中2次超标，超标率为5%。

表 4-30 2022-2023 年屠宰及肉类加工企业废水总大肠菌群数排放水平

项目		排放浓度最大值 (MPN/L)	企业数量/占比	GB 13457-92 标准限值 (个/L)
2022 年				
总大肠菌 群数	直排 (企业数量 22 家)	≤5000	21/95.45%	5000 (一级) 10000 (二级)
		5000~10000 (含 10000)	1/4.55%	
	间排 (企业数量 34 家)	≤10000	24/70.59%	未规定
		>10000	10/29.41%	
2023 年				
总大肠菌 群数	直排 (企业数量 18 家)	≤5000	17/94.44%	5000 (一级) 10000 (二级)
		5000~10000 (含 10000)	1/5.56%	
	间排 (企业数量 29 家)	≤10000	19/65.52%	未规定
		>10000	10/34.48%	

#### 4.2.3 小结

1) 根据COD、氨氮、总氮、总磷的执行标准情况：2022~2023年屠宰及肉类加工企业废水直排企业占比约30%，间排企业占比约70%。

2) 2022年和2023年废水直接排放的屠宰及肉类加工企业COD排放浓度≤80 mg/L、氨氮排放浓度≤15 mg/L、总氮排放浓度≤30 mg/L、总磷排放浓度≤2 mg/L的企业占比约95.0%。2022

年和2023年废水间接排放的屠宰及肉类加工企业COD排放浓度 $\leq 500$  mg/L、氨氮排放浓度 $\leq 45$  mg/L、总氮排放浓度 $\leq 70$  mg/L、总磷排放浓度 $\leq 8$  mg/L的企业占比约为91%。

3) 按照畜类屠宰、禽类屠宰、肉制品加工3种类型企业分别统计2022~2023年主要污染物排放浓度水平,结果显示禽类屠宰企业废水中COD排放浓度略低于畜类屠宰和肉制品加工,氨氮、总氮、总磷的排放浓度水平3类企业差别不大。

## 5 污染防治技术分析

### 5.1 清洁生产技术

屠宰及肉类加工行业目前采用的清洁生产技术主要包括:风送系统、节水型冻肉解冻机、现代化生猪屠宰成套设备、冷藏设备节能降耗技术、畜禽骨深加工新技术、猪血制蛋白粉新技术等。

#### (1) 风送系统

该设备是将屠宰过程中产生的猪毛、肠胃内容物、牛皮等物质在密封管道内运送至污物储存处的输送系统,该设备可将上述污染物质在常规输送过程中的遗洒降为零,有效解决对肉品的二次污染,减少进入冲洗水中的污染物质,使猪毛回收率达到95%以上,肠胃内容物回收率达到80%以上。该设备适用于畜禽屠宰企业,可减少屠宰过程中污染物的排放量,单位减排COD7.5kg/吨(活屠重)、氨氮0.4kg/吨(活屠重),降低企业污水处理费用。

#### (2) 节水型冻肉解冻机

该设备是在恒温、恒湿、恒流的条件下,以锅炉高温蒸汽作为热源,通过降压、调温转化为低温水蒸汽对冷冻原料肉进行解冻的设备。节水型冻肉解冻机节水效果显著,解冻1吨原料肉的用水量仅为流水解冻的0.5%。该设备适用于肉制品加工企业,可大大节约企业的生产用水,每解冻1吨肉节水24吨,降低生产成本,减少废水排放量,降低企业污水处理费用。

#### (3) 现代化生猪屠宰成套设备

该设备包括同步接续式真空采血装置系统、自动控温(生猪)蒸汽烫毛隧道、履带式U型打毛机、自动定位精确劈半斧。该设备在生产率每小时达到300头时,每头猪比屠宰标准节水100kg。该设备适用于生猪屠宰企业,可节约生产用水1100kg/吨(活屠重),降低生产成本,减少废水排放,降低企业污水处理费用。

#### (4) 冷藏设备节能降耗技术

该技术采用动态调节换热温差、按需除霜技术、夜间深度制冷技术等手段,将先进的自控技术引入冷冻、冷藏设备的运行管理,提高制冷效率,通过动态调节使机组运行更经济、稳定,以达到减少能耗、安全运行的目的。该技术节能约30%左右,适用于畜禽屠宰企业和肉制品加工企业,可实现每小时节电178kWh,有效改善冷冻、冷藏设备高能耗的现状。

## 5.2 末端治理技术

屠宰及肉类加工企业在废水的末端处理中，除预处理阶段有所差异外，大多数屠宰厂的废水处理工艺基本类似。

预处理方面，畜类动物与家禽类动物加工的处理有较大差异，相对而言，后者羽毛类杂物较多，前处理不仅需要粗细格栅还要采用一些行业专用的设备如捞毛分离机、水力筛等。

处理工艺方面，目前该行业规模化企业核心处理单元大多数以厌氧与好氧相结合的组合工艺为主，小型企业主要采用简单的厌氧发酵生物处理。目前成熟的处理工艺主要包括 UASB、水解酸化—接触氧化、SBR 和廊道生物等。此外，为保证处理效果，一般在废水处理中还会用到部分的物化处理方法，主要包括气浮及混凝沉淀等。在生化处理核心单元中，厌氧反应器一般以 UASB 为主，占 80%，水解酸化占 15%，其他如 ABR、UBF 等占 5%。好氧生化段多采用接触氧化、SBR、A<sup>2</sup>/O、CASS 等工艺。在厌氧+好氧处理工艺的基础上，氨氮得以稳定去除，但是同时大量的有机氮转化为无机氮，总氮仍未得到有效去除。因此，如果要进一步去除总氮污染物，在厌氧+好氧处理的基础上，需要屠宰企业继续深化废水处理，追加反硝化脱氮处理设施。在总磷的去除方面，仅依靠生物除磷不能达到要求，需进行化学除磷。

## 5.3 工程实例

### (1) 案例一

某屠宰企业生猪屠宰量 3000 头/天，屠宰及肉制品加工过程废水排放量 1600m<sup>3</sup>/d，生活污水排放量 60m<sup>3</sup>/d，设计处理能力 2000m<sup>3</sup>/d。采用 UASB+CASS+BAF 废水处理工艺，工艺流程如图 5-1 所示。污水处理工程总投资 1050 万元（土建工程 510 万元，设计调试费、设备与安装费 540 万元）。污水处理设施运行效果如表 5-1 所示。



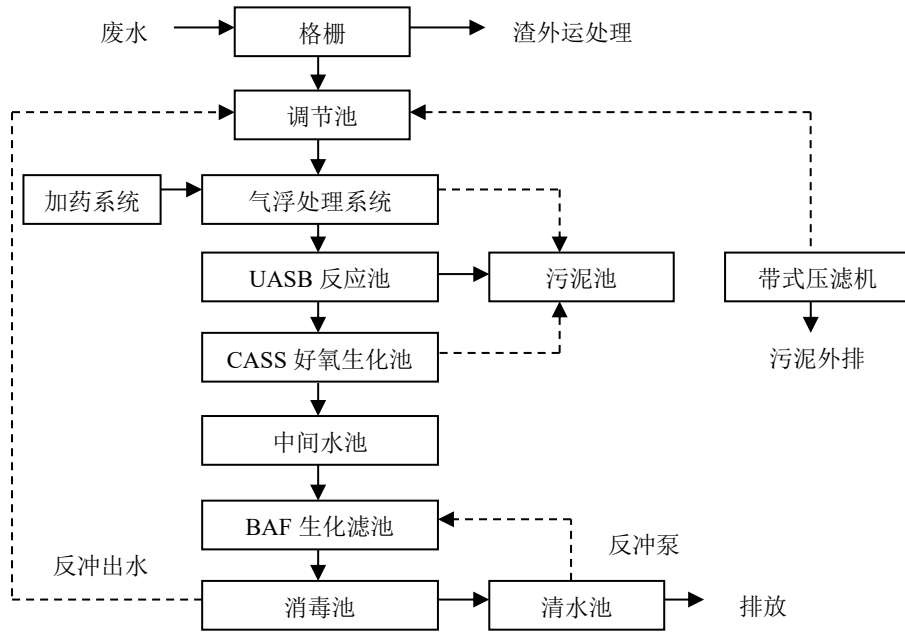


图 5-1 UASB+CASS+BAF 废水处理工艺流程图

表 5-1 污染物去除效果

序号	污染物项目	处理前 (mg/L)	处理后 (mg/L)
1	COD	1600~2000	41.34
2	BOD <sub>5</sub>	1000~1200	4.34
3	氨氮	80~100	6.23
4	SS	800~1000	8.56
5	pH	6~9 (无量纲)	7.36 (无量纲)

(2) 案例二

北京某屠宰企业设计生猪屠宰量为 3000 头/天。全厂各类屠宰（生猪屠宰及畜禽屠宰）废水与生活污水量约为 1000 m<sup>3</sup>/d。采用廊道式生物处理设备，工艺流程图见图 5-2，建筑面积约为 1030 m<sup>2</sup>，设计能力为 1500 m<sup>3</sup>/d。整套设备投资 400 万元，废水处理设施运行效果如表 5-2 所示。

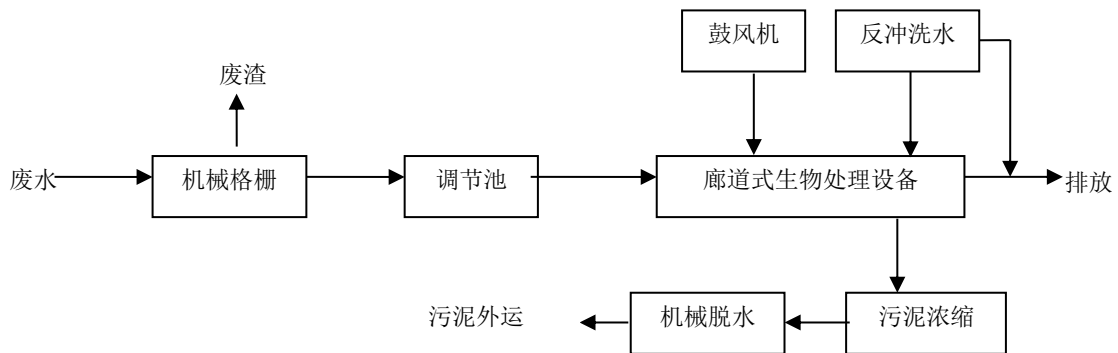


图 5-2 廊道式生物处理技术工艺流程简图

表 5-2 废水处理效果

序号	污染物项目	处理前 (mg/L)	处理后 (mg/L)
1	COD	1200~3900	13~87
2	BOD <sub>5</sub>	410~1900	2~41
3	SS	400~1300	20~70
4	氨氮	26~118	<10

### (3) 案例三

湖南某生猪屠宰企业屠宰量为 3000 头/天，污水处理厂设计能力 1500 m<sup>3</sup>/d。污水处理采用巴颠甫+过滤+消毒工艺，出水 COD<60mg/L，氨氮<5mg/L，总氮<15mg/L，总磷<1mg/L。污水处理系统总投资 1150 万元，运行费用 2.58 元/m<sup>3</sup> 废水。

### (4) 案例四

河南某生猪屠宰企业屠宰量为 720 头/天，污水量约 200 m<sup>3</sup>/d。污水处理采用 UASB+A<sup>2</sup>/O+混凝沉淀，出水 COD<40mg/L，氨氮约 4mg/L，总磷约 1mg/L。污水处理系统投资约 1000 万元，运行成本约 3 元/m<sup>3</sup> 废水。

### (5) 案例五

河南某宰鸡企业屠宰量为 16 万只鸡/天，污水排放量约 3000m<sup>3</sup>/d。污水处理采用 EGSB+接触氧化工艺，进水 COD 为 3000~3500mg/L，氨氮 25~30mg/L，总磷 8~10mg/L；出水 COD 达到 30~50mg/L，氨氮 5mg/L 左右，总磷达到 2~5mg/L。污水处理系统运行成本约 3 元/m<sup>3</sup> 废水。

### (6) 案例六

某肉制品加工企业废水来源于生产废水和生活污水，污水排放量 700m<sup>3</sup>/d。采用折板厌氧 (ABR) 和兼氧曝气沉淀一体化工艺，最后经砂滤池泥水分离后达标排放。进水 COD 为 550~600mg/L，氨氮为 25~35mg/L；出水 COD<60mg/L，氨氮约 2.5mg/L。污水处理工程总投资 95 万元，运行费用（不含设备折旧费）0.42 元/m<sup>3</sup> 废水。

## 6 国外屠宰及肉类加工行业水污染物排放标准

### 6.1 美国

美国联邦法典 (CFR) 40 卷的 432 部分为“肉类加工业点源控制标准”，该文件于 1974 年首次发布，2004 年进行了修订，其适用范围包括牛、猪、羊、鸡、鸭等畜禽的屠宰，以及香肠、烟熏罐装等肉类制品加工及包装等行业。该文件中规定的各类工艺及产品的最高允许污染物排放限值，如表 6-1 所示。

表 6-1 美国肉类加工行业废水排放限值

分类及工艺	BOD <sub>5</sub>	TSS	油脂	氨氮（仅适用于新源）
-------	------------------	-----	----	------------

	1天 最大值	30天 平均值	1天 最大值	30天 平均值	1天 最大值	30天 平均值	1天 最大值	30天 平均值
<b>A: 简易屠宰厂 (kg/吨活屠重):</b> 指几乎不涉及副产品加工的屠宰厂, 如有加工工艺, 加工类型不超过 2 类。								
I: 厂内屠宰或随后进行肉、肉制品及副产品加工	0.24	0.12	0.40	0.20	0.12	0.06	0.34	0.1
II: 现场畜禽皮毛简易加工	0.04	0.02	0.08	0.04	—	—		
III: 现场畜禽血液简易加工	0.04	0.02	0.08	0.04	—	—	0.06	0.03
IV: 现场湿法 (低温) 化制	0.06	0.03	0.12	0.06	—	—	0.10	0.05
V: 现场干法化制	0.02	0.01	0.04	0.02	—	—	0.04	0.02
<b>B: 复杂屠宰厂 (kg/吨活屠重):</b> 指涉及副产品加工的屠宰厂, 加工工艺类型至少在 3 类以上。								
I:	0.42	0.21	0.50	0.25	0.16	0.08	0.48	0.24
(II、III、IV同简易屠宰厂)								
<b>C: 小型屠宰及肉制品加工厂 (kg/吨活屠重):</b> 包括屠宰及肉制品加工, 加工量不超过屠宰量的工厂。								
I:	0.34	0.17	0.48	0.24	0.16	0.08	0.48	0.24
(II、III、IV同简易屠宰厂)								
<b>D: 大型屠宰及肉制品加工厂 (kg/吨活屠重):</b> 包括屠宰及肉制品加工, 加工量大于屠宰量的工厂。								
I:	0.48	0.24	0.62	0.31	0.26	0.13	0.80	0.40
(II、III、IV同简易屠宰厂)								
<b>E: 小型肉制品加工厂 (kg/吨产品):</b> 指日产量小于 2730kg (6000 磅) 新鲜肉及肉制品的加工厂。								
现有源 (BPT)	2.0	1.0	2.4	1.2	1.0	0.5		
新源及现有源 (BCT) *	1.0	0.5	1.2	0.6	0.5	0.25		
F: 肉类切割现有源及新源 (kg/吨产品): 日产量大于 2730kg	0.036	0.018	0.044	0.022	0.012	0.006	8.0 <sup>a</sup> (mg/L)	4.0 <sup>a</sup> (mg/L)
G: 香肠和午餐肉加工现有源及新源(kg/吨产品): 日产量大于 2730kg	0.56	0.28	0.68	0.34	0.20	0.10	8.0 <sup>a</sup> (mg/L)	4.0 <sup>a</sup> (mg/L)
H: 火腿生产现有源及新源 (kg/吨产品): 日产量大于 2730kg	0.62	0.31	0.74	0.37	0.22	0.11	8.0 <sup>a</sup> (mg/L)	4.0 <sup>a</sup> (mg/L)
I: 肉类罐头生产 (kg/吨产品): 日产量大于 2730kg	0.74	0.37	0.90	0.45	0.26	0.12	8.0 <sup>a</sup> (mg/L)	4.0 <sup>a</sup> (mg/L)
<b>J: 化制动物油等<sup>b</sup> (kg/吨原料):</b> 日加工量大于 75000 磅。								
现有源 (BPT)	0.34	0.17	0.42	0.21	0.20	0.10	0.14 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>
新源及现有源 (BCT)	0.18	0.09	0.22	0.11	0.10	0.05	—	—
<b>K: 禽类屠宰及初级加工 (mg/L):</b> 指年屠宰量大于 10 亿磅活屠重的工厂。								
现有源 (BPT) 及新源	26	16	30	20	14	8.0	8.0	4.0
BAT							8.0 总氮: 147	4.0 总氮: 103
<b>L: 禽类肉制品深加工 (mg/L):</b> 指深加工量大于 700 万磅肉制品的工厂。								

分类及工艺	BOD <sub>5</sub>		TSS		油脂		氨氮（仅适用于新源）	
	1天 最大值	30天 平均值	1天 最大值	30天 平均值	1天 最大值	30天 平均值	1天 最大值	30天 平均值
现有源（BPT）及新源	26	16	30	20	14	8.0	8.0	4.0
BAT							8.0 总氮：147	4.0 总氮：103
其他排放要求：								
pH 值	6.0~9.0							
粪大肠杆菌	400 MPN /100mL							
注：a：采取 BAT 技术； b：除了牛皮的熟化之外（该工艺的排放限值中 BOD <sub>5</sub> 和 TSS 要进行修正）。 *预处理标准：无限值要求。								

从上表可以看出，美国主要针对屠宰厂（场）、屠宰及肉制品加工厂、单纯肉制品加工厂以及禽类屠宰及肉制品加工四类点源规定了水污染物排放限值。主要控制的指标有 BOD、SS、油脂类、pH、氨氮、总氮、粪大肠杆菌。

为加强对肉类行业废水的排放控制，特别是其中氮、磷对水体富营养化的影响，2023 年 12 月，美国 EPA 发布了肉类加工行业排放标准的修订草案，修订主要内容是：1) 对直接排放企业，提出了更为严格的总氮排放限值，并增加了总磷排放限值；2) 对间接排放企业，提出了对动植物油、SS 和 BOD 的排放限值。此外，美国 EPA 在上述修订方案的基础上，还提出了 2 个供选择的修订方案，扩大了对直接间接排放企业进行总氮、总磷排放控制的范围；同时 EPA 也考虑对直排企业废水中大肠杆菌进行控制。修订方案有待进一步征求各方意见。见表 6-2。

表 6-2 美国肉类加工行业废水排放限值修订方案

分类	污染物项目	日最大值（mg/L）
直接 排放	粪大肠菌群（MPN/100mL）	50.1
	总氮	20.4
	总磷	1.48
	大肠杆菌（MPN/100mL）	14.4
间接 排放	BOD	1950
	SS	1580
	动植物油	1640

## 6.2 欧盟

根据 IPPC 指令的有关规定，欧盟“屠宰及肉类加工业”BREF 文件的适用范围为：每天屠

宰量达 50 吨(约 700 头猪/天)及以上的屠宰厂和屠宰副产物加工量达 10 吨/天及以上的加工厂。2023 年欧盟对该文件进行了修订,列举了欧盟国家通过实施 BAT 技术所能达到的最新排放水平,如表 6-3 所示。

表 6-3 欧盟屠宰及肉类加工业采用 BAT 技术水污染物排放水平

BAT 版本	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS	总氮	总磷
2004 年版(mg/L)	25~125	10~40	5~60	15~40	2~5
2023 年版(mg/L)	25~100 <sup>a</sup>	≤20	4~30	2~25	0.25~2

<sup>a</sup> 对于处理动物副产品和/或可食用副产品的装置, COD 的 BAT 排放范围的上限可能更高, 最高可达 120 mg/l, 但前提是 COD 减排效率 ≥95% (年平均值或生产期内的平均值)。  
注: 表中 BAT 排放范围均不适用于鱼粉和鱼油生产中的海水排放。

欧盟推荐的屠宰及肉类加工废水末端处理工艺为预处理+厌氧+好氧的生物处理方式, 预处理包括隔油浮选、中和调节等, 之后采用厌氧+好氧的生物处理工艺以达到降解有机物、脱氮除磷的效果。处理效果如表 6-4 和表 6-5 所示。

表 6-4 欧洲某工厂末端处理水污染物排放水平(案例 1)

污染物项目	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)		
		平均	最小	最大
BOD <sub>5</sub>	3460	3.1	1	8
COD	5040	65.4	35	125
氨氮	900	10.0	0.3	29
NO <sub>3</sub> -N	—	2.4	0.3	7.7
NO <sub>2</sub> -N	—	1.8	0.7	4
总磷	—	1.8	0.3	4.3

表 6-5 德国某工厂末端处理水污染物排放水平(案例 2)

污染物项目	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)
BOD <sub>5</sub>	2020	7
COD	—	47
氨氮	—	3.7
总氮	—	11
总磷	18	0.8

在废水量方面, 2023 年 BREF 文件中显示, 欧盟国家牛屠宰工厂排水量在 1.85~3.9m<sup>3</sup>/吨活屠重(约 0.9~2m<sup>3</sup>/头), 猪屠宰厂排水量在 0.7~3.5m<sup>3</sup>/吨活屠重(约 0.07~0.3m<sup>3</sup>/头), 禽类屠宰厂排水量在 1.45~6.3 m<sup>3</sup>/吨活屠重(约 0.2~1.3 m<sup>3</sup>/百只), 均比 2004 年有明显降低。

表 6-6 欧盟屠宰及肉类加工业企业废水量排放水平

BAT 版本	牛屠宰 (m <sup>3</sup> /吨活屠重)	猪屠宰 (m <sup>3</sup> /吨活屠重)	禽类屠宰 (m <sup>3</sup> /吨活屠重)
2004 年版	1.6~9	1.6~6	5~67.4
2023 年版	1.85~3.9	0.7~3.5	1.45~6.3

### 6.3 德国

德国肉类加工行业污水排放标准限值如表 6-7 所示，该限值适用于大型屠宰及肉类加工企业，即处理前废水中 BOD<sub>5</sub> 的负荷大于 10kg/周。

表 6-7 德国肉类加工行业污水排放标准限值

污染物项目	随机取样或两小时混合样品 (mg/L)
BOD <sub>5</sub>	25
COD	110
氨氮	10
总氮	18
总磷	2

### 6.4 世界银行

世界银行 2007 年发布《肉类加工环境健康安全指南》，包括与肉类加工环境健康安全保护等有关的信息，重点是牛和猪的屠宰与加工，涉及从活牛、生猪等进厂到屠宰后成为待售成品或加工的半成品的全过程，该文件适用于对肉畜屠宰副产品进行简单加工的企业。此外，《禽加工业 EHS 指南》涵盖了鸡加工的相关信息，其也适用于其他类似家禽，如火鸡和鸭的加工，指南涉及的加工步骤包括活禽接收、屠宰、取出内脏和简单化制处理等。两个文件提出了肉类及禽类加工排放要求一样，具体数值见表 6-8。

表 6-8 EHS 肉类及禽类加工业排放指南

污染物名称	指导值 (mg/L, 注明的除外)
pH (无量纲)	6~9
BOD <sub>5</sub>	50
COD	250
总氮	10
总磷	2
油和油脂	10
总悬浮固体物	50
增温	<3°C
总大肠菌群数	400 MPN/100mL
活性组织/抗生素	根据具体情况确定

## 6.5 印度

印度区分屠宰和肉制品加工，分别规定了废水排放限值。污染物控制指标主要有 BOD（3 天）、悬浮物和油脂类。具体排放限值见表 6-9。

表 6-9 印度屠宰及肉制品加工业废水排放标准

分 类		BOD (3 天, 27°C) (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	油脂类 (mg/L)
屠宰厂 (场)	大于 70 吨活屠重/天	100	100	10
	小于 70 吨活屠重/天	500	—	—
肉制品加工	冷冻肉加工	30	50	10
	屠宰厂内部肉源加工	30	50	10
	外部肉源加工	采取隔油措施。		

注：1) 既有屠宰又有肉制品加工的工厂，其排放标准按肉制品加工的执行。  
2) 排向市政污水管网的企业，需设置隔油装置。

## 6.6 小结

1) 其他国家和国际组织均主要对屠宰及肉类加工行业废水中的 COD、BOD 等常规污染物提出了控制要求，并开始重点关注废水中氮、磷的排放控制。例如，美国 2023 年的标准修订草案中加严了总氮排放限值，并增设了总磷排放要求。

2) 国外屠宰及肉类加工企业废水排放水平呈现了整体下降趋势。例如，欧盟总氮从 2004 年 15~40mg/L 下降到 2023 年 2~25mg/L，总磷也从 2~5mg/L 下降到 0.25~2mg/L；基于企业实际排放水平，美国也拟将废水中总氮由 2004 年标准的 147mg/L 收严至 20.4mg/L，粪大肠菌群由 400MPN/100mL 收严至 50.1MPN/100mL。

# 7 标准主要技术内容

## 7.1 标准修订原则

标准修订遵循以下原则：

- (1) 鼓励间排，引导小型企业规范管理；
- (2) 填平补齐，增加富营养化控制指标；
- (3) 充分评估，标准科学合理达标可行；
- (4) 细化完善，支撑排污许可制度实施；
- (5) 宽严适当，与国内外标准衔接可比；
- (6) 重在引导，促进产业调整技术进步。

按照上述原则，考虑到我国屠宰及肉类加工行业以中小企业为主，这些企业废水量小，自行

处理达标直接排放经济成本压力较大；而屠宰及肉类加工废水水质生化性较好，无其他有毒有害污染物，若经一定预处理后间接排放至城镇污水处理厂，不会对下游污水处理厂产生较大冲击，且可在一定程度上提高污水处理厂的生化性，有利于充分发挥污水处理厂的集中处理作用。因此，标准的修订主要思路定位于：允许企业与城镇污水处理厂协商间接排放限值，同时加强对总氮、总磷的控制。一方面与农业主管部门产业政策配套，严格环境准入门槛，加快淘汰落后产能，促进产业结构调整与升级；另一方面引导具备管网条件的规下企业，尤其是乡镇级屠宰点废水间接排放至城镇污水处理厂处理，既可以降低成本提高集中处理效率，也可以部分解决治污设施建设运行差、执法监管困难的问题。

## 7.2 标准名称及适用范围

现行标准名称为“肉类加工工业水污染物排放标准”，其适用范围实际包括畜禽屠宰及肉制品加工。本次修订将标准名称调整为“屠宰及肉类加工工业水污染物排放标准”，与《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中的行业分类名称一致。

本标准适用于屠宰及肉类加工企业或生产设施，以及屠宰及肉类加工工业污水集中处理设施的水污染物排放管理。1) 屠宰包括畜类屠宰和禽类屠宰，肉类加工主要指各种畜、禽肉及畜、禽副产品为原料加工成肉制品。2) 现行标准中对蛋品加工企业提出了排水量的要求，即现行标准适用于蛋品加工企业，同时我国蛋品加工也一直纳入肉类加工行业管理，因此，本标准延续现行标准的适用范围，也适用于蛋品加工企业的水污染物排放管理。3) 根据《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017），动物肠衣加工属于肉制品及副产品加工活动，市场监管总局最新修订的《肉制品生产许可审查细则（2023版）》中将“可食用动物肠衣”纳入肉制品生产许可范畴，目前肠衣加工企业的水污染排放管理有待加强，本标准明确适用于天然肠衣加工企业。4) 《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017），动物油脂加工属于肉制品及副产品加工活动，目前部分屠宰企业具有加工提炼食用动物油脂的生产线，本标准明确适用于食用动物油脂加工。

本标准不适用于非食用动物油脂加工及畜血、畜骨深加工。目前，部分独立的饲料加工企业会对动物油脂进行熔炼后加工为饲料，另有针对病死畜禽进行无害化处理后油脂作为工业用油的环保类企业，均不属于屠宰及肉类加工行业管理范畴，不适用于本标准。畜血、畜骨深加工一般也不在屠宰企业内进行，而为专门企业进行加工，从工艺上来讲，需要加入变性剂、酸等进行畜血、畜骨的初步处理，再进行提取、酶解等，制成血粉、骨粉等制品。可见，非食用动物油脂加工和畜血、畜骨深加工工艺上与传统屠宰及肉类加工有显著区别，且未纳入屠宰及肉类加工行业管理，因此本标准不包括此类加工企业及生产设施。

本标准规定的水污染物排放控制要求适用于屠宰及肉类加工工业企业、生产设施和屠宰及肉类加工工业污水集中处理设施直接或间接向其法定边界外排放水污染物的行为。

## 7.3 术语和定义

新标准共有术语定义 11 项，包括“屠宰及肉类加工”、“天然肠衣加工”、“蛋品加工”、



“污水集中处理设施”、“屠宰及肉类加工工业污水集中处理设施”、“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”。

“屠宰及肉类加工”的定义主要根据《国民经济行业分类》(GB/T 4754—2017)的表述而确定。“天然肠衣加工”的定义参考了《天然肠衣》(GB/T 7740—2022)中“天然肠衣”的定义表述(健康牲畜的小肠、大肠和膀胱等器官,经过刮制、去油等特殊加工,对保留的部分进行盐渍或干制的动物组织,是灌制香肠、香肚的衣膜)。“蛋品加工”的定义参考了《食品质量安全市场准入审查细则——蛋制品》及《食品安全国家标准 蛋与蛋制品》(GB 2749—2015)中对蛋制品的定义描述和分类。

同时,本次修订删去了现行标准中的“原料肉”、“活屠重”2项术语。现行标准中该2项术语主要用于排水量单位计算。在本次修订中,为更好的体现生产单位产品的污染物排放量,衡量经济环境效益,同时便于核算监督管理,排水量的单位修订为“m<sup>3</sup>/头”、“m<sup>3</sup>/百只”等,不再使用“活屠重”术语,因而删去。“原料肉”仅用于分割工序排水量单位计算,在行业内为通用术语,不再单独定义。

#### 7.4 污染物项目的选择

现行标准控制项目包括悬浮物、BOD<sub>5</sub>、COD、动植物油、氨氮、pH值、大肠菌群数,共7项,本次修订在此基础上增加了色度、总氮、总磷3项,同时根据监测分析方法标准的定义,“大肠菌群数”调整为“总大肠菌群数”。因此,新标准共控制10项指标。

色度是影响水质的最直接的物理指标之一,会影响人的感官。屠宰及肉类加工废水具有较高的色度,因此,本标准修订对直接排放企业增加了色度指标。

总氮和总磷是反映水体富营养化的主要指标,美国、欧盟、德国、世界银行等国家、地区和国际组织均将这两项指标作为屠宰及肉类加工业的特征指标予以控制。因此,本标准增加了总氮、总磷2项控制指标。

#### 7.5 标准分级分类

现行标准中将肉类加工企业分为畜类屠宰加工、禽类屠宰加工和肉制品加工三种类别,并对新建企业分别给出了各类别污染物的排放限值。从本次标准修订调研过程来看,三种企业类别的废水污染负荷虽有差异,但采用的废水处理工艺基本一致,处理效果相近,对排放数据进行统计分析除COD外其他污染物不具显著性差异,因此除COD排放限值外,不再区分企业类别制定统一排放限值。同时,根据《国家水污染物排放标准制订技术导则》(HJ 945.2—2018)的有关原则,本次修订不再按废水排放去向分别制定排放限值。

本次修订,设置1个排放限值表。鉴于屠宰及肉类加工行业为我国氮磷控制重点行业,亟待对其氮磷排放进行控制,因此基于现有企业主要污染物的排放现状及氮磷控制需求,要求现有企业在标准实施的1年后执行;新建企业自标准发布后半年起执行。

## 7.6 污染物排放限值的确定及制定依据

### 7.6.1 pH 值

新标准中规定pH值为6~9。从目前我国肉类加工企业排放废水的pH值情况来看，基本都能满足6~9的要求。

### 7.6.2 COD、BOD<sub>5</sub>和悬浮物

新标准规定COD、BOD<sub>5</sub>和悬浮物的排放限值为80 mg/L（禽类屠宰为70mg/L）、25 mg/L、60 mg/L。

屠宰及肉类加工工业的废水可生化性较好，废水中COD浓度一般在1500~3500mg/L，BOD<sub>5</sub>在300~800mg/L。采用厌氧+好氧处理工艺，厌氧工段COD去除率一般可以达到85%~90%，COD出水浓度约200~500mg/L；再经过好氧工段，COD的去除率一般也可达到85%以上，最终出水COD可达到40~80mg/L，BOD<sub>5</sub>和悬浮物也相应削减。从企业实际排放水平来看，约95%以上的畜类屠宰率和肉制品加工企业废水COD能达到80mg/L（现行标准畜类屠宰及肉制品加工一级标准），约98%的禽类屠宰企业废水COD能达到70mg/L（现行标准禽类屠宰一级标准）。因此新标准中设定的限值从工艺技术上讲可行，同时反映了我国屠宰及肉类加工行业中大多数废水直接排放水平。

### 7.6.3 氨氮、总氮和总磷

新标准规定氨氮、总氮和总磷的排放限值分别为15 mg/L、30mg/L、2 mg/L。

屠宰及肉类加工企业废水中由于含有大量内脏杂物及肠胃内未消化的食物，致使水中氨氮、总氮、总磷等营养物指标浓度较高，氨氮浓度约50~200mg/L，总氮浓度约100~200mg/L，总磷浓度约15~40mg/L。从企业的排放水平来看，氨氮浓度控制较好，约98%的企业排放废水中的氨氮可以较为稳定的达到现行标准一级标准（15mg/L）的水平。

对于总氮和总磷指标，现行标准没有该2项污染控制项目，但部分地方已出台的地方污染物排放标准中加强了对总氮、总磷的控制。目前不少企业通过增加硝化、反硝化及化学除磷工艺等已可以达到较好的排放水平，约98%以上的企业总氮排放浓度≤30mg/L，总磷排放浓度≤2mg/L，新标准设置的总氮、总磷排放限值可以实现。

### 7.6.4 色度

色度指标为新标准新增控制指标，排放限值为50（稀释倍数）。

屠宰及肉类加工行业废水色度主要来源于大量排放的动物血水。色度可通过氧化脱色、吸附脱色、絮凝脱色等多种方法有效去除，色度的去除率一般在90%以上，从废水处理工艺上来讲，技术成熟。

### 7.6.5 动植物油

新标准规定动植物油指标的排放限值为15mg/L。

屠宰及肉类加工行业废水中动植物的浓度一般在50~150mg/L，通过采用有效的隔油设施，并经厌氧+好氧处理工艺，动植物的去除率一般在90%以上，可以达到新标准要求。

#### 7.6.6 总大肠菌群数

新标准规定总大肠菌群数指标的排放限值为5000MPN/L。

废水中总大肠菌群数通过生化处理及后续的消毒处理后，一般去除率在99%以上，可以达到新标准的要求。从企业实际排放水平来看，约95%的企业废水中总大肠菌群数 $\leq$ 5000 MPN/L。

#### 7.6.7 单位产品基准排水量

##### 1) 屠宰单位产品基准排水量

为防止屠宰及肉类加工工业废水稀释排放，制定单位产品基准排水量。现行标准中采用吨原料排水量的控制指标，优点在于与原料使用效率挂钩，有利于企业成本节约，也便于各类畜禽屠宰的统一计算，但在使用时需要进行畜禽屠宰和加工量计算，不方便监督管理，因此新标准中设定单位产品的排水量，畜禽屠宰以屠宰数量为基准，肉制品加工以产品产量为基准。

从调研企业的排水量情况来看，畜类屠宰企业的排水量平均排放水平为0.64m<sup>3</sup>/头猪、2.5m<sup>3</sup>/头牛，0.3 m<sup>3</sup>/头羊，禽类屠宰企业的排水量平均为2.75 m<sup>3</sup>/百只。按10头猪（110kg/头）、2头牛（500kg/头）、20头羊（50kg/头）为1吨活屠重计算，猪、牛、羊的吨活屠重的排水量分别约为6 m<sup>3</sup>、5 m<sup>3</sup>、6 m<sup>3</sup>；按500只家禽（2 kg/只）为1吨活屠重计算，家禽的吨活屠重的排水量约为15 m<sup>3</sup>，该排放水平基本与现行标准中的排水量要求接近。此外，根据住建部与国家质检总局联合发布《猪屠宰与分割车间设计规范》（GB 50317-2009）、《牛羊屠宰与分割车间设计规范》（GB 51225-2017）和《禽类屠宰与分割车间设计规范》（GB 51219-2017），猪屠宰与分割的用水标准为0.4~0.6m<sup>3</sup>/头，牛屠宰与分割的用水标准为1~1.4 m<sup>3</sup>/头牛（在实际生产中，企业普遍反映该要求较为严格），羊为0.3~0.4m<sup>3</sup>/头，鸡、鸭、鹅屠宰与分割的用水标准分别为1.5~2.5 m<sup>3</sup>/百只、2~3 m<sup>3</sup>/百只和3~4 m<sup>3</sup>/百只。若排水量按用水量的80%计，猪、牛、羊屠宰与分割的排水量分别为0.32~0.48 m<sup>3</sup>/头、0.8~1.12 m<sup>3</sup>/头、0.24~0.32 m<sup>3</sup>/头；鸡、鸭、鹅屠宰与分割的排水量分别为1.2~2 m<sup>3</sup>/百只、1.6~2.4 m<sup>3</sup>/百只和2.4~3.2 m<sup>3</sup>/百只。综合上述情况，新标准规定畜类屠宰单位产品排水量为0.6 m<sup>3</sup>/头猪，2.5 m<sup>3</sup>/头牛，0.3 m<sup>3</sup>/头羊，禽类屠宰为3.0 m<sup>3</sup>/百只，较欧盟最新的BAT技术排放水平略微宽松。

##### 2) 肉制品单位产品基准排水量

按照《肉制品分类》（GB/T 26604-2011），肉制品分类包括：腌腊、酱卤、熏烧焙烤、干肉、油炸、肠类、火腿、调制肉、其他等9大类。根据《肉制品生产许可证审查细则（2023版）》，肉制品的申证单元为5个：热加工熟肉制品、预制调理肉制品、腌腊肉制品、发酵肉制品和可食用动物肠衣。其中，热加工熟肉制品包括酱卤肉制品、熏烧烤肉制品、热加工肉灌制品（主要为熏煮香肠火腿制品）、油炸肉制品、熟肉干制品等；预制调理肉制品指以畜、禽产品为主要原理，

经分割、修整，添加调味品等经相关工艺加工制作的生制品或不添加其他原料，经热加工制作的生制品。结合各类肉制品的工艺特点和用水排水特征，新标准将肉制品加工分为酱卤肉制品/熟肉干制品、熏烧烤肉制品、熏煮香肠火腿制品、腌腊肉制品、发酵肉制品共 5 类，包括了热加工熟肉制品的主要工艺类型，预制调理肉制品可根据热加工工艺对照执行。

根据全国污染源普查产排污系数研究成果，酱卤肉制品的排水量系数为 21.79~23.52m<sup>3</sup>/吨产品，熏煮制品的排水量系数为 13.35 m<sup>3</sup>/吨产品，目前该两类企业的排水量基本在这一范围内。腌腊肉制品加工的废水主要来自于解冻、洗肉环节以及设备清洗等，解冻、洗肉环节的排水量一般为 2m<sup>3</sup>/t 原料肉，加上设备清洗等用水排水，单位产品排水量约为 9m<sup>3</sup>/吨产品。发酵肉制品、熏烧烤肉制品加工的废水主要来自解冻、洗肉环节以及设备清洗等，吨产品排水量平均约为 10m<sup>3</sup>。综合以上情况，本次修订 5 类肉制品的排水量分别定为：酱卤肉制品/熟肉干制品 20 m<sup>3</sup>/吨产品，熏烧烤肉制品 10 m<sup>3</sup>/吨产品、熏煮香肠火腿制品 13 m<sup>3</sup>/吨产品，腌腊肉制品 9m<sup>3</sup>/吨产品，发酵肉制品 10 m<sup>3</sup>/吨产品。

现行标准中规定“有分割肉、化制等工序的企业，每加工 1 吨原料肉，可增加排水量 2m<sup>3</sup>”，据调研，目前分割肉的排水量约为 0.1~0.2 m<sup>3</sup>/头猪，按 110kg/头猪计，每分割 1t 原料肉的排水量约为 1~2 m<sup>3</sup>，这一排放水平与现行标准的要求基本一致。

据调研，目前两类肠衣加工企业中进行原肠刮制、盐渍的企业排水量平均为 10m<sup>3</sup>/千根；进行分路、量码等成品制造的企业用水量南北方差异较大，北方有的企业每千根的排水量约为 2~3 m<sup>3</sup>，而南方有的企业每千根的排水量约为 8 m<sup>3</sup>。综合以上情况，新标准将刮制、盐渍工序的基准排水量定为 10 m<sup>3</sup>/千根，将量码、分把工序的基准排水量定为 5 m<sup>3</sup>/千根，促进企业减少生产用水及废水排放。

现行标准中规定“加工蛋品的企业，每加工 1 吨蛋品，可增加排水量 5 m<sup>3</sup>”。据调查，蛋品加工企业的废水主要来自于鲜蛋的清洗，以及打蛋、巴氏杀菌等工艺环节的设备清洗水。受市场需求量影响，蛋品加工类型及加工量也存在较大变化，导致蛋品加工企业加工 1 吨鲜蛋的用水量和废水排放量波动较大。据调研，采用自动化设备的蛋品加工企业蛋液、蛋粉、松花蛋、卤蛋等各类蛋制品生产的平均排水量约为 3 m<sup>3</sup>/t 鲜蛋，部分仍采用手工清洁工艺企业，生产循环用水率较低，废水平均排放量约为 4.5 m<sup>3</sup>/t 鲜蛋。综合以上情况，蛋品加工的排水量定为 4 m<sup>3</sup>/t 鲜蛋。

在相关产业政策引导下，各地逐渐采用集中方式处理病死畜禽和病害畜禽，企业内部进行化制处理的病死畜禽的情况将逐渐减少。目前，仍保留化制处理的企业，化制工序的废水量约占屠宰废水量的 1/100，由于排水量极少，修订后标准取消了对化制过程中基准排水量的要求。

#### 7.6.8 间接排放限值

为鼓励和引导屠宰及肉类加工企业采用间接排放的形式进行废水排放管理控制，新标准规定：对于间接排放情形，若通过签订具备法律效力的书面合同，企业与污水集中处理设施约定排至污水集中处理设施的某项水污染物排放浓度限值，则以该限值作为间接排放浓度限值，不再执行标准中提出的间接排放限值。同时要求，对执行协商约定的污染物项目，企业自行监测数据应当及

时共享至生态环境主管部门和污水集中处理设施运营单位。按此要求，可以促进中小企业的纳管排放，有效减少直接污染源，规范屠宰及肉类加工行业的环境管理。

本标准规定的废水的间接排放限值，与《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)及现行标准三级标准的控制水平持平。见表 7-1。

表 7-1 本标准间接排放限值与相关标准限值比较

单位：mg/L，注明的除外

序号	污染物项目	本标准间接排放限值	现行标准三级标准限值	《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)
1	pH 值（无量纲）	6~9	6~8.5	6.5~9.5
2	色度（稀释倍数）	—	—	64
3	悬浮物	400	300 <sup>a</sup> /350 <sup>b</sup> /400 <sup>c</sup>	400
4	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）	300	250 <sup>a</sup> /300 <sup>b,c</sup>	350
5	化学需氧量（COD <sub>Cr</sub> ）	500	500	500
6	氨氮	45	无要求	45
序号	污染物项目	本标准间接排放限值	现行标准三级标准限值	《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)
7	总氮	70	—	70
8	总磷	8	—	8
9	动植物油	60	50 <sup>a</sup> /60 <sup>b,c</sup>	100
10	总大肠菌群数（MPN/L）	—	无要求	—

注：a 禽类屠宰加工，b 肉制品加工，c 畜类屠宰加工

## 7.7 监测要求

本次修订更新了污染物监测分析方法标准，同时明确了企业安装自动监控设备的相关要求。

## 8 本标准与国内外相关标准对比

### 8.1 与国内相关标准的对比

经比较（表 8-1），本标准 COD、氮排放限值与现行标准畜类屠宰和肉制品加工的一级排放限值相当，与国内其他 COD 及氨氮重点控制行业排放标准相比也基本相当。本标准中总氮、总磷的排放限值与其他行业相比相对宽松。

经与地方现行相关标准相比，本标准比现有地方标准宽松。

表 8-1 与国内相关标准总氮、总磷限值比较表

标准名称	COD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)
本标准	70/80	15	30	2
《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)	100	10	—	1.0 (磷酸盐, 以 P 计)
《发酵酒精和白酒工业水污染物排放标准》(GB 27631-2011)	100	15	20	1
《淀粉工业水污染物排放标准》(GB 25461-2010)	100	10	30	1
《制糖工业水污染物排放标准》(GB 21909-2008)	80	10	15	0.5
《制浆造纸工业水污染物排放标准》(GB 3544-2008)	80/90/100	8/12	15 (制浆企业)	0.8
《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287-2012)	80	10	15	0.5

## 8.2 与国外相关标准的对比

本标准与国外相关标准对比如表8-2所示。与欧盟屠宰及肉类加工业BAT技术排放水平相当；与德国排放标准相比，本标准COD限值严格，其他指标相当；与世界银行EHS排放指导值相比，本标准COD严格，总氮宽松，总磷相当；与美国排放限值相比，本标准氨氮宽松，总氮、总磷相当。

表 8-2 本标准与主要国家、地区及国际组织相关标准比较

标准名称		水污染物排放限值 (mg/L, 注明的除外)									
		pH (无量纲)	BOD <sub>5</sub>	COD	SS	氨氮	总氮	总磷	色度 (稀释倍数)	动植物油	总大肠菌群数 (MPN/L)
本标准		6~9	25	70 (禽类屠宰) 80 (其他)	60	15	30	2	50	15	5000
欧盟肉类加工行业BAT			≤20	25~100	4~30		2~25	0.25~2			
德国肉类加工行业排放标准 (随机取样或2h值)			25	110		10	18~25	2			
世界银行EHS肉类加工业排放指南 (24h均值)		6~9	50	250	50		10	2		10	4000
美国联邦法案 40 CFR Part 412 (注: 括号外为日均最大值, 括号内为30天平均值)	畜类屠宰 (B类)	6~9	89 (45)		126 (63)	104 (52)	20.4	1.48		25 (12)	4000
	畜类屠宰及肉制品加工 (D类)	6~9	98 (49)		145 (72)	154 (77)				40 (20)	4000
	单纯肉制品加工 (F+G+H+I类)	6~9	97.8 (49)		118 (59)	8.0 (4.0)				35 (17)	4000
	禽类屠宰及肉制品加工 (K、L类)	6~9	26 (16)		30 (20)	8.0 (4.0)				14	4000
印度屠宰及肉类加工行业排放标准	屠宰厂 (大型)		100		100					10	
	肉制品加工		30		50					10	

## 9 标准实施的环境、经济效益分析

### 9.1 环境效益分析

根据《中国肉类年鉴》中2001~2020年肉类总产量的变化趋势，行业的平均年增长率为1.8%，但2015年以来，我国肉类产量增长趋势有所减缓，按此趋势推算至2025年我国畜禽屠宰量约3.8亿头，肉制品产量约1800万吨，并根据标准限值，推算全面达标后行业主要污染物的排放情况。

执行新标准后，按30%为直接排放，70%为间接排放计，2025年与2015年相比，屠宰和肉类加工业COD和氨氮的排放削减率分别约为16.6%和7%，总磷减排约24%。同时，70%间接排放的废水经城镇污水处理厂处理后，实际排向环境的COD、氨氮及总磷将进一步减少。

### 9.2 经济效益分析

对于现有企业，大多数间接排放企业基本无需进行改造，其余约10%的企业（主要为直排企业）需进一步提升污水处理和排放管理水平，达到直接排放限值的吨水改造投资约1000元，总技术改造投资约1亿元。标准实施后，直排企业吨水运行费用约4元，间接排放约2元，按现有企业30%达到直接排放限值、70%达到间接排放限值计，年运行成本约10.4亿元。

就单个企业而言，1）按年屠宰量10万头的规模以上企业计算，目前平均利润为40~60元/头，年利润约500万元；按废水量160吨/天计，若进行技改，投资约16万元，年运行费用约19.2万元。可见，对于规模以上企业，达到新标准直接排放限值进行技术改造的投资与运行费用可以接受。2）年屠宰量为2万头（约60头/日）的屠宰场年利润（毛利）约为80万~100万，若为代宰加工，年利润约为20万~30万；达到本标准直接排放要求，总投资约需15万元，年运行费用约需5万元。可见，对于规模较小的一般企业达到本标准的投资与运行费用在可接受范围内，对代宰企业需进一步加强环境管理，可采取间接排放的模式进行规范的废水排放。3）规模为2万头/年以下的企业，利润（毛利）约为10万~15万元，可采取间接排放的模式规范处理和排放废水，投资约5万元，年运行费用约1万元，年运行费用约占利润10%。

对于新建企业，建设年生猪屠宰量为50万头以上的屠宰场，采用预处理+厌氧+好氧+消毒处理工艺，吨水投资约5000元，约占整个固定资产投资的10%。