

附件 3

《屠宰与肉类加工工业水污染物排放标准 (征求意见稿)》编制说明

《屠宰与肉类加工工业水污染物排放标准》编制组

2017 年 11 月

项目名称：屠宰与肉类加工工业水污染物排放标准

项目统一编号：486

承担单位：中国环境科学研究院、中国肉类食品综合研究中心、中国
轻工业清洁生产中心

目 录

1	项目背景	18
1.1	任务来源	18
1.2	工作过程	18
2	行业概况	19
2.1	我国屠宰及肉类加工工业发展概况	19
2.2	世界肉类加工业概况	21
3	标准修订的必要性分析	21
3.1	环境保护及行业发展提出了更高的环保要求	21
3.2	行业发展带来的主要环境问题	22
3.3	现行标准存在问题	23
4	行业产排污情况及污染控制技术分析	24
4.1	行业生产工艺及产排污情况分析	24
4.2	行业排污现状	28
4.3	污染防治技术分析	30
5	国外屠宰及肉类加工行业水污染物排放标准	36
5.1	美国	36
5.2	欧盟	37
5.3	德国	38
5.4	日本	39
5.5	世界银行	39
5.6	印度	40
6	标准主要技术内容	40
6.1	标准修订原则	40
6.2	标准名称及适用范围	40
6.3	术语和定义	41
6.4	污染物项目的选择	41
6.5	标准分级分类	41
6.6	污染物排放限值的确定及制定依据	42
6.7	监测要求	45
7	本标准与国内外相关标准对比	45
7.1	与国内相关标准的对比	45
7.2	与国外相关标准的对比	46
8	标准实施的环境、经济效益分析	47
8.1	环境效益分析	47
8.2	经济效益分析	47

《屠宰与肉类加工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

《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20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,环保部下达了修订《肉类加工工业水污染物排放标准》(GB 13457-92)任务,由中国环境科学研究院牵头,中国肉类食品综合研究中心、中国轻工业清洁生产中心协作参与,项目统一编号:486。

1.2 工作过程

接到修订任务后,承担单位立即成立了标准编制组,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《屠宰与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,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。来自有关单位的7位专家组成专家组对标准开题报告及标准草案进行了审阅。专家组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;进一步对单位产品排水量的季节性和地域性差异进行调研;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。

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，以及鲜肉分割、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、禽肉为原料加工成肉制品，以及畜、禽副产品的加工活动。

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。近年来，我国内肉类产量总体呈现增长态势（见图1），近四年均超过8000万吨，2015年为8625万吨。我国肉类产品以猪肉为主，占肉类总产量的60%以上，禽肉产量占总产量的20%左右，此外还包括牛肉、羊肉以及其他杂畜肉，2015年各类产品所占比例见图2¹。我国内肉类产品的结构以生鲜肉类为主，肉制品占比较低。2015年，我国生鲜肉类产量约为7125万吨，占82.6%；肉制品产量约为1500万吨，占17.4%。

目前，我国畜禽屠宰企业及肉制品加工企业共约2.6万家。2015年，全国规模以上畜禽屠宰及肉制品加工企业共约4000家，其中牲畜屠宰企业1360余家，禽类屠宰企业850余家，肉制品及副产品加工企业1810余家。2015年，规模以上生猪定点屠宰企业屠宰量约2.1亿头，规模以上肉类加工企业生产鲜、冷藏肉约3600万吨。

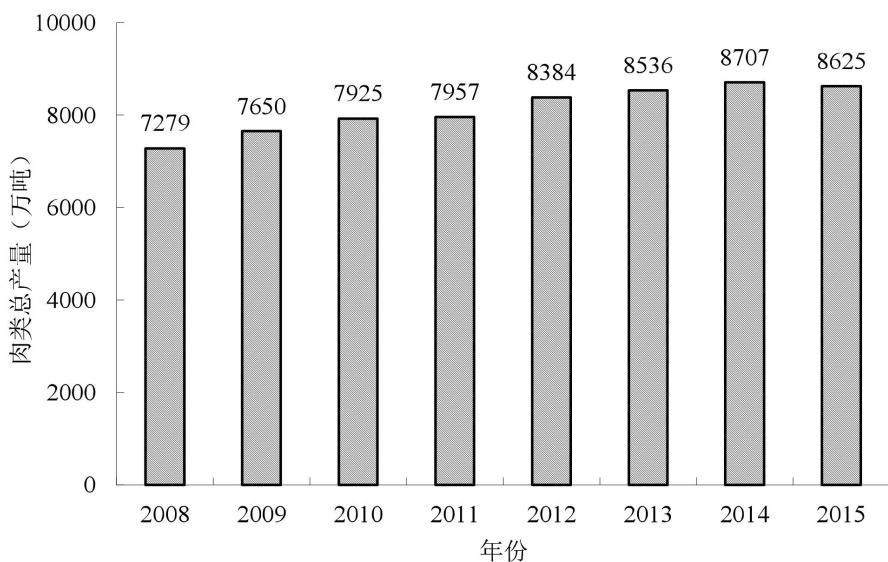


图1 2008年~2015年我国肉类产量

¹ 数据来源：《中国统计年鉴 2016》

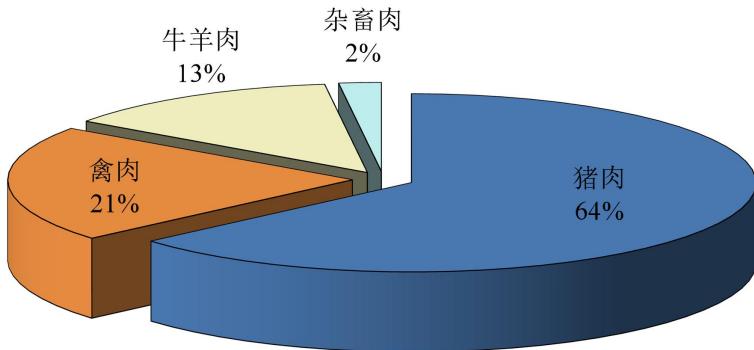


图2 2015年我国各肉类产品产量比例

近年来，屠宰及肉类加工企业的市场销售收入不断增长，企业的经济效益也明显提高。2015年，我国规模以上屠宰及肉类加工企业主营业务收入约12000亿元，利润总额达约580亿元，比2011年分别增长约32%和20%，占所属的农副食品加工业规模以上企业主营业务收入的约18%，占利润总额的17%。在进出口方面，2015年，我国肉类进口268.4万吨，肉类出口45.8万吨，仅占产量的3%，说明我国肉类加工工业以国内消费为主，对外依存度不高。

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，生产经营较为分散。以生猪为例，我国目前生猪屠宰企业共约1.2万家，年实际屠宰能力2万头以上的企业约2900家，仅占约30%，其余约70%都是小微企业。从屠宰量来看，2015年规模以上生猪定点屠宰企业屠宰量约占当年生猪定点屠宰总数的约70%。

(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10%，半机械化屠宰厂(场)约占20%，而手工屠宰厂(场)约占70%。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) 品牌成为强势企业重要战略。目前，大中型屠宰及肉类加工企业数量在行业内占比约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%。中国肉类行业中居前位的三家企业双汇、金锣、雨润，年生猪屠宰加工量3000多万头，占全国出栏生猪量的5%，其肉制品加工量合计200万吨，占全国肉类总产量2.3%，占全国肉制品工业加工量13%。

2.1.3 行业发展方向

2015年8月，国务院办公厅发布了《关于加快转变农业发展方式的意见》(国办发〔2015〕59号)，其中第十条要求“加大标准化生猪屠宰体系建设力度，支持屠宰加工企业一体化经营”。

2016年2月，国务院令第666号公布《生猪屠宰管理条例》(修订稿)，其中第八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）有经考核合格的肉品品质检验人员；（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；（七）依法取得动物防疫条件合格证。

2016年4月，农业部印发《全国生猪生产发展规划（2016—2020年）》，规划到2020年规模企业屠宰量占比提高到75%，同时要加强生猪屠宰管理，以集中屠宰、品牌经营、冷链流通、冷鲜上市为主攻方向，提高生猪屠宰现代化水平。

由此可见，屠宰与肉类加工工业未来将在规范管理、淘汰落后产能、提高产业集中度等方面进一步发展。

2.2 世界肉类加工业概况

从世界总的发展状况看，过去10年，肉类产量增长了约20%。根据联合国粮农组织（FAO）公布的数据，中国肉类产量从1990年以来已连续稳居世界第一。2015年世界肉类总产量3.21亿吨，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，目前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、俄罗斯和德国内肉类总产量的10倍。

世界肉类总产量的构成来看，2013年猪肉产量约占总产量的36%，鸡肉占总产量的31%，牛肉占总产量的25%，此外还包括羊肉、火鸡肉、鸭肉、鹅肉、兔肉、马肉、骆驼肉、驴肉、骡肉等其他产量较少的肉类。

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，目前美国约有生猪屠宰厂900个，前5名的屠宰加工企业加工的猪肉量占总量的71%；2005年前10大公司屠宰加工能力占全国的82.8%。

鉴于食品安全与管理的需求，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。1998年，欧盟15个成员国的屠宰量约为1.4亿多头牛（约2.8亿多头猪，其他牲畜等均按一定标准折算为牛的数量），比1987年增长了约12%。在欧盟国家中，德国的畜禽屠宰量最大，占到欧盟的18%。在企业规模上，行业集中度不断加强，欧盟的前4大牛屠宰企业的屠宰量占到了整个欧盟的11%，平均每家企业的年屠宰量为60万头牛；猪的屠宰主要集中在丹麦，其前2大猪屠宰企业的屠宰量占到了整个欧盟的8%，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14%。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/min。

3 标准修订的必要性分析

3.1 环境保护及行业发展提出了更高的环保要求

2015年4月，国务院发布了《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号）（以下简称“水

十条”），提出要对“造纸、焦化、氮肥、有色金属、印染、农副食品加工、原料药制造、制革、农药、电镀”等十大重点行业进行专项整治，并提出要完善标准体系，“健全重点行业水污染物特别排放限值”，“深化污染物排放总量控制”，“选择对水环境质量有突出影响的总氮、总磷、重金属等污染物，研究纳入流域、区域污染物排放总量控制约束性指标体系”。

《“十三五”生态环境保护规划》提出了主要污染物排放总量显著减少，化学需氧量和氨氮排放减少10%的约束性指标。节约能源、降低能耗，减少污染物排放，是转变发展思路、创新发展模式、提高发展质量、加快经济结构调整、彻底转变经济增长方式的重要途径。

在国家发改委出台的《产业结构调整指导目录（2011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、敞开式生猪烫毛机等生猪屠宰设备，猪、牛、羊、禽手工屠宰工艺。同时，“水十条”要求：自2015年起，各地要依据部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导、产业结构调整指导目录及相关行业污染物排放标准，结合水质改善要求及产业发展情况，制定并实施分年度的落后产能淘汰方案。

3.2 行业发展带来的主要环境问题

国内屠宰及肉类加工行业快速发展的同时，也给环境带来了一定影响。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，排放量大，如果直接排入地表水体，对水体影响比较严重。

根据《2016年中国环境统计年鉴》和《2015年环境统计年报》，2015年，农副食品加工业废水排放量13.9亿吨，占全国工业废水排放量7.0%，居工业行业第5位；COD排放40.1万吨，占比13.7%，居工业行业第1位；氨氮排放1.8万吨，占比8.3%，居工业行业第2位。屠宰及肉类加工业是农副食品加工业的主要污染来源之一。据统计，2015年屠宰及肉类加工业废水排放量约4.6亿吨，约占农副食品加工业废水排放量的33.3%；COD排放量约11万吨，约占农副食品加工业COD排放量的27.4%，氨氮排放量约0.8万吨，约占农副食品加工业氨氮排放量的44.4%。此外，屠宰及肉类加工业的总磷排放量约为0.18万吨，约占农副食品加工业总磷排放量的53.4%。

表1 2015年屠宰及肉类加工工业废水排放情况

分类	屠宰及肉类加工	农副食品加工	全国工业
废水排放量（亿吨）	4.6	13.9	199.5
占农副食品加工业比例	33.3%	-	-
占全国工业比例	2.3%	7.0%	-
COD排放量（万吨）	11	40.1	293.5
占农副食品加工业比例	27.4%	-	-
占全国工业比例	3.7%	13.7%	-
氨氮排放量（万吨）	0.8	1.8	21.7
占农副食品加工业比例	44.4%	-	-

占全国工业比例	3.7%	8.3%	-
---------	------	------	---

3.3 现行标准存在问题

3.3.1 污染物项目需要进一步补充完善

现有标准污染物指标体系中没有考虑总氮、总磷两项营养盐污染物指标，而这两种营养盐类污染物质却是导致水体富营养化事件频发的主要污染物。为了降低屠宰及肉类加工废水对于水环境的污染程度，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。

此外，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。另外，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也容易变黑，所以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，因此有必要增加色度指标。

3.3.2 污染物排放控制水平有待进一步提高

根据《“十三五”生态环境保护规划》，要求 2020 年 COD 和氨氮的排放量比“十二五”末需进一步降低 10%，前已述及，屠宰与肉类加工业是我国农副食品加工业污染的主要来源之一，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。根据目前屠宰与肉类加工业的废水治理技术发展情况及排污现状情况分析，行业有能力进一步提高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。

3.3.3 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。

3.3.4 标准实施的监测要求需进一步完善更新

近年，环保部新发布了多项的环境监测分析方法标准，须对现有标准引用的污染物项目监测分析方法进行更新。

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

各种屠宰及肉制品加工工艺流程图如下：

(一) 生猪屠宰工艺流程

生猪屠宰前在待宰间休息，断食 12~24 小时，以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以消除猪体表的污物，减少在加工过程中的污染，喷水水温为 20℃，保证放血效果。

清洗完毕后首先将猪致晕（可采用电击晕法或 CO₂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用铁链子将猪腿拴住，尽快放血。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。放完血的猪体经冲洗后进入浸烫脱毛工序，控制烫毛时间及温度，烫完毛后进行机械脱毛，猪胴体表面的脱毛率要达到 100%。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，取出内脏的胴体经冲洗、旋毛虫检验，去头、蹄、尾等部位，用圆盘电锯沿脊椎骨中央将胴体分成两半，取出骨髓，并将半片胴体立即用水冲洗，再进行脂肪、肌肉、胸腔等色泽检验、分级、称重后立即运往排酸间，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。

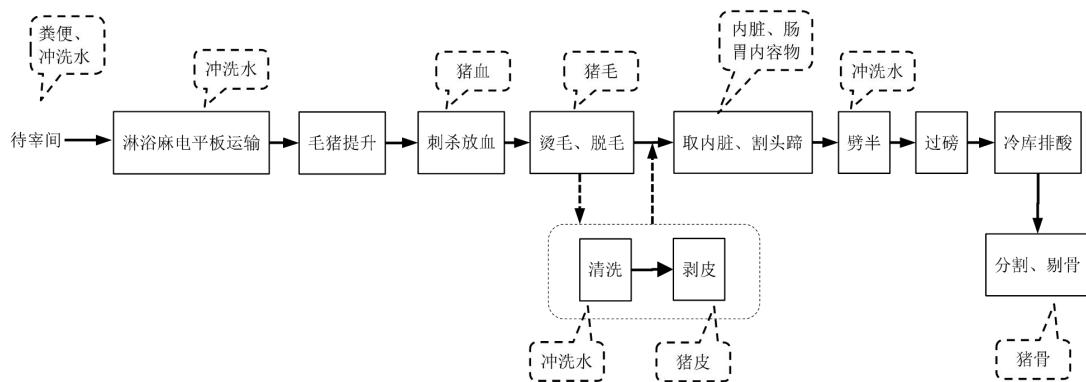


图3 生猪屠宰生产工艺及产污流程图

(二) 牛羊屠宰工艺流程

活牛羊在宰前处理和宰前检验后淋洗干净，宰杀、放血，沥血时间牛不少于 5min、羊不少于 3min。然后预剥皮，割去头及前后蹄，留下背部的皮由扯皮机扯下。而后开膛、取出内脏，进行必要的修整和冲淋。再对胴体、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℃ 的冷却间内冷却、排酸 20 小时后，其中心温度达到 7℃ 时即可在室温为 8~10℃ 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。

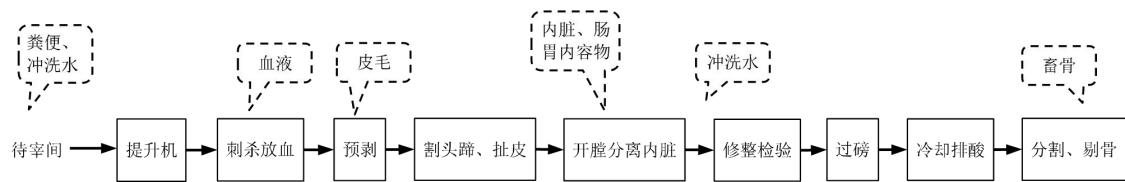


图4 牛、羊屠宰生产工艺及产污流程图

(三) 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。轻抓轻挂，将禽的双腿同时挂在挂钩上，麻电致晕，刺杀、放血，沥血时间约3~5min。浸烫、脱毛，冲洗禽屠宰，不得有粪污。然后去嗉囊、摘取内脏，再对胴体、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。

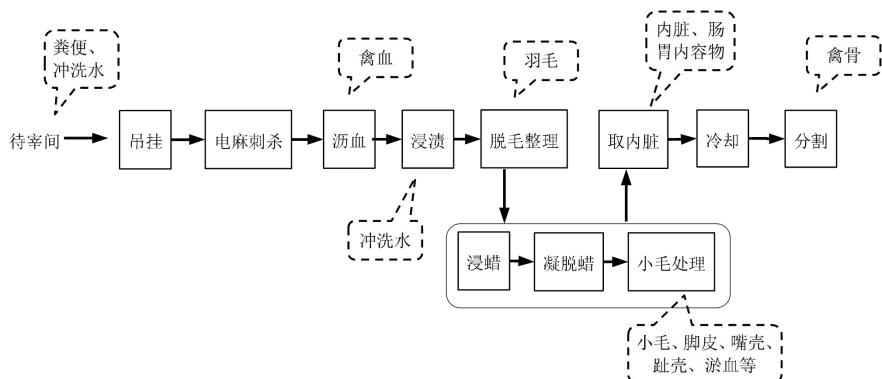


图5 禽类屠宰生产工艺及产污流程图

(四) 熏煮香肠火腿制品工艺流程

(1) 原料处理：主要包括解冻、剃骨、分割、修整、绞肉等预处理工序，该工艺过程会产生一定量的固体废弃物和废水。

(2) 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。

(3) 搅拌：使各种原料充分混合。

(4) 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。

(5) 灌制：利用动物天然肠衣或人工合成肠衣对肉馅进行灌装。

(6) 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，该过程会产生一定量的熏烟废气及燃料固体残渣。

(7) 冷却：蒸煮香肠的冷却主要是针对低温蒸煮香肠，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。

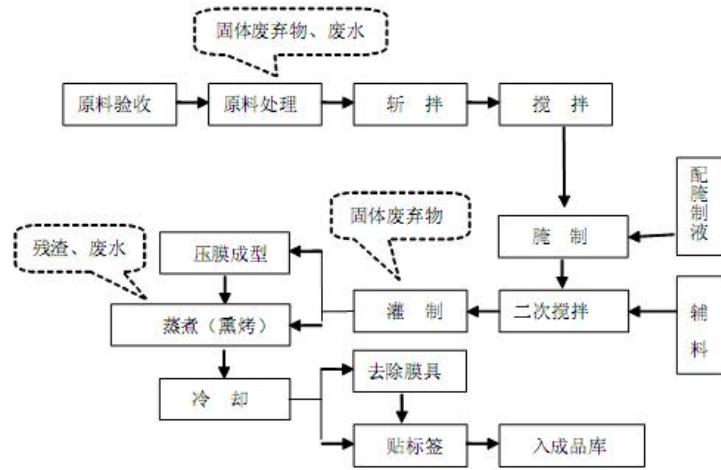


图6 熏煮香肠火腿制品工艺及产污流程图

(五) 酱卤肉制品工艺流程

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 包装: 用包装材料对肉制品进行包装、塑封, 同时进行灭菌。保证产品的完整性, 避免在运输销售途中的物理、化学和微生物的污染及损害。

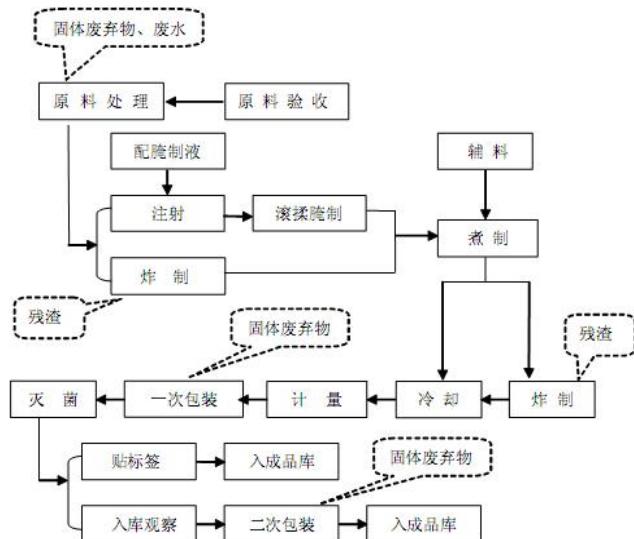


图7 酱卤肉制品工艺及产污流程图

(六) 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。废水的主要产生环节为原料肉的解冻及车间冲洗等。

(七) 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。废水的主要产生环节为原料肉的解冻及车间冲洗等。

（八）蛋品加工工艺流程

蛋品加工包括生产清洁蛋、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。废水的主要产生环节为鲜蛋的清洗及车间冲洗等。

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。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。屠宰厂废水的主要来源如表2所示。

表2 屠宰厂废水来源及污染物情况分析

污水排放节点	项目	内容
宰前准备	污水来源	车辆冲洗、待宰圈冲洗、生猪清洗工序
	主要污染物	动物粪便等有机废物，毛（羽）、泥沙等固体悬浮物
	污染物特征指标	COD、BOD、SS、pH、氨氮、动植物油
	污水和污染负荷	污水总排放量占屠宰污水总排放量的 8.5%左右，污染负荷约占总排放量的 5%
屠宰车间	污水来源	放血、脱毛、开膛净膛、劈半、副产品整理等工序，设备冲洗、地面冲洗
	主要污染物	血液、粪便、毛皮、内脏杂物、碎肉等
	污染物特征指标	COD、BOD、SS、pH、氨氮、总磷、动植物油
	污水和污染负荷	污水总排放量占屠宰污水总排放量的 80%以上，污染负荷约占总排放量的 85%
辅助及公用设施	污水来源	循环冷却水、锅炉废水
	主要污染物	水质本身物质
	污染物特征指标	COD、BOD、SS、pH
	污水和污染负荷	锅炉废水回用、补充部分冷却水消耗
办公及生活设施	污水来源	生活污水
	主要污染物	洗涤剂、食物残渣、粪便等
	污染物特征指标	COD、BOD、SS、pH、氨氮、动植物油
	污水和污染负荷	污水总排放量占屠宰污水总排放量的 4%

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BOD₅在500~1000mg/L，COD一般在1500~2000mg/L；另外，废水的色度高，约在500倍，外观呈暗红色。屠宰及肉类加工废

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800~2000 mg/L，氨氮浓度一般在25~70 mg/L。

废水量方面，屠宰及肉类加工业有以下几个特点：第一，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，每屠宰一头猪的废水量也有所差异，目前大多数屠宰场每头猪的排水量一般在0.5~1.0m³，屠宰1头牛排水量一般在1.0~1.5m³，屠宰1头羊的排水量一般在0.2~0.5m³，禽类屠宰场的排水量一般为1~6 m³/百只。单独肉类加工企业的排水量一般为5.8m³/吨原料肉，若有分割肉、化制等工序的企业，排水量一般为7.8 m³/吨原料肉。第二，由于屠宰企业的生产一般是非连续性的，每日只有一批或两批生产，所以废水量在一日之中变化较大，最大时流量与最小时流量之比可能超过3: 1。

4.2 行业排污现状

标准编制组通过各种形式共调研了解了98家屠宰及肉类加工企业的废水排放情况，其中畜类屠宰企业（包括屠宰+肉制品加工企业）68家，禽类屠宰企业13家，肉制品加工企业13家。在所调研的畜类屠宰企业中，年屠宰规模在15万头及以下的企业占26.5%（18个），15万~50万头的企业占30.9%（21个），50~100万头的企业占19.1%（13个），100万头及以上的企业占23.5%（16个）。由此可见，本次调研的企业以大中型企业为主，符合产业政策导向，基本反映了我国大中型屠宰及肉类加工企业的废水排放和治理情况。

经过对所调研企业废水排放特征统计分析，从COD和氨氮两个主要污染物的平均排放浓度来看（表3、表4），屠宰及肉类加工企业的整体排放水平均好于现行标准的要求，但仍有个别企业存在超标情况。

表3 屠宰及肉类加工企业废水 COD 排放情况

统计项目	畜类屠宰	禽类屠宰	肉制品加工
平均排放浓度 (mg/L)	70.1 (现行标准一级: 80)	61.2 (现行标准一级: 70)	60.6 (现行标准一级: 80)
最大值 (mg/L)	132	101.6	162.3
最小值 (mg/L)	20	30	21.3

表4 屠宰及肉类加工企业废水氨氮排放情况

统计项目	畜类屠宰	禽类屠宰	肉制品加工
平均排放浓度 (mg/L)	13.9 (现行标准一级: 15)	8.8 (现行标准一级: 15)	7.8 (现行标准一级: 15)
最大值 (mg/L)	54	15	15
最小值 (mg/L)	0.363	3	2

对排放数据进行累积分布分析（表5、表6、表7）。畜类屠宰企业中有约63%的企业COD排放浓度能满足现行标准（80mg/L）的要求，有约25%的企业COD排放浓度低于60mg/L。禽类屠宰企业中有约77%的企业COD排放浓度能满足现行标准（70mg/L）的要求，有约46%的企业COD

排放浓度低于60mg/L。肉制品加工企业中有约85%的企业COD排放浓度能满足现行标准(80mg/L)的要求,有约61%的企业COD排放浓度水平低于60mg/L。

表5 畜类屠宰企业废水 COD 排放情况

排放浓度 (mg/L)	≤50	50~60	60~70	70~80	80~100	≥100
比例	19.1%	5.9%	16.1%	22%	22%	14.9%
累积比例	19.1%	25%	41.1%	63.1%	85.1%	100%

表6 禽类屠宰企业废水 COD 排放情况

排放浓度 (mg/L)	≤50	50~60	60~70	≥70
比例	7.7%	38.5%	30.7%	23.1%
累积比例	7.7%	46.2%	76.9%	100%

表7 肉制品加工企业废水 COD 排放情况

排放浓度 (mg/L)	≤50	50~60	60~70	70~80	≥80
比例	23.1%	38.5%	7.7%	15.4	15.3%
累积比例	23.1%	61.6%	69.3%	84.7%	100%

2015年国控重点污染源中共有31家屠宰及肉类加工企业,其中直排企业17家。对这17家企业2015年全年的废水排放自动监测数据进行统计,结果如表8所示。统计结果显示,17家企业COD日均值的中位数均能满足现行标准一级标准(80mg/L)的要求,有13家企业COD日均值90%分位数达到现行标准一级标准的要求,有10家企业COD日均值95%分位数达到现行标准一级标准的要求。17家企业中,15家企业氨氮日均值的中位数达到现行标准一级标准(15mg/L)的要求,12家企业氨氮日均值的90%和95%分位数能达到现行标准一级标准的要求。

表8 17家国控重点屠宰及肉类加工企业2015年废水排放情况

序号	企业类型	COD 排放浓度 (mg/L)			氨氮排放浓度 (mg/L)		
		中位数	90%分位数	95%分位数	中位数	90%分位数	95%分位数
1	屠宰及肉类加工	33.6	50.7	52.4	2.9	9.7	11.6
2	肉制品及副产品加工	25.2	59.5	68.1	5.5	10.6	11.5
3	屠宰及肉类加工	43.7	52.4	54.2	7.8	11.7	12.4
4	畜禽屠宰	64.3	76.4	80.3	1.4	4.5	7.9
5	屠宰及肉类加工	72.4	112.4	128.6	—	—	—
6	肉制品及副产品加工	56.1	88.0	99.9	23.7	37.5	39.8
7	肉制品及副产品加工	19.5	33.2	37.9	—	—	—
8	畜禽屠宰	21.2	70.4	131.0	38.0	46.0	46.8
9	畜禽屠宰	16.8	24.1	26.6	.6	5.3	6.4
10	畜禽屠宰	39.7	40.6	40.8	4.6	5.0	5.1
11	肉制品及副产品加工	19.4	35.1	39.8	.5	2.4	4.1
12	畜禽屠宰	56.3	64.4	66.2	10.8	11.5	11.7

13	肉制品及副产品加工	32.6	65.2	88.0	1.3	5.8	9.6
14	畜禽屠宰	47.1	84.9	95.6	8.0	30.0	36.2
15	肉制品及副产品加工	29.3	59.8	71.2	7.2	15.9	17.1
16	畜禽屠宰	64.7	98.2	105.6	11.3	25.6	30.5
17	畜禽屠宰	40.0	43.4	46.2	4.2	5.3	5.6

经调研,我国目前大部分小型屠宰点的废水经过三级化粪池处理(有的再经湿地处理)后排放,达标排放难度较大;有的则是经过化粪池处理后进行农田灌溉,执行《农田灌溉水质标准》(GB 5084)的有关要求。此外,我国约有30%的屠宰企业为间接排放,经预处理后进入市政污水管网排到城镇污水处理厂进行处理。

4.3 污染防治技术分析

4.3.1 清洁生产技术

根据工业和信息化部《关于印发聚氯乙烯等17个重点行业清洁生产技术推行方案的通知》(工信部节〔2010〕104号),肉类加工行业清洁生产技术推行方案中给出了七项清洁生产示范技术,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,有效解决污物对肉品的二次污染,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。

适用于畜禽屠宰企业,能够减少水污染物排放量。该设备的应用,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,以锅炉高温蒸气作为热源,通过降压、调温转化为低温水蒸气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%。

适用于肉制品加工企业,能够节约水资源消耗,减少废水排放量。该设备的应用,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,节约废水处理费用,降低对企业周围环境的污染程度,提高企业竞争力,为企业的可持续发展奠定良好的基础。

(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。

适用于生猪屠宰企业,能够节约水资源消耗,减少废水排放量。该设备的应用,可节约生产

用水1100kg/吨（活屠重），降低生产成本，减少废水排放，节约废水处理费用，可为企业带来显著的经济效益。

（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、合理以达到减少能耗，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，能够降低能源消耗。该技术的应用，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）畜禽骨深加工新技术

该技术提出畜禽骨加工“吃光用尽”的设想，做到零排放，即全价利用。工艺设备的改进包括，提高出品率，降低能耗，避免食品污染，主要为骨蒸煮提取罐和浓缩机组的改进。该技术可将设备投资减少40%，节约能耗35%以上，节约水资源45%以上，大大降低了能耗，缩短了生产周期，有效避免畜禽骨作为屠宰固废排入环境。

适用于畜禽屠宰企业，能够降低能源消耗，提高畜禽骨综合利用率，减少固体废物排放。该技术的应用，可降低设备投资、节约资源能源消耗，每加工1吨骨节水1.5吨、节电11kwh，为企业带来显著的经济效益，同时该技术的推广可大大提高畜禽骨的回收和综合利用率，减少畜禽骨排入环境后引起的污染，具有显著的环境效益和社会效益。

4.3.2 末端治理技术

屠宰与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%。好氧生化段由于接触氧化运行稳定便于管理，SBR类工艺运行灵活，对氮、磷去除效果好（尤其是对高浓度氨氮废水），因此，目前国内以接触氧化和SBR为主，据统计，接触氧化占45%，SBR占40%，其他占15%。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，易导致总氮浓度升高。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。

4.3.3 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 $1600\text{m}^3/\text{d}$, 生活污水排放量 $60\text{m}^3/\text{d}$, 设计处理能力 $2000\text{m}^3/\text{d}$ 。采用 UASB+CASS+BAF 废水处理工艺, 工艺流程如图 8 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), 运行费用(不含设备折旧费) $1.163 \text{ 元}/\text{m}^3$ 废水。污水处理设施运行效果如表 9 所示。

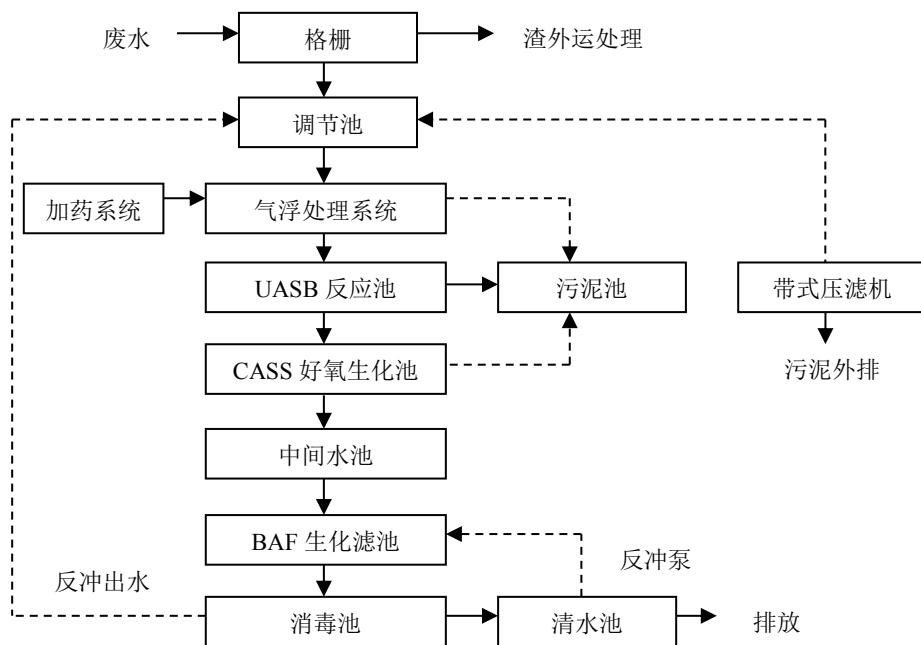


图8 UASB+CASS+BAF 废水处理工艺流程图

表9 污染物去除效果

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

(2) 案例二

某定点屠宰场屠宰量为 1000 头/天, 外排污水量 $500\text{m}^3/\text{d}$ 。采用水解酸化+涡凹气浮+SBR 处理工艺, 工艺流程如图 9 所示。污水处理系统总投资 63.43 万元, 运行费用 $0.424 \text{ 元}/\text{m}^3$ 废水。污水处理设施运行效果如表 10 所示。

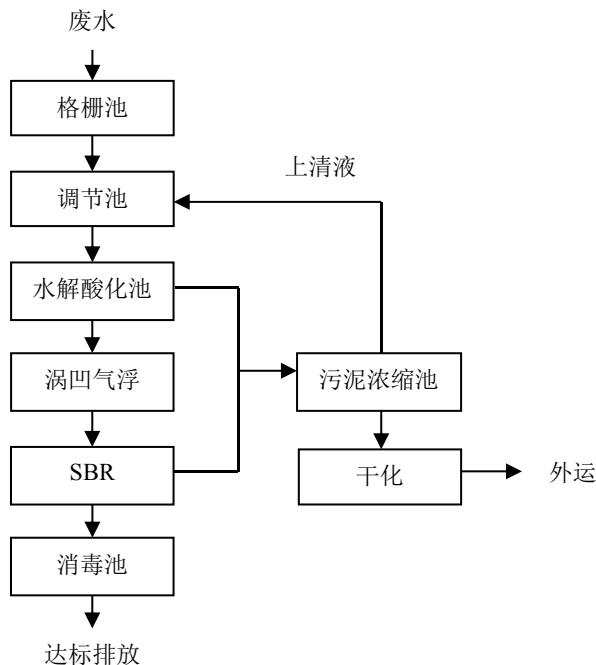


图9 企业废水处理工艺流程图

表10 废水进出水水质

序号	污染物项目 (mg/L)	进水水质	出水水质
1	SS	760	52
2	CODcr	1755	80
3	BOD ₅	927	18.6
4	氨氮	43.35	3.67
5	动植物油	42	13
6	pH (无量纲)	7.13	7.12
7	总大肠菌群数 (个/L)	390000	5800

(3) 案例三

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 m³/d。采用廊道式生物处理设备，工艺流程图见图 10，建筑面积约为 1030 m²，设计能力为 1500 m³/d。整套设备投资 400 万元，运行成本约为 0.46 元/ m³ 废水。废水处理设施运行效果如表 11 所示。

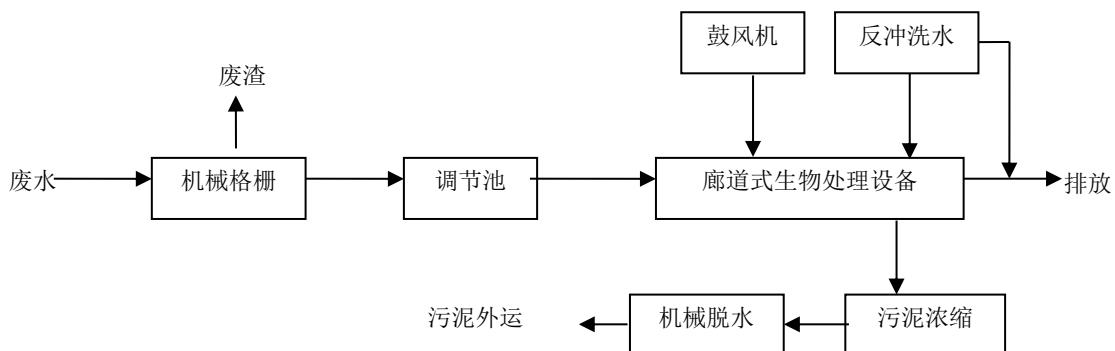


图10 廊道式生物处理技术工艺流程简图

表11 废水处理效果

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

(4) 案例四

某屠宰公司的屠宰废水主要来自宰前饲养场排放的畜粪冲洗水；屠宰车间排放的含血污和畜粪的地面冲洗水；烫毛时排放的含大量猪毛的高温水；剖解车间排放的含肠胃内容物的废水；肥膘车间排放的油脂废水等。此外，还有来自冷冻机房的冷却水和来自车间卫生设备、锅炉、办公楼等排放的生活污水。采用 ABR-DAT-IAT (折流式厌氧反应器—需氧池—间歇曝气池) 串联工艺，工艺流程如图 11 所示。

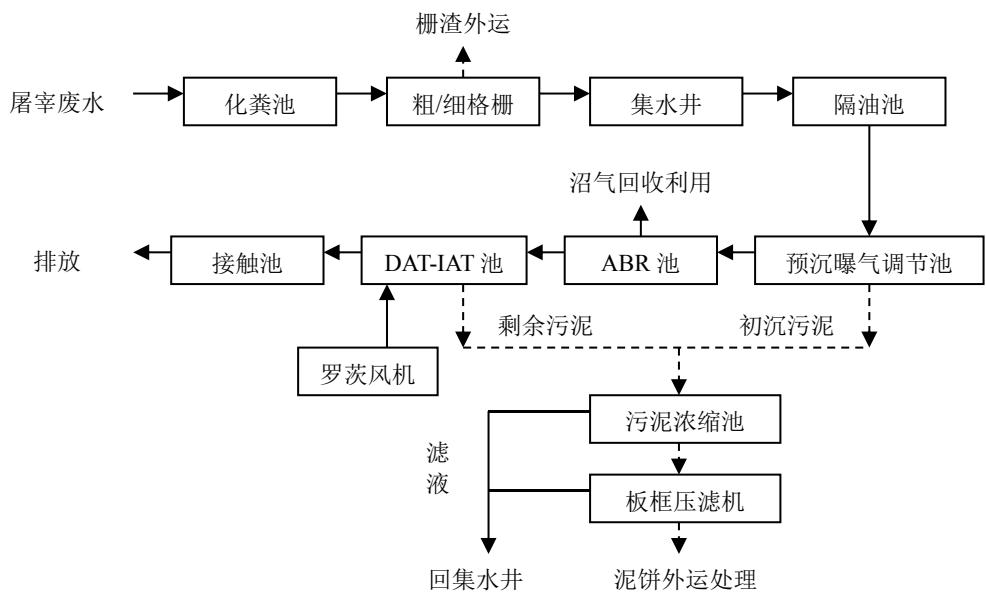


图11 屠宰废水处理工艺流程图

污水处理设施运行效果如表 12 所示。设计处理能力 1000m³/d，总投资 146 万元，运行费用（不含设备折旧费）0.788 元/m³ 废水。

表12 污染物去除效果

污染物项目 (mg/L)	进水	隔油池	预沉曝气调节池	ABR 池	DAT-IAT 池	总去除率%
COD _{Cr}	2200	2090	1672	836	66.88	96.96
BOD ₅	850	799	680	374	18.7	97.8
SS	1000	600	240	168	58	94.2
动植物油	65	13			7.8	88
氨氮	15			6	1.2	92

(5) 案例五

某禽类屠宰加工企业年加工肉鸡 1000 万只。废水主要来源于屠宰车间，最大排放量 $1350\text{m}^3/\text{d}$ 。废水处理采用厌氧水解酸化+生物接触氧化工艺，设计处理能力 $1500\text{m}^3/\text{d}$ 。工艺流程如图 12 所示。

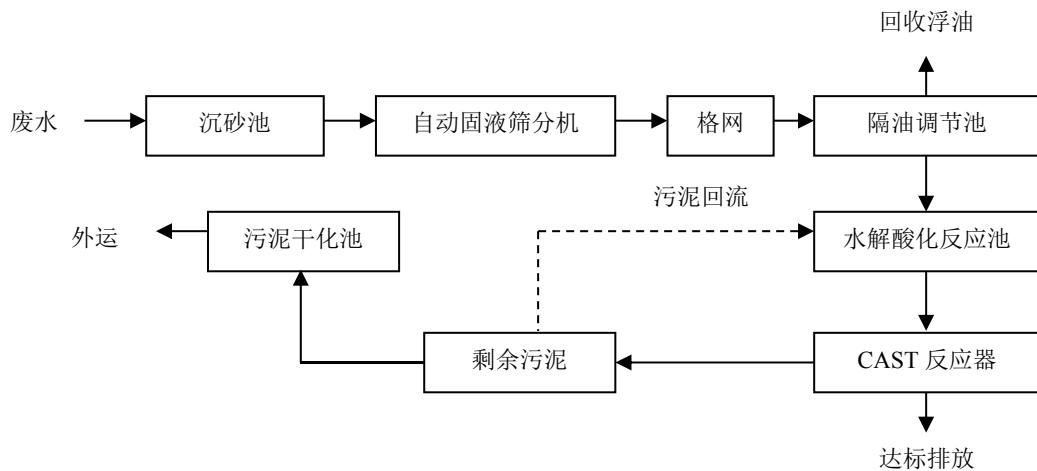


图12 禽类屠宰废水处理工艺流程图

污水处理工程总投资 140 万元，运行费用（不含设备折旧费） $0.35 \text{ 元}/\text{m}^3$ 废水。污水处理设施运行效果如表 13 所示。

表13 污染物去除效果

序号	污染物项目 (mg/L)	处理前	处理后
1	COD	1647	65
2	BOD ₅	764	10
3	氨氮	11.4	0.36
4	SS	752	30
5	动植物油	37.7	0.42
6	pH (无量纲)	7.66	7.63
7	总大肠菌群 (个/L)	330000	4100

(6) 案例六

某肉类加工企业废水来源于生产废水和生活污水，污水排放量 $700\text{m}^3/\text{d}$ 。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。工艺流程如图 13 所示。

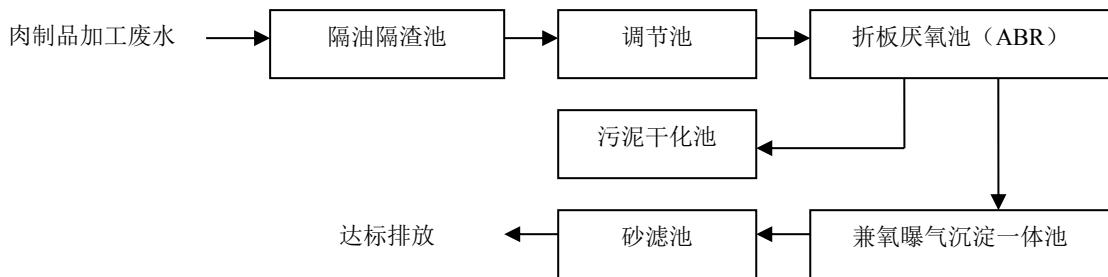


图13 肉类加工废水处理工艺流程图

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^3 废水。污水处理设施运行效果如表 14 所示。

表14 污染物去除效果

序号	污染物项目 (mg/L)	处理前	处理后
1	COD	550~600	77
2	BOD ₅	200~250	15
3	氨氮	25~35	2.5
4	SS	350~400	35
5	动植物油	50	2.2

5 国外屠宰及肉类加工行业水污染物排放标准

5.1 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 年又进行了修订, 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 15 所示。

表15 美国肉类加工行业废水排放限值

分类及工艺	BOD ₅		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
A: 简易屠宰厂 (kg/吨活屠重): 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: 复杂屠宰厂 (kg/吨活屠重): 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)								
C: 小型屠宰及肉制品加工厂 (kg/吨活屠重): 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)								
D: 大型屠宰及肉制品加工厂 (kg/吨活屠重): 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)								
E: 小型肉制品加工厂 (kg/吨产品): 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 ^a (mg/L)	4.0 ^a (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 ^a (mg/L)	4.0 ^a (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 ^a (mg/L)	4.0 ^a (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 ^a (mg/L)	4.0 ^a (mg/L)
J: 化制动物油等^b (kg/吨原料): 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 ^a	0.07 ^a
新源及现有源 (BCT)	0.18	0.09	0.22	0.11	0.10	0.05	—	—
K: 禽类屠宰及初级加工 (mg/L): 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	4.0
							总氮: 147	总氮: 103
L: 禽类肉制品深加工 (mg/L): 指深加工量大于 700 万磅肉制产品的工厂。								
现有源 (BPT) 及新源	26	16	30	20	14	8.0	8.0	4.0
BAT							8.0	4.0
							总氮: 147	总氮: 103
其他排放要求:								
pH 值	6.0~9.0							
粪大肠杆菌	400mpn/mL							

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 BOD₅ 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。

5.2 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。在该文件中，列举了欧盟国家通过实施 BAT 技术所能达到的排放水平，如表 16 所示。

表16 欧盟屠宰及肉类加工业采用 BAT 技术水污染物排放水平

项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	总氮	总磷
排放浓度 (mg/L)	25~125	10~40	5~60	15~40	2~5

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 17、18 所示。

表17 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 ₅	3460	3.1	1	8
COD	5040	65.4	35	125
NH ₄ -N	900	10.0	0.3	29
NO ₃ -N	—	2.4	0.3	7.7
NO ₂ -N	—	1.8	0.7	4
总磷	—	1.8	0.3	4.3

表18 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 ₅	2020	7
COD	—	47
氨氮	—	3.7
总氮	—	11
总磷	18	0.8

在废水量方面，BREF 文件中显示，欧盟国家牛屠宰工厂排水量在 1.6~9m³/吨活屠重（约 0.6~3.6 m³/头），猪屠宰厂排水量在 1.6~6 m³/吨活屠重（约 0.2~0.6 m³/头），禽类屠宰厂排水量在 5~67.4 m³/吨活屠重（约 3~30 m³/百只）。

5.3 德国

德国内肉类加工行业污水排放标准限值如表 19 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 BOD₅ 的负荷大于 10kg/周。

表19 德国内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 ₅	25

COD	110
氨氮	10
总氮	18~25
总磷	2

5.4 日本

日本对工业行业实行统一的国家污染物排放标准，排放限值如表 20 所示。同时，地方可制订更加严格的排放标准，例如日本琵琶湖流域的排放标准要求废水量大于 $1000\text{m}^3/\text{d}$ 的新建企事业单位，废水 BOD_5 需达到 15mg/L ，COD 需达到 20mg/L 。

表20 日本水污染物统一排放浓度

污染物项目	最高允许浓度 (mg/L)	日平均浓度 (mg/L)
BOD_5	160	120
COD	160	120
TKN	120	60
TP	16	8
SS	200	150
大肠菌群数	—	3×10^6 个/L

5.5 世界银行

世界银行 2007 年 4 月 30 日发布了《环境、健康与安全指南》(Environmental, Health and Safety Guidelines, 简称《EHS 指南》)，《EHS 指南》是技术参考文件，分为通用指南和行业指南，它所规定的指标和措施是通常认为在新设施中采用成本合理的现有技术就能实现的指标和措施。

《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》涵盖了鸡的加工的相关信息，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指南，具体数值见表 21。

表21 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_5	50
COD	250
总氮	10
总磷	2
油和油脂	10

总悬浮固体物	50
增温	<3℃
总大肠菌群数	400 MPN/100mL
活性组织/抗生素	根据具体情况确定

5.6 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 22。

表22 印度屠宰及肉制品加工业废水排放标准

分 类		BOD (3 天, 27℃) (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 标准主要技术内容

6.1 标准修订原则

标准修订遵循以下原则：

- (1) 保护生态环境和人体健康；
- (2) 满足排污许可等环境管理制度的要求；
- (3) 力求使标准做到科学合理，具有可操作性；
- (4) 与我国现行有关的环境法律法规、标准协调配套；
- (5) 促进屠宰及肉类加工业产业和产品结构调整。

6.2 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“屠宰与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 4754-2011) 中的行业分类名称一致。

本标准适用于屠宰与肉类加工企业或生产设施的水污染物排放管理。屠宰包括畜类屠宰和禽类屠宰，肉类加工主要指以各种畜、禽肉为原料加工成熟肉制品，以及畜、禽副产品的加工活动。同时，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。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。

6.3 术语和定义

新标准共有术语定义 9 项。本次修订增加了“屠宰及肉类加工工业”、“现有企业”、“新建企业”、“排水量”、“单位产品基准排水量”、“公共污水处理系统”、“直接排放”、“间接排放”8 项术语定义，保留了“原料肉”1 项术语。其中“屠宰及肉类加工工业”的定义主要根据《国民经济行业分类》(GB/T 4754-2011) 的表述而确定，其余新增术语定义与其他标准一致。

同时，本次修订删去了现行标准中的“活屠重”1 项术语。现行标准中该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“ $m^3/头$ ”、“ $m^3/百只$ ”，不再使用该术语，因而删去。

6.4 污染物项目的选择

现行标准控制项目包括悬浮物、 BOD_5 、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，本标准修订过程中增加了色度指标。

近年来，总磷逐渐成为重点湖库、长江经济带地表水首要污染物，无机氮、磷酸盐成为近岸海域海水首要污染物，部分地区氮磷污染上升为水污染防治的主要矛盾，成为影响流域水质改善的突出瓶颈。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、总磷两项控制指标。

6.5 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不具显著性差别，因此不再区分企业类别，制定统一排放限值。同时，根据《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》(国家环保总局公告2007年第17号) 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，也不再区分现有企业和新建企业的排放限值。

大中型现有企业1年过渡期后须达到新标准要求，小型现有企业过渡期时间为3年。2016年国家卫计委发布了强制性标准《食品安全国家标准 畜禽屠宰加工卫生规范》(GB 12694-2016)，规定了畜禽屠宰加工过程中畜禽验收、屠宰、分割、包装、贮存和运输等环节的场所、设施设备、人员的基本要求和卫生控制操作的管理准则。该标准适用于“规模以上畜禽屠宰加工企业”，并将“规模以上畜禽屠宰加工企业”定义为“实际年屠宰量生猪在2万头、牛在0.3万头、羊在3万只、鸡在200万羽、鸭鹅在100万羽以上的企业”。按照该标准的要求，这类规模以上的企业有条件有基

础在污染治理方面加强管理。年屠宰量小于2万头猪、0.3万头牛、3万只羊、200万只鸡、100万只鸭鹅的现有企业，大多属于乡镇一级定点屠宰企业，污染治理资金成本受限，但量大面广，环境管理不够规范。新标准给予这类企业3年的过渡期，通过调整产业布局，或进行预处理接入城镇污水管网等方式达到新标准的要求。

6.6 污染物排放限值的确定及制定依据

6.6.1 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。

6.6.2 COD、BOD₅和悬浮物

新标准中规定COD、BOD₅和悬浮物的排放限值为80mg/L、25mg/L和50mg/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1500~2000mg/L，BOD₅在300~800mg/L。采用厌氧+好氧处理工艺，COD去除率一般可以达到90%~95%，BOD₅和悬浮物也相应削减。从调研的企业排放水平来看，约70%大中型屠宰及肉类加工企业废水COD能达到现行标准一级标准（80mg/L）的水平，因此新标准中设定的限值从工艺技术上来讲可行，同时反映了我国屠宰及肉类加工行业中较为先进的废水排放水平。

6.6.3 氨氮、总氮和总磷

新标准中规定氨氮、总氮和总磷的排放限值分别为15mg/L、25mg/L和2mg/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50~150mg/L，总氮浓度约100~200mg/L，总磷浓度约15~30mg/L。从调研企业的排放水平来看，氨氮浓度控制较好，约70%的企业排放废水中的氨氮可以较为稳定的达到15mg/L的要求，新建企业在氨氮去除率达到90%情况下能够达到限值要求。对于总氮和总磷指标，由于现行标准没有该污染控制项目，企业监测数据不多，参考德国及世界银行EHS文件中对肉类加工行业废水排放限值，设置总氮的排放限值为25mg/L，总磷的排放限值为2mg/L，目前北京、河南等地方的企业通过增加硝化、反硝化及化学除磷工艺等已可以达到排放要求。

6.6.4 色度

色度指标为新标准新增控制指标，规定排放限值为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。

6.6.5 动植物油

新标准规定动植物油指标的排放限值为10mg/L。

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

6.6.6 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4000个/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。

6.6.7 单位产品基准排水量

为对屠宰及肉类加工工业废水排放进行总量控制, 防止稀释排放, 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0.64m³/头猪, 禽类屠宰企业的排水量平均为2.75 m³/百只, 按10头猪、500只鸡为1吨活屠重计算, 该排放水平基本与现行标准中的排水量要求接近。因此, 新标准中排水量控制水平基本与现行标准一致。新标准规定畜类屠宰单位产品排水量为0.6 m³/头猪, 1.0 m³/头牛, 0.25 m³/头羊, 禽类屠宰为3.0 m³/百只。

按照《肉制品分类》(GB/T 26604-2011), 肉制品分类包括: 腌腊、酱卤、熏烧烤、干肉、油炸、肠类、火腿、调制肉、其他类等9大类。根据《肉制品生产许可证审查细则(2010版)》, 肉制品的申证单元为5个: 腌腊肉制品、酱卤肉制品、熏烧烤肉制品、熏煮香肠火腿制品、发酵肉制品。腌腊肉制品申证单元包括咸肉类、腊肉类、风干肉类、中国腊肠类、中国火腿类、生培根类和生香肠类等; 酱卤肉制品申证单元包括白煮肉类、酱卤肉类、肉糕类、肉冻类、油炸肉类、肉松类和肉干类等; 熏烧烤肉制品申证单元包括熏烧烤肉类、肉脯类和熟培根类等; 熏煮香肠火腿制品申证单元包括熏煮香肠类和熏煮火腿类等; 发酵肉制品申证单元包括发酵香肠类和发酵肉类等。结合各类肉制品的工艺特点和用水排水特征, 新标准将肉制品分为腌腊肉制品、酱卤肉制品、熏烧烤肉制品、蒸煮香肠火腿制品、发酵肉制品共5类。此外, 现行标准中规定了蛋品加工企业的排水量要求, 从标准的延续性角度考虑, 仍保留对蛋品加工企业的排放控制要求。

根据第一次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21.79~23.52m³/吨产品, 蒸煮制品的排水量系数为13.35 m³/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, 该环节的排水量一般为2m³/t原料肉, 折算为单位产品排水量约为3m³/吨产品。发酵肉制品排水量约为腌腊肉制品的3~4

倍。熏烧烤肉制品加工的废水主要来自解冻、洗肉环节，吨产品排水量平均约为 10m^3 。

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^3 ”，新标准保留了这一要求，将“化制”调整为“无害化处理”。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 5m^3 ”。据调查，目前蛋品加工企业的废水主要来自于鲜蛋的清洗，平均每加工 1 吨鲜蛋，用水 4.5 吨。若排水量按用水量的 80% 计，则排水量约为 3.6 吨/吨鲜蛋。

本次修订 5 类肉制品的排水量分别定为：腌腊肉制品 $3\text{m}^3/\text{吨产品}$ ，酱卤肉制品 $20\text{ m}^3/\text{吨产品}$ ，熏烧烤肉制品 $10\text{ m}^3/\text{吨产品}$ 、蒸煮香肠火腿制品 $13\text{ m}^3/\text{吨产品}$ ，发酵肉制品 $10\text{ m}^3/\text{吨产品}$ 。蛋品加工的排水量定为 $4\text{ m}^3/\text{吨鲜蛋}$ 。这一排放水平已经处于较严格的水平。

6.6.8 水污染物特别排放限值

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、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肉类加工企业执行水污染物特别排放限值。

从调研的企业排放水平来看，约 25% 的畜类屠宰及约 40% 的禽类屠宰和肉类加工企业废水 COD 能达到 60mg/L 的特别排放限值要求。对于氨氮而言，约 50% 的企业排放废水中的氨氮可以较为稳定的达到 8mg/L 的特别排放限值要求。

6.6.9 间接排放限值

根据《国家排放标准中水污染物监控方案》的要求，屠宰及肉类加工企业向设置污水处理厂的城镇排水系统排放污水，应执行间接排放限值。屠宰及肉类加工污水为高浓度有机污水，生化性较好，经过初步处理后，在有条件的地区将其纳入城镇污水处理系统中进行集中处理应该是一个较好的处理模式。在此基础上，按照《监控方案》的技术原则，本标准规定了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。

表23 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)	70	—	64
3	悬浮物	400	300 ^a /350 ^b /400 ^c	400
4	五日生化需氧量 (BOD ₅)	300	250 ^a /300 ^{b,c}	350
5	化学需氧量 (COD _{Cr})	500	500	500
6	氨氮	45	无要求	45
7	总氮	70	—	70

8	总磷	8	—	8
9	动植物油	50	50 ^a /60 ^{b,c}	100
10	总大肠菌群数(个/L)	10000	无要求	—

注: a 禽类屠宰加工, b 肉制品加工, c 畜类屠宰加工

6.7 监测要求

本次修订更新了污染物监测分析方法标准。

7 本标准与国内外相关标准对比

7.1 与国内相关标准的对比

经比较(图14、图15),新标准排放限值基本与现行标准畜类屠宰和肉制品加工的一级排放限值一致;与国内其他COD及氨氮重点控制行业排放标准相比,基本处于相当的水平。

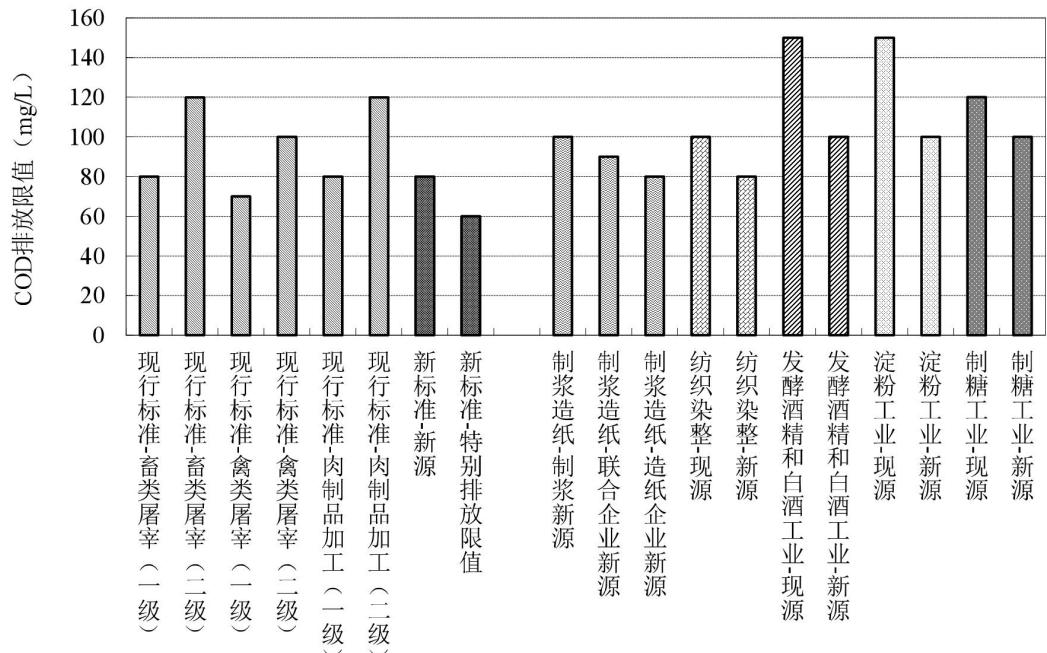


图14 与国内相关标准 COD 限值比较图

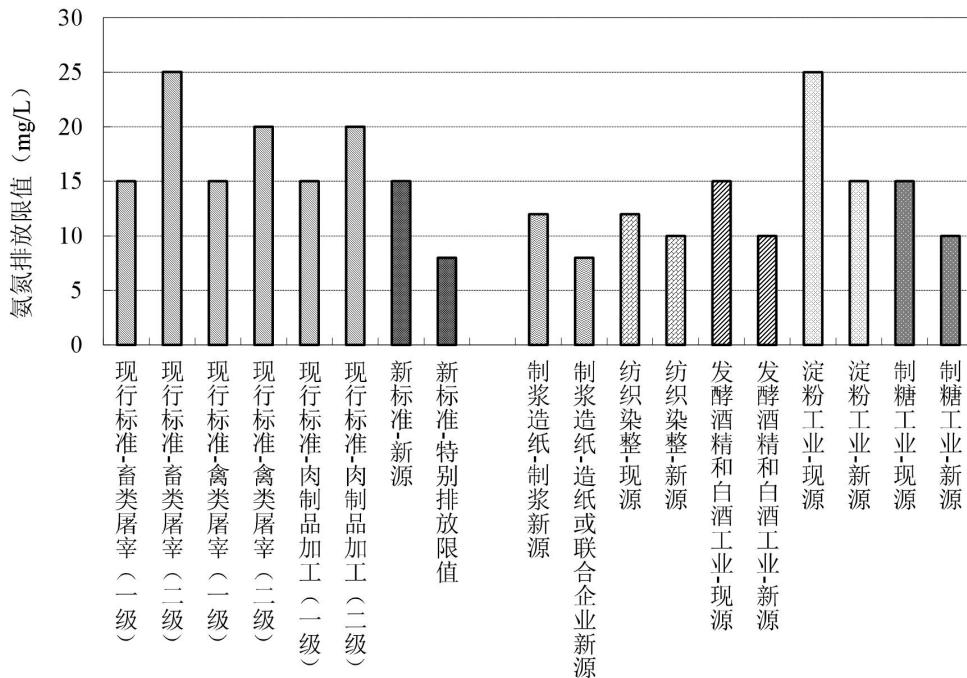


图15 与国内相关标准氨氮限值比较图

新标准新增了总氮、总磷指标，这两项指标与国内其他相关标准的对比如表24所示，可见新标准中总氮、总磷的排放限值相对宽松。经与地方现行相关标准相比，新标准的排放限值总体比现有地方标准宽松。

表24 与国内相关标准总氮、总磷限值比较表

标准名称	总氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)
新标准-新源	25	2.0
新标准-特别排放限值	20	1.0
《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)	—	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)	20	1.0
《淀粉工业水污染物排放标准》(GB 25461-2010)	30	1.0
《酵母工业水污染物排放标准》(GB 25462-2010)	20	0.8
《制糖工业水污染物排放标准》(GB 21909-2008)	15	0.5
《制浆造纸工业水污染物排放标准》(GB 3544-2008)	15 (制浆企业)	0.8
《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287-2012)	15	0.5

7.2 与国外相关标准的对比

新标准与国外相关标准对比如表25所示。从与欧盟的屠宰及肉类加工业BAT技术下的排放水平比较来看，新标准基本与其处于同一水平。与德国标准相比，将德国标准的随机取样或2h取样

值换算为日均值，则新标准的COD、BOD₅排放限值基本与其相当，但氨氮、总氮、总磷指标较其宽松。与世界银行的EHS排放指导值相比，新标准的COD、BOD₅较严，但总氮指标较其宽松，其他指标基本一致。与美国的排放限值相比，新标准较其严格。与印度排放标准相比，新标准比单纯屠宰厂的排放标准严格，但与肉制品加工的控制水平基本一致。

8 标准实施的环境、经济效益分析

8.1 环境效益分析

根据《中国肉类年鉴》中2001~2015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。

执行新标准后到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60%和19%。

8.2 经济效益分析

对于现有企业，达到表1限值，需进行吨水2000元的技术改造，以现有排水量计算，行业总技术改造投资约25亿元，年运行成本约10亿元。就单个企业而言，按年屠宰量50万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2500万元；按废水量800吨/天计，技改投资约160万元，年运行费用约60万元。可见，对于规模以上企业，达到新标准进行技术改造的投资与运行费用可以接受。对于规模以下企业，规模在2万头/年的屠宰场年利润（毛利）约为80万~100万；若为代宰加工，年利润约为20万~30万；达到本标准要求，吨水投资约需4000元~5000元，按水量约30吨/日计，总投资约需12~15万元，运行费用按2~4元/吨水计，年运行费用约需2~4万元。由此可见，对于非代宰的规模以下屠宰场，该投资与运行费用尚在可接受范围内，但对于代宰加工的屠宰场，该投资与运行费用将产生较大的压力。

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%。

表25 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 ₅	COD	SS	氨氮	总氮	总磷	色度 (稀释倍数)	动植物油	总大肠菌群数 (个/L)
新标准	新建企业	6~9	25	80	50	15	25	2.0	50	10	4000
	特别排放限值		20	60	20	8	20	1.0	30	3	3000
欧盟肉类加工行业BAT			10~40	25~125	5~60		15~40	2~5			
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			
日本污染物统一排放标准	日最大值		160	160	200		120	16			
	日平均值		120	120	150		60	8			3×10 ⁶
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)				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)	147 (103)			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	