

啤酒制造业污染防治技术政策

(征求意见稿)

编制说明

2016年10月

环境保护部

项目名称：啤酒制造业污染防治技术政策

项目编码：

承担单位：中国环境科学研究院

中国食品发酵工业研究院

中国酒业协会

主要起草人：王之晖 薛 洁 何 勇 元 月 袁 震

蒋进元 于佳俊 金玮鋈 马 磊 陈 熙

王文君 徐 驰 姜 萍

项目管理负责单位及负责人：中国环境科学研究院 蒋进元

环境保护部科技司项目管理员：王泽林 冷 飞 周 鹏

目 录

_Toc4647844131	项目背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	项目承担单位	1
1.3	主要编制过程	2
2	概况及发展趋势	2
2.1	啤酒制造业在我国发展概况及趋势	2
2.2	啤酒制造业在其他国家和地区发展概况及趋势	7
3	技术政策编制的必要性	8
3.1	环境保护及行业发展的要求	8
3.2	解决行业现有问题的需要	9
3.3	相关环保标准和环保工作的需要	10
3.4	行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展	10
4	国内外相关政策及发展趋势	12
4.1	国内相关政策研究	12
4.1.1	啤酒工业污染物排放标准	12
4.1.2	啤酒行业清洁生产标准	13
4.1.3	啤酒行业相关地方排放标准	14
4.1.4	啤酒行业单位产品水资源及能源消耗限额	15
4.2	国外相关政策研究	16
5	排污情况及污染防控技术分析	17
5.1	啤酒生产工艺及产排污环节	17
5.2	啤酒行业的环境问题及污染物排污现状	18
5.3	污染防治技术	24
5.3.1	污染防治的目标与原则	24
5.3.2	清洁生产技术工艺	26
5.3.3	节水措施	27
5.3.4	废水污染防治技术	28
5.3.5	固体废弃物处置和综合利用	29
5.3.6	大气污染防治技术	29

5.3.7	恶臭防治	30
5.3.8	二次污染防治技术	30
5.3.9	鼓励研究与开发的技术	30
6	技术政策制订的基本原则和技术路线.....	31
6.1	基本原则	31
6.2	技术路线.....	32
7	技术政策主要条文的编制说明.....	33
7.1	总则	33
7.2	源头及生产过程污染防控	36
7.3	污染治理及综合利用	40
7.4	二次污染防治技术	46
7.5	鼓励研发的新技术	47

1 项目背景

1.1 任务来源

随着我国环境污染治理力度加大，环境污染状况有所改善，但是环境保护形势依然十分严峻，环境管理体系面临着实现从主要用行政办法保护环境到综合运用法律、经济、技术和必要的行政办法解决环境问题的转变，建立与经济社会和环境形势发展需求相适应的管理模式。环境技术管理是环境管理体系的重要组成部分，通过制定污染防治技术政策、技术导则和技术规程等方法 and 手段，对行业发展方向、技术路线、生产工艺进行引导，对治理技术进行规范，为环境管理提供系统的技术支持和保障。

污染防治技术政策就是为了防治污染、保护环境，根据一定时期经济技术发展水平、环境污染特征以及环境保护目标和要求制定的全过程的污染防治指导性技术文件。污染防治技术政策主要用于：支持行业发展政策制定，引导产业结构调整，防治环境污染；支持环境保护相关规划、污染物排放标准、环境影响评价、总量控制、排污许可等环境管理有关工作；指导污染防治技术路线选择，引领污染防治技术进步，推动环保产业发展。

啤酒制造业作为我国食品工业的重要组成部分，产业规模大、经济贡献率高，优势明显，在我国食品工业中占有重要的地位，但啤酒制造业企业数量多、分布广，工业用水和废水排放总量大，啤酒行业既是消耗资源较大、又是废物排放较多的行业。由于历史形成的原因，我国多数啤酒厂家都是在传统的经济发展模式中诞生和发展起来的，企业发展情况参差不齐，存在着城乡差异化、地区差异化等特点，当前啤酒行业产能缩紧，能源短缺的矛盾也日益加剧，严重影响啤酒工业的持续稳定健康发展。

1.2 项目承担单位

根据环境保护部办公厅《关于开展 2015 年度国家环境技术管理项目计划工作的通知》（环办函〔2015〕295 号），《啤酒制造业污染防治技术政策》（以下简称“技术政策”）制（修）订的承担单位为中国环境科学研究院，参加单位为中国食品发酵工业研究院、中国酒业协会。

1.3 主要编制过程

中国环境科学研究院等单位在接到环境保护部下发的项目任务后，及时召开专门会议，成立了技术政策编制组，布置编制任务，并制定了工作计划。

编制组收集整理了国内外相关法规标准及技术资料，在掌握了啤酒制造业在我国的发展情况及污染防治现状基础上，编制组对部分啤酒企业开展函调、现场调研工作，掌握了国内先进企业污染防治技术及发展趋势。

为推进本技术政策编制工作的开展已完成如下工作：

2015年6~11月，收集国内外有关啤酒污染防治方面的资料；检索国内外最新发布的相关技术，对有关的内容进行学习，消化吸收。

2015年11月27日，中国环境科学研究院组织召开了2015年度国家环境技术管理项目培训会议，对技术政策编制新体例格式进行了培训。

2015年12月，设计啤酒企业污染防治现状调查表并征求意见。

2016年1~2月，编制组向企业发放调查表，启动函调和现场调研工作。

2016年3月，编制组编制了技术政策草案及开题报告，准备开题。

2016年5月6日，环境保护部科技司组织对技术政策项目进行开题。

2016年5月11日，项目组召开会议，对开题会议专家提出的意见进行讨论，并逐条讨论技术政策条文，商议下一步需要补充完善的内容及开展的工作。

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

2016年8月23日，中国环境科学研究院组织专家对征求意见稿和编制说明修改稿再次召开专家咨询会，对技术政策征求意见稿文本逐条进行讨论，根据专家的意见，进一步修改、完善征求意见稿和编制说明。

2016年9月22日，在征求意见稿发布前，中国环境科学研究院组织专家对技术政策征求意见稿文本再次逐条进行讨论，会后根据专家意见对文本进一步进行修改和完善。

2 概况及发展趋势

2.1 啤酒制造业在我国发展概况及趋势

(1) 我国是全球最大的啤酒生产国和消费国

中国啤酒工业的发展速度处于世界前列，在最近 20 年的快速发展中，啤酒产量持续稳定增长。2002 年我国啤酒产量首次超过美国跃居世界首位，并维持稳步上升；2009 年我国啤酒总产量为 4236.38 万千升，约占全球啤酒年产量的 20%，连续 8 年居世界第一；2005~2010 年啤酒产量从 3062 万千升增长到 4483 万千升，增长了 46%，2010 年规模以上啤酒企业数量达到 593 家，销售收入为 1294 亿元；由于啤酒的产销量基数较大，2011~2013 年啤酒产量增速变缓，从 4898.82 万千升增长到 5061.54 万千升，较 2010 年增长 12.9%；2014 年产销量的负增长打破了中国啤酒行业连续 24 年的增长势头之后，开始出现下滑趋势，2014~2015 年啤酒产量开始下降，较 2013 年下降了 6.8%；2015 年全国规模以上啤酒企业 470 家，完成啤酒总产量 4715.72 万千升，累计完成销售收入 1897.09 亿元，与上年同期相比增长 1.52%（见图 1）。

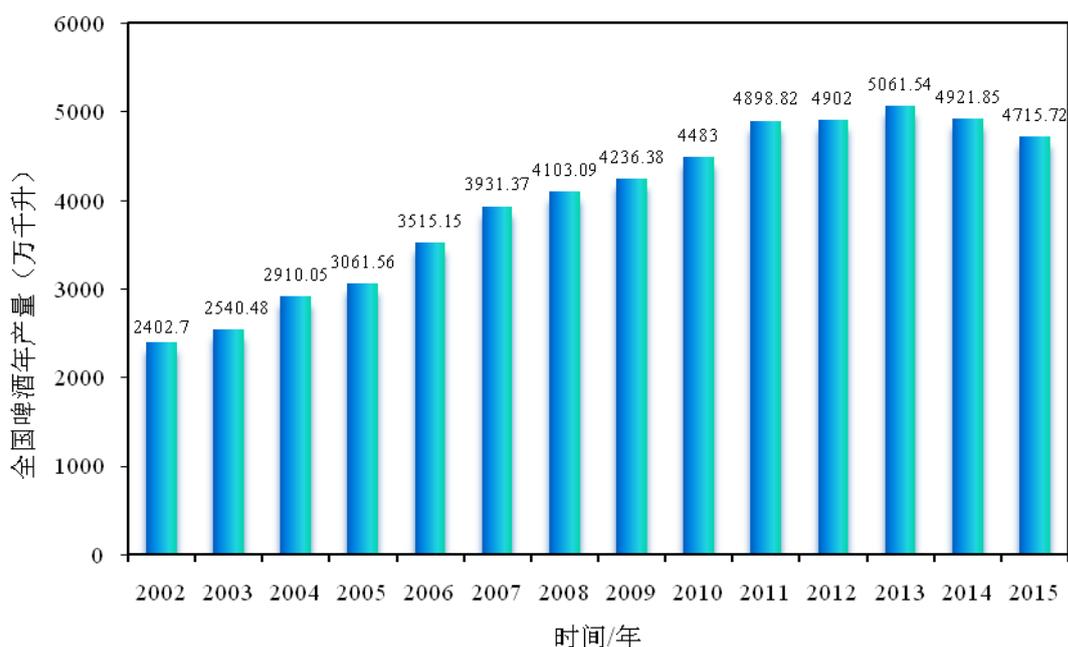


图1 2002—2015 年我国历年啤酒产量

啤酒在中国拥有巨大的市场，2015 年中国饮料酒总产量约为 6412.59 万千升。啤酒、白酒和葡萄酒的产量分别为 4715.72 万千升、1312.80 万千升、114.80 万千升，各自所占有的市场份额分别为 76.76%、21.37%、1.87%（见图 2）。

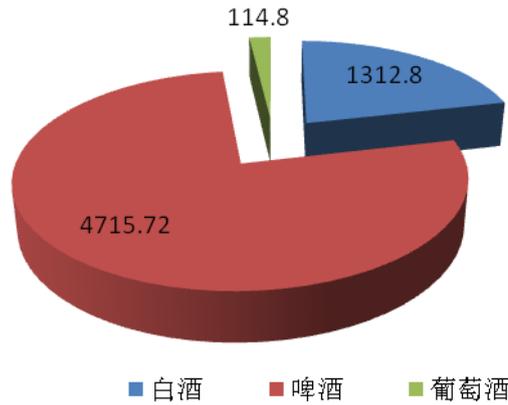


图2 2015年中国饮料酒的产量构成（单位：万千升）

“十二五”期间，作为全球最大的啤酒生产国和消费国，我国啤酒风味向多口味、多品种方向变化，具有独特口感的精酿啤酒迅速发展。啤酒产品销售收入、税金、利润总额提升变缓，但单位产品效益指标提升开始加快（见图3和图4）。另外，由于原料和能源价格的不断攀高，啤酒的生产成本受到影响，但是由于新技术逐渐推广应用，管理水平的逐步提高，啤酒行业消耗指标不断降低，行业仍持续稳步增长。

“十三五”啤酒行业经济发展目标为到2020年，啤酒行业产量为5400万千升，比2015年4715.72万千升增长14.51%，年均复合增长2.75%；销售收入达到2600亿元，比2015年1897.09亿元增长37.05%，年均复合增长6.51%；利税500亿元，比2015年350.39亿元增长42.70%，年均复合增长7.37%。

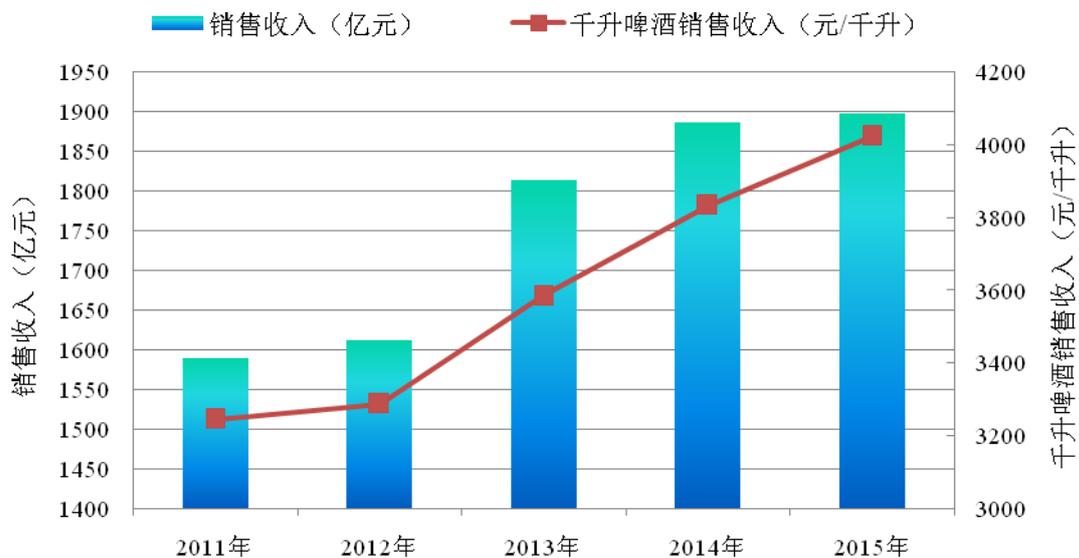


图3 2011—2015年啤酒产品销售收入变化趋势

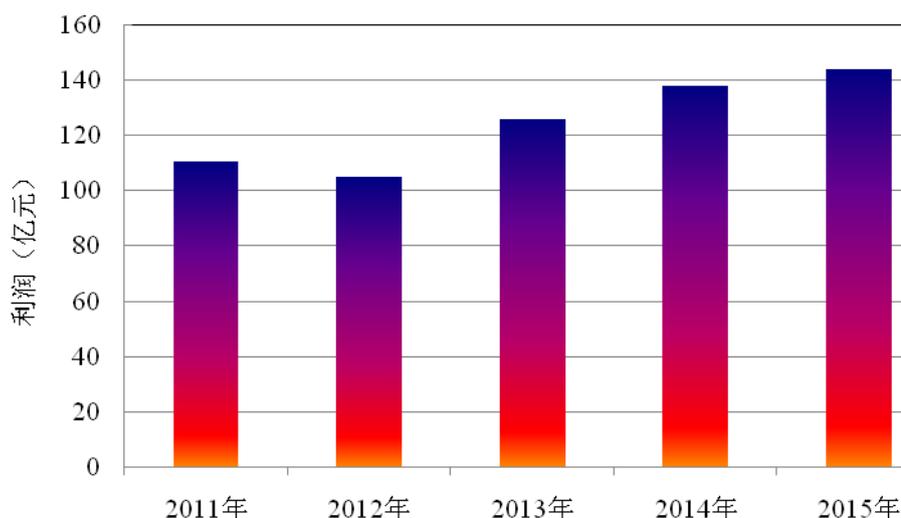


图4 2011—2015年啤酒行业利润变化趋势

(2) 我国啤酒行业集中度越来越高

从产业结构上看，我国啤酒行业存在：①集中度不高。在世界主要生产啤酒国家中，是除德国外集中度最低的国家，尚处于多层次品牌共存阶段。②地域效应明显。对于绝大多数啤酒企业来说，营业收入在很大程度上依赖于本地市场的占有率，如燕京啤酒在中国市场占有率在 10.5%左右，但在华北市场的份额达到 45%，北京市场更是高达 92%。③规模决定效益。作为传统行业，技术门槛相对较低，但却具有明显的规模效应。

啤酒行业是一个开放程度较高的行业，从 20 世纪 80 年代末 90 年代初以来，国外数十个著名啤酒品牌涌入中国。近几年，中国啤酒制造业兼并重组不断，兼并和新建工厂扩张规模是业内企业发展的最主要形式。

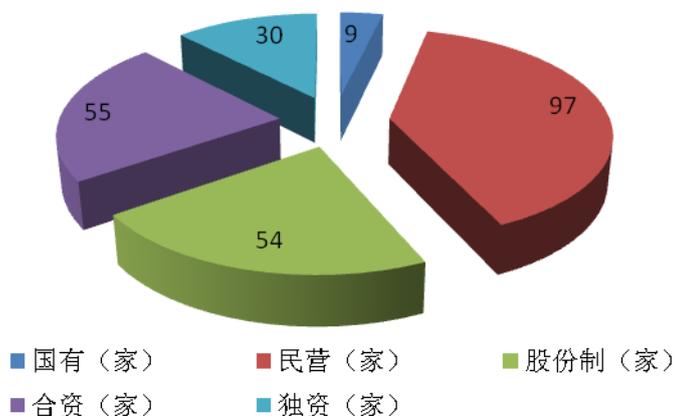


图5 2015年啤酒行业各子行业规模以上企业性质情况

“十二五”期间，啤酒行业经过行业内外的重组、并购、整合，产业结构不断

优化，形成了国有、民营、股份制、中外合资、外国独资等多种所有制并存的经济格局（见图 5）。企业集团化、规模化逐步形成与壮大，引领和规范了行业的发展，成为行业发展的榜样和中坚力量。具有典型区域特色和地域风格的中小型企业迅速成长，形成了相互交融、相互补充、共同发展的产业态势。

2013 年，华润雪花、青岛啤酒、百威英博、燕京啤酒和嘉士伯等 5 大啤酒集团占全国总产量的 75%，其中华润雪花销量以 1172.2 万吨位居首位，市场占有率为 23.15%；青岛啤酒产销量为 870 万吨，市场份额 17.19%；百威英博产销量为 655.23 万吨，市场份额为 14.1%。“2013 年度中国啤酒行业十大畅销品牌”、“2013 年度中国啤酒行业十大成长品牌”和“中国啤酒行业 2013 年度十大品牌”中基本被五大啤酒集团所包办，十大成长品牌中同时上榜十大畅销品牌的有 5 个，分别是百威、哈尔滨、崂山、雪花和燕京，年度十大品牌中隶属于五大集团的 9 个，其中：华润雪花 1 个（雪花），青岛啤酒 3 个（青岛、崂山、汉斯），百威英博 3 个（百威、哈尔滨、雪津），燕京啤酒 1 个（燕京），嘉士伯 1 个（山城）。

随着行业集中度越来越高、并购机会变少，啤酒巨头们纷纷加大中高端啤酒的布局，提升盈利能力。

表1 2013 年度中国啤酒行业十大品牌入选结果

十大畅销品牌			十大成长品牌		年度十大品牌
排序	品牌	产销量（万千升）	排序	品牌	
1	雪花	1065.0	1	乐堡	雪花
2	青岛	450.3	2	百威	燕京
3	燕京	378.0	3	哈尔滨	青岛
4	哈尔滨	241.5	4	崂山	崂山
5	金星	190.2	5	银麦	雪津
6	崂山	147.3	6	雪花	山城
7	百威	124.9	7	漓泉	百威
8	雪津	119.8	8	燕京	珠江
9	珠江	112.2	9	金龙泉	汉斯
10	山城	103.1	10	蓝带	哈尔滨

（3）我国啤酒行业存在地区不均衡性

啤酒行业存在地域分布的不均衡性。我国啤酒企业主要分布在沿海发达地区，华东地区和中南地区的啤酒产量分别占到 2014 年啤酒总产量的 34.97%和 27.13%，这两个地区的产量占全国总产量的 62%。从分地区盈利水平来看，各

地区间的单位产品利润波幅较大，华东和华南地区市场规模大，占全国利润总额的比重也相对高；华南、东北和华北地区的竞争进入相对平稳期，单位产品利润增幅较大；西部的盈利水平出现分化，西北地区仍具备相对的地域封闭性优势，保持了较好的盈利水平，西南地区的地域封闭性状态基本被打破，成为各地区中唯一出现盈利水平下降的地区。

随着啤酒市场容量的趋于饱和以及产业集中度的不断提高，行业过度竞争的趋势正在缓解，啤酒产品盈利水平得到逐步提升。啤酒企业正在实现从对市场份额的过度追求向对产品结构、品牌塑造和管理水平的调整和提升的转变。

表2 2014年啤酒行业各地区利润水平情况

地区 \ 指标	占全国总产量比例 (%)	利润占全国利润总额的比重 (%)
东北地区	12.60	10.32
华北地区	10.19	7.86
华东地区	34.97	33.26
西北地区	5.03	7.31
西南地区	10.08	14.40
华南地区	27.13	26.85
全国	100.00	100.0

(4) 我国啤酒行业发展空间巨大

由于人均消费量比较低，我国啤酒仍有很大的发展空间。从世界范围看，发达国家啤酒的人均消费量增长缓慢，而在经济增长较快地区，如东欧和中国的啤酒需求量和产量增长速度远远高于世界平均增长速度，增速比发达国家高3%。2007年世界啤酒产量约为15730万千升，其中欧洲仍然是世界最大的啤酒消耗地区，西欧啤酒年产量约为3000万千升，人均消费量127升；美国啤酒年产量约为2300万千升，人均消费量77升；日本啤酒产量710万千升，人均消费量85.7升，而俄罗斯、拉美人均啤酒消费量在30~40升。2013年我国人均啤酒消费量达34.2升，已经略高于世界平均水平约33升，但比照发达国家我国人均啤酒消费量仍有较大的增长空间。

2.2 啤酒制造业在其他国家和地区发展概况及趋势

啤酒是目前国际上消费量最大的饮料酒。全球有169个国家生产啤酒，产量最大的5个国家依次为中国、美国、俄罗斯、巴西和德国。随着啤酒工业全球化

发展，各国啤酒企业为求得生存和发展，积极寻找战略合作伙伴，出现了一些国际化大公司，2008年四大啤酒集团百威英博、米勒、喜力和嘉士伯的销售量大约占全球啤酒销售量的40%。

2014年我国出口啤酒25.8万千升，进口啤酒33.82万千升，进口啤酒量近十几年来首次超过出口啤酒量，我国啤酒进出口首次由顺差变为真正意义上的逆差，表明我国居民对中高端啤酒产品的需求正在猛增。德国为首的欧洲国家成为进口啤酒的绝对主力，仅德国和荷兰两国的进口量已占据全年总进口量的71.66%。

表3 2014年啤酒主要进口国情况

序号	进口国别	累计数量 (万千升)	占进口量比例 (%)	比例变化 (百分点)	进口量增长 (%)	进口单价增长 (%)
1	德国	17.34	51.27	-9.18	57.40	-9.49
2	荷兰	6.90	20.39	16.63	905.88	-31.18
3	韩国	1.88	5.55	-1.11	54.65	3.39
4	比利时	1.52	4.49	0.39	103.16	-12.86
5	法国	1.14	3.38	0.97	160.86	5.21
6	西班牙	0.96	2.83	0.66	141.74	10.94
7	墨西哥	0.88	2.60	-2.23	0.00	5.25
8	美国	0.59	1.74	-0.92	21.35	-6.62
合计		33.82	100.00	—	85.59	-6.13

3 技术政策编制的必要性

3.1 环境保护及行业发展的要求

在过去的30多年里，中国啤酒业虽然得到了快速增长，形成了像青岛、燕京、华润、珠江等超百万吨的大型啤酒现代化集团，但啤酒工业发展参差不齐，存在着城乡差异化、地区差异化等特点，处在高投入、高消耗、低产出的不良发展轨道，啤酒行业经济效益与环境效益不容乐观，能源短缺的矛盾也日益加剧。

我国啤酒企业生产技术水平仍落后于国际水平。大多数工厂使用国产设备，部分中小啤酒厂仍在使用的20世纪80年代陈旧落后设备，能耗大、手工操作多。煮沸锅基本都是传统式，操作时间长，加热效率低。氨直接冷却法应用范围较小，多数仍采用冷媒冷却，冷却效率低。虽然普遍采用硅藻土过滤器，但过滤能力低，酒损和水耗大。膜过滤尚未普遍使用，先进的错流过滤刚开始试验。啤酒包装线

生产能力低，巴士灭菌采用隧道式喷淋杀菌机，能耗高。老啤酒厂几乎都没有完善的水和副产物回收利用系统，综合利用也缺少成熟工艺设备的支持，造成我国啤酒生产的资源消耗指标相对较高，污染物排放量大。

我国啤酒企业取水量较世界先进水平差距较大，2013 年千升啤酒取水国内最好水平为 3.57m^3 ，而国内平均水平则为 5.5m^3 。若按全国吨啤酒耗水 5.5m^3 的水平计，4236.38 万千升啤酒需耗水 23300 万 m^3 ；而按 3.5m^3 计，则耗水为 14827 万 m^3 ，节约 8437 万 m^3 ，但随着我国啤酒行业的进一步发展，取水量将逐步增加。

我国啤酒企业生产吨酒耗水量大，废水产生量大，水的循环利用效率低。平均每生产 1 千升啤酒向环境排放 2.5~10t 废水，同时产生大量酒糟、废酵母、炉渣、硅藻土等废渣及 CO_2 和锅炉废气。由于啤酒企业的生产规模较大，集中排放大量废水容易造成有机污染，废水处理成为啤酒企业最大的环境问题。

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

因此，制定《啤酒制造业污染防治技术政策》，可以针对啤酒行业资源消耗量大，排放废物多，高投入、高消耗、低产出的特点，通过制定污染防治的技术路线、推荐技术、鼓励技术等，促进行业节能减排、提高资源利用效率、降低污染物排放，形成“资源—产品—再生资源”的经济循环方式，通过“减量化、再利用、资源化”的技术方法，实现能源使用最低化、成本最小化、生产清洁化的良性持续发展模式，是啤酒行业可持续发展的内在需求。

3.2 解决行业现有问题的需要

如今我国啤酒业竞争激烈，各企业为了争夺市场份额展开价格战，部分企业为获利润只顾降低成本，忽略节能减排工作。许多中小企业，由于技术、资金和

认识上的不足，仍处在高投入、高消耗、高排放和低效率粗放型经济模式中，这些企业在节能减排和清洁生产技术的运用上，与国家的要求还存在很大的差距。尚有部分啤酒厂废水直接排放，对环境造成严重污染；许多产量在 10 万千升以下的中小啤酒企业，装备落后，自动化水平低，耗能大；部分中小型啤酒企业能源管理滞后，没有建立规范的能源管理体系，没有专业的能源管理员进行管理，没有配备必要的能源管理器具，没有使用能源管理软件系统，对主要能源指标没有基础数据控制或统计数据不准确；不少企业没有建立奖励制度或奖励机制欠缺，对节能降耗完成指标的奖励力度太小，不能激发对节能降耗管理的积极性，不能有效激励员工对节能降耗提出合理化建议。

因此，制定啤酒技术政策可以有效防治啤酒制造业的污染，制定科学的节能降耗战略规划，保持节能降耗现有成果，继续加强老厂、小厂的清洁生产工作。

3.3 相关环保标准和环保工作的需要

目前啤酒工业已出台三个专业标准，HJ/T183-2006《清洁生产标准 啤酒制造业》、GB19821-2005《啤酒工业污染物排放标准》、GB/T18916.6-2004《取水定额 啤酒制造》，这三个标准立足于我国啤酒行业的企业生产实际，按照清洁生产的内涵和污染物治理技术颁布实施了各项清洁生产标准和污染物排放标准，这些标准为我国啤酒企业开展清洁生产和控制污染物的排放提供了技术导向，但标准所制定的指标是依据 2004 年统计数据所得，而 12 年来啤酒行业的整体技术水平有大幅提升，环境监管要求逐步加强，而且要实施标准的相关指标和要求，必须要有相对应的污染综合防治技术作支撑。

3.4 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

(1) 啤酒行业现有的主要节能减排技术分析

低压煮沸二次蒸汽回收技术：通过不断技术创新，采用低压煮沸二次蒸汽回收系统，改造传统的内加热煮沸系统方案，煮沸蒸发量从原来的 7% 下降到 3%，节能 50% 以上，煮沸时间从原来的 1.5 小时缩减到 1 小时。按年产 20 万千升啤酒计算，全年可节约标煤约 1500 吨，平均每千升成品啤酒煤耗下降 7.5kg。

变频控制技术：啤酒企业的水泵风机较多，大部分电动机的配置容量往往高于实际运行负荷，浪费电量较大，使用变频器后，电动机的实际运行频率控制在

25~40Hz 左右，低于使用工频时的 50Hz，节电率最高可达到 50%，同时，通过变频控制更容易实现工艺所需的恒压、恒温、恒流量工艺技术要求，提高生产效率和产品质量。

板式热交换器应用：板式热交换器蒸发面积大、热传递效率高，替代传统的壳管式蒸发器，可以使啤酒行业能耗下降 10%~15%。

能源计量与管理信息系统：采用该系统，厂区内的电、水、蒸汽、CO₂、压缩空气及燃料等均实现了实时能源信息的采集与监测。能源计量与管理信息系统还可以提升工作效率，助推产品质量提升。采用在线测量和控制系统后，发酵、清洗、糖化等生产过程中实现自动生产，生产过程得到自动精确测量和控制，生产质量得到全程监控，生产率提升了 30%，产品质量和一致性、原材料利用率明显提高，不合格率和能源消耗大大降低。

锅炉除尘脱硫技术：已有大型企业利用该技术，通过动力车间锅炉烟尘脱硫脱硝监控系统将燃煤锅炉硫化物和氮氧化物排放指标达到 130~150mg/m³，燃煤锅炉污染物排放不仅大大低于规定指标，而且低于燃气 170~180mg/m³ 的指标。

错流膜过滤技术取代硅藻土过滤技术，可解决啤酒过滤消耗大量硅藻土资源及废硅藻土排放带来的环境污染问题，能够提高产品质量，降低能源及酒损等各项消耗。

(2) 技术发展趋势

啤酒酿造的糖化、发酵工序对温度、压力、流量等控制要求比较高。生产能耗浪费多，产品质量也无法保证，远不如仪表自动控制可靠和稳定。引进 PLC 自动控制系统将锅炉改成自动控制操作，在引风、鼓风、炉膛温度和负压、排烟温度等方面实现最优化，对煤分层装置及新型节能装置等技改，大幅度降低煤耗；同时进行脱硫除尘设备技改，现 SO₂ 排放为 100mg/m³ 以下，烟尘排放为 50mg/m³，大大降低了对环境的污染；对所有的生产废水和生活污水都集中统一处理，在线监测，废水经过调节、气浮等物理法处理后，再进行生化处理，最后再经过气浮、沉降等物理法处理，目前经处理后污水 COD 排放浓度都已控制在 20mg/L 以下。

“十三五”啤酒行业将推进啤酒工业清洁生产技术。继续普及行业麦汁煮沸新技术、麦汁冷却过程真空蒸发回收二次蒸汽技术、沼气的综合利用技术、再生水的回用技术和碱液回收循环利用技术 5 项清洁生产技术，达到行业普及率分别提

高到 75%、75%、50%、95%和 95%。通过制定技术政策推动行业清洁生产普及与落实。努力使污染物总量、单位产品产污量和排污量均有一定程度的下降；使千升啤酒耗水接近 3.5m³，千升啤酒耗标煤达到 38kg 以下，千升啤酒综合能耗降低至 45kg 以下。

4 国内外相关政策及发展趋势

4.1 国内相关政策研究

4.1.1 啤酒工业污染物排放标准

《啤酒工业污染物排放标准》（GB19821-2005）首次发布于 2005 年，2006 年 1 月 1 日起开始执行，2008 年原国家环保总局组织相关单位对该标准的部分内容进行了修订，并于 2009 年 10 月完成了《啤酒工业污染物排放标准》（征求意见稿）。标准按照污水排放去向，分年限地规定了多种水污染物最高允许排放浓度及行业最高允许排放量。

标准规定啤酒工业废水无论处理与否均不得排入《地表水环境质量标准》（GB 3838）中规定的 I、II 类水域和 III 类水域的饮用水源保护区和游泳区，不得排入《海水水质标准》（GB3097）中规定的 I 类海域的海洋渔业水域、海洋自然保护区。

排入建有并投入运营的二级污水处理厂的城镇排水系统的啤酒工业废水，执行预处理标准的规定。处理后排入自然水体的啤酒工业废水，2008 年 5 月 1 日起的现有企业，排放废水中的污染物执行表 4 中的最高允许限值。

表4 啤酒生产企业水污染物排放最高允许限值

项目	单位	啤酒企业	
		预处理标准	排放标准
COD	mg/L	500	80
BOD ₅	mg/L	300	20
SS	mg/L	400	70
氨氮	mg/L	—	15
总磷	mg/L	—	3
pH	—	6~9	6~9

该标准还规定了啤酒工业企业生产过程中产生的废渣以及污水处理过程中

产生的污泥，有条件再利用的，必须由企业回收利用或送有能力利用的企业回收再利用；无条件再利用的，必须由企业进行无害化处理或送到有处理能力的专业处理处置单位集中无害化处理。废渣和污泥的回收利用不得造成二次污染，无害化处理必须符合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2001）的要求。啤酒工业企业大气污染物和噪声排放分别执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB 13271-2001）和《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）的要求。

4.1.2 啤酒行业清洁生产标准

环境保护部发布《啤酒制造业清洁生产标准》（HJ/T 183-2006）是一个指导性标准，可用于啤酒制造企业的清洁生产审核和清洁生产潜力与机会的判断，以及企业清洁生产绩效评定和企业清洁生产绩效公告制度。

清洁生产标准根据当前行业技术、装备水平和管理水平而制定，共分为三级：一级代表国际清洁生产先进水平，二级代表国内清洁生产先进水平，三级代表国内清洁生产基本水平。标准对啤酒工业生产工艺与装备要求、资源能源指标、污染物产生指标（末端处理前）、废物回收利用指标和环境管理要求五个方面进行了具体的规定。

根据清洁生产的一般要求，清洁生产原则上分为生产工艺与装备要求、资源能源利用指标、产品指标、污染物产生指标（末端处理前）、废物回收利用指标、环境管理要求六类指标，表 5 列出了与环境污染控制有关的指标要求。

表5 啤酒行业清洁生产部分指标

项 目	一级	二级	三级
一、资源、能源利用指标			
1. 原辅材料的选择	生产啤酒的主要原料麦芽、辅料和酒花符合有关标准。使用的助剂或添加剂符合 GB2760 标准，应对人体健康没有任何损害。		
2. 能源	使用清洁能源，燃煤含硫量符合当地环保要求		
3. 洗涤剂	清洗管道和容器的洗剂不含任何对人体有害和对设备有腐蚀作用的物质		
4. 取水量 (m ³ /kL)	≤6.0	≤8.0	≤9.5
5. 标准浓度 11 P 啤酒耗粮 (kg/kL)	≤158	≤161	≤165
6. 电耗 (kW h/kL)	≤85	≤100	≤115

7. 耗标煤量 (kg/kL)	≤80	≤110	≤130
8. 综合能耗 (kg/kL)	≤115	≤145	≤170
二、污染物产生指标 (末端处理前)			
1. 废水产生量 (m ³ /kL)	≤4.5	≤6.5	≤8.0
2. COD 产生量 (kg/kL)	9.5	11.5	14.0
3. 啤酒总损失率 (%)	≤4.7	≤6.0	≤7.5
三、废物回收利用指标			
1. 酒糟回收利用率	100% 回收并加工利用 (加工成颗粒饲料或复合饲料等产品)	100% 回收并利用 (直接作饲料等)	
2. 废酵母回收利用率	100% 回收并加工利用 (生产饲料添加剂、医药、食品添加剂等产品)	100% 回收并利用 (直接作饲料等)	
3. 废硅藻土回收处置率	100% 回收并妥善处理 (填埋等), 不直接排入下水道或环境中		
4. 炉渣回收利用率	100% 回收并利用	100% 回收并妥善处理	
5. 二氧化碳 (发酵产生) 回收利用率	回收并利用所有可回收的二氧化碳		50% 以上回收并利用

4.1.3 啤酒行业相关地方排放标准

为适应新时期污染控制与环境质量改善的需要,各省市因地制宜,积极开展了地方啤酒工业水污染物排放标准的研究和探索,取得了显著的经济、社会和环境效益,为国家啤酒行业污染物排放标准的修订提供了许多值得借鉴的经验,有力地推动了地方啤酒工业生产原料及产品结构调整、生产工艺和水污染治理技术进步,极大地促进了区域水环境保护目标的实现。

(1) 太湖地区重点行业水污染物排放限值

《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》(DB32/1072-2007),规定了排入太湖地区水体的城镇污水处理厂、纺织染整工业、化学工业、造纸工业、钢铁工业、电镀工业、食品制造工业(味精工业及啤酒工业)废水的4种水污染物最高排放浓度限值及最高允许排水量限值。该标准对啤酒工业污染物排放的要求严于现行啤酒工业国家标准,增加了总N控制因子,提高了氨氮和总磷的控制要求。

表6 太湖地区啤酒生产企业水污染物排放限值及允许排水量限值

控制指标	排放限值或允许排水量限值
化学需氧量 (COD) (mg/L)	≤80
氨氮 (mg/L)	≤5
总氮 (mg/L)	≤15
总磷 (mg/L)	≤0.5
废水最高产生量 (m ³ /kL 啤酒)	4.5

(2) 河南省啤酒工业水污染物排放标准

河南省 2011 年 11 月 1 日起实施《啤酒工业水污染物排放标准》(DB41/681-2011), 规定了进入城镇污水处理厂和区域污水处理厂的啤酒和麦芽企业废水的排放限值, 该标准与国家标准比较, 标准限值总体严于现行国家标准, 增加了总氮限值和单位产品基准排水量限值 (包括啤酒企业和麦芽企业), 是对现行标准的细化、完善和补充。

自 2013 年 2 月 1 日起, 河南省排入城镇污水处理厂的啤酒和麦芽企业的废水, 应符合城镇污水处理厂进水水质的要求, 且严于预处理标准 A 规定排放限值。排入区域污水处理厂的啤酒和麦芽企业废水, 应符合区域污水处理厂进水水质的要求, 且严于预处理标准 B 规定排放限值。排入环境水体的啤酒和麦芽企业的废水, 除执行本标准规定的排放限值外, 污染物排放总量还应符合所在区域总量控制要求, 具体限值由当地环境保护主管部门确认。

表7 2013 年 2 月 1 日后河南省现有啤酒企业执行排放标准限值

控制指标	单位	排放限值		
		排放标准	预处理标准 A	预处理标准 B
化学需氧量 (COD)	mg/L	60	150	300
生化需氧量 (BOD ₅)	mg/L	15	40	100
悬浮物	mg/L	50	100	150
氨氮	mg/L	8	25	30
总氮	mg/L	15	40	50
总磷	mg/L	1.0	3.0	4.0
pH	—	6~9	6~9	6~9
单位产品基准排水量 (啤酒企业)	m ³ /kL 啤酒	5.0		

4.1.4 啤酒行业单位产品水资源及能源消耗限额

（1）啤酒制造业取水定额

由国家发展和改革委员会和水利部提出的《取水定额 第 6 部分：啤酒制造》（GB/T 18916.6-2012）从 2013 年 1 月 1 日起实施，规定了啤酒企业粉碎、糖化、发酵、过滤、包装生产啤酒全过程的取水定额，取水量范围指企业从各种常规水资源提取的水量，包括取自地表水、地下水、城镇供水工程，以及企业从市场购得的其他水或水产品（如蒸汽、热水、地热水等）的水量，针对现有啤酒制造厂千升啤酒取水量定额应不大于 $6.0\text{m}^3/\text{kL}$ ，新建啤酒制造厂千升啤酒取水量定额应不大于 $5.5\text{m}^3/\text{kL}$ 。

（2）啤酒单位产品能源消耗限额

由国家发展和改革委员会资源节约与环境保护司、工业和信息化部节能与综合利用司提出的《啤酒单位产品能源消耗限额》（GB 32047-2015）从 2016 年 1 月 1 日起实施。该标准规定了啤酒单位产品能耗限定值，现有、新建及改扩建、能耗先进的啤酒生产企业单位产品能耗限定值应分别不大于啤酒单位产品综合能耗 $70\text{kgce}/\text{kL}$ 、 $45\text{kgce}/\text{kL}$ 、 $30\text{kgce}/\text{kL}$ 。为了提高用能水平，企业应采取低压动态煮沸技术、煮沸锅二次蒸汽回收技术、麦汁冷却过程真空蒸发回收二次蒸汽技术、沼气的综合利用技术、再生水的回用技术、碱液回收循环利用技术、提高二氧化碳回收率技术等节能措施。

4.2 国外相关政策研究

2002 年 10 月，欧洲酿造协会颁布了建立啤酒制造业 BAT 的指导性说明文件（Guidance Note for establishing BAT in the brewing industry）。在这份文件中详细介绍了啤酒工业 BAT 技术选择的基本程序以及潜在的最佳可行技术，这些技术可分为以下几方面：减少能耗方面，包括控制糖化温度和热水平衡技术、控制和优化煮沸蒸发率、煮沸过程热回收技术、绝缘技术等；节水方面，包括收集最后一道清洗水技术、洗瓶水回用技术、CIP 清洗技术、巴氏杀菌技术等；减少废水产生方面，包括弱麦汁回收技术、热凝固物回收技术、废酵母回收再利用技术、残酒回收技术等；减少固体废弃物排放方面，包括麦糟回收再利用技术、利用离心技术降低硅藻土使用量技术、利用离心机、错流过滤机和压滤机回收酵母技术；而在末端治理技术中则介绍了一些常见的末端技术，并对不同技术的性能参数进行了说明。当然这些都是 2002 年以前在啤酒工业中使用的技术，它们中的一些

技术，如绝缘技术、巴氏杀菌技术等已在啤酒行业普遍应用，而另一些技术如 CIP 清洗技术、弱麦汁回收技术等目前还是啤酒工业污染防治的最佳技术，但一些新型技术如新型煮沸技术、错流膜过滤技术，在当时并未涉及。

2006 年 8 月，欧盟颁布了欧盟综合污染预防和控制食品、饮料和牛奶工业最佳可行技术参考文件（Integrated Pollution Prevention and Control,reference document on Best Available Techniques for Food,Drink and Milk Industries），在这份文件中也提出了麦汁煮沸过程热回收技术、巴氏杀菌溢流水回收技术等一些常规技术，与 2002 年欧洲酿造协会颁布了建立啤酒制造业 BAT 的指导性说明文件中的技术基本一致，在这个参考文件中涉及啤酒部分的标准限值，其中 COD 为 125mg/L、BOD₅ 为 25mg/L、总磷为 0.4~5mg/L、总氮为 10mg/L、SS 为 50mg/L。

德国水污染物排放标准中啤酒制造业部分的标准限值，其中 COD 为 110mg/L、BOD₅ 为 25mg/L、总磷为 2mg/L、总氮为 18mg/L、氨氮为 10mg/L、SS 为 50mg/L。

5 排污情况及污染防控技术分析

5.1 啤酒生产工艺及产排污环节

制造啤酒的主要原料是大麦和大米，辅之以啤酒花和鲜酵母。啤酒生产的过程是先将大麦制成麦芽。将麦芽粉碎与糊化的大米用温水混合进行糖化，糖化结束后立即过滤，除去麦糟，麦汁经煮沸定型后除去热凝固物，然后冷却与澄清。澄清的麦汁冷却至 6.5℃~8.0℃，接种酵母，进行发酵。发酵分主发酵（亦称前发酵）和后发酵（即贮酒）。主发酵是将糖转化成乙醇和二氧化碳；后发酵是将主酵嫩酒送至后酵罐，低温贮藏，促进成熟。经过后发酵的啤酒，需经过滤或分离去除残余酵母和蛋白质。过滤后的成品酒，若作为鲜（生）啤酒出售，可直接装桶（散装）就地销售。外运的或出口的啤酒，必须经杀菌，以保证其生物稳定性，杀菌后的啤酒称熟啤酒。

啤酒生产企业生产过程中产生的主要污染物有废水（工艺废水和冷却水）、废渣（酒糟、废酵母、废硅藻土、锅炉燃煤煤渣）和废气（燃煤锅炉烟气、发酵产生的 CO₂ 气体）。其中的冷却水基本上 100% 回收利用，其中酒糟、废酵母、锅炉煤渣、废硅藻土、破碎酒瓶、CO₂ 等基本可实现回收再用。锅炉废气经除尘

达标后排放。啤酒生产性质决定啤酒企业工艺废水 COD 含量较高，是重点需要解决的问题。啤酒糖化、发酵环节和包装环节均是工艺污水的主要产生源，目前酿造（糖化、发酵）环节在产污处理上基础较好，废酵母、废酒糟、废硅藻土等已基本上全部回收。包装环节在跑冒滴漏、酒头排放等方面污水处理潜力较大。

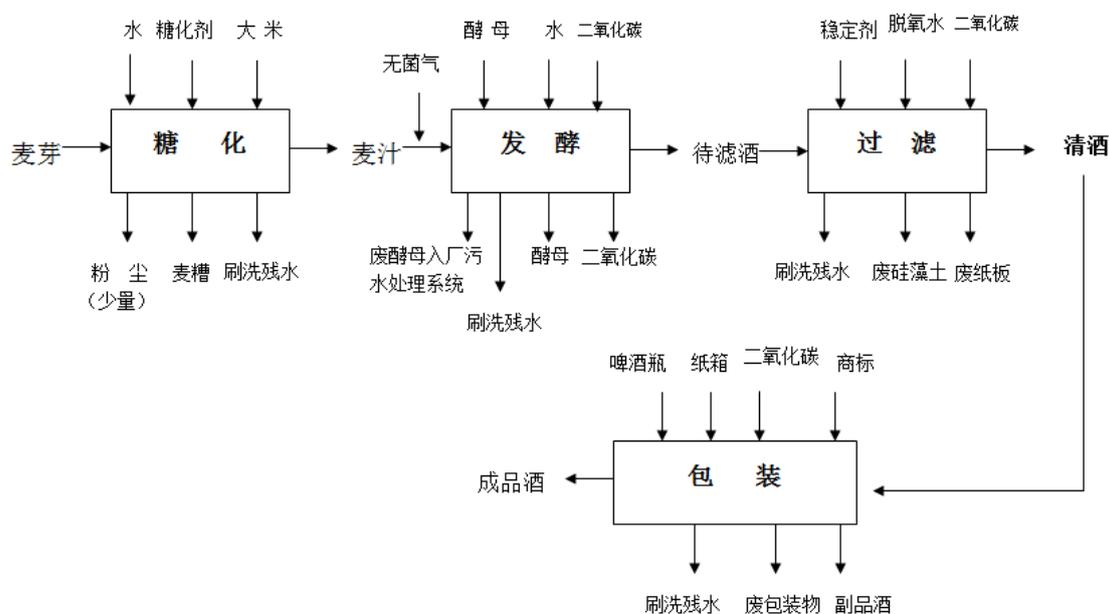


图6 啤酒生产的主要生产工艺及产排污环节

5.2 啤酒行业的环境问题及污染物排污现状

啤酒企业最受关注的环境问题是废水污染以及生产过程中产生的气味和噪音。

从图 7 可以看出，啤酒企业的环境影响可分为两类：资源消耗、滋扰影响。资源消耗从可持续发展角度来看，包括水资源的匮乏、燃料的燃烧、原料的利用、二氧化碳利用等，与其它工业相比，啤酒工业资源利用对环境的影响更为显著，这也就意味着资源的优化可以降低对环境的影响和运营成本。

滋扰影响主要是指对啤酒企业周围邻居的影响，如噪音、气味以及麦芽、辅料处理过程中产生的灰尘。降低滋扰影响需要增加额外的费用，并且在一定程度上与职业健康有关。

啤酒生产过程中不仅会消耗大量的水源和能源，而且产生的废水和固体废物量也非常可观。

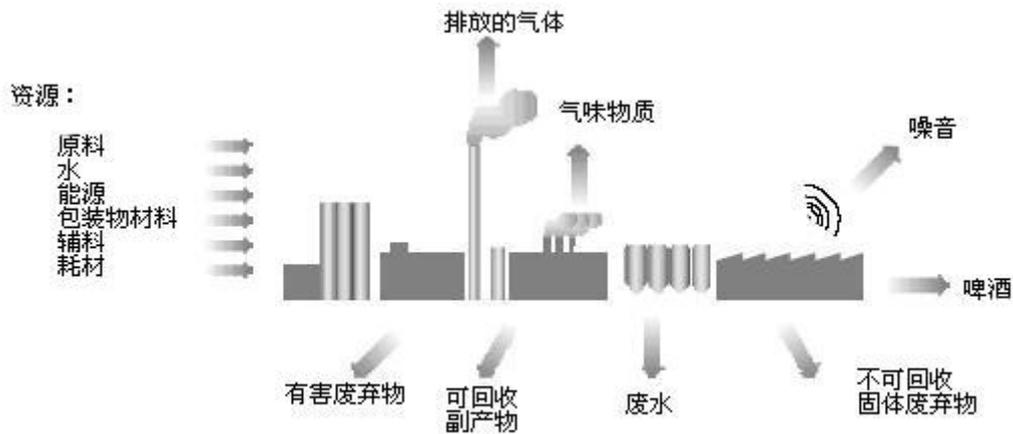


图7 啤酒企业的环境影响

(1) 能耗情况

啤酒生产过程中的能耗主要是电能和热能，能耗的高低取决于生产过程中的加热环节如糖化、麦汁煮沸、巴氏杀菌等过程，一般生产 1kL 啤酒能耗在 1560~2360MJ 之间。根据不同类型能源的实用性、价格和当地法律规定，不同企业使用的能源类型不同，如使用燃煤或燃油等。如果啤酒企业没有高效的热回收系统，则热能消耗一般在 1000~2000MJ/kL 啤酒之间。啤酒生产中主要的耗热能过程包括糖化、麦汁煮沸、热蒸汽的生产过程、CIP、杀菌、洗瓶和巴氏杀菌等环节。国内一些啤酒生产过程的能耗情况如表 8 所示。

表8 啤酒生产不同工艺阶段耗能情况

工艺过程	最小	平均	最大	文献报道	测定
	数值			范围	
	(MJ/kL 啤酒)			(MJ/kL 啤酒)	
糖化	870	920	1210	840~1130	500~800
装瓶	580	860	940	250~460	380~580
工艺水	30	40	80	40~80	
	(KWh/kL 啤酒)			(KWh /kL 啤酒)	
糖化	241.7	255.6	336.1	233.3~313.9	138.9~222.2
装瓶	161.1	238.9	261.1	69.4~127.8	105.6~161.1
工艺水	8.3	11.1	22.2	11.1~22.2	

图 8 显示了我国啤酒企业资源消耗情况，啤酒产量以 kL 计。

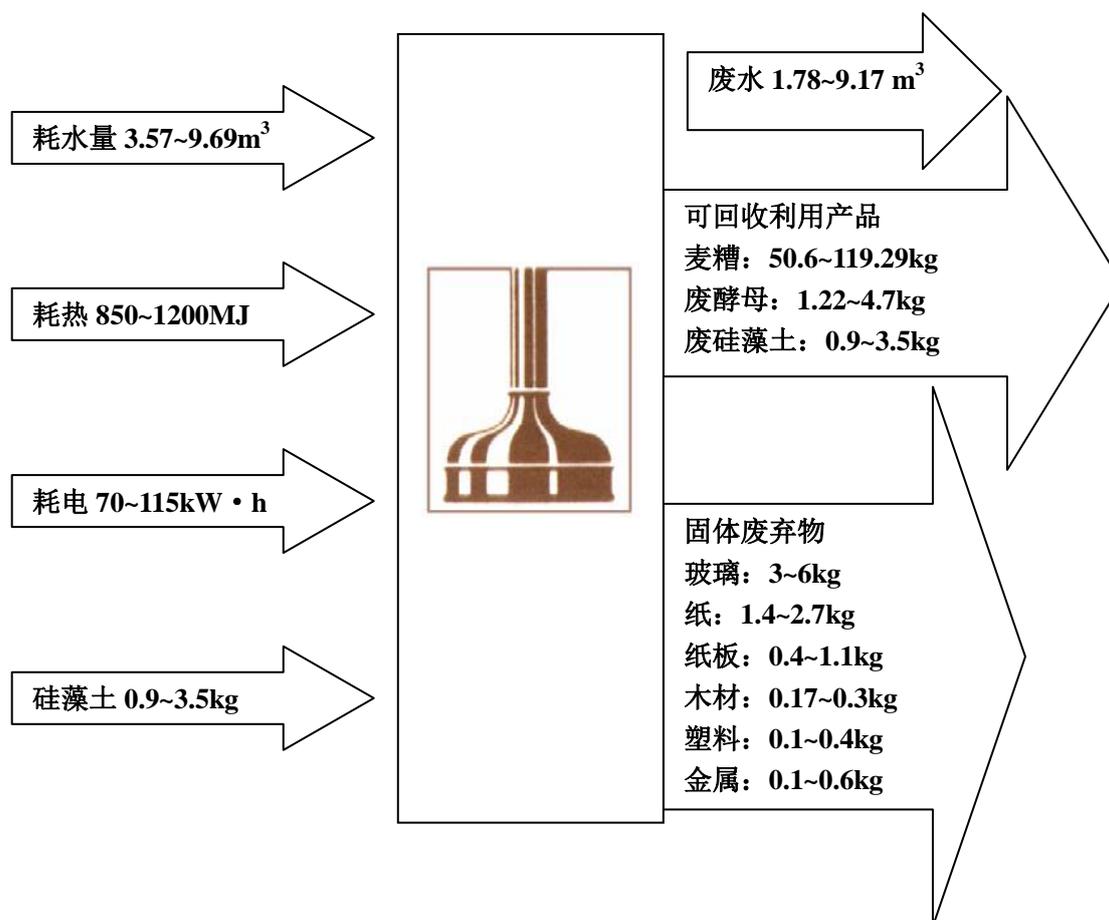


图8 我国啤酒企业输入输出情况图

(2) 耗水情况

啤酒企业使用的水源主要有：地下水、地表水或处理的饮用水，水是啤酒中的主要成分，也是副产物（麦糟和废酵母）的部分成分，生产中也有部分水会以废水或蒸汽的形式排放。

现代啤酒企业的取水量一般在 4~10m³/kL 啤酒，国外企业报道其取水量为 3.2m³/kL 啤酒（芬兰，2003），啤酒生产过程中不同阶段水的消耗情况如表 5 所示。

表9 啤酒生产不同工艺阶段取水情况

工艺过程	耗水量 (m ³ /kL 啤酒)			
	测定		文献报道	
	最低	最高	最低	最高
糖化车间	1.3	2.36	1.74	2.6
发酵车间	0.32	0.53	0.4	0.8
贮酒车间	0.24	0.67	0.1	0.6
过滤过程	0.31	1.09	0.1	0.76
灌装过程	0.59	1.63	0.9	0.98
总计	2.76	6.28	3.24	5.74

取水量的高低与啤酒企业灌装工艺、巴氏杀菌技术、水的重复利用率和设备类型有关，另外由于水是冷却的介质，因此水温也影响水的消耗量，低温地区啤酒企业的耗水量往往低于高温地区的企业。

啤酒生产中取水量较多的过程主要有：糖化、包装原材料的清洗（如洗瓶）、巴氏杀菌、设备清洗（CIP）、包装过程中的肥皂润滑输送、真空泵的填料和灌装机的冲洗。

出现高取水的原因在于：①洗瓶过程中耗水量较大；②热水系统的溢出；③巴氏杀菌失衡；④工艺设备的清洗；⑤隧道式巴氏杀菌过程中水的使用处于开放环境中；⑥包装过程中真空泵消耗的热水量较多；⑦低效率的厂房和设备；⑧密闭冷却系统效率较低；⑨阀门、水龙头和软管的泄露；⑩没有（或缺乏）有效资源管理手段。

（3）废水产生情况

1) 废水量

啤酒生产过程中产生的废水量应该等于用水量减去啤酒产量、糖化车间和动力车间的蒸发量以及副产物和固体废弃物中的含水量，每 kL 啤酒中大约有 2.5~10m³ 水进入到下水道中。

2) 有机物

啤酒企业输入的有机物主要是啤酒原料，如麦芽和辅料，还有其它一些清洗剂、润滑剂和瓶子中的残留啤酒，而输出的有机物质包括啤酒、副产物和废水，

为了降低废水中有机物的含量，就应降低中间产品和啤酒的损失量，回收副产物。

衡量啤酒废水中有机物含量的高低，常用 COD 或 BOD₅ 来表示，污染物主要来自：酿酒原料；酵母和废酵母；凝固物；弱麦汁排放；糖化罐和工艺罐的清空和清洗；硅藻土过滤；管道中的驱逐水；灌装车间的不合格酒和爆瓶酒。

高浓度废水主要来源于废酵母和残酒的排放，糊化罐、糖化罐、发酵罐洗涤水。

3) 其它物质

废水中固体悬浮物主要包括副产物、硅藻土和洗瓶机中冲出的标签，废水中的氮含量主要来源于酵母和清洗剂如硝酸（清洗罐时所使用清洗剂的成分）的排放，如果废水处理车间与维修车间的冷却设备连接，则 NH₃ 的排放也可能发生。废水中磷主要来源于清洗罐时所使用含磷清洗剂和残留的微生物菌体。如果清洗设备和回收瓶时使用酸或碱，则废水中的 pH 值会出现很大变化。

表10 啤酒企业处理前废水成分

参数	单位	范围
BOD ₅	mg/L	1000~1500
COD	mg/L	1800~3000
SS	mg/L	10~60
总氮	mg/L	30~100
总磷	mg/L	10~30
pH	—	3~13

表11 啤酒企业废水排放

参数	单位	范围
取水量	m ³ /kL 啤酒	4~10
废水产生量	m ³ /kL 啤酒	3.2~8.0
COD	kg/kL 啤酒	8~25
COD/BOD ₅	—	1.5~1.7
SS	m ³ /kL 啤酒	0.2~0.4

废水中酸和碱主要来自：水处理车间；CIP 系统；酿造车间；罐装车间。

废水中出现大量酸和碱排放的原因在于：①事故；②贮存酸和碱的 CIP 系统出现偶然泄露；③洗瓶机碱洗液的排空。

国内啤酒企业未经处理的废水成分见表 10，废水的排放见表 11。

(4) 固体废物污染

啤酒企业输入的固体原料主要以原料和辅料的形式存在，而输出的固体物质包括副产物（麦糟和废酵母）、包装原材料、固体废物和危险废物。

某年产 10 万千升啤酒的企业（使用回收瓶和塑料周转箱）有关联产物、副产物和固体废物产生量见图 9。

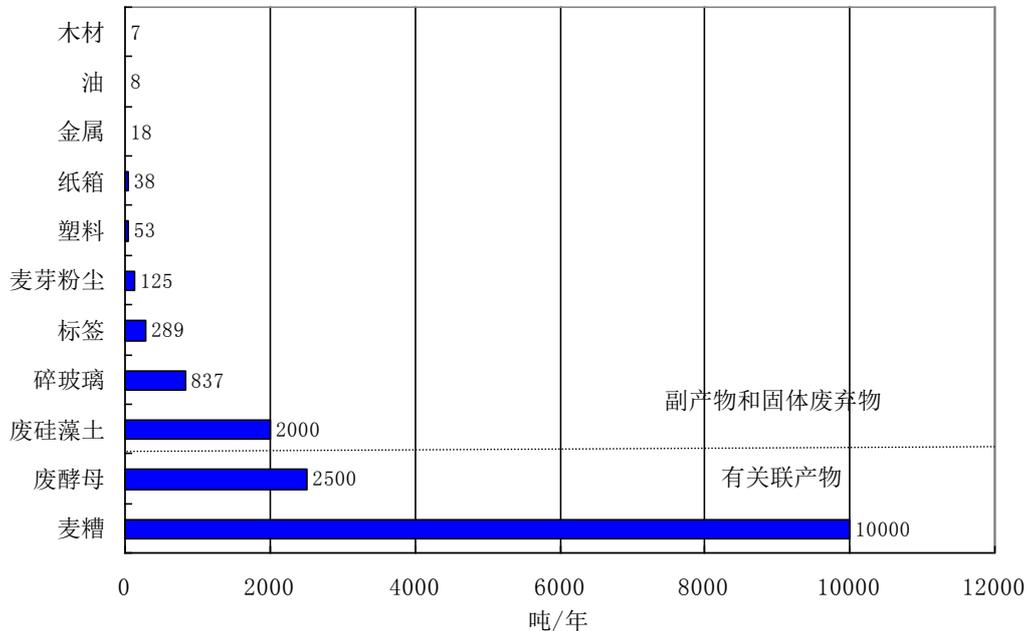


图9 啤酒企业有关联产物、副产物和固体废物产生量

啤酒企业产生这些废弃物可以分为：和生产过程有关的关联产物、副产物和可回收以及不可回收废物（固体废物）三类。

一般来讲，有关联产物和副产物是有用的，其用途如下：麦芽粉尘可混于酿造谷物原料继续生产，也可用于生产动物饲料；麦糟及冷凝固物可用于生产动物饲料；废酵母可用于动物饲料，也可用于医药及化妆品等行业。

啤酒企业回收废物的用途有：啤酒过滤中产生的废硅藻土可用于水泥工业；包装线上产生的碎玻璃可重新用于玻璃的生产中；清洗回收瓶产生的标签可用于造纸工业中；辅料和包装材料所使用的塑料包装物可循环再用；根据纸浆的质量，

纸箱等废物也可重复再用；酒罐、设备更新等产生的金属可重新熔化并用于金属工业中。

（5）滋扰

1) 噪声污染

啤酒企业产生的噪音可分为交通噪声和固定噪声。交通噪声由运输卡车和叉车产生，固定噪声是啤酒企业噪声产生的主要途径，它包括冷凝器和冷却塔等固定设备。

主要噪声源包括：啤酒企业运输用的卡车和叉车；公用车间所用的冷凝器和冷却塔；啤酒企业中的原料粉碎、运输和通风风扇等。

噪音滋扰的主要原因：厂房所处的位置；户外设备维修不善；夜间生产。

啤酒企业噪音所产生的环境影响应通过研究特定排放源来进行评价，应当指出，啤酒企业的噪音也是职业健康安全所关注的焦点，如果某企业使用旧设备，则公用车间（压缩机）和包装车间（玻璃瓶）的噪音水平偶尔会超出标准规定。

2) 异味污染

啤酒企业最大的异味来源是麦汁煮沸蒸发过程，主要潜在异味来源包括：麦汁煮沸产生的蒸汽；废水处理；有关联产物和副产物的贮存和处理；燃油的贮存；啤酒贮存车间和包装车间的通风和锅炉房的烟囱排放。

异味滋扰的主要原因包括：①厂房所处的位置；②麦汁煮沸时无蒸汽回收设备；③麦汁煮沸时热回收系统的错误操作；④夏季副产物的贮存；⑤厌氧条件下，废水中的硫酸盐产生的不愉快气味。

3) 粉尘污染

原辅料粉碎和运输是啤酒企业粉尘产生的主要来源，另外，过滤助剂如硅藻土的供应和处理也会产生少量粉尘，然而由于旋风式和袋式除尘器的一体化，这些系统产生的粉尘一般是非常有限的。啤酒企业产生粉尘的主要原因在于：原材料的装卸和气旋、袋式除尘器的维修。

5.3 污染防治技术

5.3.1 污染防治的目标与原则

中国啤酒工业的发展速度一直处于世界前列，在最近 20 年的快速发展中，

啤酒产量持续稳定增长；人均消费量持续上升，但是我国啤酒工业“大而不强”，呈现出以下特点：

（1）啤酒生产原料和生产工艺流程相对稳定，变化不大，但啤酒生产工艺流程长，从粮食生产到产品的最终加工，需要经过很多生产工序，其中的一些主体工序资源、能源消耗量都很大，污染物排放量也相当可观。啤酒加工过程中消耗的资源主要是粮食（大麦、大米、淀粉等）和大量的能源（热、水、电），排出相应的废弃物（主要是废水），对环境造成一定的影响。

（2）啤酒工业的废弃物（污染物）具有无毒、无害、有机物含量较高的特点，可以实现回收再利用。

（3）不同地区、工厂间清洁生产的实施和管理水平差异大。国家加大治理污染监管力度后，部分重点河流区域的啤酒厂及大中型啤酒厂已积极采取废水治理，达标排放的举措，但从全行业来说，仍有不少企业直接排放。有的厂虽然有废水处理设备，但不能正常运行，影响啤酒行业按循环经济模式发展。

（4）啤酒废渣回收综合利用处理还没有达到 100%，有部分废渣（如：生活垃圾）多数还直接排放到自然环境，与其他行业之间的资源互通利用机制也尚待建立完善，导致资源浪费严重。

（5）目前啤酒行业已发展到了一个新的转折时期，很多啤酒企业意识到污染防治就是资源回收利用，与经济效益相挂钩，一些企业也尝到了甜头，因此对污染防治技术的应用积极性非常高，很多企业不断增加污染防治技术方面的投资，陆续自主开发出或应用实施新的污染防治技术。

基于以上发展特点，在目标与原则中提出以下政策内容。

（1）啤酒企业应实行“减污为先、治污为本、开源节流”的水污染防治原则，采用原辅料源头控污、生产工艺过程减排、发酵副产物利用、废水循环利用与处理相结合的全过程清洁生产技术，推行以节能减排为核心，以污染预防为重点，并以计量精准化、工艺清洁生产化、资源利用循环化为特征的污染综合防治技术路线。

（2）采用先进、成熟的水污染防治技术，排放水达到行业排放标准或再生水标准，并满足污染物排放总量控制要求。

（3）按照减量化、资源化、无害化的原则，加强固体废弃物全过程管理，

积极进行回收利用和无害化处理。

(4) 新建啤酒生产企业宜建在集中供热、污水集中处理厂等基础设施完善的工业园区。

(5) 2020 年底之前，力争在全行业基本采用清洁生产技术和工艺，80% 企业能够满足啤酒清洁生产标准的国内先进水平。

5.3.2 清洁生产技术与工艺

近年来，华润雪花、青岛、百威英博、燕京和珠江等大型啤酒集团在不断努力降低能耗和提高综合利用的同时，率先启动了技术含量高、环保效益非常显著的项目，如：二次蒸汽回收、沼气回收利用等，引领行业从高投入、高消耗、高排放、低效率的粗放型发展状态快速进入清洁生产发展循环经济的新模式。

虽然啤酒工业在推行清洁生产方面取得了一定成绩，但和国际先进水平比，仍然存在较明显的差距，和我国啤酒工业的迅速发展、全球第一啤酒大国的地位不相适应。具体表现如下：

(1) 行业清洁生产普及度与国外先进国家尚有差距，部分小型啤酒生产厂清洁生产设施配套不完善，甚至未实施清洁生产方案，不能达到清洁生产行业标准。

(2) 通用能耗指标与国际指标不统一，如啤酒产品单位耗煤计量单位不同（国外以热能 kJ 计量，我国以耗煤 kg 计量），折算后有 30%~40% 的差距。

(3) 清洁生产、节能降耗技术的推广应用不平衡。大型啤酒集团和位于啤酒工业比较发达地区的生产企业，采用节能降耗新技术取得了比较好的成效；而位于啤酒工业比较落后地区的啤酒生产企业，则对清洁生产重视较差，仍沿用旧工艺、旧设备，消耗指标较高，污染物排放量较大。

啤酒糟是啤酒生产最大的副产物，万吨啤酒厂年产啤酒干糟约 500 吨左右。处理好啤酒糟对于改善啤酒厂的环境卫生、减少污染、节水节电、增加效益至关重要。传统的过滤槽采用湿排糟方法，用大量的水将麦糟冲到麦糟暂贮罐中，再用螺杆泵输送到糟池，耗水、耗电。而采用机械挤压和流化床干燥两种方式将麦糟水份从 80% 以上脱水至 13% 以下，将麦糟加工成粉状的优质蛋白质饲料予以出售，不仅能提高麦糟的利用价值，而且环境效益也十分显著，如湿排麦糟用水量大约为 6 立方米/吨，耗电 3.2 度/吨，而干排糟耗水量仅为湿排糟的 5%，因此

在麦糟过滤中推荐采用干排糟技术。

麦汁煮沸是啤酒企业单一耗热最大的过程，在麦汁煮沸时，蒸发率一般在6~10%之间，一般蒸汽是直接排放到空气中，不仅耗能，而且会产生不愉快的气体，因此回收麦汁煮沸锅中的热不仅可节约能源，而且避免出现异味问题。

啤酒企业传统麦汁冷却采用两段式，第一段采用自来水冷却，第二段采用冷酒精冷却。此工艺的缺点是：麦汁热量回收率低；冷冻机负荷重，电能消耗大；酒精消耗大。麦汁一段冷却工艺是以水为载冷剂，先将常温的自来水冷却至3℃~4℃，然后与热麦汁进行交换，一次将麦汁冷却至工艺要求温度7℃~8℃。和两段冷却比较，麦汁热回收率从60%提高到95%，冷冻机耗能降低30%~40%；用水量降低40%，因此鼓励企业采用一段冷却热麦汁热能回收技术。

通过采用自动控制系统和生产监控系统，可以加强啤酒生产全过程的计量、统计和管理工作；如采用自动化控制技术，可提高对啤酒过滤、灌装过程酒头酒尾的回收率；完善发酵罐、灌装机液位控制系统；加强发酵、杀菌机温度控制，提高啤酒质量，减少杀菌过程中的爆瓶损失。

啤酒企业每生产1kL啤酒排放的固体悬浮物量为2~4kg，酵母、硅藻土和冷/热凝固物的排放都会显著增加固体悬浮物含量。热凝固物中的COD含量约为150000mg/L（湿凝固物），如果回旋沉淀效果好，则产生的热凝固物量为麦汁体积的1~3%，如果回收热凝固物，废水的污染负荷可降低1500~4500gCOD/kL麦汁。政策推荐啤酒企业配备冷/热凝固物、废酵母、废硅藻土回收系统，降低综合废水的污染负荷。

啤酒工业废水中含有大量可利用的物质，如废酵母、废碱液、冷凝固物等，通过回收再利用，可实现降低污水负荷和生产成本的目的。

另外，弱麦汁中COD浓度一般在10000mg/L左右，弱麦汁占糖化麦汁体积的2%~6%，而1%~1.5%的弱麦汁可被回收。啤酒的COD浓度为120000mg/L，残留酒量一般为啤酒总产量的1~5%，因此弱麦汁回收会使废水污染负荷降低200~600g/kL，而下水道中残留啤酒量每减少1%，污水负荷会降低1200gCOD/kL。

5.3.3 节水措施

高效CIP清洗技术可减少水和清洗剂的消耗量，降低能耗，易实现水和化学清洗剂的再回收利用，减少废水排放。

HJ/T183-2006《清洁生产标准 啤酒制造业》中规定一级企业的取水标准为 $\leq 6.0\text{m}^3$ ，清洁生产的一级是国际生产的先进水平，但由于清洁生产标准制定时所参考的数据是2004年啤酒行业数据，通过我们前期的调研，我国啤酒行业近几年清洁生产水平发展较快，目前国内生产的基本水平已达到 $6.0\text{m}^3/\text{kL}$ 啤酒。

从设备、工艺等使用环节上节约用水是各啤酒厂家降低生产成本，增强产品竞争力，提高企业效益的有效手段。

啤酒工业废水用膜技术和二氧化氯消毒等技术进行深度处理，处理后的再生水可以回用，如用作冷却水，但不能用于直接和产品接触的工艺用水。再生水的回用不仅节约了水资源，同时也减少了废水排放。

5.3.4 废水污染防治技术

本政策是基于啤酒工业清洁生产的基本要求，提出啤酒废水治理基本原则应将资源化利用、过程减排和末端治理相结合，注重再生水的回收利用，实现企业零排放的目的。

提倡“分类收集、资源回收利用、集中治理达标”是降低废水处理难度、降低投资成本的必要举措，也是啤酒废水处理今后的技术发展趋势。啤酒工业各生产工序排放的废水水质大不相同，COD浓度高的可以达到每升几万到十几万毫克，虽然这些工序排放的水量仅占整个企业废水排放量很小的比例，但污染物总量上却占主要部分，如果与其他低浓度废水混合处理会增大处理难度和成本。因此对高浓度废水进行预处理是污染物削减的重点。将少量高浓度工艺废水单独收集，采取有针对性的处理技术进行单独处理并达到混入综合废水的水质要求，这样可以有效地削减污染负荷，确保下游的综合废水处理稳定达标，而且是经济合理的办法。

本技术政策给出啤酒混合废水前处理、厌氧处理、好氧处理、深度处理的主要推荐技术。

技术政策针对啤酒废水污染治理要求提出适合的技术路线，从浓度最高的发酵液和废渣水的资源回收开始，经过回收处理，废水的有机物浓度大幅度地降低，然后将其与中低浓度工艺废水混合，进行污染负荷削减的预处理，直至其符合进入综合废水处理设施的进水要求；如果排放水需要回用于啤酒生产，还应进行再生水回用的深度处理，再生水送往生产车间；如果不需要回用，则可以排放。

5.3.5 固体废弃物处置和综合利用

固体废弃物处理中首先是对废弃物进行分类，啤酒生产中大多数废弃物可重复使用或作为副产物进行回收处理。

糖化过程中产生的重要副产物资源主要是麦糟，目前国内外啤酒工业对麦糟的开发利用高度重视。麦糟中富含蛋白质、膳食纤维等资源化成分，开展对麦糟高附加值产品的开发，如饲料、保健食品和食品添加剂等。

发酵过程中重要的副产物资源是废酵母，每生产 1 千吨啤酒，就会产生 1~1.5 吨的废酵母。废酵母中含有丰富的蛋白质、维生素、氨基酸等。可以将废酵母进行加工处理，用于酵母粉、酵母浸膏、核酸和保健食品原料等。

在啤酒生产过程中有多个工艺需要过滤，如澄清和装瓶前去除残留的固形物、不可溶浑浊物和微生物。硅藻土过滤属于粗滤，过滤后的啤酒仍含有一些残留物质，过滤后的废土可进行收集，以阻止其冲洗后进入污水处理车间。如将废硅藻土进行脱水后，随后利用流动的热空气闷干，处理后的硅藻土可重新用于过滤处理，由于硅藻土可回收利用多次，因此降低了过滤和处理成本。其次也可以采用压缩和卫生填埋处理，在某些情况下，可用作农田生产，有时也用于建筑材料中。

啤酒企业应提高啤酒包装材料（例如：塑箱、玻璃瓶等）重复利用率，尽可能地利用可使用的旧包装材料，降低生产运行成本；对破塑箱、碎玻璃等无法使用的旧包装材料进行回收，出售给各专业生产厂家作为的产品原料，达到变废为宝的目的。

5.3.6 大气污染防治技术

CO₂ 是啤酒发酵过程产生的重要副产物，每 kL 啤酒在发酵过程可产生约 20kgCO₂，CO₂ 的排放不仅会对环境造成影响，形成温室效应，而且也是资源的一种极大浪费。同时啤酒生产过程又需要消耗较大量的 CO₂，因此 CO₂ 的回收利用有可观的经济效益和环境效益。

原料和运输是啤酒企业粉尘产生的主要来源，另外，过滤助剂如硅藻土的供应和处理也会产生少量粉尘，啤酒企业一般通过安装旋风式和袋式除尘器控制粉尘的排放量。

区域集中工业不仅可以提高能源利用率、节约能源，而且有条件安装高烟囱

和烟气净化装置，便于消除烟尘，减轻大气污染，改善环境卫生，还可以实现低质燃料和垃圾的利用。

5.3.7 恶臭防治

啤酒企业最大的气味来源是麦汁煮沸蒸发过程，潜在异味来源包括：麦汁煮沸产生的蒸汽；废水处理；啤酒贮存车间和包装车间的通风和锅炉房的烟囱排放。

异味滋扰的主要原因包括：①企业与居民区较近；②麦汁煮沸时无蒸汽回收设备；③当在厌氧条件下，废水中的硫酸盐会产生不愉快气味。因此除安装回收设备外，远离居民区，并按要求设置卫生防护距离也是防治恶臭的有效方法。

目前，治理啤酒企业废水过程中产生的恶臭气体的主要方法有物理法、化学法和生物法三类。其中物理法主要包括稀释法、吸附法等；化学法包括吸收法、燃烧法等；生物法包括生物制剂法、生物过滤法、填充塔式生物脱臭法和生物洗涤法等。三种处理方法相比较物理化学除臭法存在设备繁多、工艺复杂、二次污染后再生困难、后处理过程复杂，能耗大等缺点；生物法则具有简单、投资省、运行费用低、维护管理方便、效果好等优点，近几年来发展很快。

5.3.8 二次污染防治技术

沼气是一种可利用能源，燃烧和流动性能好，沼气中甲烷的含量为 65~85%，甲烷热值在 21000~25000kJ/m³，所以可作为高级燃料的替代品。如果将沼气直接燃烧排放，不仅浪费了宝贵的能源，同时沼气中含有二氧化硫污染环境，因此宜回收利用，如利用沼气发电。

工业污泥是指工业废水处理，沉淀分离出的污浊物质。不同行业产生不同的工业污泥，有的行业工业污泥中含有有毒有害物质，如果不经处理，随处堆放或直接填埋，会对地下水、生态环境等造成二次污染。《国家危险废物名录》中规定了不同行业各种危险废物的类别，对于危险废物有专门的处理处置方法，而对于不属于《国家危险废物名录》的工业污泥，如果开展综合利用，则是宝贵的二次资源。

5.3.9 鼓励研究与开发的技术

总体上看，随着国家产业宏观政策调控的不断深入及环保要求的日益严格，落后的技术、工艺和小规模企业将不断被淘汰，整个啤酒制造业的污染物排放总量将会得到进一步消减，行业的污染问题将会得到较大改善。在这一目标实现过

程中，需要成熟可靠的先进技术的开发研究与应用。

本技术政策中重点提出了鼓励以下（包括但不限于）有关啤酒制造业污染防治新技术研究开发与应用的內容：

- 鼓励研发啤酒快速发酵技术，缩短发酵周期，实现能耗、煤耗等资源消耗水平的降低。
- 鼓励企业进行产品碳足迹的跟踪、核算，降低生产全过程的碳排放。
- 开发新型过滤材料，降低硅藻土的使用量。

6 技术政策制订的基本原则和技术路线

6.1 基本原则

《啤酒制造业污染防治技术政策》编制的基本思路是：采用原辅料源头控污、生产工艺过程减排、发酵副产物利用、废水循环利用与处理相结合的全过程清洁生产技術，推行以节能减排为核心，以污染预防为重点，以计量精准化、工艺清洁化、资源利用循环化和平衡化等为特征的污染综合防治技术路线。

技术政策编制的基本原则：

（1）突出清洁生产的原则

根据清洁生产和循环经济的理念，啤酒制造业污染防治应尽量从源头控制，以防为主，防治结合的原则，实施全过程清洁生产，从源头上减少污染物的产生，从而降低和减轻污染物末端治理对环境造成的压力，提高环境污染防治和管理水平。

（2）突出先进性原则。

技术政策组在充分调研和征求专家意见的基础上进行编制，充分借鉴了欧盟等发达国家污染防治管理体系的成功经验，并结合我国实际情况，充分考虑到国内啤酒行业现有技术水平和管理水平，所制定的污染防治技术成熟可靠、先进实用、与企业现有技术水平相衔接。

（3）突出适用性和可操作性

本技术政策中各污染防治技术是对照啤酒生产工艺各阶段、污染治理与综合利用各环节依次编写，涵盖了啤酒工业生产与污染治理整个过程，指明各生产环节所应推广的先进清洁生产技术及方向，体现了全过程控制的思想，将污染防治、

末端治理与综合利用相结合，从根本上提高啤酒行业污染防治技术水平，实现行业健康可持续发展。

6.2 技术路线

《啤酒制造业污染防治技术政策》编制的技术路线见图 10。

编制过程包括：成立编制组——国内外资料调研——编制工作计划及大纲——现场考察和书面调研——征集行业专家意见——调研数据、资料汇总和分析——编制技术政策讨论稿——经反复论证提出技术政策征求意见稿。

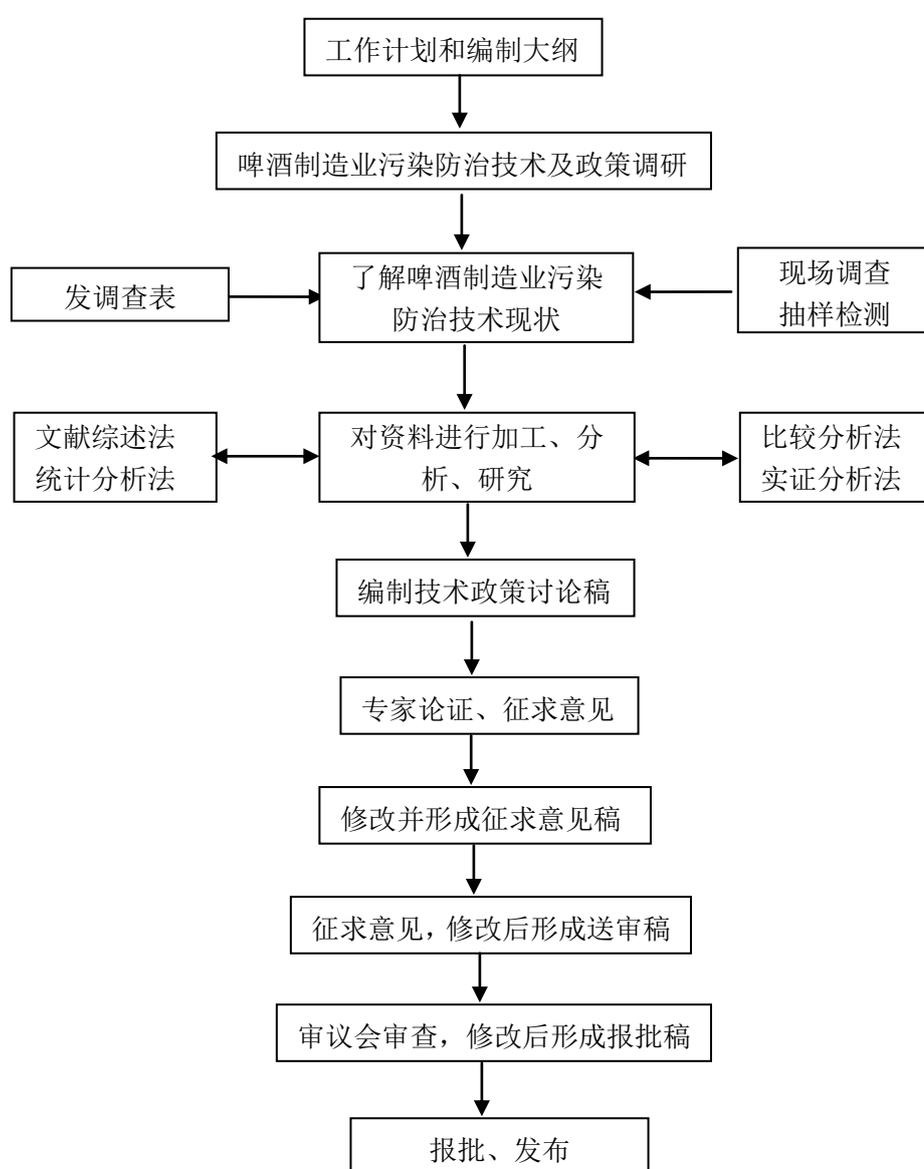


图10 《啤酒制造业污染防治技术政策》编制路线图

7 技术政策主要条文的编制说明

7.1 总则

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

本技术政策编制的重要依据和目标。为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国循环经济促进法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》等法规，防治环境污染，促进啤酒工业和污染防治技术的进步，依据《中国酒业“十三五”发展指导意见》、《“十二五”节能减排综合性工作方案》、《啤酒行业清洁生产技术推广方案》等啤酒制造业相关的环保行政法规，制定本技术政策。

(二) 本技术政策所称啤酒制造是指以麦芽（包括特种麦芽）为主要原料，加酒花，经酵母发酵酿制而成，含二氧化碳、起泡、低酒精度的发酵酒产品的生产，不包括啤酒专用麦芽的生产。

根据国民经济行业分类(GB/T4754-2002)对本政策适用范围进行了规定。

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

本技术政策包含的主要内容和作用。本技术政策为全国范围内啤酒制造业环境保护相关规划、污染物排放标准、环境影响评价、总量控制、排污许可等环境管理和企业污染防治工作提供技术支持。为防治啤酒制造业污染，提出可采取的技术路线和技术方法，包括源头及生产过程污染防控、污染治理及综合利用、二次污染防治、鼓励研发的污染防治技术等内容。

(四) 啤酒生产企业应采用原辅材料源头控制、生产过程减排、发酵废物利用、废水循环利用与处理相结合的全过程污染防治技术路线，强化精准计量、工艺清洁、资源循环利用。

我国啤酒行业尚无准入条件，进入门槛低、竞争激烈，利润向大型企业集中。

近年很多企业采取规模扩张，新建、扩建、改建、搬迁的项目仍在延续，但项目规模和行业新增产能大幅低于前几年。2014 年啤酒企业数和生产工厂数与上年相比：企业数 108 个，比上年减少了 11 个；生产啤酒的工厂数减少了 16 个，为 403 个。2014 年产销量的负增长打破了中国啤酒行业连续 24 年的增长势头之后，开始出现下滑趋势。

在啤酒业激烈竞争中，各企业为了争夺市场份额展开价格战，部分企业为获利润只顾降低成本，忽略节能减排工作。许多中小企业，由于技术、资金和认识上的不足，仍处在高投入、高消耗、高排放和低效率粗放型经济模式中，这些企业在节能减排和清洁生产技术的运用上，与国家的要求还存在很大的差距。许多产量在 10 万千升以下的中小啤酒企业，装备落后，自动化水平低，耗能大。

啤酒行业作为以农产品加工为主的制造业，能源、资源消耗较大，涉及电、水、热和多种农副产品原料，排放废弃物包括废水、废气、废渣等，不经过处理或处置直接排放或抛弃，将会造成严重的有机物污染和资源浪费。啤酒业是食品领域内耗能较大、排废较多的行业之一，节能减排对于啤酒企业的可持续发展具有重要意义。

针对啤酒行业资源消耗量大，排放废弃物多，废弃物（污染物）一般无毒、无害、有机物含量较高，可以回收再利用，制定啤酒行业“减污为先、治污为本、综合利用”的污染防治原则，采用原辅料源头控污、生产工艺过程减排、发酵副产物利用、废水循环利用与处理相结合的全过程清洁生产技术，推行以节能减排为核心，以污染防治为重点，并以计量精准化、工艺清洁生产化、资源利用循环化为特征的污染综合防治技术路线，促进行业的节能降耗、提高资源利用效率、降低污染物排放。

（五）啤酒生产企业应采用先进、成熟的污染防治技术，产生的污染物应达标排放，并满足总量控制要求，提高水、二氧化碳、沼气和废渣的回收利用。啤酒生产企业的取水量应不高于 $6.0\text{m}^3/\text{kL}$ 、废水排放量应不高于 $4.5\text{m}^3/\text{kL}$ 。

提出啤酒企业污染防治技术的目标。国家加大治理污染监管力度后，部分重点河流区域的啤酒厂及大中型啤酒厂已积极采取污染治理措施，采用先进、成熟污染防治技术，废水、废气达标排放、废弃物进行无害化处置和综合利用。但从全行业来说，仍有不少企业直接排放。有的厂虽然有废水处理设备，但不能正常

运行，影响啤酒行业按循环经济模式发展。

（六）新建啤酒生产企业宜选址在集中供热、污水集中处理等基础设施完善的工业集聚区。

啤酒生产过程消耗大量的粮食、热能以及水资源等，能量供给和废水处理投入高，工业集聚区能够合理配置资金、物质、能量和信息流动，可以降低啤酒企业能源供给、污染治理设施等基础设施成本，污染控制的集约化优势非常明显。引导新建啤酒生产企业进入供热、污水处理设施完善的工业集聚区，采用集约化的能源供给和废水集中处理，可以节约建设资金，降低运行成本。

（七）2020 年底之前，在全行业推广清洁生产技术和工艺，80%以上啤酒企业达到国内清洁生产先进水平。

将“十二五末”与“十一五末”作比较，即 2014 年与 2010 年相比，5 年间，我国啤酒业单位产品耗粮降低 1.70%，耗电下降 2.06%，取水下降 9.26%，耗标煤下降 8.23%，综合能耗下降了 7.24%，啤酒损失率也由 3.15% 下降至 3.13%。可见，在国家相关部门近年来陆续出台的针对啤酒行业节能、降耗、减排等一系列促进措施和相关法律法规推动下，啤酒企业加强技术装备和工艺改进以积极降低能耗指标取得了显著成效。目前，虽然啤酒行业能源消耗逐年降低，但各项指标降势趋缓，如取水和啤酒总损失率指标降低空间基本不大。在国家相关政策引导下，国内大型啤酒集团均已根据自身情况，制订了科学的节能降耗战略规划和目标，近年来更积极采用国内外清洁生产、降低消耗的先进技术装备，啤酒生产的能源消耗指标与国际先进水平的差距不断缩小。

华润雪花、青岛、百威英博、燕京和珠江等大型啤酒集团在不断努力降低能耗和提高综合利用的同时，率先启动了技术含量高、环保效益非常显著的项目，如：二次蒸汽回收、沼气回收利用等，引领行业从高投入、高消耗、高排放、低效率的粗放型发展状态快速进入清洁生产发展循环经济的新模式。

至 2014 年，大型啤酒集团各项能耗指标已迈入国际先进行列，而老厂、小厂的清洁生产工作有更大的发挥空间。根据 2014 年统计数据，我国啤酒企业大部分能源消耗指标的算数平均值已经达到清洁生产一级水平（国际先进水平）。

“十三五”要在全行业推行清洁生产技术和工艺，80%以上啤酒企业达到国内清洁生产先进水平。

但是，在取得显著成效的同时，降耗已到达一定限度，在现有装备技术水平较为完善的情况下，节能降耗趋势趋稳。

表12 2014年全国啤酒生产企业能源消耗情况表

啤酒能耗指标	单位	加权平均	算术平均	清洁生产一级标准
啤酒总损失率	%	3.13	4.18	≤4.7
标准浓度 11 P 啤酒耗粮	kg/kL	148.67	154.05	≤158
啤酒电耗	kW h/kL	62.15	70.37	≤85
啤酒耗水（取水量）	m ³ /kL	3.92	5.05	≤6.0
耗标煤量	kW h/kL	41.9	62.34	≤80
综合能耗	kg/kL	50.35	72.07	≤115

7.2 源头及生产过程污染防控

（一）麦汁过滤应采用干排糟技术，提高麦糟的利用率，减少水污染负荷。

干排糟是由过滤槽内的推糟器把麦糟直接排放在麦糟贮料罐中，通过螺旋输送机输送至通往干燥站的管道内，通过0.5~0.6MPa的压缩空气吹送到干燥站进行干燥。啤酒厂每生产1kL啤酒，大约可生产0.15t的湿麦糟，如果用水稀释后冲放掉，冲一吨糟用水为5~6m³。麦糟干排只在最后用水冲洗过滤槽，耗水量为湿排耗水量的5%。

（二）煮沸锅应配备二次蒸汽回收系统。鼓励采用低压动态煮沸等新型节能煮沸技术。

糖化车间煮沸锅是啤酒工厂耗能主要设备，煮沸蒸汽用量占全啤酒厂蒸汽总消耗量的35%~40%。

麦汁煮沸时产生的水蒸气被称为二次蒸汽，若不加以处理从排气筒直接排放，不仅浪费大量能量（1kg常压蒸汽变为20℃冷凝水时将释放2590kJ的热能），而且也会对环境产生不利影响。通过二次蒸汽回收，可节省煮沸锅中30%左右的蒸汽消耗，相当于降低水耗0.4m³/kL。

采用传统煮沸工艺，煮沸强度高，热能消耗大，不仅影响啤酒品质，而且煮沸过程排出的二次蒸汽带走大量热量，造成能源浪费。在保证啤酒质量前提下，为了降低煮沸强度，回收利用二次蒸汽热量，提出了动态低压煮沸方法。

（三）麦汁冷却应采用一段冷却技术，鼓励采用真空蒸发回收冷却过程中蒸汽，降低啤酒生产的能耗和水耗。

麦汁一段冷却工艺是以水为载冷剂，先将常温的自来水冷却至3~4℃，然后与热麦汁进行交换，一次将麦汁冷却至工艺要求温度7~8℃。和两段冷却比较，麦汁热回收率从60%提高到95%，冷冻机耗能降低30%~40%；水用量降低40%。

采用真空蒸发回收冷却过程中产生蒸汽，是指将煮沸热麦汁在冷却（95℃→7~8℃）前经过一次真空蒸发，热麦汁以切线方向进入真空罐，压力突然下降，麦汁沸点降低，形成大量二次蒸汽，再次回收利用。回收利用真空蒸发产生的二次蒸汽（2~2.5%蒸发量），有利于缩短煮沸锅蒸发时间；除系统开始运行时需真空机械外，以后的过程可自动运行，不再需动力；麦汁真空蒸发有利于排除不良气味（DMS等），可提高产品质量；真空蒸发降低了麦汁温度（95~86℃），节约了冷却过程的冷耗和电耗。

（四）鼓励在全行业推广超高浓度酿造技术。

啤酒超高浓酿造后稀释技术是在啤酒生产中所生产麦汁浓度高于对应所生产啤酒中麦汁浓度，并在生产后期用水稀释成目标浓度啤酒的工艺。如正常发酵的麦汁浓度为8~12 P，超高浓麦汁则为15 P~20 P，甚至更高。

该技术综合能耗为59.19kg/kL啤酒，其中水耗为4.68m³/kL啤酒，电耗67.13kWh/kL啤酒，煤耗49.74kg/kL啤酒，可显著降低企业能耗、水耗，由于超高浓酿造添加稀释水的比例可达100%以上，因此，设备操作时间和冷耗等方面都将节约100%，啤酒生产过程的输送量也会减少，相对酒损也较小。

（五）啤酒发酵应采用罐体密闭发酵法，便于二氧化碳的洗涤和回收，回收率应达到100%。

CO₂是啤酒发酵过程产生的重要副产物之一，每kL啤酒在发酵过程可产生约20kgCO₂，CO₂的排放不仅会对环境造成影响，形成温室效应，而且也是资源的一种极大浪费。与此同时，啤酒生产过程又需要消耗较大量的CO₂，因此对CO₂进行回收利用有可观的经济效益和环境效益。罐体密闭发酵有利于CO₂的回收，我国啤酒行业中有80%以上企业采用了CO₂回收技术，最好的回收利用率可达到100%，但最差的回收率仅有40%，根据行业现状及发展趋势，本政策要求回收利用率应达到100%。

（六）鼓励啤酒企业在生产过程中采用自动控制系统和生产监控系统，在各用水节点安装计量装置，加强用水量监控。

通过采用自动控制系统和生产监控系统，可以加强啤酒生产全过程的计量、统计和管理工作；如采用自动化控制技术，可提高对啤酒过滤、灌装过程酒头酒尾的回收率；完善发酵罐、灌装机液位控制系统；加强发酵、杀菌机温度控制，提高啤酒质量，减少杀菌过程中的爆瓶损失。

（七）啤酒企业应配备热凝固物、废酵母、废硅藻土回收系统，回收和再利用固体废物中的有用物质，降低综合废水污染负荷。

啤酒企业每生产 kL 啤酒排放的固体悬浮物量为 2~4kg，酵母、硅藻土和冷/热凝固物的排放都会显著增加固体悬浮物含量。热凝固物中的 COD 含量约为 150000mg/L（湿凝固物），热凝固物产量为麦汁体积的 1%~3%，如果回收热凝固物，废水的污染负荷可降低 1500~4500gCOD/kL 麦汁。

啤酒企业每生产 1 万 t 啤酒，约产生 15t 剩余酵母，其中 2/3 是主酵母，这部分酵母质量较好、活性高、杂质少，回收后约有 1/5 即 2t 用作接种酵母。其他 1/3 是后酵母。在储酒过程中，与其他杂质共同沉淀于储酒罐底，一般弃置不用，排放到下水道内，由于其 COD 负荷极高，造成很大的水污染。总体看来，万吨啤酒可产生闲置酵母 13t，对这部分啤酒废酵母进行回收利用，可以减少排放 COD 负荷约 7150kg。另外，啤酒废酵母中含有丰富的氨基酸、核苷酸及其他营养成分，经深度处理加工后的产物可以应用于食品、调味品、医疗和啤酒酿造，可制成酵母抽提物、核苷酸、蛋白粉、酱油等。

我国啤酒厂多采用硅藻土作为助滤剂，每生产 1t 啤酒，一般要用 1.7~2.4kg 的硅藻土（约合 2kg）。按 2015 年全国啤酒产量 4715.72 万 kL 计算，每年要产生 9.4 万 t 的硅藻土固体废弃物，另外，硅藻土中还含有许多酵母菌和蛋白质等有机杂质，通过回收，不仅可以减少有机物分解产生恶臭，而且可以减少暴露空气中或渗入地下对环境造成污染和破坏。

啤酒工业废水中含有大量可再利用的物质，如废碱液、冷凝固物等，通过回收再利用，可实现降低污水负荷和生产成本的目的。啤酒生产中洗瓶机的洗液（碱水）洗涤后仍存留 1.2%~1.8% 的碱液，通过机械回收，再次利用，不仅降低碱的使用，降低成本，而且能大大减少环境污染。碱液回收系统通过对玻璃瓶洗瓶机

碱液回收、过滤、沉淀，除去细纤维、粘性物，恢复活性以延长碱液的使用时间，从而提高碱液的使用效率，达到降本增效的目的。

本技术政策推荐啤酒企业配备冷/热凝固物、废酵母、废硅藻土回收系统，回收和再利用废水中的有用物质，降低综合废水的污染负荷。

（八）鼓励啤酒企业进行弱麦汁、残酒的回收再利用。

当麦汁排出后，麦糟中仍含有大量的浸出物，为了减少损失，必须对其进行回收。洗糟是回收剩余浸出物的常用方法，洗糟水的排出会降低麦汁浓度，当麦汁浓度达到所要求值时，停止排放洗糟水。此时剩余在过滤槽中的麦汁仍含有低浓度的浸出物，这部分麦汁被称为弱麦汁。如果弱麦汁被排放到下水道中，则污水中 COD 的负荷会增加。

残酒包括酒头、酒尾、不合格酒等，啤酒企业的残酒分两种：一是发酵车间管道的酒头酒尾（主要是过滤），二是灌装车间回收的不合格酒和灌装时的酒头酒尾，残酒量每减少1%，污水负荷会降低1200gCOD/kL。

（九）啤酒企业应采用高效在线清洗（CIP）技术，通过采取调整清洗液配方、优化清洗工艺和改良清洗装备等措施，降低取水量。

啤酒企业应优化在线清洗设备和工艺，以避免对水资源和清洗剂的不必要浪费，如只采用一类清洗剂的单相酸洗或单相碱洗技术以及CIP冷清洗技术等。高效CIP在线清洗技术可显著减少清洗用水量，降低能耗和化学清洗剂使用量。

（十）加强对冷却水和冲洗水等低浓度工艺废水的循环利用，提高水重复利用率。

冷却水和最后一道冲洗水基本上未受污染，经回收后不用处理就可直接用于洗瓶机初洗或冲洗地面。实现冷却水和最后一道冲洗水的再利用，可使kL啤酒耗水量减少0.8~1.0m³。

（十一）鼓励啤酒企业对废水进行深度处理与回用，到 2020 年，新建企业废水回用率达到 50%，现有企业通过改造使废水回用率达到 40%。

啤酒工业废水用膜技术和二氧化氯消毒等技术进行深度处理，处理后的再生水可以回用，如用作冷却水，但不能用于直接和产品接触的工艺用水。再生水的回用不仅节约了水资源，同时也减少了废水排放。

（十二）鼓励企业采用错流膜过滤等新型“无土过滤”技术，减少废硅藻

土排放。

错流膜过滤技术是 20 世纪 90 年代开发的新技术，它的成功之处在于啤酒过滤不再依靠助滤剂，而使啤酒的过滤一次性完成，且可以通过过滤达到无菌状态，不需巴氏灭菌。与硅藻土过滤相比，使用错流膜过滤 kL 啤酒耗水量可减少 25%，耗电减少 35%左右，降低酒损 0.012kL，没有硅藻土废弃物产生，减少污水处理（排放）量 0.03m³。

7.3 污染治理及综合利用

（一）大气污染防治

1.啤酒企业应对发酵产生的二氧化碳进行回收和利用。

CO₂是啤酒发酵过程产生的重要副产物之一，每kL啤酒在发酵过程中可产生约20kgCO₂，CO₂的排放不仅形成温室效应破坏环境，同时啤酒生产过程又需要消耗较大的CO₂，因此CO₂的回收利用有可观的经济效益和环境效益。

CO₂经过回收净化后，可以作为啤酒生产过程中许多环节必不可少的工作介质和添加剂，如清酒罐背压、灌装机背压、过滤添加、制备脱氧水等，所以，一般大中型啤酒厂都配备有二氧化碳回收净化装置，以达到资源综合利用，降低生产成本的目的。同时可以减少对环境的污染。

二氧化碳回收工艺可分为三种：低压法、中压法和高压法，目前中压法的设备投资比低压法和高压法要大一些，但是中压法回收的二氧化碳纯度高，可采用低温储罐储存，可用管网连续供气，使用方便灵活，所以为目前国内外厂家所广泛选用，是二氧化碳回收工艺的主流。

表13 二氧化碳回收工艺的比较

回收工艺 CO ₂ 参数	低压法	中压法	高压法
压力(MPa)	0.6~0.8	1.6~2.5	6.0~9.0
液化温度(°C)	-50~-42	-25~-12	20~30
密度(kg/m ³)	18~24	994~1052	595~743
纯度(%)	气源决定	99.90~99.98	气源决定
贮存方式	无法贮存	低温储罐	钢瓶储存
供气方式	管道断续	管道连续	钢瓶搬运

2.对原料输送、粉碎过程中产生的粉尘，应安装除尘设备进行处理。

原料输送是啤酒企业粉尘产生的主要来源，另外，过滤助剂如硅藻土的供应和处理也会产生少量粉尘，啤酒企业一般通过安装旋风式和袋式除尘器控制粉尘的排放量。

3.鼓励啤酒企业采用区域集中供热的热源作为动力。

区域集中供热不仅可以提高能源利用率、节约能源，而且有条件安装高烟囱和烟气净化装置，便于消除烟尘，减轻大气污染，改善环境卫生。

(二) 水污染治理

1.啤酒制造业废水污染防治应优先考虑资源化利用和污染负荷的过程削减，并严格控制水污染物排放。排放废水应以回收利用为主，达到相关标准后可回用于绿化及其他用途或排放。

本政策是基于啤酒工业清洁生产的基本要求，提出啤酒废水治理基本原则应将资源化利用、过程减排和末端治理相结合，注重再生水的回收利用。

啤酒制造业废水末端治理技术应优先考虑资源化利用，削减污染负荷，并严格控制污染物排放。出水应以回收利用为主，达到相关标准后可回用于绿化及其他用途或排放。

2.啤酒废水应遵循“分类收集、资源回收利用、集中治理达标”的原则。高浓度啤酒废水应单独收集，结合资源化综合利用回收处理，实现污染负荷的过程削减；对废水处理系统有害和产生冲击负荷的废碱液，宜单独收集、处理、封闭循环利用；中低浓度工艺废水经混合作为综合废水并进行达标处理。

啤酒制造业废水末端治理技术主要包括废水的收集、处理、利用与排放。

提倡“分类收集、资源回收利用、集中治理达标”是降低废水处理难度、降低投资成本的必要举措，也是啤酒废水处理今后的技术发展趋势。啤酒工业各生产工序排放的废水水质大不相同，COD 浓度高的可以达到每升几万到十几万毫克，虽然这些工序排放的水量仅占整个企业废水排放量很小的比例，但污染物总量上却占主要部分，如果与其他低浓度废水混合处理会增大处理难度和成本。对此高浓度废水进行预处理是污染物削减的重点。将少量高浓度工艺废水单独收集，采取有针对性的处理技术进行单独处理并达到混入综合废水的水质要求，这样可以有效地削减污染负荷，确保下游的综合废水处理稳定达标，而且是经济合理的办法。

高浓废水如洗糟水，可以回收弱麦汁，也可作为糖化用水重复使用；对废水处理系统有害的工艺废水如废碱液，可回收利用或单独处理；中低浓度废水如洗罐水、洗瓶水等。

对啤酒废水污染治理要求提出适合的技术路线，从浓度最高的发酵液和废渣水的资源回收开始，经过回收处理，废水的有机物浓度大幅度地降低，然后将其与中低浓度工艺废水混合，进行污染负荷削减的预处理，直至其符合进入综合废水处理设施的进水要求；如果排放水需要回用于啤酒生产，还应进行再生水回用的深度处理，再生水送往生产车间；如果不需要回用，则可以排放。

(1) 啤酒废水进行回收处理和集中处理应根据进水水质进行前处理。前处理技术包括中和、匀质（调节）、拦污、混凝、气浮/沉淀等处理单元。

本技术政策给出啤酒混合废水前处理的主要推荐技术。

废水前处理的目的是降低对下水道的损害危险，确保下水道下游工人的工作环境。啤酒废水进行回收处理和集中处理应根据进水水质，采用前处理技术。前处理包括中和、匀质（调节）、拦污、混凝、气浮/沉淀等处理单元。

拦污是用粗格栅、水力筛、细格栅拦截较大的固体悬浮物。

气浮法是投加化学药剂将废水中污染物通过微小气泡携带浮出去除。

混凝沉淀法是向废水中投加混凝剂，使部分污染物形成絮状体，与水分离，沉淀去除。

采用上述前处理技术，可将啤酒废水中的污染物浓度降到符合进入集中处理单元的水质要求，减轻后续生化处理的难度和负荷。

(2) 厌氧生物处理技术可选择水解酸化池、升流式厌氧污泥床(UASB)反应器、内循环厌氧(IC)反应器、厌氧膨胀颗粒污泥床(EGSB)反应器等。

本技术政策给出啤酒混合废水厌氧处理的主要推荐技术。

啤酒废水的水质变化较大，一般包括：高浓度废水，如糖化车间的洗灌水、麦糟水，发酵车间的发酵洗涤水、洗酵母水，COD为4000~10000mg/L；低浓度废水，如制麦车间的浸麦水、刷灌水、冲洗水，灌装车间的各种洗涤水、洗瓶、洗桶水等，COD为300~1000mg/L。综合废水平均COD在1500~3000mg/L，BOD₅/COD约为0.6。

啤酒废水的可生化性良好，不含有对微生物有害物质，适宜采用生化为主的

处理方法。由于废水中COD含量较高，如单纯采用好氧法处理，不仅占地面积大、运行费用高，而且处理效果稳定性差，采用厌氧技术作为好氧的预处理技术。

前处理后的废水进入水解酸化池，大分子有机物先水解为小分子有机物，水解后的小分子有机物进一步转化为简单的化合物并分泌到细胞外，使得有机物得到降解。采用该技术耐冲击较好，接后续生物接触氧化法、活性污泥法等工艺，对废水进行进一步降解。大约17%的啤酒企业应用水解酸化技术对混合废水进行厌氧处理。

前处理后的废水进入UASB，该技术截留污泥量大，颗粒化程度好，处理能力强，污泥床不填加载体，节省造价，而且避免了填料堵塞问题，适用于处理啤酒高浓度工艺废水。处理后出水接后续好氧处理，进一步降解有机物。大约50%的啤酒企业应用升流式厌氧污泥床技术对混合废水进行厌氧处理。

气提式内循环厌氧反应器（IC）由两个UASB反应器上下叠加串联构成，该技术耐冲击负荷性能强，处理效率高；剩余污泥少，且容易脱水；适用于处理啤酒高浓度工艺废水。且运行稳定性好；占地面积省；内循环在沼气的提升作用下实现，无外加能源；启动时间较UASB短。处理后出水接后续好氧处理，进一步降解有机物。有一部分啤酒企业应用此技术对混合废水进行厌氧处理，占15%左右。

厌氧膨胀颗粒污泥床（EGSB）是第三代厌氧反应器，对污染物的去除率优于UASB。该技术处理效率高，耐冲击负荷能力强，占地面积小；可用于SS含量高的和对微生物有毒性的废水处理。适用于处理啤酒高浓度工艺废水。处理后出水接后续好氧处理如SBR等，进一步降解有机物。应用厌氧颗粒污泥膨胀床技术对混合废水进行厌氧处理的企业较少，占9%左右。

（3）好氧生物处理技术可选择活性污泥法（缺氧/好氧法A/O、序批式活性污泥法SBR及其变形工艺、氧化沟法、深井曝气法）、膜生物反应器、生物接触氧化法、兼氧生物膜法、兼氧膜生物反应器等。

本技术政策给出啤酒混合废水好氧处理的主要推荐技术。

缺氧/好氧法（A/O）是废水依次进入缺氧池和好氧池，利用活性污泥中的微生物降解废水中的有机污染物。该技术适用于啤酒废水的好氧处理及生物脱氮除磷。A/O工艺污水净化效果好，可有效控制活性污泥膨胀，具有较强的抗冲击负

荷能力。A/O工艺的污染物去除率SS为70~90%，BOD₅为80~90%，COD为70~80%，TN为60~80%，氨氮为80~90%，TP为60%。有部分企业采用此法用于啤酒混合废水的好氧处理，约占8%。

序批式活性污泥法（SBR）及其变形工艺适用于啤酒废水的好氧处理及生物脱氮除磷。SBR及其变形工艺污水净化效果好，可有效控制活性污泥膨胀，具有较强的抗冲击负荷能力。尤其SBR流程中可不设二沉池，不需要污泥回流，构筑物较集中，自动化程度高，易于灵活控制，更适于一体化设备需要。SBR工艺的污染物去除率SS为70%~90%，BOD₅为70%~90%，COD为70%~80%，TN为55%~85%，氨氮为85%~95%，TP为50%~75%。啤酒企业采用SBR及其变形工艺应用于啤酒混合废水的好氧处理大约占26%。

氧化沟法与其他污水生物处理方法相比，氧化沟具有处理流程简单，操作管理方便；出水水质好，工艺可靠性强；基建投资省，运行费用低等特点。其最大的优点是在不外加碳源的情况下在同一沟中实现有机物和总氮的去除，因此是非常经济的。氧化沟的污染物去除率SS为70%~90%，BOD₅为70%~90%，COD为70%~85%，TN为45%~85%，氨氮为70%~85%，TP为40%左右。有部分企业采用此法用于啤酒混合废水的好氧处理，约占8%。

深井曝气法又称超水深曝气活性污泥法，是以地下深井作为曝气池的活性污泥法。此法可提高处理效果（BOD₅去除率达85%~95%），降低处理成本，节约用地。深井曝气法充氧能力强，可达常规法的10倍，动力效率高，占地少，处理功能不受气候条件影响，适用于各种气候条件。一般深井曝气法更适合生活污水等有机物浓度不高的污水，处理工业污水效果不是很好。有大约8%的啤酒企业采用此法进行处理。

MBR技术具有处理效率高、出水水质好、设备紧凑、占地面积少、抗冲击负荷能力强，剩余污泥减少50%~70%等优点。该技术适用于啤酒废水的好氧处理及生物脱氮除磷。有部分追求高处理效率的企业采用此方法，约为8%。

生物接触氧化技术属生物膜法处理技术，由填料和曝气系统两部分组成。在填料表面形成生物膜，污染物通过微生物分解去除，出水经沉淀池固液分离后排出。该技术动力消耗主要用于好氧池的充氧，出水可直接回用于灌溉或排入水体。该技术适用于啤酒废水的好氧处理及生物脱氮除磷。有相当多的啤酒企业采用生

物接触氧化法对混合污水进行好氧处理，约占啤酒企业的42%。

兼氧（缺氧、好氧）生物膜反应器采用高效生物膜填料，可大幅度增加生物量，提高反应速率和污染物去除效率，可以改变反应进程，提高污泥龄和污泥浓度，水力停留时间不超过4小时，提高反应效率和处理效果，减少占地和污泥量。该技术具有处理效率高、脱氮除磷效果好、出水水质好、池容小、设备紧凑、占地面积少、抗冲击负荷能力强，剩余污泥可大量减少，可实现无人操作等优点。兼氧生物膜反应器为较新工艺，目前啤酒企业较少采用此法。因此法结合了缺氧/好氧和生物膜两个技术的优势，是今后发展的方向，推荐兼氧生物膜反应器作为啤酒企业好氧处理采用的技术。

（4）深度处理技术宜采用过滤+膜分离、化学除磷、曝气生物滤池（BAF）等技术。

本技术政策给出啤酒混合废水深度处理的主要推荐技术。

啤酒废水深度处理是指为回收利用生产废水或实现“零排放”的污水处理目标，采用常规生物处理法以外的污水处理工艺，将生化法处理后的出水进一步处理，以降低废水中的有机污染物浓度和总氮、总磷含量，获得较为优质的处理出水的过程。

深度处理通常采用处理工艺主要有以下方法：

1) 物化投药法废水处理工艺。包括“混凝+气浮/沉淀”、或“混凝+气浮+吸附/过滤”等，也包括“化学除磷”工艺。

2) 化学氧化法废水处理工艺。包括“高级氧化法”，如湿式催化氧化法、臭氧氧化法、电解氧化法等。

3) 物化分离法废水处理工艺。包括“过滤+膜分离”工艺，或蒸发浓缩技术等。

4) 生物强化技术，如投加高效生物酶和生物菌剂，或采取适合低负荷处理的“曝气生物滤池（BAF）”法等。

采用上述深度处理技术，可进一步去除啤酒废水中的悬浮物、有机污染物和总磷，使其达到用水水质的要求。

3.啤酒制造综合废水是含有少量氮、磷污染物的有机废水，易生物降解，宜采取“前处理+（厌氧）好氧+深度净化”的废水处理技术路线。

本技术政策给出啤酒综合废水处理的技术路线。

(三) 固体废物处理处置与综合利用

1.根据“减量化、资源化、无害化”的原则，对固废进行分类收集、合理利用、规范处置。

固体废弃物处理中首先是对废弃物进行分类，啤酒生产中大多数废弃物可重复使用或作为副产物进行回收处理。

2.麦糟回收后宜作为饲料等产品。

麦糟是啤酒酿造生产的主要废弃物之一，每生产1kL啤酒大约产生0.15~0.18t湿麦糟（含水率约为80%）。麦糟中含有丰富的营养物质，可直接作为饲料或加工成颗粒饲料或复合饲料等产品。该政策避免酒糟污染水体及周围环境，降低了固体废弃物排放量和化学需氧量的负荷。

3.废酵母回收利用率应达到100%，鼓励废酵母深度开发生产医药、食品添加剂等产品。

啤酒企业在啤酒生产过程中，每生产1000kL啤酒，约产生1~1.5kg干酵母（含水量低于8%）。酵母泥化学需氧量浓度一般在180000~220000mg/L。如果所有酵母被收集而非排入下水道，啤酒厂的总化学需氧量负荷将会减少约3600~8800g/kL啤酒。

4.废硅藻土应全部回收并妥善处理，禁止废硅藻土排入下水道或其他环境载体。

每生产kL啤酒，一般要用0.5~1.2kg的硅藻土(平均消耗0.8kg)，硅藻土泥中含有许多酵母菌和蛋白质等有机杂质，因此不能直接排放入下水道，也不能直接堆放在露天，因为酵母发酵、有机物分解将产生恶臭，并污染环境。废硅藻土的回收处理可降低污水负荷，减少固体废弃物的排放量。

5.鼓励废酒瓶回收用于制造玻璃制品，废外包装材料回收用于造纸原料。

啤酒企业应提高啤酒包装材料（例如：塑箱、玻璃瓶等）重复利用强度，尽可能地利用可使用的旧包装材料，降低生产运行成本；对破塑箱、碎玻璃等无法使用的旧包装材料进行回收，出售给各专业生产厂家作为产品原料，达到变废为宝的目的。

7.4 二次污染防治技术

（一）鼓励废水厌氧生化处理过程中产生的沼气经净化处理后作燃料。

沼气是一种可以利用的能源，其燃烧和流动性能好，甲烷热值在21000~25000kJ/m³，沼气中甲烷的含量为65~85%，所以可作为高级燃料的替代品。如果将沼气直接燃烧排放，不仅浪费了宝贵的能源，同时含有二氧化硫污染环境，因此宜回收利用，如利用沼气发电。

（二）废水处理过程中产生的恶臭气体应经收集后采用生物、化学或物理技术处理后达标排放。

啤酒企业最大的气味来源是麦汁煮沸蒸发过程，主要潜在异味来源包括：麦汁煮沸产生的蒸汽；废水处理；啤酒贮存车间和包装车间的通风和锅炉房的烟囱排放。

异味滋扰的主要原因包括：①企业与居民区近；②麦汁煮沸时无蒸汽回收设备；③当在厌氧条件下，废水中的硫酸盐会产生不愉快气味。因此除安装回收设备外，远离居民区，并按要求设置卫生防护距离也是防治恶臭的有效方法。

目前，治理啤酒企业废水过程中产生的恶臭气体的主要方法有物理法、化学法和生物法三类。其中物理法主要包括稀释法、吸附法等；化学法包括吸收法、燃烧法等；生物法包括生物制剂法、生物过滤法、填充塔式生物脱臭法和生物洗涤法等。三种处理方法相比较物理化学除臭法存在设备繁多、工艺复杂、二次污染后再生困难、后处理过程复杂，能耗大等缺点；生物法则具有简单、投资省、运行费用低、维护管理方便、效果好等优点，近几年来发展很快。

（三）鼓励废水生物处理产生的剩余污泥、沼渣等用于生产有机肥料或作为污水生物处理反应器的启动污泥。

污泥是指啤酒废水预处理产生污泥和混合废水处理产生的剩余污泥。污泥处理包括污泥浓缩、污泥脱水、污泥处置等处理单元。污泥浓缩宜采用浓缩池工艺，也可以采用机械浓缩工艺。污泥脱水可根据污泥产生量选用离心机、板框压滤机或带式压榨过滤机。

污泥经浓缩后先进行厌氧消化处理再进行脱水。脱水的厌氧消化污泥堆肥烘干后可以作为肥料利用；无利用途径的送往指定的垃圾填埋场进行填埋处置。

7.5 鼓励研发的新技术

（一）鼓励研发啤酒快速发酵技术，缩短发酵周期，实现能耗、煤耗等资

源消耗水平的降低。

啤酒的快速发酵技术是指在保证啤酒风味质量的前提下,通过采取一定的技术措施缩短发酵周期,从而达到降低冷耗等资源消耗水平,加速发酵设备周转的目的。如采用固定化酵母发酵工艺缩短发酵周期、提高接种酵母的细胞浓度、控制麦汁成分和提高麦汁溶解氧等。

(二) 鼓励企业进行产品碳足迹的跟踪、核算,降低生产全过程的碳排放。

气候变化不仅是全球环境问题,更是涉及各国经济能否可持续发展的重大问题。“碳足迹”也被称为“碳指纹”,是为了形象而准确地衡量温室气体排放对气候及人类生活的影响提出的比喻式新词。目前越来越多的国家选择自愿在产品上标注出碳足迹,低碳已成为国际上新一轮技术性贸易壁垒措施的重点领域。本技术通过建立碳足迹评估体系,指导企业进行以低碳为方向的技术改造,完善能源自动化计量及预测系统 EMS,及时发现、制止不正常的用能消耗,最优化地制定生产计划,达到最少化消耗水与能源的基础上,最大化地生产出高质量的产品。

(三) 开发新型过滤材料,降低硅藻土的使用量。

Crosspure®是对啤酒、饮料同时进行过滤和稳定处理的“二合一方案”助滤剂。它是由聚苯乙烯和聚乙烯吡咯烷酮(PVPP)通过专利的复合工艺生产而成。被用来作为一种可循环使用的,代替硅藻土和 PVPP 的过滤助剂。其近乎可无限重复再生使用的特点创造了绿色酿造的新型过滤方式。该技术可实现无土过滤,杜绝废弃硅藻土对环境污染。