

食品和饮品制造业 清洁生产实用指南



香港特別行政區政府
環境保護署
Environmental Protection Department
The Government of the Hong Kong
Special Administrative Region

广东省经济和信息化委员会

技术顾问：

HKPC[®]

广东省环境保护产业协会

食品和饮料制造业清洁生产实用指南

目录

前 言	1
清洁生产伙伴计划简介	2
第一篇 清洁生产的基本概念及发展趋势	3
1.1 清洁生产与传统的污染治理方法的不同之处	3
1.1.1 清洁生产的发展	3
1.1.2 清洁生产与末端治理	5
第二篇 香港与珠三角地区食品和饮料制造业的概况	8
2.1 食品和饮料制造业的工业概况—现状与未来发展	8
2.1.1 食品和饮料制造业的现状	8
2.1.2 企业所面对的环保挑战及展望	9
2.2 食品和饮料制造业的分类	11
2.3 食品和饮料制造业的主要生产技术介绍	11
2.3.1 清洗技术	12
2.3.2 加热/制冷技术	12
2.3.3 消毒灭菌技术	13
2.3.4 超微粉碎技术	13
2.3.5 挤压技术	14
2.3.6 造粒/微胶囊化技术	15
2.3.7 发酵技术	15
2.3.8 干燥/浓缩/纯化/精炼技术	16
2.3.9 包装技术	17
2.3.10 其他相关技术	18
2.4 食品和饮料制造业生产工艺的主要污染源及能源耗用情况	18
2.4.1 能耗及节能空间	18
2.4.2 水耗及节水空间	19
2.4.3 污水减控及处理	20
2.4.4 其他污染源	21
第三篇 食品和饮料制造业的清洁生产措施与实例	24
3.1 节能、减少空气污染及减控污水的清洁生产方案总览表	24
3.2 食品和饮料制造业的清洁生产技术与实例	44
3.2.1 清洗工序的清洁生产方案	44
3.2.2 加热工序的清洁生产方案	48

3.2.3 冷却工序的清洁生产方案	58
3.2.4 灭菌工序的清洁生产方案	64
3.2.5 破碎工序的清洁生产方案	68
3.2.6 造粒工序的清洁生产方案	71
3.2.7 发酵工序的清洁生产方案	72
3.2.8 出油工序的清洁生产方案	79
3.2.9 包装工序的清洁生产方案	80
3.2.10 一般性厂房节能的清洁生产方案.....	90
参考文献.....	122
附录	
甲、广东省政府节能法规及减排政策目标.....	124
乙、国家和地方的污染物排放标准.....	125
丙、广东省食品和饮品制造业清洁生产法规及要求.....	127
丁、食品和饮品制造业企业清洁生产审核程序的规定	129
戊、食品和饮品制造业清洁生产技术推广方案.....	129

免责声明

本指南所载的资料只供一般参考，使用者应根据其个别情况，进一步评估不同技术在不同环境下的可行性。使用者亦有责任自行评估及核实本指南所载的一切资料，以及在根据该等资料行事之前征询专业意见。

香港特区政府环境保护署、广东省经济和信息化委员会、香港生产力促进局及香港食品业总会均不会对所提的资料负疏忽及任何其他的责任。

我们保留权利，可随时删除、修改或编辑本指南所载的资料内容，而无须事先通知。

前 言

以往企业在改善其环保表现时，多采用被动的末端防治策略，着重安装排污处理设备。清洁生产突破这个模式，采用主动预防的方式，在生产工序的每一个环节上进行改善，包括在产品设计、物料采购、工艺、流程等方面应用先进的技术和管理等。众多成功的实例证明清洁生产一方面可以帮助企业从源头上减少污染物排放及节省后期的排污费用，另一方面通过减少原材料消耗和节约能源，降低生产成本，增加竞争力，从而提高利润，达致环境保护及经济效益两者兼容并存的双赢局面。

香港特别行政区政府于2008年4月18日开展了一项为期五年的「清洁生产伙伴计划」(下称「伙伴计划」)，鼓励和协助位于珠三角地区的港资厂商采用清洁生产技术及作业方式，减少污染物排放和能源消耗，从而改善区域环境质素以及降低生产成本。

为加强提升业界对清洁生产的认知，香港生产力促进局与相关的行业协会及技术机构，根据伙伴计划资助的示范项目及核证服务的成功经验，并参考其他相关的技术资料，先后编写《一般性厂房节能方案实用指南》、《工业锅炉系统节能方案实用指南》、《喷涂工序清洁生产方案实用指南》及适用于指定行业的清洁生产方案实用指南共10本刊物，并于伙伴计划网上供业界参阅。这本《食品和饮品制造业清洁生产实用指南》是由香港生产力促进局与广东省环境保护产业协协会共同编写，指南内提供近年食品行业采用的清洁生产方案的实际经验及技术资料，供业界参考之用。

清洁生产伙伴计划简介

香港特别行政区政府于 2008 年联同广东省经济和信息化委员会开展一项为期 5 年的「清洁生产伙伴计划」(下称「伙伴计划」),协助及鼓励珠三角地区的港资厂采用清洁生产技术及工序,实行节能、减少空气污染物排放及减控污水排放,从而改善区域环境质素。特区政府为此投入超过 9,300 万元。

为进一步推动节能降耗、减控污水,以及减低珠三角地区空气污染物的排放,特区政府已拨款 5,000 万元,以延展伙伴计划两年由 2013 年 4 月 1 日至 2015 年 3 月 31 日。

主要项目概览及资助额：

项目	实地评估项目	示范项目	核证改善项目的成效
资助项目性质	资助参与的工厂获得环境技术服务公司协助,为工厂评估节能、减排、降耗及减少污水排放的空间,建议切实可行的清洁生产改善方案。	资助参与的工厂透过安装设备或改良生产工序,示范清洁生产的成效、涉及的成本及潜在的经济回报。	为已实施清洁生产方案的工厂提供独立第三方核证服务,评估成效,所有成功申请者皆可获颁嘉许状,以嘉许其在环保方面的付出。
延展计划 资助额	政府资助 50%的顾问费用,并以港币 25,000 元为每间厂的上限。	政府资助 50%的费用,并以港币 300,000 元为每个项目的平均资助上限。	政府全数资助,并以港币 20,000 元为每个项目的上限。

查询:

电话:(852) 2788 5588 (香港) (86 755) 8615 6942(深圳) (86 769) 2299 2095 (东莞)

电邮：enquiry@cleanerproduction.hk

第一篇 清洁生产的基本概念及发展趋势

能源、原材料、水、土地等自然资源是人类赖以生存和发展的基础，是经济社会可持续发展的重要物质保障。目前中国单位国内生产总值的能源、原材料和水资源消耗是远高于世界平均水平。靠大量消耗资源支撑经济增长，不仅使资源约束矛盾更加突出，环境压力加大，也制约了经济增长质量和效益的进一步提高。因此，大力开展节能降耗、节约用电活动，全面推行清洁生产，对缓解能源、资源供应紧张的「瓶颈」制约和环境压力，实现国民经济持续、快速、协调、健康发展，具有十分重要的现实意义和战略意义。

1.1 清洁生产与传统的污染治理方法的不同之处

1.1.1 清洁生产的发展

自 1992 年以来，联合国环境规划署已先后在坎特伯雷、巴黎、华沙、牛津、首尔和蒙特利尔举行了六次国际清洁生产高级研讨会。在 1998 年 10 月韩国首尔第五次国际清洁生产高级研讨会上，出台了《国际清洁生产宣言》，是对作为一种环境管理战略的清洁生产公开的承诺。自此清洁生产开始被国际社会所广泛认同，清洁生产开始被大力的推广。

清洁生产是人们思想和观念的一种转变，是环境保护战略由被动反应向主动行动的一种转变。联合国环境规划署将清洁生产定义为：

「清洁生产是一种创造性的思想，该思想将整体预防的环境战略持续应用

于生产过程、产品和服务中，以增加生态效率和减少对人类及环境的风险。

——对生产过程，要求节约原材料和能源，淘汰有毒原材料，减少或降低废弃物的数量和毒性。

——对产品，要求减少从原材料提炼到产品最终处置的全生命周期的不利影响。

——对服务，要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。」

根据《中华人民共和国清洁生产促进法》的定义，清洁生产是指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用的措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或消除对人类健康和环境的危害。

近年中国经济及社会发展迅速，各级政府和环境保护部门采取多项举措，在环境治理方面取得了明显成效。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出在「十一五期间」，「要努力实现……经济社会发展的主要目标」，目标包括：「可持续发展能力增强」、「显著资源利用效率提高」等，并设下约束性指标如主要污染物排放总量减少 10%、单位国内生产总值能源消耗降低 20%左右、单位工业增加值用水量降低 30%」。

2011 年，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》出台，锐意进一步发展绿色产业，提出「把建设资源节约型、环境友好型社会

作为加快转变经济发展方式的重要着力点。深入贯彻节约资源和保护环境基本国策，节约能源，降低温室气体排放强度，发展循环经济，推广低碳技术，积极应对气候变化」。为加强落实节能减排，及后相继出台《工业清洁生产推行“十二五”规划》、《节能减排“十二五”规划》等，制订未来五年具体清洁生产的目标，包括到 2015 年，全国万元国内生产总值能耗下降到 0.869 吨标准煤，比 2010 年的 1.034 吨标准煤下降 16%；化学需氧量和二氧化硫排放总量分别控制在 2347.6 万吨、2086.4 万吨，比 2010 年的 2551.7 万吨、2267.8 万吨各减少 8%；单位工业增加值（规模以上）能耗比 2010 年下降 21%左右；重点行业 70%以上企业达到清洁生产评价指标体系中的“清洁生产先进企业”水平。清洁生产成了国家的重要政策方向，也为一般企业及节能环保业带来巨大的挑战及商机。

2012年初，全国人民代表大会常务委员会通过修改《中华人民共和国清洁生产促进法》的建议，将清洁生产促进工作纳入国民经济和社会发展规划、年度计划。此外，清洁生产更成为国家经济发展的政策之一。政策包括推行清洁生产的目标、主要任务和保障措施，按照资源能源消耗、污染物排放水平确定开展清洁生产的重点领域、重点行业和重点工程。因此，无论是国家或是市场层面，企业逐步实行清洁生产是大势所趋。

1.1.2 清洁生产与末端治理

清洁生产作为污染预防的环境战略，是对传统的末端治理手段的根本变革，是污染防治的最佳模式。传统的末端治理与生产过程相脱节，即「先污染，后治理」，侧重点是「治」；清洁生产从产品设计开始，到生产过程的各个环节，通

过不断地加强管理和技术进步，提高资源利用率，减少乃至消除污染物的产生，侧重点是「防」。传统的末端治理不仅投入多、治理难度大、运行成本高，而且往往只有环境效益，没有经济效益，企业没有积极性；清洁生产从源头做起，实行生产全过程控制，在生产过程之中最大限度地消除污染物，不仅从根本上改善企业的环保表现，而且降低能源、原材料的消耗和生产成本，提高经济效益，增强竞争力，能够实现环境保护与经济效益的「双赢」。

表1 清洁生产与末端治理的比较

比较项目	清洁生产	末端治理（不含综合治理）
思考方法	在生产过程中消除污染物	污染物产生后再处理
产生时代	20世纪80年代末期	20世纪70年代
控制过程	生产全过程控制，产品生命周期全过程控制	污染物达标排放控制
控制效果	比较稳定	受污染量影响处理效果
产污量	明显减少	间接可推动减少
排污量	减少	减少
资源利用率	增加	无显著变化
资源耗用	减少	增加（治理污染消耗）
产品产量	增加	无显著变化
产品成本	降低	增加（治理污染费用）
经济效益	增加	减少（用于治理污染）
治理污染费用	减少	随排放标准严格，费用增加
污染转移	无	有可能

比较项目	清洁生产	末端治理（不含综合治理）
目标对象	全社会	企业及周围环境

第二篇 香港与珠三角地区食品和饮品制造业的概况

2.1 食品和饮品制造业的工业概况—现状与未来发展

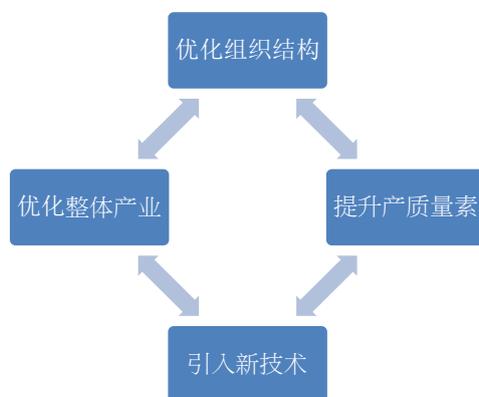
2.1.1 食品和饮品制造业的现状

截止到 2006 年 6 月，香港共有 772 间食品及饮品制造的工场。这个行业主要由中小企业组成，80%的工场均聘用不多于 20 名员工。这些中小企业面对一系列挑战，例如食物卫生、原材料供应、生产成本及效率、竞争加剧等问题，对食品及饮品加工厂构成压力，逼使它们必须提升其环境及经济效益表现。所以，食品及饮品加工厂十分重视在生产过程中采用清洁生产技术、掌握足够的先进技术，生产及设计环保产品。此外，香港必须充分了解地方与全球各地之环保法规，对全球环保供应链压力作出恰当回应，并制订策略性计划，应用符合成本效益的防污染技术，去维护产品质量，加强竞争力。优化的环保管理系统、先进的技术、足够的资金及人力资源，这些是香港食品及饮品加工厂能否持续健康发展所要面对的问题^[6]。

对比香港，珠三角食品和饮品制造业的发展迅速，现状概括起来主要有四大特点：

- (一) 行业门类齐全、名牌品种多，具有较强的竞争优势。
- (二) 名优产品较多，创出了一大批深受消费者欢迎、享誉全国的产品。
- (三) 高新技术广泛应用，企业技术装备水平提高，推动了产品的更新换代。

(四) 隨著农业产业化和经济发展，龙头作用已初显。一批食品骨干企业以公司+基地+农户的组织形式，对当地经济的发展和农民脱贫致富发挥了重要作用，



并已成为吸纳农村剩余劳动力就业的主体之一^[5]。

自 2003 年《中华人民共和国清洁生产促进法》实施以来，广东省采取切实有效措施，在推动企业清洁生产方面取得了积极的成效。其中，食品和饮品制造业是广东省开展自愿清洁生产审核企业数量较多的行业之一。根据广东省经信清洁生产中心对获得广东省清洁生产企业称号的 622 家企业的情况进行分析。截至 2011 年，已有 43 家企业（含食品制造业 13 家、农副食品加工业 14 家、饮料制造业 16 家）获得“广东省清洁生产企业”称号，约占省级清洁生产企业数量 622 家的 7%，其中大部分企业位于珠三角地区，以啤酒、乳制品、碳酸饮料、制糖等行业企业为主。

2.1.2 企业所面对的环保挑战及展望

随着食品和饮品制造业的快速发展，该行业造成的环境问题也日趋严重。

由于原料利用率偏低，生产过程中排放的废水、废渣污染负荷甚重。废水是典型的高浓度、重污染有机废水，含有大量的蛋白质、有机酸和碳水化合物，影响四周环境。传统行业普遍采用末端治理手段，技术水平参差不齐，废水处理设施运行难以做到稳定达标。而且投资大、运行成本高，是中国水污染治理的一大挑战。

因此，以下為行業的重點發展方向：

（一）加强重污染食品企业的环境治理，尤其位于饮用水源地、居住区等地带的食品企业；

（二）对新建项目要严格执行环境影响评价和项目竣工环境保护验收，落实各项环保要求；

（三）支持企业建立排污设施，确保污染物达标排放；

（四）加快推广资源综合利用技术和清洁生产技术。

食品行业作为广东省的传统产业之一，在“十二五”以及以后更长的时间需要不断改造提升，從组织结构、产品质量、科技應用這三方面著手，以致优化整体产业。

首先，要培育和组建一批竞争力强的食品工业龙头企业，提高产业的集中度和核心竞争力，实现产业结构优化；第二，完善专业配套服务，延伸产业链条。第三，要培育发展广东食品和绿色食品产业带^[7]。第四，食品行业要研发和推广的技术包括：研发高效菌种定向选育及系统控制技术，推广高性能温敏型菌种发酵技术和连续等电转晶提取技术；应用低碳低硫制糖新工艺、应用全自动连续煮糖技术、推广糖厂废水循环利用与深化处理技术；推广啤酒低压煮沸、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、推广啤酒废水厌氧处理产生沼气的利用技术、提高再生水的回用率技术。至 2015 年，全省认定食文化遗产 200 个，特色食品 1000 个^[8]。

2.2 食品和饮品制造业的分类

根据《国民经济行业分类新代码（GB/T4754-2002）》的行业分类，食品及饮品制造业涉及的范围十分广泛，生产的产品品种复杂，繁多。

在“农副食品加工业”的大类中包括如下中/小类：谷物磨制；饲料加工；植物油加工；制糖；屠宰及肉类加工；水产品加工；蔬菜、水果和坚果加工；其他农副食品加工。

在“食品制造业”的大类中包括如下中/小类：焙烤食品制造；糖果、巧克力及蜜饯制造；方便食品制造；液体乳及乳制品制造；罐头制造；调味品、发酵制品制造；其他食品制造。

在“饮料制造业”的大类中包括如下中/小类：酒精制造；酒的制造；软饮料制造；精制茶加工。

另外，食品及饮品制造业分类可以从加工的原料种类及按照加工方式的特性进行分类。按加工的原料分类可包括：粮食加工；乳品加工；油脂加工；发酵工艺；软饮料加工等。按加工方式特性可分为：研磨/粉碎技术；分散技术；成型技术；加热技术；冷却技术；发酵技术；材料工艺；特殊工艺技术等。^[9]

2.3 食品和饮品制造业的主要生产技术介绍

2.3.1 清洗技术

食品和饮品制造业常用的清洗技术主要有：1) 超声波清洗技术 - 利用超声波传播速度随着介质的变化而产生速度差，从而在界面上形成剪切应力，导致分子与分子之间、分子与管壁间结合力的减弱，阻止物体附着在管壁或器壁上。2) 干冰清洗技术 - 将干冰颗粒作为喷射介质用于清理各种顽固的油脂及混合附着物，是一种新型的清洗技术。3) 化学清洗技术 - 利用化学清洗剂溶解污垢的作用、水的溶解及冲刷作用、温度作用，对容器设备和管道内表面进行清洗，达到工艺要求。4) 水射流清洗技术 - 主要依靠水的高速度冲击，喷嘴把泵的(静)压力转化为速度，去除污垢。开发节水、节能型水射流技术是发展的必然趋势。

2.3.2 加热/制冷技术

热处理是食品加工中的重要环节，食品加工中的加热设备主要分为间接加热设备和直接加热设备两种。间接加热是热介质和物料不接触，通过传热面加热。在直接加热方式中，电物理加热由于其升温快，受热均匀，热能利用率高，产品质量好等特点，近年来得到广泛的利用。电物理加热技术包括通电加热、感应加热、微波加热、脉冲电场加热、远红外线加热等。

制冷技术包括冷却和冻结两种。冷却是指将食品降温到接近冻结点的过程，主要方法包括冷水冷却、冷风冷却、碎冰冷却、真空冷却、碎冰冷却等。按照从食品中取出热量的方法，冻结可分为吹风冻结、金属表面接触冻结、低温冻结三种。

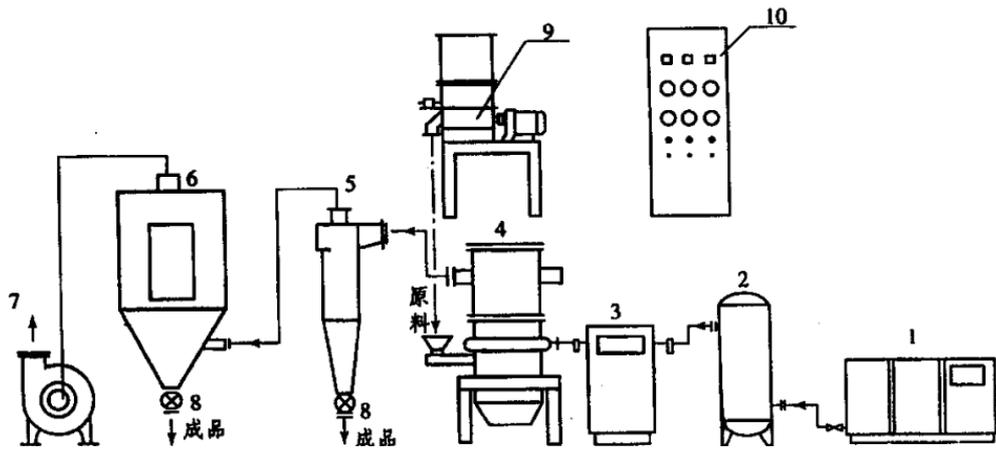
2.3.3 消毒灭菌技术

常用的消毒方法主要有：物理消毒法，包括：1) 机械除菌 - 通过冲洗、刷、擦、抹、扫、铲除、通风、过滤等达到清除有害微生物和去污目的。2) 热力消毒 - 包括煮沸、流通蒸汽、巴氏低温消毒(62~65°C.30min)、红外线消毒等。3) 辐射消毒 - 包括紫外线消毒和电离辐射消毒。化学消毒法是使用化学消毒剂进行消毒。目前应用于食品加工的消毒剂主要含氯化合物、醇类、酸类、过氧化物类等。

2.3.4 超微粉碎技术

超微粉碎技术是利用各种特殊的粉碎设备，如胶磨机和气流粉碎机，对物料进行碾磨、冲击、剪切等，将粒径在 3 毫米以上的物料颗粒粉碎至 10-25 微米以下的微细颗粒的一项物料加工的新技术。

超微粉碎技术的应用范围包括软饮料加工、果蔬加工、粮油加工、调味品加工、冷食制品加工等。食品原料加工成超微粉，既可以保持物料原有的生物活性和营养成分，又使食品有很好的分散性和溶解性，使原来不能充分吸收或利用的原料被重新利用，节约了资源，提高了资源利用率。超微粉碎技术在食品加工中的应用见图 2.1。



1—空压机;2—贮气罐;3—冷冻干燥机及过滤器;4—流化床气流粉碎机;5—旋流器;6—捕集器;
7—引风机;8—回转阀;9—自动计量加料机;10—中央集中自动控制柜

图 2.1 超微粉碎技术在食品加工中的应用示意图

2.3.5 挤压技术

食品挤压技术是指物料经预处理（粉碎、调湿、混合等）后，经机械作用使其通过一个专门设计的孔口模具，以形成一定形状和组织状态的产品。该技术的应用，彻底改变了传统的谷物食品加工方法。

挤压技术既可用于各种膨化食品和强化食品，又可用于各种粮食如豆类、谷类、薯类的加工，还可以用于加工蔬菜及某些动物蛋白。挤压技术生产效率高、成本低，有效减少物料浪费及废品产生。挤压设备只需改变原料和模具头，就可生产出品种多类、形状各异的产品。食品挤压技术是近年来发展最快、应用日益广泛的食品加工技术之一。

2.3.6 造粒/微胶囊化技术

造粒技术是将粉状、块状、溶液状或熔融液状的原料制成形态与大小比较均一的粒体的过程。常用的造粒方法包括转动造粒、搅拌造粒、流化床造粒、气流造粒、挤压造粒、压缩造粒、粉碎造粒、喷淋造粒、喷雾干燥造粒等。

造粒一般为食品制作的最终工序,可供造粒的食品品种范围很广,如乳粉、全蛋、糖类、调味料、汤料等。

微胶囊化技术是利用天然或合成高分子材料,将分散的固体、液体,甚至是气体物质包裹起来,形成具有半透性或密封囊膜的微小粒子的技术。最常用的壁材有植物胶、阿拉伯胶、琼脂等。微胶囊化可以降低物质的挥发性,防止氧化变质,还可以降低或掩盖食品中某些不良气味或苦味,如油梨加工中用微胶囊化包埋其苦味。

2.3.7 发酵技术

发酵是以粮食为原料,借助微生物在有氧或无氧条件下的生命活动来制备生物菌体或者直接产生代谢产物的过程。原料中固有的酶和微生物产生的酶同时水解有机质,通过微生物的生长繁殖及其代谢活动造成原料的逐步降解。在原料降解的同时产生了各种各样的代谢产物,代谢产物形成后,通过各种纵横交错的途径使产物组成基本平衡,形成特定的发酵食品。

调味食品中的酱油、食醋、酱类等,各类酒及含酒精饮料的生产都有发酵技术的应用,发酵应用实例见图 2.2。



图 2.2 某调味品厂发酵罐

2.3.8 干燥/浓缩/纯化/精炼技术

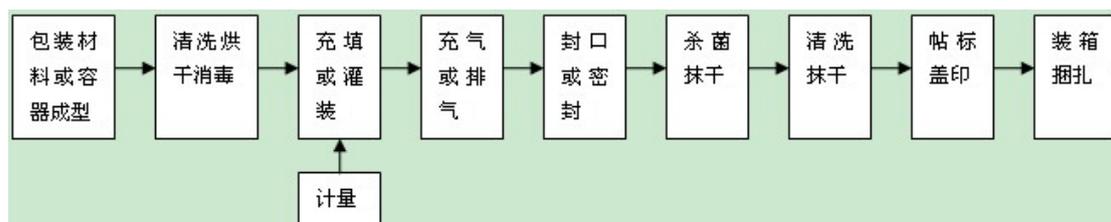
干燥技术是指食品原料在自然条件或人工控制条件下促使其水分蒸发，使其含水量降到足以防止腐败变质的程度，并在低水分条件下长期贮藏的一种食品加工工艺。食品制造业中常用的干燥方法主要有加热干燥、气流干燥、真空干燥、喷雾干燥、冻结干燥。如全配方喷雾干燥技术是目前先进的配方奶粉生产工艺，它是把所有的固体和液体的原料在液体罐中溶解混合后，进入喷雾干燥塔形成微小的液滴，产生极大的表面积与热空气流接触，实现瞬时喷雾干燥，保证混合更均匀，粉体更均匀，更易溶解。

浓缩技术是提高食品或饮品中有效成分含量的一种常用工艺。浓缩技术主要有蒸发浓缩、常压浓缩、真空浓缩、反渗透浓缩等。例如，利用反渗透浓缩山楂汁，不仅可保持营养和功效成分，而且配合超滤可生产高凝胶能力的果胶，避免了热浓缩时果胶的破坏。

纯化工艺是指根据实际需要，选用适宜的溶剂和方法富集有效成分，去除杂质的过程。纯化方法主要包括萃取法、离子交换法、吸附分离法、膜分离法、色谱分离法、沉淀分离法、结晶法等。如利用重结晶技术对柠檬黄着色剂进行

纯化,以纯度为指标考察其纯化程度。

精炼技术主要用在油脂的加工生产中,用于清除油脂中所含固体杂质、游离脂肪酸、磷脂、胶质、蜡、色素、异味等。精炼技术分为物理精炼和化学精炼两种。化学精炼适用性广,特别是对长时间存放且严重酸败的油脂采用此法效



果好,但化学精炼存在排出的废水量大,且处理难度大等缺点。物理精炼脱胶产生的油脚可加工成为浓缩磷脂,物理精炼具有精炼率比化学精炼高,且废水量少等优点。精炼技术在食品加工中的应用示意图见图 2.3。

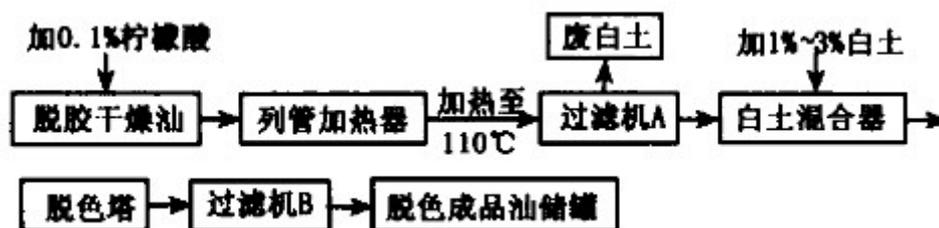


图 2.3 精炼技术在食品加工中的应用示意图

2.3.9 包装技术

包装是为了在流通过程中保护产品,方便贮运,按一定技术方法而采用的容器、材料及辅助物品等的操作活动,见图 2.4。按包装技术方法可以分为真空充气包装、控制气氛包装、脱氧包装、防潮包装、软罐头包装、无菌包装、热成型包装、热收缩包装、缓冲包装等。为了有利于环境和资源保护,包装时要考虑包装减量、重复使用、回收利用、再生利用以及采用可降解材料。

图 2.4 常见食品包装工艺流程图

2.3.10 其他相关技术

食品及饮品制造业的其他相关工序及技术主要还有 1) 食品检测技术。现代食品检测技术主要包括计算机视觉技术、人工嗅觉及味觉检测技术、食品的力学、声学 and 电学检测技术、气相液相色谱检测技术、PCR 技术等。2) 食品分离技术。对食品原辅料进行取舍、产品分级、中间产物分离等，食品分离技术主要包括膜分离技术、毛细管电泳分离技术、分子蒸馏分离技术、亲和层析分离技术、结晶分离技术、离子交换分离技术、双水相萃取技术、超临界流体萃取技术、超声波辅助萃取技术、微波辅助萃取技术等。

2.4 食品和饮品制造业生产工艺的主要污染源及能源耗用情况

2.4.1 能耗及节能空间

食品和饮品制造业能耗主要为燃料及电力消耗。生产系统的能耗包括工艺过程、装置和设备运转的直接能耗，如物料预处理、过滤、发酵、清洗、包装、检验等工序的能耗，生产系统需要的热能和电能。辅助生产系统的能耗包括供电、机修、供水、供气、供热、照明、厂内运输、污水处理等的能耗，主要是电能和热能。电能主要来自企业自备热电站和外部电网输入。热能主要来自企业内部的锅炉。

节能的空间主要有以下几方面：1) 选用高热效的设备，采用先进的燃煤、燃油和燃气技术。2) 提高通用设备的能源效率，提高变电和配电设备的能效。3) 余热回收，对生产过程中可回收的能源进行利用，加强对蒸汽冷凝水和热处理设备余热的回收利用。4) 加强输热管道的保温，提高热效率。5) 合理安排工艺流程，减少不必要的物流和中间环节。6) 进行技术改造，采用先进工艺和技术装备。

2.4.2 水耗及节水空间

食品和饮料制造业的水耗包括主要生产用水、辅助生产用水和附属生产用水。主要生产用水是指从原料的清洗、前处理直至产品制造全过程的耗水量，其中包括设备清洗用水和制备纯水过程损耗的水。辅助生产用水包括锅炉房、机修、制冷、空压机、真空泵站、污水处理站、化验室等的用水。附属生产用水包括企业办公、食堂、厕所、洗浴、洗衣房、环境清洁与绿化等用水。

节水的空间主要可从以下几方面考虑：1) 回收蒸汽冷凝水并作为锅炉用水或其他工艺用水，蒸汽冷凝水回收率应达到 80%以上。2) 间接冷却的换热设备采用冷却水循环技术，回收和循环利用空压机、制冷压缩机的冷却水，回收和循环利用直接冷却包装产品的冷却水。3) 采用串联用水。4) 合理选择蒸汽疏水阀，杜绝阀门的跑冒滴漏。5) 用高压水枪冲洗设备和地面。6) 加强用水计量和管理，重点用水设备配备计量水表。7) 采用节水的生产工艺技术路线。8) 回收清洗水，实行中水利用。

2.4.3 污水减控及处理

污水是食品和饮品制造业产生和排放的最主要的污染物，2008 年食品和饮品制造业污水排放量约占全国工业污水排放总量的 12.9%。食品和饮品制造业都是以水作为工业用水和清洗用水。用水量很大，废水排放量也很大。例如，生产每吨糖耗水 150 t；每吨啤酒耗水 35 t；每吨罐头耗水 100 t；每吨味精耗水 1000 t；每吨饮料耗水 100 t；每吨酒精耗水 200 t 等等。

食品和饮品制造业的水量水质特性主要体现在 6 个方面：1) 废水量大小不一，食品和饮品制造业从家庭工业的小规模到各种大型工厂，产品品种繁多，其原料、工艺、规模等差别很大，废水量从数 m^3/d 到数千 m^3/d 不等。2) 生产随季节变化，废水水质水量也随季节变化。3) 废水中可降解成分多，对于原料来源于自然界有机物质的企业，其废水中的成分也以自然有机物质为主，不含有毒物质，故可生物降解性好，其 BOD_5/COD 高达 0.84。4) 废水中含各种微生物，包含致病微生物，废水易腐败发臭。5) 高浓度废水多。6) 废水中氮、磷含量高。

食品和饮品制造业废水处理方法很多，通常是几种方法结合使用。1) 物理处理法。物理处理法是指应用物理作用改变废水成分的处理方法。用于食品和饮品制造工业废水处理的物理处理法有筛滤、撇除、调节、沉淀、气浮、离心分离、过滤、微滤等。前五种工艺多用于预处理或一级处理，后三种主要用于深度处理。2) 化学处理法。化学处理法是指应用化学原理和化学作用将废水中的污染物成分转化为无害物质，使废水得到净化。污染物在经过化学处理过程后改变了化学本性，处理过程中总是伴随着化学变化。用于食品和饮品制造业废水的化学处理法有中和、混凝、电解、氧化还原、离子交换、膜分离法等。3)

生物处理法。生物化学处理法是有机废水处理系统中最重要的过程之一。在食品和饮品制造业的废水处理中，生物处理工艺可分为好氧工艺、厌氧工艺、稳定塘、土地处理以及由上述工艺的结合而形成的各种各样的组合工艺。食品和饮品制造业废水是有机废水，生物法是主要的二级处理工艺，目的在于降解 BOD₅、COD。厌氧生物处理工艺适用于食品和饮品制造业废水，主要原因是废水中含易生物降解的高浓度有机物，且无毒性。此外，厌氧处理动力消耗低，产生的沼气可作为能源，生成的剩余污泥量少，厌氧处理系统全部密闭，利于改善环境卫生，可以季节性或间歇性运转。

2.4.4 其他污染源

食品及饮品制造业在生产过程中带来的主要污染为废水、废气、废渣、噪声等。

废水主要源自加工和生产过程中的清洗水、冷凝水，冷却水以及高浓度有机废水。食品及饮品制造业排放的高浓度有机废水，主要是由酒精、白酒、味精、柠檬酸、淀粉行业排出，这些行业排出的 COD，约占整个食品及饮品制造业的 70%。还应指出的是，食品与发酵排放的低浓度废水主要是工艺冷却水和冷凝水，这类水是可以回收重复利用的。

废气的产生主要来自以下几个生产环节：1) 锅炉燃烧产生的 SO₂、NO_x 和烟尘。2) 粉碎、浓缩、干燥等工艺中产生的粉尘和水蒸气。含粉尘废气经旋风分离器或袋式分离器回收粉粒后再排放；水蒸气对环境基本无害，但造成资源

和能源的浪费。3) 发酵等工艺中产生的 CO₂ 等。2008 年，食品和饮品制造业 SO₂ 和粉尘排放量分别占全国排放总量的 2.15% 和 0.15%。

废渣主要来自以下几个生产环节：1) 原料处理后剩下的固体废料，如混杂在原料中的砂石、大米渣、麦糟、水果渣、淀粉渣、禽肉下脚料。2) 分离与提取主要产品后的各种废母液与废糟，如粮薯酒精糟、白酒糟、味精发酵废母液、柠檬酸发酵渣、废硅藻土、废酵母等。3) 包装工序产生的废包装材料（废标签、废金属、废玻璃）。4) 燃煤锅炉产生的炉渣。5) 污水处理厂的剩余污泥。

噪声包括生产过程中喷雾干燥塔、破碎机等生产设备噪声；风机、空压机、电机、泵类等辅助生产设备运转产生的噪声；运输车辆噪声等。

食品及饮品制造业生产工艺过程中主要污染源和污染物情况见表 2.2。

表 2.2 食品及饮品制造业的主要污染源和污染物情况表

污染物类型	排污节点	污染物	治理措施
废水	原料清洗	COD、BOD ₅ 、悬浮物（SS）、pH、氨氮、总氮、总磷	多种组合末端治理工艺（化学混凝、厌氧好氧组合、多级好氧组合等）
	生产设备、管道、器具清洗		
	发酵、过滤、离子交换等工艺产生高浓度水		
	生产车间、场地清洁用水		
	生产人员清洁用水		
	冷却水、冷凝水	COD	循环使用、少量排放
	生活用水	COD、BOD ₅ 、氨氮	污水厂处理
废气	锅炉房	SO ₂ 、NO _x 、烟尘	脱硫除尘、选用高效新型锅炉
	粉碎、浓缩、干燥等	粉尘、水蒸气	含粉尘废气经旋风分离器或袋式分离器回收粉粒后再排放
	发酵罐	CO ₂	经收集、洗涤、压缩、干燥、净化、液化和储存、气化等回收再用

固体废物	原料处理	沙石、下脚料	卫生填埋
	分离、提取、过滤	各种废母液与废糟	部分回收利用、专业公司处理
	污水处理站	污泥	卫生填埋
	包装工序	废弃包装材料	专业公司回收
	锅炉房	炉渣	制砖、铺路等
工业噪声	破碎机、干燥塔、空压机、水泵、制冷机组等设备	噪声	减震、消音、隔声等

第三篇 食品和饮品制造业的清洁生产措施与实例

3.1 节能、减少空气污染及减控污水的清洁生产方案总览表

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
1	清洗技术	建立原地清洗系统	水资源管理	灌装生产线建立原地清洗系统（CIP），以降低废水的产生	减少废水		✓	
2	清洗技术	洗瓶水回收	水资源管理	增加回收设备,回收污染程度不大的洗瓶水,用于水质要求不高的用水点（清洁、喷淋或作冷却用水）	节约用水，提高水循环利用率	✓		
3	清洗技术	清洗设备用的水管加装高压喷嘴	水资源管理	冲洗设备用的水管加装高压喷嘴，提高清洗质量并减少用水量	节约用水，减少废水	✓		

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
4	加热/制冷技术	改进煮色操作	节能	糖色、专供焦糖色蒸煮时，采用后期关蒸汽保温的方法，即每一锅少开约 10 分钟蒸汽，也可达到相同着色效果,这样平均每一天可以少开蒸汽 1 小时以上	节约能源		✓	
5	加热/制冷技术	低压煮沸、低压动态煮沸	节能	将常压煮沸锅改为低压煮沸锅，配套压力自控装置，间歇煮沸仍可常压，更新内加热器，加热效率有保证	可将煮沸时间缩短 40~60 分钟，蒸发率下降 4~6%，可使麦汁煮沸过程节约蒸汽 30~35%，对全过程来说，蒸汽（煤）消耗量可降低 12%以上		✓	
6	加热/制冷技术	冷却后热水的利用	节能	热水的产生是在麦汁冷却过程麦汁由 100℃降至发酵温度 10℃冷水通过热交换升温为热水，将热水处于绝热罐中，热水罐应设计的足够大，以储存热水，热水不仅用于糖化还可以用于 CIP 系统、杀菌机以及洗瓶工序	提高余热利用率，降低能耗，减少废水的产生	✓		

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
7	加热/制冷技术	增加热泵供热系统	节能	热泵供热系统由热泵、高效闪蒸罐、压差疏水器、调压排水罐、高效换热器等单元组成。经过闪蒸后的冷凝水通过压差疏水器再进入换热器加热热水箱用水，降温后的冷凝水最后由凝结水泵送回锅炉房。	对蒸汽热能进行有效的梯级利用，提高热能利用率，降低能耗		✓	
8	加热/制冷技术	高温烟气余热回收	节能	在热载体炉及烤炉烟道上安装热能回收器，高温烟气（220-350℃）经过余热回收装置后回收的热量用于加热车间用热水	减轻大量废热向环境释放的污染，减少了生产用热水加热所需能耗。		✓	
9	加热/制冷技术	糖化煮沸锅热能回收	节能	利用热交换器把煮沸锅的蒸发热能进行回收利用，将过滤的麦汁由 73℃ 升至 91℃ 再送到煮沸锅，减少蒸汽使用，二次蒸汽的冷凝水还可以用于其它的预热（制备 CIP 清洗水）。	减少蒸汽耗用量，节能效果明显		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
10	加热/制冷技术	蒸柜废蒸气水热交换回收器	节能	在蒸柜设置废蒸气水热交换回收器，柜顶的蒸气回收器与蒸柜排气口连接，高温的废蒸气通过回收器，回收器的另一端会输入冷水，经过热交换把水加热至85℃，再回用到蒸柜或其它设备如热水爐和洗碗机等。	可将超过 90%的原耗能源回收及再生转化成热能。投资金额视设备数目而定，回本期约为 1-2 年。		✓	
11	加热/制冷技术	电压力煲取代传统电煮食炉以省电及提升烹调效率	节能	电压力煲是通过电加热方式，采用密封组件，通过煲内压力和温度在设定范围内自动控制，实现烹饪功能，在全密封状况下依据煲内气压作动力驱动弹性位移组件带动执行组件，实现控制煲内压力；利用保温性，实现焖的功能，达到充分实现热效率。	每年节省用电量为 154,066.5 千瓦时。高压锅回本期 = 2.39 年	✓		
12	加热/制冷技术	引进空气湿度恒定调节器	节能	将原有手动调节烘培房的温度和湿度的操作手法改变成利用空气湿度恒定调节器来调节烘培房的温度和湿度，能够缩短烘焙时间，提高产品的质量和减少不良品产生，提高生产效率。	提高合格率，减少不良品产生，节约蒸汽的消耗		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
13	加热/制冷技术	冷却工艺改进	节能	将刚煮好的生抽出锅冷却时，改用水冷却为用原油冷却，即原油在进入煮制前也得到加温。	利用高温产品热能，节约能源，同时节约用水		✓	
14	加热/制冷技术	锅炉补充水用于冷却	节能	自来水经软化处理经第一冷凝器冷却水水温可达 70℃，再经酒精糟换热器换热，使锅炉用水温度达 75~80℃；精馏塔底余馏水可用来冲洗发酵罐	节约能源，减少冷却水消耗		✓	
15	加热/制冷技术	用回流冰水制冷代替用电制冷	节能	购置冷冻水机，用回流冰水制冷代替直接用电制冷	节省电能	✓		
16	加热/制冷技术	二氧化碳冷量利用	节能	灌装前 CO ₂ 需由液态转为气态，气化过程吸收大量热量，利用其冷量用于制冷机冷却水降温	节能制冷电耗		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
17	加热/制冷技术	闭式冷凝水回收节能系统	节能+减排	安装封闭式高温冷凝水回收系统，回收经过生产设备后的闪蒸汽和高温冷凝水，并通过省煤器回收锅炉排气废热后直接重回生物锅炉，以节省能源。	节省生物质颗粒燃料 10.1 吨左右，节能率为 13.8%。改造后年节省 224.4 吨生物质燃料，每年减少 SO ₂ 763kg、NO _x 228.9kg 及烟尘 8437.4kg 的排放。投资回本期约 1.4 年。		✓	
18	消毒灭菌技术	改造灭菌设备	节能	改目前敞开式能耗大的灭菌方式，为板式换热灭菌方式。	减少热量损失，提高热能交换效率节约能源消耗		✓	
19	消毒灭菌技术	引入微波杀菌设备	工艺改进	引入微波杀菌设备，提高车间和产品的卫生水平，提高产品合格率。	减少能源消耗，减少不合格品及固体废弃物的产生		✓	
20	消毒灭菌技术	降低杀菌 PU 值	工艺改进	保证工艺质量前提下，下调杀菌 PU 值，将杀菌 PU 控制在 10-12 间，减少蒸汽耗用	减少蒸汽耗用量，降低能耗		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
21	超威粉碎技术	增湿粉碎及湿法粉碎技术	工艺改进	采用增湿粉碎及湿法粉碎替代干法粉碎麦芽是啤酒生产原料，麦芽粉碎分三种：干法粉碎、增湿粉碎和湿法粉碎。增湿粉碎是将麦芽在粉碎之前用水或蒸汽进行增湿处理，使麦皮水分提高，增加其柔韧性，粉碎时达到破而不碎的目的。	<p>(1) 增湿粉碎可提高约20%的过滤效率，湿法粉碎的过滤效率可提高50%以上。</p> <p>(2) 浸出率比干法粉碎高。</p> <p>(3) 可以直接使用新鲜麦芽，而干法粉碎必须将麦芽存放一段时间使其回潮。</p> <p>(4) 减少了粉尘飞扬。</p>		✓	
22	超威粉碎技术	超威粉碎技术	工艺改进	采超威粉碎替代普通的机械破碎，该技术是应用转子高速旋转所产生的湍流，将物料在气流中形成高频振荡，使物料的运动方向和速度在瞬间发生剧烈变化，物料颗粒间发生急速撞击、磨擦，经过很多次的反复碰撞而裂解成微细粉，同时，加以冷冻、冷风、热风、除湿、灭菌、微波脱毒、分级等过程，使物料达到加工要求。	采用超威粉加工技术可以使细度高达2,000目，产品比表面积大，孔隙率高，包容性强，大大提高了原料的利用率。		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
23	造粒/微胶囊化技术	引用颗粒生产线	工艺改进	利用旋转制粒设备，替代原有颗粒剂、胶囊剂以及片剂三个剂型生产共享的固体制剂车间的设备	改善生产后每年的产品收得率可达到 96%，比原来提高了 2%，降低水耗和能耗		✓	
24	发酵技术	改进浙醋生产工艺	工艺改进	在原来的工艺基础上通过优化菌种、改进翻曲操作、优化糖酒化工艺、改变香料提取方式，改造固、液态发酵环境和改进灭菌、过滤设备，达到提高原料利用率、稳定品质的目的	提高原材料利用率，减少固体废弃物的排放		✓	
25	发酵技术	发酵罐消毒余热回收用于加热软水入炉	节能	将发酵罐消毒所排的废蒸汽收集回收到贮罐，再经蛇管加热软水贮罐的软水	提高蒸汽热能利用率，节约能源		✓	
26	发酵技术	发酵母液综合利用新工艺	资源回收	本工艺将剩余的结晶母液采用多效蒸发器浓缩，再经雾化后送入喷浆造粒机内造粒烘干，制成有机复合肥，至此发酵母液完全得到利用，实现发酵母液的零排放。工艺中利用非金属导电复合材料的静电处理设备处理喷浆造粒过程	有效利用发酵母液，减少污染物排放，同时减少造粒产生的烟气污染		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
				中产生的具有较强异味的烟气，处理效率可达 95% 以上				
27	发酵技术	发酵过程的废气收集处理	减排	发酵过程中产生的二氧化碳应设法排除，通过酒精回收塔对随二氧化碳溢出时带走酒精的捕集回收。	降低酒精带出量，减少空气污染		✓	
28	发酵技术	采用高温酵母进行酒精发酵	工艺改进	为了确保酒精不受季节影响，以使酵母发酵符合规律，同时节约大量发酵冷却水，可选用耐高温酵母（可在 36~38 °C 下使用，可忍耐 40°C 发酵环境），还能抗杂菌、耐酸、发酵周期短、在 40°C 发酵的出酒率与常温发酵出酒率相同。	提高产出率，降低冷却能耗		✓	
29	发酵技术	二氧化碳收集回收	减排	利用高、中、低压法收集二氧化碳。	减少二氧化碳排放，降低生产成本		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
30	发酵技术	增设酵母回收系统	减排	酵母回收系统包括：离心机、贮存槽、管道和泵。回收的啤酒可返回到热麦汁、杀菌剂或送回发酵罐。	减少酵母废水排放		✓	
31	发酵技术	废水处理沼气回收	资源回收	处理发酵产生的高浓度有机废水产生沼气，通过收集回收，用于燃烧加热热水或输送到锅炉辅助燃烧。	减少污染物排放，降低能耗		✓	
32	干燥/浓缩/纯化/精炼技术	压榨技术	工艺改进	酱渣压榨“废中取宝”，大幅提升原油出品率，减少酱渣废料产生。	减少废渣，减少环境污染		✓	
33	包装技术	增加管道输送替代装桶转运	工艺改进	大宗原材料和半成品输送利用管道输送，不用玻璃钢桶来周转。	减少产品浪费，提高生产效率	✓		
34	包装技术	输送带改造	工艺改进	在输送带下面的不锈钢支撑条上装高分子耐磨条，提高输送带的寿命。	减少因更换输送带而停车，减少固体废弃物的产生		✓	
35	包装技术	改进包装材料	减排	改传统耗材多的 PE 罐为耗材少的 PET 罐。	减少石化类包装材料是消耗，减少对环境的影响	✓		

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
36	包装技术	改进灌装设备	工艺改进	提高灌装机的精确度，对采用容积式流量计，考虑压力、温度、粘度对流量计泄漏量的影响，调整容积控制感应器。	减少产品浪费	✓		
37	包装技术	采用无菌水击泡	减排	将灌装机的酒击泡改造成用无菌水击泡，减少酒损。	减少击泡废水的污染物含量		✓	
38	包装技术	产品包装改封口签包装	工艺改进	产品包装取消热收缩膜封盒，改用封口签包装。	减少包装收缩膜的使用，减少劳动强度、降低生产成本	✓		
39	包装技术	手工贴标改为机械贴标	工艺改进	原包装工序采用手工标签，每张成本较高，并且在贴标时候产生大量的标签被损坏，产生大量的废纸。引进贴标机进行包装。	减少标签的损耗，减少废纸对环境的影响，降低企业生产成本	✓		
40	包装技术	加强洗瓶温度控制	工艺改进	生产过程重要控制好洗瓶温度，净瓶温度和巴氏灭菌温度，以防超温引起酒瓶爆炸造成瓶子和啤酒同时损失。	减少废液产生	✓		

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
41	包装技术	加强对啤酒理化指标控制	工艺改进	如二氧化碳含量过高，易使瓶破，造成瓶损和酒损，且罐酒时易冒沫。	减少废液产生	✓		
42	包装技术	新型颗粒分装节电节能项目	减排	该新型颗粒分装节能系统可实现人机界机控制，系统安全稳定，操作方便，运行可靠。并可同时将一卷膜从中间切成两条进行土封合，跟标迅速，调整方便。此外，系统可在制袋尺寸上进行调节，纵合封合、横向封合，打字和切断机构均安装在两个立板上，具有足够的刚度，以保证各条袋的包装质量完全一致；设备的总功率仅为 7.7kw，具有较好的节能效果。	每年减少 CO ₂ 的排放量可以达到 734.6 吨、二氧化硫 (SO ₂) 584.5 公斤、氮氧化物 (NO _x) 668.0 公斤。投资回报期为 0.23 年，即约合 3 个月即可以收回投资成本。		✓	
43	其它相关技术	残酒回收技术	资源回收	对不合格的酒开盖倒入酒罐中，加二氧化碳并排出氧气，利用抛光过滤器进行过滤，过滤后再进行罐装	提高产出率，减少废弃物的产生。		✓	
44	一般厂房	更换节能照明	节能	改用 T5 型节能日光灯替代防爆水银灯、防爆形日光灯，即可以达到节能的目的，同时使用寿命也会增长。	节约能源，减少固废产生	✓		

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
45	一般厂房	更换节能的新泵	节能	将效率低的旧式泵更换新型的采用三元流动、多道变线有虹吸流体推进等技术的高效节能泵，可省电省力。	节约用电	✓		
46	一般厂房	大功率电机变频改造	节能	对生产使用的大功率非恒定运行的电机设备（泵、风机、空压机等）进行变频节能改造。	节约用电	✓		
47	一般厂房	改进透光设施	节能	将成品桶区和沉淀桶区安装玻璃窗和改用透光棚，避免长期开日光灯。	节约用电	✓		
48	一般厂房	更新空压机	节能	用可靠性高的螺杆式空压机取代易损件多、可靠性差的活塞式空压机。	节能，提高生产效率	✓		
49	一般厂房	空压机余热回用	节能	采用换热器装空压机余热回用于暖瓶，减少瓶身冷凝水破坏纸箱。	避免使用电或蒸汽加热，降低能耗		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
50	一般厂房	冷却水的循环利用	减排	车间设备及产品的冷却水经冷却后循环再利用。	降低新鲜用水量，减少废水排放量	✓		
51	一般厂房	蒸汽管道、阀门及高温设备进行保温	节能	对蒸汽管道、阀门、高温的蒸煮锅、烘箱等设备进行保温。	降低能源消耗	✓		
52	一般厂房	太阳能循环热水系统	节能	以太阳能循环热水系统，部份取代传统燃油发热，以加热酱油发酵罐。系统包括在楼顶装置太阳能集热器、循环水泵、储水罐及温度控制器；以及在地下设置水箱热水升温系统。控制方式是优先利用太阳能，减低燃料需求；辅以蒸汽加热，可确保生产不受天气变化所影响。	使用太阳能循环热水加热系统后每吨产量的蒸汽消耗量下降约 4.7%。投资金额视设备数目而定，回本期约一年多。		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
53	一般厂房	使用新式的电煮食用具	节能	电磁炉利用电磁感应将电能转变为热能的装置。电磁炉一般装有档位功率自动调节掣，火力能随意控制，而外壳为双重防热辐射设计，能防止热力流失及烫伤进行煮食工序的员工。另一种电煮食用具是电蒸饭柜，以微电子控制技术，加热注满水的水箱，产生沸腾的水蒸气，可在密封的钢柜内，将 20 多盘米饭同时间蒸熟。	减少使用燃料，成本下降由 53.1%至 86.7%。设备投资回本期由 0.1 年到 1.8 年。		✓	
54	一般厂房	为配电柜安装节电器	节能	各楼层的配电柜若装上可改善功率因素的节电器，电容器在交流电的作用下带有导电性，正因电容器的阻抗电流相角差与线圈等组件相反，故此两者加以并联后，则可以互相抵消，从而把功率因子提升，以及减少无功功率和相关电流的消耗。	用电量下降 2.3% 至 23%。设备投资回本期由最快的 0.8 年到最长的 16.5 年。（投资金额视设备型号及数目而定）		✓	
55	一般厂房	使用电动叉车代替柴油叉车	节能	目前有厂商已选用电动叉车取代柴油叉车。电动叉车的起动不涉及燃料的燃烧，在操作时无废气排放。	使用电动叉车代替柴油叉车每年可节省 22,185 – 25,557 元人民币。设备回本期由 6.5 年至 7.8 年。		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
56	一般厂房	于总配电房安装电容补偿器	节能	电容补偿器是一个可以减低用电系统所产生的抗阻，从而减少浪费无功功率的装置，有助无功补偿或者功率因子补偿。电容器在容性无功功率和感性无功功率之间互相抵消，有效地减少因无功功率而引致的额外电流消耗，令功率因子得以提高，亦间接地缓和供电电压的下降。	一般的电容补偿器每年均能节省能源由 1,440 元至 95,124 元，投资金额视设备型号及数目而定，设备投资回本期由最快的 1.6 年到最长的 16.7 年。		✓	
57	一般厂房	回收蒸汽冷凝水余热供应生活用热水	节能	改用回收系统回收蒸汽余热来制造热水，利用喉管将工场残余蒸汽及冷凝水引到回收系统内，以热交换方式为宿舍供应生活热水。	每年节省费用分别由人民币 4,260 至 800,000 不等。各回收系统的产水温度约为 70-90℃，合乎厂方的要求。设备投资回本期由最快的 0.3 年到最长的 11.5 年。		✓	
58	一般厂房	环保碳氢制冷剂	节能	环保碳氢制冷剂由高纯度丙烷、丁烷按比例调和而成，用量比旧式的制冷剂少，但制冷量则较大，此外，它可大幅减少压缩机的负载及发热量，延长空调机组的寿命。	透过减少耗电可减少二氧化碳 (CO ₂ 420 t)、二氧化硫 (SO ₂ 340 kg)、氮氧化物 (NO _x 380 kg)。节电率约 20% 左右。回本期少于一年		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
59	一般厂房	以 TF 型省电机改善供电系统的电效	节能	TF 型省电机主要通过内部不同绕组产生的磁场，控制电网电压及电流等参数。此外，内部的一套三角形连接的绕组能平衡三相之间的磁场，起到调整及稳定三相电压的作用。因此，TF 型省电机可改善电力质素，降低供电电压，维持三相电压平衡稳定，消减频繁起动电流的损耗、高次谐波等，以节省电能及延长设备使用寿命。	TF 型省电机能根据当时的电网情况将电压降低至合理水平，因而降低供电电压及减少起动电流，降压调节空间约 0%-5%，投资金额视设备数目而定，回本期约一年多。		✓	
60	一般厂房	全自动电源管理系统	节能	全自动电源管理系统是以微电脑程控设备，配合专用程序软件，自动操控及转换不同的电源。实现无间断的切换模式。转换电源不需要重复开关生产设备，从而减少废品产生和经济损失。	按度备用柴油发电机组于用电高峰期的年平均使用 48 天推算，每年可节省耗油量约 12,000 公升。回本期约 3 年半。		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
61	一般厂房	中央空调臭氧控制系统	节能	以臭氧系统控制中央空调水塔的结垢问题，系统结构包括了臭氧发生器、过滤系统及水质软化机。系统会在水中添加臭氧，以破坏细菌及藻类的细胞膜，防止细菌及藻类于水管中积垢，并分解水管积垢上的有机物；并会去除自来水中的镁及钙离子，使其不能产生无机沉淀物。另外，去除的物质会被过滤系统过滤，以保持水的洁净，维持冷却水塔内较高的热交换率。	安装了臭氧系统后可以减少因积耗而造成的能耗，比没有安装的减少了约 8%。回本期约两年。		✓	
62	一般厂房	空压机变频控制	节能	对空压机进行变频调速改造，实行恒压供气控制。由于消除了气罐里压力的不稳定因素，减少了因为供气压力忽大忽小而引起的电能损耗，因此改善了压缩空气的节电效果。	节能率约 30%。回本期约 16 个月。		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
63	一般厂房	无极灯代替传统灯具	节能	部分工厂会采用无极灯代替以上的传统照明灯具。无极灯内使用的汞原子是固态汞，含量比传统灯具低，而且由于无极灯没有灯丝和电极，寿命比一般灯具长，加上表面温度较低，可以减少生产车间对空调的需求。	节电率约 40-70%。回本期约 1-2 年。		✓	
64	一般厂房	空气压缩机废热回收	节能	安装压缩机热水系统，回收空气压缩机热能制造生活热水，取代原有的柴油锅炉，成功达到节能及减排空气污染物。压缩机热水系统的原理是利用空气压缩机运作时所产生的热量，以热交换方式加热自来水，热水经管道供给员工生活区使用。	回收空气压缩机热能，空气压缩机的油温降低了 8 - 10℃，产气率提高约 4%，同时节省柴油耗用量，减少碳排放。回本期约 1 年。		✓	
65	辅助设施	生物质燃料蒸气锅炉	节能	生物质燃料蒸气锅炉使用了生物质燃料代替传统重油作为燃料，包括谷壳、棉秆、棉壳、菜籽秆、甘蔗渣、黄豆秆等农村剩余秸秆以及锯末、树枝、树叶、刨花、木屑等废弃物，使燃料的成本得以大幅降低。	每年可减少厂房二氧化硫排放量减少达 78.5 - 99.9%		✓	

	生产工序	清洁生产方案名称	方案归类	方案简介	方案成效	国内厂商采用情况		
						广泛采用	部份采用	有待采用
66	辅助设施	合理启动锅炉	节能	调整生产用汽车间上班时间和调整排产，按目前用汽来看，早上是用汽高峰一起上班需开3台锅炉。如果调整高耗汽后工序上班时间下午上班，那一天只开2台锅炉可满足生产要求。从中可节省一台热炉浪费。	节约能源		✓	
67	辅助设施	锅炉使用清洁能源	减排	用清洁能源天然气作为锅炉燃料替代煤、重油等传统高污染石化燃料。	减少空气污染物排放		✓	
68	辅助设施	CO ₂ 分气缸控制	减排	利用分气缸控制生产线气体使用，减少非生产用气管道的消耗。	减少CO ₂ 排放		✓	
69	辅助设施	链条锅炉拨火助燃系统	节能	链条锅炉拨火助燃系统是以机械方式拨动在主燃烧区燃烧的煤层，并在鼓风机的作用下达到松渣、碎焦、半沸腾状燃烧的目的，有效解决煤层表面的积渣问题，增强煤层的透风性及燃烧面积，提高炉膛温度。此外，拨火助燃系统以自动化操控，减少工人操作，能更准确地进行拨火，加强进煤的燃烧效能。	减低风量，可降低链条锅炉的热损失，进一步减少原煤的消耗。节煤率约15%。投资金额视设备数目而定，回本期约一年多。		✓	

3.2 食品和饮品制造业的清洁生产技术与实例

3.2.1 清洗工序的清洁生产方案

方案 1

方案编号 : 1

生产工序 : 清洗技术

方案名称 : 建立原地清洗系统 (CIP)

方案归类 : 水资源管理

改善前 : 打开设备用水管和洗涤剂进行冲洗。

改善后 : CIP 清洗系统俗称原地清洗系统被广泛的用于饮料、乳品、果汁、酒类等机械化程度较高的食品饮料生产企业中。改造后不用拆开或移动装置，即采用高温、高浓度的洗净液，对设备装置加以强力作用，把与食品的接触面洗净,对卫生级别要求较严格的生产设备的清洗、净化。系统包括容器罐体、管道、泵、过滤器等及整个生产线在无需人工拆卸或打开的前提下，在一个预订时间内，将一定温度的清洁液通过密闭的管道对设备内表面进行喷淋循环而达到清洗的目的。根据清洗对象污染性质和程度、构成材质、水质、所选清洗方法、成本和安全性等方面来选用洗涤剂。常用的洗涤剂有酸、碱洗涤剂和灭菌洗涤剂。



图 3-1 CIP 清洗系统

方案的成效 保证一定的清洗效果，提高产品的安全性；节约操作时间，提高效率；节约劳动力，保障操作安全；节约水、蒸汽等能源，减少洗涤剂用量。

实施注意事项 : 洗涤剂的选用及洗涤效果的控制。

投资额及回本期 : 一灌装线实施 CIP 清洗投资 5 万元，节水、节能和节约人力成本，年产生经济效益 3.8 万元，回本期为 1.54 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★ 环境: ★★★

方案编号 : 2

生产工序 : 清洗技术

方案名称 : 洗瓶水回收

方案归类 : 水资源管理

改善前 : 洗瓶后的水直接排放废水处理系统，增加污水处理量及处理成

本，且不利于废水总量的控制。

改善后 : 将洗瓶水回收到地下储水池作树木、花草补水，冲洗地面、厕所等使用。在原洗瓶水排放点处安装管道连接到地下储水池，洗瓶水回收到地下储水池内，自然沉清后，清液通过水泵送到各用水点的高位贮罐。系统包括 2 个储水池、4 台泵、14 个阀门、4 个高位罐。



图 3-2 洗瓶水回用

方案的成效 : 以洗瓶水回收率 90% 进行计算，一天共回收洗瓶水 66 吨，一年节省水费、污水处理费等合共 3.8 万元，年节约用水 2 万吨，约占全厂用水 1/7。

实施注意事项：回用水点对水质的要求及消耗水量的能力。

投资额及回本期 : 方案总投资为 12 万元。年产生经济效益 3.8 万元，回本期为 3.57 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★

经济: ★★

环境: ★★★

方案编号 : 3

生产工序 : 清洗技术

方案名称 : 清洗设备用的水管加装高压喷嘴

方案归类 : 水资源管理

改善前 : 使用软管接水龙头后直接用于清洗设备

改善后 : 冲洗设备用的水管加装高压喷嘴水枪，使高压雾化水柱进行清洗。



图 3-3 高压清洗水枪

方案的成效 : 提高清洗质量并减少用水量，节约用水约为 50%。

实施注意事项 : 高压水柱对精密设备的影响。

投资额及回本期 : 方案总投资为 0.1 万元，年节约用水约为 600 吨，产生经济效益 1,200 元，回本期 1 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★

经济: ★

环境: ★★

3.2.2 加热工序的清洁生产方案

方案编号 : 4

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 改进煮色操作

方案归类 : 节能:过程优化控制

改善前 : 改善前: 糖色、专供焦糖色蒸煮一直加蒸汽直到所需着色效果时才关停蒸汽, 高温余热以散热形式损耗。

改善后 : 糖色、专供焦糖色蒸煮时, 采用后期关蒸汽保温的方法, 相对原来煮色时间减少 10 分钟, 每一锅少开 10 分钟蒸汽, 也可达到相同着色效果, 这样平均每一天可以少开蒸汽 1 小时以上, 减少了热量的散失。

方案的成效 : 以少开蒸汽 1 小时/天计算, 一年节约标煤 2.6 吨。

投资额及回本期 : 无需投资, 主要是规范操作, 年节约 0.26 万元。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★ 环境: ★

方案编号 : 5

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 低压煮沸、低压动态煮沸

方案归类 : 节能:技术改进

改善前 : 煮沸为常压煮沸。

改善后 : 将常压煮沸锅改为低压煮沸锅，配套压力自控装置，间歇煮沸仍可常压，更新内加热器，加热效率有保证。低态动态包含两个过程阶段：动态升压和动态降压。通过重复升压降压数次，使压力曲线成为锯齿型。两个过程转换条件为过程时间，而不是压力设定值，这是为了保证一个连续的蒸发和煮沸时间。

动态升压：蒸汽按照工艺给定值控制，煮沸锅压力控制启动，在设定时间内，煮沸锅梯度升压至较高的压力点。升压时间到进入降压。以回收热水泵的变频器的开度达到要求。动态降压：蒸汽按照工艺给定值控制，在设定时间内，煮沸锅梯度降压至较低的压力点，降压时间到进入升压，以回收热水泵的变频器的开度达到要求，升压和降压都需按规定的时间和压力曲线，形成标准的梯度才能最佳。

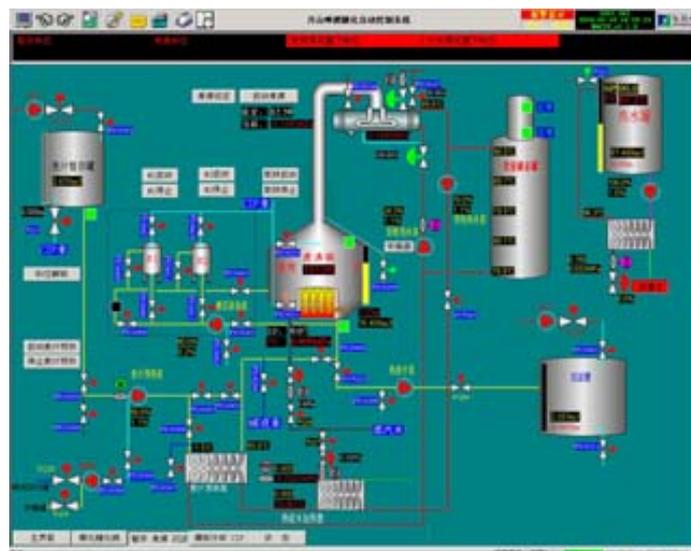


图 3-4 低压动态煮沸控制系统

方案的成效

对蒸汽热能进行有效的梯级利用，提高热能利用率，降低能耗。可将煮沸时间缩短 40~60 分钟，蒸发率下降 4~6%，可使麦汁煮沸过程节约蒸汽 30~35%，对全过程来说，蒸汽（煤）消耗量可降低 12%以上。

投资额及回本期：投资额 32 万元，回本期 3.8 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 6

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 冷却后热水的利用

方案归类 : 节能

改善前 : 半成品液体冷却过程由 100℃降至 10℃ ,以便下工序加工 ,冷水通过热交换升温为热水 , 该部分水的余热未进行利用。

改善后 : 将热水处于绝热罐中,热水罐应设计的足够大 , 以储存热水, 热水不仅用于糖化 , 还可用于 CIP 系统、杀菌机以及洗瓶工序。

方案的成效 : 提升余热利用率 , 减少了加热热水的能源消耗及废水的产生。

投资额及回本期 : 投资 8 万元 , 回本期 3 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 7

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 增加热泵供热系统

方案归类 : 节能

改善前 : 加热使用后的冷凝水一般通过疏水收集回用于锅炉使用，虽然水资源利用率有所提高，但冷凝水的余热未能充分利用，往往在收集和输送过程中白白损耗。甚至部分企业直接排掉。

改善后 : 热泵供热系统由热泵、高效闪蒸罐、压差疏水器、调压排水罐、高效换热器等单元组成。采用热泵供热技术后，糖化锅、糊化锅、煮沸锅均不再直接耗用新鲜蒸汽，由糖化锅等排出的冷凝水进入高效闪蒸罐进行汽水分离和闪蒸，利用蒸汽减压的能量差作为热泵动力，将闪蒸罐出来的二次蒸汽增压后再分别供给糖化、糊化和煮沸锅使用，经过闪蒸后的冷凝水通过压差疏水器再进入换热器加热热水箱用水，降温后的冷凝水最后由凝结水泵送回锅炉房。

方案的成效 对蒸汽热能进行有效的梯级利用，减少了冷凝水储存和输送过程的热损失，提高热能利用率，降低能耗。

投资额及回本期 : 投资 25 万元，回本期 2.2 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 8

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 高温烟气余热回收

方案归类 : 节能

改善前 : 热载体炉及烤炉高温烟气通过烟道直接排放。

改善后 : 在热载体炉及烤炉烟道上安装热能回收器，高温烟气（220-350℃）经过余热回收装置后回收的热量用于加热车间用热水。

方案的成效 减轻大量废热向环境释放的污染，减少了生产用热水加热所需能耗。

实施注意事项 : 余热回收后保温烟气温度高于露点温度 150℃,防止酸雾形成腐蚀烟道。

投资额及回本期 : 投资 12 万元，回本期 5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★

方案编号 : 9

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 糖化煮沸锅热能回收

方案归类 : 节能

改善前 : 煮沸锅的蒸发的水蒸气热能散发到空气中未利用。

改善后 : 利用热交换器把煮沸锅的蒸发热能进行回收利用，将过滤的麦汁由 73℃ 升至 91℃ 再送到煮沸锅，减少蒸汽使用，二次蒸汽的冷凝水还可以用于其他的预热（制备 CIP 清洗水）。

方案的成效 : 节约能源，节约用水，同时改善车间作业环境。

投资额及回收期 : 投资 8 万元，回收期 3 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 10 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 蒸柜废蒸气水热交换回收器

方案归类 : 节能

改善前 : 在食品加工生产中，会利用蒸柜蒸制各种食品。蒸柜需用大量能源产生蒸汽，而食物在蒸炖过程中最多吸收 15-20%蒸汽量，其余 80%是废蒸汽，排出柜外，非常浪费。

改善后 : 在蒸柜设置废蒸气水热交换回收器，柜顶的蒸气回收器与蒸柜排气口连接，高温的废蒸气通过回收器，回收器的另一端会输入冷水，经过热交换把水加热至85℃，再回用到蒸柜或其他设备如热水爐和洗碗机等。

方案的成效 : 将超过 90%的原耗能源回收及再生转化成热能。

投资额及回本期 : 回本期约为 1-2 年。

厂家采用该方案 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

的情况

可行性的分析: 技术: ★★

经济: ★★★

环境: ★★★

方案编号 : 11 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」核证项目资助)

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 电压力煲取代传统电煮食炉以省电及提升烹调效率

方案归类 : 节能:设备更换

改善前 : 采用电汤煲，不但浪费能源，增加工厂电费支出；而且生产时间长，浪费人力资源；

改善后 : 电压力煲是通过电加热方式，采用密封组件，通过煲内压力和温度在设定范围内自动控制，实现烹饪功能，在全密封状况下依据煲内气压作动力驱动弹性位移组件带动执行组件，实现控制煲内压力；利用保温性，实现焖的功能，达到充分实现热效率。



电汤炉

方案的成效 : 每年节省用电量为 154,066.5 千瓦时。

投资额及回本期 : 回本期约两年半。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

厂家采用该方案的情况

:

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★★★ 环境: ★★★★★

方案编号 : 12

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 引进空气湿度恒定调节器

方案归类 : 节能

改善前 : 凭员工的经验手动调节烘培房的温度和湿度。

改善后 : 将原有手动调节烘培房的温度和湿度的操作手法改变成利用空气湿度恒定调节器来调节烘培房的温度和湿度，能够缩短烘焙时间，提高产品的质量和减少不良品产生，提高生产效率。

方案的成效 : 提高合格率，减少不良品产生，节约蒸汽的消耗。

投资额及回本期 : 投资5万元，回本期1年

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

3.2.3 冷却工序的清洁生产方案

方案编号 : 13

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 冷却工艺改进

方案归类 : 节能

改善前 : 原来煮好的高温半成品用水冷却，而用大量冷却水，且高温产品的热量未能利用。

改善后 : 将刚煮好的生抽出锅冷却时，改用水冷却为用原油冷却，即原油在进入煮制前通过与煮好的热生抽进行热交换也得到加温。

方案的成效 : 利用常温原油冷却了高温的半成品，同时利用了高温产品热能来加热未煮原油，节约能源，同时节约用水。

投资额及回本期 : 投资 15 万元，回本期 2.6 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 14

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 锅炉补充水用于冷却

方案归类 : 节能

改善前 : 原来锅炉补充水未经余热加热直接加入锅炉升温，高温设备及

中间产品需用大量水冷却。

改善后 : 自来水经软化处理后经第一冷凝器冷却水水温可达 70℃，再经酒精糟换热器换热，使锅炉用水温度达 75~80℃；精馏塔底余馏水可用来冲洗发酵罐。

方案的成效 利用常温锅炉补充水冷却了高温的设备及中间产品，同时利用了高温设备及产品热能来加热锅炉补充水，提高了锅炉进水温度，节约能源，节约冷却用水。

投资额及回本期 : 投资 5 万元，回本期 2 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 15

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 用回流冰水制冷代替用电制冷

方案归类 : 节能

改善前 : 用电制冷。

改善后 : 使用冷冻水机回流冰水制冷代替直接用电制冷。

方案的成效 提高集中制冷效率，节约电耗。

实施注意事项 : 冷冻机制冷量的与用冷量的匹配。

投资额及回本期 : 投资 12 万元，回本期 3 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★

经济: ★★

环境: ★★

方案编号 : 16

生产工序 : 加热/制冷技术

方案名称 : 二氧化碳冷量利用

方案归类 : 节能

改善前 : 饮料企业灌装产品需用到的 CO₂ 由液态转为气态，气化过程吸收大量热量，气化设备暴露于空气中，气化过程的热量从周围空气吸收。

改善后 : 灌装前 CO₂ 需由液态转为气态，气化过程吸收大量热量，利用其冷量用于制冷机冷却水降温。

方案的成效 : 利用气化吸热的原理，将 CO₂ 气化过程所需的吸收的热量由空气提供改为制冷机冷却水提供，有效地降低了冷却水的温度，达到同等温度要求的前提下，节约了制冷机的电耗。

实施注意事项 : 热交换的物理距离，提高能量热用率；冷量的平衡选择。

投资额及回本期 : 投资 20 万元购置热交换系统，回本期 1.5 年。



图 3-5 二氧化碳冷量回收利用

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

- 方案编号 : 17 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)
- 生产工序 : 加热/制冷技术
- 方案名称 : 闭式冷凝水回收节能系统
- 方案归类 : 节能 + 减排
- 改善前 : 工厂锅炉没有任何节能措施，部分生产的蒸汽供生产线使用，另一部分则用来加热生活热水。蒸汽通过生产线后一部分直接通过疏水阀排入污水管网，一部分通往生活区热水箱，用来加热生活热水。由于生产线中的熨斗经常有漏水现象，传统的开放式蒸汽热回收方法是将高温汽水收集到集水箱，但热焓极高的闪蒸无法回收，被排放到大气中，只能将部份冷凝水回收收到软水箱。
- 改善后 : 安装封闭式高温冷凝水回收系统，回收经过生产设备后的闪蒸汽和高温冷凝水，并通过省煤器回收锅炉排气废热后直接重回生物锅炉，以节省能源。现时，厂方会把高温冷凝水直接排放。闭式冷凝水回收系统将经过生产设备后的高温蒸汽回收利用，将蒸汽和高温凝结水直接回收入锅炉，提高锅炉入水温度至 120 度以上，以达到节省燃料的目的。
- 方案的成效 : 安装闭式冷凝水回收系统之后，节能率体现在每月比原来节省生物质颗粒燃料 10.1 吨左右，节能率为 13.8%。改造后年节省 224.4 吨生物质燃料，每年减少 SO₂ 763kg、NO_x 228.9kg 及烟尘 8437.4kg 的排放。

投资额及回本期 : 投资回本期约 1.4 年

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术:★★ 经济:★★ 环境:★★

3.2.4 灭菌工序的清洁生产方案

方案编号 : 18

生产工序 : 消毒灭菌技术

方案名称 : 改造灭菌设备

方案归类 : 节能

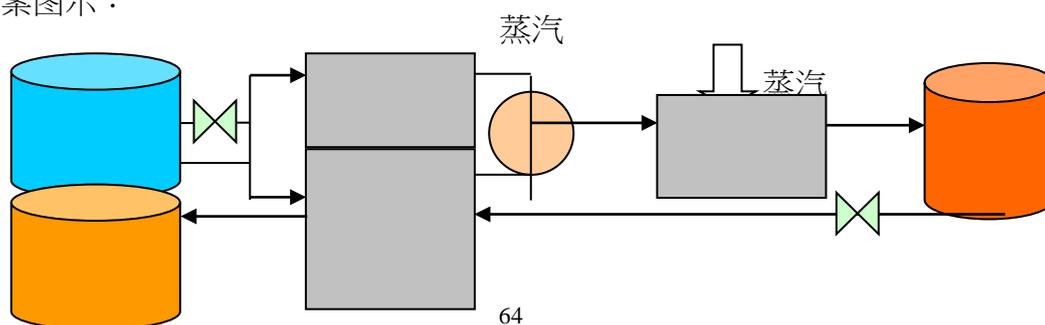
改善前 : 煮油工序对原油进行灭菌的设备有 5 个 10 吨的盘管敞开式蒸煮锅,总设计生产能力为 5.28 万吨/年,其工艺采用蒸汽将酱油间接加热至 100℃ 以上并维持 20~25min 冷却至 60~65℃ 出锅。目前由于以下原因,需对酱油蒸煮设备进行更新改造:

- 1) 蒸煮锅已使用了近 10 年的时间,罐体不锈钢材质老化,不再适宜继续长期作为加热罐使用;
- 2) 现有的蒸煮锅为敞开式蒸煮,能耗大,给酱油香气也带来一定的损失。同时也不利于改善煮油三楼工作环境;
- 3) 原蒸煮锅操作条件差,工人劳动强度大、时间长;

酱油冷却采用循环水冷却,造成水、风冷动力、酱油热能的浪费;

改善后 : 减少热量损失,提高热能交换效率节约能源消耗。使用板式换热器替代现有的蒸煮锅对酱油进行加热灭菌;用热酱油与冷酱油进行热换,回收热酱油热能对冷酱油预热减少酱油加热能耗;提高生产能力减少工人作业时间。

方案图示:



方案的成效

比传统约可节省 1/3 的蒸汽量，每生产 10 吨酱油约可减少耗用 0.25 吨蒸汽，年产 40,000 吨酱油计，可节约 1,000 吨蒸汽，折合人民币 27 万元。同时传统敞开式加热而现换热器在密闭空间中加热，理论上后者热损耗更少。另外，采用换热方式冷却酱油，也是可以省下目前水冷却塔水、电能耗，共节省水电费达到 0.6 万元每年。综合年效益 27.6 万元。



图 3-6 板框式换热器

实施注意事项 : 板框换热器容量及换热效率的选择

投资额及回本期 : 总投资约 50 万元，主要包括板式换器 3 台、水泵 2 台、温度表 4 只、CIP 清洗设备 1 套等。约 2 年可收回投资。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★

经济: ★★★

环境: ★★

方案编号 : 19

生产工序 : 消毒灭菌技术

方案名称 : 引入微波杀菌设备

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 腊味生产厂食品杀菌试为热力杀菌, 由于食品的传热性能较差, 食品的物料中心达到杀菌温度所需时间较长, 到使食品营养价值降低。另外加热设备本身被加身导致热能损失。

改善后 : 增加微波杀菌设备, 对肉制品进行杀菌处理。



图 3-7 微波杀菌设备

方案的成效 : 由于微波直接对食品进行加热, 额外的热能损耗少, 加热系统本身向又不被加热, 与常规杀菌方法相比可节电 30%-50%^[10], 同时减少不合格品及固体废物的产生。

实施注意事项 : 杀菌应在相对密闭的金属设备中进行, 防止微波的泄漏。

投资额及回本期 : 投资 18 万元增加微波杀菌设备，回本期 2.8 年。

厂家采用该方案的情况

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

方案编号 : 20

生产工序 : 消毒灭菌技术

方案名称 : 降低杀菌 PU 值

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 杀菌 PU 值控制在 12~25 之间，多过的消耗蒸汽。

改善后 : 保证工艺质量前提下，下调杀菌 PU 值，将杀菌 PU 值控制在 10-12 间，减少蒸汽耗用。

方案的成效 由于控制适当的 PU 值，可有效地降低了蒸汽消耗量。

实施注意事项 : 最低 PU 值必需保证对应工序的杀菌需要。

投资额及回本期 : 无投资，年节约蒸汽产生经济效益 1.6 万元。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

3.2.5 破碎工序的清洁生产方案

方案编号 : 21

生产工序 : 超微粉碎技术

方案名称 : 增湿粉碎及湿法粉碎技术

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 啤酒生产原料麦芽粉碎为干法粉碎。

改善后 : 增湿粉碎是将麦芽在粉碎之前用水或蒸汽进行增湿处理，使麦芽皮水分提高，增加其柔韧性，粉碎时达到破而不碎的目的。主要分为水喷雾增湿、蒸汽增湿两种方法。湿法粉碎是将麦芽在粉碎前用 30℃~50℃的温水浸泡 15~30min，使麦芽的含水量提高到 30%左右，同时其体积由于吸水而膨胀 35%~40%。

方案的成效 与干法粉碎相比，增湿粉碎和湿法粉碎的优点如下：(1) 增湿粉碎和湿法粉碎可提高过滤效率。与干法粉碎相比，增湿粉碎和湿法粉碎的麦芽壳保持得比较完整，滤层比较疏松，过滤效率提高。增湿粉碎可提高约 20%的过滤效率，湿法粉碎的过滤效率可提高 50%以上。(2) 对于溶解性较差的麦芽，增湿粉碎和湿法粉碎的浸出率比干法粉碎高。(3) 增湿粉碎和湿法粉碎可以直接使用新鲜麦芽，而干法粉碎必须将麦芽存放一段时间使其回潮^[11]。(4) 减少了粉尘飞扬，可彻底解决麦芽粉碎中的粉尘污染问题。

实施注意事项 : 最佳湿度的控制

投资额及回本期 : 投资 15 万元配置增湿系统，回本期 2 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 22

生产工序 : 超微粉碎技术

方案名称 : 超微粉碎技术

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 产品或原料粉碎技术为普通的干法粉碎、增湿粉碎和湿法粉碎等机械破碎。

改善后 : 超微粉碎设备的工作原理是应用转子高速旋转所产生的湍流，将物料在气流中形成高频振荡，使物料的运动方向和速度在瞬间发生剧烈变化，物料颗粒间发生急速撞击、磨擦，经过很多次的反复碰撞而裂解成微细粉，同时，加以冷冻、冷风、热风、除湿、灭菌、微波脱毒、分级等过程，使物料达到加工要求。绝不同于是一般的机械粉碎。采用超微粉加工技术的产品有以下优点：在不破坏其组织结构的情况下，可以使细度高达 2,000 目，产品比表面积大，孔隙率高，包容性强，产品的内在质量得到充分改善，原有的自然风味得以进一步发挥，物料的分散性、溶解性、吸附性也都得到根本的改善，还大大提高了原料

的利用率。用此技术加工的微粉保持了物料原有的生物活性和营养成分，具有天然性、营养性、易于消化吸收等特点。超微粉加工的产品用途广泛，凡是需要微细同种物质微细颗粒的地方都可以使用^[11]。



图 3-6 超微粉碎设备

方案的成效 提高了原材料利用率，减少了固体废物的产生。

实施注意事项 : 目前所生产的超微粉碎设备可将植物的根、茎、叶、果实和动物的肉、骨、蛋等加工成微细粉体，作为食品、饮料、保健品、药品、化妆品等产品的原料。由于成品微细，要防治微粉泄漏的影响。

投资额及回本期 : 投资 10 万元，回本期 2 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

3.2.6 造粒工序的清洁生产方案

方案编号 : 23

生产工序 : 造粒/微胶囊化技术

方案名称 : 引用颗粒生产线

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 原有颗粒剂、胶囊剂以及片剂三个剂型生产共用的固体制剂车间的设备。

改善后 : 利用旋转制粒设备生产颗粒剂。引用颗粒生产线自动化控制水平大幅提高，操作过程比实施前更容易控制，安全性、可靠性也有较大提升，有效地改善车间作业环境。



图 3-7 旋转造粒生产线

方案的成效 : 改善生产后每年的产品收得率可达到 96%，比原来提高了 2%，降低水耗和能耗。

实施注意事项 : 适用于颗粒剂的生产。

投资额及回本期 : 大概投资 100 万元,4 年半左右可收回投资,具体因企业实际情况而异。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

3.2.7 发酵工序的清洁生产方案

方案编号 : 24

生产工序 : 发酵技术

方案名称 : 改进浙醋生产工艺

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 浙醋生产属传统工艺,多菌种参与制曲和发酵,香气浓郁、风味独特,受到海内外众多客户的青睐。但在实际生产过程中,由于设备较简陋,造成原料利用率低,无法实现大批量生产等问题。

改善后 : 在原来的工艺基础上通过优化菌种、改进翻曲操作、优化糖酒化工艺、改变香料提取方式,改造固、液态发酵环境和改进灭菌、过滤设备,达到提高原料利用率、稳定品质的目的。



图 3-8 浙醋车间改造情况

方案的成效 实施后，糯米的利用率由原来的 20-25%提高到 35%以上；
将发酵时间从 20 天缩短至 15 天，其产能可以提升 25%；
将香料单独提取，煮制时间缩短；可以节约蒸汽成本约为 10 元/吨。减少醋渣的排放。

实施注意事项 : 菌种的选择，温度、湿度的控制。

投资额及回本期 : 投资额根据改造规模而定，由于产能的提升，一般半年可回本。

厂家采用该方案的情况

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

方案编号 : 25

生产工序 : 发酵技术

方案名称 : 发酵罐消毒余热回收用于加热软水入炉

方案归类 : 节能

改善前 : 发酵罐消毒所排的废蒸汽直接排放到大气中。

改善后 : 将发酵罐消毒所排的废蒸汽收集回收到贮罐，再经蛇管加热软水贮罐的软水。

方案的成效 : 提高蒸汽热能利用率，节约能源。

实施注意事项 : 废蒸汽的洁净度，定期清洁热交换器。

投资额及回本期 : 投资 6 万元，回本期 4 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 26

生产工序 : 发酵技术

方案名称 : 发酵母液综合利用新工艺

方案归类 : 资源回收

改善前 : 未对发酵母液进行利用。

改善后 : 本工艺将剩余的结晶母液采用多效蒸发器浓缩，再经雾化后送入喷浆造粒机内造粒烘干，制成有机复合肥，至此发酵母液完全得到利用，实现发酵母液的零排放。利用非金属导电复合材料的静电处理设备处理喷浆造粒过程中产生的具有较强异味的烟气，处理效率可达 95%以上。

方案的成效 : 有效利用发酵母液，减少污染物排放，同时减少造粒产

生的烟气污染。

实施注意事项 : 浓缩、造粒所需能耗充分利用生产余热。

投资额及回本期 : 投资 35 万元，回本期约 5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 27

生产工序 : 发酵技术

方案名称 : 发酵过程的废气收集处理

方案归类 : 减排:减少空气污染

改善前 : 发酵二氧化碳夹带酒精直接排放入大气。

改善后 : 发酵过程中产生的二氧化碳在排放时通过酒精回收塔对随二氧化碳溢出时带走酒精的捕集回收。

方案的成效 降低酒精带出量，减少空气污染。

实施注意事项 : 二氧化碳排放速率的控制。

投资额及回本期 : 投资 22 万元，回本期 4.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 28

生产工序 : 发酵技术

方案名称 : 采用高温酵母进行酒精发酵

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 利用普通酵母进行发酵。

改善后 : 为了确保酒精不受季节影响,以使酵母发酵符合规律,同时节约大量发酵冷却水,可选用耐高温酵母(可在 36~38 °C 下使用,可忍耐 40°C 发酵环境),还能抗杂菌、耐 酸、发酵周期短、在 40°C 发酵的出酒率与常温发酵出酒率相同^[11]。

方案的成效 : 减少夏季高温对发酵的影响,减少发酵冷却水。

实施注意事项 : 温度超高时对发酵的影响,附以冷却控制温度。

投资额及回本期 : 年增加酵母成本约为 2 万元,回本期 0.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术:★★ 经济:★★ 环境:★★

方案编号 : 29

生产工序 : 发酵技术

方案名称 : 二氧化碳收集回收

方案归类 : 减排:减控废气

改善前 : 发酵过程产生的 CO₂ 未进行回收。

改善后 : 增加一套 CO₂ 回收系统,对发酵产生的 CO₂ 进行洗涤、过滤、干燥、纯化、冷凝回收。

方案的成效 CO₂回收成本为 0.24 元/千克，无论从提高食品安全，还是降低生产成本，都取得较好的效果。

实施注意事项 : 洗涤水质的控制，保证 CO₂的纯度。

投资额及回本期 : 投资约 300 万元，回本期 4.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

方案编号 : 30

生产工序 : 发酵技术

方案名称 : 增设酵母回收系统

方案归类 : 减排:减控废水

改善前 : 未对酵母进行回收利用。

改善后 : 酵母回收系统包括：离心机、贮存槽、管道和泵。回收的啤酒可返回到热麦汁、杀菌剂或送回发酵罐。

方案的成效 减少酒损，提高产酒率。同时通过回收酵母生产副产品增加收益。

实施注意事项： 回收啤酒的质量控制，酵母副产品的市场需求消化能力。

实施注意事项 :

投资额及回本期 : 投资 65 万元，回本期 3.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★

经济: ★★★

环境: ★★★

方案编号 : 31

生产工序 : 发酵技术

方案名称 : 废水处理沼气回收

方案归类 : 资源回收

改善前 : 未对废水生化处理产生的沼气进行回收利用。

改善后 : 通过收集回收发酵生产高浓度有机废水处理产生沼气，用于燃烧加热热水供生产使用、输送到锅炉辅助燃烧或进行发电及余热回收。

方案的成效 : 减少沼气的排放，利用了沼气燃烧的能量，节约了能源消耗。

实施注意事项 : 根据沼气的量制定合适的利用途径，保证沼气能量的利用效率。

投资额及回本期 : 投资 35 万元，回本期 4 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★

经济: ★★★

环境: ★★★

3.2.8 出油工序的清洁生产方案

方案编号 : 32

生产工序 : 干燥/浓缩/纯化/精炼技术

方案名称 : 压榨技术

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 出油后的酱渣作为饲料供渔业饲养。

改善后 : 对酱渣进行压榨—“废中取宝”，大幅提升原油出品率，减少酱渣废料产生。

方案的成效 : 本方案无明显的节能效果。

实施注意事项 : 压力的控制，避免过高的压力把不需的油脂压出。

投资额及回本期 : 投资 320 万元，提高了产品得率，减少废渣产生，减少环境污染，加快设备周转率，开发新式产品，年产生经济效益约为 300 万元，回本期 1.3 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★★

3.2.9 包装工序的清洁生产方案

方案编号 : 33

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 增加管道输送替代装桶转运

方案归类 : 工艺改进:设备改造

改善前 : 原材料或半成品使用玻璃钢桶来周转。

改善后 : 大宗原材料或半成品输送利用管道输送，不用玻璃钢桶来周转。

节能的成效：减少损耗浪费，提高生产效率。

方案的成效 : 减少因更换输送带而停车，减少固体废弃物的产生

实施注意事项 : 管道选材在耐高温、耐腐蚀等要保证所输送物料的要求。

投资额及回本期 : 投资 8 万元，回本期 5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★ 环境: ★★

方案编号 : 34

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 输送带改造

方案归类 : 工艺改进:设备改造

改善前 : 输送带与下面的不锈钢长期摩擦，输送带易磨损。

改善后 : 在输送带下面的不锈钢支撑条上装高分子耐磨条，提高输送带的寿命。

方案的成效 : 减少因更换输送带而停车，减少固体废弃物的产生。

实施注意事项 : 耐磨条材料的选择，以摩擦系数低为优。

投资额及回本期 : 投资 3 万元，回本期 2.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★ 环境: ★★

方案编号 : 35

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 改进包装材料

方案归类 : 减排:减控固废

改善前 : 使用 PE 罐进行包装。

改善后 : 改传统耗材多的 PE 罐为耗材少的 PET 罐。



图 3-10 PET 瓶产品生产线

方案的成效 : 同容积的 PET 塑料罐要比 PE 塑料罐消耗原料较少，减少大量石油资源的消耗。且 PET 性质更稳定，成本降低。

实施注意事项 :

投资额及回本期 : 无需投资，降低包装材料成本约 100 万元。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★★

方案编号 : 36

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 改进灌装设备

方案归类 : 工艺改进:技术改进

改善前 : 灌装机的精确度正偏差>10%。

改善后 : 提高灌装机的精确度，对采用容积式流量计，考虑压力、温度、粘度对流量计泄漏量的影响，调整容积控制感应器。

方案的成效 保证灌装的精度，提高产品包装合格率，减少产品损耗。
实施注意事项：要根据不同粘度的产品和不同季节作一定的调整。

投资额及回本期 : 投资 2 万元/年，回本期 0.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 37

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 采用无菌水击泡

方案归类 : 减排:减控废水

改善前 : 灌装机用酒击泡。

改善后 : 将灌装机的酒击泡改造成用无菌水击泡，减少酒损。

节能的成效：减少击泡废水的污染物含量。

方案的成效 减少击泡废水的污染物含量

实施注意事项 : 根据产品的要求而有所区别。

投资额及回本期 : 投资 6 万元增加无菌水生产，回本期为 2.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★ 环境: ★★

方案编号 : 38

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 产品包装改封口签包装

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 产品包装热收缩膜封盒。

改善后 : 产品包装取消热收缩膜封盒，改用封口签包装。

方案的成效 减少包装收缩膜的使用，减少劳动强度、降低生产成本。

实施注意事项 : 根据产品的包装要求而有针对性区别。

投资额及回本期 : 无投资, 年节约包材成本 12 万元。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 39

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 手工贴标改为机械贴标

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 原包装工艺采用手工标签, 每张成本较高, 并且在贴标时候产生大量的标签被损坏, 产生大量的废纸。

改善后 : 引进贴标机进行贴标包装。



图 3-11 自动贴标机

方案的成效 减少标签的损耗, 减少废纸对环境的影响, 还可以降低企业生产成本。

实施注意事项 : 贴标机的通用性,尽可能的满足企业不同产品包装外形的贴标。

投资额及回本期 : 投资 18 万元,回本期 3.3 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

方案编号 : 40

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 加强洗瓶温度控制

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 各生产工序对瓶子温度控制不规范,易造成瓶子爆裂。

改善后 : 生产过程重要控制好洗瓶温度,净瓶温度和巴氏灭菌温度,以防超温引起酒瓶爆炸造成瓶子和啤酒同时损失。

方案的成效 减少废液的产生。

实施注意事项 : 因各工序不同要求要设定不同温度,尽量保证温度恒定。

投资额及回本期 : 主要是加强过程控制,不用投资,年节约成本 9 万元。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 41

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 加强对啤酒理化指标控制

方案归类 : 工艺改进

改善前 : 二氧化碳含量控制不规范, 易造成瓶子爆裂。

改善后 : 如二氧化碳含量过高, 易使瓶破, 造成瓶损和酒损, 且罐酒时易冒沫。

方案的成效 : 减少废液的产生。

实施注意事项 : 操作规程的细化落实与人员责任心的提高。

投资额及回本期 : 主要是加强过程控制, 不用投资, 年节约成本 8 万元。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 42 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 包装技术

方案名称 : 新型颗粒分装节电节能项目

方案归类 : 设备更换

改善前 : 之前使用的分装机过程属单列式, 通过更换不同量程范围的量杯组来完成不同剂量的产品计量, 且量杯组更换为人工更换, 工作效率低, 每一单位时间只能产出一列产品。后续的粘合封装、贴签标号需在后续工艺及设备设备上完成。浪费极大的人力、物力, 同时也对企业电耗造成一定程度的浪费。

改善后 : 该新型颗粒分装节能系统可实现人机界面控制，系统安全稳定，操作方便，运行可靠。并可同时将一卷膜从中间切成两条进行土封合，跟标迅速，调整方便。此外，系统可在制袋尺寸上进行调节，纵合封合、横向封合，打字和切断机构均安装在两个立板上，具有足够的刚度，以保证各条袋的包装质量完全一致；设备的总功率仅为 7.7kw，具有较好的节能效果；

方案的成效 : 每年减少 CO₂ 的排放量可以达到 734.6 吨、二氧化硫 (SO₂) 584.5 公斤、氮氧化物 (NO_x) 668.0 公斤。

投资额及回本期 : 投资回报期为 0.23 年，即约合 3 个月即可以收回投资成本。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★ 环境: ★★★

方案编号 : 43

生产工序 : 其他相关技术

方案名称 : 残酒回收技术

方案归类 : 资源回收:减控污水

改善前 : 未对残酒进行回收。

改善后 : 对不合格的酒开盖倒入酒罐中，加二氧化碳并排出氧气，利用

抛光过滤器进行过滤，过滤后二次发酵后再进行罐装。



图 3-9 残酒回收机

方案的成效 提高产出率，降低酒损，减少废弃物的产生。

实施注意事项 : 使用过程中应特别注意残次酒的质量。因此，对需要回收的酒进行必要的检测，即微生物检测、溶解氧检测、CO₂ 检测和添加回收酒后的成品酒检测。在这各种指标中，都要求回收机在与空气的隔离、泄漏、溶解氧的控制方面具有良好的性能，这里就需要对输送泵提出极高的要求，而配置合理的输送泵，则是保证回收酒质量的关键^[12]。

投资额及回本期 : 投资 20 万元用于购置烈酒回收机，回本期约为 4.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★★

3.2.10 一般性厂房节能的清洁生产方案

方案编号 : 44

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 更换节能照明

方案归类 : 节能

改善前 : 用照明灯是以防爆水银灯 (250W)、防爆型日光灯 40W, 能耗大, 使用寿命短。

改善后 : 改用 T5 型节能日光灯替代, 即可以达到节能的目的, 同时使用寿命也会增长, 减少固体废物产生。

方案的成效 : 达到同等亮度的前提下, T5 灯相对节能 35%以上。

实施注意事项: 不同生产区域对灯具的要求。

投资额及回本期 : 投资 6 万元, 回本期 4.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

方案编号 : 45

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 更换节能的新泵

方案归类 : 节能

改善前 : 旧式的泵效率相对较低。

改善后 : 更换新型的采用三元流动、多道变线有虹吸流体推进等技术的高效节能泵，可省电省力。

方案的成效 : 在需足同等要求前提下能节约用电约 10%。

实施注意事项 : 不同介质对泵的功能性要求。

投资额及回本期 : 投资 8 万元，回本期 2.5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

方案编号 : 46

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 大功率电机变频改造

方案归类 : 节能

改善前 : 不管终端负载多少均按额定负荷运行。

改善后 : 对大功率非连续稳定负载的电机进行变频改造，使其根据生产终端负载进行调速匹配运行。



图 3-12 变频器

方案的成效 同样满足生产的前提下，节能超过 12%。

实施注意事项 : 必须按额定功率运转设备不必安装，无明显节能效果；
注意变频器与用电设备的功率匹配。

投资额及回本期 : 投资 10 万元，回本期 3 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

方案编号 : 47

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 改进透光设施

方案归类 : 节能

改善前 : 厂房无亮瓦，生产时必须开灯照明。

改善后 : 安装玻璃窗和改用透光棚, 避免长期开日光灯。

方案的成效 : 在白天生产时可避免非操作工位的照明, 节约用电。

实施注意事项 : 改造后要满足非操作工位生产的亮度需求, 针对操作工位安排照明灯具。

投资额及回本期 : 投资 12 万元, 回本期 4 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

方案编号 : 48

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 更新空压机

方案归类 : 节能

改善前 : 使用易损件多、可靠性差的活塞式空压机。

改善后 : 用可靠性高的螺杆式空压机取代活塞式空压机。



图 3-14 螺杆式空压机

方案的成效 节约电能，提高生产效率。

实施注意事项 : 可考虑使用集中供气的方式对多台活塞机进行取代。

投资额及回本期 : 投资 25 万元，回本期 3 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★

方案编号 : 49

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 空压机余热回用

方案归类 : 节能

改善前 : 空压机运行发热用冷却水或通风冷却，余热未利用，既消耗大量电能，又对环境造成热污染。

改善后 : 安装一套热能转换系统，将空压机释放的热量转换回收用于暖瓶。

方案的成效 停用冷却水塔或风机，降低了电耗；停用蒸汽或电加热暖瓶，节约能耗。

投资额及回本期 : 投资 12 万元，回本期 2.8 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★ 环境: ★★★

方案编号 : 50

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 冷却水的循环利用

方案归类 : 减排:减控污水

改善前 : 车间设备及产品的冷却水直接排放。

改善后 : 车间设备及产品的冷却水经冷却后循环再利用。

方案的成效 : 降低新鲜用水量，减少废水排放量。

投资额及回本期 : 投资 5 万元，回本期 3 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★ 环境: ★★

方案编号 : 51

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 蒸汽管道、阀门及高温设备进行保温

方案归类 : 节能

改善前 : 蒸汽管道保温层破损，蒸汽阀门及高温设备未进行保温。

改善后 : 对破损蒸汽管道保温层进行修复，选用合适的材料对蒸汽阀门及高温设备进行保温。

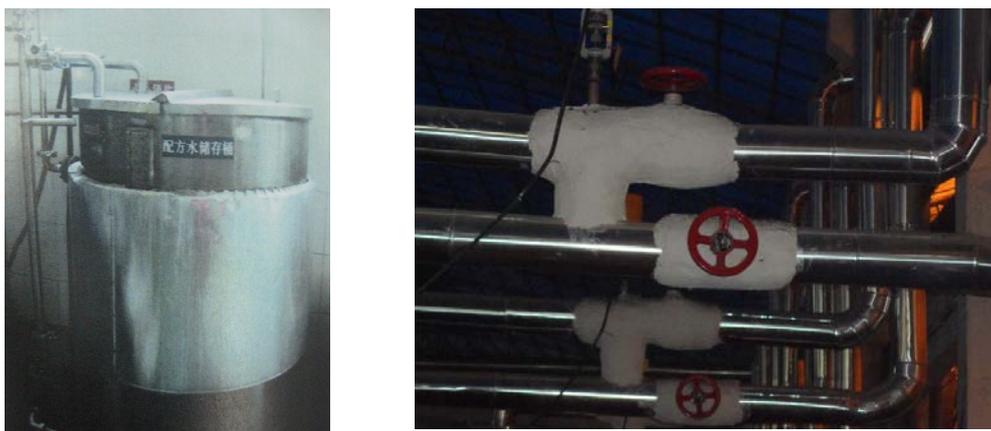


图 3-16 蒸汽管道、阀门及生产设备保温

方案的成效 减少高温部位以热辐射的形式散失热量。

实施注意事项 : 根据不同的部位施工要求及所在的工作环境选用不同的保温材料。

投资额及回本期 : 投资 10 万元，回本期 5 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★★

方案编号 : 52 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 太阳能循环热水系统

方案归类 : 节能

改善前 : 在生产酱油的发酵工序中，酱醪在发酵罐内需靠热水来保持恒温及发酵。保温热水一般会使用燃油锅炉产生的蒸汽进行加热。

但燃油蒸汽锅炉不但运作效率较低，燃烧柴油所产生的废气会加重对环境造成的污染。

改善后 : 以太阳能循环热水系统，部份取代传统燃油发热，以加热酱油发酵罐。系统包括在楼顶装置太阳能集热器、循环水泵、储水罐及温度控制器；以及在地下设置水箱热水升温系统。当集热器出口温度超过水箱内水温度 5-10℃时，循环水泵便会启动为水箱升温。当楼顶水箱的水温超过 60℃时，地下热水箱旁的循环水泵便会启动，让上下水箱内的水循环混合，给地下水箱升温。但当水箱内温度仍低于某一水平时，蒸汽喷射器便会开启补充热能，自动为水加热。控制方式是优先利用太阳能，减低燃料需求；辅以蒸汽加热，可确保生产不受天气变化所影响。



太阳能集热器外貌



发酵罐的保温外层及热水箱

方案的成效 : 使用太阳能循环热水加热系统后每吨产量的蒸汽消耗量下降约 4.7%

投资额及回本期 : 投资金额视设备数目而定，回本期约一年多。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★

经济: ★★

环境: ★★

方案编号 : 53 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 使用新式的电煮食用具

方案归类 : 节能

改善前 : 大部分工厂宿舍都有煮食设施，大多以液化石油气、柴油或木材等作燃料，以燃烧燃料的方式直接加热煮食。然而，使用燃烧燃料的方式煮食，大部分热能会因与煮食用具接触面积较少而流失于空气中。燃料的热传递效率低下，以致使用的燃料耗量较实际为多，造成浪费。同时，热的损失会令厨房的温度上升。

改善后 : 电磁炉利用电磁感应将电能转变为热能的装置。电磁炉的电磁控制器会先将接通的交流电整流成直流电，直流电其后会被转换频率成高频高压电。高速变化的高频高压电流在经过线圈时会产生高速变化的交变磁场，而当磁场的磁力线通过磁性金属材料(金属造炊具)时会在金属材料中产生无数小涡流，并促使金属本身自行高速发热，达致加热炊具的效果。此外，电磁炉一般装有档位功率自动调节掣，火力能随意控制，而外壳为双重防热辐射设计，能防止热力流失及烫伤进行煮食工序的员工。

另一种电煮食用具是电蒸饭柜，以微电子控制技术，加热注满水的水箱，产生沸腾的水蒸气，可在密封的钢柜内，将 20 多盘米饭同时间蒸熟。



电磁煮食用具

方案的成效 : 一般的电煮食用具均达到节能的成效，减少使用燃料，成本下降由53.1%至86.7%。

投资额及回本期 : 回本期由 0.1 年到 1.8 年。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术: ★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 54 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 为配电柜安装节电器

方案归类 : 节能

改善前 : 各楼层的配电柜中有大量的电磁感应组件，在配电柜运作时，电流流经供电柜会产生大量电感性负载，使配电柜产生滞后的无功功率，减低企业供电柜的功率因子及用电质素。另外，供电柜中有大量的半导体组件，容易产生较大的非正弦电波，使配电柜的谐波电压升高，导致供电质素变差。

改善后 : 各楼层的配电柜若装上可改善功率因素的节电器，因电容器在

交流电的作用下带有导电性，故此相应地亦有其阻抗。电容阻抗所消耗的电流模式，却是领先于交流电的电压变化，其领先幅度为 90°相角差，正好与线圈等组件的阻抗相反。正因电容器的阻抗电流相角差与线圈等组件相反，故此两者加以并联后，则可以互相抵消，从而把功率因子提升，以及减少无功功率和相关电流的消耗。至于电路控制方面，则是利用芯片控制电流的输出，以达到减低功率消耗的作用，提升用电效率。部分节电器更装设电抗器，与电容器并联组成谐波滤波器。滤波器的设计要使在工频情况下呈容性，以对线路进行无功补偿，对于谐波则为感性负载，以吸收部分谐波电流，改善线路的供电素质。



配电柜使用的节电器

方案的成效 : 配电柜安装节电器有节电效果，用电量下降 2.3%至 23%。

投资额及回本期 : 投资金额视设备型号及数目而定，设备投资回本期由最快的0.8年到最长的16.5年。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术:★★ 经济:★★ 环境:★★

方案编号 : 55 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 使用电动叉车代替柴油叉车

方案归类 : 节能

改善前 : 一般工厂使用的叉车通常以燃油机推动。柴油动力的内燃机会排放浓烟、二氧化硫和氮氧化物等污染物。由于使用叉车的地点很多时候是密封的货仓及车间，使废气难以排走，影响空气质量。此外，随着柴油价格不断上升，运行成本日增。

改善后 : 目前有厂商已选用电动叉车取代柴油叉车。电动叉车的驾驶座下面摆放蓄电池。充电的方法是把交流市电(AC)整流为直流电，并把电压下调为 48V，然后再把电流直接注入叉车的蓄电池，使电池储备充足电能，用以驱动叉车和起重臂。电动叉车的启动不涉及燃料的燃烧，在操作时无废气排放。



电动叉车



电动叉车用的充电器

方案的成效 : 使用电动叉车代替柴油叉车每年可节省 22,185 - 25,557

元人民币。

投资额及回本期 : 回本期由6.5年至7.8年。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术:★★ 经济:★★ 环境:★★

方案编号 : 56 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」核证项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 于总配电房安装电容补偿器

方案归类 : 节能

改善前 : 工厂用电设备种类繁多,如马达、变压器及线圈组件等装置,当交流电通过这些组件时,会产生一定程度的磁场变化,从而令电路上出现额外的电阻,被称为抗阻。抗阻的出现令设备需要消耗额外的电流,以克服抗阻,令设备可以正常运作。这些因为抗阻而额外消耗的电流,由于不涉及设备的正常使用,被称为无功功率。来自线圈等的抗阻所消耗电流的模式,会滞后交流电的电压变化,滞后幅度为 90° 的相角差。当用电设备的无功功率愈大,真正用于设备上的电能愈少,造成浪费。根据《功率因子调整电费办法》的全国供用电规则规定,用户会因功率因子过低而受到国家电价制度罚款:凡功率因子达不到规定的用户(规定为0.90),供电部门对其加收一部分电费,即是功率调

整电费。反之，如果功率因子超过上述规定的用户，供电部门会对其减收一部分电费以作奖励。

改善后 : 电容补偿器是一个可以减低用电系统所产生的抗阻，从而减少浪费无功功率的装置，有助无功补偿或者功率因子补偿。因为电容器的电流耗用模式领先于电压变化，同时领先幅度为 90° 的相角差，使电容补偿器与用电设备连结后，电容补偿器的领先幅度可以补偿用电设备的滞后幅度，电容器在容性无功功率和感性无功功率之间互相抵消，有效地减少因无功功率而引致的额外电流消耗，令功率因子得以提高，亦间接地缓和供电电压的下降。并且，在用户设备容量不变的情况下，可多吸收电网的有功功率和电流，而增加用户的用电容量。但电容补偿器并不会对用电量有所影响，增加功率因子可以减低电流量，因电流的消耗减少了，电网的电力传输能力亦相应提高，并减少了电力损耗，因此可减少能源的耗用。一般厂商在总配电房使用电容补偿器后，工厂的耗电功率因子会提升，达到供电局的要求，以致供电部门对其减收一部分电费，节省能源费用的支出。

方案的成效 : 一般的电容补偿器每年均能节省能源由 1,440 元至 95,124 元。

投资额及回本期 : 投资金额视设备型号及数目而定，设备投资回本期由最快的 1.6 年到最长的 16.7 年。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析：技术:★★

经济:★★

环境:★★

方案编号：57 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」核证项目资助)

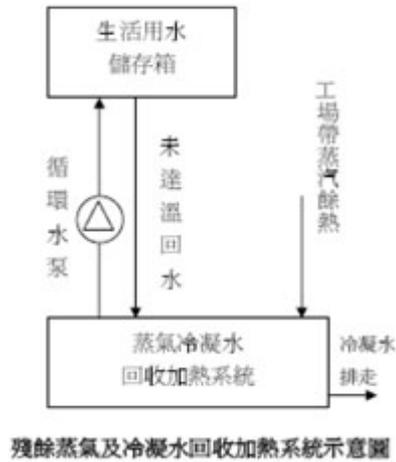
生产工序：一般性厂房节能措施

方案名称：回收蒸汽冷凝水余热供应生活用热水

方案归类：节能

改善前：工厂主要使用燃气/油炉、蒸汽锅炉、或电热炉作为加热生活用热水的设备，导致流失大量热能。而且燃烧燃料时的过程中会直接产生废气及废渣等污染问题。柴油成本不断升高，供应亦不稳定。电热水器的体积庞大，无法长时间持续使用，且存有漏电的风险。此外，有内胆结构的容积式热水器，由于长时间储存热水并重复加热，内层容易结垢，有安全问题及浪费能源。制衣厂一般将使用蒸汽时所产生的蒸汽冷凝水直接外排，徒然浪费了大量的热能及水资源。

改善后：改用回收系统回收蒸汽余热来制造热水，利用喉管将工场残余蒸汽及冷凝水引到回收系统内，以热交换方式为宿舍供应生活热水。每当宿舍的生活用水储存箱和回收系统的水温温差达到设定的启动值时，循环水泵会输送生活用水到回收系统吸收热能，然后返回储存箱，此过程不段循环直到水温温差降至设定值才停止。此举能有效回用蒸汽余热，以免流失到空气中而造成浪费，亦能省却使用燃料制造生活热水。



生活水加熱循環管道

方案的成效 : 使用回收系統作為水加熱設備能有效減少使用燃料，節能效果明顯。工廠每月相關燃料成本均下降，每年節省

方案實施的注意事項 : 費用分別由人民幣4,260 至800,000 不等。各回收系統的產水溫度約為70-90℃，合乎廠方的要求。

回收系統多數按工廠情況特別製造，若設計或操作控制不好會影響效果。如蒸汽管道可能因管道太長而導致熱損失，以及冷凝水累積於管道。有些冷凝水的儲存罐容量過少以致出現滿溢、沒有保溫層或出現洩漏現象而做成浪費。

廠家採用該方案的情況 : 廣泛採用 部份廠家採用 有待採用

可行性的分析：技术: ★★★

经济: ★★

环境: ★★

方案编号：58 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」核证项目资助)

生产工序：一般性厂房节能措施

方案名称：环保碳氢制冷剂

方案归类：节能

改善前：一般厂房空调机组使用的R22制冷剂含有氯氟碳化合物，会破坏大气臭氧层，造成温室效应。

改善后：环保碳氢制冷剂由高纯度丙烷、丁烷按比例调和而成，用量比旧式的制冷剂少，但制冷量则较大，此外，它可大幅减少压缩机的负载及发热量，延长空调机组的寿命。

方案的成效：透过减少耗电可减少相应的空气污染物排放量，如二氧化碳 (CO₂ 420 t)、二氧化硫 (SO₂ 340 kg)、氮氧化物 (NO_x 380 kg)，有效提升环境质素。节电率约20%左右。

投资额及回本期：回本期少于一年。

厂家采用该方案的情况：广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析：技术: ★★★

经济: ★★

环境: ★★

方案编号 : 59 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」核证项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 以 TF 型省电机改善供电系统的电效

方案归类 : 节能

改善前 : 供电部门为使电网终端用户的电压偏低现象得到改善，往往提高供电电压，造成大多数用户电网上的电压偏高。在高电压的情况下会造成生产设备过度发热，缩短寿命，并浪费能源。此外，工业常用异步电机，因起动频繁，电流大幅改变，对电网及供电系统负载产生冲击，也会造成设备损耗。

改善后 : TF型省电机主要通过内部不同绕组产生的磁场，控制电网电压及电流等参数。此外，内部的一套三角形连接的绕组能平衡三相之间的磁场，起到调整及稳定三相电压的作用。因此，TF型省电机可改善电力质素，降低供电电压，维持三相电压平衡稳定，消减频繁起动电流的损耗、高次谐波等，以节省电能及延长设备使用寿命。



TF 型省电机的外观及表面控制设备



TF 型省电机的内部结构

方案的成效 : TF型省电机能根据当时的电网情况将电压降低至合理水平，因而降低供电电压及减少起动电流，降压调节空间约0%-5%。

投资额及回本期 : 投资金额视设备数目而定，回本期约一年多。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术: ★★★ 经济:★★ 环境:★★

方案编号 : 60 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」核证项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 全自动电源管理系统

方案归类 : 节能

改善前 : 供电部门一般在高峰用电时段实施限电措施。在限电期间，工厂必须把正在运作的生产线停下，通过手动或半自动切换，启动厂内备用柴油发电机组及电力并联系统，由发电机组取代市电发电，以维持正常生产。当市电回复正常供应后，工厂亦须暂停生产以配合电源转换。停产时间会造成经济损失；控制不当时，亦会产生损耗品，造成浪费。手动方式操作亦难以按负载变化，调整发电机组的供电组合和供电比例，增加燃料耗用量及废气排放量。

改善后 : 全自动电源管理系统是以微电脑程控设备，配合专用程序软件，

自动操控及转换不同的电源。当必须转换电源时，系统会先把所有发电机组由备用状况下转为全启动，并与市电联网供电到主电系统。通过自动负载分配系统自动调节发电机组于最佳油耗下，把所有负载合理分配到发电机组上，然后把市电供电切断。当市电恢复正常后，系统先把市电并联上发电系统，再供电到主配电系统，然后把发电系统切断，实现无间断的切换模式。转换电源不需要重复开关生产设备，从而减少废品产生和经济损失。



廠內的柴油發電機組 «電控系統»的外觀及面板操作裝置

方案的成效 : 按度备用柴油发电机组于用电高峰期的年平均使用48天推算，每年可节省耗油量约12,000公升。

投资额及回本期 : 回本期约3年半。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 61 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 中央空调臭氧控制系统

方案归类 : 节能

改善前 : 在中央空调系统中，冷媒不断运行，通过压力变化达致气、液两态的相互转化，从而进行吸热制冷的效果。而冷媒吸收的热量会通过热交换系统，由另一种介质或一般用水带走。最后，水介质会在冷却水塔内散热。由于水与空气不断在冷却水塔进行热交换，自来水当中的细菌及藻类会在水塔及水管内累积，形成污垢。污垢会降低水与空气的热交换效率，使水介质的热量未能有效排走，而使空调的制冷下降，增加电耗。

改善后 : 以臭氧系统控制中央空调水塔的结垢问题，系统结构包括了臭氧发生器、过滤系统及水质软化机。系统会在水中添加臭氧，以破坏细菌及藻类的细胞膜，防止细菌及藻类于水管中积垢，并分解水管积垢上的有机物；并会去除自来水中的镁及钙离子，使其不能产生无机沉淀物。另外，去除的物质会被过滤系统过滤，以保持水的洁净，维持冷却水塔内较高的热交换率。



系统的臭氧发生器



积垢严重的水管

方案的成效 : 安装了臭氧系统后可以减少因积耗而造成的能耗，比没有安装的减少了约8%。

投资额及回本期 : 回本期约两年。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 62 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 空压机变频控制

方案归类 : 节能

改善前 : 传统的螺旋式空压机为定速运转，而排气量方式则多数使用空重车或容调方式控制。以空重车方式控制排气量时，在非满载的情况下，供气压力会有剧烈变动之现象。而且在空重车时无排气输出，空压机处于无效运转状态，有约40%的空车电流损耗。此外，容调控制虽可减少压力变动，维持稳定输出，但因经常时处于负载运转状态，是以降低运转效率换取压力平稳的一种运转方式，故为最耗电的一种运转控制方式。

改善后 : 对空压机进行变频调速改造，实行恒压供气控制。除了于单台空压机加装变频装置外，还有一个特点是把管网压力作为控制对象。压力变送器将储气罐的压力P转变为电信号送给PID智能

调节器，经过与压力设定值P0作比较后，根据差值的大小按既定的PID控制模式进行运算，产生控制信号送变频调速器，通过变频器控制电机的工作频率与转速，从而使实际压力P始终接近设定压力P0。由于消除了气罐里压力的不稳定因素，减少了因为供气压力忽大忽小而引起的电能损耗，因此改善了压缩空气的节电效果。



3 台 75kW 的 GA75 型螺杆空压机



变频控制柜

方案的成效 : 整个控制系统对空载、启动、负荷、压力变化、系统转换等多种因素进行自动优化，节能率约30%。

投资额及回本期 : 回本期约16个月

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 63 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 无极灯代替传统灯具

方案归类 : 节能

改善前 : 一般工业使用的照明灯具包括金属卤化物灯及卤素灯。金属卤化物灯因亮度高及运作温度高，故相对寿命较短，而且用电效率低，同时令生产车间对空调的需求增加。

改善后 : 部分工厂会采用无极灯代替以上的传统照明灯具。无极灯没有灯丝及电极，而是以高频发生器产生高频能量，通过耦合器线圈在放电腔中感应交变磁场，反过来又诱发电场，使灯泡内的气体雪崩电离形成等离子体。电子在电场中被加速后，与汞原子碰撞，使汞原子激发到更高能级上，激发的汞原子从较高能级上返回基态时，发出紫外光子，紫外光子激发泡壳内壁的荧光粉，产生可见光。

无极灯内使用的汞原子是固态汞，含量比传统灯具低，而且由于无极灯没有灯丝和电极，寿命比一般灯具长，加上表面温度较低，可以减少生产车间对空调的需求。



无极灯

方案的成效 : 节电率约40-70%。

方案实施的注意 : 无极灯的照明方式需使用磁场，使无极灯工作时会产生
事项 大功率的电磁干扰，可能会影响无极灯附近的用电设备。

投资额及回本期 : 回本期约1-2年。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术:★★ 经济:★★ 环境:★★

方案编号 : 64 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 一般性厂房节能措施

方案名称 : 空气压缩机废热回收

方案归类 : 节能

改善前 : 企业使用的空气压缩机，能源效率甚低，大部份能源以废热形式浪费掉。压缩机的温度很高，表面温度可达100度℃，不但减低效率，容易破坏润滑油的质量，而且损耗机件，增加保养及维修费用。

改善后 : 安装压缩机热水系统，回收空气压缩机热能制造生活热水，取代原有的柴油锅炉，成功达到节能及减排空气污染物。压缩机热水系统的原理是利用空气压缩机运作时所产生的热量，以热交换方式加热自来水，热水经管道供给员工生活区使用。此加

热方式不单可以以零燃料成本去生产生活热水，亦可以替空气压缩机降温，减低油温及机件温度。提高空气压缩机的散热效果，可防止机油乳化，减少积碳现象，加长润滑油及空气压缩机的使用寿命，以及提高空气压缩机的产气率，减少电耗。



壓縮機熱水系統與空氣壓縮機



壓縮機熱水系統的控制版面

方案的成效 : 回收空气压缩机热能，空气压缩机的油温降低了8 - 10℃，产气率提高约4%，同时节省柴油耗用量，减少碳排放。

投资额及回本期 : 回本期约1年。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术: ★★★ 经济: ★★★ 环境: ★★★

方案编号 : 65 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 其他辅助设施

方案名称 : 生物质燃料蒸气锅炉

方案归类 : 节能

改善前 : 一般的锅炉是以燃烧化石燃料来加热自来水生产蒸气，可是化石燃料的质量参差，同时，分子结构较大的化石燃料在燃烧时较难完全燃烧，使燃料的含热量不能完全发挥，浪费燃料。同时，燃烧时亦会产生大量空气污染物如悬浮粒子、二氧化硫等。另外，现时化石燃料价格不断上升，以致锅炉的营运费愈来愈高，逐渐加重企业的生产成本。

改善后 : 生物质燃料蒸气锅炉使用了生物质燃料代替传统重油作为燃料，包括谷壳、棉秆、棉壳、菜籽秆、甘蔗渣、黄豆秆等农村剩余秸秆以及锯末、树枝、树叶、刨花、木屑等废弃物，使燃料的成本得以大幅降低。同时，因为生物质燃料的含硫量一般都比较低(约0.02 - 0.05%)，燃烧时会释出较少的二氧化硫，减少对空气的污染。

生物质燃料蒸气锅炉的炉膛下方是一个大燃烧室，生物燃料在燃烧室内燃烧。炉膛上方是由扩展式的水冷壁覆盖，炉膛散发出的辐射热能会被吸收转化成蒸气，而蒸气就由锅炉上方的管道引到厂房内的生产车间供各个用气设备使用。而由锅炉燃烧产生的废气，会被另一个管道引出，经过热回收器回收。废气的高温会被利用作将进入锅炉的新鲜空气及自来水加热，以减少与炉膛温差而造成的能耗。最后，废气会经过旋风除尘器及布袋除尘器，将废气中的悬浮粒子收集，以减少废气中的污染物排放。

方案的成效 : 每年可减少厂房二氧化硫排放量减少达78.5 - 99.9%

方案实施的注意 : 企业在选择生物质燃料时，需要考虑生物燃料的供应情
事项 况及质量。此外，生物质燃料的含热量较化石燃料低，
企业应预先规划锅炉所需的制热量及生产成本，从而引
入合适的技术。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术: ★★★ 经济: ★★ 环境: ★★

方案编号 : 66

生产工序 : 其他辅助设施

方案名称 : 合理启动锅炉

方案归类 : 节能

改善前 : 按目前用汽来看，早上是用汽高峰一起上班需开 3 台锅炉。

改善后 : 调整生产用汽车间上班时间或调整排产，如果调整高耗汽后工
序车间上班时间为下午上班，那一天只开 2 台锅炉可满足生产
要求。从中可节省一台热炉浪费。

方案的成效 减少锅炉开停的数量，合理利用热量，节约能源。

实施注意事项 : 要对企业用汽高峰时刻作系统分析，统一调动。

投资额及回本期 : 无投资，年产生经济效益约 43 万元/年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★

经济: ★★

环境: ★★

方案编号 : 67 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」核证项目资助。)

生产工序 : 其他辅助设施

方案名称 : 锅炉使用清洁能源

方案归类 : 减排:减少空气污染

改善前 : 锅炉燃料使用煤、重油、柴油等传统石化燃料。

改善后 : 改造锅炉燃烧器，使用管道天然气。



图 3-13 燃气锅炉

方案的成效 : 提高燃烧效率，使用清洁能源，减少烟气污染物排放。

实施注意事项 : 工厂须附近有长期稳定的管道天然气供应。

投资额及回本期 : 投资 32 万元，油改气回收期为 1 年，若为煤改气经济效益不明显。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★

经济: ★

环境: ★★★

方案编号 : 68

生产工序 : 其他辅助设施

方案名称 : 二氧化碳分气缸控制

方案归类 : 减排:减少空气污染

改善前 : 只要有一条生产线生产,所有的 CO₂ 管道均通气,造成非生产用气损耗。

改善后 : 利用分气缸控制生产线气体使用,减少非生产用气管道的消耗。

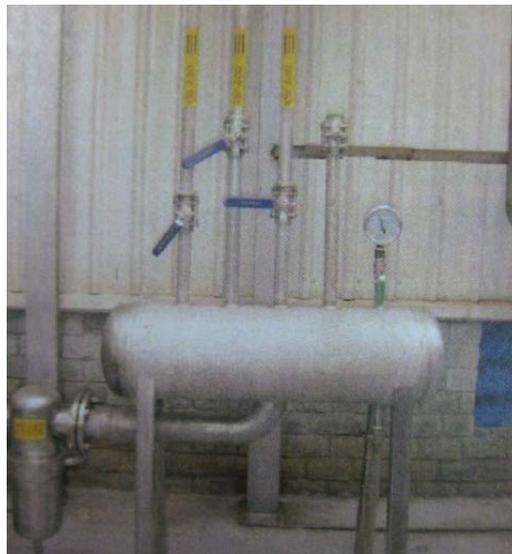


图 3-15 CO₂分气缸

方案的成效 : 减少非生产线用气管的消耗。

投资额及回本期 : 投资 13 万元,回本期 4 年。

厂家采用该方案的情况: 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析: 技术: ★★★ 经济: ★ 环境: ★★

方案编号 : 69 (类似技术获「清洁生产伙伴计划」示范项目资助)

生产工序 : 其他辅助设施

方案名称 : 链条锅炉拨火助燃系统

方案归类 : 节能

改善前 : 一般工业使用的链条锅炉是利用燃烧煤炭层的方式设计，燃烧效率较低。由于在链条上的煤层于进煤至排渣的过程静止不动，煤层表面会因燃烧而结渣，减低煤层中的通风量，降低燃烧效率。由于煤层表面结块，一般会加强送风量助燃，但增加热损失及风机的耗电量。另外，当进行间歇性人工拨火时，由于搅拌频率不足，煤在炉排上运行中很难达到与空气充分混合，煤的燃烧不及时也不完全。

改善后 : 链条锅炉拨火助燃系统是以机械方式拨动在主燃烧区燃烧的煤层，并在鼓风机的作用下达到松渣、碎焦、半沸腾状燃烧的目的，有效解决煤层表面的积渣问题，增强煤层的透风性及燃烧面积，提高炉膛温度。此外，拨火助燃系统以自动化操控，减少工人操作，能更准确地进行拨火，加强进煤的燃烧效能。



安装在现场的链条锅炉拨火助燃系统



链条锅炉拨火助燃系统的耐高温拨火棒

方案的成效 : 增强了煤层的透风性及燃烧面积，可以减少鼓风机及引风机的风量，节省相关的耗电费用；减低风量，可降低链条锅炉的热损失，进一步减少原煤的消耗。节煤率约15%。

投资额及回本期 : 投资金额视设备数目而定，回本期约一年多。

厂家采用该方案的情况 : 广泛采用 部份厂家采用 有待采用

可行性的分析 : 技术: ★★ 经济: ★★ 环境: ★★

参考文献

- [1]杨建初，毕志坚等.循环经济读本.广州：中山大学出版社，2011.
- [2]工业清洁生产推行“十二五”规划，2012年.
- [3] 食品工业“十二五”发展规划，2011年12月.
- [4] 国家环境保护总局科技标准司.清洁生产审计培训教材.北京：中国环境科学出版社，2001.
- [5]广东省食品工业发展规划，2007.
- [6]香港工业总会《食品及饮品业概览》，2007，
www.sme.greenmfr.org/tc_chi/food/food.html.
- [7]广东省现代产业体系建设总体规划（2010-2015年），2010年9月.
- [8]关于印发广东省改造提升传统产业“十二五”实施意见的通知，2011年4月.
- [9]于宏兵等.食品行业清洁生产及案例解析，循环经济与清洁生产研究.北京：新华出版社，2006.
- [10] 《微波杀菌技术在肉制品中的应用》，褚军晓，2009.
- [11] 阮海健，李少华等.油脂精炼技术的比较，油脂工程技术，2008.
- [12]《啤酒工业清洁生产技术要求探析》，孙晓峰李晓鹏，中国轻工业清洁生产中心，2009.

附录

甲、广东省政府节能法规及减排政策目标

(1) 根据《中华人民共和国节约能源法》和有关法律、法规，广东省结合本省实际情况，制定了《广东省节约能源条例》，该《条例》自2003年10月1日起施行。

(2) 2009 年初发布的《珠江三角洲地区改革发展规划纲要(2008-2020)》中提出要大力发展循环经济，坚持开发节约并重、节约优先，按照减量化、再利用、资源化的原则，大力推进节能节水节材，加强资源综合利用，全面推行清洁生产，形成低投入、低消耗、低排放和高效率的经济发展方式。到2012 年每新增亿元地区生产总值所需新增建设用地量下降，单位生产总值能耗与世界先进水平的差距明显缩小，环境质量进一步改善。

(3) 广东省环境保护厅于2011年10月21日发布了《广东省“十二五”主要污染物总量控制规划》，提出了广东省2015年主要污染物排放总量的目标为：与2010年相比，化学需氧量（COD）下降12.0%，其中工业和生活下降12.9%；氨氮下降13.3%，其中工业和生活下降13.5%；二氧化硫（SO₂）下降14.8%；氮氧化物（NO_x）下降16.9%。

(4) 广东省经济和信息化委员会于2011年7月19日印发《广东省“十二五”节能规划》，提出了“十二五”期间我省节能目标。

(5) 广东省经济和信息化委员会和广东省发展和改革委员会于2011年11月4日发布了《广东省“十二五”节能环保产业发展规划（2011-2015年）》，提出了“十二五”期间我省节能环保产业发展目标。

乙、国家和地方的污染物排放标准

广东省内的食品和饮品制造业企业，废水、废气、噪声等污染物排放应按照以下国家或广东省规定的标准执行：

标准名称	标准编号	发布时间	实施时间
发酵酒精和白酒工业水污染物排放标准	GB 27631-2011	2011-10-27	2012-1-1
淀粉工业水污染物排放标准	GB 25461-2010	2010-9-27	2010-10-1
酵母工业水污染物排放标准	GB 25462-2010	2010-9-27	2010-10-1
制糖工业水污染物排放标准	GB 21909-2008	2008-7-25	2008-8-1
啤酒工业污染物排放标准	GB 19821-2005	2005-7-18	2006-1-1
柠檬酸工业污染物排放标准	GB 19430-2004	2004-1-18	2004-4-1
味精工业污染物排放标准	GB 19431-2004	2004-1-18	2004-4-1
肉类加工工业水污染物排放标准	GB 13457-92	1992-5-18	1992-7-1
锅炉大气污染物排放标准	GB 13271-2001	2001-11-12	2002-1-1
工业企业厂界环境噪声排放标准	GB 12348-2008	2008-8-19	2008-10-1
有机食品技术规范	HJ/T 80-2001	2001-12-24	2002-4-1
清洁生产标准 酒精制造业	HJ 581-2010	2010-6-8	2010-9-1
清洁生产标准 味精工业	HJ 444-2008	2008-9-27	2008-11-1
清洁生产标准 淀粉工业	HJ 445-2008	2008-9-27	2008-11-1
清洁生产标准 葡萄酒制造业	HJ 452-2008	2008-12-24	2009-3-1
清洁生产标准 烟草加工业	HJ/T 401-2007	2007-12-20	2008-3-1
清洁生产标准 白酒制造业	HJ/T 402-2007	2007-12-20	2008-3-1

标准名称	标准编号	发布时间	实施时间
清洁生产标准 啤酒制造业	HJ/T 183-2006	2006-7-3	2006-10-1
清洁生产标准 食用植物油工业 (豆油和豆粕)	HJ/T 184-2006	2006-7-3	2006-10-1
清洁生产标准 甘蔗制糖业	HJ/T 186-2006	2006-7-3	2006-10-1
清洁生产标准 乳制品制造业 (纯牛乳及全脂乳粉)	HJ/T 316-2006	2006-11-22	2007-2-1
环境标志产品标准软饮料	HJ/T 210-2005	2005-11-22	2006-1-1
酿造工业废水治理工程技术规范	HJ 575-2010	2010-10-12	2011-1-1
水污染物排放限值	DB 44/26-2001	2001-8-20	2002-1-1
大气污染物排放限值	DB 44/27-2001	2001-8-20	2002-1-1
锅炉大气污染物排放标准	DB44/765-2010	2010-6-9	2010-11-1

丙、广东省食品和饮品制造业清洁生产法规及要求

(1) 2001年，广东省经贸委、科技厅、环保局联合出台了《广东省清洁生产联合行动实施意见》(粤经贸资源[2001]972号)，标志着广东清洁生产正式启动。

(2) 为了促进清洁生产，提高资源利用效率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，保障人体健康，促进经济与社会可持续发展，2002年6月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议审议并通过了《中华人民共和国清洁生产促进法》，首次以法律的形式确立清洁生产的地位并于2003年1月1日起实行。

(3) 为进一步贯彻落实《中华人民共和国清洁生产促进法》，加快发展循环经济，建设资源节约型、环境友好型社会，推动广东省经济社会又好又快发展，广东省人民政府于2007年发布了《关于加快推进清洁生产工作的意见》(粤府办[2007]77号)。

(4) 2009年，广东省经贸委、科技厅、环保局联合发布了《广东省清洁生产审核及验收办法》(粤经贸法规[2009]35号)，进一步规范清洁生产审核行为和验收程序。

(5) 2010年，广东省经信委出台了《广东省清洁生产推行规划(2010-2020)》(粤经信节能[2010]652号)，提出了到2020年的清洁生产发展目标。

(6) 2010年，国家环境保护部发布了《关于深入推进重点企业清洁生产的通知》(环发[2010]54号)，轻工行业列入了《重点企业清洁生产行业分类管理名录》中的21个重点行业之一，其中轻工行业包含以下食品相关子行业：酿造(包括酒类和饮料制造)、发酵(包括调味品制造、有发酵工艺的粮食、饲料加工)、制糖、植物油加工。明确要求列入《名录》的行业企业，每五年开展一轮清洁生

产审核，2014 年年底前全部完成第一轮清洁生产审核及评估验收。

(7) 2012 年 3 月 31 日，广东省经济和信息化委、省科技厅、省环境保护厅、省财政厅、省城乡和住房建设厅、省交通运输厅、省农业厅、省旅游局于印发了《广东省十二五清洁生产规划（2011-2015 年）》，提出了“十二五”期间我省清洁生产的发展目标。

丁、食品和饮品制造业企业清洁生产审核程序的规定

广东省的食品和饮品制造业企业开展清洁生产审核，审核程序应按照国家或广东省规定的程序执行：

(1) 自愿实施清洁生产的企业，应按照《广东省清洁生产审核及验收办法》（粤经贸法规[2009]35号）要求的程序实施。

(2) 被省级以上环保主管部门公布为依法实施清洁生产的重点企业，应按照《广东省清洁生产审核及验收办法》和《重点企业清洁生产审核评估、验收实施指南》（环发[2006]60号附件二）要求的程序实施。

戊、食品和饮品制造业清洁生产技术推广方案

(1) 2010年3月，国家工信部《关于印发聚氯乙烯等17个重点行业清洁生产技术推广方案的通知（工信部节[2010]104号）》，提出了味精行业、柠檬酸行业、啤酒行业、酒精行业、肉类加工行业清洁生产的总体目标和各行业清洁生产推广技术和应用示范技术名录（包括：技术名称、技术主要内容、解决的问题、技术来源、所处阶段、应用前景分析等）。

(2) 2011年3月，国家工信部《关于印发铜冶炼等5个行业清洁生产技术推广方案的通知（工信部节[2011]113号）》，提出了制糖行业清洁生产的总体目标和清洁生产推广技术和应用示范技术名录（包括：技术名称、技术主要内容、解决的问题、技术来源、所处阶段、应用前景分析等）。