

附件六：

HJ

# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□—201□

---

清洁生产审核指南 日用化学工业

（肥皂及合成洗涤剂）

Cleaner production audit guideline  
——Corn starch and starch sugar industry

（征求意见稿）

201□—□□—□□ 发布

201□—□□—□□ 实施

---

环 境 保 护 部 发 布

## 目 次

前 言 .....	II
1 适用范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 审核程序、目的、工作内容和要求.....	4
5 审核工作表和检查清单 .....	11
6 企业清洁生产审核报告编写大纲.....	11
7 企业清洁生产审核案例 .....	11
8 指南的实施 .....	12
附录A（资料性附录）行业描述.....	14
附录B（资料性附录）行业清洁生产方案 .....	28
附录C（资料性附录）企业清洁生产审核工作表 .....	36
附录D（资料性附录）企业清洁生产审核通用检查清单示例 .....	58
附录E（规范性附录）清洁生产审核报告提纲 .....	59
附录F（资料性附录）企业清洁生产审核案例.....	61

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》，保护环境，为肥皂及合成洗涤剂业开展清洁生产审核提供技术支持和导向，制定本标准。

本标准的附录 A、B、C、D、F 为资料性附录，附录 E 为规范性附录。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准起草单位：中国日用化学工业研究院、中国环境科学研究院、广州蓝月亮实业有限公司、西安开米股份有限公司、北京绿伞化学股份有限公司。

本标准环境保护部 201□年□□月□□日批准。

本标准自 201□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 清洁生产审核指南 日用化学工业（肥皂及合成洗涤剂）

## 1 适用范围

本标准规定了肥皂及合成洗涤剂企业清洁生产审核的一般要求。本标准重点描述肥皂及合成洗涤剂业清洁生产方案，以及清洁生产审核的程序，并给出各程序的目的、要求和工作内容等技术要求。

本标准适用于肥皂及合成洗涤剂企业开展清洁生产审核工作和报告的编写。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

HJ 469—2009 清洁生产审核指南 制订技术导则

HJ ××××—×××× 清洁生产标准 日用化学工业（肥皂及合成洗涤剂）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 清洁生产 cleaner production

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、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

### 3.2 清洁生产审核 cleaner production audit

按照一定程序，对生产和服务过程进行调查和诊断，找出能耗高、物耗高、污染重的原因，提出减少有毒有害物料的使用和产生，降低能耗物耗以及废物产生的方案，进而选定技术、经济及环境可行的清洁生产方案的过程。

### 3.3 工作表 work sheet

企业开展清洁生产审核全过程中应给出的主要信息表。

### 3.4 检查清单 check list

企业开展清洁生产审核过程中用于引导审核人员发现问题、分析问题、解决问题的信息提示清单。

### 3.5 肥皂 soaps

指以动植物油脂为原料，经多种化学和物理处理制得的，以脂肪酸盐为主要成分的块状

或粒状洗涤用品，商品化产品主要为洗衣皂（含透明洗衣皂）和香皂，也包括肥皂皂粒。

### 3.6 合成洗涤剂 detergents

指以去污为目的而生产的制品，它由表面活性剂成分和一些辅助成分（如螯合剂、抗污垢再沉积剂、增白剂、填充剂等）所组成。合成洗涤剂从产品形态又可分为液体、浆状、粉状和块状，其中尤以粉状和液体状为主。

### 3.7 洗衣粉 laundry powders

粉状的合成洗涤剂产品，由表面活性剂及一些有机或/和无机助剂成分按一定配方比例组合而成。

### 3.8 液体洗涤剂 liquid detergent

液体状的洗涤剂产品，简称液洗。由水、表面活性剂及少量有机或/和无机助剂成分按一定配方比例混合而成。

## 4 审核程序、目的、工作内容和要求

### 4.1 审核准备

#### 4.1.1 目的

目的是在行业企业中启动清洁生产审核。“双超”类型企业必须依法强制性限时开展清洁生产审核工作。

#### 4.1.2 工作内容和要求

按照附录 C 给出清洁生产审核组成员表和审核工作计划表。

### 4.2 预审核

#### 4.2.1 目的

主要目的是对企业的全貌进行调查分析，发现其存在的主要问题及清洁生产潜力和机会，并针对审核重点设置清洁生产目标。预审核要从生产的全过程出发，对企业现状进行调研和考察，摸清污染现状和产污重点，通过定性比较或定量分析，确定审核重点，开始实施明显的简单易行的无 / 低费方案。

#### 4.2.2 工作内容和要求

##### a) 对企业进行现场调研

了解以下内容并填写相关表格：

——企业概况。填写企业基本情况调查表。

——企业生产状况。同时绘制和填写生产工艺流程图、生产设备流程图、企业近年来的原辅材料和能源消耗表。

——企业环境保护状况。包括污染物的种类、数量、毒性、治理现状及涉及的有关环保法规与要求。

——企业管理状况。包括从原料采购、贮存运输、生产过程以及产品出厂的全程管理状况。

——企业环保执法状况。企业执行国家及当地环保法规及行业排放标准的情况，包括环保达标情况、缴纳排污费及有无环保管理机构处罚情况等。

——对周边环境的影响情况。企业周边是否存在饮用水源地等环境敏感点，企业生产生活污水受纳水体与饮用水源地关系；企业新鲜水来源，是否自备水井开采使用地下水，目前地下水水质现状以及保护措施，固体废物堆放、运输及最终去向，是否有渗漏液污染地下水现象。近三年企业是否发生因污染环境而受到居民投诉。

#### b) 进行现场考察

对企业现状调研结果进行核实与修正，比较实际生产和原始设计的差异，发现生产中出现的问题。同时，在全厂范围内寻找明显的无/低费清洁生产方案。考察内容如下：

——考察整个生产过程，从原料验收、运输、贮存、生产、设备清洗、成品及辅料保存、直到废水处理设施。

——重点考察产品损耗、水耗、能耗较大和废物产生较多的环节，如肥皂生产的皂化过程、洗衣粉制备的喷粉工段。考察企业废水处理设施的运行情况，尤其是行业目前的总体产污水平。

——考察肥皂及合成洗涤剂企业的实际管理状况。岗位责任执行情况、员工清洁生产意识、生产技术和实际操作情况。

考察方法如下：

——查阅设计资料及图纸：包括工艺流程图及说明、物料衡算、能量衡算、设备与管线的选型与布置等。

——查阅岗位记录：生产报表(月平均及年平均统计报表)、原辅料及成品库记录、水耗表、能耗表、废物报表、监测报表、事故记录表、检修记录等。

——与实际操作人员和技术人员进行座谈，了解并核查生产运行的实际情况和排污情况，听取意见和建议，筛选关键问题和工序，征集无/低费方案。

#### c) 评价产污排污状况

1) 在资料调研、现场考察及专家咨询的基础上，分析对比国内外肥皂及合成洗涤剂行业同类产品和企业的生产、消耗、产排污状况和管理水平。

2) 对照 HJ××××—××××《清洁生产标准 日用化学工业（肥皂及合成洗涤剂）》的指标评价企业目前清洁生产水平。

3) 在同类企业先进的产污排污水平和本企业实际产污排污水平的调查基础上，从影响生产过程的八个方面出发，对差距进行初步分析，并评价现有条件下企业的产污排污是否合理。

4) 评价企业执行国家及当地环保法规及行业排放标准的情况，包括达标情况、缴纳排污费及处罚情况等。

5) 初步评价企业在现有原料、工艺、产品、设备和管理水平下，其产污排污状况的真实性、合理性，及有关数据的可信度。

#### d) 确定审核重点

通过以上工作基本探明企业现存的问题与薄弱环节，从中确定出本轮审核的重点。审核重点的确定，需考虑企业的实际情况、结合企业的目标意愿，也可从中筛选首先要解决的审核重点。方法如下：

确定备选审核重点。根据收集的有关信息，将肥皂及合成洗涤剂企业生产过程的若干问题或环节作为备选审核重点，比如洗衣粉制备的配料工序、喷粉工序、包装工序等。

确定备选审核重点的原则：

- 污染严重的环节或部位；
- 水耗、能耗大的环节或部位；
- 环境及公众压力大的环节或问题；
- 存在明显资源、能源浪费的环节或部位；
- 有明显的清洁生产机会。

采用一定方法对备选审核重点排序，从中确定本轮的审核重点。排序方法有：

1) 简单比较法：通过比较、分析、讨论，将污染最严重、消耗最大、清洁生产机会最显著的部位定为第一轮审核重点。

2) 权重总和计分排序法：根据考虑的各种因素重要程度确定权重值，对每个因素的不同备选方案打分，计算出权重分数后，再将所有因素的权重分数求和，算出各个备选方案的总分，最高者为本轮审核重点。

#### e) 设置清洁生产目标

清洁生产目标要具有时限性，要分近期和远期，近期一般指到本轮审核基本结束并完成审核报告时为止。按照目前我国的相关法规，“双超”类型企业必须在应当实施清洁生产审核企业的名单公布后一年内完成清洁生产审核工作。填写清洁生产审核目标设置汇总表。

——“双超”类型企业清洁生产审核后必须满足环境保护部颁布实施的本行业清洁生产标准的三级标准指标要求。如无行业清洁生产标准，则必须满足国家和地方政府要求执行的环境管理法规或政策的要求；

- 参照国内外相近规模、工艺、技术设备企业的先进水平；
- 参照企业历史最好水平。

#### f) 提出和实施无/低费方案

根据原辅材料和能源替代、技术工艺改造、设备维护和更新、过程优化控制、产品更换或改进、废物回收利用和循环使用、改进管理、员工素质的提高以及积极性的激励等八个方面进行分析，考虑企业内无需投资或投资很少、容易在短期见效的清洁生产措施，即无/低费清洁生产方案。

### 4.3 审核

#### 4.3.1 目的和要求

主要目的是通过审核重点的物料平衡，发现物料流失的环节，找出废物产生的原因，查找物料储运、生产运行、管理以及废物排放等方面的问题，寻找与国内外先进水平的差距，为清洁生产方案的产生提供依据。本阶段的重要工作是实测输入、输出物流，建立物料平衡，分析废物产生原因，提出解决这些问题的办法。

#### 4.3.2 工作内容

##### a) 资料收集

收集审核重点的资料，绘制工艺及设备流程图，根据流程图进行物料衡算。明确原料、水、电等能源的使用和流失情况，明确所有的单元操作，能流、物流的流动情况及总的输入和输出情况。应当注意不要忽视以下方面：

- 清洗环节；
- 物料储存和处理；
- 辅助环节(冷却、蒸汽等)；
- 设备维护和维修环节；
- 进入外部环境的副产品。

##### b) 实测输入输出物流

针对审核重点，对物流、能流和输入输出进行实测。制定实测计划，包括取样点，监测项目、监测周期、监测方法、监测仪器等。

##### c) 评估物料的输入输出情况，建立审核重点的物料平衡。

进行审核重点平衡测算时，输入总量及主要组分、输出总量及主要组分之间的误差小于5%才可以进行原因分析，否则需补测或重测。肥皂及合成洗涤剂企业重点编制原料和水平衡图。

##### d) 分析废物产生的原因

基于物料平衡的结果，从影响肥皂及合成洗涤剂生产的八个方面分析产生废水废物和生产效率低下的原因。

##### e) 继续提出并实施无 / 低费方案

针对审核重点，根据物料平衡分析结果和废物产生原因的分析，提出并实施无/低费方案，并注意以下情况：

- 对于关联性操作，需注意方案的实施可能会影响到其他的操作；
- 无 / 低费方案和相对容易实施的方案不需要可行性分析，应立即实施；
- 在进一步研究中，如发现有明显不可行或不能实施的方案应该排除。

### 4.4 方案的产生和筛选

#### 4.4.1 目的和要求

主要目的是通过方案的产生、筛选、研制，为下一阶段确定，提供可行的中高费清洁生产方案。工作重点是根据审核阶段的结果，制定审核重点的清洁生产方案；在分类汇总的基

基础上包括已产生的非审核重点的清洁生产方案，主要是无 / 低费方案，经过筛选确定中 / 高费方案供下一阶段进行可行性分析，同时对已实施的无 / 低费方案实施效果核定与汇总；最后编写清洁生产中期审核报告。

#### 4.4.2 工作内容

##### a) 产生方案

在全厂范围内进行宣传动员，鼓励全体员工提出清洁生产方案或合理化建议。根据物料平衡和废物产生原因的分析结果产生方案：

——广泛收集国内外同行业的先进技术；

——组织行业专家进行技术咨询；

——从“原辅材料和能源替代、技术工艺改造、设备维护和更新、过程优化控制、产品更换或改进、废物回收利用和循环使用、改进管理、员工素质的提高以及积极性的激励”等影响生产过程的八个方面全面系统地产生方案。

##### b) 汇总方案

将所有的清洁生产方案按照影响生产过程的八个方面进行列表归纳、并简述其原理和实施后的预期效果。

##### c) 筛选方案

当方案数较多时，可采用两种方法进行方案筛选时：一是简单比较法；二是权重总和计分排序法。

从技术可行性、环境效果、经济效果和实施难易程度、对生产和产品的影响等方面将所有方案分为可行的无低费方案，初步可行的中 / 高费方案和不可行方案三类。

可行的无低费方案立即实施，不可行方案暂时搁置或否定，初步可行的中 / 高费方案供继续研究和进一步筛选。

列表汇总筛选方案的结果。

##### d) 研究方案

筛选得出的初步可行的中 / 高费清洁生产方案，因投资额较大，对生产工艺过程有一定影响时，需要进一步研究。研究主要是进行工程化分析，宜提供多个方案供下一阶段作可行性分析。

##### 1) 方案研制内容包括以下四个方面：

绘制方案的工艺流程详图；

列出方案的主要设备清单；

进行方案的费用和效益估算；

编写方案说明。

##### 2) 研制每个中/高费方案应考虑的原则：

——系统性：考察每个单元操作在一个新的生产工艺流程中所处的层次、地位和作用，以及与其他单元操作的关系，从而确定新方案对其他生产过程的影响，并综合考虑经济效益和环境效果。

——闭合性：尽量使工艺流程对生产过程中的载体，如水、原料等，实现闭路循环。

——无害性：清洁生产工艺应是无害的生态工艺。要求不污染(或轻污染)空气、水体和地表土壤；不危害操作工人和附近居民的健康；生产的产品要提高其安全性和环保性，使用可环境降解的原材料和包装材料。

——合理性：合理利用原辅材料，优化产品的设计和结构，降低能耗和物耗，减轻劳动量和劳动强度等。

e) 继续实施无/低费方案

f) 核定并汇总无/低费方案的实施效果

核定及汇总内容包括方案序号、名称、实施时间、投资、运行费、经济效益和环境效益。

g) 编写清洁生产中期审核报告

在方案和筛选工作完成后，对工作进行总结，编制清洁生产中期审核报告。

## 4.5 方案的确定

### 4.5.1 目的和要求

主要目的是对筛选出来的中/高费清洁生产方案进行可行性分析，以选择最佳的、可实施的清洁生产方案。可行性分析的内容主要包括经济评估、环境评估和技术评估。

### 4.5.2 工作内容

a) 市场调研

清洁生产方案涉及到拟对产品结构进行调整的情况时，需首先进行市场调查，为方案的技术与经济可行性分析奠定基础。

调查和预测市场需求时内容包括：国内同类产品的价格，当前同类产品的总供给量，市场对产品的改进意见等。

b) 确定方案的技术途径

根据肥皂及合成洗涤剂市场调查和预测结果，需对原来方案中生产肥皂及合成洗涤剂的技术途径和企业生产规模进行相应调整。针对每一种方案中应包括 2~3 种不同的技术途径，以供选择，其内容包括以下方面：

——方案技术工艺流程详图；

——方案实施途径及要点；

——主要设备清单及配套设施要求；

——方案所达到的技术经济指标；

——可产生的环境、经济效益预测；

——方案的投资总费用。

c) 技术评估

评估方案的先进性和可操作性，应该包括以下内容：

——工艺路线、技术设备的先进性和适用性；

——与国家、行业有关政策的相符性；

- 资源的有效利用性；
- 技术的成熟性、安全性和可靠性。

#### d) 环境评估

环境评估是方案可行性分析的核心，应该包括以下内容：

- 水消耗的变化；
- 能源使用的变化；
- 污染物产生量的变化；
- 废物产生量的变化；
- 操作环境对人体健康的影响；
- 污染物的二次污染；
- 废物的重复利用、循环利用和再生回收。

#### e) 经济评估

经济评估是对清洁生产方案的综合性经济分析，在技术评估和环境评估后进行，若前二者被否定则不能进行方案的经济评估。经济评估的基本目标是要体现资源利用的优势，以项目投资所能产生的效益为评价内容。通过分析比较，选择效益最佳的方案，为投资决策提供依据。一般采用现金流量分析和财务动态获利性分析方法进行经济评估，经济评估准则有：

- 投资偿还期(N)：中费项目(小于 50 万元) $N < 2 \sim 3$  年；较高费项目(50 万元以上) $N < 5$  年；
- 净现值(NPV)为正值；
- 当几个方案净现值相同时，选择净现值率最大的；
- 内部收益大于基准收益率或银行贷款利率。

#### f) 推荐实施方案

汇总列表比较各投资方案的技术、环境、经济评估的结果，确定最佳可行的推荐方案。

## 4.6 方案的实施

### 4.6.1 目的和要求

主要目的是对确定的清洁生产方案提出统筹规划和实施的方案，并从技术指标、经济收益以及环境效益三个方面评价各类方案实施前后以及实施预期和实际效果比较，汇总已经实施的各类方案的成果。

### 4.6.2 工作内容

#### a) 组织方案实施

在具体实施经过可行性分析的方案前，应统筹规划、周密准备。为了确保方案的正确实施，应当建立一个详细的计划，内容包括：

- 方案实施的具体办法；
- 人力、财力、物力；
- 实施方案落实到人、责任到人；

——实施计划时间表。

b) 汇总已实施的无低费方案的成果

——环境效益；

——经济效益。

c) 评价已实施的中/高费方案的成果

——技术评价；

——环境评价；

——经济评价；

——综合评价。

## 4.7 持续性清洁生产

### 4.7.1 目的和要求

目的是使清洁生产在企业内持续开展。主要内容包括如何建立和完善清洁生产组织以及清洁生产管理制度，持续性清洁生产计划的制定和编制清洁生产自我审核报告等内容。

### 4.7.2 工作内容

a) 建立和完善清洁生产组织和管理制度

明确个人在清洁生产工作中的职责；把审核成果纳入企业的日常管理；建立和完善清洁生产激励机制；保证稳定的清洁生产资金来源。

b) 制定持续清洁生产计划

企业清洁生产长期战略和策略；下一轮清洁生产审核工作计划；清洁生产新技术的研究与开发计划；职工的清洁生产培训计划。

c) 编制清洁生产审核报告

编写清洁生产审核报告的目的是总结本轮清洁生产审核成果，为组织落实各种清洁生产方案、持续清洁生产提供一个重要的平台，有助于激发企业职工实施清洁生产的积极性，激励企业实施下一轮清洁生产审核，推动企业持续开展清洁生产。

d) 分析总结已实施方案对企业的影响，并宣传本次清洁生产审核成果。

## 5 审核工作表和检查清单

清洁生产审核过程需要编制各种工作表和检查清单。工作表和检查清单应根据审核程序进行设计，内容、数量可根据行业和企业情况选择确定。工作表格式参见附录 C。检查清单格式参见附录 D。

## 6 企业清洁生产审核报告编写大纲

企业清洁生产审核报告编写提纲和主要内容见附录 E。

## 7 企业清洁生产审核案例

附录 F 提供了本行业一个成功实施清洁生产审核的案例，供理解和应用本标准时参考。

## 8 指南的实施

本标准由县级以上人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。



**附录A**  
**(资料性附录)**  
**行业描述**

## A.1 行业概况

### A.1.1 国内外行业发展现状

肥皂及洗涤剂行业涉及油脂工业和石油化学工业，属精细化学工业的主要子行业之一，其产品品种可以分为个人清洁用品、家庭清洁用品、工业和公共场所用品三大类。对于肥皂工业，主要原料为油脂，在上千年的生产实践中，生产工艺和产品都已相当成熟，国内肥皂类产品的产销量呈基本稳定、略有下降的态势。原因是受到洗涤方式机械化程度的提高，以及洗衣粉、沐浴剂、洗手液等合成洗涤剂替代品的冲击，受此影响肥皂工业有衰落迹象，生产集中度有所提高，国内形成以一些大型或特大型企业为主，一些本地化的小型私人企业为辅，中型企业逐渐退出市场的行业特点。从生产工艺上看，工艺的区分越来越细化，生产企业的专业化程度不断提高，出现了以油脂加工制造皂粒（肥皂产品的半成品）出售和以购买皂粒加工成肥皂制品的专业生产企业，而从油脂直接加工制成肥皂的企业数量不断减少，由此行业生产的专业化程度提高，生产技术与国际接轨。目前国内肥皂的产量占洗涤用品产量的12%左右。

合成洗涤剂工业得益于现代石油工业的发展，产品所用的主要原料——表面活性剂是石油工业的下游产品，在数十年的发展中，随着表面活性剂应用和制造技术的不断进步，洗涤剂工业逐渐发展和成熟。洗涤剂作为一种以多种化工原料混合复配的产品，出现了适应不同用途的产品品种，产品生产的专业化程度提高，企业之间生产技术差距不断减小，产品品牌、企业信誉成为行业竞争的主要内容。我国主要的洗涤剂产品是洗衣粉，约占54%，且以高塔喷粉的生产工艺为主。其次是液体洗涤剂（主要为餐具洗涤剂），约占洗涤剂产量的34%。

#### A.1.1.1 国内外行业发展特征和存在的资源环境问题

随着人类活动对资源和环境的影响作用日益加大，肥皂及洗涤剂行业亦受到人们的关注。洗涤剂行业发展中主要存在的问题有：①洗涤剂使用后的排放对环境造成的影响。在上世纪中叶曾出现了因制备洗涤剂选用原料不当，产生对环境负面影响的事件，而现代自然水体的富营养化成为普遍现象，洗涤剂工业由于存在使用含磷洗涤剂也受到来自环境保护方面的巨大压力；②洗涤剂制备的资源消耗。肥皂制造需要消耗大量的植物或动物油脂，在全球粮食产量仍然显不足的情况下，这类资源消耗还是受到一定程度的制约，特别对于我国的肥皂行业，油脂原料主要依靠从国外的进口。合成洗涤剂工业受石油原料供应的影响也很不稳定，作为石油消费的净进口国，国内洗涤剂行业发展明显受到世界油价波动的影响；③能源的消耗。现代肥皂和洗涤剂生产已充分实现了工业自动化，因此有一定的水、电、汽等能源消耗。虽然这种消耗与钢铁、石化等重工业无法相比，但在日化行业中，洗涤剂工业的能源消耗居于前列，与化妆品、口腔清洁用品等其他日化产品相比，洗涤剂的日常使用中水、电等能源消耗也是排在第一位的。

上述资源和环境问题，已得到行业广泛的关注，成为行业发展需要解决的问题。

#### A.1.1.2 国内外行业发展的趋势

目前国内外行业发展的趋势是开发和应用对环境友好、节约资源和能源的高质量洗涤剂产品。采取的主要方式：一是研制、开发应用对环境友好、原料来源丰富、制备中能源消耗

较少的新型原料。例如使用烷基糖苷、脂肪酸甲酯磺酸钠等多种新型绿色表面活性剂；二是生产易于运输、使用、节水节能的洗涤剂产品品种，在满足人们日常清洁的同时，减少资源能源消耗，降低洗涤剂产品排放对环境的影响。在这方面，欧美等发达国家市场上衣物洗涤剂品种以浓缩洗衣粉和液体洗涤剂为主。浓缩洗衣粉配方是在尽量提高有效成分加入量的同时，少加或不加无效的助剂，由此减少资源消耗和使用后对环境的负面影响，同时大大降低了包装、运输、贮存等成本。液体洗涤剂制造工艺简单，较粉状产品大大节省了生产中能源消耗，且洗涤衣物时，减少了混合溶解等环节，使用方便，成为一种环境友好的洗涤用品。受人们生活习惯的影响，我国衣物洗涤剂领域以粉状的普通洗衣粉为主，浓缩洗衣粉和衣物用液体洗涤剂市场份额很小，因此采用先进技术、同国际接轨、引导国内消费者洗涤习惯、实现行业的节能减排成为行业未来发展的方向。

## A.2 主要生产过程

### A.2.1 肥皂生产工艺

肥皂生产可分为两个阶段，第一个阶段是油脂裂解制备皂基，第二个阶段是皂基加工成各种皂类产品。第一阶段属基础化工过程，水电等资源消耗较大。第二阶段属多种原料的混合成型阶段，资源消耗少，生产中基本无水消耗，少有工艺废水产生。下面分二个阶段对典型生产工艺进行介绍。

#### a) 皂基制备

##### 1) 油脂水解中和法

油脂水解中和法是以动植物油脂为原料，经水解生成脂肪酸和甘油（甜水），其中脂肪酸用碱中和生成皂基。水解方法有常压催化水解法、间歇中压水解法和连续逆流高压水解法等，其中连续逆流高压水解法又有单塔、多塔等不同工艺，这种工艺为国际应用较为普遍的先进工艺，目前国内应用的企业比较少。此工艺自动化程度高，对油脂原料的质量要求低，且油脂利用率高，不仅制得的皂基质量好，而且副产品甘油的得率和质量也高。图 A.1 为水解工艺的流程图，生产所需的主要设备有原料贮罐、油水闪蒸罐、甜水澄清槽、油脂裂解塔、脂肪酸闪蒸罐、脂肪酸澄清槽、脂肪酸贮罐等。

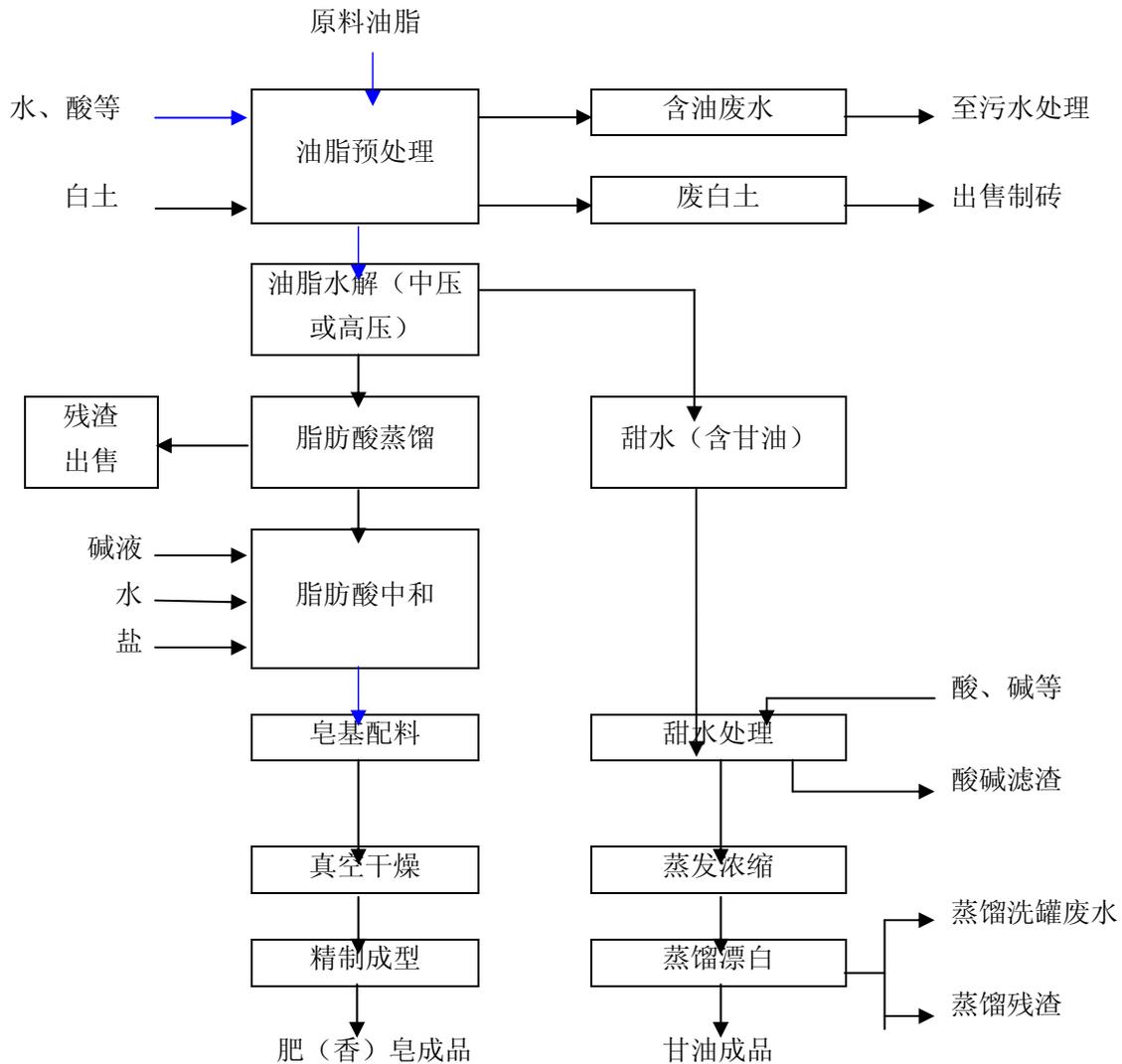
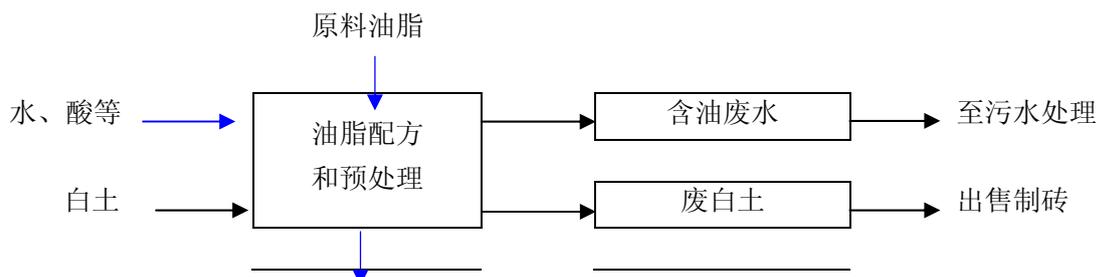


图 A.1 油脂水解工艺制皂流程

## 2) 油脂皂化工艺

油脂皂化工艺是以动植物油脂为原料，经碱皂化生成皂基和甘油（废液水），皂化法有连续皂化工艺和大锅皂化工艺。连续皂化属较为先进的工艺，为国内主流工艺，应用较为普遍。此工艺的能源消耗较少，生产自动化程度高，产品质量和油脂利用率与油脂水解相当，明显好于大锅皂化工艺。图 A.2 为皂化法的工艺流程，生产设备除常规的原料贮罐、加热器、输送泵、计量泵等，重要的是皂化塔或锅及相关附属设备，对于连续皂化还要有整理塔、洗涤混合器、离心分离机、自动控制装置、薄膜调节阀等。



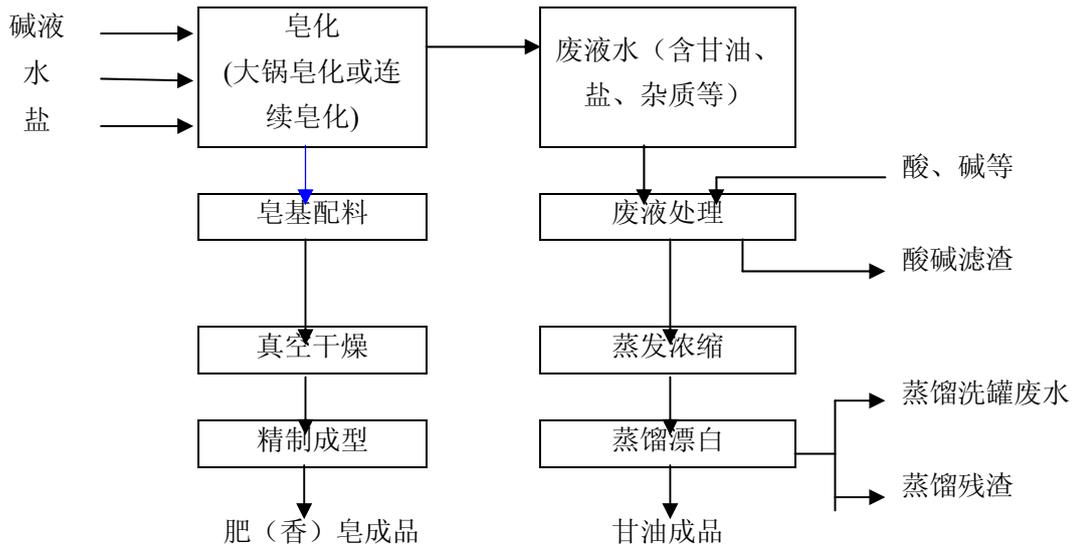


图 A.2 皂化法工艺流程图

b) 由皂基制取肥皂产品

由皂基制肥皂是一个各种原料物理混合的过程,皂基中脂肪酸的含量通常在 65%及 65% 以下,可与其他化工原料混合制备肥皂,但用其制造香皂时,当香皂的脂肪酸含量要求高于 65%时,需要对皂基增加一道干燥的工序。商品皂粒(由皂基制得)中脂肪酸含量高,可以根据需要直接与其他组分混合制备肥皂或香皂等产品。

1)肥皂的制造

肥皂成型也有两种生产工艺,即冷板车工艺和真空冷却工艺,前者工艺落后,已应用较少,主流的生产工艺是真空冷却工艺。真空冷却制备肥皂的工艺流程和设备见图 A.3。图中绘出了经压条机出条后,人工和自动两种切块、打印、装箱流程。

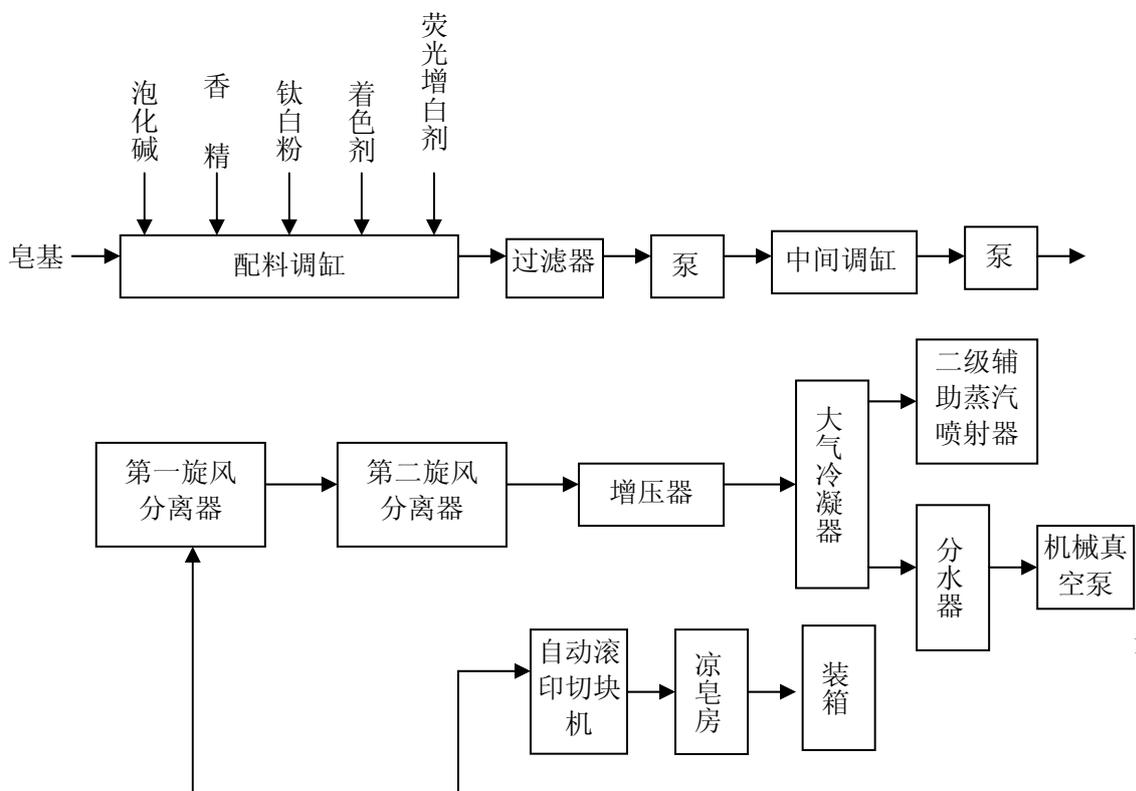
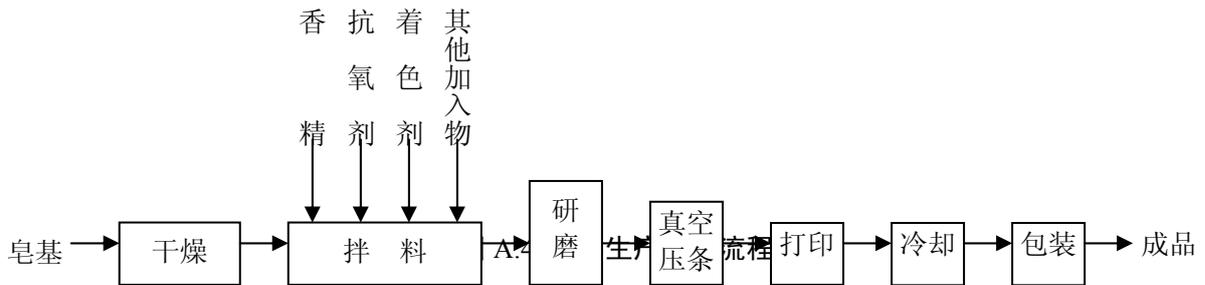


图 A.3 真空冷却制备肥皂的工艺流程

## 2) 香皂的制造

香皂成型与肥皂略有不同，图 A.4 为由皂基生产香皂的工艺流程图，其生产中主要的设备有：干燥装置（使用皂粒为原料，不需要此设备）、拌料机、精研机、研磨机、相联压条机、气动切块机、打印机、包装设备等。



## A.2.2 洗衣粉生产工艺

我国合成洗衣粉产量占各类洗涤用品总产量的 60%，为最大的产品品种。目前国内洗衣粉的生产工艺以高塔喷粉为主，约占洗衣粉产量的 90%。非高塔喷粉的生产工艺有多种多样，按原理不同分为附聚成型工艺、膨胀成型工艺等，其中又以附聚成型工艺较为典型。

## a) 高塔喷粉工艺

洗衣粉生产的高塔喷粉工艺，主要分为前配料、浆料干燥、后配料、包装等四个工序，工艺总体流程见图 A.5。各工序的生产设备和流程见下面具体介绍。

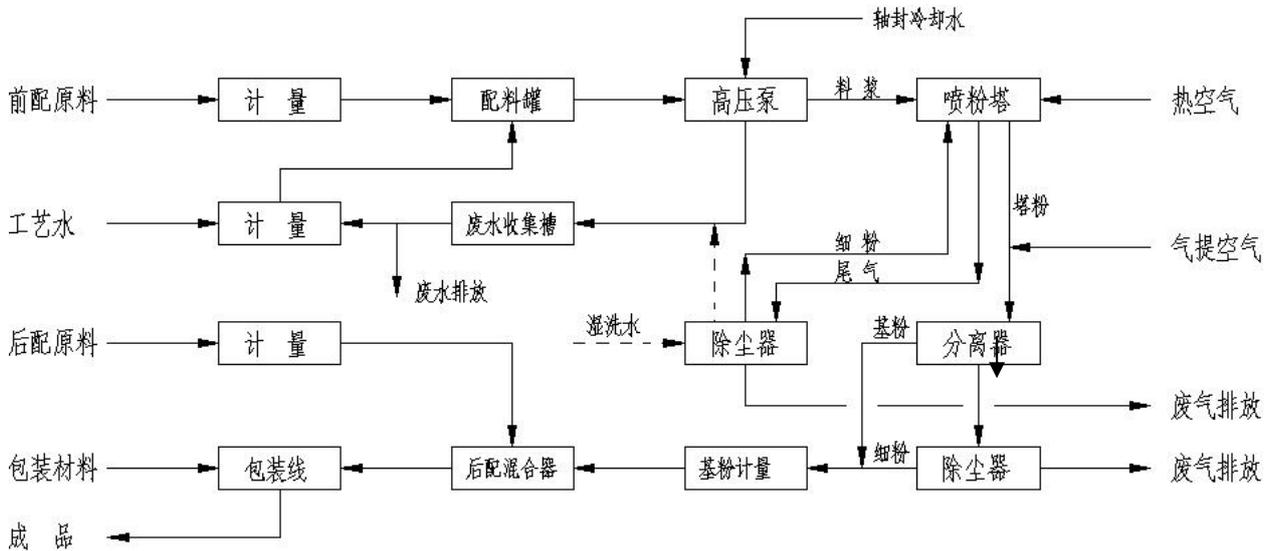


图 A.5 洗衣粉高塔喷粉工艺总体流程图

## 1) 前配料

本工段是将单体表面活性剂、各种助剂、添加剂根据不同配方要求的投料量，按一定次序放入配料缸内均匀混合制成料浆，供下段工艺操作。配料方式多样，可具体分为间歇式配料和连续式配料，主要的配料设备和工艺见图 A.6 和图 A.7。

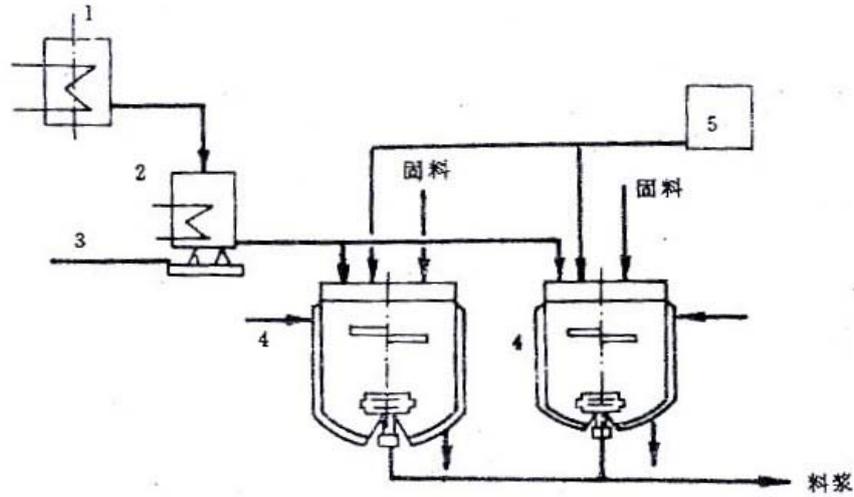


图 A.6 间歇配料工艺流程图

1-单体贮缸 2-单体计量缸 3-单体计量秤 4-配料缸 5-泡化碱贮缸

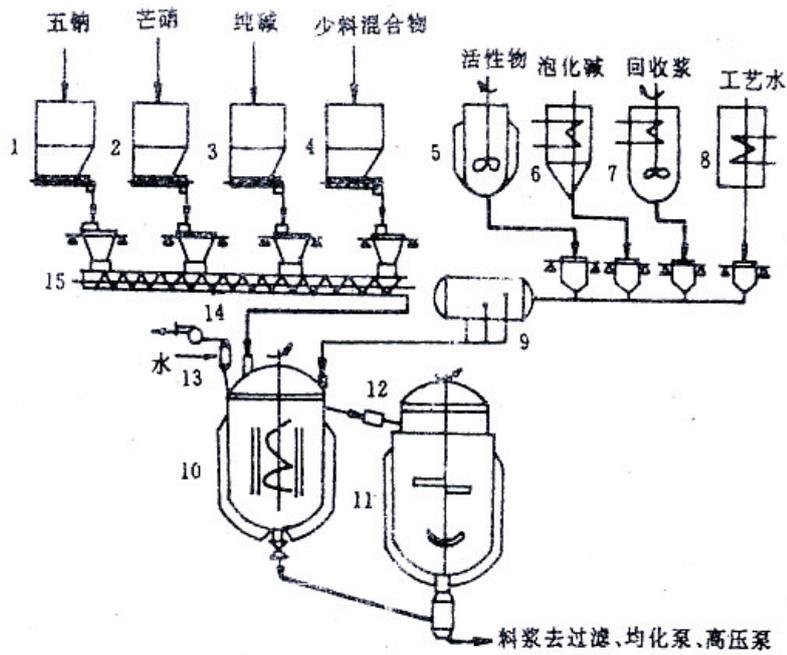


图 A.7 连续式配料工艺流程图

1~4-固体料仓及电子秤系统 5~8-液体料罐及电子秤系统 9-液料调整器 10-配料罐 11-老化罐  
12-磁滤器 13-水洗器 14-引风机 15-固料预混送料带

2) 浆料干燥

浆料干燥有喷雾和干燥两个过程。喷雾是将料浆经过雾化器的作用，喷洒成极细小的雾滴；干燥则是通过载热体（热空气）与雾滴均匀混合进行热交换和质交换，使水分蒸发的过程。喷雾与干燥密切结合，才能取得良好的干燥效果和优质的产品。图 A.8 为喷雾干燥的工艺流程和设备。

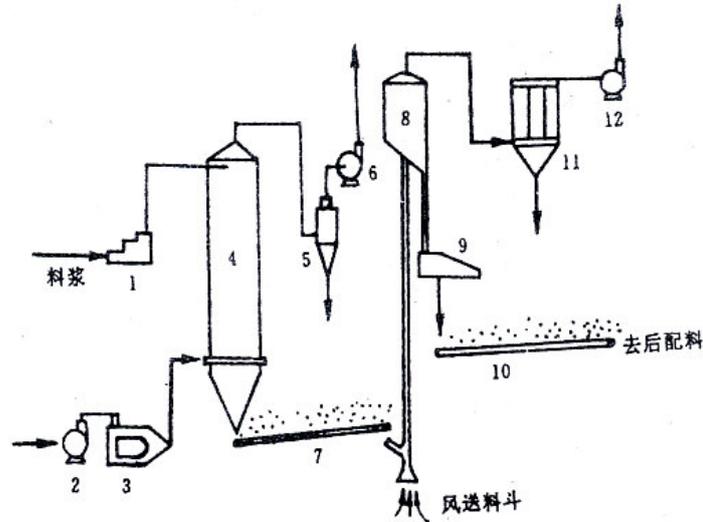


图 A.8 高塔喷雾干燥法生产洗衣粉的工艺流程

- 1-高压泵 2-二次风机 3-热风炉 4-喷粉塔 5-旋风分离器组 6-尾风机 7-皮带输送机  
8-风送分离器 9-振动筛 10-皮带输送机 11-除尘设备 12-引风机

3) 后配料

后配料工序为：将一些不适宜在前配料工段加入的热敏性原料（如酶制剂）及一些非离子表面活性剂与喷雾干燥制得的洗涤剂粉（又称基础粉）混合，以生产各种性能不同的洗衣粉产品。其工艺流程和主要设备见图 A.9。

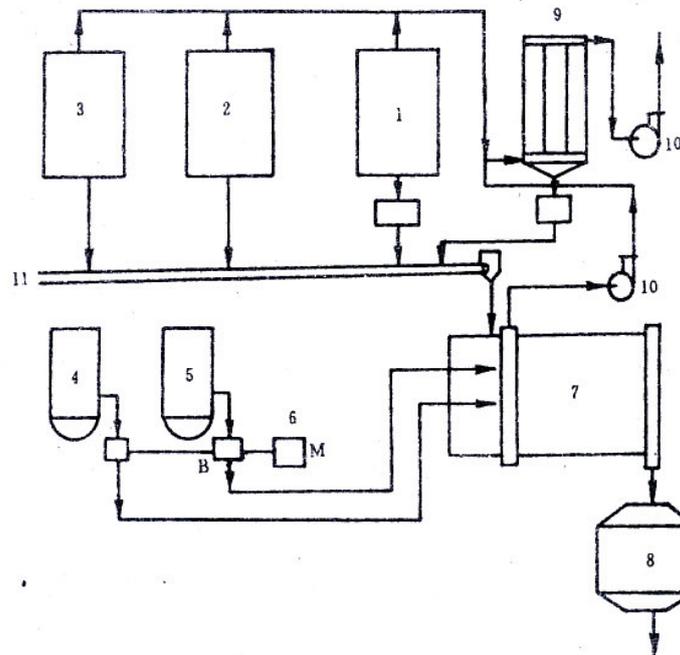


图 A.9 后配料系统示意图

- 1-基础粉料罐 2-过碳酸钠料罐 3-酶制剂料罐 4-非离子贮罐 5-香精贮罐 6-比例泵  
7-旋转混合器 8-成品粉料斗 9-除尘设备 10-引风机 11-固料预混输送带

4) 包装

包装工段，主要设备是计量秤、灌装设备、封口设备等，受包装自动化程度影响差异很大。一条完整的全自动包装流水线设备费用要数百万，而人工包装则大大节省了设备投资。

图 A.10 为典型的包装工段工艺流程。

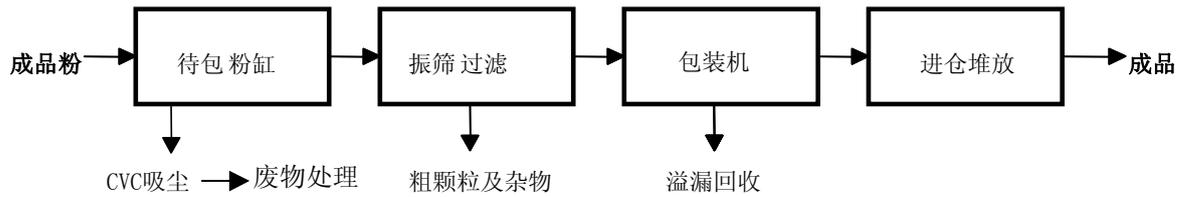


图 A.10 包装工艺流程图

### b) 附聚成型工艺

附聚成型法是将料浆或液体物料喷入运动中的具有高吸附性能的粉状助剂混合物中，也可不经喷雾而将活性物与助剂通过特别强烈的搅拌混合器而成型。附聚成型法按液固混合方式的不同，可分为全喷雾混合法和半喷雾混合法。这两种混合法中，根据设备和工艺的不同又有多种生产工艺，图 A.11、图 A.12、图 A.13 为三种较为典型的附聚成型生产工艺。

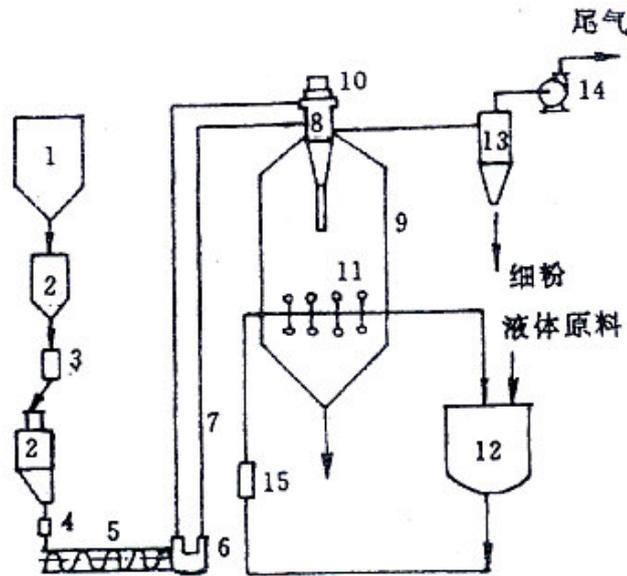


图 A.11 塔式全喷混法工艺流程图

- |             |         |         |        |           |          |       |
|-------------|---------|---------|--------|-----------|----------|-------|
| 1-粉状成分风动混合罐 | 2-贮罐    | 3-粗计量装置 | 4-计量装置 | 5-螺旋输送机   | 6-飞轮     | 7-风送管 |
| 8-风料分离器     | 9-喷雾混合塔 | 10-低压风机 | 11-喷嘴  | 12-液体组分贮罐 | 13-细粉分离器 |       |
|             |         | 14-风机   | 15-过滤器 |           |          |       |

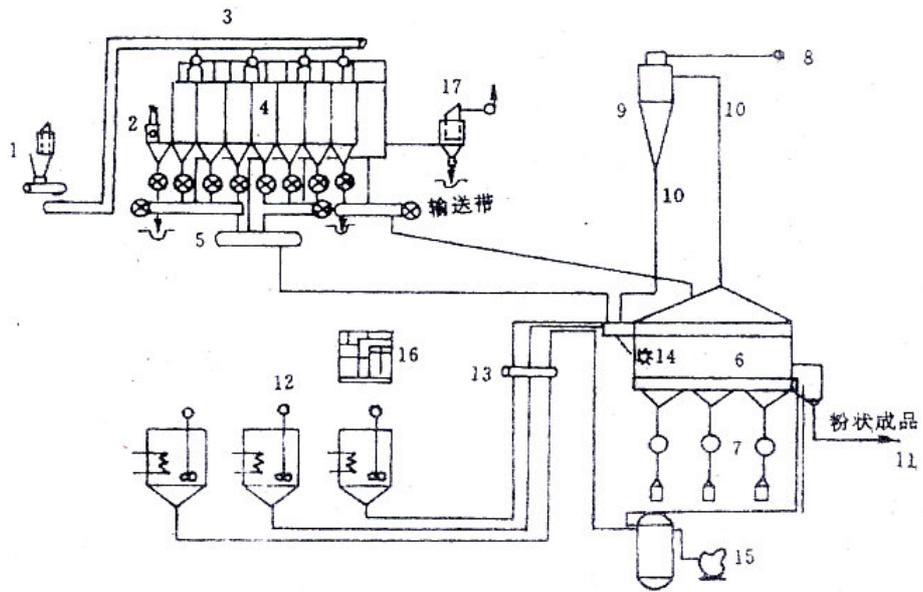


图 A.12 流化床混合法基本工艺流程图

- 1-送料斗 2-预混器 3-运输系统 4-贮仓 5、6-混合装置 7-压力风机 8-风机  
 9-旋风分离器 10-导管 11-加香系统 12-贮罐 13-计量泵 14-喷嘴 15-压缩机  
 16-控制板 17-吸气系统

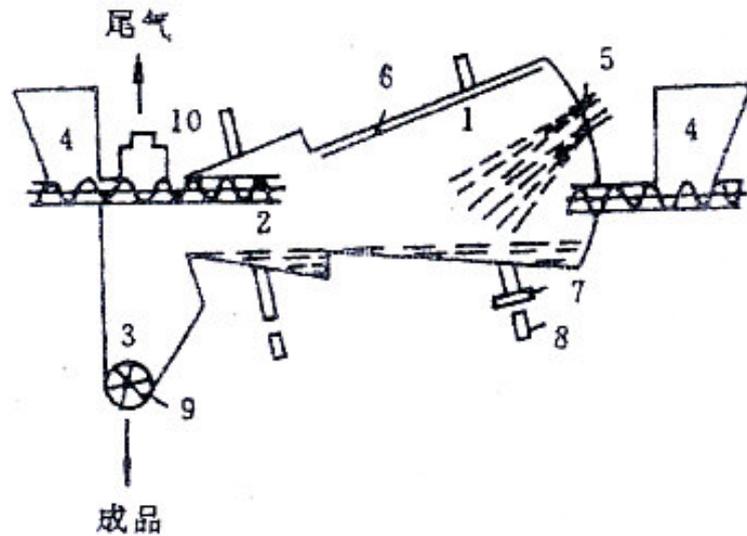


图 A.13 转鼓式喷雾混合装置

- 1-喷雾室 2-二次混合室 3-成品沉降室 4-固体物料进料器 5-液体组分喷嘴 6-刮刀 7-传动轮  
 8-小轮 9-成品粉出口 10-排风口

### A.2.3 液体洗涤剂制造工艺

液体洗涤剂的产品有餐具洗涤剂、洗衣液、卫生洁具清洗剂等各种洗涤用品。此类产品的生产工艺是各种原料的混合复配，生产中采用的主要设备有：原料储罐、计量泵和计量秤、混合搅拌釜（依产品生产工艺的不同，可能带有加热和保温装置）、产品储罐、灌装设备（生产技术较先进的企业，采用全封闭、连续自动灌装；中小企业多采用人工或半人工灌装）。图 A.14 为液体洗涤剂的生产工艺流程。

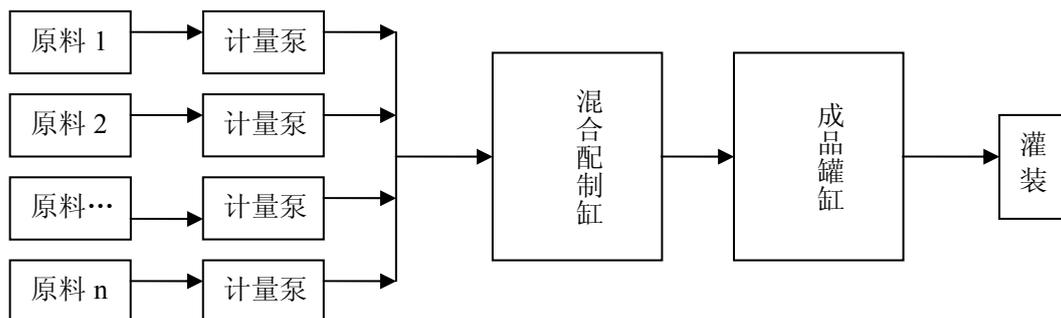


图 A.14 液体洗涤剂混合配制的工艺流程

### A.3 典型物料平衡、能源平衡和水平衡

#### A.3.1 肥皂生产的典型物料平衡、能源平衡和水平衡

如前 A.2.1 介绍，肥皂生产需要重点观察的典型物料平衡、能源平衡和水平衡发生在皂基生产阶段，由皂基制备肥皂阶段在理论上没有废物产生、且电耗、水耗较小。

##### a) 物料平衡

图 A.15 为肥皂生产的物料平衡示意图。

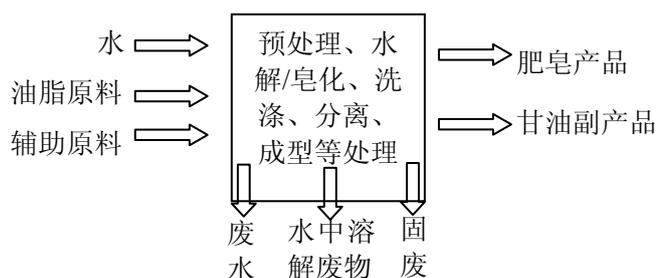


图 A.15 肥皂生产的物料平衡示意图

生产企业按图 A.15 的方式编制物料平衡图，输入的原料是水、油脂、辅助化工原料，输出的产品为皂基、甘油，废物为废水、废水中溶解的化学物质、固体废物。在编制物料平衡图中，应根据油脂组成及肥皂产品中脂肪酸的含量，说明生产中脂肪酸的利用率和甘油的回收率。正常情况下，油脂水解和连续皂化的脂肪酸利用率不应小于 98%，甘油的回收率不低于 97%。大锅皂化工艺的脂肪酸利用率不应小于 97%，甘油的回收率不低于 87%。

废水中溶解的化学物质形成肥皂工业的主要污染物来源，了解其组成和含量变化，对提出清洁生产方案有很大的帮助作用，需加以关注，编制物料平衡中应说明其可能存在的主要污染物形式。

##### b) 能源平衡

根据生产中用电和蒸汽的消耗与产品产量编制能源平衡图。不同的制皂工艺，能源消耗存在较大的不同。对于油脂水解工艺每吨产品中综合能耗(折标煤)约 160kg/t。连续皂化工艺每吨产品中综合能耗(折标煤)约 140kg/t，其中蒸汽的消耗量为 160kg/t。大锅皂化每吨产品中综合能耗(折标煤)较高在 220kg/t 以上，其中蒸汽的消耗量为 900kg/t。编制能源平衡图时，应说明各种能源形式相互换算系数。

##### c) 水平衡

生产中取用的水，除甘油和肥皂产品中残留的少量水分，其余添加的水分被蒸发或作为

废水外排，循环冷却水可被重复使用。每吨肥皂产品的取用水量在 6t~8t，废水排放量在 1.5t~3.0t。生产企业依据自身情况编制水平衡图，并说明车间排出的废水中 COD、油脂等污染物的浓度，以及废水末端的处理方式和回收利用的途径和比例。

### A.3.2 洗衣粉生产的典型物料平衡、能源平衡和水平衡

#### a) 物料平衡

洗衣粉生产的物料平衡图可按图 16 的示例编制。

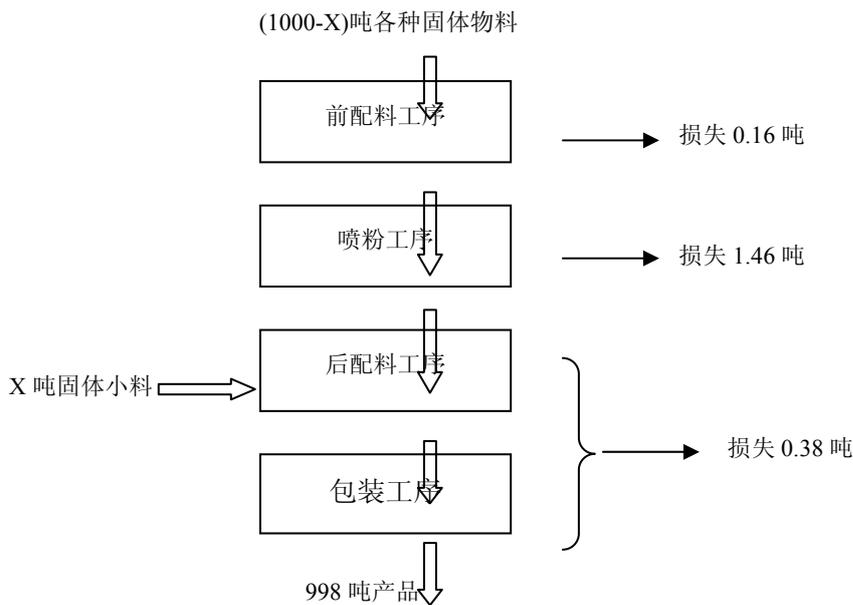


图 A.16 洗衣粉喷粉生产工艺的物料平衡图

图 A.16 示例是以高塔喷粉工艺做参考（其他工艺与此类似，过程通常更加简化）。本例中物料损失率为 0.2%，其中主要的物料损失在喷粉工序，占全部物料损失的 73%，损失方式是以气体中的粉尘排放为主。其他工序的损失，主要是操作时的漏洒、设备中残留夹带和空气中的粉尘，这些物料随着生产场地的清洗，排入车间废水中。实际各企业生产情况不同，但物料平衡的损失率不应大于 5%。企业编制物料平衡，可以将一个时期（如 72h）或一批产品生产中，原料的投放量和产品的产量，填表对照，如果两者相差较大（如大于 1%）需要对各工段分别测算物料平衡，尤其是喷粉工段，寻找存在的清洁生产机会。

#### b) 能源平衡

高塔喷粉工艺中，每生产一吨洗衣粉产品，需要消耗综合能耗(折标煤)70~120kg/t。生产企业可依据一个时期（如 72h）或一批产品生产情况编制能源平衡图表，了解企业自身单位产品的能源消耗情况，并与行业水平、相关清洁生产标准要求进行对比说明。对于能耗与行业水平存在差距的企业，还应对能耗较高的喷粉工段进行专项能源平衡分析说明，以便发现存在的问题。

#### c) 水平衡

洗衣粉生产中水主要用于循环冷却，对固体物料的溶解和对细粉的喷淋。每吨洗衣粉产品约需新鲜水不超过 1m<sup>3</sup>/t，其中物料溶解的水作为水蒸气被蒸发排放（有 3%~10%左右被

带入洗衣粉成品中)，喷淋、蒸汽冷凝水、更换的循环冷却水作为废水排放，此废水可以作为下批料浆生产时固体物料的溶解用水，因此在最佳情况下，连续生产可实现废水零排放。企业测算水平衡时，应在正常生产情况下，分短期（72h）、中期（一个月）、长期（三个月以上）统计计算，结合生产情况，考查不同时期废水排放和收集回用的情况。

### A.3.3 液体洗涤剂生产的典型物料平衡、能源平衡和水平衡

液体洗涤剂为常见的复配产品，生产中没有废物产生，因此理论上物料的输入和输出应相等，由于存在物料存留于设备内的可能，以及为保证产品质量对生产中料头、料尾的舍弃和包装过程中的损耗，此类损耗通常在 0.5%之间。生产企业的物料平衡可以依据一个时期（如 72h）或一批产品生产中，原料的投放量和产品的产量，填表对照，如果两者相差较大（如大于 1%）则需要对配料、混合、包装各工段分别测算物料平衡，寻找存在的清洁生产机会。

液体洗涤剂生产动力主要依靠电力，有时也用到蒸汽，根据产品的不同，能源消耗存在差异，但较油脂制肥皂、喷粉工艺制造洗衣粉而言，能耗很小，每吨产品的综合能耗（折标煤）在 15kg/t~25kg/t。生产企业可依据一个时期（如 72h）或一批产品生产情况编制能源平衡图表，了解企业自身单位产品的能源消耗情况，对于能耗与行业水平差距较大的企业，应检查工艺和设备状况，寻求改进的方式。

液体洗涤剂生产用水消耗在三个方面：产品中携带，每吨约 0.8 m<sup>3</sup>（与产品含水量有关）；设备清洗（与一次生产的批量和更换产品品种次数多少有关）；纯水（用于产品生产）、软水（锅炉用水）的制备。后两种情况产生的废水，为企业主要的废水来源，由于不同企业间、同一企业不同时期清洗需求有很大的不同，且水质净化处理产生的废水受设备、工艺等影响也有较大不同，所以不同企业的水平衡有很大的不同。表 A.4 为典型液体洗涤剂生产时的水平衡统计示例，表中水输入 99137t，输出 98834t，输入输出偏差为 0.3%。生产企业应根据实际情况，按示例编制水平衡表或图，并重点说明产生废水的主要环节和可能造成的污染物项目，例如表 A.1 示例中，废水主要产生于设备清洗环节，因此可能带来的污染物是洗涤剂中的化学成分，如表面活性剂、COD。

表A.1 水输入输出数据表 (t/a)

输入 (t/a)		输出 (t/a)	
名称	数量	名称	数量
管道、配置罐清洗用水	48520	清洗废水	53475
锅炉用水	6670	锅炉蒸汽排水	4410
纯水站用水	42510	锅炉废水	735
其他	1437	锅炉冷凝水回收	1525
/	/	产品含水	35700
/	/	纯水站废水	1552
/	/	其他废水	1437
合计	99137	合计	98834

## A.4 典型污染物和污染控制技术

### A.4.1 肥皂生产的典型污染物和控制技术

#### a) 肥皂生产的典型污染物

肥皂生产的典型污染物种类主要为：固体废物、废水、pH、化学需氧量 COD、生化需氧量 BOD、悬浮物、游离和乳化的油和脂。这些污染物主要来自油脂加工环节，包括油脂的精炼预处理及水解或皂化过程。固体废物主要产生在油脂的精炼预处理阶段，其主要成分

是生产中使用后的活性白土及少量的油脂杂质；将油脂反应加工成脂肪酸皂基阶段，废水主要来自反应中对脂肪酸产物的洗涤，以及甘油副产物的净化提取，这些废水中除含有大量无机盐外，还含有油脂、脂肪酸等有机物，形成 pH、COD、BOD、悬浮物及油和脂的污染。相关研究表明动植物油脂的 BOD/油脂之比约为 2:1，油脂与另外的可溶性成分（如甘油等）一起构成废水中总 BOD 负荷。

#### b) 肥皂生产的典型污染物控制技术

##### 1) 对于固体废物的控制，有效的方式是：

——改变原料结构和配方，选用质量好的油脂，减少处理时活性白土的用量，以及废杂质的产生量；

——选用先进的油脂制皂工艺，例如以油脂水解代替大锅皂化，降低对油脂预处理要求的程度。

##### 2) 对于废水、COD、BOD 和动植物油的主要控制技术是：

——采用先进的工艺技术，提高油脂加工利用率和甘油回收得率，降低吨产品的废水和污染物排放量。在工艺的选择中，油脂水解、连续皂化属较为先进的主流工艺。大锅皂化工艺能耗高、得率低，相对落后。冷法等其他落后工艺，不应再使用；

——根据不同的工艺和原料规格，确定严格的操作条件和各种化学制剂的添加比例。

对于油脂水解，控制反应中的油水比对油脂的水解速度、深度、得率，以及甜水中甘油含量，都有重要的影响；其次油脂水解的主要工艺条件需要根据油脂规格、设备参数，做出具体调整；第三，及时发现水解过程中异常问题并加以处理。常见问题有：甜水混浊不清或油水不分离，原因是油多水少或物料在塔内停留时间偏短等因素所致。当发现甜水中甘油含量低时，原因是水多油少或水解不完全。当发现水解的脂肪酸与上料量不符时，可能是上料记录不准或油脂含水量较大所致；第四，对脂肪酸的蒸馏要控制好蒸馏釜内物料进出速度的相对平衡，同时保持蒸馏釜内残压处于工艺规定值和釜内各室温度依原料脂肪酸的性质呈阶梯式增高，并注意解决常见的异常情况，如脂肪酸脱水速度慢或釜内温度不上升、蒸馏系统真空度降低、大气冷凝器是否被堵等；最后，脂肪酸中和成皂基过程，工艺及操作的关键是确保精酸、液碱、盐水等物料能当量平衡输出，重要条件是各种反应物料的配比准确。

对于大锅皂化法，皂化过程中注意不要使碱过量，因为过量的碱在盐析时溶入废液中，造成浪费和污染，同时需要根据反应的进程，调整控制蒸汽的通入量，反应近终点时随时进行监测，做好终止反应的准备；反应物采用“66%水合肥皂法则”进行盐析、碱析处理；最后的整理过程是技术要求很高的操作，对大锅皂化尤其如此，需要一靠化验、二靠经验。

对于连续皂化法，其反应机理同大锅皂化法。存在多种连续皂化工艺，其具体装置和工艺流程有较大的不同，但主要的反应操作过程已由程序自动控制，而计算机控制的基础是“66%水合肥皂法则”，生产操作时应根据油脂规格及加工要求，调整设备和工艺参数进行生产。

由甜水提取甘油通常采用两种典型工艺，离子交换净化甜水再蒸发浓缩和化学制剂净化甜水再蒸发浓缩，前者甘油损耗小，色泽稳定且能耗、水耗下降，为优选技术。另外对净化后的甜水进行蒸发浓缩时，需注意保持甘油水在一定真空度和液体强烈循环的条件下进行，以降低甘油气化、减少分解，宜采用多效蒸发装置或根据生产情况对现有设备进行配套改造。

#### A.4.2 洗衣粉生产的典型污染物和控制技术

##### a) 洗衣粉生产的典型污染物

洗衣粉生产中典型的污染物是：废气、粉尘、废水、pH、COD 和烷基苯磺酸钠（LAS）。

#### b) 洗衣粉生产的典型污染物控制技术

洗衣粉生产的主导工艺为高塔喷粉，此工艺适用于大规模生产，生产的产品成型好、流动性佳。存在的主要问题是建设投资大、能耗高、适应性差。洗衣粉制造中的废气主要来自高塔喷粉工艺中的喷粉塔尾气，粉尘也主要与喷粉工段有关，而废水量很少，主要产生在对设备的喷淋冲洗、更换的冷却水、以及生产场地的清洗用水，这些废水因溶解了洗衣粉而造成 COD、LAS 等污染。

依据配方、料浆温度、料浆浓度、料浆中空气量、塔温、风压与风量、喷嘴的位置和雾化状态等八个方面确定选择工艺条件，使生产设备处于最佳的运行状态，实现控制废气及粉尘的目的。

由于对设备的喷淋冲洗、更换出的冷却水可以用于下一批同类洗衣粉产品的配料中，另外通过尾气收集装置收集的洗衣粉粉尘也可以作为返工粉被重新利用在新的洗衣粉制造中，因此连续、稳定的批量生产，（当配方适当时）可以消耗掉各生产环节产生的全部废水，甚至需要另外添加其他产品产生的废水（如生产液体洗涤剂时产生的废水）。这样就可以做到废水、固废（指粉尘）的零排放。

#### A.4.3 液体洗涤剂生产的典型污染物和控制技术

##### a) 液体洗涤剂生产的典型污染物

液体洗涤剂生产中典型的污染物是：废水、COD 和 LAS。

##### b) 液体洗涤剂生产的典型污染物控制技术

液体洗涤剂生产工艺为混合调配，因此常规的生产中不应有废物的产生，废水主要产生在设备和场地的清洗时，且由于清洗中溶解了产品成分，使得废水中有 COD、LAS 的污染。同洗衣粉类似，对设备、储罐的清洗废水，一些情况下可以用在下批相同产品生产，因此有计划地合理安排生产，保持生产稳定，减少品种变动频率，可有效降低设备的清洗次数，同时做好清洗废水的回用，是有效控制废水产生的方式。

液体洗涤剂生产的另一废水主要来源在水质处理工段，当采用离子交换法制备纯水时，会产生和排放一定量的高盐浓度废水，这种废水很少含有有机物质，所以污染不大，但因液体洗涤剂配制中需用大量纯水，所以这部分废水量不容忽略，仍应加以控制。

**附录B**  
**（资料性附录）**  
**行业清洁生产方案**

**B.1 典型生产工艺清洁生产方案**

**B.1.1 肥皂生产工艺的清洁生产方案**

**B.1.1.1 油脂预处理的清洁生产方案**

1) 油脂预处理的资源和环境问题

油脂预处理阶段将产生少量的固体废物和废水。

2) 原因分析

从市场上获得的动植物油脂中含有较多的非油脂成分，且含量各不相同，因此在正式投入生产前，需要对油脂进行精炼处理，消除油脂中的磷脂、胶状物等杂质，并用活性白土吸附脱色，将油脂处理成纯度、色泽等符合生产要求的精炼油脂，才能投入后面的加工中。处理下来的杂质和白土形成了固体废物，处理中消耗的水作为废水外排，因含有有机和无机成分造成 pH、COD、BOD、油脂和悬浮物的污染。

3) 典型清洁生产方案

采用质量高、含杂质少的油脂原料，减少对棉油脚、低质糠谷油等劣质油品的使用。

做好废活性白土中质次油脂的回收提取和再利用工作，此类油脂可用于对色泽要求不高的药皂或工业皂中。

采用先进的油脂加工工艺，降低对油脂加工中精炼预处理的要求。

**B.1.1.2 油脂水解的清洁生产方案**

1) 油脂水解的资源和环境问题

油脂水解中存在的主要资源和环境问题是油脂原料的消耗、水电汽的消耗，同时产生废水、COD、BOD、油脂和悬浮物的污染。

2) 原因分析

油脂水解所需要的主要原料是油脂，提炼时需要一定的水电汽等能源，并产生一定量的废水，且溶解在水中的油脂、无机盐等化学物质会形成 COD、BOD、油脂、悬浮物等污染。而油脂水解的深度和脂肪酸的得率，取决于设备和工艺条件，并对甜水中甘油的浓度、废水等污染物产生量等有决定性影响。此过程中消耗着大量的能源和水，成为油脂制皂工艺中应给予重点关注的环境问题节点之一。

3) 典型清洁生产方案

确认油脂原料的属性和品质，通过对油脂原料的相关理化检验，了解和掌握其皂化价、碘价、凝固点、脂肪酸碳链长度分布等，由此确定水解时的温度、油水比等操作工艺条件。

控制水解时的油水比在合适的范围内，通常相对分子质量较大的油脂，油水比为 2:1，相对分子质量较小的油脂，油水比为 10:6。并采用两段或多段法水解工艺，使甜水中甘油含量 $\geq 15\%$ 。

依据设备条件确定脂肪酸精馏的操作条件，保持进出物料的平衡，系统内压力、温度等在良好的范围内。

改进设备，以先进的中高压连续水解工艺，替代产率低的加压间歇式水解工艺。脂肪酸蒸馏采用三层填料的塔式蒸馏釜，取代只有一层填料塔的蒸馏釜。

**B.1.1.3 油脂皂化的清洁生产方案**

### 1) 油脂皂化的资源与环境问题

油脂皂化的资源环境问题仍是油脂原料的消耗和水电汽的消耗，并带来废水、pH、COD、BOD、油脂和悬浮物的污染。

### 2) 原因分析

不论是大批皂化或连续皂化，在油脂皂化中均需要使用大量的碱、盐、水以及蒸汽，将油脂分解成脂肪酸钠和甘油。这一过程消耗着大量的能源和水，因此成为油脂制皂工艺中的重点环境问题的节点。

### 3) 典型清洁生产方案

保持油脂和碱的用量比例合适，避免用碱量过高造成浪费和污染。

随时做好对反应进程的监控，确定反应在合适的情况下终止。

采用高效节能的蒸汽锅炉，燃料选择热值高、燃烧充分、污染少的清洁能源，减少对空气的污染。

改进设备，以先进的连续皂化工艺取代大批皂化等能耗高、效率低的工艺。

## B.1.1.4 甜水处理和甘油浓缩的清洁生产方案

### 1) 甜水处理和甘油浓缩的资源环境问题

甜水处理和甘油浓缩工段为油脂制皂工艺中又一个耗能较高的节点，甜水净化中有废水、有机物的污染，甘油浓缩和蒸馏时需要较高的热能并向环境中排放水蒸气。

### 2) 原因分析

甜水中甘油具有较高的经济价值，是肥皂企业的主要经济收入之一。通常甜水中甘油含量较低，不足 20%（大批皂化工艺为 8%），因此需要将其提炼成含量为 88%左右的粗甘油或含量更高的精甘油。由于甜水中含有油脂水解或皂化后的多种有机物杂质、无机盐等，需要去除才能进行甘油的提炼，去除这些杂质采用化学或离子交换法处理，但都将产生一定量的含有机物的废水，形成污染。

### 3) 典型清洁生产方案

采用离子交换法替代其他化学处理方法处理甘油水，有利于降低甘油损耗，减少能耗、水耗，提高设备的生产能力和改善车间操作环境。

甘油水的蒸发浓缩设备采用具备足够蒸汽空间的特殊直立式蒸发设备，并配套捕集和回收被蒸汽夹带液滴的捕集器。蒸发装置采用多效蒸发，即从前一效蒸发器蒸发出来的二次蒸汽用作后一效蒸发加热的介质。

做好甘油脱色后的活性炭的回收、处理和再利用，减少固体废物的产生，增加经济效益。

## B.1.1.5 由皂基（粒）制肥（香）皂的清洁生产方案

由皂基（粒）制肥（香）皂为多种原料的复配过程，基本不产生废物，但在混合、定型等生产环节中需要消耗一定的水、电、汽。此过程属油脂制皂的最后阶段，资源环境问题较小。鉴于目前国内出现很多以采购皂基（粒）为原料制皂的专业企业，针对这种生产方式，提出该清洁生产方案。

优化产品生产计划，减少产品切换次数，降低设备、场地清洗次数，提高水、电、汽的利用率。

对原料研磨、搅拌、混合等工段设备采取防尘措施，降低肥皂加工中皂粉颗粒进入现场空气环境。

采用生产中水、电、汽消耗较少的生产工艺。例如，有三种常用香皂皂基的干燥工艺，即烘房热空气干燥、常压干燥、真空干燥，烘房热空气干燥的产量低、热耗大不应再采用，

真空干燥产量高，常压干燥较真空干燥具有设备简单、投资少、能耗低的优点，且用水少，没有皂粉进入大气和排水系统，有利于环境保护。表 B.1、表 B.2 为国内企业应用几种干燥工艺总结后的指标对照情况。

表 B.1 常压干燥和真空干燥的指标对比

对比项目	常压干燥	真空干燥	对比项目	常压干燥	真空干燥
设备台数/台套	8	14	单位产量能耗比值	1	1.03~1.35
占地面积/m <sup>2</sup>	20~25	45~50	设备清洗周期/周	1~2	1~2
投资费用/万元	30~40	180~200	干燥成本/(元/t-皂条)	10~20	30~40
设备寿命周期费用/(元/h)	10~20	60~80	废气中夹带皂粉量/% (相对产皂量)	无	>0.40
装置产量/(kg 皂条/h)	800	2000	冷却水中含皂粉量/% (相对产皂量)	无	>0.04
汽化室真空度/kPa	0.27~1.33	96.0~97.3	噪声/分贝	<80	<80
汽化室容积干燥速率/ (kgH <sub>2</sub> O/(m <sup>3</sup> ·h))	240~250		/	/	/

表 B.2 香皂干燥工艺的能耗对比

数据来源	国内甲厂		国内乙厂		德国资料	
	常压	烘房	常压	真空	常压	真空
干燥工艺						
蒸汽/(kg/t-香皂)	500	1000	348	520	420	315
水/(kW·h/t-香皂)	13.5	142.8	25	32	29	34
电/(t/t-香皂)	2.5	10	2.5	11	8	20

## B.1.2 洗衣粉高塔喷粉生产工艺清洁生产方案

### B.1.2.1 配料工段的清洁生产方案

#### 1) 配料工段的资源和环境问题

配料工段除必须的原材料外，需要消耗一定的电和水。

#### 2) 原因分析

配料中需要将物料溶化制成一定浓度的料浆，溶解过程需要添加水，并加热、搅拌，使各种物料混合成为均一、细腻、流动性好的料浆，由此形成一定的电力和水的消耗。另外配料罐等设备生产前后需要清洗，也形成一定量的含有洗衣粉的废水，这些清洗废水一般可以作为制备料浆的用水被消耗。

料浆中的水，除少量残留在成品中外，大部分在洗衣粉干燥成型阶段，被蒸发排入大气，蒸汽亦有凝聚下来，但不应有污染。

#### 3) 典型清洁生产方案

控制料浆温度，根据现有的生产经验，料浆温度在 60℃ 时左右，有利于生产。

按物料溶解性的难易、比重的高低、用量的多少依次按序投料溶解。

采用连续配料工艺代替间歇式配料工艺。自动配料一般在密封状态下操作，料浆混合时带气现象较少，可使料浆流动性好。一般自动配料可使料浆浓度增加 3%~6%，这样在不增加任何能量消耗的情况下，使下一工段的喷粉能力提高 30%~40%。

### B.1.2.2 喷雾干燥成型的清洁生产方案

#### 1) 喷雾干燥成型的资源和环境问题

洗衣粉喷雾干燥成型需要消耗大量的能源，产生废气、粉尘排放，以及少量废水、COD、

LAS 等污染物和固体废物，为洗衣粉制造中能耗、污染物排放的首要环节。

### 2) 原因分析

喷雾干燥过程是将含水量为 40%左右的料浆通过蒸汽干燥成约 10%左右的粉体，因此生产中需要消耗大量的蒸汽，并形成大量的废气通过空气洗涤器外排。在废气的排放过程中，同时会携带少量洗衣粉的细粉，产生粉尘污染。废水来源于对塔的冲洗、空气洗涤器的清洗和渗漏溢溅水。固体废渣则是由于生产品种的变化和可燃沉积物形成，在对喷粉塔定期清洗时收集。

### 3) 典型清洁生产方案

根据设备条件合理安排生产。保持稳定连续的生产，减少品种的更换次数，可有效回用生产中产生的废水、固体废渣，减轻环境污染。洗衣粉生产企业现状是，有些工厂洗涤水进行全循环，废水排放率很小，有些工厂废水全部排放入城市下水道，大部分工厂是在两者之间。

配方的组成对成型影响很大，可以通过调整配方结构来改善产品质量，提高产量。

控制料浆温度在合适的范围内。例如，当料浆中总固体物在 60%时，温度在 60℃~70℃时，通常可以获得较低的料浆粘度和较好的流动性。

在保证料浆流动性良好的前提下适当增加料浆的浓度有利于提高产量，增加产品密度，降低热能消耗。料浆浓度一般控制在 60%左右，有时可以增加至 65%。但为了便于输送和喷粉，提高料浆浓度存在一定限度。

尽量避免料浆中溶入空气，使得喷雾容易，且产品密度大，生产量相应提高。

雾化粒子的状态，与喷嘴的型式、孔径的大小、喷射角度、高压泵的压力等有直接关系，应经常观察塔内雾化情况，随时调整喷枪角度，使其达到理想状态。

采用一次性投资费用大的逆流型压力喷嘴式干燥器设计，有利于生产，提高产品质量。

采用高效、节能的热风炉，燃料选择热值高、燃烧充分、污染少的清洁能源，减少对空气的污染。

## B.1.2.3 后配料、包装工段的清洁生产方案

### 1) 后配料、包装工段的资源环境问题

洗衣粉后配料、包装工段的资源环境问题较轻，除必要的电力消耗外，对环境的影响是有少量废气及粉尘、废水及 COD、LAS 污染。另外在配料和包装中存在一些散落的洗衣粉，形成固体废物。

### 2) 原因分析

洗衣粉是比重较轻的粉体，比重通常在 0.30g/cm<sup>3</sup>~0.60g/cm<sup>3</sup> 之间，且存在一定数量的过于细小的颗粒，在加工、包装过程中这些颗粒物会漂浮在空气中，污染生产环境并对员工造成伤害。废水及其污染物的产生则是由于对生产设备、场地的清洗造成。

### 3) 典型清洁生产方案

对配料、包装设施中洗衣粉输送流水线进行密闭式改造，使之尽量少地裸露，减少洗衣粉粉尘的产生。在生产车间安排必要的排风设施，以改善工作环境。

收集清洗设备的废水、散落的洗衣粉废物，作为生产原料，重新溶料后投入生产。

## B.1.3 液体洗涤剂生产工艺的清洁生产方案

### B.1.3.1 水质净化处理的清洁生产方案

#### 1) 水质净化处理的资源环境问题

液体洗涤剂生产原料用水和工艺用水需根据产品品种、生产工艺、产品质量、设备材料

等对水质的要求进行相应的处理,纯水制备中不仅消耗电能,同时也伴有一定量的废水产生。

### 2) 原因分析

水作为液体洗涤剂生产的重要物料,约占产品本身成分的80%以上。制备一吨纯水需消耗自来水1.5吨~2吨,将直接形成0.4吨~0.8吨的废水排放。选择节能、降耗、节水的水质纯化制备工艺,是液体洗涤剂生产企业降低资源消耗、实现清洁生产的重要环节之一。

### 3) 典型清洁生产方案

对于常用的离子交换结合反渗透法制备纯水设备,实现节能降耗的典型操作单元是增加渗透膜工作面积,降低渗透膜工作阻力,从而提升出水量。

另外,纯水制备产生的工艺废水中污染物较少,应实行分流,经简单处理后对这部分废水实现综合利用。

## B.1.3.2 配制过程的清洁生产方案

### 1) 配制过程的资源环境问题

液体洗涤剂的生产一般有热混和冷混两种配制方法,大部分配制是采用热混法。热混法生产工艺过程中的加热、冷却两个环节需消耗一定量的热能源和水资源。

### 2) 原因分析

相对于冷混法,热混法生产周期长、能耗大、生产成本低。因此,混配工序可采用技术手段或调整配方,尽量采用冷配制的工艺生产。

### 3) 典型清洁生产方案

冷配制生产工艺:先将部分易溶解的物料加入水中,在常温下预先溶解;针对少数不易溶解的物料采用技术手段或部分加热的方式溶解后再加入已预先溶解的物料中。另外选择原料规格,也能有效节能降耗,例如对于常用表面活性剂“脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠 AES”,市场上有70型和28型两种规格,70型有效物含量为70%,使用中添加量小,包装、运输的成本也小,但生产中需要加热溶解,因此应用时将消耗较多的人工和电力。而28型有效物含量为28%,因此使用中添加量大,包装、运输的成本也大,但因为其为水溶液,溶解方便,生产中耗用人工和电力都较少,同时原料中的水可以作为终端产品中水分的一部分,减少了生产中对纯水的需求。所以企业需要综合考虑原料价格、运输成本、生产状况等因素选择合适的原料规格。

## B.1.3.3 生产设备清洗及消毒

### 1) 典型资源和环境问题的产生节点

一般液体洗涤剂均是多品种生产,因此在更换产品品种时设备的清洗和消毒是生产过程的一个必备的程序,这一操作也是生产中水资源消耗、产生工业废水和COD、LAS等污染物的主要环节。

### 2) 原因分析

液体洗涤剂生产设备的清洗方法一般有:浸泡、喷雾、局部清洗、高压冲洗和内部循环清洗。由于设备和管线上的沉积物和粘附污物的清除较难,尤其是处于死角的残渣,因此常需要浸泡、溶解,并结合机械作用才可清除。经清洗后的设备有时需要进行消毒处理,消毒方法有蒸汽或热水消毒、化学消毒。对于生产企业来说,选择适当的设备清洗方法和消毒方式是企业清洁生产最具潜力和机会的环节。

### 3) 典型清洁生产方案

优化产品生产计划,减少产品切换次数。

设计安装物料,清洗水自流排空装置,减少物料残留量,便于清洗。

对生产设备（要耐压、密闭）进行改造，使能够利用生产中剩余蒸汽加压直接冲洗设备系统，在蒸汽冲洗的同时也对设备系统进行了有效的消毒。该方式即利用了废蒸汽，同时大大减少了废水产生量，降低了生产成本，节约了水资源，还可将富集的回收物或回用或作为职工福利使用，实现废水零排放。

## B.2 行业清洁生产管理方案

由于生产企业管理水平的差异，类似的生产设备、场地规模等条件，会产生不同的清洁生产结果，因此需要重视实施清洁生产管理方案。表 B.3 列出了肥皂及洗涤剂行业一些常用的清洁生产管理方案（无/低费），具体清洁生产审核可参照所列思路开展工作，同时要根据企业自身实际情况，引导员工发现各种影响清洁生产的问题隐患，提出更为有效的清洁生产管理方案。

表 B.3 肥皂及洗涤剂行业清洁生产管理方案汇总表

方案归属	方案名称	方案简介	方案属性	预计效果
原辅材料和能源	严格原辅料验收	加强原辅材料的质量验收、杜绝不合格原辅材料进入生产阶段	无/低费	提高原材料利用率与产品合格率
	合理选择包装材料	根据产品特点，合理选用包装材质和结构设计。尽可能采用可循环可降解的材料	无/低费	减少固体废物对环境的危害
	燃油、煤等燃料的采购	合理选用性价比高、燃烧后污染物排放少的燃料	无/低费	节能
工艺技术	水的综合利用	完善产品结构，将肥皂、液体洗涤剂生产车间排放的工业废水作为洗衣粉制造生产用水，提高水的综合利用	无/低费	节约资源，减少废水产生，实现清洁生产
	降低能耗的设计	加热与冷却设施外表采用绝热材料	无/低费	减少冷热消耗、节能
设备	使用节水设备	用水设施尽量采用节水型号，分户计量，详细记录用水情况，发现与常规操作的偏离，及时解决	无/低费	节约水资源，减少污水量
	优化管路系统和装备	优化管路系统和装备，提高装载、卸载和管路的自动排污能力	无/低费	减少产品损失
	阀门和备件加标记	识别和标记所有的阀门和备件，防止操作安装错误	无/低费	防止误操作损失
	定期检修设备、反应釜等	对生产设施进行定期检修维护，保持正常运行状态	无/低费	确保生产正常，避免不必要的损失和能源、资源的浪费
	做好液体洗涤剂煮制设备、储缸内壁、管路内壁的重防腐	液体洗涤剂煮制设备、储缸内壁、管路内壁易发生腐蚀，通过重防腐处理解决	无/低费	减少设备腐蚀，保证产品合格，延长设备寿命
过程控制	油脂制皂反应过程监控记录	对于采用油脂制取肥皂的生产，应根据原料、设备、工艺要求开展生产，并详细记录各反应阶段的物料变化，做好处理可能发生异常现象的准备。	无/低费	提高产品质量，降低次品率
	按配方要求的条件开展生产	高塔喷粉操作条件与产品配方、原料品种有很大关系，企业应保存详细的工艺操作技术文件，并保证生产时严格按产品配方与技术文件要求开展生产	无/低费	提高产品质量，降低次品率

方案归属	方案名称	方案简介	方案属性	预计效果
产品	避免运送损失	避免产品或中间产品在储存和运送过程中的破损和漏失	无/低费	提高资源利用率、减排
	不合格产品	根据不合格原因分别处理	无/低费	提高资源利用率、减排
废物	生产排水清浊分流	根据各工序排水情况，综合利用污染物少的废水，减轻污水处理负担	无/低费	提高资源利用率、节水、减排
	对废物进行分类回收处理	破损、废弃的包装材料等废物，根据其材质，采用适合的方法或委托专业公司进行处理	无/低费	减少废物量，节约成本
	危险废物的回收管理	制定《危险废物回收和处置管理规程》，并严格实施	无/低费	安全生产，避免事故
生产管理	合理制定生产计划	优化产品生产计划，减少生产中产品品种切换次数和设备清洗的频率	无/低费	节能、节水、减排、增效
	计划采购	有计划地批量采购原辅料并规范化保存	无/低费	减少购置运输成本及损耗、有效利用贮存空间
	杜绝跑、冒、滴、漏	杜绝原料、水、蒸汽等泄露现象	无/低费	节能、节水、减少原料损失
	合理有效的绩效考核	建立并实施有效的岗位绩效考核制度，完善各项指标的控制	无/低费	提高劳动效率
	仓库装卸管理	禁止对原料和成品的不当装卸，并及时做好散落物料的回收工作	无/低费	减少固废的产生量，节约成本
	污水站日常运行和维护	根据污水处理站的运行需要，做好维护管理	无/低费	保证污水处理效果，减少环境污染
员工	定期培训员工技术技能	培训包括日常操作、启动、停机、清洗、维修、非正常情况下的应急处理	无/低费	有利于提高生产力，实现节能、节水、减排的目的
	明确不同人员的岗位职责	管理人员和员工共同承担工艺操作和工作中可能的风险，保持监测标准和操作条件的一致性	无/低费	保证生产有序开展，清洁生产方案的有效实施
	开展清洁生产知识的宣传普及	利用合理有效的方式开展清洁生产工作的宣传工作，培养并建立全体员工参与清洁生产的主动意识	无/低费	持续清洁生产审核的基础和条件

### B.3 行业清洁生产发展的机会、潜力和趋势

#### B.3.1 行业清洁生产机会

目前，我国肥皂及洗涤剂行业的清洁生产尚处于起步阶段，有关行业的清洁生产标准、清洁生产评价指标体系已完成制定。有些生产企业根据自身的技術能力、財力以及发展的需要，着手开展清洁生产管理，并实施了清洁生产审核。以肥皂及洗涤剂清洁生产标准中技术指标的三级水平来分析当前行业企业的清洁生产现状，行业内大型企业基本可达到三级水平，并有一定数量的企业可以达到一、二级水平；中型企业的清洁生产水平相对低些；小型企业的清洁生产水平普遍较低。针对清洁生产指标要求，受生产自动化程度和管理水平的差异，不同企业间的清洁生产区别较大的是单位产品综合能耗、取水量、废水产生量和水的综合利用率。与国外相比，国内洗涤剂产品主要是普通洗衣粉，这种产品相对浓缩型洗衣粉、液体洗涤剂的能耗、资源消耗较高，因此肥皂及洗涤剂行业开展清洁生产，降低水耗、能耗水平有比较大的提高空间。

#### B.3.2 行业清洁生产潜力和趋势

根据行业现状和生产特点分析行业清洁生产潜力和趋势，肥皂及洗涤剂行业实施清洁生

产的主要目标是：从原料到产品的生产全过程中，最大限度地减少用水量，降低综合能源的消耗、提高废水的综合利用率、减少废水排放量，从而达到节能、降耗、减排的目的。实现这一目标的潜力和机会分析如下：

a) 企业要建立完整的环境管理体系和制度，加强对员工的培训教育，提高职工环保意识，杜绝日常由人为造成的资源能源浪费和污染；

b) 完善产品结构调整，提高浓缩、高效、环保的洗涤剂产量，提高资源、能源利用率，减少浪费和对环境的污染；

c) 生产废水实行清浊分流，充分提高废水的综合利用率，降低废水的处理成本；

d) 生产多种类产品的企业，利用各种类产品对生产用水要求的差异，对工艺废水采用内部闭路循环或工艺间循环使用的方式，以达到废水的少排放或零排放；

e) 依靠技术手段，实现生产工艺的每一环节要合理使用、利用能源，从而有效降低综合能耗，降低生产成本。





C.5 输入物料汇总表

项目	物料				
	物料一	物料二	物料三	.....	.....
物料种类					
名称					
物料功能					
主要成分特性					
形成的主要废物成分及特性					
年消耗量					
单位价格					
年总成本					
输送方式					
包装方法					
储存方法					
内部运输方法					
库存管理					
储存期限					
供应商是否回收	到储存期限的物料				
	包装材料				
可能的替代物料					
可能选择的供应商					
其他资料					
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页					
注：1) “输入物料”指生产使用所有物料，包括包装材料及生产中间环节所用的但未包含在最终产品中的材料 2) 按年计量填写； 3) “物料功能”，指原料、辅料、包装材料等； 4) “输送方法”，指管线、槽车等； 5) “包装方法”，指塑料袋、编织袋、纸箱等； 6) “储存方法”，指有仓库、堆场等； 7) “内部运输方法”，指用泵、叉车、气动运输、输送带等； 8) “包装材料管理”，指排放、清洁后重复使用、退回供应商、押金系统等； 9) “库存管理”指先进先出或先进后出。					

C.6 主要设备情况表

序号/类别	设备名称	功能	设备型号	数量	出厂时间	产地	设计能力/(t/h)	实际产能/(t/h)	年均运行时间/h	运行状况及存在的主要问题
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页										

C.7 产品汇总表

项目	物料			
	产品一	产品二	产品三	...
产品种类				
产品名称				
主要原料				
年总产量				
年原料总消耗量				
年生产天数				
产品包装方式				
产品厂内储存方式				
厂内储存期限				
运输方式				
包装是否回收(是/否)				
产品储存期限				
吨产品排放废水量(吨)				
备注				
填表人: _____; 审核人: _____; 填表日期: _____; 第 页 共 页				

C.8 工艺表

产品名称:
工艺名称:
主要设备:
工艺流程与简介:
工艺生产类型: <input type="checkbox"/> 连续生产 <input type="checkbox"/> 间歇生产 <input type="checkbox"/> 批量生产 <input type="checkbox"/> 其他
可能存在的问题:
填表人: _____; 审核人: _____; 填表日期: _____; 第 页 共 页

## C.9 污染物产排现状及特性表

工段名称: \_\_\_\_\_

1.	废物名称: _____
2.	废物特性: _____ 特性简介: _____ 主要污染物: _____ 污染浓度 (如有分析报告请附上): _____ 所执行的环境标准、法规: _____ 污染物所造成的问题: _____
3.	排放种类: <input type="checkbox"/> 连续; <input type="checkbox"/> 不连续; 若不连续, 其类型: <input type="checkbox"/> 周期性: <input type="checkbox"/> 周期时间:                   ; <input type="checkbox"/> 偶尔发生 (无规律)
4.	产生量: _____
5.	排放量: _____
6.	最大排放量: _____; 平均排放量: _____;
7.	处理处置方式: _____ _____ _____
8.	发生源: _____ _____
9.	发生形式: _____ _____
10.	是否分流 <input type="checkbox"/> 是, 如何分流 _____ <input type="checkbox"/> 否, 与何种废物合流 _____
填表人: _____; 审核人: _____; 填表日期: _____; 第 页 共 页	

C.10 主要污染物治理情况表

设施名称：_____；处理废物种类：_____；建成日期：_____										
建成投资：_____万元；设计处理量：_____；实际处理量：_____；年运行费用：_____										
年耗电量：_____千瓦时；运行天数：_____（天/年）_____（天/月）；监测频率：_____（次/月）										
污染物名称	实际处理量		入口浓度			出口浓度			污染物去除量	说明
	平均值	最大值	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值		
处理方法及工艺流程图：										
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页										

C.11 企业近三年原辅材料和能源消耗表

序号	原辅材料及能源名称	产品/车间/工段	年					年					年					定额
			产能/产量	消耗总量	单耗	单价	总费用	产能/产量	消耗总量	单耗	单价	总费用	产能/产量	消耗总量	单耗	单价	总费用	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
填表人：_____；			审核人：_____；			填表日期：_____；			第 页 共 页									

C.12 企业近三年产品情况表

产品名称	生产车间	产品单位	近三年年产量			近三年年产值			占总产值比例			备注
			____年	____年	____年	____年	____年	____年	____年	____年	____年	
填表人：_____；			审核人：_____；			填表日期：_____；			第 页 共 页			

C.13 企业近三年污染物情况表

类别	名称	年排放量			单位产品消耗量				备注
		____年	____年	____年	____年	____年	____年	定额	
废水									
废气									
固废									
其他									
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页									

## C.14 与相关行业清洁生产标准指标对比评估表

产品名称：\_\_\_\_\_

对比项目	企业目前情况	清洁生产指标要求			评估结论
		一级	二级	三级	
1.原料合格率 (%)					
2.单位产品消耗原料量 (t/t)					
3.单位产品取水量 (m <sup>3</sup> /t)					
4.单位产品耗电量 (kW·h/t)					
5.单位产品耗煤量 (t/t)					
6.单位产品综合能耗(折合标准煤计算)/(kg/t)					
7.单位产品 COD 产生量 (kg/t)					
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页					

## C.15 清洁生产审核目标设置汇总表

序号	项目	现状/现值	近期目标		远期目标	
			绝对量	相对量/%	绝对量	相对量/%
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页						

C.16 企业废物产生原因分析表

主要废物产生源	原因分类							
	原辅材料和能源	技术工艺	设备	过程控制	产品	废物特性	管理	员工素质
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页								
注：确定每个废物产生源与筛选因素之间的关系，若有影响，则打“√”；若无影响，则打“—”。								

C.17 企业明显易见方案汇总表

序号	方案名称	主要内容	预期效果
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页			

C.18 审核重点单元操作功能说明表

单元操作名称	功能
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页	

C. 19 审核重点物质流实测准备表

序号	监测位置名称	监测项目及频率						备注
		项目	频率	项目	频率	项目	频率	

填表人：\_\_\_\_\_；审核人：\_\_\_\_\_；填表日期：\_\_\_\_\_；第 页 共 页

C. 20 审核重点物质流实测数据表

序号	监测点名称	取样时间	实测结果				备注

填表人：\_\_\_\_\_；审核人：\_\_\_\_\_；填表日期：\_\_\_\_\_；第 页 共 页

注：备注栏中填写取样时的工况条件

C. 21 审核重点的物料和能源衡算分析表

输入			输出		
输入物名称	单位	数量	输出物名称	单位	数量
合计			合计		

填表人：\_\_\_\_\_；审核人：\_\_\_\_\_；填表日期：\_\_\_\_\_；第 页 共 页

C.22 审核重点物料和能源损失原因分析表

物料或能源名称	损失工序	问题	原因分析

填表人：\_\_\_\_\_；审核人：\_\_\_\_\_；填表日期：\_\_\_\_\_；第 页 共 页

C.23 审核重点废物产生原因分析表

废物名称	产生工序	问题	原因分析

填表人：\_\_\_\_\_；审核人：\_\_\_\_\_；填表日期：\_\_\_\_\_；第 页 共 页

C.24 方案汇总表

方案类型	方案编号	方案名称	方案简介	预计投资/万元	预期效果	
					环境效益	经济效益 (万元/年)
原辅材料和能源						
技术工艺改造						
设备维修和更新						
过程控制优化						
产品改造						
废物回收及使用						
加强管理						
员工素质的提高及积极性的激励						
合计						

填表人：\_\_\_\_\_；审核人：\_\_\_\_\_；填表日期：\_\_\_\_\_；第 页 共 页

C.25 方案简易筛选表

筛选原因	方案编号				
	F1	F2	F3	.....	Fn
技术可行性					
环境效果					
经济效果					
实施的难易程度					
对生产和产品的影响					
.....					
结论					
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页					
注：确定每个方案与筛选原因之间的关系，若为正面影响关系，则打“√”；若为负面影响关系，则打“×”。					

C.26 方案的权重与得分评判依据表

因素	权重		得分	
	权重取值	依据	分数范围	评判依据
环境效果				
经济效果				
技术可行性				
可实施性				
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页				
注：1) 环境效果，权重值 W=8-10。主要考虑是否减少对环境有害物质的排放量及其毒性；是否减少了对人工安全的健康的危害；是否能够达到环境标准等。				
2) 经济可行性，权重值 W=7-10。主要考虑费用效益比是否合理。				
3) 技术可行性，权重值 W=6-8。主要考虑技术是否成熟、先进；能否找到有经验的技术人员；国内外同行业是否有成功的先例；是否易于操作、维护等。				
4) 可实施性，权重值 W=4-6。主要考虑方案实施过程中对生产的影响大小；施工难度，施工周期；工人是否易于接受等。				

C. 27 高费方案的权重总和计分排序表

权重因素	权重值 (W)	方案得分							
		方案一		方案二		方案三		.....	
		R	R×W	R	R×W	R	R×W	R	R×W
环境效果									
经济效果									
技术可行性									
可实施性									
总分	--								
排序	--								
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页									

C. 28 高费方案说明表

方案编号：\_\_\_\_\_

方案名称	
要点	
主要设备	
主要技术经济指标（包括费用及效益）	
可能产生的环境影响	
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页	

C. 29 无/低费方案实施效果的核定与汇总表

方案编号	方案名称	实施时间	投资(万元)	运行费(万元/年)	经济效益(万元/年)	环境效益			
小计									
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页									

## C.30 投资费用统计表

方案名称: \_\_\_\_\_

- |                          |
|--------------------------|
| 1. 基建投资: _____           |
| (1) 固定资产投资: _____        |
| ①设备购置: _____             |
| ②物料和场地准备: _____          |
| ③与公用设施连接费(配套工程费): _____  |
| (2) 无形资产投资: _____        |
| ①专利或技术转让费: _____         |
| ②土地使用费: _____            |
| ③增容费: _____              |
| (3) 开办费: _____           |
| ①项目前期费用: _____           |
| ②筹建管理费: _____            |
| ③人员培训费: _____            |
| ④试车和验收费用: _____          |
| (4) 不可预见费用: _____        |
| 2. 建设期利息费: _____         |
| 3. 项目流动资金: _____         |
| (1) 原材料、燃料占用资金的增加: _____ |
| (2) 在制品占用资金的增加: _____    |
| (3) 产成品占用资金的增加: _____    |
| (4) 库存现金的增加: _____       |
| (5) 应收账款的增加: _____       |
| (6) 应付账款的增加: _____       |
| 总投资汇总(1+2+3): _____      |
| 4. 补贴: _____             |
| 5. 总投资费用(1+2+3+4): _____ |

填表人: \_\_\_\_\_; 审核人: \_\_\_\_\_; 填表日期: \_\_\_\_\_; 第 页 共 页

## C.31 运行费用和收益统计表

方案名称: \_\_\_\_\_

1. 年运行费用总节约金额 (P): \_\_\_\_\_  
 $P = (1) + (2)$ : \_\_\_\_\_
- (1) 收入增加额: \_\_\_\_\_  
 ①由于产量增加的收入: \_\_\_\_\_  
 ②由于质量提高, 价格提高的收入增加: \_\_\_\_\_  
 ③专项财政收益: \_\_\_\_\_  
 ④其他收入增加额: \_\_\_\_\_
- (2) 总运行费用的减少额: \_\_\_\_\_  
 ①原材料消耗的减少: \_\_\_\_\_  
 ②动力和燃料费用的减少: \_\_\_\_\_  
 ③工资和维修费用的减少: \_\_\_\_\_  
 ④其他运行费用的减少: \_\_\_\_\_  
 ⑤其他废物处理/处置费用的减少: \_\_\_\_\_  
 ⑥销售费用的减少: \_\_\_\_\_
2. 新增设备年折旧费 (D): \_\_\_\_\_
3. 应税利润 (T) = P-D: \_\_\_\_\_
4. 净利润 = 应税利润 - 各项应纳税金: \_\_\_\_\_
- (1) 增值税: \_\_\_\_\_  
 (2) 所得税: \_\_\_\_\_  
 (3) 城建税和教育附加税: \_\_\_\_\_  
 (4) 资源税: \_\_\_\_\_  
 (5) 消费税: \_\_\_\_\_

填表人: \_\_\_\_\_; 审核人: \_\_\_\_\_; 填表日期: \_\_\_\_\_; 第 页 共 页

注: (1) “收入增加额”为负则表示收入减少; (2) “总运行费用的减少额”为负则表示总运行费用增加。

C.32 方案经济评估指标汇总表

经济评价体系	方案1	方案2	方案3	方案...
1. 总投资费用				
2. 年运行费用总节省金额				
3. 新增设备年折旧费				
4. 应税利息				
5. 净利值				
6. 年增加现金流量				
7. 投资偿还期				
8. 净现值				
9. 净现值率				
10. 内部收益率				
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页				

C.33 方案的可行性分析结果汇总表

方案名称、类型：
方案基本原理：
方案简述：
获得何种效益：
国内外同行业水平：
方案投资：
影响下列废物：
影响下列原料和添加剂：
影响下列产品：
技术评估结果简述：
环境评估结果简述：
经济评估结果简述：
填表人：_____；审核人：_____；填表日期：_____；第 页 共 页

## C.34 清洁生产方案实施计划表

方案名称：\_\_\_\_\_

编号	任务	期限	时 标											负责部门和负责人	
填表人：_____；			审核人：_____；			填表日期：_____；			第 页 共 页						

注：（1）“时标”以条形图显示任务的起始日期和期限；（2）两个任务间的联系用任务间所画箭头表示。

## C.35 已实施清洁生产方案（按费用大小分类）统计及效益汇总表

筛选方案	方案编号	方案名称	实施时间	投资（万元）	运行费（万元/年）	环境效益	经济效益（万元/年）	
无/低费方案								
小计								
中/高费方案								
小计								
合计								
填表人：_____；			审核人：_____；			填表日期：_____；		第 页 共 页

## C.36 拟实施清洁生产方案（按费用大小分类）统计及效益汇总表

筛选方案	方案编号	方案名称	实施时间	投资（万元）	运行费（万元/年）	环境效益	经济效益（万元/年）	备注
无/低费方案								
小计								
中/高费方案								
小计								
合计								
填表人：_____；			审核人：_____；			填表日期：_____；		第 页 共 页

注：备注栏里对审核重点的清洁生产方案作一标记

C.37 已实施清洁生产方案（按审核八个方面分类）统计及效益汇总表

方类型案	方案编号	方案名称	方案简介	投资（万元）	效果	
					环境效益	经济效益（万元/年）
原辅材料和能源						
技术工艺改造						
设备维修和更新						
过程控制优化						
产品改造						
废物回收及使用						
加强管理						
员工素质的提高及积极性的激励						
合计						
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页						

C.38 拟实施清洁生产方案（按审核八个方面分类）统计及效益汇总表

方类型案	方案编号	方案名称	方案简介	预计投资（万元）	预期效果	
					环境效益	经济效益（万元/年）
原辅材料和能源						
技术工艺改造						
设备维修和更新						
过程控制优化						
产品改造						
废物回收及使用						
加强管理						
员工素质的提高及积极性的激励						
合计						
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页						

C.39 已实施清洁生产方案与清洁生产指标对比分析表

对比项目	清洁生产指标要求			实施前		实施后		对比分析
	一级	二级	三级	指标值	级别	指标值	级别	
1. 原料合格率 (%)								
2. 吨产品消耗原料量 (t/t)								
3. 吨产品耗水量 (t/t)								
4. 吨产品耗电量 (kW·h/t)								
5. 吨产品耗煤量 (t/t)								
6. 综合能耗 (GJ/t)								
7. 吨产品 COD 产生量 (kg/t)								
填表人: _____; 审核人: _____; 填表日期: _____; 第 页 共 页								

C.40 计划方案实施后对清洁生产指标影响一览表

对比项目	清洁生产指标要求			实施前		实施后		分析
	一级	二级	三级	指标值	级别	指标值	级别	
1. 原料合格率 (%)								
2. 吨产品消耗原料量 (t/t)								
3. 吨产品耗水量 (t/t)								
4. 吨产品耗电量 (kW·h/t)								
5. 吨产品耗煤量 (t/t)								
6. 综合能耗 (GJ/t)								
7. 吨产品 COD 产生量 (kg/t)								
填表人: _____; 审核人: _____; 填表日期: _____; 第 页 共 页								

C. 41 本次清洁生产审核后取得的经济与环境效益汇总表

类别	项目	数量	单位	增收节支
节能降耗	节水			
	节电			
	节煤(或天然气等其他燃料)			
	节省表面活性剂			
	节省其他原辅材料			
	节省包装材料			
	……			
“三废”消减	废水			
	COD			
	表面活性剂(LAS)			
	……			
	废气			
	SO <sub>2</sub>			
	……			
	废渣			
……				
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页				

C. 42 本次清洁生产审核后对清洁生产目标值影响变化情况表

序号	单位产品指标	审核前	审核后	消减量	计划目标值	国内先进水平	国外先进水平
1	电 耗						
2	水 耗						
3	燃料消耗						
4	综合能耗						
5	废水总量						
6	废气总量						
7	固废总量						
8	COD 总量						
9	……						
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页							

C. 43 本次清洁生产审核指标与行业清洁生产指标对比表

对比项目	清洁生产指标要求			审核前		审核后		对比分析
	一级	二级	三级	指标值	级别	指标值	级别	
1. 原料合格率(%)								
2. 吨产品消耗原料量 (t/t)								
3. 吨产品耗水量 (t/t)								
4. 吨产品耗电量 (kW·h/t)								
5. 吨产品耗煤量 (t/t)								
6. 综合能耗(GJ/t)								
7. 吨产品 COD 产生量 (kg/t)								
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页								

C. 44 持续清洁生产计划表

计划分类	主要内容	开始时间	结束时间	负责部门
下一轮清洁生产审核工作计划				
机构组成				
清洁生产方案的实施计划				
清洁生产技术的研究与开发计划				
员工清洁生产培训计划				
填表人：_____； 审核人：_____； 填表日期：_____； 第 页 共 页				

**附录D**  
**(资料性附录)**  
**企业清洁生产审核通用检查清单示例**

检查清单应从原辅材料和能源、技术工艺、设备、过程控制、产品、污染物、管理、员工等方面进行设计。例如：

原辅材料的种类、数量、质量是否满足生产要求？运输、贮存、使用方式以及利用率？
生产过程是否全过程自动控制，还是部分自动控制？采用何种生产工艺？设备清洗、消毒采用什么方法？
主导工艺的运行状况、各个环节的运行情况？
设备、器具、场地清洗水以及生产人员清洁水的用量与处置情况？是否清、污分流？是否利用二次水源？
全厂的蒸汽、热水、冷水管道和设备是否具有保温措施？各工序冷却水利用情况
废物的循环利用率、废弃成品、半成品、原料的处理、处置情况？
车间内卫生情况如何？是否定期清洗地面和设备的积尘？是否建立奖惩制度？
是否具有健全的设备维护保养制度？执行情况如何？跑冒滴漏现象是否严重？职责是否明确到人？
各生产岗位是否有现行有效的操作规程？是否建立岗位责任制？执行情况如何？是否建立奖惩制度？
清洗设备产生的污染物排放情况？综合废水及污染物产生和排放浓度？年产生和排放废水量？废水处理工艺？
废水污染物排放执行什么标准？几级标准？
产品质量在国内处于什么水平？产品执行的标准水平如何？
员工操作技能、个人素质、环保意识如何？
全员是否有定期的培训机会和清洁生产培训内容？

附录E  
(规范性附录)  
清洁生产审核报告大纲

## E.0 前言

说明编制清洁生产审核报告的目的、意义、总体要求等

## E.1 企业概况

### E.1.1 企业基本情况

### E.1.2 组织机构

## E.2 审核准备

### E.2.1 审核小组

### E.2.2 审核工作计划

### E.2.3 宣传和教育

注：本章要求填写的图表可以参照附录 C 的审核准备阶段所列工作表。

## E.3 预审核

### E.3.1 企业生产概况

#### E.3.1.1 企业概况

#### E.3.1.2 企业生产现状

#### E.3.1.3 企业近三年原辅材料和能源消耗

#### E.3.1.4 主要设备一览表

### E.3.2 企业环境保护状况

给出企业的环境管理现状，包括环境管理机构人员设置，相关环境管理制度设置和执行情况，企业环境影响评价制度和“三同时”制度等执行状况等；

给出企业污染物种类、产排现状、污染物浓度和总量达标状况以及污染物治理方式和防控措施等。

### E.3.3 企业清洁生产水平评估

与行业清洁生产标准、行业清洁生产评价指标体系等比较；有条件时可以与行业内先进企业指标进行比较分析评估，给出企业清洁生产问题的汇总状况。

### E.3.4 确定审核重点

### E.3.5 设置清洁生产目标

### E.3.6 提出和实施明显易见方案

注：本章要求填写的图表可以参照附录 C 的预审核阶段所列工作表。

## E.4 审核

### E.4.1 审核重点概况

#### E.4.1.1 审核重点概况

#### E.4.1.2 审核重点工艺流程

### E.4.2 输入输出物流（能流）的测定

### E.4.3 物料平衡（包括物料、水、污染因子、能源分析）

### E.4.4 能耗、物耗以及污染物产排现状原因分析

注：本章要求填写的图表可以参照附录 C 的审核阶段所列工作表。

## E.5 方案的产生与筛选

### E.5.1 方案汇总

- E. 5. 1. 1 方案产生
- E. 5. 1. 2 方案汇总
- E. 5. 2 方案筛选
- E. 5. 3 方案研制
- E. 6 方案的确定
- E. 6. 1 技术评估
- E. 6. 2 环境评估
- E. 6. 3 经济评估

注：本章要求填写的图表可以参照附录 C 的方案的产生与筛选阶段所列工作表。

- E. 7 方案的实施
- E. 7. 1 已实施方案评估
- E. 7. 1. 1 汇总已实施的无 / 低费方案的成果
- E. 7. 1. 2 评价已实施的中 / 高费方案的成果
- E. 7. 1. 3 分析总结已实施方案对企业的影响
- E. 7. 2 拟实施方案评估
- E. 7. 2. 1 汇总拟实施方案计划
- E. 7. 2. 2 拟实施方案筹措资金
- E. 7. 2. 3 汇总拟实施的无 / 低费方案的成果
- E. 7. 2. 4 评价拟实施的中 / 高费方案的成果
- E. 7. 2. 5 分析总结拟实施方案对企业的影响
- E. 7. 3 全部方案实施后评估
- E. 7. 3. 1 汇总全部方案实施后的成果
- E. 7. 3. 2 分析总结全部方案实施后对企业的影响

注：本章要求填写的图表可以参照附录 C 的方案的实施阶段所列工作表。

- E. 8 持续清洁生产
- E. 8. 1 建立和完善清洁生产组织
- E. 8. 2 建立和完善清洁生产制度
- E. 8. 3 持续清洁生产计划

注：本章要求填写的图表可以参照附录 C 的持续清洁生产计划阶段所列工作表。

## E. 9 结论

主要包括的内容为：企业产污、排污现状（审核结束时）所处水平及其真实性、合理性评价；是否达到设置的清洁生产方案的成果总结；已实施的清洁生产方案的成果总结；拟实施的清洁生产方案的效果预测等。

**附录F**  
**(资料性附录)**  
**企业清洁生产审核案例**

### F.1 企业概况

某肥皂及合成洗涤剂综合性生产企业，具有年生产洗衣粉 10 万吨，肥皂 3.5 万吨，液洗洗涤剂 6 万吨，工业表面活性剂 3.5 万吨的能力。该企业位于南方发达地区的城市中心地区，有 47 年的历史，占地面积 13 万平方米，现有员工 700 人，其中专业技术人员 170 人，属肥皂及合成洗涤剂行业的中大型骨干企业。2007 年总资产为 7.0 亿元，实现营业收入 9.2 亿元，利润总额 1.7 亿元。经济效益、社会效益和环境效益在国内居领先地位，为公开上市的股份制公司。

该公司主导产品洗衣粉生产采用高塔喷粉工艺；肥皂生产采用外购皂粒内部复配加工定型制造；液体洗涤剂生产采用烷基苯磺酸钠自产，其他原料外购，混合配制的生产加工方式。这些产品生产中主要的污染物是废水、及洗衣粉生产时的废气和粉尘。

### F.2 审核准备

#### F.2.1 组建企业清洁生产审核小组

成立了以公司总经理任组长的清洁生产审核领导小组，负责公司清洁生产审核工作的全面组织和协调，领导小组下设副组长 1 名，其他来自公司内部二级单位的主管 13 人为成员。审核领导小组下设审核工作小组，由副总经理兼公司总工程师担任组长，另设 1 名副组长和 11 名成员，同时确定了审核小组的各成员在清洁生产审核工作过程中的职责和分工。

#### F.2.2 制定审核工作计划

审核工作机构成立后，公司在当地环保产业协会的帮助下，拟定了工作计划，根据审核准备、预审核、审核、方案的产生和筛选、可行性分析、方案实施、编写审核报告和持续清洁生产等 8 个方面确定工作内容，并开始实施。

#### F.2.3 宣传和教育

组织召开了清洁生产审核动员大会，公司领导和技术依托单位专家在会上介绍了清洁生产审核的重要性，对全体员工进行了审核动员工作。为有效开展审核工作，公司对有关参与审核的具体员工进行了清洁生产审核知识培训，由技术依托单位的顾问讲授《清洁生产促进法》、清洁生产基本知识、企业如何开展清洁生产审核等相关课程，同时公司利用内部网站、黑板报、公司内部报刊等宣传工具进行全员宣贯和多层次培训。使全体职工均认识到企业开展清洁生产的意义以及自己在清洁生产审核中的地位和作用。

在进行清洁生产知识培训和考核的同时，还在全公司范围内开展了提出清洁生产合理化建议的活动，共收集到试卷 696 份，合理化建议 231 条。审核小组对合理化建议进行了分类汇总，供后续的清洁生产审核工作以及进一步产生清洁生产方案参考。

### F.3 预审核

#### F.3.1 现状调研考察

审核小组成员分别到各车间、科室进行深入的调查，收集全厂资料，调查发现废气及粉尘、SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub> 污染物主要来自洗衣粉生产车间和磺化生产车间（制备烷基苯磺酸），各产品的生产车间均有废水排放，其中厂区排放的总废水中有 60% 为非生产性污水，40% 为生产车间污水。固体废物主要来自生活垃圾和污水处理站的污泥，另有少量工业垃圾。噪音主要为压缩气吹气和空调机噪声。

#### F.3.2 确定审核重点

根据现场调研、资料收集和初步分析，以及与同类型企业的类比，基本查明了公司现存的主要问题和薄弱环节。经清洁生产审核小组讨论，确定备选审核重点为四个生产车间，即：洗衣粉生产车间、液洗生产车间、磺化生产车间、香皂生产车间。在此基础上，公司清洁生产审核领导小组和工作小组各成员召开了专题讨论会议，拟定审核重点权重总和计分法，对备选的计划审核部门进行计分排序（结果见表 F.1），由此确定本次清洁生产审核的重点为洗衣粉生产车间。

表 F.1 审核重点权重总和计分排序表

因素	权重值 W(1~10)	备选审核重点生产车间得分 R (1~10)							
		洗衣粉		磺化		液洗		香皂	
		R	R·W	R	R·W	R	R·W	R	R·W
废物流量 (10)	10	7	70	4	40	5	50	2	20
废物的毒性 (8~9)	8	6	48	5	40	4	32	1	8
主要消耗 (7~8)	7	5	35	4	28	3	21	2	14
清洁生产潜力 (4~6)	5	6	30	3	15	4	20	2	10
车间的关心与合作程度 (1~3)	3	6	18	6	18	8	24	7	21
发展前景 (1~3)	2	6	12	8	16	7	14	5	10
总分 $\sum R \cdot W$	—	213		157		161		83	
排序	—	1		3		2		4	

注 1：主要消耗指原辅材料、能源；  
注 2：权重值按高重要性、中重要性和低重要性分别定为 8~10、7~8、4~6 和 1~3；  
注 3：R 值的大小按照各备选审核重点对该权重因子的贡献率来确定，如在废物流量这个权重因子中，洗衣粉生产车间最多，因此其 R 值也最大。

### F.3.3 设置清洁生产目标

根据生产实际情况，结合环境治理要求，制定清洁生产目标见表 F.2 和 F.3。

表 F.2 减污目标值

序号	项目		现状	目标	
				近期（下一年）	中远期（三年后）
1	污染物 排放量	化学需氧量排放量 (t/a)	11.2	11	10.5
2		表面活性剂排放量 (t/a)	0.75	0.60	0.55

表 F.3 节能降耗目标值

序号	项目	现状	目标值	
			近期（下一年）	中远期（三年后）
1	新鲜水消耗 (t/万元)	3.26	3.2	3.0
2	电消耗量 (kW·h/万元)	135.1	132	130
3	蒸汽消耗量(t/万元)	0.12	0.11	0.10

### F.3.4 提出和实施无（低）费方案

在确定审核重点和确定清洁生产目标的过程中，发现了很多清洁生产的机会和存在的问题，经过审核小组的筛选，确定不需要投资或只需少量投资的无/低费方案，一些方案在预审阶段已经实施，这些无/低费方案统一汇总在表 F.7 中。

## F.4 审核

### F.4.1 审核重点简述

洗衣粉的产量和产值均占公司的首位，洗衣粉生产部年产洗衣粉 10 万吨，员工人数 257 人，其中技术人员 10 人。

洗衣粉生产车间采用高塔喷粉工艺，分前配料、喷粉干燥、后配料、包装四个工作，具体工艺流程见附录 A.2.2.1)。

#### F.4.2 审核重点单元操作表及单元操作工艺流程

洗衣粉生产各单元操作见表 F.4。

表 F.4 洗衣粉生产工序中各单元操作功能说明表

一级单元操作	功能	二级单元操作	功能
前配料工序	在生产前和过程中液体和固体原料需要到位并不断送料。固体料利用风送系统将固体原料吹送至储缸，启动风送除尘系统和储缸的反吹系统，开启罗茨风机、送料转阀将原料送至满位；利用泵送将液体原料送至液体储缸，将粉头配制成粉头液。在微机上输入配方，开启搅拌、搅拢、前配料除尘系统等，按下连续生产，配制料浆到高位后等待生产和连续生产。	固体原料风送/液体料泵送	固体物料中元明粉、沸石(或五钠)、纯碱在罗茨风机鼓风压力下通过管道吹送到粉箱，同时在吹送过程中，对流空气中的粉尘通过除尘处理后返回粉仓。
		原料粉箱液体料罐	经过风送的固体物料中元明粉、沸石(或五钠)、纯碱在通过管道吹送到粉箱后，物料收集到粉箱中，而对流空气中的粉尘通过除尘布袋处理后返回粉仓。
		电子秤及质量流量计	在配料过程中，各种固体料通过搅罐下料到电子秤小料斗并输送至搅罐，由此产生的粉尘通过前配料除尘布袋处理后，收集的粉尘返回配料搅罐。
		三级配料锅	1、 1# 配料锅在配料过程中通过各种固体料和液体料的不断计量加入混合后溢漏到 2# 配料锅，2# 锅满后又溢漏到 3# 老化锅，此过程需要加温配料，利用蒸汽盘管加热热水，再通过热水泵注入各配料锅夹套中并不断循环，保证配料温度。 2、 配料过程中，2# 配料锅不断加入在喷粉生产时尾气处理后产生的细粉，重新回到浆料中回溶。
喷粉塔干燥工序	燃煤炉热风将入塔温度调至 400℃，开启尾气除尘风机、提升除尘风机、辅助工程，通知塔顶开启喷枪，按下自动生产。浆料在雾化过程和热风在喷粉塔内进行热交换，把含水量 34% 的液体颗粒干燥成含水 5% 以下的空心颗粒状固体，在塔内的基粉通过塔底皮带输送到风送管，由提升风机抽到 7 楼进行冷却老化和提供一定的势能。尾气温度控制在 105℃ 以下，塔内的尾气经过布袋除尘器除尘后排向大气，过滤出来的细粉重新回溶到 2 号配料锅中，干燥成为颗粒状的基粉进入下一工序。	破碎机	配料锅料浆经过老化以后进入低压泵和破碎机，其中低压泵将料浆压力提高后输送到破碎机对粗粒进行破碎处理以降低喷粉喷枪堵塞机会。而该低压泵及破碎机的转轴在高速运行时均采用水冷却，冷却后的水回到回收池。
		高压泵	经破碎机出来的料浆送到高压泵，利用高压输送到喷粉塔顶进行喷雾干燥，在高压输送过程中由于高压泵压缩柱塞润滑采用冷却水处理并回到回收池再用。
		喷粉塔	在料浆喷雾形成颗粒后由塔顶下坠，而燃煤炉燃烧后产生的热空气从塔中送入，在尾气除尘风机的抽力作用下，热风向上升与喷粉颗粒接触干燥并蒸发水份，颗粒干燥后坠落到塔底出口。经过热风蒸发的尾气带着粉尘微粒进入尾气除尘布袋，粉尘经收集又返回配料锅重新回溶。
		风提沉降老化	塔底出来的洗衣粉称为基粉，需要经过冷却老化定型后再加入后配料。基粉通过提升风机抽送到基粉缸，在抽送过程中产生的粉尘颗粒也经过除尘布袋处理，并将收集的颗粒返回到基粉中。
后配料工序	基粉仓有一定料位后，开启后配料除尘风机，在后配料微机上输入配方，按下启动。从基粉缸出来的基粉通过计量皮带后下到主预混皮带，而纯碱等	一级混合皮带	基粉通过流量计算后给辅助物料纯碱、CPM 信号下料，而纯碱和 CPM 均按配方的进入量而进入一级混合皮带，其过程产生的粉尘通过后配料除尘进行除尘处理并返回产品中。

一级单元操作	功能	二级单元操作	功能
	后混固体和回收不合格粉通过预混皮带下到主预混皮带完成第二次预混。预混后的粉进入混合器，与计量泵出来的香精和非离子完成最后的混和后装入小粉车代检，只有经质量检查各考核指标合格的粉才能进入下一道工序：包装。在混合过程中除尘风机抽出的细粉经过收集后重新返回预混皮带下到主预混皮带混合，形成一个循环系统。	二级混合皮带	二级混合皮带是将基粉和混有其他辅料的洗衣粉再加入活性蛋白酶和蓝点等进行混合，混合过程中产生的粉尘同样经过后配料除尘处理并收集返回成品中。
		混合器	基粉通过一、二级混合皮带加入固体物料后进入混合器，而混合器采用转鼓形式不断翻转并加入液体香精和非离子等。
		小粉车	经过后配料加入所有辅料后并混合好的洗衣粉才算成品，在成品出来时先经过计量装入小粉车，其中每辆小粉车都必须经过质检达到要求才可以进行包装。而洗衣粉在装入小粉车过程中也需除尘系统进行在线除尘并收集后返回成品中。
包装工序	成品粉经过化验分析各指标合格后根据包装安排放粉通道进行放粉，同时启动包装粉振筛系统，对合格粉在包装前再进行一次过滤，包装通过各台半自动包装机进行不同规格包装。	待包粉缸	成品在经过检测分析合格后，根据包装品牌、规格等通知放粉准备包装。
		振筛过滤	在开始包装前，洗衣粉先经过一个振筛进行过滤，其中将粗颗粒或粉头等去除，清出的粉头集中后回溶到料浆中。
		包装机	经过振筛过滤后的洗衣粉进入包装机，并按照不同规格进行装袋，包装机采用半自动方法进行，即自动称重，人工包装，在称重和包装时出现的溢漏用桶接漏，收集后返回放粉缸。
		进仓堆放	包装后的洗衣粉可以按照仓库要求，放置到适当的地方，并且严格遵守先进先出原则。

#### F.4.3 输入输出物流（能流）的测定

审核小组在正常生产条件下，根据工艺特点和物料流向，对洗衣粉车间的输入输出物流（能流）进行了考核。表 F.5 为一年的统计结果，表 F.6 为一个生产阶段的实测结果。

表 F.5 洗衣粉车间年生产物料、能源及产品输入输出对照表

输入					输出		
部位	各种物料(t/a)	水 (t/a)	电 (kW·h/a)	汽 (t/a)	产品	废水(t/a)	废气(m <sup>3</sup> /h)
前配料	54,075	52,917	2,801,478	4,227	59,725	12	105,000
后配料	6,990					其中：COD 24kg； LAS 190g	其中：粉尘 12.7kg/h

表 F.6 洗衣粉车间物料输入输出对照表（以生产无磷洗衣粉 425t 为周期）

物料输入				物料输出		
名称	数量(kg)	固体含量	固体数量(kg)	名称	数量（单位： kg）	
单体	186524	42%	78340.08	无磷粉	425000×97%=412250	
水玻璃	64080	39%	24991.2	废气	沸石粉尘	36.72
ZPB-BASE	5226	79%	4128.54		基粉细粉	334.8
LB-BASE	4754	45%	2139.3		成品细粉	86.4
元明粉	148494	100%	148494			
沸石	53222	78%	41513.16			
小批量	8952	100%	8952			
CPM	57701	100%	57701			
纯碱	40712	100%	40712			
非离子	5559	100%	5559			

香精	994	100%	994		
合计			413524.3	合计	412707.92
注：生产 425t 洗衣粉（洗衣粉含水量约 3%，425 吨洗衣粉固体含量=425×0.97=412.25t）共耗时 36h，耗水 28.8t。物料输入输出的数量以固体含量测算的误差为 0.2%。					

#### F.4.4 能耗、物耗及污染物产排原因分析

具体分析，洗衣粉生产车间污染物产生的原因由以下几个方面造成：

1) 生产设备：固体送料设备采用罗茨风机，利用一定压力的风进行固体料输送。由于原材料的杂质等卡住转阀导致转阀的磨损较大而锁不了气，降低了设备的生产效能；布袋在长时间使用的过程中没有及时更换和定期的清理，导致布袋的透气性能下降。设备和管道经过十多年的运转，存在磨损、腐蚀、老化导致了产品的泄漏等情况；

2) 过程控制、管理和员工：为了增加产量，部分设备进入强化运行的状态，部分工艺生产指标偏离设计要求，提高入塔温度，导致塔内黄黑点增多，加快了扫塔频次，增加了污染物的排放。车间生产员工的工作责任心不够，主动性有所欠缺，不能做到及时发现问题和解决问题。

#### F.4.5 审核重点削减污染物产生的技术措施

受生产原料和工艺路线的限制，污染物的产生不可避免，但是在一定程度上削减污染物的产生是有可能的，主要措施包括：

- 1) 加强生产操作调整，优化工艺指标和过程控制，提高原材料的利用率；
- 2) 加强生产设备维护和维修，提高生产设备的运行效果，注意做好设备的保养，提高设备的能效；
- 3) 加强检查，及时发现跑、冒、滴、漏；
- 4) 完善计量和自动控制仪表，提高自动化程度；
- 5) 通过不断的技术革新和更新改造，减少污染物的排放。

### F.5 方案的产生和筛选

#### F.5.1 方案的产生与汇总

在审核准备阶段，通过对全公司员工进行清洁生产知识考试和提合理化建议的活动，产生了 231 条合理化建议，随着各阶段工作的不断进行，审核领导小组和工作小组以审核重点为核心，结合其他生产车间，从原辅材料和能源替代、技术工艺改造、设备维护和更新、过程优化控制、产品更新或改进、废物回收利用和循环使用、加强管理、员工素质的提高和积极性激励等八方面入手，听取来自各方面的意见和建议、并组织各生产车间对清洁生产的工作情况进行全面总结，在吸收国内外同行业的先进经验和有关专家技术咨询基础上，形成 63 个清洁生产方案，表 F.7 汇总列出了清洁生产方案。

表 F.7 清洁生产方案汇总表

方案类别	方案编号	方案名称	方案简介	预计投资（万元）		预计效果	
				预计费用	类型	环境效益	经济效益
原辅材料和能源替代	01	国产燃油替代进口燃油	洗衣粉生产过程中热风炉原使用价格较高的进口重油，现采用价格较低、质量较好的国产重油替代。	/	无	改用国产重油后，所产生的工艺废气能保持达标排放。	每日节省费用 1 万元。
	02	新型材料的开发应用	采用性价比比较好的活性物烯基磺酸钠替代原来的脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠。	195.4	高	延伸和扩展了磺化产品线。	提高了磺化产品的市场竞争力。

方案类别	方案编号	方案名称	方案简介	预计投资 (万元)		预计效果	
				预计费用	类型	环境效益	经济效益
	03	香皂冷冻系统改造	拆除原有的氨制冷系统,改用冷水机组供香皂冷冻时用。	12	中	减少了氨对环境的污染。	年节约用电 21 万度,减少物耗 1 万元。
	04	污水站加药系统改造	选用固体 PAC 取代原来的液体 PAC,降低处理成本。	1	低	保证了污水的处理效果。	比原有的药剂降低成本 30%。
	05	MES 的应用项目	新型表面活性剂MES用在洗衣粉、液体洗涤产品中,降低成本。	1000	高	具有天然、降解性能好等特点,有利于环保。	提高了产品的质量,直接经济效益 300 万元/年。
技术工艺改造	06	塑料瓶改配方	塑料瓶的配方中采用 20% 的无机盐填充剂代替塑料粒。	/	无	减少了对环境的污染。	每吨瓶节约 8000 元。
设备维护和更新	07	磺化计量国产化	用国产带冷却水装置的内外膜计量环取代已严重腐蚀的没有冷却水装置的进口计量环。	26	中	延长清洗周期,减少污水排放。	节约费用 40 万元、提高产品质量。
	08	磺化噪声治理	在磺化罗茨风机房加装隔音门和吸音材料。	15	中	降低了室外噪声。	
	09	磺化冷冻机组的更换	原有的冷冻机组能耗较大,选用开利的冷冻机组更换了原 YORK 冷冻机组。	22	中		功率减少了 20kW/h, 节约电费。
	10	洗衣粉配料锅修补	原有的配料锅保温层破烂,三个配料锅边空隙过大,须对配料锅的保温层和锅边的空隙进行修补。	0.3	低	减少污水下漏至一楼。	减少配料锅热量损失。
	11	香皂增加产能,提高生产效率	在香皂原拌香机前增加一台研磨机,提高产品质量。增加四台半自动包装机,以机器代替人力,提高效率。将二楼包装场改到一楼,使物流畅顺。	99.5	中	减少粉尘对人体和环境的影响。	提高效率 50%,包装工由 200 人下降为 100 人,包装费用下降了 45%。
	12	液洗软水储缸安装液位控制器	在液洗软水储缸安装液位控制器,水满后自动停止,防止软水外流。	0.3	低	减少污水排放。	避免了软水的浪费。
	13	液洗进料电磁阀定期检修	餐洗 5 楼煮制电子称进料阀经常失灵,要定期检修,避免造成跑料现象。	0.2	低	减少排污。	避免了跑料浪费。
	14	液洗电梯检修	电梯经常失灵,需进行定期维护,保证正常出货。	0.5	低		确保生产正常。
	15	液洗设备及管线重防腐项目	餐洗设备及管线外表容易生锈,进行重防腐处理。	4.7	低	改善工作环境	减少设备腐蚀。

方案类别	方案编号	方案名称	方案简介	预计投资 (万元)		预计效果	
				预计费用	类型	环境效益	经济效益
	16	液洗煮制及内壁防腐	餐洗煮制设备及储缸内壁经常因腐蚀而造成产品质量问题，通过重防腐处理解决。	5.5	低		减少设备腐蚀，保证产品合格。
	17	磺化静电除雾器变压器更换	将现有的静电除雾器更换为 HL-3 型恒流控制系统和高压变压器实现国产化。	4.5	低	减少工艺废气对环境的影响。	降低设备费用。
	18	磺化浓硫酸罐更换	新造一个碳钢储罐代替原来的硫酸储罐。	5	低	提高安全的可靠性。	
	19	磺化酸吸收管改造	将原来的酸吸收口管道升高 300mm 以解决黑硫酸流入系统管道的问题。	0.2	低	减少废气对环境的污染。	保证硫酸质量和吸收效果。
	20	液洗吹瓶机改造	选用新型结构的零件，对原设备的系统进行改造，以实现设备生产范围扩大，生产能力提高。	11.85	中		降低电耗 8%，提高生产率 10%。
	21	液洗丝印机配套工程改造	选用新型的丝印、烘干设备取代原有落后设备。	6.5	低	减少对人体、环境影响。	提高生产率、保证产品质量、降低维修强度。
	22	液洗软水处理设备改造	增加结构先进的新软水处理装置。	3.85	低	减少废水的排放	满足生产用水量。
过程优化控制	23	磺化 AES 灌装自动化改造	利用电子称计量包装物料的重量，替代现有的人工灌装。	5	低	减少人工灌装导致的物料泄漏而造成的污染，减少洗地水量。	节约水费。
	24	洗衣粉场改造	原有的堆煤场为开放式，将其更改为半开放式。	1	低	减少煤粉对路面的污染。	减少煤损耗。
	25	香皂增加除尘设备	针对香皂生产过程粉尘较大的问题，增加除尘设备，减少粉尘污染。	30	中	减少粉尘对人体的危害。	提高工作效率。
	26	香皂辅料房改造	二楼辅料房通风厨和排气设备改造、更新。	1	低	减少粉尘对人体的危害。	提高工作效率。
	27	香皂辅料配备自动化	辅料工段洗瓶次数较多，造成人力和物力的浪费，增加了废水的排放，采用自动配料代替手工配料。	20	中	减少废水的排放。	节省了人力、物力。
	28	液洗塑料粒运送方式变更	搅拌好的袋装塑料粒采用液压叉车代替原手推车运送，从而解决了运送过程中容易洒落地面的问题。	0.2	低	减少塑料粒对环境的影响。	避免了塑料粒的浪费，节约成本。

方案类别	方案编号	方案名称	方案简介	预计投资 (万元)		预计效果	
				预计费用	类型	环境效益	经济效益
	29	液洗水计量系统改造	液洗二车间添加新的水计量系统, 取代旧的计量设备。	6.5	低	减少废水的排放	准确计量, 保证产品质量, 降低物耗、提高生产率。
	30	液洗废水回收系统改造	液洗工业废水有排入清水渠的现象, 对排水渠进行完善。	1.5	低	减少污水站处理压力。	节约资源。
	31	液洗产用新箱形式	采取价格低廉的水玻璃粘箱代替原有的捆扎带包装方式。		无		节约成本约 25 万元。
	32	采用新材料改造香皂模具	采用传热系数高的铬铅铜代替青铜, 减少粘模现象, 提高冷冻机寿命。	2.5	低		提高班产 30%, 节约用电 30%。
	33	香皂切块机技改	采用气动切块机代替现有的电子切块机。	0.05	低		性能稳定, 降低切块机维修成本。
	34	香皂小功率冷机安装	将闲置的小功率制冷机安装在七线, 提供打印所需的冷却水。	/	无		达到节能降耗的效果。
	35	磺化凉水塔布管改造	对 2 台 200m <sup>3</sup> 凉水塔的水分布器改为固定均匀布水器。	0.6	低		水分布均匀、提高凉水塔工作效率。
	36	香皂打印模具、皂条改造	通过用冷风吹冷模具、皂条后, 提高打印表面质量。	0.5	低	减少废物的排放	降低产品返工率。
	37	洗衣粉配料失重秤改造	用西门子 PLC 和托利多称重仪表代替原来的控制器, 确保秤的下料精确度达到 1% 左右。	14.6	中	减少废物的排放	降低设备和生产成本。
	38	磺化反应器冷却水管更改	将磺化反应器的夹套冷却水改为由底部流入, 顶端流出。	0.5	低	减少冷却水的使用量	提高磺化反应器的冷却效果。
	39	磺化降低系统压力项目	在磺化分离器出口和静电除雾器的入料口各装一个清洗阀。	0.8	低		降低系统压力, 降低磺酸耗电量。
	40	磺化增加尾气分离器	磺化生产部的尾气碱液倒灌而引起尾气排放口有较多的白烟排放, 采取在静电除尘器与碱洗系统之间加上一个分离器。	1.8	低	保证生产后尾气达标排放。	
	41	液洗过滤器技改	在管道终端使用过滤器解决不锈钢管道内无法防腐的问题。	3	低	减少了废物的排放	保证了产品的合格率。

方案类别	方案编号	方案名称	方案简介	预计投资 (万元)		预计效果	
				预计费用	类型	环境效益	经济效益
	42	香皂节能技改	以一台20匹水冷机代替原有的6台5匹柜式机。	3.2	低	改善了生产环境。	降低电耗、节约生产成本。
	43	AES后脱气改造	增加不锈钢水液分离器、保温层；输送泵改为齿轮泵。	2.6	低	减少废气对环境的污染	保证了产品质量。
	44	磺化硫磺喷枪改造	将现有的磺化喷枪的喷嘴角度、管径、结构进行改造。	0.45	低		易于拆装、燃烧均匀。
	45	洗衣粉节能风炉开发	以新购的发热量600万kcal/h MBL燃煤热风锅炉作为洗衣粉生产线干燥热源，取代原有的燃油锅炉。	231.1	高		年节约燃料费640万元。
产品更换或改进	46	无磷洗衣粉配方技改	对公司现有的配方进行完善，有效降低无磷粉成本，稳定和保证产品质量。	4.5	低	减少了磷对环境的影响。	提升了产品竞争力，配方成本节约388万元。
废物回收利用和循环使用	47	空压机循环水	将原来直接排放的冷却水回收，循环使用。	0.5	低	减少污水排放。	年节约用水15000吨
加强管理	48	磺化灌装减少排污	在AES装桶时要尽量防止溢出，在溢出后要铲干净或用碎布抹干净，尽可能不用水冲洗。	/	无	减少了污水的排放量，减轻了污水处理站的负荷。	
	49	洗衣粉设备防尘措施	加强对设备表面及电柜进行吸尘。	/	无	减少粉尘。	延长使用寿命，保证正常生产。
	50	对公司污水处理设施清理	每年定期对全公司范围内的污水集污池和部分排水渠进行疏通、清理。	2.5	低	清晰清污分流。	保证污水处理设施的正常运行。
	51	香皂增加粉尘、噪声设施	为化验室每人配备防毒面具一个，为生产线每人配备耳塞。	0.2	低	减少废物对人体的影响	
	52	香皂车间地面铺平项目	现香皂生产线部分地面不平，在推皂车过程中容易造成皂块跌落。	0.1	低	减少固体废物的排放。	降低了产品的损耗。
	53	液洗2kg自动灌装空瓶检查	加强对包装瓶的检查，避免蒙口瓶和穿口瓶进入自动线。	/	无	减少清洗皮带次数和污水排放。	减少停机次数，提高生产效率。
	54	液洗五楼楼梯口整改	在煮制5楼楼梯口加一条水泥门栏，防止洗楼梯的废水倒流。	0.03	低	改善了生产环境。	

方案类别	方案编号	方案名称	方案简介	预计投资 (万元)		预计效果	
				预计费用	类型	环境效益	经济效益
	55	液洗吹瓶机管线整改	吹瓶机台边的多条管线放置地面, 容易藏水, 难以清洁, 需重新整理固定。	0.35	低	改善了工作环境。	
	56	完善危险废物的回收管理	制定新的《危险废物回收和处置管理规程》。	/	无	制止了危险废物对环境的影响。	使可回收的废物得到了有效的回收。
	57	加强进厂物料质量控制	对进厂的化工原料、密封件等备件的质量严格把关, 防止不合格品流入。	/	无	减少废物产生。	节约成本。
	58	对废物进行分类回收处理	公司内的废机油、废柴油、废试剂等要分类回收, 可以回用的回用, 不能回用的交由有资质单位处理。	/	无	减少废物的量。	节约成本。
	59	仓库装卸管理	化工仓、成品仓禁止野蛮装卸, 对装卸时散落的物料及时回收处理。	/	无	减少固废的产生量。	节约成本。
	60	加强员工节能管理	人离开时关灯、关空调、关电脑、热水器等用电设备。	/	无		减少电能消耗。
	61	节约使用办公用品	合理领用办公用品, 对纸张等耗材节约使用, 双面打印; 采用无纸化办公。	/	无	减少固废产生。	节约成本。
	62	加强节水管理	生产现场、饭堂、办公场地的清洁尽量用地拖或布擦, 避免用水冲地。	/	无	减少污水量。	节约水费。
员工素质的提高及积极性的激励	63	对公司员工进行培训、宣传、考试	在全公司范围内派发清洁生产有关资料和试卷, 对全体员工进行培训, 在公司墙报及“公司报”上进行积极的宣传工作。	0.2	低	使员工正确认识到清洁生产审核的重要性。	

### F.5.2 方案筛选

对于提出的方案, 由公司清洁生产领导小组、工作小组、公司其他技术人员以及一些现场操作工人等共同根据技术可行性、环境效果、投资费用合理与经济效益、可实施性等四方面列表进行定性比较, 实施筛选, 确定 51 项为无/低费方案, 并安排实施, 12 项为中/高费方案, 对可行性进行进一步研究。

### F.5.3 方案研制

根据筛选结果, 对 12 项中/高费方案进行了研制。研制工作主要是从工程化角度、投资与经济效益、可能环境的影响等方面进一步进行可行性研究, 最终确定 10 项可行方案。

### F.6 方案的确定

依据实施的急需程度, 对前面 10 项方案可行性分析 (方案编号来自表 F.7) 如下。

#### F.6.1 方案 02, 烯基磺酸钠 (AOS) 的开发与应用

### F. 6. 1. 1 项目概况

利用本厂已有设施，经部分改造后生产烯基磺酸盐(AOS)，作为本厂洗衣粉、洗洁精的生产原料，取代受石油价格飞涨造成的价格居高不下的磺酸(LAS)原料。

### F. 6. 1. 2 投资

初步评估工程项目投资资金为<190 万元

### F. 6. 1. 3 技术评估

AOS 在洗衣粉行业是弥补烷基苯的升价的磺酸替代升级产品，是一项新的产品技术。国内基本掌握 AOS 的生产技术和在洗涤用品上的生产和运用技术，技术风险很小。

### F. 6. 1. 4 环境评估

AOS 和磺酸同为 3 类石油产品的磺化工艺，三废处理和消防处理方法等同；增加的水解和老化设备都是一类压力容器，是安全生产的监管设备。烯基磺化反应的副反应多，在以后的环境安全控制需跟进处理方法。

### F. 6. 1. 5 经济评估

AOS 项目将在磺化生产车间的 3t/h 装置上应用，有利因素是可以综合平衡磺化产品的生产。3t/h 磺化生产设备相对较为先进和可靠，更新量小，厂区布置合理，投入改造费用低，罐区集中，调度方便。工人的专业技术水平高，生产管理能力强。将来公司磺化产品，将以多品种平衡发展生产，可以节约各类产品的投资规模，增强生产竞争能力。

另外 AOS 已在洗涤行业得到应用，有成熟的经验。按本厂正常开工估算，以 9 万 t 洗衣粉和 6 万 t 液洗产品计算，10,000-15,000 t/a 的产能，本厂可以消化 60%AOS，其余可做外销和代加工处理。如果能使用 AOS 完全代替磺酸在 9 万 t 洗衣粉生产中，那么将会节约 2250t 磺酸，折合市场价 9500 元/t 磺酸，共为 2,137 万元，投资回报明显。

## F. 6. 2 方案 11，香皂提产项目

### F. 6. 2. 1 项目概况

改进香皂车间的包装生产工艺和物流过程。提高生产效率和生产能力，降低物流损耗和人力包装费用，提高生产的利润增长能力。

### F. 6. 2. 2 投资

预计香皂车间提高生产力的改造费用为 80 万元。

### F. 6. 2. 3 技术评估

经过对国内同类企业的现场考察和走访，本项目有实际的生产应用，成功率高、风险小。公司以前进行过类似的技术改造，技术方面不存在问题。

### F. 6. 2. 4 环境评估

在原有的生产设备和场地的基础上，改造香皂生产部的包装生产工艺和物流过程。可提高生产效率和生产能力，同时改善了生产环境，减少由于设备及场地的不合理分布所造成的粉尘对人体和环境的影响。

### F. 6. 2. 5 经济效益评估

项目完成后，将提高生产效率 50%，并且使香皂的包装工人由原来的 200 人下降为 100 人，使包装费用大幅下降 45%，年节约费用 120 万元。同时，由于场地和设备的合理布置，降低了不合格香皂的产生率。项目投资偿还期(N)1 年。

## F. 6. 3 方案 45，洗衣粉节能型热风炉能源开发

### F. 6. 3. 1 项目概况

在高塔喷雾法生产洗衣粉中，燃料费用在生产成本中占较大比例。MBL 型燃煤机燃烧

供热装置，较公司当前设施可较大程度地降低能耗。

#### F. 6. 3. 2 投资：

洗衣粉节能型热风炉能源开发项目预计投资 311 万元。

#### F. 6. 3. 3 技术评估

MBL-系列洗衣粉专用高洁净直接式燃煤热风炉，经多个厂家的长期运用，都达到了预期的效果。生产应用具有如下特点：

- 无黑烟，无三废排放，环保达标；
- 热风洁净度与燃油相当，对洗衣粉白度无影响；
- 供热量 600 万 kcal/h，折合标煤燃煤量 1200 kg/h；
- 热风温度 250-450℃可调，连续供热风温度稳定性±5℃。

#### F. 6. 3. 4 环境评估

- 本装置热风全部进塔，不增加任何排放口，故尾气排放量没有增加；
- 煤渣有专业公司收购制砖或造路；
- 无任何废水排放；
- 因洗衣粉浆料是碱性的，可以和热风里的二氧化硫发生反应，脱硫性能优于目前最好的脱硫剂。与原燃油炉比，尾气排放质量完全符合当地标准 DB44/27-2001《大气污染物排放限值》要求。

项目	标准	实际值	备注
烟气	≤林格曼 1 级	≤林格曼 1 级	原排气管高度 22 米,现提高为 37 米.
二氧化硫排放浓度	≤960mg/m <sup>3</sup>	850 mg/m <sup>3</sup>	
二氧化硫排放量	4.3kg/h	4.0 kg/h	

#### F. 6. 3. 5 经济评估

技改后燃煤热风炉与其原燃油热风炉综合成本比较：

燃料名称	每吨洗衣粉燃料成本（元）	每年燃料成本（按年产量 8 万 t 计）（万元）
重油	150	1200
煤	62	496
节约量	88	704
降低百分比	58.7%	

MBL-1200 燃煤热风炉在洗衣粉生产中应用效益明显，投资偿还期(N)2.5 年。

#### F. 6. 4 方案 37，洗衣粉失重秤控制系统改造

##### F. 6. 4. 1 项目概况

采用国产托利多秤重公司秦皇岛分公司的 SIMATIC C7 失重秤代替使用多年、部分存在故障的现用设备。

##### F. 6. 4. 2 技术评估

失重秤九十年代开始应用于工业过程中，目前国产设备已成熟，应用普遍。

##### F. 6. 4. 3 环境评估：

准确配料，节省原材料，减少返工几率，节能降耗。

##### F. 6. 4. 4 经济评估

项目总投资 14.6 万元。购买原厂进口的国外设备需要 25 万元。

#### F. 6. 5 方案 07，磺化计量环国产化

##### F. 6. 5. 1 项目概况

原进口的计量环使用多年，腐蚀严重，造成产品的质量色泽指标偏高且清洗周期短，有必要更换。

#### F. 6. 5. 2 技术评估

目前国产的计量环是成熟的技术。

#### F. 6. 5. 3 环境评估：

该项目减少了废物的产生。

#### F. 6. 5. 4 经济评估：

项目总投资为 26 万元。方案实施后，提高了产品的质量，提高了设备运行率，直接经济效益每年 9.6 万元。

### F. 6. 6 方案 08，磺化噪音治理

#### F. 6. 6. 1 项目概况

该萝茨风房风机发出的噪音大，需要在磺化萝茨风机房安装隔音和吸音材料及隔音门，达到减低噪音的效果。

#### F. 6. 6. 2 技术评估

安装隔音和吸音是成熟的技术，简单可行。

#### F. 6. 6. 3 环境评估

可以降低室外的噪声，达到噪声排放指标要求。

#### F. 6. 6. 4 经济评估

项目总投资为 15 万元。

### F. 6. 7 方案 09，磺化冷冻机组的更换

#### F. 6. 7. 1 项目概况

原冷冻机组使用多年，制冷性能降低，增加了用电。为了提高冷冻水供应的稳定性，需要更换该机组。

#### F. 6. 7. 2 技术评估

市场上已有成熟的冷冻机组定型产品供选择应用，技术成熟可靠。

#### F. 6. 7. 3 环境评估

节约了能源，减少了废水的排放。

#### F. 6. 7. 4 经济评估

项目总投资为 22 万元。方案实施后，降低用电量和提高冷冻水供应稳定性，节约用电 14880kW·h/a，折 8.9 万元/a。

### F. 6. 8 方案 11，液洗吹瓶机改造项目

#### F. 6. 8. 1 项目概况

目前液洗车间吹瓶机采用电磁调速器的方式进行吹瓶操作，在变速操作的情况下，电磁调速器无用功增加，导致电能的浪费。为了合理用电，减少电能的无用功消耗，有必要改变吹塑机变速操作的调节方式。

#### F. 6. 8. 2 技术评估：

应用电机变频控制技术对现有设备进行改造，目前此技术已成熟，在生产中普遍使用，简单可行。

#### F. 6. 8. 3 环境评估：

节约能源消耗，减少能源消耗而产生的热、电磁场对环境的影响。

#### F. 6. 8. 4 经济评估：

项目总投资约为 11.85 万元。方案实施后，预期可使设备连续生产合格 2.2kg、2kg、0.9kg 洗洁精瓶和 1kg 漂渍液瓶等品种，产量提高 10%，吹塑机的电耗在原有基础上降低 8% 以上。

#### F. 6. 9 方案 25，香皂增加除尘设备

##### F. 6. 9. 1 项目概况

利用除尘风机将香皂车间生产中粉尘吸走，减轻粉尘对人体健康的影响。

##### F. 6. 9. 2 技术评估

已经有成熟的技术，简单易行。

##### F. 6. 9. 3 环境评估

通过该方案的实施，可有效减少香皂生产场地粉尘的排放，减轻粉尘对生产现场员工的危害。

##### F. 6. 9. 4 经济评估

项目总投资约为 30 万元。

#### F. 6. 10 方案 27，香皂辅料配备自动化

##### F. 6. 10. 1 项目概况

目前香皂辅料需要人工配制，配料的精度不足，清洁容器多，浪费水资源，浪费人力物力。有必要利用电脑和机械配制辅料，减少人力，提高精确性。

##### F. 6. 10. 2 技术评估

已经有成熟的技术，简单易行。

##### F. 6. 10. 3 环境评估

减少污水排放，保护环境。

##### F. 6. 10. 4 经济评估

项目总投资约为 20 万元，并可节约了人力、物力，解决了在人工配制过程中使用大量清水清洁容器的问题。

#### F. 7 方案的实施

在公司领导的主持下，对于 51 项无/低费方案，由各责任单位具体实施。对于中/高费方案，由责任单位提出落实计划及资金需求情况，经公司领导审核后，财务部负责资金落实，公司工程部根据批准的计划和资金到位情况，对方案开展施工、安装、调试，质量保证部负责方案实施效果的跟踪验收。

##### F. 7. 1 已实施方案的评估

###### 1) 汇总已实施的无/低费方案的成果

自实施清洁生产审核以来，及时实施了 51 项无/低费方案，实施 1 年来，共投资 72 万元，实现经济效益 811 万元/a，同时也产生了良好的环境效果。

###### 2) 评价已实施的中/高费方案的成果

按照前期的中/高费方案实施计划安排，公司已实施了 9 项中/高费方案，共计投资 627.45 万元，取得经济效益为 2816.2 万元/a，同时，减少了污水排放，降低了噪声，减少了固废的产生，有较好的环境效果。

###### 3) 分析总结已实施方案对公司的影响

在清洁生产审核期间，实施了 60 项可行性方案，技术指标均达到了原设计要求，取得了良好的经济效益、社会效益和环境效益。

经济效益：每万元产值节省电耗 3.3kW·h，节约用水 80kg，节省蒸汽 10 kg。

环境效益：每年减少化学需氧量 COD 的排放 1.82t，减少表面活性剂 LAS 的排放 0.18t。

### F. 7. 2 拟实施方案的评估

一个尚待实施的中/高费方案是“香皂增加除尘设备”，受公司生产计划安排、场地实际情况需要另外安排实施，该方案实施后的主要效果是改善生产车间的工作环境，有利于员工健康，对提高公司环境管理水平有帮助。

## F. 8 持续清洁生产

### F. 8. 1 建立和完善清洁生产组织

成立的清洁生产审核领导小组和清洁生产审核工作小组经过实践的检验证明，工作是卓有成效的。因此，经研究确定，保持领导小组和工作小组的建制不改变，人员相对固定，以便于承上启下地持续开展工作。

通过本轮清洁生产审核，审核工作小组学会了一种提高经济效益和减少废物产生的新思维和新方法，为公司培养了清洁生产人才。清洁生产工作小组经常性地对职工进行清洁生产教育和培训，对有关工作进行明确分工，以便有计划地开展清洁生产活动。

### F. 8. 2 建立和完善清洁生产制度

为有效开展清洁生产，防止走过场。公司拟定了清洁生产审核领导小组和工作小组的任务和职责：①组织协调并监督实施本轮审核提出的清洁生产方案；②经常性地组织全厂职工进行清洁生产教育和培训；③选择下一轮清洁生产审核重点，并启动新的清洁生产审核；④负责清洁生产活动的日常管理，具体工作由工程部负责。

同时根据本轮清洁生产审核工作中所取得的经验，制定了公司清洁生产的管理制度，将清洁生产的成果纳入公司的日常管理。管理制度主要内容是：①文件化—对已实施的清洁生产方案以正式文件的形式予以明确，并持之以恒地执行，使这些方案持续发挥效能；②规程化—对已实施的清洁生产方案制定相应的操作规程，并补充在原来的工艺操作规程中，使工作有章可循；③规范化—将清洁生产纳入公司的规范化管理之中，进一步提高公司的管理水平，并保证清洁生产持续进行下去。

### F. 8. 3 持续清洁生产计划

公司一方面继续实施本论审核期间所提出的清洁生产方案，另一方面在接受国内外先进经验的基础上，筛选并确定新一轮审核重点，力求建立清洁生产长效激励机制，在公司中形成“人人关心清洁生产，人人参与清洁生产”的局面。

## F. 9 结论

审核结束后，公司从提高清洁生产意识、开展“5S”（整理、整顿、清扫、清洁、素养）活动、代磺酸产品的开发利用消除原材料对环境的污染、提高水资源利用率、技术改造优化生产线、设备重防腐技术的应用确保产品合格率、淘汰落后设备提高能效、本轮清洁生产审核取得的综合效益等八个方面进行了总结评估。