

附件四：

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 淀粉及淀粉糖制造业

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..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 审核程序、目的要求及工作内容..... 2

5 审核工作表和检查清单..... 9

6 清洁生产审核报告编写大纲..... 9

7 指南的实施..... 9

附录A（资料性附录）行业描述..... 10

附录B（资料性附录）行业清洁生产方案 16

附录C（资料性附录）清洁生产审核工作表 18

附录D（资料性附录）企业清洁生产审核检查清单 26

附录E（规范性附录）淀粉企业清洁生产审核报告编写大纲..... 27

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，为淀粉及淀粉糖制造业开展清洁生产审核提供技术支持和导向，制定本标准。

本标准附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 是资料性附录，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：中国食品发酵工业研究院、中国环境科学研究院、中国发酵工业协会。

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 淀粉及淀粉糖制造业

1 适用范围

本标准规定了以玉米为原料生产淀粉及淀粉糖企业的清洁生产审核的一般要求。本标准重点描述淀粉及淀粉糖制造业清洁生产方案，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。

本标准适用于以玉米为原料生产淀粉及淀粉糖的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 445-2008 清洁生产标准 淀粉工业

HJ 469-2009 清洁生产审核指南 制订技术导则

《清洁生产审核暂行办法》（国家发展和改革委员会、国家环境保护总局令 第 16 号）

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、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 淀粉工业 starch industry

以玉米或薯类等为原料生产原淀粉，以淀粉为原料进行淀粉深加工（生产变性淀粉、淀粉糖、葡萄糖、低聚糖等），以及淀粉生产与深加工联合生产的工业。

3.4 “双超” 类型企业 enterprise exceeding pollutant discharge criteria or total amount limit

污染物排放超过国家和地方规定的排放标准，或者超过经有关地方人民政府规定的污染

物排放总量控制指标的企业。

3.5 淀粉糖 starch sugar

以淀粉为原料，经酸法、酸酶法或酶法等过程制成的麦芽糖、果葡糖浆、葡萄糖等。

3.6 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。

3.7 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。

4 审核程序、目的要求及工作内容

4.1 审核准备

4.1.1 目的和要求

此阶段的主要目的是在淀粉及淀粉糖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

a) 组建审核小组。

审核小组由 3~5 名成员组成，审核小组成员应具备企业的生产、工艺、管理与新技术的知识和经验，掌握污染防治的原则，熟悉国家和地方环保法规及政策，以保证审核工作的进行。审核小组成员表参见附录 C 表 C.1。

b) 制定审核工作计划。

审核小组成立后，应及时编制审核工作计划表，该计划表应包括审核过程中所有主要工作。审核工作计划表参见附录 C 表 C.2。

c) 开展宣传教育。

通过例会、电视录像、厂报、广播，以及下达文件、组织学习等形式进行全员教育，发现清洁生产审核过程中存在的障碍，提高员工对清洁生产审核工作的认识。参见附录 C 表 C.3。

4.2 预审核

4.2.1 目的和要求

预审核阶段的目的是对淀粉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，从而确定本轮审核的重点，并针对审核重点设置清洁生产目标。

4.2.2 工作内容

a) 进行企业现状调研，列出污染源清单。

——淀粉企业概况，包括组织名称、法人代表、组织类型、地址、固定资产、公司组织

结构等，参见附录 C 表 C.1；

——淀粉企业的生产状况，包括主要产品、企业生产能力（如淀粉、淀粉糖产量）、淀粉及淀粉糖生产工艺流程、主要设备（如清洗机、粉碎机、过滤机、分离机等）、主要原辅材料和能源消耗情况（如玉米、水、电、气等）、产量和产值、主要技术经济指标等，参见附录 C 表 C.5、C.6、C.7、C.8、C.9；

——淀粉及淀粉糖企业的环境保护状况，包括近年开展的清洁生产工作（污染治理、资源节约利用等）、淀粉及淀粉糖生产总用水量、新鲜水用水量、重复用水量、全过程污水排放总量、淀粉及淀粉糖年消耗总原煤排放量、烟尘年排放量、二氧化硫年排放量、固体废物排放量、高浓度废水产生量以及相关污染物的治理状况，相关的环保法规与要求等，参见附录 C 表 C.10、C.11；

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

b) 进行现场考察

——对淀粉及淀粉糖整个生产过程进行实际考察，从原料开始，逐一考察原料库、生产车间、成品库以及“三废”处理设施。重点考察各产污排污环节，如玉米浆浓缩、淀粉干燥等产生的废气，除杂等产生的废渣，输送过程、分离过程、蒸发冷凝过程、设备地面冲洗等产生的废水；水耗和能耗大的环节，如玉米浸泡、破碎、胚芽分离洗涤、精制、脱水干燥等；设备事故多发的环节或部位等；

——查阅淀粉及淀粉糖的生产记录，包括生产报表、原辅料及成品库记录、水耗表、能耗表、废物报表、监测报表、事故记录表和关键设备维护记录等；

——与工人及工程技术人员座谈，了解现场生产运行的实际情况和产排污情况，发现关键问题和部位、征求意见和建议，分析总结清洁生产方案；

——考察实际生产管理状况。岗位责任制执行情况、员工技术水平和实际操作情况、车间技术人员和工人的清洁生产意识。

c) 评价产污排污状况

——评价淀粉及淀粉糖企业执行国家及当地环保法规、行业排放标准等的情况，如按照 HJ 445 要求，评价企业目前清洁生产水平；

——与国内外同类企业产排污状况对比。汇总国内外同类工艺、同等装备、同类产品先进企业的生产、消耗、产物排污及管理水平，对照本企业的原料、工艺、产品、设备等实际情况，与本企业的各项指标相对照，确定本企业理论产污排污水平；

——从产品更新、原材料替代、技术革新、过程优化、改善设备的操作和维修、加强生产管理、员工的教育和培训以及废物的回收利用和综合处理八个方面对产污原因进行初步分析，并评价当前状况下，企业的产排污是否合理。

d) 确定审核重点

根据汇总的信息，列出企业存在问题的环节如主要生产车间或辅助车间、生产过程中的

主要设备、以及企业所关注的环节，确定备选审核重点。对于综合性玉米深加工企业，宜将玉米淀粉生产线作为审核重点。

备选审核重点的原则如下：

- 污染严重的环节或部位；
- 消耗大的环节或部位；
- 环境及公众压力大的环节或问题；
- 有明显的清洁生产机会的环节或部位。

采用一定方法把备选审核重点排序，从中确定审核重点，审核重点的数量取决于企业实际情况，确定审核重点的方法是：

——简单比较法。根据备选重点的废物排放量及资源、能源消耗量，对比分析，将污染严重、消耗最大，清洁生产机会明显的环节定为第一轮审核重点；

——权重总和计分排序法。根据收集的信息，对每个备选重点，就各个影响因素，进行打分，并与其权重值相乘，确定备选重点最高分，确定为本次审核重点，该法适用于工艺复杂、产品品种和原材料较多的企业。

e) 设置清洁生产目标

——针对审核重点设置目标，清洁生产目标应定量化，可操作，并具有激励作用；

——清洁生产目标具有时限性，应分为近期目标（审核工作完成的时间）和中远期目标（1-3年），“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，参见附录 C 表 C.13。

设置清洁生产目标的依据：

- “双超”类型企业清洁生产审核后必须满足 HJ 445-2008 中三级标准指标要求；
- 参照国内外同行业、类似规模、工艺或技术装备的企业的先进水平。

f) 提出和实施无/低费方案

根据产品更新、原材料替代、技术革新、过程优化、改善设备的操作和维修、加强生产管理、员工的教育和培训以及废物的回收利用和综合处理等八个方面的分析，考虑本企业内是否存在无/低费清洁生产方案，边提出边实施，并及时总结，加以改进。审核小组应将工作表分发到员工手中，鼓励员工提出有关清洁生产的合理化建议，并实施明显可行的无/低费方案。

4.3 审核

4.3.1 目的与要求

审核的目的是通过审核重点车间的物料平衡，发现物料流失的环节，找出废物产生的原因以及物料储运、生产运行、管理、废物排放等方面存在的问题，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。

4.3.2 工作内容

a) 收集汇总审核重点的资料

——收集审核重点的各项基础资料，包括淀粉及淀粉糖工艺流程图、工艺设计的物料及热平衡数据、工艺操作手册和说明、设备技术规范和运行维修记录、管道系统布局图、车间内平面布置图、原材料和产品及生产管理资料、废物管理处理资料、国内外同行业资料等；

——编制审核重点的工艺流程图、工艺设备流程图、各单元操作流程图及功能说明表，参见附录 C 表 C.14。

b) 实测输入、输出物流

——制定现场实测计划，包括监测项目、点位、时间、周期、频率、条件和质量保证等，参见附录 C 表 C.15、C.16；

——检验监测仪器和计量器具；

——实测所有进入审核重点的物流（淀粉、淀粉糖、辅料、水、气、循环利用物等）；

——实测所有输出物流（产品、中间产品、副产品、循环利用物、废物等），参见附录 C 表 C.17。

c) 建立物料平衡

编制淀粉及淀粉糖企业重点车间物料平衡图、水平衡图和能量平衡图，标明各组份的数量、状态（例如温度）和去向等。

d) 分析废物产生原因

针对每一个物料流失和废物产生部位的每一种物料和废物，分别从原辅料及能源、技术工艺、设备、过程控制、产品、废物特征、管理和员工等影响清洁生产过程的八个方面，分析废物产生原因。“双超”类型企业必须根据编制物料平衡和水平衡图，着重分析导致污染排放超标的原因，便于下一步产生控制污染排放的方案，参见附录 C 表 C.18。

4.4 实施方案的产生和筛选

4.4.1 目的与要求

本阶段的目的是通过方案的产生、筛选、研制，为下一阶段方案的确定提供足够的中/高费清洁生产方案，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，鼓励全体员工提出针对资源节约和废水减排的清洁生产方案或合理化建议；

——针对物料平衡和废物产生原因分析结果产生方案；

——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、过程优化控制、产品更换或改进、设备维护和更新、废物回收利用和循环使用、加强管理、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的产生方案。

——淀粉及淀粉糖制造业典型清洁生产方案、清洁生产发展的机会、潜力和趋势见附录 B。

b) 分类汇总方案

按照原辅材料和能源替代、技术工艺改造、过程优化控制、产品更换或改进、设备维护和更新、废物回收利用和循环使用、加强管理、员工素质的提高以及积极性的激励等影响清洁生产的八个方面列表简述其原理和实施后的预期效果，参见附录 C 表 C.19。

c) 筛选方案

——在进行方案筛选时，可采用简单比较法和权重总和计分排序法。

——从技术、环境、经济和实施难易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，不可行的方案暂时搁置或否定；

——当方案数量较多时，运用权重总和计分排序法，对初步可行的中/高费方案进一步筛选和排序；

——按可行的无/低费方案、初步可行的中/高费方案和不可行方案，列表汇总方案的筛选结果，参见附录 C 表 C.20、C.21。

d) 研制方案

——绘制工艺流程详图；

——列出主要的设备清单；

——方案的费用和效益估算；

——编写方案说明。

对初步可行的中/高费方案均应编写方案说明，主要包括技术原理、主要设备、主要的技术经济指标、可能产生的环境影响等。

研制和细化方案的原则：

——系统性：考察每个单元操作在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，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：对生产过程中的载体，尽量实现工艺流程的闭路循环。

——无害性：清洁生产工艺应是无害或少害的生态工艺，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的居民的健康；生产的产品要提高其安全性和环保性，使用可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，减少劳动量和劳动强度等。

e) 继续实施无/低费方案

f) 评估已实施无/低费方案的实施效果

——投资和运行费；

- 经济效益和环境效益；
- 编写清洁生产中期审核报告；
- 汇总分析审核准备、预审核、审核、实施方案的产生和筛选四个阶段的清洁生产审核工作成果，及时总结经验和发现问题，为在以后阶段的改进和继续打好基础。在方案产生和筛选工作完成后及部分无/低费方案已实施的情况下，编写清洁生产中期审核报告。

4.5 实施方案的确定

4.5.1 目的与要求

本阶段的目的是对筛选出来的中/高费清洁生产方案进行分析和评估，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技术评估、环境评估和经济评估。

4.5.2 工作内容

a) 技术评估

技术评估包括对以下内容：

- 淀粉及淀粉糖生产工艺路线、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；
- 生产技术的成熟性、安全性和可靠性。

b) 环境评估

环境评估包括对以下内容：

- 资源的消耗与资源可持续利用要求的关系；
- 废物产生量、迁移变化及其对回用的影响；
- 操作环境对人体健康的影响；
- 废物的重复利用、循环利用和再生回收；

c) 经济评估

经济评估包括对以下内容：

采用现金流量分析和财务动态获利性分析方法，评估指标有总投资费用、年净现金流量、投资偿还期、净现值、净现值率和内部收益率。经济评估准则：

- 投资偿还期（N）应小于定额偿还期；
- 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；
- 内部收益率大于基准收益率或银行贷款利率。

d) 推荐可实施方案

汇总列表比较各投资方案的技术、环境、经济评估结果，确定最佳可行的推荐方案，参见附录 C 表 C.22、C.23。

4.6 方案的实施

4.6.1 目的和要求

通过推荐方案（经可行性分析）的实施，提高淀粉企业生产及管理水平、实现技术进步，获得显著的经济效益和环境效益；通过评估已实施方案的成果，激励企业推行清洁生产。

清洁生产方案的实施程序与一般项目的实施程序相同。总结方案实施效果时，应比较实施前与实施后、预期和实际取得的效果，参见附录 C 表 C.24。

4.6.2 工作内容

- a) 组织方案实施，包括统筹规划、筹措资金等。
- b) 汇总已实施的无/低费方案的成果，包括环境效益和经济效益。
- c) 评价已实施的中/高费方案的成果。
 - 汇总方案实施后的经济、环境效益；
 - 比较审核前后生产绩效指标的变化情况；
 - 宣传清洁生产审核成果。

4.7 持续清洁生产

4.7.1 目的和要求

本阶段的目的是使清洁生产工作在企业内长期、持续推行，应在淀粉及淀粉糖企业中增设专人负责清洁生产方面的工作，及时将审核成果纳入有关操作规程、技术规范和其他日常管理制度中去。

4.7.2 工作内容

- a) 建立和完善清洁生产组织
 - 明确审核组织的任务；
 - 落实审核组织的归属；
 - 确定该组织的负责人和组织成员。
- b) 建立和完善清洁生产管理制度
 - 把审核成果纳入企业日常管理；
 - 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。
- c) 制定持续清洁生产计划
 - 清洁生产审核工作计划；
 - 清洁生产方案的实施计划；
 - 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。
- d) 编制清洁生产审核报告

报告各阶段的主要工作内容、获得的经验和主要成果。

 - 审核报告按章节编写，审核程序的每个阶段各写一章；
 - 总结各阶段工作。

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。工作表主要涉及了企业开展清洁生产审核机构及人员组成状况、企业资源能源消耗以及污染物产排状况、企业管理状况、重点审核环节的资源能源消耗和污染物产排状况、原因分析、备选清洁生产方案、备选方案的可行性分析等信息表。检查清单主要包括行业主要经济技术指标、行业普遍存在的主要问题、导致这些问题的原因，以及行业典型清洁技术在内的综合性解决方案，检查清单通常是带有行业信息的封闭问题。工作表格式详见附件 C，检查清单格式详见附件 D。

6 清洁生产审核报告编写大纲

淀粉企业清洁生产审核报告编写大纲格式与主要内容见附录 E。

7 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 淀粉及淀粉糖行业概况

A. 1.1 行业发展现状

淀粉及其产品广泛的应用于食品业、饮料业及其他行业。淀粉或其水解产物，经发酵可生产谷氨酸等氨基酸、柠檬酸等有机酸等有机化工产品，且可通过变性生产多种淀粉衍生物，用作填充剂、包埋剂、黏合剂、表面活性剂等。我国生产淀粉的原料品种比较多，主要为玉米淀粉，其次为木薯淀粉，其它品种和生产量不多。淀粉的深加工产业主要集中在味精、淀粉糖、医药、变性淀粉等。淀粉糖是淀粉深加工产业链中最大的产品，品种丰富，主要包括麦芽糊精、果葡糖浆和葡萄糖等。淀粉及淀粉糖生产地主要集中在的大的玉米产区。近几年来，我国淀粉及淀粉糖产量逐年增加，部分淀粉及淀粉糖企业，淀粉生产能耗较高，综合利用率也较低，造成生产成本较高，而且干物质随废水排放，给环境治理带来很大困难。虽然各企业针对淀粉及淀粉糖企业的有机废水污染问题均采取了有效的治理措施，但形势依然严峻，淀粉及淀粉糖生产企业需继续开展技术创新，发展循环经济，节约资源，做到节能、降耗、减污、增效。

A. 1.2 淀粉及淀粉糖行业发展趋势

- （1）淀粉及淀粉糖生产规模向大型化发展，企业向原料主产地汇集。
- （2）行业循环经济和清洁生产技术的研发逐渐深入，节能减排，降低物耗能耗成为企业生存发展的关键因素。
- （3）产品结构模式发生改变，开发多种产品，淀粉深度加工研究领域越来越广泛且深度逐渐加深。
- （4）企业生产过程自动化控制程度将越来越高，行业生产成本降低，产量增加。

A. 1.3 我国淀粉及淀粉糖行业存在的资源环境问题

目前我国部分淀粉及淀粉糖企业，采用开环流程工艺或半开环流程工艺，水的循环利用率较低，水耗、电耗、汽耗与国内外先进淀粉企业相比，明显偏高，成本也比大型淀粉企业高，其原料利用率较低，生产过程粗放，生产设备落后，技术及管理力量薄弱，副产物综合利用率低，大量的干物质随废水流走，造成资源的浪费和环境的污染，严重束缚淀粉及淀粉糖行业自身健康发展。

A. 2 主要生产过程和技术经济指标描述

A. 2.1 主要（典型）生产工艺和技术装备

目前，国内外玉米淀粉加工工艺一般为湿磨法，玉米淀粉的生产工艺过程主要包括玉米

浸泡、破碎筛分、分离洗涤、脱水烘干等工序。淀粉糖是在淀粉制得后，经复杂的水解过程生成，主要生产工艺有酸法、酶法、酸酶法。淀粉的生产设备主要包括清洗机、粉碎机、离心机、振动筛、过滤机、筛网、输送设备、旋液分离器、真空吸滤机、气流干燥机等。淀粉糖的生产设备主要包括液化喷射器、液化罐、糖化罐、过滤机、冷凝器、蒸发器、离子交换器等，其典型生产工艺流程如下：

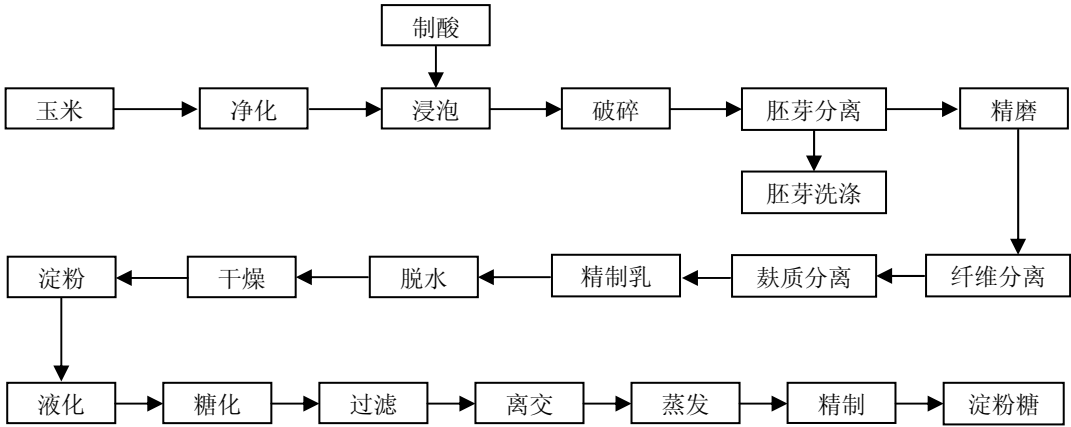


图 A.1 淀粉及淀粉糖生产的典型工艺流程

A.2.2 主要技术经济指标

行业主要技术经济指标包括资源能源消耗指标和产排污指标。其中资源能源消耗主要涉及耗电量、取水量、水重复利用率、淀粉收率、淀粉糖收率等；产排污指标主要涉及废水产排量、COD 产排量、氨氮产排量等。

A.3 典型物料平衡、能源平衡和水平衡

A.3.1 物料平衡

目前淀粉制造业的主要原料有玉米、马铃薯、大米、小麦、木薯、绿豆等。辅料主要有硫磺等。随着工艺技术的进步，各项物耗、能耗指标均在下降。物料平衡的建立能准确的判断废物流，定量的确定废物的数量、成分以及去向，从而发现无组织的排放或未被注意的物料流失，并为产生和研制清洁生产方案提供科学依据。

物料平衡基数为：原料玉米水分含量 14%，杂质 1%，碎玉米 2%，淀粉（干基）收率 66%，蛋白质（干基）收率 6.6%，胚芽（干基）收率 6.9%，纤维（干基）收率 12.5%，玉米浆（干基）收率 6.0%，损失 2%。

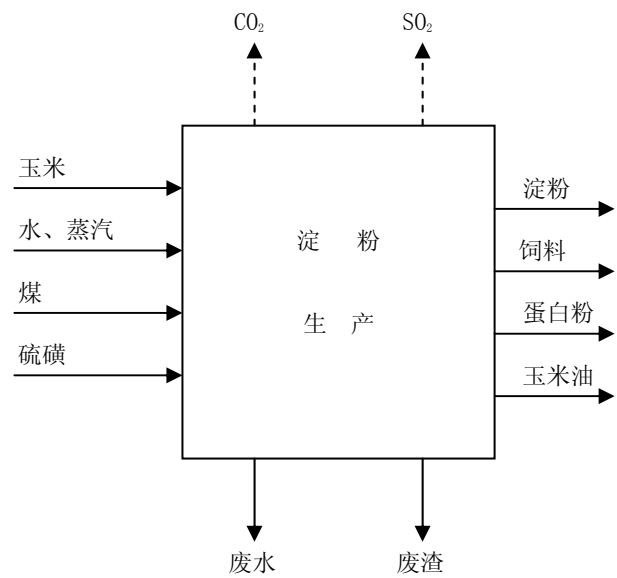


图 A. 2 淀粉物料平衡示意图

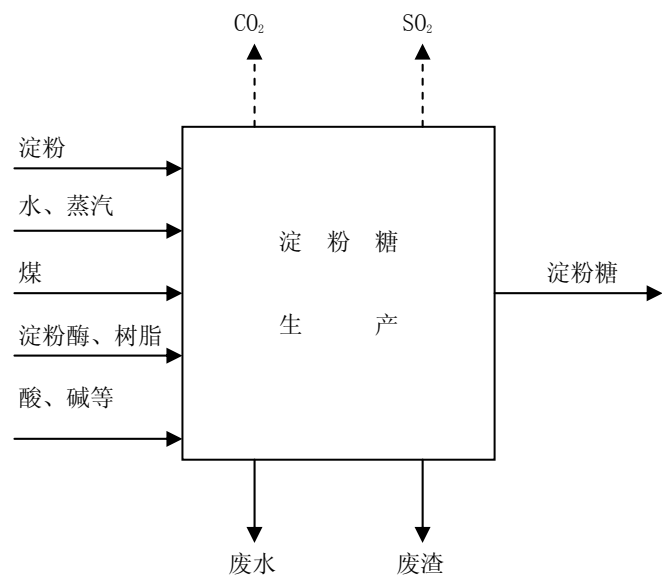
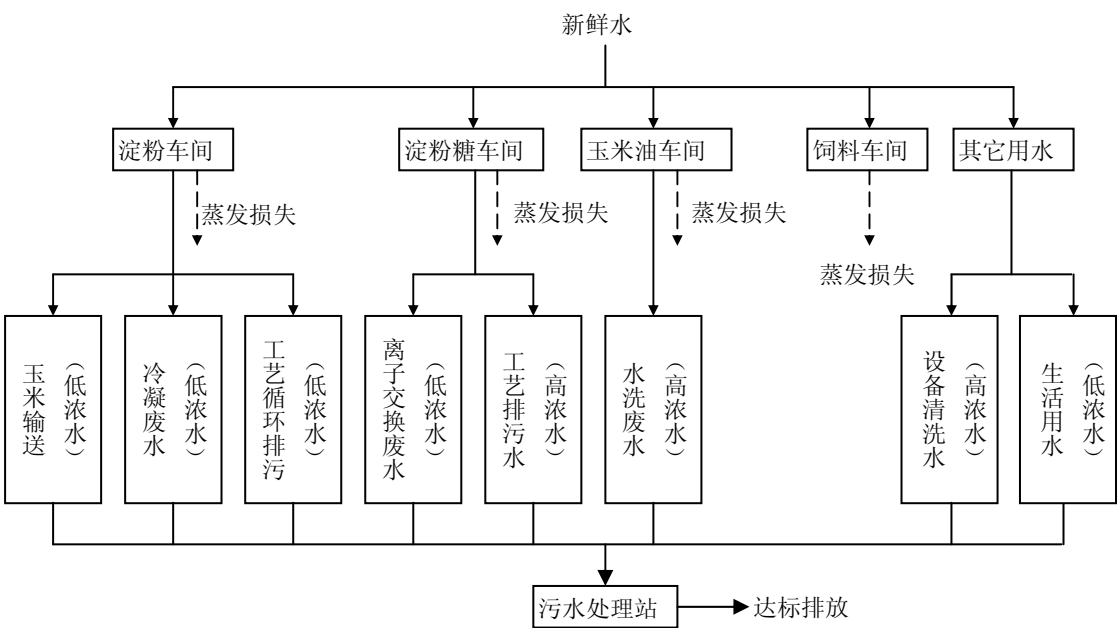


图 A. 3 淀粉糖物料平衡示意图

A. 3. 2 水平衡

玉米淀粉生产采用闭环生产工艺，即在淀粉洗涤过程的最后一道才用新鲜水，在其他工序，如亚硫酸制备、玉米浸泡与洗涤、胚芽和渣皮的洗涤等过程都使用过程水；同时在各种物料的洗涤过程中都采用逆流原则，过程水的利用是关键。过程水使用要注意其质量情况与数量平衡，要控制过程水中的固形物、可溶物和微生物含量，在数量平衡方面，要在保证生产中物料平衡的情况下，实现连续运转。



图A.4 水平衡示意图

A.3.3 能源平衡

淀粉及淀粉糖企业主要的能源消耗是电能和蒸汽。电能主要来自自备热电站(热电联产)和外部电网输入。热能主要来自企业内部的锅炉。淀粉生产过程中，输送设备、破碎设备、研磨设备、筛分设备、分离设备、脱水设备、干燥设备等都要消耗大量的电能。

根据能量守恒定律，淀粉生产过程中能源平衡表示如下：

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_5 + Q_6$$

式中：

- Q₁—外部电能或自备电站电能；
- Q₂—物料带入能量；
- Q₃—蒸汽热能；
- Q₄—各种热效应，如发酵热，稀释热，溶解热等；
- Q₅—物料带走能量；
- Q₆—损耗能量。

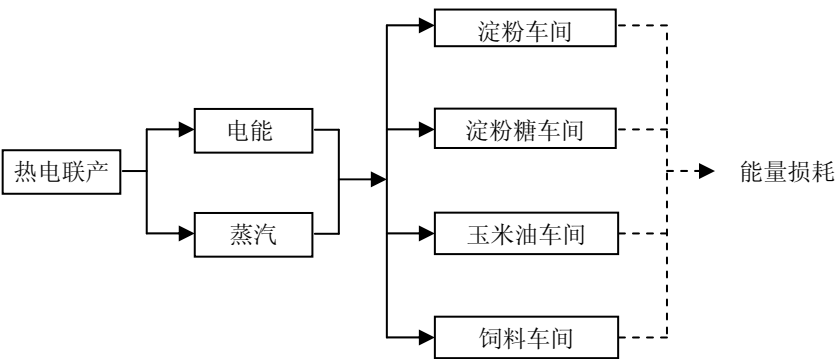


图 A.5 能源消耗示意图

A. 4 典型污染物和污染控制技术

A. 4. 1 典型污染物

淀粉及淀粉糖加工过程中带来的主要污染为废水、废气、废渣、噪声等。其中废气主要来自玉米浆浓缩、淀粉干燥、纤维干燥、胚芽干燥、蛋白干燥等工序。排放的废气的主要成分为水蒸气，对环境基本无害，但造成资源和能源的浪费，还有部分二氧化硫。废渣主要来自玉米的投料工序去除的杂质、废活性炭、污水处理厂的剩余污泥。杂质主要成分为混杂在玉米原料中的砂石等，污泥经脱水干燥后可填埋或资源化利用。废水是淀粉及淀粉糖生产中的主要污染物，主要来自玉米输送水、玉米浸泡水、蛋白分离的黄浆废水、制取玉米浆后的蒸发冷凝水、设备及地面冲洗水、离子交换废水、糖浆冷凝废水、其他废水等。

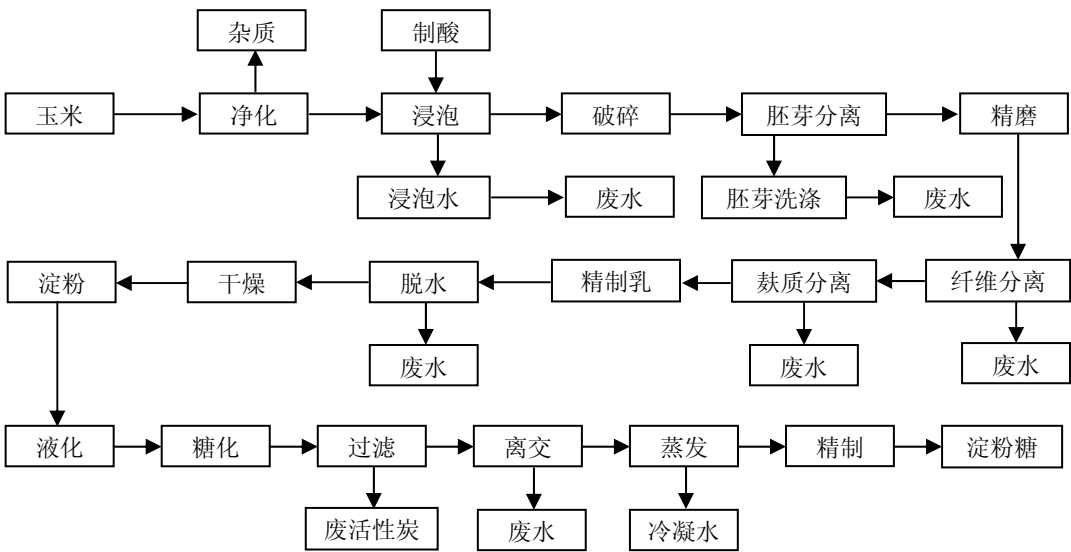


图 A. 6 淀粉及淀粉糖生产主要污染源

A. 4. 2 废水

废水是淀粉及淀粉糖生产中的主要污染物，主要来自玉米输送水、蛋白分离的黄浆废水、玉米浸泡水、制取玉米浆后的蒸发冷凝水、设备及地面冲洗水、离子交换废水、糖浆冷凝废水、其他废水等。废水的主要成分为淀粉、蛋白质和糖类，废水 COD 一般在 8000～30000mg/L, BOD 值在 5000～20000mg/L, SS 值在 3000～5000mg/L, pH 值 4～6，属酸性高浓度有机废水。此外，玉米淀粉废水中还含有一定的亚硫酸根、硫酸根等。目前对于淀粉废水的处理方法主要有：絮凝沉淀法、气浮法、生物法等，此外对于光合细菌法处理淀粉废水也有部分研究。

部分淀粉废水处理工艺路线图如下：

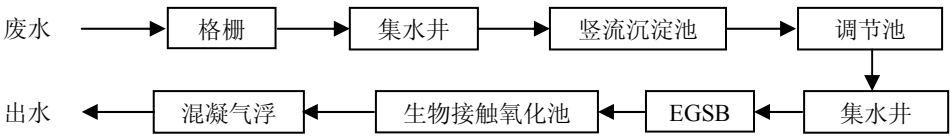


图 A. 7 厌氧反应器+生物接触氧化法

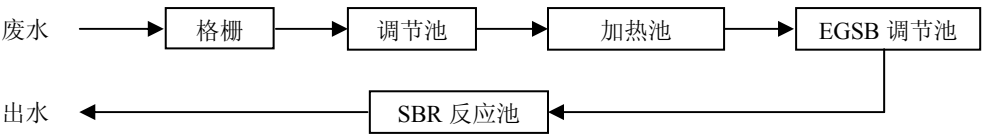


图 A. 8 厌氧反应器+序列间歇式活性污泥处理工艺图

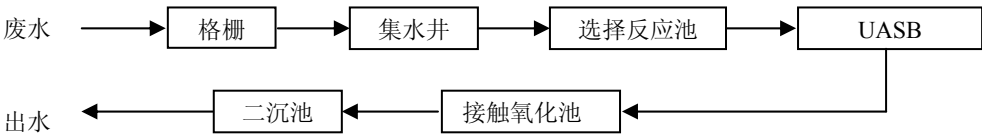


图 A. 9 上流式厌氧污泥+接触氧化法处理工艺图

附录 B

(资料性附录)

行业清洁生产方案

B.1 主导（典型）生产工艺清洁生产方案

糖泥式不同淀粉及淀粉糖生产企业之间存在诸多差异,对清洁生产的预期目标和投入力度也有所区别,选择采用的清洁生产方案也存在差异。所有方案都宜从原辅材料和能源、技术工艺、设备、过程控制、产品、废物、管理、员工这八个方面入手。下表推荐了部分淀粉及淀粉糖企业清洁生产参考方案。审核时可结合企业自身实际情况,筛选产生符合企业自身需求的清洁生产实施方案。

表 B.1 清洁生产方案汇总

方案归属	方案名称	方案描述	方案属性	预期效果
原辅材料及能源	控制收购质量	对采购入厂的玉米等原辅材料严格检验	无/低费	提高原料质量,减少原料杂质,减少固体废物排放
	加强贮运管理	原料产地离工厂近,便于运输;选择便于贮存的原料,合理控制原料库存量	无/低费	降低生产成本,减少原料损失和霉变,降低贮运的能耗
	资源、能源利用	选用清洁的清洁能源和二次能源、减少毒性大、危害严重的原料的使用	无/低费	降低污染物排放、提高资源、能源利用率
	加强工艺水的再利用	实行闭路、多次循环,重复利用工艺水	中/高费	节约能源、节水;降低污染负荷与排放量
技术工艺	浸泡工艺改进	采用合理的浸泡方法,如逆流扩散浸泡法	无/低费	提高原料利用率,降低蒸汽消耗
	粉碎工艺改进	正确的计算与设计粉碎工艺流程,选择简单有效的工艺流程和合适的设备。	中/高费	减少设备损耗、降低能耗
	分离工艺改进	采用先进分离技术,如膜分离技术	中/高费	节水、节能,降低生产成本,减少污水产生
	清洗系统改造	采用 CIP 原位清洗系统,采用高压喷嘴水管清洗设备	中/高费	节水、节能,提高清洗效率,降低废水排放量
设备	加装计量仪器	增设操作单元生产检测计量仪器	中/高费	便于参数控制及能源消耗的定额考核,实现科学管理
	麸质分离设备改进	采用三相分离机,可减少气浮槽处理工序	中/高费	提高生产效率,节水
	过滤设备改进	采用先进的过滤设备,如采用真空转鼓折带过滤机替代板框压滤机	中/高费	节水、降耗、减少环境污染
	淀粉自动计量包装	将烘干设备改为自动计量包装	中/高费	减少粉尘,降低生产成本
	上料泵改进	采用玉米专用送料泵	无/低费	节电,提高生产效率

			费	
	锅炉烟气除尘改造	采用静电除尘，同时回收粉煤灰	中/高费	减少烟尘污染，提高综合利用率
	设备定期维护保养	定期对生产设备进行检查、维护、保养	无/低费	提高设备利用率，降低设备维修费用
	用电设备改造	对功率大的电机配备变频调节器	中/高费	降低电耗，提高经济效益
过程控制	自动化控制系统	对生产过程采用计算机监测、监控	中/高费	节能、节水，降低污染排放，优化操作
废物	淀粉废渣发酵生产饲料	利用固态发酵技术，将淀粉废渣转化为蛋白饲料	中/高费	提高原料利用率，获得副产品，减少环境污染
	过剩玉米浆与纤维混合烘干生产纤维饲料	将过剩玉米浆与纤维按一定比例混合，烘干粉碎生产纤维饲料	中/高费	提高原料利用率，解决玉米浆存放带来的环境问题
	玉米浸渍水浓缩生产饲料	采用多效蒸发器浓缩玉米浸渍水制得饲料	中/高费	降低污染负荷，提高资源利用，增加收入
	玉米浸渍水提取植酸钙	利用石灰乳，提取玉米浸渍水所含植酸	无低费	降低污染负荷，提高资源利用，减少废水排放量
管理	严格环境管理	落实环境考核指标，实施完全可靠的统计、审核及信息反馈	无/低费	减少环境污染，促进清洁生产实施
	严格用水、用电管理，加强计量	杜绝长流水、长明灯以及跑、冒、滴、漏	无/低费	节能、节水，减少物料损失
	流通管理	加强原料运输、贮存、保管等全过程管理	无/低费	减少原料损耗
	设备定期保养制度化	制定设备保养制度，定期对设备就行维护保养	无/低费	降低维修费用，提高设备运行效果
员工	员工岗位技术培训	对员工进行系统的岗位技术培训，培训包括日常操作、清洗、维修以及紧急情况处理等	无/低费	节能、节水、降耗、减污
	加强绩效考核，严格岗位责任制	实行岗位责任制，加强岗位人员的绩效考核，完善各项指标控制	无/低费	节能、降耗、减污、增效
	严格工艺操作规程	修订和完善工艺操作规程，规范操作	无/低费	节能、降耗、减污、增效

附录 C
资料性附录
清洁生产审核工作表

表 C.1 审核小组成员表

姓名	审核小组 职务	来自部门及职 务名称	专业	职责	应投入 的时间

表 C.2 审核工作计划表

阶段	工作内容	完成时间	责任部门及 负责人	考核部门及 人员	备注
审核准备					
预审核					
审核					
方案的产生与筛选					
实施方案的确定					
持续清洁生产					
编写审核报告					

表 C.3 清洁生产障碍及解决办法

障碍	问题	解决办法
观念障碍		
技术障碍		
经济障碍		
政策法规障碍		

表 C.4 企业简介

制表人： 审核人： 填表日期： 第 页

企业名称：	所属行业：
企业类型：	法人代表：
地址及邮政编码：	
联系人：	电话及传真：
主要产品、设计产量及实际产量：	
生产工艺：	
生产设备：	
年末职工总数：	技术人员总数：
固定资产总值：	
企业年总产值：	年总利率：
建厂日期：	投产日期：
其他：	

表 C.5 输入物料汇总表

项目		物料		
		物料号	物料号	物料号
物料种类				
名称				
物料功能				
有害成分及特性				
活性成分及特性				
有害成分浓度				
年消耗量	总计			
	有害成分			
单位价格				
年总成本				
输送方法				
包装方法				
储存方法				
内部运输方法				
包装材料管理				
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				

表 C.6 产品汇总表

项目		物料		
		物料号	物料号	物料号
产品种类				
名称				
有害成分及特性				
年产量	总计			
	有害成分			
运输方法				
包装方法				
就地储存方法				
包装能否回收（是/否）				
储存期限				
客户是否准备	接受其他规格产品			
	接受其他包装方式			
其他资料				

表 C.7 淀粉主要生产设备和生产能力及运行状况一览表

序号	设备名称	型号	数量	功率(kw)	设计产量(kl/h)	实际产量(kl)	年均运行时间(h)	运行状况
1	浸泡罐							
2	砂石捕集器							
3	玉米脱胚磨							
4	胚芽分离旋流器							
5	胚芽洗涤重力筛							
6	管束干燥机							
7	棒式针磨							
8	卧式冲击磨							
9	曲筛							
10	除砂旋流器							
11	冷却器							
12	分离机							
13	淀粉洗涤旋流器							
14	干燥机							
15	蒸汽锅炉							
16	水处理系统							
17	其他							

表 C.8 淀粉糖主要生产设备和生产能力及运行状况一览表

序号	设备名称	型号	数量	功率(kw)	设计产量(kl/h)	实际产量(kl)	年均运行时间(h)	运行状况
1	液化喷射器							
2	计量泵							
3	液化反应器							
4	糖化罐							
5	蒸发器							
6	过滤机							
7	脱色罐							
8	冷凝器							
9	离子交换器							
10	离心机							
11	灌装机							
12	结晶罐							
13	干燥设备							
14	蒸汽锅炉							
15	水处理系统							
16	其他							

表 C.9 企业近三年原辅料和能源消耗

主要原料和能源	使用部位	单位	近三年年消耗量			近三年单位产品消耗量			
			年	年	年	单耗/kl			企业计划指标/kl
						年	年	年	
玉米	破碎	t							
煤	锅炉	t							
水	生产过程	t							
电	生产过程	kW·h							
硫磺	玉米浸泡	kg							
活性炭	过滤	kg							
酶	液化、糖化	kg							

表 C.10 企业近三年废物流情况表

类别	名称	近三年年排放量			近三年单位产品排放量		
		年	年	年	排放/(-/kl)		
					年	年	年
废水	废水量/万 t						
	COD/t						
	SS/t						
废气	锅炉	废气量/Nm ³					
		烟尘/t					
		SO ₂ /t					
固废	淀粉废渣/t						
	炉渣/t						
	废活性炭						
	废树脂						

表 C.11 污染物产排现状及特征表

污染物名称	产生量 (t)	排放量 (t)
废水		
COD		
SS		

表 C.12 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
.....								

表 C.13 清洁生产目标一览表

序号	目标项	现状	近期目标		中期目标	
			绝对量	相对量 (%)	绝对量	相对量 (%)
1	废水产生量 (t)					
2	水、蒸汽 (t)					
3	标煤(kg)					
4	玉米用量 (kg)					
5	电耗 (kW·h)					
6	二氧化硫用量 (kg)					
7	酸用量					
8	碱用量					
9	活性炭用量					
10	COD 产生量 (kg)					

11	NH ₃ -N 产生量 (kg)					
12	废渣产生量					

表 C.14 审核重点单元操作功能说明表

单元操作名称	功能
.....	

表 C.15 物料实测准备表

序号	监测点位及名称	监测项目及频率						备注
		项目	频率	项目	频率	项目	频率	
1								
2								
.....								

表 C.16 物料实测数据表

序号	监测点名称	取样时间	实测结果				备注
1							
2							
.....							

表 C.17 审核重点的物料输入输出分析表

输入			输出		
输入物名称	单位	数量	输出物名称	单位	数量
玉米	kg		淀粉	kg	
水、蒸汽	kg		胚芽	kg	
标煤	kg		玉米浆	kg	
二氧化硫	kg		纤维	kg	
活性炭	kg		蛋白粉	kg	
酸	kg		杂质	kg	
碱	kg		废水	kg	
酶	kg		废蒸汽	kg	
.....	kg		淀粉糖	kg	
.....	kg			kg	
合计	kg		合计	kg	

表 C.18 审核重点废物产生原因分析表

废物产生部位	废物名称	影响因素							
		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
.....									

表 C.19 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	预期效果	
					环境效益	经济效益
原材料与能源						
技术工艺改造						
设备维护与更新						
过程控制优化						
产品改进						
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						

表 C.20 方案权重总和计分排序表

权重因素	权重值 (w)	方案得分 (R=1~10)			
		名称	名称	名称	名称
环境效益					
经济可行性					
技术可行性					
可实施性					
总分= $\sum(W \times R)$					
排序					

表 C.21 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	运行费	经济 效益	环境效益			
.....									

表 C.22 方案经济评估指标汇总表

经济评价指标	方案 1	方案 2	方案 3
总投资费用 (I)			
年运行费用总节省金额 (P)			
新增设备年折旧费			
应税利润			
净利润			
年增加现金流量 (F)			
投资偿还期 (N)			
净现值 (NPV)			
净现值率 (NPVR)			
内部收益率 (IRR)			

表 C.23 方案简述及可行性分析结果表

方案名称/类型	
方案的基本原理	
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	

表 C.24 已实施方案取得经济与环境效益汇总表

方案类型	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)
已实施的无/ 低费方案							
小计							
已实施的中/ 高费方案							
小计							
合计							

附录 D

(资料性附录)

企业清洁生产审核检查清单

检查清单应从原辅料和能源、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：

项目	检查结果
1. 玉米产于何地？进厂时是否进行检验？检验的结果是否满足生产要求？	
2. 原辅材料的进出库是否登记？	
3. 每吨淀粉的玉米用量？水耗？电耗？综合能耗？	
4. 生产过程各种设备（输送机、浸泡罐、糖化罐、破碎机、分离机、干燥机、离子交换树脂等）加工场地的冲洗方法？是否清、污分流？	
5. 冲洗水的去向？冲洗水循环利用情况？	
6. 玉米浸泡方法？	
7. 生产过程中废蒸汽是否回收？	
8. 生产过程工艺水重复利用情况？	
9. 淀粉废渣、废活性炭、废树脂等如何处理？	
10. 玉米浸渍水、浮选浓缩工艺产生的废水等如何处理？	
11. 综合废水 COD、BOD、SS 浓度？年排放废水量？废水处理工艺？	
12. 废水污染物排放执行什么标准？几级标准？	
13. 年产炉渣的量？	
14. 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？	
15. 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？	
16. 车间内卫生情况如何？是否定期清扫地面和设备的积尘？是否建立奖惩制度？	
17. 员工操作技能、个人素质、环保意识如何？	
18. 全员是否有定期的清洁生产培训机会？	

附录 E

(规范性附录)

淀粉企业清洁生产审核报告编写大纲

前 言

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

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

给出与淀粉及淀粉糖行业清洁生产标准比较结果,并初步分析产污原因。

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

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

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

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

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

E.9 结论
