



原平市化工有限责任公司

企业简介

原平市化工有限责任公司位于山西省原平市，是一家中型化工生产企业，共有员工 1679 人。其前身为 1970 年建厂的国有企业，在 1998 年改制为有限责任公司。公司生产的主要产品为：年产 6 万吨草酸、8 万吨甲酸钠、1 万吨甲酸以及其他副产品。作为亚洲最大的草酸生产企业，公司的产品主要出口国际市场。公司管理层一直在学习如何通过提高能效和清洁生产来减少原材料消耗、降低成本和减少环境排放，因此非常积极地参加了 GERIAP 项目。近几年来，该公司还和多家研究机构和大专院校合作，通过生产工艺和技术的更新改造来降低生产成本提高生产效率。

工序说明

草酸的生产过程主要包括：

- **造气、洗气和压缩：**空气被鼓风机鼓入造气炉后受热并和炽热的焦炭反应生成煤气，主要成份为CO、N₂、CO₂、烟尘以及其他气体。随后，煤气经过收尘器和水洗塔除去烟尘和CO₂气体，净化后的煤气(主要为N₂和CO)则进入后续的干燥和压缩工艺。
- **合成过程：**高压煤气和氢氧化钠碱液在套管式加热器中混合并被高温蒸汽加热，该混合液体被加热到 200°C，然后合成生成甲酸钠(NaCOOH)。
- **甲酸钠的浓缩和结晶：**合成生产的稀甲酸钠溶液被蒸汽加热蒸发浓缩并最终析出固体甲酸钠晶体。其中一部分在提纯后作为最终产品。其余则继续进入后续的生产过程以生产草酸。
- **脱氢工艺：**固体甲酸钠倒入脱氢锅内加热 40-50 分钟左右后，发生脱氢反应，放出氢气生产草酸钠(Na₂C₂O₄)，反应物被橡皮软管注水后吸入铅化池。脱氢过程为间歇式人工操作。
- **铅化过程：**在铅化池，硫酸铅(PbSO₄)和草酸钠反应生成硫酸钠(Na₂SO₄)和不溶物质草酸铅(PbC₂O₄)，经过水洗后分离出草酸铅，硫酸钠则被回收作为副产品。
- **酸化过程：**在酸化池，草酸铅和硫酸(H₂SO₄)反应生产草酸(H₂C₂O₄)和不溶物质硫酸铅(PbSO₄)。硫酸铅被水洗分离后循环用于铅化池；草酸稀液则被加入适量氢氧化钡(BaOH)中和残留的硫酸。
- **草酸的结晶和干燥：**中和后的草酸液被蒸汽加热，蒸发浓缩析出草酸晶体，进一步通过甩干和加热干燥后得到了最终的草酸产品。

CPEE 方法的应用

在厂内评估期间，主要基于《CPEE 方法》(草)来确定并实施减少能源和原材料消耗以及废弃物排放的方案。以下是应用该方法论的一些经验和体会：

- **任务 2d – 确定输入、输出和成本的数量以建立基准线**



该公司基本上没有任何测量能源消耗的设备，因此只能从会计部门获取关于生产、原材料消耗和能源使用的数据。两名工业专家参与了该工厂的评估项目，他们利用自身的知识和经验对投入产出进行了估计，从而帮助团队建立起最低基准线。

获得的经验：在缺少重点区域投入产出量化数据的情况下，工业专家可以在提供评估数据方面提供帮助。

▪ **任务 1c – 进行预评估以收集综合信息**

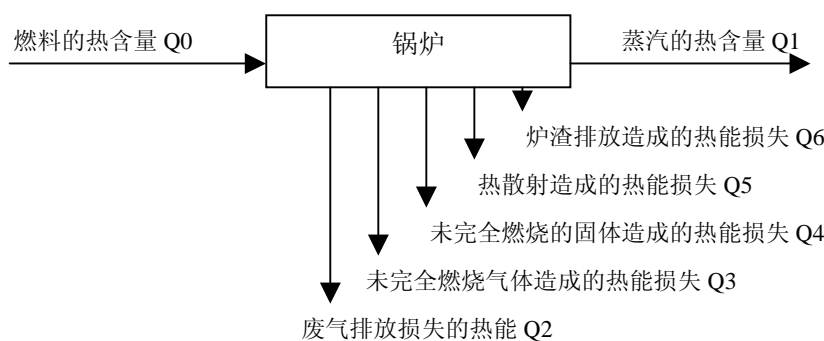
通过对公司 2001 年、2002 年和 2003 年的能源消耗的回顾（见下表），发现公司的电力和煤消耗量大幅下降。但是具体的每 KWh 的消耗量仍然很高，因此仍有进一步改善的余地。

获得的经验：假如能源消耗在过去几年中持续下降，这并不意味着已经没有进一步改善的余地。为了明确这个问题，团队应该计算具体的消耗量，并在可能的情况下将这些数据与标准数据或者设备参数进行比较。

▪ **任务 2e – 通过物质平衡表对损失进行量化**

团队发现了锅炉存在的热损失问题，在进行分析后，他们发现热力是通过以下几种方式损失的。尽管无法量化每种损失，该信息对于找到造成这些损失的原因以及确定解决方案有所帮助。

获得的经验：尽管不可能对损失进行量化，但是确定损失的类型已经可以有助于之后的原因确认和方案制定。



▪ **任务 3a – 确定损失的原因**

来自 GERIAP 的一名能源专家和一名清洁生产专家对这个工厂进行了考察，为工厂团队和中国的外部组织方进行了如何实施能源评估的培训。当发现合成锅炉的出气口有热力损失现象存在时，来自两个不同领域的专家出现了意见分歧。能源专家认为可以对排气口的废热进行再利用，用于合成锅炉的进气（可燃气）的预加热。而清洁生产专家则从另一个角度审视这个问题，他发现锅炉所用煤的质量很差，填充到锅炉里面的煤块尺寸从 80—200mm 不等。他建议采用严格的质量管理措施，以将煤的尺寸调整到最大 40—50mm，这样做能够保证燃气燃烧的更充分，同时减少出气口的热损失。

获得的经验：清洁生产和能源专家常常可以从不同的角度提供有用的信息。所以应将这两个领域的专家纳入工作组以获得最好的评估结果。

▪ **任务 4b – 可行方案的排序**

该工厂生产草酸，公司每天都会接触到化学制品。因此，健康问题成为对方案实施进行优先排序中所要考虑的一个重要因素。尽管这些方案在经济利益和环境利益方面的



实施结果不像其他方案那么突出，但如果能够减少工人接触化学制品的机会，那么仍然会获得率先实施。

获得的经验：在对可行性方案进行优先排序时应该考虑到其对员工健康和安全的影
响。

▪ **步骤6 – 持续性改进**

该公司通过了 ISO9000 质量管理体系认证和 ISO14001 环境管理体系认证，公司管理高层对这方面非常重视，因为作为一家出口型公司，很多客户要求其具备 ISO 管理体系认证。然而，ISO 认证并不总是等同于良好的环境表现。因此，该公司将集中精力改进其实际的环境表现，而不是其现有的程序和体系。除此之外，作为草酸生产商，该公司非常重视环境和健康及安全方面之间的关联，因为这两方面和工厂利益密切相关。

获得的经验：除了努力争取通过ISO质量体系认证之外，公司也必须注意改进其实际的环境行为，以保证实现对能源和资源效率的真正改进。

CPEE 方案

下面是方案的简要介绍：

- 能源评估的重点领域包括：（1）蒸汽系统（包括锅炉、蒸汽输送和利用），（2）合成工厂（包括 CO 压缩机和合成炉），（3）生产流程（尤其是脱氢工艺、铅化工艺、酸化工艺等）。
- 工作组确定了 19 项能源和废物最少化方案。在编写本案例研究的同时，5 项方案已经实施，1 项方案已部分实施。一项方案由公司在 GERIAP 项目之前确定，所以未包括在下面的估算中。已实施的最成功的方案在表 1 中进行了总结。
- 已实施的 5 项方案需要 90566 美元的投资，每年净节约 145769 美元。所以原平化工有限责任公司总的投资回报期为 7.5 个月。另外，有一些方案的财务和环境效益无法量化，否则总数会更好。
- 对于已实施的 5 个项目，总体上（1）减少煤消耗 5146 吨，（2）减少温室气体排放 12896 吨CO₂当量。
- 在工厂方面，在项目的开始阶段，其温室气体排放相比 2003 年的总排放量（226000 吨CO₂）减少了几乎 6%。如果公司自身确定的方案也考虑近来，则其温室气体的减排量为 7.5%。目前无法获得 2003 和 2005 年的具体比较数字，因为回收闪蒸汽的方案只在 2005 年 7 月得到实施。
-

表：已实施及已研究方案实例

关键领域/方案	清洁生产方法	经济可行性	环境效益	说明
蒸汽系统/在现有锅炉上安装汽轮机以利用过热蒸汽发电（见案例分析）	新技术/新设备	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 投资：143 万美元 ▪ 年节约成本：61 万美元 ▪ 投资回收期：2.3 年 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 每年发电 20196 MWh，相当于节约 1700 吨标煤； ▪ CO₂ 减排：4260 吨/年 	该公司在 GERIAP 之前就明确了这一方案。
蒸汽系统/回收锅炉排污水产生的闪蒸汽，用于	新技术/新设备	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 投资：82829 美元 ▪ 年节约： 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 每年节约 5146 吨煤 ▪ CO₂ 减排：每年 	已实施



关键领域/方案	清洁生产方法	经济可行性	环境效益	说明
锅炉给水加热 (见案例分析)		131259 美元 ▪ 投资回收期： 8 个月	约 12896 吨； ▪ : 每年节水 71280 吨；	
蒸汽系统/在主 要蒸汽管道上安 装疏水阀 (见案 例分析)	新技术/新设备	▪ 投资: 483 美 元 ▪ 年节约成 本: 无法量 化; ▪ 投资回收期 : 立即	▪ 节约煤: 不确定 ▪ 温室气体减排: 不 确定	已实施; 需要八个浮力阀
蒸汽系统/在主 要蒸汽管道上安 装疏水阀 12 套, 在其他管道 上安装自制水封 10 套	好的能源环境管 理	▪ 投资: 4836 美元 ▪ 节约成本: 不确定 ▪ 投资回报 期: 不确定	▪ 能源节约: 公司经 理估计为 20% (但未进行测算, 因为蒸汽系统无仪 表)	已实施。 相比以前, 增加 了一个锅炉。仍 然有足够的蒸汽 来供应工序加热 中的蒸汽需求。
蒸汽系统/在蒸 汽管道加装保温 层并修复损坏的 保温层	好的能源环境管 理	▪ 不确定	▪ 不确定	未完全实施。 新安装的管道用 石棉进行保温。 旧管道会逐步进 行保温处理, 因 为巨大的管道网 所需成本很高。
合成车间/套管 式加热器内管蒸 汽冲蚀部位加装 防冲蚀板以减少 热流失 (见案例 分析)	新技术/新设备	▪ 投资: 很少 ▪ 节约成本: 不确定 ▪ 投资回收期 : 立即	▪ 节约成本: 不确定 ▪ 温室气体减排: 不 确定	加热器年停运检 修次数减少 40~50%。 生产效率大大提高。
合成车间/加强 电容补偿, 将功 率因数从 0.75 提高至 0.85	新技术/新设备	▪ 投资: 2418 美元 ▪ 节约成本: 14510 美元/ 年 ▪ 投资回收期 : 2 个月	电力供应方可节约: ▪ 煤: 475 吨/年 ▪ 温室气体减排: 每 年 1173 吨	已实施。 每月节约成本 5000 元人民 币。
合成车间/造气 炉由空气制气改 造成富氧制气 (见案例分析)	改善工序/设备	▪ 投资: 36 万 美元 ▪ 节约成本: 不确定	▪ 节约焦炭潜力: 20%	因技术和财务障 碍, 未实施。
合成车间/严格 控制煤的大小 (80-200 mm to 40-50 mm), 以提高燃炉效率	好的能源环境管 理	▪ 不确定	▪ 通过更高校燃料节 约焦炭	因焦炭供应有 限, 可选的供应 方很少, 所以未 实施。 员工被分派去粉 碎和筛选焦炭。
生产工序/在铅 化和酸化工艺中 更好地回收硫酸 铅和硫酸钠 (见 案例分析)	生产工序中重复 利用/回收	▪ 投资: 150 万 美元 ▪ 节约成本: 不确定	▪ 节水: 65% ▪ 废水中的硫酸铅和 硫酸钠	未实施。 探索出两个方 案, 但比较高的 成本是主要障 碍。



如需更多信息，请联系

GERIAP 中国国家联络点:

联系人: 王新, 国家环保总局对外经济合作中心项目一处
地 址: 北京西直门内南小街 115 号 邮 编: 100035
电 话: +86 10 66532316
Email: wang.xin@sepa.gov.cn

GERIAP 企业联系方式:

联系人: 宋培中, 中国山西省原平市化工有限责任公司
地址: 山西省原平市前进西街三条一号
电话: +86 350 8222889

免责声明:

该案例研究作为“亚太地区工业部门温室气体减排项目 (GERIAP)”的一部分。尽管联合国环境规划署 (UNEP) 为保证此出版物内容的正确性做出了不懈努力, 但 UNEP 不对内容的准确性或完整性负法律责任, 而且也不对任何直接或间接使用或依赖该出版物内容而遭受的损失或者伤害负法律责任。© UNEP, 2006