

# 工业企业清洁生产审核实践

——以中航沈飞民用飞机有限责任公司为例

王元<sup>1</sup>, 李喜文<sup>1</sup>, 卞兴忠<sup>2</sup>, 孙娟<sup>2</sup>, 田简<sup>2</sup>

(1.中航沈飞民用飞机有限责任公司, 辽宁 沈阳 110164;

2.沈阳环境科学研究院, 辽宁 沈阳 110016)

**摘要:** 文章总结了中航工业沈飞飞机公司实施清洁生产审核的实践过程, 在对全公司的生产现状、原辅材料消耗、废物产生情况、能源消耗情况进行分析后, 针对管理和生产中存在的问题, 提出具体的清洁生产方案, 论证具体方案的环境经济效益后, 投入公司正常生产运行环节, 有效削减能源和原料消耗, 减少污染物排放水平, 提升公司的国际市场竞争力, 实现经济和环境的和谐发展。

**关键词:** 清洁生产审核; 实践; 意义

中图分类号: X38

文献标志码: A

## Practice of Cleaner Production Auditing in Industrial Enterprises

——Taking AVIC SAC Commercial Aircraft Company Limited, SACC as an Example

Wang Yuan<sup>1</sup>, Li Xiwen<sup>1</sup>, Bian Xingzhong<sup>2</sup>, Sun Juan<sup>2</sup>, Tian Lin<sup>2</sup>

(1.AVIC SAC Commercial Aircraft Company Limited, SACC, Shenyang 110000, China;

2.Shenyang Academy of Environmental Sciences, Shenyang 110016, China)

**Abstract:** In this paper, the whole process of implementing Cleaner Production (CP) auditing in AVIC SAC Commercial Aircraft Company Limited, SACC is summarized. The current production status, raw and auxiliary material consumption, waste generation and energy consumption is analyzed in detail. Then, with regard to the problems existing in management and production, specific CP plan is proposed and the environmental and economic benefits are demonstrated accordingly. After the CP plan is implemented in the normal production and operation links, consumption of energy and raw materials is decreased and pollutant discharge is reduced effectively. Furthermore, the international market competitiveness of the company is improved and harmonious development of economy and environment is realized.

**Keywords:** Cleaner Production Auditing; Practice; Significance

CLC number: X38

为提升中航沈飞民用飞机有限责任公司(简称“沈飞民机”)环境保护管理水平,提高全体员工环保素质,进一步促进公司经济与环境的协调发展,提高企业经济效益和环境效益,公司决定开展清洁生产审核工作。全程工作历时半年多时间,详细开展公司内部现状排查,制定出多种清洁生产方案,并对各方案进行环境和经济评估对比,把具有环境效益和经济效益的清洁生产方

案筛选出来,并真正落实到各个生产和管理环节,减少企业对外污染物排放量,大量节约能源消耗,并提高了企业自身的管理水平,有利于企业的可持续发展。

按照公司开展清洁生产的实际工作流程,主要经过准备、审核、方案的产生和筛选、方案确定等5个阶段。

收稿日期: 2014-11-28

作者简介: 王元(1987-),女,助理工程师。研究方向:环境管理。

## 1 审核前准备

公司审核小组是企业清洁生产审核工作的组织者和策划者，同时也是直接参与者。公司首先成立了以总经理为组长、主管副总经理为副组长、各部门负责人为成员的清洁生产审核领导小组，各部门技术人员为成员的清洁生产审核工作小组，清洁生产审核工作办公室设在技安环保办公室，负责协调各单位的清洁生产工作、现场调查、方案分析、论证、整理收集和编写报告。

## 2 确定审核重点

此工作阶段对公司全貌进行调查分析，评价公司的产污排污状况，确定审核重点。首先对公司拥有的5个生产厂房(分别是A01、A02、A04、A05和651厂房)的生产现状、产品项目、工艺流程进行详细分析；再对公司近3年生产经营情况、原辅材料消耗、废物产生情况、能源（电能、水和蒸汽）消耗情况进行对比分析，确定将表面处理特种工艺阳极化生产线和喷漆生产线作为全公司清洁生产审核的重点。

具体工作围绕通过审核全公司生产过程的物料平衡，查找物料流失的环节，核实废弃物产生的原因，发现物料储运、生产运行、管理以及废弃物排放等方面存在的问题，比对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。

## 3 清洁生产方案的产生与筛选

经过筛选确定中/高费方案，供下一阶段进行实施效果的核定。审核小组通过宣传、培训清洁生产知识，鼓励员工参与清洁生产活动，启发全体职工提出合理化建议，征集近20多项清洁生产方案和合理化建议。同时，审核小组通过征求行业专家意见，按原辅材料和能源、技术工艺、设备、过程控制、产品、废弃物、管理和员工8个方面进行筛选和核定，共形成18项清洁生产方案，见表1。

表1 清洁生产方案筛选结果汇总表

筛选结果	方案编号	方案名称
可行的无/低费方案	F1	加强员工清洁生产意识培训
	F2	加强员工岗位技能的培训
	F3	加强设备的维护与管理
	F4	实施合理化建议的奖励措施
	F5	加强危废管理
	F6	合理安排空压机运转时间
	F7	废旧包装箱重新利用
	F8	停产项目封存材料再利用
	F9	A02 零件制造中心时效炉料框改进
	F10	A02 零部件制造中心氧化线生产优化
	F11	A02 零件制造中心原材料充分利用
	F12	合理控制厂房吊灯照明时间
	F13	A02 零件制造中心提高原材料利用率
	F14	A01Q400 项目装配厂合理控制器材消耗
	F15	A02 零部件制造中心热处理线合理控制热处理生产能耗
初步中/高费方案	F16	动力车间冷凝水回收装置更换
	F17	A02 零部件制造中心淬火炉改造
	F18	A04 厂房厂区照明射流灯代替金卤灯

## 4 方案的确定

此阶段的目的是对筛选出来的中/高费方案进行分析和评估，以选择技术上先进适用、经济上合理有利、利于环境保护的最优方案。工作重点是在结合市场调查和收集资料的基础上，进行方案的技术、环境、经济的可行性分析和比较，从中选择和推荐最佳的、可实施的清洁生产方案，这里以中/高费方案为例来说明方案的确定过程。

### 4.1 方案F16：动力车间冷凝水回收装置改造

企业A01厂房冷凝水回收原理是重力回水，回水率低，锅炉补水量大，浪费资源。现新增机械回水的NHQ-L-4型凝结水回收器，提高冷凝水回水率，节约资源。

环境效益：通过将重力回水的冷凝水回收装置更换为机械回水的NHQ-L-4型凝结水回收器，回水率从33.7%提高到65%，减少年锅炉补水量3 280 t，节煤800 t，环境效益明显。

经济效益：该方案总投入15万元，减少年锅炉补水量3 280 t，节煤800 t，按照水费单价2.5元，煤电价650元计算，节约成本=3 280 × 2.5+800 × 650=52.82万元。对方案的经济可行性进行评估，选择以下指标：

(1)总投资费用(I)：I=15万元

(2)年运行费用总节省金额( $P$ ):

年产生经济效益52.82万元。年度费用总

节省为:

$$p=52.82\text{万元}$$

(3)新增设备年折旧费( $D$ ):

设备折旧期( $n$ )10年

$$D=I/n=1.5\text{万元}$$

(4)应税利润( $T$ ):

$$T=P-D=52.82-1.5=51.32\text{万元}$$

(5)净利润( $E$ ):

$$E=51.32 \times (1-25\%)=38.49\text{万元}$$

(6)年净现金流量( $F$ ):

$$F=E+D=38.49+1.5=39.99\text{万元}$$

(7)投资偿还期( $N$ ):

$$N=I/F=15/38.99=0.38(\text{年})$$

(8)净现值( $NPV$ ):

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{F}{(1+i)^j} - I = 230.72\text{万元}$$

(9)净现值率( $NPVR$ ):

$$NPVR = \frac{NPV}{I} \times 100\% = 1538.14\%$$

(10)内部收益率( $IRR$ ):

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1(i_2 - i_1)}{NPV_1 + |NPV_2|} = 266.6\%$$

根据经济评估,从数据中看出,该方案, $NPV>0$ 、 $IRR>i_1$ 、 $N<5$ ,从经济评估而言属可行方案。

#### 4.2 方案F17: A02零部件制造中心淬火炉改造

目前,企业由于固溶退火炉淬火槽的循环管道使用碳钢制造,固溶处理炉在长期使用过程中,出现了锈蚀,严重的影响了零件的质量,多次造成试片的表面质量不合格。大时效炉料筐由于没有吊升机械,零件装卸极不方便,严重影响了工作效率,工人在操作过程中也存在安全隐患。

环境效益:通过淬火炉改造后,节约电量3万kW·h/a,提高产品合格率20%,给操作人员带来更安全的工作环境。

经济效益:该方案总投入13.9万元,年节约电量4.5万kW·h,按照电费单价0.9元计算,节约电费=0.9×4.5=4.05万元,而且,该方案实施

后,提高产品合格率,进而降低生产成本3万元。

(1)总投资费用( $I$ ):

$$I=13.9\text{万元}$$

(2)年运行费用总节省金额( $P$ ):

年产生经济效益4.05万元。年度费用总节

省为:

$$p=4.05\text{万元}$$

(3)新增设备年折旧费( $D$ ):

设备折旧期( $n$ )15年

$$D=I/n=0.93\text{万元}$$

(4)应税利润( $T$ ):

$$T=P-D=4.05-0.93=3.12\text{万元}$$

(5)净利润( $E$ ):

$$E=3.12 \times (1-25\%)=2.34\text{万元}$$

(6)年净现金流量( $F$ ):

$$F=E+D=2.34+0.93=3.27\text{万元}$$

(7)投资偿还期( $N$ ):

$$N=I/F=13.9/3.27=4.25(\text{年})$$

(8)净现值( $NPV$ ):

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{F}{(1+i)^j} - I = 10.97\text{万元}$$

(9)净现值率( $NPVR$ ):

$$NPVR = \frac{NPV}{I} \times 100\% = 78.89\%$$

(10)内部收益率( $IRR$ ):

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1(i_2 - i_1)}{NPV_1 + |NPV_2|} = 22.38\%$$

根据经济评估,从数据中看出,该方案, $NPV>0$ 、 $IRR>i_1$ 、 $N<5$ ,从经济评估而言属可行方案。

#### 4.3 方案F18: A04厂房照明射流灯代替金卤灯

A04厂房采用400 W金卤灯208盏,250 W金卤灯20盏,现以210 W射流灯来替代400 W金卤灯(实际耗电>460 W);140 W射流灯来替代250 W金卤灯(实际耗电>280 W),进而达到节能环保的目的。

环境效益:210 W射流灯来替代400 W金卤灯(实际能耗460 W以上)。以平均每天亮灯10 h算,每度电费0.9元。每盏每月节电76.04 kW·h,每

年可以省电912.5 kW·h，共208盏，小计全年节电量=912.5×208=18.98万kW·h。

140 W射流灯来替代250 W金卤灯（实际能耗280 W以上）。以平均每天亮灯10 h算，每度电费0.9元。每灯每月节电33.46度，每年可以省电401.5 kW·h，共20盏，小计全年节电量=401.5×20=0.803万kW·h。

根据统计核算，射流灯代替金卤灯方案实施后，全年共节电19.783万kW·h，环境效益明显。

经济效益：该方案总投入42.73万元，年节约电量19.783万kW·h，按照电费单价0.9元计算，节约电费=0.9×19.783=17.81万元。为了对方案的经济可行性进行评估，我们选择了以下指标：

(1)总投资费用( $I$ ):

$$I=17.81\text{万元}$$

(2)年运行费用总节省金额( $P$ ):

年产生经济效益17.81万元。年度费用总节省为：

$$p=17.81\text{万元}$$

(3)新增设备年折旧费( $D$ ):

设备折旧期( $n$ )20年

$$D=1/n=21.4\text{万元}$$

(4)应税利润( $T$ ):

$$T=P-D=17.81-2.14=15.67\text{万元}$$

(5)净利润( $E$ ):

$$E=15.67 \times (1-25\%) = 11.76\text{万元}$$

(6)年净现金流量( $F$ ):

$$F=E+D=11.76+2.14=13.9\text{万元}$$

(7)投资偿还期( $N$ ):

$$N=1/F=42.73/13.9=3.08(\text{年})$$

(8)净现值( $NPV$ ):

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{F}{(1+i)^j} - I = 75.55\text{万元}$$

(9)净现值率( $NPVR$ ):

$$NPVR = \frac{NPV}{I} \times 100\% = 176.78\%$$

(10)内部收益率( $IRR$ ):

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1(i_2 - i_1)}{NPV_1 + |NPV_2|} = 32.39\%$$

根据经济评估，从数据中看出，该方案， $NPV > 0$ 、 $IRR > i_1$ 、 $N < 5$ ，从经济评估而言属可行方案。

上述3个方案可行性分析结果见表2。

表2 方案可行性分析结果表

方案编号	F16	F17	F18
方案名称	动力车间冷凝水回收装置改造	A02 零部件制造中心淬火炉改造	A04 厂房厂区照明射流灯代替金卤灯
环境效益	环境效益明显；符合国家环保政策	环境效益明显；符合国家环保政策	环境效益明显；符合国家环保政策
技术评估结论	技术稳定、可靠	技术可靠	技术稳定、可靠
经济评估结论	经济可行	经济可行	经济可行
推荐方案排序	2	3	1

## 5 方案的实施

本阶段工作重点是总结前几个审核阶段已实施的清洁生产方案的成果，统筹规划推荐方案的实施。通过行业专家和审核小组的筛选、研究、评估工作，确定了18项可行方案，并推荐、报请公司领导批准实施，为使方案能够尽快得以

施行，审核小组编制了具有时限性的实施计划，同时，对已实施方案的实施效果进行了跟踪统计，并对已实施方案对公司的影响进行了分析。通过方案的实施，公司环境状况日益改善，节能降耗落到实处，废弃物产生量减少，公司以较少的投入获取了良好的环境效益和经济效益。

表3 全部方案实施后效果

总投资(18个方案)		环境效益	经济效益
合计	75.53 万元	年节电量 122.253 万 kW·h, 年节水量 3 780 t, 年节煤量 845.9 t, 零件制造中心节省材料 100 余 m <sup>2</sup> , Q400 项目装配厂年节约保护胶带 904 卷, 节约各种费用共计 1 043.44 万元, 淬火炉加工产品合格率提高 20%。	

公司本轮清洁生产方案共计18项,其中无/低费方案15项,中/高费方案3项,全部实施后可为公司创造效益1 043.44万元。审核前单位产品电耗、煤耗和水耗分别为4.28万kW·h/架份、53.68 t/架份和321t/架份,审核后单位产品电耗、煤耗和水耗分别为4.2万kW·h/架份、47.24 t/架份和295 t/架份;审核后减少废水排放3 680 t,减少COD排放0.4 t;减少总铬排放0.16 kg;减少SO<sub>2</sub>排放1.59 t; A02零件制造中心节省材料100余m<sup>2</sup>, A01Q400项目装配厂年节约保护胶带904卷,提高淬火炉加工产品合格率提高20%。

## 6 结论

公司清洁生产审核的实践让企业受益匪浅,通过改善重点工艺环节、加强管理,仅投入75.53万元,即可为公司带来1 043万元/年的收益,减少污染物排放量,节约能源,真正做到从

源头削减污染,从源头控制生产的全过程,有效提高资源利用效率,逐步提升了企业的国际竞争能力。在今后的工作中,公司将继续做好节能环保工作,进一步加强培训和宣传工作,提高员工节能环保意识,大力推行清洁生产理念,积极组织实施节能环保技术改造项目和清洁生产方案,保持环境管理体系运行,做到持续节能减排。

## 参考文献

(上接第95页)

- in China from 1982 to 1999[J]. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2003, 1(6):293-297.
- [16] Potter C S, Randerson J T, Field C B, et al. Terrestrial ecosystem production: a process model based on global satellite and surface data[J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 1993, 7(4):811-841.
- [17] 王 莺,夏文韬,梁天刚.陆地生态系统净初级生产力的时空动态模拟研究进展[J].*草业科学*,2010,27(2):77-88.
- [18] 朱文泉,潘耀忠,张锦水.中国陆地植被净初级生产力遥感估算[J].*植物生态学报*,2007,31(3),413-424.
- [19] 郑有飞,牛鲁燕,吴荣军,等.1982—2003年贵州省植被覆盖变化及其对气候变化的响应[J].*生态学杂志*, 2009,28(9):1773-1778.
- [20] 杨亚梅,胡 蕾,武 伟,等.贵州省陆地净初级生产力的季节变化研究[J].*西南大学学报:自然科学版*,2008,30(9):123-128.
- [21] 侯英雨,柳钦火,延 昊,等.我国陆地植被净初级生产力变化规律及其对气候的响应[J].*应用生态学报*,2007,18(7):1546-1553.
- [22] 陈福军,沈彦俊,李 倩,等.中国陆地生态系统近30年NPP时空变化研究[J].*地理科学*,2011,31(11):1409-1414.

- [1] 韩 芳.清洁生产审核在化工企业中的实践研究[D].杭州:浙江大学,2006.
- [2] 龚莉娟.江苏油田实施清洁生产审核中存在的问题及其对策[J].*油气田环境保护*,2005,15(3):14-16.
- [3] 高海燕.电解锰企业清洁生产及其废渣资源化制浆工艺研究[D].贵阳:贵州师范大学,2008.
- [4] 钟战铁,翟宝庆.电镀行业清洁生产审核方法探讨[J].*材料保护*,2007,40(1):50-53.
- [5] 蒋琪琪.清洁生产审核中能量审核方法学的理论研究[D].北京:北京工商大学,2007.
- [6] 刘 玫.企业清洁生产审核的标准化探讨[J].*环境与可持续发展*, 2009,34(4):1-3.
- [23] 杨胜天,朱启疆.贵州典型喀斯特环境退化与自然恢复速率[J].*地理学报*,2000,55(4):459-466.
- [24] 姚永慧,张百平,周成虎,等.贵州森林的空间格局及组成结构[J].*地理学报*,2003,58(1):126-132.
- [25] 韩 英.六盘水市能源产业可持续发展对策研究[D].贵阳:贵州大学,2007.
- [26] 杨汉奎,程仕泽.贵州茂兰喀斯特森林群落生物量研究[J].*生态学报*,1991,11(4):307-312.
- [27] 孙金伟,关德新,吴家兵,等.陆地植被净初级生产力研究进展[J].*世界林业研究*,2012,25(1):1-6.
- [28] Houghton R A. Aboveground forest biomass and global carbon balance[J]. *Global Change Biology*, 2005, 11(6):945-958.
- [29] Brown S. Measuring carbon in forests: current status and future challenges[J]. *Environmental Pollution*, 2002, 116(3):363-372.
- [30] Binkley D, Stape J L, Ryan M G, et al. Age-related decline in forest ecosystem growth: an individual-tree, stand-structure hypothesis[J]. *Ecosystems*, 2002, 5(1):58-67.