



Institiúid Teicneolaíochta Chorcaí
Cork Institute of Technology



Austrian

Development Cooperation

清洁生产审核

案例与工具



科学出版社



Institiúid Teicneolaíochta Chorcaí
Cork Institute of Technology



Austrian

Development Cooperation

清洁生产审核

案例与工具

Cleaner Production Audit Cases and Tools

Gerhard WEIHS 主 编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是在“中欧亚投资计划——西部 11 省清洁生产能力建设项
目”支持下,进行研究并结合实践实例而编写完成的。本书详细介绍了
在西部 11 个省(自治区)制药、建材、冶金、有色金属、食品和饮料、
电力、化工、机械等行业开展的 17 个企业清洁生产审核的过程、所取得
的清洁生产效益、典型清洁生产方案,以及相关清洁生产审核工具的应用
等内容。

本书可供环保决策、环境咨询、企业环境管理相关领域的政府部门、
工程技术人员和企业参阅。

图书在版编目(CIP)数据

清洁生产审核案例与工具 / 郭日生等主编. —北京: 科学出版社,
2011

ISBN 978-7-03-030058-4

I. 清… II. 郭… III. 无污染工艺 IV. X383

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 010263 号

责任编辑: 李 敏 张 菊 李娅婷 / 责任校对: 桂伟利

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 鑫联必升

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2011 年 2 月第一次印刷 印张: 19 1/2 插页: 2

印数: 1—3 000 字数: 445 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

编写委员会

主 编 郭日生 彭斯震 Gerhard WEIHS

执行主编 霍 竹 Wolfgang WEISSEL

副主编 秦 媛 谢 钰 何 燕

编委会 (以拼音或字母顺序为序)

次仁罗布 郭日生 何 燕 侯佩玲

霍 竹 李敬喜 廖 宇 刘超洋

宁居民 牛小云 彭斯震 秦 媛

史 玲 随 洋 孙高峰 王积毅

王小李 王 莹 武 艺 谢 茜

谢 钰 忻鸣一 杨跃晶 袁思亮

郑 越 周 斌 邹 研

Colum GIBSON Gerhard WEIHS

Rainer AGSTER Wolfgang WEISSEL

前言 FOREWORD

随着全球环境问题的不断发生，保护人类共同的家园，已成为全人类的共识，并逐渐汇成了当今世界可持续发展的潮流。正是在可持续发展思想、理念及其实践的逐步形成与不断发展的历史大背景下，基于对传统“末端治理”的环境污染控制实践的反思，清洁生产应运而生，并成为支持可持续发展的有力战略措施。

20 世纪 90 年代前后，发达国家相继尝试运用如“废物最小化”、“污染预防”、“无废技术”、“源削减”、“零排放技术”和“环境友好技术”等方法与措施，来提高生产过程中的资源利用效率、削减污染物，以减轻对环境和公众的危害。这些实践取得的良好环境效益和经济效益，使人们认识到将环境保护渗透到生产全过程中、从污染产生的源头进行预防的重要性及其深远意义。它不仅意味着对传统环境末端控制方式的调整，更为深刻的是蕴涵着一场转变传统工业生产方式，乃至经济发展模式的革命。

在总结工业污染防治理论和实践的基础上，联合国环境规划署（UNEP）于 1989 年提出了名为“清洁生产”的战略和推广计划。清洁生产作为 20 世纪 90 年代国际环境保护战略的重大转变，是对传统生产方式与近 20 年环境污染防治实践的经验总结，它将资源与环境的考虑有机融入产品及其生产的全过程中，着眼于生产发展全过程中污染物产生的最小化，不仅注意生产过程自身，而且对产品（包括服务）从原材料的获取直至产品报废后的处理处置整个生命周期过程中的环境影响统筹考虑，因而清洁生产对深化环境污染防治、转变大量消耗能源资源粗放经营的传统线性生产发展模式具有重要意义。

在联合国工业发展组织（UNIDO）、联合国开发计划署（UNDP）的共同努力下，清洁生产正式走上了国际化的推行道路。全面推行清洁生产的实践始于美国，美国国会于 1984 年通过了《资源保护与回收法——固体及有害废物修正案》。该法案明确规定：废物最小化即“在可行的部位将有害废物尽可能地削减和消除”，是美国的一项国策。与此同时，瑞典、荷兰、丹麦等国相继学习借鉴美国废物最小化或污染预防实践经验，纷纷投入了推行清洁生产的活动。

中国从 20 世纪 90 年代初开始了清洁生产的相关工作。1993 年 10 月在上海召开的第二次全国工业污染防治会议上，国务院、国家经济贸易委员会及国家环境保护总局的领导提出清洁生产的重要意义和作用，明确了清洁生产在我国工业污染防治中的地位。1994 年 3 月，国务院常务会议讨论通过了《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪

人口、环境与发展白皮书》，专门设立了“开展清洁生产和生产绿色产品”这一领域。1997年4月，国家环境保护总局制定并发布了《关于推行清洁生产的若干意见》。2003年1月1日《中华人民共和国清洁生产促进法》的正式实施确定了清洁生产的法律地位，标志着中国推行清洁生产纳入了法制化和规范化管理的轨道，这也是中国清洁生产近20年来最重要和最具有深远历史意义的成果。

清洁生产对推动中国可持续发展及环境保护发挥了很大的作用，我国在推广清洁生产的过程中也取得了一定的成果，但中国西部欠发达地区的政府、企业对清洁生产的认识了解和发达地区相比还有较大的差距，对清洁生产能力建设的需求较大。在这个背景下，中国21世纪议程管理中心和奥地利环境培训与国际咨询中心、爱尔兰库克理工学院清洁技术中心合作实施了“中欧亚投资计划——西部11省清洁生产能力建设项目”（ASIA INVEST/CPSUC-Capacity Building and Establishment of Cleaner Production Service Units & Campaigns for the Industry in the Less Developed Regions of China）[CN/ASIA INVEST/041（137-265）]。项目在中国西部11个省（自治区）（四川省、贵州省、云南省、陕西省、甘肃省、青海省、西藏自治区、宁夏回族自治区、广西壮族自治区、内蒙古自治区以及安徽省）开展了清洁生产能力建设，并建立了相关清洁生产服务机构。项目旨在将欧盟在清洁生产、提高能源与资源生产利用率等方面的实践经验引入中国西部地区，开发出适合中国西部的可持续生产模式，对整个西部地区的企业节能减排、可持续发展起到示范作用和促进作用。

在欧盟专家和中方专家的指导下，项目参与省份均在本省（自治区）开展了相应的试点企业清洁生产审核工作，并取得了一定的成果。为了让更多的省份和企业分享这些实践经验，中国21世纪议程管理中心将部分试点企业的清洁生产审核案例进行了总结，希望从实践层面上，对企业的清洁生产审核的开展起到一定借鉴作用。

本书共分为两篇。第一篇共八章，主要总结了项目在试点省（自治区）开展的17个清洁生产审核案例，涉及制药、建材、冶金、有色金属、食品和饮料、电力、化工及机械等行业，特别是介绍了部分典型的清洁生产方案。第二篇是清洁生产审核工具相关读物，涉及水资源管理、能源管理、废弃物管理、环境管理、环境会计、职业健康安全六个章节。这些工具是欧盟专家基于欧洲的清洁生产工具最佳实践整理和开发的，为了与中国最佳实践接轨，还采用了企业绩效审核、改进与融资规划（PMIF）方法。

参与本书编写的主要人员还有冯娟霞、王艳增、孙丽、任婷婷、申琳、黄绍洁、黄贤峰、阮付贤、喻泽斌、马晓群等，在此一并感谢。

书中不足和疏漏之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

2010年12月

目 录 CONTENTS

第一篇 行业清洁生产案例

3 第1章 制药行业案例

1.1 昆明市宇斯药业有限公司	3
1.1.1 企业概况	3
1.1.2 企业的主要产品和生产工艺	4
1.1.3 企业的审核过程概述	7
1.1.4 清洁生产审核的方案及效益	9
1.1.5 典型的清洁生产方案	10
1.2 西藏雄巴拉曲神水藏药厂	11
1.2.1 企业概况	11
1.2.2 企业的主要产品和生产工艺	12
1.2.3 企业的审核过程概述	15
1.2.4 清洁生产审核的方案及效益	17
1.2.5 典型的清洁生产方案	18

20 第2章 建材行业案例

2.1 西安某水泥有限公司	20
2.1.1 企业概况	20
2.1.2 企业的主要产品和生产工艺	20
2.1.3 企业的审核过程概述	23
2.1.4 清洁生产审核的方案及效益	24
2.1.5 典型的清洁生产方案	24
2.2 四川德阳某水泥有限公司	31
2.2.1 企业概况	31
2.2.2 企业的主要产品和生产工艺	32
2.2.3 企业的审核过程概述	32
2.2.4 清洁生产审核的方案及效益	36
2.2.5 典型的清洁生产方案	36

40 第3章 冶金行业案例

3.1 西宁某特殊钢公司	40
3.1.1 企业概况	40
3.1.2 企业的主要产品和生产工艺	40
3.1.3 企业的审核过程概述	45
3.1.4 清洁生产审核的方案及效益	46
3.1.5 典型的清洁生产方案	59
3.2 四川省德阳市某钢铁公司	60
3.2.1 企业概况	60
3.2.2 企业的主要产品和生产工艺	61
3.2.3 企业的审核过程概述	62
3.2.4 清洁生产审核的方案及效益	63
3.2.5 典型的清洁生产方案	64

67 第4章 有色金属行业案例

4.1 青海某铜业有限公司	67
4.1.1 企业概况	67
4.1.2 企业的主要产品和生产工艺	67
4.1.3 企业的审核过程概述	70
4.1.4 清洁生产审核的方案及效益	72
4.1.5 典型的清洁生产方案	73
4.2 贵州紫金矿业股份有限公司	76
4.2.1 企业概况	76
4.2.2 企业的主要产品和生产工艺	76
4.2.3 企业的审核过程概述	77
4.2.4 清洁生产审核的方案及效益	78
4.2.5 典型的清洁生产方案	82
4.3 包头市 XJ 稀土有限责任公司	84
4.3.1 企业概况	84
4.3.2 企业的主要产品和生产工艺	84
4.3.3 企业的审核过程概述	85
4.3.4 清洁生产审核的方案及效益	86
4.3.5 典型的清洁生产方案	88
4.4 包头市 JM 稀土有限责任公司	89
4.4.1 企业概况	89
4.4.2 企业的主要产品和生产工艺	90

4.4.3 企业的审核过程概述	92
4.4.4 清洁生产审核的方案及效益	94
4.4.5 典型的清洁生产方案	97

98 第5章 食品和饮料行业案例

5.1 甘肃通达果汁有限公司	98
5.1.1 企业概况	98
5.1.2 企业的主要产品和生产工艺	99
5.1.3 企业的审核过程概述	100
5.1.4 清洁生产审核的方案及效益	102
5.1.5 典型的清洁生产方案	104
5.2 青岛啤酒西安汉斯集团有限公司	105
5.2.1 企业概况	105
5.2.2 企业的主要产品和生产工艺	106
5.2.3 企业的审核过程概述	110
5.2.4 清洁生产审核的方案及效益	111
5.2.5 典型的清洁生产方案	115

120 第6章 电力行业案例

6.1 国电兰州热电有限公司	120
6.1.1 企业概况	120
6.1.2 企业的主要产品和生产工艺	121
6.1.3 企业的审核过程概述	122
6.1.4 清洁生产审核的方案及效益	123
6.1.5 典型的清洁生产方案	125
6.2 云南华电昆明发电有限公司	128
6.2.1 企业概况	128
6.2.2 企业的主要产品和生产工艺	128
6.2.3 企业的审核过程概述	130
6.2.4 清洁生产审核的方案及效益	132
6.2.5 典型的清洁生产方案	134

136 第7章 化工行业案例

7.1 贵州川恒化工有限公司	136
7.1.1 企业概况	136
7.1.2 企业的主要产品和生产工艺	137

7.1.3	企业的审核过程概述	138
7.1.4	清洁生产审核的方案及效益	139
7.1.5	典型的清洁生产方案	143
7.2	安徽华恒生物工程有限公司	145
7.2.1	企业概况	145
7.2.2	企业的主要产品和生产工艺	146
7.2.3	企业的审核过程概述	148
7.2.4	清洁生产审核的方案及效益	149
7.2.5	典型的清洁生产方案	150

152 第8章 机械行业案例

8.1	安徽合肥正远机械电子有限公司	152
8.1.1	企业概况	152
8.1.2	企业的主要产品和生产工艺	152
8.1.3	企业的审核过程概述	153
8.1.4	清洁生产审核的方案及效益	154
8.1.5	典型的清洁生产方案	156

第二篇 清洁生产审核工具

161 第9章 水资源管理

9.1	水资源管理引言	161
9.1.1	需求排序及目标设定	162
9.1.2	运用标杆管理	163
9.1.3	通用的节水措施	164
9.1.4	典型的水平衡调查结果	164
9.1.5	节水方案的成功实施	165
9.2	用水减量措施	169
9.2.1	制冷和加热	169
9.2.2	清洁及清洗的应用	173
9.2.3	清洁过程的其他改进措施	177
9.3	特定行业的生产过程	177
9.3.1	纺织行业	177
9.3.2	食品饮料业	184
9.3.3	食品加工业中水及废水的使用	186
9.3.4	废物利用及废物量的最小化	190

9.3.5 金属加工	192
9.4 泄漏检测	195

197 第10章 能源管理

10.1 能源管理的结构和内容	197
10.2 节能措施的层次关系	200
10.3 热系统	201
10.3.1 燃料——储存、制备和处理	201
10.3.2 燃烧	202
10.3.3 锅炉	205
10.3.4 热载体加热器	210
10.3.5 蒸汽分布和利用	211
10.3.6 冷凝水回收	214
10.3.7 闪蒸蒸汽回收	215
10.3.8 余热回收	220
10.3.9 烟气的余热回收	221
10.4 电气系统	223
10.4.1 电力管理系统	223
10.4.2 通过负荷管理控制高峰负荷	224
10.4.3 提高功率因子	225
10.4.4 无功功率补偿	226
10.4.5 电力驱动装置和电力终端设备	227
10.4.6 风机系统	230
10.5 节能技术	236
10.5.1 新型电气技术	237
10.5.2 锅炉和加热炉技术	238
10.5.3 加热升级系统	239
10.6 快速有效地评估大型能源系统的经验法则	240
10.6.1 热能	240
10.6.2 电能	240

242 第11章 废弃物管理

11.1 废弃物管理引言	242
11.2 废弃物管理方案的实施	243
11.2.1 企业现状	244
11.2.2 固体废物审计	245
11.2.3 调查现有的废弃物管理办法	249

11.3	制定废弃物管理方案	249
11.3.1	组织机构条件	249
11.3.2	制定方案	250
11.3.3	经济可行性评价	250
11.3.4	管理方案的要素	251
11.4	管理方案的实施	251
11.4.1	运作预算的分配	251
11.4.2	沟通交流	251
11.4.3	选择服务供应商	251
11.5	控制及监测：结果的测评	252

253 第12章 环境管理

12.1	环境管理体系引言	253
12.1.1	环境管理体系带来的益处	254
12.1.2	环境管理体系的主要特征	255
12.2	环境管理体系的要素	256
12.3	EMS 与清洁生产的相互关系	260
12.4	ISO 14001 认证	261

263 第13章 环境会计

13.1	经济评估	263
13.1.1	引言	263
13.1.2	环境管理会计 (EMA)	264
13.2	项目财务评价	264
13.2.1	静态回收期	265
13.2.2	净现值 (NPV)	266
13.3	作业基准成本法 (ABC)	268
13.3.1	作业基准成本法 (ABC) 在环境背景下的应用	269
13.3.2	制造成本的分配	269
13.3.3	ABC 的步骤	271
13.3.4	ABC 审计方法的优势、驱动因素及障碍	273
13.4	生命周期成本法 (LCC)	273
13.4.1	生命周期成本法与传统的审计方法对比	275
13.4.2	LCC 方法	276
13.4.3	LCC 审计方法的优势、驱动因素和障碍	279
13.4.4	LCC 使用实例	279

14.1	引言	281
14.2	策划	282
14.2.1	危险源辨识	282
14.2.2	风险评估	284
14.2.3	法规及其他要求	286
14.2.4	目标及指标	287
14.2.5	职业健康安全管理方案	287
14.3	实施	288
14.3.1	责任	288
14.3.2	培训及意识	288
14.3.3	信息交流	289
14.3.4	文件记录	289
14.3.5	过程控制	289
14.3.6	应急准备	289
14.4	检查	290
14.4.1	绩效评估	290
14.4.2	符合性评估	290
14.4.3	事故调查、违规行为、预防及纠正措施	290
14.4.4	记录管理	291
14.4.5	内部审计	291
14.5	审查	292
	本章附录	292



行业清洁生产案例

第一篇

第 1 章

制药行业案例

1.1 昆明市宇斯药业有限公司

1.1.1 企业概况

昆明市宇斯药业有限责任公司位于昆明市东川区东部尼拉姑村旁，距昆明市东川区中心 1.6km，交通十分便利，地理位置好。昆明市宇斯药业有限责任公司（原昆明市东川制药厂）始建于 1971 年，于 2007 年 2 月被云南燃二化工有限公司收购，现为国有控股企业，注册资本为 2 130 万元，现有员工 448 人，拥有资产 7 971 万元，厂区占地面积为 69 000m²，其中生产用地约为 47 700m²。公司于 2001 ~ 2004 年先后三次共投资 3 300 万元，对大容量注射剂生产车间、小容量注射剂生产车间及固体制剂生产车间（片剂、散剂）、液体制剂生产车间（搽剂）、植物提取物等生产车间进行 GMP 技术改造，并全部通过了国家 GMP 认证，取得了药品 GMP 证书。通过 GMP 技术改造，使公司成为了以大容量注射剂为主、中成药为辅、拥有 110 个国药准字药品批准文号、集化学药和中成药为一体的制药企业（图 1-1）。



图 1-1 昆明市宇斯药业有限责任公司

1.1.2 企业的主要产品和生产工艺

公司主产品的年设计生产能力为：大容量注射剂 2 亿瓶（包括 100ml、250ml、500ml 的葡萄糖注射液、葡萄糖氯化钠注射液、甘露醇注射液、右旋糖酐注射液等）、小容量注射剂 1 亿支（以规格 10ml 计，包括碳酸氢钠注射剂、氯化钾注射剂等）。公司 2005 ~ 2007 年的产品情况见表 1-1。

表 1-1 公司 2005 ~ 2007 年主要产品情况汇总

序号	产品名称	单位	产量		
			2005 年	2006 年	2007 年
1	大容量注射剂	万瓶	7 958	12 393	11 870
			合格率 94.5%	合格率 95%	合格率 95.3%
2	小容量注射剂	万支	8 988	6 399	6 298

序号	产品名称	主要产品产值及其占总产值比重					
		2005 年		2006 年		2007 年	
		产值/万元	占总值比重/%	产值/万元	占总值比重/%	产值/万元	占总值比重/%
1	大容量注射剂	80 080	98.3	113 959	99.1	111 546	99.5
2	小容量注射剂						

昆明市宇斯药业有限责任公司有两个主要生产车间：即大容量车间和小容量车间，分别生产大输液注射剂和小容量注射剂。两个车间的工艺流程简述如下，工艺流程分别见图 1-2 和图 1-3。

1.1.2.1 大容量车间主要生产工艺

大输液注射剂的各种产品生产过程基本相同，仅配料不同，操作条件不完全相同。其过程包括原、辅料调配，胶塞和输液瓶处理，注射用水制备及灌装四部分。

原辅料调配：包括浓配、过滤及稀配。浓配：将原辅料按处方称量并复核后送至浓配罐（夹套通入蒸汽加热），将其溶解于新鲜的注射用水中配成浓溶液，加入酸或碱（盐酸或氢氧化钾）调节溶液 pH 至所需的数值（如：葡萄糖注射液 pH 为 3.8 ~ 4.0、复方低分子右旋糖酐氨基酸注射液则将 pH 调至 6 ± 0.5 ），然后按浓溶液的一定比例加入活性炭，混匀、加热至一定温度（按药液的不同，控制不同的温度，维持一定时间，这样可由活性炭吸附原料带入的霉菌体、热原、色素、蛋白质类及其他杂质）。然后经钛过滤器过滤脱炭，滤液加注射用水稀释至所需浓度（稀配），测定 pH 及含量，合格后，经折叠过滤器初滤、终点过滤器精滤后送灌装。全过程均