

资源综合利用工程丛书

清洁生产

席德立 编著

重庆大学出版社



50.95
436

资源综合利用工程丛书

清 洁 生 产

席德立 编著
叶奕森 主审



责任编辑:刘茂林 陈晓阳
封面设计:莫 克
版式设计:赵品坚

清洁生产

席德立 编著

*

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
重庆大学印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:9.5 插页2 字数:255千

1995年12月第1版 1995年12月第1次印刷

印数:1—2000

ISBN 7-5624-1062-3/X·9 定价:15.00元

(川)新登字 020号

内 容 简 介

在工业上推行清洁生产是实现可持续发展战略的关键性因素和必由之路。本书比较完整、系统地论述了清洁生产的指导思想、基本概念、主要内容和实施步骤,阐明了清洁生产的必要性、可行性和有效性。主要内容包括:清洁生产的概念及其评价方法、实现清洁生产的主要途径、清洁能源、清洁产品、实现清洁生产的行动步骤和清洁生产的实例介绍。

本书内容丰富,比较准确地反映了国内外清洁生产的先进技术,且具有较强的实践性和可读性。本书可作为高等院校环保专业的教材或教学参考书,也可供环保科研人员、环保技术人员及有关的管理干部参考。

序

摆在读者面前的这本《清洁生产》是清华大学环境工程系席德立教授继其1990年所著《无废工艺》之后的新作，也是他为促进清洁生产在我国逐步推广的一部力作。

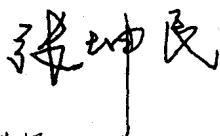
自联合国环境与发展大会以来，清洁生产在全球的呼声日益高涨，被公认是实现可持续发展战略的关键性因素和必由之路。工业发展并非注定是环境污染的罪魁祸首，关键是人们对客观规律的认识和实行可持续发展的决心，清洁生产恰恰为工业发展提供了新的推动力。在联合国环境署的积极倡导下，清洁生产已成为当今的一种世界潮流。推行清洁生产在党中央、国务院批准的《中国环境与发展十大对策》中得到了强调，也成为我国工业污染防治工作战略转变的重要内容之一，并且纳入了《中国21世纪议程》之中。在这样的背景下，作者比较系统地、全面地、科学地阐述了清洁生产的概念，并通过一些实例说明了它的可行性和现实性。本书的出版对于社会各界了解清洁生产内容、提高清洁生产意识、实现可持续发展，必将有所裨益。

从本书共七章的内容可以看到它具有以下特点：一

是从人类面向 21 世纪的历史角度,论述了清洁生产的背景和由来,强调了发展模式的转变首先需要思想观念的转变;二是从全球的空间范围,结合我国具体国情,介绍了世界上清洁生产发展动向;三是作者将自己的观点渗透在一些主要污染行业推行清洁生产的实例中,通过“靠事实说话”,使其既具说服力,又有相当的覆盖面,使人有“见木又见林”之感;四是在取材上有所考究,对读者较为陌生的内容,如产品的环境标志、生命周期分析、清洁生产审计等都有较多介绍。

本书适于不同职业背景的读者,也可作为清洁生产培训班的教材。愿本书的出版能为中国推行清洁生产起到一定的先导作用。

国家环境保护局 副局长



清华大学化工系、环境系兼职教授

前 言

清洁生产经过 20 年来的发展,已从学者的概念开发、企业的个别行为演变为许多国家的战略方针。近年来在联合国环境规划署的倡导下,终于汇成了一股世界性的潮流。清洁生产不是单纯的技术问题,也不仅仅是环保管理问题,而是涉及谋求社会与自然和谐共存、技术圈和生物圈相互兼容的问题,它的推行将开创现代工业的新文明,迎来下一个绿色世纪的到来。当前有关清洁生产的理论正在不断充实,领域正在不断拓展,方法正在不断完善,实例正在不断积累。作者在 1990 年出版的《无废工艺——工业发展新模式》一书已不能适应我国全面推行清洁生产的新形势。本书的目的在于根据最近国内外的发展趋势,比较完整、系统地论述清洁生产的指导思想、基本概念、主要内容和实施步骤,以此展示清洁生产的必要性、可行性和有效性,帮助读者加强对清洁生产的正确认识,更新观念,积极行动。

在本书的写作过程中,得到了许多同志的热心支持、关心和帮助,如国家环保局张坤民副局长在百忙中为本书作序;国家环保局前总工程师叶奕森同志仔细审阅了书稿,提出了不少宝贵的意见和建议,还主动提供了一些有关的素材;国家环保局王吉副处长、中国环科院夏康群高级工程师,中国有色金属学会环保学术委员会朱竹年高级工程师等提供了不少最新的国内外资料,在此作者谨向他们致以诚挚的谢意。

限于作者的水平,书中缺点和错误在所难免,期待着广大读者
给予批评和指正。

席德立
1994年8月

目 录

第一章 人类正处于历史抉择关头	1
一、人类社会的加速度发展.....	1
二、工业文明的成果.....	3
三、未来的挑战.....	9
四、历史抉择关头.....	16
参考资料.....	19
第二章 清洁生产的概念及其评价方法	20
一、清洁生产的由来.....	20
二、清洁生产的概念.....	26
三、推行清洁生产的激励因素和障碍.....	29
四、清洁生产的评价标准.....	33
参考资料.....	40
第三章 实现清洁生产的主要途径	41
一、资源的综合利用.....	43
二、改革工艺和设备.....	49
三、组织厂内的物料循环.....	58
四、改进操作,加强管理.....	67
五、改革产品体系.....	71
六、必要的末端处理.....	73
七、组织区域内的清洁生产.....	76
参考资料.....	80
第四章 清洁能源	81
一、能源的利用概况.....	81

二、能源与环境	89
三、煤的清洁利用	98
四、核能的利用	118
五、可再生能源的利用和新能源的开发	127
六、提高能效和节能	138
参考资料	148
第五章 清洁产品	150
一、产品的环境标志	150
二、产品类别和标准	162
三、产品的生命周期分析	167
四、产品的生态设计和包装问题	195
参考资料	201
第六章 实施清洁生产的行动步骤	203
一、企业层次	204
二、行业层次	218
三、国家层次	224
参考资料	226
第七章 清洁生产实例介绍	228
一、企业层次上的清洁生产案例	228
二、行业推行清洁生产的实例	266
三、国家层次上采取的措施	287
参考资料	295

第一章 人类正处于历史抉择关头

一、人类社会的加速度发展

人类社会不论处于何种发展阶段,其生存和发展的基础是物质生产。物质生产的实质是将可利用的自然资源最终转化为人的生活资料。在转化过程中需付出一定的劳力和智力,借助适当的工具,并与环境发生相互的作用。在人类社会各个不同的发展阶段,可利用的资源、生产工具、付出劳动的程度,生活资料的形式和内容,社会物质财富的规模,都有显著的不同,这是一个逐渐进化的过程。可以用下面的示意图来表示人类社会的发展轨迹(图 1—1)。

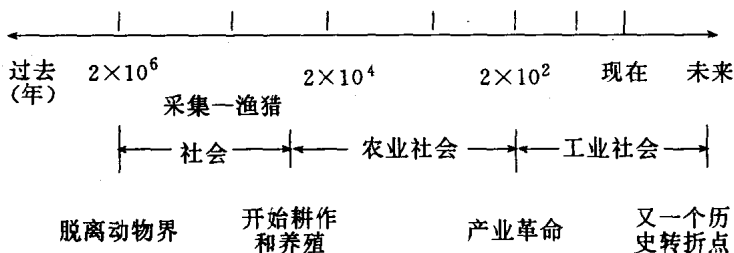


图 1—1 人类社会加速度发展示意图

图 1—1 的时间轴是用对数坐标表示的。在人类发展的时间轴上,可以近似地定出几个具有转折意义的关键点:

1. 200 万(2×10^6)年以前,人类通过摩擦生火,第一次支配了一种自然力,从而完成了从猿到人的进化

人类按氏族和部落群居而生,从事采集和渔猎活动,虽然脱离

了动物界,但其生活方式与一般的高等动物的觅食并无根本区别。中国古代学者韩非颇为向往地描绘了这种依靠大自然赐予的生活图景:“古者丈夫不耕,草木之实足食也,妇女不织,禽兽之皮足衣也”。事实上远古的先民所凭借的只是自己的体力和十分简陋的工具,时时会受到自然界的威胁,天天都要付出极大的努力去争取生存。因此在他们的观念中,对各种自然力量充满敬畏之心,自认是猛兽、猛兽的后代,将它们作为图腾,顶礼膜拜,企求受到保佑,还崇拜生命力,因为这种神秘的力量不但是人类繁衍的源泉,也是衣食的源泉。

在以百万年计的漫长岁月中,人类与自然界艰苦搏斗,变得越来越灵巧和聪明,觅食活动不但依靠围猎等组织形式,而且更多地依赖于日益进步的工具,在生活内容中增添了利用天然材料制作工具和武器的活动。随着人口的繁衍,对食物的需求量也随之增加,觅食更加艰辛,但也有采集和渔猎大有收获的时候,剩余的果实或幼兽就可以保留下来,以丰补欠,使生活必需品的来源趋于稳定。于是人们学会了“留种”,开始了人工的繁殖,植物的种植和动物的驯化养殖,出现了农作物、家畜、家禽和家鱼。

2. 最早在2万(2×10^4)年以前,人类开始了开发土地的农业活动,进入了以种植和养殖为主要生产活动的农业社会

开发土地从事农业生产,使生产有了极大的提高,需要也有可能改变过去的流动生活,在灌溉方便、土地肥沃的地方定居下来,逐步形成人口比较集中、相对固定的居民点。除了用阳光、风力、柴薪、人力作为能源和动力外,又增加了畜力。农业社会虽然主要还是靠天吃饭,但人类已不完全依附于自然界,因为已经掌握了不少动物、植物的繁殖规律,从而提高了自己在自然界的地位和作用。在人们的观念中,慑伏于自然力量的自卑心理逐渐为谋求“天人合一”的思想所代替。过去把禽兽作为自己的祖先成了一种羞辱,而转为崇拜理想中的圣人和拟人化的上苍神仙。世代的定居生活培育出浓重的乡土观念,萌发了环境意识,注意保护土地的永续使用。

农业生产的发展对生产工具的需求增加,社会上出现了一部

分专门从事制作工具、农具、器具和武器的人,用此来换取衣食。农业和手工业的分工至少引发了三个值得注意的后果:一是工具制作的进步,使得食物加工工具、服饰、房舍、舟车、器具日趋精良,生活水平和方便程度有了很大的提高;二是出现了原始的矿业、金属冶炼加工等新的生产领域,资源的利用范围明显扩大;三是商品交换开始发展,出现了财富的集中、繁华的城镇以及古代灿烂的文化。

3. 200 多年(2×10^3)前的产业革命是人类历史上又一个转折点

以此为转机,人类从农业社会进入了工业社会。在工业社会中,人们的生产活动的重点从生产生活资料转向生产资料的生产,从手工劳动转向利用机器,从开发地表资源延伸到开发地下资源;从利用分散的可再生能源转向利用集中的不可再生的化石燃料能源,从种植和养殖的生命繁殖更多地转向无生命的采掘和加工,从自然经济转向彻底的商品经济,从“天人合一”的主导哲学转向“主宰自然、征服自然、独占自然”。人类俨然成了自然界的主人。短短 200 年,地球面貌为之改观。

从以上简短的回顾中,可以清楚地看到,人类社会的发展过程犹如一个催化化学反应,经过一段漫长的、速度缓慢的“诱导期”后,在工业化的催化下出现了加速度的发展阶段。发展前景是祸是福,变得十分难以预测。为了面向未来,先要认识现在,下面再归纳一下工业化进程究竟使世界发生了多大的变化。

二、工业文明的成果

“工业化”使人类获得了一种催化剂,导致了发展过程的迅速加快和世界面貌的急剧改观。世界上所有的民族和国家,不论其自然条件、历史传统、宗教信仰、文化背景、社会制度有怎样的差异,要想不被时代潮流所淘汰,唯一的选择是走工业化的道路。发展中国家比发达国家的工业化进程迟缓了一个多世纪,农业社会的生活方式和思维方式还留在这一代人的记忆之中,在不少偏僻的地

区甚至依然保留在当地居民的现实生活之中。强烈的对比,使当今世界显得格外纷繁多彩。无可置疑,工业文明已经深入到人类物质生活和精神生活的各个角落。工业文明带来的主要后果表现在:

1. 社会生产力空前提高,物质财富空前增加

工业社会凭借地球蕴藏的地下资源,依靠科学技术创造的精良机器,极大地提高了生产力,物质财富滚滚而来,生活水平和方便程度有了极大的提高。表 1—1 给出了 1986 年全世界几种主要金属和商品能源的产量以及人均年拥有量。表中数字清楚地表明了当今生产力的规模和社会拥有的物质财富。

表 1—1 1986 年全世界主要金属和商品能源产量以及人均年拥有量

产品	产量,万 t	人均年拥有量,kg/人·a
原钢	71487	143
铝	1531	3.06
铜	815.6	1.63
锌	685.3	1.37
铅	324	0.65
镍	78.4	0.16
锡	18	0.036
商品能源	3.48×10^{20} J	6.8×10^{10} J/人·a

2. 科学技术的发展

科学技术已成为当今社会的第一生产力,是工业发展的主导性力量。科学研究和技术开发活动已经不是像过去那样只是个别学者的独力探索或劳动者的经验积累,而成为一种有组织、有计划、有目标的产业活动。工业发展为科技提供了广阔的市场和必要的物质条件,科技成果不但推动工业生产效率的提高,还开创许多新的生产领域。科技与工业这种相互依存、相互促进的关系极大地

扩展了人类认识客观世界、改造客观世界的能力。古代人们关于上天入地、排山倒海、呼风唤雨、腾云驾雾、千里眼、顺风耳等神话都已成为了现实。目前人类已进入“知识爆炸”的时代。

3. 人口激增

随着生产力的提高、物质财富的积累、生活条件的改善,世界人口一直呈增长的趋势,但从 20 世纪后半叶开始,出现了急速增长的势头。统计资料表明,世界人口从 12.5 亿增加到 1950 年的 25 亿,用了 100 多年的时间,而从 25 亿增加到 1987 年的 50 亿,只用了 37 年,预计到 2100 年,将突破 100 亿大关。图 1—2 展示了人类社会人口增长的趋势。

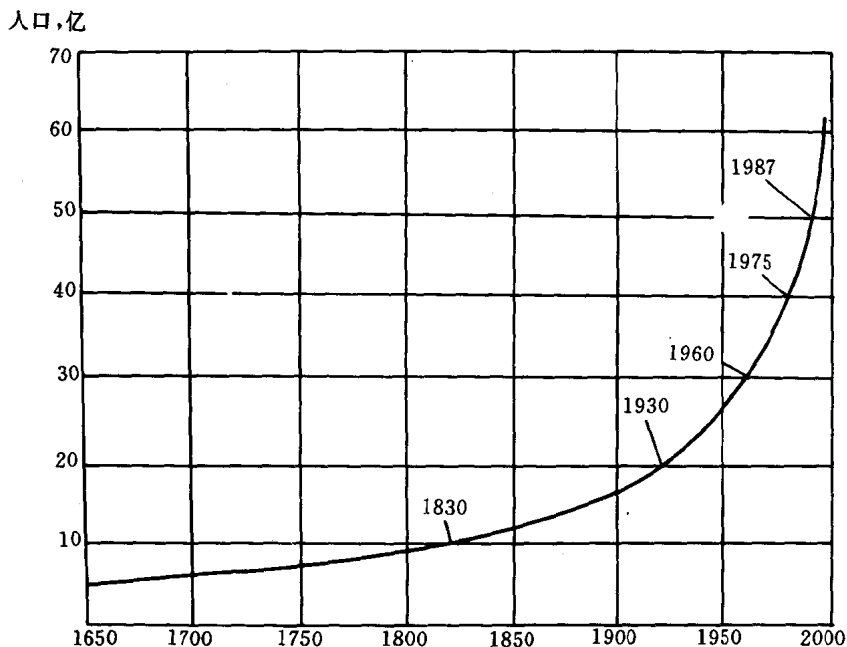


图 1—2 世界人口增长趋势

人口持续增长的原因不仅在于高生育率,也在于平均寿命的

延长以及死亡率的降低。人口的激增、人均消费水平的提高伴随着更多地增加生产、扩大耕地、消耗资源和排放废物。

4. 城市化的扩大

由于工业需要基础设施的支持,而基础设施有一定的覆盖范围,所以工业只有集中布局才能赢得效率。工业化进程推动的城市化已成为世界潮流。城市化的程度在某种程度上也可作为工业化的量度。表 1—2 给出了有关的数据。

表 1—2 1990 年世界主要国家的城市人口比例

国家	城市人口比例, %
英国	92.1
德国	86.4
法国	73.8
前苏联	67.5
加拿大	76.2
美国	74.1
墨西哥	72.6
巴西	72.7
日本	76.9
印度	28.0
印尼	28.8
中国	21.4
世界平均	42.6

从表 1—2 中数据可以看出,目前世界上约有一半的人口居住在城市地区,总数达 22 亿左右。到 20 世纪末,城市人口预计将增到 29 亿,而 1920 年世界人口中仅有 3.6 亿生活在城市。

城市人口增加的同时,城市的规模也在不断扩大,目前世界上人口超过 100 万的大城市已达 150 个,而且正在出现拥有 1000 万人口以上的超级城市。

人类这样密集的居息方式在自然界的高等哺乳动物中是非常

罕见的。大城市作为工业生产基地和人的生活居息地,进行快节奏的物质转化,需要大量的原料、淡水和能源的供应,繁忙的交通、成片的工厂和众多的居民同时排出大量废料,造成污染,恶化环境,使大城市成为生态负荷超载的热点。人类集居在城市这样的人造环境中,精神上日益脱离自然界。

5. 地下资源的大规模开采

地下资源是地球在亿万年的地质活动过程中一些十分独特的条件下形成的,是一种不可再生资源。在人类进入工业社会之前,人类的生产劳动主要以地表资源的开发利用为对象,所用的材料是木材和土、石,用柴薪作燃料,人力、畜力为动力。仅以手工劳动、作坊规模开采一些浅层的金属矿藏。而工业生产是借助机器的社会性大生产,生产资料的生产占重要地位。金属是制作机器的基本材料,为此需要开采各种金属矿藏作为冶金的原料;动力形式,从早先的蒸汽发展为电力;能源利用从分散的可再生能源转向集中的地下化石燃料:煤、石油、天然气以及核燃料铀。建材矿、化工矿也随之大规模开采。矿产的种类和数量也呈加速度增长趋势。除了金和铜在历史上少有开采外,几乎所有的金属矿产和化石燃料都是在产业革命以后才开始开采的,其中像石油、天然气、铝矾土、镍、钨、钨、铀等矿藏的采掘历史则始于 20 世纪,而后 20 年的开采量约等于前 80 年,表 1—3 给出了 20 世纪以来矿产原料的人均拥有量数据。

地下资源的大规模开采使人类的物质生产活动成了一种地质因素,改变着地球物质循环的自然过程。以化石燃料的利用为例,燃烧过程中大量 CO_2 和 SO_2 排向环境,影响着全球的碳循环和硫循环。目前在进入大气的硫通量中人为活动因素已经超过了因陆地生物分解、海洋生物活动、火山喷发、海洋飞沫等天然因素。大气中微量组分 CO_2 浓度的持续上升,强化了正常的温室效应,导致全球性的气候变化。