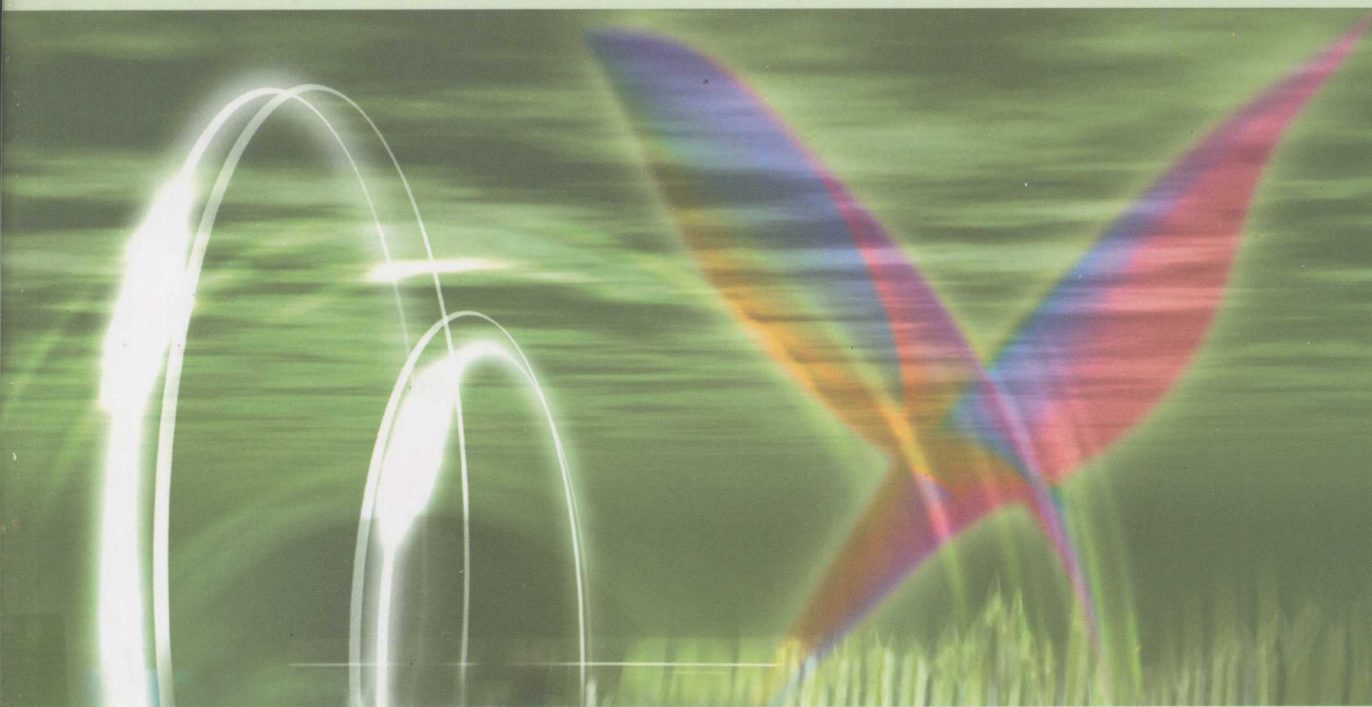


国家高技术研究发展计划“863计划”项目
国家科技支撑计划重大项目

绿色设计方法、技术及其应用

刘志峰 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

国家高技术研究发展计划“863 计划”项目
国家科技支撑计划重大项目

绿色设计方法、技术及其应用

刘志峰 编著
刘光复 主审

国防工业出版社

发行所：(010)68411233 北京·

图书在版编目(CIP)数据

绿色设计方法、技术及其应用/刘志峰编著. —北京:国防工业出版社, 2008. 9

ISBN 978-7-118-05908-3

I. 绿... II. 刘... III. 工业产品 - 设计 IV. TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 125589 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 19 3/4 字数 492 千字

2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前言

自人类诞生之日起,就在不断地改造世界,尤其是 20 世纪以来,科学技术突飞猛进,社会生产力极大提高,经济规模空前扩大,物质极大丰富。然而,人类在发展经济的同时,对自然资源的过度开发和对环境的无偿利用,已经造成了生态破坏、资源短缺、环境污染等一系列问题,其中机电产品制造业是最大的资源使用者,也是最大的环境污染源之一。

为了寻求从根本上解决制造业受资源能源和环境污染的制约,实现持续健康发展,20 世纪 90 年代,随着全球性产业结构的调整和人类对客观认识的日益深化,在全球掀起了一股“绿色消费”浪潮。人们更多地以冷静、理性的思辨来反省制造业的发展历程,寻求从深层次上探索制造业与人类可持续发展的关系,在人—社会—环境之间建立起一种协调友好的发展机制,绿色设计就是在这样的背景下产生的产品设计的新理念。

在传统产品设计过程中,设计人员主要是根据产品性能、质量和成本等指标进行设计,其设计指导原则是能经济、方便地制造满足使用要求的、市场需求的产品,设计过程中对产品的维护性、拆卸性、回收性、淘汰废弃产品的处置以及对生态环境的影响考虑较少。这样生产制造出来的产品,在其使用寿命结束后,难于实现有效的拆卸回收,不仅造成大量的资源浪费,而且其中的有毒有害物质会严重污染生态环境,影响人类的生存与发展。

绿色设计的出发点是在实现社会经济快速发展的同时,如何实现节约资源和能源,减少有毒有害物质,保护人类赖以生存的环境。研究表明:产品性能的 70%~80% 是由设计阶段决定的,而设计本身的成本仅为产品总成本的 10% 左右,如果再考虑环境因素,该比例还会增大,因为产品设计造成的对生态环境的破坏程度远远大于由设计过程本身所造成的对生态环境的影响程度。因此,只有在设计初期阶段按照绿色产品的特点规划、设计产品,即进行绿色设计,才能保证产品最终的“绿色”特性的实现。

从 20 世纪 90 年代初期开始,国内外在绿色设计方法与技术研究、法规标准研究、应用推广等方面做了大量的工作,目前已经取得了明显的效果。绿色设计方法已经应用于日用消费品、家用电器、汽车等行业与产品中。我国近几年也广泛开展了绿色设计的研究和应用,针对某些产品和行业,如汽车、家用电器等,在可拆卸性、可回收性及绿色产品的评价理论和方法等方面取得了阶段性的研究成果。从目前的状况来看,我国在绿色设计理论与方法的研究方面基本与国外同步,但对绿色设计的重视程度及实际应用方面与国外相比还有较大差距,反过来也影响了绿色设计研究的进展,但近几年这种局面已有明显改善,在国家有关政策及相关部门的资助下,在绿色需求的驱动下,绿色设计的研究及应用正在持续健康地发展。

本书是根据作者及其研究团队多年进行绿色设计研究的经验和成果并结合国内外相关文献资料撰写而成。本书系统地介绍了绿色设计原则、方法及其关键技术,并给出了大量的典型案例。全书共分为 7 章,第 1 章分析了绿色设计产生的背景,第 2 章系统介绍了国内外在绿色设计方法、技术研究方面取得的进展及企业应用绿色设计的成果,第 3 章给出了产品绿色设计

的原则与方法,第4章提出了绿色设计的实施过程与步骤,第5章讨论了包括绿色设计的材料选择、绿色产品结构、回收设计、绿色包装设计和节能设计在内的绿色设计关键技术,第6章探讨了机电产品绿色设计评价的方法与工具,第7章列举了大量的不同产品的绿色设计典型案例。为了便于绿色设计过程的进行,附录中给出了各国生态标签、问题矩阵评分方法、EuP指令的内容。

本书在编写过程中力求做到理论联系实际,文字流畅,通俗易懂。本书既可作为机械设计、机械制造、工业工程等有关专业本科学生及研究生的教学参考书,也可作为有关工程技术人员培训和自学教材或参考书。

2006年3月刘志峰教授开始策划本书,并于2007年12月经过6轮修改最终完成了全书的编写。在编写过程中,合肥工业大学原副校长、博士生导师、全国政协常委、安徽省政协副主席、安徽省机械工程学理事长刘光复教授进行了全程指导,宋守许副教授、黄海鸿副教授和张雷博士也参与部分章节的编写,莫兴波、张福龙、陈清、陈志军、杨德军为本书的资料收集与初稿做了大量工作,同时,本书参考并引用了大量的国内外文献。在本书出版之际,谨向支持和协助本书编写工作的同仁以及提供资料的作者表示衷心的感谢。

由于绿色设计仍然处于发展之中,加之作者的理论水平和所掌握的资料有限,作为绿色设计方面的专门著作,缺点和错误在所难免,敬请各位专家和读者批评指正。

作者

目 录

第 1 章 绿色设计产生的背景	1
1.1 不断加剧的资源与环境问题	1
1.2 要求越来越严格的法律法规	3
1.3 绿色消费的需求	10
1.4 持续发展与循环经济发展的必然要求	11
1.5 企业所面临的挑战与机遇	12
第 2 章 国内外绿色设计研究与应用现状分析	15
2.1 绿色设计及其特点	15
2.2 国外绿色设计的研究与应用	18
2.2.1 国外绿色设计的研究情况	18
2.2.2 国外企业的绿色设计应用情况	20
2.2.3 国外绿色设计研究机构	35
2.3 国内绿色设计主要研究机构及成果	37
2.3.1 国内绿色设计研究及其机构	37
2.3.2 国内企业的绿色设计应用情况	39
第 3 章 绿色设计的原则与方法	45
3.1 绿色设计的基本原则	45
3.1.1 产品生命周期不同阶段的绿色设计原则	45
3.1.2 不同产品的绿色设计原则	47
3.1.3 绿色设计准则的应用	50
3.2 生命周期设计方法	52
3.2.1 生命周期设计的概念	52
3.2.2 生命周期设计策略	54
3.2.3 生命周期设计程序	54
3.3 并行绿色设计方法	55
3.4 绿色模块化设计方法	57
3.4.1 模块化设计的概念	57
3.4.2 模块划分	58
3.4.3 模块组合	64
3.5 绿色质量功能配置方法	67
3.5.1 QFDE 的概念	67
3.5.2 QFDE 的实现工具	67
3.5.3 质量屋的建立步骤	69

3.5.4 建立质量屋的实例	70
3.6 基于 TRIZ 的绿色设计	74
第 4 章 机电产品绿色设计的实施过程与步骤	81
4.1 绿色设计的准备	82
4.2 绿色设计的目标确定与绿色需求分析	85
4.3 确定绿色设计策略	88
4.4 制定绿色设计方案	96
4.5 产品详细设计	98
4.6 设计分析与评价	98
4.7 绿色设计的实施与完善	99
第 5 章 绿色设计的关键技术	102
5.1 绿色设计中的材料选择	102
5.1.1 材料选择及其现状分析	102
5.1.2 绿色设计中的材料选择	102
5.1.3 材料选择实例	111
5.2 结构设计	112
5.2.1 结构减量化设计	112
5.2.2 可拆卸结构设计	117
5.2.3 节能结构设计	119
5.2.4 Snap-Fit 结构设计	122
5.3 回收设计	132
5.3.1 回收设计原则	132
5.3.2 回收设计方法	134
5.3.3 回收经济性评估	134
5.4 绿色包装设计	136
5.4.1 绿色包装的概念与内涵	136
5.4.2 绿色包装设计流程	137
5.4.3 绿色包装设计方法	137
5.5 节能设计	140
5.5.1 能耗标签与能耗标准	140
5.5.2 节能降耗设计	141
第 6 章 机电产品绿色设计评价	144
6.1 绿色设计评价指标构成	144
6.1.1 评价指标的选择原则	144
6.1.2 绿色评价指标的类型值	145
6.1.3 评价指标的分类	145
6.2 评价方法与工具	148
6.2.1 生命周期评估方法	148
6.2.2 基于生命周期的绿色产品模糊层次评价方法	154
6.2.3 评价工具及应用	159

6.3 绿色设计评价案例分析	166
6.3.1 咖啡机的 SimaPro 评价实例	166
6.3.2 家用电冰箱的绿色设计评价实例	171
第7章 绿色设计案例分析	181
7.1 计算机鼠标的绿色设计	181
7.1.1 设计对象的选择	181
7.1.2 参照产品的确定	183
7.1.3 产品基本资料分析	183
7.1.4 核查清单建立	185
7.1.5 绿色设计策略确定	186
7.1.6 绿色设计方案制定	188
7.1.7 方案实施情况分析	189
7.1.8 方案改进	194
7.2 抽油烟机绿色设计	194
7.2.1 设计对象的选择	195
7.2.2 参照产品的确定	195
7.2.3 产品基本资料分析	195
7.2.4 核查清单建立	204
7.2.5 绿色设计策略确定	206
7.2.6 绿色设计方案制定	208
7.2.7 方案实施情况分析	210
7.2.8 方案改进	216
7.3 产品包装的绿色设计	219
7.3.1 设计对象的选择	219
7.3.2 参照产品的确定	219
7.3.3 产品基本资料分析	219
7.3.4 核查清单建立	220
7.3.5 绿色设计策略确定	220
7.3.6 绿色设计方案制定	221
7.3.7 方案实施情况分析	222
7.3.8 方案改进	226
7.4 电冰箱产品的绿色设计	226
7.4.1 设计对象的选择	226
7.4.2 参照产品的确定	226
7.4.3 产品基本资料分析	227
7.4.4 核查清单建立	235
7.4.5 绿色设计策略确定	236
7.4.6 绿色设计方案制定	237
7.5 空调器的绿色设计	243
7.5.1 设计对象的选择	243

7.5.2	空调基本结构	243
7.5.3	空调的绿色设计准则分析	249
7.6	笔记型计算机的绿色设计	254
7.6.1	生命周期矩阵分析	255
7.6.2	绿色设计方案	256
7.6.3	绿色设计策略环分析	258
7.6.4	绿色设计评估模式	260
7.7	平面显示器产品的绿色设计	262
7.8	路由器产品的绿色设计	266
7.9	手持式信息产品的绿色设计	268
7.10	其他产品的绿色设计案例	271
7.10.1	Loewe Opta 环保电视机	271
7.10.2	环保型热水器	271
7.10.3	摩托罗拉 V 2288 WAP 手机	271
7.10.4	西门子手机通信基站	272
7.10.5	希普励 PCB 优化生产工艺	272
7.10.6	飞利浦电源管理芯片	272
7.10.7	先马“环保先锋”机箱	273
7.10.8	OCE 7050 复印机	274
7.10.9	其他产品	274
附录 1	部分国家及地区生态标签一览	278
附录 2	问题矩阵评分方法	282
附录 3	EuP 指令的内容	287
参考文献		306

第 1 章 绿色设计产生的背景

人类自从诞生以来,就在不断地改造着世界,尤其是 20 世纪以来,世界发生了翻天覆地的变化:科学技术突飞猛进,社会生产力极大提高,经济规模空前扩大,物质极大丰富。然而,人类在发展经济的同时,对自然资源的过度开发和对环境的无偿利用,已经造成了生态破坏、资源短缺、环境污染等一系列问题,其中机电产品制造业是最大的资源使用者,也是最大的环境污染源之一。据统计,造成全球环境污染的 70% 以上的排放物来自制造业,每年约产生 55 亿 t 无害废物和 7 亿 t 有害废物。1996 年全球有 2400 万辆汽车报废,2000 年全球有 2000 万台计算机被淘汰。而在我国,由于制造企业大多将注意力放在产品设计、制造、成本以及效益上,很少考虑产品报废后的回收处理及再利用,很少从技术、经济与生态环境的协调发展的角度出发组织生产,由此引起的环境与资源问题更为严重。

资源、环境、人口已经成为当今人类社会面临的三大主要问题,特别是环境问题,正对人类社会生存与发展造成严重的威胁。随着全球环境问题的日益恶化,人们越来越重视对环境问题的研究。近年来的研究和实践使人们认识到:环境问题决非是孤立存在的,它和资源、人口两大问题有着根本性的内在联系,特别是资源问题,它不仅涉及人类世界有限资源的合理利用,而且也是环境问题的主要根源。

为了寻求从根本上解决制造业环境污染的有效方法,20 世纪 90 年代,随着全球性产业结构的调整和人类对客观认识的日益深化,在全球掀起了一股“绿色消费”浪潮。在这股“绿色浪潮”中人们更多地以冷静、理性的思辨来反省制造业的发展历程,寻求从深层次上探索制造业与人类可持续发展的关系,在人—社会—环境之间建立起一种协调发展的机制,绿色设计的概念应运而生,并已成为目前制造业发展的主要趋势之一。

1.1 不断加剧的资源与环境问题

制造业是工业的主体部分,是国民经济的支柱产业,制造业发展问题是经济社会发展中一个永恒的主题。1978 年—2005 年,我国规模以上制造业增加值由 1195 亿元增长至 57231.51 亿元,年均增长约 15.4%,比全部工业年均增幅高 0.27%。制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要贡献。2003 年,制造业增加值占 GDP 的比重高达 37.4%,比 1978 年增加了 4.43%;制造业产品在出口商品总额中的比重由 1980 年的 49.7% 增加到 2003 年的 92.1%,为国家换取了大量的外汇;我国财政收入的约 1/2 来自于制造业;制造业吸收了大量城市就业人口和农村剩余劳动力。2003 年制造业从业人员高达 8307 万,吸收了约 1/5 的城镇就业人口和 1/4 的农村剩余劳动力,缓解了我国沉重的就业压力。

制造业也是消耗资源的大户和污染环境源头的主要产业,与环境污染有着密切的关系。环境污染作为一个重要的社会问题是从产业革命开始的。第二次世界大战后,社会生产力的发展突飞猛进,许多发达国家普遍发生现代工业发展带来的范围更大、情况更加严重的环境污染问题。环境破坏是由于不合理的开发利用自然资源和环境污染导致的自然环境的破坏。由

于制造业在发展过程中,更多地考虑了产品基本功能、工艺可行性、使用性能等,而忽视了资源、能源的高效利用和环境性能,因而产生了温室效应、空气污染、水污染以及资源枯竭等发展中的问题,制约了制造业的持续健康发展。

(1) 全球气候变暖。人类生产活动排放的温室气体(诸如 CO_2 等类似物质),阻碍了热量从地球表面以及大气层中散失,形成了“温室效应”。据统计,自 1800 年以来,人类仅燃料一项,向大气中排放的二氧化碳就超过了 1800 亿 t,大气中二氧化碳浓度比工业化前提高了 25%,而且目前还以每年 0.5% 的速度递增。最近英国的一项研究估计,到 2050 年,根据一些气候预测模型预计,冬季平均气温将提高 $2.0^\circ\text{C} \sim 2.5^\circ\text{C}$ 。气温的上升会导致冰雪融化,海平面上升,气候异常,造成严重的生态后果。据估计,若海平面上升 1m,仅孟加拉国就有 17% 的土地被淹没,大约 1100 万人流离失所。除了实际淹没的土地外,海平面上升还会使数百万人处于与暴风雨有关的不定期泛滥的危险中。

(2) 同温层臭氧耗竭和地面臭氧污染。同温层臭氧是防止紫外线(特别是紫外线-B)对生物圈中各种生物造成伤害的天然的有效屏障。然而,人类生产活动排放的氯氟烃类物质(电冰箱使用的制冷剂 R12 和发泡剂 R11 等)加剧了臭氧的损耗,臭氧层的破坏将增加地球表面紫外线照射量,从而使得白内障和皮肤癌等疾病的发病率大幅度增加,同时还有可能导致许多不耐紫外线的浮游生物的死亡,而代之以耐紫外线的生物,从而大大改变水生生态系统。在现有条件下,世界气象协会预测,在北半球中纬度地区(包括北美洲和欧洲),地面紫外线-B 辐射在冬季和春季将增加约 15%,在夏季和秋季增加约 8%。南温带地区预计地面紫外线-B 将增加 13%。同温层臭氧耗竭问题已开始受到科学家的高度关注。

地面臭氧是覆盖许多城市地区的光化学烟雾的主要成分。它不是直接被排放的,而是当燃料燃烧时氮氧化物和大气中的未燃烧的汽油或油漆溶剂等挥发性有机化合物(VOCs)反应时形成的。随着汽车和工业排放的增加,地面臭氧污染在欧洲、北美、日本以及我国的许多城市中成为普遍现象。研究表明,臭氧水平提高 0.05×10^{-6} ,入院就医人数平均上升约 7%~10%。美国肺病协会在最近对臭氧水平超过美国空气标准的 13 个城市的臭氧健康影响分析中估计,高臭氧水平是造成 1993 年—1994 年臭氧季节增加约 1 万人~1.5 万人入院就医和 3 万人~5 万人急诊室就医的原因。

(3) 大气污染。据统计,每年排入大气的硫氧化物、碳氢化物、氮氧化物、一氧化碳和二氧化碳等有害气体多达 10 亿 t 以上,排入大气中的吸附着许多有毒有害金属、无机物和有机物的成分复杂的颗粒物也高达 5 亿 t 以上。目前,全世界大约有 9 亿人暴露在对健康有害的二氧化硫浓度超标的环境中,有 10 亿以上的人暴露在超标的悬浮颗粒物中。在我国,几乎所有的大城市都存在着大气污染问题。大气中总悬浮微粒平均值高达 $432\mu\text{g}/\text{m}^3$,其中近 30% 未经处理。随着煤炭消耗量的增长,二氧化硫排放量每年还在增加,增长率高达 5%。1998 年,我国废气中二氧化硫的排放总量为 2091.4 万 t,其中工业二氧化硫排放量为 1594.4 万 t。全国酸雨面积已占国土面积的 1/3 左右,并呈扩大趋势。

(4) 水体污染。全球环境监测系统水质监测项目表明,全球大约有 10% 的监测河流受到比较严重的污染,BOD(生化需氧量)值超过 $6.5\text{mg}/\text{L}$,氮和磷含量也严重超标。我国的水污染也相当严重,2005 年,全国废水排放总量 524.5 亿 t,其中工业废水排放量 243.1 亿 t,城镇生活污水排放量 281.4 亿 t,废水中化学需氧量排放量 1414.2 万 t,废水中氨氮排放量 149.8 万 t,工业废水排放达标率和工业用水重复利用率分别为 91.2% 和 75.1%。

由于工业生产所产生的大多数液体废物和固体废物都最终汇入海洋,因此海洋也受到了

严重污染,海洋生物大量减少,不少鱼、贝类濒临绝迹。以汞为例,汞是电子电器产品中广泛使用的金属,电池、移动电话、开关、传感器及液晶显示器中都含有汞,当汞被排入水中后,经微生物作用生成甲基汞,随后甲基汞进入食物链,在鱼、贝壳等海产品体内富集,体内形成很高浓度的甲基汞,经过一级一级传递,人或动物食用了含有甲基汞的海产品,便引起甲基汞中毒。(5)对人类健康造成威胁。自20世纪初以来,全世界已能生产化合物1000多万种,其中有机和无机化学品约有10万种,而且化学品种类还在以每年1000种~2000种的速率递增。如多氯联苯,由于具有优良的绝缘性和导热性能,因此被用做冰箱、电容器等的绝缘体。截止1989年,多氯联苯的世界总产量(不包含前苏联)达到150万t。然而,多氯联苯对人类健康的危害极大,1968年,日本发生米糠油大范围多氯联苯污染,造成严重的集体中毒事件中有1700多人生病,约20人死亡;另外,对动物的实验室研究和实地观察以及人体的临床和流行病学研究表明,多氯联苯接触造成的有害影响还包括免疫机能障碍、神经系统缺陷、生殖异常、行为反常和癌症等。

(6) 资源枯竭。这里的资源主要是指生物资源、矿产资源和土地资源。

环境污染已经严重威胁到生物的多样性。据估计,地球上的物种约有3000万种,由于环境破坏、资源过度开发和引进外来物种等原因,地球上的物种正在不断减少或消失。自1600年以来,已有724个物种灭绝,目前还有3956个物种濒临灭绝,3647个物种为濒危物种,7240个物种为稀有物种。在我国,生物多样性也同样受到严重威胁,例如,在脊椎动物中,受到威胁的有433种,灭绝和可能灭绝的有10种,形式十分严峻。人类活动不仅造成生物物种的消失,而且使得生物在数量上也迅速萎缩。

地球上的许多自然资源(如原油、煤炭、金属矿产等)是不能重新生成或需要经过相当长的时间才能形成的,因此被称为不可再生资源。然而目前的工业生产主要依靠高投入、高消耗、高污染的粗放型方式谋求经济增长,社会生产对资源和能源的摄取消耗能力远远超过了环境对经济的承载能力,从而造成了资源枯竭危机。据国外一些资料统计,按照当前的资源消耗率和开采量,在现有探明的矿产资源中,估计石油可供使用30年,铁可供使用93年,天然气可供使用58年,煤可供使用226年。在我国资源枯竭问题也十分严重,我国的人均资源占有量不足世界人均资源占有量的1/2。我国514个城市中,有2/3的城市不同程度缺水。据估计,到2020年,我国绝大多数矿产资源将短缺,前景不容乐观。另一方面,大量的废旧产品资源却没有得到有效利用。

土地退化是当代最为严重的生态环境问题之一,其根本原因在于人口高速增长、农业生产规模和强度不断扩大、滥伐森林和过度放牧等。据估计,全球约有29%的陆地呈现荒漠化,35%的土地处于荒漠化威胁之下,严重荒漠化的土地已占6%。与此同时,水土大量流失。据统计,全世界每年流失的土壤约达240亿t,仅我国每年因土壤流失而损失的土地营养成分就高达13.39亿t,相当于46.7亿t化肥。

1.2 要求越来越严格的法律法规

随着环境问题的不断加剧以及资源问题的日益突出,不同地区或国家出台了许多有关标准、法律法规或世界性的公约,约束制造业的生产经营行为,以求实现经济、社会与环境的协调发展。迄今为止,有关环境的国际性条约、公约、协定以及各种法律法规、指令、标准等已达几百项之多,如《海洋法公约》、《蒙特利尔关于臭氧层空洞化备忘录》、《气候变化框架公约》、

国际标准化组织(ISO)的相关标准、欧盟关于电子电器产品的有关指令等,均对制造业的发展产生了深远的影响。

其中欧盟关于电子电器产品的指令 WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment)、RoHS(Restriction of Hazardous Substances)、EuP(Energy - using Products)、ELV(End - of Life Vehicle)以及日本的家电再循环法对制造业的影响更直接,要求更严格。下面对其中几个主要政策及指令的关键内容进行分析。

1. 综合产品政策

为促进绿色产品及绿色消费的发展,1992年第五届欧洲环境行动方案提出以产品为导向的环境政策。欧盟正式发布了综合产品政策(Integrated Product Policy, IPP)的绿皮书。欧盟认为如何改善产品生命周期中的环境绩效将是欧盟面临的一大挑战。为了实施 IPP,欧盟进行了多次公开辩论,提出了执行的具体措施,并希望通过 IPP 的实施实现以下三个目标:

(1) 引用北欧成功的绿色标志制度,刺激消费者对绿色产品的需求;

(2) 鼓励领先企业利用绿色设计与工具向市场提供绿色产品;

(3) 通过税收以及价格机制等措施,开发绿色产品市场。

IPP 是一种策略工具,是用来确定最佳的政策组合,以便改善产品整个生命周期的环境绩效,降低产品的环境负担。IPP 具有以下特点:

① 是欧盟以产品为导向的环境政策;

② 是利用“源头(front - of - pipe)”方式取代“末端(end - of - pipe)”方式降低产品生命周期的环境影响,鼓励企业开发绿色产品,实施绿色设计;

③ 不仅是一个新的、独立的策略,而且是综合现有的产品策略,最终得到利益相关方都满意的一套综合性产品架构;

④ 是一个公共政策,是为了完善和改进产品系统的环境绩效;

⑤ 是在产品、服务的生命周期内以及回收利用阶段环境绩效的持续改善;

⑥ 是品质与环境管理体系的有机结合。

实施 IPP 的目的是:

① 减小产品及服务的环境影响,提高能资源利用效率;

② 建立综合欧盟现有的环境、健康、工业、废弃物及化学品等政策的框架结构;

③ 最高目标是实现环境、社会、经济的持续健康发展。

IPP 实施的原则与策略包括:

① 市场导向。将产品在生命周期中实际发生的成本(包含环境、健康、废弃物、化学等问题)完全反映到产品价格中。

② 通过综合产品政策,刺激利益相关方共同参与。利益相关方包括:供货商、制造商、经销商、零售商、废弃物回收处理部门、消费者及环保组织等。

③ 生命周期的观点。强调所有产品及服务对环境或多或少均会产生影响,如何降低产品及服务在其整个生命周期中的影响是核心。

IPP 的主要内容包括:

① 废弃物管理(例如回收的义务);

② 绿色产品创新(例如促进绿色设计的研究及应用);

③ 创造市场(例如绿色采购);

④ 环境信息的公开(例如绿色标志、产品宣告);

⑤ 分配责任(例如生产者责任);

⑥ 绿色消费;

⑦ 化学物质的管理。

2. 产品包装及废弃物管理指令

欧盟于 1992 年提出产品包装及废弃物管理指令(Directive 94/62/EC, Packaging and Packaging Waste 1994),经过两年的讨论,于 1994 年正式采用。此法案的目的为预防或降低产品包装及废弃物对环境的影响,并在环境及成本效益分析研究的基础上,针对多种包装材料制订了量化的回收及再利用等目标。另外,此法案在 2004 年进行了修正,特别对第六条进行了修正,具体内容:

(1) 在 2001 年 6 月 30 日前,包装废弃物重量的 50%~65% 必须再生(recovering)或焚烧(incineration),以实现能源回收。

(2) 在 2008 年 12 月 31 日前,包装废弃物重量的最少 60% 应再生或焚烧,以实现能源回收。

(3) 在 2001 年 6 月 30 日前,包装废弃物重量的 25%~45% 应被回收(recycled),而每种包装材料重量的最少 15% 应被回收。

(4) 在 2008 年 12 月 31 日前,包装废弃物重量的 55%~80% 应被再生。

(5) 在 2008 年 12 月 31 日前,包装废弃物中的有关材料必须达到下列最小再生目标。

① 60% 的玻璃。

② 60% 的纸及纸板。

③ 50% 的金属。

④ 28.5% 的塑料,指再生回用为塑料的部分。

⑤ 15% 的木材。

3. WEEE 指令

WEEE 指令,即欧洲议会和欧盟理事会关于电子电器产品废弃物的指令。WEEE 指令的核心内容是从 2005 年 8 月 13 日起,欧盟市场上流通的电子电气设备的生产商必须在法律上承担起支付报废产品回收费用的责任,同时欧盟各成员国义务制定自己的电子电气产品回收计划,建立相关配套回收设施,使电子电气产品的最终用户能够方便并且免费地处理报废设备。WEEE 指令的目标是 2005 年 8 月 13 日生产者建立或使用回收系统,一年后达到 50%~80% 的回收率考核目标(由生产商包括其进口商和经销商负责回收、处理进入欧盟市场废弃的电子电气产品)。WEEE 指令要求生产者必须承担相应的责任,即设计绿色产品、符合 ROHS 指令要求、并向欧盟成员国登记。WEEE 指令还要求生产企业必须在产品上标明标识,包括生产者名称、生产日期和相关标志(加贴回收“WEEE”标志)。

WEEE 指令要求生产企业必须为用户提供以下信息:

(1) 不将电子电气废弃物作为未分类市政废物处置,并对这些电子电气废弃物实行分类收集;

(2) 用户可用的回收和收集体系;

(3) 用户在电子电气废弃物再利用、再循环和其他形式的回收方面的角色与作用;

(4) 电子电气设备中有害物质的存在对环境和人类健康产生的潜在影响。

WEEE 指令适用于大型家用器具、小型家用器具、信息技术和远程通信设备、用户设备、照明设备、电气和电子工具(大型静态工业工具除外)、玩具与休闲运动设备、医用设备(所有被

植入和被感染产品除外)、监测和控制器械、自动售货机等 10 大类产品。表 1-1 列出了 WEEE 指令覆盖的电子电器产品的回收率和再利用再循环率。表 1-2 则是 WEEE 指令涉及的主要产品范围。

表 1-1 WEEE 指令覆盖的电子电器产品的回收率和再利用再循环率

种 类	回 收 率	再利用再循环率
大型家用电器	80%	75%
小型家用电器	70%	50%
IT 及通信设备	75%	65%
消费设备	75%	65%
照明设备	70%	50%
电子电器工具	70%	50%
玩具、休闲和运动设备	70%	50%
医用器材	2008 年 12 月 31 日前确定	
监控设备	70%	50%
自动售货机	80%	75%

表 1-2 WEEE 指令涉及的主要产品范围

序号	产品类别	产 品 名 称
1	大型家用电器	大型制冷器具、冰箱、冷冻箱、其他用于食品制冷、保鲜和储存的大型器具、洗衣机、干衣机、洗碗机、电饭锅、电炉灶、电热板、微波炉、其他用于食品烹饪和加工的大型器具、电加热器、电暖气、其他用于加热房间、床和座椅的大型器具、电风扇、空调器具、其他吹风、换气通风和空调设备
2	小型家用电器	真空吸尘器、地毯清扫机、其他清洁器具、用于缝纫、编织及其他织物加工的器具、熨斗和衣服熨烫、压平和其他衣物护理器具、烤面包机、电煎锅、研磨机、咖啡机和开启或密封容器或包装的设备、电刀、剪发、吹发、刷牙、剃须、按摩和其他身体护理器具、电钟、电子表和其他测量、显示或记录时间的设备、电子秤
3	信息和通信设备	中央数据处理器、个人计算机、打印机、复印设备、电气电子打字机、台式和袖珍计算器、利用电子方式对信息进行采集、储存、处理、显示或传输的其他产品和服务；用户终端和系统；传真机；电报机；电话；收费电话；无绳电话；移动电话；应答系统；通过电信信息传输声音、图像或其他信息的产品或设备
4	消费类产品	收音机、电视机、录像机；录音机；高保真录音机；功放机；音乐仪器；其他记录或复制声音或图像的产品或设备
5	照明设备	荧光灯具(家用的照明设备除外)；直型荧光灯；紧凑型荧光灯；高亮度放电灯，包括压力钠灯和金属卤素灯；低压力钠灯；其他用于传播或控制光的照明设备(细丝灯泡除外)
6	电气电子工具	电钻；电锯；缝纫机；对木材、金属或其他材料进行车削、铣、砂磨、研磨、锯削、切割、剪切、钻孔、冲孔、折叠、弯曲或类似加工的设备；用于打铆钉、钉子或螺钉或用于去除铆钉、钉子或螺钉的工具；用于焊接或类似用途的工具；对于液体或气体进行喷射、传播、分散或其他处理的设备；用于割草或其他园艺操作的工具

(续)

序号	产品类别	产 品 名 称
7	玩具、休闲和运动设备	电动火车或赛车;手持电子游戏机;电子游戏机;用于骑自行车、潜水、跑步、划船等的测算装置;带有电子或电气元件的运动设备;投币机
8	医用设备(被植入或被感染的产品除外)	放射治疗设备;心脏用设备;透视装置;肺呼吸机;核医疗设备;玻璃容器内诊断用实验室设备;分析仪;冷冻机;生殖试验设备;其他用于探索、预防、监控、处理、缓解疾病、伤痛的设备
9	监测和控制仪器	烟雾探测器;发热调节器;温控器;家用或实验室设备用测量、称重或调节器具;工业安装(如在控制板上)中所用的其他监控仪器
10	自动售卖机	热饮料自动售卖机;瓶装或罐装热饮料或冷饮料自动售卖机;固体产品自动售卖机;钱票自动售卖机;所有自动送出各类产品的器具

WEEE 指令对我国企业造成的影响主要体现在以下两个方面。

(1) WEEE 指令有关建立回收体系的要求虽然是针对欧盟内部的“生产商”(包括其进口商和经销商),但最终成本势必会转嫁到欧盟以外的出口商身上,由此产生的直接成本及间接成本势必提高我国电子电气产品的出口成本。

(2) 我国企业在出口时要额外缴纳高额的电子垃圾回收费用。WEEE 指令包括的十大类产品,涵盖我国 200 多个海关税号项下的产品,这些产品大多数属于我国强势出口的机电产品,占有比较大的优势,出口发展态势良好,出口增长迅速,约占机电类产品对欧盟出口量的 2/3。据《北京青年报》2005 年 8 月 13 报道,国内主管部门及专家分析认为“欧盟绿色指令(WEEE)实施后,我国 560 亿美元的机电产品受影响”,而要解决这种影响,最有效的措施就是从产品源头,即从产品设计着手。

4. RoHS 指令

RoHS 指令,即关于电子电器产品中禁止使用某些有害物质指令。RoHS 指令的目的是使各成员国关于在电子电气设备中限制使用有害物质的法律趋于一致,有助于保护人类健康的和报废电子电气设备合乎环境要求的回收和处理。RoHS 指令主要规定欧盟各成员国应保证从 2006 年 7 月 1 日起,使投放欧盟市场的新的电气和电子设备产品不含有铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯(PBB)或多溴二苯醚(PBDE)六种物质及其类似物质(指其化合物等)。RoHS 指令主要适用于除医疗设备、监视设备、控制设备外 WEEE 所规定的各类电子电器产品。受 RoHS 指令影响的产品与工艺见表 1-3。

表 1-3 RoHS 可能冲击的产品与工艺

限制物质	限制物质的浓度/ $\times 10^{-6}$	可能冲击的产品与工艺
镉	100	线路板上的零件如芯片、电阻、连接材料、表面处理、低熔点焊接、保险丝、酸性电池、化学合成材料、马达、开关、继电器、漏点开关器等的电器接点材料、半导体感光元件、油漆、墨水、荧光管等
铅	1000	电机电子设备、焊接、涂腊材料、电气连接、铅酸电池、橡胶固化剂、CRT、颜料、玻璃、涂料、橡胶硫化剂、固体润滑剂等
汞	1000	温度计、感应器、开关、继电器、医疗器材、金属蚀刻、干电池、防腐剂、电极、水银灯、电信设备、手机等

(续)

限制物质	限制物质的浓度/ $\times 10^{-6}$	可能冲击的产品与工艺
六价铬	1000	颜料、催化剂、电镀、墨水、陶瓷用着色剂、防腐剂、相片等
多溴联苯(PBB)	1000	热溶剂、润滑剂和电容器油等
多溴二苯醚(PBDE)	1000	印制电路板、连接器、电线、塑料外壳的耐燃剂等

与 WEEE 指令相比, RoHS 指令对我国机电产品生产企业的的影响更为突出。一方面通过提高检测费用, 直接增加了企业的出口成本; 另一方面由于其检测标准尚不明确, 使企业的出口风险增加, 由此导致我国对欧盟机电产品出口增速出现大幅度下降。仅以上海口岸为例, 2006 年 1 月—7 月, 我国机电产品对欧盟的出口额为 189.8 亿美元, 其中, 7 月的出口额为 25 亿美元, 比 2006 年上半年月平均出口额下降 8.8%, 增幅回落 4.8%。2006 年 7 月, 上海口岸对欧盟出口机电产品分别占同期该口岸对欧盟出口总额和机电产品出口总额的 54.6% 和 21.5%, 比 2006 年上半年的月平均水平分别下降 7.6% 和 1.6%。相对于高新技术产品, 电动工具、小家电和照明设备等低技术含量产品由于本身出口利润微薄, 承担检测费用或进行技术改造等应对技术壁垒的综合能力普遍较差, 面临的出口形势也更为严峻。2006 年 7 月, 上海口岸对欧盟出口高新技术类机电产品 14 亿美元, 比 2006 年 6 月增幅回落 3%; 而出口手提电钻、DVD 播放机和手提电动磨砂工具各 1 亿美元, 同比分别下降 22.4%、43.6% 和 4.1%。

为了满足 RoHS 指令的要求, 企业必须进行产品分析, 将产品分解到具体零配件、原材料, 分析是否含有有害物质以及有害物质所占比例, 同时积极开发替代工艺和替代原材料, 提升企业乃至整个产业的市场竞争力。

5. EuP(Energy - using Products)指令

用能产品(EuP)是指一旦上市或开始使用时, 依靠输入能源才能正常工作的产品和用于产生、转换以及测量该能源的产品。EuP 指令(用能产品绿色设计指令)将生命周期理念引入产品设计环节中, 旨在从源头入手, 在产品的设计、制造、使用、维护、回收及后期处理的整个生命周期过程中, 对用能产品提出环保要求, 全方位监控产品对环境的影响, 减少对环境的破坏。

按照该指令的要求, 设计人员在设计新产品的时候, 需将产品生命周期生态设计理念贯穿于工作中, 不仅要考虑功能、性能、材料、结构、外观、通用性、安全性、包装、成本、标准、认证等常规的因素, 同时还要考虑整个产品生命周期对能源、环境、自然资源的影响程度, 并且要通过符合性规定, 取得符合性标志, 才能生产并投放到欧洲市场。

EuP 指令所涵盖的产品范围原则上包括所有投放市场的耗能产品, 生成、转换及计量这些能源的产品(不包括运输工具), 以及用于装入耗能产品中、并在市场上作为独立部件直接销售给最终用户的部件。产品消耗的能源包括电能、固体燃料、液体燃料和气体燃料。

按照 EuP 指令的要求, 符合条件的产品需要提供下列技术文件: 耗能产品的描述; 环境评估研究的结果; 产品或产品组的生态说明; 产品设计规范要素; 相关的环境要素, 适用的标准或其他用于证明符合性的协调标准或替代方法的清单; 使用者及处理机构所需要的信息和测量的结果等。

EuP 有别于 WEEE、RoHS, 如图 1-1 所示。从监控范围来看, WEEE 指令只从电子电机设备的回收处理环节着手, 对其废弃物的收集、回收和利用做出了相关指标要求, 规定了生产商处理废弃物的职责; RoHS 指令仅限制了电子电机设备的某些危险物质的使用, 范围极小;