

可持续发展理念下的工业产品材料运用与工艺优化

袁 源

(武汉大学 城市设计学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 工业产品在制造与使用过程中对能源与环境的可持续性利用, 是现代工业产品开发必须考虑的重要因素。因此, 产品的开发在材料运用中依据“减量、回收、再生”的原则来优化设计方案, 在工艺过程中依据“低物耗、低能耗、低污染”的原则来配置加工工艺, 由此建立起产品开发中的绿色设计方法, 能有效缓解能源与环境危机。

关键词: 材料; 工艺; 可持续; 绿色设计

中图分类号: TB472

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2010)03-0050-04

Materials Using and Technics Optimizing of Industrial Product Based on the Concept of Sustainable Development

Yuan Yuan

(School of Urban Design, Wuhan University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Sustainable use of energy and impact on environment are important factors worth considering in the industry production and using process. Therefore, the material using in product research and development should comply with principle of "Reduction, Recovery, Regeneration" to optimize the design process, according to the principle of "Low material consumption, Low energy consumption, Low pollution" to configure technics, thus, a new "green design" method can be developed to relieve energy and environmental crisis effectively.

Key words: material; technics; sustainability; green design

科学技术的发展带来了工业革命之后产品批量化生产的趋势, 而批量生产的现代工业产品在制造与使用过程中引发的能源锐减、环境污染等问题日益严重。人们意识到那种无节制消耗能源和环境的生活方式是造成环境恶化的根源, 因此, 可持续发展成为人类社会发展的新模式, 工业产品在制造与使用过程中对能源与环境的可持续利用, 也成为现代工业产品开发者必须考虑的重要因素。

1 工业发展对能源环境造成的影响分析

18世纪中期至20世纪初, 起源于英国, 而后波及欧洲各国、美国及日本的工业革命如火如荼地进行, 煤的大规模开采、燃用, 在提供动力以推动工厂开办和蒸汽机运转制造产品的同时, 释放了大量的烟尘、二氧化硫、二氧化碳等有害污染物质。而矿冶工业的发展在排出大量二氧化硫的同时, 还释放了如铅、

收稿日期: 2010-05-20

作者简介: 袁 源 (1988-), 女, 湖北洪湖人, 武汉大学城市设计学院硕士研究生, 主要研究方向为产品设计与设计管理,

E-mail: yoyo77yoyo@163.com

锌、镉、铜、砷等重金属，污染了大气、土壤和水域。此外，水泥工业的粉尘与造纸工业的废液，也会对大气和水体造成污染^[1]。

进入20世纪后，以石油和天然气为主要原料的有机化学工业迅速发展，西方国家不仅合成了橡胶、塑料和纤维3大高分子合成材料，还生产了多种多样的有机化学制品。20世纪60年代，高技术、高消费、“用完即抛”的消费主义观念使得“一次性产品”大量流行，包装和结构物被大量浪费，直接引发了环境公害，有机化学工业为人类带来琳琅满目、方便耐用的产品的同时，构成了一系列对环境的有机毒害和污染。在工业发展依旧如火如荼的今天，它所带来的能源锐减以及环境污染，已成为我们亟待解决的问题。

2 工业产品制造和使用过程中能源消耗和环境影响分析

工业产品的制造和使用过程，是一个将制造资源（物料、能源等）转变为产品或半成品的资源增殖过程，但是，在将制造资源转变为产品或半成品的加工和使用过程中，也产生了资源消耗和环境影响2大副作用问题^[2]。

工业产品在其生产过程和使用过程中，能源的消耗可以分为直接消耗和间接消耗2类。如铝材主要用电解法生产，首先需要用煤发电，然后用电来电解生产铝，由于发电和送电效率的影响，造成铝材生产的能耗要比一般材料的生产能耗高得多，表现为能源的直接消耗；而能源的间接消耗包括产品在运输、储藏、包装、管理、流通、人工等环节中的能源消耗。

从工业产品的传统生产流程来分析材料流过程，一般工业产品链式生产流程如图1所示。

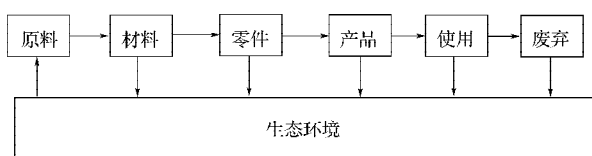


图1 一般工业产品链式生产流程示意图

Fig. 1 Chain production flow of general industrial products

一般工业产品的生产从选材开始，包括生产加工、储运、销售、使用直至废弃，每个环节都会排放出大量的废弃物至周边环境中。如钢铁材料的加工，经过采选、储运、炼铁等步骤，平均每8t矿石才炼成1t钢材；再经过轧制、车、钳、刨、铣等金属加工工艺，仅能得到约700kg的金属制品，而最后被有效使用的不到500kg。当它们完成一定的服役寿命后，最后废弃排放进入环境，由环境来承担吸收、消纳和分

解的任务。环境污染很大程度上来源于工业生产过程中的投入的原材料不能变成有效产品，而被作为副产物排放到环境中，形成环境过量承载。

工业产品除了在生产环节造成大量的资源消耗和环境污染外，其使用和废弃过程所引发的环境污染问题也尤其严重。

电子技术的发展，使得电子产品零部件微型化（见图2），材料所含种类更多，而生产成本的降低，新产品的推出及零件更换困难而导致的修理费用变高等因素，使得电子、电器产品提前废弃现象日益严重，而产品废弃所引发的环境问题不容小视。电子、电器产品生产消耗的大量电力必然导致自然能源的消耗，其中一些产品除了自身带来的能源消耗和环境污染外，还会带来二次废弃物，如电池、录音带、CD光碟等。

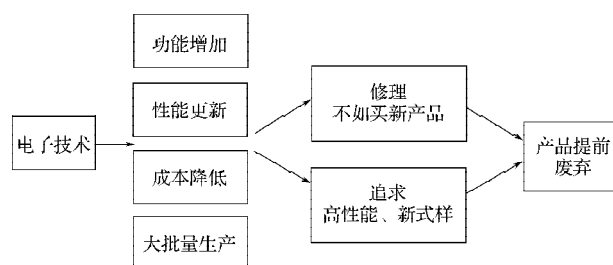


图2 电子技术产品发展产生的影响示意图

Fig. 2 Effects of electronic technique in products' development

通过以上对工业产品在制造和使用中所带来的能源消耗和影响分析，我们不难发现，面对非再生资源和能源枯竭的威胁，以及日益严重的环境污染，我们应在产品开发过程中积极探索既保证材料性能、数量需求，又节约资源、能源并和环境协调的材料生产技术，并制定可持续发展战略^[3]，开发新材料、新工艺，通过合理的方式优化产品设计和生产制作，建立起产品开发中的绿色设计体系，以此缓解我们所面临的能源锐减和环境污染问题。

3 产品开发中的材料运用与加工工艺绿色设计方法

绿色设计要求产品在其整个生命周期内耗用的资源最少，对环境的负面影响最小，从而达到经济效益、社会效益的最优。在材料运用和加工工艺上，构建合理的设计方法和加工体系，以此作为产品绿色设计的支撑，使产品在制造和使用过程中降低对能源和环境的影响。

3.1 材料运用的绿色设计原则

发展3R技术——这是2002年10月8日举办的“能

源·环境·可持续发展研讨会”上发出的呼吁。“3R”即减量(reduce)、回收(reuse)和再生(recycle)。对工业设计而言,“3R”是绿色设计的核心,最终的设计方案不仅要尽量减少物质和能源的消耗、减少有害物质的排放,而且要使产品及零部件能够方便地分类回收,并再生循环或重新利用^[4]。产品开发在材料运用中依据“3R”的原则来优化设计方案,能有效减少资源的浪费,进而降低对环境的污染。

3.1.1 减量原则

减量原则要求用较少的原料和能源投入来达到既定的生产目的或消费目的,从而实现从经济活动的源头就节约资源和减少污染。电子技术发展使得一个电子产品种类繁多,绿色设计时应尽量避免采用多种不同材料,产品所用材料种类多不仅会增加产品加工和装配的难度,而且给产品报废后的回收处理也带来不便,从而造成环境污染的可能性增大;使用较少的材料种类,则可简化产品,便于零件的生产、标记、管理以及材料的回收^[5]。如 Whirlpool 公司将包装材料从 24 种减少到 4 种后,处理废物的成本下降了 50%^[6],不仅材料成本减少了,且产品的性能也得到改善。

3.1.2 回收原则

回收原则要求制造产品和包装容器能够以初始的形式被反复使用,抵制当今世界一次性用品的泛滥。这就要求产品开发更多地使用可回收材料,避免使用有害于环境及人体的材料;避免使用与标准循环利用过程不相兼容的材料,使用便于重复使用的材料;按兼容性组织材料等^[7]。马普勒司(Maplex)是威德曼(Weidmann)公司将木纤维压制而成的材料,它不用任何化学粘接剂,能完全生物降解和回收利用,具有良好的环境协调性。这种环保材料在建筑、家具、生活用品等各个领域有很高的利用价值。

3.1.3 再生原则

再生原则要求生产出来的物品在完成其使用功能后能重新变成可以利用的资源,而不是不可恢复的垃圾。再生分为 2 种情况,一种是原级再生,即废品被循环用来产生同种类型的新产品,例如报纸再生报纸、易拉罐再生易拉罐等;另一种是次级再生,即将废物资源转化成其它产品的原料。如利乐公司的利乐传统包(tetra classic),它被称为最受环保主义者青睐的产品,不仅因为用它来包装的牛奶、果汁、饮料无需冷藏,在常温下可保鲜 6 个月,因而节约了大量因冷藏而耗费的能源。而且,这种纸包装回收后做成的“彩乐板”,可制作家具、地板、玩具、音响设备等,称得上是名副其实的“绿色包装”。

3.1.4 依据“3R”原则构建产品绿色设计循环体系

笔者依据 3R 原则,按照循环经济的思想,构建了一个简单的产品绿色设计循环体系,见图 3。

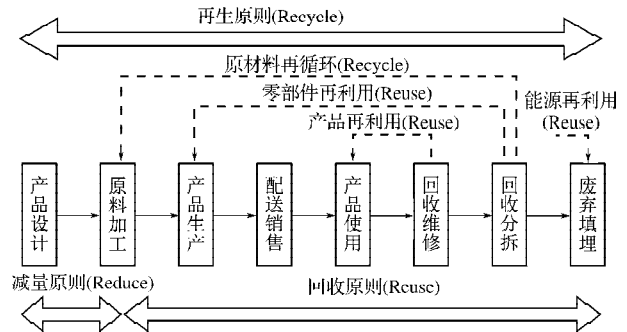


图 3 产品绿色设计循环示意图

Fig. 3 Circulation of products' green design

3.2 加工工艺的绿色配置原则

工业产品制造所引发的能源锐减、环境污染等问题除了材料的运用不当外,另一个重要的原因就是加工工艺的不合理性。绿色加工要求以合理利用资源、节约成本、降低环境污染为目标,结合材料科学、表面技术、控制技术新技术进行产品加工。依据“低物耗(low material consumption)、低能耗(low energy consumption)、低污染(low pollution)”的“三低”原则进行加工工艺的配置,以此来降低对能源的浪费和对环境的污染。

3.2.1 低物耗

低物耗即节约资源,加工工艺上要求简化工艺系统组成,节省原材料消耗。通过优化毛坯制造、优化下料、少无切屑加工、干式加工、新型特种加工等方法来减少加工余料量,从而减少原材料的消耗。

3.2.2 低能耗

低能耗即在生产过程中关注降低能量损耗的工艺环节,通过技术、工艺改造,采用新技术新工艺提高能源利用率,重视低能耗的绿色设备开发,优化机床结构以提高其性能;加强能源管理,及时调整设备负荷;开发、利用可再生的无污染新能源。图 4 为降低能耗可采取的绿色工艺方法。

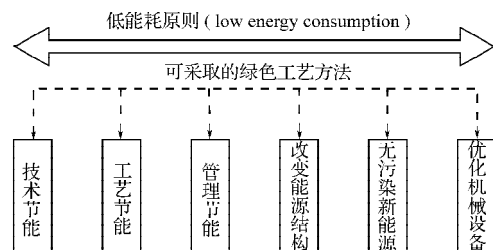


图 4 低能耗绿色工艺方法

Fig. 4 Green technics of low energy consumption

3.2.3 低污染

低污染即强调环保性,需要在生产过程中通过一定的工艺技术,减少或完全消除生产过程中产生的废液、废气、废渣、噪音等。在工艺设计阶段就应全面考虑如何回收利用切削液、磨屑,预防废弃物的产生等。此外,在制造中通过改变节能结构和燃料燃烧方式,或采用集中供热等方法,能有效降低大气污染和水污染。

3.2.4 “三低”原则的工艺优化例证

某阀门制造厂电动截止阀的阀体制造过程流程如下:原材料—毛坯—机加工—热处理—装配—检验,以阀体的毛坯制造和机加工工艺为例进行分析^[2]。图5和6为毛坯制造、机加工工艺输入输出示意图。

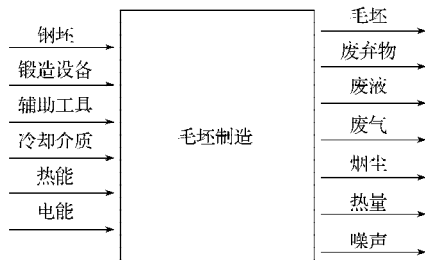


图5 毛坯制造输入输出示意图

Fig. 5 Input and output of roughcast making

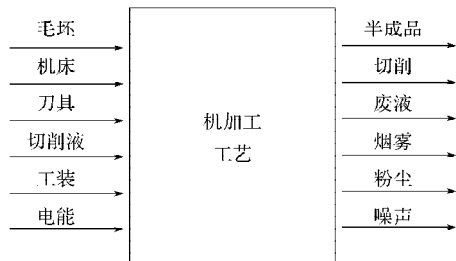


图6 机加工工艺输入输出示意图

Fig. 6 Input and output of machining technics

笔者根据制造过程的资源消耗和环境影响分析模型相关数据计算得出:通过改变毛坯的输入量来减少切屑和废弃物;将传统的铸造、自由锻改为模锻或者是液态模锻等精密的毛坯制造方法,能提高毛坯的制造精度;减少机加工切削量,使得机加工输出的废弃物、切屑等明显减少,从而降低了加工过程中所产生的环境污染。

4 结语

21世纪是可持续发展的世纪,对于制造业所造

成的能源环境危机而言,更需运用可持续的模式来缓解该问题。产品开发以“3R”、“三低”绿色设计体系作为依据,综合考虑材料、工艺、能源和环境之间的关系,在产品制造、使用和废弃的过程中保持资源平衡、能源平衡和环境平衡,以此实现人类社会的可持续发展。

参考文献:

- [1] 杨朝飞. 环境保护与环境文化[M]. 北京: 中国政法大学出版社, 1994.
Yang Chaofei. Environmental Protection and Environmental Culture[M]. Beijing: China University of Political Science and Law Press, 1994.
- [2] 江志刚, 张华, 肖明. 制造过程资源消耗和环境影响分析模型及应用[J]. 系统工程理论与实践, 2008(7): 132-137.
Jiang Zhigang, Zhang Hua, Xiao Ming. The Analysis Model and Application of Resource Consumption and Environmental Impact During Manufacturing Process[J]. System Engineering-Theory & Practice, 2008(7): 132-137.
- [3] 张剑波. 环境材料导论[M]. 北京: 北京大学出版社, 2008: 12.
Zhang Jianbo. Introduction to Environmental Materials[M]. Beijing: Peking University Press, 2008: 12.
- [4] 王守平, 张瑞峰, 高巍. 现代绿色设计[M]. 沈阳: 辽宁美术出版社, 2007: 8.
Wang Shouping, Zhang Ruifeng, Gao Wei. Modern Green Design[M]. Shenyang: Liaoning Fine Art Press, 2007: 8.
- [5] 何祖顺. 产品绿色设计理论及应用研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2006.
He Zushun. Green Design Theory and Application[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2006.
- [6] 林朝平. 面向材料设计的绿色包装材料选择研究[J]. 轻工机械, 2004(3): 8-9.
Lin Chaoping. Study on Selection of Green Packaging Materials for Material Design[J]. Light Industry Machinery, 2004(3): 8-9.
- [7] 陈琪, 徐林林. 产品的绿色设计方法和技术[J]. 机电产品开发与创新, 2001(3), 33-35.
Chen Qi, Xu Linlin. Green Product Design and Technology [J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2001(3), 33-35.

(责任编辑: 廖友媛)