

绿色制造技术研究

Research on the Green Manufacturing Technology

西京学院 蔡红专 蔺国民



蔡红专

工学硕士, 现任西京学院机电工程系主任。1997年7月毕业于西安交通大学测量仪器专业, 1992年荣获两项军队科技进步三等奖。研究方向为机械制造及自动化。

随着工业化进程的快速推进, 人类不得不面对一系列的现实问题。环境、资源以及人口是当今世界面临的三大主要问题, 日趋恶化的环境问题对人类的生存与发展构成了严重的威胁。在制造业将制造资源转变为产品以及产品的使用和处理过程中, 产生的废弃物是污染环境的主要根源。有效地控制制造业产生的环境污染是当前制造科学亟需解决的问题^[1]。

所谓的绿色制造(Green Manufacturing, GM), 又称环

绿色制造过程包括绿色设计和绿色制造设备以及绿色制造的工艺、物料和环境。绿色制造是制造业发展的必由之路, 它将使传统的制造业发生巨大的变化, 为可持续发展战略提供重要的保证。绿色制造的研究具有非常高的科学价值和广阔的应用前景。

境意识制造(Environmentally Conscious Manufacturing, ECM)或面向环境的制造(Manufacturing For Environment, MFE), 是指在保证产品的功能、质量、成本的前提下, 综合考虑环境影响和资源效率的现代制造模式^[2]。它使产品在从设计、制造、使用到报废的整个产品生命周期中环境污染最小化, 使资源利用率最高, 能源消耗最低。

传统的产品制造模式是一个开环系统, 即原料→生产→使用→报废, 采用末端处理的方法来保护环境。绿色制造在产品整个生命周期内, 以系统集成的观点考虑产品环境属性, 对环境保护从源头抓起, 并考虑产品的基本属性, 使产品在满足环境目标要求的同时, 保证其应有的基本性能、使用寿命和质量等。

绿色制造技术发展现状

随着工业的高速发展, 环境问题日益突出, 成为各国关注的热点, “绿

色浪潮”使制造业改变了传统制造模式, 进而推行绿色制造技术(Green Manufacturing Technology, GMT)。

1 国外现状

国外以保护环境为主题的“绿色计划”已经展开, 如日本的“绿色行业计划”、加拿大的“绿色计划”等。目前, 已有美国、英国、德国、法国等20多个国家对产品实施环境标志, 从而促进了这些国家“绿色产品”的发展。

2 国内现状

我国绿色制造的目标是:

(1) 提出绿色设计理论和方法, 建立绿色产品设计指标评价体系, 提出绿色设计工具, 并与CAD、CAE、CAPP等设计工具集成, 形成集成环境。

(2) 与企业结合选择若干典型产品, 建立产品绿色制造示范点。

(3) 以汽车为对象, 提供可回收、可拆卸成套技术, 并与企业结合, 建

立示范点。

绿色制造的主要研究内容包括:

- (1) 绿色产品设计评价系统模型的建立。
- (2) 绿色产品清洁生产技术
- (3) 产品可拆卸、可回收技术。
- (4) 机电产品噪声控制技术。
- (5) 面向环境、面向能源、面向材料的绿色制造技术。

绿色制造的内涵和特点

1 绿色制造的内涵

绿色制造是一个综合考虑环境影响和资源效率的现代制造模式,其目标是使企业经济效益和社会效益协调优化。绿色制造的内涵如下:

- (1) 绿色制造涉及的问题领域包括三部分:制造问题、环境影响问题和资源优化问题。
- (2) 绿色制造中的“制造”涉及到产品整个生命周期,是一个“大制造”概念,体现了现代制造科学的“大制造、大过程、学科交叉”的特点。
- (3) 围绕制造过程的环境问题产生了与绿色制造相关的制造概念。

2 绿色制造系统

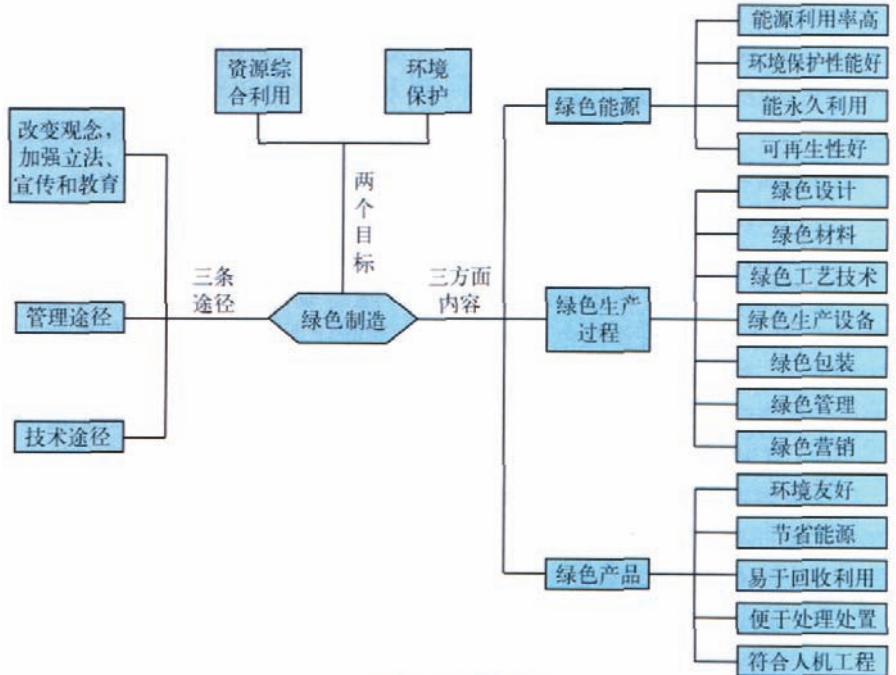
绿色制造是一个系统工程。绿色制造系统由市场销售分系统、绿色设计分系统、绿色制造分系统、质量保证分系统、处理再循环分系统、物能资源分系统和环境评估分系统以及环境数据库、知识库支撑分系统组

成。

绿色制造系统主要研究绿色制造模式的有关概念、适用范围和系统框架,旨在建立基本模型,为实施绿色制造技术和研究提供总的指导。绿色制造系统可以概括为三方面内容、三条途径和两个目标。

地利用能源,或者是以安全、可靠和取之不尽的能源(如太阳能、风能、生物能、地热能和海洋能等)为基础。

绿色制造过程就是指将绿色产品的设计转化为实际产品的所有过程的综合,它以产品的物质转化过程为主线,同时融入保证物流通和有



绿色制造系统模型

(1) 绿色制造的内容。

绿色制造的内容包括三部分,即用绿色产品、绿色能源以及经过绿色设计生产绿色产品的过程。绿色能源是指在产品生命周期全过程中尽量节约能源、资源,使其得到最大限度的利用。节约能源就是要求高效

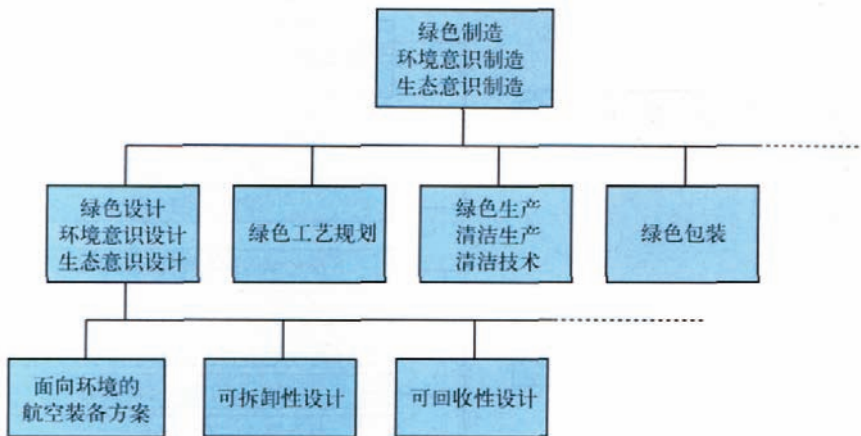
效的管理手段,主要包括绿色设计与绿色材料、绿色工艺技术、绿色生产设备、绿色包装、绿色营销和绿色管理等。

绿色制造的目的是在全生命周期过程中符合特定的环境保护要求,对人体无害,对环境无影响或影响极小;产品结构尽量简单而不降低功能,消耗原材料尽量少而不影响寿命,消耗能源尽量少而不影响效率;使用寿命完结时,零部件能回收、重用或安全地处理掉。

(2) 绿色制造的三条途径。

实现绿色制造的途径有三条:

- 改变观念,树立良好的环境保护意识。
- 针对具体产品的环境问题,采取技术措施,解决所出现的问题。
- 加强管理,提高人员素质,利用市场机制和法律手段,促进绿色技



“绿色制造”及其相关概念的关系

术、绿色产品的发展。

(3) 绿色制造的两个目标。

绿色制造的目标是资源综合利用和环境保护。在产品的设计和制造过程中,始终按照绿色制造的三方面内容要求,设计产品及其制造系统和制造环境,对绿色制造的两个过程进行全过程最优控制,合理配置资源,最大限度地发挥制造系统的效用,最终实现节约能源和保护环境的目標。

3 绿色制造的特点

绿色制造具有以下特点:

(1) 系统性。

绿色制造系统与传统的制造系统相比,其本质特征在于绿色制造系统除保证一般的制造系统功能外,还要保证环境污染为最小。

(2) 突出预防性。

绿色制造对产品生产过程中的环境污染问题,强调以预防为主,杜绝废弃物产生或使废弃物最小化。

(3) 保持适合性。

绿色制造必须结合产品的特点和工艺要求,使绿色制造目标符合预期发展的需要,又不损害生态环境,且能保持资源的合理使用。

(4) 符合经济性。

绿色制造技术的应用,可节省原材料,减少能源的消耗,降低废弃物处理处置费用,降低生产成本,提高产品的经济性以增强市场竞争力。

(5) 注意有效性。

绿色制造从产品末端治理转向对产品 & 生产过程的连续控制,综合利用再生资源 & 能源、物料的循环利用技术,有效防止二次污染。

绿色制造的相关技术和关键技术

1 绿色制造的相关技术

(1) 现代设计技术。

绿色制造的关键是绿色设计,因此现代设计技术将是绿色制造的主要相关技术。

(2) 先进制造工艺与设备。

先进制造工艺与设备是绿色制造系统的装备与工艺基础,是实现优质、高效、低耗、清洁生产的基础,是保证产品质量和市场竞争的基础,是绿色制造的重要支柱。

(3) 环境工程技术。

绿色制造的目的是最有效地利用资源和最低限度地产生废弃物,从根本上减少对环境的负面影响,所以,环境工程技术将是绿色制造领域重要的支撑技术。

(4) 环境技术标准及资源利用政策法规。

随着制造生产向网络化、集成化、智能化方向发展,绿色制造的环境技术标准及资源利用政策法规工作已显得越来越重要。绿色制造涉及的政府行为首先是立法和行政规定问题,其次是政府可制定经济政策,用市场经济的机制对绿色制造实施导向。

(5) 系统工程技术。

实施绿色制造是一个复杂的系统工程问题。测算和评估制造系统中资源消耗、对环境污染的程度,评

估绿色制造实施的状况和程度均要涉及到系统工程方法。

(6) 通信网络及数据库支撑技术。

为了满足绿色设计与制造需求,必须在发展通信网络的基础上建立相应的绿色设计数据库与知识库,并进行管理和维护。

(7) 并行工程技术。

并行工程对绿色设计有着特殊的意义。绿色设计要求从产品设计一开始就要把降低资源消耗、易于拆卸回收、保护生态环境与保证产品的性能、质量、寿命、成本的要求列为同等的设计目标,并保证在生产过程中能够顺利实施。

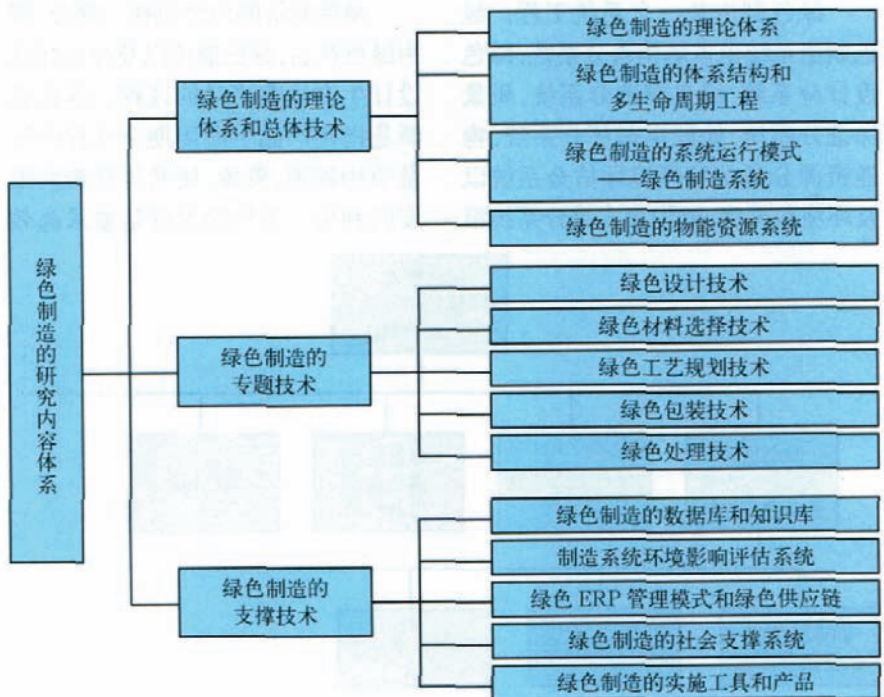
2 绿色制造的关键技术

绿色制造的关键技术体系见体系框图。

绿色制造技术的发展动态和趋势

1 全球化

绿色制造的研究和应用将愈来愈呈现全球化的特征和趋势,其全球化特征体现在^[3]:



绿色制造的关键技术体系

(1) 制造业对环境的影响是超越空间的。

(2) 有关环境管理体系的 ISO14000 系列标准的陆续出台为绿色制造的全球化研究和应用奠定了基础。

(3) 随着近年来全球化市场的形成,绿色产品的市场竞争将是全球化的。

(4) 对进口产品要进行绿色性认定,贴有“绿色标志”。

2 社会化

绿色制造的研究和实施需要全社会的共同努力和参与,以建立绿色制造所必需的社会支撑系统。企业要真正有效地实施绿色制造,必须考虑产品寿命终结后的处理,这就可能导致企业、产品、用户三者之间的新型集成关系的形成。

3 集成化

系统技术和集成技术的研究将倍受重视。绿色制造涉及产品生命周期全过程和企业生产经营活动的各个方面,是一个复杂的系统工程。要真正有效地实施绿色制造,必须从系统的角度和集成的角度来考虑和研究绿色制造中的有关问题。绿色制造的集成功能目标体系、产品和工艺设计与材料选择系统的集成、用户需求与产品使用的集成、绿色制造的问题领域集成、绿色制造系统中的信息集成、绿色制造的过程集成等技术将成为绿色制造的重要研究内容。

绿色制造集成化的另一个方面是绿色制造的实施需要一个集成化的制造系统来进行。绿色集成制造技术和绿色集成制造系统将成为今后绿色制造研究的热点。

4 并行化

所谓的绿色并行工程(Green Concurrent Engineering, GCE)是一个系统方法,以集成的、并行的方式设计产品及其生命周期全过程,力求使产品开发人员在设计一开始就考虑到产品整个生命周期中的质量、

成本、进度计划、用户要求、环境影响、资源消耗状况等因素。绿色并行工程将成为绿色产品设计和开发的有效模式,绿色设计今后仍将是绿色制造中的关键技术,绿色设计今后的一个重要趋势就是与并行工程的结合,从而形成一种新的产品设计和开发模式——绿色并行工程。

5 智能化

人工智能和智能制造技术将在绿色制造研究中发挥重要作用。绿色制造的决策目标体系是现有制造系统 TQCS (即产品上市时间 T、产品质量 Q、产品成本 C 和为用户提供的服务 S) 目标体系与环境影响 E 和资源消耗 R 的集成,即形成了 TQCSRE 的决策目标体系。这些目标的优化,需要用人工智能方法来支撑处理。基于知识系统、模糊系统和神经网络等的人工智能技术将在绿色制造研究开发中起到重要作用。

6 产业化

绿色制造将导致一批新兴产业的形成,这些产业除了废弃物回收处理装备制造和废弃物回收处理服务产业外,还包括绿色产品制造业和实施绿色制造的软件产业。

绿色制造展望

绿色制造过程包括绿色设计和绿色制造设备以及绿色制造的工艺、物料和环境。绿色制造是制造业发展的必由之路,它将使传统的制造业发生巨大的变化,为可持续发展战略提供重要的保证。绿色制造的研究具有非常高的科学价值和广阔的应用前景^[4]。

(1) 绿色制造研究属国际制造前沿的科学技术,将推动制造科学的发展。

绿色制造涉及现代制造观的变革、可持续制造理论、21 世纪制造系统的体系结构以及大制造、大过程和学科交叉等系统制造科学问题,它的研究将会推动制造科学的发展。

(2) 绿色制造是人类社会可持续发展的必然需求,具有重大社会效益。

绿色制造是人类可持续发展战略在制造业的体现,它考虑环境和资源既要满足经济发展的需要,又使其作为人类生存的要素之一而直接满足人类长远生存的需要,从而形成了一种综合性的发展战略。绿色制造的研究具有重大的社会效益。

(3) 绿色制造也将为 21 世纪企业取得显著经济效益带来机遇。

实施绿色制造,最大限度地提高资源利用率,减少资源消耗,可直接降低消耗,从而直接降低成本;绿色制造环境将改善工作环境,有助于提高工作效率,所以,未来的市场是绿色产品的市场。绿色制造将提高企业竞争力,为企业的发展带来机遇。

(4) 国际环境管理标准的提出,拉动了企业对实施绿色制造的需求。

ISO14000 系列标准的提出引起世界各国政府、企业界的普遍重视和积极响应,实施绿色制造已是大势所趋。

(5) 绿色制造将为我国企业消除国际绿色贸易壁垒提供有力支撑。

产品的绿色性认定和“绿色标志”为我国企业提高产品绿色性提供支撑手段。

(6) 绿色制造将推动新兴产业的形成。

企业实施绿色制造,需要大量实施工具和软件产品,市场的需求将会推动新兴产业的形成。

参考文献

- [1] 陈茂砦. 新的制造战略—绿色制造. 中国机械工程, 1997, 8 (3): 94-96.
- [2] 卢岚, 齐二石. 发展绿色制造势在必行. 机械设计, 1999 (5): 37-39.
- [3] 海锦涛. 我国制造业可持续发展的思考. 中国机械工程, 2001 (3): 245-248.
- [4] 朱晓春. 先进制造技术. 北京: 机械工业出版社, 2004.

(责编 金卯)