

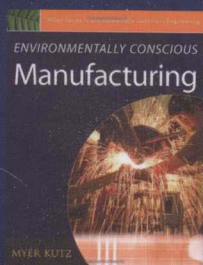


环境意识制造

Environmentally Conscious Manufacturing

【美】Myer Kutz 著

刘志峰 张雷 张萍 黄海鸿 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



国际先进工业技术译丛

环境意识制造

Environmentally Conscious Manufacturing

【美】Myer Kutz 著
刘志峰 张雷 张萍 黄海鸿 译

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

环境意识制造 / (美) 库兹 (Kutz, M.) 著 ; 刘志峰
等译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2010. 1
(国际先进工业技术译丛)
ISBN 978-7-115-21772-1

I. ①环… II. ①库… ②刘… III. ①金属加工—工
艺—无污染技术 IV. ①TG

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第202408号

版 权 声 明

Myer Kutz

Environmentally Conscious Manufacturing

Copyright © 2007 by John Wiley & Sons, Inc.

All rights reserved. This translation published under license.

Authorized translation from the English language edition published by Wiley Publishing, Inc..

本书中文简体字版由 Wiley Publishing 公司授权人民邮电出版社出版, 专有版权属于人民邮电出版社。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2009-4056 号

国际先进工业技术译丛

环境意识制造

-
- ◆ 著 [美] Myer Kutz
译 刘志峰 张 雷 张 萍 黄海鸿
责任编辑 韦 毅 姚予疆
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.5
字数: 339 千字 2010 年 1 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2010 年 1 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2009-4056 号

ISBN 978-7-115-21772-1

定价: 48.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

内 容 提 要

环境意识制造是一种综合考虑环境影响和资源消耗的现代制造模式，可使制造业对环境负面影响最小，资源能源的利用率最高。本书介绍了如何设计和实现环境友好的制造系统，详细介绍了金属加工业的污染防治、金属精加工和电解加工，特别是排放和空气质量等重要问题。本书还介绍了美国与工业环境相关的法律法规。

本书的每一章节都由该领域的专家执笔，提供了一整套用于环境友好型制造的规划与实施方面的工具和最佳实务守则，系统地总结了国外环境友好制造的研究方向、发展趋势和方法理论。

本书的主要读者对象是制造行业的相关人士以及生产和质量管理人员、高等院校机械及其相关专业的师生。

丛 书 前 言

改革开放 30 年来,我国工业得到了飞速发展,在短短 30 年的时间内完成了发达国家上百年的工业化发展历程,建立了相对完整的工业体系。我国已成为全球制造业基地,中国模式备受世人瞩目。在信息技术快速发展以及对节能减排和环境保护日益重视的今天,为了促进我国工业由大变强的发展,我们必须走新型工业化道路,解决工业化过程中面临的一些突出问题,比如如何进一步增强自主创新能力,如何完善对工业行业的管理,如何在一些核心技术和关键技术上有更大的突破,如何促进高新技术与传统产业的结合,等等。

为配合我国工业领域设备改造,推动我国工业领域与国际间、行业内的交流与发展,加速工业生产及制造技术的进步和设备更新换代步伐,我们精选了国外有关现代工业技术的部分图书,翻译出版了“国际先进工业技术译丛”。本丛书内容主要涉及新型能源开发与利用、绿色设计与制造、资源节约和环境保护、能效管理等方面。这些图书的原著均由英美等国的知名出版集团出版,汇集了多个国家著名专家学者在工业技术领域的重要研究成果,集中反映了当前工业领域的先进理念、方法和技术,对于解决我国当前工业发展过程中的一些关键问题和突出问题具有较大的参考价值。

现代工业技术呈现开放性、智能化、信息化与网络化的特点,融合了自动化技术、信息技术、现代控制技术、网络技术、先进制造技术、环境保护技术及现代管理理论和方法等诸多学科的先进技术,需要各学科的专家及工程技术人员通力合作,从而实现多学科专业知识与系统的集成,形成现代工业发展的手段和模式。因此,“国际先进工业技术译丛”在选编时,以促进信息化和工业化融合、技术创新和节能减排为原则,紧密结合我国国情,力求突出实用性和先进性,希望有助于解决我国工业技术应用中的一些实际问题,促进我国工业技术及管理模式的变革,提高我国工业企业的技术创新能力。

“国际先进工业技术译丛”的翻译和审定工作主要由国内相关领域的知名专家学者和专业人士承担,力求准确真实地反映原著内容并便于国内读者理解和接受。本丛书致力于“传播国际先进工业生产管理理念,推广工业领域重大技术创新成果”,以便使我国工业领域内的相关人员能够对现代工业方面的知识和技术有更深入和全面的了解,并在我国现代化工业的建设中加以应用。今后我们将继续加强对国际上工业技术领域优秀图书的翻译和出版工作,欢迎专家学者以及广大读者提出宝贵意见和建议。

译者简介



刘志峰，合肥工业大学机械与汽车工程学院院长，教授，博士研究生导师，合肥工业大学绿色设计与制造工程研究所所长，享受国务院政府特殊津贴。

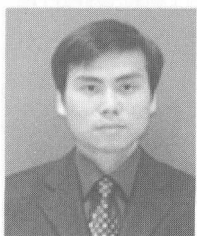
1994年起在国内较早开展机电产品绿色设计理论与方法研究，在产品拆卸理论与方法、回收理论与方法、回收工艺与装备等方面做了许多开创性的工作。先后主持或参与了国家自然科学基金重点项目、国家科技攻关项目、国家“十一五”科技支撑计划项目、国家“863”计划项目等30多个项目的研究。出版了《绿色设计与绿色制造》、《绿色设计》、《绿色制造》、《当代生态哲学与绿色设计方法论》、《干切削加工方法及应用》和《绿色设计技术、方法及其应用》、《消费类产品绿色评估的方法与应用》等7本学术著作。



张雷，合肥工业大学机械与汽车工程学院机电工程系讲师，主要从事机电产品绿色设计与绿色制造、现代集成制造系统等研究与教学工作。



张萍，合肥工业大学机械与汽车工程学院工业设计系副教授，目前主要从事人机工程、绿色设计等领域的教学与科研工作。主要研究方向：环境意识下的设计与制造、人机工程等。



黄海鸿，合肥工业大学机械与汽车工程学院机电工程系副教授，主要从事绿色制造与再制造、无损检测、绿色设计与产品生命周期评价等的研究工作。

译者序

近年来,制造业的快速发展,极大地促进了人类文明的进步和社会经济的发展,同时也造成了资源能源的大量消耗和生态破坏、环境污染等一系列问题,使制造业的持续发展面临许多新的挑战。环境意识制造被认为是解决上述问题的一个有效途径。环境意识制造,又称绿色制造,它是一个综合考虑环境影响和资源效益的现代化制造模式,其目标是使产品在从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个产品生命周期中,对环境的影响最小,资源利用率最高,并使企业经济效益和社会效益协调优化。

本书集成了当今世界上在环境意识制造各领域内的知名专家、教授的最新研究成果,包含了从环境意识设计、制造过程管理、制造系统评估、切削液的使用以及金属表面处理,到制造过程中的空气质量管理、环境意识下的特种加工、机电产品的拆卸、产品能耗控制以及与环境影响相关的法律法规等内容。作为本书英文版第9章的作者,我非常荣幸获得这样的一个机会,将整本书的内容翻译出来,供相关读者学习和参考。

环境意识制造既是一个新的技术领域,其实施又涉及众多的学科知识。越来越多的工程技术人员和管理人员需要知道如何应对环境意识制造实施带来的挑战,更应该知道如何把环保策略、技术和方法融入到日常工作中,寻找机会降低成本,增加利润,同时运用有效的管理手段减小环境影响。

在我国由制造业大国向制造业强国转变的今天,资源、能源和环境问题已经引起了各级政府管理部门、企业、高等院校和科研院所的高度重视。我国政府正在大力推进“两型社会”的建设和节能减排战略的实施,本书中的许多内容对管理部门、企业、工程技术人员等都有很好的借鉴价值,也可以启发我们的思维方式。

本书可作为机械工程、工业工程、管理工程、环境工程等各类与环境意识制造有关的学科和专业的教学参考书或研究生教材,也可作为制造企业中的工程技术人员和管理人员在实施环境意识制造时的参考。

本书由刘志峰、张雷、张萍、黄海鸿完成翻译工作。其中刘志峰教授翻译了第1章和第9章,张雷讲师翻译了第6章、第7章、第8章和第10章,张萍副教授翻译了第2章、第3章、第4章和第5章,黄海鸿副教授翻译了第11章。高洋、张磊、刘琳、蒋云、施英莹、魏培、习寅虎、顾国刚、冯紫雅、周海娟、许海军、许双双、李想和黄文婷等研究生参与了初稿的部分翻译工作。全书由刘志峰教授统校,安徽理工大学的程绍武副教授参与了第11章的校对工作。

环境意识制造

环境意识制造是一个正在发展的新的技术领域，涉及范围广，在有些内容的认识上会有不一致之处，再加上译者的水平和时间的限制，难免会有错漏之处，敬请读者不吝指正。

刘志峰

2009年10月于合肥工业大学

序 言

读者在阅读了本丛书^注之后，可以在一定程度上了解环境意识工程，并掌握相关知识，甚至可以成为更多环境问题（比如气候变化、污染和废弃物问题）方面的专家。了解相关环境意识工程知识，自然对阅读本丛书大有裨益，但也不要求所有读者都熟知这些知识。出版本丛书的目的，并不在于帮助工程技术人员和管理人员解决人为因素对环境变化的影响。当然，本丛书也不讨论这种变化究竟是只造成轻微的环境恶化，还是会导致文明消亡，抑或是这些影响是否是媒体编造的“科学”骗局，完全可以置之不理。（其他小说和非小说类文学作品的作者，早已开始热衷于这类事情了。）相比而言，本丛书认为，学术界绝大多数的结论是正确的，并且，未来的文明将取决于工业行为和人类行为能否减少对环境危害。当然，本丛书的目的不只是提出解决方案、强调削减或终止工业活动和人类活动，而是意在促使工程技术人员和管理人员减少对环境的影响，换言之，是鼓励他们这样做。本丛书提供了实用工艺和技术目录，供工程师用以改善和改进设计、制造、获取或加工材料和化学品，以及用这些产品进行生产、发电或者客运和货运。

此外，工程技术人员和管理人员还需要了解如何应对挑战，将环境意识工艺、技术、策略和目标运用到日常工作中，并由此寻找降低成本、增加利润的机会，同时限制对环境的影响。因为要符合不断变化的环境保护法律法规的要求，工程技术人员和管理人员还面临日益严峻的挑战。所以，各个寻求竞争优势和更佳利润状况的公司，都在采用环境化设计和生产方法，以满足其利益相关方的要求，利益相关方不但包括公司所有者和股东，还包括公司的客户、管理者、员工，甚至包括全球范围的公众。

工程技术人员需要超越传统读本的参考资料，因为传统读物所能提供的参考仅仅是满足当前法规要求的。工程技术人员需要以创新方法和设计与制造趋势为主题的综合方法，这些方法能够帮助他们采用环境友好型工艺，有利于创造绿色产品。他们需要有助于参与设计环保产品和方法的策略，同时也需要许多有助于理解和实施环境意识工程原则的基础资料。

为了能帮助工程技术人员和管理人员满足这些需求，我设想编写一系列密切相关的参考书，每一本都涵盖有关环境意识工程的广泛课题，最开始出版 3 卷，分别关于环境意识机械设计、环境意识制造和环境意识材料与化学品加工。

注：序言中提到的丛书指的是 Wiley 出版社的环境意识工程系列丛书。在“国际先进工业技术译丛”中共引进 Wiley 这一系列丛书中的 3 本，分别是《环境意识机械设计》、《环境意识制造》和《环境意识材料与化学品加工》。

环境意识制造

本丛书的预期读者是在职工程师和若干学科的高年级学生，涉及诸多领域，包括机械、化学、工业、制造、工厂和环境保护，当然，管理工程师也是本系列丛书的预期读者。本系列丛书的读者面很广、跨多个学科。在这些读者中，有些专业人员参与设计，有些参与制造，还有些参与材料和化学品加工，这些专业人员从业于各类机构中，比如高等院校、设计、制造和咨询公司以及联邦、州和地方政府机构。因此，在我看来，虽然每卷的主题都相互关联，对这些读者来说，比较合适的是一系列相对篇幅少一些的手册，而不是厚厚的一本，而且，一些主题（比如环境化设计、DfE 及其他你能想象到的）更适合在多本独立卷中表述。这样一来，每一卷都以广大读者中的特定群体为目标读者，同时，具有关联的丛书将会更为恰当，因为不是所有专业人员、研究人员和官员都是各个领域的专家，尤其是对于如此宽泛的多学科领域，而且，这些人需要阅读某些领域的专业级权威概述，尽管他们或许并不熟悉，但是却由于各种原因而需要了解这些领域。

环境意识工程系列丛书由许多实用参考资料组成，可以供工程师使用，以便解答疑问、解决问题、降低成本或改善系统或设施。同时，这些手册并不是研究性的专著，其目的在于向读者表明，在特定情况下什么样的方案是可行的，哪些方案可以方便地用来解决问题。我希望这些手册能成为对读者提供实践性建议的来源；我也希望，在从业工程师面临新问题或新机遇时，这些丛书成为他们的第一个信息来源，成为他们寻找其他印刷资料时——甚至在这之前，在寻找任何正式认可的资料或者在互联网上寻找资料之前的第一选择。因此，这些手册必须远比参考文献或背景阅读材料更为全面。在阅读各章节时，读者应能感觉到自己好像有了一位经验丰富的顾问，这个顾问会给出切合实际的建议，帮助读者采取有效措施并取得良好效果。

本人编写了系列丛书的第二卷，即《环境意识制造》，本书可为读者提供有关改进设计和制造工艺及改善系统的信息。本书具体包括了金属加工及金属切削液、金属表面精加工和电镀工艺，以及颗粒物排放和空气质量等方面的内容。关键章节讨论了电子制造，以及机电产品寿命终结后的拆卸和回收。本书最后介绍了“美国工业环境符合性法规”。

我已恳请来自北美的（有一个例外，是来自中国的作者团队）的所有撰稿人提供简短的说明，阐述其所撰写章节的概要内容以及这些章节的重要性。以下就是撰稿人的陈述。

William E. Biles（路易斯维尔大学，位于肯塔基州路易斯维尔）撰写了第1章。他写道：“这一章强调了在几种典型制造工艺中实施环境友好制造的重要性，这些制造工艺包括加工、金属铸造、金属连接、金属成形和塑料注塑加工。这些典型制造工艺产生的潜在危害污染物和副产品已经明确，对具体的保护措施进行了讨论。由此表明，从供应商到制造商，再到产品分配直至用户，每一个环节都会存在环境影响。”

Jack Jeswiet（皇后大学，位于加拿大的安大略湖畔的金斯敦）撰写了第2章。他写道：“环境化设计涉及非常广泛的领域，而且要求所有设计师在其设计过程中必须考虑这些因素。其中某些设计因素必须要考虑能源、水资源的利用、输入和输出的废物、使用的原材料、产生的二氧化碳、产品的使用及寿命终结。这只是一些简单的列举，还有更多需要考虑的因素。最后，或者可能是开始，即新设计或重新设计的驱动力来自消费者的需求。对所用的每一个螺钉、螺母及螺栓来说，都可能存在环境影响。环境影响总是存在，但通过环境化设计，总体上可使环境影响最小化。”

Keith M. Gardiner（利哈伊大学，位于宾夕法尼亚州的伯利恒），撰写了第3章。他写道：

“第3章的开头是以工业考古学的方法审查整个制造业体系的背景和重要性。系统开发、运行和持续改进的组织 and 行为方面的做法就好比体育中的训练一样。后者，密切关注运动员在其运动生命周期中的训练、再训练，并最终适时的转行。制造系统的作用就是为社会不断地创造财富，其持续发展显得非常重要。”

Walter W. Olson（托莱多大学，位于俄亥俄州的托莱多）撰写了第4章，他写道：“制造系统评价是环境意识制造的基本内容，因为它既确立了当前制造企业的基础，同时也是改进现行体系和过程所必需的。对于当前情况而言，如果缺乏可靠诚实的评价，制造商就很可能在不能确定真正的、可能存在的问题是什么的时候，为那些没有必要做的工作而耗尽资源。制造系统评价就是为完成这一评价过程而明确界定的程序。”

Steven Skerlos（密歇根大学，位于安阿伯），撰写了第5章。他写道：“目前在加工过程中使用的切削液（MWF）对环境和工人的健康是有害的，并且会造成经济和社会压力，因此需要采用生态材料和绿色制造原理重新设计切削液系统。这一章将探讨使切削液的生命周期环境及健康影响最小化的相关策略。”

Tim Lindsey（伊利诺伊大学，位于伊利诺伊州的尚佩恩）撰写了第6章。他写道：“金属表面精加工工艺被很多工业生产部门用来改善产品外观或/和提高产品的性能。与其他制造过程不同，金属表面精加工使用的绝大多数化学品在使用过以后都成了废弃物，其中含有的高毒性或致癌成分很难被清除或稳定下来。因此，开发和使用更环境友好、更安全的金属表面精加工工艺，在建立持续的工业基础中是非常主要的。”

Julio L. Rivera（密歇根理工大学，位于霍顿市）和 John W. Sutherland 以及 Donna J. Michalek 共同撰写了第7章。他们写道：“对工业体系而言，工作环境的空气质量一直被认为是为对规划和管理工作的挑战。工作场所糟糕的空气质量源自于烟、雾及其他空气中漂浮的微粒，这些都会造成一些职业病。从以往的情况来看，这些微粒通过过滤及收集系统在不同程度上得到了成功的控制，但是这些控制方法增加了生产经营成本。本章介绍了微粒及其排过程的基本知识，并探讨了采用环境和经济负责的方式来减少或消除微粒排放的方法。研究中的不足和曝露出来的空气质量问题应当加以考虑，就像我们要继续努力提供健康的工作环境一样。”

Richard Ciocci（哈里斯堡大学，位于宾夕法尼亚州的米德尔顿）撰写了第8章。他写道：“由于技术进步的推动，国际电子工业长期以来一直是制造业技术创新的领头羊。电子行业受到不断变化的法规的管制，例如，欧盟禁止在电子工业中使用铅和其他材料，电子工业继续把重点放在制造过程的改进上。通过在产品 and 工艺设计中提高环境责任意识，电子制造业再一次显示了应用创新方法的领导者地位。”

Hong C. Zhang（得克萨斯理工大学，伦伯克；合肥工业大学，中国，安徽，合肥）和刘志峰、高洋、陈清等撰写了第9章。他们写道：“拆卸是废弃机电产品回收利用的第一步。本章系统论述了废旧机电产品拆卸回收的主要内容，同时强调了通过环境友好型产品设计，拆卸工作也可为产品设计提供反馈。”

Bhaskaran Gopalakrishnan（西弗吉尼亚大学，位于摩根敦）和 Deepak P. Gupta、Yogesh Mardikar 还有 Subodh Chaudhari 共同撰写了第10章。他们写道：“这一章的焦点是工业部门进行能源节约的重要性及由此产生的经济效益和环境效益。本章也论述了工业能源节约常用的方法。同时对来自美国能源部资助的工业评估中心（IAC）提供的工业评估数据库进行了

环境意识制造

分析。该章很重要，因为能源是有限的，近年来的能源消费增长可能会影响到世界范围的生活水平，因此，为提高工业能源效率提供合理的方法，对降低生产成本、增加收益和减小环境影响有很大的吸引力。”

Thomas J. Blewett 和 Jack Annis（威斯康星大学，位于史蒂文斯波因特）共同撰写了第 11 章。他们写道：“对每个工程师来说，在肩负着产品生产和服务责任的今天，理解环境制度是一个困难而又复杂的问题。本章描述了美国的环境制度的演变过程，并为读者提供了了解该主题的方法。”

以上便是撰稿人的说明。我谨在此向他们表达由衷的感谢，感谢他们为本丛书所做的贡献。各位撰稿人能在百忙之中抽出时间，编写这些周密而复杂的文章，确实令我喜出望外。我之所以编撰本书，是因为我坚信，它会对许多工程师的日常工作方式产生富有意义的影响，同时，我也很高兴地看到，各位撰稿人对自己所参与的项目做了非常充分的准备。也感谢我的编辑 Bob Argentieri，他自始至终对本项目充满信心。我还要特别感谢我的妻子 Arlene，感谢她所给予我的始终如一的支持。

Myer Kutz
于纽约德尔马

目 录

第 1 章 环境友好制造	1
1.1 引言	1
1.2 环境友好制造	1
1.3 制造及其供应链	1
1.3.1 一级供应商和二级供应商	2
1.3.2 运输者	2
1.4 制造过程	2
1.4.1 切削加工	3
1.4.2 金属铸造	4
1.4.3 金属成型工艺	9
1.4.4 金属连接过程	10
1.4.5 塑料注塑成型	13
1.5 制成品	17
引用的参考文献	18
参考文献	18
第 2 章 环境化设计	19
2.1 引言	19
2.1.1 环境化设计的需求	19
2.1.2 环境化设计的结构	21
2.1.3 环境化设计的应用	22
2.2 生命周期分析	24
2.3 环境化设计的应用	25
2.4 对环境化设计有用的网站	26
2.5 软件	28
2.6 总结	28
参考文献	29

第 3 章 制造系统的组织、管理和改进	31
3.1 引言	31
3.2 制造系统的本质：改进的领域	32
3.3 领导艺术和管理的演变：等级制度的缺陷	33
3.4 组织行为、变化与运动：追求稳定的徒劳	34
3.5 考核和组织体系：激励变革	36
3.6 制造业体系的组成：观测系统的简便方法	38
3.7 系统的改进、问题解决和设计：不断循环、重复、螺旋的创造性过程	39
3.8 劳动力要素：社会工程，困难的部分	40
3.9 环境意识：融入社会的制造业	42
3.9.1 可持续性	42
3.9.2 环境意识下设计的原则	43
3.10 实施：各种规模公司的研究和案例	44
3.10.1 纵向一体化	44
3.10.2 真实案例	45
3.10.3 培训计划	46
3.10.4 成果考核	47
3.11 展望未来	47
参考文献	49
第 4 章 制造系统评价	52
4.1 引言	52
4.2 环境意识制造的组成	52
4.3 制造系统	53
4.3.1 制造系统层次	53
4.3.2 “计划—执行—检查—处理”的循环过程	55
4.4 系统对环境意识制造的影响	55
4.5 评估	57
4.5.1 评估规划	57
4.5.2 数据收集	58
4.5.3 现场考察和检查	59
4.5.4 报告和项目格式	59
4.6 总结	61
参考文献	61
第 5 章 金属加工过程中切削液污染的防治：机床的环境意识制造	62
5.1 引言	62
5.2 金属产品加工过程中的污染防治	62
5.3 切削液的使用与注意事项	63

5.4 切削液对环境的影响	64
5.4.1 有害金属	65
5.4.2 有害化学成分	65
5.4.3 生物化学耗氧量	65
5.4.4 油脂	65
5.4.5 富营养化	65
5.5 切削液对健康的影响	66
5.6 通过工艺规划防止切削液污染	67
5.7 通过工艺调整实现切削液的污染防治	68
5.7.1 干切削	69
5.7.2 切削液的最少使用量	70
5.7.3 减少切削液雾	70
5.7.4 切削液的构成	70
5.8 通过工艺内部循环实现切削液污染预防	71
5.8.1 相位分离	72
5.8.2 磁力分离	74
5.8.3 过滤	74
5.8.4 微生物的抑制	77
5.8.5 结论: 循环过程	77
5.9 总结	78
5.10 致谢	78
参考文献	79

第 6 章 金属表面处理和电镀技术	81
6.1 金属表面处理工艺	81
6.1.1 电镀	82
6.1.2 化学镀和浸渡	82
6.1.3 化学及电化学转换	82
6.2 其他表面处理技术	83
6.2.1 金属包层法	83
6.2.2 表面硬化	83
6.2.3 热浸镀锌	83
6.2.4 电解抛光	83
6.2.5 金属涂层的气相沉积	83
6.3 表面处理过程	84
6.4 与金属表面处理相关的环境及管理问题	84
6.4.1 金属表面处理过程中与水有关的问题	85
6.4.2 金属表面处理过程中与废水有关的问题	86
6.4.3 固体废弃物及有毒废弃物	87

环境意识制造

6.4.4	气体排放	87
6.5	影响金属表面处理的美国联邦法规	88
6.5.1	《清洁空气法案》	88
6.5.2	《清洁水法案》	88
6.5.3	《资源保护和回收法案》	89
6.5.4	有毒物质排放清单报告	90
6.6	环境意识制造的应用	90
6.6.1	渐进式环境意识制造的应用	91
6.6.2	电镀车间的导电性控制系统	92
6.7	创新性的环境意识制造技术	92
6.7.1	漂洗水的净化和回收技术	92
6.7.2	环境意识制造中的供应商角色	94
	参考文献	94
第7章	制造过程中的空气质量管理	95
7.1	引言	95
7.2	颗粒特性	97
7.2.1	颗粒分类	97
7.2.2	颗粒尺寸	98
7.2.3	颗粒成分	99
7.2.4	仪器仪表	100
7.3	健康影响和法规	100
7.3.1	健康影响	100
7.3.2	工作场所空气质量法规	101
7.3.3	标准和规范的发展趋势 ($PM_{10} \sim PM_{2.5}$)	102
7.4	空气中悬浮颗粒的成因	102
7.4.1	焊接	102
7.4.2	湿切削	103
7.4.3	干切削	103
7.4.4	磨削	103
7.4.5	铸造	104
7.4.6	粉末制造——炭黑	105
7.5	传统的控制技术	105
7.5.1	通风系统	106
7.5.2	机罩	106
7.5.3	化学处理	107
7.5.4	个人防护系统	107
7.6	符合环境标准的颗粒减排和去除	107
7.6.1	替代工艺规划	108

7.6.2 替代加工顺序	108
7.6.3 变更工艺	108
7.7 制造趋势和对颗粒的潜在关注	109
7.7.1 纳米颗粒	110
7.7.2 生物悬浮颗粒	111
7.8 总结和结论	112
7.9 致谢	113
参考文献	113
第8章 环境意识电子制造	118
8.1 引言	118
8.1.1 术语定义	118
8.1.2 环境意识制造	120
8.2 沿革——法律和规章	120
8.2.1 早期的美国法律	120
8.2.2 日本的拿回政策	121
8.2.3 欧盟的 RoHS 和 WEEE 指令	121
8.2.4 美国联邦倡议	121
8.2.5 美国各州的倡议	122
8.3 工具	122
8.3.1 生命周期评价	122
8.3.2 物流分析	123
8.3.3 ISO 14000 系列标准	123
8.4 案例研究	123
8.4.1 材料	123
8.4.2 工艺	124
8.4.3 电路板	125
8.4.4 元器件	126
8.4.5 焊料	128
8.4.6 组装	129
8.4.7 产品	130
8.4.8 测试及规格	130
8.4.9 性能及可靠性	132
8.4.10 锡晶须的形成	133
8.5 未来趋势	134
8.6 结论	134
参考文献	135
第9章 废弃机电产品的拆卸	138
9.1 引言	138