

LED照明产品绿色制造 评价体系与典型案例分析

广东省标准化研究院 编著

 中国质检出版社
中国标准出版社

LED 照明产品绿色制造 评价体系与典型案例分析

广东省标准化研究院 编著



中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

LED照明产品绿色制造评价体系与典型案例分析/广东省标准化研究院编著. —北京:
中国标准出版社, 2014. 12

ISBN 978-7-5066-7791-2

I. ①L… II. ①广… III. ①发光二极管—生产工艺—无污染技术
IV. ①TN383.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 281136 号

中国质检出版社
中国标准出版社 出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100029)
北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010) 64275323 发行中心: (010) 51780235

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 11 字数 214 千字
2014 年 12 月第一版 2014 年 12 月第一次印刷

*

定价 45.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010) 68510107

编委会名单

主 编 徐 晨

副主编 刘 玉 王佳胜

编 委 徐哲炜 陈晓穗 孙东男

覃耀青 黄继雄 黄 娟

前言

制造业为人类创造了前所未有的现代生活方式和舒适的生活环境，是创造人类财富的支柱产业；但与此同时，制造过程大量消耗有限的资源、能源并引发了严重的环境问题，对地球的生态平衡造成了巨大的威胁。资源耗竭、能源危机、环境污染等种种问题引起了世界各国极大的关注，一种新型的制造模式——绿色制造逐渐进入人们的视野。绿色制造是在传统制造模式的基础上，综合考虑环境与资源、能源等几个方面影响的现代制造模式，贯穿了可持续发展的理念，旨在协调优化经济效益、生态效益和社会效益。

在全球气候变暖的背景下，节能减排成为全球的重点和热点，传统耗能巨大的照明行业提出了“绿色照明”的概念——LED照明。随着LED照明技术的不断突破，应用领域日益扩展，LED照明产业越来越受到世界发达国家的高度重视，被各国公认为最有发展前景的高效照明产业。近年来，全球LED照明的市场规模年均增长率已超过20%。LED照明技术的发展不但能够带动照明和LED产业发展，而且还会引发家电、汽车、手机等一系列终端电子消费品的应用变革。

我国政府以及各级地方政府高度重视LED照明产品制造业的发展，积极推出了相关政策措施，LED照明产业发展迅猛。科研机构与产业界也投入了巨大的人力物力进行研发与推广。然而，LED照明产品种类繁多，应用领域极广，由此导致市场秩序混乱，产品评价方式不一。在各类应用中也尚未形成对产品的全面科学评价指标体系，很多产品甚至仅以最终应用的节电率作为唯一的考核指标，国内多数LED照明产品制造企业也仅将光效作为产品设计和研发的单一指标，上述问题导致产业发展缺乏良好指引。因此，迫切需要引入绿色制造评价理论构建全面的绿色产品评价体系，引导LED照明产品制造业健康快速发展。

本书紧紧围绕LED照明产品绿色制造评价这一主题，分为五章展开。第一章是绿色制造及绿色制造评价概述，主要介绍了绿色制造的发展概况、绿色制造的体系结构与研究内容，并对绿色制造评价进行了分析。第二章是电子产品绿色制造及绿色制造评价，基于电子产品的特殊性与广泛性等特征，分析了电

子产品绿色制造的必要性,从绿色制造技术发展现状、标准化发展现状与发展趋势及绿色制造运行模式等方面对电子产品绿色制造进行了介绍,并详细分析了电子产品的绿色制造评价技术与方法。第三章是LED照明产品绿色制造评价体系框架,根据LED照明产品的原理、绿色优势、性能指标、应用情况以及制造过程等方面的特点,提出了LED照明产品标准光组件的层级划分方法,构建了LED照明产品绿色评价体系框架。第四章是LED照明产品绿色制造评价关键技术方法,基于第三章的评价体系框架,详细介绍了LED照明产品全生命周期各绿色属性评价技术与产品综合绿色性评价方法,并对设计要素评价与综合绿色性评价的关联性进行了分析,形成完整的LED照明产品绿色评价体系。第五章是企业LED照明产品评价实践,利用所建立的评价体系,选取典型LED照明产品,分析产品全生命周期,对产品的单项绿色属性和综合绿色性进行评价。

在本书的撰写过程中,为保证内容的全面性与科学性,不仅通过大量的理论分析、工程实验、厂内试验和现场使用数据来凝练主要内容,核心部分还经过了反复的问卷调查、实地调研和专家论证,调研范围包括了比较有影响力的大中型企业以及重点科研机构,专家论证则选取了有代表性的LED照明产业链行业专家、龙头企业专家和专业技术人员,从而保证本书内容的科学性、前瞻性和先进性。

本书可以对LED照明产品绿色制造评价进行客观、有效的指引,可以作为政府制定产业相关政策的重要参考,也是企业开发优化LED产品的必要信息来源和参考资料。本书紧密结合“十二五”国家科技计划先进制造技术领域绿色制造基础共性技术方向的发展战略,在国家863计划课题“机电产品绿色制造基础标准与应用”的支持下,研究基于LED照明产品绿色制造评价方法,对于引导LED照明产品标准化、高水平绿色设计理念、集成化绿色评价等方向起到重要作用。

本书是编著者集体智慧凝练而成,包含着长期从事LED照明绿色制造评价工作者的工作经验和辛勤汗水。本书核心内容的研究成果还得益于LED照明产业链相关企业、研究机构、高校的大力支持,在此非常感谢中山大学、佛山市中山大学研究院、广东省东莞市质量监督检测中心、佛山电器照明股份有限公司、佛山市国星光电股份有限公司、惠州雷士光电科技有限公司、东莞勤上光电股份有限公司、广东昭信照明科技有限公司、深圳市洲明科技有限公司、晶科电子(广州)有限公司、深圳聚作照明股份有限公司、深圳茂硕电源科技股份有限公司等近百家企业或单位的大力支持,特别感谢中山大学王钢教授、佛山市中山大学研究院罗滔博士、广东省东莞市质量监督检测中心李本亮博士、

广东省产品质量监督检验研究院陈海波博士、深圳市瑞丰光电子股份有限公司裴小明高工、工业和信息化部电子第五研究所蒋春旭高工、广东产品质量监督检验研究院李自力高工、东莞勤上光电股份有限公司黄锦波高工、佛山电器照明股份有限公司魏彬高工、TCL 半导体光源研究院洪震高工、广州市光机电技术研究院庞振华高工、广东省惠州市质量计量监督检测所叶祥平高工、佛山市质量计量监督检测中心张兰芬高工、国家半导体照明工程研发及产业联盟阮军教授级高工、佛山市国星光电股份有限公司李程高工、中山市质量计量监督检测所彭振坚高工、广州赛西光电标准检测研究院有限公司周钢主任等 LED 行业专家教授的宝贵建议和指导。

由于 LED 固态照明的持续发展，其绿色制造技术不断更新，相应的 LED 照明产品绿色制造评价也需要根据产业需求进行定期的调整和修正，加之水平和时间有限，书中有些内容还有待进一步深入研究，瑕疵和纰漏在所难免，恳请读者予以指出并提出宝贵意见，以便我们继续研究和探讨，不断地完善。我们相信，随着政府、社会以及更多的企业对 LED 照明绿色制造评价的重视关注，LED 照明产业将会释放潜力，迎来又一个蓬勃发展的春天。

编著者

2014 年 10 月

目 录

第一章 绿色制造及绿色制造评价概述	1
1.1 绿色制造发展概况	1
1.1.1 绿色制造的概念	1
1.1.2 绿色制造的产生与发展	2
1.1.3 发展绿色制造的意义和必要性	4
1.1.4 绿色制造国内外研究现状与趋势	7
1.1.5 绿色制造的相关概念	12
1.2 绿色制造体系结构和研究内容	14
1.2.1 绿色制造的体系结构	14
1.2.2 绿色制造的研究内容	16
1.3 绿色制造评价	19
1.3.1 绿色制造评价的定义与特征	20
1.3.2 绿色制造评价方法技术的国内外研究现状与趋势	21
1.3.3 绿色制造评价的研究意义	26
第二章 电子产品绿色制造及绿色制造评价	28
2.1 电子制造业的特点及开展绿色制造的必要性	28
2.1.1 电子制造业简介及特点	28
2.1.2 电子产品绿色制造的必要性	29
2.2 国内外电子产品绿色制造技术与标准化发展现状及趋势	30
2.2.1 国内外电子产品绿色制造技术现状	31
2.2.2 国内外电子产品绿色制造标准化发展现状与趋势	32
2.3 电子产品开展绿色制造的运行模式	46
2.3.1 电子产品绿色制造运行模式	46
2.3.2 电子企业绿色制造运行模式	52
2.4 电子产品绿色制造评价	53
2.4.1 电子产品绿色制造评价特性模型构建	53
2.4.2 电子产品绿色制造评价技术体系	55

2.4.3 电子产品绿色制造关键技术方法与模型	59
第三章 LED 照明产品绿色制造评价体系框架	70
3.1 LED 照明产品概述	70
3.1.1 LED 照明原理	70
3.1.2 LED 照明产品的绿色优势	71
3.1.3 LED 照明产品典型性能指标	72
3.1.4 LED 照明产品应用领域	73
3.2 LED 照明产品制造过程	74
3.2.1 外延与芯片	75
3.2.2 LED 颗粒封装	77
3.2.3 LED 光源应用	79
3.3 LED 照明产品层级划分	80
3.3.1 标准光组件	80
3.3.2 层级划分特征与功能区分	82
3.3.3 层级划分的表征要素	83
3.4 LED 照明产品绿色制造评价体系框架	86
3.4.1 评价特性模型	87
3.4.2 评价技术体系	87
3.4.3 评价指标体系结构框架	92
第四章 LED 照明产品绿色制造评价关键技术方法	94
4.1 单项影响评价方法	94
4.1.1 资源指标评价	94
4.1.2 环境影响评价	95
4.1.3 能源消耗评价	98
4.1.4 成本指标评价	98
4.1.5 质量指标评价	99
4.2 综合绿色性评价方法	102
4.2.1 灰色关联空间	103
4.2.2 灰色关联分析模型	104
4.2.3 绿色属性指标权重计算方法	105
4.2.4 群灰色关联分析的综合评价模型	108
4.3 设计要素评价方法及与综合绿色性评价关联性	109
第五章 企业 LED 照明产品评价实践	111
5.1 LED 照明产品生命周期分析	111

5.1.1 LED 路灯生产阶段	112
5.1.2 LED 路灯运输阶段	112
5.1.3 LED 路灯使用阶段	114
5.1.4 LED 路灯回收处理阶段	115
5.2 LED 照明产品绿色性单项指标评价	116
5.2.1 资源利用评价	116
5.2.2 环境影响评价	118
5.2.3 能源消耗评价	122
5.2.4 成本指标评价	123
5.2.5 质量指标评价	124
5.3 LED 照明产品绿色综合评价	125
5.3.1 绿色属性权重计算	126
5.3.2 灰色关联分析	128
5.3.3 群灰色关联分析	129
5.4 结果分析	130
5.4.1 评价结果分析	130
5.4.2 设计要素关联性分析	132
5.4.3 模块化对产品得分的影响分析	133
5.4.4 合同能源管理优选产品分析	135
附录 A 色空间一致性测试技术规范	138
附录 B 球泡灯、灯管光度均匀性测试技术规范	141
附录 C 路灯光度均匀性测试技术规范	145
附录 D 可靠性测试技术规范	148
参考文献	156

第一章 绿色制造及绿色制造评价概述

1.1 绿色制造发展概况

近几十年来,随着科学技术的发展,工业发展为人类创造了前所未有的现代生活方式和舒适的生活环境。与此同时,人类凭借着自身的智慧和先进的技术,肆意开采资源,大量消耗能源,对地球的生态平衡造成了巨大的破坏,能源危机、环境污染、物种灭绝、人口剧增等种种问题闯入人们的视野。伴随着制造业产生的一系列能源和环境问题,人们对工业社会下的生产、生活方式进行反思,并采取相应的对策。绿色制造的兴起正说明了这一问题,绿色制造已成为制造业的主流。

1.1.1 绿色制造的概念

1.1.1.1 绿色制造的定义

绿色制造 (Green Manufacturing), 又称环境意识制造 (Environmentally Conscious Manufacturing)、面向环境的制造 (Manufacturing for Environment, MFE) 等。综合国内外相关研究,本书定义如下:绿色制造是制造科学、环境科学和管理科学深度交叉而形成的国际重要科学前沿领域,是一个综合考虑环境影响和资源能源消耗的现代制造模式,其目标是使得产品从设计、制造、包装、运输、使用到回收处理的整个生命周期中,对环境负面影响极小,资源利用率极高,并使企业经济效益和社会效益协调优化,是制造模式发展的一个更高层次阶段。

不难看出,绿色制造是解决制造业环境污染问题的根本方法,是实施环境污染源头控制的关键途径。在此,结合前人的研究成果,本书认为应该以一种发展式的眼光来看待绿色制造的发展,绿色制造是技术发展到一定阶段的产物,贯穿着可持续发展的理念。当前人类社会正在实施全球化的可持续发展战略,绿色制造以人与自然的协调为基本出发点,实质上是人类社会可持续发展战略在现代制造业中的体现。

1.1.1.2 绿色制造内涵的广义性

关于制造的概念,目前分为狭义和广义的两种理解:狭义的制造概念,指产品的工艺过程,如机械加工过程或机械工艺过程;广义制造概念则涵盖了产品整个生命周期过程,是一个大制造的概念。从上文定义可看出:

(1) 绿色制造中的“制造”涉及产品整个生命周期,绿色制造体现了现代制造科

学的“大制造、大过程、学科交叉”的特点。

(2) 绿色制造涉及的范围非常广,包括机械、电子、化工、军工、食品等多个方面,几乎可以覆盖整个工业领域。

(3) 绿色制造涉及的问题领域包括三部分:①制造问题;②环境保护问题;③资源优化利用问题。绿色制造是这三部分内容的交叉和集成。

1.1.1.3 绿色制造的特点

(1) 系统性。绿色制造强调,应当把整个制造过程作为完整的系统来看待,在满足产品固有属性的情况下,关注产品生产前后的系统过程,而非传统的观点仅仅关注产品本身。

(2) 预防性。绿色制造对产品生产过程中的环境因素影响,强调预防为主,从源头开始控制。在产品的设计阶段就考虑到诸如结构简约实用、选材经济无害可循环、使用过程人体友好、无废料等。

(3) 合理性。绿色制造结合产品的特点和工艺要求,使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能源的合理使用,也可以去掉一些比较累赘的功能。

(4) 经济性。绿色制造技术的应用,可节省原材料和能源的消耗,降低回收处理费用,降低生产成本,增强市场竞争力,最大限度地发挥资源能源的潜力。

1.1.2 绿色制造的产生与发展

制造业是将可用资源(包括能源)通过制造过程,转化为可供人们使用和利用的工业品或生活消费品的产业,涉及国民经济的大量行业。随着时代的变迁,制造业模式也在改变;传统观点认为,制造业模式主要包括以产品为中心的制造、以客户为中心的制造两种模式。以产品为中心的制造模式,强调产品的批量生产,以满足人类生活必需为主要特征;以客户为中心的制造模式,强调产品的多样化,以满足人类个性化生活需要为特征。这两种制造模式解决了如何满足人类日常生活的问题。但是,伴随而来的,在将制造资源转变为产品的生产过程以及产品的使用和处理过程中,也消耗掉了大量人类社会有限的资源、能源并对环境造成严重污染。

近些年来,由于人类在发展农业经济和工业经济的过程中,破坏了人与自然的依存关系,导致人类自身的生存和发展受到严重的威胁。面对日益严峻的资源、环境和发展的尖锐矛盾,人类不得不积极反思和总结传统经济模式下不可克服的缺陷,探索新的发展道路。要从根本上解决资源、能源和环境问题,就必须转变发展和消费模式,实施清洁生产和文明消费,建立经济、社会、资源和环境相协调的可持续发展模式。可持续发展模式具有极为丰富的内涵,它将生态环境与经济发展联结为一个互为因果的整体,认为经济发展要考虑到自然生态环境的长期承载能力。可持续发展既要使环境和资源满足经济发展的需要,又要将其作为人类生存的要害之一,满足人类长远生存的需要,是一种综合性的发展战略。作为国民经济支柱产业的制造业,既为社会创

造了丰富的物质财富，同时又要消耗大量的资源、能源并造成严重的环境污染。环境已经日益成为社会经济发展的一个关键因素，各国政府为企业制定了越来越严格的环保法规，消费者也表现出对环境管理的极大关注。有鉴于此，发展经济效益、生态效益和社会效益相统一的制造业，可以把环境保护和可持续发展统一起来，体现了可持续发展战略下制造业发展的新思路。

由于制造业的量面广，因而对环境的总体影响很大，人类生存相关方面的问题开始被触及。一种新的、考虑人类存在问题的制造业可持续发展模式——绿色制造（也称为可持续制造）被正式提出。制造模式及满足特征变迁如图 1-1 所示。

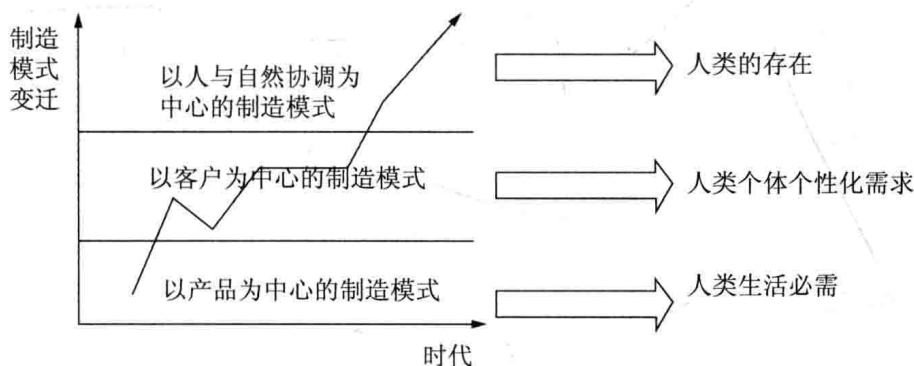


图 1-1 制造模式变迁

传统的工业制造模式是一个开环的生产系统，往往只关注产品的生产，重点考虑产品的性能和作用，缺乏环境保护意识，也很少考虑资源、能源的有效利用，在产品生命周期的末端没有进行特殊的处理。相比之下，绿色制造是一个闭环的生产系统，它要求制造过程形成一个“资源—产品—再生资源”的物质反复循环流动过程，使得整个生产和消费的过程基本上不产生或产生很少的废弃物，从而极大的缓解长期以来环境保护与制造业发展之间尖锐的冲突，以最小发展成本获得最大的经济效益、社会效益和生态效益。所以，如何使产品在生产制造过程中既满足设计要求、使用要求的基本性能，同时又尽可能地满足低能耗、低物耗、无污染或少污染且报废后能回收再利用的环境目标要求，是绿色制造的主要研究方向。

为此，21 世纪的制造业实施绿色制造，贯彻可持续发展理念已势在必行。各国政府都采取了相应的措施，制定了相关的发展纲要，推出了一系列以保护环境为主题的“绿色计划”。加拿大 1990 年提出“绿色加拿大计划”，旨在减少 2000 年工业和各种温室排放物所带来的危害；1991 年日本推出了“绿色行业计划”；美国从 1992 年开始执行“能源之星”计划以及后来的一系列法令法规；德国 1996 年颁布了《循环经济法》，规定生产厂商必须负责其所生产产品的废弃后处置，《报废汽车法令》规定汽车制造厂商要尽最大可能从废旧汽车上回收有用的东西。

1996 年，国际标准化组织正式颁布了 ISO 14000 环境管理系列标准。ISO 14000 系列标准既是一种先进的环境管理理念，同时也为制造业的绿色发展提供了契机。绿

色制造对未来制造业的可持续发展至关重要,也因此成为先进制造技术研究的主要内容和各国优先发展并支持的研究项目。美国、日本、加拿大、西欧等发达国家和地区对此进行了大量研究。美国 20 世纪 90 年代初就建立国家再制造和回收中心以及再制造研究所;英格兰的巴斯大学和一家食品饮料研究中心合作开展了一项新的研究计划,寻求改进食品中使用的制袋成型——绿色填充和封口式包装工艺,以减少原材料的使用和垃圾的排放;《制造与技术新闻》期刊在一篇题为“Green Manufacturing Is A Strategic Priority (绿色制造是优先发展战略)”的头条报道中指出,在不久的将来,无论从工程还是商务与市场的角度,绿色制造都将成为工业界最大的战略挑战之一。

很多跨国企业也纷纷开始推行绿色制造战略,开发绿色性能高的产品,如通用公司的“零排放”电动车辆投入开发, Ford 汽车公司推出“新能源 2010”的概念车型;日本本田公司提出到全面实施绿色制造的口号;印度烟草公司利用创新臭氧技术处理的绿色元素技术制成了低污染绿色产品;德国西门子公司在公司内部大力推进绿色制造实施,制定了详细的绿色制造目标与具体实施措施,对产品的绿色制造过程进行严密控制。

1.1.3 发展绿色制造的意义和必要性

生态环境具有内在稳定性,对自然资源与能源提供有限的供给,而人类生产活动对自然资源能源的需求是无限的,有限供给与无限需求是一对矛盾,这就需要兼顾环境保护和生产发展间的关系。然而发展中国家往往为了扩大出口,增加外汇储备,促进国内就业,往往采用粗放的生产方式,在经济发展中不同程度地造成对自然资源与能源的过度消耗,导致环境恶化。绿色制造的兴起客观要求发展中国家的企业改变以往单纯的经济利益驱动的发展思路,努力提升绿色生产的水平,逐步并最终彻底放弃传统的生产运作方式,走上一条可持续发展之路。

在绿色制造方面,我国有必要紧跟世界潮流,如若不然,必将影响到我国的总体竞争力,甚至可能影响我国的经济管理体系运行。因此,要充分认识到发展绿色制造的重要性和必要性,才能抓住新一轮的发展机遇。下面从国家、行业和企业等不同层面来分析绿色制造的意义及必要性。

1.1.3.1 国家宏观层级

绿色制造以人与自然的协调为基本出发点,实质上是人类社会可持续发展战略在现代制造业中的体现。在国家层面上,绿色制造的研究应用与推广具有重要意义,是我国国家战略和制造业发展的迫切需要,主要表现为:

(1) 绿色制造是国家特色新型工业化道路发展战略的需要。十八大报告中指出“坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路,推动信息化和工业化深度融合、工业化和城镇化良性互动、城镇化和农业现代化相互协调,促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展。”而所谓新型工业化道路,就是坚持以信息化带动工业化,以工业化促进信息化,科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污

染少、人力资源优势得到充分发挥的道路。绿色制造是一个企业经济效益和社会效益协调优化为目标,综合考虑环境影响和资源消耗的现代制造模式,因此推进绿色制造的研究和推广应用是国家新型工业化道路发展战略的需要。

(2) 绿色制造是发展国际贸易、实现全球化发展战略的必然选择。从国际贸易的角度看,经济可持续发展战略的确立及当前人们绿色环境意识的提高,在国际贸易中绿色壁垒问题日趋严重,这无疑会给广大发展中国家产品的国际竞争力及出口带来很大的障碍。我国许多出口产品及其包装由于不符合进口国的环境标准及要求而面临出口困境,遭受了巨大的经济损失,绿色壁垒将成为未来较长一段时期内我国出口贸易发展面临的最多也是较难突破的障碍,大力发展绿色制造,坚持绿色环保可持续发展理念,进而突破国际贸易的绿色壁垒,无疑会对我国的对外贸易与经济发展产生很大的促进作用。

(3) 绿色制造是环境保护的必然要求。随着我国经济的快速增长,环境问题越来越突出。环境污染主要源于工业的非绿色行为,尤其是制造企业。据统计,造成全球环境污染的70%以上的排放物来自制造业,它们每年约产生55亿t无害废物和7亿t有害废物。随着技术的进步、居民对于环境要求的不断提高,环境标准不断向越来越高的方向发展,因此,大力发展绿色制造,进行技术创新与升级,从整个制造过程系统地考虑环境因素的影响,才能维护人类健康和环境安全,尽量减少或者避免制造活动可能导致的环境污染与生态破坏,从根本上改善环境质量。

(4) 绿色制造是建设和谐社会的需要。党的十八大提出确保到2020年实现全面建成小康社会的宏伟任务。2013年我国人均GDP已超过6600美元,开始向中等收入国家迈进。随着经济快速增长和人口不断增加,水、土地、能源、矿产等资源不足的矛盾会越来越突出,生态建设和环境保护的形势日益严峻。面对这种情况,按照科学发展观的要求,大力发展绿色制造,加快建立节约型社会,就显得尤为重要、尤为迫切。

1.1.3.2 行业竞争力层级

当今制造业的发展趋势主要是:全球化、信息化、绿色化、服务化。我国加入世界贸易组织(WTO)后各方面陆续与国际接轨。我们的产品能否打入国际市场,被全世界的用户接受,和我们的产品是否是绿色产品有直接的关系。20世纪90年代以来,发达国家不断提高产品的环保标准,形成了以环保为目的的绿色壁垒,如欧洲建立了生态标签制度,并在1995年开始实施《国际环境监察标准制度》。一些国家在进口产品时,不但要求产品本身符合一定的环保要求,而且还要求生产过程、回收过程符合一些特殊要求。因此,如果我们的产品不实施绿色设计与制造,就无法进入欧美的发达国家,更谈不上在国际市场竞争取胜。从行业发展自身来看,发展绿色制造的客观必要性表现在:

(1) 绿色制造是应对资源能源匮乏的有效方式。世界各国都已意识到制造业对生态破坏的严重性,并提出了发展绿色制造的具体运行模式,我国也是如此。我国的能源资源也十分有限。虽然已探明的煤炭储量占世界储量的11%,原油占2.4%,天然

气占 1.2%，但人均能源资源占有量不到世界平均水平的一半。目前我国单位产值中矿产资源与能源消耗量约为世界平均值的数倍，资源能源投入在经济增长中所占比例高居世界前列。目前，国内制造业低附加值的劳动密集型产品面临着巨大压力，能源消耗、资源消耗和环境污染比发达国家同行业高出很多。据此，我们有理由提出：制造业应当重视绿色制造，加大研发力度与资金投入，以期在资源能源日益匮乏的情况下，谋得本行业的长期平稳发展。

(2) 绿色制造是全球日益兴起的绿色产品消费趋势的需要。随着政府立法和公众环保意识的逐渐增强，绿色消费已经渐渐成为人们的共识，绿色产品日趋受到欢迎。国际经济专家经过分析普遍认为，绿色产品将成为世界主要商品市场的主导产品。对于行业而言，必须意识到绿色产品在未来竞争的重要性，并投入大量财力、人力、物力进行研究，才能在绿色产品消费方面抢占一席之地，推进本行业的发展。例如，美国汽车行业就结成回收联盟，在密西根建立车辆拆卸中心，专门研究车辆的回收拆卸技术；美国电子电器行业的“电子产品和环境”年度研讨会已经成为 IEEE 最有影响的学术会议之一。

(3) 绿色制造是 21 世纪国际制造业的重要发展趋势。绿色制造是可持续发展战略思想在制造业中的体现，致力于改善人类技术革新和生产力发展与自然环境的协调关系，符合时代可持续发展的主题。以美国为例，在业已意识到绿色制造将成为下一轮技术创新高潮，并可能引起新的产业革命的情况下，通过美国国家自然科学基金和国家能源部的资助，美国世界技术评估中心 (WTEC) 成立了专门的“环境友好制造 (即绿色制造)”技术评估委员会，对欧洲、日本有关企业、研究机构、高校在绿色制造方面的技术研发、企业实施和政策法规等的现状进行了实地调查和分析，并与美国的情况进行对比分析，提出绿色制造发展的战略措施和亟待攻关的关键技术。

1.1.3.3 企业自身发展层级

从企业自身发展的视角看，绿色产品的盛行对企业提出了更加严格的要求。企业竞争日益激烈，如何缓解制造模式所带来的环境问题，实现企业绿色效益最大化是企业发展面临的重大问题。传统的制造企业运营方式亟需变革，企业发展绿色制造具有特别重要的意义。

(1) 绿色制造有助于提高生产效率，降低成本，生产出合格产品，提高企业的市场竞争力。制造型企业必须变革传统生产运作方式，强调污染预防，全过程控制污染和节约资源。积极地应对环境问题，采用对环境有利的技术和设备，开发和引进绿色生产工艺，节能降耗，综合利用，形成绿色生产环境下的生产运作体系，以此缩短产品加工时间，在保证质量的情况下实现成本有效控制，从而提高企业在市场中的竞争力度。只有重视绿色制造，企业才能在未来的市场竞争中立于不败之地。

(2) 绿色制造有助于减少企业生产对环境的影响，使产品达到相关绿色要求。当前，企业生产注重节能、环保，要考虑产品加工过程中资源、能源消耗和环境影响两大问题，通过模型优化来达到较少的资源能源利用和较小的环境污染，确保产品达到

绿色指标。将环境保护与微观经济主体的切身利益相联结,实现企业利益与社会利益的完美结合。

(3) 绿色制造有助于企业产品消除绿色壁垒。近年来,许多国家要求进口产品进行绿色性认定,要有“绿色标志”。一系列绿色指令立法的出台对制造产品的出口造成重大的影响,企业只有走绿色制造的发展之路,提高自身产品的绿色性能,才能消除绿色壁垒,顺利进入国际市场。

综上所述,无论从国民经济的宏观角度还是从行业发展、企业运营的实际需要,绿色制造战略的实施都以势在必行。总之,发展绿色制造有利于形成节约资源、保护环境的生产方式和消费模式,有利于提高经济增长的质量和效益,有利于建设资源节约型社会,有利于促进人与自然的和谐,因此,我们要从战略的高度去认识、用全局的视野去把握发展绿色制造的重要性和紧迫性。

1.1.4 绿色制造国内外研究现状与趋势

1.1.4.1 绿色制造国外研究现状

绿色制造相关内容最早可追溯到 20 世纪 30 年代,但直到 1996 年才由美国制造工程师学会(SME)发表了关于绿色制造的专门蓝皮书《Green Manufacturing》,提出绿色制造的概念,并对其内涵和作用等问题进行了较系统的介绍。近年来,绿色制造及其相关问题的研究非常活跃。特别是在美国、加拿大、西欧等发达国家和地区,如 SME、美国机械工程学会(ASME)、国际生产工程学会(CIRP)对绿色制造及相关问题进行了大量研究。国外具有代表性的研究机构和相关研究工作综述如下。

(1) 加州大学伯克利分校绿色设计与制造联盟(Consortium on Green Design and Manufacturing)

加州大学伯克利分校于 1993 年成立了绿色设计与制造联盟。该联盟由其工程学院、公共健康学院、能量与资源学院和商学院以及产业界的能源与环境集团共同组成,形成一个跨学科、注重理论联系实际的学术机构,在绿色制造领域具有相当权威的学术地位。该绿色设计与制造联盟的研究最初是从面向环境的设计开发、绿色产品设计、环境意识产品设计以及生态设计发展这些方面出发,逐步发展到对关键行业的面向环境管理和污染控制方面的研究;例如电子行业的环境价值系统分析、生命周期评价、机加工工艺设计及工艺规划、绿色供应链管理、电子产品回收和生命周期管理等方面的研究。

(2) 麻省理工学院环境友好制造小组(Environmentally Benign Manufacturing)

麻省理工学院的环境友好制造小组主要开展产品设计、产品制造以及产品生命周期阶段产生的资源环境影响方面的研究。Timothy Gutowski 教授参与了美国自然基金能源部的世界技术评估中心的调研项目,对美国、欧洲和日本等五十多家企业涵盖金属、塑胶、汽车以及电子产品等多个行业的产品生命周期过程的资源环境情况进行了调研,并对企业运行绿色制造这一新型制造模式的需求以及其应用现状进行了分析,