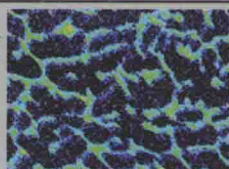


绿色制造与 再制造概论

程延海 梁秀兵 周峰 等 编著



*Introduction to Green Manufacturing
and Remanufacturing*



科学出版社

绿色制造与再制造概论

Introduction to Green Manufacturing and Remanufacturing

程延海 梁秀兵 周峰等 编著



科学出版社

北京

内 容 简 介

发展先进绿色制造技术与产品,突破制造业绿色产品设计、环保材料、节能环保工艺、绿色回收处理等关键技术,强化制造核心基础件和智能制造关键基础技术,支撑制造业可持续发展,是我国制造业及工科高等教育在今后相当长的一段时间内亟需研究的课题。

本书总结作者近些年的研究成果。第1章介绍循环经济和绿色制造的内涵。第2章介绍绿色设计的基本概念、关键技术和主要方法以及绿色设计评价体系。第3章提出清洁生产的定义、内涵和内容,阐述清洁生产审核的原则和程序。第4章论述再制造工程基础,指出再制造是循环经济“再利用”的高级形式。第5章论述电刷镀和化学镀的基本原理、工艺方法、技术特点、镀层性能、分类和应用。第6章论述再制造表面覆层技术。第7章介绍3D打印快速成型技术、3D金属打印的优点、分类以及重点应用。第8章介绍典型产品再制造工艺与技术。

本书可供从事机械工程方面的科研、教学和工程技术人员阅读,也可作为相关专业本科生、研究生的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

绿色制造与再制造概论 = Introduction to Green Manufacturing and Remanufacturing / 程延海等编著. —北京: 科学出版社, 2018.6

ISBN 978-7-03-057926-3

I. ①绿… II. ①程… III. ①制造业 - 无污染技术 - 研究 ②机械制造 - 再生资源 - 资源利用 - 研究 IV. ①T ②TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 128321 号

责任编辑: 耿建业 武 洲 / 责任校对: 彭 涛

责任印制: 师艳茹 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京市密东印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 6 月第一次印刷 印张: 17 1/4

字数: 409 000

定价: 80.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《绿色制造与再制造概论》

编写人员

编委会主任：程延海 梁秀兵 周 峰

编委会副主任：李圣文 任怀伟 王成龙

编委会组员：蔡志海 曹成铭 陈 波

陈永雄 高 强 韩正铜

胡振峰 李恩重 刘渤海

潘兴东 王亚军 张保森

张志彬 赵国瑞

序

人类的生存与进化，从农耕社会到工业社会再到信息社会的发展进步，每一步都离不开制造业所提供的燃料、材料、机器、工具以及与之相适应的劳动、生活场所。制造业是社会物质生产的基本力量，其发展和进步承载了人类社会的文明历程。

十五世纪以前的中国制造业曾一度引领全世界。历时千年的海陆丝绸之路，见证了中国制造业的崛起、繁荣和衰颓。经过近几十年来的学习、追赶和拼搏，我国制造业的总体规模现已位居世界第一，综合实力不断增强，不仅对国内经济和社会发展作出了突出贡献，而且成为了支撑世界经济的核心力量。然而，“能源消耗高、材料利用率低”“污染排放落后于国际先进水平”等问题也带给国人极大的困扰。因此，我们亟需发展先进绿色制造技术与产品，突破制造业绿色产品设计、环保材料、节能环保工艺、绿色回收处理等关键技术，尽快实现高端制造业转型升级，从而支撑中国制造业的可持续发展。中共中央十八届五中全会将绿色发展作为“十三五”经济社会发展的重要引擎。2016年5月19日，国务院正式印发了我国实施制造强国战略第一个十年行动纲领——《中国制造2025》。其中，“绿色”贯穿其间，是《中国制造2025》最亮丽的主色调。

《“十三五”国家科技创新规划》中强调，要发展绿色制造技术与产品，重点研究再设计、再制造与再资源化等关键技术，推动制造业生产模式和产业形态创新。随即，国家科技部组织制定的《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》进一步指出，绿色制造改变了传统制造中将原材料直接转变为产品并最终报废的制造模式，使产品在设计、制造、使用、报废的整个生命周期中全程考虑产品的环境属性，以环境污染最小、资源整合利用效率最高为目标，节约资源和能源。绿色制造是循环经济的具体表现，要求以最高的效率、最小的成本和最大的利用率生产出最多的产品。

为了实现《中国制造2025》确定的目标，同时更好地推动绿色制造技术的发展及应用，国家教育部适时推出了“新工科”计划，即新工科研究与实践项目要有新理念、新结构、新模式、新质量、新体系。落实“新工科”计划，教材和教学方法上的“新”要先行。该书介绍了现有的绿色制造技术的发展趋势、特点及相关应用。其中，再制造技术作为循环经济的突出体现，受到材料科学、制造业研究者以及重型装备企业的极大青睐。该书围绕矿山重型装备的再制造技术，简述了汽车、冶金等领域的再制造发展现状，内容丰富并涉及许多交叉学科领域的知识。编写这类教材的困难之处在于，既要涵盖所有的绿色制造技术，又要保证不同专业背景的读者都能对绿色制造技术有整体的了解，而该书在这两个方面都进行了成功的探索。

该书作者大都在绿色制造技术领域有着几十年的研究经验，并均来自国内具有代表性的从事绿色制造技术研究的高等院校、科研院所及高新技术企业，包括中国矿业大学、中国人民解放军陆军装甲兵学院、山东能源重装集团、山东科技大学、天地科技股份有

限公司、合肥工业大学和南京工程学院等。该书以“教学”为核心，详细阐述了绿色制造技术的原理及特点，以“研发”为基础，概述了相关技术的研究现状及前景，以“生产”为目标，介绍了各项绿色制造技术在生产实际中的应用，充分发挥了各参编单位的优势，真正实现了“产-学-研-用”相结合，使读者对绿色制造的技术及意义能有更深层次的理解。

近些年来，大批量大型装备零件逐渐达到使用寿命，零部件的更换不仅增加了生产成本，而且违背了可持续发展的宗旨。故此，绿色制造及再制造技术应运而生并迅速发展。绿色制造及再制造高度契合《中国制造 2025》的制造转型理念，符合国家发展循环经济的战略，同时，作为国家新兴战略产业，得到了政府和企业的高度重视。

该书内容新颖，涵盖面广，有助于高等学校面向本科生和研究生开展绿色制造与再制造技术的教学。当然，绿色制造技术的研究及应用还在不断发展，希望作者能够密切跟踪绿色制造与再制造技术，不断完善该书的理论及技术体系，使该书能够在教学和科研中发挥更大的作用。

是为序。

张平

2017年12月10日

前 言

“To live well, a nation must produce well”, 西方国家这句话充分说明了制造业对于一个国家综合国力的重要性。当前, 第四次工业革命的滚滚浪潮为世界各国提供了发展和转型的宝贵机遇, 也导致了全球竞争力格局的复杂演变。各国纷纷提出了振兴制造业的相应战略, 如美国的“国家制造创新网络”、德国的“工业 4.0”、日本的“工业价值链”等, 我国则提出了“中国制造 2025”, 其中将“绿色”贯穿始终, 成为一大亮点。同时, 以新技术、新业态、新模式、新产业为代表的新经济蓬勃发展, 对工程科技人才也提出了更高要求, 迫切需要加快工程教育改革创新。国家教育部为此专门部署了“新工科”的研究和实践。在此背景下, 构建“自拓展”的知识体系成为当前高等教育面临的重要任务。绿色制造与再制造技术是日益受到社会关注的新兴产业。为了丰富这一领域的理论和工程应用, 我们成立了由相关高校、研究院所和企业组成的编写组, 在总结各单位近几年的研究成果的基础上, 广泛参考和综合国内外相关研究成果, 最终完成了本书的编写工作。

本书系统而全面地介绍了机电装备绿色化工程的形成背景、关键技术以及实施方法。重点讲述了机电装备在其生命周期全过程中, 通过采用先进的技术和管理手段, 使其对环境和人体健康的负面影响减小, 从而提高资源利用率, 最终提高企业的经济效益和社会效益。

全书分为两部分, 共八章。第 1 章介绍循环经济和绿色制造的内涵, 分析制造业从传统生产到清洁生产、生态工业和循环经济的发展历程, 主要由程延海、韩正铜撰写。第 2 章介绍产品绿色化及其评价, 以及绿色设计的基本概念、关键技术和主要方法及绿色设计评价体系等内容, 主要由王成龙, 潘兴东, 程延海撰写。第 3 章介绍清洁生产, 提出清洁生产的定义、内涵和内容, 阐述清洁生产审核的原则和程序, 主要由任怀伟、赵国瑞、曹成铭撰写。第 4 章论述再制造工程基础, 指出再制造是循环经济“再利用”的高级形式, 是绿色制造的重要环节, 是绿色制造全生命周期管理的发展和延伸, 是实现资源高效循环利用的重要途径, 主要由梁秀兵、李恩重、张志彬、胡振峰、刘渤海、张保森撰写。第 5 章论述再制造表面镀层技术, 结合应用实例, 阐述电刷镀和化学镀的基本原理、工艺方法、技术特点、镀层性能、分类和应用, 由胡振峰、程延海、高强撰写。第 6 章论述再制造表面覆层技术, 主要结合矿山机械金属零件再制造实例, 介绍喷涂、堆焊和激光熔覆技术的基本原理、工艺流程和特点、覆层材料、加工设备及技术应用, 由梁秀兵、程延海、蔡志海撰写。第 7 章总结激光熔覆和快速成型等技术的优点、分类以及重点领域的应用, 重点介绍激光 3D 打印原理和技术在再制造领域的应用, 由程延海、李圣文、任怀伟、王亚军撰写。第 8 章介绍典型产品再制造工艺与技术, 包括再制造在车辆、矿山机械、冶金设备、盾构机以及流体机械中的应用, 并展望再制造技

术的应用前景，主要由周峰、李圣文、梁秀兵、程延海、陈永雄撰写。

全书由程延海、梁秀兵、周峰任编委会主任，李圣文、任怀伟、王成龙任编委会副主任，程延海、李圣文统稿。另外，中华全国总工会的俞阳为本书提出了宝贵的意见，研究生任潞、崔然、王浩正、尹逊金、白恒、张冬、郑彤、曹帅、于海航、蒋艺超、杨新意、许圣操、冯志杰、邱志伟、刘延玺以及董二井、陈光宁为本书资料的收集以及整理做了大量工作。

本书的研究成果得到了国家自然科学基金(编号：51676205)、江苏高校基础 Research 计划、徐州市科技计划(编号：KH17008)等的大力支持，同时，得到了国内多家企业和科研院校合作单位的大力支持。教育部高等学校教学指导委员会材料科学与工程专业委员、中国焊接学会常务理事(兼堆焊及表面工程专业委员会主任)张平教授为本书作序，对书稿作了详尽的审定，提出了很多有益的改进意见。我们也向书中参考文献的作者致以敬意。

绿色制造和再制造技术属于战略新兴产业，该领域的相关理论和技术不断快速涌现，限于编著者学术水平，书中难免存在不妥之处，恳请读者不吝指正并提出宝贵意见。

作者

2017年12月6日

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 循环经济及其内涵	1
1.1.1 循环经济的定义	1
1.1.2 循环经济的内涵	1
1.2 循环经济的特征与原则	2
1.2.1 循环经济的特征	2
1.2.2 循环经济的原则	4
1.3 绿色制造及其目的和意义	5
1.3.1 绿色制造的目的	6
1.3.2 绿色制造的意义	6
1.3.3 实施绿色制造的必要性	9
1.4 绿色制造的研究内容	12
1.4.1 绿色制造的理论体系和总体技术	13
1.4.2 绿色制造的专题技术	13
1.4.3 绿色制造的支撑技术	14
1.5 绿色制造的发展趋势	15
1.5.1 绿色制造技术的宏观发展趋势	15
1.5.2 机电产品绿色设计与制造的发展趋势	17
1.5.3 绿色制造研究的科学价值和应用前景	17
参考文献	18
第 2 章 产品绿色化及其评价	19
2.1 绿色设计的基本概念	19
2.1.1 绿色设计的提出	19
2.1.2 绿色设计的需求	19
2.1.3 绿色设计的定义	22
2.2 绿色设计的关键技术	23
2.2.1 绿色材料及其选择	23
2.2.2 拆卸技术	25
2.2.3 回收技术	28
2.2.4 绿色设计数据库和知识库	31
2.2.5 绿色设计工具及其开发	33
2.3 绿色设计的主要方法	35
2.3.1 生命周期设计方法	36
2.3.2 并行工程方法	39

2.3.3	系统设计法	42
2.3.4	模块化设计法	42
2.3.5	基于绿色准则的设计	44
2.4	绿色设计评价体系	46
2.4.1	评价指标体系的建立原则	46
2.4.2	评价指标体系的结构	47
2.4.3	质量目标	48
2.4.4	职责与权限	48
2.4.5	编制企业体系文件	48
2.4.6	绿色设计评估程序	49
2.4.7	结论	49
2.5	绿色产品的定义及特点	49
2.5.1	绿色产品的定义及内涵	49
2.5.2	绿色产品的特点	52
2.6	产品绿色度评价原则与指标体系	53
2.6.1	产品绿色度定义	53
2.6.2	产品绿色度评价原则与指标体系	53
	参考文献	55
第3章	清洁生产	57
3.1	清洁生产的提出及必要性	57
3.1.1	清洁生产的背景与提出	57
3.2	清洁生产的定义及主要内容	59
3.2.1	清洁生产的定义	59
3.2.2	清洁生产的内涵	60
3.2.3	清洁生产的内容	61
3.3	清洁生产审核	62
3.3.1	什么是清洁生产审核	62
3.3.2	清洁生产审核原则	63
3.3.3	生产活动分析与清洁生产审核程序	63
	参考文献	69
第4章	再制造工程基础	70
4.1	再制造概述	70
4.1.1	再制造工程的定义	70
4.1.2	再制造在产品全寿命周期中的地位	71
4.1.3	装备再制造与装备维修及再循环的关系	71
4.1.4	再制造的主要特征	73
4.1.5	再制造工程的学科体系	74
4.1.6	再制造工程的关键技术	74
4.1.7	再制造工程的质量控制与技术设计	75
4.1.8	再制造国内外发展现状	76
4.2	再制造过程	83
4.2.1	再制造逆向物流	83

4.2.2	再制造拆解	86
4.2.3	再制造清洗工艺与技术	89
4.2.4	再制造损伤评价与寿命评估技术	94
4.2.5	再制造成形加工技术	97
4.2.6	再制造装配技术	100
4.2.7	绿色制造与再制造	101
4.2.8	再制造标准体系	103
4.3	可再制造性分析	105
4.3.1	可再制造性概念及影响因素	105
4.3.2	可再制造性定性评估	106
	参考文献	107
第5章	再制造表面镀层技术	109
5.1	电刷镀技术	109
5.1.1	概述	109
5.1.2	电刷镀技术工艺	110
5.1.3	电刷镀层的性能	111
5.1.4	纳米复合电刷镀技术	113
5.1.5	电刷镀技术的主要应用	120
5.1.6	电刷镀技术展望	121
5.2	化学镀技术	124
5.2.1	概述	124
5.2.2	镀层基本工艺	124
5.2.3	镀层表面形貌	127
5.2.4	镀层成分	128
5.2.5	镀层沉积速度	130
5.2.6	结构形态分析	133
5.2.7	热稳定性分析	134
5.2.8	显微硬度	137
5.2.9	耐腐蚀性	138
5.2.10	表面自由能	140
5.2.11	抗垢性能	143
5.2.12	化学镀应用	146
	参考文献	146
第6章	再制造表面覆层技术	148
6.1	喷涂技术	148
6.1.1	概述	148
6.1.2	喷涂工艺流程及特点	156
6.1.3	喷涂材料	157
6.1.4	喷涂设备	158
6.1.5	喷涂技术的应用与展望	167
6.2	堆焊技术	168
6.2.1	概述	168

6.2.2	堆焊技术工艺特点	173
6.2.3	堆焊材料	174
6.2.4	堆焊设备	176
6.2.5	堆焊应用及发展趋势	177
6.3	激光熔覆技术	179
6.3.1	概述	179
6.3.2	激光熔覆工艺流程及特点	186
6.3.3	激光熔覆材料	188
6.3.4	激光熔覆设备	196
6.3.5	激光熔覆技术的应用与展望	204
	参考文献	208
第7章	再制造3D打印技术	210
7.1	3D打印技术概述	210
7.1.1	3D打印技术的定义	210
7.1.2	3D打印技术的产生与兴起	211
7.1.3	3D打印技术的原理	213
7.1.4	3D打印再制造及其流程	214
7.2	3D打印技术分类	215
7.2.1	光固化成型技术	216
7.2.2	熔融沉积成型技术	217
7.2.3	选择性激光烧结技术	218
7.2.4	分层实体制造技术	219
7.2.5	三维印刷技术	220
7.2.6	无模铸型制造技术	221
7.2.7	直接金属沉积技术	222
7.3	3D金属打印技术	222
7.3.1	激光工程化净成型技术	223
7.3.2	激光选区熔化技术	224
7.3.3	电子束选区熔化技术	225
7.3.4	电子束熔丝沉积技术	227
7.3.5	等离子熔积成型技术	227
	参考文献	229
第8章	再制造典型产品工艺与技术	230
8.1	再制造技术选择	230
8.2	典型车辆再制造	231
8.2.1	我国汽车零部件再制造的现状分析	231
8.2.2	汽车发动机再制造	233
8.3	典型矿山机械再制造	238
8.3.1	矿山机械行业现状	238
8.3.2	矿山机械产业生产工艺与技术特点	240
8.3.3	矿山机械再制造典型部件及处理技术	247
8.3.4	矿山机械再制造	250

8.4 典型冶金设备再制造	255
8.4.1 冶金行业分析	255
8.4.2 典型冶金装备再制造	256
8.5 盾构机再制造	258
8.6 风机叶轮再制造	259
参考文献	261

第1章 绪 论

制造业作为基础产业，在国民经济发展中起着重要作用，国家工业化水平直接影响一国的国际竞争力。两个多世纪前，蒸汽机的发明，带来了第一次工业革命，开启了农业社会向工业社会的转变；20世纪初，电力的应用拉开了第二次工业革命的大幕；70年代，以计算机为代表的信息技术的出现，开创了第三次工业革命；当前，智能制造的推广应用，正在引发第四次工业革命。

《中国制造2025》将“绿色”贯穿其间，绿色制造和循环经济是人类社会可持续发展的基础，是制造业未来的发展方向。本章阐述了循环经济和绿色制造的内涵，分析了制造业从传统生产到清洁生产、生态工业和循环经济的发展历程，给出了绿色制造与循环经济之间的关系，概括了面向绿色制造循环经济的发展模式。在产能普遍过剩的情况下，中国制造业要生存和发展，必须朝着“绿色制造”的目标努力，使产品从设计、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(副作用)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。这才是制造业发展的正确方向。

1.1 循环经济及其内涵

1.1.1 循环经济的定义

循环经济(cyclic economy, CE)，即物质循环流动型经济，是指在人、自然资源和科学技术的大系统内，在资源投入、企业生产、产品消费及其废弃的全过程中，把传统的依赖资源消耗的线性增长的经济，转变为依靠生态型资源循环发展的经济^[1]。

本质上讲，循环经济是一种生态经济，已经成为国际社会推进可持续发展战略的一种全新的经济运行模式。表现为“资源—产品—再生资源—再生产品”的持续循环增长方式，做到生产和消费“资源能源消耗减量化、污染排放最小化、废弃物资源化无害化”，以最小发展成本获得最大经济效益、社会效益和生态效益，尤其强调最有效利用资源和保护环境。循环经济从追求产品利润最大化向遵循生态可持续发展能力永续建设的根本转变，是一种系统性的产业变革。

1.1.2 循环经济的内涵

1. 以资源循环利用为客观基础

循环经济归根结底是为了实现资源的循环利用。循环经济产业链的形成也正是建立在资源循环利用的基础之上。如何以科学、有效的方式实现资源的循环利用成为循环经济系统形成的根本。资源循环利用既是量化经济系统存在的基础，也是循环经济发展的内在动力。

2. 以法人与政府机构为主要行为主体

循环经济系统的行为主体是指直接参与组织或从事生产要素加工、处理的企业、组织或机构。企业是生产要素加工、处理的主要行为主体，是循环经济的主体，大多数微观循环经济活动都是由企业或公司承担完成。政府机构在区域经济合作中发挥中介和服务作用。在市场经济条件下，循环经济系统的主体主要是企业和政府机构，在市场机制引导下，企业和政府机构进行经济合作活动。

3. 以资源、环境、生态与经济和谐发展为发展方向

资源循环利用是循环经济存在的基础，资源、环境、生态与经济的和谐发展则是循环经济为之努力的目标。循环经济发展的目的，就是为了寻求资源可持续利用、环境保护、生态恢复与经济平衡发展的平衡点，人类经济的增长既不能建立在对资源的肆意浪费与对环境的破坏的基础上，也不能为了资源、环境、生态的保护而不发展经济，如何在他们之间寻求平衡点是循环经济实现的发展方向^[2]。

可见，由循环经济的内涵可以归纳出三点基本评价原则：减量化；再利用；再循环；即 3R reduction, reproduction, recirculation 原则。减量化、再利用、再循环在循环经济中的重要性并不是平行的。循环经济并不是简单地通过循环利用实现废弃物再生资源化，而是强调在优先减少资源能源消耗和减少废物产生的基础上，综合运用 3R 原则。

3R 原则的优先顺序是：减量化→再利用→再循环^[1]。因此，循环经济是以“减量化、再利用、再循环”为原则，运用制度和技术手段，实现一定资源环境约束条件下经济增长为目的的新的经济增长方式。其本体是生产生活系统。落实循环经济需经由主体的行为调整，提高资源使用率，降低废物直接排放量，逐步实现生产、生活与生态共赢的和谐发展^[3]。

1.2 循环经济的特征与原则

1.2.1 循环经济的特征

1. 循环经济的基本特征^[4]

传统经济系统是一个不予考虑自然生态系统的开环系统，线性经济的高速增长依靠高强度地开采和消耗资源，又把大量分子更简单的废弃物抛向自然界来维持。传统经济的基本特征具体体现在：其物质流动方式是单向、线性的，即“资源→产品→废弃物”。循环经济的基本特征如表 1.1 所示，具体体现在：循环经济的理念是创造性地适应自然；传统经济的物质流动方式是资源→产品→废弃物，循环经济遵循资源→产品→再生资源的物质流动方式；传统经济的基本特征是高开采、低利用和高排放，循环经济的特征是低开采、高利用和低排放；传统经济通过末端治理来解决环境问题，而循环经济采取全程控制来治理环境污染。传统经济的技术范式是线性式的，循环经济是反馈式的，它同时考虑物质流和价值链。发展循环经济涉及资源节约、清洁生产、生态工业园、循环社会等方面，必须彻底改变传统的经济增长方式。

表 1.1 循环经济与线性经济比较

项目	循环经济(现代经济)	线性经济(传统经济)
资源投入	最小投入	大量投入
产品制造	最优生产	大量生产
商品消费	最佳消费	大量消费
废弃物处理	最少废弃	大量废弃

2. 循环经济的独立特征

循环经济作为一种科学的发展观，一种全新的经济发展模式，具有自身的独立特征，具体表现在以下几个方面^[5]。

1) 新的道德观

循环经济的道德观是生态道德观，由“以人类为中心”转向“以生态为中心”，人类不再是征服自然的主宰，而是自然的享用者、维护者和管理者。人与自然是一个密不可分的利益共同体。维护和管理好自然是人类的神圣使命。强调同代人之间的公平和代际之间的公平是人的基本道德。

2) 新的系统观

循环是指在一定系统内的运动过程，循环经济的系统是由人、自然、资源和技术等要素构成的大系统。系统内部要以互联的方式进行物质交换，最大限度地利用进入系统的物质和能量从而形成“低开采、高利用、低排放”的结果。循环经济的系统观认为，人在考虑生产和消费时不再置身于这一大系统之外，而是将自己作为这个大系统的一部分来研究符合客观规律的经济原则，保护生态系统，维持大系统持续发展。

3) 新的经济观

经济发展超过资源承载能力的循环是恶性循环，会造成生态系统退化，只有在资源承载能力之内的良性循环，才能使经济与生态系统平衡地发展。在传统工业经济的各要素中，自然资源并没有形成循环，循环经济观则要求经济发展不仅要考虑工程承载能力，还要考虑资源承载能力。

4) 新的价值观

循环经济价值观认为，自然不仅仅是可利用的资源，更是人类赖以生存的基础，而不像传统工业经济那样将其作为“取料场”和“垃圾场”。循环经济价值观包含两层含义，一是环境具有价值，人类通过劳动可以提高其价值，也可以降低其价值；二是发展活动所创造的经济价值必须与其所造成的社会价值和环境价值相统一，追求社会经济与人文协调发展“效益”和“效率”的最大化，不以无节制地耗用资源、能源、污染环境、破坏自然生态为代价。

5) 新的生产观

传统的生产观是最大限度地开发利用自然资源，最大限度地创造社会财富，最大限度地获取利润。而循环经济的生产理念是要充分考虑自然生态系统的承载能力，尽可能地节约自然资源，不断提高自然资源的利用效率，循环使用资源，创造良性的社会财富。

6) 新的消费观

循环经济的消费观提倡物质的适度消费、层次消费，在消费的同时就考虑到废弃物的资源化，建立循环生产和消费的理念，从而走出传统工业经济“拼命生产、拼命消费”的误区，同时，循环经济观要求通过税收和行政等手段，限制以不可再生资源为原料的一次性产品的生产与消费，如宾馆的一次性用品、餐馆的一次性餐具和豪华包装等。

7) 新的发展观

循环经济的发展观是可持续的发展观，在考虑经济发展水平时，不仅仅用 GDP 来衡量，更要考虑自然、经济、社会的协调发展，强调改善环境就是发展生产力。

1.2.2 循环经济的原则

循环经济与传统经济模式的对比，如表 1.2 所示。可见，循环经济的基本原则，是循环经济运行过程中应当遵循的基本准则，它反映出循环经济的基本要求和运行方式。循环经济主要具有三大基本原则，即减量化原则、再利用原则和再循环原则。每一条原则对于整个循环经济的实施都是不可或缺的。

表 1.2 循环经济与传统经济模式的对比

经济增长模式	特征	物质流动
循环经济	对资源的低开采、高利用、污染物的低排放	“资源—产品—再生资源”的物质反复循环流动
传统模式	对资源的高开采、低利用、污染物的高排放	“资源—产品—污染物”的单向流动

减量化原则，是指在生产经营和消费过程中，用较少的环境和资源投入，达到预期的生产或消费目的，也称为减物质化原则。它所针对的是输入端，即通过减少进入生产和消费过程的物质和流量的总量来达到节约资源的目的，其主要方法是综合考虑生产源头、生产过程和消费过程资源的使用和废物的排放，具体方法如下。

(1) 在生产源头的输入端就充分考虑节省资源，提高单位生产产品对资源的利用率，预防废物的产生。

(2) 在生产过程中，通过技术改造，采用先进的生产工艺，实施清洁生产，减少单位产品生产的原料使用量和污染物的排放量。

(3) 在消费过程中，鼓励消费者选择包装物较少的物品、耐用的可循环使用的物品，以减少废弃物的产生，由过度消费向适度消费和“绿色消费转变”。

再利用原则，是指能够以初始的形式尽可能多次以及尽可能多种方式地使用产品及其包装。它是属于过程性方法，目的是增强产品和服务的时间强度，尽可能的以多种方式或者多次的使用物品来实现资源的最大化利用，减少垃圾的产生，降低资源的损耗，其主要原则如下。

(1) 对同类产品及其零配件、包装物实行兼容性，配套化生产，以便于同类产品相互利用，延长使用期限。

(2) 建立规范的废旧物品回收利用机制。由生产经营者主导回收利用，可以鼓励、引导消费者将自己不再需要的物品返回市场体系，再安全地参加到新的经济循环中。再利