

 绿色科技

环境工程

设计可持续的未来

〔美〕安妮·马克苏拉克 著
姜晨 姜冬阳 等 译



科爱传播
KE'AI COMMUNICATIONS

Environment Engineering
Designing a Sustainable Future



科学出版社

Environment Engineering

Designing a Sustainable Future

环境工程

设计可持续的未来

[美] 安妮·马克苏拉克 著

姜 晨 姜冬阳 等译

科学出版社

北 京

图字: 01-2010-5731 号

This is a translated version of

Environment Engineering: Designing a Sustainable Future

Anne Maczulak.

Copyright © 2010 by Anne Maczulak, Ph.D.

ISBN: 978-0-8160-7200-2

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage or retrieval systems, without permission in writing from the publisher.

Illustrations by Bobbi McCutcheon

Photo research by Elizabeth H. Oakes

AUTHORIZED EDITION FOR SALE IN P.R.CHINA ONLY

本版本只限于在中华人民共和国境内销售

图书在版编目 (CIP) 数据

环境工程: 设计可持续的未来 / (美) 马克苏拉克 (Maczulak, A.) 著; 姜晨等译.
—北京: 科学出版社, 2011 (绿色科技)

ISBN 978-7-03-031745-2

I. ①环… II. ①马… ②姜… III. ①环境工程 IV. ①X5

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第121101号

责任编辑: 田慎鹏 贾明月 黄承佳 许治军

责任校对: 李 影 / 责任印制: 钱玉芬

封面设计: 耕者设计工作室

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>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年7月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2011年7月第一次印刷 印张: 14 1/4

印数: 1—3 000 字数: 178 000

定价: 49.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



译者名单

本册主译 姜 晨 姜冬阳

参译人员 (按姓名汉语拼音顺序排列)

杜承达	付 玉	郭 磊	姜 晨	姜冬阳
李昱熙	李 岳	骆春瑶	倪彦彬	田 琳
万一楠	王秋勉	王 萱	原 宁	郑 茹

丛书协调 郝晓健

感谢 PUMCTRANSWORKS 翻译小组
对本丛书翻译工作的鼎力支持

序

第一个“世界地球日”诞生于1970年4月22日，这要归功于一批有识之士，是他们意识到我们的环境在日复一日地受到破坏，同时他们还意识到自然资源并非取之不尽用之不竭。环境灾难频发，有毒废弃物排放日益增多，森林、清洁水源和其他资源遭到大面积破坏，这一切都让“世界地球日”的创立者相信只有科学家和公众们携起手来才能拯救环境。由此可见，环境科学的诞生可以追溯到20世纪70年代初期。

起初，环境科学家很难让人们意识到大灾难即将降临。比起爆发性事件，对环境日积月累的小破坏更加难以察觉，而事实上我们的环境正经受着小破坏和大灾难的双重打击。公众和各国领导人已经无法再对臭气熏天的垃圾填埋场、污染所引起的疾病及寸草不生的土地视而不见。“世界地球日”诞生之后的十年间，环境方面的立法已初具规模。之后环境科学也不仅局限于概念，而成为了上百所大学开设的专业。

环境状况在不断改变，但几乎所有的科学家都相信环境并没有变好，而是在持续恶化。他们还认同这样一个观点：在过去100年中，破坏环境的罪魁祸首就是人类自身的活动。其中的一些变化已经不能逆转。因此，环境学家正竭力从三方面解决生态问题：清理

已经对地球造成的破坏；改变自然资源的利用方式；开发新技术以保护地球剩余的自然资源。这些目标都是绿色行动的一部分。用于实现这些目标的新兴科技统称为绿色科技。“绿色科技”这套多卷丛书旨在探索改善环境的新方法。这套丛书由以下分册组成：

- 清洁环境
- 废弃物处理
- 生物多样性
- 环境保护
- 污染
- 可持续发展
- 环境工程
- 可再生能源

每一册书都对书中所涵盖内容进行了简要的历史背景回顾和现有技术介绍，余下的部分则重点关注环境科学中的新技术。一些绿色科技还更多地停留在理论层面，付诸实践还需假以时日；另外一些绿色科技则已融入国民日常生活中，回收利用、可替代能源、节能建筑以及生物技术便是其中的代表。

这套系列丛书也没有忽视公众为保护环境所付出的努力。书中同时还阐释了大型国际组织如何引导不同国家、不同文化的人们建立使用自然资源的共同平台。因此可以说，“绿色科技”丛书是自然科学与社会科学的融合。作为一名生物学家，我为这门旨在拯救环境使其免受更多破坏的新兴学科所鼓舞。本套丛书的目的之一就是向有志于从事环境科学研究的学生们展示摆在他们面前的科学机遇。我同样为环境保护组织的无私奉献精神所感动，并认识到要阻止环境进一步恶化还需要克服许多困难。相信读者朋友们也会从书中了解到，我们在保护地球的过程中还会面临许多科技层面和社会层面的挑战。或许这套书能够给学生朋友们一些启示，使他们充分发挥聪明才智来治理我们的环境。

致 谢

我要衷心感谢为本书付梓提供过帮助的朋友们。特别感谢 Bobbi McCutcheon，是他把我杂乱无章的理论观点幻化成清楚直观的图表；感谢图片编辑 Elizabeth Oakes 提供的图片，讲述了过去和目前的环保技术。感谢津巴布韦 Kufunda 地球学习村的 Jackie Cahi 提供的关于建设可持续社区的资料。还要感谢 Marilyn Makepeace，在我创作过程中，她在生活上给予了我很大支持与帮助，感谢 Jodie Rhodes 一直以来的鼓励。最后，我还要感谢执行编辑 Frank Darmstadt 和 Facts On File 出版社的编辑给予的帮助。

目 录

序	i
致谢	iii
引言	1
1 土木工程的新方向	5
环境工程的历史	7
平衡资源和废物	11
生态设计	13
零能耗建筑学	22
仿生学	23
工程和设计中使用的技术	29
小结	32
2 运输系统设计	35
交通：现状与未来需求	37
城市交通系统	39
私人汽车	43
行人和停车	48
轨道和公共汽车交通	52
航空旅行	56

道路	58
货运	61
清洁船	65
替代出行	68
小结	70
3 私家车的创新	73
新型汽车的出现	74
动力和能量损失	79
燃油效率汽车的设计	82
空气动力学	83
功率	84
车辆表面处理技术	86
小结	88
4 可持续制造业	91
今天的制造工厂	92
废弃物及排放物	95
制造业的污染控制	102
零排放制造业	105
可持续发展与企业	107
小结	111
5 节能电子产品	113
这些年来的能源效率	114
太阳能住宅	115
智能家电	124
照明	125
家庭能源和蓄热	130
传感器和反馈系统	132
纳米技术中的能源	134

小结·····	137
6 生态景观设计·····	139
传统景观设计·····	140
顺应自然的景观设计·····	141
生态建筑学·····	148
植物和树木·····	149
土壤、水和草地·····	151
雨水收集·····	156
微气候·····	157
人行道和行车道·····	159
景观设计技巧·····	162
小结·····	163
7 可持续污水处理·····	165
能量与水的联系·····	166
发展中国家的废水·····	167
厌氧消化池·····	172
灰水回用·····	174
生态废水处理·····	178
污水中的能量·····	180
小结·····	183
8 未来所需·····	185
附录·····	187
术语·····	195
扩展阅读·····	203

工具栏

案例分析：草原土拨鼠的隧道是如何工作的？	20
鲍鱼壳——强度设计	30
燃油效率	46
自行车带来怎样的改变？	50
案例分析：发展中的世界汽车文化	62
汽车行业	80
案例分析：美国州际公路对环境的影响	85
热能	98
案例分析：制造一辆汽车所消耗的能量	108
案例分析：向电鳗学习	122
光	128
BTU 和千瓦	133
弗兰克·劳埃德·赖特	145
生物多样性花园	152
案例分析：美国的风景小道	161
案例分析：津巴布韦的 Kufunda 学习村	170
甲烷——奶牛电力	175
碳吸附	178

可持续性指的是一个体系能够长期生存的能力。大多数人以不同的形式在一起工作，就有可能实现这一能力。能源生产、运输、建筑等行业应在寻找资源可持续利用的方法方面承担更大的责任，因为与回收废弃塑料袋或堆肥相比，这些行业面临更加复杂的挑战。然而即便如此，可持续发展对环境的巨大意义将更有可能表现在大型的工程项目中。

几个世纪以来，在为社会建造安全和实用的建筑结构上，土木工程发挥了至关重要的作用。现在除了要发挥环境的安全性和实用性功能以外，我们还需要为已经岌岌可危的环境做另外一件事，即可持续发展。出于这个原因，土木工程孕育了环境工程这一更加专业的领域。

环境工程把所有的传统工程理论合并为一个新的哲学理论，即人类与自然是共事的关系，而不是试图发明把人类意愿强加于自然界的方法。说人类过去有过强迫自然变为非自然的行为，是不是也毫不夸张？某些文明史上最伟大的工程壮举都对环境造成了巨大的影响，或改变了动植物的栖息地，或影响了动植物的正常行为和繁衍能力，即使是刚刚开始学习环境科学的新生也能够意识到诸如中

国长城、巴拿马运河、跨大陆的高速公路和铁路，或阿拉斯加管道对自然环境的破坏。这些工程及与之类似工程的真正成就则是它们都证明了人类具有高超的技术和创新能力，因此，它们已成为日后大型工程项目的范本。然而，环境学家们已经发现，如此庞大的工程项目会对生态环境造成不良后果。环境工程从 20 世纪起开始发展，即试图利用对生态环境更加有利的新型环境工程模式代替原有的模式。

环境工程的前景是广阔的，因为它以自然的方式解决工程本身的问题。大自然不使用机械设施来把水运上山坡，不依赖内燃机做事，不需要数百万英里的电缆，它利用地球上现有的材料设计能源发电系统、通信系统、移动系统、温度和光传感器。自然界利用最少的能源投入完成这些发明，并且它产生的废弃物是百分之百可以回收再利用的。人们曾设计了一个安静的系统，可以把水泵起 200 英尺（约 61 米）。它不需要机械泵，而且永远不会发生故障，其实巨大的美洲杉树每天都在做这样的事。显然，环境工程在模仿自然活动方面仍有很大差距，但幸运的是，大自然提供了取之不竭的范例，如红杉可以实现能源保护的最大化。

本书探讨了新兴学科环境工程，阐述了环境工程是如何把艺术与设计中最完美的方面与物理学、地质学、生态学以及物质化学相结合的。本书第 1 章对环境工程如何从土木工程中分离出来进行了概述，并探讨了新的领域，如生态设计（ecological design）、零能耗（zero energy）建筑，以及仿生学（biomimicry），即把利用自然过程作为人类需求的蓝图。

第 2 章密切关注了一个新的运输系统，它通过使用替代燃料资源获得可持续性发展，并且为公众提供了出行的新选择。本章探讨了人们除了私家车之外可以用于替换的多种交通工具，并讨论了需要通过改善出行方式来改变人们目前对汽车的依赖，包括轨道公共交通、公共汽车以及自行车、飞机和轮船。

第3章侧重于讲述个人车辆，也许它是污染、交通拥堵和（由污染和道路建设引起的）栖息地破坏的罪魁祸首。本章讨论的前提是私人汽车永远不会从社会中消失，因此，工程师必须找到使车辆能够更加高效的利用燃料及能源的方法。本章涵盖了关于提高汽车空气动力和能量方面的革新，还提供了在汽车外形、性能和外观技术方面的新理念。

第4章探讨可持续生产方面的概念。能够高效利用能源，同时产生较少废物的工厂在世界范围内屈指可数，此类工厂为国家提供了一个能够减少其能源消费总量的巨大机会。本章讨论了排放控制、其他废物控制和热能再利用原则。在结尾处还探讨了尝试让工厂转变为不但能够以更加可持续的方法发展，而且能获利的运作方式的可行性。

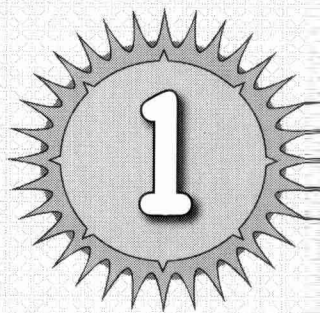
第5章讨论电子产品，家庭、学校和企业在这方面均有节能潜力。本章描述了在小家电、室内照明、蓄热方面的创新，还讨论了采用自动系统调节室内能源使用的新科技。最后，本章还介绍了纳米技术（nanotechnology），以及如何通过该技术利用超小型材料建设未来的新能源系统。

第6章将介绍设计不仅有助于节约能源，而且能够将对自然的干扰降至最低的建筑景观的新方法。在生态景观方面，本章着重讨论了环境美化工作、建筑、种植植被，以及处理土壤、水、独特的本地化气候的方法。本章还讨论了雨水保存的方法，以及具有储水作用的车行道和人行道表面新材料。最后，本章介绍了一门将艺术与科学训练相结合的专门学科——景观设计。

第7章介绍了新的废水处理流程，可以通过节约水和能源促进可持续发展。它包括简单的和更先进的废水处理技术。本章还介绍了使用微生物分解废物的优势，因为除了可以分解废物之外，微生物作用所产生的热量、气体和固体均可以作为可再生能源（renewable energy）使用。另外本章还对可持续性污水处理的前

景展开了探讨，以及未来这项技术发展所面临的挑战。

环境工程代表着未来几乎所有节能技术均须顺应的规律。本书列出的工程项目十分复杂，但大量未来的项目必定会从自然“少即是多”的哲学中获得灵感，表现出自然系统的简单性。



土木工程的新方向

环境工程是土木工程的一个分支，旨在解决环境问题。土木工程包括建筑的设计和建造，其历史可以追溯到古代文明时期。埃及金字塔、中国长城、罗马斗兽场都是土木工程的伟大成就。今天，土木工程师们的工作涉及方方面面，包括道路、桥梁、隧道、建筑物、制造工厂和发电厂、机场、港口、铁路系统、石油管道、供水系统和污水收集系统。土木工程师要掌握计算机学、建模和仿真学、数学、物理、化学、地质学、地理学、生物学等多学科的知识，才能更好地完成这些任务。

建筑的持久性取决于地质条件及其运动情况。不稳定的土地或洪水区上的建筑不会拥有安全、长久的命运，而这是任何一个土木工程师都不希望看到的。遇到这种情况，工程师们或者选择在设计时将地质的风险因素考虑进去，或者干脆避免在这种危险地带进行施工。环境工程师们也会考虑到周围环境，但他们主要着眼于人类活动对环境的影响。因此，环境工程师们便将土木工程与环境科学结合起来。环境工程的目标是改善生态系统（ecosystem）的健康状况，控制污染，保护自然资源。实际上，现在越来越多的土木工程师开始强调环境的重要性。过去的一些建筑成就给人留下了深刻

印象，会被人们长久保留下来，但其实它们并没有给环境带来什么好处。当今土木工程专业的学校教育都开始强调，建筑要尽可能多地与环境协作、为环境服务。

环境工程师们设计建筑的目标，或是造福环境，或是将建筑对环境的影响降至最低。现在环境工程的许多传统领域都在设计时将这两个目标考虑进去，如水处理设施、饮用水供给系统、污水和废物收集系统、污水处理厂和核电站。环境卫生工程师设计了安全、有效、低成本、低能耗的供水系统和污水处理系统，在核电站以外的环境工程领域中发挥了重要作用。

环境工程的最新进展也体现在其他领域。例如，将废物转化为能源（waste-to-energy）的工厂，可持续（sustainable）住宅和办公楼，高效的燃料运输系统，核废料储存设施，以及能将燃料和能源消耗最小化的城市中心。垃圾焚化能在处理废物的同时产生能量供人们使用，这就是一种废物转化为能源的过程。而任何一种致力于自然资源保护的建筑物都可以称为可持续建筑，这些建筑会使用环保材料，建筑最终的运行方式也是环保的。环境工程师们在运输领域也动了很大的脑筋。他们设计了可以减少总行车里程的道路和立体交通，能够减少燃油消耗的路面，还规划出便利的运输系统以减少人们对汽车的需求。

环境工程师需要掌握地块运动、地表水和地下水运动规律、土壤特点和侵蚀等方面的知识。一个环境工程师在设计时，如果不考虑洪水、冰冻、台风以及地震或火山喷发导致的地壳活动等一系列自然事件的影响，就很难创造出安全的建筑。

本章主要介绍环境工程这一不断发展的学科，先回顾了环境工程的历史，然后介绍了其重要的新兴领域。本章还介绍了零能耗建筑和仿生学等新概念，为生态设计的主要方面提供了新的视角，同时也讨论了为何环境工程师越来越多地将自然界作为新设计和新材料的模型。本章的最后总结了现代土木工程和环境工程中使用的技