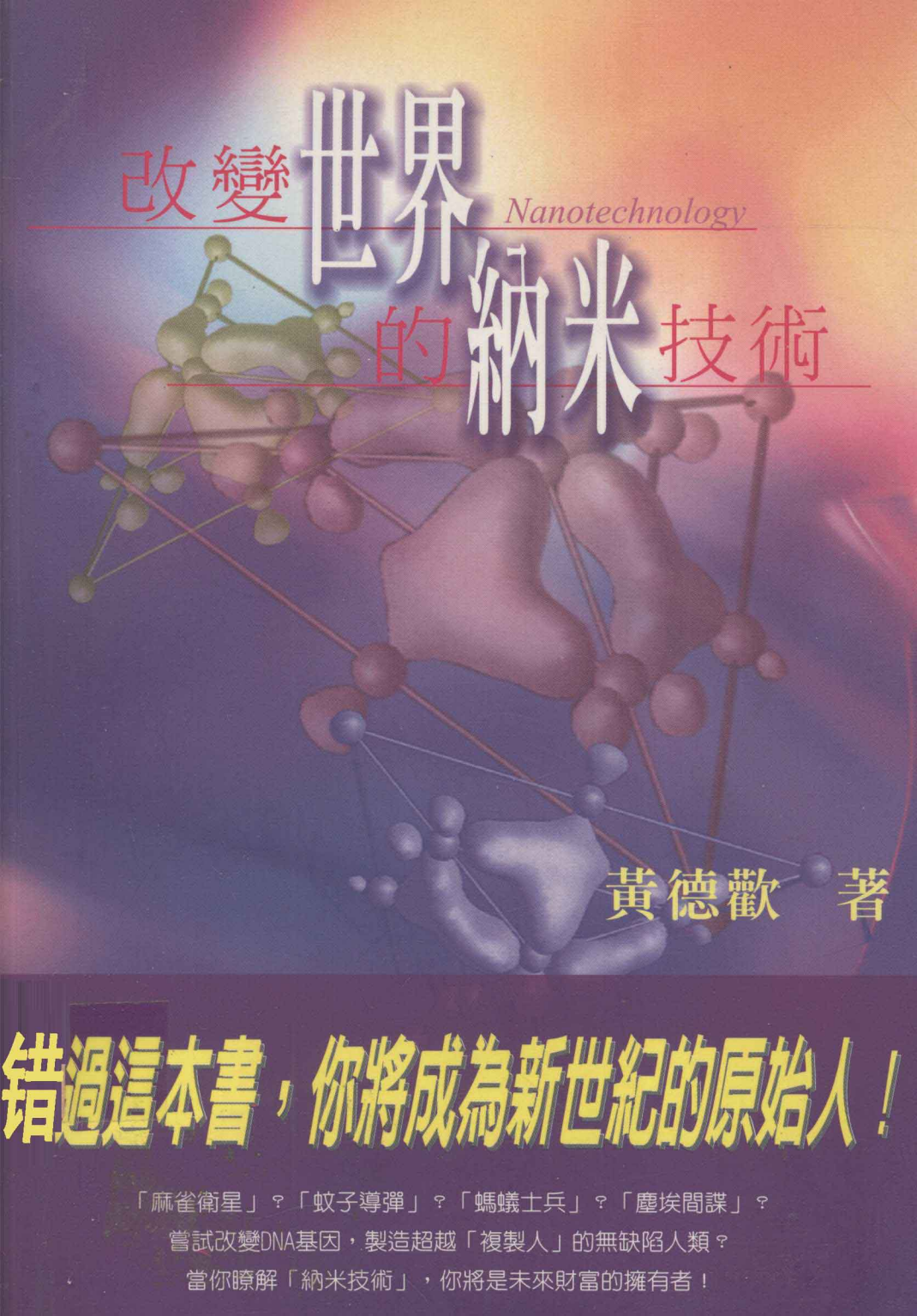




改變世界的納米技術

Nanotechnology

黃德歡 著

錯過這本書，你將成為新世紀的原始人！

「麻雀衛星」？「蚊子導彈」？「螞蟻士兵」？「塵埃間諜」？

嘗試改變DNA基因，製造超越「複製人」的無缺陷人類？

當你瞭解「納米技術」，你將是未來財富的擁有者！

先 智

改變世界的納米技術

Nanotechnology

作 者 / 黃德歡

社 長 / 趙慧娟

總 編 輯 / 阮文宜

主 編 / 金華誠

內 文 排 版 / 方學賢

法 律 顧 問 / 趙飛飛 律師

出 版 發 行 / 美國瀛舟出版社 (Enlighten Noah Publishing)

地址：3521 Ryder Street, Santa Clara, CA 95051, USA.

電話：1-408-738-0468

傳真：1-408-738-0668

電子郵件：info@enpublishing.com

台北瀛舟出版社

地址：台北縣永和市保福路 2 段 50 號 2 樓

電話：(02) 2929-1317

傳真：(02) 2929-1755

郵撥：19573287

總 經 銷 / 時報文化出版企業有限公司

地址：台北縣中和市連城路 134 巷 16 號 5 樓

電話：(02) 2306-6842

初 版 日 期 / 2002 年 2 月

初 版 14 刷 / 2003 年 3 月

國 際 書 碼 / ISBN 1-929400-40-3

定 價 / NTD 200.00

登 記 證 / 北縣商聯甲字第 09001622 號

印 刷 / 祥和彩色印刷有限公司

著作權、版權所有 翻印必究

本著作物經著作人授權發行，包含繁體字、簡體字。凡本著作物任何圖片、文字及其他內容，均不得擅自重製、仿製或以其他方式加以侵害，否則一經查獲，必定追究到底，絕不寬貸。

Copyright © 2003 by Enlighten Noah Publishing

All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form.

Printed in Taiwan



黃德歡博士，納米技術開拓先驅，世界第一位成功操縱單一硅原子科學家。現為美國史丹佛大學〈Stanford University〉和日本文部科學省國際合作計劃高級研究員，負責「納米電子器件」和「新型納米材料」研究。獲英國劍橋二十世紀傑出成就獎等16項學術獎勵，列名美國科學和工程名人錄、美國世界名人錄。1990年起應聘擔任日本文部科學省科學技術振興事業團高級研究員，從事納米技術基礎實驗研究。在原子結構加工、超高密度存儲器件、新型納米單電子器件和新型納米結構材料研製方面不斷獲得重大突破，成績斐然。1999年起參與美國史丹佛大學和日本科學省量子信息和量子計算研究。發表相關學術論文和國際會議報告240餘篇，獲專利12項，對納米技術未來的應用貢獻卓著，主導著世界未來技術與產業革命的走向！

著有《納米技術與應用》。

改變世界
的納米技術

Nanotechnology

Enlighten Noah

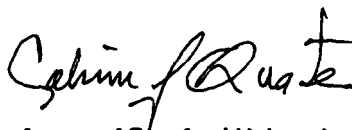
序 一

Just as the second half of the 20th century was dominated by micron-scale technology, we are confident that the first half of the 21st century will be dominated by nano-scale technology. The worldwide funding for nanotechnology is sufficient to assure a bright future. Research in this will allow us to fabricate and control structures with molecular and supramolecular dimensions. These advances will provide us with new materials, new devices and new systems.

The author of this book, an expert on nano-scale phenomena and single atom manipulation, is well positioned to discuss the principles underlying this field. The fundamentals of nanotechnology, nanoelectronics, nanomaterials, and nanobiology are presented in a clear and systematic manner. A central feature of this presentation is the description of the Scanning Tunneling Microscope and the Atomic Force Microscope. These instruments are important for the study of nanotechnology, since they permit us to image the nanoscale world with atomic precision. They can be used to manipulate atoms and molecules one by one to create atomic size

structures. They can, also, be used to develop novel devices much smaller than those associated with the present day technology. In the future they will be used to prepare new materials which are stronger and lighter than the materials in use today.

In this book we find examples of the pioneering results that have been achieved in this field as well as a discussion of future applications. There is little doubt that nanotechnology will reshape and advance the technology of today.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sevim F. Rust'.

Professor of Stanford University

Member of National Academy of Sciences

美國史丹佛大學教授

美國科學院院士

December, 2001

序 二

富有挑戰性的21世紀將人類帶進了又一個新的關鍵歷史時期。納米科技作為21世紀的重要領域，將會像20世紀70年代微米技術在世紀之交的信息革命中起的關鍵作用一樣，給人類帶來一場前所未有的新的工業革命。近年來，納米科技正向各個學科領域全面滲透，速度之快，影響面之廣，出乎人們的意料。納米科技與傳統學科相結合形成的新興學科包括有納米電子學、納米生物學和納米醫學、納米材料學、納米機械加工學、納米物理學和化學、納米力學和納米測量學等學科。這些新興學科的發展趨勢和潛力使我們完全有理由相信，21世紀會在不久的將來帶給人類新的信息時代，新的生命科學時代，新的醫學時代，新的材料科學和製造技術時代。目前，納米科技的基礎和應用研究正在世界範圍內蓬勃興起，為使中國在這場科學技術的巨大變革中能夠趕上世界新技術的發展潮流，與發達國家齊頭並進，中國的科學工作者正不斷涉入納米科技的不同研究領域，取得了很多可喜的成果。

本書作者黃德歡博士從事納米科技的基礎理論和實驗研究已有十多年的經驗，他在使用掃描隧道顯微鏡和原子力顯微鏡進行單原子操縱以及納米尺度結構及器件加工方面做出了突出的貢

獻，發表了240餘篇學術論文和國際會議報告，申請了十餘項發明專利。黃德歡博士還多次獲得國內外學術機構的獎勵。這些研究經驗使他具備了寫好此書的基本條件。

《改變世界的納米技術》這本書內容豐富，較為全面地介紹了納米科技在各個學科的基本內容和應用前景，總結了近年來納米科技在各個研究領域的最新成果。作者力求深入淺出，使用大量的實例來幫助讀者直觀地了解納米技術的進展，以便迅速準確地掌握一些納米科技的基本概念和最新知識。本書集知識性、科學性和可讀性於一體，是一本很值得一讀的書。

我相信本書的出版對推動中國大陸、台灣，以及其他華文地區的納米科技發展將會起到積極的作用。

白雲札

中國科學院副院長

中國科學院院士

2002年1月

自序

在我即將完成本書初稿的時候，瀛舟出版社趙鍾玉總編輯給我打來電話，問我可否為自己即將出版的這本書寫個自序。原打算初稿完成後好好休息幾天的我不由得又陷入了沉思，回想起此書稿成文過程中的許許多多的點滴。

對本書的出版，我是既興奮又不安。

興奮的是，這本小作是我來美國後在美國出版的第一部書作，她的出版一定會給我帶來許多新朋友：特別是，本書的第一個發行地是台灣，記得我在1997年應邀赴台參加中研院主辦的第二屆全球華人物理學家大會後，我就曾想過有機會還要再去台灣訪問，去仔細了解那裡的風土人情和看看那裡的名勝古蹟：現在，這本小作卻要先我登陸台灣，我想這也許是為我下次訪問台灣作個預演造勢吧，真是應了中國人的一句古訓『人馬未到，糧草先行』：真誠地希望台灣的讀者朋友們能夠喜歡這本新書。

不安的是，納米技術的發展可以說是日新月異，每天都有大量的研究成果出現，要想將如此之多的成果都反映在一本書中是不可能的，但即便是如此，我還是期望本書的出版能夠對納米技術的發展起到一個拋磚引玉的作用，同時我渴望從讀者那兒聽到任何意見和建議，書中有不正確的地方敬請不吝指正。

本書的順利出版除了得到出版單位和朋友們的熱情支持和幫助外，我還要感謝我工作的美國史丹佛大學和日本文部科學省科學技術振興事業團，使我有充足的時間專心完成此書的寫作。同時，我也要感謝國內外介紹納米技術的書籍、學術論文、網站文獻和新聞報導，從中我得到了許多極具參考價值的納米技術研究最新信息。最後，我要感謝我的父母親，我的妻子盧馨和我家庭的每一位成員，她們的理解，支持和幫助才使本書得以早日完成。此外，書稿完成之日，正值小女Jennifer兩歲生日，匆忙之中沒能顧及到她的生日心願，就權當以這本書作為她的生日賀禮吧。

黃德歡

2001年11月26日

於史丹佛校園

目 錄

序

序一	Calvin F. Quate	4
序二	白春禮	6
自序		8

第一章

納米技術的由來	19
1.1 什麼是納米和納米技術	19
1.2 自然界的納米現象	26
1.3 微小尺度的世界	28

第二章

神奇的納米技術	33
2.1 納米技術的特徵	35
2.2 納米時代的里程碑	38
2.3 爭霸納米技術的關鍵	50

第三章

更小更快更冷的納米電子學	55
3.1 納米電子學的未來發展方向	55
3.2 微電子學技術的巨大成就	58
3.3 微電子學技術發展的限制	61
3.4 納米電子器件的開發	66
3.5 納米電子學的其他進展	68
3.6 未來的計算機	70

第四章

變幻莫測的納米材料	79
4.1 納米材料的特徵	79
4.2 納米超微顆粒材料的製備	84
4.3 碳納米管材料及應用	87
4.4 其他新型納米材料	95

第五章

神通廣大的納米生物學	103
5.1 DNA 分子的結構和複製過程	103
5.2 人類基因組計劃和應用	105
5.3 分子機械	109
5.4 生物芯片技術	110

造福人類的納米醫學	117
6.1 什麼是納米醫學	117
6.2 新的疾病診斷和治療方法	119
6.3 納米醫用機器人	122
6.4 特效的納米藥物	124
6.5 基因治療	126
6.6 生物醫學芯片技術	128
6.7 醫學技術的其他應用	129

神秘莫測的納米軍事技術	133
7.1 納米材料的軍事應用	135
7.2 納米微型武器	137
7.3 微型武器研製的幾個難點	141
7.4 納米基因武器	142
7.5 其它納米軍事應用	144
7.6 未來戰爭的模式	145

第八章

日新月異的納米應用技術	149
8.1 納米機器和微小加工	149
8.2 機械表面處理和材料增強劑	152
8.3 超級催化劑	154
8.4 日常生活用品	155

第九章

無比靈敏的納米微小量檢測技術	163
9.1 納米傳感器	163
9.2 納米微小量檢測技術	166