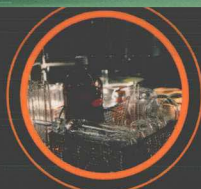
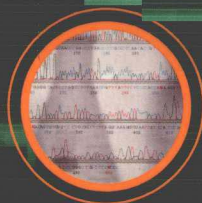


二十一
世紀的

新化學工程

The New Chemical Engineering in the 21st Century

周更生 主編



陳宏謨 周更生 賴慶智 黃炳照 董士平 徐恆文 劉大倬 余政靖 吳乃立 張文星
蔡少偉 宋信文 胡育誠 洪昭南 郭有斌 顏溪成 黃瑞雄 王健源 李秉傑 劉如熹
呂宗昕 何榮銘 馬振基 編著

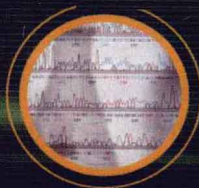


周更生 主編

二十一
世紀的

新化學工程

The New Chemical Engineering in the 21st Century



陳宏謨	周更生	賴慶智	黃炳照	董士平	徐恆文	劉大佼	余政靖	吳乃立	張文星
蔡少偉	宋信文	胡育誠	洪昭南	郭有斌	顏溪成	黃瑞雄	王健源	李秉傑	劉如熹
呂宗昕	何榮銘	馬振基	編著						

國家圖書館出版品預行編目資料

二十一世紀的新化學工程／周更生等著．

一初版．—臺北市：五南，2006 [民95]

面：公分

ISBN 978-957-11-4242-5 (平裝)

1. 化學 - 論文, 講詞等

460.7

95001931



5BA2

二十一世紀的新化學工程

The New Chemical Engineering in the 21st Century

主 編 — 周更生(114.3)

作 者 — 陳宏謨 周更生 賴慶智 黃炳照 董士平
徐恆文 劉大佼 余政靖 吳乃立 張文星
蔡少偉 宋信文 胡育誠 洪昭南 郭有斌
顏溪成 黃瑞雄 王健源 李秉傑 劉如熹
呂宗昕 何榮銘 馬振基 (按章節順序排列)

發行人 — 楊榮川

總編輯 — 龐君豪

主 編 — 穆文娟

文字編輯 — 施榮華

責任編輯 — 陳玉卿 蔡曉雯

封面設計 — 莫美龍

出版者 — 五南圖書出版股份有限公司

地 址：106台北市大安區和平東路二段339號4樓

電 話：(02)2705-5066 傳 真：(02)2706-6100

網 址：<http://www.wunan.com.tw>

電子郵件：wunan@wunan.com.tw

劃撥帳號：01068953

戶 名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室/台中市中山路6號

電 話：(04)2223-0891 傳 真：(04)2223-3549

高雄市駐區辦公室/高雄市新興區中山一路290號

電 話：(07)2358-702 傳 真：(07)2350-236

法律顧問 得力商務律師事務所 張澤平律師

出版日期 2006年5月初版一刷

2007年9月初版二刷

定 價 新臺幣620元



作者簡介

陳宏謨

學歷：台灣大學化工學士

經歷：南亞塑膠（股）公司研究所研究員、副廠長、廠長、副理；
南亞科技（股）公司副總經理

現職：南亞科技（股）公司資深副總經理

周更生

學歷：台灣大學化工學士、Iowa State University 化工博士

經歷：美國 Ames Lab 博士後研究員、清大化工系副教授、教授、
系主任、清大工學院副院長

現職：清華大學化工系教授、自強基金會執行長

賴慶智

學歷：清華大學化工博士

經歷：工研院化工所空氣污染防制室主任；工研院環安中心工安
組副組長

現職：工研院能環所清潔生產組副組長

黃炳照

學歷：成功大學化工博士

經歷：中技社能源服務團專案工程師、台灣科大化工系副教授、
教授、美國普渡大學、MIT、德國 Heirich-Heine 大學訪問
學者、台灣化學感測科技協會理事長



現職：台灣科技大學化工教授、同步輻射中心合聘研究員

董士平

學歷：文化大學化工學士、碩士

現職：台灣科技大學化工系博士生

徐恆文

學歷：清華大學化工博士

經歷：工研院能資所副研究員、研究員

現職：工研院能環所燃燒技術組燃料應用研究室主任

劉大佼

學歷：台灣大學化工學士、美國紐約科技大學化工博士

經歷：美國柯達公司資深研究員、美國高路潔公司資深研究工程師、清華大學化工系副教授、教授、系主任，中華先進塗佈公司總經理

現職：清華大學化工系教授

余政靖

學歷：東海大學化工學士、美國 Lehigh University 化工碩士、博士

經歷：台灣科技大學化工系副教授、教授、系主任；台大化工系教授

現職：台灣大學化工系教授、台大工學院石化中心主任、化工學會副理事長

吳乃立

學歷：台灣大學化工學士、美國賓州州立大學化工博士

經歷：台大化工系副教授、教授、台大工學院石化中心主任

現職：台灣大學化工系教授兼化工系系主任

張文星

學歷：台灣大學化工碩士

經歷：華通電腦研發工程師

現職：台灣大學石化研究中心研究助理

蔡少偉

學歷：清華大學工業化學學士、成功大學化學工程碩士、博士

經歷：成功大學化學工程學系講師、副教授、教授

現職：長庚大學生化與生醫工程研究所教授

宋信文

學歷：東海大學化工學士、美國喬治亞理工學院化工博士

經歷：喬治亞理工學院生醫工程研究中心博士後研究員、Baxter Healthcare Corp. 心血管研發部門工程師、中央大學化工系副教授、教授

現職：清華大學化工系教授

胡育誠

學歷：台灣大學化工學士、University of Maryland 化工博士

經歷：美國國家衛生研究院（NIH）博士後研究員、清大化工系助理教授

現職：清大化工系副教授

洪昭南

學歷：清華大學工業化學學士、美國西北大學化工博士

經歷：美國杜邦公司中央研發部門訪問科學家、美國佛羅里達大學微元件中心研究員、成功大學化工系副教授、研發處建教合作組長、微奈米中心組長

現職：成功大學化工系教授、成功大學微奈米壓印技術與元件中心主任

郭有斌

學歷：成功大學化工學士、成功大學化工博士

經歷：成功大學微奈米研究中心博士後研究員

現職：成功大學微奈米壓印技術與元件中心博士後研究員

顏溪成

學歷：台灣大學化工學士，美國威斯康辛大學化工博士

經歷：台灣大學化工系副教授、教授、系主任；工研院能資所副所長

現職：台灣大學化工系教授、工研院能資所副所長

黃瑞雄

學歷：台灣大學化工學士

現職：台灣大學化工博士班學生

王健源

學歷：台灣大學化學所博士

經歷：晶元光電股份有限公司研發中心高級工程師

現職：晶元光電股份有限公司研發中心高級工程師

李秉傑

學歷：清華大學化工所博士

經歷：工研院材料所研究員、美國惠普公司訪問研究員、材料所光電半導體實驗室計畫主持人、工研院光電所經理、正研究員、組長、晶元光電公司總經理

現職：晶元光電股份有限公司總經理

劉如熹

學歷：清華大學化學所博士、英國劍橋大學化學博士

經歷：工研院材料所副研究員、研究員、正研究員、研究室主任，台灣大學化學系副教授、教授

現職：台灣大學化學系教授

呂宗昕

學歷：台灣大學化工學士，日本東京工業大學無機材料博士

經歷：美國柏克萊大學博士後研究員、台灣大學化工系副教授

現職：台灣大學化工系教授

何榮銘

學歷：美國艾克隆大學（University of Akron）高分子科學博士

經歷：美國明尼蘇達大學（U. of Minnesota）化材系博士後研究，美國艾克隆大學高分子科學研究所博士後研究，中興大學助理教授、副教授

現職：清華大學化工系副教授、清華大學微機電研究所合聘副教授

馬振基

學歷：成功大學化工學士、美國北卡羅萊納州立大學化工博士

經歷：美國 Monsanto 公司資深工程師、Lord 公司資深研究員、
Philips Petroleum 公司高級材料工程師、清華大學化工系教授、
經濟部顧問、清華大學副研發長、國科會工程中心專利研究員、
自強基金會執行長

現職：清華大學化工系教授、教育部科技顧問室顧問

推薦序

化學工業的發展，始自早期的一般民生化學用品的製造，跟隨時代變遷，不斷演進。在整個發展過程中，化學工程的基本原理與核心知識——質能均衡、輸送現象、分離方法、熱力學、反應工程、程序設計與控制等等，實質上並沒有太大的改變。但是應用的對象與範圍，則因應新興產業的需求而繼續延伸與擴展，呈現多元化的特色。尤其在 20 世紀中期，化學工業急速發展，在第一次能源危機之後，環保意識興起，重視資源應用，加上全球經濟繁榮與技術進步迅速，化學工業起了很大的變化。英國 ICI 執行董事 R. Margretts 在 1996 年的 APCCChE 會議報告中，就已指出傳統的化工產品大多已發展到飽和狀態，未來的化工技術將朝向優質材料、生命科學與生物科技等幾個領域發展，需要研發更佳的控制與精密的製程技術，以及清淨製程的科技。美國國家科學基金會和美國化學工業協會的報告（Vision 2020），更具體提出美國化學工業未來發展方向，包含生物技術與生物醫藥，電子、光子與資訊儲存材料與裝置，功能性高分子、精密陶瓷材料與複合材料，環境保護、程序安全與危險廢棄物管理，表面、界面與微觀結構材料，計算機輔助程序系統工程與控制等領域。當然，面臨近年來的石油危機，綠色能源（如生質能源）與能源安全受到國際重視，相關技術也極待發展。這些前瞻性的報告，點出適應未來時代變遷與產業需求的新科技趨勢。21 世紀化學工業將充分運用科學技術，生產精密產品，以安全、無公害、清淨的製造程序為主，開發可信賴與精密的操作技術。



基於這些認知，清華大學周更生教授主編《二十一世紀的新化學工程》一書，針對化學工程領域在最近幾年來的變化與發展，提供系統化的介紹。首先闡述傳統石化產業與民生的密切關係，隨後說明製程減廢與清潔生產是發展新化工製造程序的重要內涵，如何處理化學產業所必須面對的環保與安全問題。然後依序介紹新興科技產業，包括：能源、精密化學、生物技術、半導體、光電、奈米、高分子和複合材料等。這些章節均由國內知名學者專家，就其專長領域分別撰寫，反映當前我國化工產業多元化的現況及未來發展，內容廣泛，論述深入淺出，可讀性甚高。

欣聞此書即將付梓，很高興撰文為序，期盼本書能幫助讀者建立對 21 世紀化學工程的正確認知，進而引發學習最新化學工程技術的動力，共同為增進人類福祉、開創美好未來而努力。

化工學會理事長
林河木教授

主編序

幾年前擔任我國化學工程師學會理事之際，奉理監事會議之命為改善「化學工程」的形象，而編撰《新世紀的化學工程》之彩色小冊子（如附圖），在眾多同仁好友的協助，以及教育部顧問室經費支持下順利完成，也許因為色彩與圖案的式樣，也許因為扼要的點出化學工程領域的美好的未來，據知本小冊子甚獲好評，普遍用於國內各學校化工系的宣傳招生。



不久前，接到國內五南圖書的邀請，希望將這一本小冊子擴大為一本介紹化學工程的書籍，有鑑於小冊子的篇幅有限，很多資訊都只能點到為止，站在讓年輕人更深入的了解化學工程的最新內涵與發展動態趨勢，以及提供開設「化工導論」或類似課程的老師基本教材，所以就義不容辭的接下這份主編工作。

由於本書的定位在於介紹化學工程這個學術領域，尤其是未來的發展重點，所以比較多的篇幅用在介紹新興的科技產業，以及化工人所扮演的角色，例如能源、生技、光電及先進的高分子材料。整本書的規劃大致如下，最先介紹傳統但持續進步的石化產業，接著表達化工人注重環保與安全的作法，所以談到清潔生產與責任照顧。因為化工人都認知到惟有做好環保與安全的工作，化學產業才能永續經營。



接下來則是化學工程在眾多方向的近期技術狀況與未來發展趨勢，具體而言包括：能源領域——此處介紹了電池以及具未來性的清潔能源兩個主題；精密製程——除了一般性理論外，也談一下精密塗佈製作大面積超薄的薄膜技術；其次是熱門且得到政府積極鼓勵的生物技術領域—包括傳統的生化工程、先進的生醫材料，以及尖端的基因與蛋白質工程三個主題；接下來是幾章可以說都屬於尖端材料領域，包括：IC 製造、光電顯示科技、照明的 LED、奈米材料與科技、高分子光電以及複合材料等。希望藉由這些文章，能夠讓年輕的學子認識到化學工程的進步性及重要性，因而吸引他們加入我們化學工程的行列。

邀請的撰稿人，都可謂國內學界或研究單位的一時之選，而且都有化工或化學背景，包括服務於學校的呂宗昕、顏溪成、余政靖、吳乃立、劉如熹、宋信文、胡育誠、何榮銘、馬振基、劉大佼、黃炳照、蔡少偉、洪昭南及本人等教授，及張文星、黃瑞雄兩位研究生，服務於工研院的賴慶智與徐恆文博士，以及來自產業界的陳宏謨、李秉傑、與王健源博士等共二十一位作者，共同努力完成。

因為這本書是為年輕學子寫的，所以希望是介紹性質，以能夠讓讀者得到這些領域的全貌，但是又仍然展現化工技術的精華，所以如何拿捏，達到所謂深入淺出的效果，並非易事，在第一版中，出書時間略為倉促，可能每一位作者的文章，其所呈現內容之難易程度，不完全相同，推想應該還是作為主編的我，未能善盡溝通職責之故，尚祈讀者們體諒，未來若有幸能夠再版，定當對此有所改善。

最後要再次誠摯的感謝所有的作者們，利用暑假的時間幫忙完

成文稿，使本書得以順利出版，得以向社會大眾介紹化學工程的最新面貌，向青年學子介紹化學工程的未來性，更歡迎他們加入化工的行列，共同學習運用化學工程的技術，為人類的福祉服務，開創更美好的明日世界。

清華大學化工系

周更生敬上

95.5



作者簡介

推薦序

主編序

第 1 章 石化與民生（陳宏謨、周更生） 1

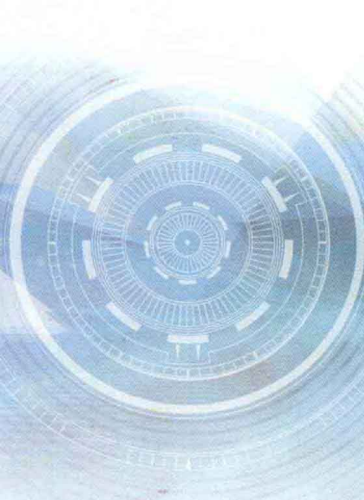
1. 石油與石化工業 1
2. 各種油品 3
3. 輕油裂解 4
4. 石化工業與經濟發展 7
5. 石化產業與衣食住行 8
6. 結語 17

第 2 章 製程減廢與清潔生產（賴慶智） 19

1. 清潔生產的發展歷程 19
2. 清潔生產的定義 21
3. 國際清潔生產宣言 22
4. 清潔生產與工業減廢 23
5. 清潔生產評鑑方法 24
6. 推動清潔生產技術的方法 30
7. 清潔生產推動案例 33
8. 結論 35
- 資料來源 35

第 3 章 責任照顧制下的化學工業安全（周更生） 37

1. 前言 37



	2. 污染與化災	38
	3. 危害通識規則與生命週期	40
	4. 預知危險與安全文化	43
	5. 安全技術	46
	6. 製程安全設計與管理	49
	7. 緊急應變	51
	8. 責任照顧制	55
	9. 結語	56
	資料來源	56
第 4 章	電池與人生 (黃炳照、董士平)	59
	1. 簡介	59
	2. 化學工程在電池的角色	81
第 5 章	清潔能源 (徐恆文)	83
	1. 前言	83
	2. 傳統能源污染防治	86
	3. 再生能源	89
	4. 氣化技術	94
	5. 氫能源	102
	6. 遠景	105
	資料來源	106
第 6 章	精密塗佈技術 (劉大佼)	109
	1. 前言	109
	2. 塗佈技術的介紹與分析	113
	3. 濕式塗佈量產技術之介紹	120
	4. 精密塗佈技術發展的現狀與未來	123
	5. 精密塗佈技術發展所需的知識及化學工程師的角色	127
	資料來源	127

第 7 章	綠色化學程序技術（余政靖、吳乃立、張文星）	129
1.	產業現況及面臨挑戰	129
2.	研究方向	133
3.	成果與展望	136
4.	結論	138
	資料來源	139
第 8 章	生化工程簡介（蔡少偉）	141
1.	前 言	141
2.	以酵素為觸媒生產高果糖漿	143
3.	以微生物發酵生產盤尼西林	146
4.	未來展望	149
	資料來源	150
第 9 章	生醫材料（宋信文）	153
1.	前 言	153
2.	現 況	154
3.	高分子材料	154
4.	聚酯類高分子	157
5.	生物組織材料	169
6.	遠 景	172
	資料來源	173
第 10 章	基因與蛋白質工程（胡育誠）	175
1.	序 言	175
2.	生命的黃金分子——去氧核糖核酸（DNA）	177
3.	何謂基因工程	178
4.	基因工程的應用	181
5.	生物科技與化學工程	188
6.	結 語	197