



Hydroelectric power



Fire Power



Solar Power



Wind Power

核電關鍵報告

郭 位

從福島事故細說能源、環保與工安



Nuclear Power



Bioenergy



Others

科學天地 WSL001

核電關鍵報告：

從福島事故細說能源、環保與工安

作者 — 郭位
科學館總監 — 林榮崧
責任編輯 — 黃微真
封面設計 — 張議文

出版者 — 天下遠見出版股份有限公司
創辦人 — 高希均、王力行
遠見・天下文化・事業群 董事長 — 高希均
事業群發行人／CEO — 王力行
出版事業部總編輯／許耀雲
版權部經理 — 張紫蘭
法律顧問 — 理律法律事務所陳長文律師
著作權顧問 — 魏啟翔律師
地址 — 台北市 104 松江路 93 巷 1 號 2 樓

讀者服務專線 — (02) 2662-0012 | 傳真 — (02) 2662-0007 ; (02) 2662-0009
電子郵件信箱 — cwpc@cwgv.com.tw
直接郵撥帳號 — 1326703-6 號 天下遠見出版股份有限公司

電腦排版 — 健呈電腦排版股份有限公司
製版廠 — 東豪印刷事業有限公司
印刷廠 — 祥峰印刷事業有限公司
裝訂廠 — 晨捷印製股份有限公司
登記證 — 局版台業字第 2517 號
總經銷 — 大和圖書書報股份有限公司 電話 — (02) 8990-2588
出版日期 — 2013 年 5 月 22 日第一版第一次印行

定價 — NT\$280
ALL RIGHTS RESERVED
ISBN — 978-986-320-196-0
書號 — WSL001
天下文化書坊 — www.bookzone.com.tw

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

核電關鍵報告：從福島事故細說能源、環保與工安／郭位作．— 第一版．— 臺北市：天下遠見，2013.05
面；公分．— (科學天地；WSL001)
ISBN 978-986-320-196-0 (平裝)

1. 核能發電 2. 核子事故 3. 輻射防護

449.7

102008750

本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回本公司調換。
本書僅代表作者言論，不代表本社立場。

目 錄

前言	3
台灣版補充說明	5
再版與簡體字版自序	8
初版自序	14
導論 從可靠度看核能發電	19

第一部分 三一一後的世界 —— 一核激起千層浪

第1章 三月殘花落更開	39
第2章 一水相隔兩樣情	45
第3章 老化設備需更新	51
第4章 透明管理解千愁	57
第5章 十洲品質待檢驗	63
第6章 核安經營遠八卦	69

CONTENTS

第二部分 環保工安與創新 ——七彩能源一鑑開

第 7 章	七彩能源一鑑開	85
第 8 章	背景輻射知多少	95
第 9 章	工安人禍處處聞	101
第 10 章	環境汙染花濺淚	109
第 11 章	天災人難鳥驚心	121
第 12 章	安全能源何處尋	127
第 13 章	能源代價共承擔	137
第 14 章	能源政策求創新	149
第 15 章	完美實踐天路近	159

附錄

I	古往今來可靠度	167
II	解讀福島核事故危與機	189
III	一樣文化兩種態度——台北國際馬拉松	199

側記	203
----	-----

後語	215
----	-----

！科學天地！

核電關鍵報告

郭位

從福島事故細說能源、環保與工安

前言

該說的懶得說，該做的懶得做，那是鄉愿。

想說的不敢說，該做的一定呆呆地做，那是工程師。

想到什麼就說些什麼，該做的時候卻不肯做，那是書生。

想都不想就胡亂地說，該不該做的總是隨時隨地亂做，那是什麼樣的政客？

台灣版補充說明

《七彩能源一鑑開》在香港再版之際，恰逢台灣再度為核電的去留議論激烈。所不同的是，此番由於福島事故，台灣的反核民情愈加沸揚。

福島核事故後，全球運轉或建造中的核電廠無不在安全設施上作了補強。從可靠度發展歷史看，事故後的新設計總是優於原先的產品，未來的核電廠必然會比現存的電廠更加安全可靠。猶有進者，如何在環保框架內，正確對待各種能源的研發、使用，是一個關乎社會永續發展的核心大事。

值此時刻，天下遠見出版股份有限公司在台北發行本書第二版。內容與香港版大體上相同，唯在編排上做了改動，在導論〈從可靠度看核能發電〉之後，分為兩部分，第一部分主要由福島事故，談及可靠度分析，包括核能在內的七彩能源發展的安全及對環境的影響；第二部分則從各種能源的發展審視環保、工安等問題。

本書就七彩能源的利弊，兼及工安及其與環保的關係做一個通俗且客觀的報告，並將書名改為「核電關鍵報告」。

目 錄

前言	3
台灣版補充說明	5
再版與簡體字版自序	8
初版自序	14
導論 從可靠度看核能發電	19

第一部分 三一一後的世界 —— 一核激起千層浪

第1章 三月殘花落更開	39
第2章 一水相隔兩樣情	45
第3章 老化設備需更新	51
第4章 透明管理解千愁	57
第5章 十洲品質待檢驗	63
第6章 核安經營遠八卦	69

CONTENTS

第二部分 環保工安與創新 ——七彩能源一鑑開

第 7 章	七彩能源一鑑開	85
第 8 章	背景輻射知多少	95
第 9 章	工安人禍處處聞	101
第 10 章	環境汙染花濺淚	109
第 11 章	天災人難鳥驚心	121
第 12 章	安全能源何處尋	127
第 13 章	能源代價共承擔	137
第 14 章	能源政策求創新	149
第 15 章	完美實踐天路近	159

附錄

I	古往今來可靠度	167
II	解讀福島核事故危與機	189
III	一樣文化兩種態度——台北國際馬拉松	199
側記		203
後語		215

再版與簡體字版自序

日本福島事故的發生，引起世人不尋常的關注。值事件滿週年之際，我於 2012 年 3 月在香港由天地圖書有限公司出版了《七彩能源一鑑開》正體字版一書，提醒大家環保與能源相互關聯。從這一年收到近四十場演講的邀約來看，這個世紀性的疑問，還算受到重視。然而，當事故在人們記憶中逐漸淡去，安全可靠度恐怕也像可擦拭的電腦晶片上儲存的内容一般被拋到九霄雲外。

浮沉千古事 誰與問東流

縱觀人類歷史，曾經發生過的重要事件總是如此輕易地被人忽略：就能源而言，大眾未必忽略核電的潛在危險，而是忽略了可靠度在核電安全方面扮演的重要角色；也不一定忽略了能源的重要性，而更可能是忽略了核能在生活中的必要性。

我們總是在感性與理性之間徘徊不決。許多人還不能接受目前尚無合適、可靠的能源可以取代核電這一事實，甚至

以為只要節能就可免去核電。殊不知，無論採用任何能源替代品，節能都是先決條件。能源的使用與選擇，都是在節能之後的必經抉擇。節能是必要的條件，不能充分滿足探索與尋找安全可靠能源的需求。

就安全可靠度而言，人們也許善於亡羊補牢，卻往往昧於未雨綢繆。每當美國太空梭升空失敗時，我例會接到要求，諮詢與可靠度相關的解決之道，就像核電廠事故後接到的諮詢要求一樣。這些關注無論如何似乎都嫌晚了一點。春花秋月何時了，往事知多少？可靠度是平衡考量能源與環保的中心議題，除了不願看到情緒化的聲音之外，也希望不要將它視為過眼雲煙，否則當下一次事故來臨時，難免又會空留餘恨！

過去兩年以來，核電的發展困擾著大家，許多國家為此舉棋不定，屢屢檢討更新能源政策。以日本為例，三一一之後不久，社會可能因為驚魂未定，對核電的存廢不置可否。經數月返魂醒悟，加上政府與核電機構「共同失職」的醜聞逐漸公布於世，反核聲浪高漲，以致例行停機檢查後的核電廠得不到地方政府再度啟動運轉的准許，日本大有成為號稱無核家園之勢。

到了2012年第二季，停電的壓力出其不意地反撲過來，讓日本政府驚恐不已，屢有快速恢復核電之議。民主黨

大老仙谷由人甚至提出警告，有謂「核電廠全部停擺，對日本而言是一種『集體自殺行為』」，其驚恐之狀似乎較九級地震還有過之。可以想像，他的發言，激起了反對的聲浪。到了暑假，東京的老人因不耐酷暑而死亡，引起了不安與關注，原來限電是有代價的。

日本自民黨在 12 月 16 日眾院大選中，在支持核電的安倍帶領下，獲得歷史性的勝利，重奪政權，東京電力引領大盤即時上漲，預期日本新政府將重啟核電。

福島事故兩週年前的 3 月 4 日，美國總統歐巴馬提名麻省理工的莫尼茲（E. J. Moniz）教授為能源部長。莫尼茲力主發展核能來達成環保減碳的目標。

所有這些現象，再次印證了本書中的闡述：一定要追求能源供應、經濟福祉及可靠度與可持續性三者之間的平衡點。

值得一提的是，2012 年 6 月，我應邀在三個重要會議上做了報告。首先是 6 月 11 日，於北京中國工程院年會上對工程院上千位院士及專業人士，就能源與環保的平衡做主題報告；之後，於 6 月 14 日前往耶路撒冷，在 2012 年國際應用機率大會上就能源安全與工安設計的理論基礎做主題報告；6 月 23 日，於第二屆國際統計與工程聯合大會（ICISE）開幕式之後，在台南成功大學就核安全的評估與

應用做主題報告。

此外，還分別於7月21日的香港書展及8月1日的香港科大第十屆亞洲品質大會（Asian Network for Quality Congress）上做通識演講，闡述可靠度的理論與實際應用。8月8日應邀到尚未運轉的台灣龍門核四廠，從國際化的角度出發，介紹可靠度的實踐與核安的關係。

古木無人徑 深山何處鐘

能源與環保的管理是近代的概念，也是十分複雜而專業的論題。空談節能與環保無用，我們需要擬訂全民節能、環保、創新、安全的能源政策，並且要不斷開發新能源，憑藉智能電網、雲端計算，為電能的使用設計做出最佳分配。在歐洲許多城市，低碳生態城市的開發已取得顯著進展，尤其是斯堪地那維亞半島各國，創新突出，令人稱羨，是值得參考的對象。

為著全民福祉以及履行貢獻世界公民的責任，有必要多元化解析能源與生態。譬如，若要滿足二十一世紀生態平衡、能源永續經營的需要，台灣可以師法歐洲，藉由智能電網連線，從而得益於高效、安全、低碳、經濟最優化、多樣化的七彩能源。在台灣，當此反核高漲的時刻，除了開發新能源之外，智能電網的連線不僅必要，更應積極推廣。

初版半年之後，值此書再版期間，籌劃歷時五年的英文專著 *Importance Measures in Reliability, Risk, and Optimization: Principles and Applications* (Way Kuo, Xiaoyan Zhu, 440 pp., N. Y., Wiley, 2012) 正式在紐約出版。此書探討可靠度與危機設計的原理，是一本原創性的專業書籍，書中列舉的第一個實例就是核電廠的安全問題。

危機是對稱的：任何決策都帶有危機。不做決策也有不做的危機。因此一般所謂的「多做多錯，少做少錯，不做不錯」站不住腳。不然何必談什麼創新。

本書初版由香港天地圖書有限公司發行。再版除香港天地版外，台灣由天下遠見出版股份有限公司出版正體字版；此外，簡體字版、日文版及英文版也正同步籌劃出版中。

再版書在初版基礎上做了許多補充，特別是在科技、能源、環保、工安政策方面有所著墨。三則附錄陳述了可靠度在生活中扮演的角色，可靠度與能源環保安全相互依存的重要性，以及國際化的真諦。此外，還在「側記」中加入了一則經整理後的重要報告摘錄。摘錄報導了 2012 年 7 月初，日本政府十人專家調查小組的報告要點，其結論與較早出版的本書初版論點完全一致。

再版發行前的 2013 年 5 月 2 日，再訪東京，應邀向城西大學兩百位人文社會學院的師生做能源環保的通識演講並

對談，之後於 5 月 7 日在台北總統府月會中專題報告關鍵核電、環保與社會安全。

經我多年的觀察，深覺普羅大眾對可靠度的了解實在有待加強。

與初版相同，再版版稅所得將捐給學生獎學金。

郭 位

香港城市大學

2013 年 5 月 22 日