

# 評論《萬物的尺度》

北一女中 蘇俊鴻

書名：萬物的尺度 (The Measure of All Things)：一個理想、兩個科學家、七年的測量  
和一個公制單位的誕生

作者：亞爾德 (Ken Alder)

譯者：張琰、林志懋

出版社：貓頭鷹出版社

出版年份：2005年8月

出版資料：平裝本共384頁，定價370元

國際書碼：ISBN 986-7415-60-4



## 一、內容簡介

應該有許多人和我一樣，還記得當年國中數學是由單位的換算開始的吧。或許，你也和我一樣，只記得當時與那些單位換算奮戰的點滴與滿腹不解的疑惑：這些單位換算有什麼好記、好算的呢？沒有人提及度量衡的重要性，當然年少的自己也未曾意識到。直到閱讀《萬物的尺度》時，重新讓我對於度量衡單位這件事有了較為深刻的認識。不妨由底下兩件事實說起。

事實一：身為全球主要經濟體之一的美國，官方在度量衡單位的規定上仍採用英制 (English Units)，是世界上少數仍未採用國際單位制 (公制, Metric Units) 的國家之一，其中美國人民的反對是最主要的因素。事實上，英國在一九六五年宣佈有十年的公制過渡時間，卻直到西元二千年一月，才因加入歐盟的緣故，正式宣佈採用公制單位販售物品。

事實二：西元一九九九年九月二十三日，火星軌道者號氣象觀測太空船進入環繞火星軌道，當太空船繞行至火星的背面後，從此接收不到任何訊號。經過調查後發現，原因可能是因為一組工程人員測量距離時以英制為單位，而另一組工程人員則採用公制為單位，在計算距離上產生錯誤，導致太空船燒燬於火星大氣層，這種人為疏失讓美國太空總署損失了一顆價值一億二千五百萬美元的人造衛星。

事實一告訴我們，國際單位制沒有我們想像中那麼地「國際」的通用。對於熟悉公制單位的你我來說，可能感到訝異，但不意外。因為我們日常生活不同的情境中，有著各種非公制單位習以為常地進行，諸如一斤青菜、一磅咖啡豆、房子有三十坪等等。不過，卻可能沒有意識到度量單位的不一致，不僅是換算上的不便，其導致的損失可能非常巨大，事實二正是這樣的例證。上述的事實，卻也隱藏了下列的問題：為何美國人 (或英國人) 會抗拒公制的實行？我們在基礎教育的養成過程中，熟悉了公制單位。然而，在日常的特定情境下仍然使用非公制單位來度量？是三十坪，還是九平方公尺比較容易讓人想像它的大小呢？也許是習慣使然，我們渾然不覺度量衡單位有何重要。它除了是一種度量的標準外，也是人們相互溝通的基礎，更是經濟活動進行的要件之一，兩地的人們之所以可以交易，正是彼此度量單位的可以信賴及公度量之。想要回答上述的問題，就得了解度量衡單位在人類社會所扮演的角色；以及國際單位制 (公制) 是在什麼樣的背景被倡導、制定、推廣以及後來造成的影響。而這正是亞爾德 (Ken Alder) 寫作《萬物的尺度》時，所設定的核心問題。

我們從現代度量衡單位代表著測量事物的大小長短，用以決定其價值的標準意義出發，追溯各種度量單位的起源，會發現這些與生產活動習習相關的單位，都是源自人類需求與人類利益，並且有著「人體測量」的意涵。這裏的人體測量是有著多種意義的。一種是如同字面上所說，用人的身體當成測量的工具，像古埃及最重要的長度單位就是「腕尺」，指的是從肘至中指指尖的長。有些時候是用來表示一個人在既定時間所能完成的勞動量。既然每個人的工作能力、技巧不

同，所代表的工作價值就有不同。例如我們在裝修或粉刷房子時請師傅估量他所需的工作天數，這時他所考量不一定是依房子的大小，也會考量施工的難易程度，這時純然利用房間的大小來衡量就不見得符合需求。因此，控制度量標準，就是控制經濟生活的規則。

本書的〈序幕〉開始，作者說明了法國科學院為何倡議公制單位的制定：法王路易十四的時期，法國每個地方的度量標準都是針對當地而設。據估算「大約在八百個名稱底下，包括了二十五萬種不同的重量與尺度單位。」(p. 19) 正是人們對於當時各地度量單位的混雜且分歧，阻礙知識的傳播與商業活動，因而提出公制單位制定的需求。然而，也就是在法國大革命的背景下，使得這項請求有了可行性的基礎：「大革命宣告了所有人民的普世權利，大革命也應該宣合普世通用的度量單位。」(p. 20) 當時法國科學院的科學才士 (savant) 們，提出他們認為符合理性標準的度量衡制度，應有以下的特點：「(1) 自然界導出的度量標準才得以恆存；(2) 各種單位 (長度、面積、容量、重量等等) 應由一互通的系統精密連結；(3) 所有公制單位應依十進位法標示刻度，以及 (4) 字首術語 (新的單位名稱)。」(pp. 102-104) 經過一連串的折衝協調，當時負責的度量衡委員會決定以北極到赤道距離的千萬分之一為公尺的單位，並藉由對敦克爾克到巴賽隆納的這段經線的測量加以決定。

同時，作者快速地勾勒出整個經線探查的圖像，說明兩位被任命的法國科學院的天文學家梅杉 (Pierre Méchain, 1744-1804) 與德朗柏 (Jean Baptiste Joseph Delambre, 1749-1822)，如何費盡千辛萬苦，耗時七年 (1792-1799)，身處法國大革命的動盪之中，完成敦克爾克經巴黎到巴賽隆納的經線弧長之測量。卻也引領讀者隨著他的查訪相關文獻時所發現的重要謎團：在德朗柏為此次任務所撰寫的正式報告書《公制之基礎》的註解中，卻留下：

梅杉先生對他每一項觀察與計算所投注的心力，讓他享有良好聲譽且當之無愧，任何可能損及其聲譽之情事，不論多麼枝微末節，我都滴水不漏地加以封鎖。

究竟德朗柏封鎖了什麼？測量工作的過程發生什麼事件，使得梅杉可能損及聲譽？都吸引著讀者的注意想一窺究竟。

接著，由第一章到第九章，亞爾德透過他的生花妙筆，帶領我們重訪公制單位誕生的那段歷史場景。作者透過交替兩人視角的敘事，鋪陳兩人在法國大革命紛亂緊急的局勢，如何執行這項測量工作的種種遭遇。譬如說吧，德朗柏差點被送上斷頭台 (才剛開始展開測量工作之際)；梅杉則在巴賽隆納被西班牙人軟禁，任何的測量工作均需得到西班牙當局的批准，加上天候狀況不利於大地測量工作的進行等等因素，使得原本預計一年左右完成的工作，最後花了七年的時間才終於底定。他們將觀測資料提交給一個國際委員會，並將他們努力的成果，以純鉑製成的一根標準公尺棒加以奉崇，也使兩人在度量衡的歷史上永遠留名。如同拿破崙所言：「征服者來來去去，但此一成就將永垂不朽。」

然而，影響他們測量工作的進行，除了上述因素外。作者更指出兩位科學才

士的個人特質，以及他們對於此一科學任務的態度，更是重要的因素。在測量工作的後期，梅杉出現令人不解的拖延現象。使得德朗柏除了完成自己的測量工作外，也完成原是梅杉工作之佩皮尼昂的基準線測量。同時，當德朗柏向國際委員會繳交觀測紀錄後，梅杉才在最後通牒的情形下交出他的測量紀錄(重新謄寫過)。什麼原因造成梅杉不尋常的行為呢？這也是本書我認為最為引人入勝之處，作者仔細地為我們爬梳過相關文件後，提供了相當可靠的解答。也在描寫梅杉的測量工作時，特別側重這個面向的描述。

事實上，這個問題的解答線索便是在德朗柏後來為此次測量工作的相關測量紀錄所出版的巨著《公制之基礎》中(共三冊，花了他十一年的時間才整理完成)。當梅杉堅持參加將經線測量延伸到巴利亞利群島的工作(作者認為梅杉也是為了相同的理由，作者將其過程交待在第十章)，不幸感染瘧疾過世。當德朗柏成為他的科學遺產執行人，進而得到梅杉原始的觀測資料。他才發現梅杉騙了他及所有的人，並且捏造假數據送交國際委員會，至於原因，則是梅杉在巴賽隆納的測量數據，出現了他無法解釋的不一致性，使得他對於自己能力的質疑。這項錯誤隨著測量工作的持續進行，更是加深了他的憂慮，造成身心的交迫。因此，他在測量工作出現令人難解的拖延現象。更甚者，梅杉將之視為永久的羞恥和折磨，加諸在他自己的身上，一直到死為止。不過，德朗柏考量到當時公制單位推行的阻力已經很多的情形下，在《公制之基礎》一書，他重建梅杉的數據，讓它符合梅杉當時觀測的結果，但隱匿了梅杉捏造數據的事實。他選擇將他與梅杉的經線探查資料與兩人之間的通信，存放在法國天文台的檔案室。但在書中的註解，說明了他的決定。

時至今日，我們該如何解釋梅杉觀測所出現的錯誤呢？這正是第十一章的內容。我們可從兩個面向來看，一是錯誤的理解：在梅杉的時代，人們並未將精準(內在的一致性)與正確(接近對的答案的程度)有所區別。然而，二者有著本質的不同，精準的結果可能看起來很可靠，因為重複相同的程序，會得到幾乎相同的結果。但卻有可能不正確。何以測量工作需要重複多次，就是希望避免觀測者的感知及儀器建造的不完美所導致的誤差(隨機性的誤差)，以提高精準。然而，測量儀器本身設計上所出現的經常性誤差(系統性的誤差)，只要它是恆常出現，多半就不會被人發現。所以，或許梅杉所使用的波爾達複讀儀有著經常性誤差。但是，梅杉找不到這個適當的概念來解釋他的「錯誤」，使他飽受折磨。二是數據分析的方式：稍後拉普拉斯的學生，法國的天文學家尼可耶採取不同的方式分析了梅杉的數據，證明出他的數據並無不符！

換句話說，梅杉的這項「錯誤」反倒讓我們對「錯誤」的了解更為深入。什麼是錯誤？誰才能評判觀測的結果是正確或是錯誤呢？在梅杉與德朗柏的時代，這些科學才士們都覺得自己有权依照他們的直覺與經驗，選擇公布他們認為最佳的結果，因而發展出對平均數的信任。不若現代科學對於結果的看法：科學家不一定能找出真相，但必須要誠實面對結果。反倒是結果與理論值過於一致，會引起質疑。我們總是假定：真相終究能透過這種集體的努力而逐漸為人們所掌

握。這樣看法的轉變，正是 1805 年到 1811 年間錯誤理論 — 如何區分不同種類的錯誤，如何將錯誤予以量化處理 — 興起帶來的改變。而這個理論，正是奠基於勒讓德所提出的方法 — 最小平方方法（高斯後來也宣稱這個方法他早已提出）。最小平方方法正是為了解決多變項因素下觀測數據不一致時的解決方案，它讓原本直觀認為最佳結果是平均數的看法，也必須加以修正，同時也讓科學才士們得以衡量數據的可行性。進一步，高斯證明出當錯誤依著常態分布的情況下，最小平方方法能得到最可能的數值。而拉普拉斯則是證明當觀測次數增加時，它最能減低錯誤，並且能區別出隨機性的錯誤和經常性錯誤。

因此，錯誤理論的觀念引發科學的轉型，「透過不確定的面紗去接觸世界，科學再也不同於以往，科學才士也不一樣了。在下一個世紀當中，試著去處理不確定，日後終將從勒讓德、拉普拉斯和高斯等人的洞察中出現的統計學領域，將會使物理科學轉型，啟發生物科學靈感，並且產生出社會科學。而這個過程中，『科學才士』變成了『科學家』。」（p. 328）如果梅杉地下有知，不知道會如何重新評價自己的測量結果。

最後，當公制單位費盡辛苦制定出來後，人們是如何接受，以及如何被影響呢？在第十二章中，正是此一問題的探討。事實上，即使是當時公制單位的倡議者—法國，是第一個接受公制單位的國家，卻也是第一個撤銷的國家。西元一八〇一年起，公制成為正式度量衡制度，政府當局也印製說明單教導民眾，卻也沒有改變當時人們利用舊制單位購物的習慣。反之，公制單位的影響力還隨著政情削減。直到西元一八四〇年，法國重新恢復公制，才算站穩腳步。公制單位的實施，何以導致人民的激烈反彈、窒礙難行，不只是迄今的美國，抑或是當時的法國。箇中的因素，作者在第五章有著相當深刻的觀察，誠如前文所述，度量衡單位的源頭是人體測量，有著其經濟活動與利益的考量。因此，任何的新制單位的推行，勢必造成人們不安的猜疑。到目前為止，公制的立法都是伴隨革命與戰爭而來，其動力均是後來政權尋求統治權合法化的需求。不過，人們接受公制，卻常是由於教育的薰陶、交通與貿易的擴張、以及經濟的流通促成的結果。因此，雖然至今美國仍未真正實施公制單位，卻有許多人在度量衡的單位上已經使用公制。

## 二、評論

從上述的介紹看來，不難想見此書內容的紮實與豐富。當然，作者掌握豐富的史料，並且親身走過當年德朗柏與梅杉的測量路線，才能如此栩栩如生地帶領我們重溫兩人當年歷經的場景。同時，作者本身極佳的寫作功力，史料適度的剪裁，都為本書加分不少。難怪乎它會成為 2003 年英、美「科學史」學會最佳大眾書獎。

至於有些什麼不足之處，恐怕就是翻譯上的一些小瑕疵，像是名詞的不統一，例如序章所提的《公制之基礎》到了第十一章就變成《公制》。此外，可能為了縮減書籍份量，出版社將作者引用文獻、參考書目，以及中文原文對照表拿

掉頗讓人覺得可惜，覺得完整性就少了些。同時，我也試圖循著編輯弁言所提在其出版社的網站上查詢，也是徒勞無功。或許再版時，出版社不妨考慮將其附錄於後，以便造福讀者。

## 優秀數學科普作品指標

指標以五顆星☆☆☆☆☆為最高品質。

### 1. 知識的實質內容 (Intellectual substance of knowledge)

- (1) 認識論面向 ☆☆☆☆
- (2) 歷史或演化面向：☆☆☆☆
- (3) 哲學面向：☆☆☆
- (4) 教育改革面向：☆☆☆

### 2. 形式或表達 (Form or representation)

- (1) 創新手法：☆☆☆
- (2) 數學知識的洞察力：☆☆☆
- (3) 忠實可靠的參考文獻：☆☆☆☆
- (4) 敘事的趣味性、可及性與一貫性：☆☆☆☆☆
- (5) 中譯本的品質（若需要）：☆☆☆☆

### 3. 內容與形式如何平衡 (Balance in Content vs. Form)

- (1) 青少年層次：☆☆☆
- (2) 一般社會大眾：☆☆☆☆

### 4. 摘錄本書最精彩片段 (excerpt from the most exciting passage)：

我們的度量方法，決定我們是什麼樣的人，以及我們所珍視的價值。

發明公制的人明白這一點，他們是啓蒙時代傑出的科學思想家，在那個時代，理性被提升至「宇宙唯一主宰」的位階。當時一般稱呼研究大自然的學者為「科學才士」(savant)，他們有一張現代的臉孔在瞻望著我們，還有一張較古老的面容回眸過往。當然，在他們看來，自己並非兩面游移；兩面游移的是這個世界，一面是難以負荷、阻礙進步的過往，一面是烏托邦式等待降生的未來。(p. 19)

公制屬於法國大革命這一支激進血統，試圖消除所有地方特色，以待一個每件事物在每個地方都相同的未來，就像今天對全球化的批評指稱，資訊時代將抹消世界各地的所有文化差異。公制乃物質世界之新語言，而正如革命派以語言統一及理性溝通之名，試圖消滅法國各種方言的多樣性，包括眾多的地區語言和土話，科學才士們也夢想著要把他們的公制語言，延伸到所有的科學及公共生活領域之中。

