

## 《天工開物》研究

### 摘要

明代中葉是中國傳統科技發展的分水嶺，這個時代不管在科學思想或技術應用上，都發生了內在脈絡的轉變。要討論這種轉變的過程與結果，就必須先探討當代的科學技術究竟呈現出什麼樣的水平。《天工開物》作為一本集大成式的農、手工業技術專書，因主題內容豐富、寫實性質強烈，又附有諸多實際操作場景的插圖，故以之作為了解明末各類民生技術發展情形的憑藉，有其十足的代表性。

本論文在章節安排上，除第一章緒論、第七章結論外，餘分為五章。第二章，以宋應星的思想背景作為主題，從個人家庭以至時代環境的影響，來討論促成《天工開物》成書的內、外在因素。第三章，就宋應星在其傳世著作中，所表現出諸多符合近代科技發展的進步觀念，分科學思想與技術思想兩大類，來討論這些觀念的實質意涵。第四章，秉持宋應星所自言：「貴五穀而賤金玉」的精神，分糧食作物的培育、經濟作物的培育以及農機具的製造三大部分，針對《天工開物》所記載的各類農業技術，作詳細的探討，並與《農政全書》等相關典籍作比較，以期了解明末農業技術的發展情況。

第五章與第六章的主題，分別為《天工開物》中的日用品製造技術與工業製造技術。日用品製造技術的發展與日常生活息息相關，庶民百姓既可能是這些技術的操作者，也可能是其產出成品的消費者。由《天工開物》記載內容來看，其討論層面十分豐富，主要可從紡織、食品化學、日用百貨與文具用品等四大主題，作為研究的切入點。而每個主題之下，又各有二至四個子題，如紡織又可細分為絲紡織、棉紡織與毛紡織；食品化學可包含鹽、糖、油、麵的製造；日用百貨則有染布、陶瓷與貴重珠玉的採集等相關技術；而文具用品除討論紙的製作外，各類顏料的調配也是需加關注的問題。至於《天工開物》中所介紹的造船、冶煉鍛鑄與火器製造等工業技術，則為第六章的討論範疇，並藉此說明明代工業產業的發展情況。

綜觀《天工開物》一書的內容，宋應星在許多方面都有精確的見解。如：〈乃粒〉卷「骨灰蘸秧根」是中國農業史上最早使用磷肥的記載。〈乃服〉卷所提蠶種雜交所產生的優勢表現，較近代科學研究的證實早了三百五十年以上。〈彰施〉卷大量記載套染、重複染等技法，表現豐富的色彩論述。〈甘嗜〉卷關於治畦法與役牛培土的記載，是明朝末年甘蔗栽培新技術的表現；製糖工序由紅糖、白糖以至於冰糖，一連串完整的過程，記載相當詳實。〈錘鍛〉卷提到農具製造的生、熟鐵比例，以及生鐵淋口技術的應用，可補充傳統農書僅載工具樣式、未提及如何製造工具的不足。〈陶埏〉卷更是明代唯一有專門且詳細記載陶瓷燒造工序的文章。而〈五金〉、〈錘鍛〉、〈冶鑄〉諸卷，從金屬礦產的開採，到器具製造的冶

鍊與錘鍛，各類技術的實際操作，宋應星都做了完整的說明。如金、銀的提純有「混汞法」與「礪砂法」，生、熟鐵的鑄、鍛，以至灌鋼法煉鋼、淬火技術增加堅硬度，及失蠟鑄造、實體模型鑄造、無模鑄造等三種鑄造方法，拉撥成針技術的說明等，這些記載雖非《天工開物》所獨創，但宋應星將之綜合整理、著錄於書，亦有助於了解明代的冶金工業。

但《天工開物》一書因涵蓋層面太廣，在有些細節的討論上，難免會產生些許缺失。如：〈乃粒〉卷誤認為影響胡麻生長外型與收穫量的主要因素為土壤的肥沃度，而忽略品種間的差異。〈甘嗜〉卷在紅糖與白糖顏色差別的認知上，未重視白糖需經「脫色」工序的作用，而過於強調所用蔗漿的差異。〈作鹹〉卷對池鹽的記載有多處錯誤，也未提及「硝版」的功用。〈麴蘖〉卷釀酒之法的缺載，有損其體例上的完整。〈陶埏〉卷在陶瓷顏色釉的表現方法記載上，與琉璃瓦的燒造手法順序上，都有問題。〈舟車〉卷對造船物料與工序的介紹並不全面，且對河口閘道寬度的記載有誤。〈五金〉卷對各礦的開採說明大致正確，但缺乏記載上的全面性，另有關銅砂的冶煉方式與煉鋅法的記載，都須再加商榷，而對冶金過程而言十分重要的風箱，則缺乏文字解釋。〈佳兵〉卷將火藥料的原料硝石與作皮毛硝製用的朴硝搞混，對「九矢鑽心砲」的圖示也不夠清楚。

筆者希望此篇論文的完成，能提供台灣學界關注《天工開物》研究的一個焦點，也藉由對晚明技術發展的實際考察，以求擴充前近代中國科技史的研究領域。