



各載其半世有餘



圖解

Technology of China

許汝紘◎編著

古今百餘幅彩圖，
以淺顯有趣的圖文方式，
精闢剖析農業製造過程。

天工開物

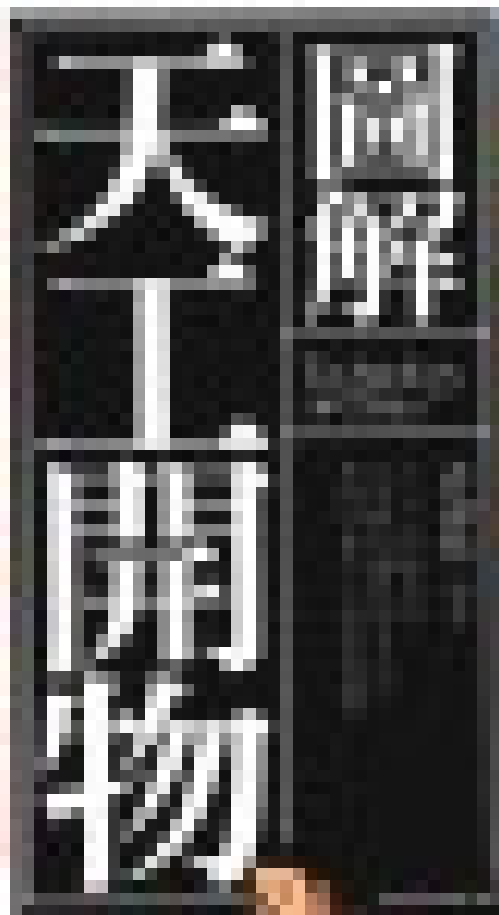
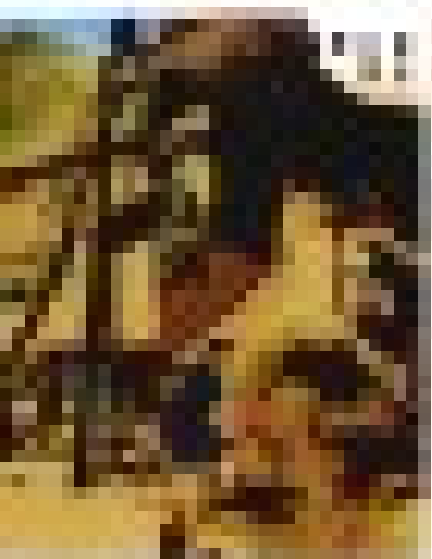
《天工開物》討論了農業和手工業兩大領域內的三十項生產技術，
可說是古今跨時代的農工業代表作。

場中
打稻



天
大覆地
而成而不
既萬矣必
口授且成
而後
力也誠事
坑萬而事亦





國家圖書館出版品預行編目資料

圖解天工開物——初版—— 臺北市：佳赫文化行銷，2010.01
面：公分

ISBN 978-986-856-715-3（平裝）

1.天工開物 2.注釋

400.11

98022769

What's Vision 004 圖解天工開物

總編輯：許汝紘

主編：黃心宜

文編：劉宜珍、曾怡菁

美編：楊詠棠

插畫：楊玉珍

發行：楊伯江、許麗雪

出版：佳赫文化行銷有限公司

地址：台北市大安區忠孝東路四段341號11樓之三

電話：(02) 2740-3939

傳真：(02) 2777-1413

<http://www.cultuspeak.com.tw>

E-Mail: cultuspeak@cultuspeak.com.tw

劃撥帳號：50040687信實文化行銷有限公司

印刷：騰雲有限公司

地址：台北市光復南路33巷12號5樓 電話：(02) 7729-8828

總經銷：時報文化出版企業股份有限公司

地址：中市連城路134巷16號 電話：(02) 2306-6842

由佳赫文化行銷有限公司在台灣地區獨家出版發行繁體中文
著作權所有 翻印必究

本書文字與圖片非經同意，不得轉載或公開播放

2010年01月初版

定價：新台幣320元



圖解

Technology of China

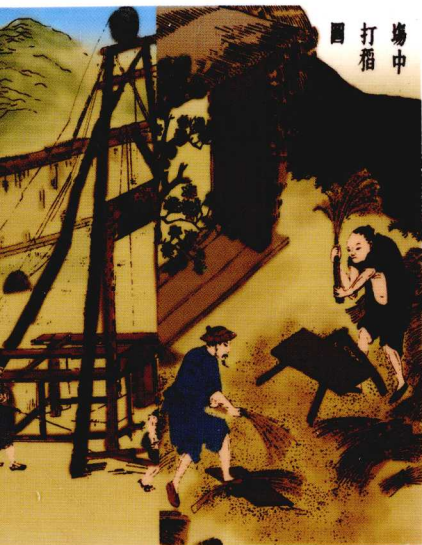
許汝紘◎編著

古今百餘幅彩圖，
以淺顯有趣的圖文方式，
精闢剖析農工業製造過程。

天工開物

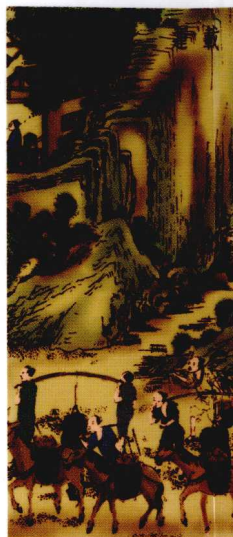
《天工開物》討論了農業和手工業兩大領域內的三十項生產技術，
可說是古今跨時代的農工業代表作。

場中
打稻



天工開物
大獲地
曲成而不
既萬矣必
力也哉事
成而後
日校日成而後





〈圖文解說：生動和真實〉

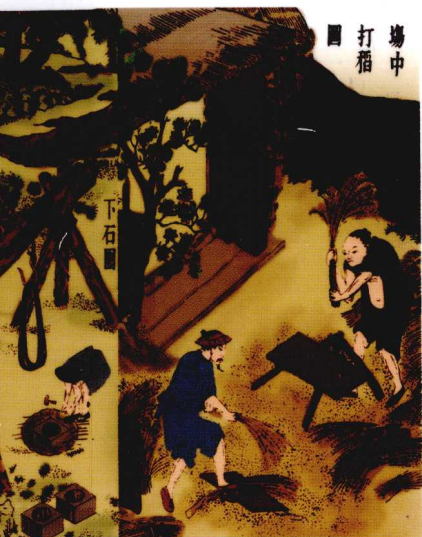
作者長途跋涉獲取實際經歷，對各種錯誤觀念持有批判態度，注重實踐並以自己的觀察、調查和試驗從事寫作，絕對不會盲目依從古書，因而書中內容具有生動和真實的特點。

〈由淺入深：輕鬆閱讀〉

我們保留了原典中的分類與標題，但先後順序加以稍微重新調整，從農業到手工業到大型製造業，循序漸進、由淺入深，並以淺顯的文字、活潑的導引、有趣的注釋與生動的補充說明，跳脫枯燥乏味的學究式說理，重新編撰的，可以輕鬆閱讀的作品。能看懂古人的文字，就能領略他們的思想脈絡，了解當時社會文化的狀態，找出可以學習借鏡的智慧精華。

〈百幅製圖：精闢剖析〉

這本書雖然是在明代才刊行，但在這些百餘幅圖的生產紀錄裡，不論是食品、成衣、鑄造工業，有很多是已經傳承千年的技術知識，在西學大量湧入中國以前，這是一本綜合當代以及古代傳統科技的科技百科全書。在那個時代的世界上，或許也只有宋應星的天工開物具有技術百科全書的水準。所以英國的學者李約瑟把宋應星跟十八世紀法國啟蒙運動的領袖之一，主編「百科全書」的狄德羅相比，稱宋應星為「中國的狄德羅」。



www.cultuspeak.com.tw

ISBN 978-986-85671-5-3



9 789868 567153

00320

YZ6004 定價320元

试读结束 | 买: www.ertongbook.com



圖解

Technology of China

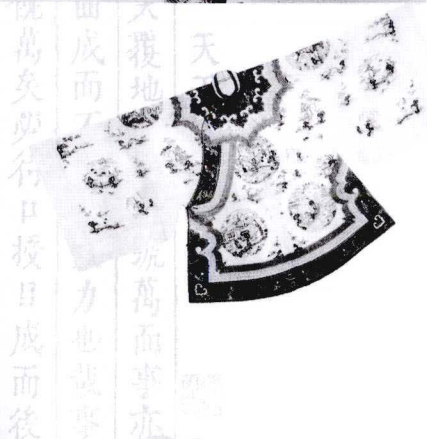
許汝紘◎編著

古今百餘幅彩圖，
以淺顯有趣的圖文方式，
精闢剖析農工業製造過程。

天工開物

《天工開物》討論了農業和手工業兩大領域內的三十項生產技術，
可說是古今跨時代的農工業代表作。

場中
打稻





序		006
壹、乃粒	關於糧食作物的栽培技術	014
貳、粹精	穀物加工	038
參、作鹹	食鹽製造方法與種類	052
肆、甘嗜	糖的製造	064
伍、麴蘖	酒麴	074
陸、膏液	油脂的種類與製造	080

中

柒、殺青	造紙的方法	088
捌、彰施	染料與染色	098
玖、丹青	墨與顏料的製作	106
拾、乃服	衣服原料的來源與加工	114
拾壹、珠玉	珠寶玉石的來源	142
拾貳、陶埴	磚、瓦、陶瓷的製作	156
拾參、燔石	石灰、煤炭等的燒製技術	170

下

拾肆、五金	金屬的開採和冶煉	180
拾伍、冶鑄	金屬物件的鑄造	202
拾陸、錘鍛	用錘鍛方法製作鐵器和銅器	214
拾柒、舟車	船舶、車輛的結構、製作和用途	224
拾捌、佳兵	武器的製造	242

序

細說天工開物

一、天工開物的寫作緣起

《天工開物》是明朝末年崇禎十年，即西元一六三七年所刊印出版的生產科技書，是反映明代社會和科技的一面鏡子。書名的意義雖然不易了解，卻也不難懂。作者自己並未說明，但民初著名的地質學家丁文江曾說：「物生自天，工開於人，曰天工者，兼人與天言之耳。」天工指的是相對於人工的自然力，利用這種自然力量加以創造生產的人工就是開物，與中國傳統科學思想是一致的，以天工為基礎，順應自然而製造出有利用價值的東西，才有人類技術存在的意義。

書的內容都是根據作者在南北各地的實地調查而寫成，具有真實和生動的特色。

作者宋應星曾經作過官，但都不是什麼重要官職。而他編寫這部書的動機，從序文跟每一篇開頭的引言「宋子說」可以看得出來。這本書其實是以當時的統治階級跟知識份子為對象，因為作者前半生在科舉路上歷盡坎坷，從苦讀應考的經歷中體會到當時讀書人只知道埋首四書五經拼命鑽研，富豪貴族對於日常生活的必需品怎麼產生竟然一無所知。飽食終日卻不知道穀物米糧到底從何而來；穿著衣服卻不知道怎麼養蠶取絲、怎麼紡棉成紗再織成布，甚至對於從事生產的老百姓還態度輕蔑，實在是很可恥。有了這種體認，他便下定決心要寫作這部書。

這本書不是專門的技術指導書籍，但卻為當時普遍的傳統生產技術留下了頗為完整的紀錄。

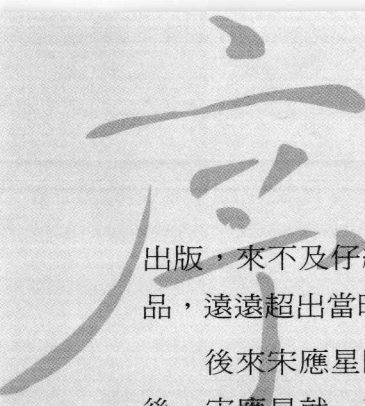
二、宋應星的生平

宋應星出生在一個沒落的官宦之家。曾祖父曾官至御史，因此家族按封建社會慣例受到庇蔭，從此變成望族，但日後卻漸漸家道中落。宋應星雖有四個兄弟，卻僅有他與同母所生的兄長懷有科舉入仕，為他們家這一房出人頭地的願望。在萬曆四十三年中了舉人之後，決定趁機更上一層樓，因此兄弟倆結伴到京城去參加會試。卻事與願違，共參加了五次會試，卻每次都名落孫山，最後一次應試的時候，宋應星已經四十五歲，他哥哥都已經五十四，年紀已過半百了。

最後一次應試落榜後，宋家兩兄弟就不再應考。他們每次從南到北的沿路都看到閹黨魏忠賢專政時官場的各種腐敗現象，官吏魚肉人民，使他們的幻想化為泡影，從此對科舉絕望。一六三四年宋應星擔任家鄉江西附近分宜縣的教諭（督學），而他哥哥也到浙江桐縣去當縣令。桐縣離全國著名養蠶和紡織的中心嘉興、湖州很近，宋應星在探望他哥哥時，應該也順路去這兩個地方探訪過，使他在《天工開物》中對這一帶養蠶業特別注意。

在連續幾次應考時的遠遊，讓宋應星眼界大開，擴充了社會見聞。沿途他在農村和作坊學到不少農業和手工業技術知識、操作過程，寫下不少筆記，為他日後寫《天工開物》做了準備。而且自從他對科舉絕望以後，便決心轉向，研究與國計民生直接關聯的科學技術問題。在教諭任期內，有很多的閒散時間，他便抓緊時機整理資料，從事寫作。除了科技方面，他還寫了一些經濟、政治、哲學方面的作品。

但當時明末社會動盪不安，清兵南下直接威脅京城，闖王李自成也起兵作亂，再加上宋應星此時經濟狀況不佳，因此作品幾乎都匆匆



出版，來不及仔細考證和修飾。但《天工開物》已經是一部優秀的作品，遠遠超出當時參加殿試考生所寫的八股文章。

後來宋應星回到家鄉，他的兄長也辭官歸來，順治二年兄長去世後，宋應星就一直在鄉間過著隱士生活，卒年因為沒有紀錄，僅能大概推測約是康熙初年。他有兩個兒子，但都未參加科舉，他的子孫也都遵守他的遺訓，不參加科舉也不做官。

三、天工開物的內容

這本書雖然是在明代才刊行，但在這些生產紀錄裡，有很多是已經傳承千百年的技術知識，在西學大量湧入中國以前，這是一本綜合當代以及古代傳統科技的科技百科全書。

全書共有十八篇，以下將各篇內容作一個概述，依照次序是：

1. 乃粒—各種糧食的栽培、灌溉與災害
2. 乃服—各種衣料如絲、棉、毛等的培育跟織造
3. 彰施—各式染料生產及染色的技術
4. 粹精—各種糧食的加工
5. 作鹹—各種海、湖、井等鹽類的製造生產
6. 甘嗜—從栽培到製糖的生產技術
7. 陶埏—磚瓦陶瓷的生產
8. 冶鑄—金屬的鑄造技術
9. 舟車—各式船舶、車輛的結構使用與製造
10. 錘鍛—各種鐵質工具的鍛造技術

11. 燔石—各種礦石的介紹及採礦方法
12. 膏液—各種油類的製造
13. 殺青—造紙技術
14. 五金—各種金屬的冶鍊
15. 佳兵—武器及火藥的生產製造
16. 丹青—文書用的顏料、墨的生產過程
17. 麴蘖—釀酒技術
18. 珠玉—各類寶石的採取與加工

這本書蒐集了各種和民生關係密切的輕工業技術知識。從上面內容看來，可以發現關於食品的生產技術描寫最詳細，篇幅也多，佔了最大的份量，共有六篇，約佔全書的三分之一。再來是織物（衣服）有兩篇，兩者加起來差不多有整本書的一半篇幅，可見傳統科技的需求，大多還是以跟民生直接相關者為先。有關於金屬工業的講述也佔了全書約四分之一，表示當時社會因為貨幣通行，生產分工分類詳細，所需要之生產工具也須更精細，因而對金屬器具的需要日益增加。

書中的記敘都以某種技術最發達的地區為對象，比如江西的水稻、蘇杭的絲織、景德鎮的瓷器等，作者必須親身探訪，否則無從寫起，插圖也不是隨便畫就畫得出來。宋應星對民生經濟各領域都有接觸，從東北林區捕貂到兩廣南海採珠，從華東鹽場曬鹽到新疆和闐採玉，中國各地各式生產狀況盡收書中。如此全面的技術著作，是中國有史以來至明代為止所僅見。

四、天工開物在科技著述的價值

《天工開物》主要敘述了中國傳統農業和手工業的技術，無論從用字或內容的敘述來看都是一部道地的中國式科技著作，要討論這部書在科技史上的地位，或許應該先從中國科技的發展看起。

農業和手工業與人們的日常生活有著密切的關係。為了滿足生存的基本要求、要有飯吃、有衣穿、住得舒適，就要從事農業和手工業的活動。而隨著農業、手工業與科學技術的不斷發展，歷代的生產經驗技術和科學成果，每隔一段時間就會做一次總結，古代其實有不少優秀的科技學者和發明家，因此產生優秀科技著作的機會自然是大大提高。

儘管如此，古代典籍中真正跟生產技術有關的著作數量卻不算多。而且在《天工開物》之前，有關手工業方面的著作還比不上農業書籍多。在《天工開物》之前，戰國時代成書的《考工記》算是流傳下來最早的一部綜合性著作，但是裡面內容敘述過於簡略，而且明顯輕視技術的發展，認為成事必須依靠天時地利，《天工開物》則主張自然界與人工的協調。從這點看來，《天工開物》略勝一籌。

把《天工開物》跟與它同時代或更早之前的技術性著作相比較，就會發現在古代科技著作中很少把農業和手工業一起探討的，多半只偏重討論某一個部分或某一項技術，而且講農業的不談手工業、討論手工業的也不會提到農業。宋應星的《天工開物》，從科學技術的角度把農業和手工業中的穀物栽培、農產品加工、農具和水利、紡織與染色、金屬與合金的冶煉鑄造、陶瓷、造車船、火藥與火器、顏料與製墨等十幾大項的技術一起研究，把中國明代以前幾千年來在農業和

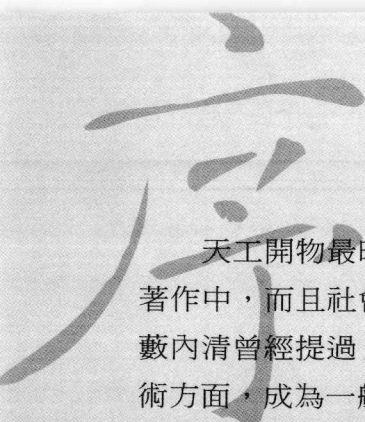
手工業生產方面的經驗加以系統化，變成一個體系。光憑這一點，就已經讓《天工開物》在古代所有科技相關典籍中，排得上前幾名。在它之前，沒有哪一部書這麼廣泛又有條理的把所有生產技術方面的知識放在一起探討；在它之後，直到清末也沒有發現有深度超過《天工開物》的著作出現。

《天工開物》的另外一種價值是，作者在撰寫時完全靠自己的雙腳在全國各地實際訪查，對很多民間的工藝都做了真實的敘述，而且還有依照觀察所得所畫出來的操作圖。當時沒有相機，但這些插圖可以讓讀者知道當時勞動者的形象跟操作的姿態，是《天工開物》的獨特之處。還有，作者宋應星注重時間、空間和比例等數量關係；對於造紙、金屬冶煉等其他典籍缺乏記載或語焉不詳的部分，《天工開物》又填補了這方面的空白，說它是一部「技術百科全書」，也不為過。

五、天工開物對世界科技的影響

《天工開物》問世的時候，西方科學儘管突飛猛進中，但都只在於天文學、數學等基礎理論的領域，在生產技術方面，還只有阿格里格拉的《礦冶全書》能與天工開物互相比擬。《礦冶全書》只講採礦和金屬冶煉，範圍上不及《天工開物》廣泛。

英國近代有名的學者培根曾經想要寫一部「學術的偉大復興」，包含了哲學、自然科學和工藝，其中有一部份內容是「關於工匠學問和實驗的百科全書」，只可惜還來不及完成這部書培根就去世了。在那個時代的世界上，或許也只有宋應星的天工開物具有技術百科全書的水準。所以英國的學者李約瑟把宋應星跟十八世紀法國啟蒙運動的領袖之一，主編《百科全書》的狄德羅相比，稱宋應星為「中國的狄德羅」。



天工開物最晚在十七世紀末時已經傳到日本，被多位學者引用在著作中，而且社會上也出現很多傳抄本，日本專門研究科學史的學者藪內清曾經提過「整個德川時代讀過這部書的人很多，特別是關於技術方面，成為一般學者的優秀參考書。」一九五二年，藪內清教授主持一項計畫，把《天工開物》全文譯成日文，從那時候至今，日譯版的天工開物已經再版多次，仍然持續受到日本學術界的重視。

十九世紀上半葉，法國著名的漢學教授儒蓮把天工開物裡的部分內容譯成法文發表，一度引起轟動，歐洲人驚嘆十七世紀時中國竟有如此精湛的科技著作。儒蓮的文章很快又被轉譯成英文或其他語文發表。可見與宋應星同時代的西方世界也還沒出現出現在規模和水準超過《天工開物》的科技相關著作。由這點來說，在整個世界的科學技術史上，《天工開物》也可以算是一部早期代表作。

六、在中國失傳又從日本傳回中國的原因

《天工開物》在明朝末年的中國，只刊印了兩次，而且刊印的數量很少，不是一本普及的書。後來也只在清朝政府主持編纂的《古今圖書集成》跟農業書籍《授時通考》中被引用過幾次，然後就完全佚失了，連抄本都沒有。從明代以後，中國人幾乎都不知道有《天工開物》這本書，卻反而要學者從日本再把書重新帶回來，這是為什麼呢？

當時社會風氣是不注重技術工業的，「萬般皆下品，唯有讀書高」。手工藝、生產技術是「末技淫巧」，是不重要的；且清朝乾隆皇帝下令編修《四庫全書》時，曾下令各省進貢圖書，說好聽點是編書，事實上是藉機檢查書籍的內容是否有利於清朝政府的言論。果然在《天工開物》中發現「北虜」、「東北夷」等反清的字樣，而且宋應星

的兄長所寫的《方玉堂全集》裡反清的內容更多，被列為禁書。因此《天工開物》沒被收入《四庫全書》裡，後來雖然官書跟民間的著作都曾經引用《天工開物》的內容，但是全本卻慢慢的就此散失了。

《天工開物》傳入日本之後，被大量引用，在日本流行了三百多年，終於在民國初年時，被一位地質學家丁文江從日本帶回來，經過一些曲折，而得以在中國重新問世。

丁文江是北京大學地質研究所的創辦人，民國三年時當他從國外留學回來之後，到雲南去做地質的觀察與研究。在雲南他讀到一本書，裡面大量引用《天工開物》的文字，他覺得寫得非常好，因此回到北京之後，他努力的找這本書。但是在坊間始終沒有所獲。後來丁文江的一位好朋友，也是地質學家的章鴻釗，提起說曾經在日本東京帝國圖書館見過這本書，於是丁文江又想辦法託朋友去抄錄回來。

丁文江拜託的朋友很久都沒有消息，這時有另外一位羅叔醞，算是丁文江的前輩，手邊剛好有從日本帶回來的「菅生堂」版，因此借給丁文江看。丁文江把書另抄副本，連插圖都照相製版了，打算請商務印書館重印，但是因為羅叔醞的那一本被蛀蟲咬的殘缺不全，而且錯字漏字很多，再加上原書文字簡要、術語又多，要花時間理解確實有點難度，因此丁文江出書的動作又減緩了。

民國十五年，章鴻釗從日本回來，又帶回來一部完整的「菅生堂」版，終於可以用來校正羅叔醞那一本的錯誤。但是在丁文江還沒完成之前，已經有個叫陶湘的人依照日本的另一種「尊經閣」版本，和清代的《古今圖書集成》互相比對整理，搶先一步付梓刊印，到此，《天工開物》終於又重新出現在自己的國土上。

乃粒

關於糧食作物的栽培技術



神農氏是傳說中的農業和醫藥的發明者，他嚐遍百草，教人醫療與農耕。

乃粒出自於書經：「烝民乃粒，萬邦作乂。」意思是民眾都有糧食吃，天下才會安定，因此在本書中乃粒指的是穀物。又俗語說：「民以食為天」，因此穀物的種類和糧食作物的生產技術，是非常重要的，堂而皇之的列在第一卷，是原作者宋應星的有意安排。本篇的內容主要是講水稻、小麥的種植、栽培技術以及各種農具、水利灌溉用機械，順便也提到除了主食之外的其他黍、粟、菽（豆類）等副食品。本篇尤其對南方水稻的種植技術有特別詳細的介紹。

乃粒 穀物

宋子說：不管上古時代的神農氏是不是真的有這個人，要是仔細體會這個稱號的涵義，那麼也應該把創始農業的先民稱為「神農」。人沒有辦法只靠自己而能長期生存，要靠五穀來養活。而五穀也沒有辦法自己生長，要靠人來種植。土質經歷了不同時代而發生變化，農作物的種類和特性則會隨著環境而有差別。不然，從神農氏到堯帝的時代，人們用五穀當糧食已經一千多年了，農耕的器具和技術也早就傳遍天下，幾乎沒有人不清楚。為什麼那些後來所栽培出的各式優良品種，還得到后稷的時代才有充分說明？原因就是因為作物和土質的變化啊。