



中國科學技術發明和 科學技術人物論集

生活·讀書·新知三聯書店出版

中國科學技術發明和
科學技術人物論集

李光壁 錢君暉編

生活·讀書·新知
三聯書店

004801

中國科學技術發明和
科學技術人物論集

李光璽 錢君暉編

生活·讀書·新知三聯書店出版

(北京東總布胡同10號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第56號

北京新華印刷廠印刷 新華書店發行

開本787×1092公厘 $\frac{1}{32}$ ·印張11 $\frac{1}{8}$ ·插頁2·字數208,000

1955年12月第1版

1957年2月北京第2次印刷

印數5,501—7,500 定價(7)0.97元

統一書號13002·9

輯 印 題 記

在我們偉大祖國的輝煌燦爛的文化遺產裏，蘊藏着很多的自然科學上的成果，它體現着我們千萬億兆先民的辛勤勞動，它是我們祖先長久以來，克服了無限的艱難困苦，積累起來的生產經驗與科學活動的總結。祖國人民在科學理論和生產技術的各方面都曾貢獻出光榮而珍貴的發明和創造。

毛主席曾指出：“在中華民族的開化史上，有素稱發達的農業和手工業，有許多偉大的思想家、科學家、發明家、政治家、軍事家、文學家和藝術家，有丰富的文化典籍。在很早的時候，中國就有了指南針的發明。還在一千八百年前，已經發明了造紙法。在一千三百年前，已經發明了刻版印刷。在八百年前，更發明了活字印刷。火藥的應用，也在歐洲人之前。所以，中國是世界文明發達最早的國家之一，中國已有了將近四千年的有文字可考的歷史。”（毛澤東選集，第二卷，人民出版社一九五二年第二版，六一六——六一七頁）我們對祖國歷史上這樣豐富的果實，首先應該認清它是世界自然科學史的主要部分之一。它裏面的精華我們應該加以吸取和發揚。

對於我國自然科學史的研究，不僅是為了紀念先民的勞績，也不僅為了更加鞏固我們中華民族愛國主義精神和民族自尊心；更進一步整理我國歷史上的文化遺產，總結我們的祖先在幾千年來所積累起來的農業、醫藥、手工業生產的經驗，可以大大豐富各門有關科學的內容，積極推動我國文化科學事業的發展，同時也是對世界文化事業的巨大貢獻。今天，我國六億人民在革命勝利的基礎上，在黨、政府、毛主席的英明指導下，正在開展社會主義的經濟建設和文化教育建設。放在我國科學工作者們的面前的重要任務之一，就是要進行馬克思主義的自然科學史的研究。

這一本論集收輯了有關我國科學史研究的論文二十篇，其中包括我們祖國人民在科學史上的一些偉大發明和一些生產技術上的優越成就，以及歷史上勞動人民和偉大科學家的一些事蹟。這些發明和成就，不但是科學史上光輝的一頁，而且也豐富了歷史教學中愛國主義教育的內容。這一本論集僅僅是一些同志們對祖國科學史上一部分問題的初步探討的結果，也是我們對這一方面論著輯印的一個開端，我們誠懇盼望着讀者的批評和幫助，並迫切地希望能有更多更好的有關我國科學發展歷史的著作。

編者

一九五五、二、二三

目 次

| | | |
|-------------------------------|-----|-----|
| 紙与印刷術——中國对世界文明的 偉大貢獻 | 周一良 | 1 |
| 中國古代指南針的發明及其与航海 的關係 | 程溯洛 | 21 |
| 火藥的由來及其傳入歐洲的經過 | 馮家昇 | 33 |
| 中國古代冶鉄鼓風爐和水力冶鉄鼓 | | |
| 風爐的發明 | 楊 寬 | 71 |
| 战國時代水利工程的成就 | 楊 寬 | 99 |
| 煉丹術的成長及其西傳 | 馮家昇 | 120 |
| 中國人民对燃料的發現和使用 | 燕 羽 | 143 |
| 中國古代關於植物指示礦藏的記載 | 燕 羽 | 163 |
| 中國水車歷史底發展 | 程溯洛 | 170 |
| 中國古代關於深井鑽掘机械的發明 | 燕 羽 | 186 |
| 銅版和套色版印刷的發明与發展 | 燕義叔 | 205 |
| 中國种植棉花小史 | 程溯洛 | 216 |

論敦煌、吐魯番發現的元朝時代古

維文木刻活字和雕版印刷品與我

國印刷術西傳的關係程溯洛 225

蔡倫與中國造紙術的發明王 明 236

漢代的偉大科學家——張衡李光璧 249
賴家度

我國古代偉大的科學家——祖沖之周清澍 270

宋代卓越的科學家——沈括錢君擘 288

我國紡織家黃道婆對於棉織業的貢獻馮家昇 304

十六世紀的偉大科學家李時珍燕 羽 314

天工開物及其著者宋應星賴家度 338

紙与印刷術——中國对世界文明的偉大貢獻

周 一 夏

三千年以來，中國人民在文學、史學、科學、美術、工藝等方面的成就，到今天還值得誇耀於世界。從技術的創造與發明，更清清楚楚地看出中國勞動人民聰明智慧的結晶。蠶絲、造紙術、印刷術、活字版、瓷器等等，不但造福於我們，而且對全世界人類有貢獻。例如養蠶製絲的方法，大約在三世紀傳入日本，到今天日本人民還享受它的成果；六世紀中傳入東羅馬，歐洲人才逐漸能自己製造素所羨慕的絲織品。中國話的“絲”和“茶”一直保留在西方語彙裏。造紙術八世紀中通過阿拉伯、埃及、西班牙，而傳入歐洲。印刷術也向東西兩個方向傳播。朝鮮接受了活字版術，再發揚光大，創造了銅活字。九世紀以來，中國的瓷器便大量輸出到越南、暹羅、印度尼西亞、菲律賓、錫蘭，以及波斯、敘利亞、埃及等地，甚至於到了非洲的東南海岸；十六世紀時意大利學着仿造，十八世紀以後歐洲人才製造真正的瓷器。這些具體事實告訴我們，中華民族並非“事事不如人”。相反地，過

去我們往往站在前面，在許多方面幫助了別人。只是近一百多年來由於帝國主義的侵略，中國的歷史才充滿黑暗和恥辱。現在中國人民站起來了！我們趕走了帝國主義侵略者，洗清了百年來所受的侮辱，同時也要承繼和重新發揚三千年來的光榮傳統！愛國主義和國際主義本是一件事的兩方面，我們祖先的發明創造都幫助了別國的人民，這也正是我們學習如何把愛國主義和國際主義聯系起來的好資料。

二

中國古代沒有發明紙的時候，用細長的竹片或木片作記錄的工具。這種竹片或木片稱作簡，每根上只能寫一行或兩行字。簡的長短不等，所容字數也不同，最多的大約能寫四十個字，最少的才寫八個字。因此一篇文或一部書必須要把許多根簡連起來湊成，編繫這些簡時用皮或絲。史記裏記載孔子晚年喜歡讀易經，“韋編三絕”。“韋編”便是編繫竹簡的皮帶，因為時常翻動，所以斷了三次。若干簡編在一起後稱爲冊，也寫作策。殷代的甲骨文中已經有冊字，可以知道簡策的辦法很古。戰國以來的習慣是按照書的性質而採用不同長度的簡。主要經典如詩、書、春秋之類用最長的，孝經的簡就短些，論語和諸子書最短。周代又有一種木製的方，也叫作版，可以容納五行到九行，寫八九十字。但方版大都是用來開列名單之類，不用它寫書。漢代木製的牘有寬狹兩種，寬的容五行左右，狹的容兩行。公文信札等都用牘寫。通常寫信的牘一尺長，所以到今天還遺留尺

牘这一名称。

我們試想一想，用这种竹片或木片編綴而成的書籍或公文檔案，翻閱起來固然十分麻煩，攜帶尤其不便。戰國時代有一個學者惠施，旅行的時候，他的書要用五輛車裝載。秦始皇統一天下之後，所有的事無論大小都要自己決定，每天晝夜不息地批閱的公文，要用能够称一石（一百二十斤）的秤來称它。西漢時東方朔寫信給武帝有所建議，總共用了三千根奏牘。管理人民建議的官署派了兩個人來拾他这封信，才能勉强舉起來。这一大堆木簡送到武帝面前，他从上头順次序看下去，看了兩個月才完。儘管漢武帝如何忙，讀一篇三四万字的文章也用不了這樣久。当然是因為三千根奏牘一根根地解下閱讀，又繫起來，所以大費時間了。

在紙未發明以前，也还有一种比笨重的竹木簡為輕便的書寫材料，就是絲製的帛。周末的墨子書裏曾記載古代帝王把有關鬼神的事“書之竹帛，傳遺後世子孫”。可見用帛書寫的办法也很古。晏子春秋韓非子等書中，也都提到“著之於帛”“致理於竹帛”之類的話。漢人著作裏，更常用“竹帛”二字表示記錄。帛是可以展開或捲起的，因此有一卷書的說法。班固漢書裏的藝文志是一部很早的書籍目錄，其中著錄的書或用篇計算，或用卷計算。而用卷計算的不到用篇計算的一半，可知用來寫書的主要材料还是竹簡。很顯然，竹木簡比帛便宜得多，儘管不如帛之輕便，还得使用它。

竹木簡笨重不便，帛雖輕便但太貴，這樣就看出紙的價

值所在了。一般認為公元一〇五年蔡倫試驗製紙成功，把所製造的紙送給皇帝，是中國有紙的開始，這是不完全正確的。蔡倫是中國造紙術的改進者，紙的發明和应用遠在他以前。如同勞動人民其他的創造發明一樣，後代雖然深受其利，但已不能說出誰是創始的人。最早關於紙的記載，可以追溯到公元前二二年。漢書九七下趙皇后傳裏，叙述漢成帝的後宮叫作曹偉能的生了皇子，皇后的妹妹趙昭儀嫉妬她，把她押進宮庭的監獄。並且送來小綠篋，內盛毒藥，派獄丞籍武監視偉能服毒自殺。漢書記載說：“武發篋中，有裏藥二枚赫蹏，書曰：‘告偉能，努力飲此藥！不可復入，汝自知之！’”這兩枚包藥而且寫上字的赫蹏是什麼東西呢？據二世紀末葉應劭的解釋，它是“薄小紙也”。大約這時紙的製造還不太普遍，面積也不能太大，所以用途相當受限制。赫蹏也可以寫成擊蹏、繫纜、憫蹏，字形雖不同，都是一聲之轉，表示同一件東西。赫蹏兩字原不能拆開解釋，三世紀的孟康和六世紀的顧野王誤會赫字的意思，以為指赤色的紙而言，是不對的。但對於赫蹏之應當解釋為紙，却都沒有異議。我們可以肯定地說，距今一千九百六十幾年之前，中國已經有紙了。

到後漢時代，造紙的方法漸漸進步，紙的用途也擴大起來，用它來鈔寫書籍了。范曄後漢書三六賈逵傳記載漢章帝注重儒家學術，尤其喜歡古文尚書和春秋左氏傳。因為賈逵是專家，所以請他到宮裏講解，甚為欣賞。命令賈逵从太學主修春秋公羊傳的學生中，選擇成績好的二十人，教授

他們左氏傳。並且“與簡紙經傳各一通”，就是說，給他寫在竹簡上的和寫在紙上的春秋左氏傳各一部。這是公元七六年的事，在一般認為蔡倫造紙的年代之前二十九年。袁宏後漢紀和帝紀裏記公元一〇二年立鄧皇后。過去的皇后都很奢侈，貢獻必須金銀珍寶。鄧皇后不喜歡這些，於是給她的貢獻每年只是紙墨之類。從這兩段史料，可以看出到一世紀中葉以後，紙漸漸普遍起來。但還與簡策並用，若不是由於保守性，便是它的價錢還不能和竹木簡相比，所以尚充作貢品，只有封建統治階級才能隨意使用這種書寫記錄的材料。

三

我們知道公元前一世紀末年以來已經有了紙，但最初的紙是用什麼原料造成的呢？這兒有很正確很可靠的說明，而這個說明的年代也在公元一〇五年之前。在公元一〇〇年，許慎完成了條理清楚體系分明的中國第一部字典——說文解字。說文糸部有紙字，解說為“絮一箔也。从糸氏聲”。箔字下解說為“激絮簣也”。激字下解說是“於水中擊絮也”。絮字解說為“敝綿也”。養蠶製絲在中國有悠久的歷史。最早的紙便和絲有密切關係，所以糸構成紙字的一部分。漢代還沒有木綿，此處所指即是絲綿。水中擊絮是說把煮過的蠶繭放在水裏，墊在竹製的蓆子(箔)上打擊。這樣打出來好的部分成為絲綿，膿下黏在蓆上的不整部分即是所謂敝綿或惡絮。因為受了搥打，留在蓆上的敝綿往往

黏成薄片，這便是最初的紙了。二世紀末葉的服虔曾說“方絮曰紙”，大約初期由敝綿搥打而成的紙張多裁成方形，面積也不能太大，所以用在包藥這類用途上。紙的發明最初可能是由於勞動婦女們在她們漂絮的時候，發現蓆上黏成的薄片，因而加以利用。後來更進一步，有意識地把惡絮搗爛，仍然用擊絮的蓆子把它撈起來，曬乾便成爲紙。說文所說“絮一箔”正是指這種方法製成的紙，比擊絮的副產品赫蹏（說文寫作絮蹏，排列在紙字後面，表示是一類的東西）已大有進步。這種方法和後代用竹編細簾撈出一層紙漿，再曬成紙的手續基本上已經完全相同。這種作法使得紙張的面積漸大。據劉熙釋名解釋紙字說：“紙砥也，平滑如砥石也。”紙的面積大而平滑，於是到一世紀便可以用來書寫經傳了。

那末，蔡倫在中國造紙術上便沒有貢獻了嗎？不是的。他不是紙的發明者，但是一個很重要的改進者。按照范曄後漢書七八蔡倫本傳和初學記三一紙部、太平御覽六〇五文部二一紙門的記載，他是桂陽（今湖南耒陽郴縣一帶地方）人，“有才學”，曾經作過尚方令。尚方是掌管皇家供奉工業的官府，他對於製造方面有特別的才能，本傳裏說他在公元九七年“監作祕劍及諸器械，莫不精工堅密，爲後世法”。他因爲簡策太重，而裁割縑帛書寫又太貴，都不方便。於是依據製絮紙的方法，而不再倚靠綿絮，改用更便宜易得的材料。“造意用樹膚、麻頭及敝布、魚網以爲紙，元興元年（一〇五年）奏上之。（和）帝善其能，自是莫不從用焉。故

天下咸稱蔡侯紙”。他所改用的材料無一不比綿絮便宜，比綿絮易得。而且直接便可“擣到”，不必經過繁複的打繭漂絮手續。像敝布更是廢物利用。一千多年來，中國製紙的材料大致都是依照蔡倫的辦法加以推廣。我們想到紙在中國在世界上的貢獻，依然不能夠忘記他的！一九四二年秋天，勞榦先生在額濟納河沿岸一個漢代烽燧遺址下，掘出了一張漢代的紙。在這坑位中曾掘出漢簡七十八根，大部分是公元九三年到九五年的兵器簿，還有一根公元九八年的文書。這張紙在坑位的下面，大致說來，當與蔡倫造紙同時。據研究，這張紙是植物纖維造成，紙質粗而厚，簾紋不甚顯著。也許這便是蔡倫試驗用樹皮麻頭之類植物造紙，還未完全成功時的初步出品。

離現在一千三四百年以前，中國已經有很好的對於紙張加工保護和修補的方法，這也是值得我們注意的。五世紀或六世紀時人賈思勰著有齊民要術一書，主要是講農業生產方面的知識，其中一節談到紙的“入潢”——染紙的手續。先把黃蘗（也寫成黃柏，醫書裏說是一種“止消渴，殺蛀蟲”的植物）泡在水裏，浸出純汁。然後把渣滓搗爛來煮，煮過裝入布袋擠出渣中的汁，再取出搗煮。前後搗三次煮兩次，所得的汁和最先泡出的純汁攪合在一起。拿它來染紙，變成黃色，不生蛀蟲。已經寫了字的紙也可以這樣染，但如若干張紙已黏成一卷書，最好過一夏天再染，紙的銜接處才不至脫離。未過夏的書卷，先用熨斗把接縫地方都熨過，然後入潢，也可免脫開。這是關於染紙最早的詳細記載。二世

紀刘熙的釋名裏已經解釋漢字爲“染紙”，當時的手續不得而知，不然染紙以防蛀蟲的辦法也許可以更上溯到一千七百多年前了。我們今天所看到的南北朝隋唐時代的寫本卷子，大都是經過入潢手續的，所以作黃色，而且的確不生蛀蟲。宋以後書籍漸普遍，對於紙張的保護便不再像唐代以前那樣注意。同時紙質漸漸變薄，由卷子本改成蝴蝶裝或今天的線裝，材料和形式都不便入潢了。到十二世紀時，只有佛經採用這種辦法，大約因爲佛經往往還是卷子形式吧。齊民要術裏又講到修補紙張。說用薄似蓮葉的紙來補，可以“纖微相入，殆無際會”，如果不向亮光照着看，簡直覺不出是補了的。又談到如何保存書籍，五月十五日以後，七月二十日以前，必須把書卷攤開晒三次。晒時要在大屋下風涼地方，不能直接在陽光下。書不能在晒得熱的時候捲好收起，那樣更容易生蟲。這一類的話說明我們的祖先不但發明用紙，而且曉得如何保護它，這些辦法直到今天還是中國人民所寶貴所遵守的！

由於中國和西域的交通，從二世紀以後紙便逐漸在新疆一帶流行，到五世紀末幾乎全部中央亞細亞都用紙了。但造紙術再往西傳播，還要等二百五十年。公元七五一年七月間，高仙芝率領唐朝的軍隊和阿拉伯人在怛邏斯打了一仗，唐軍大敗，許多兵士被俘。據阿拉伯的記載，俘虜當中有些造紙工人，於是在薩末韃（今蘇聯烏茲別克共和國的薩馬兒干地方）把造紙術傳授給阿拉伯人。然後由他們帶到埃及、摩洛哥，以至西班牙。在埃及，中國式的紙逐步地

代替了紙草所製的紙。西班牙在十二世紀前半起始造紙，但這種手工業還是掌握在阿拉伯人手裏。到公元一一八九年，法國才出現造紙作坊，是基督教國家建立紙坊最早的記載。歐洲中古時期所用羊皮紙非常昂貴，一部聖經需要三百隻以上的羊皮。只舉這一個例，便可推想中國的造紙術對於他們有多大貢獻了。在東方，中國造紙術傳入朝鮮，朝鮮人民除去用麻、稻稈、桑皮等材料之外，還首創用木棉造紙。他們所製髮箋光潤細膩，內有細紋。一般的朝鮮紙也都以堅厚結實著名。這是中朝文化交流的成果，也是中國人民的光榮。

四

和造紙術有密切關係的我們另一重要文化遺產，便是印刷術。古代用笨重而昂貴的竹帛來記錄固然非常不便，就是發明了紙以後，書籍全靠鈔寫來流行傳播，也是很受限制的。一遇到天災人禍，僅有的若干寫本被毀掉，往往一部書便從此亡失。印刷術發明之後，幾百幾千部同時印成，這種損失才逐漸減少，書籍在空間上的傳播和時間上的延續不知增加了多少倍。試看唐代以前的史料如此缺乏，而宋代以後，由於印刷術的普遍和書籍的大量印行，各方面的資料都豐富起來，就知道印刷術如何重要了。有些學者認為中國的印刷術導源於古代碑刻的搨本和印章封泥，這未免太遠。但是道教徒用木刻成的符印却與後代的雕版很近似。四世紀初葉的道士葛洪所著抱朴子書中，有一篇專講登山

如何配帶符印以避鬼怪和野獸。談到用方二寸的棗木刻符，又說有一種符印寬四寸，刻一百二十字。棗木是後代刊刻書板常用的材料，不過我們還找不到證據，證明四世紀的道士把這種一百多字的符印用朱或墨印在紙上。如果有這種資料，便可以說這是雕板印刷的第一步了。

隋代費長房所著講佛教歷史的書——歷代三寶記裏，記載隋文帝注重佛教，在公元五九三年下詔“廢像遺經，悉令雕撰”。明代以來便有人認為這是指雕板印刷的方法，但語句含混，不能當作確鑿證據。日本所藏附有大業三年題記的印本佛畫，據研究恐是後人偽造，不足為隋代雕板印刷的證據。近年英國發表斯坦因在新疆發現的殘卷（見Asia Major雜誌第一卷第二分冊，承中國科學院考古研究所傅樂煥先生見示），其中有一殘破紙片，上有“……官私……延昌卅四年甲寅……家有惡狗，行人慎之”等殘缺不完的文字兩行。延昌是建都於吐魯番的高昌國的年號，卅四年相當於公元五九四年。據英國人說這兩行字是雕板所印，但是單憑照片不易斷定。文句像是門口或牆上招貼，而且附有年月，似乎沒有雕印許多份的必要。敦煌所發現的早期印本，字體都古拙凝重，毫無流利之感。而這紙片上的字却非常生動秀美，儼如手迹，比起元明時名書手寫刻的書籍還有過之。我想即使六世紀末高昌有了印刷術，雕板的技巧一定還不能精妙到這樣程度，所以不可能是雕板。大約寫時所用筆毛很硬，轉折有稜角，墨色又濃，湮埋日久，因而像是印本了。