

新說

中國古代技術與發明

江曉原 著

中國古代的天象記錄，從收集資料之完整、持續時間之長久兩方面來說，在世界各國歷史文獻中都是獨一無二的，一直受到國際科學史界和科學界的高度重視。

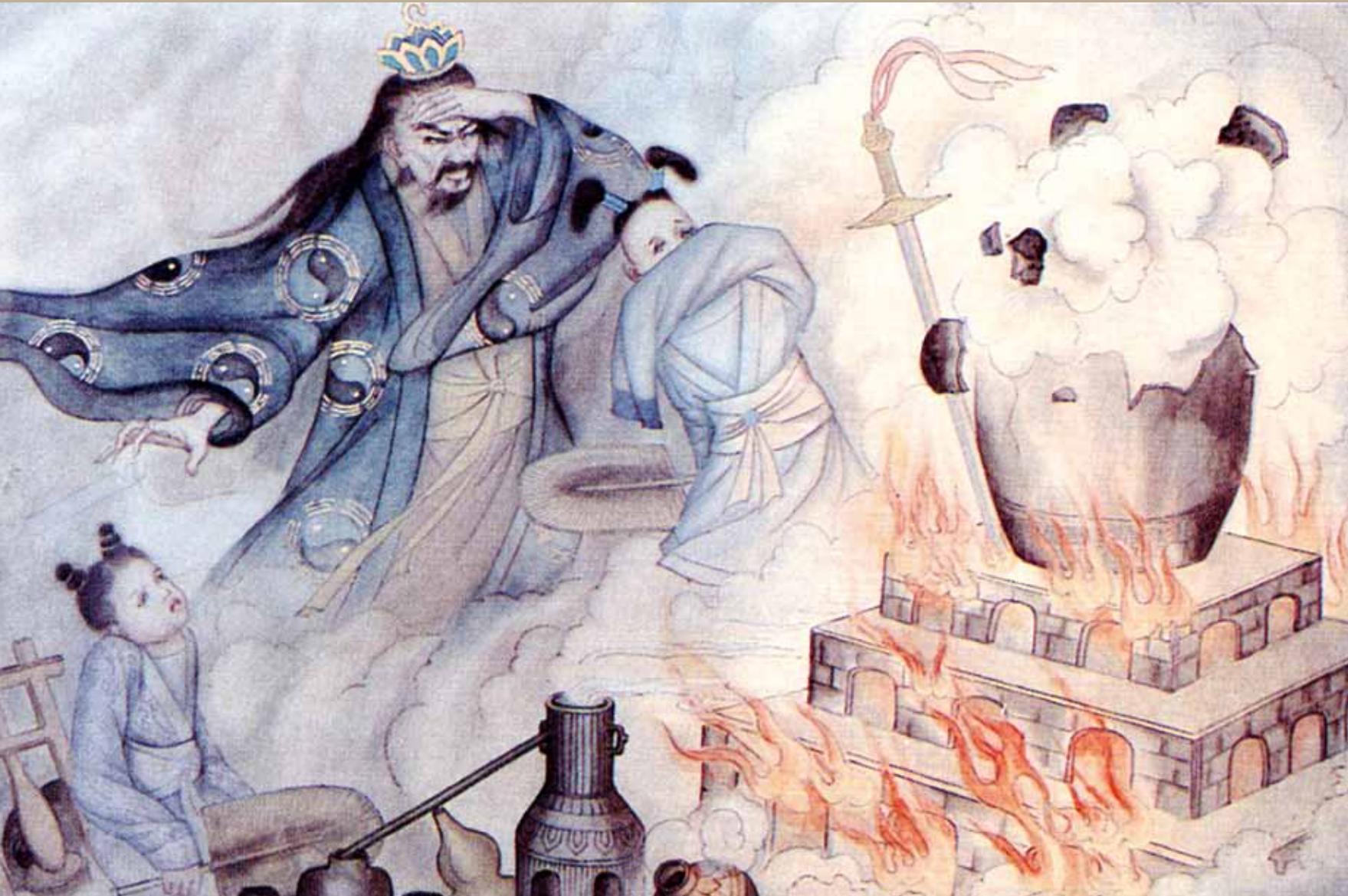
北京古觀象台

位於北京建國門內大街東側。建於明正統七年（1442年），已連續觀測 500 多年。台上安有天體儀、象限儀、地平經儀、地平經緯儀、赤道經緯儀、黃道經緯儀、紀限儀、璣衡撫辰儀等 8 件清代銅鑄的天文儀器。

《周髀算經》之後，構造幾何模型的公理化方法就在古代中國絕響了。特別令人疑惑的是，《周髀算經》的幾何宇宙模型究竟是某種外來影響的結果，還是中國本土科學中某種隨機出現的變異？而且，不論是上述哪一種情形，為何它曇花一現之後就歸於絕響？



星占學孕育了天文學，
煉金術則孕育了化學。



◀ 煉丹爐引爆圖

火藥的發明與煉丹術有密切的關係。古代人煉丹目的主要是為了煉出長生不老的仙藥，使用的原料有硫黃、雄黃、雌黃、硝石、木炭等。在煉製過程中稍有不慎，便會發生爆炸、人們從此得到啟示，並最終發明了火藥。

“同時代的任何歐洲國家，
以致所有歐洲國家聯合起來，
可以說都無法與明代海軍匹敵。”

—— 李約瑟

自1405年（永樂三年）至 1433 年（宣德八年），鄭和先後七次奉命率領龐大的遠洋艦隊出海遠航。艦隊規模達到 240 多艘船艦，船員及官兵 2.7 萬餘人，毫無疑問是當時世界上最強大的艦隊。艦隊白天用指南針導航，夜間則用觀看星斗和水羅盤保持航向。

鄭和航海圖（部分摹繪）

此圖是鄭和第七次下西洋時所用的海圖，繪於明宣宗宣德五年（1430 年）。



古代“天人合一”的觀念：
 人如何與天共處，
 即如何知天之意、
 得天之命，
 如何循天之道、
 邀天之福。

战国楚帛書摹本

◀ 楚帛書

1942年出土，其年代在戰國中晚期，是迄今為止已出土的最早的帛書。四周繪有十二神，形狀怪異，學者認為十二神是十二個月，上面的文字記述著十二個月的宜忌，顯然具有古代曆書的功用。



中國人在雕版印刷術 和活字印刷術上的發明權 都是不可動搖的，

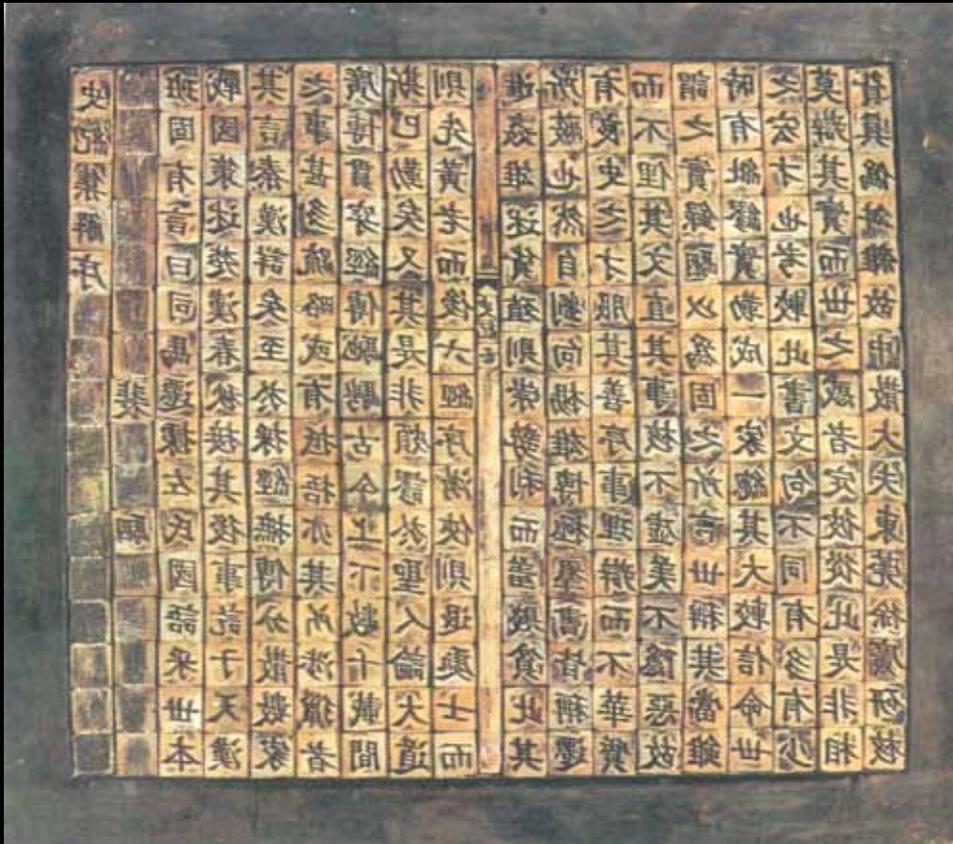
韓國費力多年打造起來的

“發明印刷術”的現代神話，

最終必將成為見證中華文化傳播世界的小插曲

——韓國所引為證據的文獻，

不都是漢文漢字的嗎？



◀ 《史記》泥活字印版

長 43 厘米，寬 37 厘米。北宋仁宗慶曆年間（1041—1048 年），畢昇發明了泥活字印刷術。

目錄

- 導言 中國古代的科學、技術與發明 ▶ 001
- 01 四大發明 ▶ 011
- 02 天學與王權 ▶ 017
- 03 都江堰：古代水利工程的奇跡 ▶ 027
- 04 《黃帝內經》：中醫究竟是甚麼？ ▶ 031
- 05 《周髀算經》：充滿域外天學的中國經典 ▶ 037
- 06 勾股定理 ▶ 051
- 07 造紙 ▶ 055
- 08 中國古代數理天文學：曆法的功能與性質 ▶ 061
- 09 農曆：調和陰陽之法 ▶ 067
- 10 中國煉丹術：永生、黃金和性愛 ▶ 075
- 11 三大奇器及其複製：水運儀象台，候風地動儀，指南車 ▶ 085
- 12 1054 年超新星：中國天學留下的科學遺產 ▶ 091
- 13 火藥及其西傳：究竟是誰將騎士階層炸得粉碎？ ▶ 097
- 14 《營造法式》：古代第一部建築工程官方規範 ▶ 103
- 15 一次同餘式理論與秦九韶 ▶ 107
- 16 活字印刷術及中韓發明權爭奪 ▶ 113
- 17 釣魚城：世界軍事要塞史上的奇跡 ▶ 121
- 18 鄭和下西洋 ▶ 127
- 19 珠算 ▶ 135
- 20 《崇禎曆書》：歐洲天文學在東方的奇遇 ▶ 139
- 21 李約瑟：一個關於中國的不可能忘記的名字 ▶ 149

導言

中國古代的科學、技術與發明

在馬可·波羅來到中國時（元朝初年），甚至更晚些，明朝末年，當意大利人、耶穌會傳教士利瑪竇來到中國時，他們都為中國這個偉大帝國的富庶感到震驚。特別是在中國南方，那些“詩禮簪纓之族，鐘鳴鼎食之家”過著優雅、精緻、奢華的生活，和他們相比，那時歐洲王侯們的生活質量幾乎就像窮人。那麼，中國上層社會的這種生活方式和品質，除了財富和文化之外，還依靠甚麼來支撐呢？

中華民族向來不喜歡侵略和征服，但是數千年間，中華帝國在很多時候一直繁榮強盛。漢朝的大軍曾對匈奴窮追猛打，最終將他們趕往歐洲；大唐帝國如日中天的時候，唐朝的駐軍遠至中亞；即使在南宋半壁江山即將被元蒙帝國征服的前夜，中國軍隊仍然能夠將蒙哥大汗擊斃在永不陷落的軍事要塞釣魚城下。中華帝國的力量，除了財富

和信念之外，還依靠甚麼來支撐呢？

類似的例子，還可以繼續往下舉。

答案是：中國上層社會的這種生活方式和品質，中華帝國的力量，除了財富、文化、信念等等之外，還有一個非常重要的支撐——技術。

科學與技術

有一種流行的說法，認為中國古代的科學技術曾經在世界上遙遙領先。這種說法能否成立，取決於我們如何理解（或者說定義）“科學”和“技術”這兩個概念。

如果我們使用最狹義的“科學”概念，將科學理解為現代的、在西方不過形成了 300 年左右的形態，那麼毋庸置疑，中國古代不存在這樣的科學，因而也就談不到所謂的對西方的“領先”了。

如果我們使用最寬泛的“科學”概念，將人類一切有關自然界的有系統的知識都視為科學，那麼中國古代毫無疑問是有科學的。但即使如此，上面的說法要成立也仍然有困難。因為中國古代的科學發展與西方走的是不同的道路，他們之間無法進行誰“領先”的比較，就像我們無法在一個向東走和一個向南走的人之間進行誰“領先”的比較。

只有當我們將“科學”和“技術”這兩個概念混合成一個概念，即我們經常使用的、極富中國特色的“科技”一詞，此時“中國曾經遙遙領先”的說法才有可能成立。

然而，我們又何必非要讓上面這個說法成立不可呢？

發明與發明權之爭

在中國人的傳統語言中，“發明”本是“使之開朗明暢”、“將某個道理闡述清楚”之意，例如宋玉《風賦》：“發明耳目，寧體使人”，意思是“使人耳目清明”，這與今天通常所說“發明”的意義原本不相干。直到 20 世紀，它才被用來對譯西文中的 invention 一詞。

中國古代確實有四大發明，而且還遠遠不止“四大”——在有些誇大其詞穿鑿附會的書中，有中國的一百大發明，其中竟包括了“蒸汽機原理”、“白蘭地與威士忌”、“血液循環”、“多級火箭”、“催淚彈”和“迫擊炮”！

但是我們不要忘記人類認識世界的局限性和多樣性。另外兩個英國人，Peter James 和 Nick Thorpe，在他們的書《世界古代發明》（*Ancient Inventions*）中，就為讀者描繪了完全不同的圖景。例如，蒸汽機被考證出早在 2000 年前的古希臘就已經有了。而耶魯大學科學史教授、曾擔任國際科學史與科學哲學聯合會主席的 D. Price 的著作中，精密的天文鐘早在古希臘就已經被發明出來，而不是如李約瑟經常說的來自中國的發明。

事實上，幾乎每一項發明都被若干個——有時甚至是一大堆——發明權候選人所包圍。這類發明權之爭，至少已經有了幾個世紀的歷史。當年關於牛頓和萊布尼茲誰先發明微積分的爭論，就使英國和歐洲大陸的學者分成了兩派，結果吃虧的是英國人，因為萊布尼茲所用的分析方法確實更有效，而英國人堅持牛頓所用的幾何方法就使自己落在了潮流後面。可見誰是第一實際上並不重要，重要的是選用最有效的東西。

歷史上曾經有過無數發明，今天更是如此，每天都有很多發明被

完成，很多專利被註冊。但是絕大多數都如同過眼煙雲，轉瞬即逝，並未在物質文明的發展史上留下影響。它們通常不能算是成功的發明。它們所留下的記載、檔案乃至實物，只是給後人提供了考證、研究的題材，使學者們可以寫出一篇篇論文，表明某裝置早在多少多少年前就已經由某國的某人設計出來了，或者某國某人在某年所設計出來的某裝置“實際上已經是”今天的某物了。

上 1000 年中 22 項世界上最重要的發明

回首歷史長河，審視以往 1000 年間的發明活動，自然饒有趣味，但是要評價哪些發明更重要，就大費周章了。這裡牽涉到某些終極的價值判斷，而這不是理性所能統治的領域。因此只能見仁見智，各抒己見。右頁表格是我認為在過去 1000 年中比較重要的 22 項技術性發明。

表中的每項發明都只選擇了一個年代或事件作為表徵，因為我們當然不能在這裡陷入“誰是第一”的筆墨官司。至於那些非技術性的重要發明，未在表中列出，當然絕不意味著它們的重要性比不上表中的各項。

這些入選的發明基本上有一個共同點，即每一項都極大地改變了人類的生活。

紙幣實在是中國人的一大發明，其重要性未必遜於“四大發明”。在這件事情上中國人遙遙領先，應該能夠表明中國人其實有著非常發達的商業頭腦。迄今為止，沒有紙幣的世界仍是難以想像的。

如果要在以往 1000 年中挑選一項最偉大的發明，那也許應該是上表中的第 21 項：電腦。這項發明或許可以和人類發現火的重要性相提

並論——如果不是更重要的話。電腦正在以驚人的速度走進我們的生活，它在未來的世紀中，還將徹底改變我們的生活方式。不過這究竟是禍是福，現在就下結論也許還為時過早。

序號	年代	內容	說明
1	1024	紙幣	北宋“官交子”發行
2	1117	指南針用於航海	北宋人朱或《萍洲可談》中的記載
3	1132	管狀火器	槍炮前身，宋金德安府之戰中陳規採用
4	1455	古登堡印刷《聖經》	真正有實用價值的活字印刷
5	1535	歐洲人首嗜煙草	法國探險家從北美新大陸帶回歐洲
6	1543	人體解剖	尼德蘭醫生維薩留斯《論人體結構》是年出版
7	1610	望遠鏡用於天文觀測	意大利天文學家、物理學家伽利略以此作出了六大發現
8	1656	機械鐘	荷蘭物理學家、天文學家惠更斯造成首座機械擺鐘
9	1826	照相	法國人尼厄普斯拍攝的第一張照片非常模糊
10	1830	鐵路	9月15日通車儀式上撞死一名國會議員
11	1844	電報	莫爾斯電報和電報機
12	1859	石油	具有商業價值的石油
13	1867	炸藥	瑞典化學家諾貝爾的發明
14	1876	電話	英國發明家貝爾的發明
15	1895	電影	法國魯米埃爾兄弟向觀眾播放電影
16	1895	X射線	德國物理學家倫琴的發現
17	1901	無線電	意大利無線電工程師馬可尼的試驗
18	1903	飛機	美國萊特兄弟在北卡羅萊納海灘的飛行
19	1907	塑料	比利時籍化學家貝克蘭的發明
20	1928	青黴素	蘇格蘭醫生亞歷山大·弗萊明的發現
21	1939	電腦	IBM公司的產品
22	1945	原子彈	1945年8月6日在廣島爆炸

並非每種發明都造福人類

煙草本來就是輕度的毒品。此物的流行實非人類之福，如今揮之不去，禁之不絕，天天都在損害著千百萬人的健康。這正是“發明並不都造福人類”的鮮明例證。

這裡我們不得不談談兩項殺人的發明：管狀火器和原子彈。

人們常說管狀火器使戰爭告別了冷兵器時代，人類自相殘殺的效率空前提高了；而原子彈以及隨後氫彈的問世，就使自相殘殺的效率提高到了可以在一瞬間讓所有人一起完蛋的地步。人類在過去 1000 年間既學會了大大改善自己生活條件的方法，卻也急煎煎地將一舉毀滅自身的手段發明了出來，想想豈不是很荒唐？西方那些以“狂人發動核大戰導致人類末日”為主題的幻想作品，正反映了人們在這方面的憂慮。

其實對這兩項殺人技術的威力不宜過分誇大。在廣島爆炸的原子彈直接造成的死亡人數是 8 萬；而史書記載，當年秦將白起在長平之戰中坑殺趙國降卒 40 萬人。這個數字當然很可能有誇大，我們假定它被誇大了 10 倍，那也有 4 萬人——這可是在冷兵器時代！

所以人類自相殘殺的真正威力，不是來自發明，而是來自人類自己心裡。

評價發明的標準隨時代而異

“一切歷史都是當代史”，這句話對於我們評價歷史上的種種發明，同樣有很大的啟發意義。我們今天評價某種發明的重要性，總是受到我們此時置身於其中的當代文化的制約。讓我們來看兩個例子。

1596 年，英國貴族約翰·哈靈頓發明抽水馬桶，這項發明被一些

西方學者列為以往 1000 年中最重要的幾十項發明之一。然而，如果讓中國學者來開列同一時期的重要發明，即使列到 100 項，也絕不會將抽水馬桶算一項——讀者不妨試問自己：要是讓你來開列，你會不會將抽水馬桶算列上去？為甚麼會有這樣明顯的區別？這恐怕就要從各人置身其中的“文化”上去找原因了。

再比如原子彈，我們今天看來，它是一種大規模殺人武器，很難說它可以造福人類。但是，1945 年 8 月 6 日它在廣島爆炸時，它卻是造福人類的——因為它給了日本法西斯最後的重擊，促使它立刻宣告無條件投降。誰也不能否認，日本法西斯肆虐一天，受到侵略的各國人民（還包括日本人民）的災難就要延續一天。

允許“無用”的奇情異想

有些發明，當時看起來只是“毫無用處”的奇情異想，但是後來卻發展成了極其重要的事業。人類的宇航事業就是一個這樣的故事。

這故事的第一個重要角色，是俄國科學家齊奧爾科夫斯基，他 9 歲失聰，從此與書為友，十幾歲就開始探索宇宙航行問題——在當時這類似於科學幻想。他在 1903 年發表了題為《以噴氣裝置探測宇宙空間》的論文，論述航天飛行中使用火箭發動機的理論問題，包括熱傳導、導航設備、空氣摩擦升溫、燃料供應等等。但是他的探索太超前了，在當時很難被充分理解，俄國科學院不承認他的空氣動力學實驗結果的價值，他的金屬飛艇模型也在 1914 年聖彼得堡的空氣動力學學術會議上遭到冷遇。即使是 1921 年蘇聯“人民委員會”授予他終身年金時，他的理論的巨大價值仍然遠遠未被人們發現。

人類航天故事的第二個重要角色，或當數美國的戈達德，他比齊

奧爾科夫斯基晚出生 20 年。戈達德從小就夢想從事偉大的發明，1898 年在《波士頓郵報》上連載的太空幻想小說《世界大戰》極大地刺激了他的想像力，不久他就開始夢想製造太空飛行器。1926 年 3 月 16 日，他終於成功進行了世界上第一次液體火箭發動機的飛行試驗——其實火箭只是短暫地飛離了地面，很快就掉下來了。但是不管戈達德的這枚火箭是多麼簡陋，飛行時間是多麼短暫，幾十年後如火如荼的航天事業所依賴的火箭技術，卻都認他為鼻祖。

在當時看起來毫無用處的發明，後來可能被證明是極其偉大的成就。宇宙航行只是一個例子，愛因斯坦的 $E=mc^2$ 也是同樣的例子：誰也不知道，根據這個公式所確立的理論，40 年後可以造出原子彈，後來為和平目的可以建造核電站。

所以政府必須讓一部分學者有良好的條件安心研究，不要以“毫無用處”的理由去指責他們，不要以急功近利的任務去催促他們——即使他們討論的問題是“一個針尖上可以站幾個天使”、“天堂的玫瑰有沒有刺”也應該容忍。當年希臘化時代的亞歷山大城、歐洲中世紀和文藝復興時期的修道院和大學、巴格達的阿拔斯王朝、開羅的法蒂瑪王朝、中亞的伊兒汗王朝和帖木兒王朝 都曾供養過許多博學之士，讓他們思考問題、研究學問，這是一種深厚的傳統。

本書的目的

無論我們使用哪一種“科學”概念，都無法否認這樣一個事實——中國古代在技術上有著非常高的成就。

本書的目的，就是介紹中國古代的技術和發明成就。

不過，和常見的同類讀物不同，本書遵循如下兩個原則：

一、絕不牽強附會。有些讀物（包括某些西方人撰寫的讀物）為了給中國人爭光，經常言過其實，穿鑿附會，將現代世界的許許多多技術成就都說成是中國人發明的。這種想法其實是錯誤的，這種做法也是有害的——因為我們不可能將民族自尊心和民族自信心建立在任何虛假陳述的基礎上。而且，我們熱愛祖國，也不是因為祖國曾經富強或現在富強才熱愛她的——難道一個不富強的祖國你就不熱愛她嗎？

二、不求面面俱到。在這本小書中，我並不打算給讀者上中國科學技術史的專業課程，我想做的是，將中國古代技術發明中那些獨特的、激動人心的、趣味盎然的項目介紹給讀者，而且這些項目還必須是已經基本上考證清楚、能夠言之成理的。

根據這兩個原則，我選取了 21 個小專題。通過這些專題，能夠對中國古代的技術和發明成就獲得一個鳥瞰式的印象，同時也可能因此而引發對某些技術或發明進一步了解和研究的興趣。如果發生了這樣的興趣，當然就可以去閱讀更完備更詳細的文獻。

21 個專題的順序，則大體按照時間先後排列，這樣也就順便形成了一個大致的歷史線索，這對於了解中國的歷史和文明也是有益的。

附： 中國科學技術史深入閱讀簡要推薦書目

李約瑟原著，柯林·羅南改編：《中華科學文明史》（全 5 冊），江曉原策劃，上海交通大學科學史系譯，上海人民出版社，2001 - 2003。

杜石然等編著：《中國科學技術史稿》（全 2 冊），科學出版社，1982。

盧家錫總主編：《中國科學技術史》（全 28 卷），科學出版社，1998 - 2008。

江曉原主編：《科學史十五講》，北京大學出版社，2006。

江曉原、鈕衛星著：《中國天學史》，上海人民出版社，2006。

吳文俊主編：《中國數學史大系》（全 11 冊），北京師範大學出版社，1998 - 2000。

戴念祖等著：《中國物理學史》（全 2 冊），廣西教育出版社，2006。

江曉原

二〇〇九年八月二十八日
於上海交通大學科學史系



01 四大發明

關於中國古代的“四大發明”，近年漸成爭議題目，這是中國社會和中國人思想觀念開放進步的表現，應該歡迎。由此導致對原“四大發明”的重新審視，乃至提出新的“四大發明”候選項目，也有多方面的意義。在中央電視台 2006 年的國慶特別節目中，筆者曾提過一個“新四大發明”選項。此後，其他人士也提出過別的選項。

對於大家熟悉的中國古代“四大發明”，有“挺”和“批”兩派。就給人的感覺而言，似乎是“批”的一派較佔上風。主要是因為“挺”派義憤有餘而思想武器不足，基本停留在幾條陳舊的辯護理由上，到了今天還這樣就不容易得到廣泛同情了。而“批”派言辭激烈，立場鮮明，自然更容易聳動視聽。

既然如此，不如讓我們心平氣和，將此問題的前世今生稍加梳

理，再看看“批”的依據何在，最後看我們可以有甚麼新的思路。

“四大發明”的定型版本

從爭論中所挖掘出的線索來看，關於中國古代“四大發明”之說的演變和成型，依次有如下三個重要人物：弗朗西斯·培根（Francis Bacon, 1561 - 1626 年）、卡爾·馬克思（Karl Heinrich Marx, 1818 - 1883 年）、李約瑟（Joseph Terence Montgomery Needham, 1900 - 1995 年）。

培根曾倡言古代“三大發明”：印刷術、火藥、指南針，並且從文學、軍事和航海活動三方面闡述這些發明的重要意義，說它們“使世界產生了不計其數的變革，以至於沒有任何帝國、教派、個人對人類事務產生如此重大的影響力”。不過在《新工具》中他認為，這三大發明“它們的起源模糊不清”，並未將之歸於中國。

後來馬克思基本上沿用了培根的說法，認為“火藥、指南針、印刷術——這是預告資產階級社會到來的三大發明。火藥把騎士階層炸得粉碎，指南針打開了世界市場並建立了殖民地，而印刷術則變成了新教的工具，總的來說變成了科學復興的手段，變成對精神發展創造必要前提的最強大的槓桿。”不過他也沒有說這三大發明是中國的。馬克思甚至認為“中國根本就沒有科學和哲學”。

儘管在馬克思和李約瑟之間還有來華傳教士艾約瑟（Joseph Edkins, 1823 - 1905 年），他最先在上述三大發明中加入造紙術，但真正確立“四大發明”之說，並明確將它們歸於中國的，被認為是李約瑟。由於李約瑟在中國媒體和公眾中的知名度，“四大發明”之說由此深入人心。

“四大發明”定型的版本是：火藥、指南針、造紙術、活字印刷術。

“批”派

對上述“四大發明”之說提出異議的“批”派，主要的理由如下：

關於火藥，“批”派強調，要區分“黑火藥”和“黃火藥”兩個體系。近現代軍事和工業上廣泛使用的都是“黃火藥”（即“黃色炸藥”），故培根所說的對世界歷史的影響應該落實在“黃火藥”體系。而中國古代所發明的是“黑火藥”，他們甚至認為西方人比中國人更早掌握了“黑火藥”的正確配比，所以否認火藥是中國人最先發明的。

關於指南針，“批”派要求區分“水羅盤”和“旱羅盤”，“旱羅盤”被認為是西方人發明的，而“水羅盤”的技術細節，現在仍存在爭議。至於更早的“司南”，既無古代實物留存，現代仿製品也未能如古書中所描述的那樣順利運行。所以“批”派認為中國古代至多只是“發現”了磁現象，根本談不上“發明”了指南針。

關於造紙術，“批”派問道：古代埃及的紙莎草紙（Papyrus）算不算紙？——那比中國東漢的蔡倫造紙還要早約 3000 年。確實，如果我們堅持要將西漢的“灑橋紙”算作紙（因為這可以提前中國造紙的年代），那古埃及的紙莎草紙顯然更應該算紙。因為紙莎草紙留下了無數色彩豔麗的書法和繪畫作品，而“灑橋紙”只是出土過一些碎片而已，“其中最大的一片長寬各約 10 厘米”，那些碎片上絕大部分沒有任何文字或圖案。

關於活字印刷術，是最授人以柄的一項。因為想要和古登堡

1439年發明的活字印刷術比先後，就強調沈括《夢溪筆談》卷十八“技藝”中所記北宋慶曆年間（1041 - 1048年）布衣畢昇發明的泥活字印刷術，但這樣就無法正視如下的事實——在畢昇發明活字印刷術之後將近1000年間，中國的絕大部分書籍仍然是雕版印刷的。所以“批”派斷言畢昇的泥活字印刷術“是一種失敗的發明”，確實也相當能夠言之成理。其實在“四大發明”的這一項上，如果改為“印刷術”，就可以用“雕版印刷術”來抵擋“批”派的攻擊，處境就會好多了。

總的來說，上述對中國“四大發明”的批評意見，雖然不是完全沒有道理，但也並非都能站得住腳（參見本書相關各篇）。

“挺”派

歸納了“批”派的理由之後，我們當然要轉而來為“挺”派想一想。

筆者2006年在央視國慶特別節目中曾提出“新四大發明”：雕版印刷、天文學上的赤道式裝置、十進制計數法、中醫中藥。當時的想法，是既強調這些發明對中國文化的影響，也適當照顧這些發明出現的年代在世界上的領先地位。

雕版印刷是中國古代最重要的印刷方法，也是最重要的知識傳遞方法，承載著中華文明的延續。天文學上的赤道式裝置，中國人比歐洲人早1500年就已經開始使用了。十進制計數法是中國人傳統記數的方法，從它被發明的那一刻就已經與今天的國際接軌。中醫中藥是一種獨特的醫療體系，幾千年來一直呵護著中國人的健康。

2008年，中國科技館新館推出由國家文物局和中國科協聯合主辦

的《奇跡天工——中國古代發明創造文物展》，該展重新定義了新的“四大發明”為：絲綢、青銅、瓷器、造紙印刷。這代表了新的思路：將每項都寬泛化，比如以“造紙印刷”取代了“造紙術”和“活字印刷術”，而新出現的絲綢、青銅、瓷器三項，都是範圍比較廣、技術含量比較高的工藝，這顯然是針對“批”派指責原“四大發明”缺乏技術含量而作出的改進。

“新四大發明”選項

如果我們考慮這樣三個原則：

1. 要對中國文明或中國人生活有著廣泛影響；
2. 要盡量保證在世界上有著盡可能大的發明優先權（不一定要絕對“世界最早”）；
3. 要有足夠的科學技術含量。

那麼比較可取的“新四大發明”選項如下：

絲綢、中醫藥、雕版印刷、十進制計數。

還可以有一個“新四大發明B組”備選：

陶瓷、珠算、交子（紙幣）、農曆（陰陽合曆）。



02 天學與王權

天學（天文星占之學）在中國古代具有極為特殊的地位，它同時又是深入理解中國傳統文化的關鍵“密碼”之一。

歷代官史中有特殊的“天學三志”

在司馬遷的時代，乃至此前很久，數學、冶金、紡織、建築、農藝、物理等等，許多知識都已高度發達，有的還與國計民生大有直接關係，如冶金、建築等，但司馬遷卻獨獨厚愛於天學——在《史記》的“八書”中，上面這麼多學問都完全沒有位置，天學卻獨佔了兩書以上的篇幅，堪稱一花獨放。

更令人大為費解的是，司馬遷的做法竟成為此後 2000 年間歷代官史的傳統模式。以《漢書》為例，與《史記》“八書”相當的部分是“十

志”，茲將兩者列出比較如下，先後各按兩書原有順序：

禮書	律曆志
樂書	禮樂志
律書	刑法志
曆書	食貨志
天官書	郊祀志
封禪書	天文志
河渠書	五行志
平準書	地理志
	溝洫志
	藝文志

其中《律曆志》為《律書》與《曆書》的合併，《禮樂志》為《禮書》與《樂書》的合併，《食貨志》約略相當於《平準書》，《郊祀志》相當於《封禪書》，《天文志》即《天官書》，《溝洫志》即《河渠書》。此外《刑法志》、《五行志》、《地理志》、《藝文志》四志為《漢書》新增。《刑法志》與《藝文志》內容甚明，此處可勿論。《地理志》基本上相當於今日人文地理學內容。值得注意者為《五行志》，這是專講災異、祥瑞的文獻，其基本理論則仍是賞善罰惡的天人感應——政治昏暗則見災異，政治修明則呈祥瑞。其中還包括大量與星占學有關的內容，大體也屬於古人天學範疇之內。此後各史中，《天文志》、《律曆志》、《五行志》三志總是被置於志書之首，可稱為“天學三志”。

二十五史中，十八史有志，此十八史之各志，雖與《漢書》十志不盡相同，但前面所提到的諸如數學、物理、冶金、紡織、建築、農藝，以及醫學、煉丹術等等，在各志中都完全沒有位置，唯有“天學三志”獨領風騷，且常居於各志之首。

天學在上古政務中的特殊地位

《尚書》是儒家基本經典之一，今天大體可視之為上古政治文件或其轉述、改編本的彙編。《尚書》第一部分為《虞書》，《虞書》第一篇為《堯典》。從《堯典》正文看，是記錄了帝堯時期的為政之要，及堯指示安排關於考察、培養接班人舜的一些事務。《堯典》全文不過440字，其中關於天學事務竟佔用了172字，而且第一段又都是抽象的讚頌，第二段關於天學事務卻非常詳細具體。一篇《堯典》，給人的印象似乎是：帝堯的政績，最主要、最突出的就是他安排天學事務。這不是很奇怪嗎？

再進一步考慮，如果《堯典》是因帝堯將禪位於舜而作，那麼在這樣重要的一份文件裡，“正經事”為何反而不提？最高統治者要實行交接班了，國家大事，千頭萬緒，內政外交、軍事經濟等等，《堯典》幾乎都絕口不提，卻大談如何安排天學事務，這在現代人看來，不是太荒唐了嗎？

又如《史記》卷一《五帝本紀》載帝舜之攝政云：“於是帝堯老，命舜攝行天子之政，以觀天命。舜乃在璿璣玉衡，以齊七政。”這段話是據《尚書·舜典》改寫的。舜的第一項“政績”又是天學事務“在璿璣玉衡，以齊七政”，而且還直接與“天命”有關。

上面這些現象，都需要一個合理的解釋。

天學在古代知識體系中的特殊地位

《呂氏春秋》可以看作是一部“準百科全書”式的著作，在這部“備天地萬物古今之事”的著作中，天學的地位十分奇特。全書之前十二卷，即所謂十二紀，其中所論大體不出政治、倫理和哲學範疇，但是

每紀之首章，卻都是關於天象、時令之說。這一套說法在戰國至秦漢之際極為盛行，《呂氏春秋》十二紀之首章，與《禮記·月令》、《淮南子·時則訓》大同小異，此外《大戴禮·夏小正》、《管子·幼官》，以及長沙子彈庫楚帛書丙篇，乃至雲夢睡虎地秦簡《日書》中的有關部分，也都是同類性質的文獻。這些文獻又是天學在古代政務中佔有特殊地位的另一方面表現。

而在《淮南子》的知識系統中，完全沒有今天意義上的“科學技術”各科的地位，但唯獨天學一門，常居於非常顯赫的地位。如果將古代中國天學看成與現代意義上的物理學、化學等等同樣性質的天文學，則古代中國人之如此偏愛這門對日常物質生活幾乎毫無功利可言的學問，不是太奇怪了嗎？而且這一來，這門學問在古代中國知識系統中就會成為一個極明顯的例外，完全無法與整個系統相協調了。

在《藝文類聚》、《玉海》、《古今圖書集成》三部類書中，天學都位於各部目之首，這並非巧合，現今所見的古代綜合性類書，全都把“天部”列於首位。古人固然喜歡因循舊例，似乎其間並無深意，但當初開創此例，總應有其原因。這與《天文志》常居於正史各志之首，顯然是同一原因。這一原因，在上古時，本是大人君子們素所深知的。

皇家天學機構的特殊地位

天學家與天學機構在古代中國社會中的特殊地位，首先表現在：天學機構是政府的一個部門，供職於其中的天學家是政府官員，由他們組成政府的一部分。這與帝王令其他方術之士供奉內廷，性質完全不同。後者有時雖然也被加以官爵，但他們絕不構成政府機關的一部分，也不能廁身於正式官員之列。

天學家之為朝廷命官，在古代中國淵源甚早。《尚書·堯典》中即有帝堯任命天學官員的記載，反映了天學家在上古時即為朝廷重要命官。進一步的證據可見於《周禮》一書。《周禮·春官宗伯》所載之各種職官中，至少有如下六種明顯與天學事務有關：“大宗伯”、“占夢”、“眡祲”、“大史”、“馮相氏”、“保章氏”，表明古時確有天學官員、天學機構。而《周禮》所述官制，曾對後世政府機關之構成，產生過重大影響。

《周禮》六官之制，已基本包括了古代中國社會中央政府的結構，其中春官宗伯所轄各官，即為後世之禮部。2000年間，天學機構也一直在禮部領導之下。至魏、晉以降，太史成為天學機構的專職負責人，而相當於《周禮》中眡祲、馮相氏、保章氏的職官，則成為太史的下屬官員。太史所領導的天學機構，其名稱屢有變動，如太史監、太史局、司天台、司天監、天文院、太史院等，至明、清時，乃定名欽天監。

太史令的品級只在三、五品之間，但因為他是天意的解釋者與傳達者，天人之際的大奧秘他能夠洞曉，儼如帝師，故在某些政治上的重要關頭，五品的太史令之言，可能比一品大員的話更有份量。有時，一些著名天學家深得帝王寵信，他們另任高官，並不擔任天學機構中的官職，但是他們在天學事務中的發言權，遠遠超過太史令之類的天學官員。

“天人感應”與“天命”觀念

在中國傳統文化中，“天人合一”是一個含蘊極廣的概念。就廣義而言，“天”被用來指整個自然界。這個自然界，或者說天，在

古代中國人心目中，並非像近代科學的“客觀性假定”那樣是無意志、無情感、可認識、可改造的客體，而是一個有意志、有情感、無法徹底認識、只能順應其“道”與之和睦共處的龐大神秘活物。這或許就是一些現代中外學者所盛稱的古代中國人的“有機自然觀”。所有天人合一與天人感應的大道理，最終都可歸結為一點：人如何與天共處，即如何知天之意、得天之命，如何循天之道、邀天之福。

在古代中國人心目中，天是人格化的，這與有機自然觀正相吻合。既有天命與天意，則天為人格化自不待言。但天命、天意都是統治階級中人講求之事，而人格化的天則探入古代中國各階層人士心中，連普通老百姓也不例外。

天命的觀念，為儒家政治理論中的重要組成部分。天命有三點性質：

- 一、天命可知，例如周的天命由成王定鼎時占卜而知。
- 二、天命會改變，即所謂“天祚明德，有所底止”。
- 三、天命歸於“有德”者：夏、商、周三代遞膺天命，轉移之機，即在於有德與暴虐。

“通天者王”的政治觀念

中國古代的靈台是窺星察氣、占卜吉凶之所，也即專職通天巫覡仰測天意、交通天人的神聖壇場，有著重大的象徵意義。

董仲舒《春秋繁露》卷十一“王道通三”中說：“古之造文者，三畫而連其中，謂之王。三畫者，天、地與人也；而連其中者，通其道也。取天、地與人之中以為貫而參通之，非王者孰能當是？”如視此

為造字之說，似有穿鑿附會之嫌（也未必全無道理），但董仲舒所依據的觀念，實為上古政治思想之要義所在。“通其道”即交通天地人神，能夠交通天地人神的人方能為王。

古代的靈台（亦即後來皇家天學機構專用的觀象台）、明堂及同類建築，所象徵的整套天學事務，就是最為重要的通天手段。通天者之所以能夠由此獲取統治資格，是因為他們“先知先覺”，因為他們所通之天是知識的源泉。那麼他們依靠怎樣的機制來成為先知先覺者呢？上天的知識又怎樣體現呢？答案既簡單又明顯：靠天學。各種星占著作中的大量占辭，就是上天所傳示的知識，其中有著關於戰爭勝負、王位安危、年成豐歉、水旱災害——幾乎一切古代軍國大事的預言。

曆法以及與此有關的各種數術歸根結底也有著同樣的性質和功能。掌握著星占曆法等奧秘的巫覡——重、黎、羲和、巫咸以及作為他們後任的古代天學家——就是先知先覺者，他們服務於某帝王，就使該帝王獲得了統治的資格和權利。帝堯的政績為何僅有任命天學官員一項，帝舜攝政之初為何別的事全不管，先去“在璿璣玉衡，以齊七政”，原因就在於此。

天學與王權之關係

天學在早期為王權成立之必要條件，晚期逐漸演變為王權之象徵。

掌握通天手段是獲取統治權的必要條件，而天學是各種通天手段中最直接、最重要者，所以企圖奪取統治權的人必須先設法掌握通天手段以便享有天命，之後方能確立其王權。那麼，靠甚麼方式向世人昭示某人已獲得天命，並且得到世人的確認呢？這就要靠星占學家發

現和指出天——包括整個自然界——呈現的一些徵兆並加以解釋。這些徵兆及其對應的解釋正是古代星占學著作中的重要內容。

在這些徵兆中，狹義的天象（即古人所說的“天文”）自然佔據最突出的位置。歷史上最受稱頌的天命轉移、改朝換代之事是武王伐紂，周人又是歷史上最早系統地大講天命的集團，因此古籍中記載的關於武王伐紂時的天象也最多。這些天象未必都是後人附會編造的，其中可能有不少是周朝太史們鄭重其事地記載下來而流傳後世的。

歷代為何會有“私習天文”之厲禁

在中國古代的很長時間裡，對廣大公眾而言，天學是一門被嚴厲禁錮的學問——對於民間私藏、私習天學書籍，歷朝頒佈過許多嚴厲的禁令。“私習天文”是嚴重的罪行，告密揭發者可得“賞錢十萬”。這些關於“私習天文”的禁令有一個隱伏的規律，下面列出的是七次著名禁令頒發的年代：

泰始三年（267年），西晉開國後3年。

永徽二年（651年），唐開國後33年。

太平興國二年（977年），北宋開國後17年。

景德元年（1004年），北宋開國後44年。

至元二十一年（1284年），元滅宋後5年。

洪武六年（1373年），明開國後6年。

明朝初年。

不難發現，七條禁令都是在新王朝開國之後不久頒發的，這一現象並非偶然。

天學既為通天手段，這一手段的壟斷又與王權密不可分——在上

古曾是王權的來源，至後世成為王權的象徵，因此，每至改朝換代之際，新崛起者自然要“窺竊神器”，另搞自己的通天事務，以打破舊朝對此的壟斷，從而牟取新的政治權威。當四方逐鹿之時，必有私習天學者應時而起，挾其術各投效有意問鼎之新主。這些人對舊朝而言固然是罪犯，在新朝則成為“佐命功臣”。所以歷史上諸開國雄主身邊，常有此類人物為之服務，較著名者，如吳範之於孫權、張賓之於楊堅、李淳風之於李世民、劉基之於朱元璋，等等。

然而青史留名，主要限於成功者，成則為王，敗則為寇，失敗者——其數量遠較成功者為多——身邊，同樣會有此類人物。於是，舊朝所力圖壟斷的通天之學，遂經歷一段擴散過程。至新朝打下江山之後，天下一統，自然又轉而步舊朝後塵，盡力保持本朝專制壟斷之特權。各朝開國之初常要嚴申私習天學之禁，其根本原因即在於此。

因此可以說，在古代中國，天學對於謀求統治權者而言為急務，對於已獲統治權者而言為禁嚮。這在中國漫長的古代社會歷史上一直如此，只不過在早期可能表現得更直接、更明顯一些。



03 都江堰： 古代水利工程的奇跡

世界水資源利用的典範

公元前 256 年，秦國蜀郡太守李冰及其子，率眾建成大型水利工程都江堰，引水灌溉成都平原，四川被稱為“天府之國”，李冰父子居功至偉，誠所謂“功在當代，利在千秋”。2000 多年過去，都江堰至今仍發揮著巨大效益。因這一水利工程歷史悠久，規模宏大，佈局合理，運行有效，且與環境和諧結合，從歷史和科學兩方面看都具有獨特價值，故都江堰名列全國重點文物保護單位，並於 2000 年聯合國世界遺產委員會第 24 屆大會上被確定為世界文化遺產。

都江堰坐落於四川省都江堰市城西，位於成都平原西部的岷江上。是全世界迄今為止唯一留存的以無壩引水為特徵的宏大水利工程。都江堰水利工程由魚嘴分水堤、飛沙堰溢洪道、寶瓶口引水口三

大主體工程，以及百丈堤、人字堤等附屬工程構成，科學地解決了江水自動分流、自動排沙、控制進水流量等問題。2000 多年來，一直發揮著防洪灌溉作用。據 1998 年的統計，都江堰灌溉範圍達 40 餘縣，灌溉面積達到 66 萬餘公頃。

都江堰水利工程堪稱世界水資源利用的典範，現代水利專家對它的科學水平驚歎不止。比如飛沙堰，平時可引水灌溉，洪水來臨則可以排水入外江，且有排砂石作用，其設計被認為是巧妙運用了迴旋流理論。又如分水魚嘴，建在岷江中，強行將江水分為兩路：一路順江而下，另一路被迫流入寶瓶口。由於內江窄而深，外江寬而淺，於是當枯水季節水位較低時，大部分江水流入河床低的內江，保證成都平原的水源；若當洪水來臨，則水位升高，於是大部分江水從江面較寬的外江排走，這種自動調節內外江水量的設計，即所謂“四六分水”。李冰父子當年“深淘灘、低作堰”，“乘勢利導、因時制宜”，“遇灣截角、逢正抽心”等治水方略，現代在對都江堰工程進行維護時仍遵循不變。

令人驚奇的是，2008 年 5 月 12 日，四川汶川縣發生八級大地震，都江堰是距震中最近的地區之一，但未發現都江堰水利工程受損的跡象。據震後親臨都江堰考察的建築史專家報告稱：當地現代建築絕大多數倒塌損毀，而 2200 多年前建造的都江堰竟安然無恙，實在令人歎為觀止。

對李冰主持建造都江堰的質疑

關於李冰主持建造都江堰的傳統說法，也有質疑。質疑者主要基於對古代文獻的解讀和辨析。例如，《史記》說李冰“鑿離碓，辟沫

水之害”，質疑者認為“沫水”是大渡河的古稱，而不是指古代一般稱為“江”的岷江。又如《華陽國志》記載，古蜀國的開明“決玉壘山以除水害”，與《水經註》中“江水又東別為沱，開明之所鑿也”相應證，似乎開明在李冰之前就開鑿了寶瓶口這一切都江堰的關鍵工程。不過寶瓶口所處的山脈晚到唐朝時才開始使用“玉壘山”這一名稱，故成書於西漢的《華陽國志》所指之玉壘山當在別處。

這些質疑基本上屬於細枝末節，最多只是對李冰父子是否擁有都江堰水利工程“設計專利”的質疑，用於談資或花絮固無不可，但對這一工程本身的價值沒有任何影響。

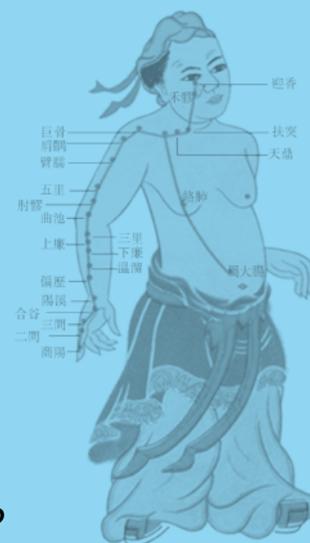
中華民族智慧的見證

都江堰已修建 2200 餘年，至今仍能夠發揮巨大作用，固然令人驚歎，但是也不能忽視歷代官員、工程技術人員和民眾對這一工程的長期維護。如果沒有這樣的維護，都江堰不可能持續造福成都平原。

從秦代開始，都江堰一直以竹籠盛裝卵石結合木樁構築。元朝時四川肅政謙訪使吉當普首次引入當時最先進的鐵石材料，以錨鐵漿砌條石結構代替傳統的竹籠卵石簡易結構，對“岸善崩者，密築江石以護之”，又鑄造了 1.6 萬斤的鐵龜代替魚嘴，是都江堰歷史上的重大革新。明清兩朝先後 4 次採用鐵石結構大修都江堰樞紐。嘉靖二十九年（1550 年），水利僉事施千祥以漿砌條石灌注鐵水固定的方法重修堰體堤壩，並且以 7 萬斤生鐵鑄造了鐵牛魚嘴。光緒三年（1877 年），四川總督丁寶楨又以鐵石結構改造了堰體和堤壩。1936 年，四川省水利局局長張沅主持都江堰大修，重新設計魚嘴，採用了巨型條石構築及混凝土技術，這次修建非常成功，奠定了現代魚嘴的基礎（1974 年因

修築外江節制閘被拆除)。

中華人民共和國成立後，都江堰工程的各個關鍵部位都以混凝土進行加固和保護。最重要的變化，是都江堰原有的自動分水系統逐漸被人工控制的水閘所代替。現在都江堰水利工程與古代相比，雖然已有很大不同，但無論如何，它仍然是建立在 2200 多年前的基礎之上的，繼續見證著中華民族的高度智慧。



04 《黃帝內經》： 中醫究竟是甚麼？

中醫文獻的第一號經典

《黃帝內經》一向被視為現存中醫文獻中的第一號經典，被認為是中醫最基礎的理論體系，它的地位幾如百川之源，至高無上。

《黃帝內經》是上古至秦漢之際中華醫學經驗和成就的總結彙編，是一部集大成之作。它的出現，標誌著中華醫學理論體系基本框架的形成。此後中華醫學就在它的基礎上發展，歷代醫家在理論和實踐方面的創新建樹，絕大多數與《黃帝內經》有著密切的淵源。

現存《黃帝內經》的文本，包括《素問》和《靈樞》兩部分，各分為 9 卷，兩個部分各 81 篇，在形式上非常規整。學術界通常認為，此書現今的文本非一人一時一地之作，其中的主要部分大致形成於戰國至漢代。