

西方科學發展的軌跡

歷史是人類生活的記載，其範圍的浩瀚，內容的繁雜，絕非一般人所能勝任去研究的；且社會上的一切是層層相關的，政治、經濟、藝術、科學……等等都不是獨立的變項，而是依變項，例如雷射的發明被應用在舞臺上，是科學與藝術的結合；因此我們無法將它們完全分開來獨立研究。

因此研究科學史也就不光是看看科學的進展而已，其政治背景、經濟背景、心理因素等等都應該在研究的範圍之內；但是誠如以上所說的，這是一項鉅大的工作，李約瑟以一生的工夫來研究中國科學史，而如今我們想要以這短短的幾千字來剖析西方的科學實在是不可能的。

在這裏我們有興趣的是看看西方科學的發展究竟有那些地方和中國不同；西方科學是顯性的發展，而中國的則是隱性的發展，筆者僅想描述客觀的事實，至於比較二者的優劣則是不必要的工作。

以下僅就幾個重要的時代來加以探討：

- 一、希臘文明
- 二、基督教文明
- 三、文藝復興
- 四十七、十八世紀
- 五十九世紀

文明的建立

首先我們看看一個文明包含有那些因素。文明是增進文化創造的社會秩序。它包含了四大因素：

- 一、經濟的供應
 - 二、政治的組織
 - 三、倫理的傳統
 - 四、智識與藝術的追求
- 從這四個因素我們不難想像出中西文明發展分歧的端倪。

科學的起源

科學起源於何？沒有人可以給予一個確切的答案。可能最有直接關係的是農業；例如，幾何是一種丈量土地的方法；而為了便利農作物與季節的計算就必須藉助觀察星辰，或為了製造日曆，於是而有了天文學，貿易發展了算術；時間的計算可能是從天文學上開始，它是藉天體的移動來換算。工業的技藝則奠定了物理與化學的基礎。

醫學是一門經驗之學，最原始的醫學籠罩在神秘的氣氛之下；對純樸的初民來說，疾病是身體被外來的一種力量或精靈所控制。甚至到如今癲癇症還被許多人認為是一種著魔。

希臘文明

以下我們開始進入正題。關於希臘文明我們分為幾方面來探討：

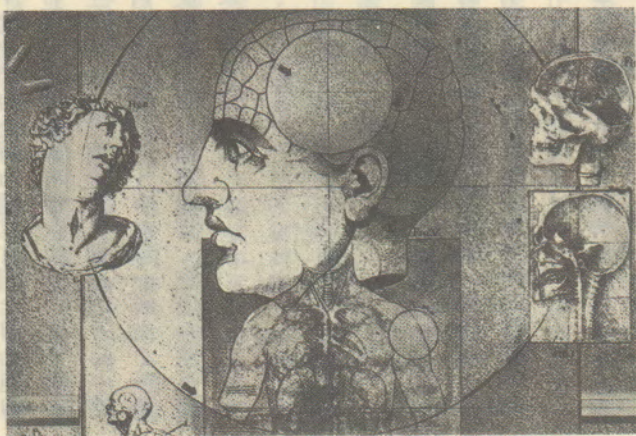
一、哲學與科學：純科學在公元前第五世紀的希臘仍然是哲學的附屬品，從事科學研究發展的人是哲學家。對於希臘人，較高深的數學不是實用而是推理的工具，在建構一個抽象的知識世界，而不在征服現實的自然環境。

在這裏以有名的哲學家柏拉圖為例：柏拉圖很喜歡數學。他將其哲學深深融入數學之中，並使其「學院」以數學為主，更幾乎使西那庫斯成為數學的天下。但是對他來說，算術是一套神秘的數字理論；幾何學也不是大地測量的工具而是純理性的訓練，通往「上帝」心靈的途徑。

二、科學的多向性：在整個希臘文明的科學史中，其發展是多元性的。如芝諾克拉蒂（Xenocrates）曾著幾何學的演進；

狄奧佛拉斯塔（Theophrastus）寫了物理學史；當然，阿基米德原理是衆所皆知的；希巴克斯經由克勞夫·托勒密建立了一套天文學；厄拉托西尼測量了地球並繪製了地圖；亞里斯多德曾為動物做分類工作；而希羅菲勒及伊拉西塔則研究醫學。

希臘時代發展出來的思考模式，深深地影響着現代人們。



三、推展狀況：希臘哲學於公元前第四世紀極為昌盛，而科學則於公元前第三世紀發展至巔峯狀態。君主們對於科學上的探討工作能夠接受並且更有幫助。如：亞歷山大曾用大隊駱駝載運許多巴比倫天文學的板書（tablets），送往亞洲海岸的希臘城市，而這些書立刻被翻譯成希臘文；托勒密王朝曾建立博物館以獎勵高深的研究，並收集了地中海諸種文化的科學與文學書籍存入大圖書中。阿基米德做研究得到了海厄洛二世的贊助。

此時由於各邦邊界的消失及共同語言的建立，書本以及概念的交流，形而上學的枯竭，亞歷山大城、羅德斯、安提俄克、帕加蒙、西那庫斯等地商人階級的產生，各級學校、圖書館的增多，配合了財富、工業及王室的鼓勵，使得科學呈現一片欣欣向榮的景象。

四、思考模式：如果希臘文明現在對我們似乎比伏爾泰以前的任何世紀都要更為親近及「現代化」，那是因為希臘人之喜愛理性（reason）一如其喜愛形式之甚；他們曾依自然的條件去解釋自然界，把科學從神學中解放出來，以及科學研究的獨立發展，這些都是希臘人心智上任性冒險的一部份。

希臘科學本身係希臘哲學的孩子——產自對傳奇的魯莽挑戰以及愛好探究的青年心理，這也就是在許多世紀中將科學與哲學聯合在一起的力量。希臘人認為世界是一個有秩序的宇宙，所以應該是可以理解的。

這階段影響後世最深遠的該算是亞里斯多德，一直到十六世紀仍有所謂亞里斯多德學派的興起。亞里斯多德認為感官是智識唯一的泉源。哲學上所謂的全稱命題是一般化的理念，並非與生俱來的，而是在觀察同類事物後形成者；全稱命題是觀念，而非事物本身。他極肯定的立下一條矛盾對立的原則做為一切邏輯的公理：「在同一關係之中，某屬性不可能既屬於某物又同時不屬於某物。」他揭發了詭辯家誘使我們去犯的那些思想上的謬誤。他

批評先於他的那些哲學家，說他們的全稱命題或有關全稱命題的理論是憑空杜撰而來的，並非對周遭事物有耐性的觀察與實驗。他理想中的演繹推論法是三段論法——三個命題合成一組，其中第三個命題（結論）必定隨前兩個（大前提、小前提）而來；不過他也認為，爲了避免以未決定之問題爲論據起見，三段論法應該先有廣泛之歸納，以求其大前提成爲可能。

基督教文明

毫無疑問的，這一階段我們可以稱它爲科學史上的「黑暗時代」。這裏我們所有興趣的是爲什麼這階段的科學一蹶不振，從兒再和上下文比照當可很明顯的看出對科學發展有決定性影響的一個因素。

在中古的西方，其科學哲學是成長在諸如神話、傳奇、奇蹟、兆兆、神童、妖魔、占星、預言、魔術以及巫術等等迷信的氣氛中；而教會則奮力抵抗這些異端思想，按照罪狀的等級而加以懲罰，這是由異端裁判所來執行；我們可以這麼說，教會和異端裁判所是十三世紀歐洲科學環境的一部份，也由於這樣，一些新的科學發現只要有違聖經，一律被視爲異端，由此對科學的戕害實在是無可言喻。

另外由於在教會的統治下，篤信上帝的存在，認爲宇宙完全在上帝的控制之下了，一切現象視之爲必然，所以就驅使了才智之士去研究法律和神學，同時它也是處在一個幾乎所有人都相信宇宙、人類起源、本性和命運等主要問題都已解決的時代。科學自然無從發展。

文藝復興

文藝復興是西方史上最重要的一個階段，在文學、藝術等方面的成就是空前的，即使對科學亦有重大的影響。

一、文藝復興的意義：文藝復興擁有雙重意義，第一是再生：此時有些學者致力於古老的文化，使得古典（希臘、羅馬）文化再度顯現。第二是新生：這時代也有一些新思想的產生，而帶起了一股與古典文化截然不同的新文化。

。視重和持支了得贏始開學科然自，興復藝文



二、文藝復興的成就：文藝復興的成就有下列四方面：

- 1、新思想
- 2、新藝術
- 3、新科學
- 4、方言之學

這時代科學的發展是多方面的，有天文學、物理學、醫學等等各方面的成就，但是最重要的是在科學方法方面，培根發明了歸納法以補演繹法的不足，而笛卡兒強調實驗的重要性。自從培根和笛卡兒提出科學研究的新方法之後，歐洲自然科學的進步日新月異；而這些自然科學的成就一方面造成了工業革命，一方面

引起了啟蒙運動。

三、法蘭西斯·培根：培根是這時代的一個極重要的人物，不但在科學方法的更新，更由於他的大方提倡科學，使得科學一日千里。

亞里斯多德的邏輯學的主要模式是演繹法，其理想型式是三段論法。培根認為老的理則學，由於強調理論的思想，而非著重於實際的觀察，頓使科學停滯不前。因此他的新工具一書便極力建議一個新的思想組織與體系——經過經驗與實驗方法來作自然的歸納。

培根在一個皇家的計劃書中他提出事業的詳細計劃：第一、他試圖對既存或可期望的科學作一新的分類，劃分它們的研究問題及領域。這項工作他在其著作「學問的進步」中業已完成，此書在一六二二年加以翻譯和增補於知識的成長一書中。第二、他將檢驗當時邏輯學的缺失，尋找遠較亞里斯多德的邏輯論文——理則學——對人類理性的更完美利用；培根在一六二〇年的著作新工具一書中完成此項工作。第三、他將開始一個「宇宙現象」，包括天文學、物理學、生物學的自然史研究。第四、他將在一個「智慧的階梯」中，依其新方法對科學的研究作一展示。第五、他將努力尋求「新哲學的先驅」。第六、他將開始從科學的追索，詳細說明哲學的將被發展與證明。

四、社會環境：當時由於商業和工業的迅速擴張，迫使科學隨同發展。文藝復興時期，柏拉圖學派及藝術家的壓力並無法與經濟的興隆相調配；心理程序的發展便會考慮到事實與數量的問題，以及理論與觀念的問題；意大利人文主義所強調的古代文學和藝術界的光榮史跡，使人們稍微重視當代的實際需要。人類必須以帶競爭性的準備與速度來考慮和計劃，測度與設計各種事物；他們要求觀察和記錄的工具；要求利用對數、解析幾何、微積分、機械學、顯微鏡、望遠鏡、統計方法、航海指引、天文學設

備等科學方法來處理事務。而致使當時整個西歐的社會生存均致力於追求這些需要。

另一方面由於有有力人士的提倡；例如培根憑著他的傑出成就，不但竭盡心智支持自然研究，而且也為自然研究帶來了聲望，因此，自然研究開始贏得了支持和重視。

還有就是當時研究自然已成一股潮流；十六世紀有一派自然哲學家，如德國尼可拉斯等，他們把自然當做純粹對象來研究。他們一致深究宇宙的形式和本質、物理世界的真象、地球和其他星球的關係。

最後是教育方面：幾乎所有大學都要求老師和學生信仰官方宗教，而私立學院在學習和研究不受檢查的情況下興盛起來，尤其以科學方面為甚。一六〇三年 Federico Cesi Montebello的女侯爵，在羅馬建立了 Lincean 學院，伽利略在一六一一年加入該校陣容。它的學校組織章程就其目標提出了如下的界說：

Lincean 學院要求它的成員是渴求真知識、願意致力於研究自然的哲學家。

十七、十八世紀

拿全部歷史來講，十七世紀是科學史上成就最高的時期之一，從培根叫人為促進學問而奮鬥，和笛卡兒使代數和幾何結合；從望遠鏡、顯微鏡、氣壓計、溫度計等儀器和數學，從克卜勒的行星定律，伽利略、哈維、波義耳、海更斯、虎克等，終成為萊布尼茲的微積分和牛頓的宇宙論。懷德海說現代人「是在十七世紀的天才們所積聚供應的思想資本上討生活。」

在這個時代發生的最重要的一件事是工業革命。工業革命首先發生在英國，我們首先感到興趣的是工業革命為何首先在英國發生，其原因大致如下：

一、英國是最早鼓勵創造發明的國家；英國很早就制定了專利法，保障發明人的權益；而且英國在十七世紀初（約一六二〇年左右）成立了皇家學會，對於科學的發展有莫大的貢獻。

二、英國在擊敗西班牙無敵艦隊之後開始稱霸海上，七年之戰更使海上貿易幾乎全為英國所壟斷，因其鞏固了海上的霸權，並藉此霸權獲得了供給原料及所需產品的海外殖民地。殖民地及海外貿易為英國工業提供了十八世紀無可匹敵的國外市場；單是與北美殖民地之間的貿易，就僱用了一千零七十八艘船隻及兩萬九千名船員。

三、因為上述情況為英國工業產品提供了日漸擴大的市場；而廣泛的商業貿易利潤所積聚的資本正尋求新的投資方向；因為英國允許其貴族們利用其所擁有的財富從事工商業；另一方面由於畜牧迅速的取代了農耕，迫使農民離開自己的土地來到都市，以致增加了工廠所需的人力資源。

接下來我們想要探討的是工業革命的結果與影響。工業革命所造成的影響是全面性的，但是為了不偏離主題，在這裏僅提出幾點與科學有關聯的：

一、由於發明與機器的繁多而形成了工業本身的轉變。

二、科學的刺激、應用及普及。起初受到鼓勵重視的是實用科學的研究，但是純粹科學的研究也導致極廣大的實用價值，所以抽象的研究工作也得到經費補助，因此科學變成了現代生活的顯著特徵，就像宗教曾為中古世紀的特徵情形一樣。

三、既然繼續發展中的工業革命需要工人及經理雙方不斷地

接受更高深的教育，新的階級以幾乎從未夢想過的大規模方式資助學校、圖書館以及大學。其目的是要培養技術方面的才智，而其副產品却是物質知識的空前擴展。

最後附帶一提的是，施諾把「科學革命」與「工業革命」有意地區別開來。工業革命是指人類文明發生於十八世紀中葉至十九世紀初葉，機器逐漸在廣泛適用，從而改變了社會經濟的生活面貌，並且農業人口大量轉向工業人口的基本變遷的一種歷程。他所謂的「科學革命」，則是相當於「第二次工業革命」，以及「技術革命」或「工業化後期革命」，是比較狹義地意指科學直接地、並且有系統地應用到工業化運動的一種科學與技術的整合運動而言。

十九世紀及以後

這時的科學已經是一日千里了，而挑起這重擔的則是大學，因此以下僅就大學作一簡略的探討：

幾個世紀以來，大學的理想和性格一直在變，一直到十九世紀，牛津學者紐曼寫了「大學的理念」一書，才給大學系統性地刻劃出一個明確的



紐曼為大學教育提出一個地方性的教育理想。

目標。紐曼認為大學是一個提供博雅教育 (liberal education)，培育紳士的地方，這裏的紳士乃指通達而有修養與識見的文化人，此一教育理想影響英國教育甚鉅。

十九世紀末，大學的性格開始巨大的形變。這一改變始於德國。由洪博德 (Vom Humboldt) 及阿爾托夫 (Althoff) 等人的提出，柏林大學首先徹底改制，擺脫中古的學術傳統，標舉大學的新理念：就是以大學為「研究中心」，教師的首要任務是自由地從事於「創造性的學問」。

美國大學的先驅者佛蘭斯納 (A. F. F. F. F.) 在大學一書中系統性的闡揚德國大學的新理念，他在該書第一篇就標舉出「現代大學的理念」，他以為大學必須是一有機體。德國哲人耶士培認為真正的大學必須具有三個組成：一是學術性的教學，二是科學與學術性的研究，三是創造性的文化生活；耶士培特別強調大學是一個知識性的社會，故他極力主張把「技術」引進大學，並以為技術應在大學佔一中心的地位。

因此，科學逐漸在大學裏形成了一股強勢的壓力，壓迫著其他方面的學科。一方面由於大學裏科學學科的興起，一方面大學已成為「知識工業」的重地；學術與市場已經結合，大學成為社會的「服務站」，所以科學的蓬勃發展也帶動了社會的進步，而社會的利潤又回饋到大學裏面，如此循環，生生不息，



耶士培特別強調大學是
一個知識性的社會。

終使社會進步的呈現了一日千里的景象。

終曲

西方科學所走的路和中國科學所走的路完全不同，它們的思考模式不同，它們的社會背景迥異，太多太多的因素夾雜其中，終使這兩者各自走向自己的路。至於那些地方的差異則請讀者自行判斷，歷史是無定論的，因此筆者也不願意在這裏下結論。

筆者學疏才淺，因此寫這篇文章時在選取資料方面，難免會因個人主觀而有斷章取義之疑，讀者讀完後亦可能有隔鞋搔癢之感；無論如何，希望讀者若有寶貴的意見，還請不吝惠賜。最後，我所希望的是

曲終 人不散

參考資料

1. 世界文明史——幼獅翻譯中心編譯
2. 大學的理念
3. 科學與人文的價值
4. 培根傳