



中華全國科學技術普及協會主編

尼在近代科學上的貢獻

竺可楨

一九五三年・北京



哥白尼在近代科學上的貢獻

竺可楨

中華全國科學技術普及協會出版

一九五三年・北京

出版編號：093

哥白尼在近代科學上的貢獻

著 者： 竺 可 楨

責任編輯： 莫 奎

出 版 者： 中華全國科學技術普及協會
(北京文津街三號)

總 經 售： 新 華 書 店

印 刷 者： 北 京 市 印 刷 一 廠

1—10,500 一九五三年九月北京第一版

定價：1,200元 一九五三年九月北京第一次印刷



哥白尼在弗隆堡修道院的樓角上觀測天文。

CAB35/19

一八五九年我國的李善蘭和英國的亞烈偉力合譯的「談天」，正確地給我國讀者介紹了哥白尼的地動說。圖為譯書四冊中的第一冊。





華沙波蘭科學院門
前哥白尼的銅像。



二次大戰中，被法
西斯德寇毀壞後的波
蘭科學院遺跡。



波蘭解放後，重新
建立起來的波蘭科學
院及哥白尼銅像。

今年五月二十四日是偉大的波蘭天文學家尼古拉·哥白尼逝世四百一十周年紀念。經世界和平理事會的號召，全世界的進步人類普遍紀念哥白尼一生的事業，和他在人類歷史上反封建、反迷信、反唯心主義的功蹟。他在黑暗的封建的中世紀末，首舉近代科學的旗幟，勇敢地向統治歐洲一千多年的「神權」挑戰，從觀測所得的事實出發，建立了地動學說（地球和其他行星都繞太陽轉動的學說），根本上動搖了盤據多年根深蒂固的亞里士多德和托勒密的天動學說（以地球為宇宙中心，太陽、月亮、恒星都繞地球轉動的學說）。我們要了解哥白尼在近代科學上的貢獻，首先要認識他所處的時代。

哥白尼的時代

哥白尼生於一四七三年，死於一五四三年，是歐洲中

世紀末的一位科學家。歐洲的中世紀長達一千多年，和我國的二千多年的封建統治相當，是一個漫長的、黑暗的、生產力發展遲緩的時代，科學因此也沒有什麼發展。當時，「知識」掌握在僧侶的手裏，而僧侶們的「知識」，不過用來證明「上帝存在」，或者證明聖經上的話是永恒的真理。沒有人敢於從事實出發，懷疑這些教條的正確性。

但中世紀到了末期，由於貿易，特別是十字軍東征以後西方和東方貿易的發達，工商業逐漸有了很大的開展，經營工商業的市民階級（近代資產階級的前身）也日益壯大了。恩格斯這樣地敘述了中世紀末期的社會情況：「一個由中世紀的市民所創立的工業生產與商業之更高得無限的發展；一方面，生產更加完備、更加多樣化、更加規模宏大，以及商業之更加興盛，航海……更加無限的大胆；另一方面，還有大量的發明以及東方發明的輸入，它們不僅使希臘文學底輸入與傳佈、海上探險、市民宗教改革首先成為可能，並且使他們的活動進程完全不同而更加迅速。」（引自恩格斯「辯證法與自然科學」第十三頁）。

這個時代是新舊交替的時代，是封建統治衰落，資本主義興起的時代，這個時代的一百年內的變化，要遠比中世紀一千年的變化還要深刻還要大。我們祇要看十五世紀中到十六世紀初的幾十年內的一些事件，就可以知道當時社會變化的劇烈了。

爲了找尋東西方之間的海上航路，一四九二年哥倫布發現新大陸，一四九七年達·伽馬繞道好望角到了印度，一五一九——一五二二年麥哲倫繞南美洲到菲律賓，死於途中，他的同伴環繞地球一週。短短卅年的時間內，就如恩格斯所說：打破了舊世界底界限，真正發現了地球，奠定了以後的世界貿易及從手工業過渡到工場手工業的基礎。教會內部也發生叛亂，一五一七年馬丁·路德燒燬教皇的詔書，建立了新教——基督教。中國發明的紙張在九世紀已由阿剌伯傳入歐洲，但到了這個時候才廣佈歐洲，一三九〇年德國有了第一個造紙廠，一四四六年在荷蘭有了第一個活字印刷廠。很好的印本代替了中世紀的手抄羊皮書，才能使文化從僧侶手中普及到人民中去。十三世紀後半期歐洲已經有了自鳴鐘，到了十五世紀末葉，由於計時的需要，就有了靈便的懷錶，也在十五世紀末葉，打使用的放彈銃也有了。

在這樣一個轉變的時代，科學也在生產的基礎上迅速發展起來。恩格斯說：「如果在中世紀底漫長黑夜之後，科學以夢想不到的力量突然重新興起，並且以神奇的速度發展起來，那末我們之有這個奇蹟也是歸功於生產，第一，從十字軍東征以後，工業巨大地發展起來，並且產生了很多力學上的（紡織、鐘錶製造、水磨）化學上的（染色、冶金、釀酒）以及物理學上（透鏡製造）新事實，這事

實不但提供了大量的觀察材料，而且自身也給與了與已往完全不同的實驗手段，使新式儀器底製造成爲可能，可以說這時候才第一次可能有真正的系統的實驗科學。第二，即使意大利由於自己舊有的文明還佔着領導地位，而整個的西歐與中歐（包括波蘭在內）這時候却在相互聯系中發展起來了。第三，地理上的發現——純粹爲了營利，因而歸根結蒂是爲了生產而進行的——又在氣象學、動物學、植物學、生理學（人體生理學）方面展示了無數的直到那時不能得到的材料。第四，印刷術發現了。」（引自恩格斯「辯證法與自然科學」的第二頁。）

在人類面前展開了新的偉大的時代，哥白尼就是這個偉大時代的巨人之一。和他同時的有發現新大陸的哥倫布（一四四六——一五〇六），藝術家兼科學家達·文西（一四一二——一五〇九），彫刻家米開朗奇羅（一四七五——一五六四），畫家拉斐爾（一四八三——一五二〇），政治家兼科學家湯姆士謨耳（一四七八——一五三五）。這個時代和死氣沉沉的中世紀是截然不同的，像恩格斯所說的：「是一個人類前所未有的最偉大的進步的革命，這是一個需要和產生巨人的時代，需要和產生思考力上、熱情上與性格上、在多才多藝上與廣博學識上的巨人時代」。那時候差不多沒有一個著名人物不會作過長途的旅行，不會說四五種語言，不在許多部門馳放光采。達·

文西就不僅是個偉大的畫家，並且是一個偉大的數學家、力學家和工程師，他在物理學的各個不同的部門中都有重要的發現。恩格斯又說：「那時的英雄們還未成為分工的奴隸，分工之限制人的、使人片面化的影響，在他們的後繼者那裏我們是常常看得到的。但他們的特徵是他們幾乎全都在時代運動中與實際鬥爭中生活着和活動着，參加政黨進行鬥爭，一些人用筆和舌，一些人用劍，而許多人則兩者並用。因此有了使他們成為完人的性格之完滿與堅強。」（引自恩格斯「自然辯證法導言」）

哥白尼就是這樣的巨人之一。

哥白尼的生平

尼古拉·哥白尼於一四七三年二月十九日生於波蘭維斯杜拉河旁的托耳城。哥白尼十歲的時候，死了父親，寄養在他的舅父家。他的舅父是天主教主教，但又是具有人文主義的思想——新興的資產階級思想，反封建而主張思想自由的前進份子。十八歲時哥白尼到了波蘭從前的首都——克拉科。當時的波蘭處於文藝復興文化生活最繁榮的時期，克拉科也成為當時歐洲文化中心之一。新興的資產階級思想家、科學家、藝術家和有教養的商人等都集中在那裏；科學和文化的活動中心是克拉科大學。哥白尼就進了這個大學學藝術和數學。這所大學是一三六四年波蘭

王國的卡齊米爾茲王創立的，是歐洲最老的大學之一。一四九五年，在他二十三歲時，去到當時歐洲的工商業中心也是藝術科學中心的意大利，進波倫尼大學學神學和天文，後來又轉入巴都大學學醫，弗拉耳大學學習法律和神學。在意大利先後留學九年，他的學習內容很廣博，但對他最有興趣的還是天文學。

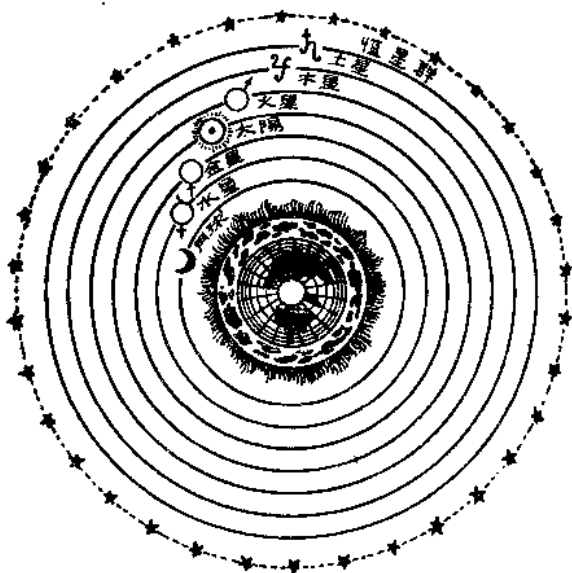
哥白尼回到波蘭以後，便在他舅父所在的華米亞教區的弗隆堡修道院當神甫，一五一六年他兼任華米亞教區莊園的管理者。當時波蘭的敵人條頓騎士團發行許多劣幣，造成波蘭市場的混亂，他寫了有名的造幣論文，第一個提出劣幣淘汰良幣的理論。而當條頓騎士團侵入華米亞時，所有的神甫都逃跑了，他領導了奧希金城人民，打退了敵人的侵略。他熟悉拉丁文和希臘文，研究過拉丁和希臘的詩。並且他是個畫家，還替自己畫過像（自畫像見封面）。他製過華米亞的地圖，又建築了華米亞各城市的自來水。他是一個名醫，教區以外的人都常來請教。他又是出色的數學家，他的「天體運行」的附錄裏，還發表過球面三角的論文。

和這個時代的巨人一樣，他是一個多才多藝的人，是一位全面發展的天才，但祇有天文學才是他最重要的事業。他在弗隆堡修道院的角樓上，自己佈置了一個簡單的天文台，他在工作最忙碌的時候，也沒有停止他的天文觀測工作（圖見封裏），他爲了天文學獻出了一生的充沛的精

力，終於有了世界歷史意義的發現。

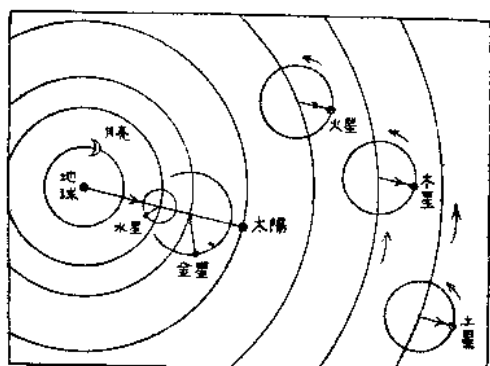
哥白尼的地動學說

當時歐洲人的宇宙觀是亞里士多德和托勒密的宇宙觀。亞里士多德是古代偉大的哲學家，托勒密是古代的傑出的天文學家，他們對科學思想的發展有很大的貢獻，但他們的宇宙觀是錯誤的。這種宇宙觀一般地統以地球為宇宙中心，地球不自轉也不公轉，太陽、月亮及所有行星恆星，都繞地球而轉動，成為九重天。如圖所示：最近的一



亞里士多德以地球為中心的天文系統圖

重天是月球，其次爲水星、金星、太陽、火星、木星、土星等星。再其次爲其他恒星，最外一輪則爲遼闊天空。所有這些星的軌道，按亞里士多德的意見，都應是正圓形，因爲他認爲祇有圓形最爲完善。地球在當中，衆星環繞轉動，氣象萬千，地球儼然是宇宙的主人，地球上的人也自然成了天之驕子。這種宇宙觀，符合我們直覺的日月星辰都繞着我們轉的印象，和聖經所提倡的，上帝創造一切都爲的是人類，在思想上是一致的，因此得到中世紀全權的教會的擁護。這學說從亞里士多德到哥白尼，一千八百年來，沒有什麼改變。可是這學說有根本不能克服的困難，因爲我們知道，地球實際上一面自轉一面又繞太陽轉動，各行星、地球、月亮轉動的軌道，又都不是圓形而是橢圓。因此亞里士多德和托勒密學說的基礎是錯誤的，這學說對行星運行的解釋是很牽強的。行星都是繞太陽而行，如果假定地球不動，太陽行星都繞地球轉，行星的軌道就弄得很複雜了。依照亞里士多德和托勒密的學說，金、木、水、火、土五大行星統繞了一個小圈子而行，這小圈叫本輪。本輪的中心又環繞着一個以地球爲中心的大圓而行，這大圈叫均輪，如下圖所示。金、水二星在太陽軌道以內稱內行星，火、木、土三星在太陽軌道以外稱外行星。內行星如金星有時落山比太陽下得晚，那時我們叫它黃昏星，有時比太陽昇得早，我們叫它五更星，但始終離



托勒密的天文系統圖：各行星都繞一個中心點轉小圓，這個小圓叫本輪、以地球為中心繞大圓，這一個大圓叫均輪。

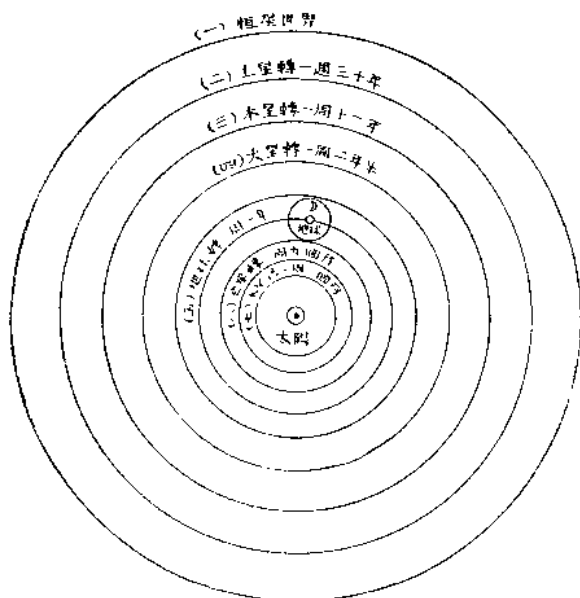
太陽不遠。依托勒密的學說，水星和金星的本輪這些中心點又和太陽連在一起，所以不會離得很遠。外行星例如火星可就不同了，我們看上去，它離太陽有時近，有時遠；有時前進，有時停止，有時後退。托勒密以為外行星的本輪不和太陽連在一起，當外行星繞到本輪的外部時，這時離地球較遠，它的速度是繞小圈的速度再加上繞大圈的速度，因此看上去轉動最快；當外行星繞到本輪的內部時，離地球較近，這時的速度是繞小圈和大圈的速度之差，如果繞小圈的速度大過繞大圈的速度，便會發生倒退現象。

托勒密的學說在開始成立時，還能解釋當時觀測的結果。以後觀測愈來愈進步，這個學說就更難圓滿地來解釋了，因此不得不在本輪之外又加本輪。這樣隨着觀測的進

步，不斷地增加本輪，到哥白尼時代，本輪均輪的總數增加到八十多個。托勒密的宇宙圖成了極複雜的圖形，使人看了眼花撩亂，不能幫助人們認識世界，反而增加認識世界的困難。並且產生了一些荒唐的推論，如根據托勒密學說來計算，月亮在滿月時要比上下弦時遠一倍。雖然很多天文學家企圖在托勒密學說的基礎上，作一些改良，可是愈改愈複雜，愈不自然，托勒密的宇宙觀已成了天文學發展的絆腳石。

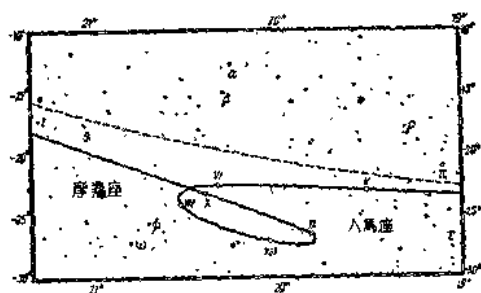
哥白尼在波倫尼大學跟天文學家多米尼加·諾華拉學習時，就知道希臘的畢達哥拉斯（紀元前五八二——五〇〇）學派有地球自轉和地球及諸行星都繞着太陽轉的學說。根據前人和他自己觀測的結果，如果以地動學說來說明天體現象，一切困難都迎刃而解，而托勒密的天動學說則有不可克服的困難。因此，他在十六世紀初年，就認為天動學說不能成立。他化了三十多年時間留意觀測日、月及各行星的運動，更相信地動學說的正確。從一五〇九年他已經寫好天體運行的提綱（見附錄：關於天體運動的假說：地球繞日轉動論的提綱），但他知道天動學說已經有一千八百年的歷史，又有教會的擁護，他若發表了與天動學說根本矛盾的地動學說，一定會遭到種種困難和攻擊，因此他決定謹慎而小心地進行觀測工作，務使他的理論要和實際觀測相符合。開始時他準備觀測十年後就可發表，

可是直到一五四三年，經過朋友們的一再督促，在他臨死前才出版「天體運行」這本書，三個十年都已經過去了。

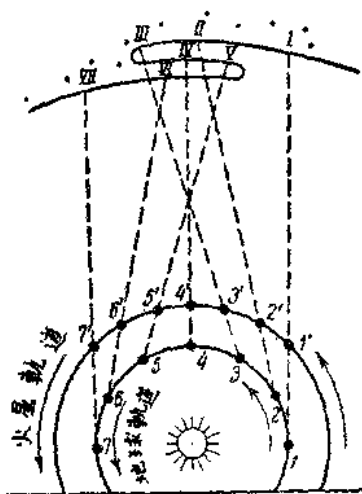


哥白尼的天文系統圖

哥白尼在「天體運行」這本書中，主張（一）地球不在宇宙的中心，但在月亮軌道的中心。（二）所有行星的軌道包括地球在內都以太陽為中心，所以太陽是宇宙的中心。（三）地球與太陽間的距離遠比地球與其他恒星的距離為小，可以說是微不足道的。（四）天上星宿看上去在不斷移動，不是天動，而是地球自己在轉動。（五）每天



甲 1959 年從地球上看到火星的位置（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、……等表示月份）



乙 1, 2, 3, 是地球每隔一個月的位置。1', 2', 3', 是火星在同一時間的位置，有時向前，有時退後，情況和甲圖Ⅰ—Ⅲ相似。Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, 從地球上看到火星在天空的位置。

太陽由東向西的運行，不是太陽在移動，而是地球在自轉。（六）火星、木星等在天空中有時順行，有時逆行，