

人类对于地球认识的发展

Ф. Д. 布勃列伊尼科夫 著

科学出版社

人类對於地球認識的發展

Ф. Д. 布勃列伊尼科夫著

王子昌 李軼千譯

科 学 出 版 社

1958

人类對於地球認識的發展

Ф. Л. 布勃列伊尼科夫著

李軼千譯

科学出版社 (大32开 117号)

中国科学院图书馆藏 中国科学院图书馆藏

*

1958年8月第一版

书号: 1325 字数: 148,000

1958年8月第一次印刷

开本: 850×1168 1/32

(京)0001-14895

印数: 5 3/8

定价: (10) 0.95 元

Ф. Д. БУБЛЕЙНИКОВ
ОЧЕРК РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ
О ЗЕМЛЕ

Издательство Академии наук СССР
Москва 1955

內 容 提 要

本書扼要地說明了人類是怎样認識地球的。首先敘述古代東方民族和古希臘人及古羅馬人對於地球和宇宙的看法,其中特別指出了中亞細亞民族和阿拉伯人對於地球和天空科学的發展情形。其次敘述中世紀和中世紀后歐洲人在教會統治下为反对地心說和坚持地動說的斗争,以及哥倫布、麥哲倫等在地理上的偉大發現和环球航行。最后以較多的章节敘述伽利略、牛頓等如何用力学方法来認識地球,和近代地球物理学研究的成果。

目 录

緒言	1
古代东方民族对地球和宇宙的观念	4
古希臘羅馬宇宙論的起源	9
地球球形观念的产生	14
地球中心宇宙觀的普及	20
阿拉伯人和中亞細亞民族对地球和天空科学的發展	31
中世紀时代欧洲的宇宙論	37
地理上的偉大發現	44
地球运动說的發生	50
为地球运动說而發生的斗争	64
十七—十八世紀时哥白尼学說在俄罗斯的普及情况	75
在力学中实验方向的产生	84
自由落体定律的發現	92
重力和地球的質量	101
重力的变化和地球的形狀	110
按照地震数据所闡明的地球構造	123
地球轉动的物理論据	132
潮汐現象和地球的剛性	142
地球的彈性-粘性形变	150
地球的温度	160
地球内部的密度和压力	164
参考文献	170

緒 言

研究地球的形狀以及它在空間的位置和運動，對於自然科學宇宙觀的發展具有非常重大的意義。不過在確定地球形狀的正確概念方面，地球的龐大體積，很久以來都是一個難以排除的障礙。

地面的個別部分，例如人們在不太高的地方視線直接所能及的平靜海面，彷彿是完全平坦的。根據這種不可靠的直觀感覺，人們一向都認為地球是個廣闊的平面。要証實這種概念的不正確，首先需要詳細的觀察，然後再加以精確的測量。

更困難地，是否認地球靜止不動這一虛妄的思想。哲學家赫拉克利特·彭特斯基和愛克法特（公元前五——四世紀）在指出星天的晝夜周轉時，曾認為這種現象是因為地球本身自轉而發生的。但是當時的人都不承認他們這種說法。

亞里斯多德、厄夫多克斯和其他許多希臘哲學家的、天文學家的宇宙論，只不過把直觀感覺引入科學系統。他們以為在地球周圍轉動的不仅是月球（這是符合實際的），而且還有太陽、行星和整個星天。這樣就產生了，認為地球是整個宇宙的中心和肯定地球是靜止不動的地球中心宇宙觀。

但不久以後，天文上的各種觀察使人們深信，不能用太陽和行星繞着以地球為中心的轉動來解釋所看到的、它們沿着天球在恆星羣中的移動。當時希臘天文學家吉帕爾赫，在解釋這種運動時曾承認地球並不正處於太陽和行星的圓形軌道的中心，而略為向旁邊偏離。因此在他的觀念中地球已經不是宇宙的正中心了，不過仍然認為它是靜止不動的。

吉帕爾赫把自己的這種偏心論引到天文學中，並未遭遇到反對。這種概念，在托勒密建立自己的宇宙體系時也曾利用過。古代天文學家很輕易地就同意了地球並不處於宇宙中心這一思想，他們所堅持的只是地球是靜止不動的而已。

地球究竟是运动还是靜止不动的問題，就是許多世紀以來擺在人類面前的一個問題。

對於作為一個天體的地球的本質和它在宇宙中的位置建立起正確的观点，因宗教的教义而受到了阻碍。

為了要承認地球的运动和太陽中心的宇宙觀所進行的斗争，在科学史上是一個很重要的阶段。

古希臘羅馬的学者和哲學家們早就得出了地球是球形的結論。十六世紀上半期末哥白尼提出了一種認為地球是在空間运动和繞着自己的轉动軸轉动的学說，並加以論証。但直到十八世紀中叶当天文学和物理学已獲得許多成就后，人們才开始去研究地球的物理性質。最初是研究地面上重力的变化。嗣后經過物理的观察和实验，終於証實了地球是轉动的，並且肯定了，由於起潮力的影响它的形狀略有改变。

地球內部構造的研究进展得最慢。由於地震学的發展这种研究才成为可能。經過地球深处的地震波就是我們關於地球內部物質物理性質知識的主要来源。

通过地震学研究使人們得出了關於整个地球的性質和地球內部物質呈聚集状态的重要結論，並且还使人們确定地球內部存在各种“分界面”，也就是說地球內部存在各种界限，在这些界限上地球的物理性質有急剧的变化。

地球內部的物質是处在極大的压力下的，而这样大的压力在實驗室中是無法創造的，这就是研究地球各种物理性質發生困难的地方。

在地球內部的压力作用下，固态的岩石對於經常或長期作用在上面的力來說，是具有受范性的。但對於短時間作用的力來說，它們則又显示出彈性的阻力。因此在某些情況下地球可以看做是固体，而在另一些情況下則可以把它看做范性体。

研究家們尽管面临着許多困难，但科学上現已拥有足够断定地球各种物理性質的資料。

作為行星和物体的地球的性質的研究，應該作為建立宇宙論体

系的基础。有关地球起源的问题本应是本书叙述的一部分，但因这问题非常广泛，应列为另一著作的主题。

如果不通晓地球的构造和性质，自然科学唯物论的宇宙观就不可能是全面的。作为行星和物体的地球的历史的研究，乃是自然科学史上极重要的一部分。

古代东方民族对地球和宇宙的观念

公元前 2—3 千年間，中国、印度、前亞細亞和埃及居住着許多文明的民族，建立了世界上最早的一些强大国家。他們遺留下来許多建筑艺术方面的古蹟，規模的宏大和壯麗甚至在現代也會令人感到驚訝。

从保存到現代的許多偉大建築物的殘跡和个别完整無缺的古蹟，例如埃及的金字塔，証明它們的建築者在那時已經具有天文学上的某些知識了。特別是古埃及的建築古蹟，它們的取向都是对着太陽和某些最明亮的星星上升或下降的地点。例如埃及有一个寺庙的主樑就是向着天狼星上升的地点。另外一个寺庙的主樑則向着夏至时期太陽下降的地点，这时陽光一年一度穿过整个寺庙，因而能够測定回归年的長度。

根据这些建築古蹟的研究，可以得到这样一个結論：自古以来东方国家就进行过系統的天文观察。在古代东方民族的文献中，还能找出更多的、有关他們进行天文观察的报导。通过对古埃及和巴比倫建築物上的銘刻的譯解可以肯定，在远古时代这些国家的天文知識就已到达了一定的水平；这种知識所以必須获得和累积，是由於古代东方民族物質生活条件决定的。

古代民族在天文学上最重要的任务就是要确定四季的交替时节，以便决定各种农業工作的开始時間。古埃及的人早就已經指出了，尼罗河要發生氾濫的时期是当天狼星在日出前不久、首先在东方出現的时候。这星座的出現也表示須要开始春耕了。至於天上其他許多現象，在古埃及当时也認為和各种农業方面工作的施行有关。例如处女宮星座早晨在东方出現的时期，就是可以开始收割谷物的时节，而衡量收获谷物則要在天平星座在天上出現的时期。这就是为什么古代的人要把处女宮星座描繪成一个双手抱着谷物的少女。

作为一种科学的天文学，是由社会發展的实际需要而产生的。

K. 馬克思曾提到，“夏至是每年尼罗河开始發生氾濫的时候，所以對於它的觀察，埃及人特別注意……他們慎重地測定每年中的这个时期，以便調度農業上的措施方法。因此他們必須在天上找出一种可以表示它再度来临的标誌”。馬克思並着重地指出，“必須計算尼罗河氾濫时期这件事，使埃及的天文学建立起来了，同时也建立了作为農業領導者的僧侶階級的統治”¹⁾。

中国的史册和古代印度人民所遺留下来的文献，尽管目前我們尚未詳尽研究，但却証明，在中国和印度从古代就已开始进行天上的觀察。在印度德里附近有許多古代巨大的石料建筑物，本質上就是目測和測定星星、月球和太陽在天球上位置的仪器。如果說在古埃及和巴比倫宗教的僧侶信徒們曾进行过天文观察，那末中国在公元前兩千年就已經有天文学專家在有系統地进行天空和天上各种現象的觀察了。

古代东方国家所进行的天上觀察，得到了許多重要的發現。曾經有人指出，五个天体对相隣的天体而講並不是始終保持在同一位置、永远不变的，而彼此之間發生相互移动，並且一般都是由西向东运动。这些“徘徊的”星体后来叫做行星（“行星”的古希臘文原意为“徘徊”）。埃及和巴比倫的僧侶以及比他們更早的中国天文学家，对照史册上記載着的日、月蝕的日期确定它們經歷 6,585 天（18 年零 11 日）以后，順着一定的次序重复出現。这种週期叫做“沙罗斯”，使人們在古代就已經能預報日、月蝕。

中国史册上有这样的报导，早在公元前兩千年就有兩個中国天文学家被判处死刑，原因是他們沒有預報日蝕，以致在日蝕突然来临时引起羣众的騷乱。

古代东方各国彼此保持着繁荣的商業上的关系。因此当时只要有一个国家获得了天文学的知識，它們就成为整个文化界的財產。可以証明这点的是，在古东方所有国家，那認為夏日最長的白晝時間是 14 小时 24 分。事实上，这仅仅是对巴比倫的緯度是正确的。由此

1) K. 馬克思和 Ф. 恩格斯全集(俄文版)第十七卷第 562 頁。

可以作一結論，天文学是在古代世界民族相互往来的过程中發展起来的。但古东方各国由天文上观察所获得的成就，並不曾建立一些有关宇宙構造的正确概念，因为在这一方面，当时这些国家还未曾具备有利的条件。

当时他們的經濟基础是依賴奴隶强迫劳动的奴隶制度。由奴隶的双手創造出来各种宏偉的建筑古蹟和灌溉建筑物。这种落后的經濟制度不能促进科学發展。在古代国家的政治和經濟生活中，僧侶是起着很大作用的。特別是在古埃及和巴比倫这些国家，僧侶是“农業的領導者”，他們壟断了为确定开始耕种日期和遵守各种宗教节日的天文观察权利。

可是僧侶們既無意去正确解釋自然現象，又不願把自己的知識报导給羣众。他們只是竭力去巩固宗教的觀念，硬說人和人类社会完全取決於自然界的力量，首先是取決於天上的天体和天上所發生的各种現象。

古东方民族的宗教具有灵魂說的特征，就是基於認為自然界現象是神灵变幻出来，而直接影响人們的行为和命运的。但这种特殊的作用却被附加於天上的天体——太陽、月球、恆星和行星的影响上。天上的天体就这样成为宗教崇拜的对象。在古印度人的宗教中，他們的主要偶像是傑阿烏斯-比塔尔，也就是天父和补里特吉維-瑪塔尔或地母。古埃及許多偶像中主要的是太陽神——拉和月球女神——伊斯特。这些神的化身是拥有最明亮的天体——太陽和夜間的天体——月球的天空。对天体影响人类命运的这种盲目信仰使占星术得到产生和傳播。占星术是虛伪的科学，人为地把地面上的事物与天上的現象联系在一起，企圖根据天体的运动和天上出現的各种現象(日蝕、月蝕和彗星的出現等)来預言人們、整个民族和全人类的未来命运。

在古代东方各国中占星术最盛行的是巴比倫。不仅在远古的时代，就是在后来整个时期內，占星术思想的流傳，是天文科学發展的一个主要而頑强的障碍。在公元前兩千年初期的巴比倫历書上除开記載了日蝕和月蝕的日期外，並預言这些現象所要产生的后果。

希臘的历史学家吉奥多尔·西采里斯基(公元前80—29年)描述古巴比倫人的占星术的观点时,曾这样講过,按照古巴比倫人的意見,“天上所有的变化並非由於偶然事故或內在的規律的結果,而是服从神的一定不变的意旨。許多勇敢的人在很早以前就已对許多天体进行了观察,並且也沒有任何人能比他們更精确地去研究过各个恆星的运动和作用力。因此他們也能預言許多有关人們將来的事情。研究五个所謂行星的天体的运动,在他們看来似乎是極其重要的。他們把这五个星叫做預言者……,因为在那时候所看到的,正如其他天体一样,它們从未离开过自己本来的軌道,而經常沿着固有軌道运动。他們就根据这种运动来預言未来並給大家报导神的意旨”。

古东方民族对宇宙構造的观念或对宇宙構造論的观点,是基於周圍实际情况的直接感觉,他們認定这种感觉的确实可靠,从不發生疑惑。他們以为,地球是处於宇宙的中心和具有平坦的形狀。显然地,在他們那个时代还不能产生地球是在空間运动的假設。他們認為地球是靜止不动的,这种錯誤的思想,从很古时代就已發生,並且繼續了好几千年,直到十六世紀为止。

在印度所遺留下来最古文献中之一的里格-威德頌詞,曾歌頌着广大的平坦地面和蔚藍色的天空。这些頌詞反映出对当时那些爱脱离实际而流於空想的自然界观察者的讚揚。他們以为自然界彷彿是为造福人类和供人們享受而产生的。当时並無人怀疑,宇宙中有“上部”和“下部”,地面下的深度是無止境的,因为当时是無法去想像它的边界的。

在古代东方民族的意識中地球是整个宇宙的基础。这种观点在聖經中表現得最明显;聖經中写着:上帝在天上創造了天体,为的是把它們作为天上指示的明灯,以区别白天和黑夜,並表示出时、日、年。

根据这些原始的宇宙觀,古代的天文观察者不可能正确地了解天体的出現和隱沒是因为地球轉动的結果。这些現象只得到了跟宗教信仰有关的荒謬解釋。

在埃及的“死人書”中有一段故事,說死人的灵魂与沒落的太陽

一道从西方的“門”降落到地下的世界中去。早晨太陽从东方經過这个“門”昇上来。夜晚則沿着地下走廊从西方运动到东方,或沿着低於地面的水平線从西方繞到东方。

的确,有些根据設想,在很古时候也有人大胆地猜测地球是运动着的。例如在古代的“宇宙之歌”中有这样几段:“我請教歌唱的人……他們难道会不回答我? 我請教他們,宇宙是支持在什么上面的,为什么它没有任何的支柱而並不落下来……宇宙会不会是一个偉大的旅行者? 它不倦地走着,同时在它的旅途中仍然是平稳安静的。这旅行路線的形狀真是不可思議的,它無論沿哪个方向走都不会發生越軌运动”。

从这个古老的歌詞中可以看出,它的作者慎重地考虑了地球运动的可能性。但这些推测並沒有促进科学的發展。甚至连比較簡單的地球外形問題,古东方民族也未能予以解决。只有地面的凸起曾由巴比倫人和印度人指出过,他們把地球的形狀想像成跟平面四边向下卷的一部分球面一样。

古希臘羅馬宇宙論的起源

古希臘在地球形狀問題的解決和天文學的進一步發展方面獲得了巨大成就。古時希臘並不是一個統一的中央集權國家。它是由許多彼此互相爭奪經濟霸權和政治霸權的城市國家所組成的。希臘科學發展的最初階段跟位於小亞細亞愛琴海東岸的希臘城市（愛弗斯、米列特）有密切的關係。公元前七——六世紀時這些城市具有很大的意義。後來到公元前五世紀初，由於幾次波斯和希臘的戰爭，它們就喪失了已往的重要性。從那時起雅典就成為希臘科學和文化的進步中心。

希臘的科學是在公元前六世紀的前數十年開始的，當時正是希臘人的貿易、航海、海外移民等事業都廣泛發展的時期。所有這些都促進人們發生認識周圍世界的興趣。古東方民族的文化，特別是埃及和巴比倫的文化，對正在發展中的希臘科學影響最大。但古希臘人跟古東方國家的天文觀察家——僧侶和占星術者——則恰恰相反，他們並不以觀察自然界的現象為限。希臘最初一些學者和哲學家早就具有解釋宇宙構造和說明天上及地上各種現象真實原因的企圖。

當希臘人的科學剛剛還在萌芽時，埃及、巴比倫和印度人就已具有某些數學的知識。那時印度人已經發明了使任何數字的數值由它自己的位置而決定的數字進位法。他們並已近似地解決了某些幾何學上的問題，例如測定多邊形的面積，並且還可能連畢達哥拉斯定理也已經知道了（根據許多數字例子）。

在埃及當作丈量地最簡單法則的彙集的幾何學，在希臘學者們把它當作理論科學來研究以前一千多年時就為大家所熟知了。公元前兩千年前的所謂林德斯基莎草紙文卷，就可証實當時埃及的數學——算術和幾何學——情況。在這種文獻中曾提到，埃及當時的測量學尚未十分完善。例如三角形田地的面積是用一邊長度的二分

之一与其他兩边中任何一边的長度相乘来决定。但林德斯基莎草紙文卷的作者在当时就已經运用了不名数,这的确是数学發展上一个很大的进步。巴比倫和埃及的僧侶們掌握着数学知識和天文观察的祕訣,因而使大家觉得他們的确是神祕莫测。这就妨碍了几何学的發展,並成为使它变为一种有系統地敘述的理論科学的障碍。

古代希臘人非常重視埃及人的数学知識。公元前五——四世紀哲学家德謨克利特(公元前460—370年)曾这样地写道:“在自己同时代的这些人里面,我遊历过最多的国家,研究过最遙远的現象,看到过天地間最廣闊的空間,听到过最多学者所講的話,可是在線段的組合和對於这种組合的証明方面並不超过任何人,即使是埃及土地丈量員(“拉繩者”)”。希臘人採用了其他各国的几何原理以后,把它从神祕性的威望中摆脱出来,並且使它变成由少数無容爭辯的原理所証明的定理的严整系統。

無疑地,古代民族中的建筑师、石匠、木匠等在实际工作上所获得的法則,對於几何学的發展具有很大的意义。这些手工業劳动者首先使人类認識直角、平行線、三角形和平面上其他几何圖形的某些特性。正如文化史学家Э. 太伊洛尔所肯定的,可以認為直角三角形斜边的平方等於其他兩边平方的和这一事实,远在几何学家們得出这一定理以前就已由經常跟直角形瓦片相接触的修理屋頂工人所熟知了。这是完全可能的,这种为初級几何学和三角学主要基础定理之一,正是几何学家向实际劳动者抄襲而得来的。講到这一点还可提出“笨人的桥”这个名称,这是公元前四世紀末亞历山大城的几何学家爱夫克里特对畢达哥拉斯定理的圖解証明而給予的,因为它是古希臘人用来表示外行人具有表观困难的一句成語。

科学地綜合丈量者和手工業劳动者在实际工作中所获得的法則,並且把它提高到想像的線和輪廓的相互关系的理論水平;这种理論曾在爱夫克里特和其他許多古典数学家的著作中得到系統地發展。所有这些都是希臘几何学家的功績。

對於了解自然的唯物的見解,就是早期希臘学者和哲学家的特征。在他們的思辨中很明显地表現出唯物的宇宙觀。这种宇宙觀,

按Φ.恩格斯所下的定义：“不过是对自然本来面目的了解，而不附加任何外来的成份”¹⁾。

前面已經講过，小亞細亞的希臘城市是希臘科学的發源地。这种由希臘人所开拓出来的小亞細亞沿海部分叫做伊欧尼亞。因此在那里組成的哲学宗派就叫做“伊欧尼亞学派”。米列特人法列斯（公元前624—547年）是这学派的首創人。關於一些早期哲学家的学說，恩格斯曾写道：“这里已經完完全全是一种原始的、自發的唯物論了”²⁾。

法列斯还具有許多天文学的知識。根据希臘历史学家盖罗多特（公元前五世紀）的証述，这位哲学家曾預言过尼基亞人和麦地那人战争时所發生的那次日蝕。法列斯所以能做这种預言，就因为他知道“沙罗斯”週期和以前發生过的日、月蝕的日期。按照后来某些哲学家的意見，認為他是主張地球球形說的。

希臘哲学家安納克西曼特（公元前611—547年）和安納克西門（公元前588—524年）是法列斯的繼承者。安納克西曼特很早就已使用日晷並且加以改良，同时他还繪制出第一張地圖。因此可以推想得到，安納克西曼特不但从事天文上的观察，而且还进行了解决地球在空間位置的問題。他已經放棄了天和地或許在地平線上相毗連的意見，而認為天球跟在它中心的地球平坦圓面比較起来是具有非常广大的面积的。

在古希臘时代自然的辯証观点基础是由爱弗斯人唯物主义哲学家赫拉克利特（公元前530—470年）所奠定的。

按照赫拉克利特的看法，人类認識自然是通过感觉（感性的經驗）从理解宇宙开始的。但感觉器官对外界宇宙的單純感觉並不能給予更完善的、有关的知識。所以對於由感性經驗所获得的資料必須还要运用理性的批判。赫拉克利特說过：“思維是偉大的优点，而智慧則在於說真实的話和听取自然而对它加以处理”，也就是說，在

1) Φ. 恩格斯：自然辯証法（俄文版），国立政治出版社1952年出版，第157頁。中文版，人民出版社1955年第一版，第163頁。

2) 同上書第147頁。中文版第151頁。

經過理性批判的感性經驗中尋求真理。赫拉克利特的主要學說就是對自然現象的這種辯證態度。

赫拉克利特曾肯定地說，在自然界中，“一切都存在，而同時又一切都不存在，因為一切都在流動着，一切都在經常地變化着，一切都處於產生和消滅這不斷的過程中”。

希臘哲學的唯物主義學派，對古希臘宇宙論觀點的發展曾發生重大的作用。唯物主義哲學家安納克薩哥（公元前 500—428 年）曾教導說，太陽、月球和恆星都是重大的熾熱物體。他確認月球上有山脈、平原和深谷。按照他的意見，認為月球是一個巨大的物體，它的大小約跟彼羅波涅斯半島差不多，而太陽則還要大很多倍。至於太陽和月球繞地球轉動而不落到地球上這一件事，則跟系於繩端的石頭在手的周圍繞一圓形路線轉動而不落下的理由是一樣的。

當安納克薩哥在“論自然”一文中發表了他的見解後，就被控為反對宗教而論罪下獄，並被判處死刑。幸而他的學生彼尼克——雅典的偉大社會政治家——替他辯護，把他從死刑中拯救出來，而改判為永遠驅逐出雅典的流刑。

很早的希臘哲學家們就已經知道，位於宇宙中心的地球不可能是依靠什麼而是自由地“懸掛”在宇宙的空間的。但在那時已經產生了地球為何不“向下”降落這一難題了。這個問題也是當時希臘許多思想家思考的對象。

哲學家克西諾方（公元前 570—466 年）認為地球是一個樹墩（被鋸去的樹）形狀的物體，平坦的一面就是人們居住的地方，而深入到下面的長根則支持着它，使它不落下來。這種見解就是在當時也未必有很多贊同的人。

安納克西門曾假定，空氣在地球重力的作用下變得非常緊密，因而它能支持着地球懸掛在空中。巴爾梅尼特（公元前五世紀）則以為所有物體都向地球降落，但地球自己卻無處可以降落，因而保持平衡狀態。

不知道德謨克利特是怎樣解決這個問題的，但從他的許多宇宙觀的論點上整個看來，這位偉大的唯物主義哲學家卻比他同時代的