

科学和科学家的故事

3

在地球的內部

〔苏联〕A. A. 耶柯夫列夫著

吳 行 健 譯



科学技術出版社

1745

科学和科学家的故事

3

在 地 球 的 內 部

原 著 者 (苏联) А. А. Яковлев

原出版者 Трудрезервиздат

譯 者 吳 行 健

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海建国西路 336 弄 1 号)

上海市书刊出版业营业许可証出〇七九号

登記印刷厂印刷 新華書店上海發行所总經

*

开本 787×1092 毫米 1/32 • 印張 11/16 • 字數 15,000

一九五六年九月第一版

一九五六年九月第一次刷印 • 印數 1—15,000

統一書号：13119·36

定 价：(9) 一角一分

科学和科学家的故事

分 冊 目 錄

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| 1. 太陽系起源論 | Э. 柴里柯維奇 |
| 2. 生命的起源 | A. И. 奧巴林 |
| 3. 在地球的內部 | A. A. 耶柯夫列夫 |
| 4. 达尔文及其學說 | A. H. 斯杜奇茨基 |
| 5. 人的祖先 | M. Ф. 涅斯爾爾赫 |
| 6. 人是怎樣開始說話的? | B. K. 尼柯里斯基,
H. Ф. 耶可夫列夫 |
| 7. 關於地球的爭論 | Э. 柴里柯維奇 |
| 8. 偉大的思想傳布者 | Б. 斯捷潘諾夫 |
| 9. 俄羅斯之光 | Ф. 凡依特柯夫 |
| 10. 綠葉的秘密 | B. 薩馮諾夫 |
| 11. 偉大的生理學家的故事 | A. H. 斯杜奇茨基 |
| 12. 放射能的發現 | И. 涅切葉夫 |
| 13. 門捷列夫定律 | Б. 斯捷潘諾夫 |
| 14. 有機分子的秘密 | Б. 斯捷潘諾夫 |
| 15. 偉大的發明故事 | Ю. 魏別爾 |
| 16. 航空科學的創立者 | Л. 庫米列夫斯基 |
| 17. 抗生素 | M. Г. 勃拉日尼柯娃 |
| 18. 電腐蝕 | Ю. 達勒古申 |
| 19. 火箭炮和噴氣式發動機 | M. 阿爾拉左羅夫 |
| 20. 無線電定位 | Л. 瑞加烈夫
B. 沙姆舒爾 |
| 21. 原子核的寶藏 | Б. 斯捷潘諾夫 |



在地球的內部

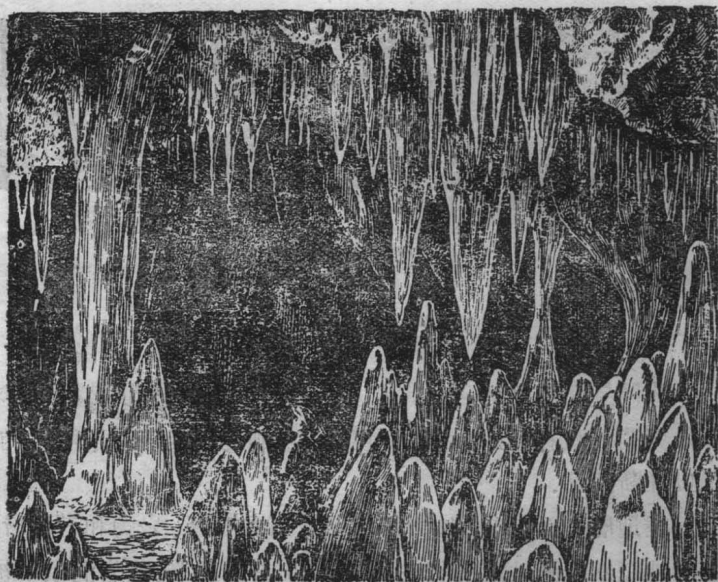
教授 A. A. 耶柯夫列夫

我們早就知道地球是我們太陽系的行星之一，但是，在地球深处究竟蘊藏着什麼，一直到現在，我們還不能确切了解，只能加以推斷而已。

在地層里面，許多地方都埋藏着石灰石層、岩鹽和石膏層。由於地下水逐漸地溶解着它，便浸蝕出許多通路。當岩洞頂板被摧毀的時候，又形成許多地下岩洞和窟窿，甚至深井、坑穴以及奇奇怪怪的被浸蝕的岩道。

許多小溪，甚至整條整條的河流，有時也無痕迹地隱藏在那些窟窿里面，但是，又會突然地從地層某些地方涌現出來。還有這種情況：水會突然從湖里退去，又流入地球內部的什麼地方去了，而經過若干時候，再漲起來，甚至比原先水位漲得更高。類似這樣的一些湖，叫做周期性湖。

這一切現象，在迪納阿爾卑斯山脈的石灰質高地，以及在南斯拉夫和意大利，表現得特別厲害。用南斯拉夫的話說，這種高地叫做“喀斯特”（即石灰質構成的高地），從這裡又引伸出一個“喀斯特現象”的名稱。這些現象，一向引起了地質學家和地理學家們的興趣。



崑古尔岩洞



石灰岩高地圖形，克里米亞半島中的雅依尔石灰岩高地水池(左)和石灰岩高地湖泊。

在山路小徑中，常常可以發現从岩石裂罅里流出的泉水，疲倦的旅客們，在热天就是用这种清凉透明的水，当做美妙的飲料。

在另一些地方，相反地，又可以發現許多温热的泉水，以及許多温湖。

由于大量砂堆堆積而成的火山，是山的特有的一种形狀，它时而冒出一縷縷的濃烟，时而更發生可怕的噴火。在利帕里群島上，有着三千多年歷史的斯特罗姆波尔火山——“地中海的灯塔”，現在仍在不断的活动，这是非常突出的，但是斯特罗姆波尔火山却未發生过强烈的噴火。

由于火山白天烟霧騰騰，黑夜火光燭天，所以產生了許多神話。

“毫無疑問，这里是烏尔庚的打鐵場”(烏尔庚即火神和手工藝神)，利帕里群島和接近烏尔庚山区的古代居民們都这么說。据古代俄罗斯術語学的記載，这个古羅馬神——烏尔庚的名字，就这样成为“噴火山”的通称了。但是，直到十八世紀，俄罗斯人才認識到自己的“噴火山”，即認識到堪察加的烏尔庚和“死火山”，認識到不断冒烟的千島群島的火山。

罗蒙洛索夫的同时代人、科学院院士С.П. 克拉歇寧尼柯夫(1713—1755)还在学生时代，便参加过著名的科学院北方探險团，并在堪察加渡过了五年之久。他的杰作“堪察加地区札記”在当时曾享有世界声誉，并被譯成各种歐洲語言，而且在長久时期內成为有关亞細亞边远之区的知識的主要源泉。

人們对于自己所居住的地球的認識逐漸增長。地圖上的“空白点”越來越少了，而最早的一批俄罗斯探險家們——不知疲倦的十七世紀的“土地开拓者”，在征服“空白点”的斗争中，曾經有

过巨大的貢獻。積極而机敏的哥薩克人瑟緬科·吉士尼夫——在报告中謙虛地把自己叫做瑟明·依瓦洛維奇·吉士尼夫，于1648年駕着一艘不坚固的小船發現了一个海峡，这条海峡就是后来俄罗斯艦隊海軍司令官維杜司·白令在1728年發現的白令海峡。

許多不知疲倦的俄罗斯探險家們，在考察亞細亞大陸、考察亞細亞極圈边区以及最后在考察北極地帶中，都寫下了無數光榮的篇幅。

还在十八世紀中叶，地圖的面貌便和我們現在所熟悉的差不多，但是，我們对于神祕的地球内部的知識，却远远落后于对地球表面的知識！

“如果整条河流和整个湖澤，会無影無踪地隱藏到地層里面去，而又有泉水从地層中涌出表面，这就是說，在地球内部，積蓄着大量的水，这些積蓄的水，曾經是以前的江湖大海……

如果从地層涌現出温泉，又从火山噴出火焰，那就是說，在地球内部不僅有水，而且有火”。

古代的大自然的研究者們，是这样推断的。

这两种矛盾的自然物——火与水，一向引起学者們注意。

受过当时高等教育的观察研究家阿法納西依·基尔赫尔(1601-1680)，在就地研究火山噴發和强烈地震并知道了一些礦务工作和勘察工作以后，不僅用自己的著作“地下世界”(1664)記載了地下礦藏，而且还記載了地球的想像断面圖。

这是当时研究地球結構的第一个有科学基礎的圖示。

就基尔赫尔的見解，地球内部是包含許多巨大空洞的硬体，这些空洞彼此互相联結，又以無數的管道和表面相联結，地球核心充滿了火，而接近表面的許多空洞，就或者蘊藏着火，或者蘊



十七世紀學者們，認為地球內部是火的王國（基爾赫爾也同意）。因此，所有礦層不就是火產生的么？這個學說的擁護者，根據冥府之神伯路當的名字，把它叫做伯路當論者（即火成論——譯者），或者根據其他神像——烏爾庚的名字，把它叫做烏爾庚論者（亦即火成論者——譯者）。

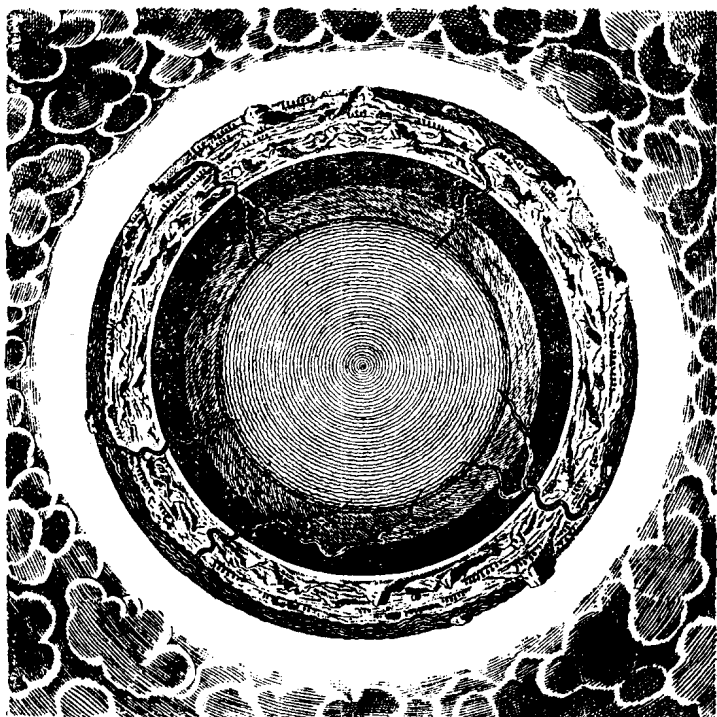
藏着水，或者蘊藏着空氣。

作為一個宗教信仰者和教會忠實僕人，基爾赫爾散布着虔信宗教的思想，認為上帝是按照這樣計劃創造地球：火爐燒暖了地球，產生了金屬，同時，火爐還是罪惡深重的死亡靈魂的淨罪所，不僅僅硫、煤、瀝青是地下火的燃料，地球內部許多其他礦物質

也都可以做燃料。地下水流產生了風，風吹着火爐，永恒的动力，是天界的天使，它保證了地球的旋轉……

火还是水？

英國的學者約翰·烏德沃尔德，对地球結構，提供了一些完全相反的見解。就他的意見，地球內部，不是充滿了火，而是充滿



地球內部充滿了造成大洋和海的水，英國學者約翰·烏德沃尔德这样地推断，“一切礦層难道不是由水創造的嗎？”礦層水成論拥护者——聶伯东論者这么想，他們是根据水神和航海保护者——聶伯东的名字來命名的。

了水。这种水組成了一个巨大的水圈，它以水管道和海洋相連接。烏德沃尔德还特別注意到强有力的地壳，而在基尔赫尔圖解中未曾把这种地壳分別開來。

基尔赫尔的同时代人——丹麥人尼尔生·史丹生（1638-1687），对于地壳岩層的形成和分布，發表了一些最初的意見，他在佛罗倫薩城住了多年，当时他改姓斯丹洛，在当地是非常出名的。

史丹生在礦务实践中得來的正确观察和断定，与基尔赫尔的荒謬見解是对立的。

礦山工作者們，早已注意到沉積岩層是有規律地分布着的。史丹生不僅正确地說明了沉積岩層的形成，而且正确地說明了它們進一步的变化。根据他的見解，这些岩層是由水中沉積而成（因此叫做沉積岩）。沉積岩層最初是松軟的，以后变得坚固起來。它們原先是成水平状态地埋藏着，以后經過了后期火山作用的过程，發生了巨大的变迁，这也說明了为什么有現代的傾斜地層。

史丹生在研究陀斯卡納地質学的基礎上，曾經断言这个地区曾兩度变成海底，兩度成为盆地，并兩度变为山地。因此，“山的体積并非固定不变的”，这位第一流的地質学家，还在 1668 年便作出了这些有趣的結論。

这个对于沉積岩層的正确結論，当然，不能普遍应用于所有形成地壳的岩層。那么它們是怎样形成的呢？是水溶液組成的还是火漿組成的呢？在岩層的形成中究竟是水还是火起了作用呢？在認為一切岩層是水成底拥护者——岩層聶伯东論者（即岩石水成論者——譯者）（聶伯东，即古羅馬水神和航海保护者）与認為岩層是火成底拥护者——岩層烏尔庚論者（即岩層火成

論者——譯者)(烏爾庚即火神和手工藝神)之間，曾經不止一次地發生過激烈的爭論。只有在十九世紀二十年代中，當玄武岩是火成的這一點得到証實時，岩層水成論者才被追承認自己的失敗。

那麼，為什麼玄武岩是岩層水成論者的絆腳石，而對於現代科學又有助於分析無可爭論的問題呢？

玄武岩，這是一種最普通的火成岩，現代在某些火山噴火時還在形成。這些玄武岩，容易和其他岩層區別開來，因為它們堅固、沉重、色黑、特別是由於外殼的強度，它們常常呈大塊的五角柱形或六角柱形的節理。我們在高加索、在阿爾泰山、在外貝加爾湖以及其他各地區，都可以發現這些玄武岩。它是一種極好的



克留契夫死火山，根據它的圓錐體高度，這是世界上最偉大的火山（四千九百公尺）。



在聖海倫那島的玄武岩柱。

建筑材料，它可以作成方塊，作為鋪設街道之用。在強烈加熱下，玄武岩會熔解，它還可以燒成具有珍貴的技術質量的物品，如隔電器、耐酸性容器、排水管等等。

如果研究玄武岩，對於有關地殼岩層的形成問題，只能得到一些綫索的話，那麼，要解決有關整個地球結構的問題，當然要

更加困難得多了。

最初的一些正確研究

地球密度的確定，應當認為是地球結構科學概念發展中的最初一步。這是杰出的英國物理學家兼化學家卡溫迪希在 1798 年非常準確和忠實地完成的。結果是驚人的。判明了：地球比水差不多要重四倍半，可是地殼岩層平均只比水重一倍半。在這種情況下，為什麼地球會比水重四倍半呢？卡溫迪希可能錯了吧？沒有，許多後來的斷定都証實了他是對的。他的許多結論，甚至在今天也是無可非議的。

那麼，現在應當做出什麼結論呢？非常明顯，地球體的深處，是由比地殼岩層比重大的岩層所組成的。譬如，鐵的比重是 7.8，鎳的比重是 8.9 等等。大家知道，地球完全像巨大的磁鐵一般；這一點証實地球內部聚積大量的鐵的這一判斷。由於這些結論，許多學者們，在十九世紀中葉便表示過這個事實的存在：地球有一個核心，它比地球外殼要重得多了。

當然，在這裡，如同在岩層水成論辯論中一樣，需要一些有力的論証。是否可以証實：在我們行星內部，在幾千公里深處，鐵和鎳是否真的存在？可否從最神祕的地球深處找到這種礦物，那怕只不過是“一小塊”，以便從事研究，了解它的成分……這個問題，甚至在茹利·維爾諾小說主人公幻想旅行“地球的中心……”的情況下，似乎也無可解決，可是實際上，是非常簡單的。因為問題可以從這方面求得解決，可以從隕石、即從天體掉落在地球表面上的破片正確地解決這個問題。

隕石主要地可以分為兩組：石質的（又名球隕石）和鐵質的（又名隕鐵）。前一組隕石，它的成分與地殼的岩層相似，它的來

源是被分裂的天体外部的破片。后一組隕石，在它的成分上，應該是類似地球中心的東西、是天體內部的破片。

如同在與岩層水成論者辯論中一樣，在自然界中，我們又找到了我們對於地球核心成分的假定的証據。在這樣巨大深處的地球核心的物質，究竟是什麼物理狀態呢？問題是這樣的：據不斷的觀察，地球內部的溫度是根據深度而逐漸增加的，這是基爾赫爾在談到深邃的礦山時，便這樣指出過。平均每深入三十三公尺（二十至四十公尺），溫度增加一度。從莫斯科最近鑽探到一六五六公尺深度的材料看來，在莫斯科每增加一度，其距離要增加到三十九·三公尺。

在深邃的美國渾瓦德金礦井和英國的煤坑中，溫度高到這樣程度，以至於資本家們用盡追求利潤的一切詭計，也不能不停止開采。在瑞士的深達一千七百四十三公尺岩層深度的聖哥達爾德地道中，溫度幾乎到達三十一度。在奧克拉荷馬州（美國），有一個最深的（三千四百公尺）鑽孔，在三千公尺深度處，過熱蒸汽到達一四〇度，這種蒸汽很好地為地方工業所利用。

地球內部的溫度，隨著深度的加深而逐漸地增加。這種熱度，在某種程度上將達到這樣的高度，就是岩石也必須化為熔液狀態。但是，隨著溫度的增長，上層岩層的壓力也同時增加，壓力有着抑止的作用，因為它提高物質的熔解溫度阻礙岩層成為熔化狀態。

那麼地球核心中的物質，是呈什麼樣的物理狀態呢？還在二十世紀初期，許多學者們便提出各樣不同的假設，並說出了他們的理由。一部分學者確認地球核心是熾熱的液體，另一部分人又認為是氣體，第三部分人則認為是固體等等，這些矛盾用什麼來解釋呢？科學上在那時還沒有足夠的材料來作出正確的結論，因

为关于地球核心的物質状态，所知道的还是局限于膚淺的認識，地球鑽探还不到地球深度的万分之一。

地 球 的 結 構

研究大自然地震(地震学)的科学，还是一种年輕的科学，可是，我們对于地球結構的假說，却有了一些头緒。憑藉非常敏感的自动記載仪器——地震記錄仪，可以断定地震波傳達的速度，在通过各个地球圈时是不相同的。因此，可以作出关于地球結構和地球圈組成密度的結論來。

在这方面，还擺着一个巨大的工作，我們偉大的地震学家、已故科学院院士Г·Г·戈里僧作过一个比喻的說法：“一切地震，可以比作是一种灯，这种灯在短时间里亮一下，給我們照亮了地球的內部，因而有可能研究在那里所發生的东西”。

我們关于地球結構的概念，如果只限于地球內部，当然还是远远不够的。地球，正如某些行星——金星、火星一样，是被空气膜、即大气包围着的。水也組成了水圈。水占了地球表面的巨大部分(將近百分之七十一)，形成一个統一的世界大洋。最后，我們在研究地球歷史上，不能不估計到生物的活动，因为生物如同大气和水圈一样，对于礦物、土壤的風化和形成的过程都有关系。这些生物，散布在高达五千公尺以內的大气中，散布在地球表面上，散布在深入五~六公尺的土壤中，而且充滿在整个水圈之內，形成一个特有的环圈，即生物圈，或者是生命圈。

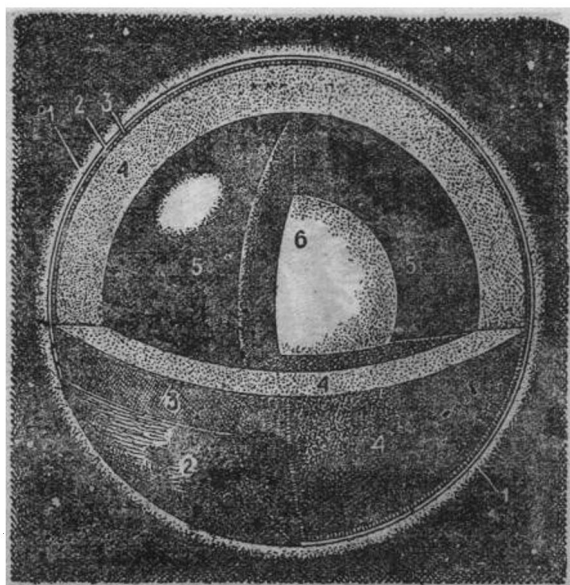
我們杰出的学者、新近去世的科学院院士 А·Е·費尔斯曼(1883-1945) 完备而有論据地表达了現代科学对于地球成分与結構的概念。我們不准备詳細論述这个問題，只以下列方式說明。



科学院院士 A. E. 费尔斯曼

先假设五个一个套着一个的皮球（像儿童玩具一样——各种颜色的、一个套着一个的木球）。最里面的一个球，作为核心，代表菱铁矿圈，紧接的一个，作为中间矿层，再外面一个是岩石圈（地球的坚硬部），再外面一个，是地壳和水圈、生物圈，而最外层的——一个，作为大气。

大气可分为两层：下层，即最接近地球表面的，是低气层；上层，是高气层。低气层的厚度，在两极八公里，在赤道为十七公里（在中间纬度是十·五公里）；高气层的厚度，是从二百至三百公里（上层的上界限还不明确）。



关于地球結構的現代概念，在这个圖上，可以明顯地区別出：(1)大气。(2)岩石圈外層，其中大半是矽和鋁——“矽鎂層(圈)”。(3)其后，大多是矽和鎂游離地帶——“矽鎂層”。(4)再下去，重岩漿層的中間層地帶。(5)核心層。(6)最后是，鎳鐵核——“鎳鐵界(層)”。

水圈的平均深度是三·七公里，在个别地方，海洋深度有达到十·八公里的。

岩石圈大約伸展到一千二百公里深度；在这个深度的压力，到达五十万气压，温度到达一千五百度；物質的物理状态类似熔解的玻璃。

岩石圈表層的厚度为一百公里，叫做地壳，在地壳中的物質，無論是組成成分和物理状态，都是截然不同的。

中層或者是礦石層的厚度，平均为一千七百公里，它的下層