



地球

地球是独一无二的，还是只是宇宙中众多类似的宜居行星之一？

地心游记

地球历史的很多方面都取决于我们对地球内部运作的正确理解。但是，既然我们无法亲身前往地球内部进行观察，我们又如何了解地球内部的情况呢？

儒勒·凡尔纳于 1864 年凭借其科幻巨著《*地心游记*》激发了人们的无限遐想。尽管科技取得了巨大进步，但这样的旅行是不可能的，并非因为我们缺乏兴趣，而是因为地球并非空心。

我们是如何知道这一点的？事实上，我们又是如何了解地球内部的呢？

这个问题并非无关紧要。现代经济依赖于对地球的正确认识，因为我们需要不断地寻找石油和重要矿产资

源，并预测致命的地震或火山爆发。此外，关于太阳系和宇宙起源的现代争论，部分也围绕着地球内部的构成以及塑造和移动各大洲的动力展开。

单凭钻探无法告诉我们太多信息。直到最近，最深的钻孔——俄罗斯的科拉超深井——深度也达到了 7.6 英里（40,230 英尺，或 12,262 米）。这项令人瞩目的壮举耗时近二十年（1970–1989 年）。2008 年和 2011 年在卡塔尔钻探的油井深度仅比科拉超深井深几百英尺（几十米），但与地球中心 3,960 英里（6,371 公里）的距离相比，这些都只是沧海一粟。

地球的大小和密度

地球的浩瀚难以想象。然而，人类自古以来就对此有所了解。毕达哥拉斯（约公元前 530 年）可能是第一个认识到地球是球体的人。他坐在港口，观察地平线之外驶来的船只——先是桅杆和船帆，**然后**是船体从地平线上露出——由此意识到地球表面一定是弯曲的。

埃拉托色尼（公元前 276–196 年），埃及亚历山大图书馆的首席馆长，发明了一种简单而巧妙的方法，无需环游世界即可估算地球的大小和地心距离（详情见侧边栏）。他计算出的地球周长约为 25,000 英里（40,234 公里），仅比实际值高出 2%。

艾萨克·牛顿提出了万有引力定律，进一步加深了我们对地球整体结构中各种力的认识。地球的所有粒子都受到引力中心的吸引，球形便是自然而然的结果。

这些原理对于我们探究地球的组成至关重要。地球内部究竟充满了哪些物质——轻的还是重的，液态的还是固态的？首先，我们必须确定三个基本事实：体积、质量和密度。

体积

体积很容易计算。我们只需知道球体的周长就能知道它内部的“空间”。地球的周长已经通过地面和太空的测量得到了证实。地球并非完美的球体，但我们仍然可以轻松计算出它的周长和体积。

大量的

地球的质量——即它所含物质的量——比较难确定。它可以通过月球的公转周期（月球绕地球公转一周所需的时间）来估算。

密度

我们可以通过质量除以体积来计算地球的密度。这可以让我们了解地球内部的物质构成。我们只需要将这个密度与地表常见岩石的密度进行比较即可。

普通岩石的密度约为每立方英尺 156-187 磅（每立方厘米 2.5-3.0 克）。然而，地球的密度要高得多——平均为每立方英尺 343 磅（每立方厘米 5.5 克）。那么，我们如何调和这些不同的数值呢？

不仅仅是压缩岩石

随着深度的增加，地球内部的压力变得巨大，温度也随之升高。上覆岩层的重量会压缩地层内部，从而增加地层的密度。

我们可以在实验室中测量这种效应。然而，即使我们将地表岩石压缩到与地球内部压力相当的程度，我们仍然无法获得同样的高密度。

因此，我们必须得出结论：地球并非完全由岩石构成。地球深处的物质密度必定远高于压缩岩石的密度。

来自地震波的证据

我们可以通过某些波穿过某种物质的方式来了解这种物质的特性。这些波在空气、水或糖蜜中的传播方式各不相同。

地震会产生地震波，这些地震波可以穿透地球内部。这有点像向池塘里投入一颗石子。波从撞击点向外呈圆形扩散，清晰可见。我们说话时在空气中产生的声

波与之类似，但却是不可见的。岩石中的地震波就如同空气中不可见的声波。

地震波从震中向外传播时，会穿过地球表面，最终再次到达地表，在那里我们可以探测到它们（*图 1*）。然后，我们可以利用地震波探测地球内部结构，其方式类似于 X 射线揭示我们体内解剖结构的方式。

通过分析这些地震波，研究人员构建了地球内部结构模型（*图 2*）。在大约 1796 英里（2890 公里）的深度——距离地心约 2163 英里（3481 公里）——地震波行为的突变表明地球密度必然发生了突然增加。这对应于地核-地幔边界。

地震波揭示地核的证据

地震会产生各种地震波（例如 P 波），这些地震波会穿过地球内部。通过分析这些地震波到达不同区域时的行为变化，我们可以了解密度发生显著变化的位置。在大约 1796 英里（2890 公里）的深度，密度突变表明密度突然增加。这对应于地核-地幔边界。

如果我们查看不同金属的密度图，会发现铁的密度最符合地核的密度，而橄榄石（一种镁铁硅酸盐矿物）的密度最符合地幔的密度。尽管地核的基本成分都是

铁，但某些地震波在地核外层的传播方式却不同，这表明地核外层可能是液态的，而内核则是固态的。

FIGURE 1 Sample pattern of some seismic waves

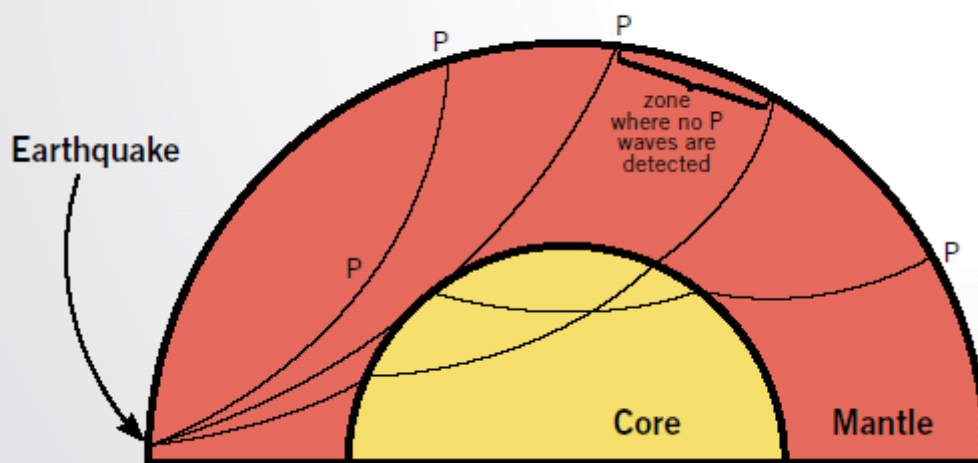
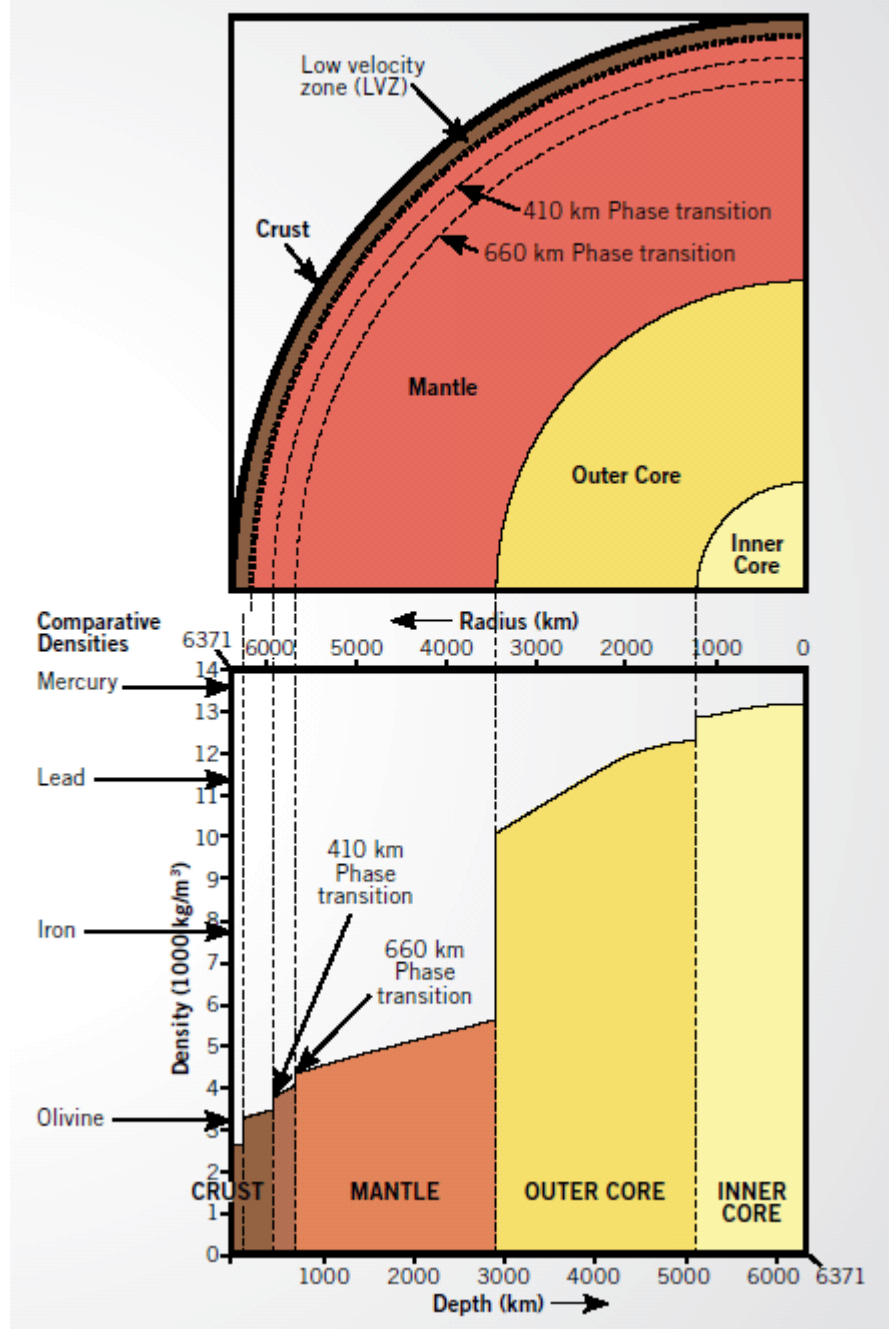


FIGURE 2 Density of the earth at various depths



铁的密度和性质符合这种估算。铁也能解释地球磁场。如果在铁中添加少量镍，地球的整体密度几乎与地球的平均密度完全吻合。

尽管地核的基本构成物质相同，但它似乎分为两部分：外核和内核。某些地震波在外核中的传播方式不同，表明外核可能是液态的，而内核则是固态的。

火山——通往地球内部的窗口

我们还可以借助火山喷发的物质来了解大陆内部的其他线索。当熔岩流经地球深处的陆壳时，会崩落大块岩石。熔岩喷发冷却后，许多碎块仍保持完整。

这些玄武岩熔岩在到达地表的过程中裹挟着大陆岩石碎片，它们本身是另一种物质。因此，它们的来源必定与地壳以下的上地幔不同。这与地震证据相符。有时，这些玄武岩熔岩还会携带上地幔岩石碎片上升到地表。

另一个佐证我们所观测到的是上地幔岩石的证据是其中罕见的钻石。在地球内部，钻石在 160 公里（100 英里）以上的深度才能稳定存在。而在较浅的深度，钻石甚至可能转化为石墨！这意味着这些含钻石岩石的来源很可能位于上地幔至少 160 公里以下。它们的成分也印证了我们对上地幔的预期。

地球摆动的证据

地球构造的另一个线索是它的摆动。地球像陀螺一样自转，自转轴倾斜 23.5° 。这种自转导致地球在赤道附近略微隆起（约 21 公里），而在两极附近略微收缩。因此，地球在自转的同时也会摆动。

这种摆动遵循着可预测的模式。如果地球的“顶部”由同一种材料制成，理论上地球摆动的轴完成一次完整的旋转大约需要 31500 年。但实际上，我们可以计算出只需要 26000 年（而且，根据圣经记载，地球的年龄远没有那么长）。

通过测量地球的摆动和隆起，并估算太阳和月球施加的引力，人们已经证明地球内部物质的密度远大于地表物质的密度。地核中的铁元素有助于解释这些观测结果。

来自陨石的证据

另一个关于固体行星内部物质的线索来自遥远的太空。火星和木星之间是小行星带，其中包含着大小不一的岩石天体，直径从不足一英寸（几毫米）到数百英里（几公里）不等。小行星带中的碰撞会导致小行星碎片脱离轨道，进入与地球相撞的轨道。大多数小行星进入地球大气层后会燃烧殆尽，形成流星或“划过夜空的星星”。那些到达地球表面的碎片被称为陨石。大多数（但并非全部）陨石都被认为来自小行星带。

石质陨石占已编目陨石的近 95%。它们的主要矿物成分是橄榄石，这与被带到地表的地幔岩石块的主要成分相同。铁质陨石仅占 4.5% 多一点。它们由铁镍合金组成，其成分与根据其他证据推断出的地核成分相符。

世俗天文学家普遍认为小行星带是太阳系形成时遗留下来的物质。[创世记](#)中使用的希伯来语词汇可能表明，在第四天，[上帝](#)用祂先前创造的物质形成了行星。如果情况确实如此——我们尚不能确定——那么小行星带或许就是这一过程的“遗留物”，而坠落地球的小行星碎片（即陨石）或许能为我们提供有关岩质行星内部成分的样本。

结论

我们可以更好地了解洪水时期塑造和移动各大洲的力量。

虽然我们无法直接对地球深处进行取样，但研究人员可以综合运用多方面的证据，对我们的问题——地球内部究竟是什么——给出较为确切的答案。目前科学界的最佳推测是，在被称为地壳的外层之下，是由橄榄石构成的岩石地幔；而地球中心则是地核，主要由铁构成，并含有少量镍合金。

在洪水时期地球内部独特的压力和高温下，这些内部岩石的强度降低了十亿倍以上，使得最初超级大陆分裂形成的碎片发生灾难性的滑动，最终形成了如今的格局。地球内部还揭示了许多其他关于大陆碎片边缘作用力的秘密，帮助我们拼凑出地球大陆板块的原始

形态，以及它们在分离和碰撞过程中的运动方式。（更多内容敬请期待本期杂志！）

圣经对此没有明确记载。然而，当上帝在旋风中对约伯说话时，祂问他：“我立大地根基的时候，你在哪里呢？……大地的根基立在哪里呢？”（[约伯记 38:4-6](#)）。这很可能是指上帝在创世记第一章中所描述的创造地球的事件。我们可以肯定的是，全知全能、智慧慈爱的创造主在创造地球之初，就赋予了它完美的环境，使其成为人类的家园——祂精心设计了地球内部的结构，使其最符合祂对未来居住在其上的人类的计划。

读完这篇文章，你心里是否有一些触动？有没有一些新的想法，或者值得你认真思考的问题？或许，你也开始重新思考自己的信仰和人生的方向。

如果你愿意，现在就可以向上帝祷告，打开心门，成为祂的儿女。祷告不需要华丽的言辞，只要一颗真诚的心。你可以这样祷告：

天父上帝，今天我来到你面前，愿意立定心志，宣告我相信耶稣基督是我的救主，是我生命的主。我愿意离开过去那些不讨你喜悦的生活方式，求你赦免我的过犯。靠着你的恩典，帮助我学习顺服你、爱人如己，

活出你所赐的新生命。求圣灵每天引导我、扶持我，使我一生荣耀你的名。奉主耶稣基督的名祷告，阿们。

如果你已经做了这个祷告，愿你知道，你并不孤单。信仰的道路需要陪伴和成长。鼓励你在自己居住的地方，寻找一间合适的教会，与弟兄姐妹一同聚会、学习和成长。

如果你有任何疑问，或在信仰上需要帮助，欢迎随时写信与我们联系。我们愿意倾听，也愿意与你一同前行。