

## 为什么美国有些地震发生在意想不到的地方？

2011年8月23日下午1点51分3秒，弗吉尼亚州发生5.8级地震。震中位于地下3.7英里处，在里士满西北约41英里处，远至纽约市甚至加拿大多伦多都有震感。

在距离震中仅83英里的华盛顿特区，华盛顿纪念碑顶部的观景台上的游客被剧烈的震动抛来抛去；掉落的砂浆和石块造成了一些轻微的伤亡，但所有游客都安全撤离。<sup>2</sup>整个大华盛顿地区都受到了破坏，但华盛顿纪念碑是受损最严重的建筑之一。整座建筑的裂缝、剥落和石块及接缝的移位需要进行大规模的修复。

## 为什么弗吉尼亚州会发生地震？

为什么位于板块中心地带的美国东南部会遭受如此毁灭性的地震？通常情况下，地面震动只会发生在板块边缘的地区，例如加利福尼亚州。

北卡罗来纳大学教堂山分校的地震学家伯克·比约尔和他的同事们着手调查可能的成因。他们构建了地球地幔最上层的三维图像，这部分位于大陆地壳下方，构成了北美板块的底部。如今，板块的运动速度如同指甲生长一般缓慢，它们在一层温暖而柔软的岩石层——软流层（源自希腊语 ἄσθενής

σ asthenés ，意为“弱的”；*sphere* ，意为“球体”）之上移动。

*地震波，也就是地震产生的震动，会直接穿过地球表面。*

地震波，也就是地震产生的振动，会直接穿过地球。记录地震波可以让我们构建出地球内部的结构图，就像用 X 光照射我们的身体可以显示我们骨骼的图像一样。

Biryol 和他的同事制作的 3D 地震图像显示，美国东南部的板块厚度不均匀，既有较厚的古老致密岩石区域，也有较薄的、由较年轻且密度较低的岩石组成的区域。

研究人员百思不得其解，究竟是什么原因导致了板块厚度的不均匀。他们推测，随着时间的推移，新的物质（例如沉积在其上的沉积物）不断添加到板块上，板块的部分区域也随之分离，从而在板块内部形成了密度较高的区域。重力倾向于将这些密度较高的区域拉入地幔，最终，一些高密度区域会脱落并沉入下方的软流层中。

与此同时，他们推测，为了填补板块底部剥落碎片留下的空隙，软流层中较轻（密度较低）的物质向

上移动，填满了这些空间。这些漂浮的物质随后冷却，形成了板块较薄、较年轻的部分。

板块断裂或剥离的部分导致板块变薄，从而更容易沿着断层线滑动，引发地震活动，包括弗吉尼亚州的地震。他们认为，由于这些过程在数亿年的时间里一直缓慢而渐进，因此下一次类似的大地震不会很快发生。

## 1811-1812 年新马德里地震

然而，与有记录以来袭击落基山脉以东美国本土的最强地震系列相比，2011 年 5.8 级弗吉尼亚地震只是小事一桩。

1811 年 12 月 16 日凌晨 2 点 15 分，一场震级为 7.5 级的地震在阿肯色州东北部发生，震感强烈，波及至少 5 万平方英里的区域，震感中等的区域约 100 万平方英里。<sup>4</sup>相比之下，1906 年毁灭性的旧金山地震的震感中等的区域仅约 6200 平方英里。幸运的是，由于受灾地区人口稀少，主要集中在密苏里州、阿肯色州、田纳西州和肯塔基州沿密西西比河谷交界处，因此 1811 年的这场地震对人造建筑物的破坏程度较轻。但考虑到现代孟菲斯周边地区经历了极其剧烈的地面震动，损失本可能更加严重。

这仅仅是开始。仅仅六个小时后，1811年12月16日上午8点15分，震中依然位于阿肯色州东北部，再次发生7.4级地震。随后，1811年12月17日午夜又发生了一次7级余震。接着，1812年1月23日上午9点，一次7.3级地震袭击了该地区，这次震中位于密苏里州东南角。受灾地区普遍出现地面变形、裂缝、严重山体滑坡和河岸坍塌。

但最糟糕的还在后头。1812年2月7日凌晨3点45分，一场7.5级地震袭击了该地区。震中位于密苏里州新马德里附近，该镇几乎被夷为平地。在圣路易斯，许多房屋严重受损，烟囱倒塌。断层带沿线的地壳抬升在肯塔基弯的密西西比河上形成了临时瀑布，引发了向上游传播的波浪，并阻塞了如今田纳西州莱克县境内的溪流，最终形成了里尔福特湖。当天晚上10点40分，又发生了一次7级余震。

*这些强烈地震的根本原因尚不清楚。*

这些强震的根本原因尚不完全清楚。与近期弗吉尼亚地震的震源位置类似，新马德里地震带也位于北美板块内部，远离板块边界，因此不会像其他地震那样，沿断层线与邻近板块发生频繁的板块运动而引发地震。

在密苏里州东南部与阿肯色州、田纳西州和肯塔基州接壤的这一区域，现代断层活动似乎与密西西比河冲积平原下埋藏的古老地质构造有关，该构造被称为里尔福特裂谷（Reelfoot Rift）。据推测，新马德里地震带是由重新活动的断层组成，这些断层最初形成于现今的北美洲在罗迪尼亚超大陆分裂时开始分离之时。按照传统的进化论观点，这大约发生在 7.5 亿年前。但在圣经的地球历史框架中，这个超大陆是上帝在大约 6000 年前的创世周第三天创造的，然后在大约 4300 年前全球洪水灾难开始时分裂。

显然，最初的裂解之后，板块的分裂就停止了。但北美板块内部深处仍然存在着一道裂痕或薄弱带。因此，板块内部任何积聚的压力都会利用这片薄弱带，使岩石发生移动以缓解压力，从而引发地震。

近几十年来，小型地震持续发生。自 1974 年以来，美国地质调查局已记录到 4000 多次地震，震中位于新马德里地震带，该地震带位于古老的里尔福特裂谷之上。据预测，未来 50 年内，再次发生类似 1811-1812 年地震的强震的概率为 7%-10%，当时的地震震级经重新评估为 7.6 至 8.0 级。联邦紧急事务管理局（FEMA）警告称，新马德里地震带发生如此严重的地震可能会造成“美国历史上最高的自然

灾害经济损失”，并给阿拉巴马州、阿肯色州、伊利诺伊州、印第安纳州、肯塔基州、密西西比州、密苏里州，尤其是田纳西州造成“广泛而灾难性的”破坏。在田纳西州，7.7级地震将对数万座建筑物造成破坏，影响供水、交通系统和其他重要基础设施。

## 古代地质事件留下的深层“伤疤”的作用

加拿大多伦多大学利用超级计算机对地壳和上地幔进行建模，结果表明，远古地质事件可能留下了深层的“伤痕”，这些伤痕可能会在地震、山脉形成以及地球上其他持续发生的地质过程中发挥作用。

<sup>7</sup>这改变了以往普遍认为只有大陆板块边界的相互作用才能导致此类事件的观点。

研究团队建立的计算机模型表明，古老的板块边界可能仍然隐藏在地表深处。他们声称，这些据称已有数百万年历史的构造，位于远离现有板块边界的地方，可能会引发大陆内部地表结构和性质的变化。

*这可能是对板块构造基本概念的一次重大修正。*

“这可能是对板块构造基本概念的一次重大修正，”多伦多大学地球科学系研究小组的菲利普·赫伦说道，他也是该技术论文的第一作者。8

赫伦、罗素·皮斯科利韦克和兰德尔·斯蒂芬森甚至提出了一个“地球永久板块构造图”，以帮助说明古代地质过程如何影响当今。“它基于我们熟悉的全球构造图，”皮斯科利韦克说道，他同时也是多伦多大学地球科学系主任。“我们的模型重新定义并在地图上显示的是休眠的、隐藏的古板块边界，这些边界也可能是过去和现在板块构造活动持续存在的‘永久’区域。”

为了展示地壳下方的异常现象对浅层地质特征的显著影响，研究人员使用了多伦多大学的超级计算机——加拿大最强大的计算机，也是世界上最强大的计算机之一。他们利用这台计算机建立了地壳和上地幔的数值模型，并将这些类似疤痕的异常现象引入其中。

该团队实际上创建了一个不断演化的“虚拟地球”，以探索此类地球动力学模型在不同条件下的演变过程。“对于这类模拟，你需要相当高的分辨率才能了解地表以下的情况，”赫伦说道。“我们模拟的区域直径为 1500 公里（约 930 英里），深度为 600 公里（370 英里），但这些构造的某些部分可能只有两三公里（约 1-2 英里）宽。精确解析小尺度应力和应变至关重要。” <sup>10</sup>

利用这些模型，研究团队发现，地壳下方的地幔不同部分在受到挤压时，仍然可能控制着板块内部地壳的褶皱、断裂或流动（表现为造山运动和地震活动）。由此可见，地幔结构比之前被认为是板块变形主要原因的地壳浅层结构更为重要。

“地幔就像地球的热机，而地壳就像覆盖在其上的蛋壳，”皮斯科利韦茨说。“我们正在探索地球上这两个区域交汇处那片神秘且很大程度上未被探索的领域。” <sup>11</sup>

“大多数真正的大型板块构造活动都发生在板块边界，例如印度板块撞击亚洲板块形成喜马拉雅山脉，或者大西洋张开将北美洲与欧洲板块分离，”赫伦说。“但还有很多我们无法解释的现象，例如远离板块边界的大陆内部的地震活动和造山运动。”

<sup>12</sup>

研究团队认为，他们的模拟结果表明，这些地幔异常是由古代板块构造过程（例如古代海洋的闭合）产生的，并且可能一直隐藏在远离正常板块边界的地方，直到板块重新活动导致板块内部发生构造褶皱、断裂或流动。

“未来对地壳下地幔的探索可能会带来更多关于地球运行机制的发现，从而加深我们对过去如何影响地质未来的理解，”赫伦说。[13](#)

## 全球洪水灾难的遗留问题

如果多伦多大学研究团队的超级计算机模型在技术上可靠且能反映现实，那么他们实际上所论证的是圣经中记载的全球洪水灾难（距今仅约 4300 年）的持续影响。当然，他们并没有意识到这一点。然而，那些留下痕迹、如今影响板块运动并由此引发地震的地质事件，正是发生在圣经中记载的全球洪水灾难期间。

*过去发生的那些地质事件，留下了伤痕，如今这些伤痕影响着板块的持续运动，从而引发地震。这些事件发生在圣经中记载的全球洪水灾难期间。*

如上所述，在圣经所记载的地球历史框架下，上帝很可能在大约 6000 年前的创世周第三天创造了一个超级大陆。[创世记 1:9-10](#) 告诉我们，上帝命令在创世的第一天和第二天覆盖全球的水聚集到一处，使旱地显露出来。事情就是这样发生的。因此，如果水聚集在一处，上帝称之为海，那么旱地也很可能聚集在一处，也就是一个超级大陆。

随后，人们认为，大约 4300 年前全球洪水灾难开始时，那块超级大陆和洪水前的海底板块分裂成构造板块，当时“深渊的泉源”全部破裂（[创世记 7:11](#)）。

[15](#)这使得这些板块在地球表面快速运动（如同快步走一般）。洪水前的海底板块沉入（俯冲）到地幔中，而新的海底板块则由涌入裂谷带的岩浆形成，大陆板块碰撞形成山脉。

[16](#)

因此，大洪水期间灾难性板块构造的动力学过程包括地壳板块之间的裂谷、俯冲和碰撞。这些相互作用不可避免地在地壳深处和地幔中留下了持久的痕迹或薄弱带。大洪水结束后，板块运动迅速减缓。

因此，我们今天仍然能够探测到的板块间缓慢运动（指甲生长速度）是全球洪水灾难的遗留影响。板块内部积累的任何应力都会导致这些深层断裂带内的断层活动，从而引发毁灭性地震，正如密苏里州新马德里居民在 1811 年 12 月至 1812 年 2 月期间所经历的那样，也正如华盛顿特区居民在 2011 年 8 月 23 日所经历的那样。

## 教训是什么？

[我们至今仍在承受上帝](#)对邪恶的人类和充满暴力的地球施以全球性灾难性洪水审判的后遗症。因此，

今天发生的毁灭性地震旨在提醒我们，人类悖逆圣洁的创造主上帝的罪恶后果。这应当促使我们向上帝呼求悔改，寻求祂的恩典来拯救我们，正如上帝在洪水浩劫中拯救了挪亚和他方舟上的动物一样。

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。