

# 铀铅（U-Pb）放射性同位素测年法的问题

## 第一个问题：公共引线

### 抽象的

铀铅（以下简称 U-Pb）放射性同位素测年法目前是地质年代学家（研究地球物质，如岩石、岩层、化石等年代的地质学家）首选的绝对年代测定方法。但这种放射性测年方法存在一些问题。地质学家[安德鲁·斯内林博士在我们的《解答研究期刊》](#)上发表了一篇三部分组成的系列文章，指出了 U-Pb 测年法的三大主要问题（每个问题本身又包含若干相关问题）。本文将总结该系列[文章第一篇](#)的主要内容。

### 主要错误假设

对矿物、岩石和陨石进行放射性同位素测年，或许是目前最被广泛认为是地球和太阳系古老年龄的“无可辩驳”的证据。放射性同位素测年法所测定的绝对年龄，似乎为地球岩石形成于数百万乃至数十亿年前的说法增添了一层确定性。因此，世界各地的科学界和公众似乎都深信地球拥有极其悠久的历史。

放射性测年法，特别是铀铅测年法，其众多假设之一是：地球上我们观测到的三种铅同位素

(<sup>206</sup>Pb、<sup>207</sup>Pb 和 <sup>208</sup>Pb) ——它们如今是由铀 (U)、钍 (Th)、镅 (Ac) 以及其他几种具有放射性同位素的元素的放射性衰变产生的——在过去也仅来源于这些元素的放射性衰变。这是一个完全武断且无法证实的假设，它预设了一种自然主义的宇宙演化史。然而，在圣经的创世论世界观中，上帝创造了所有的铅同位素，包括非放射性成因的铅同位素以及如今由铀、钍、镅和其他元素的放射性衰变产生的铅同位素。<sup>204</sup>Pb 是铅的主要非放射性同位素，通常被称为普通铅或初始铅，但普通铅或初始铅也可以包含所有其他稳定的铅同位素，包括 <sup>206</sup>Pb、<sup>207</sup>Pb 和 <sup>208</sup>Pb。

## 创造论者对放射性测年法的研究

精确测定放射性同位素年龄需要精确了解并保持母体放射性核素的衰变常数（半衰期）。然而，正如斯内林博士在其他文章中所述，由于矿物和岩石中铀同位素比值存在较大差异（而传统地质学家一直认为这些比值是恒定的），铀的衰变常数并不精确。此外，1997年至2005年间开展的“放射性同位素与地球年龄”

(RATE) 项目（一个由创造论者[发起的](#)项目）成功地指出了放射性同位素测年方法的一些缺陷，尤其是在

证明放射性同位素衰变速率并非一直保持目前测得的恒定速率方面，而是在诺亚时代全球洪水期间经历了一段核衰变加速期。

*世俗出版物表明，任何超出等时线的数据点都会被视作“污染”而被丢弃，而没有证明它们确实是由污染造成的。*

然而，准确的测定不仅取决于对相应母体放射性同位素衰变常数的精确测定，还取决于这些所谓的绝对年代测定方法所依赖的另外两个假设的可靠性。这两个假设分别是“仅含母元素原子”或“已知数量的子元素原子”的初始条件，以及封闭系统未受污染的先验假设。这两个假设都无法证实，因为过去没有观察者能够观测到初始条件，而且之后也没有发生污染。然而，世俗地质年代学家声称可以通过等时线技术绕过这些假设，因为据说该技术独立于初始条件，并且能够灵敏地揭示任何污染。但是，即使是世俗出版物也表明，任何落在等时线之外的数据点都会被当作“污染”而丢弃，而没有证明它们确实是由污染造成的。这种丢弃数据点的做法完全是武断的，因此不符合科学原则。

## 铅和锆石

铅（Pb）广泛分布于地球各处，它不仅作为铀和钍放射性衰变的产物存在，还能独立于铀和钍形成自身的矿物。因此，铅的同位素组成变化范围很广，从富含放射性的“放射性铅”（存在于据称古老的含铀或含钍矿物中）到方铅矿（PbS）和其他矿物中的“普通铅”。铅也是许多其他岩石中的微量元素。

锆石（ $ZrSiO_4$ ）锆石是一种常见的矿物，尤其常见于花岗岩和砂岩中。人们通常认为锆石颗粒是优良的铀铅年代测定剂。这是因为人们认为锆石在结晶过程中不会将铅原子掺入其晶格结构中。<sup>由于</sup>铅离子半径较大（1.32 Å）且电荷较低（2+），因此被认为无法进入锆石晶体。所以，锆石在形成之初的初始铅含量极低，且铀铅比值较高。由此推测，如今锆石中测得的铅含量全部来源于锆石结晶后母体铀和钍原子的放射性衰变。

## 拉开距离

世俗文献承认，对于同位素稀释热电离质谱仪（ID-TIMS）分析而言，锆石中的普通铅或初始铅可能影响锆石的年龄测定，但有多种方法可以最大限度地减少或消除这种初始铅的影响。锆石中的普通铅主要存在于包裹体中，以表面污染的形式存在，或在化学处理过程中引入。为了解决这些问题，最大限度地减少实验室空白（降低污染）一直是高精度 U-Pb 分析最

重要的要求。目前大多数实验室声称已将分析空白降低到 5 皮克以下（1 皮克定义为 1 万亿分之一克，即  $10^{-12}$  克），有些实验室甚至低于 1 皮克。此外，还使用从火山岩中分离出来的透明、无裂纹和无包裹体的锆石，据称这些锆石几乎不含或完全不含原生普通铅。最后，实验室中的普通铅可能来源于空气中的颗粒物、实验室器皿和试剂，而且这些来源的贡献会随时间变化。因此，大多数实验室在其操作流程中都为空白样品预留了较大的不确定性“误差范围”。人们通常认为，在 ID-TIMS 锆石 U-Pb 分析中，最关键的参数是放射性铅与普通铅的比值，该比值通常通过测量的  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  比值间接表示。因此，相关文献建议实验室制定严格的操作规程，以确定数据集对估计初始普通铅组分的灵敏度。然后，他们建议使用一系列地质学上合理的初始铅同位素比值来筛选数据。正如 Snelling 博士指出的那样，“他们当然是指基于其演化地质模型，根据假设选择合适的标准样品以产生预期结果，因为初始铅同位素比值没有客观的绝对标准。” [4](#)

**二次离子质谱**（SIMS）技术用于锆石年代学研究，据称可以测量锆石中的普通铅（Pb），尽管普通铅或初始铅的  $^{206}\text{Pb}$  和  $^{207}\text{Pb}$  原子与放射性衰变产生的  $^{206}\text{Pb}$  和  $^{207}\text{Pb}$  原子完全相同。最直接的方法是测量普通铅特有的非放射性同位素

$^{204}\text{Pb}$ 。一旦确定了其他铅同位素，就可以从分析结果中减去它们。然后假设总  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  比值始终保持不变，就可以计算出普通铅的  $^{206}\text{Pb}$  同位素组成。尽管  $^{204}\text{Pb}$  能最直接地测量普通铅的含量，但研究人员意识到  $^{204}\text{Pb}$  的相对丰度较低，会导致这种校正方法不够精确。因此，他们提出，有时可以利用  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  和测得的钍/铀 (Th/U) 比值来更精确地估算普通铅的同位素组成。然而，这种测量方法依赖于两个无法证实的假设：锆石的年龄已知，且其钍/铀比值和放射性  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  比值在锆石的整个历史中除了衰变之外没有发生变化。

*有人可能会认为，当选择样本时预先设定了同位素一致的信号部分必然能得出被分析样本的“正确”年龄这一假设，这并非严谨的科学，而是受某种议程驱动的教条。*

迄今为止，激光烧蚀电感耦合等离子体质谱法 ( LA-ICP-MS ) 分析锆石通常无需进行大量的普通铅校正。但在许多情况下，他们仅选择性地积分同位素一致性最高的数据点，从而大幅（且人为地）降低了他们认为受普通铅和铅损失影响的分析结果的发生率。然而，有人可能会认为，当这种选择是基于预先设定的假设，即信号中同位素一致性部分必然能得出

被分析样品的“正确”年龄时，这并非严谨的科学，而是受某种目的驱动的教条。

## 快速澄清后，问题仍未解决。

斯内林博士简要地对两个术语做了说明。“普通铅和初始铅这两个术语有时被混用，但它们并非完全相同。普通铅可以定义为某一区域岩石中铅的同位素组成，这些岩石具有共同的地幔或地壳储层来源。另一方面，初始铅是指矿物或岩石形成时最初存在的铅的同位素组成，也就是它继承的铅。通常，矿物或岩石中的普通铅和初始铅可能相同。然而，有时矿物或岩石的形成可能涉及分馏、[提取](#)和/或分配过程，这些过程可能不会将源区中的所有普通铅都转移到形成时的矿物或岩石中，因此继承的初始铅的同位素组成可能与形成它的源区中的普通铅的同位素组成不同。”

## 以高龄来证明高龄

此外，质谱仪的主要目的是测量同位素比值，而非单个同位素的绝对含量。虽然这一点在学术文献中通常不为人知，但有时也会不经意间流露出来。McLean、Bowring 和 Gehrels (2016) 承认：研究人员“更关注同位素的相对丰度（通常以比值表示），而很少需要或能够获得相同精度的绝对丰度信息。”

<sup>10</sup>正如 Snelling 博士随后解释的那样，样品中<sup>204</sup>Pb 的绝对含量<sup>无法</sup>精确测量。

此外，由于<sup>204</sup>Hg(汞)信号的同量异位素干扰，尤其是在激光烧蚀电感耦合等离子体质谱(LA-ICP-MS)实验中，直接精确测量<sup>204</sup>Pb的绝对含量会变得十分困难。Snelling博士随后回顾了U-Pb定年法中汞干扰及其他方面问题的根源。

这并非小事，因为人们假定所有测得的<sup>204</sup>Pb(唯一一种并非由前体放射性同位素衰变产生的稳定铅同位素)都是构成常见或初始铅同位素组成的最主要成分。然而，测量样品中<sup>204</sup>Pb的绝对含量是唯一无需假设即可确定其含量的方法。上述所有其他确定常见或初始铅同位素组成的方法都涉及使用测得的铅同位素比值和假设。比值仅仅是比值而已。要从这些比值中确定<sup>204</sup>Pb的绝对含量，唯一的方法是对样品中铅同位素的过去历史做出假设，特别是地球及其起源的深远历史，以及待测样品的深远历史(例如，铅演化模型)。然而，利用这些假设推导出的U-Pb放射性同位素年龄随后又被用来构建这些深远历史。因此，结果取决于模型，而选择的模型又取决于个人的世界观。11

斯内林博士随后列举了铀铅定年法整个范式中蕴含的其他一些假设。这些假设认为，原始铅具有特定的同位素组成，其依据是太阳系的所有组成部分（行星、小行星、陨石）都形成于太阳星云，并且地球原始铅的同位素组成与陨石陨硫铁（一种硫化铁矿物，FeS）中的铅同位素组成非常接近。人们还假设陨石是与地球一同在太阳系早期形成的较大天体（主要是小行星）的碎片。据推测，这些早期的小行星和陨石形成的陨硫铁几乎不含铀和钍。因此，陨硫铁中铅的浓度很高（特别是用于测年目的的陨硫铁——峡谷迪亚布罗铁陨石的陨硫铁），这被认为是原始铅的含量，据推测，自 45.6 亿年前结晶以来，铅的含量一直保持不变（这又是另一个假设）。

此外，火成岩和变质岩的形成涉及矿物的熔融、结晶和/或重结晶，这可能导致各种元素及其同位素的分布发生改变。因此，不能保证源岩中所有的 U、Th 和 Pb 同位素原子都会转移到新形成的（或变质的）岩石及其组成矿物中。基本上不可能量化地幔和地壳同位素库在每个阶段的同位素混合、提取和分馏程度，而这些因素又会影响下一阶段假定的 Pb 同位素演化。

## 圣经模式

与世俗界所认知的地球数十亿年的演化历史截然不同的是，圣经中引申出的年轻地球创造论（YEC）的时间

尺度约为 6000 年。因此，圣经文本中既没有考虑到数十亿年的宇宙或地质演化，也没有考虑到铀、钍（以及其他元素）放射性衰变为铅所需的时间尺度。正如斯内林博士所解释的，圣经**创世**模型包含一些完全符合科学原理的假设，这些假设会对放射性测年法得出的年代产生显著影响。

- 对于信奉圣经的基督徒来说，从科学角度来看，相信上帝在最初通过超自然创造地球时，赋予了地球初始的铅同位素组成，其中包括所有四种稳定的铅同位素，这是合理的。
- 在这四种稳定的铅同位素中，没有一种铅原子是由铀或钍（以及其他元素的）同位素放射性衰变产生的。
- 由于最初的或原始的铅同位素禀赋与峡谷迪亚布罗铁陨石的陨硫铁不同，因此，在神创造的地球上，铅同位素演化模型的起点可能与进化论者所假设的起点大相径庭。
- 在创世周的第三天，也就是“大动荡”期间，可能发生了一些铅同位素的混合和重新分布，当时陆地从水下形成。
- 洪水时期，地壳和地幔发生了大规模熔融和同位素混合，很可能在此期间出现了一段核衰变加速的时期。
- 如果加速核衰变确实发生，那么大约 6 亿年的子体铅同位素及其部分物质会在洪水年期间依次添加到地壳

矿物和岩石中，这将极大地扭曲铅同位素组成，从而导致对表观年龄的长期解释被大大夸大。

斯内林博士随后直截了当地指出，地球深时演化历史仅仅是推测，而非证实。

因此，如果不能明确区分矿物或岩石中由原位铀和钍衰变产生的子铅原子与初始铅原子，就无法确定它们的绝对铀铅放射性同位素年龄。所有无法证实的假设最终都依赖于一个假定的漫长历史。否定这一假定被认为是对地球数十亿年年龄的致命打击。因此，接受并运用圣经中关于创世和洪水的记载作为可靠的框架来揭示地球历史以及其矿物和岩石中发现的铅同位素，并不存在任何障碍。

<sup> 12</sup>

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。