



地平说

与普遍的误解相反，中世纪教会并没有教导地球是平的，而且我们有很多方法可以证明地球是球形的。

重新审视埃拉托色尼

在讨论地球是否是平的时，[埃拉托色尼的实验](#)经常被提及。正如我之前指出的，[许多人对埃拉托色尼著名的实验存在误解](#)。人们普遍误以为埃拉托色尼证明了地球是球体。事实上，在埃拉托色尼的时代，西方普遍已经知道地球是球体。埃拉托色尼正是基于这一认知，测量了地球的周长，进而计算出了地球的半径。

虽然埃拉托色尼使用的计量单位存在一些不确定性，但他对地球大小的测量结果与现代公认的值接近。

埃拉托色尼是如何做到这一点的呢？天空中任何物体与水平面的夹角称为[高度角](#)。高度角介于 0° （地平线）和 90° （天顶，即正上方）之间。或者，我们也

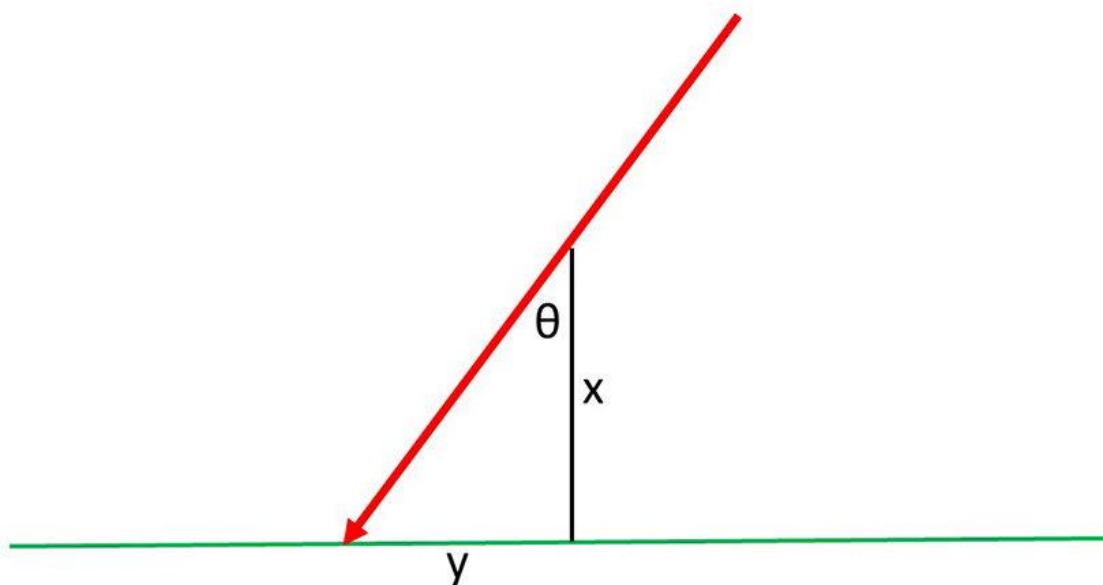
可以用天体的天顶角来表示这个概念，它是高度角的补角。如果地球是球体，那么在某一天正午时分太阳的高度角取决于观测点的南北位置。因此，如果在同一天，分别在南北方向上的两个不同地点测量正午太阳的高度角（或天顶距），并且已知这两个地点之间的距离，就可以计算出地球的大小。埃拉托色尼正是这样做的。虽然埃拉托色尼使用的计量单位尚存一些不确定性，但他对地球大小的测量结果与现代公认的值非常接近。

由于埃拉托色尼当时已经知道地球是球体，所以地平说支持者声称埃拉托色尼并没有证明地球是球体，这种说法是正确的。地平说支持者还经常说，埃拉托色尼的实验可以用地平说来解释。这同样没错。但这种解释会带来一些问题。如果地球是球体，那么埃拉托色尼的实验就可以用来测量地球的大小。但如果地球是平的，那么埃拉托色尼的实验就可以用来测量太阳在平坦的地球上的高度。让我们来比较一下这两种结果。

埃拉托色尼实验

埃拉托色尼生活在 22 个世纪前的埃及亚历山大港。他曾在著名的亚历山大图书馆工作。亚历山大港是当时希腊文化和学术中心，因此是建造亚历山大图书馆的理想之地。埃拉托色尼曾前往埃及南部的塞恩(Syene)，

也就是今天的阿斯旺。他注意到，在夏至日正午，太阳直射头顶。这是因为塞恩/阿斯旺位于北回归线上，北回归线是热带的最北端。在夏至日，北回归线上的所有地点，太阳都会在当地时间正午直射头顶。而亚历山大港位于热带以北约 500 英里处，因此太阳永远不会直射那里。埃拉托色尼意识到，这一观察为测量地球的大小提供了机会。回到亚历山大港后，埃拉托色尼建造了一根日晷，即一根竖立在平坦表面上的、高度已知的垂直杆。次年，埃拉托色尼在六月夏至日正午测量了日晷的影子长度（图 1）。如果日晷的高度为 x ，影子的长度为 y ，那么天顶角 θ 等于 (y / x) 的反正切值。埃拉托色尼测得太阳的天顶角为圆周的 $1/50$ ，即 7.2° 。

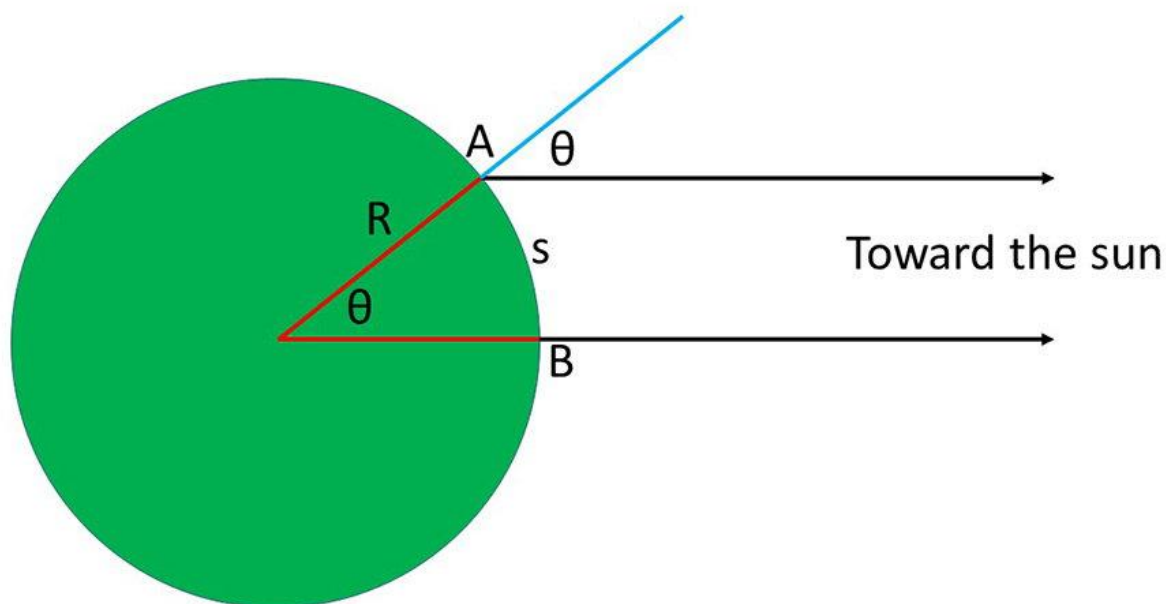


+

图 1

图 2 展示了埃拉托色尼如何利用这些信息计算出地球的周长。埃拉托色尼时代的人们不仅知道地球是球体，而且还知道太阳的距离远大于地球的半径。因此，埃拉托色尼假设太阳距离地球足够远，以至于地球上任何一点指向太阳的方向都几乎平行。地平说支持者可能会反驳说，这两条线并不平行，因此埃拉托色尼的结论无效。让我们来检验一下这种说法。如果太阳距离地球 9300 万英里，那么地球表面上相距 500 英里的两点指向太阳的两条直线之间的夹角至多为 0.0003° 。埃拉托色尼不可能测量出如此小的角度。他测量的角

度比这个值大 24000 倍。假设这两条线平行引入了 0.004% 的误差。因此，这种反驳毫无根据。



+

图 2

从图 2 可以看出，由于从这两个地点到太阳的方向基本平行，天顶角 θ 也必然是亚历山大（A 点）和塞恩（B 点）在地球中心测量的角度。我们可以说这个角度是两座城市纬度的差值。由于 θ 是圆周的 $1/50$ ，那么两座城市之间的弧长 s 必然是地球周长的 $1/50$ 。因此，地球周长必然是 $50 \times s$ 。地理学之父埃拉托色尼知道两座城市之间的距离 s 。他使用的是希腊的距离单位“体育场”（stadium），但我们可以使用现代

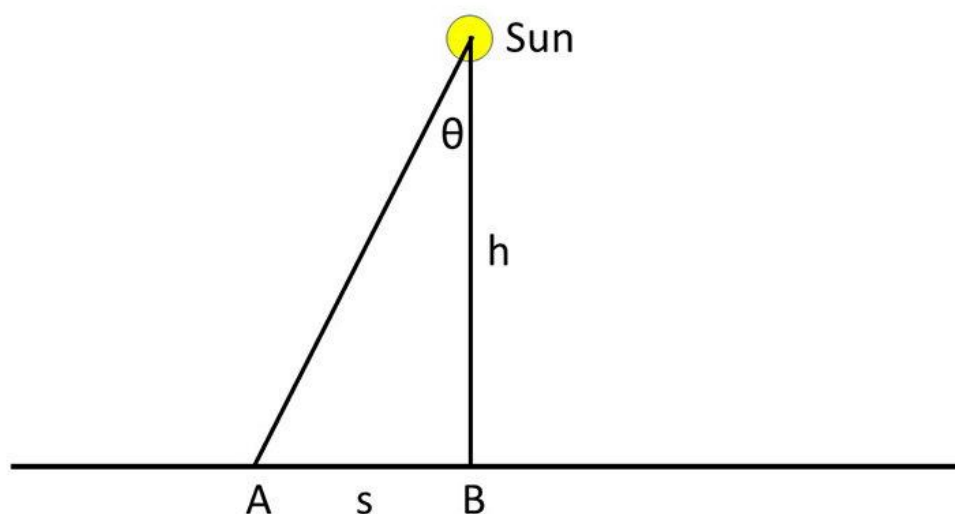
的距离单位 500 英里。50 乘以 500 英里，我们得到地球周长为 25,000 英里。这与目前公认的地球周长值相差不到 0.5%。

对埃拉托色尼结果的重新解读

现在，让我们重新解读埃拉托色尼实验，假设地球是平的（图 3）。如果太阳距离地球的高度为 h ，且 h 相对于地球的大小来说不太大，那么在同一时间于不同地点测量的太阳高度角将会不同。和之前一样，亚历山大位于 A 点，塞恩位于 B 点，两点之间的距离为 s 。太阳在 B 点正上方，在 A 点的太阳天顶角为 θ 。设 h 为太阳距离平坦地球的高度。

$$h = \frac{s}{\tan \theta}.$$





+

图 3

代入数值，我们发现 $h = 3,958$ 英里。保留三位有效数字，即 3,960 英里；保留两位有效数字，即 4,000 英里。我发现，当代的地平说信徒对太阳高度避而不谈，但当他们确实发表意见时，3,000 至 4,000 英里范围内的数字很常见。¹ 这个数字很可能源于对埃拉托色尼实验的重新解读。

我自己的埃拉托色尼式实验

12 月 9 日星期三中午，我进行了一项类似埃拉托色尼实验的实验，只不过这次是在 12 月冬至前后不到两周的时间进行的。在冬至前后，太阳的赤纬变化很小。

例如，在我进行实验时，太阳的赤纬约为 $-22^{\circ} 53'$ ，与 12 天后 12 月冬至的太阳最小赤纬相差不到 $33'$ (0.55°)。由于冬至前后太阳赤纬的日变化很小，因此在冬至前后进行类似埃拉托色尼实验比一年中其他任何时间都更合适。所以，在冬至前后进行这类实验是最可行的。在北半球，在十二月冬至附近进行这项观测的优势在于，与六月冬至相比，十二月冬至附近观测时，阴影更长，可以更精确地测量天顶距离。

在我进行实验时，太阳的赤纬恰好为 23° 。这意味着在我进行实验时，正午时分，南纬 23° 附近的地点太阳直射头顶。请注意，无论地球是平的还是球体，这个结论都成立。显然，我无法确认那天中午太阳是否真的直射南纬 23° ，但我确信它确实如此，而且我相信大多数地平说信徒也会同意。问题是，我居住地所在的北纬 $39^{\text{度}}$ 线与南纬 $23^{\text{度}}$ 线之间的距离是多少？通常认为，纬度每相差一度，距离约为 69 英里。因此，我居住地到那天中午太阳直射头顶最近的地点之间的距离为 $(39 + 23) \times 69 \text{ 英里} = 4,278 \text{ 英里}$ 。如果地平说信徒们想要质疑纬度每一度等于 69 英里，那么我很乐意按照他们喜欢的任何换算方式重新计算我的结果。

图 4 展示了我的实验装置。我将一把卷尺固定在木箱侧面，并将木箱放置在水平面上。这样可以确保卷尺

垂直于地面。我用卷尺记录了当地时间中午时分卷尺影子的长度（图 5）。如图所示，影子长度为 65.5 英寸。为了确保这是当天最短的影子长度，我在当地时间中午前后进行了超过半小时的测量（同时考虑了时间等式）。太阳高度角 θ 是 $36/65.5 = 28.8$ 度的反正切值。因此，当地时间中午时分太阳的天顶角为 61.2 度。运用与埃拉托色尼相同的推理方法，地球周长为 $(360/61.2) \times 4,278$ 英里 = 25,162 英里。精确到两位有效数字，结果是 25,000 英里，与埃拉托色尼的计算结果相符。精确到三位有效数字，结果是 25,200 英里。这与埃拉托色尼的数值误差在 1% 以内，与现代地球周长的误差在 1.2% 以内。考虑到我测量中可能存在的误差，这样的结果已经相当不错了。



+

图 4



+

图 5

假设地球是平的，那么太阳的高度是多少会导致我的实验结果发生改变？就像重新解读埃拉托色尼最初的实验一样，太阳的高度将是……

$$h = \frac{s}{\tan \theta}.$$

+

已知 $s = 4,278$ 英里， $\theta = 28.8^\circ$ ，则 $h = 2,352$ 英里。保留三位有效数字，即 $2,350$ 英里；保留两位

有效数字，即 2,400 英里。值得注意的是，这比最初埃拉托色尼实验（假设地球是平的）的结果少了 1,600 英里，相差 40%。相比之下，假设地球是球体测量地球大小的结果差异则非常小。当实验结果出现较大偏差时，说明存在根本性问题。最可能的解释是地球并非扁平。由于假设地球是球体时，该实验结果一致，因此该实验证实了地球是球体的模型。需要注意的是，一次类似埃拉托色尼的实验不能作为地球是球体的证据，但多次在不同距离进行的实验可以作为地球是球体的证据。

地平说历史与太阳高度测量

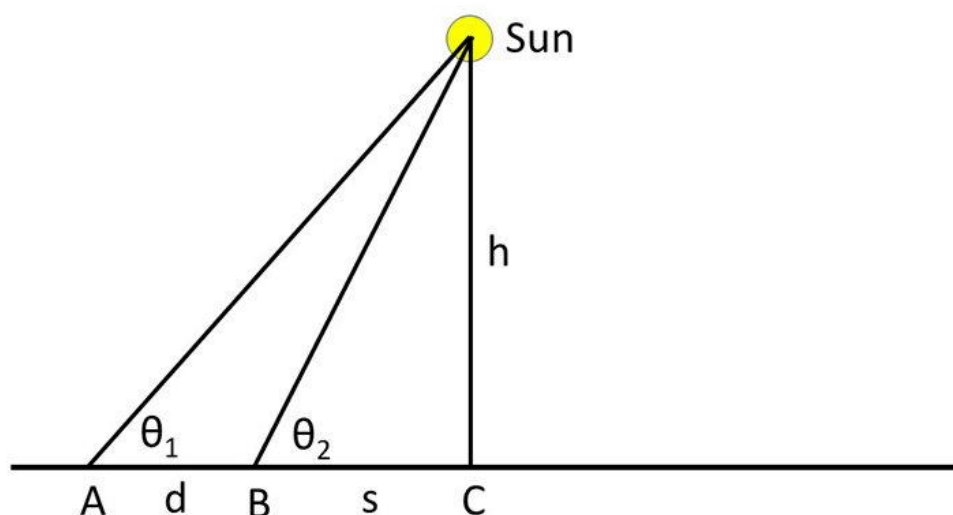


图 6

塞缪尔·罗伯瑟姆是地平说运动的创始人。1865 年，罗伯瑟姆以笔名“视差”（Parallax）发表文章，首次尝试测量太阳在地球上的高度。罗伯瑟姆声称：“由此可知，太阳与地球之间的距离远小于 4000 英里。”罗伯瑟姆并未提供得出此结论的计算过程，但计算起来并不难。图 6 改编自罗伯瑟姆的图 26。太阳直射在太阳直射点 C 上。在太阳直射点 C 的同一时刻，测量太阳在 A 点的高度角 θ_1 和在 B 点的高度角 θ_2 。设 d 为 A 点和 B 点之间的距离， s 为 B 点和 C 点之间的距离， h 为太阳在地球上的高度。如果我们知道角度 θ_1 和 θ_2 以及距离 d ，那么 h 和 s 就是仅有的未知数。利用基本的三角函数和代数知识，可以解出这两个未知数。由于 C 点是一个直角，因此

$$h = s \tan \theta_2$$

+

和

$$h = (s + d) \tan \theta_1.$$

+

通过联立这两个方程消去 h ，然后求解 s ：

$$s = \frac{d \tan \theta_1}{\tan \theta_2 - \tan \theta_1}.$$

+

一旦解出第三个方程中的 s ，就可以将 s 的值代入前两个方程中的任何一个来求得 h 。

罗伯瑟姆提出，如果在伦敦和以南 51 英里的布莱顿进行类似的实验，就会发现太阳的高度“远小于 4000 英里”。罗伯瑟姆显然没有进行这项实验，因为他没有提供任何数据。然而，他确实提供了英国地形测量局（英国国家测绘机构）在另外两个地点（伦敦和伦敦以北 151 英里的阿克沃斯）于某个未指明的日期和时间进行的测量数据：

$$\theta_1 = 53^\circ 02', \quad \theta_2 = 55^\circ 13',$$

$$d = 151 \text{ 英里}.$$

将相应的数值代入上述第三个方程，我得出 $s = 1806$ 英里。将此值代回前两个方程中的任意一个，得出 $h = 2600$ 英里。诚然，这“小于 4000 英里”，但罗伯瑟姆为什么不说小于 3000 英里呢？大多数人都会这样表达。将 2600 英里描述为“小于 4000 英里”充其量也只是误导。罗伯瑟姆是否像我上面那样重新解读

了埃拉托色尼的实验，并希望他的新计算结果与该结果相符？如果是这样，那他为什么不直接说明呢？

罗伯瑟姆举了另一个例子，数据同样来自英国地形测量局：

$$\theta_1 = 38^\circ, \theta_2 = 45^\circ, d = 800 \text{ 英里}$$

请注意，这些测量结果的精度不如之前的那组数据。将这些测量结果代入上述三个方程式，我得到 h 和 s 的值均为 2,858 英里。这与第一个例子相差 9.5%。罗伯瑟姆再次得出结论，结果“小于 4,000 英里”。

在第二本书中，罗伯瑟姆（Rowbotham）以自己的名字重新探讨了他在 1870 年 7 月 13 日中午进行的伦敦和布莱顿之间的假设实验，并得出结论：太阳距离地球 700 英里⁵。罗伯瑟姆提供了以下测量数据：

伦敦： $\theta_1 = 61^\circ$ ；

布莱顿： $\theta_2 = 64^\circ$ ；

$$d = 50 \text{ 英里}$$

需要注意的是，罗伯瑟姆将距离从 51 英里修正为 50 英里，但这只是微不足道的差别。与他之前的著作不同，罗伯瑟姆解释了他是如何测量 h 和 s 的。他通过作图法求解，绘制了一个比例图（即他的图 58），并测量了图中的长度。为什么罗伯瑟姆没有像我上面那样使用三角函数和代数呢？我立刻想到了两种可能性。

可能是罗伯瑟姆缺乏这些数学技能，也可能是他担心读者缺乏这些技能。根据罗伯瑟姆的测量结果，我得出 $s = 366$ 英里。这是从布莱顿到太阳直射点的距离。由于伦敦到布莱顿的距离是 50 英里，因此太阳直射点距离伦敦的距离是 $366 \text{ 英里} + 50 \text{ 英里} = 416 \text{ 英里}$ 。罗伯瑟姆说这个距离是 400 英里，误差仅为 3.8%。考虑到他是通过作图法解决问题，并且可能存在四舍五入的情况，这个结果已经相当准确了。对于太阳高度角 h ，我计算出的值为 751 英里，与 Rowbotham 的 700 英里非常接近。误差为 6.8%，但考虑到 Rowbotham 是通过构造方法求解并考虑了四舍五入，这样的结果已经相当吻合了。因此，我们可以确信 Rowbotham 根据他的数据正确地确定了 s 和 h 。Rowbotham 进一步指出，考虑到大气折射的影响，“完全可以肯定地说，太阳的下边缘远小于地球上方 700 英里”，但他并未对此结论给出任何论证。Rowbotham 还声称，根据其他一些未指明的实验，月球的高度低于这个值，而恒星的高度不超过地球上方 1000 英里。

Rowbotham 正确地求出了 s 和 h 的值，但他的结果有多合理呢？

罗伯瑟姆正确地测得了 s 和 h 的值，但他的结果究竟有多合理呢？罗伯瑟姆的实验将太阳直射点定位在伦敦正南 400 英里处。然而，伦敦正南 400 英里位于法

国波尔多东北方向不远处，靠近北纬 45° 。这比热带地区向北超过 20° ，因此太阳永远不会直射那里。显然，罗伯瑟姆对太阳高度角的测量是错误的。在罗伯瑟姆指定的日期，我预计伦敦正午的太阳高度角约为 60° ，接近罗伯瑟姆报告的 61° 。然而，由于布莱顿仅位于伦敦以南 50 英里处，我预计布莱顿正午的太阳高度角只会比伦敦正午的太阳高度角高不到一度，而不是 64° 。因此，罗伯瑟姆在布莱顿的测量显然是错误的。罗伯瑟姆计算出的伦敦到太阳直射点的距离短得离谱，这本应是一个他犯错的线索。然而，没有任何证据表明罗伯瑟姆意识到了这一点。现在的地平说信徒会觉得这是个问题吗？

罗伯瑟姆时代的一些其他地平说支持者也对太阳的高度进行了估算。例如，1893 年，亚历山大·格里森得出结论，太阳和北极星都位于地球上方 1725 英里处。⁶ 格里森采用了一种非常混乱的方法，但他却坚信自己的结论是正确的。这种混乱体现在哪里呢？格里森声称“每度等于 60 英里”。这适用于海里，但不适用于法定英里（每度等于 69 法定英里，1 海里等于 1.1528 法定英里）。大多数读者在阅读格里森的书时都会想到法定英里，而不是海里，因此这种说法很容易造成混淆。除非另有说明或在航海语境中，人们通常理解“英里”指的是法定英里，而不是

海里。我怀疑格里森并不了解这两者之间的区别。格里森的论证从此开始每况愈下，让我完全无法理解。例如，格里森的图 25 似乎显示赤道到北极的距离为 $2 \times 1725 \text{ 英里} = 3450 \text{ 英里}$ ，但他之前已经说过每度纬度 60 英里，而赤道与北极相距 90 度，那么这个距离应该是 $90 \times 60 \text{ 英里} = 5400 \text{ 英里}$ 。海里和英里之间的换算也无法解决这个问题。

格里森接着说：

一些犹太教派认为太阳的高度角为 2500 度、3500 度，甚至比我给出的还要低。我不知道他们是如何得出这些不同结果的，但我除了本文最后给出的方法之外，没有其他几何方法。

这些不一致的结果应该表明，格里森和当时其他地平说信徒的做法存在严重的错误。

正如我所说，格里森似乎对自己方法的正确性毫不怀疑，但他却完全没有解释为什么在地平说模型中，对太阳高度的估计值会存在如此大的差异。再次强调，这些不一致的结果本应表明，格里森和当时其他地平说信徒的做法存在着严重的错误。

1899 年，托马斯·温希普 (Thomas Winship) 使用了一种与格里森 (Gleason) 类似的方法测量了太阳的高

度。温希普正确地指出，在春分和秋分时，正午时分太阳直射赤道，并且在北纬 45° 和南纬 45° 的地点，正午时分太阳的高度角为 45° 。如果地球是球体，并且太阳距离地球远大于地球半径，那么上述结果符合预期。然而，就像埃拉托色尼的实验一样，人们也可以像温希普那样，用地球是平的这一假设来重新解释这一观察结果。温希普推断，如果地球是平的，那么从南北纬 45° 到赤道的距离就是一个 $45-45-90^\circ$ 三角形的一条直角边，另一条直角边就是太阳的高度角。 $45-45-90^\circ$ 三角形的三条直角边长度相等，因此太阳的高度角必定是北纬 45° 度线到赤道的距离。温希普指出“60 地理英里 = 1 度”，由此得出结论：太阳位于地球上 45×60 地理英里 = 2,700 地理英里处。“地理英里”是海里的另一种说法，因此温希普的计算结果是太阳位于地球上 3,113 法定英里处。我们可以将其四舍五入为 3,110 英里或 3,100 英里。

将温希普的方法进一步拓展

如果温希普将这种推理应用于某个至日而非仅仅是春分和秋分，那将会很有意思（这样就形成了一个类似埃拉托色尼的实验，就像我上面做的那样）。例如，在六月至日的正午，北纬 45° 的太阳高度角为 68.4° 。同时，在北纬 23.4° 的正午，太阳将直射头顶。这两

个地点的距离差为 $(45 - 23.4) \times 60$ 海里 = 1296 海里。太阳的高度角为 1296 海里 $\times 68.4^\circ$ 的正切值 = 3273 海里 = 3773 英里。这比温希普的说法高出 660 英里。如果考虑在 12 月冬至日中午，南纬 45° 处进行同样的实验，那么在计算太阳高度角的情况下，情况将是一样的。

但如果我们用相反的冬至日，在北纬 45° 进行同样的实验呢？也就是说，如果我们在北纬 45° 的 12 月冬至日中午，或者在南纬 45° 的 6 月冬至日中午进行这个实验呢？太阳的高度角将为 21.6° ，距离差为 $(45 + 23.4) \times 60$ 海里 = 4,104 海里。由此得出太阳的高度角为 4,104 海里 $\times$ 正切值(21.6°) = 1,625 海里 = 1,873 英里，比温希普的结果少了 1,240 英里。

诚然，我并没有在冬至或夏至日测量北纬 45° 的太阳高度角，但请记住，温希普实际上也没有测量过太阳的高度角。相反，我利用地球模型，根据时间、日期和纬度计算出了太阳的高度角。这相当于对地球模型的一个预测，任何人都可以进行验证。我鼓励其他人，尤其是地平说信徒，通过进行这些观测来验证我的预测。

与此同时，让我们利用温希普太阳高度角来预测 12 月冬至日中午时分，北纬 45° 的太阳高度角应该是多少。

北纬 45° 到南回归线（12 月冬至日中午太阳位于南回归线正上方）的距离为 $(45 + 23.4) \times 60$ 海里 = 4104 海里。如果太阳高度角为 2700 海里，那么太阳高度角将为反正切值 $(2700/4104) = 33.4^{\circ}$ 。回想一下，我在 12 月冬至日附近北纬 39° 测量了中午时分的太阳高度角为 28.8° 。为什么在 12 月冬至日附近的某一天中午时分，太阳在比我居住地更北 6° 的地方，高度角会比我居住地高出 4.5° 呢？显而易见的答案是：不可能。因此，温希普的模型存在严重的问题。地球不是平的。

结论

太阳高度角测量结果的不一致表明地球不是平的。

我已经证明，假设地球是平的，对太阳高度角的各种测量结果进行解读，会导致太阳高度角出现巨大差异。即使是地平说支持者自己也得到了太阳高度角的各种测量结果。太阳高度角测量结果的不一致表明地球并非扁平。另一方面，假设地球是球形，对地球半径的测量结果却一致，这证实了地球是球体的假设。因此，科学证实了地球是球体，同时驳斥了地球是平的观点。

与一个多世纪前的地平说信徒不同，当代的地平说信徒避免就太阳在地球上方的高度表明立场，因为他们中的许多人意识到，一旦表明立场，他们所掌握的太阳高度数据就可能被用来做出可检验的预测。地平说信徒们会吹嘘一些实验，这些实验的结果似乎证实了地球是平的，从而在他们看来证明了他们的模型是正确的。但他们极其选择性地看待实验结果，只关注他们喜欢的少数实验，同时忽略了许多与他们既定观点相悖的其他结果。科学并非如此运作。

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。