



有趣的科学 —— 有趣的数学2



数学魔术师 Mathmagicians

〔英〕约翰尼·鲍尔 著
中国科学技术协会青少年科技中心 组织编译
林云裳 译 济生 审校

 科学普及出版社



有趣的科学——有趣的数学2



数学魔术师

[英] 约翰尼·鲍尔

中国科学技术协会青少年科技中心 组织编译

林云裳 译 济生 审校

科学普及出版社

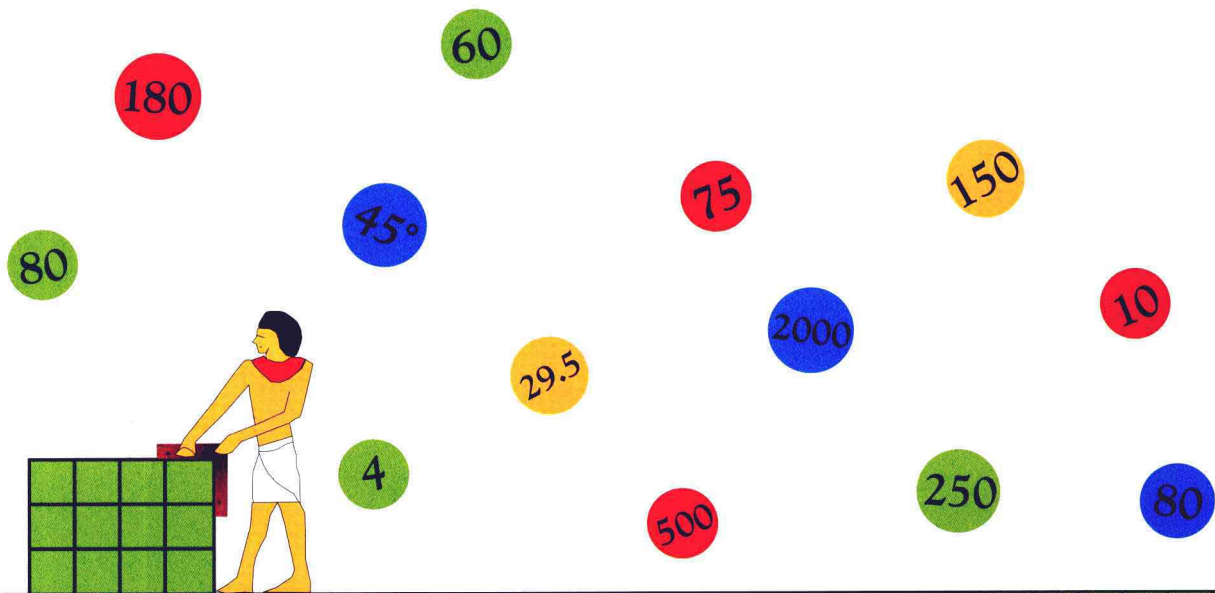
·北京·



编者的话

也许你还记得本书的作者约翰尼·鲍尔写得上一本关于有趣的数学的图书《玩转数与形》。在那本书中，不仅告诉我们数学从何而来，还生动展现了数字的神奇魔法、图形的千变万化，美妙的数学王国由此一览无余。

而这本书将把你带回人类开始测量的初始时期，从另一个角度带你遨游妙趣横生的数学王国。你能想象没有测量，世界会变成什么样子吗？我们使用数字不只是来计数，而且还用来测量。随着人们越来越聪明，古代的数学魔术师不仅仅学会了测算角度、



高度和长度，还建造了神话般的城市；不仅仅测算了地球的大小，还测出了月球到地球的距离。数学，只有使用，才能体现它的意义。

这本书不是普通意义上的枯燥教科书，更不是看过之后立刻就能让你成为数学高手的秘笈宝典。但是它包罗万象，趣味十足；它科学、生动，魔力无限。在这个充满惊喜和好奇的扑朔迷离的数学殿堂中，你会发现：数学，原来是如此神奇！

希望你能喜欢这本书，希望你能喜欢数学！



目录



古代世界



发现的时代



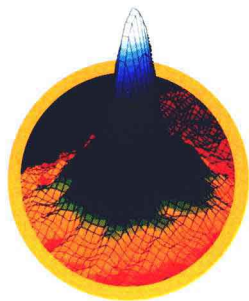
现代测量



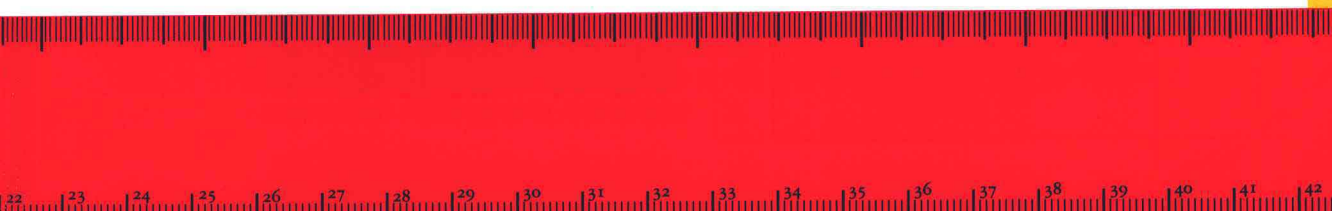
每日星球	6	为什么是 π ?	26
月亮和月份	10	罗马的建筑	28
阳光下的季节	12	建造渡槽的技巧	30
直角	14	为什么用人体测量?	32
土地测量	16	黑夜和白天	34
都是希腊人	18	制作日晷/星钟	36
球形的地球	22	称重	38
测算地球	24		



什么围绕什么运转?	42
伟大的伽利略	44
重力	46
究竟在哪里?	48
茫茫大海	50
经度	52
测绘地球	54



热和冷	58	现代的时间	74
测量能量	60	灾难!	76
电	62	非常大	78
光的故事	64	非常小	80
光速	66	稀奇古怪的计量单位	82
承受压力	68	公制	86
能听见我吗?	70	答案	88
音乐之声	72		



想象一下，如果没有测量世界将会是什么样……

每日

商业与金融

汽油价格攀升

本周汽油价格上涨到1英镑一个加油泵短挤压，1.5英镑一个中挤压，2英镑一个长挤压。由于司机和加油泵服务员对什么是短挤压、中挤压、长挤压存有争议，加油站不

断爆发争端。与此同时，在普雷斯顿，一位农民将一辆牛奶罐车驶入加油站，用一个单一的长挤压将油箱完全加满，成本仅2英镑，留下空空如也的加油站。



漫长而曲折的道路

关于公路的激烈争吵

作者：本·D·莱恩

一条新建的道路全线弯弯曲曲，引发了激烈争吵。总工程师麦克·亚当解释问题的所在：“我们不知道这条路究竟应该多长，因此我们只能猜测。如果我们猜测正确，将会获得一条笔直的路。如果我们猜测错了，我们必须加一些弯曲使道路适合镇与镇之间的距离。如果我们错得离谱，我们还会增加一些斜坡。”



气象预报



明天：大量的雨水，但很难说具体有多少。



后天：晴朗，稍热。



两天后：实际上相当热。



三天后：灼热！

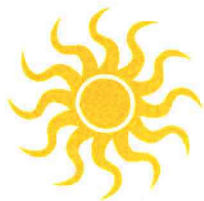


世界上最高的建筑

作者：比尔·丁

为了确定哪一座是世界上最高的建筑物，有人计划把10座看上去很高的摩天大楼移到同一个地方，以便它们能够站在一起比比哪座最高。每座摩天大楼将被小心

翼翼地拆除，运到美国，然后重建。一旦决出获胜者，这些建筑物将被拆除，运回家，并且所有建筑将再次重建。政府仍在争论谁去买单——想必代价也会极高。



体育和休闲

他们希望这一切马上结束！

作者：约翰尼·鲍尔

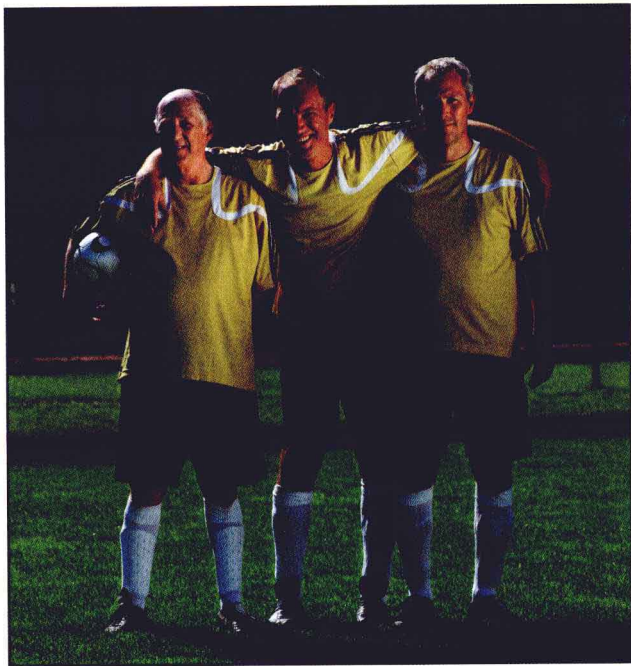
英格兰队与巴西队的足球赛——被认为是打得最长的比赛——没有迹象显示即将结束。由于无法测量时间，没人知道比赛已经进行了多久，何时应该结

束，或何时中场休息。

比赛开始时，球员们都是20来岁，但现在多数都老得需要坐轮椅或拄拐杖才能走动。一位特别老的球员威胁要用他的拐杖将

球打爆，以便他可以回家。

在比赛过程中，约3000名观众死于年老，另外1500人死于无聊。目前的比分是巴西队75比789，英格兰队76比100。



英格兰队当年的三个最年轻的球员现在不用轮椅仍然可以在球场上走动

渔夫捕到巨大的鱼



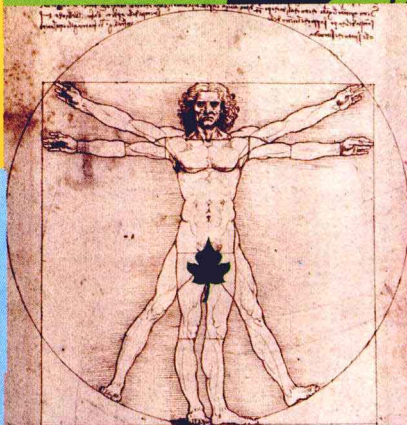
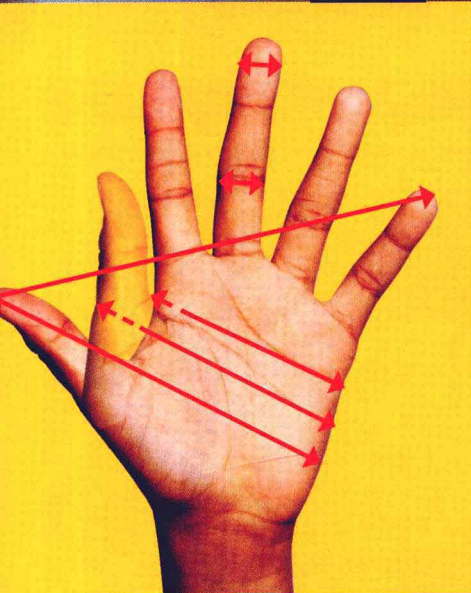
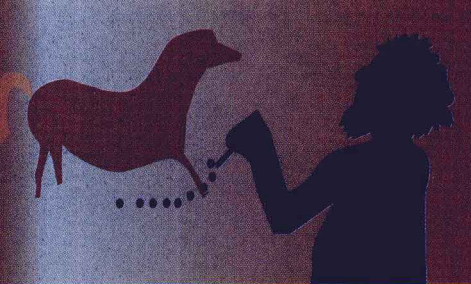
艾弗·胡克和他的大鱼

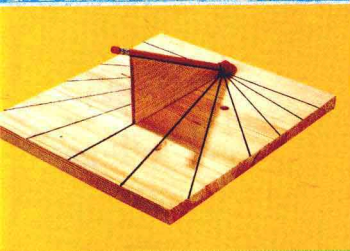
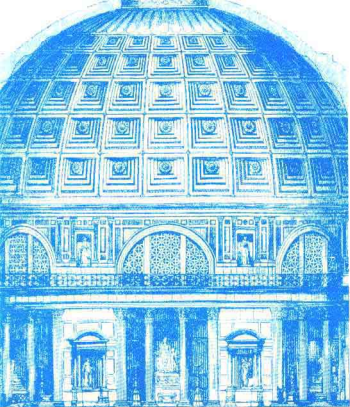
渔夫艾弗·胡克，昨天捕到了一条特别的鱼。胡克以前也捕获过巨大的鱼，尽管他无法肯定这条是不是最大的，因为他把以前所捕获的鱼都吃

掉了，因此不能比较，但他说这条鱼确实非常重。他认为，新捕获的鱼的重量可能比他还重，但他同样不能肯定，因为他不知道自己的体重。



我们恐怕赶不上晚餐了，看我们的影子有多长了。





为什么无论什么东西都要不厌其烦地去测量？

事实上，最早期的人类从来没有被测量所困扰——他们只是猜测。他们猜测是一天或一年的什么时候了。他们猜测需要走多久才能到达某个地方，或者需要携带多少木头、水或食物回家。他们甚至不得不猜测他们的年龄。

但随着时间的推移，人们变得更加聪明。他们观察太阳和星星，发现它们可以用来测算时间。人们开始做买卖，并发现如何称量所买卖货物的重量。他们弄明白了如何测算角度、高度和长度，并用这些知识建设宫殿、寺庙、墓穴等。

测算的越多，人们就越聪明。

到2000年前，古代的数学魔术师建造了神话般的城市、强大的帝国，且不仅仅测算了地球的大小，还测算了地球到月球的距离。而所有这些都都要感谢数学。

这本书就是讲有关他们的故事。



月亮和月份

古人测算长距离不是用米数或英里数，而是用行走所花的时间。例如，一条遥远的河流或山脉可能是“步行两天”远，或者可能近得足以“日落前”到达。通过观察太阳在天空的移动以及阳光投影的长度，人们就可以粗略地知道还剩多少日光。

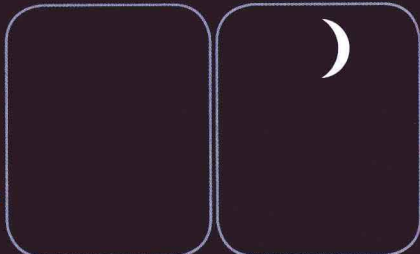


我们恐怕赶不上晚餐了，看我们的影子有多长了。



新月（朔）

蛾眉月



测算较长的时段，人们还得数日子。计数对我们来说似乎很容易，但非常早期的人类并不擅长于此。

哈！这些草莓还很生，我们等下个满月之后再来吧。



计算满月会派得上用场。想象一下，古人看到水果尚未成熟，他们可能决定要等到月亮在它的周期达到一定时刻时再回来。他们甚至可能已经知道，每一个季节持续大约3个满月，这给了他们一个粗略的方法测算一年。

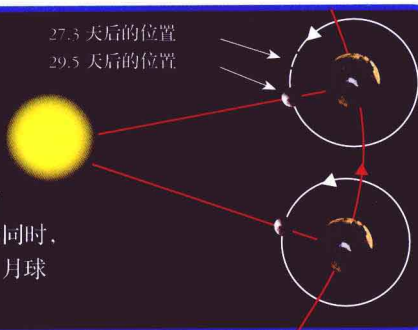
大多数年份有 12 个满月，

一个月有多久？

一个月大体上是月球环绕地球一圈的时间长度。我们看到月亮在一个月当中改变形状，是因为它相对于太阳和地球的位置在不断地改变，使我们看到它不同面积的被阳光照射的一侧和黑暗的一侧。月球要花 27.3 天环绕地球正好一圈，这就是所谓的恒星月。但两个朔月或两个满月之间的时间（即一个朔月）稍长，有 29.5 天。差异的原因是，在月亮围绕地球运行的同时，地球也在围绕太阳运行。对于每个月，在月亮从朔月再次变为朔月之前，月球的运行必须比一个整圈几乎多两天。

27.3 天后的位置

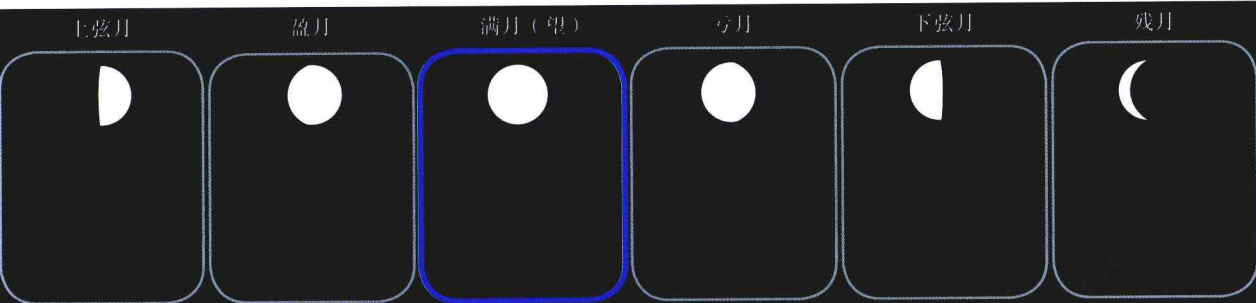
29.5 天后的位置



在月球运行周期中，阴影从什么方向掠过月亮的正面？



在人们有了钟表或手表的很久以前，我们古老的石器时代的祖先可以通过数天数或观察太阳、月亮和星星来测算时间。时间是人们最先开始测算的事情之一。



他们用自己的手指计数，因为只有 10 根手指（包括拇指），他们发现很难计算较大的数字。但他们有另一种方式记录我们现在称之为星期和月的长

周期：他们观察月亮。我们的祖先看到，随着日子的推移，月亮逐渐从一个细细的月牙变成一个白色的大圆盘——满月。

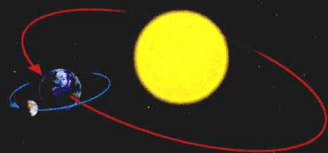


后来人们发现，如果他们停止使用自己的手指，代之以其他一些辅助记忆手段，他们可以数过十。有些人是在树上刻上痕迹，有些人则是在洞穴壁上涂上点或在细绳上打结。他们很快发现，月亮大约需要 30 天完成一个周期——我们现在称之为一个月的时间长度。古人还发现一年有 12 个月。用乘法他们测算出一年的天数为： $30 \times 12 = 360$ 天。答案当然是错误的，但对于石器时代的人来说已经足够精确了。正如我们在下一页就会发现的，直到人们开始利用太阳和星星来测算年度，才得到准确的答案。

每个满月之间相隔 29.5 天。

太阳何时吃掉月亮

由于月球一遍又一遍地围绕地球运转，有时恰好通过地球的阴影部分。此时，我们看到月食——当月球进入到被地球遮挡的黑暗区域，月球变成暗红色。你可能会问，为什么我们不能每月看到月食。原因是月球的运行轨道是倾斜的，它通常只是飞过地球圆形阴影的上方或下方，但大约每隔几个月它就会飞到完全合适的高度从而撞上阴影，那时我们就会看到神奇的月全食。



月球围绕地球运行的轨道平面倾斜于地球围绕太阳运行的轨道平面。

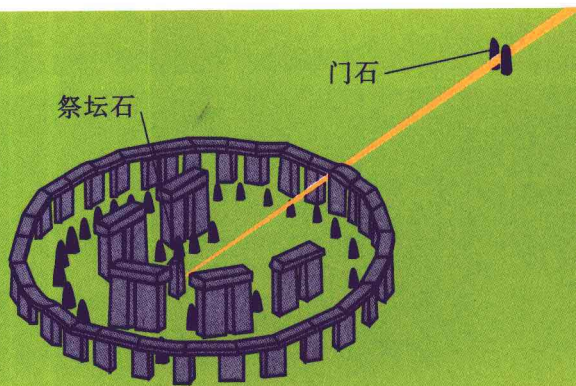
因为从来不需要知道确切的日期，对早期石器时代的人来说，用数月亮来测算年度，已经相当不错了。但是，约在一万年前，人们行事不得不聪明起来。一些惊人的事情，使精确测算年度变得至关重要。



因为过着简单的生活，最早期的人类从来不需要确切地知道已是一年中的什么时候了，他们到处游荡，从野外采拾所需要的食物。他们没有日历，从来不知道日期，也不能庆祝自己的生日。但大约在一万年前，中东人发现可以用种植小麦代替采拾。这些最早的农民终于可以停留在一个地方，而他们的定居点逐渐发展成为世界上最早的城镇。要获得最好的收成，他们必须在适当的时间播种，这使他们变得擅长测算年度。



因为尼罗河水每年夏天都会泛滥，冲垮田地，古埃及的农民不得不在冬季种植作物。埃及人发现，每年初夏洪水来临之前，天狼星第一次出现在夜空中。因此他们通过数天狼星升起后的天数来测算一年的长度，发现一年有365天。



在埃及人建造他们的金字塔和神庙的同时，欧洲的神职数学家也在建造朝向太阳的庙宇，帮助人类计算日期。英格兰巨石阵，就是为追踪太阳的运动而设计的，并揭示夏至日何时到来。只有在夏至这一天，一束初升的阳光，才会通过主圈外的两个“门石”，直射到中心位置的“祭坛石”。



通过追踪太阳和星星，古人计算出一年

一年有多长？

我们现在知道，一年实际上比365天略长一点。地球需要365.2425天环绕太阳一次，这不是一个日子的整数。因此，作为补偿，我们每隔4年额外增加一日（2月29日），使这一年有366天——一个“闰年”，并为保持日历十分准确，每第100年不是闰年。出生于2月29日是好运还是霉运？你每隔4年才有一次真正的生日，但是想一想：在你活了60年后，你仍然只有15岁！



阳光下的季节



天狼星又出现了，我的生日快到了。



聪明的埃及人还知道通过追踪太阳升起的位置测算一年的长度。用这种方式测算一年的长度是如此重要，以至于太阳后来被崇拜为神，而能追踪太阳的运行且能计算出日期来的数学魔术师便成了神职人员。在埃及南部的卡纳克，神职人员为纪念太阳神建造了一座神话般的庙宇。一排排巨大的圆柱被建造的位置，使得每年冬至时，一道初升太阳的阳光会沿着圆柱之间的通道直接照射到庙宇的中心。



到圣诞节还有多少天？



中美洲的土著玛雅人也发现了如何种植农作物，并因此也变得擅长测算年度。像埃及人和欧洲人一样，他们算出一年有 365 天，并且为供奉他们的神圣日历和太阳神建造庙宇。墨西哥的奇琴伊察金字塔有 4 个具有 91 级台阶的阶梯，加上顶部的一个平台，共计 365——一年的长度。玛雅人很有数学天赋，但也极度迷信。为了安抚神明和保护他们的农作物，他们用人当祭品，在牺牲者仍然活着时，挖出他们跳动的心脏。

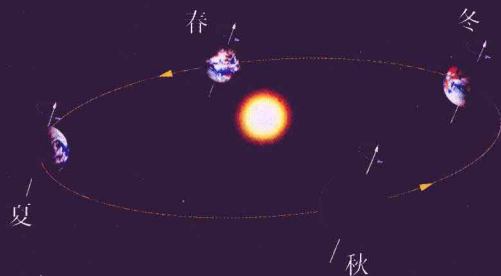
我们不庆祝圣诞节，蠢人，我们是玛雅人！



的长度是 365 天。

为什么会有季节交替？

地球自转与公转轨道面并不太垂直——它以一定的倾斜度旋转。春、夏、秋、冬四季的发生，是因为这种倾斜使地球的不同区域在地球围绕太阳运行的一年中时而倾向于太阳，时而远离太阳。在北半球，夏季发生在北极倾向太阳时，这时北半球国家阳光充足，白天较长。当北极的倾斜远离太阳时，北半球是冬季而南半球是夏季。



一次。在极地，太阳升起和落下每年只有一次，造成 6 个月的白昼，接着是 6 个月的黑夜。

直角

由于耕作的传播和文明的蓬勃发展，人们的数学技能有了提高。埃及人用他们的测算技能，设计并修建了有着完美的正方形底部及三角形侧面的庞大墓穴——金字塔。为修建这些金字塔，他们必须成为计算和测量角度的行家里手。

快点建造我的墓穴！

埃及人使用最多的角度是直角，就是 90° （整圆的四分之一）。直角产生方角，对建筑物至关重要。

大金字塔

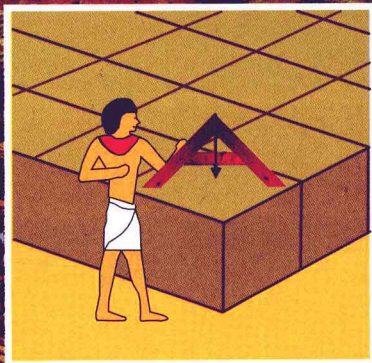
大金字塔所用的石块，足以修建一座高 2 米宽 18 厘米从开罗一直到北极的墙。

胡夫大金字塔建于公元前 2560 年，在将近 4000 年的漫长岁月中，它曾经一直是世界上最高的建筑物。斜面的角度始终是 52° 。埃及人以 22 个手指宽度接近中心，同时以每 28 个手指宽度增加高度来摆放石头，准确无误。

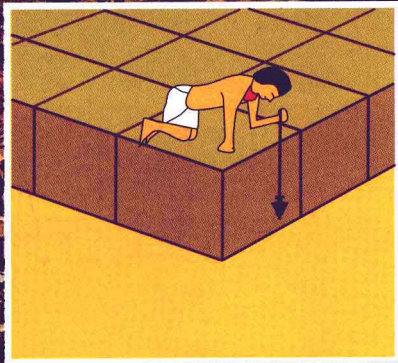


埃及人使用了至少三种工具，以确保所有的角都是直角。

每块石头都是手工切割的。石块每个角都必须都是直角，以使石块能堆叠整齐。建造者用被称为石匠直角尺的工具检查石块的每个角。



为确保每一石块的上面绝对水平，建造者将一个等腰三角形工具放置在石块上面，并检查工具上附带的重锤是否悬在中央。

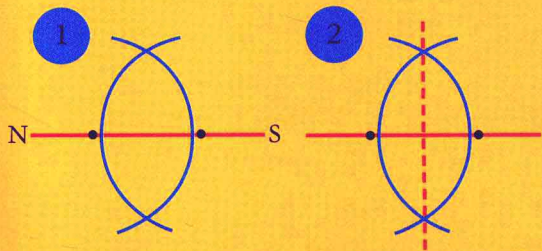


石块的侧面必须与地面成直角，建造者用一根铅垂线——悬在细绳上的重物进行检查。

胡夫大金字塔是古代世界七大奇迹唯一幸存的成员

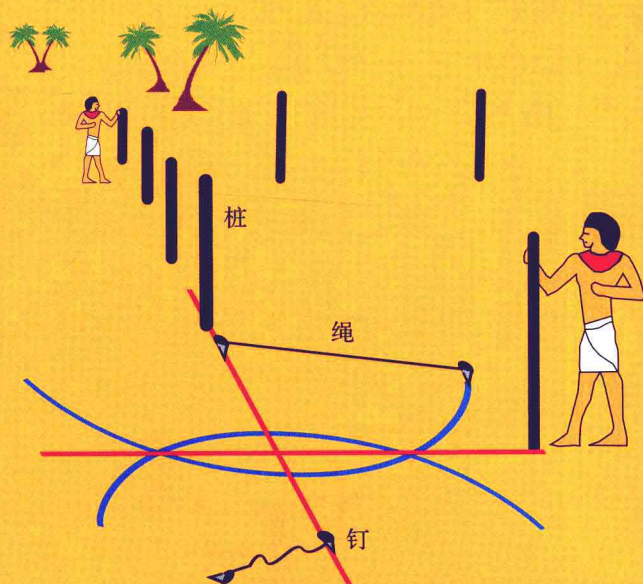
设计底座

对埃及人来说，最棘手的问题之一是确保金字塔的底座为直角的正方形。底座的角可能是使用如下所示方法，用钉和绳索标记的。地面也必须是完全平坦的。这可以通过挖出充满水的壕沟，然后将地面平整得跟水面一样平。之后再填平。



1 划出一条指向正南、正北的线，并在线上标出两个点。以这两个点为中心，划出两个相互重叠的圆弧。

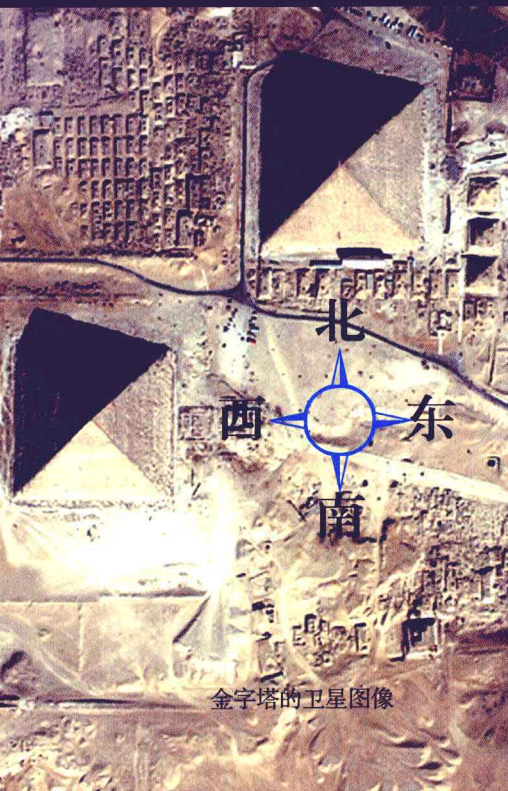
2 划出一条通过圆弧相交点的直线，从而产生精确的直角以及一条指向正东、正西的新线。



为确保各角都成直角，埃及人还必须使各边都是笔直的。为做到这一点，他们可能在地面上打上一些桩，并确保这些桩看上去排成一行。


找到北


通过卫星从太空上看，金字塔完全以指南针的方位排成一行。然而它们是在磁罗盘被发明的数千年以前建成的，那么，建造者是如何完成这一惊人壮举的呢？埃及人通过观察正午阴影（始终指向北）或北极星能够找到真正的北。通过画一条与南北线成直角的线，他们可以找到东和西。




金字塔的卫星图像

金字塔真相

 胡夫大金字塔是用 230 万块石灰岩石块建造的，一些石块的重量高达 15 吨。这些石块非常整齐地摆放在一起，连信用卡都插不进去。

 金字塔是在发明轮子之前建造的。沉重的石块是用木筏沿着尼罗河运载的，然后被装上橇子拖到特制的石坡道上。

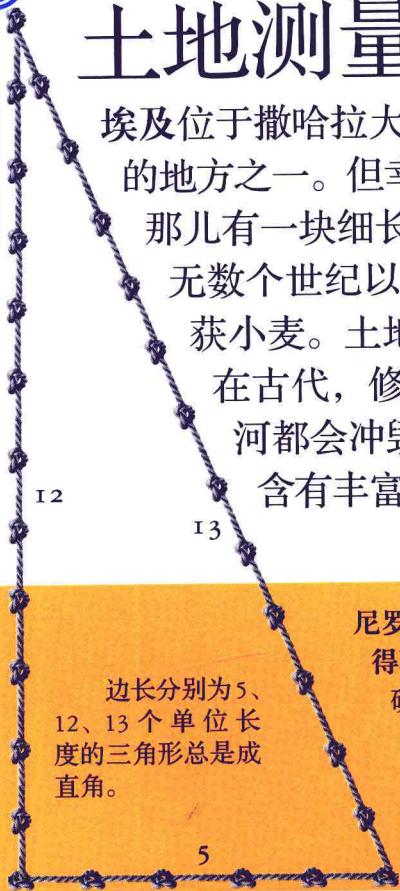
 金字塔新建成时是耀眼的白色，表面光滑、平整，无法攀登。塔顶覆盖着黄金。

土地测量

埃及位于撒哈拉大沙漠——地球上最热、最干燥的地方之一。但幸亏有穿过沙漠的尼罗河，使得那儿有一块细长、肥沃的土地，非常适合耕种。无数个世纪以来，农民在尼罗河沿岸播种和收获小麦。土地的肥沃是由于尼罗河每年的泛滥。在古代，修筑尼罗河水坝之前，每年夏季尼罗河都会冲毁河岸并淹没农田。当水流干后，留下一层含有丰富营养的淤泥，肥沃了土地。

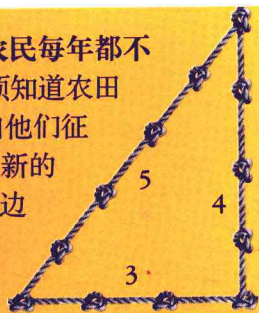


尼罗河给沙漠带来水资源，使得沿河两岸植被茂密。



边长分别为5、12、13个单位长度的三角形总是成直角。

尼罗河每年的泛滥还冲毁了农田和沟渠，因此埃及农民每年都不得不重新划出田地。这是一项重要的工作。农民必须知道农田确切的大小，因为埃及的统治者是按土地的面积向他们征税。农民用按一定间隔打结的绳子，将土地划成新的田地。他们将绳子拉成三角形，通过数每一条边上结的数量做成合适的形状，然后用木桩标出各角。



农民知道，边长分别为3、4、5个单位长度的三角形总是成直角。边长分别为5、12、13个单位长度的三角形也一样。通过将两个直角三角形合并在一起，就可以划出一块已知面积的长方形地块。对农民

来说，用这种方法将一长条土地划分成许多个矩形既快又方便，一次只需移动一根钉，并将绳子抛过去做出另一个三角形。

成直角了吗？

