


来自英国—世界级科普大师的杰作
新世纪的孩子一定要看

(英) 约翰·格里宾 玛丽·格里宾·著

(英) 尼克·迪尤尔·插图

WHAT IS
THE
BIG IDEA?
大主题丛书



0.506127

时间和宇宙

TIME AND THE UNIVERSE

仅供个人阅读研究所用，不得用于商业或其他非法目的。切勿在他处转发！

本电子书制作者

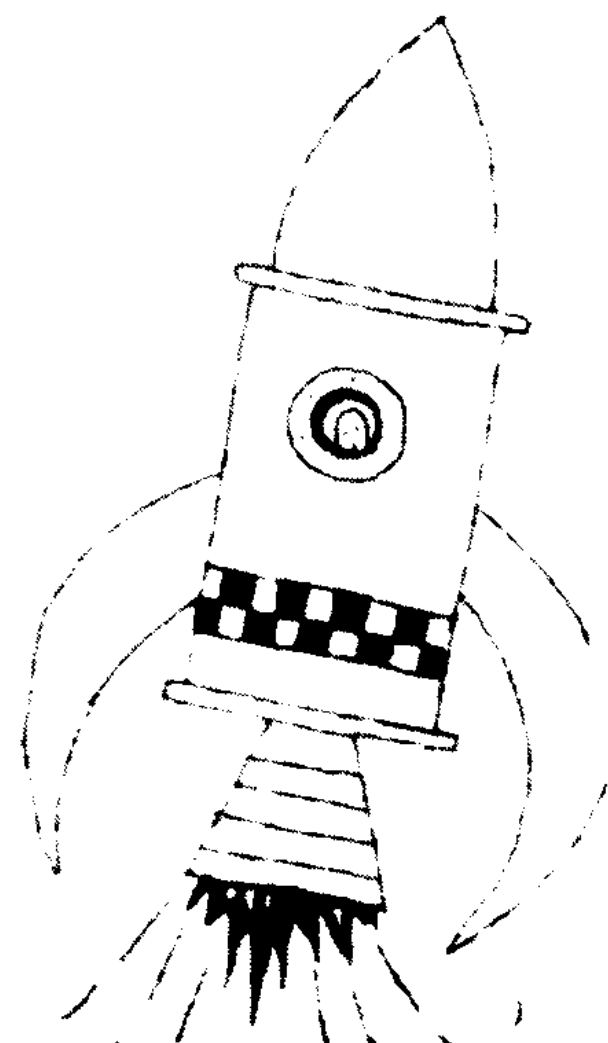
英国中学科普读本

中国宇航出版社

时间和宇宙

(英) 玛丽·格里宾 约翰·格里宾 著
(英) 尼克·迪尤尔 插图
王雅洁 黄艳 译

中国宇航出版社



What's the Big Idea: TIME AND UNIVERSE by Hodder Children's Books © 1997

Published under license from Hodder and Stoughton Limited, London
版权所有: Hodder and Stoughton Limited 原出版单位: Hodder Children's Books

本书中文版由著作权人授权中国宇航出版社独家出版发行, 未经出版者许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

版权所有, 侵权必究。 本书版权登记号: 图字: 01-2003-6798

图书在版编目 (CIP) 数据

时间和宇宙/(英) 格里宾著; (英) 迪尤尔绘; 王雅洁, 黄艳译.
—北京: 中国宇航出版社, 2003. 10

(大主意丛书)

书名原文: TIME AND UNIVERSE

ISBN 7-80144-700-X

I. 时... II. ①格... ②迪... ③王... III. ①时间 - 普及读物
②宇宙 - 普及读物 IV. ①P19-49 ②P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 086064 号

责任编辑 丁 旋

译者 王雅洁 黄 艳

出版发行 **中国宇航出版社**

社 址 北京市阜成路 8 号 邮 编 100830
(010) 68768548

网 址 www.caphbook.com/www.caphbook.com.cn

经 销 新华书店

发行部 北京市和平里滨河路 1 号 邮 编 100013
(010) 68373103 (010) 68373185

零售店 读者服务部 北京宇航文苑
北京市阜成路 8 号 北京市海淀区海淀大街 31 号
(010) 68371105 (010) 62579190

承 印 北京京科印刷有限公司

版 次 2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

开 本 1/32 规 格 850 × 1168

印 张 4 字 数 111 千字

书 号 ISBN 7-80144-700-X / T · 024

定 价 9.00 元

本书如有印装质量问题可与发行部调换

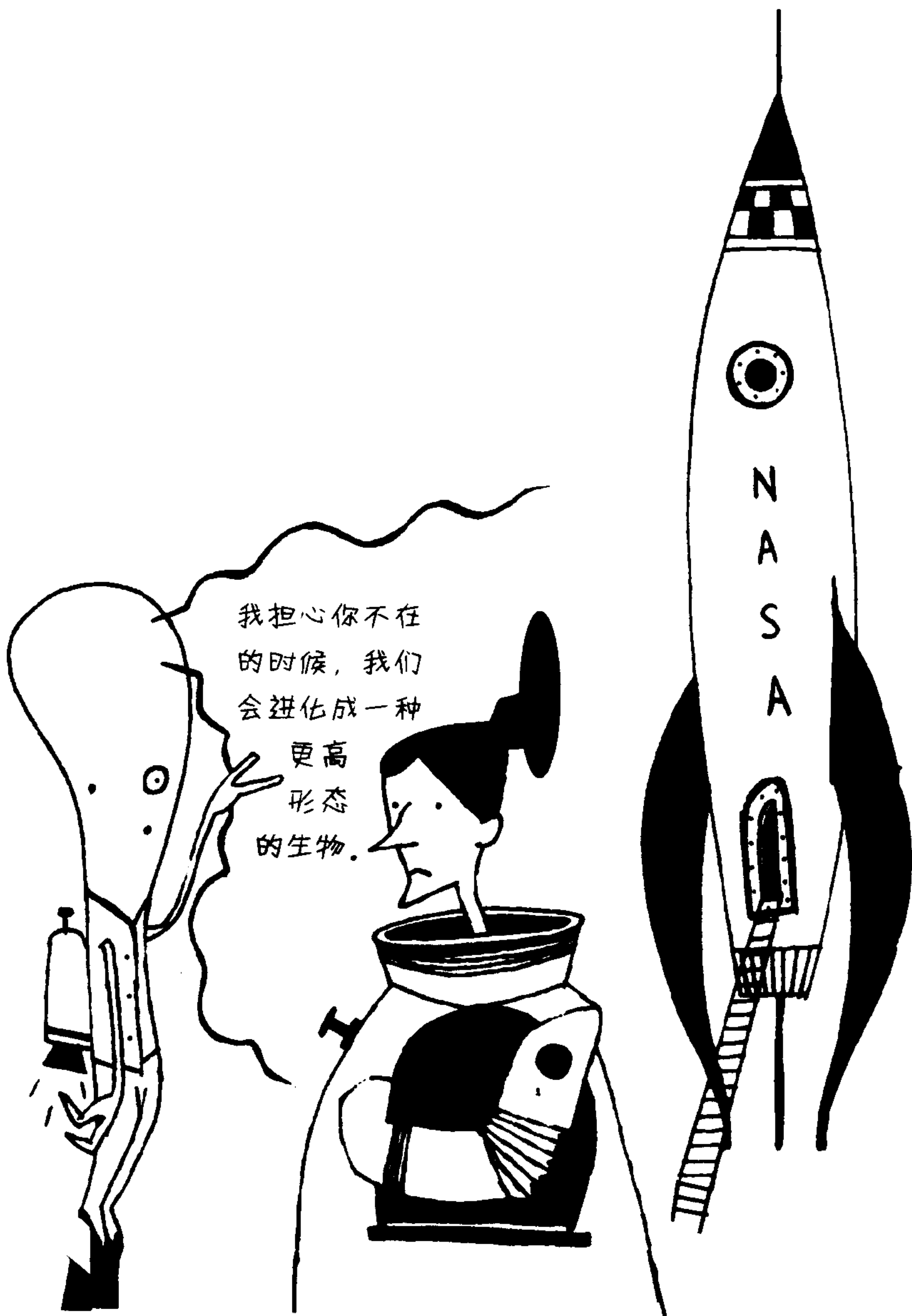
献给莫森·李和安妮·卡斯沃斯，我们最爱的教子和教女。

玛丽·格里宾 约翰·格里宾



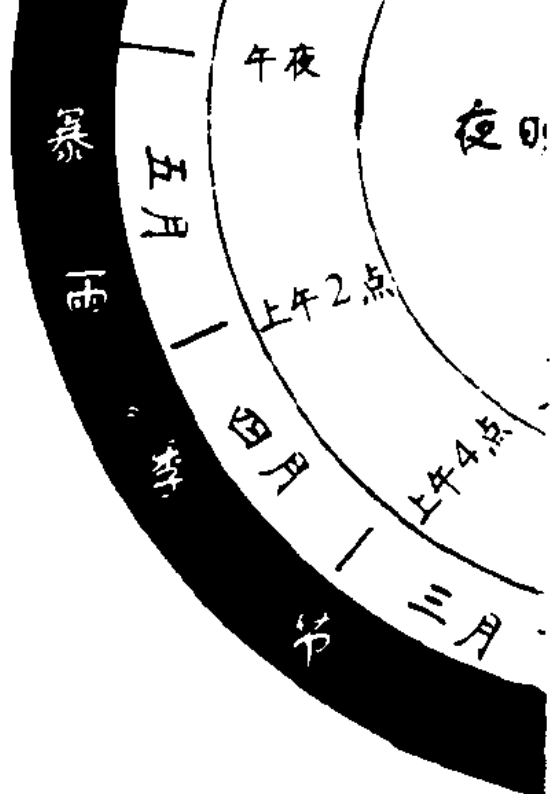
目录

什么是时间	8
能量和熵	
纵穿历史的时间	20
时钟，日历和时区	
生命与时间	50
生物钟，生物链和进化	
时间与空间	70
宇宙大爆炸，时空和黑洞	
时间的未来	102
宇宙大坍缩和时间旅行	
历史上的重大事件	121
名词解释	123



我担心你不在
的时候，我们
会进化成一种
更高
形态
的生物。

我们每个人都知道现在是什么时间。
可时间到底是什么呢？
你能对别人解释清楚时间的含义吗？



它是……



什么是时间？





瞧，不大容易，对不对？不过没关系，这本书会告诉你答案。

在这本书里，我们将开始一次奇妙的旅行，去探求时间的真正含义。旅途中，你会到达宇宙的尽头，并会有意想不到的发现。

让我们开始吧……

什么是时间？

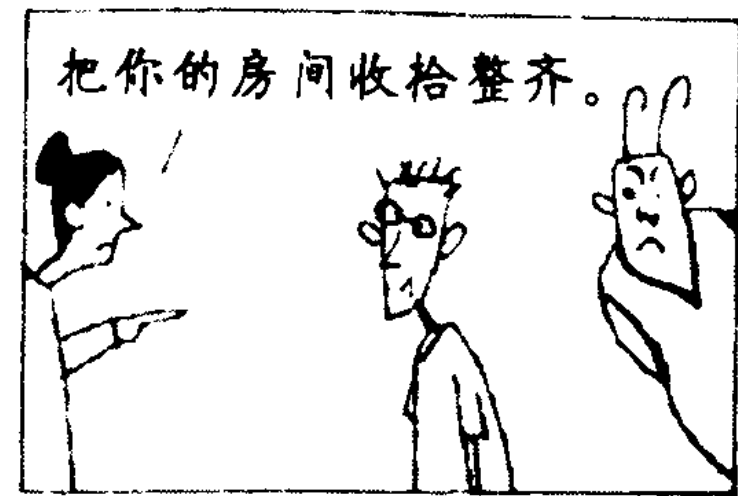
时间首先体现为物质的消耗，这一点非常重要。

它被称为**热力学第二定律**，是宇宙第一法则。

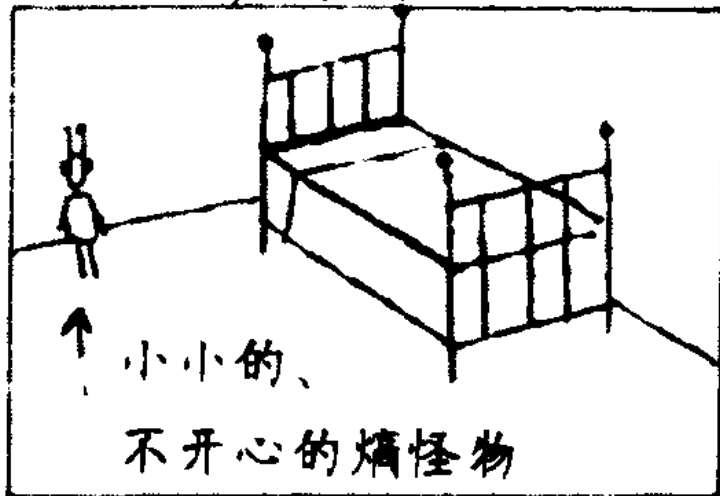
是我！看看我的能耐！



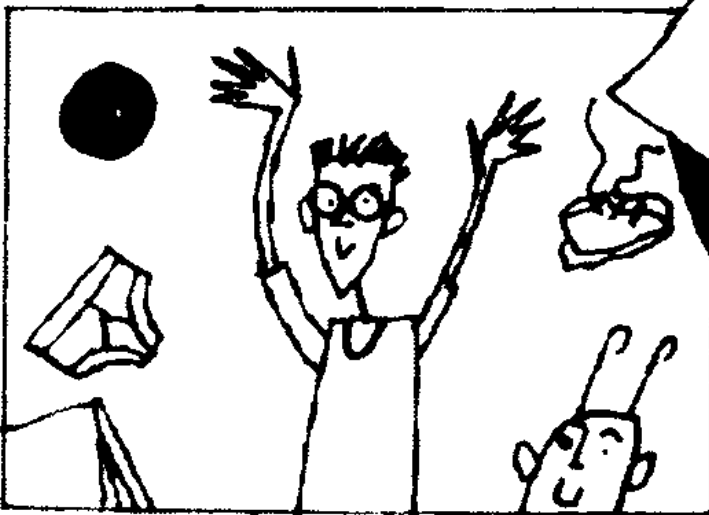
宇宙中混沌的数量总是在不断增加。一种被称为熵的量衡量着混沌的程度。熵总是在变大。



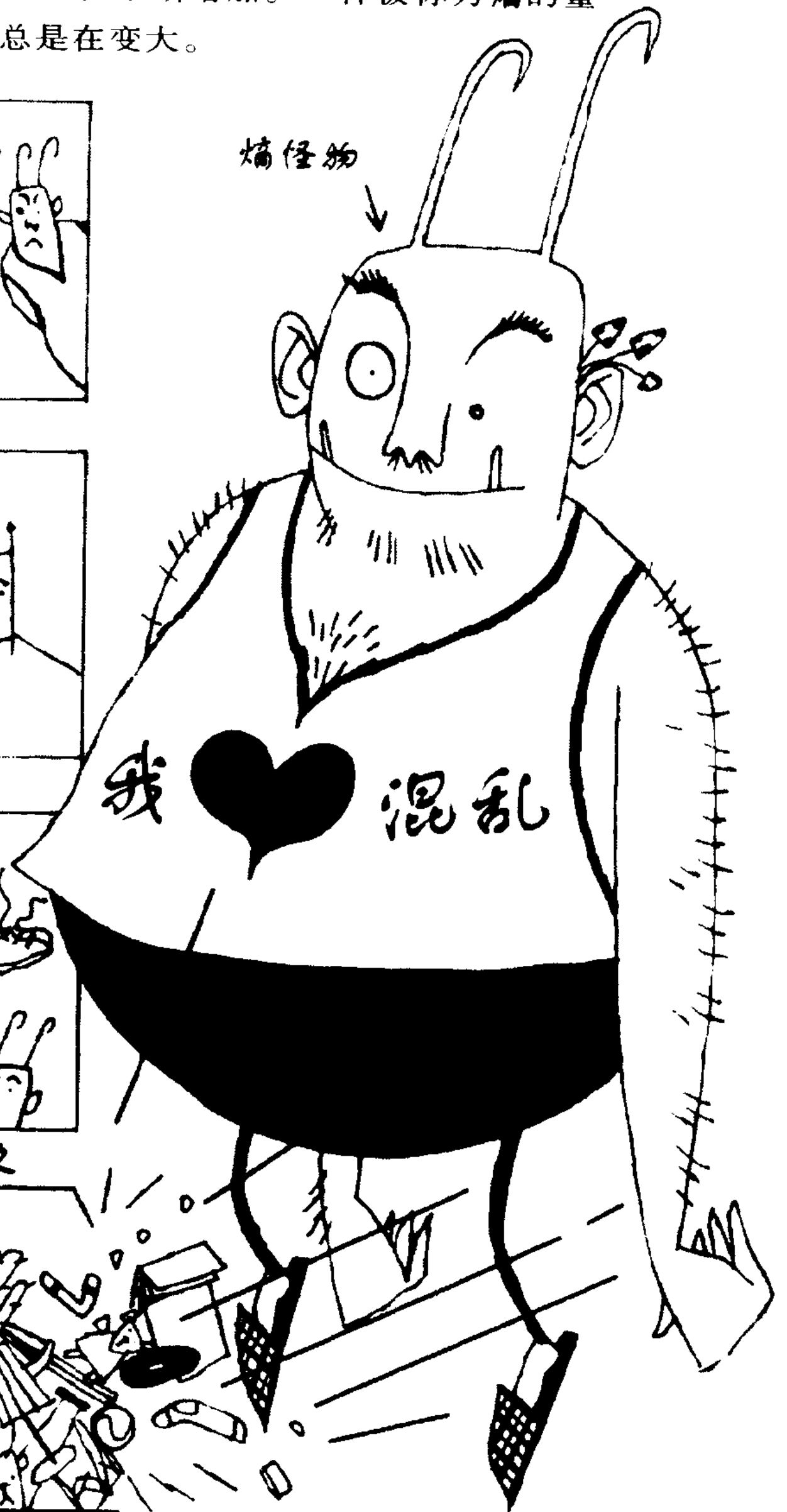
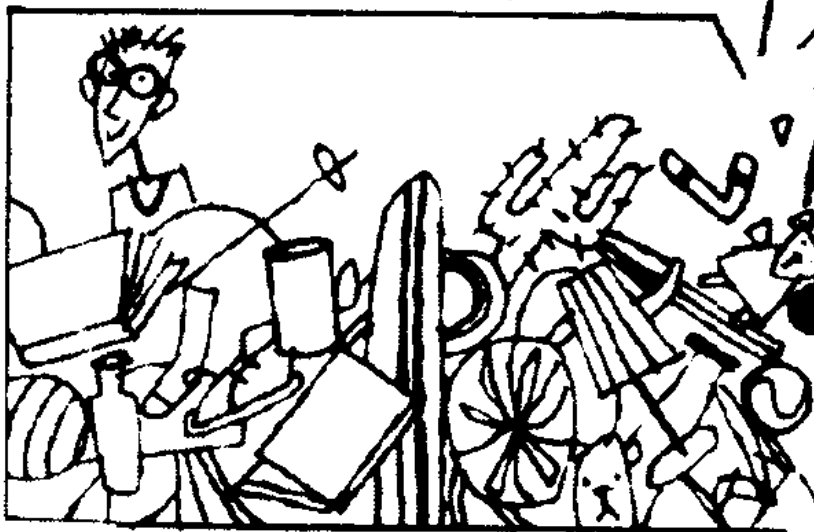
1. 好的，好的



2. 整齐的房间……



4. 随着房间越来越乱，熵怪物也越长越大。



那么房间怎样才能重新变得干净整齐呢？这可不能靠魔法，必须有人动手整理才行。

当有人把一个乱七八糟的房间收拾干净的时候，表面上看好像热力学第二定律不再适用了，因为整理房间使得房间里的熵变小了。

然而从整个宇宙空间来看，整理房间却消耗了能量。

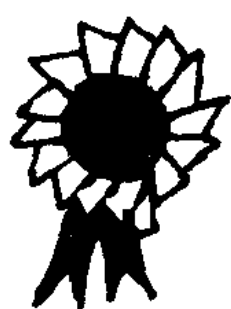


功消耗了能量，而能量的消耗总是会导致熵的增加。

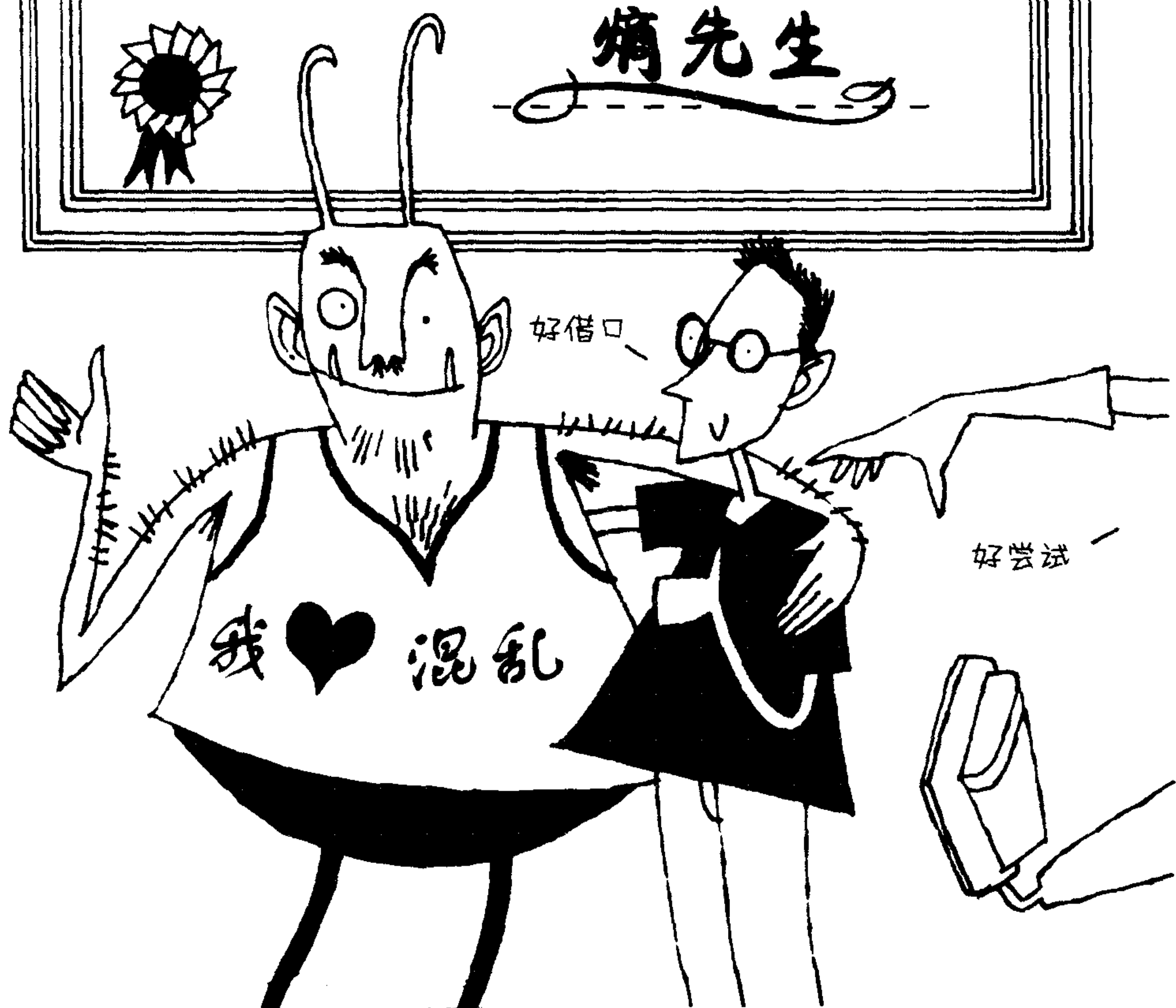
事实上，我们所做的一切事情都会耗费宇宙中的能量。

今天不用整理房间的绝妙借口

如果你整理房间的话，那么你就在消耗额外的能量，而且把宇宙弄得乱糟糟了。所以千万不要收拾房间，这样你就能保持宇宙的整洁。



痛先生



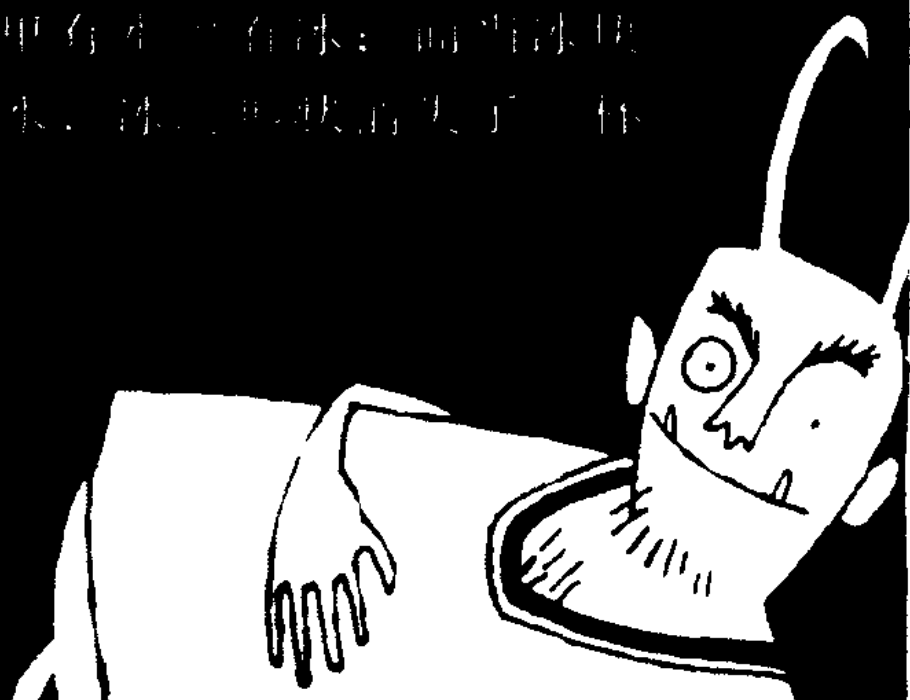
如果熵不增加，就无法区别过去和将来。

让我们来做个实验：把冰块放入 1 杯热水中，你就能观察到熵在增加，时间在流逝。



当冰块正在融化的时候，杯子里有冰也有水；而当冰块完全融化后，我们看到的只是水，冰块消失了。杯子里的水没有增加任何

熵增加了。与此同时，时间一点一滴地过去了。



当然，如果你真的对这一切感到厌倦了，不妨试试能否令时光倒流。


我们可以倒 1 杯冷水来观察，直到一部分水结冰，余下的水变热。

警告：

当你开始这个实验之前，首先得明白这种结果是永远不会出现的。热量永远不会从低温处向高温处传导。相反，它总是由高温处向低温处传导……

任何
时间

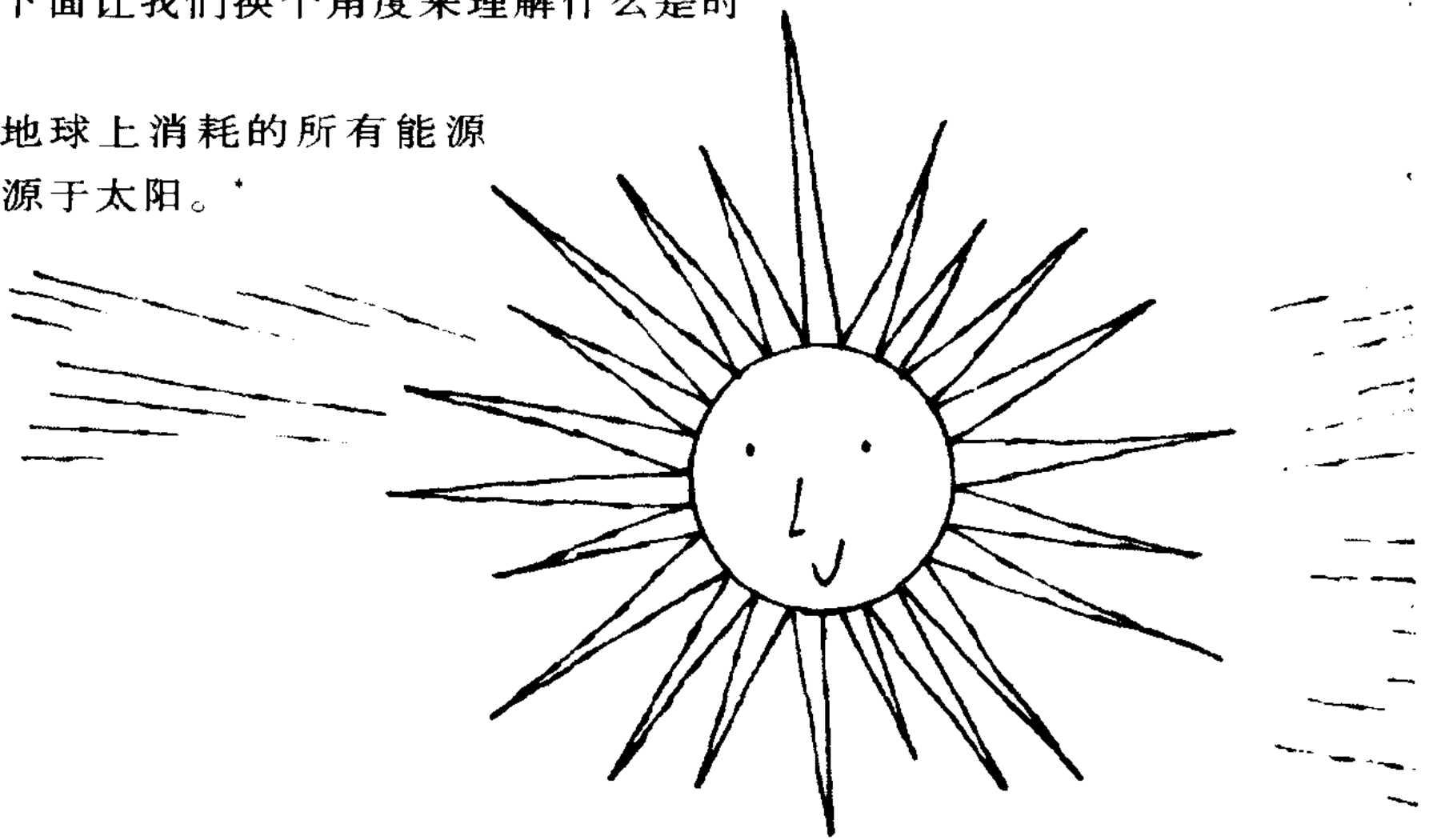
现在



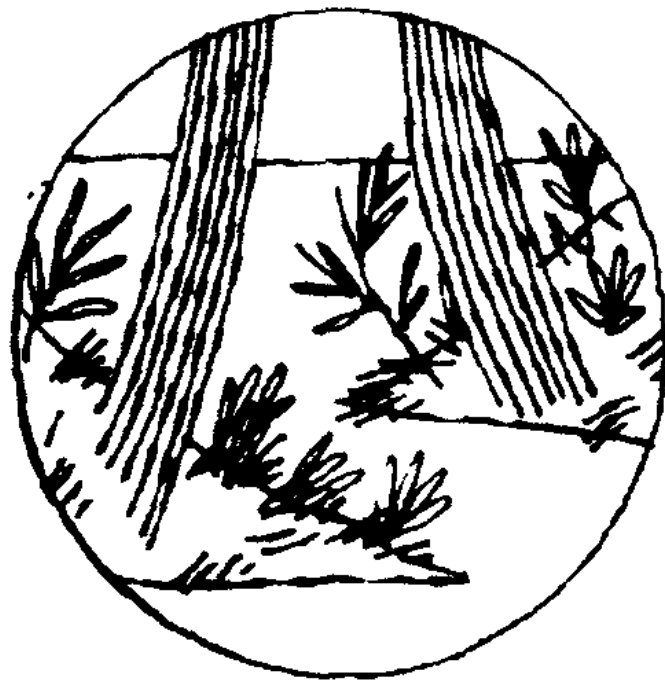
除非你使用能量，否则无法将物体变冷。冰箱里温度很低是因为人们用电力将热量从冰箱里抽出。与此同时，其他地方的熵也增加了。

下面让我们换个角度来理解什么是时间。

地球上消耗的所有能源都来源于太阳。*



甚至连发电站使用的煤和石油也是如此。因为煤和石油是由植物变成的，而所有植物的生长都离不开阳光。



植物的生长要吸收太阳能

即使是制造像玻璃这样简单的东西，也需要用去大量的能源。

*除了太阳能之外，地球上的一小部分能量来自原子裂变。



植物死亡并腐烂



受到挤压后形成泥炭



泥炭依次变成棕色的煤



最终形成我们所见到的黑色的煤

如果没有太阳和恒星，时间就会静止。

如果没有太阳和恒星，宇宙中也就没有可供生物吸取的能量。

•
世界会是一团混乱，人们将无法使一切变得有序。

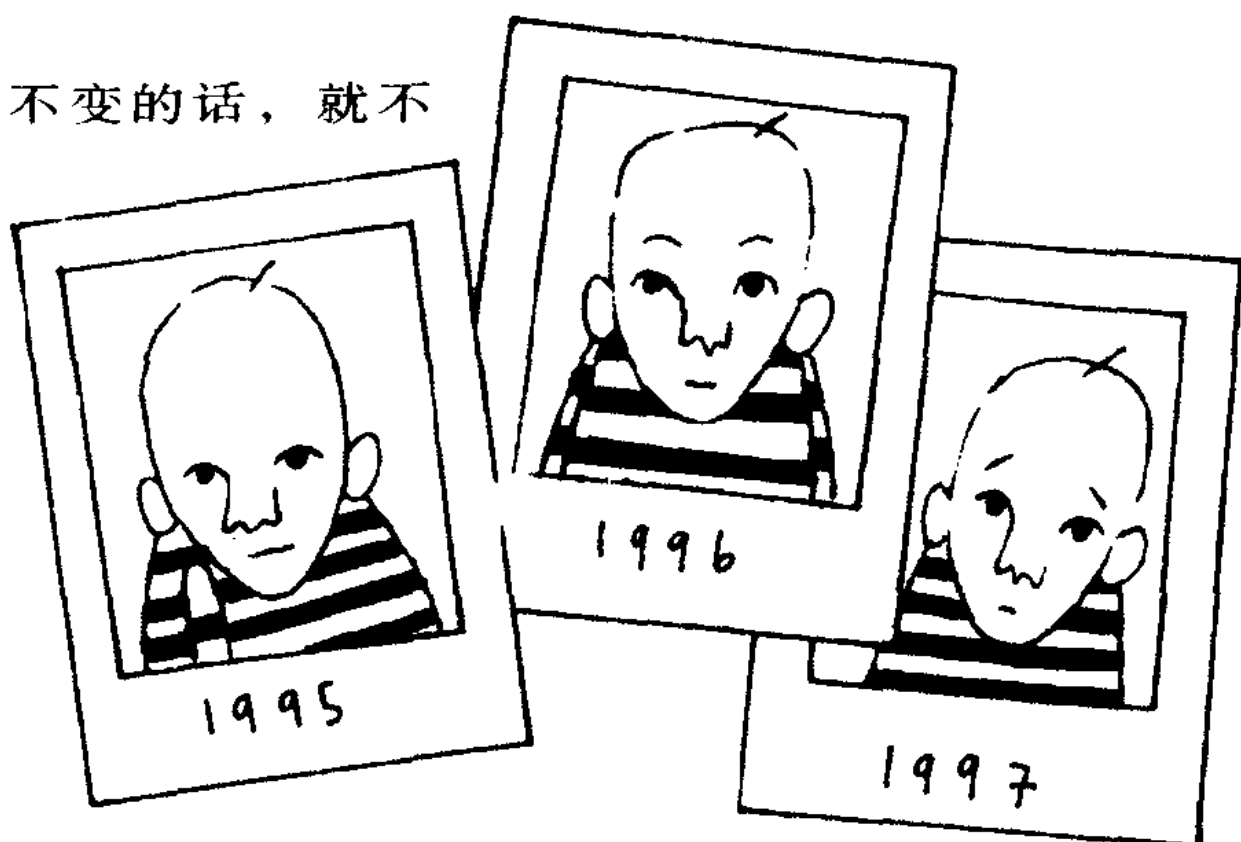
所有地方的温度都是一样的。

时间也不会流逝。

在世界的任何一个地方，任何事情也不会发生。



如果一切真能保持不变的话，就不会有时间。时间就根本不存在了。

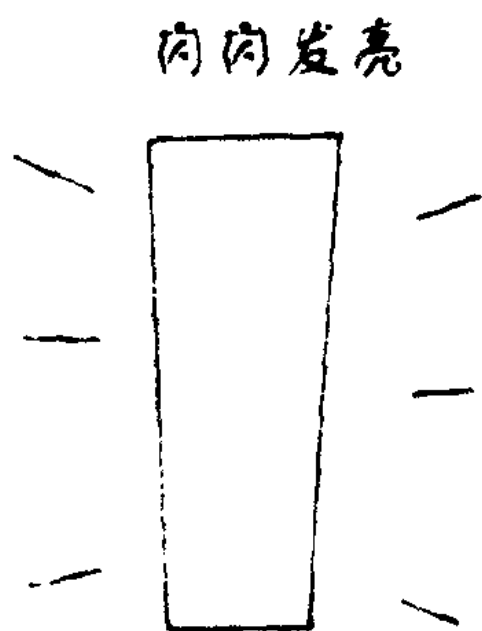


正是由于物质的损耗才有了时光的流逝。永不停息的时间就像一条无尽的长河，所有的人、所有的事物都随着它前进。

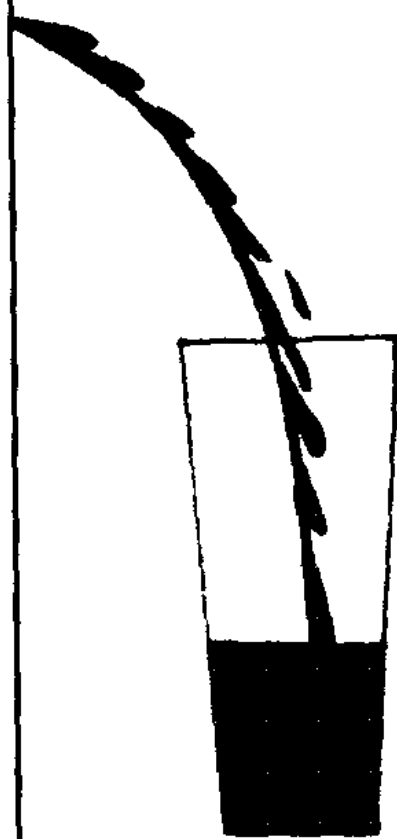


无论过去还是将来，时间都不会停止在那里。正因为时间永远不会停留在原地，所以你只有先制造出一个东西让它存在，然后才能打碎它。

如果有人制造了一个玻璃杯



现在可以使用它



也可以在将来打碎它

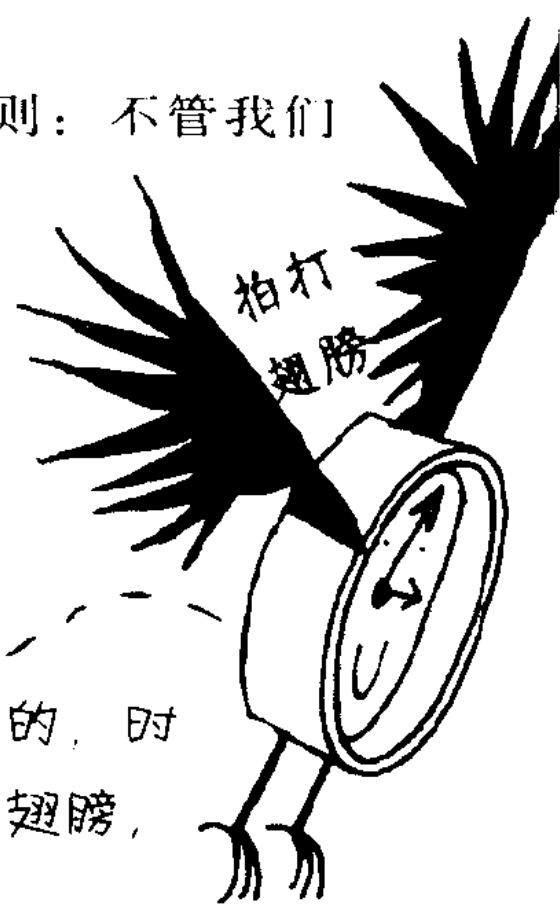


时光之箭由过去指向未来，但这并不能解释为什么我们似乎总是平稳地、不间断地从过去走到现在，直至未来。没人能说清楚为什么时光的逝去就像一条永远流淌的河流，而不是一系列静止的照片。

在理解时间的含义时，我们要牢记这条重要原则：不管我们做什么，我们都无法阻止时间的流逝。



嗨！



你知道的，时间长着翅膀，它会飞。

60秒是1分钟，60分钟是1小时，24小时构成1天，我们人的一生也正是由无数天组成的，而时间就是这样1分、1秒、1小时、1天天地悄然逝去，而逝去了就不再回来。

你一旦画完了一幅画，就再也不能“不画”它了。



哦！

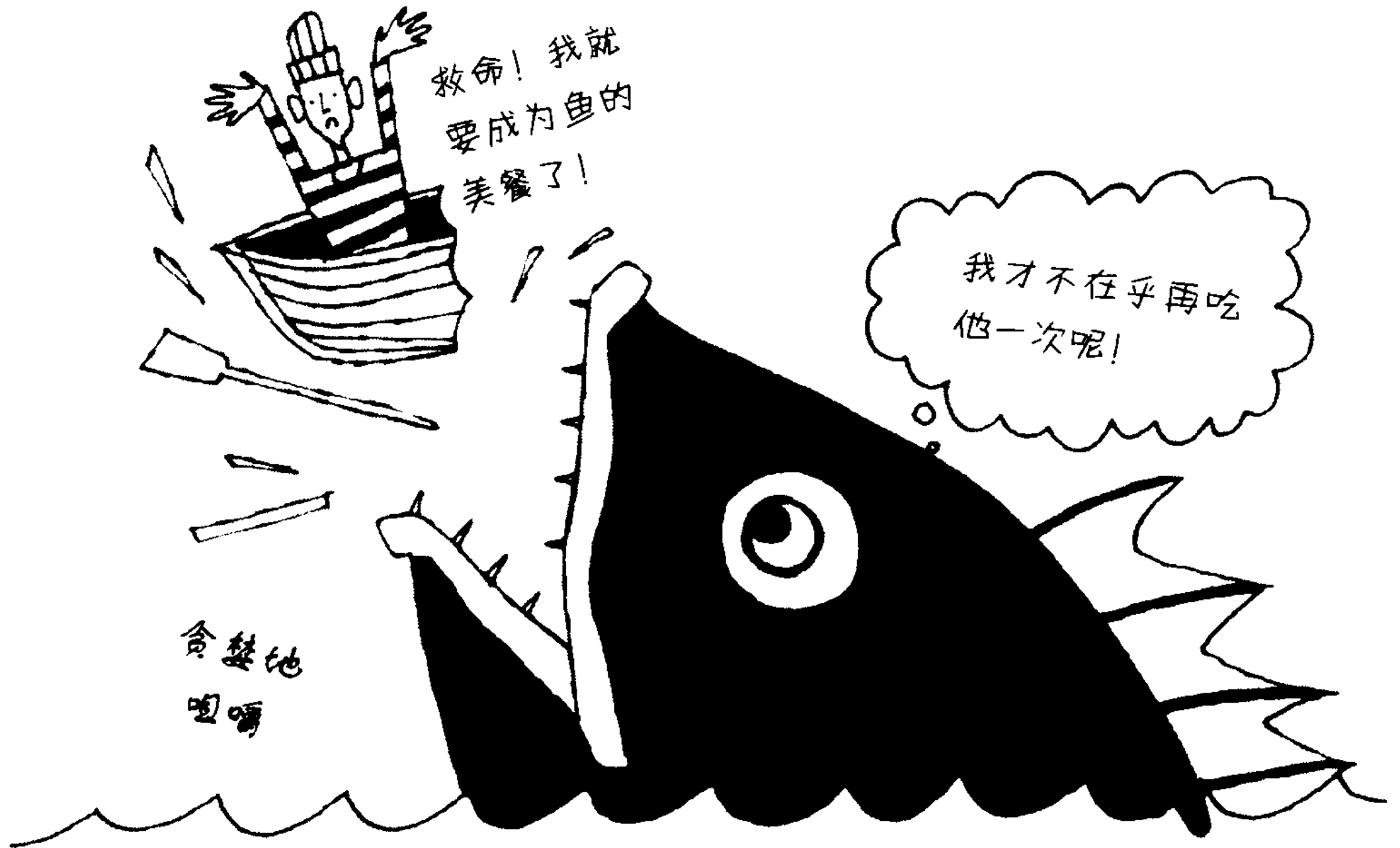


真遗憾！

艺术评论家
→

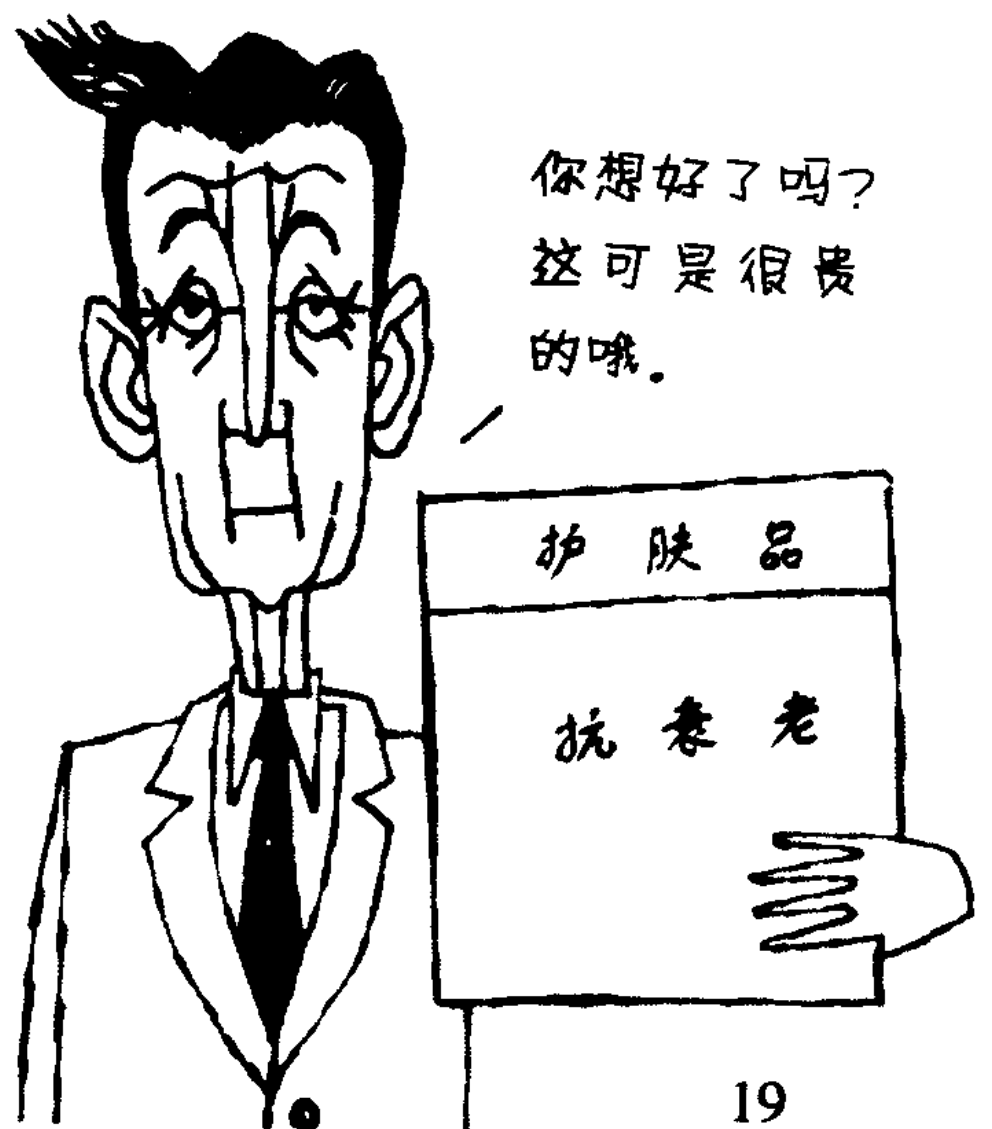


食物一旦被吃进肚子里，它就不能被再吃一次。



时间总是在逝去，无法挽回或改变。已经发生的事情不可能让它“不发生”。

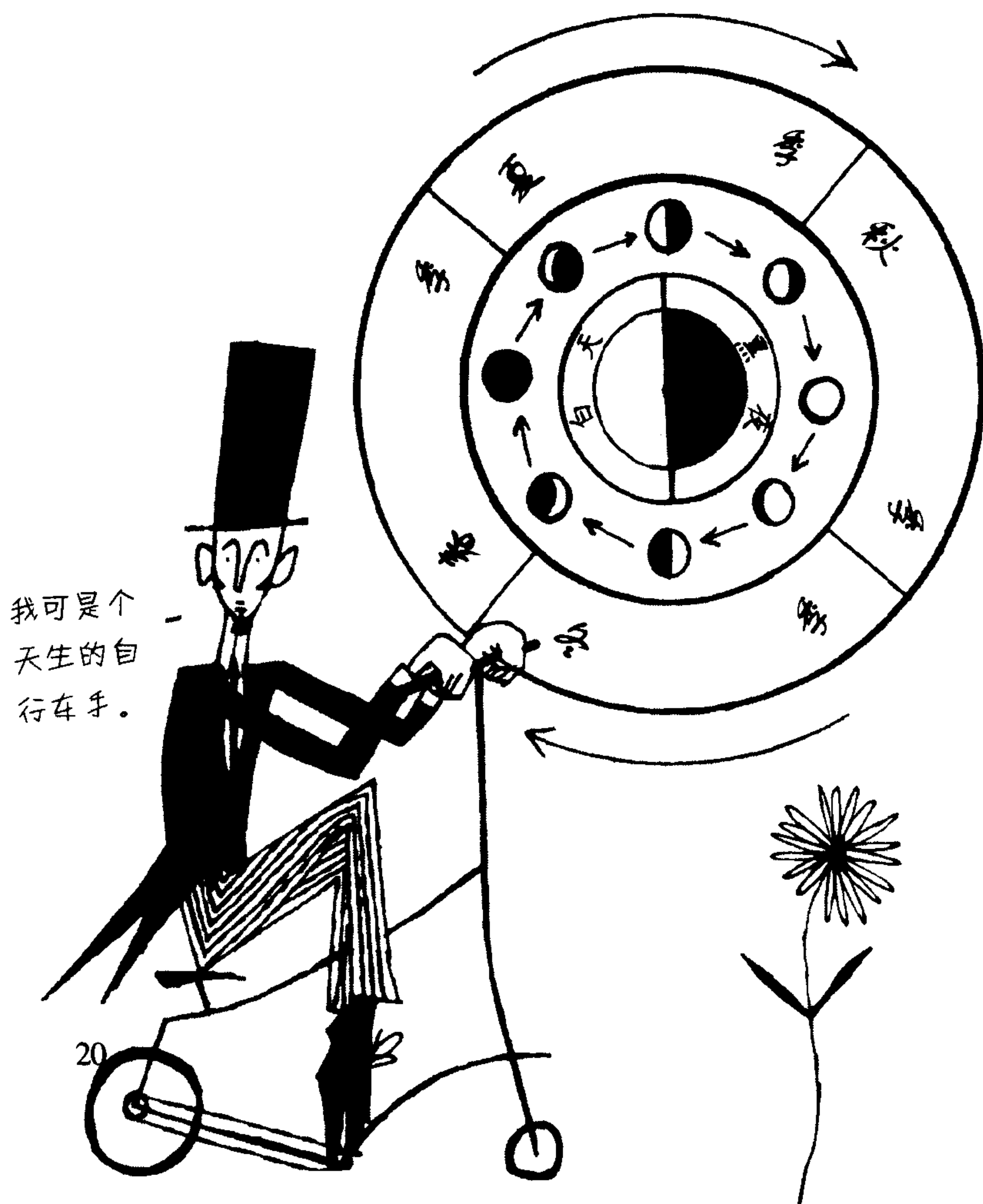
做过了就是做过了。



纵穿历史的时间

直到 19 世纪，人们才意识到时间就是物质的消耗。在那之前，大多数观点都认为时间是周而复始、循环不息的。

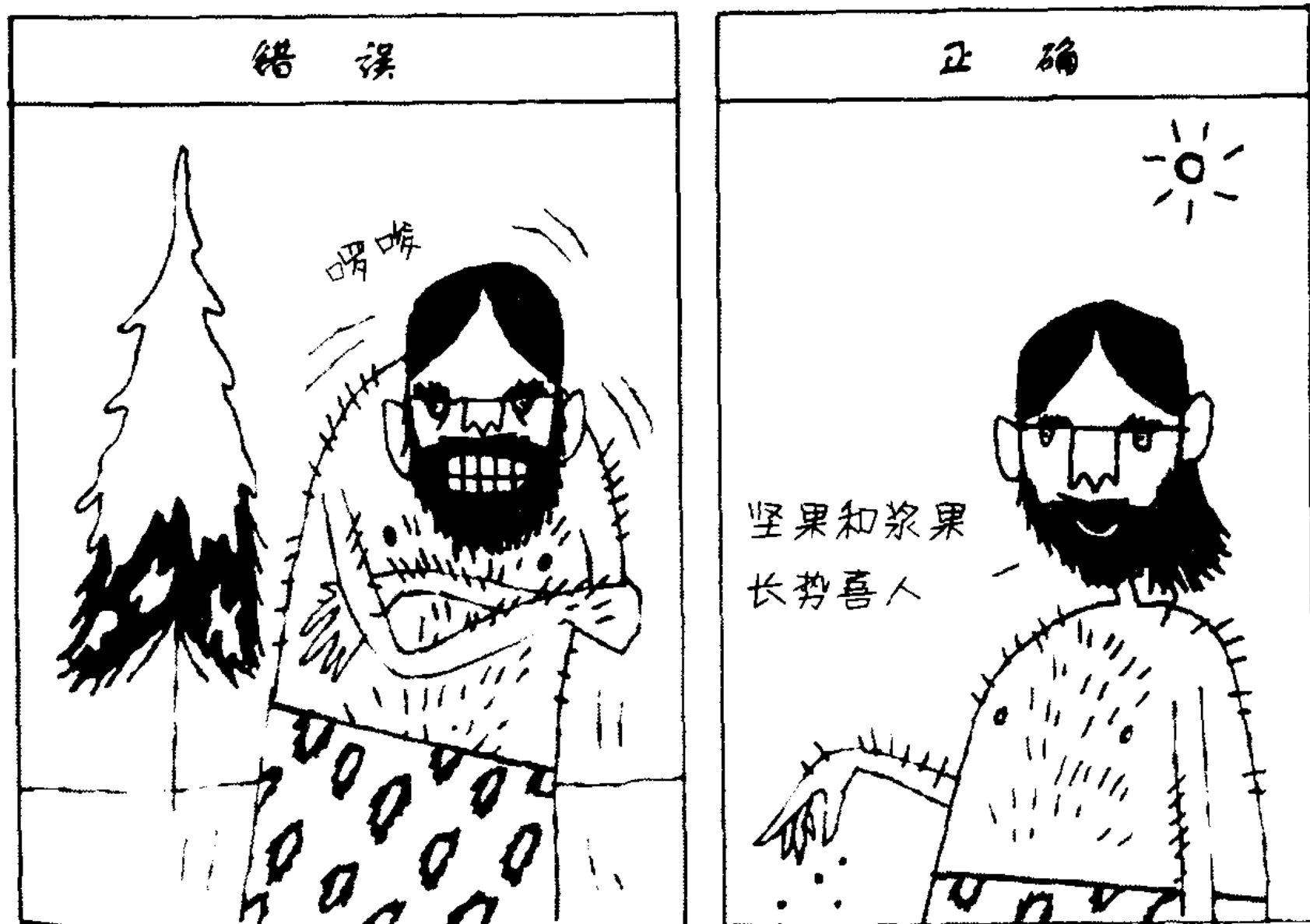
当然，人们这样想并不奇怪，因为大自然仿佛总是在做周期性的循环。昼夜的交替，月亮的圆缺，四季的变化，都是自然的周期循环。



史前人类已经认识到了四季的更替，借助这一知识，猎手们掌握了动物的迁移规律，知道了动物在不同时间的活动地点。



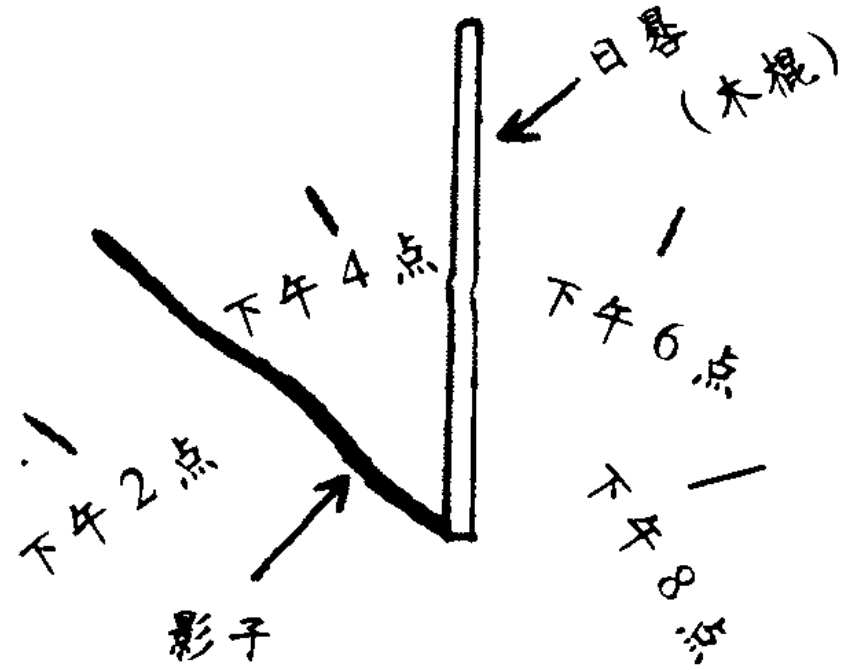
大约1万年前，人们开始通过耕种来获取食物，因此人们需要研究季节的变化来确定播种的最佳时间。



但是人们仍需要找到更准确的时间测量方法。

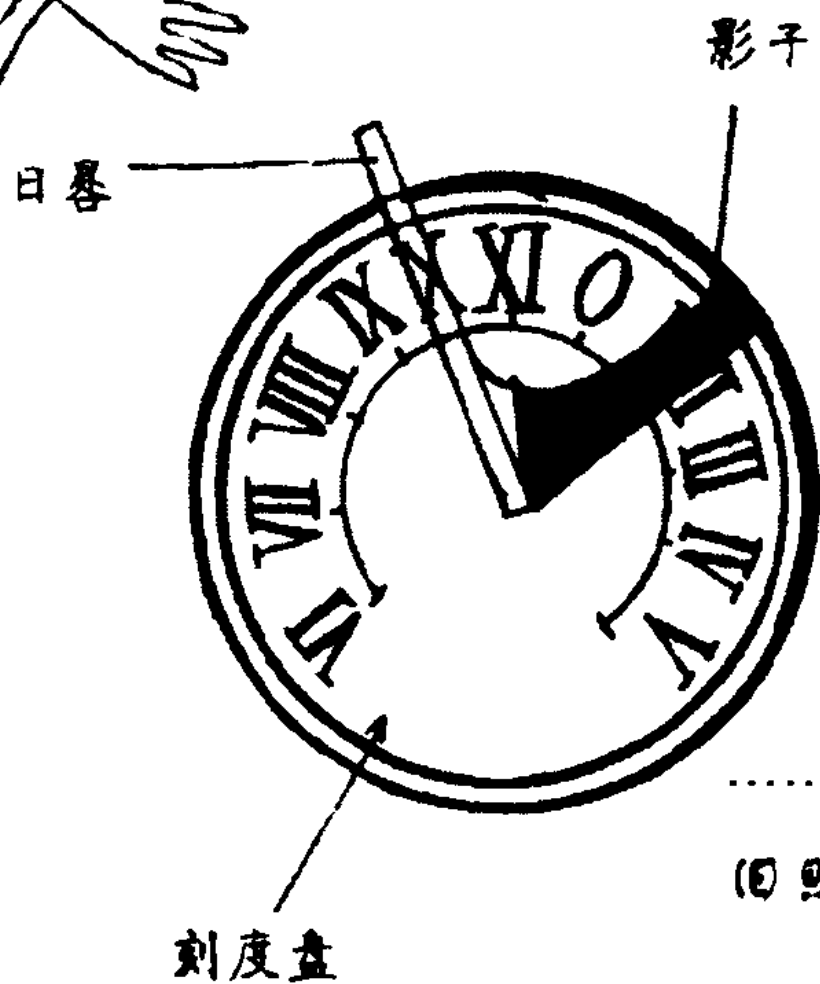
最简单的时钟是日晷，你只须在地上插根木棍就能做成一个最简易的日晷。

随着太阳在天空中的移动，木棍的影子就会绕着木棍移动，你就能根据影子的不同位置来判断时间。



但这种简易日晷只能告诉人们大概的时间，只有制造精细的日晷才能非常准确地显示时间……

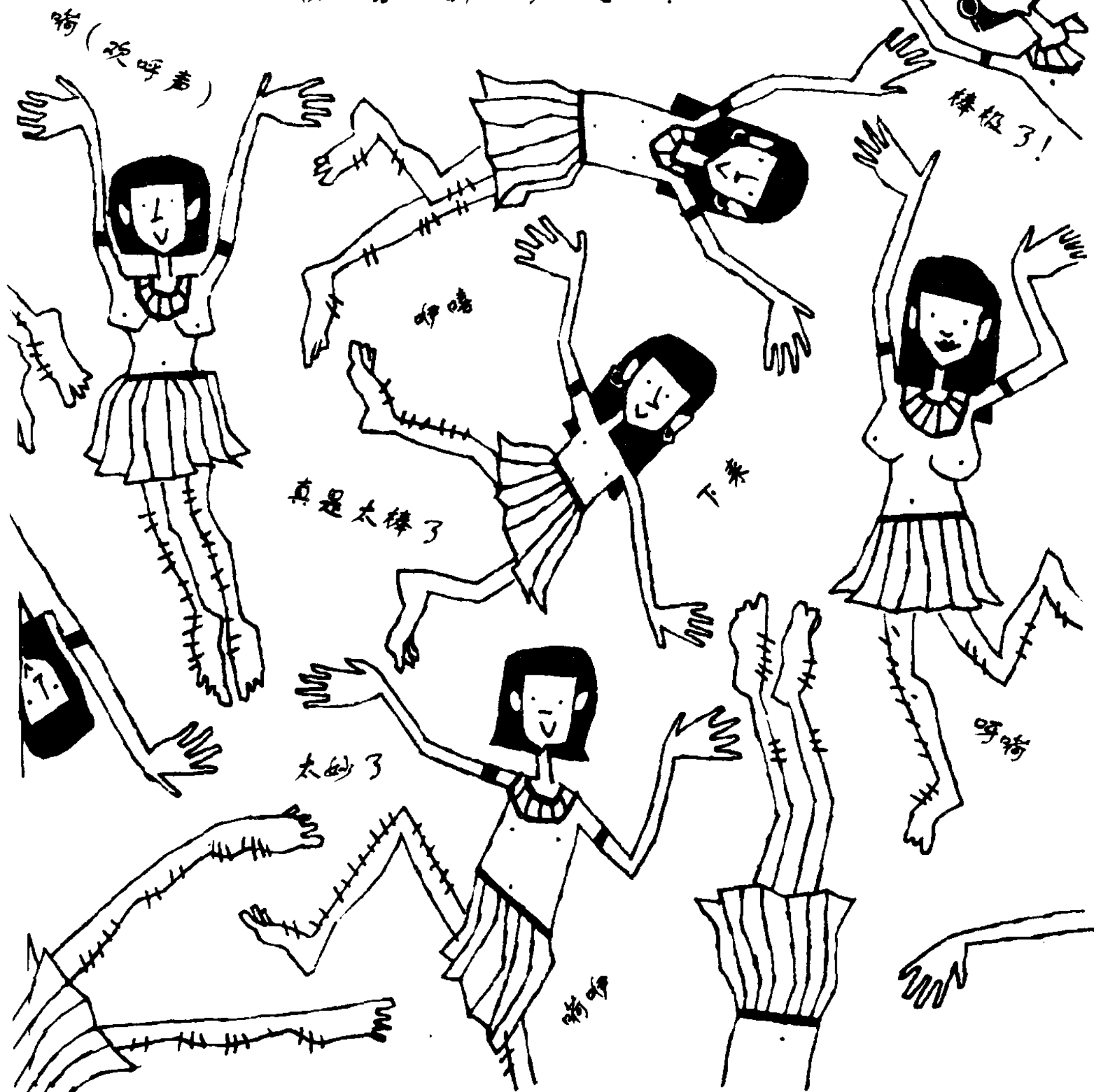
他们说任何事都不会发生。



……除非太阳依旧照耀大地!

19 世纪之前，时间会循环的观点非常深入人心，世界上许多不同的文明都相信历史能够不断重演。公元 600 至公元 900 年，玛雅文明在中美洲繁荣一时。玛雅人认为时间可分为长短不同的一系列循环。这些循环有的持续时间为 20 天，有的为 360 天，有的为 7200 天，有的为 144 000 天，还有的为 23 040 000 000 天。在最长的循环结束时，宇宙就会重生。

快乐新宇宙！

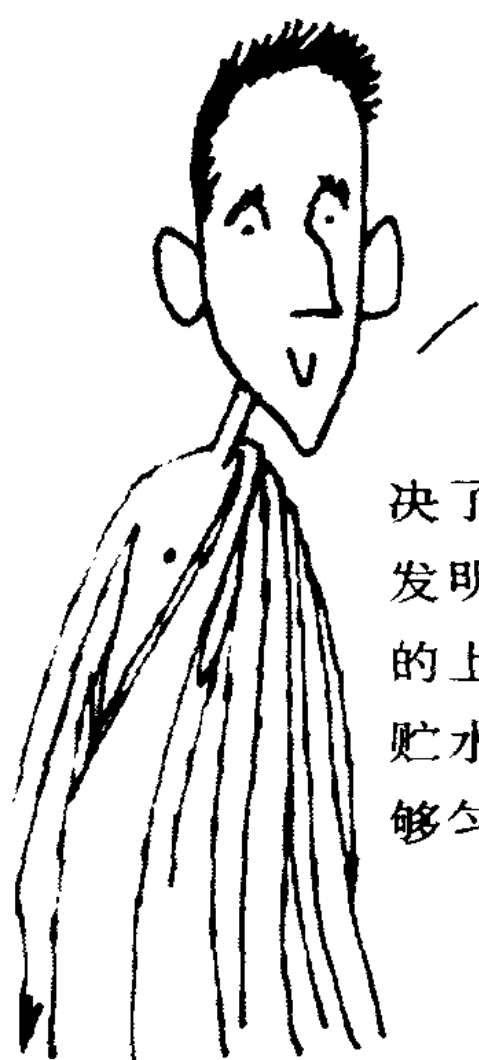


我们已经知道人们能够通过太阳来判断时间，可是没有太阳的时候该怎么办呢？最简单的方法就是用水来做一个时钟。北非和美洲土著一直使用水钟来计时，直到近年来，水钟才逐渐被淘汰。

水钟的贮水器底部有一个小洞，水可以比较均匀的速度从小洞中漏出。

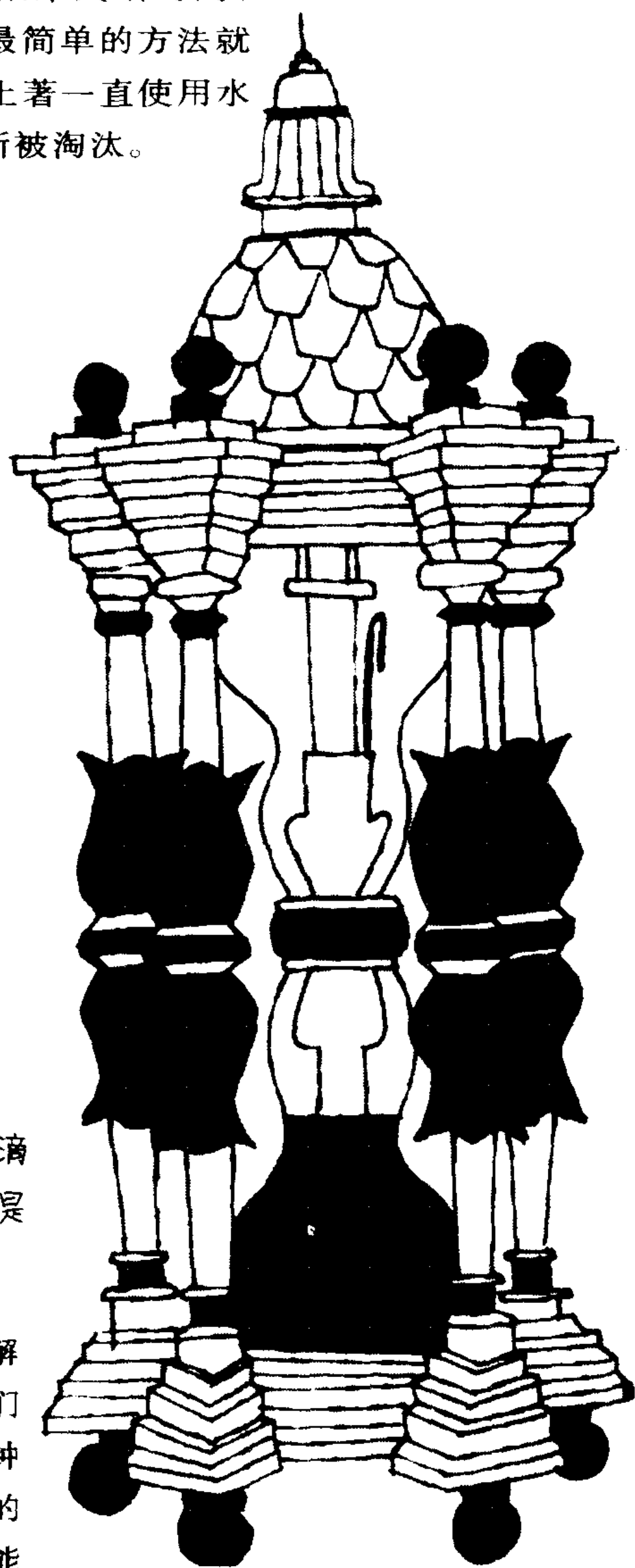
水面上有一个浮标，人们可以很容易地看到水位下降的刻度。

但水钟并不完美，一旦水位下降，水从小洞中漏出的速度就会变慢。这就意味着它并不能准确地显示时间。



当第3滴水滴
下来时刚好是
11:15。

罗马人巧妙地解决了这个问题，他们发明了一种水钟，钟的上部是一个庞大的贮水器，保证了水能够匀速漏出。



你还可以用火来计时。一根均匀地标有刻度的普通蜡烛就可以用来计时，当然别忘了火焰要保持燃烧才行。

几千年前，古代中国人发明了一种很不错的火钟。

在一个特制的槽子（通常做成龙的形状）里放入一根薰香，让薰香以均匀的速度燃烧。



沿着薰香，均匀地放置着一些细线，

细线的末端悬挂着金属小球。



每根细线烧断时，小球就会落入一个金属盘中，听到撞击声，人们就可以知道时间。

这种火钟一直沿用到 19 世纪。

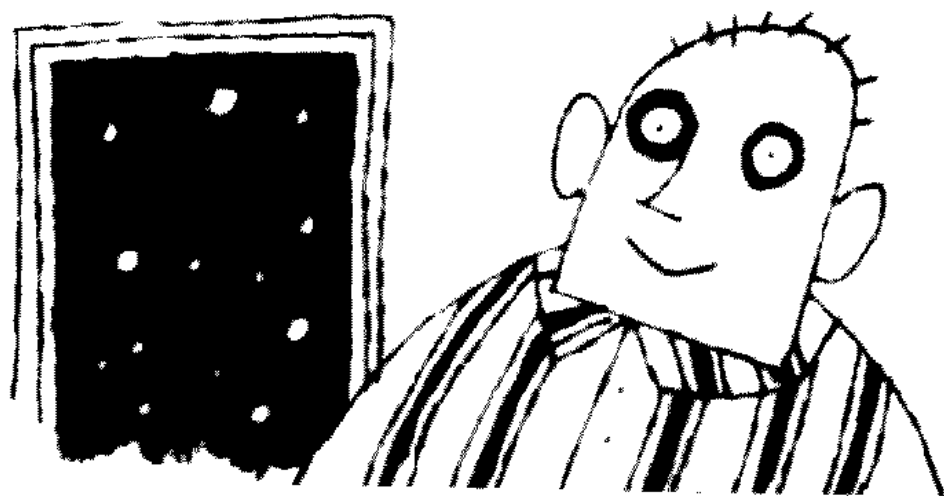
沙漏是最古老的时钟之一，时至今日仍在某些场合中使用。它实际上就是一个双端容器，其中装有一些细沙。上端容器所盛的细沙通过中间小口慢慢流入下端的容器中。细沙流动的速度取决于口的大小。

一个制作精良的沙漏可以准确地表示不同的时长。细沙从上端容器完全流入下端容器所需的时间可以恰好是 1 小时；

或是刚好煮熟一个鸡蛋的时间。

但是如果你只靠沙漏来计时的话，你就得一直盯着它，每次沙子漏完就得将它反转过来，并做好记录。一夜都没法合眼！

这么 1 小时又 1 小时地
可真讨厌，不过至少它
运行还算稳定。

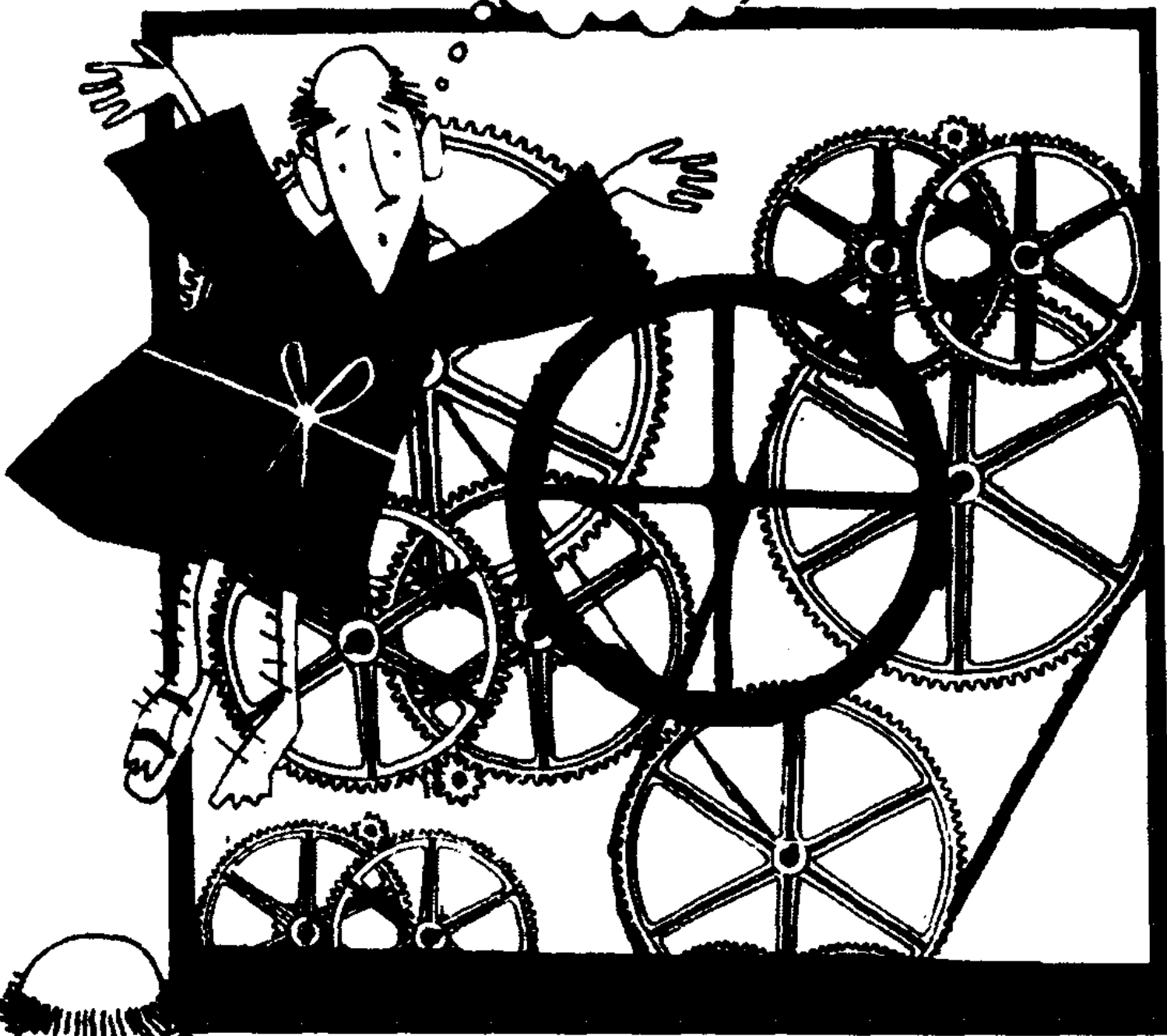


600 多年前，人类发明了第一批具有现代钟表雏形的机械钟。它们都是建造在塔顶的庞大机器，是用绳索系到一个齿轮和滑轮系统上，由向地面垂落的若干重物驱动。

1335 年——第一座可以在整点报时的公共钟在意大利的米兰建成。

1386 年——现存最古老的钟建成，现保存在索尔兹伯里大教堂。

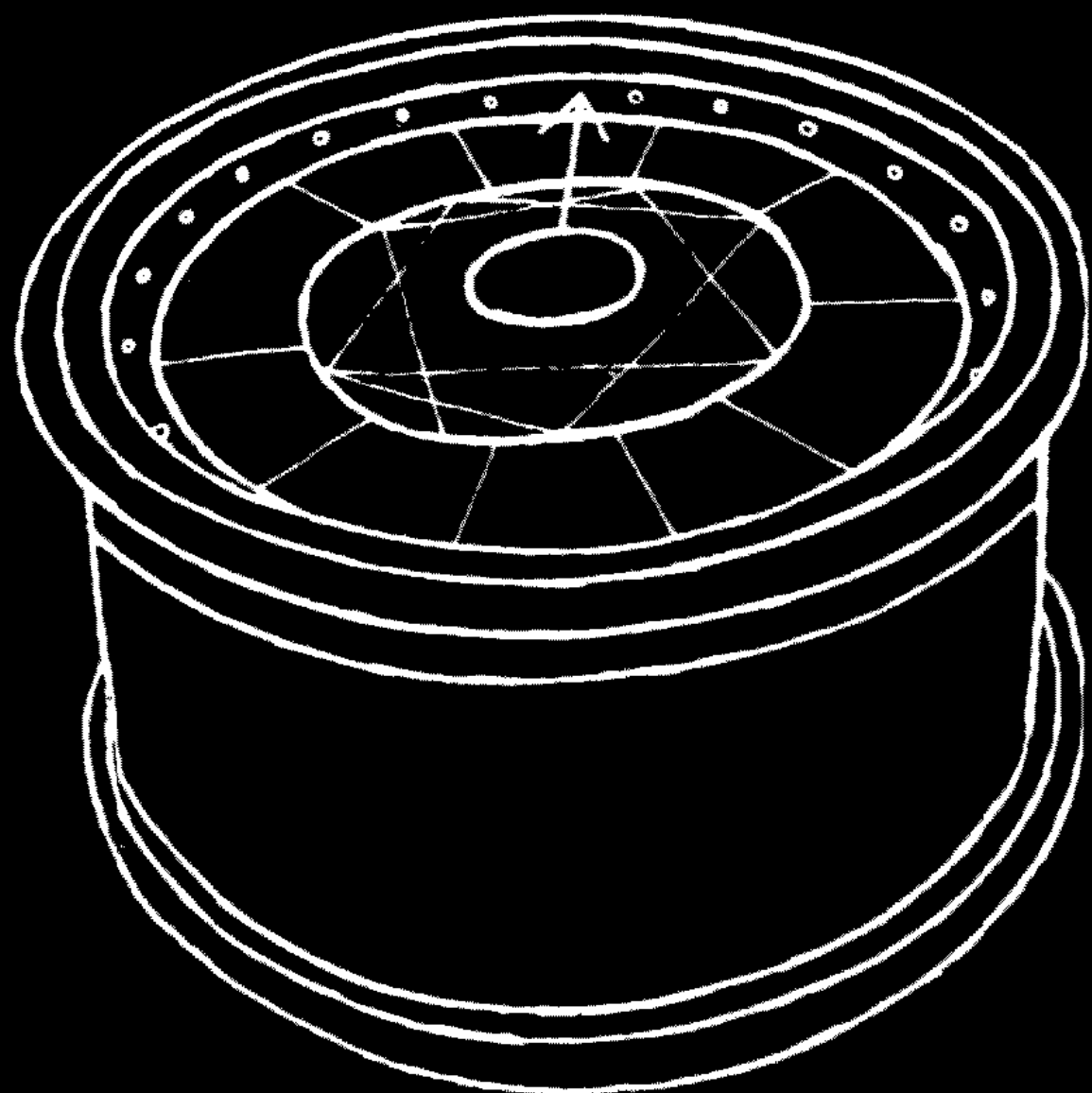
救命!



1389 年——在法国的鲁昂建成了一座机械钟它能在每刻钟报时——直到现在它还在那儿!

这些早期的钟看上去虽然挺壮观，但是走得不太准。

在 16 世纪初，德国锁匠彼得·亨莱因发明了最早的便携式钟表。它是由发条带动的，只有时针，没有分针。

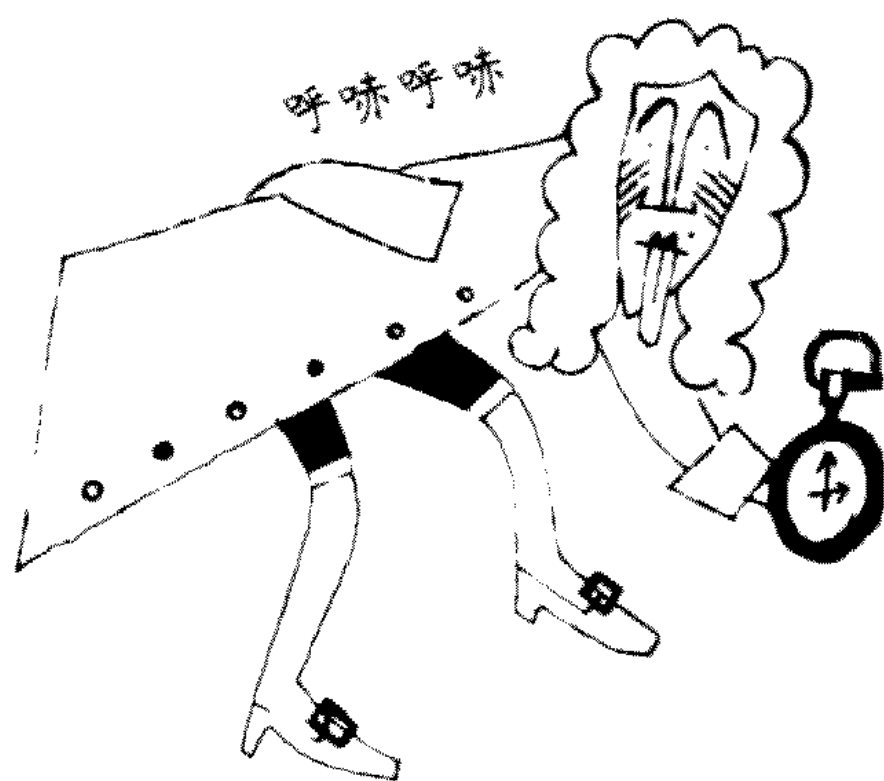


这种由发条带动的机械装置被称为“发条装置”。

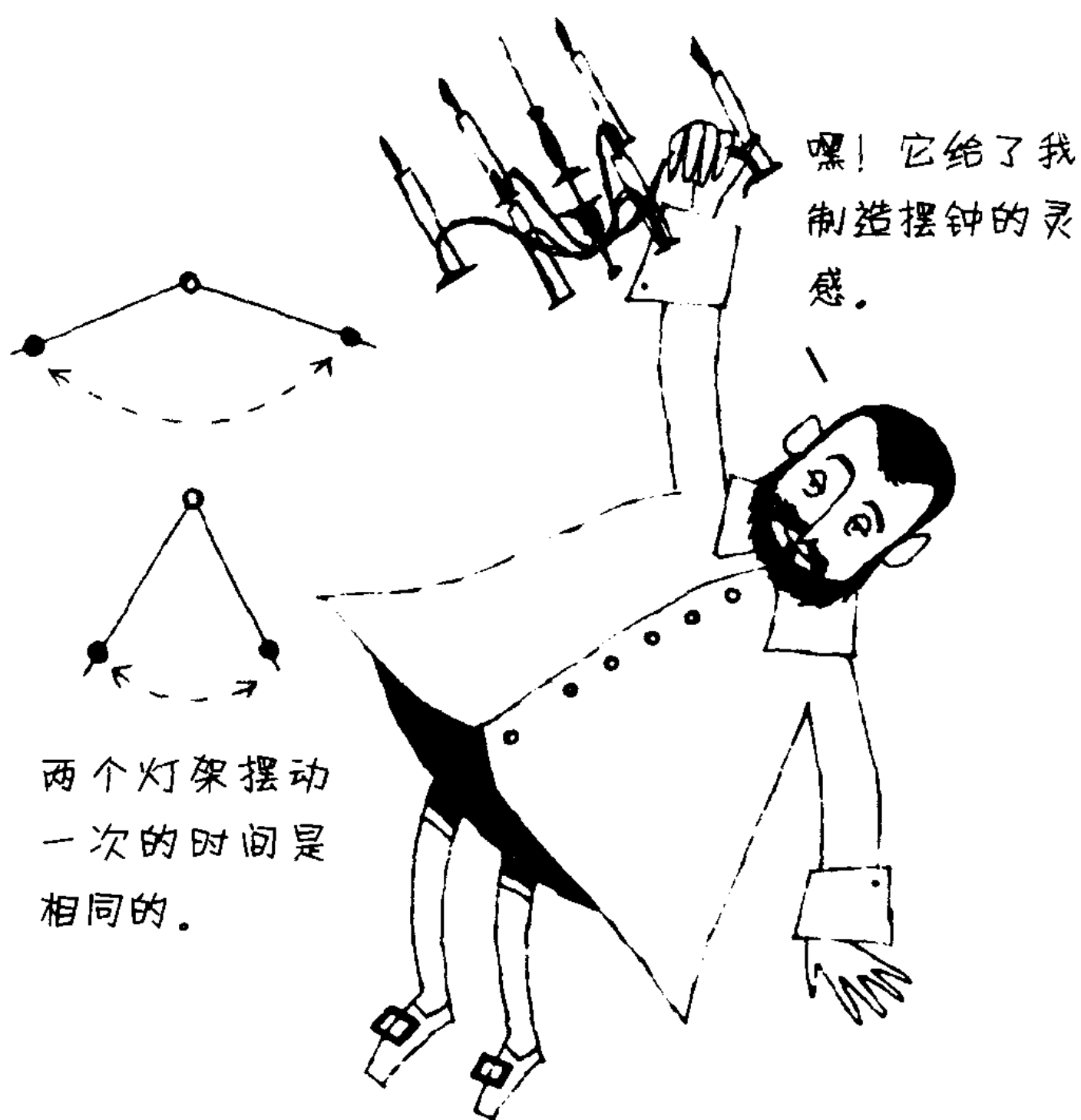
直到 1670 年，分针才开始出现。

但是，人们外出时怎样知道时间呢？在亨莱因发明发条钟表后不久，最早的手表出现了。

这种手表有十几厘米宽，7 厘米厚，虽然看上去有点笨重，人们还是可以拿在手上，而且用不着担心表停。不过，在 1580 年以前，它们可都是铁制的，要想拿在手上，还非得有点力气不可。



大约在 1580 年，意大利伟大的科学家伽利略在钟表技术上取得了重大突破。当他抬头看到天花板上摇摇晃晃的吊灯时，他发现无论灯架摆动的角度大小如何，摆动一次所需的时间总是相同的。



运用这一原理，伽利略发明了第一座摆钟，但它走得并不是很准。

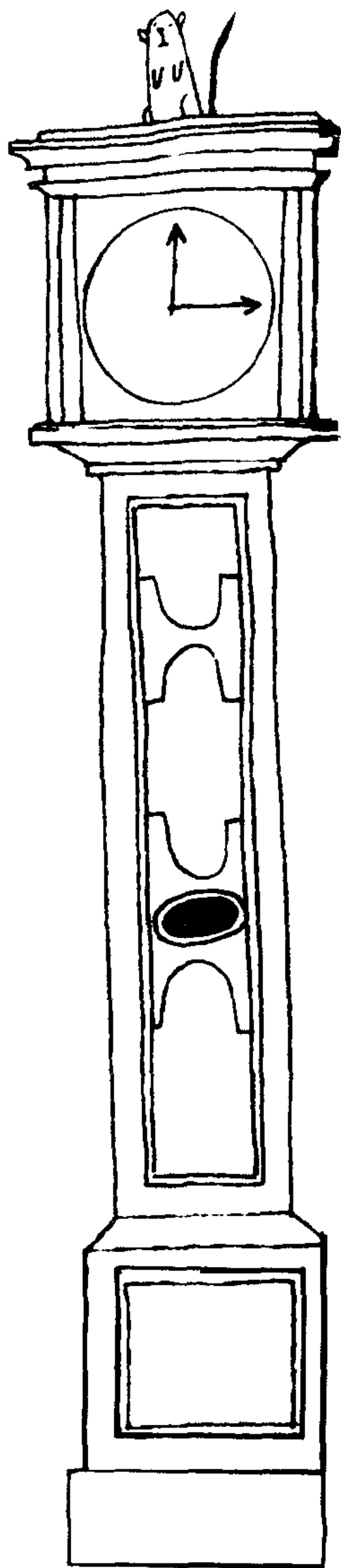
1657 年，荷兰科学家克里斯蒂安·惠更斯进一步完善了伽利略的想法，并第一个制造出实用摆钟。一年以后，在整个荷兰，随处可见顶上装有摆钟的教堂。普通人终于可以准确地知道时间了。

1670年，威廉·克莱门特发明了一种带有长钟摆的新型摆钟，比以往的摆钟更精确，可以精确到秒。为了保证它的准确性，没过多久，这种钟就被固定在木盒中，以免钟摆被碰到。

几乎与此同时，人们意识到精确的时钟在对手们出海航行大有帮助。由于地球在转动，越往西走，看看你的表，你会发现太阳升起得越晚。如果你的表走得非常准，将它设为伦敦时间，在正午太阳高度最高的时候，看看你的表，你就能知道你距离伦敦东边或西边有多远。（更多内容参看42~43页。）

尽管许多老爷钟都走得很准，但它们不适合在航行时使用。它们需要放置在水平地面上，以保证钟摆正常摆动。

它们叫做“老爷钟”。



我们在哪儿？



不知道。

如果没有精确的时钟，航海可真是件碰运气的事儿。所以，为了解决这个问题，1714年，英国政府特地悬赏2万英镑（在当时这可是一大笔钱）。谁能找出海上准确计时的办法，谁就可以得到这笔赏金。

为了获得这笔奖金，约翰·哈里森——一个英国钟表匠，制造出了一系列非常精确的时钟（称为**航海钟**）。

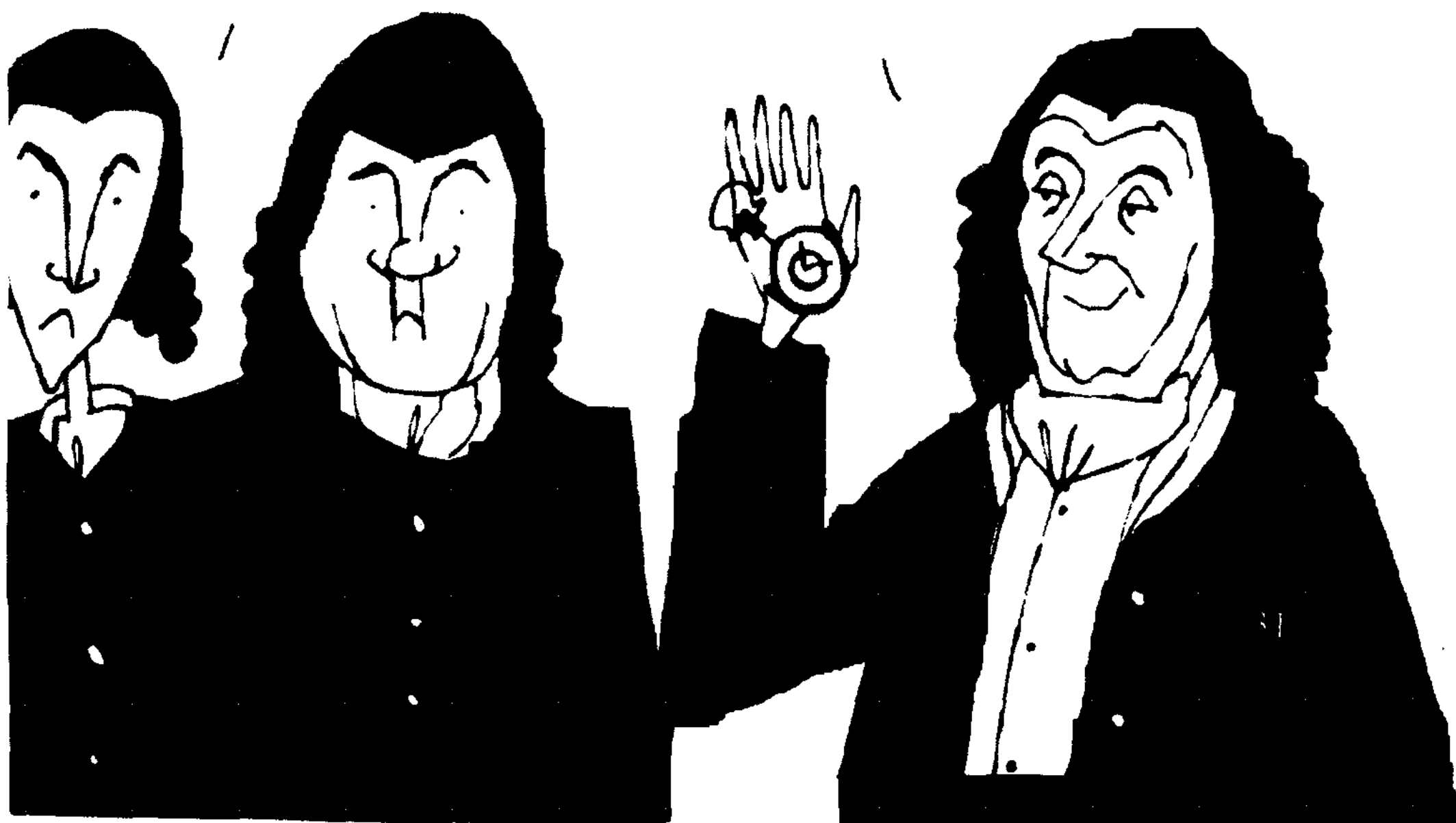
他的第一个样品高63厘米，重34千克。但他发现，航海钟体积越小，走得越准。

1761至1762年间，哈里森的航海钟试用于驶往西印度群岛的航行中，整个航程误差仅为5.2秒，成为有史以来最精确的航海钟。

评委们简直无法相信如此精确的时钟体积竟然这么小，但他们还是把奖金发给了哈里森。

简直难以置信。

就是这个。



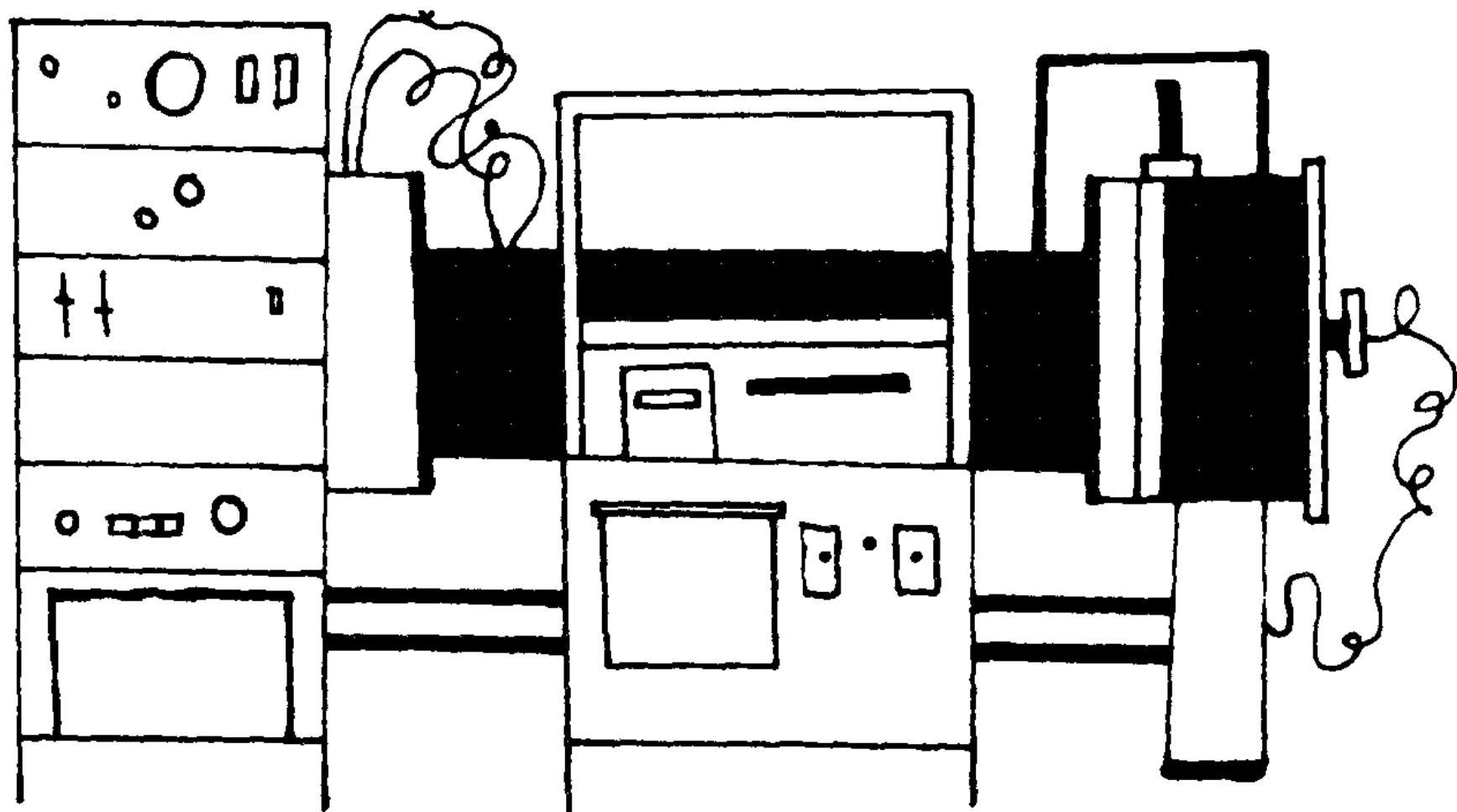
到了 19 世纪末，钟表开始成为普通人花钱就可以买到的物品。进入 20 世纪后，人们开始在离家更远的地方工作，精确计时也变得越来越重要。



今天，比哈里森的航海钟更精确的数字手表非常便宜，甚至有时被当做赠品免费分发。



也许你的手表很准，完全能满足日常需求。可你知道吗？原子钟的精确程度简直令人难以置信。



原子钟通过测量铯（一种金属）原子发出的无线电脉冲来计时。一个原子钟的重量为 30 千克（轻于哈里森的第一个航海钟），每 300 万年的误差不超过 1 秒。

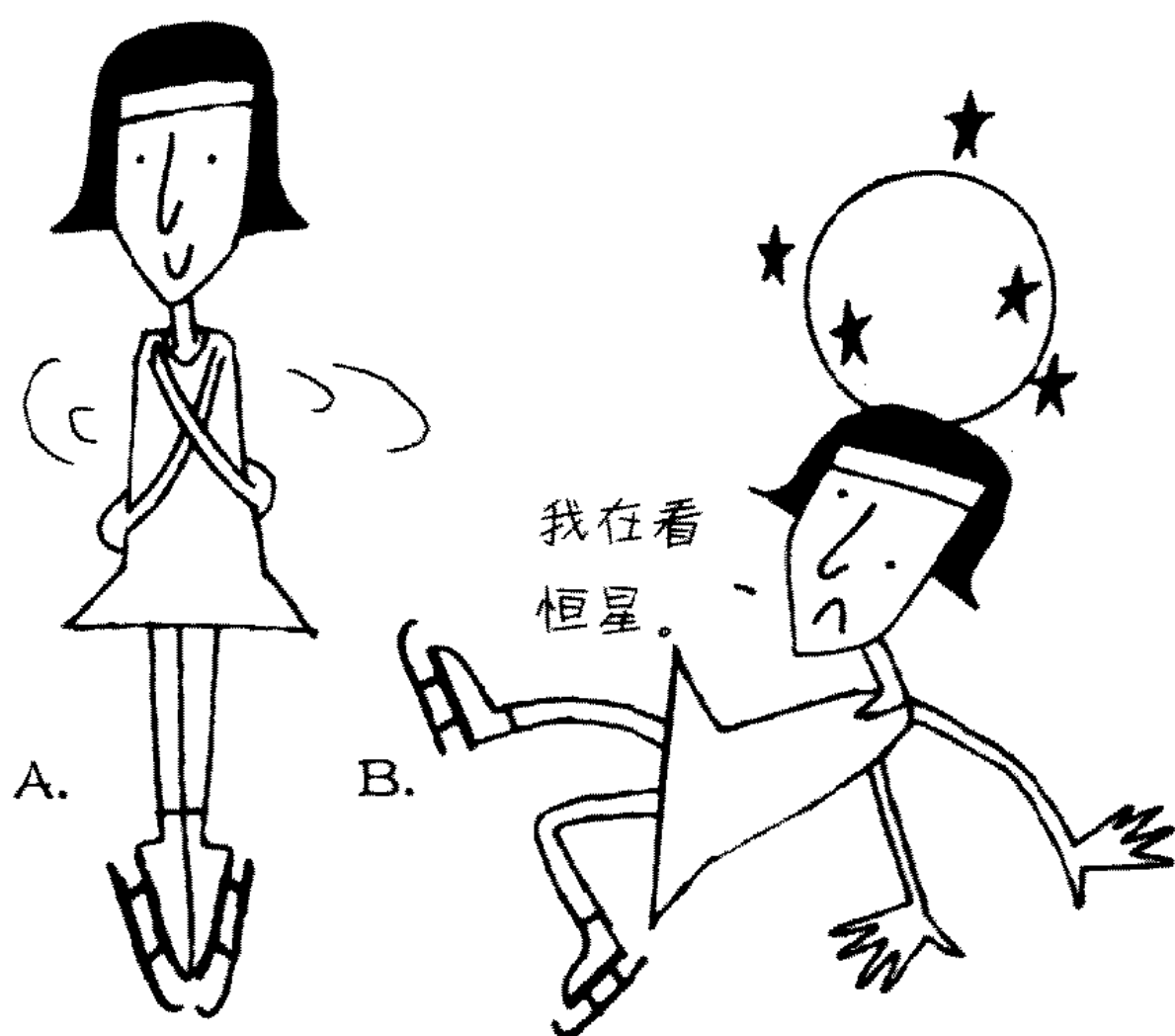
位于巴黎的国际时间局（BIH）负责世界时间的计量工作，它对分布在 28 个国家的 80 个标准原子钟进行统计分析，得出一个统一的、精确到毫秒的原子时间，并将这一信号发送到世界各地。我们听到的收音机广播报时就是以这一信号为基准的。



宇宙中最准确的时钟是恒星。

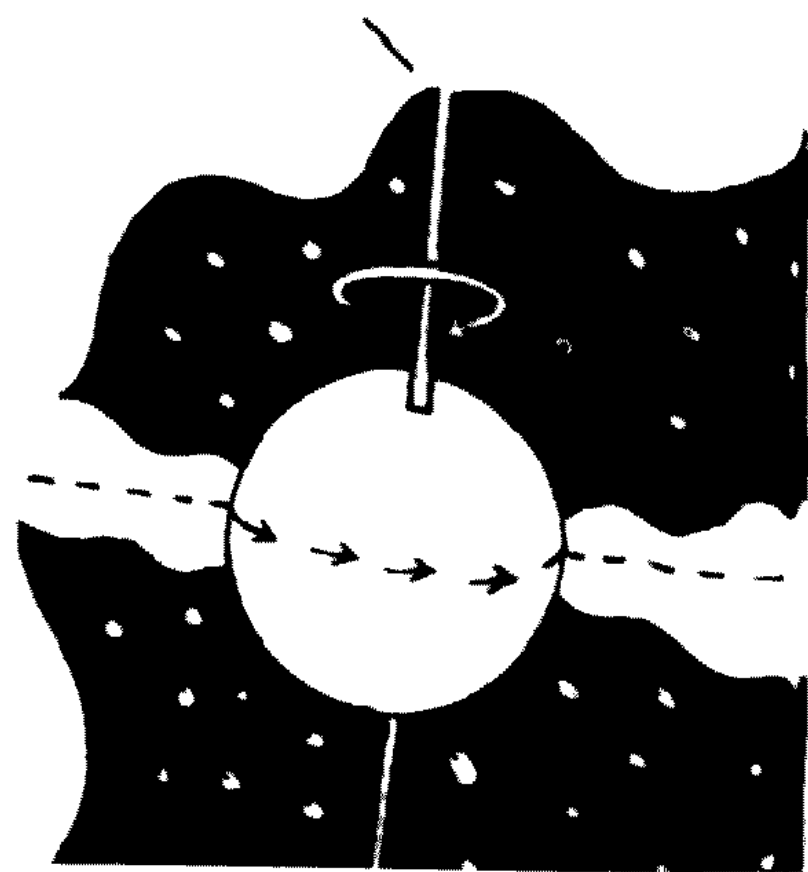
当一些恒星消亡时，它们会缩小成一个小球。你知道吗？太阳大约比地球大 100 万倍，而这些恒星所包含的物质竟然和太阳一样多，它们死去后，就收缩成直径只有 10 千米大小的小球——像一座大山那么大。

所有的恒星都在不停转动。一颗即将消亡的恒星缩得越小，就转得越快。就像溜冰的人，胳膊夹得越紧，旋转速度就越快。



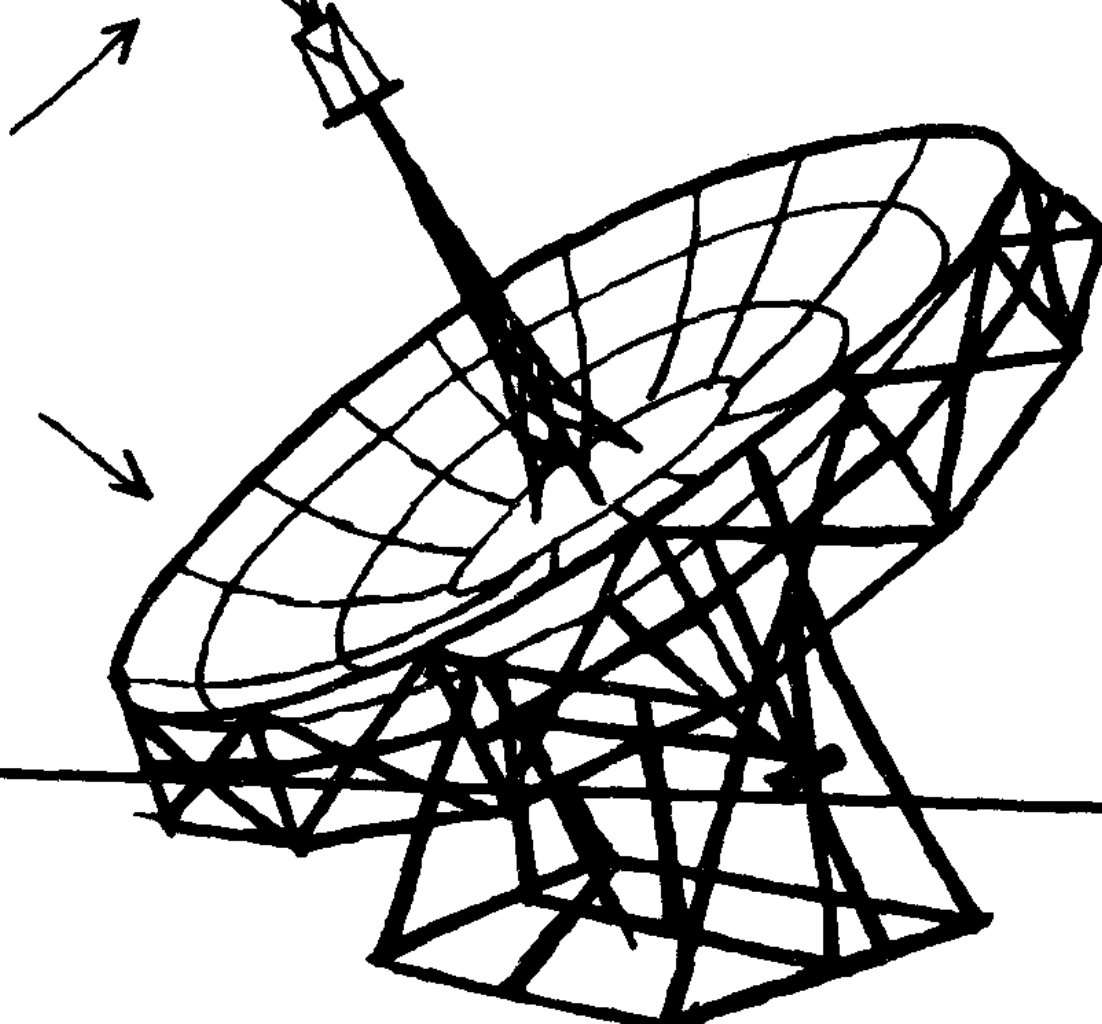
当恒星绕轴旋转时，会发射出电磁波。

当一颗恒星从太阳那么大缩小成一个直径 10 千米的球时，它就结束了每秒成百上千次的旋转。



一些恒星能够向宇宙空间辐射能量，它们被称为**脉冲星**。当它们旋转时，能量束就不停地向四周辐射，正如灯塔向外发射光束一样。借助射电望远镜，我们就能够在地球上观测到这些能量射线。

射电望远镜可以观测到由旋转的脉冲星射出的电磁波。



一个典型的脉冲星每 0.059 029 995 271 秒就放出一个脉冲。它的旋转速度非常稳定，每 10 亿年的误差仅为 0.273 秒。在未来，我们很有可能用脉冲星取代原子钟计时。

脉冲星由两位英国天文学家乔斯林·贝尔和安东尼·休伊什首次发现。



以上就是有史以来人们计量1天之内时间变化的方法。但是如何才能计算1个月或是1年等较长的时间呢？

第1部比较准确的历法是根据月亮盈亏制定的。月亮绕地球旋转1周大约需要29.5天。因为月亮本身并不发光，只是反射太阳光，所以当它绕地球公转时，大约每4个星期，都会经历1个月亮盈亏的周期。

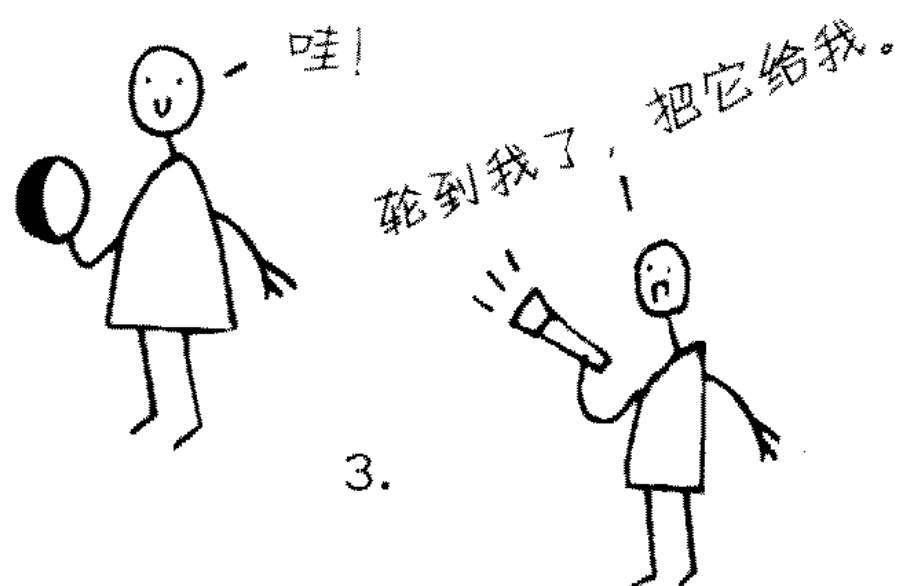
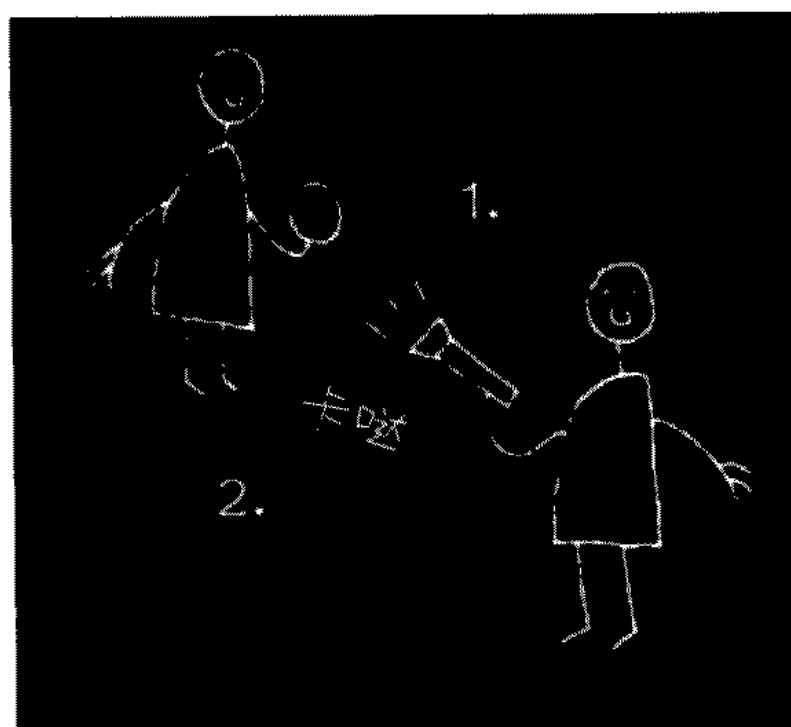
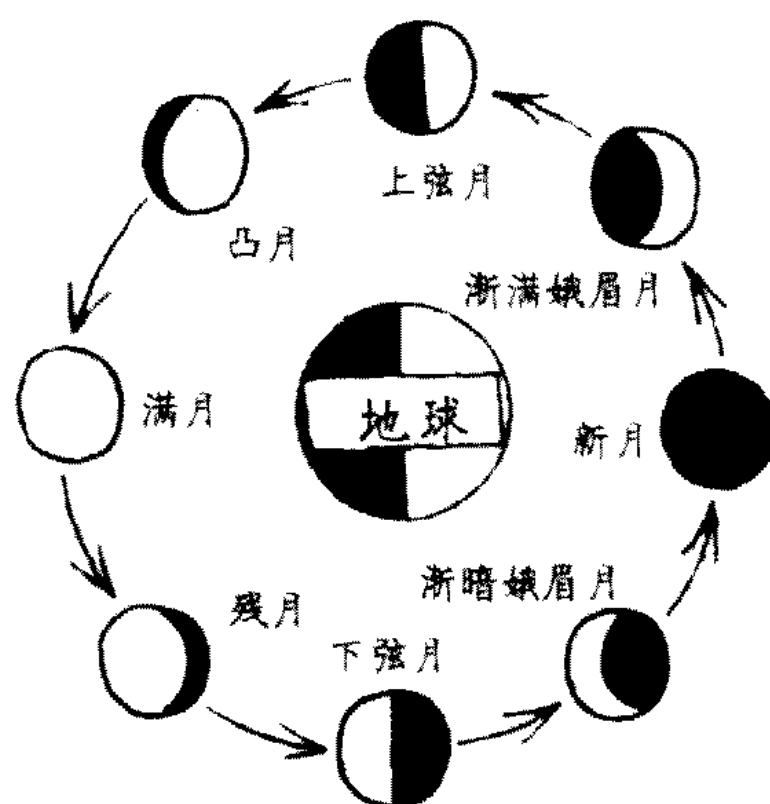
你可以和1个朋友一起做个小实验，借助1个手电筒，1个足球，就可以演示月亮的周期变化。

1. 在1个黑暗的房间里，手臂伸直，手上托着足球，代表月亮。

2. 你的朋友站在房间的另一端，拧亮手电，代表太阳。

3. 你来代表地球。慢慢地转身，观察手上的足球。

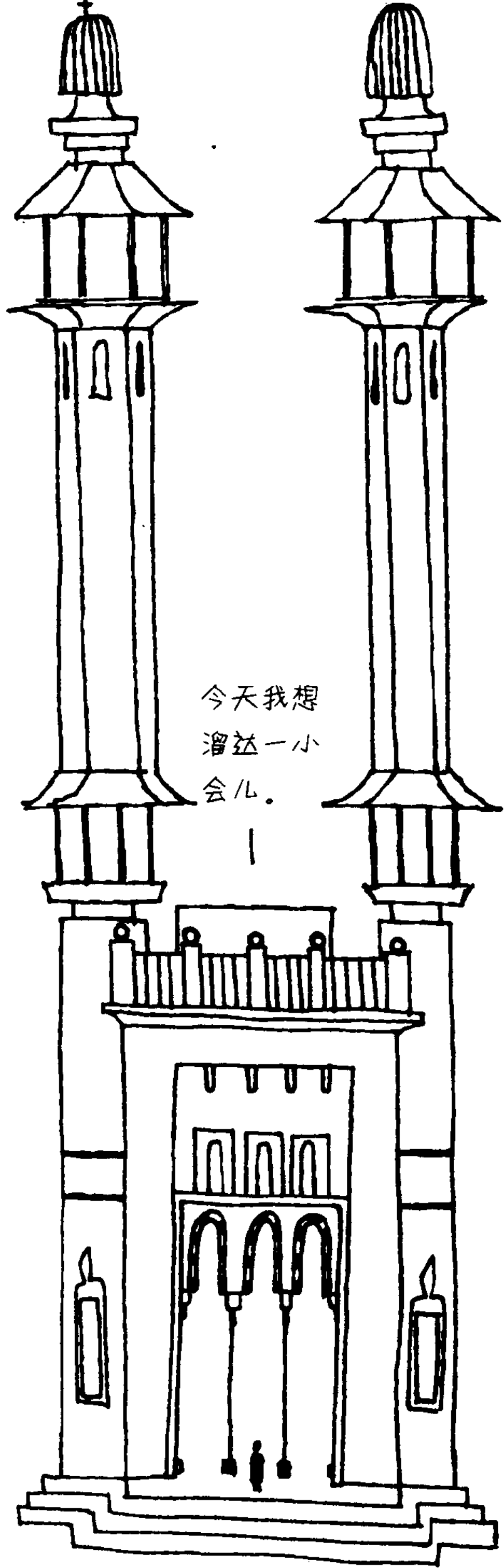
你会发现，当你转身时，足球上阴影的盈亏变化和月亮是一样的。



大约 5000 年前，居住在中东两河流域（幼发拉底河和底格里斯河）的苏美尔人依据月亮的盈亏变化，制定了世界上第一部精确的天文历法，也就是太阴（月）历。他们还建造了世界上最早的城市、发明了最早的车轮。

阴历的 12 个月加起来比 1 年的实际时间少了 11 天，所以在生活中会逐渐与实际季节不相符。假如你是在仲夏季节庆祝自己的 10 岁生日，那么当你过 25 岁生日时，你会发现寒冷的冬季刚过去一半。因此，人们必须想办法解决这个问题。





今天我想
溜达一小
会儿。

公元前 380 年，犹太人发明了一种历法，一年由 12 个月组成，大月（30 天）和小月（29 天）交替，不定期地会出现闰日和闰月。

穆斯林的历法也是阴历，它以公元 622 年 7 月 15 号作为纪元的开始，在这一天，先知穆罕默德离开麦加远走麦地那。

早期的罗马历法也是根据月亮的盈亏变化制定的。但是在公元前 46 年，儒略·恺撒听取了亚力山大的数学家索西琴尼的意见，制定了新的罗马历法——儒略历。



与以往依据月亮盈亏制定的历法不同，儒略历以年为基准。因为1年长度为 $365\frac{1}{4}$ 天，索西琴尼提出把1个基本年定为365天，每4年加1天闰日。

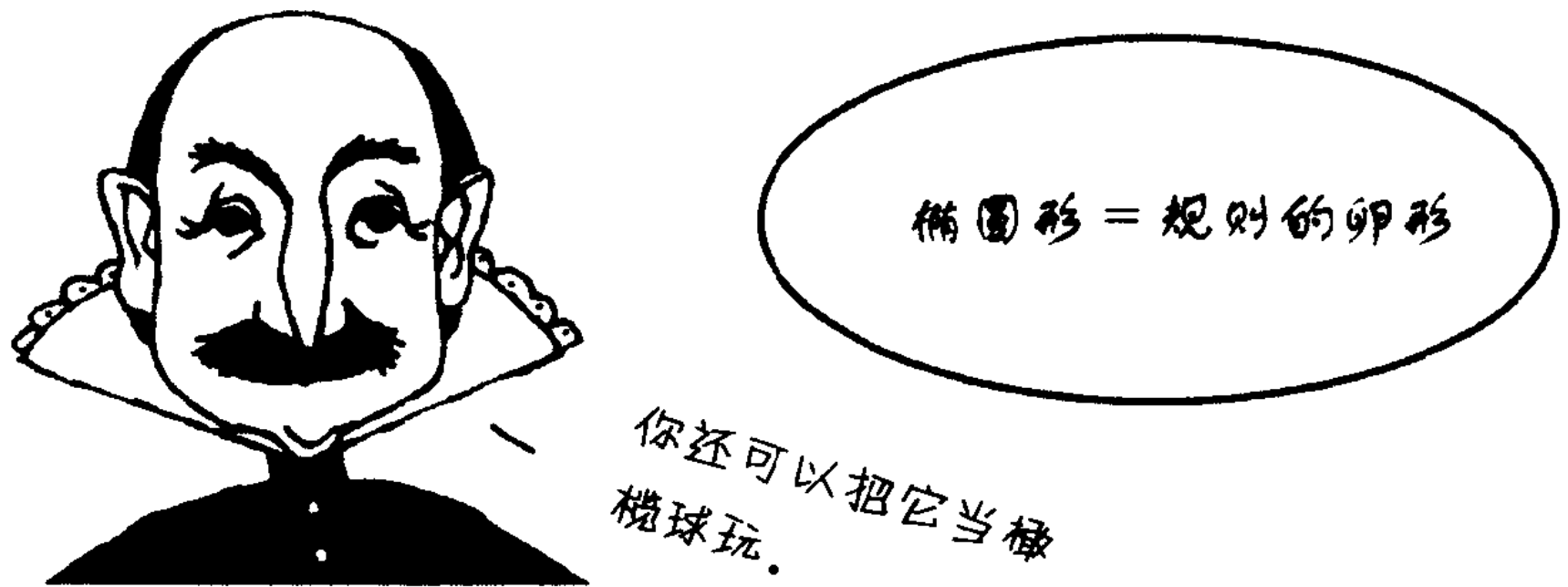


实际上，1年的准确时间应为365.242 199天，而不是正好365.25天。因此，儒略历最终也会出现和实际季节不符的情况。于是人们仍在探索如何制定完全准确的历法。

索西琴尼也许是个出色的数学家，但和所有的罗马人一样，他犯了一个根本性的错误，而这个错误在此后的1600年中都没有被纠正。

1年就是地球绕太阳公转1周所用的时间。但是在17世纪之前，这个观点并没有广泛被人们接受。因为太阳看上去好像在天空移动，所以大部分人认为地球是静止的，太阳在围绕地球转动。

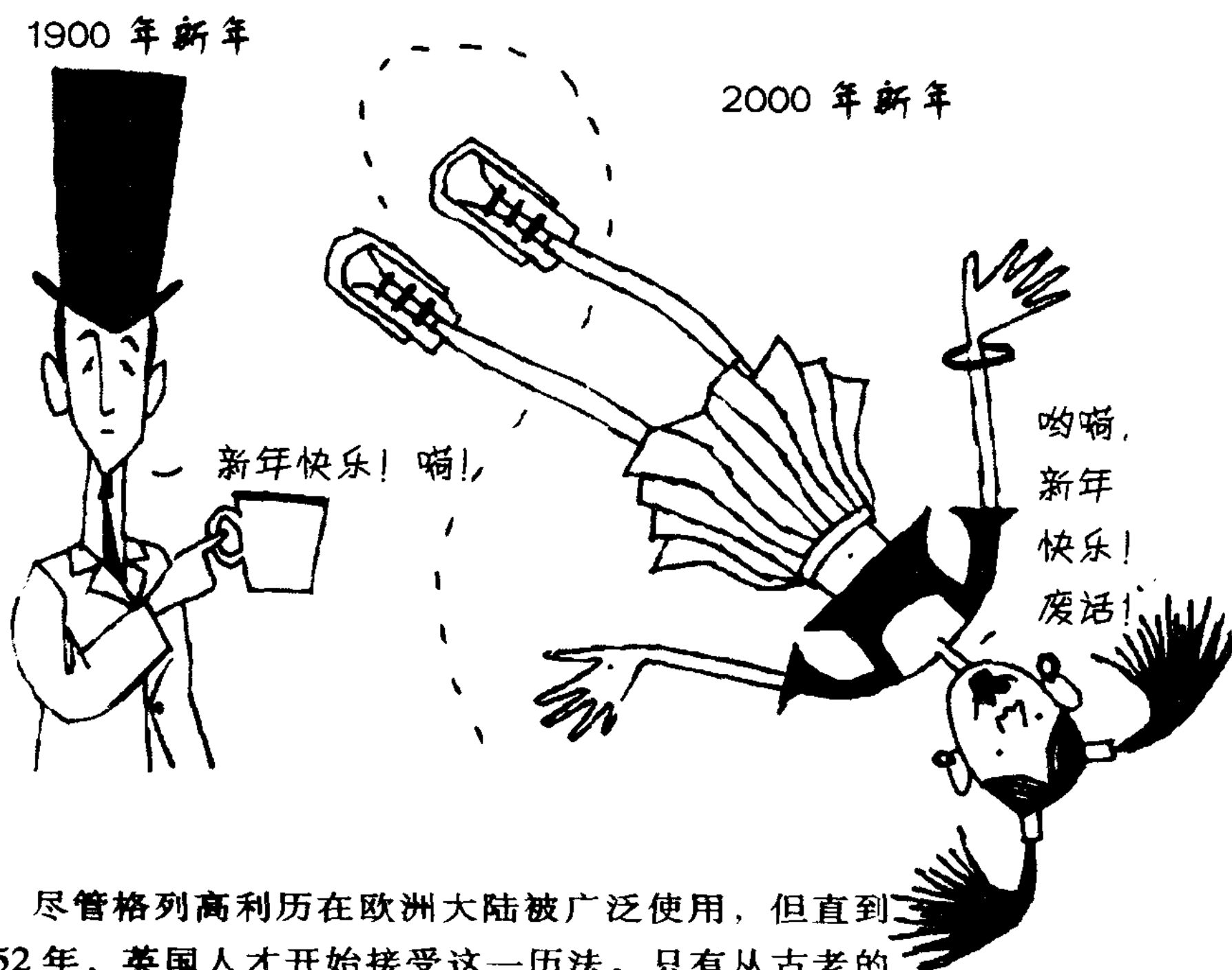
德国天文学家约翰尼斯·开普勒（1571-1630）提出：包括地球在内的所有行星都围绕着太阳沿椭圆形轨道运行。这是一个革命性的观点，改变了长期以来人们对宇宙和地球的认识，引导人们从全新的角度来认识宇宙和我们居住的星球。人们不再把地球当做万物的中心。



许多世纪以来，人们都试图弄清楚，为什么在广袤的星空中，行星好像总是在沿着奇怪的环形轨道运行。（“行星”来源于希腊语“漫游者”一词。）开普勒指出由于地球在不停转动，因此我们观察其他行星的视角会受到影响。

1582年，教皇波普·格列高利十三世制定了格列高利历法，它与儒略历非常相似，但闰年的计算方法不同。根据格列高利历法，1600、2000、2400年是闰年，而1700、1800、1900年不是闰年。时至今日，我们仍然沿用这一历法。*

所以1900年不是闰年，而2000年则是闰年。

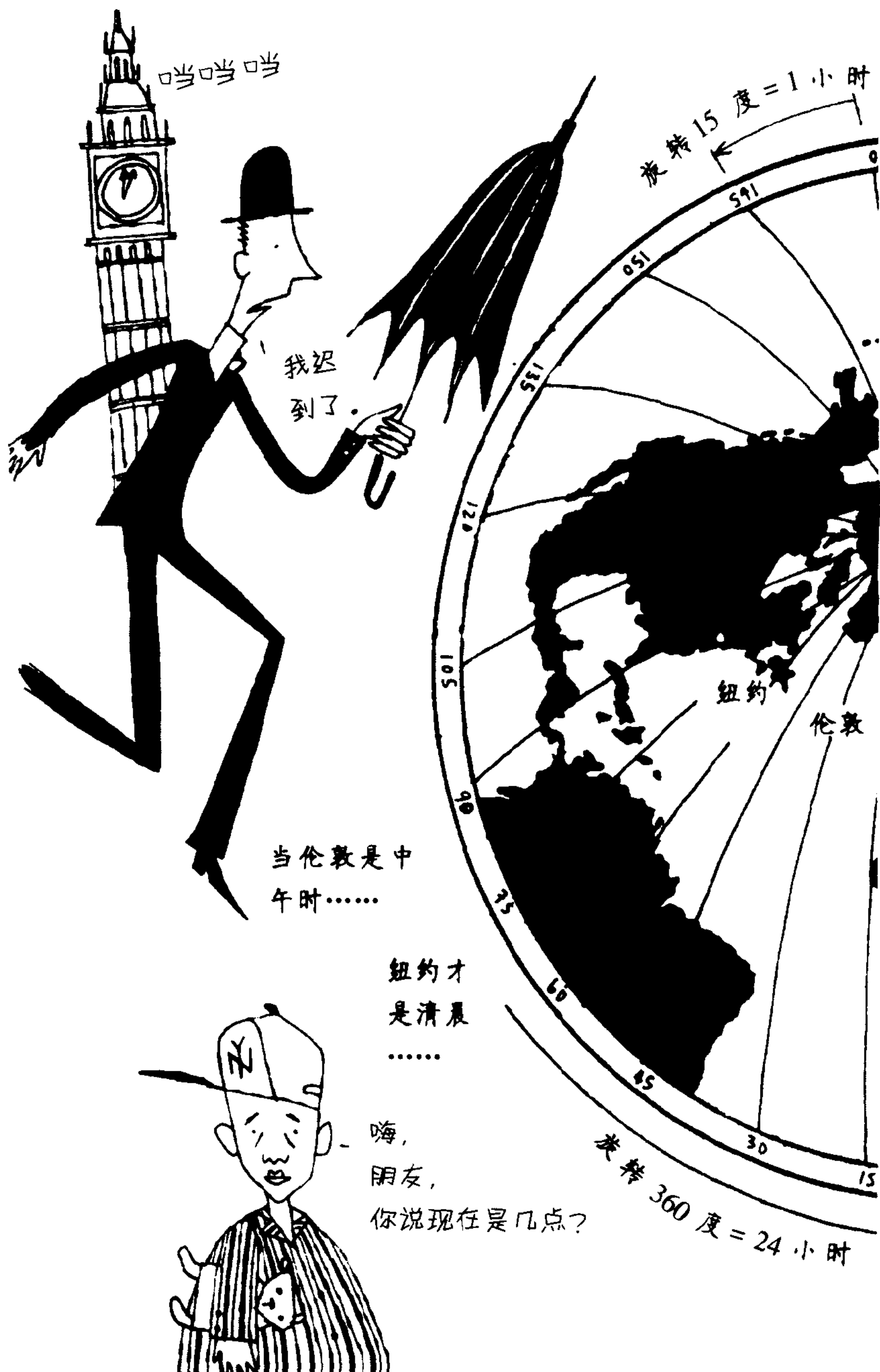


尽管格列高利历在欧洲大陆被广泛使用，但直到1752年，英国人才开始接受这一历法。只有从古老的儒略历中减去11天，英国才能与欧洲大陆的时间保持一致。然而，这种新历法遭到了一部分英国人的反对，因为他们认为这样一来，他们的时间就少了11天。

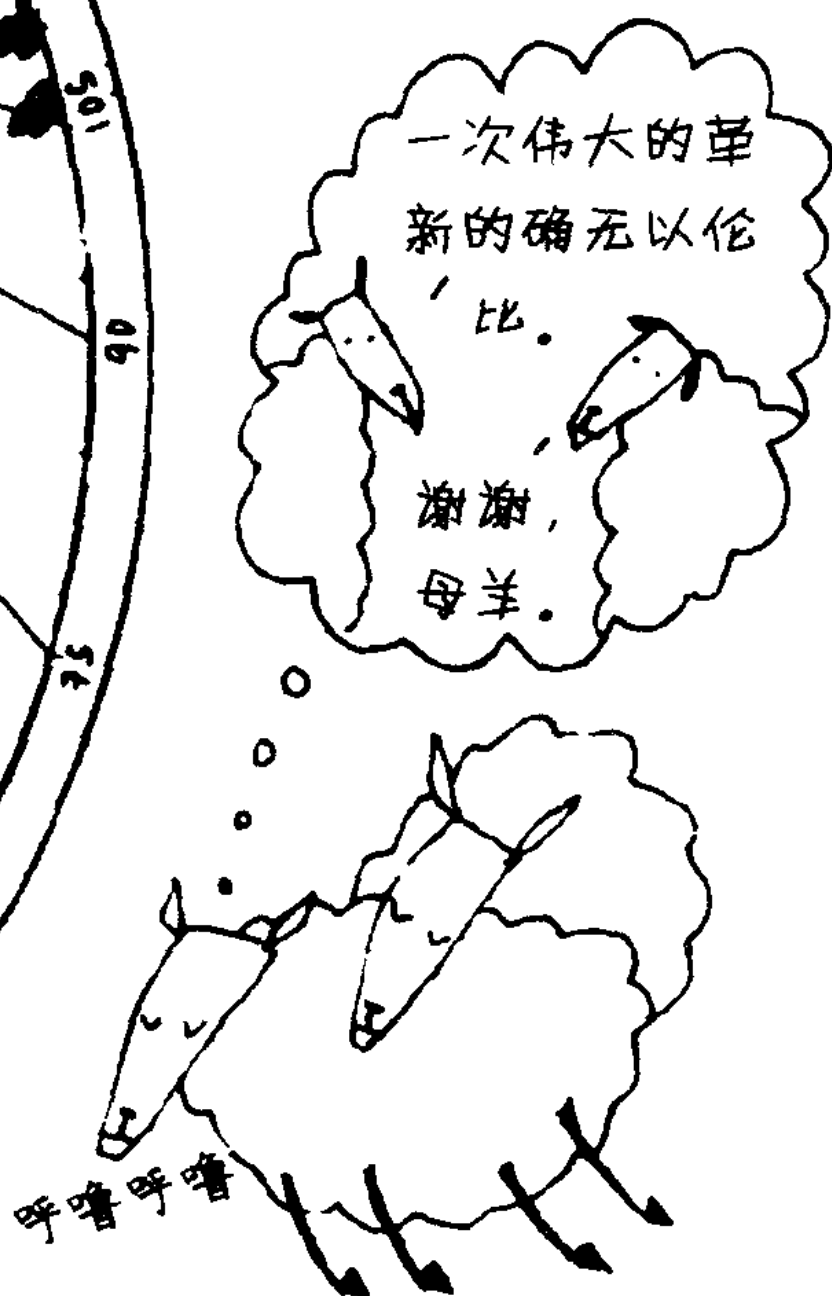
* 我们现在计算闰年的方法是：能被400除尽的年是闰年，不能被400除尽的年不是。——译注



有关时间的问题总是层出不穷，旧的问题还没解决完，新的问题又出现了。



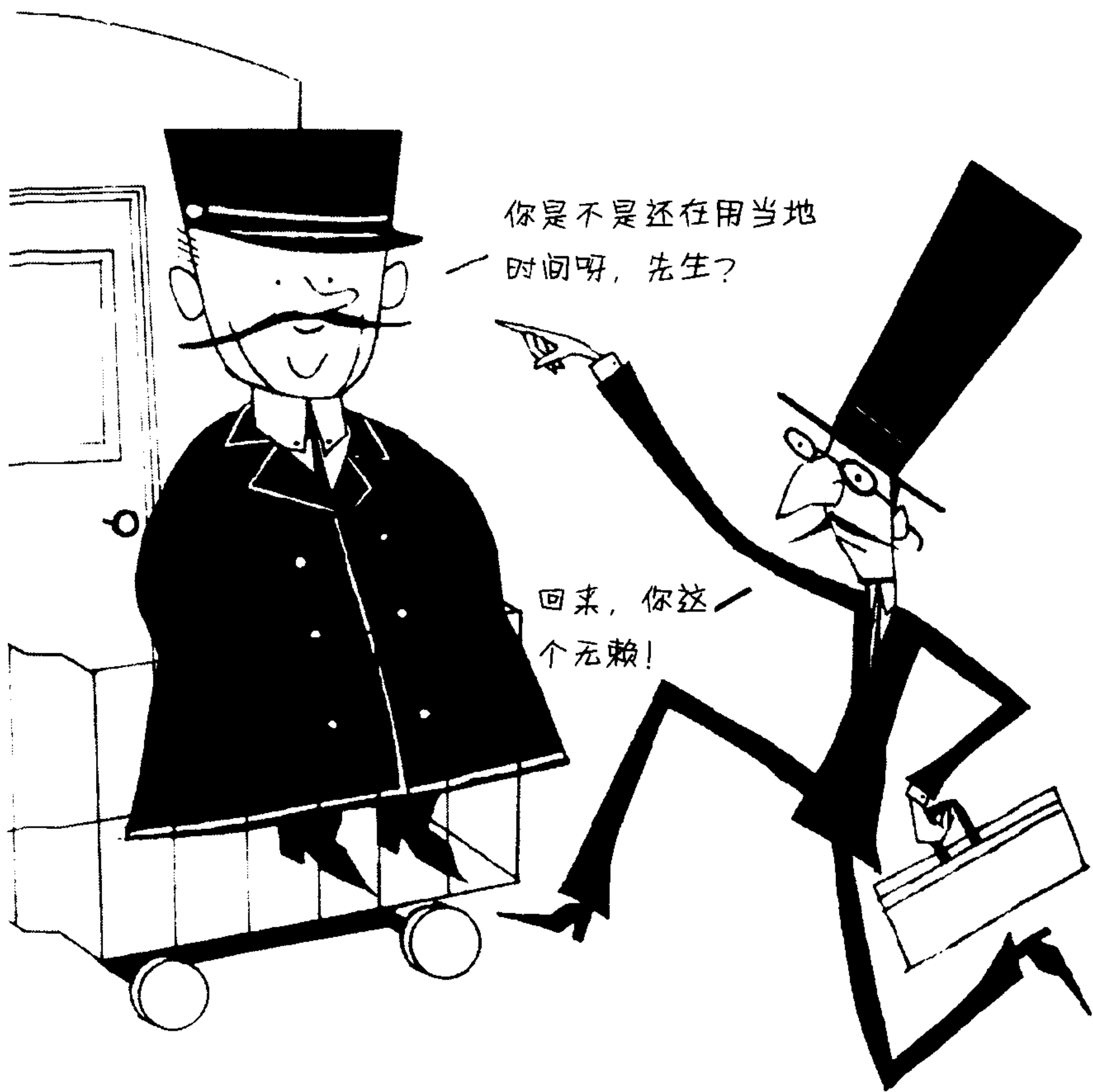
由于地球在绕太阳公转的同时还在自转。因此，在不同的地方，时间也不同。地球自转 1 周需要 24 小时。一个圆周分为 360 度。因此，地球每小时刚好转动 15 度。每向东或向西移动 15 度，当地的太阳时就会相差 1 小时。即使你住在布里斯托尔（伦敦以西约 2.5 度），正午也要比伦敦晚 10 分钟。



在新西兰，现在已经是午夜了！

（在地球的另一端）

19 世纪以前，除了海员们，没有人会想到时差还会带来许多麻烦。那时，惟一会对人们有影响的时间就是当地时间。但是火车发明后，情况就不同了。全国的人都必须采用统一的时间，否则人们就会误了火车。

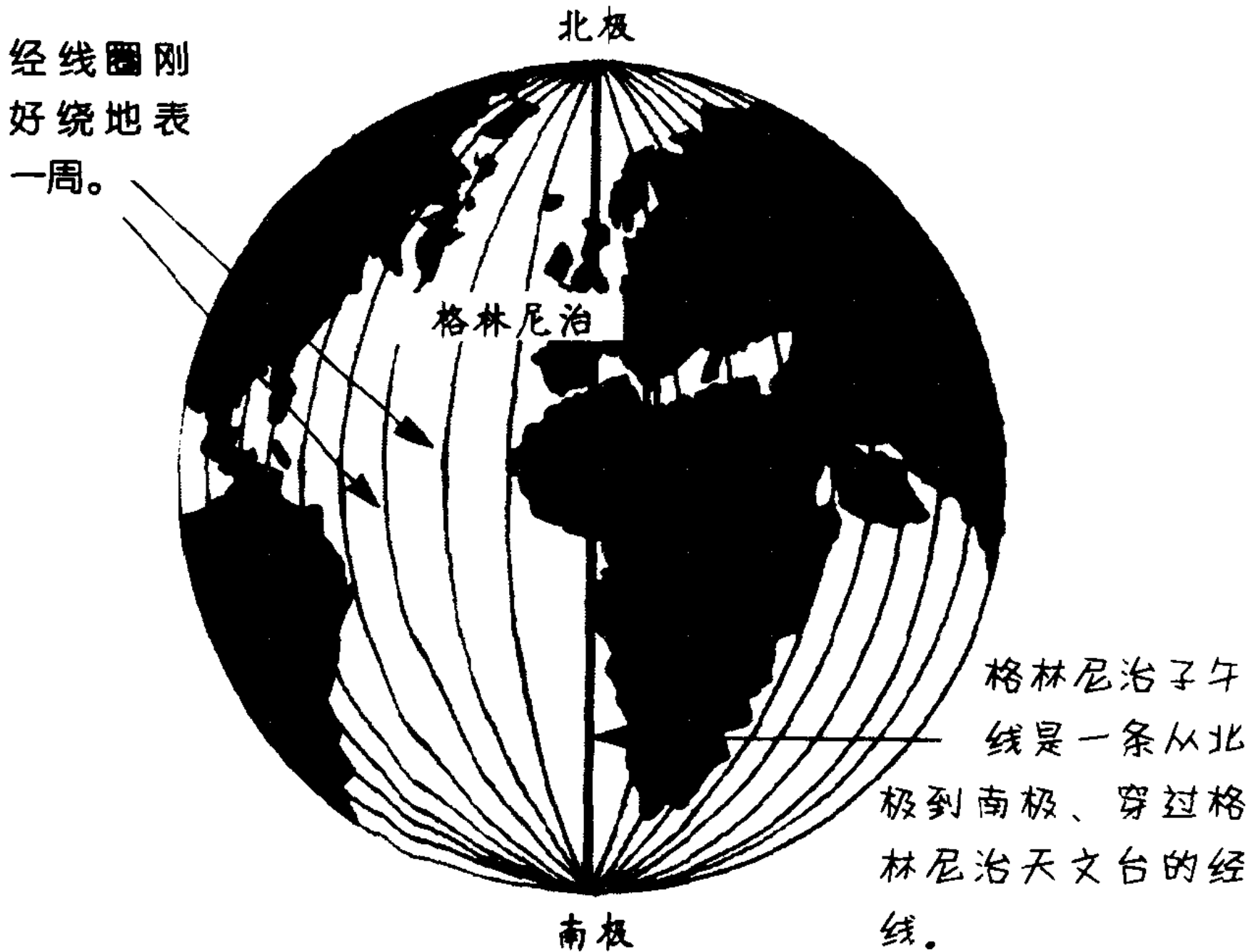


不过好在英国不算太大，让每个人都采用统一的时间并非难事。到 19 世纪中期，整个英国都使用了伦敦时间。

相比之下，美国就太大了，不可能让全国的人都以一个大城市的时间为标准。1869年，美国一位名叫查尔斯·多德的人建议设立时区，同一时区内所有的时钟采用统一的时间。1883年，加拿大和美国的铁路部门采纳了这一建议。

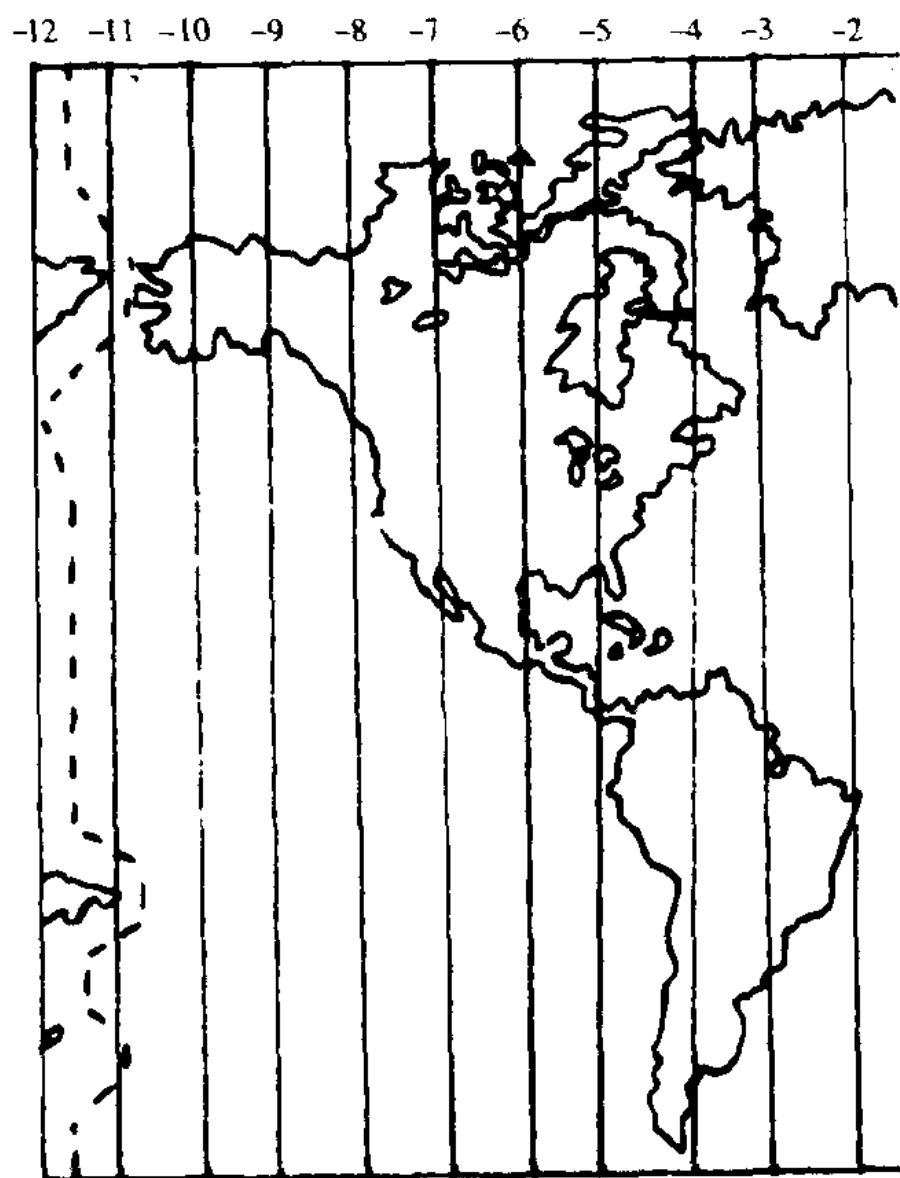
1884年，在美国华盛顿特区召开的一次国际会议决定，把穿过伦敦格林尼治天文台的子午线定为本初子午线。

经线是假想的地表上连接南北两极的线。一条经线圈的一半（从北极到南极）就是子午线。





每向西走
15度，你
的表就会早
1个小时。

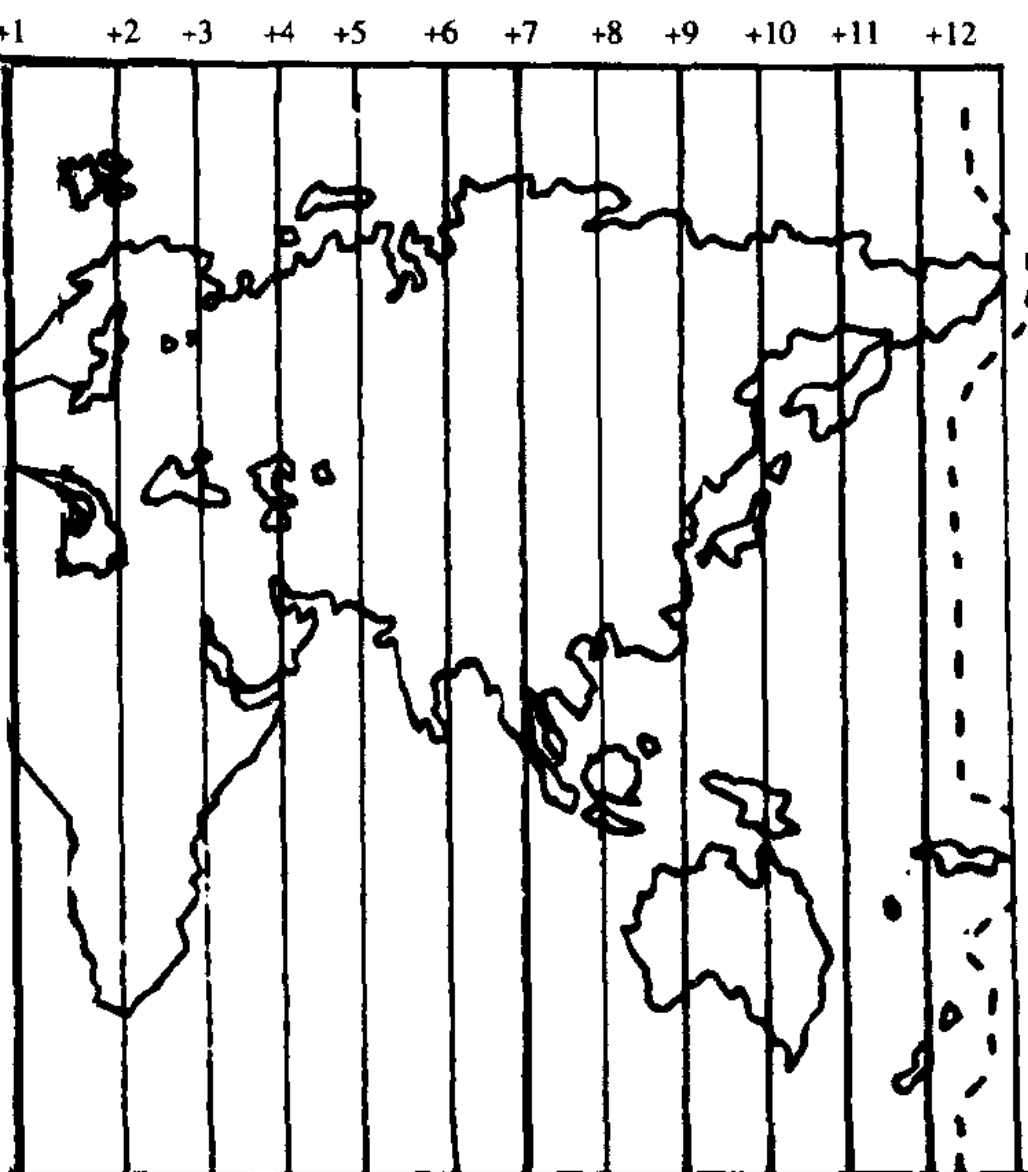


国际日期变更线
(180度经线)

1884年以后，格林尼治天文台以西和以东的所有经线都确定了下来。以通过格林尼治天文台的零度经线（即本初子午线）为基准，全世界均匀地划分为24个标准时区，每个时区为15度，相邻的两个时区时差为1小时。格林尼治所测量出的平均太阳时，被称为格林尼治标准时（简称GMT）。

但这样的时间划分只能作为一种简单的参考。有些国家虽然跨了不同时区，为了方便，它们仍采用全国统一的时间。

国际日期变更线是一条非常有趣的经线，它的一边比格林尼治时间早12个小时，而另一边则正好比格林尼治时间晚12个小时。当你自东向西穿越国际日期变更线时，你恰好过了1整天。



每向东走
15度，你
的表就会晚
1个小时。



格林尼治子午线 (0度)

国际日期变更线
(180度)

如果你自西向东穿越国际日期变更线，你就回到了昨天，所以你可能会连过两个圣诞节哦。

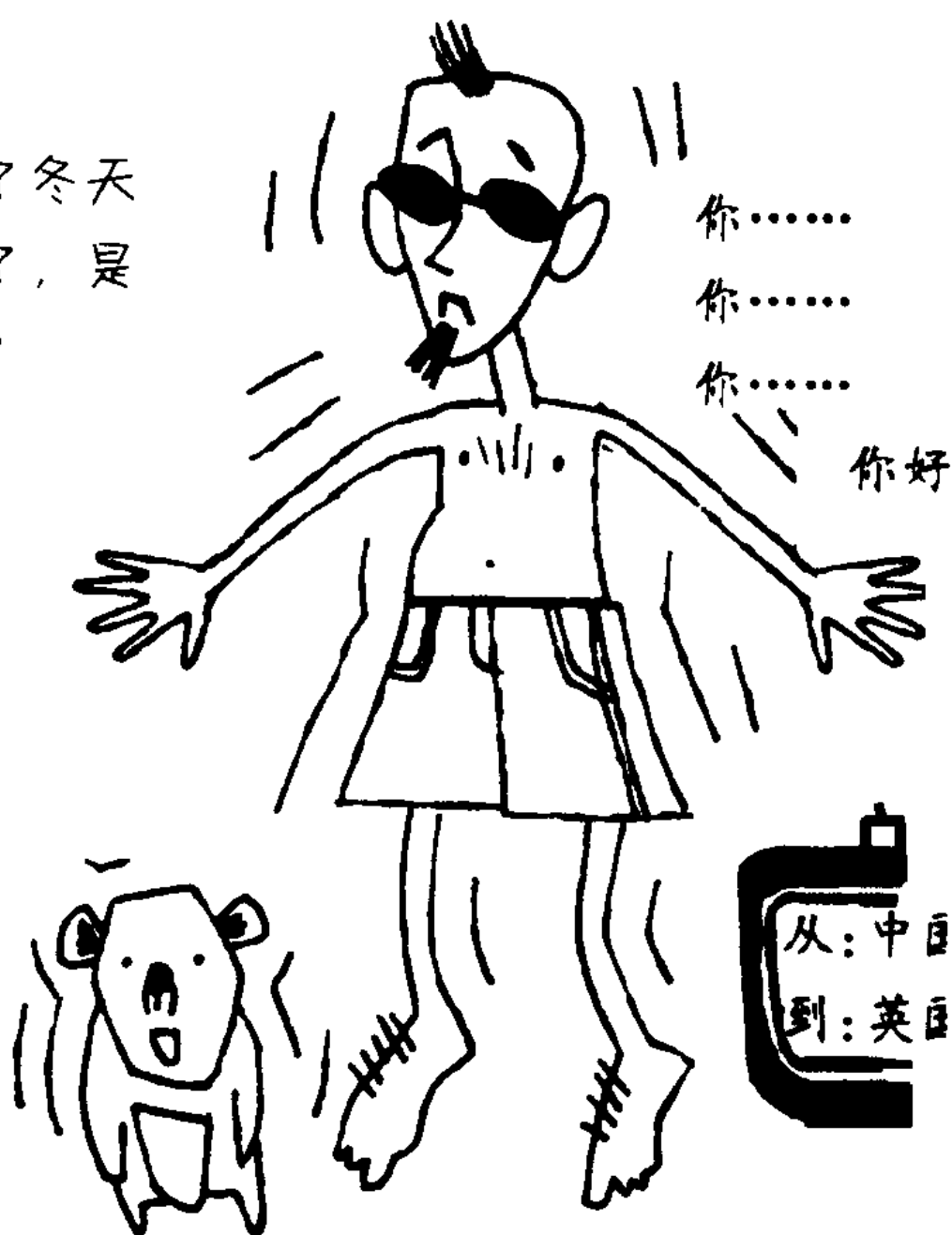


别开玩笑啦！怎么
有两个圣诞节？

这条国际日期变更线有些地方是弯弯曲曲的，这是为了使某些国家的所有地区都处于同一天。在绝大多数情况，它是沿着穿越太平洋的180度经线。



你忘了冬天
又到了，是
不是？



你……
你……
你……

你好

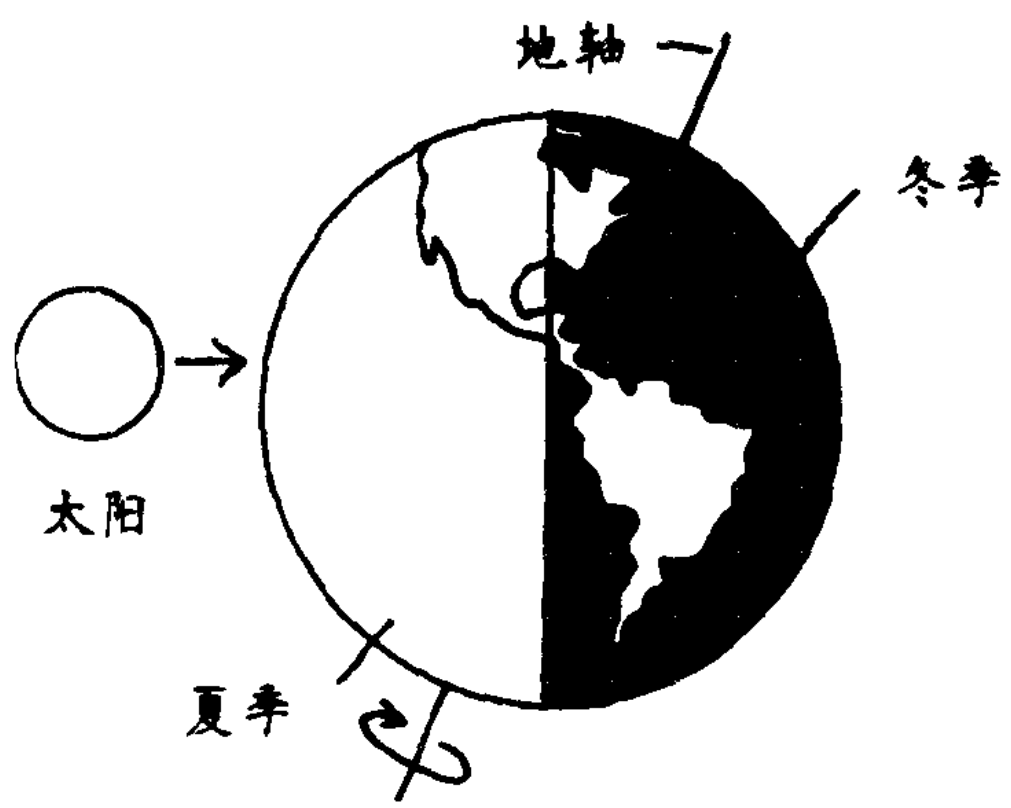
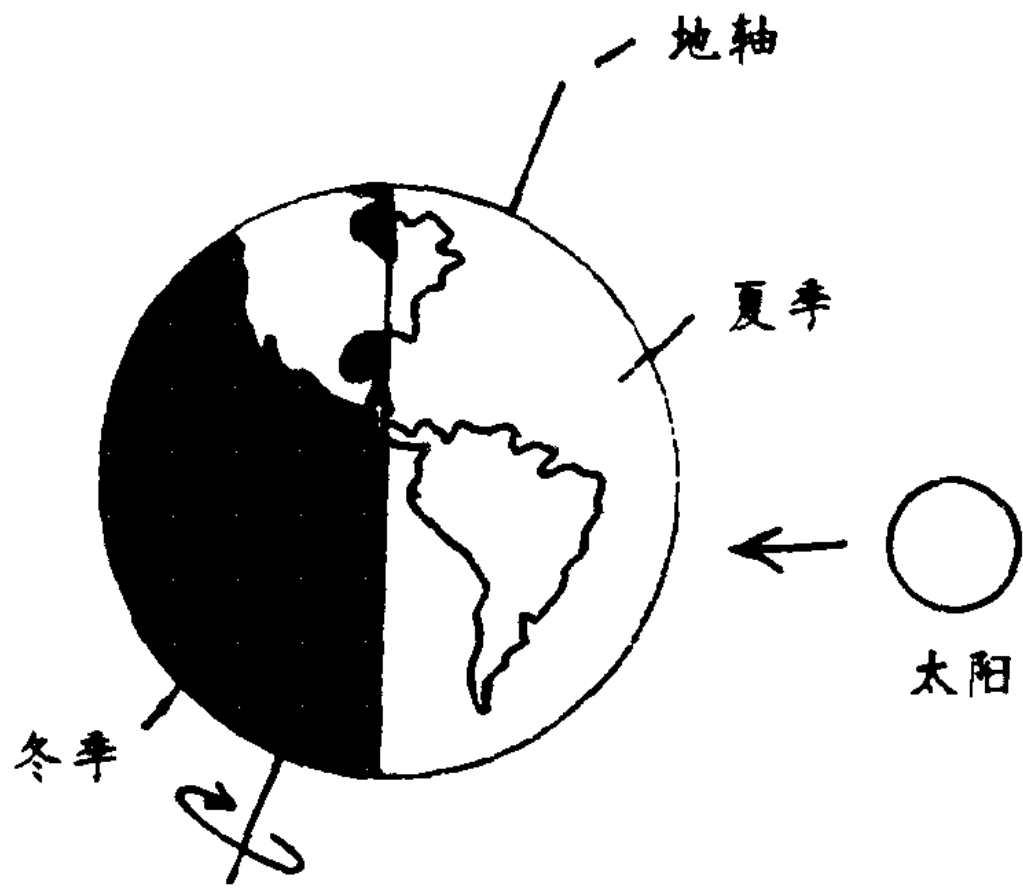
从：中国
到：英国

当你来到地球的另一面时，你会发现不光时间变了，就连季节也不一样了。

由于地球在宇宙空间中是倾斜的，当它绕太阳公转时，就产生了四季的轮回交替。一年中的任何时间，北极点总是对着宇宙中同一方位（基本上总是朝着北极星）。



当北极星和太阳位于地球的另一侧时，北半球向太阳倾斜，吸收太阳的热量较多。炎热的夏天到了！而此时的南半球，正是寒冷的冬天。6个月后，情况正好相反。



又该吃雪糕了！



当地球自转时，自转轴是倾斜的。因此，一极在夏天总是面向太阳，另一极在冬天远离太阳。

生命与时间

人类和许多动物一样，每天的生理活动好像都在自然地循环。



早晨 8 点

中午

下午 6 点

晚上 10 点

这一现象被称为“**生理节奏**”。最明显的例子就是无论天色是不是黑暗，我们每个夜晚都要睡觉。

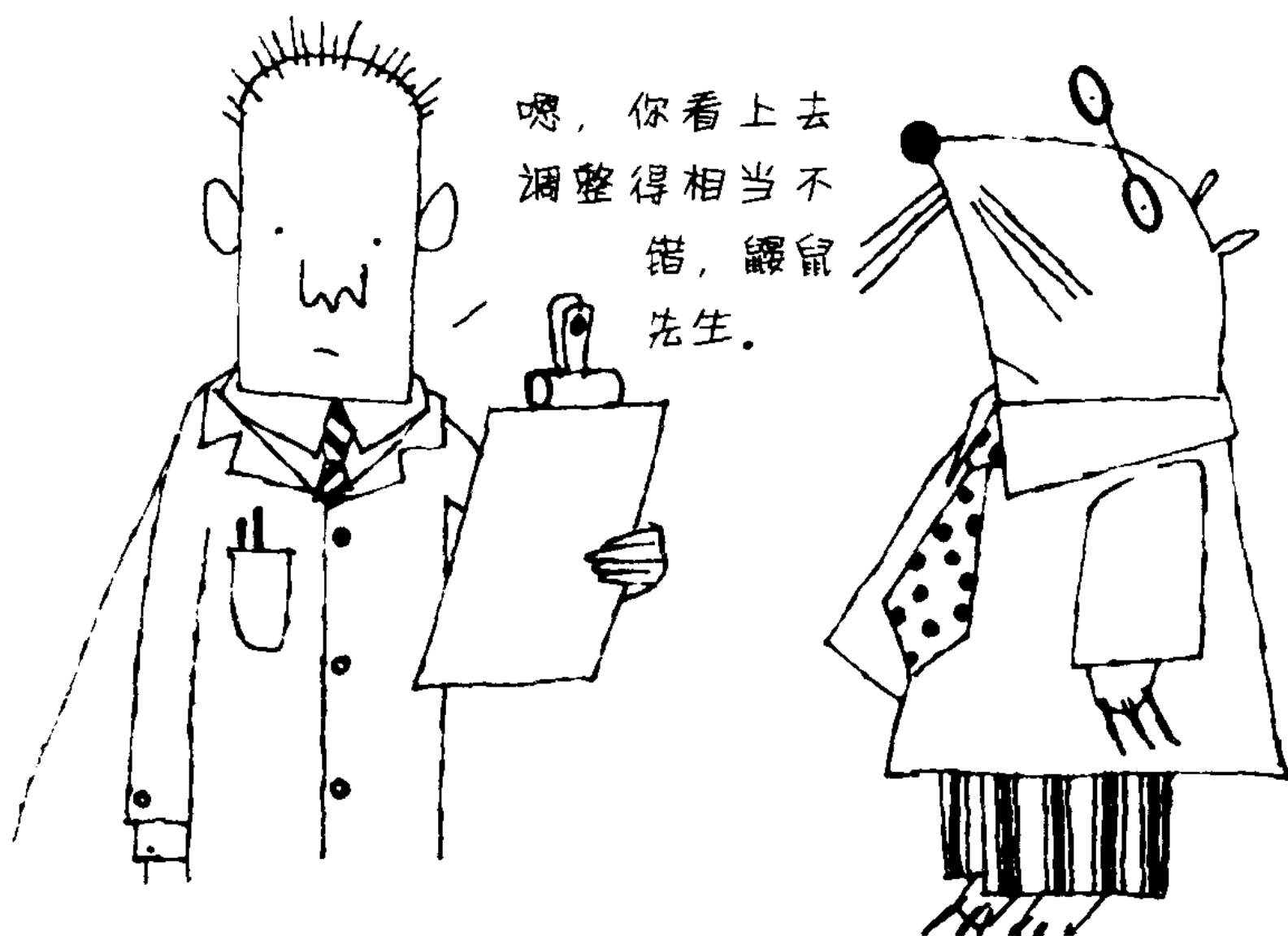
“生理节奏”一词源自拉丁语，意思是大约 1 天。



人体中有一种被称为生物钟的东西调节着人体的日常生理活动。晚上，人体的生理活动减慢，体温略微下降；而在白天，即使你坐着不动，体温也会上升。人们在下午感到昏昏欲睡是很自然的事。



人们曾用“洞穴人”实验来研究人体生理节奏。实验中，人们住在没有窗户、没有钟表的地下室里。



他们可以随心所欲，想什么时候睡就什么时间睡，想什么时候起床就什么时候起床。这样过了几天以后，他们的生理节奏就基本固定为 26 小时 1 个周期。所以如果实际时间是 29 天的话，他们就认为自己只过了 28 天。

这就证明了人体生物钟走得比昼夜的变化要稍慢一点。所以，我们每天必须借助阳光或闹钟来调节它，使它与实际时间保持同步。



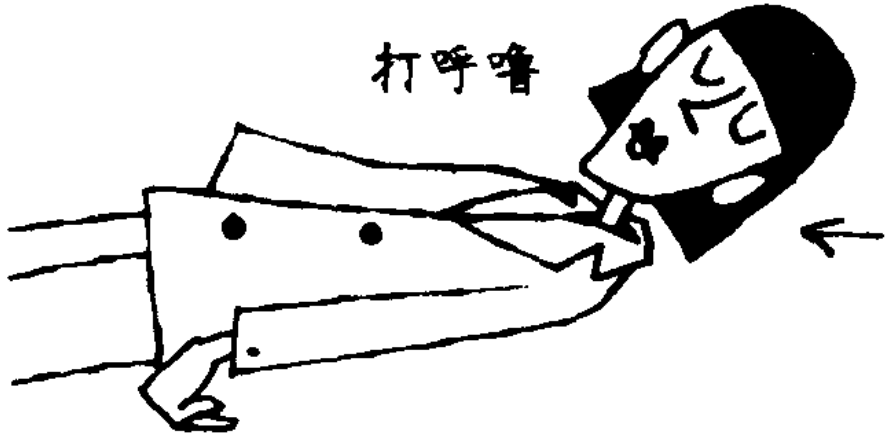
睡觉看上去很简单，但事实上却复杂得多。

刚出生的婴儿每天要睡大约 16 个小时。

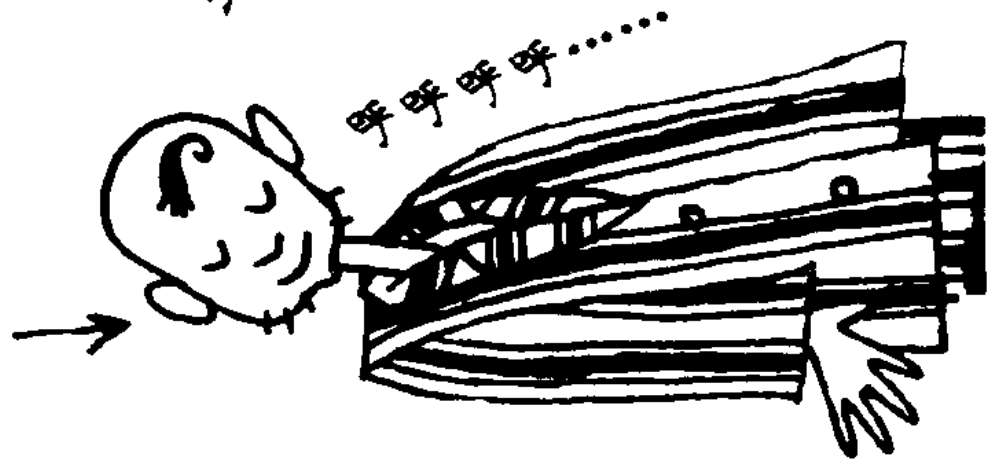


打呼噜

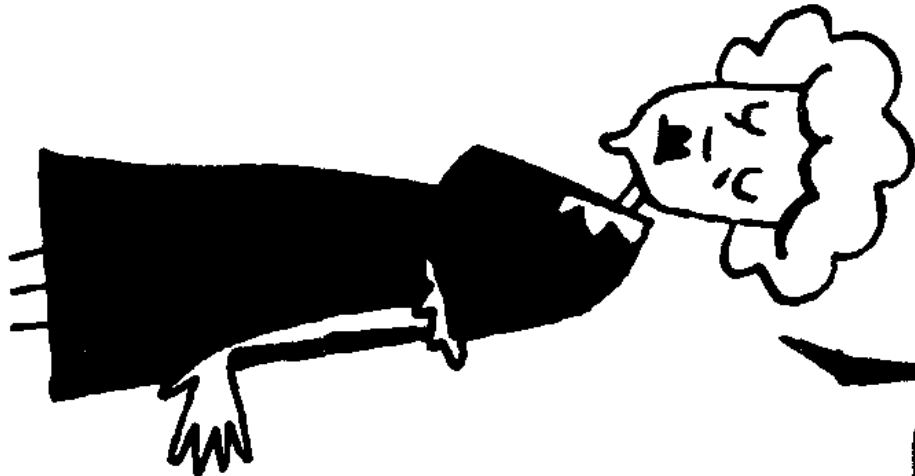
16 岁的人每晚需要睡 10 或 11 个小时



当你 20 岁的时候，只需要睡 8 个小时就够了



等到你 60 岁的时候，7 个小时的睡眠就足够了



如果年纪再大一些，睡觉的时间就会更少



现在年轻人都睡着
了，让我们开始播
浪吧

大部分人的睡眠都经过几个阶段。前 4 个为连续的熟睡阶段。在第 5 个阶段中，人们睡得轻一些，同时眼球不停转动，这时候人们开始做梦。最后这一个阶段被称为**快速眼动睡眠**，也就是指眼球的快速运动。完成睡眠的 5 个阶段大约需要 90 分钟，1 个晚上这个过程要重复好几次。

没有人能永远不睡觉。19世纪70年代，美国人做了一项有趣的实验，4位志愿者每个人坚持了205个小时（超过8天）不睡觉。当他们坚持了60个小时之后，开始出现幻觉，但他们还是强忍着不睡觉。



在另一项实验中，研究人员试图弄清1个人每晚所需的最短睡眠时间，然而他们发现，即使每晚睡到5个半小时，他们也会因为疲惫而无法正常工作。



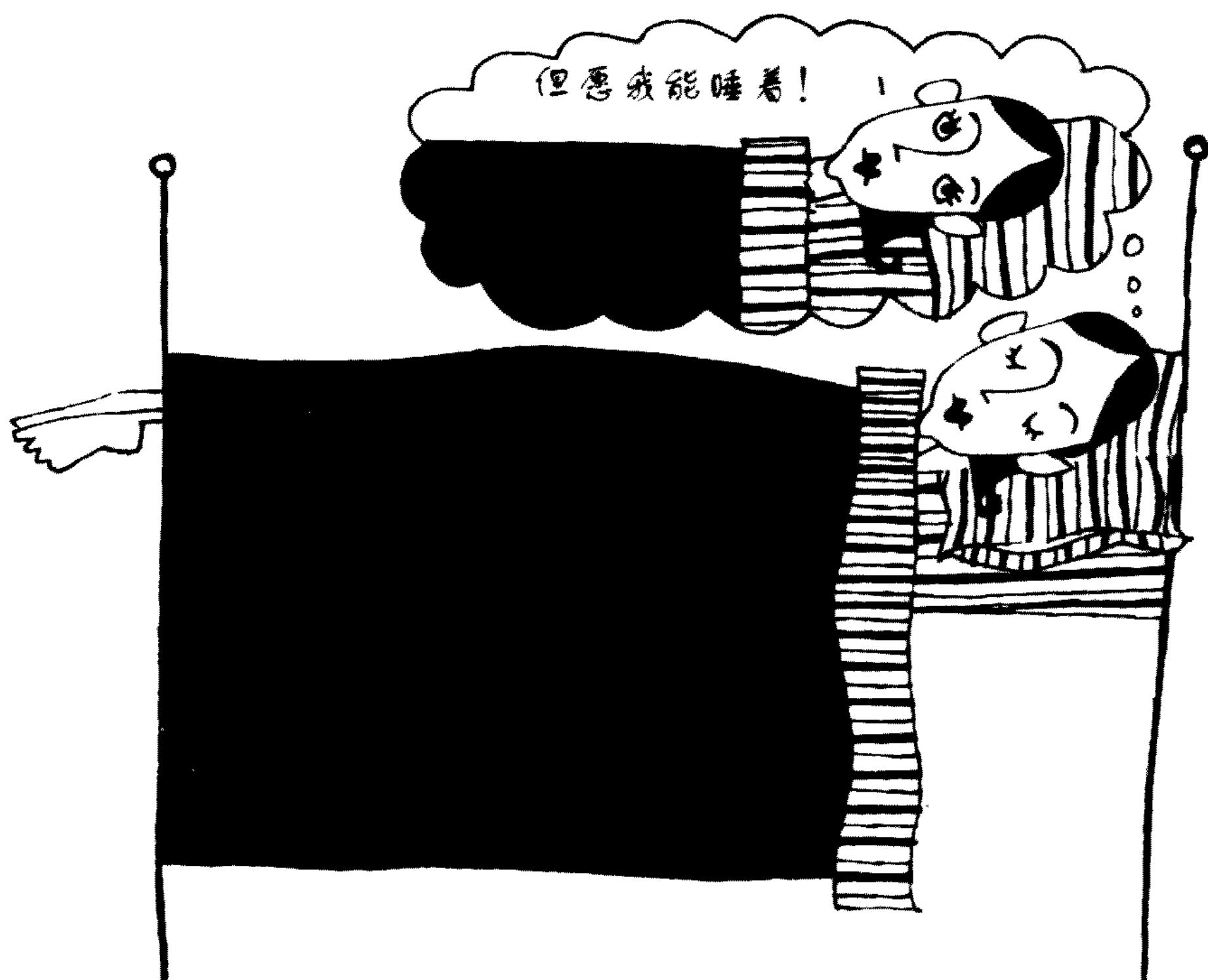
参加这项实验的一部分人试着1星期中每天再少睡半小时（每晚只睡5个小时），但他们很快就放弃了这一做法，因为这会使得他们在白天呼呼大睡。如果没有充足的睡眠，工作就会显得更困难。



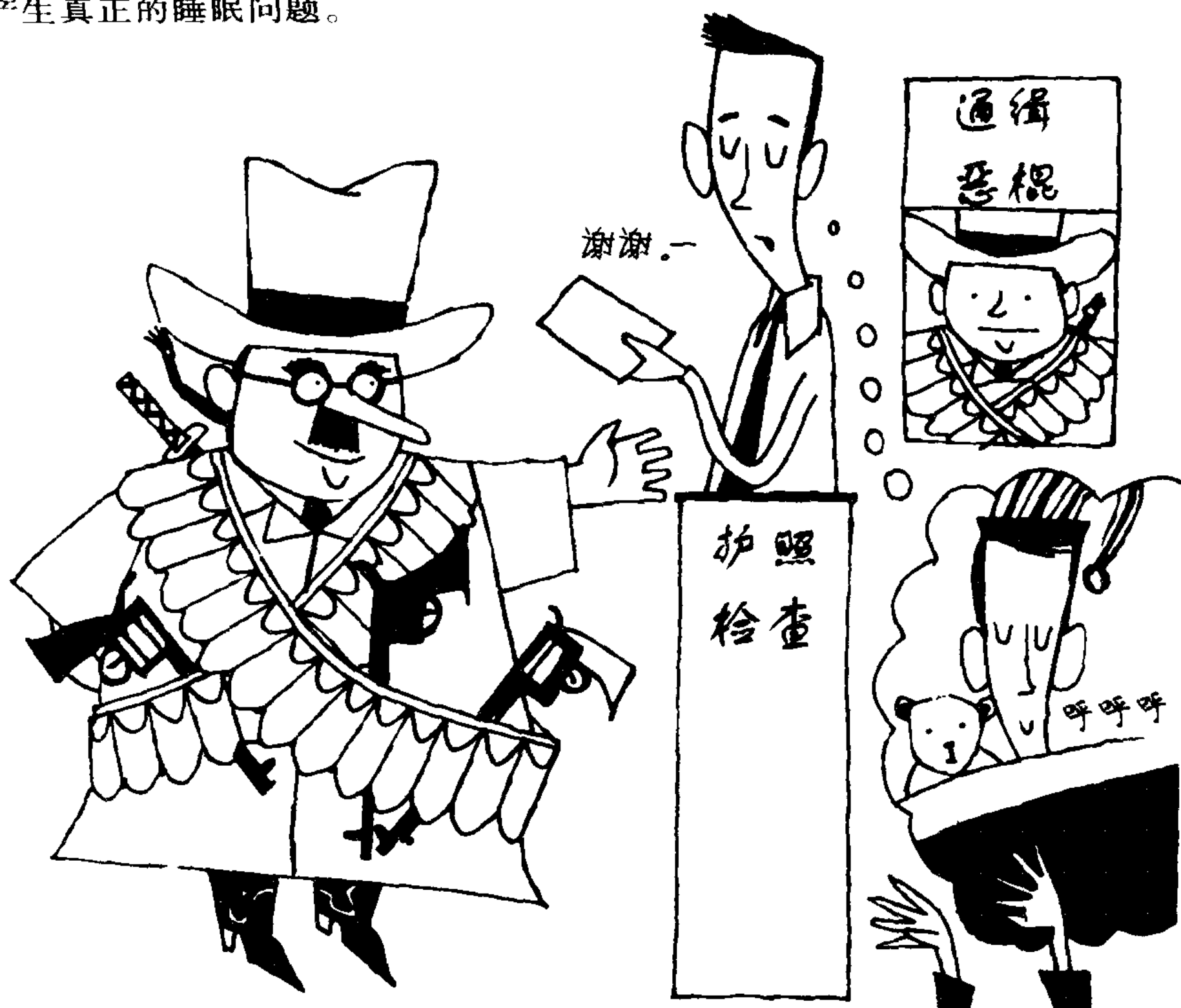
患有失眠症的人整夜睡不着或睡不踏实。但是，针对人类睡眠的研究表明，失眠情况通常并没有人们想像的那么严重。

当你躺在床上担心睡不着的时候，时间过得好像特别慢。人们翻来覆去睡不着的时候，总觉得已经过了很久，而事实上并非如此。

加利福尼亚州斯坦福大学的科学家们研究发现：那些声称自己患有严重失眠症的人，实际上每晚睡不着的时间仅有半个小时左右。



如果该睡的时候不睡，人体生物钟就会出现紊乱，这样才会产生真正的睡眠问题。



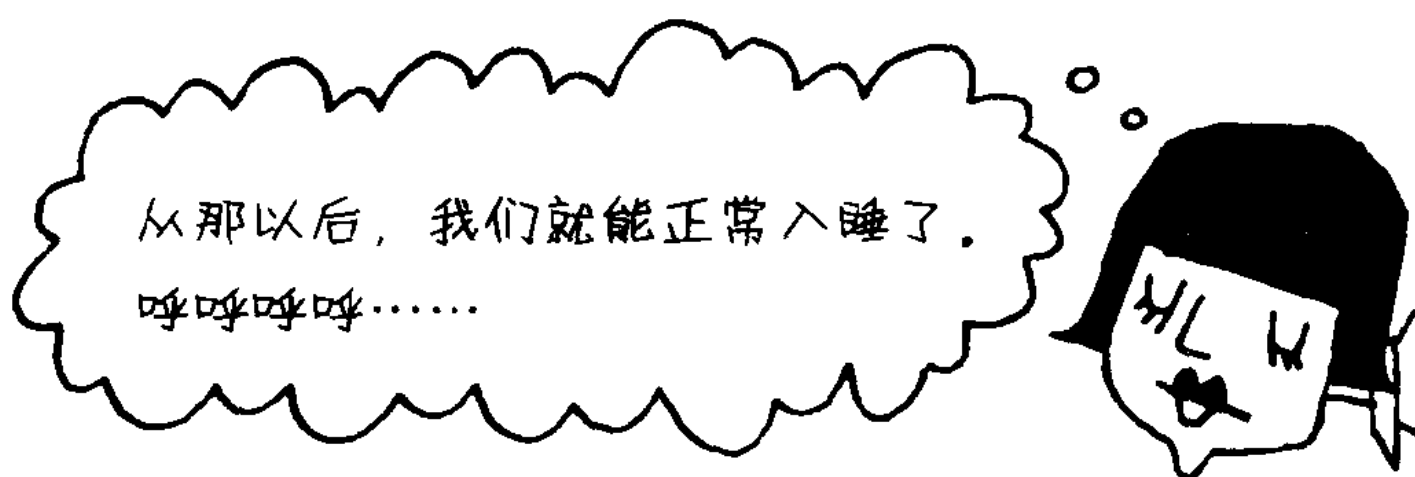
在医院、机场和工厂工作的人常常需要值夜班。当生物钟告诉他们该休息了的时候，他们却不得不保持清醒的头脑。

现在，每天从早到晚，世界上都有各种各样的工作等着人们去完成，所以大部分人每天靠钟表来安排生活，而不是太阳。这种改变对人类的生活产生了巨大的影响，但与时间对我们的自然影响不同，它最突出的表现是影响了我们的睡眠方式。

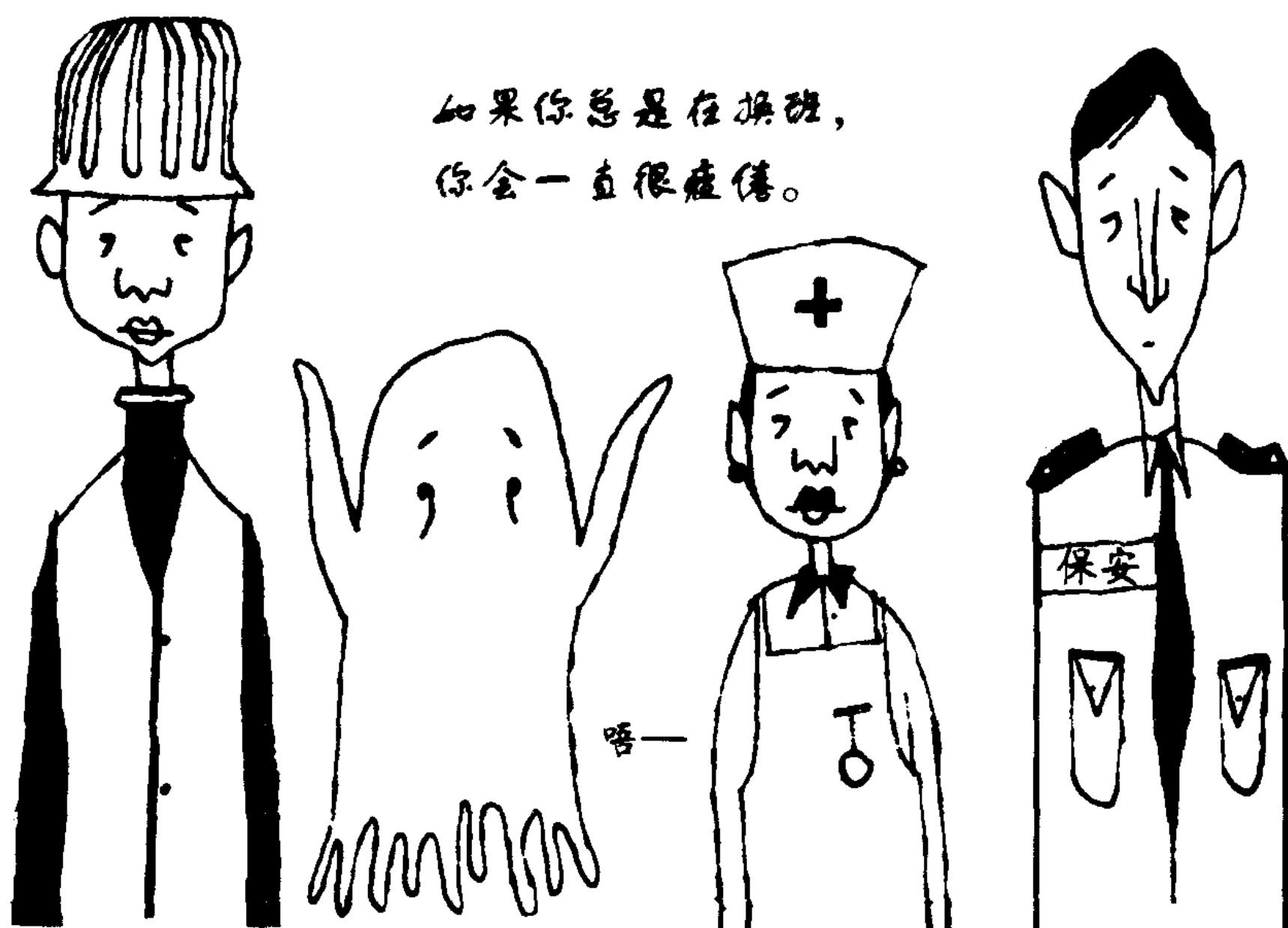


了解时间对人体影响的方式能帮助我们解决某些睡眠问题。

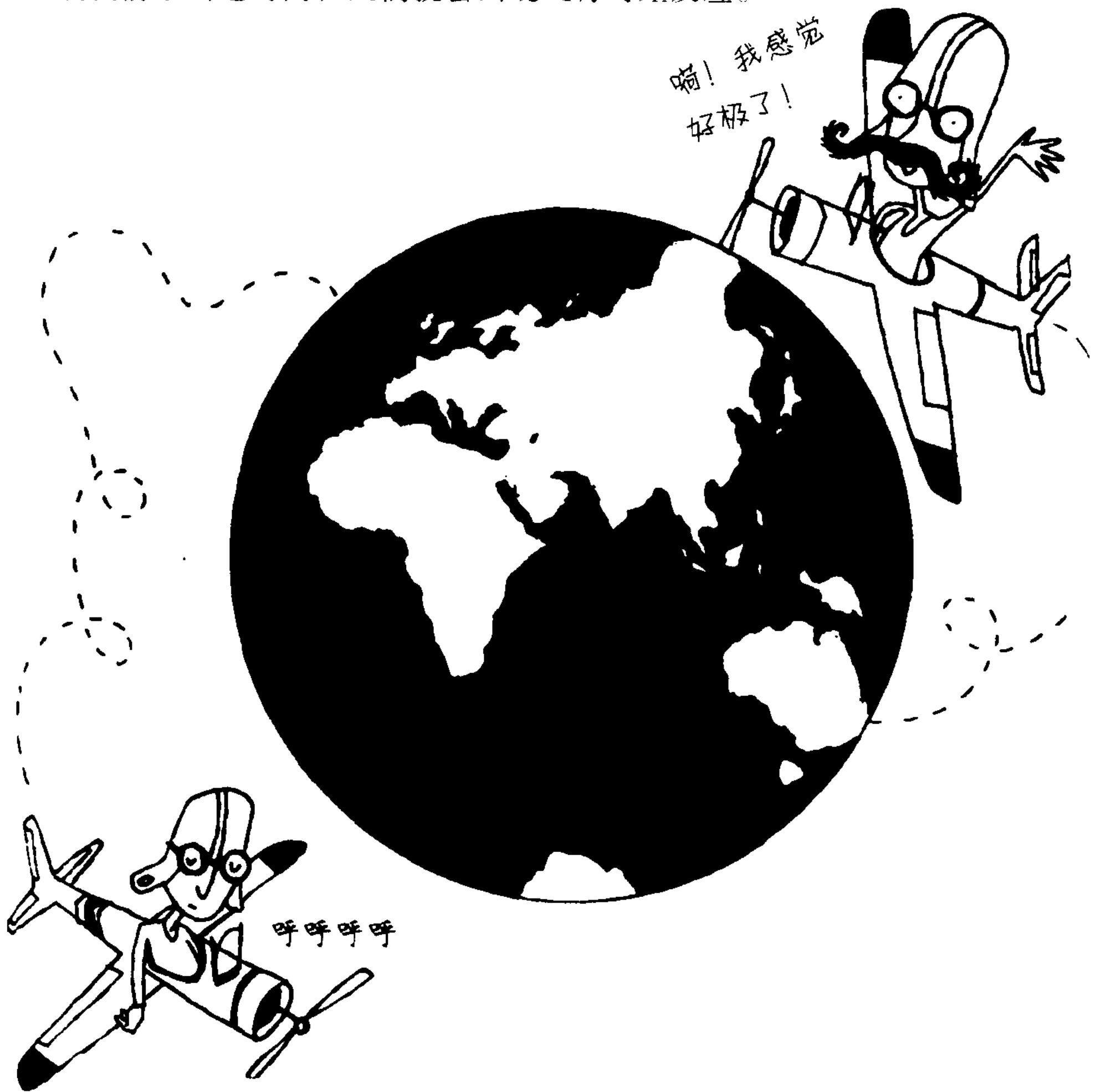
有些人得了延迟睡眠综合症，晚上很难早入睡。这是因为他们体内的生物钟周期自然地设定为 26 小时，而不是 24 小时，于是他们就更容易晚点儿入睡。所以，得了延迟睡眠综合症的人可以每天推迟 3 个小时入睡，连续 6 天后，他们的生物钟通常就能调节过来。



那些需要上夜班的人最终会慢慢适应，不过他们通常要花 1 个月左右的时间才能把自己的生物钟调节过来。但随之而来的问题是，他们发现自己白天很难醒来。对他们来说，和每过几个星期就要从夜班轮换到白班相比，一直上夜班要舒服得多。



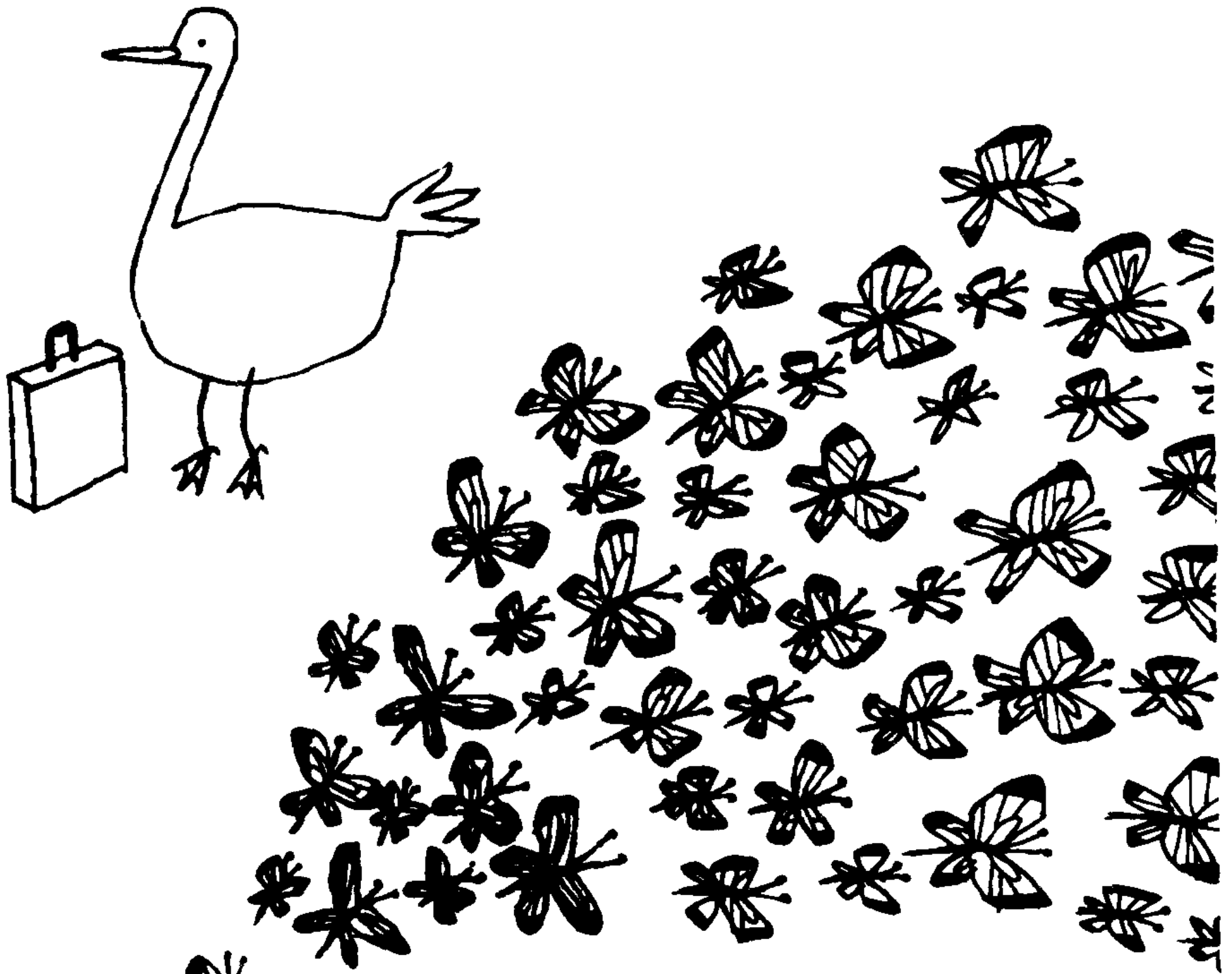
当人们乘飞机向东或向西穿过不同时区时，人体生物钟会落后或提前于当地时间，人们就会出现飞行时差反应。



当你向东飞行时，飞行时差反应会更厉害。由于日落总是比你身体期望的时间早，你将很难入睡。避免飞行时差反应的最佳方法就是：在乘飞机向东旅行的前几天，每天提前一小段时间起床，每天上床睡觉的时间也同样提前一点儿。这样在你跨越不同时区之前，你的生物钟就会有所准备。



许多生物体内都有一个强大的内置生物钟，所以一些鸟类、鱼类和蝴蝶能够长途迁移。它们很可能通过季节更替引起的白昼长短变化来判断迁移的时间。



美国黑脉金斑蝶在加利福尼亚过冬。每年春季的同一时间，它们开始向北飞行。在迁移途中，一代代蝴蝶不停地成长、繁衍并死去。途中，它们的后代会在加拿大度过炎热的夏季。这些过夏蝴蝶最年轻的子孙又开始向南飞行，最终回到加利福尼亚过冬。



一些动物，如乌龟和一些熊类，能够减慢自己的生理节奏，这样它们就能在冬季不吃不喝，冬眠几个月。



冬眠的动物通常整个夏天都在为冬眠作准备。交配季节过后，它们全身贮存了大量的脂肪，身体活动也变得缓慢。这些动物冬眠的原因之一是它们的血液中化学物质镁的含量增加，而所有这些变化都与白昼时间变短有关。

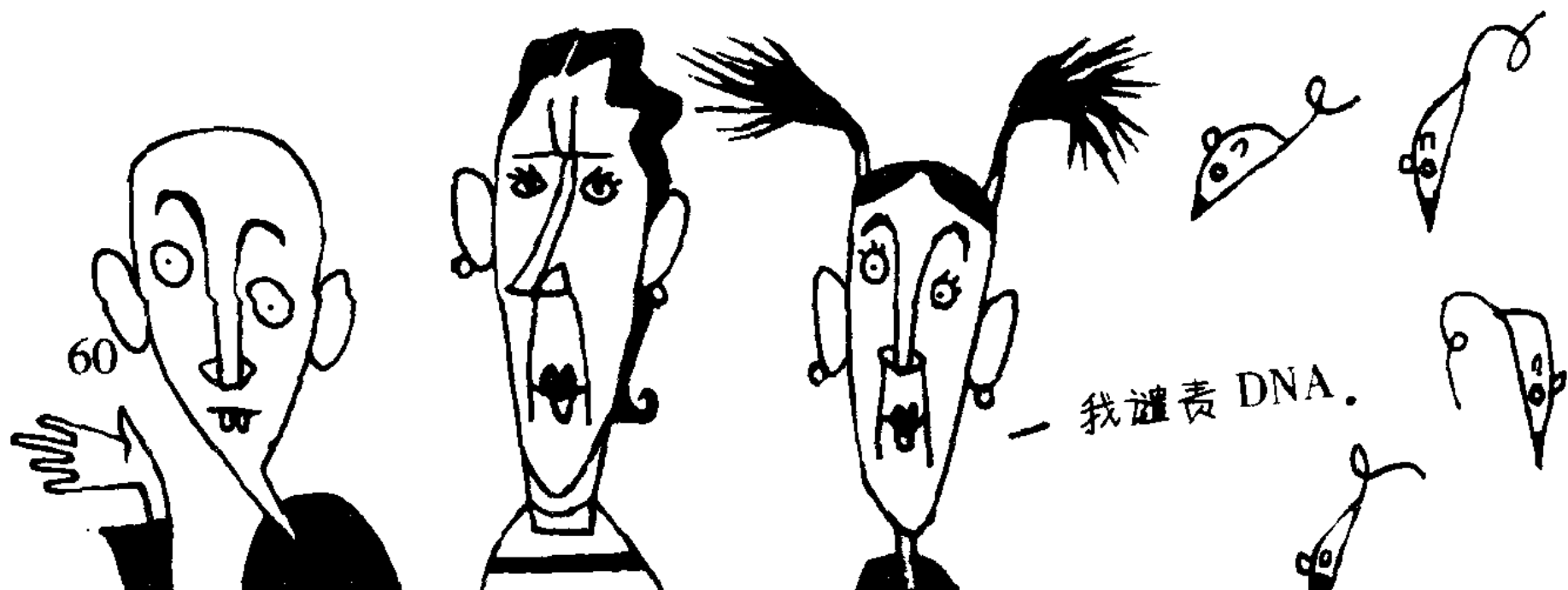


有些动物的寿命比其他动物的寿命短得多。和大象这类庞然大物相比，像老鼠那么小的哺乳动物有着更快的心跳，繁衍速度也更快，它们的寿命也短得多。

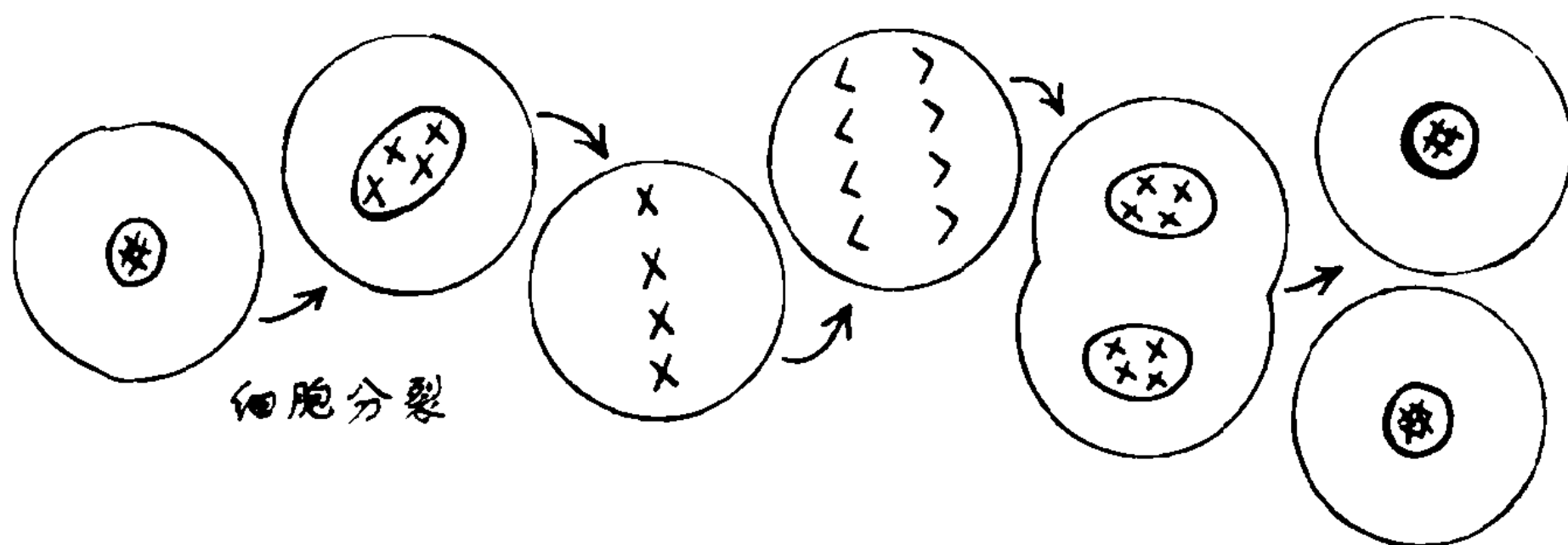
在 1 头大象一生的时间里，大约有成百上千代的老鼠出生和死亡。

老化似乎成了人类遗传基因 DNA 发展的规律。在你的体内，不同种类的细胞以不同的速度不断衰老。

DNA 是脱氧核糖核酸的简称。这种化学物质构成了人类的染色体，它存在于人体的每个细胞中。DNA 的自我复制使得子女可以继承父母的遗传信息。

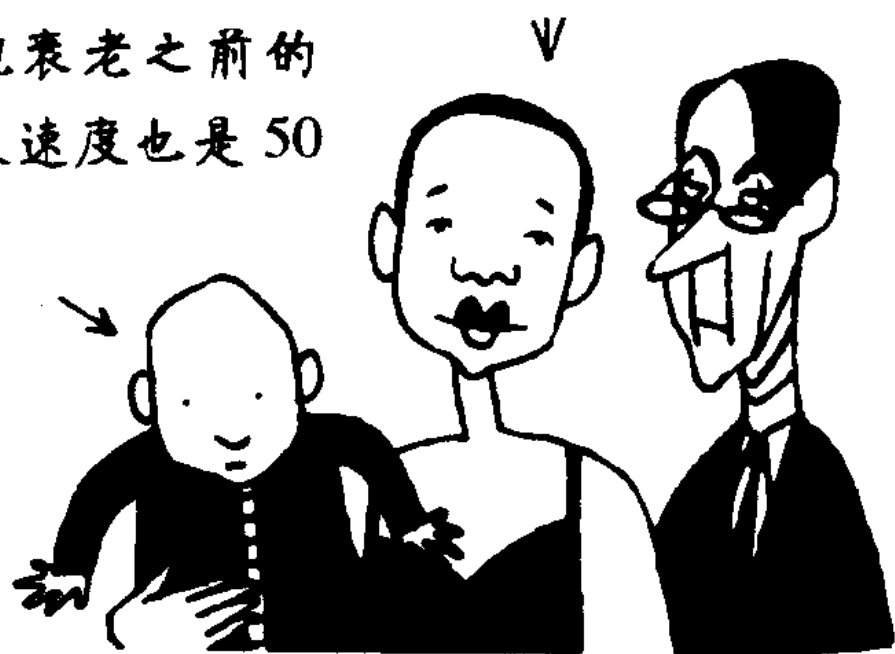


当人变老时，细胞分裂的速度也逐渐减慢。



40岁的人体内的细胞在衰老之前，分裂次数可达50次。

婴儿体内的细胞衰老之前的分裂速度也是50次。

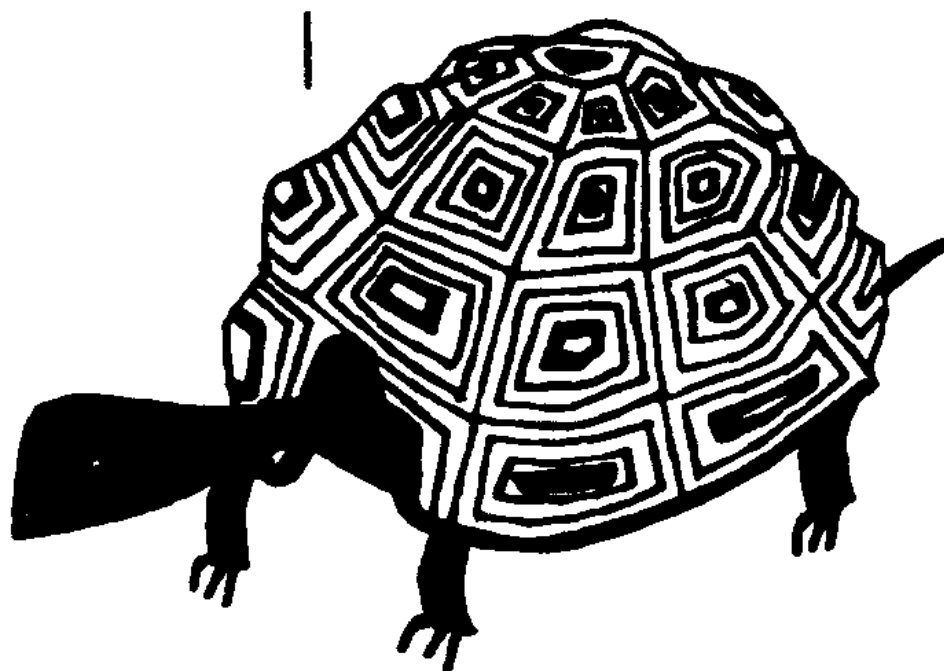
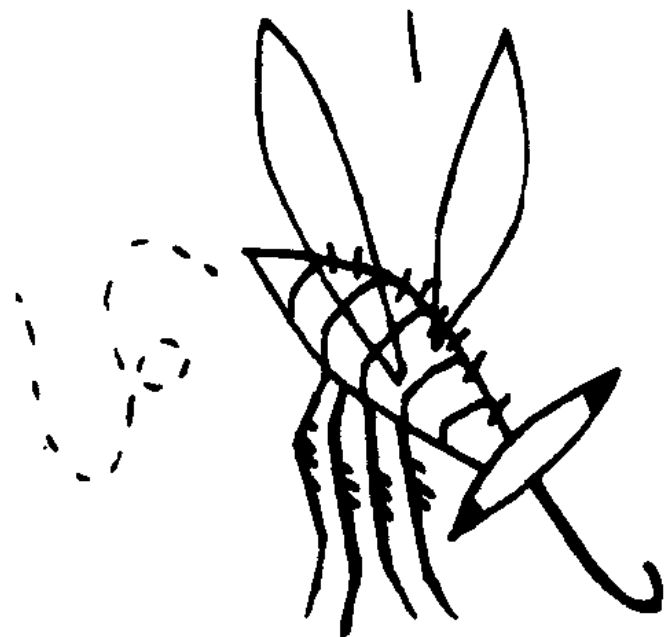


而80岁的人体内细胞的分裂次数只有30次。

在漫长的进化过程中，各种动物都形成了自己特定的生命期限。它们都会经历出生、繁殖和死亡的过程。

像我这样的动物，寿命只有1天。

而像我这样的动物，寿命可以超过50年。



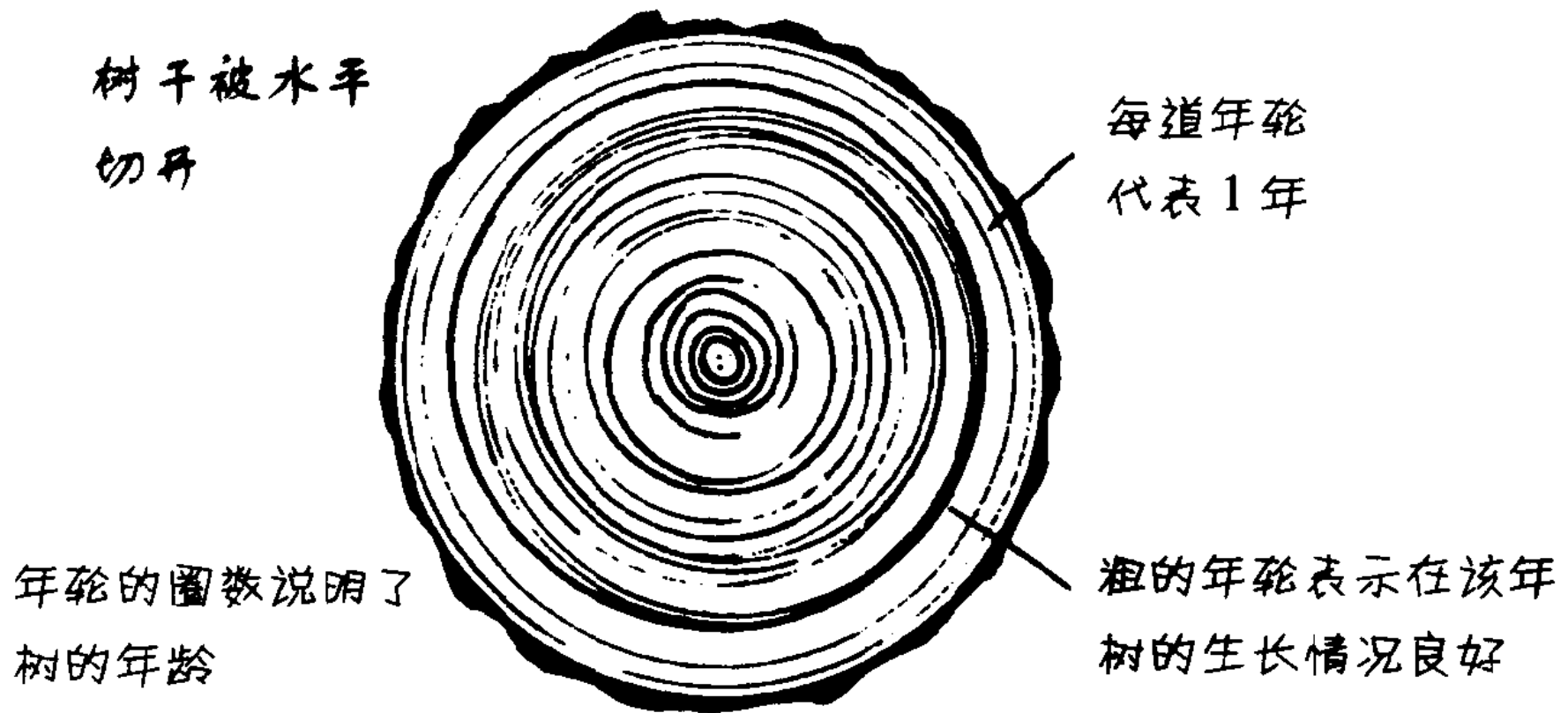
植物可以通过各种各样的方式告诉人们时间。有些花可以在1天之内的不同时间盛开或凋零。

1745年，瑞典植物学家卡尔·冯·林奈把不同的花种在一起，做成了一个有趣的“花钟”。通过观察不同种类的花的开放时间，人们就可以知道时间了。

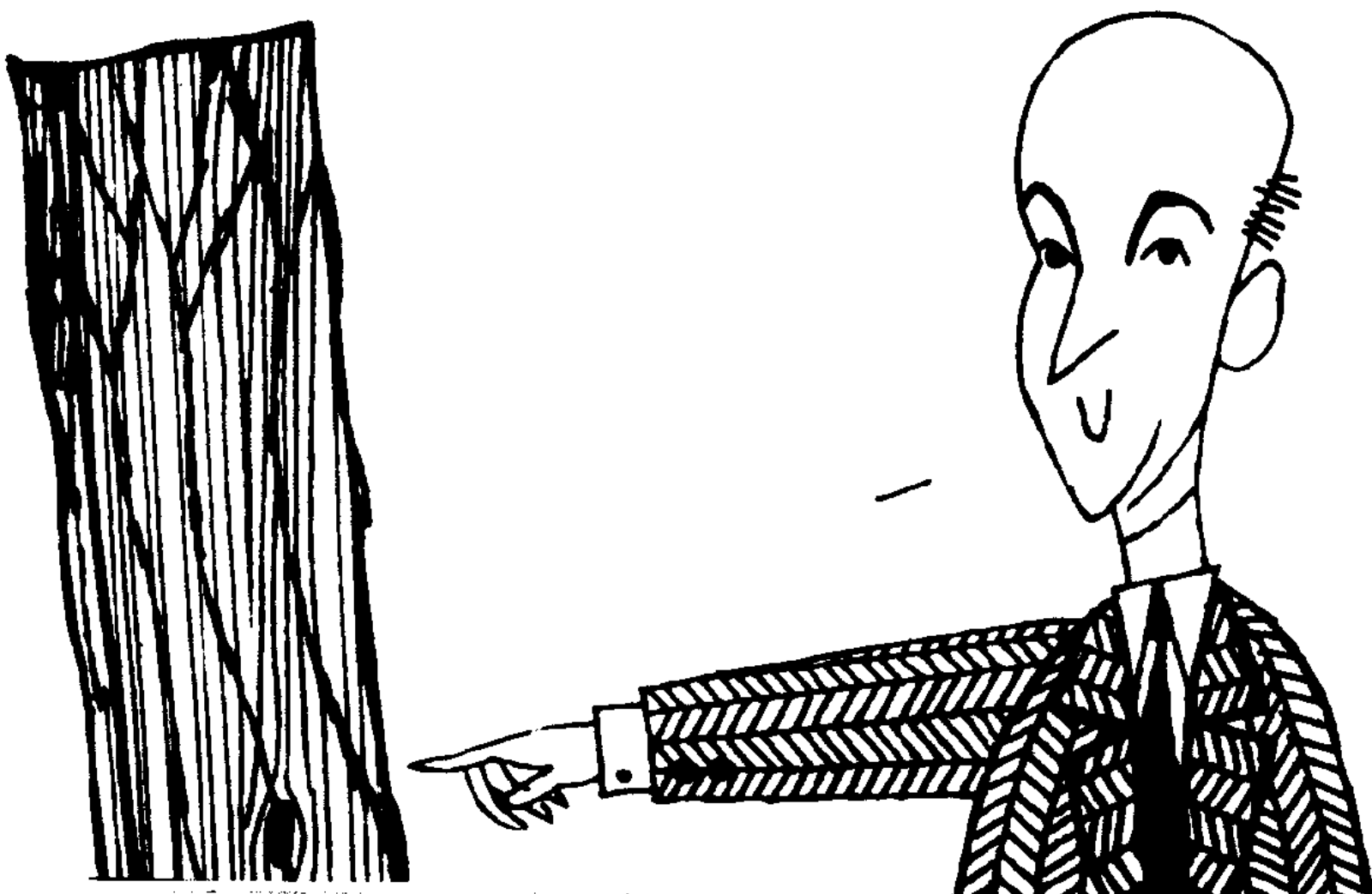
用花做手表
可能有点困难。

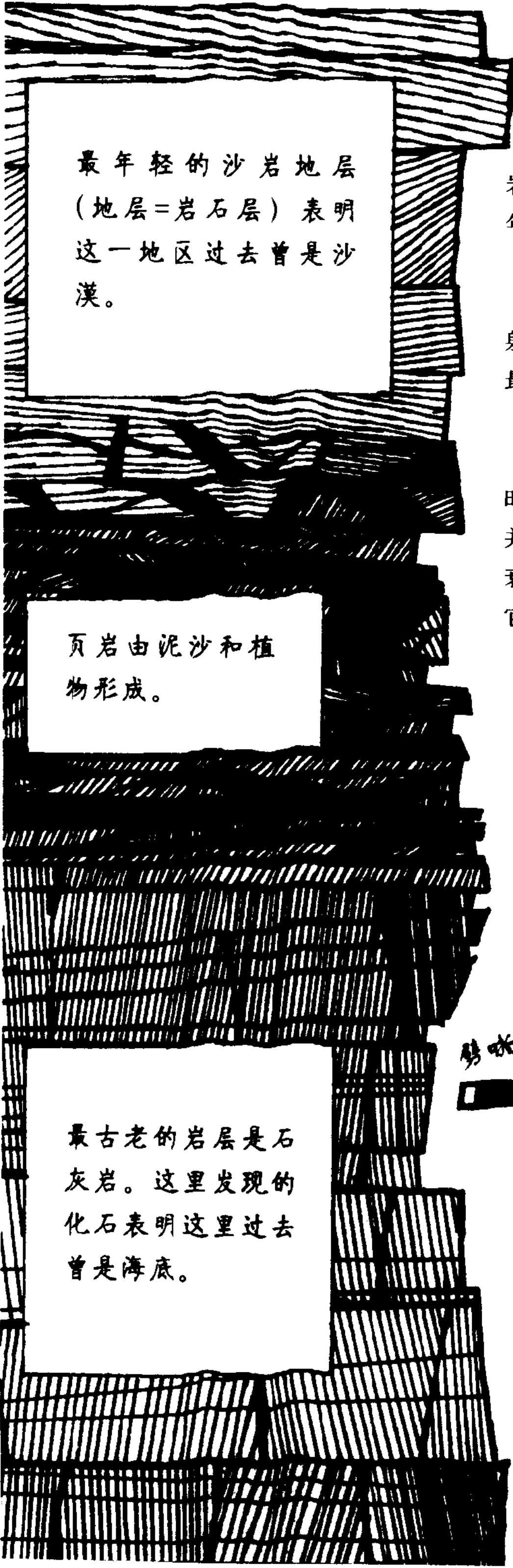


众所周知，树的年轮是最好的生物日历。每过1年，许多树的年轮就会增加1圈。当树被砍倒后，数数年轮，你就能知道这颗树的树龄，也会得出每圈年轮所对应的年份。



生物还可以从空气中获取另一种“时钟”。二氧化碳中的一部分碳被植物吸收后，会变成一种被称为碳14的放射性物质。每过5730年，就会有一半的碳14发生衰变。因此，通过测量一块古老的骨骼或木头的碳14含量，考古学家就能推测出它生存的时间。这种方法被称做**碳14定年法**。





最年轻的沙岩地层
(地层=岩石层) 表明
这一地区过去曾是沙
漠。

页岩由泥沙和植
物形成。

最古老的岩层是石
灰岩。这里发现的
化石表明这里过去
曾是海底。

通过研究几百万年来形成的
岩石分层，我们可以得出地球的
年龄。

今天，通过测量岩石中的放
射性元素，人们可以直接计算出
最古老岩石的年龄。

这是因为，早在地球形成的
时候，放射性元素就开始存在了，
并且从那时起就开始不停地进行
衰变。所以，岩石的放射性越小，
它的年代就越古老。

劈啪

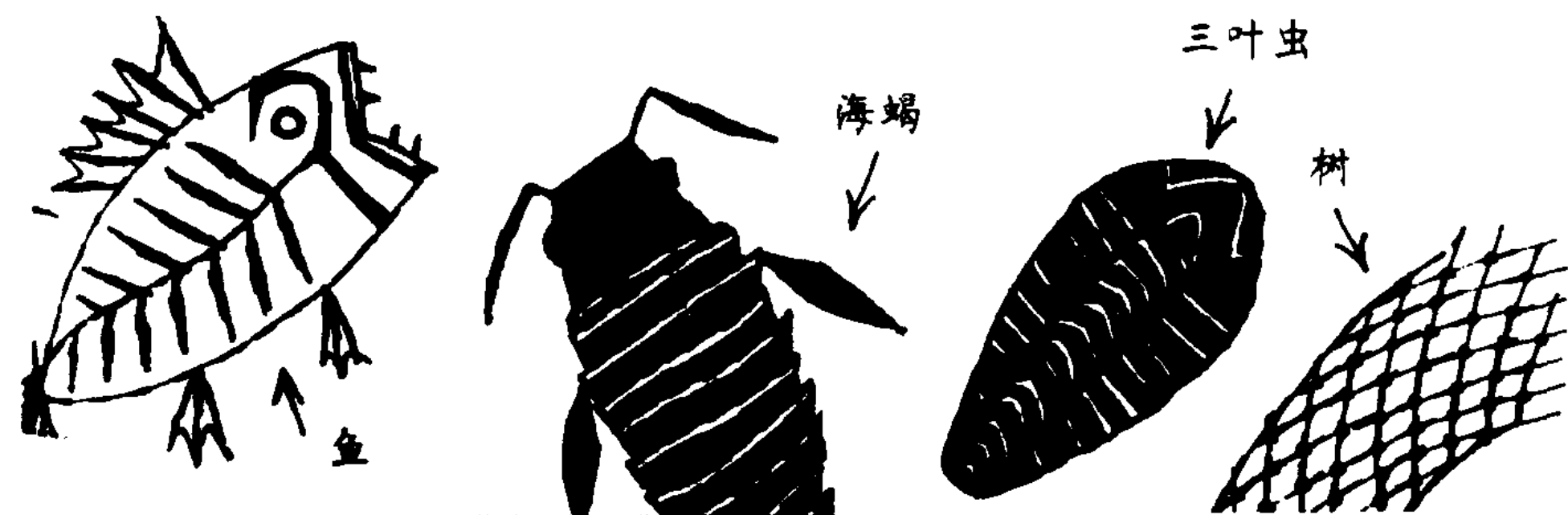


早在 200 年前，地质学家就已经意识到地球非常古老。

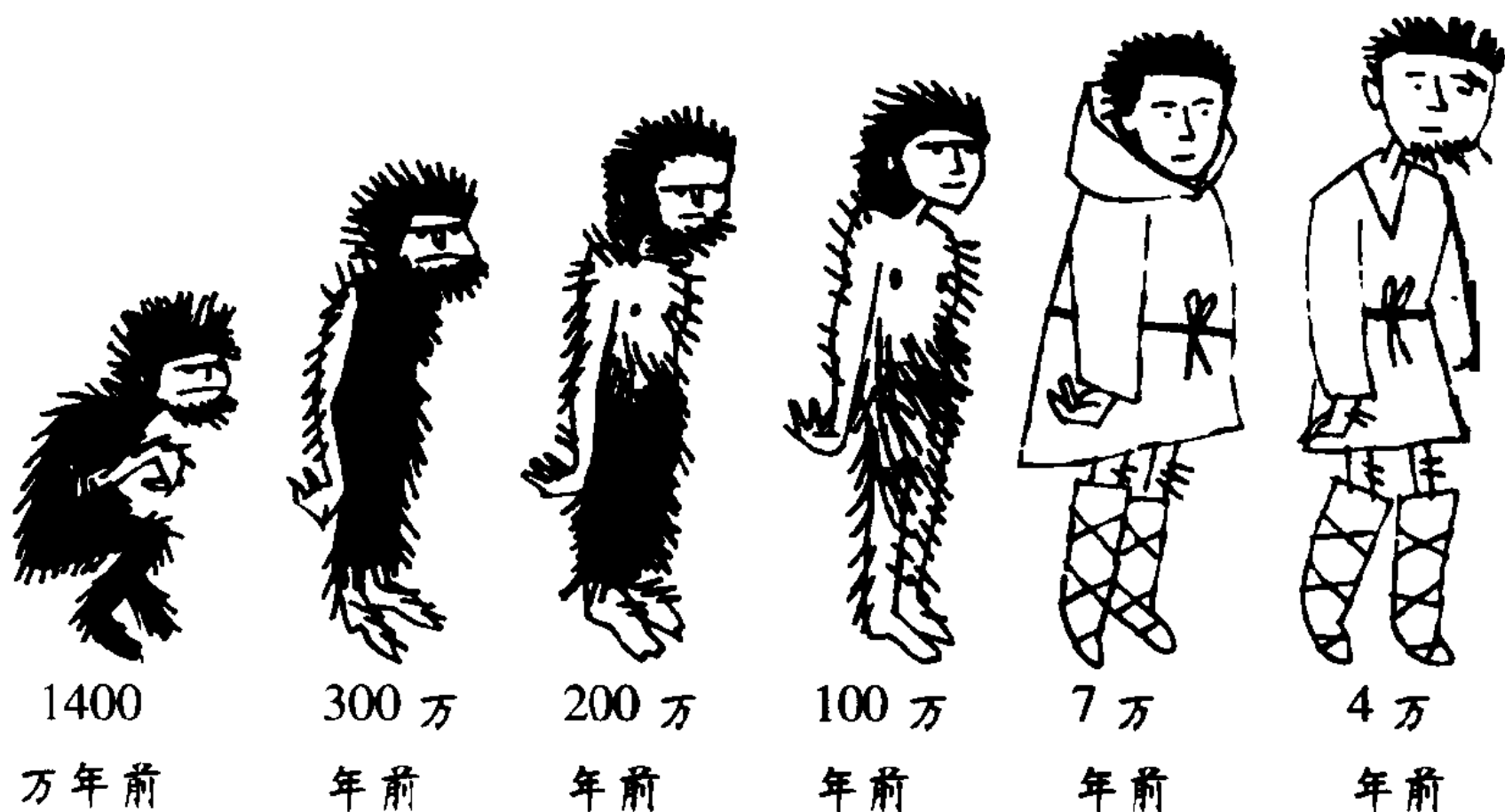


早期的地质研究先行者们，如查尔斯·莱尔（1797—1875），提出地球经历了漫长的岁月。地球上的山脉由火山运动形成，随后又因受到风化而变为平地，最后被新的岩层覆盖。今天，我们可以在岩层中发现这种地质变化的痕迹。

岩层中的化石同样可以表明过去的时间。有时候，当某些生物死亡后会落入软泥中，被一层层的沉积物覆盖。这些生物的遗体变成了石头，被保存了下来。岩层中所有古生物化石的相继形成需要好几百万年时间。



生物的进化不是短时间完成的，每一代的生物个体都发生小小的变化，进化正是在这些不断累积的变化中逐渐完成的。



生物学家查尔斯·达尔文（1809—1882）提出生物的进化需要极其漫长的过程，这一过程会贯穿地球的历史。

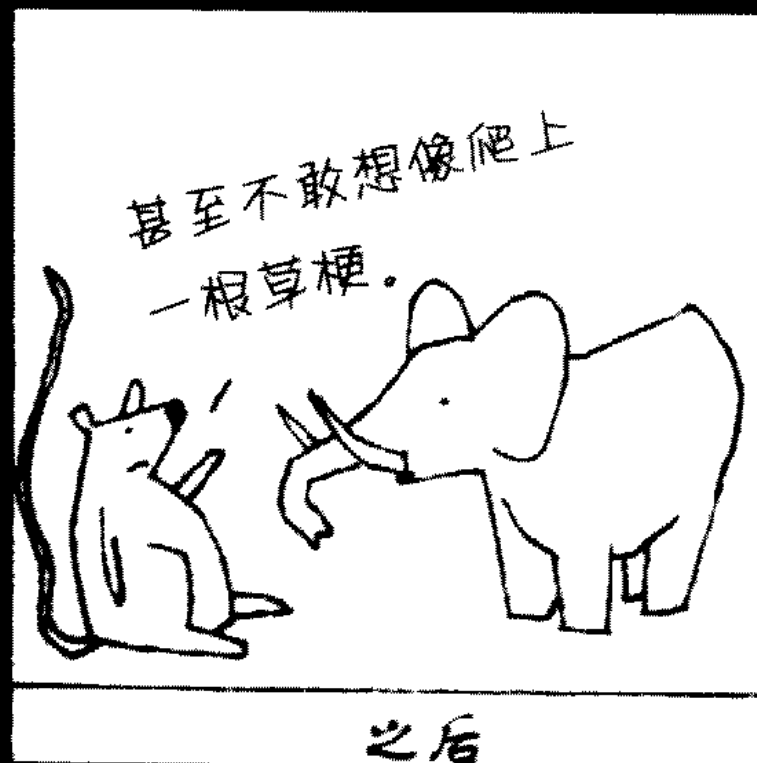
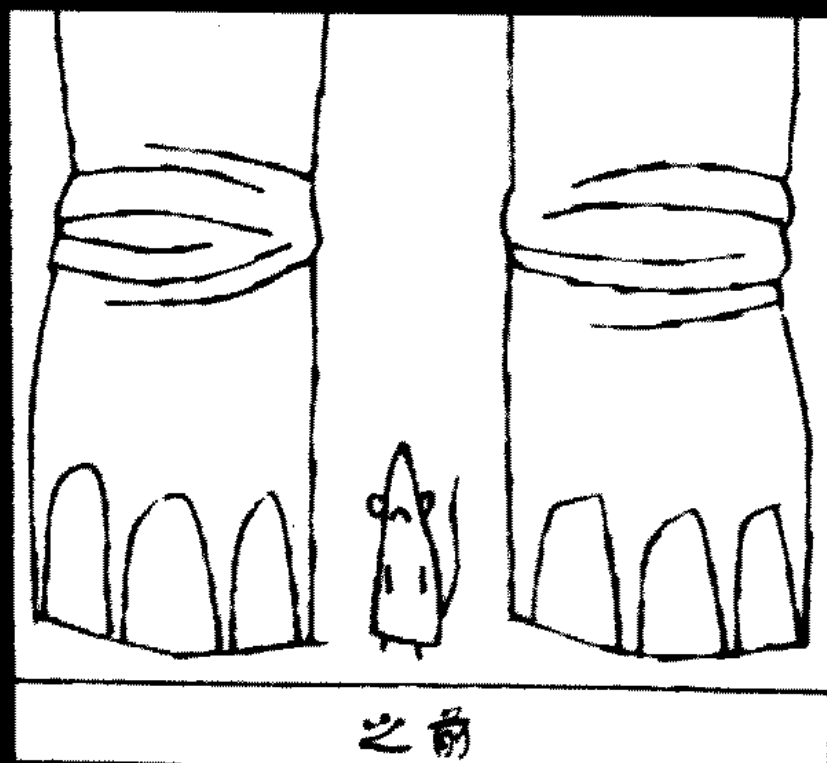
当达尔文活着的时候，天文学家们认为太阳和地球的年龄都不超过几百万年。但研究岩层和化石的生物学家们却赞同达尔文的观点，认为地球至少已经存在了几十亿年。

达尔文是对的。太阳和地球确实已经相伴了几十亿年（更多内容详见 72 页）。

达尔文
这样
告诉你。



1头大象变成1只老鼠需要多长时间呢？如果气候或食物等生存条件发生变化，个头小的大象将更容易生存下来，经过12 000代的繁衍，虽然代与代之间的差别微乎其微，但6万年之后，一种老鼠那么大的大象就会出现。



与各层岩层形成年代的时间间隔相比，6万年要短得多。所以生物学家可能在一层岩层中发现庞大的大象化石，并在下一层中找到老鼠大小的大象化石，而找不到发生变更的这6万年中的化石。



年代	代	纪	百万年前	重大进化事件	
地质年代	新生代	第三纪	24	猴类出现	
		白垩纪	65	恐龙灭绝	
	中生代	白垩纪	144	开花植物在地球上大量出现	
		侏罗纪	213	生物大量灭绝	
		三叠纪	248	最早的哺乳动物出现	
	古生代	二叠纪	286	生物大量灭绝	
		石炭纪	宾夕法尼亚世	320	最早的爬行动物出现
			密西西比世	360	脊椎动物开始到陆地生活
		泥盆纪	408	陆上植物大量繁殖	
		志留纪	438	生物大量灭绝	
		奥陶纪	505	最早的鱼类出现	
寒武纪		590	不同种类的海洋生物大量出现		
	前寒武纪	650			

代	纪	百万年前	世	传统时期	
新生代	第四纪	0.01	全新世	第四纪	人类出现
		1.8	更新世		
	第三纪	5	上新世	第三纪	现代冰川纪开始
		24	中新世		猿类出现
		37	渐新世		大量物种灭绝
		58	始新世		猴类出现
		65	古新世		哺乳动物出现多样化
白垩纪	白垩纪				

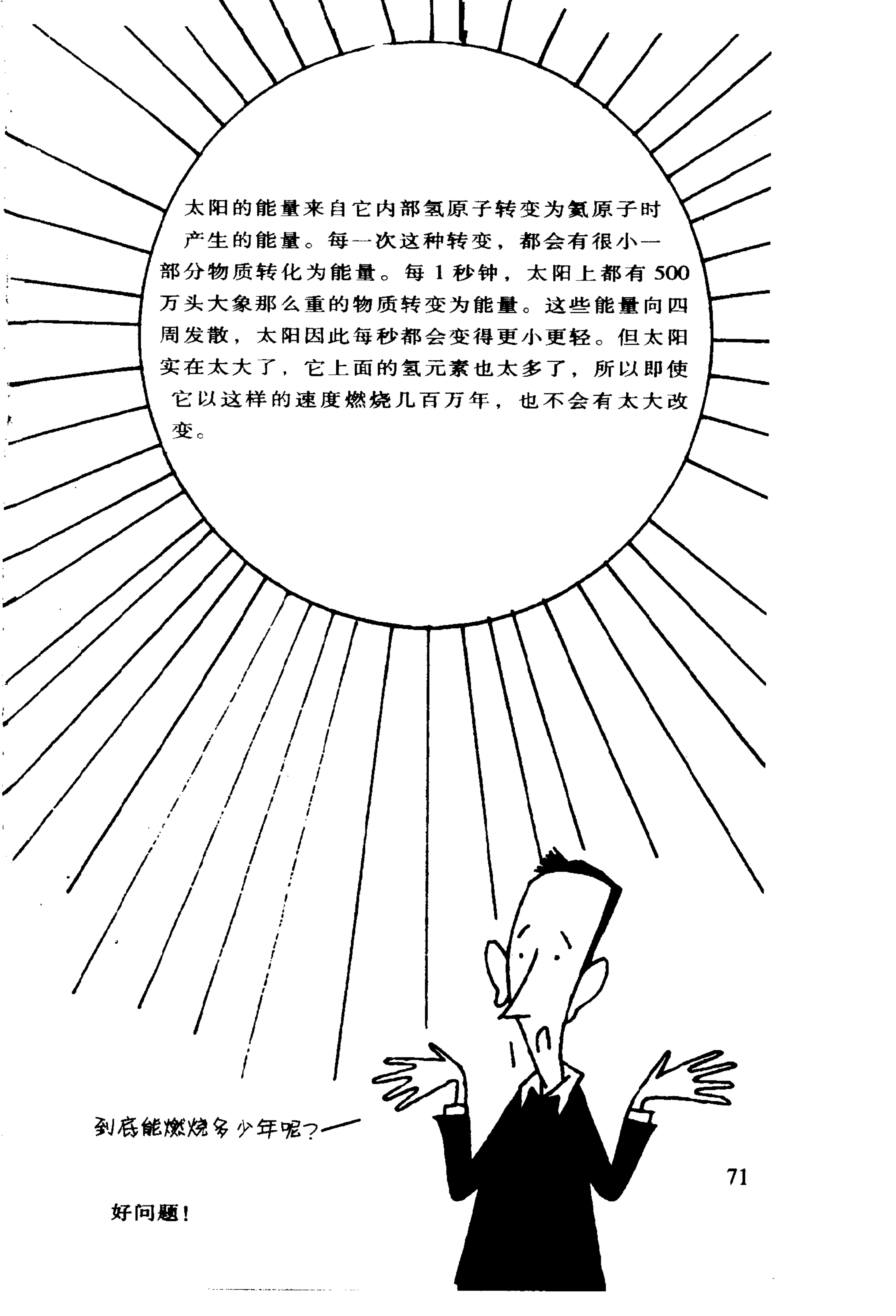
左表总结了 6.5 亿年中生物进化史，列举了从早期海洋生物进化到猿类过程中的重大事件。上表更详细地介绍了距今最近的地质年代的重大事件，其中最近的一件是人类的出现。



时间与空间

地球上不断有新生命诞生，这是因为我们从太阳那里得到了能量。我们似乎已经打破了热力学第二定律（见第8页）。但只要太阳存在，这一切还会继续下去。





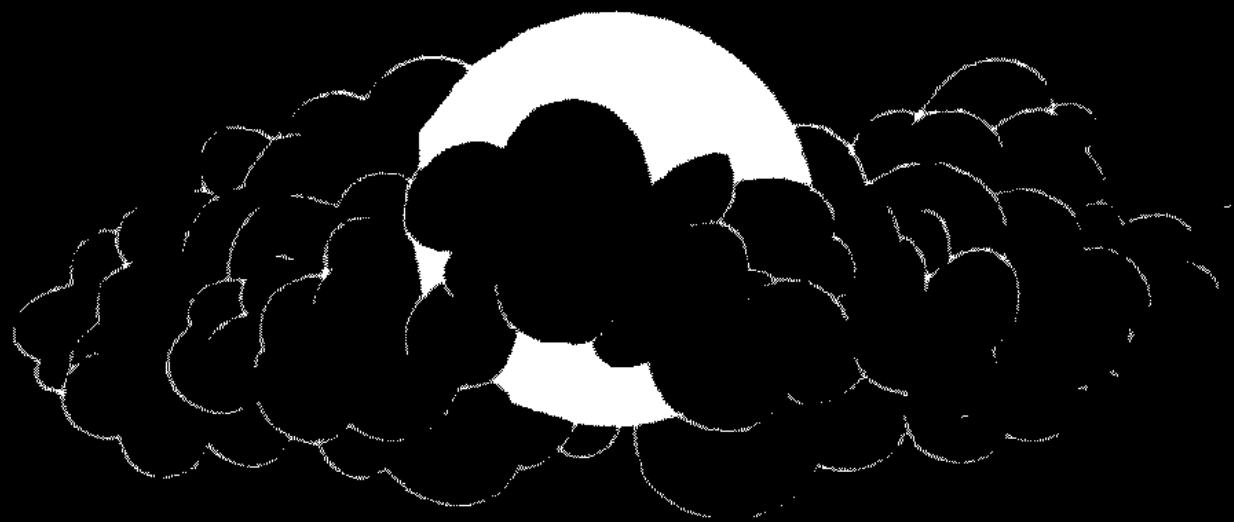
太阳的能量来自它内部氢原子转变为氦原子时产生的能量。每一次这种转变，都会有很小一部分物质转化为能量。每1秒钟，太阳上都有500万头大象那么重的物质转变为能量。这些能量向四周发散，太阳因此每秒都会变得更小更轻。但太阳实在太大了，它上面的氢元素也太多了，所以即使它以这样的速度燃烧几百万年，也不会有太大改变。

到底能燃烧多少年呢？——

好问题！



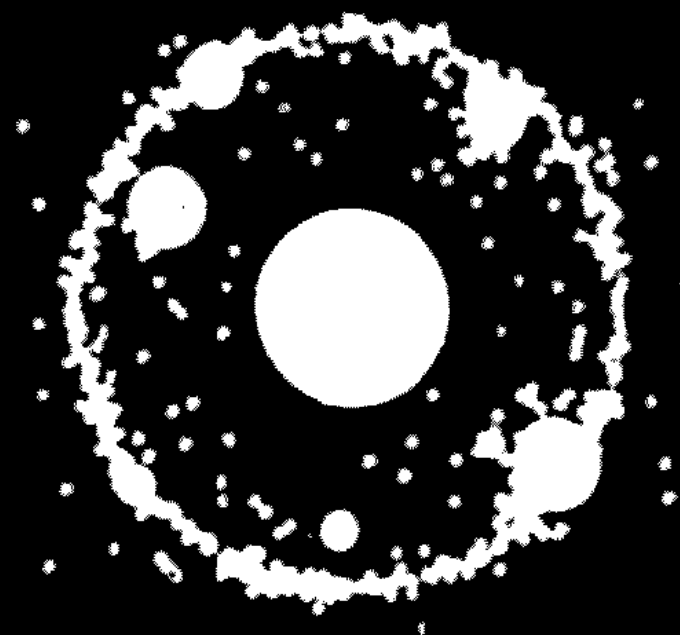
太阳和地球不是最初就在宇宙中存在的。大约 50 亿年前，宇宙中气体形成的星云团和尘埃发生崩溃形成了太阳和地球。



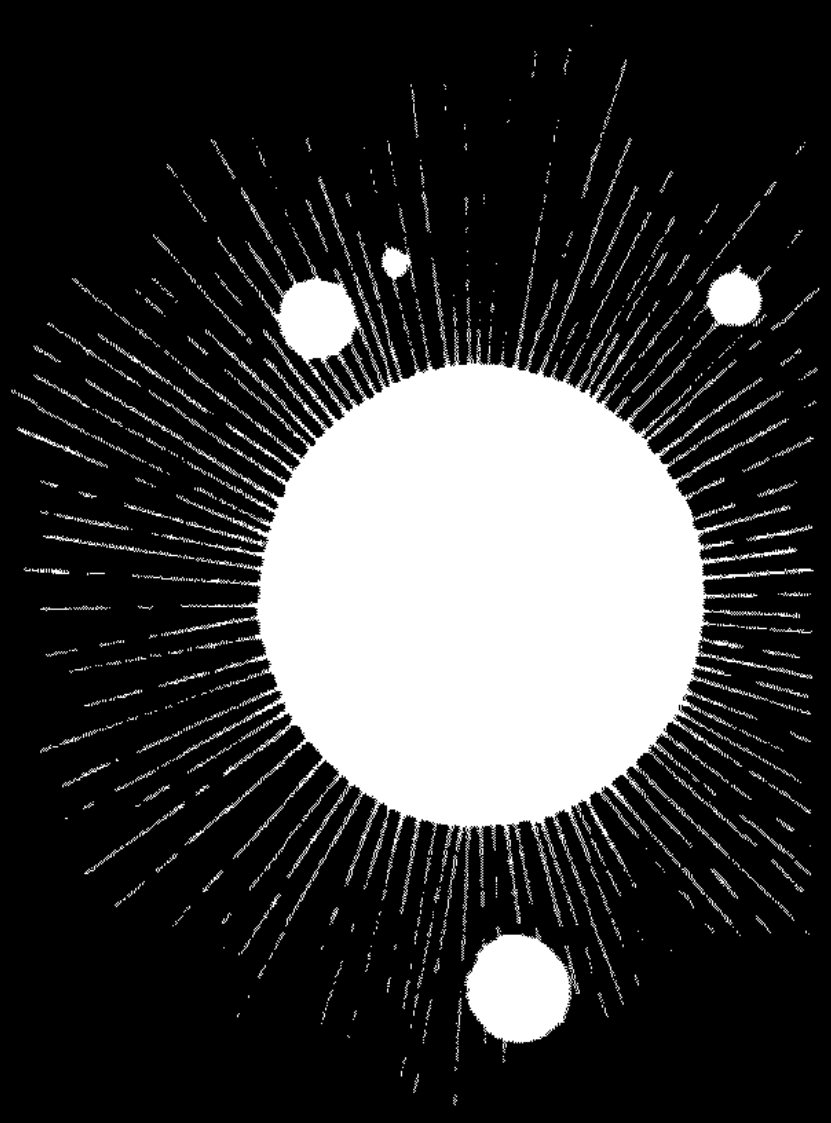
当这团星云发生崩溃时，它正在慢速旋转。当星云的中心收缩形成太阳后，它的旋转速度就加快了。



一些气体和尘埃在旋转过程中向外飞逸，形成了围绕太阳的光环，看上去就像木星的光环那样。



这些光环中的碎片最终结合在一起，形成了地球和太阳系里的其他行星。



太阳上氢的含量足够它再燃烧 50 亿年。当它用完了所有的氢元素后，它就开始以相似的方式燃烧内部的氦元素。这将会使太阳内部变得更热，太阳上的大气也将膨胀，它将会变成一个“红色巨星”。

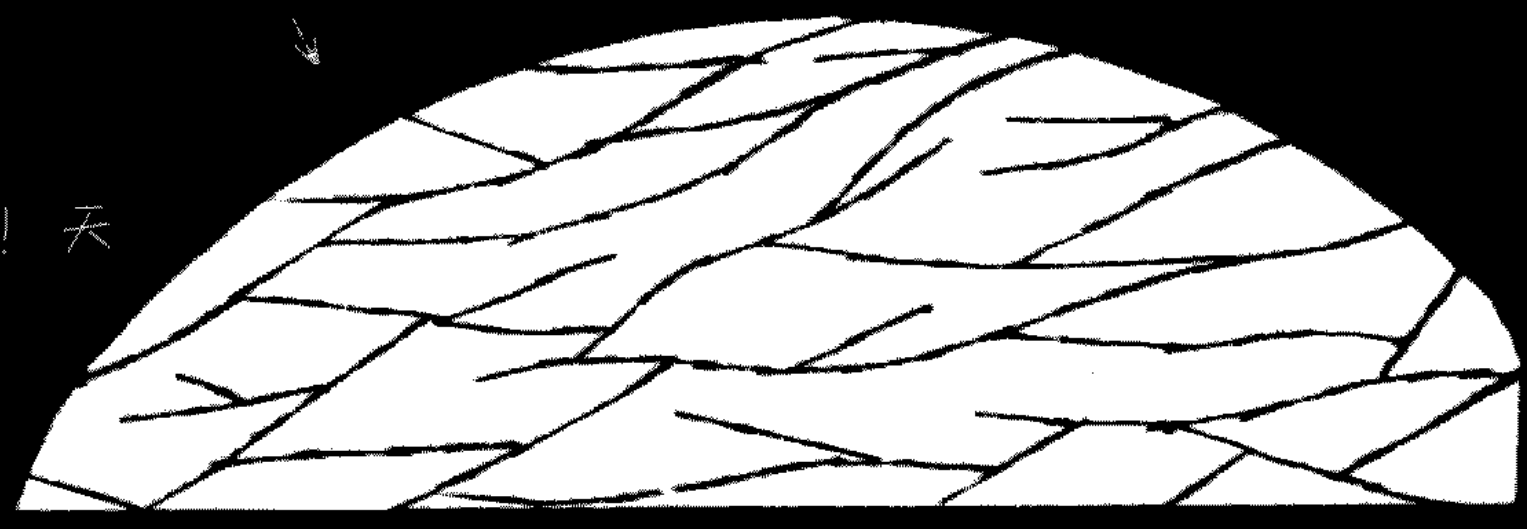
当太阳变成一个红色巨人后，它的温度将会把地球烧焦，使地球变得寸草不生，生物没法在地球上生存。但氦元素的燃烧不会使太阳长时间地保持高温。当太阳的燃料用尽之后，它将缩小成一个炽热的白色球体，大小跟地球差不多，它成了一颗白矮星。

← 太阳体积缩小，不再散发热量。

整个地球将会结冰。



噢！天哪！



太阳最终将化为一片渐渐冷却的灰烬，体积只有原来的一小部分。而一些比太阳大好几倍的恒星消亡时更加离奇——它们爆炸了！



这些处在爆炸期的恒星被称做超新星。它们爆炸时会把大量的云状物质吹到宇宙空间中，这些云状的气体和尘埃又将形成新的恒星和行星。

恒星内部的物质不断发展变化，它们在星球爆炸时被吹到宇宙空间中，随后由于重力作用集合在一起，成了太阳系的一部分。而地球上的一切（包括你！）都是由这种物质构成的。

所以，即使恒星也同樣有生命週期。它們同樣會經歷誕生、成長和死亡的过程。新生的恒星將取代老的恒星，繼續延續着從生到死的循環。

時間並不會因為太陽的死亡而停止，因為還會出現其他的恒星向宇宙中散發能量。但整個宇宙還是在慢慢地衰老。



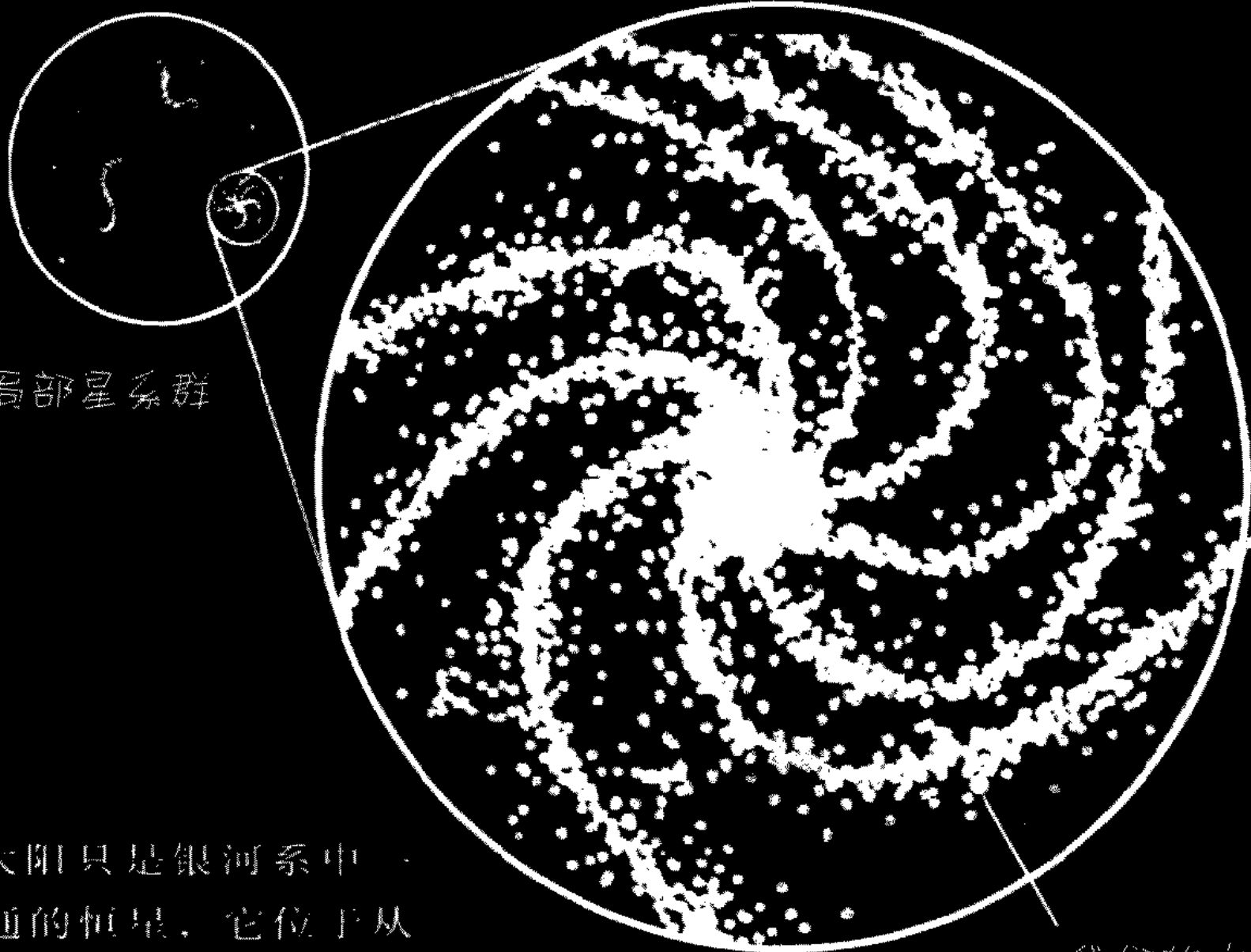
我们已经知道能量来自太阳和其他星球。但是太阳和那些星球最初是怎样得到能量的呢？时间又是如何开始的呢？

我们看到的所有恒星都是银河系的一部分，太阳也是银河系的成员。与太阳一样，银河系中其他的恒星也是自己的小星系中的太阳。即使在最黑暗的夜晚，我们用肉眼也只能看见数千颗恒星。通过望远镜，我们会看到银河系里有超过 1000 亿颗恒星，它们分布开来，看上去像一个圆形的盘子。



在宇宙中，我们的家园——地球，只是星河中的一个小岛而已。

银河系非常大，光线穿过它需要 10 万年的时间，但银河系的厚度“只有”2 万光年。银河系中所有的恒星都绕着银河系的中心运行。



局部星系群

我们的太阳

我们的银河系

太阳只是银河系中一颗普通的恒星，它位于从银河系中心至边缘大约 $2/3$ 的地方。在银河系中，太阳本身和它所处的位置都算不上特殊。

而在整个宇宙中，我们所处的银河系只不过是一个小岛，宇宙中还有数以亿计的其他星系。其中有一个星系与银河系非常相似，看上去发着模糊的光，它就是仙女座星系。

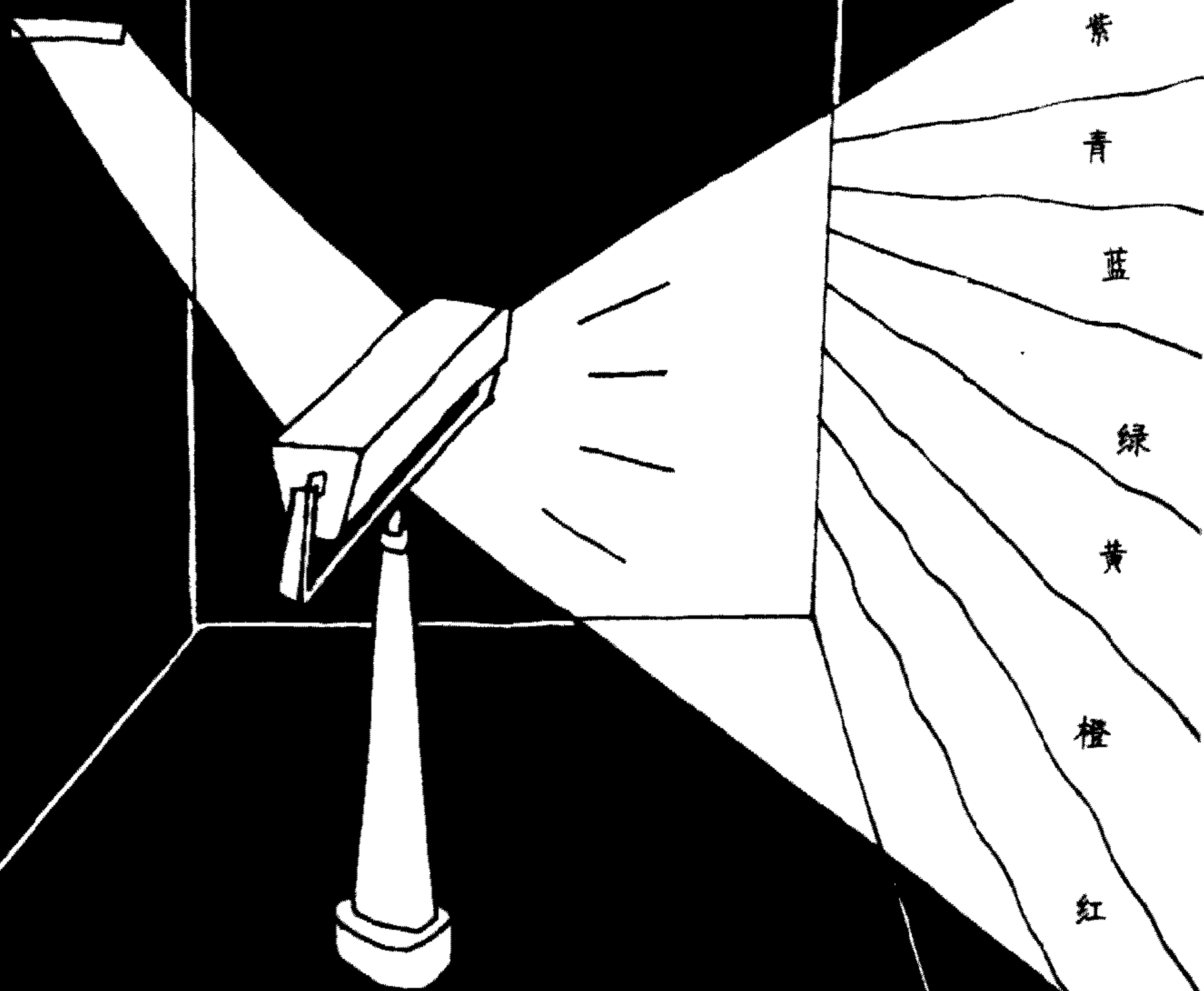
仙女座星系离我们非常遥远，从那里射出的光线在 200 万年后才能到达地球。虽然如此，它仍是我们宇宙中最近的大邻居，是我们惟一能用肉眼观察到的大型星系。除了仙女座，天文学家们还观测到了距离我们 100 亿光年的一些星系。



← 仙女座星系



太阳光和其他星球射来的光线经三棱镜（由玻璃或塑料制成的三棱柱）折射后，形成一道美丽的彩虹图案，人们把它称做光谱



彩虹图案中有几条谱线。当光线从遥远的星系射过来的时候，谱线向光谱中的红色区域移动，被称为红移。光线射向地球的途中，宇宙空间也在不停地延伸。空间的延伸导致了谱线向红色区域移动，因此产生了红移现象。

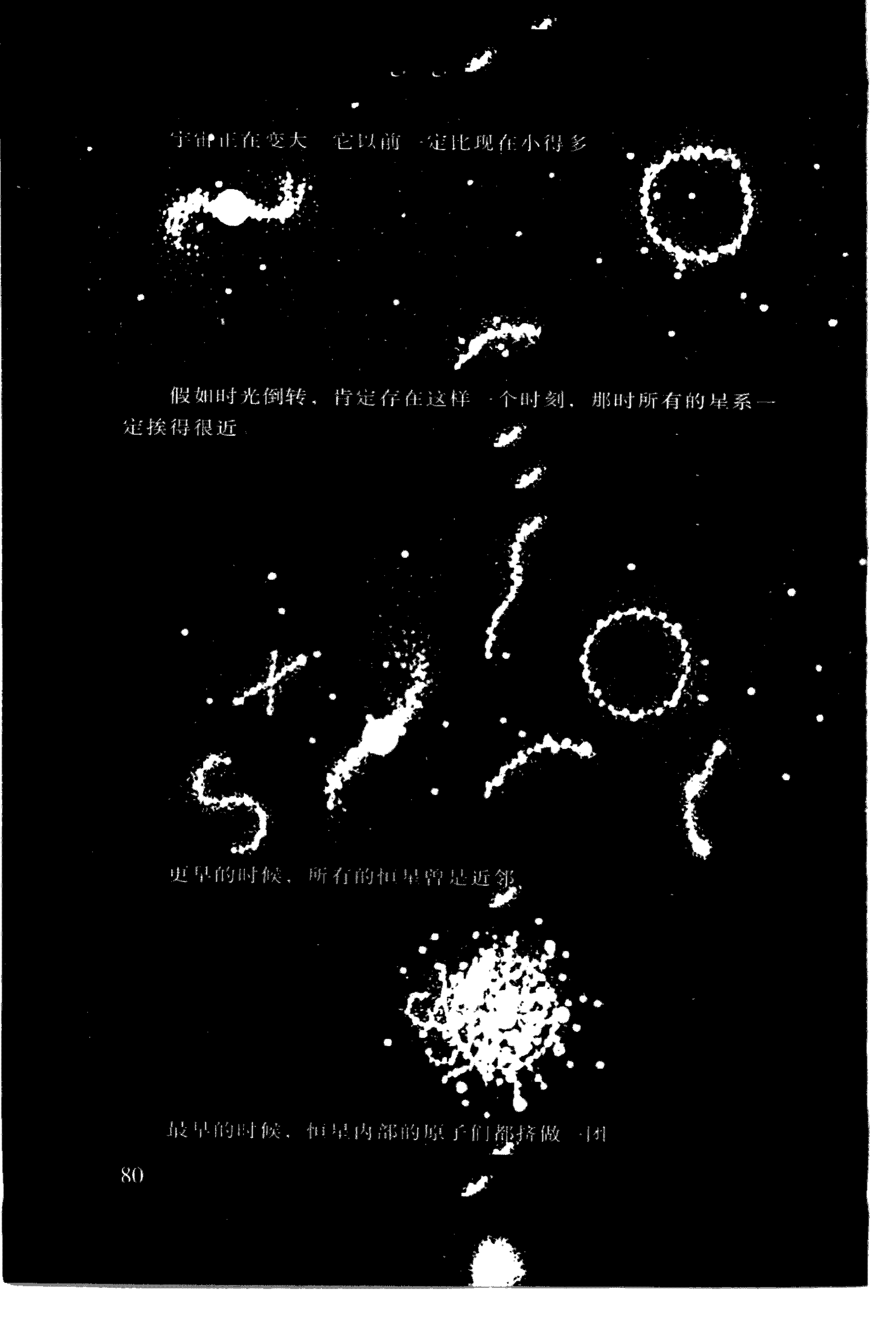
星系离地球越远，红移的幅度越大。而整个宇宙仍在不断地延伸。

虽然看起来我们似乎是处在宇宙的中心，但事实上并非如此。

假如现在有一个带油漆斑点的气球，如果你把它吹成原来大小的 2 倍，所有的油漆点之间的距离将会变大。



从任意一个油漆点测量，你会发现其他的点与它的距离都增大了。假设每一个油漆点都是一个星系，无论你居住在哪个星系，看起来其他的星系都在不断远离你，于是你就会感觉自己处在宇宙的中心。



宇宙正在变大，它以前一定比现在小得多。

假如时光倒转，肯定存在这样一个时刻，那时所有的星系一定挨得很近。

更早的时候，所有的恒星曾是近邻。

最早的时候，恒星内部的原子们都挤做一团。

在那
之前
呢？

宇宙最初是什样子呢？最合理的解释是：宇宙万物都源自一个炽热的小火球。这就是人们所知的宇宙大爆炸。

宇宙 大爆炸

—— 爆炸！

宇宙在大爆炸中诞生

从那时起，宇宙开始慢慢衰老。从大爆炸时起就有了时间，熵也从此开始增加。

通过测量宇宙现在的膨胀速度，天文学家们可以计算出发生大爆炸距离我们现在的位置。通过红移可以测量出现在的宇宙膨胀速度。

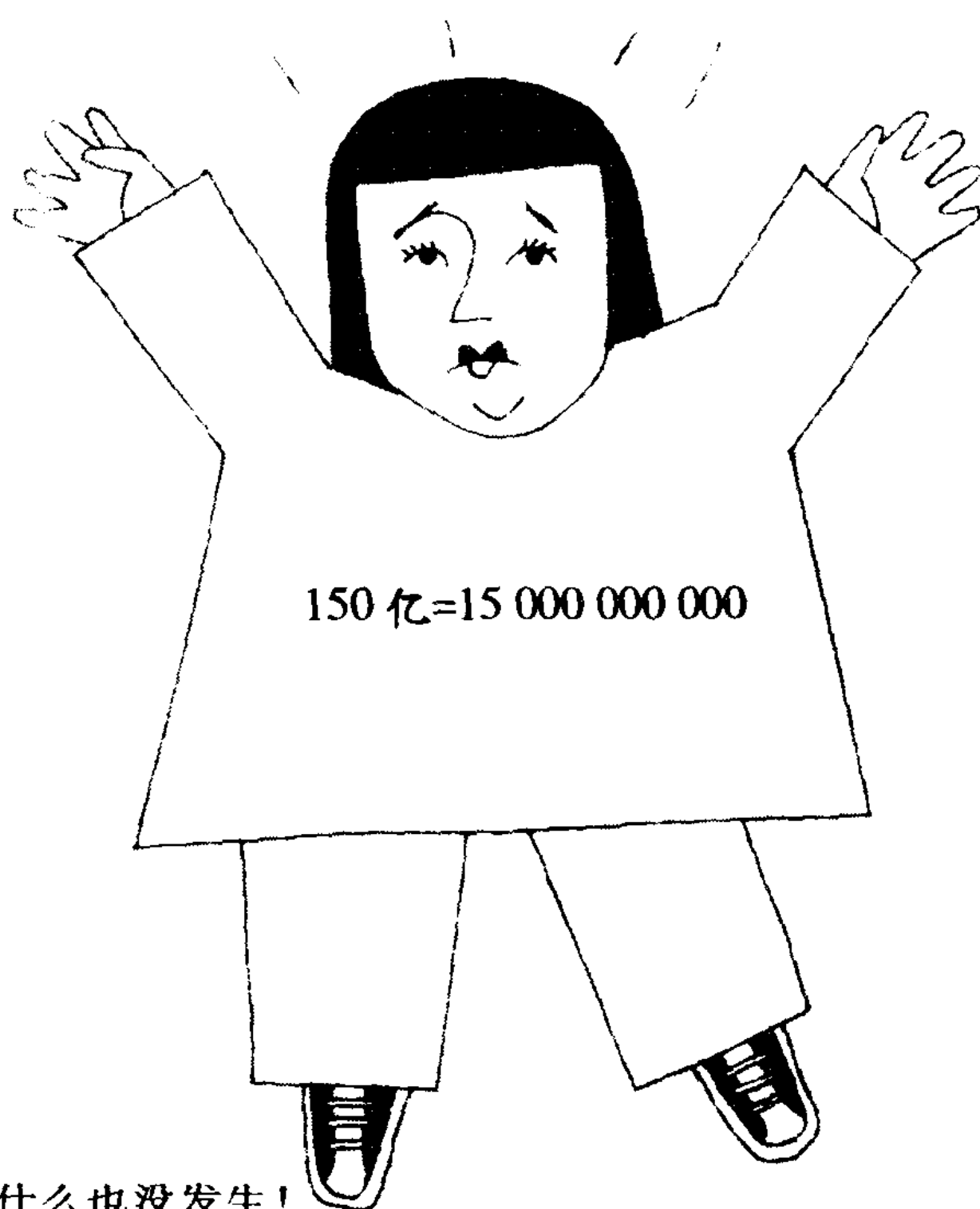
大爆炸



现在

通过测量红移，天文学家们得出了大爆炸发生在大约 150 亿年前的结论。

大爆炸之前发生过什么？



什么也没发生！

与一团被压缩的物质在空间爆炸不同，宇宙大爆炸并没有它爆炸的空间，因为空间正是在大爆炸中形成的。

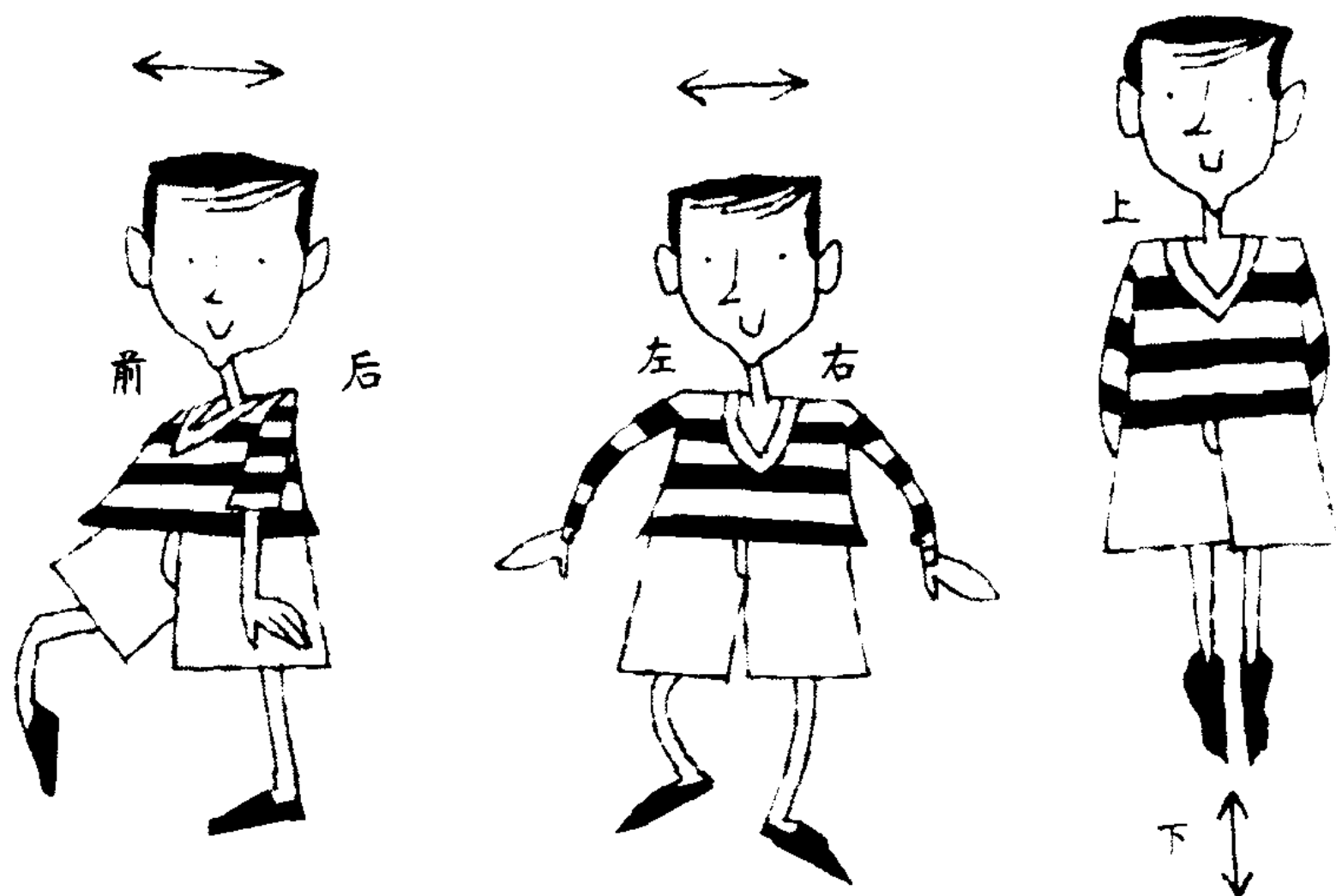
大爆炸之前什么也没有，因为时间也是在大爆炸中产生的。

大爆炸是时间的边缘，它是时间的开始。时间在宇宙中仅仅存在了 150 亿年。

有关大爆炸的内容在 92 页有更详细的介绍。但首先你的脑子里得有时空这一概念……

时间与空间看上去是两种完全不同的东西。在空间中，你可以移动到你想去的任何地方。但你在时间中的移动方向却是唯一的，即从过去到未来。

空间有 3 维，你可以前后、左右和上下移动。



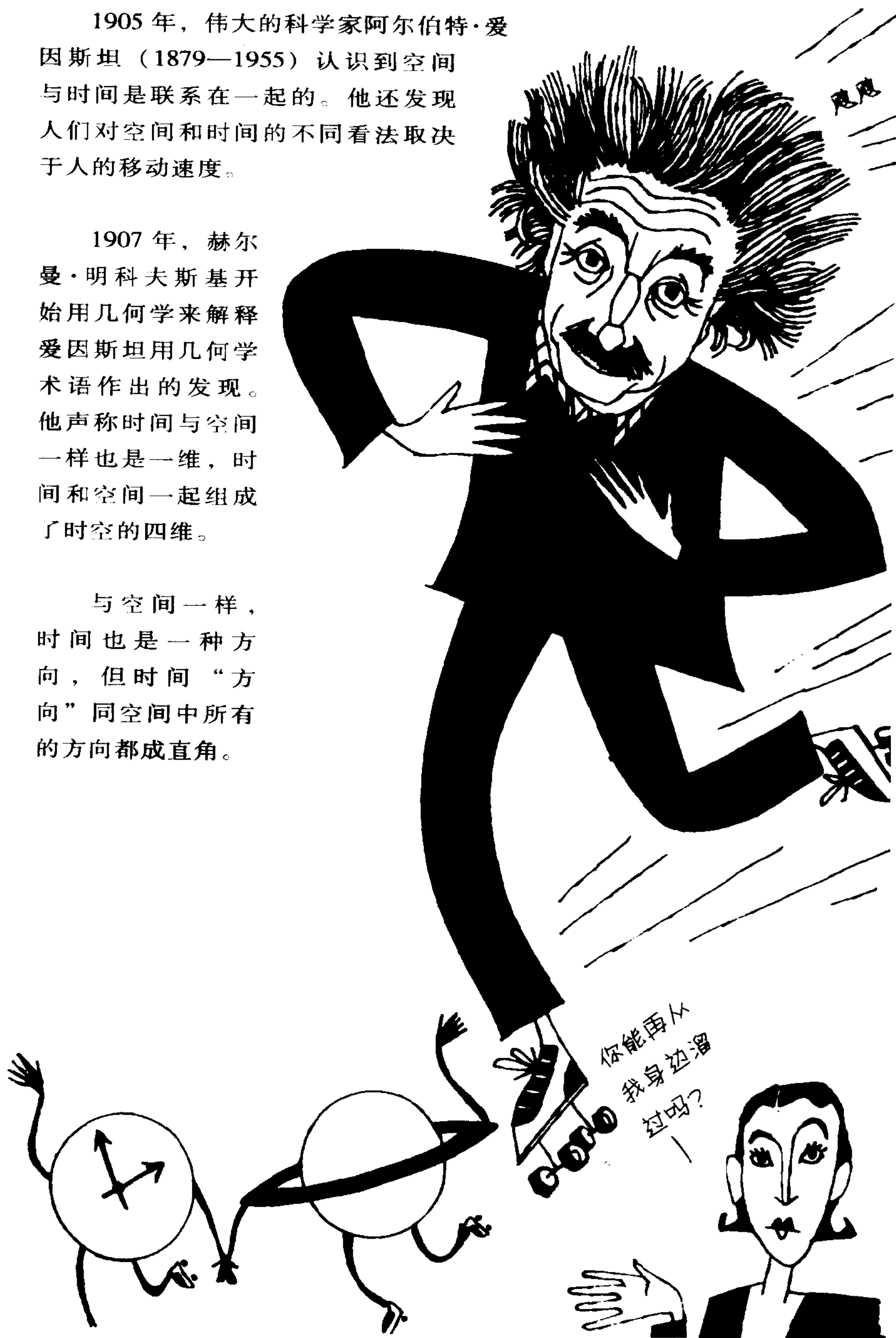
而时间只有一维。更糟糕的是，你只能沿着这个方向前进。它就像一条长长的、笔直的马路，你只能沿着它一直向前走。



1905年，伟大的科学家阿尔伯特·爱因斯坦（1879—1955）认识到空间与时间是联系在一起的。他还发现人们对空间和时间不同看法取决于人的移动速度。

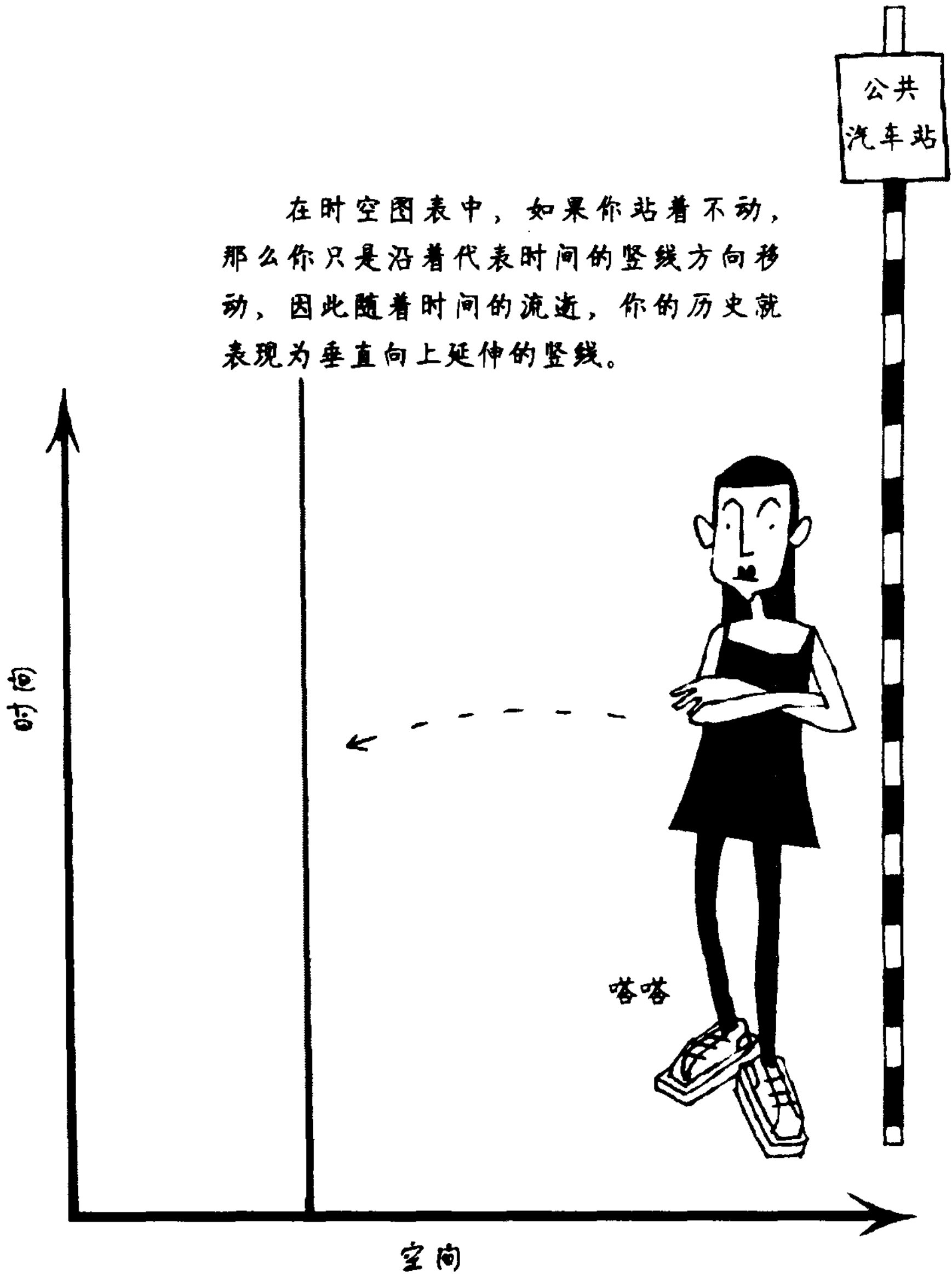
1907年，赫尔曼·明科夫斯基开始用几何学来解释爱因斯坦用几何学术语作出的发现。他声称时间与空间一样也是一维，时间和空间一起组成了时空的四维。

与空间一样，时间也是一种方向，但时间“方向”同空间中所有的方向都成直角。

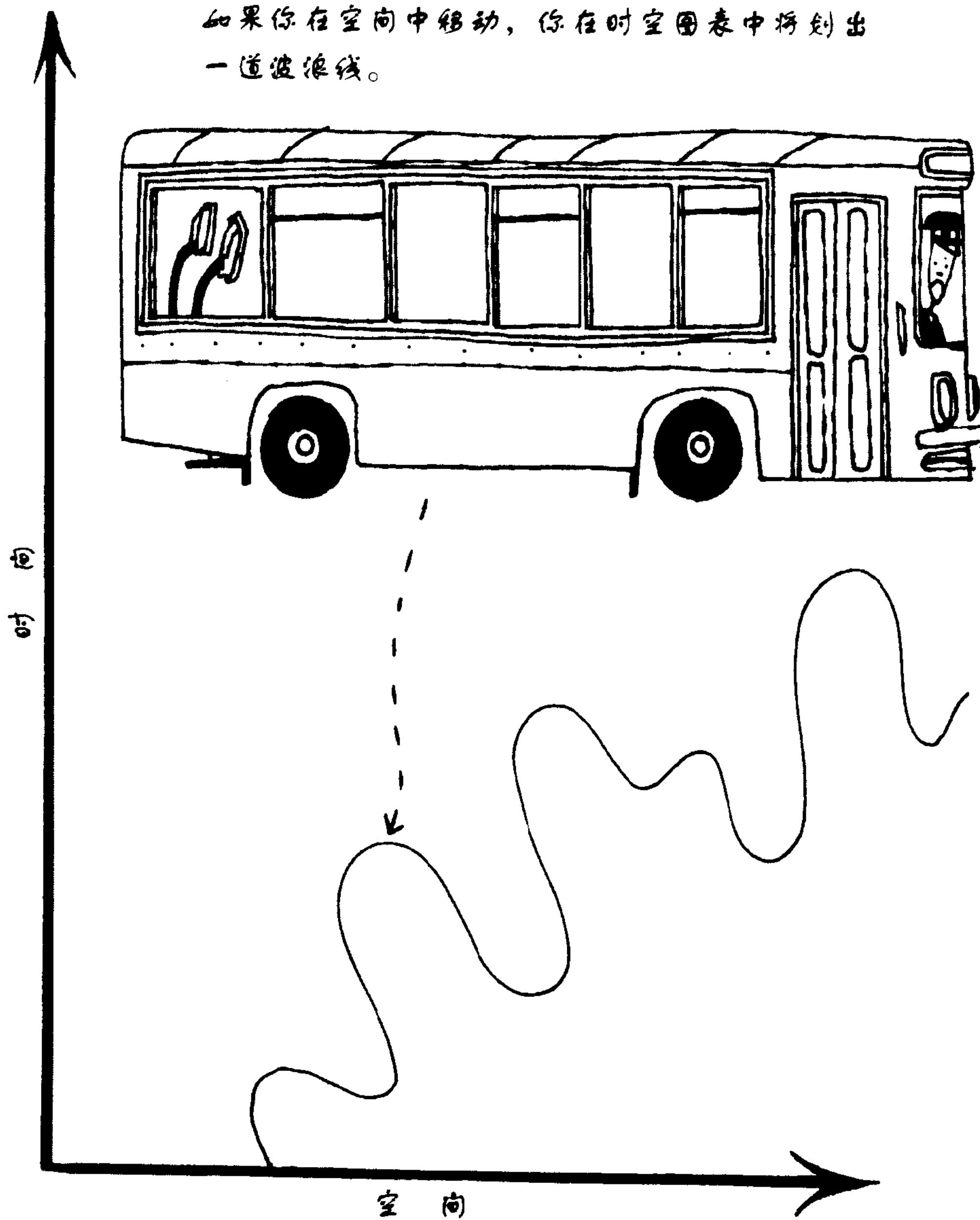


时间和空间一起组成了时空的四维。我们很难形象地表达它的含义。所以科学家们假设空间的两维不存在，他们在一张纸上绘制图表，用横线代表空间，竖线代表时间。

在时空图表中，如果你站着不动，那么你只是沿着代表时间的竖线方向移动，因此随着时间的流逝，你的历史就表现为垂直向上延伸的竖线。



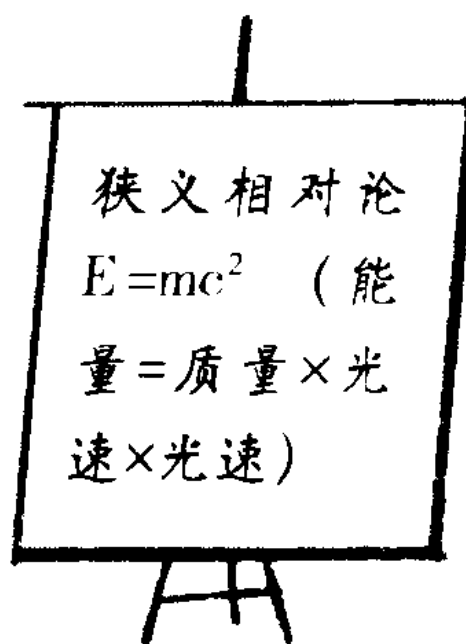
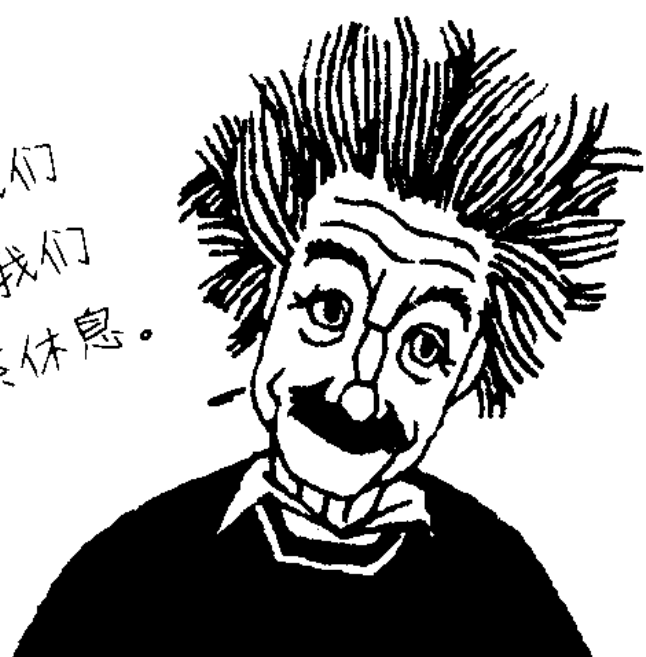
如果你在空间中移动，你在时空图表中将划出一道波浪线。



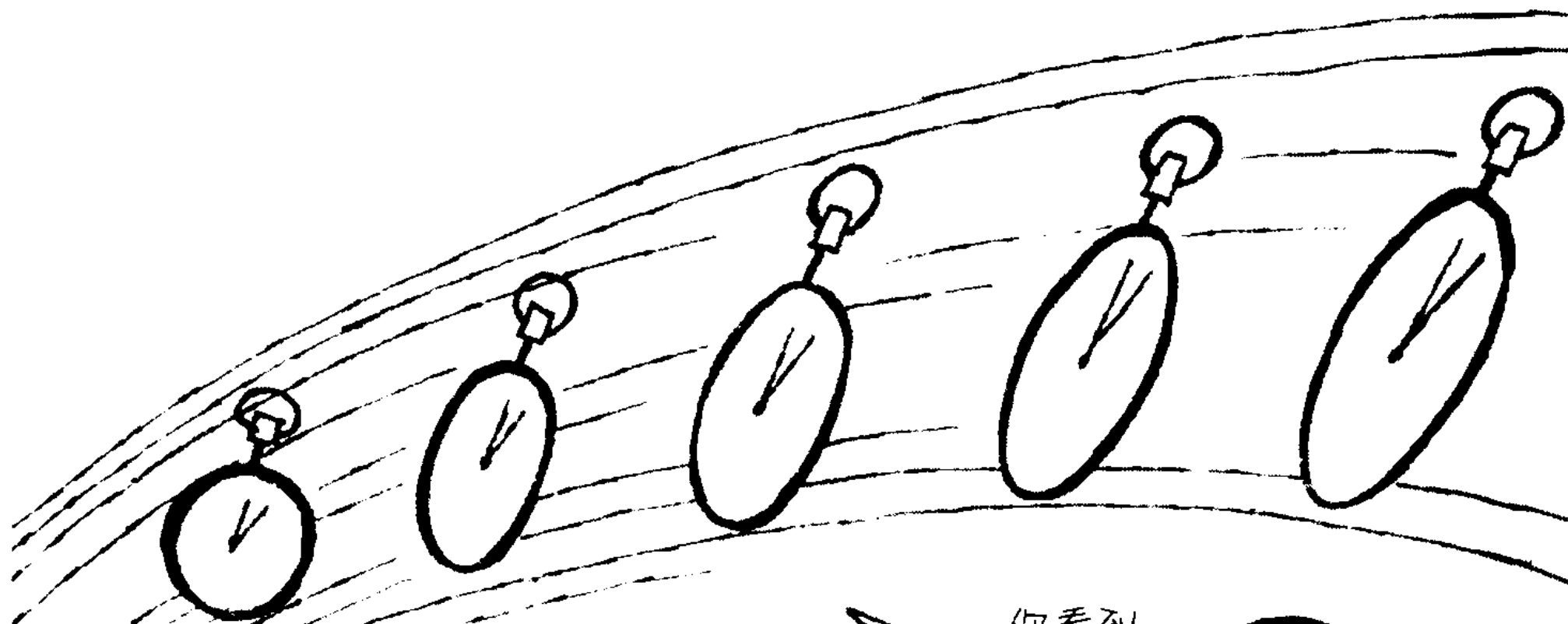
以光速移动的任何物体都以 45 度角穿越图表。在空间中，没有什么能比光移动得更快。

爱因斯坦提出：在宇宙中任何地方的任何人都可以假定自己是静止的，并以此为基础来测量相对于自己的所有运动。这称做狭义相对论。

所以最终我们可以证明我们需要喝茶休息。



爱因斯坦的理论认为，当一个物体从你身边移过的时候，它就会收缩一点儿。当一个时钟在相对于你运动时，那么这个运动中的时钟会走得慢一些。



你看到了吗!

哎呀!

在日常生活中，我们不会注意到这一点，因为只有当物体以接近光速（30 万千米每秒）运动时，效果才比较明显。

人们对狭义相对论中所有的设想都进行了实验。通过加速器，科学家们能够使粒子以非常接近光速的速度运动。日内瓦附近的欧洲粒子物理研究所就拥有这种体积庞大的加速器。

所有的实验都证明，狭义相对论是正确的。移动中的物体的确在缩小，运动中的时钟也确实走得慢一些。对运动中的物体而言，时间走得比较慢。

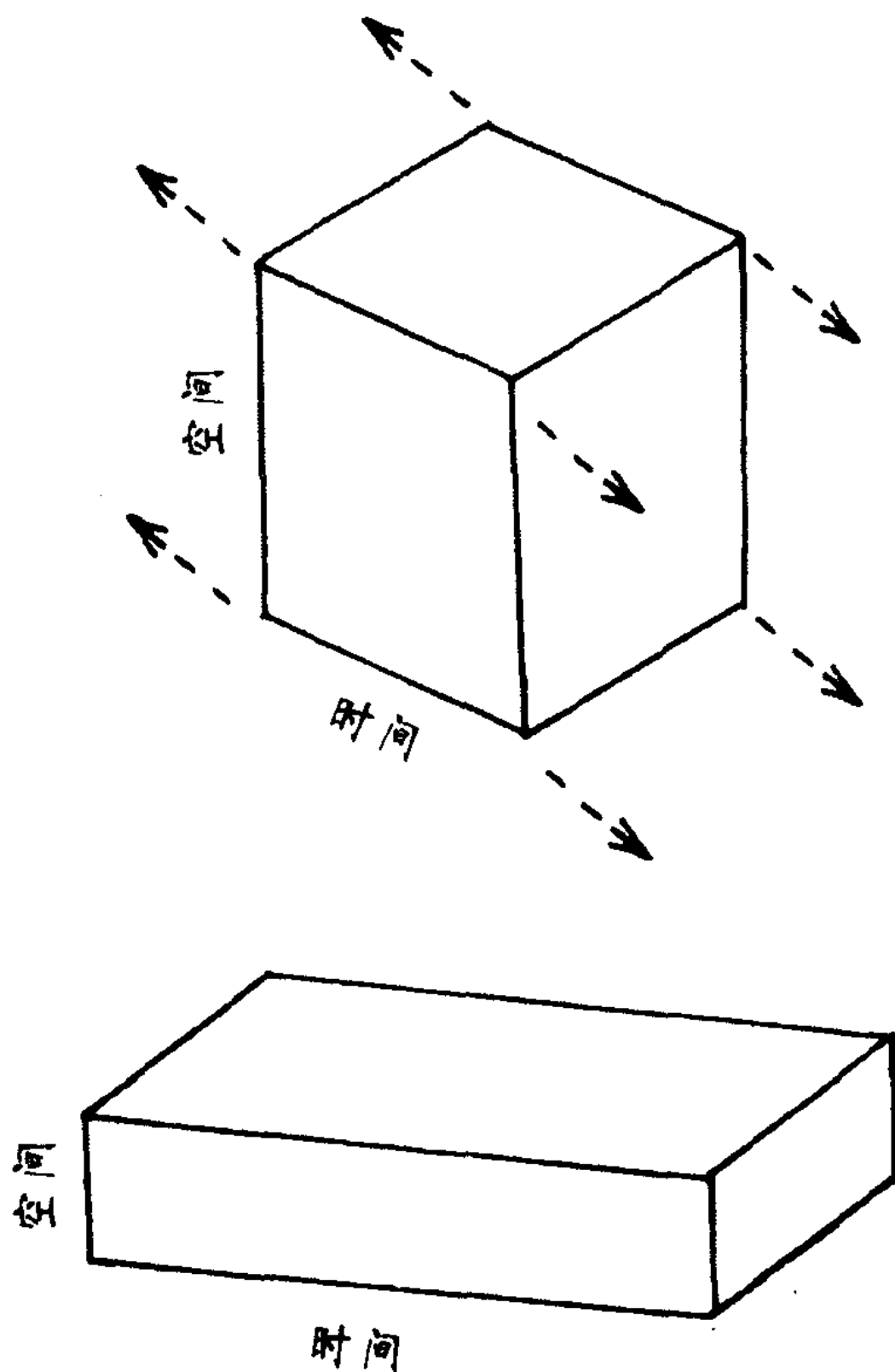
假如你乘上一艘接近光速的宇宙飞船，进行为期1年的星际旅行。当你回到地球的时候，你会发现，虽然你只是老了1岁，地球上却已经过了几十年甚至几百年。

这是一种单程的时间旅行。



对运动的物体来说，空间将收缩，而时间则发生膨胀，这是因为空间和时间在时空中是联系在一起的。

假设有一个方形的橡皮块（如普通的橡皮擦），橡皮的一面代表时间，与它成直角的另一面代表空间。



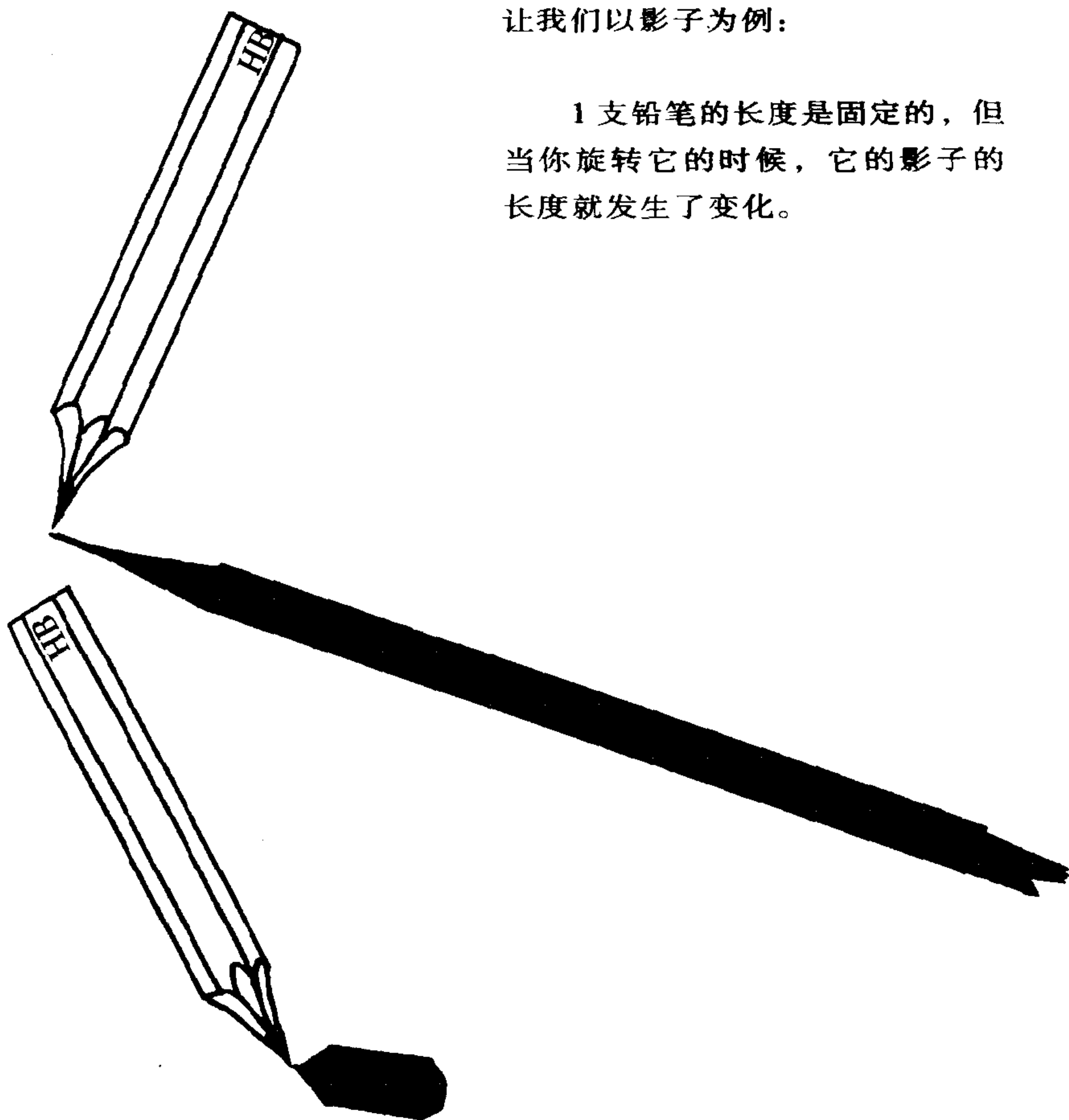
如图所示，如果用力扯橡皮的两端，橡皮就会沿“空间”方向伸长。

但是在橡皮变长的同时，它在“时间”方向上会变得 thinner。

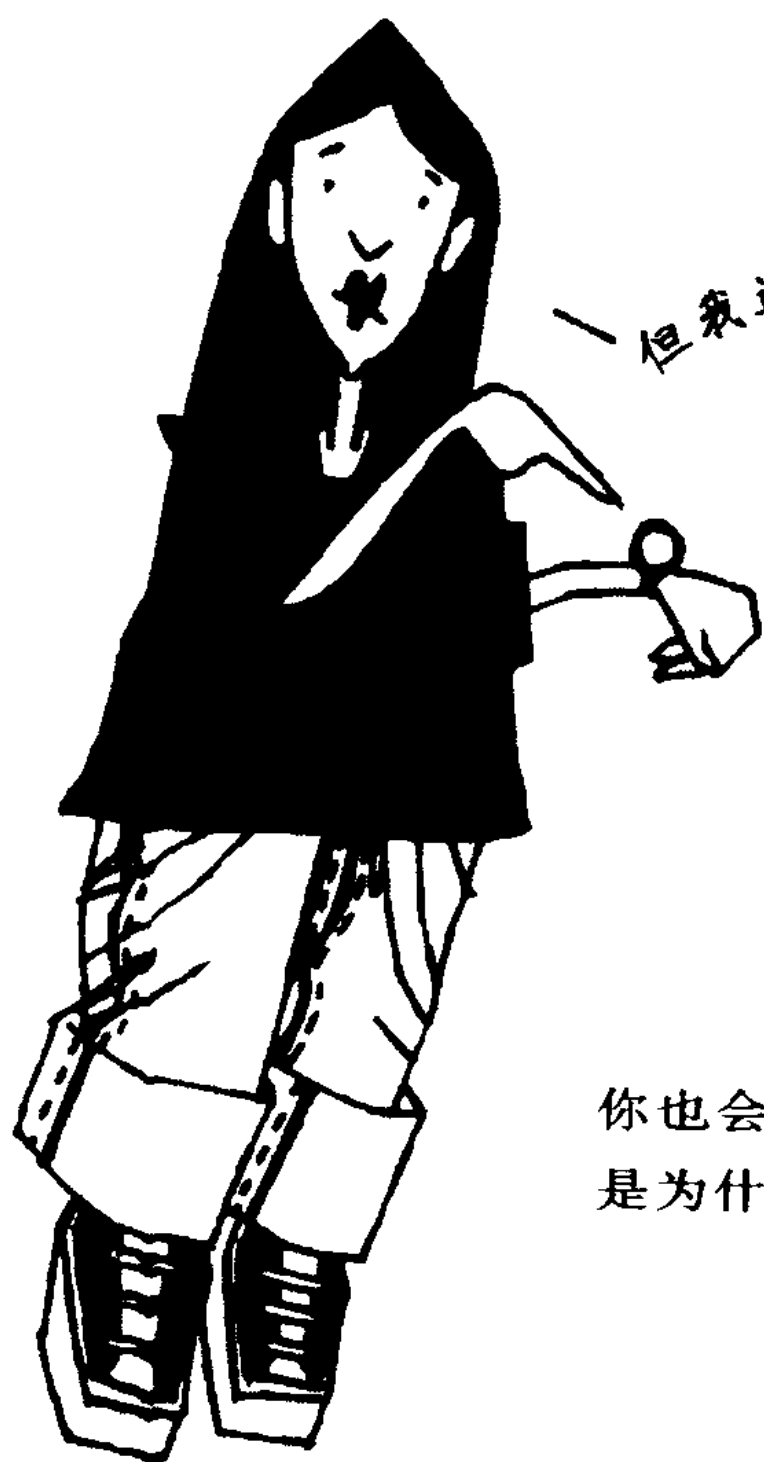
在时空中，时间和空间保持着精确的平衡。无论物体怎样运动，其时间和空间的某种平均值总保持不变。

下面我们换种角度来理解。
让我们以影子为例：

1 支铅笔的长度是固定的，但当你旋转它的时候，它的影子的长度就发生了变化。



每个物体都有自己的四维长度（称为外延）并且保持不变。
当某个物体移动时，改变的只是它在空间和时间里影子的长度。

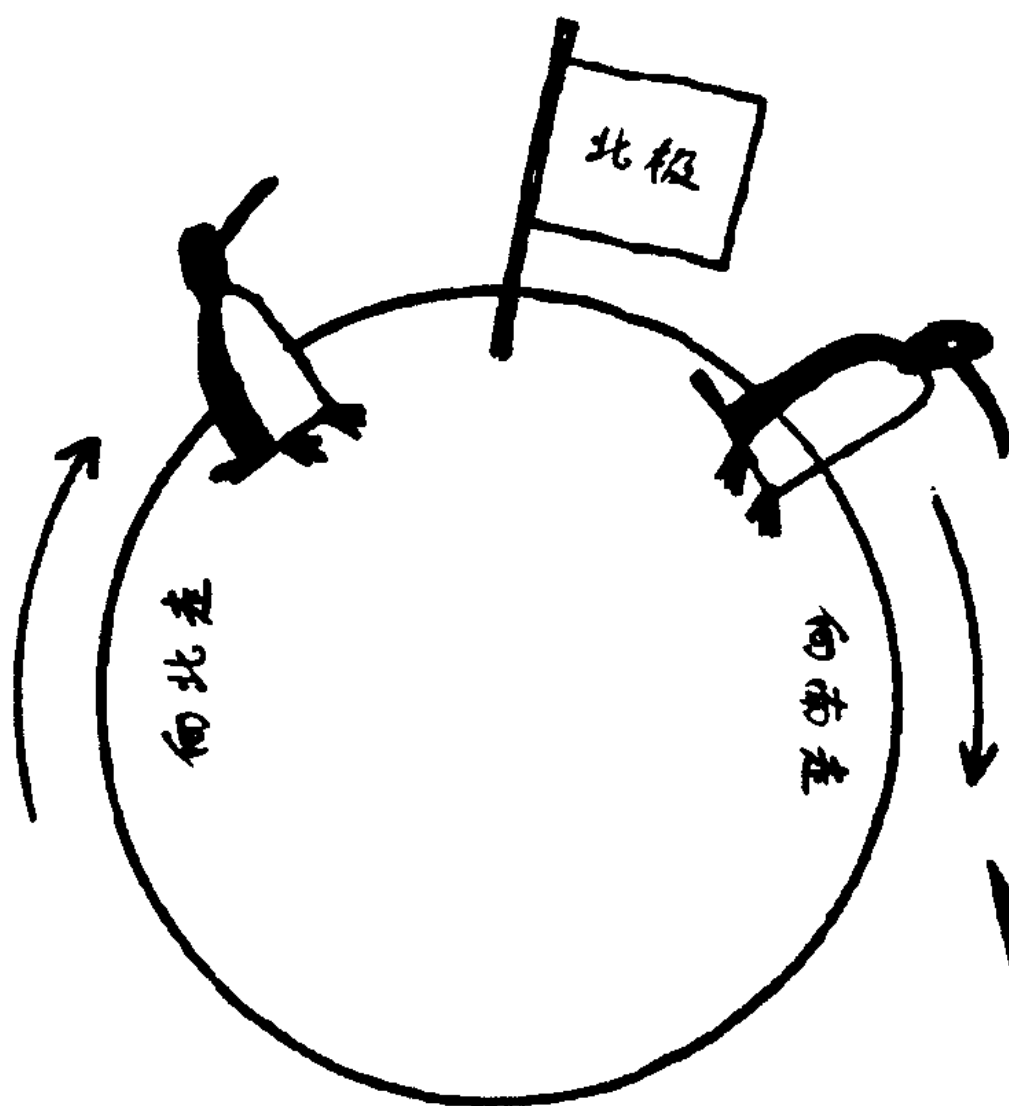


——但我还是不懂为什么大爆炸以前没有时间呢？

我们先试着回答一个简单点的问题：

“为什么我们在北极找不到北呢？”

如果你一直向北走，在穿越北极后，即使没有改变方向，你也会发现自己竟然开始向南走了。这是为什么呢？原来，地球并不是平的。



地球是圆的，像个球一

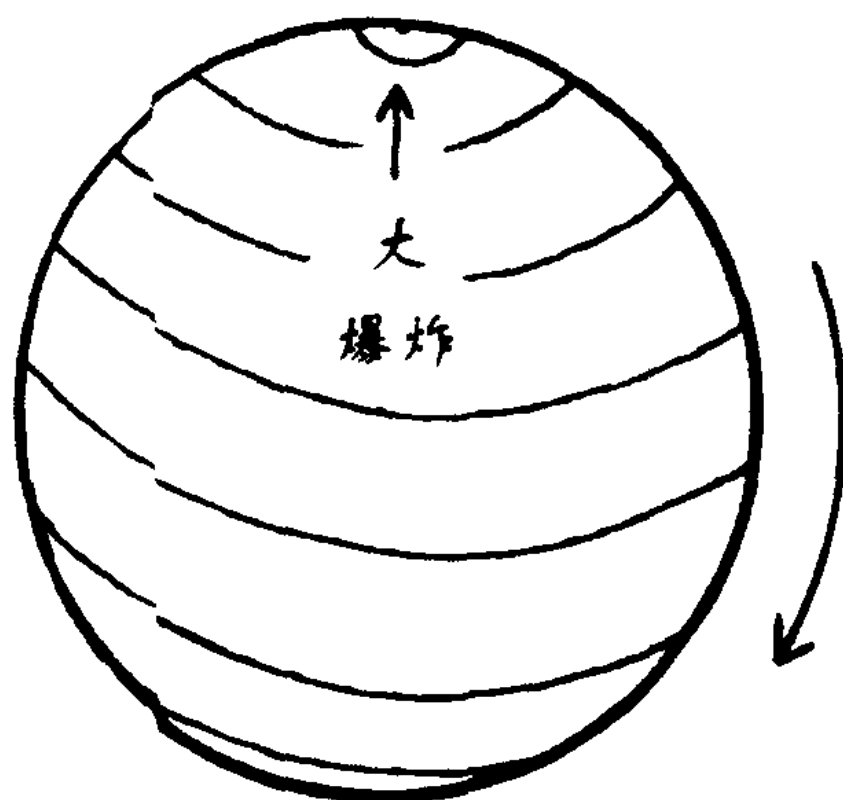
样。

92

真的吗？

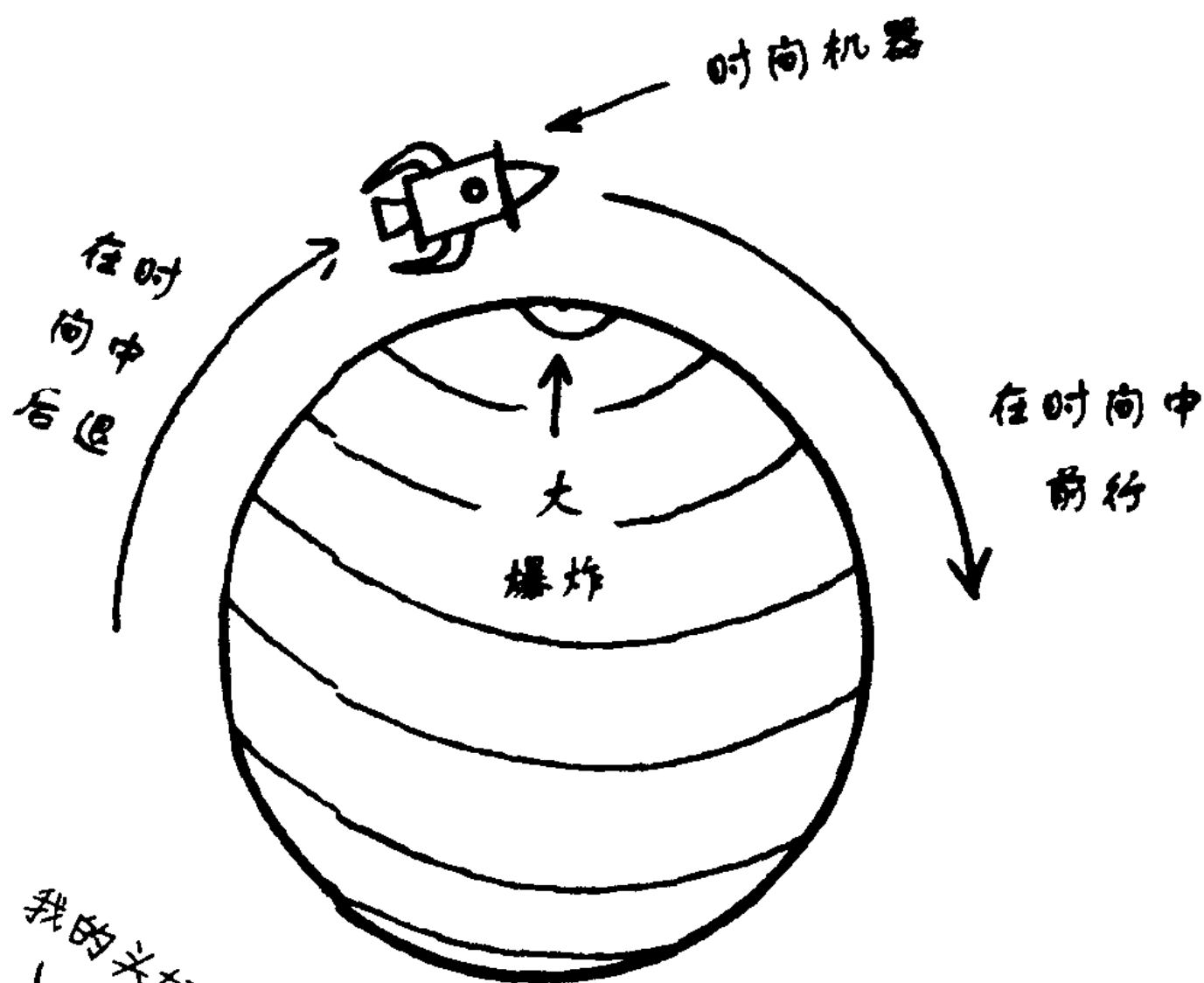


许多天文学家认为时间也是如此。同地球的球形表面一样，时空是弯曲的。



时空随着时间的流逝而变大

假定你在时间里旅行回到了宇宙大爆炸时期，然后继续前进，你将吃惊地发现自己又顺着时间前进了，远离了大爆炸。



这就是为什么在大爆炸之前不存在时间，正如在北极没有一个方向是朝北的。

爱因斯坦的狭义相对论描述了当空间收缩时，时间如何膨胀；同样，它也告诉了我们当时间膨胀时，空间是怎样收缩的。但是当时空发生弯曲时，到底会发生什么呢？如果想弄清楚这个问题，你需要一种更广泛的理论。

你需要的是我的
广义相对论。



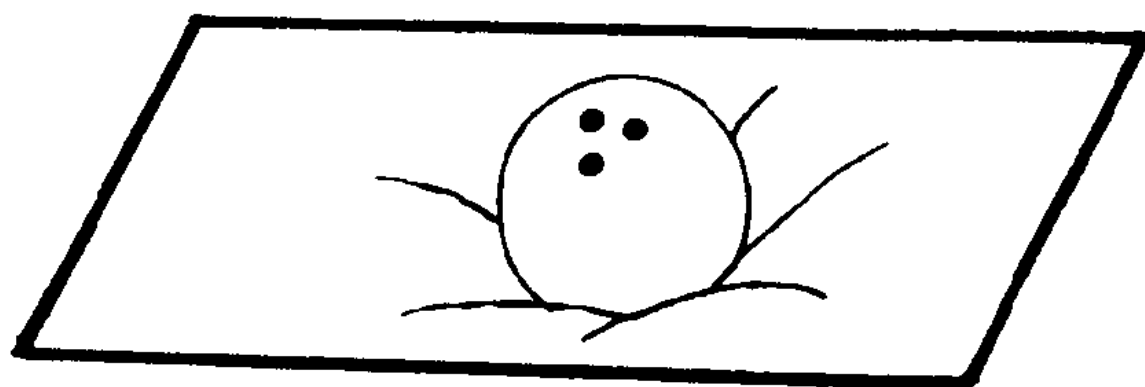
爱因斯坦的广义相对论解释了包括狭义相对论中提到的一切。除此之外，它还解释了重力是如何发生作用的，以及整个宇宙是如何运行的。

假如现在我们有 1 张绷紧的橡胶板，它看上去像 1 张蹦床一样。

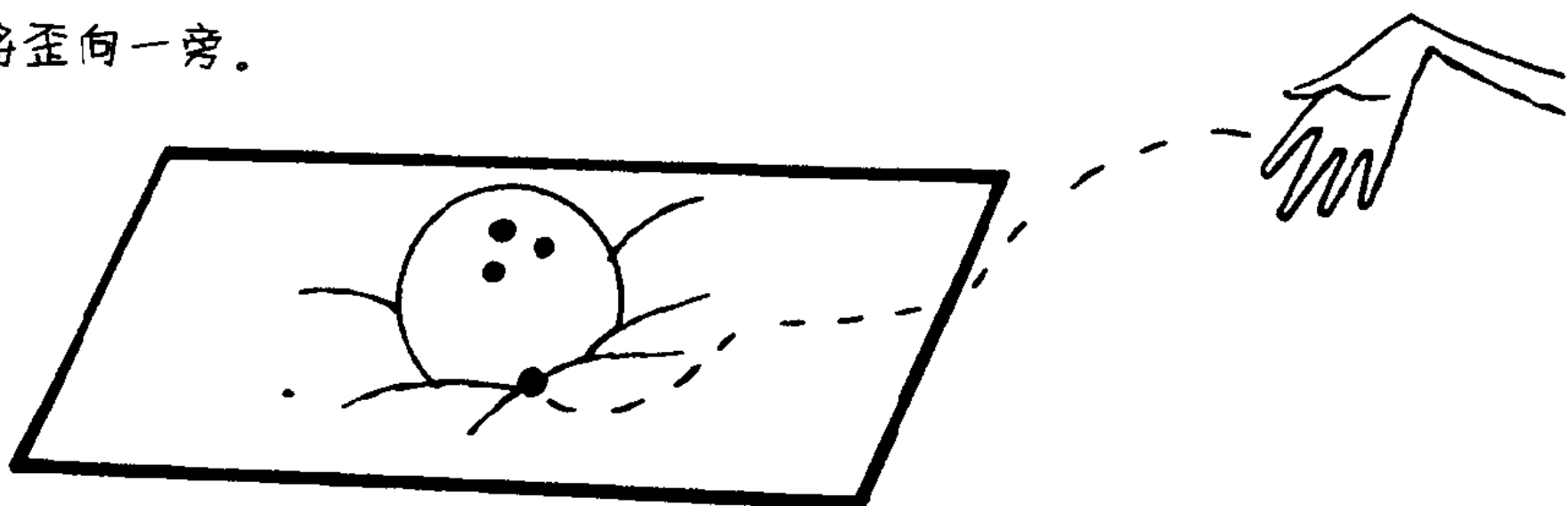
现在我们把 1 个重物，比如 1 个保龄球，放在橡胶板上。我们看到，橡胶板向下凹陷。



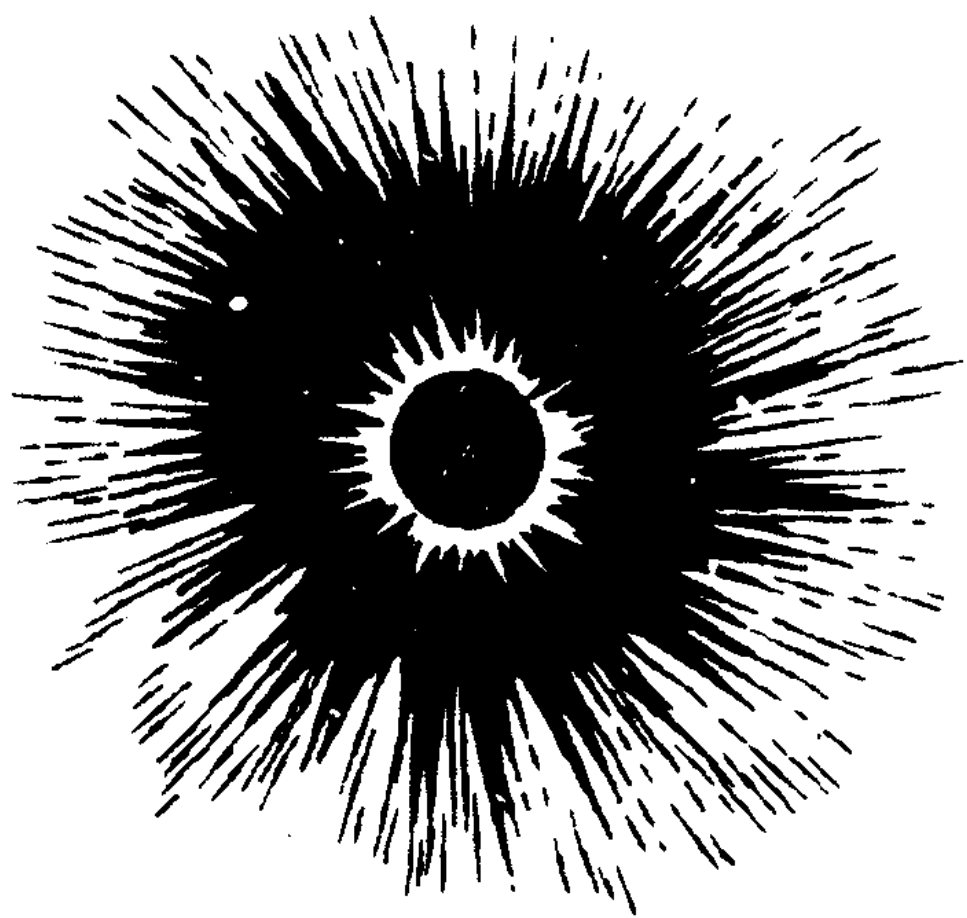
在时空中，类似太阳这样的恒星的重力也产生同样的凹陷。



如果你往放有重物的橡胶板上扔 1 颗石子，让它在橡胶板上滚动，你会看到由于橡胶板中的凹陷，石子的轨迹将歪向一旁。



如果 1 颗行星（或任何物体）从太阳（或任何物体）旁边移过，这颗行星的轨迹将沿着时空的凹陷向一旁弯曲，这就是重力作用的缘故。



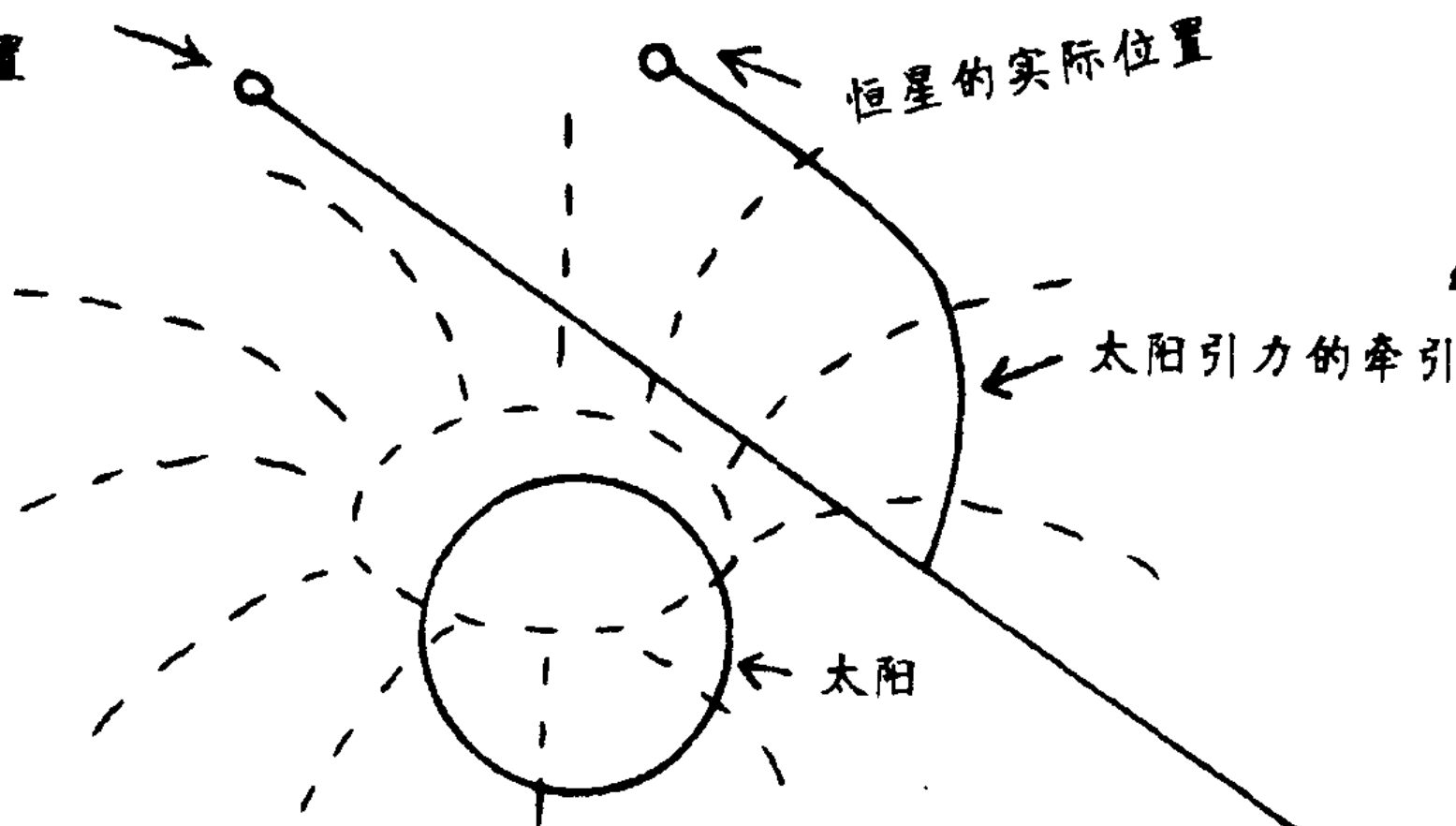
广义相对论并不是疯狂的想法。它已经在许多实验中得到了证实。

其中，最著名的一次是1919年日食时进行的实验。当天空变得漆黑一片时，天文学家们拍摄到了太阳后面的恒星。

与太阳没有挡在那里的同一部分天空的照片相比，这些恒星的位置略微有些偏移。



我们认为恒星应处的位置

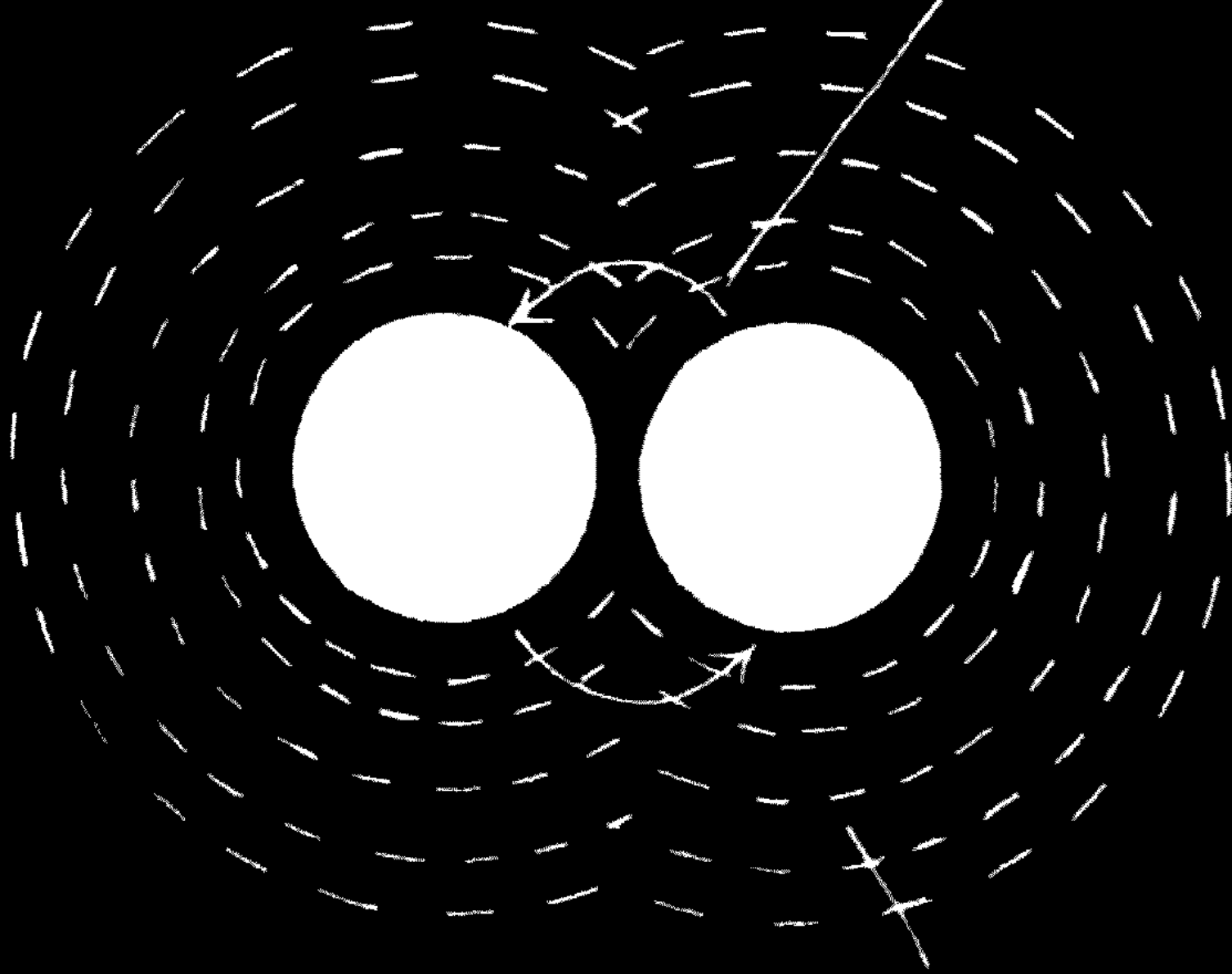


这种偏移的产生，是由于太阳在时空中造成了凹陷，也就是太阳的引力作用。偏移量与根据爱因斯坦理论作出的预测完全一致。

在 20 世纪 80 年代，科学家们进行了验证广义相对论的最精确的实验。

爱因斯坦的理论认为，如果 2 颗质量很大的恒星相距很近，并且互相绕着对方运行，就会在太空中产生波纹，这种波纹就是引力波。

2 颗星不断地交换位置。

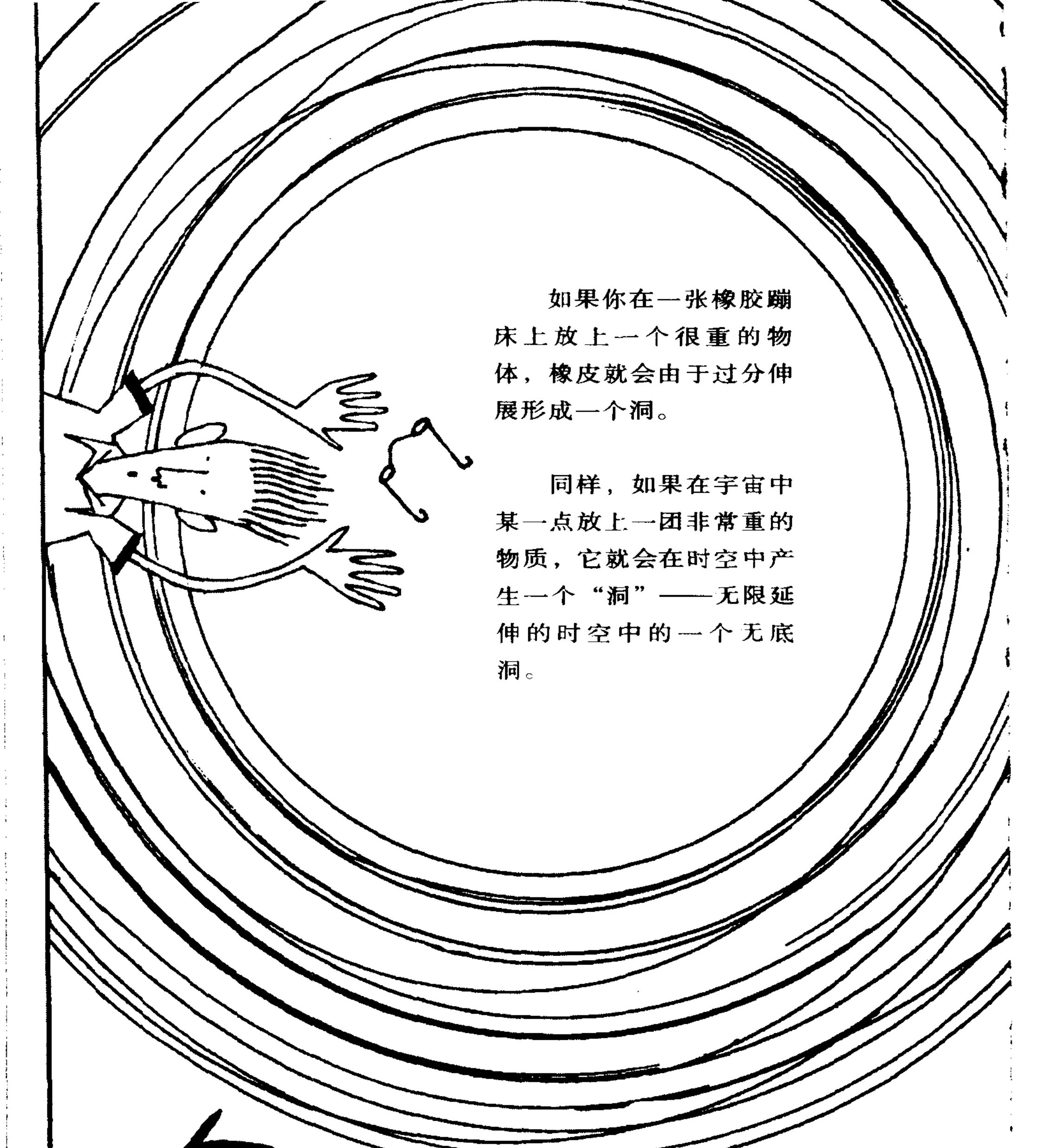


在太空中产生出波纹。

天文学家们最终发现一对这样的恒星，并将它们称为脉冲双星。通过对脉冲双星的仔细测量，科学家们发现它们产生的引力波的频率与爱因斯坦理论的预测完全一致。

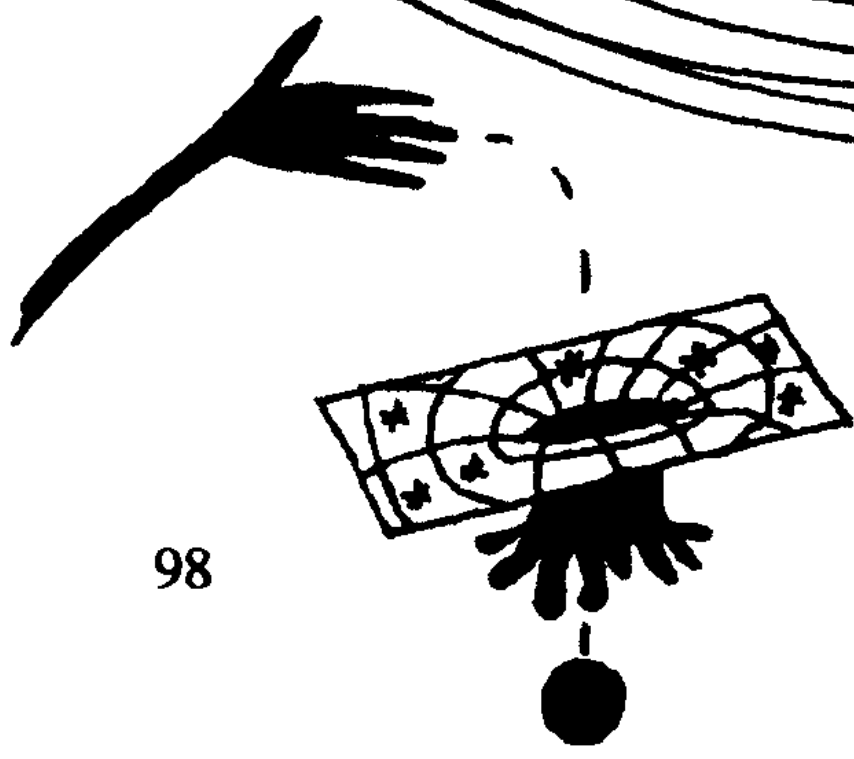
太神奇了！





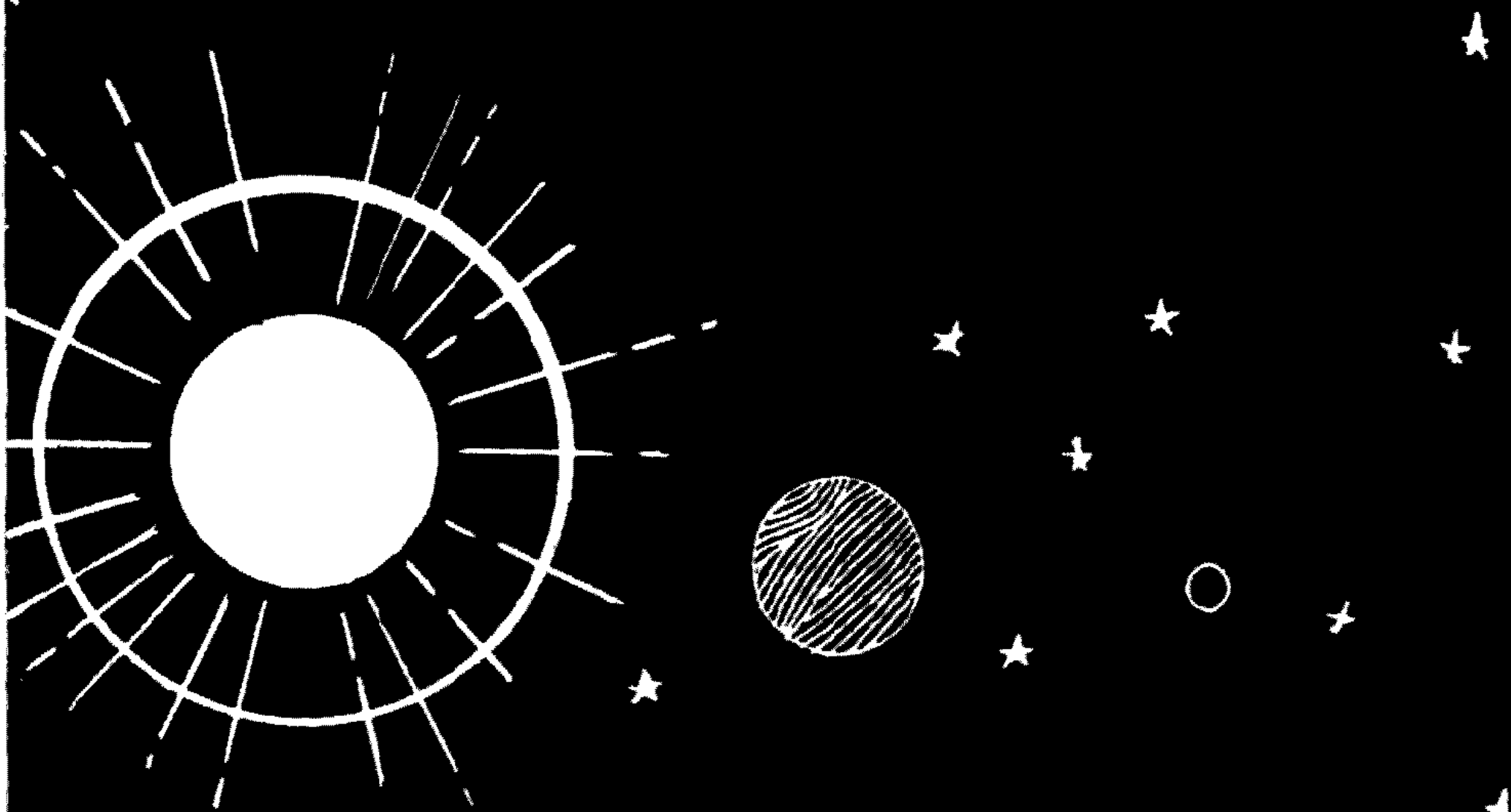
如果你在一张橡胶蹦床上放上一个很重的物体，橡皮就会由于过分伸展形成一个洞。

同样，如果在宇宙中某一点放上一团非常重的物质，它就会在时空中产生一个“洞”——无限延伸的时空中的一个无底洞。



任何东西都可能掉进这个无底洞，但没有任何东西可以从这个洞出来。就连光也无法逃脱。所以人们把它叫做黑洞。

一个黑洞的产生并不需要太多的物质。当一颗恒星耗尽了它所有的核燃料，它就逐渐冷却，收缩成一个小球。如果小球所含的物质相当于3个太阳的质量之和时，它就会在宇宙中产生一个黑洞。

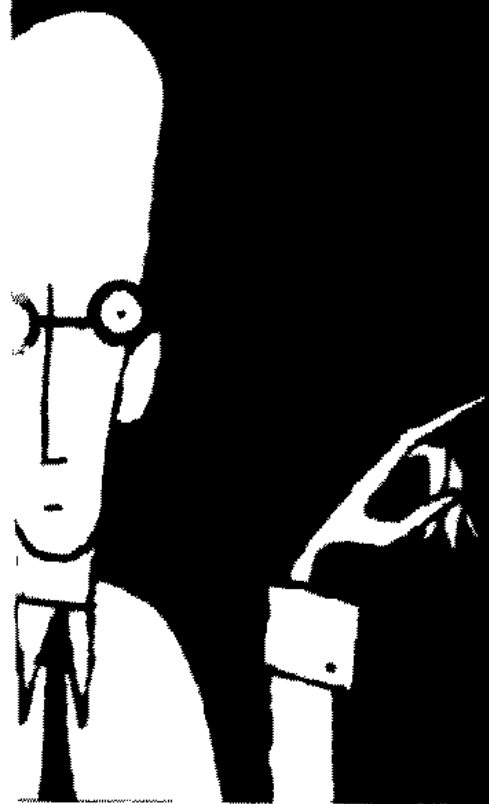


明亮的恒星

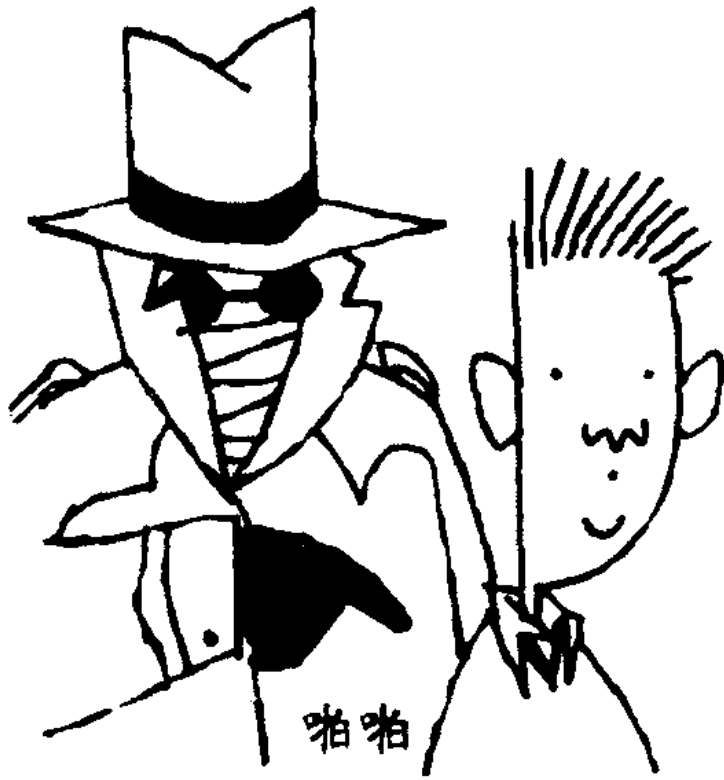
冷却

收缩成小球

在宇宙中，有许多恒星的质量是太阳的10倍以上。即使它们不断向空间逸出一部分物质形成新的恒星，它们中的一部分在死亡时仍会产生黑洞。



黑洞确实存在。

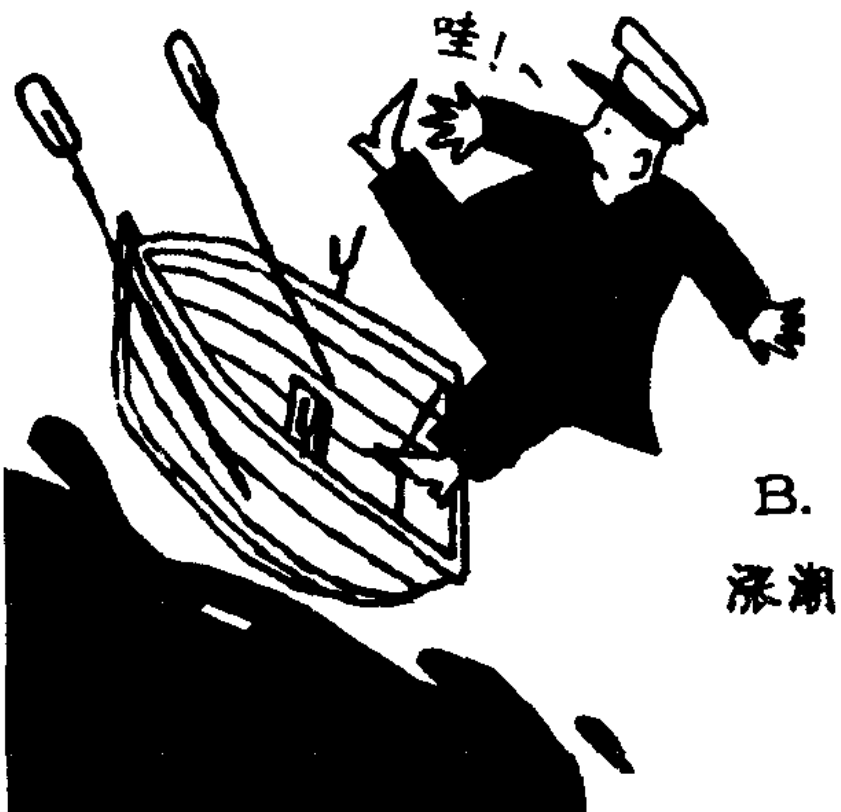
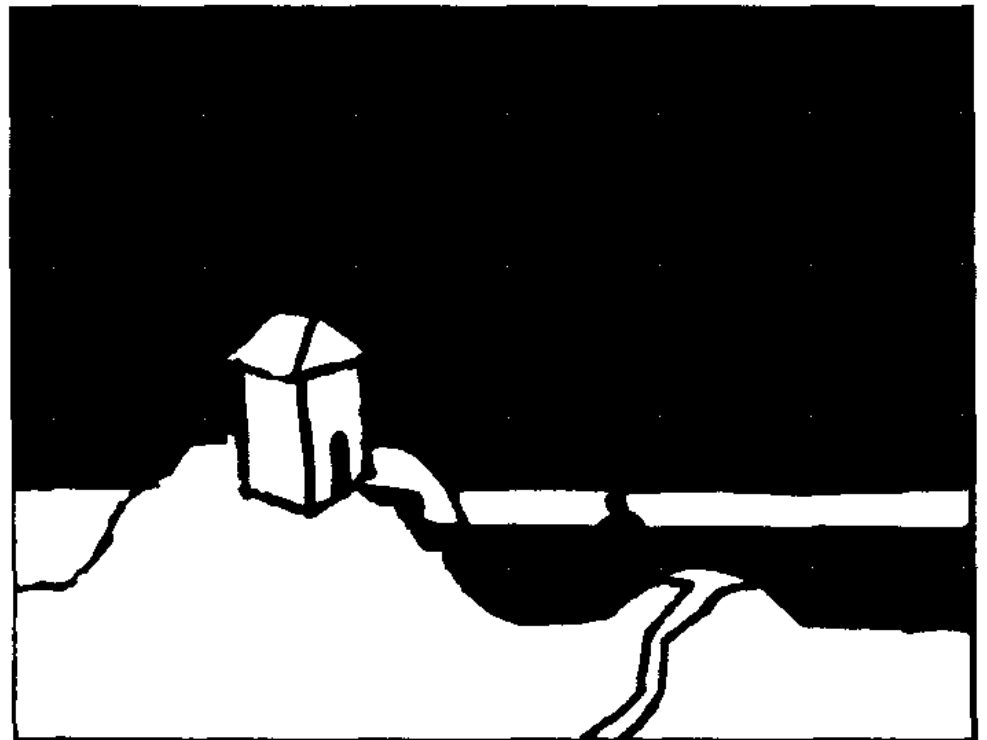


你看不到它们，
怎么证明它们
存在呢？

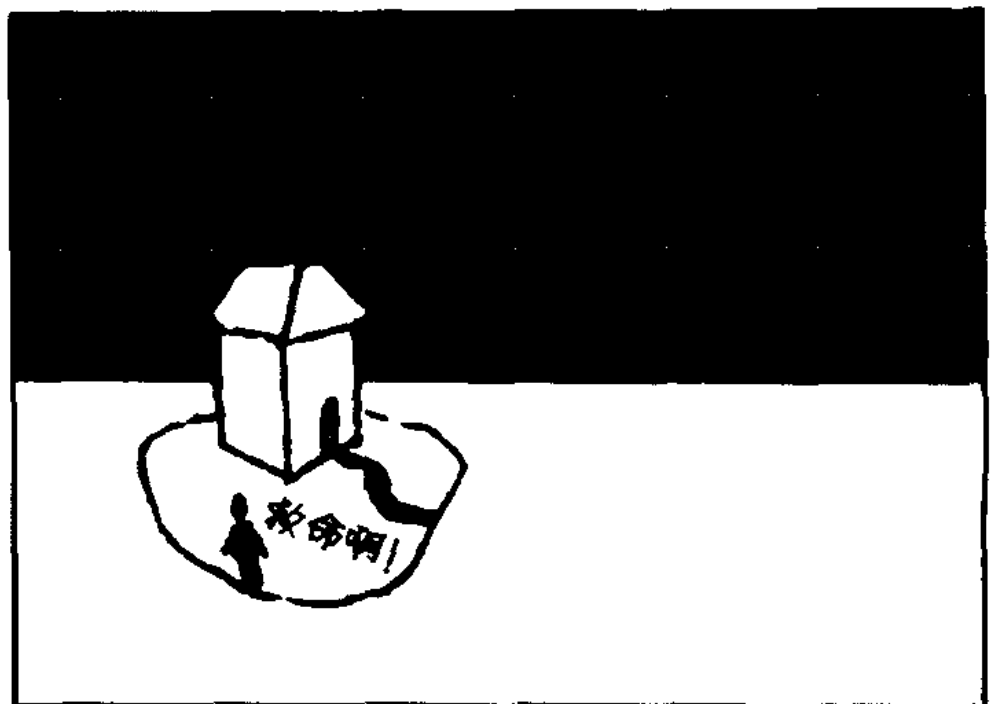
以潮汐为例。在地球上，大海的潮汐是由月亮的运动造成的。当月相变化时，潮汐也随之变化。

假设天空一直被云层覆盖，看不到月亮，但大海的潮起潮落仍然会保持原有的规律。这就证明即使你看不到月亮，它也是存在的。

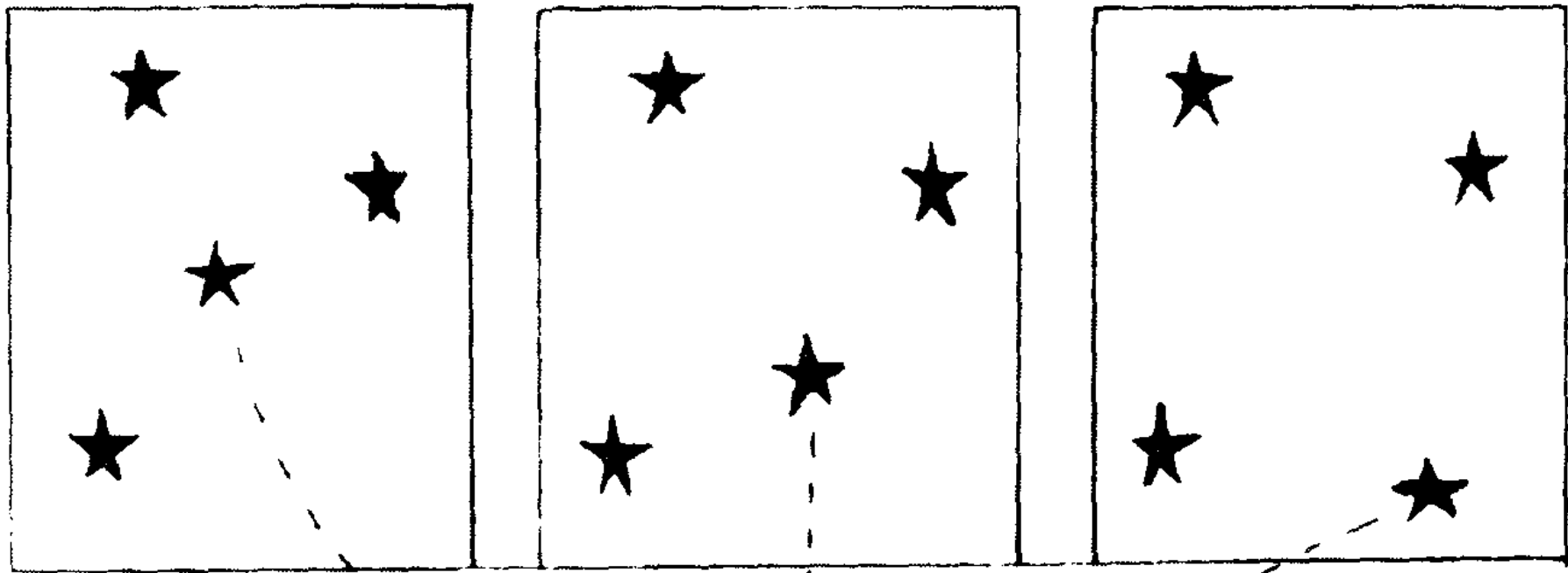
A.
落潮



B.
涨潮

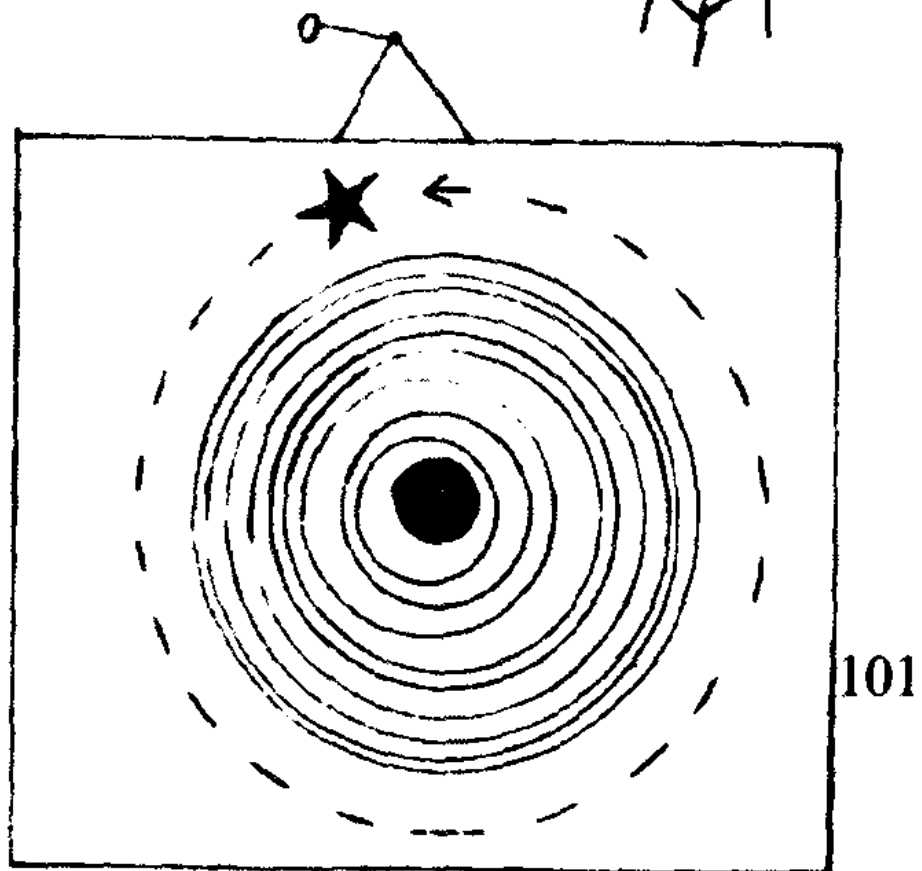
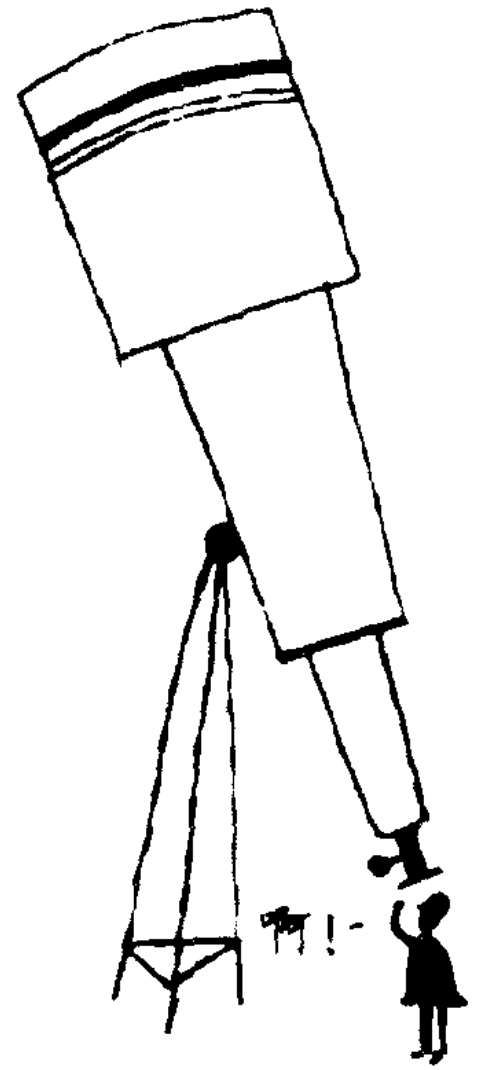


我们通过大型天文望远镜，会看到一些恒星在天空中运行时好像总是游移不定。天文学家经常能看到一颗星的周围总是有另一颗星围绕它运行，将它扯来扯去。



恒星游移

有时我们观察不到伴星，但是通过观测一颗星的游移情况，天文学家们仍然可以计算出伴星的质量。这种看不见的伴星通常与太阳的大小差不多，但它的光非常暗淡，我们几乎观察不到。有时候，看不见的伴星甚至比太阳还要大得多。一颗恒星如果能有那么大的质量，它就会非常明亮，我们就能够看得到。



时间的未来

宇宙会怎样结束？



对不起，
我不知道。



这个问题就连天文学家们也说不准。

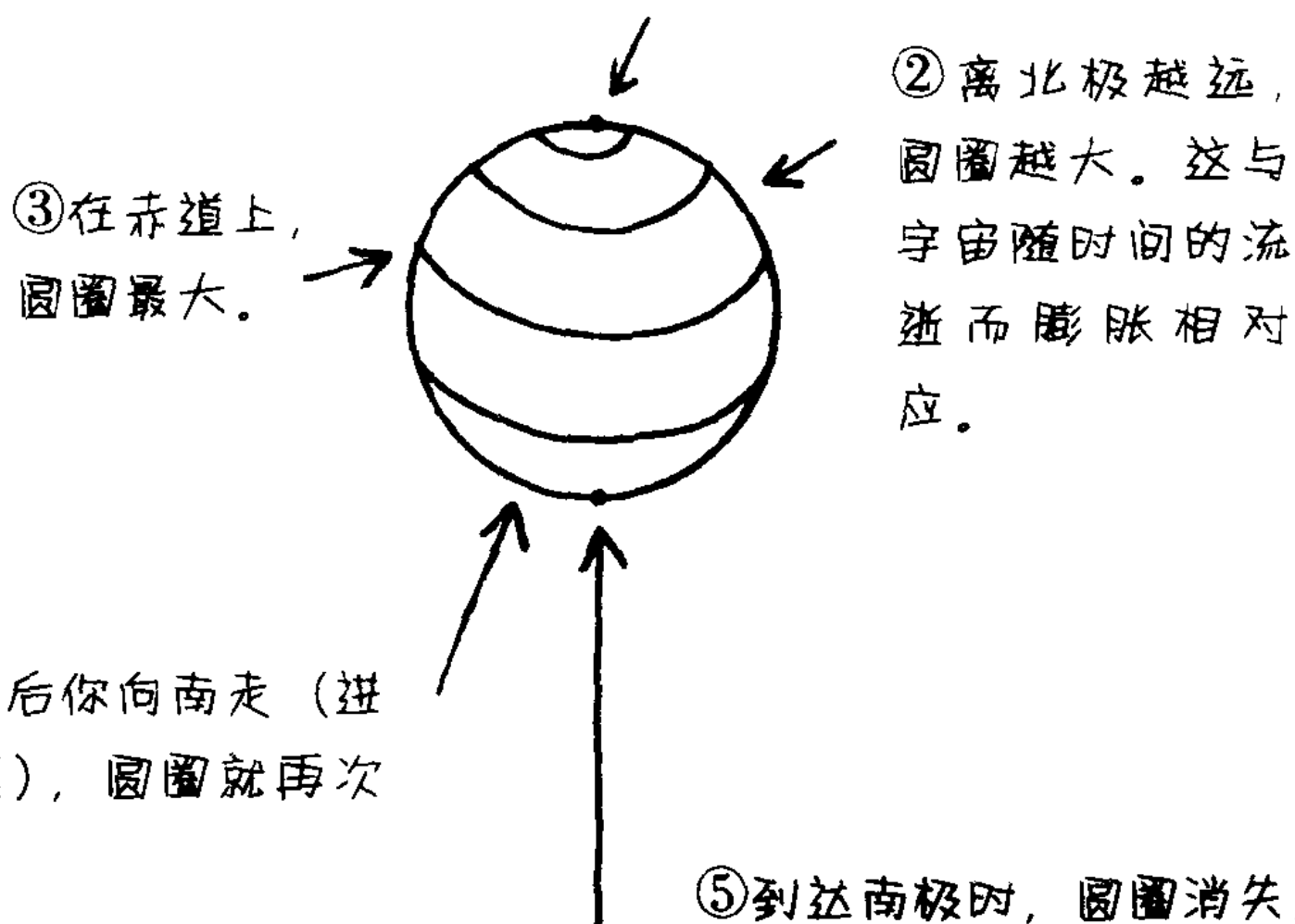
也许它会永远扩张下去。星系之间的距离会越来越远，所有的恒星都会死亡，除了一团黑暗，宇宙中将变得空荡荡的，只剩下恒星和行星的灰烬和黑洞。熵最终取得了胜利。

如果宇宙有足够的物质，它自身的引力将使时空向四周发生弯曲，最终形成一个封闭的宇宙，就像在一个黑洞里面一样。在这种情况下，宇宙将会继续膨胀很长一段时间，但终有一天，膨胀会停止，宇宙开始收缩。

开始掉头。



①沿着北极划一个小圆圈，代表大爆炸刚结束时宇宙的大小。



②离北极越远，圆圈越大。这与宇宙随时间的流逝而膨胀相对应。

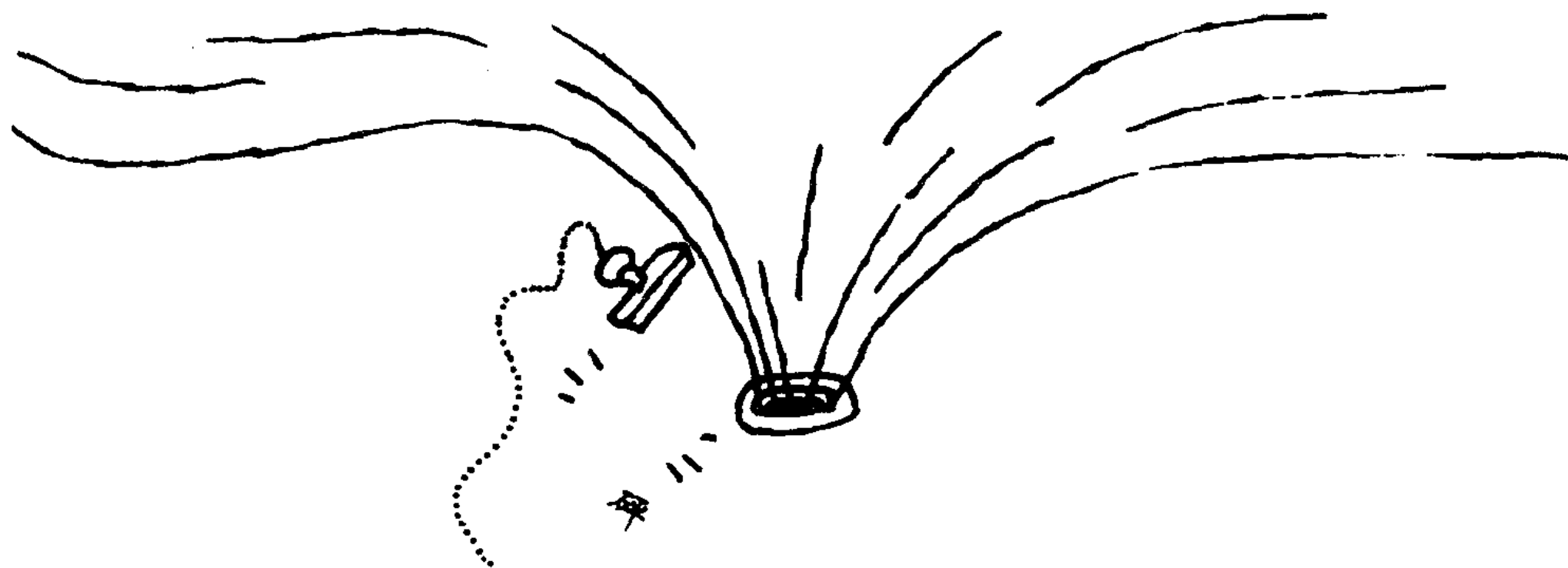
③在赤道上，圆圈最大。

④但随后你向南走（进入未来），圆圈就再次缩小。

⑤到达南极时，圆圈消失。

如果时间也是这样，那么在宇宙的末日之外就不会有时间。空间和时间终有一天会在

宇宙大坍塌！



——宇宙大爆炸的镜像中结束。



胡大宙字

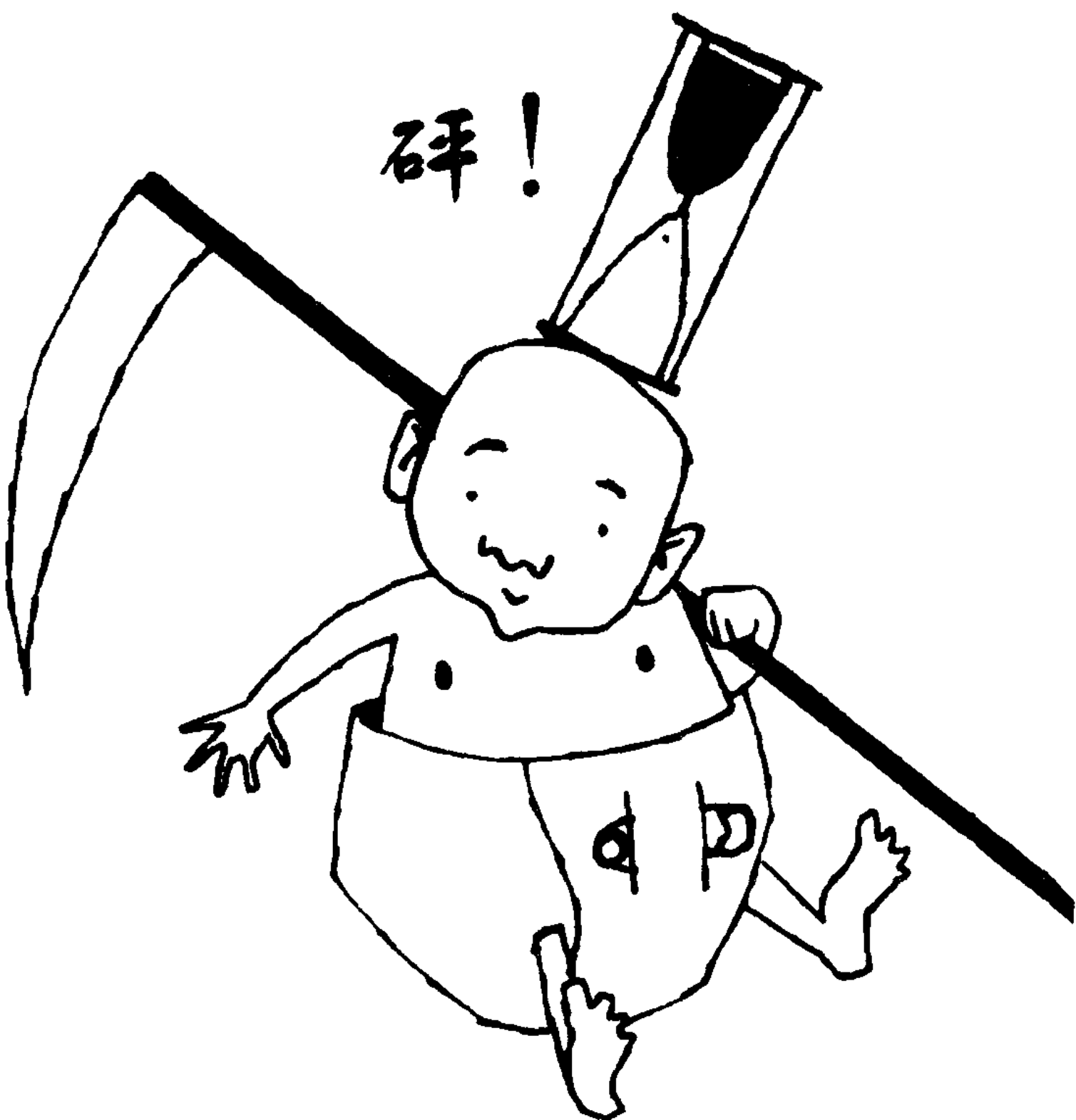
但大坍缩也许并不是时间的终点。

如果你在越过南极后仍试着继续朝南走，你会发现自己竟然开始转头向北行进了。同样，当宇宙在大坍缩中崩溃后，很可能会有新的大爆炸中重生。当然所有的原子钟也都将重新开始计时。

也许宇宙已经有过许多次类似的经历，进行着从大爆炸到大坍缩的无限循环，我们所说的这次大爆炸也许只是最近的一次而已。

宇宙大爆炸

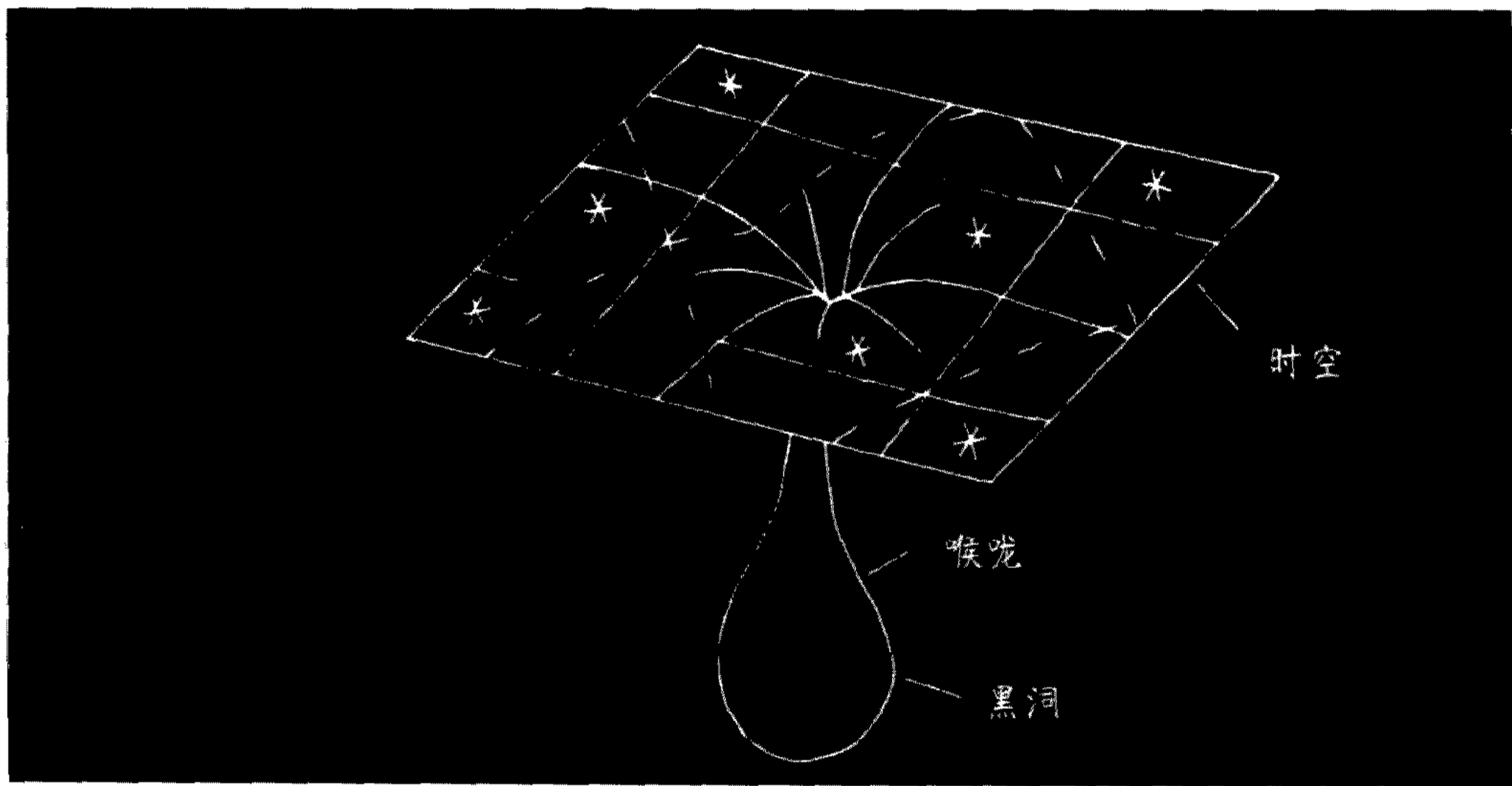
砰！





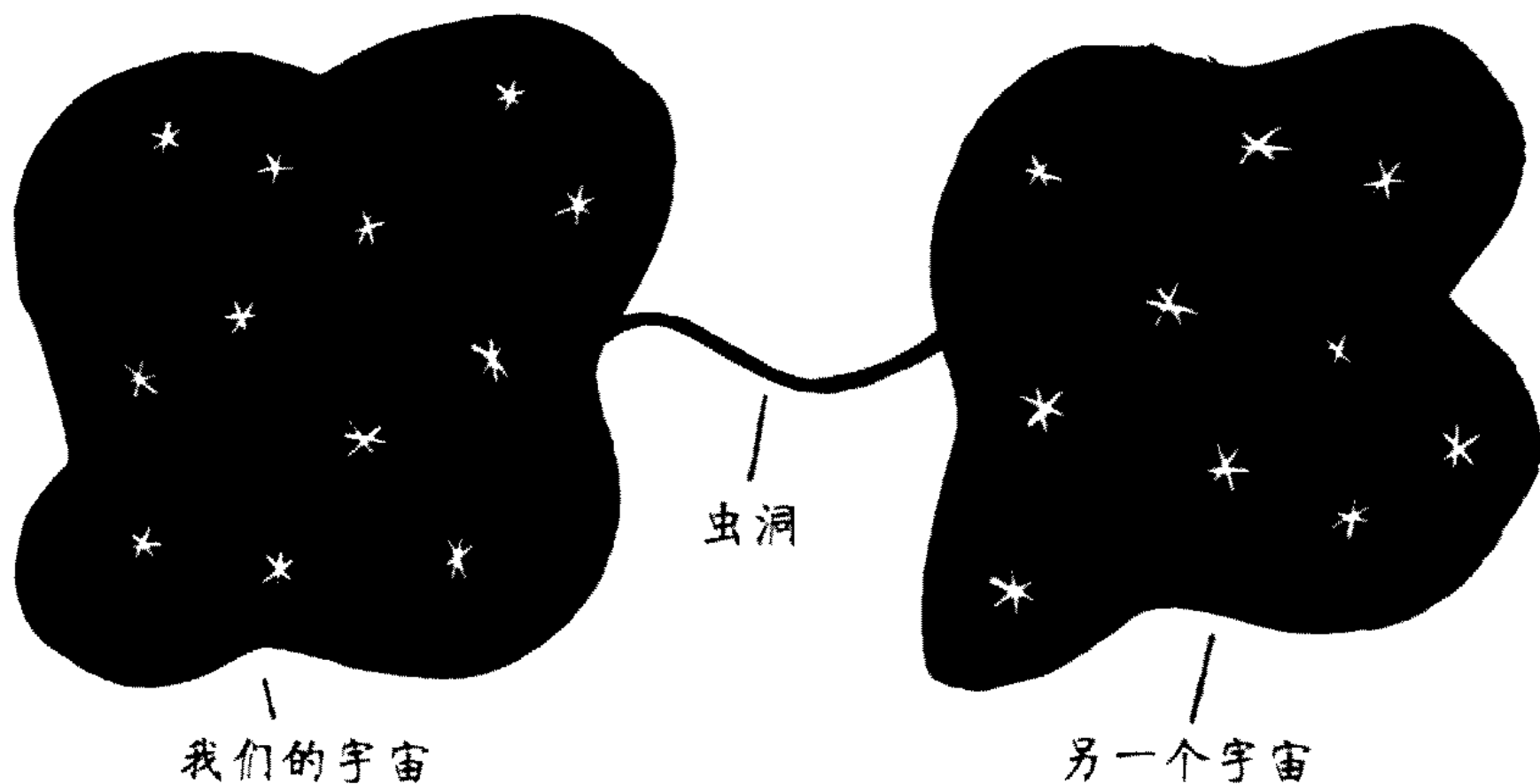
我们的宇宙也许是一个自我封闭的时空泡泡，就像肥皂泡一样。

黑洞也和自我封闭的时空泡泡差不多，它们和我们的宇宙紧紧地连在一起，就像喉咙一样，任何东西一旦接近，就会被它们吞食掉。

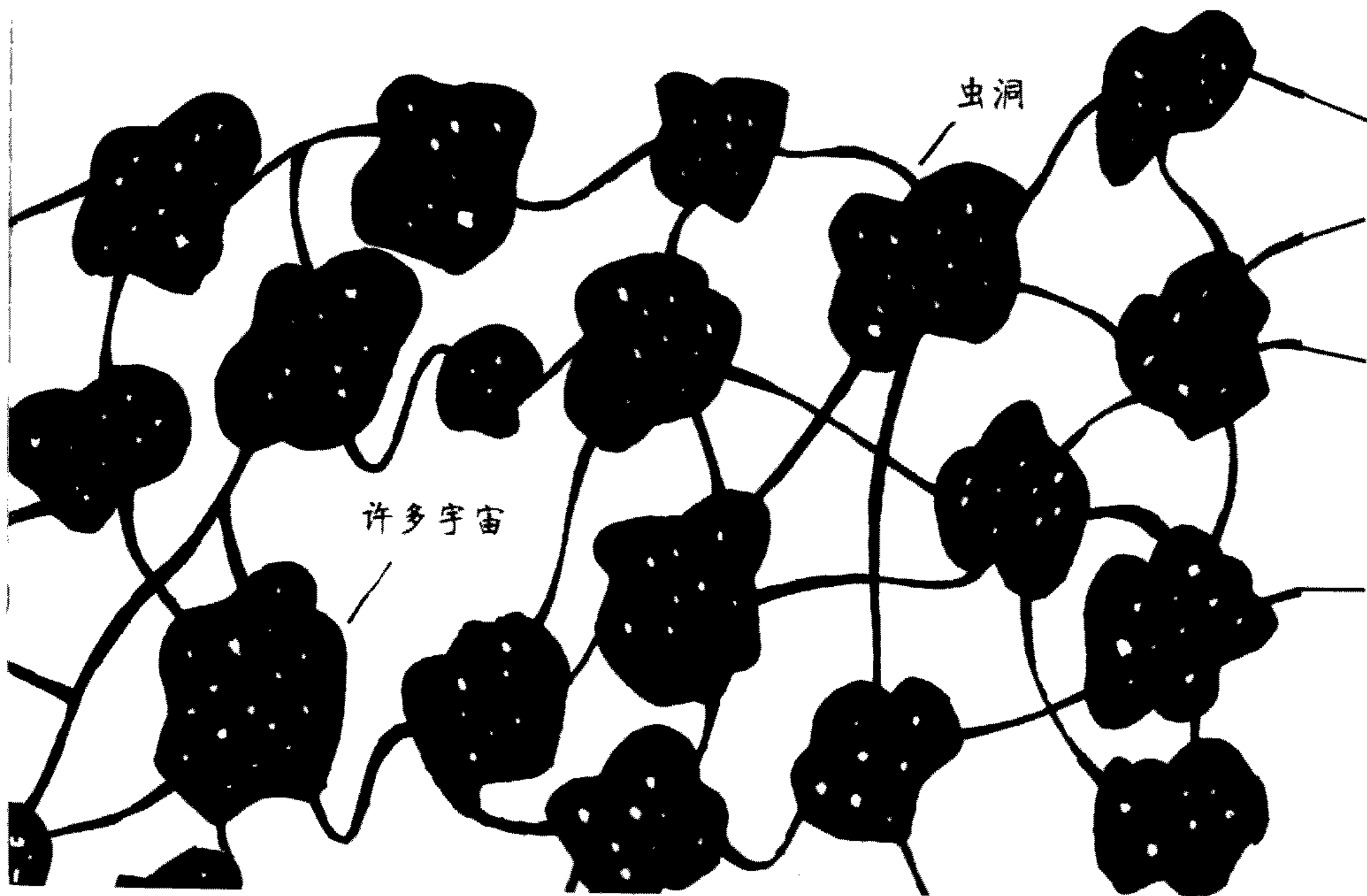


任何掉进黑洞中的东西都会在引力的作用下崩溃，被挤压进黑洞中心的一个点（这个点在数学意义上根本没有体积）。根据广义相对论，落入黑洞的物质会直接穿过黑洞，到达一个全新的宇宙起点，也就是开始一场新的大爆炸。

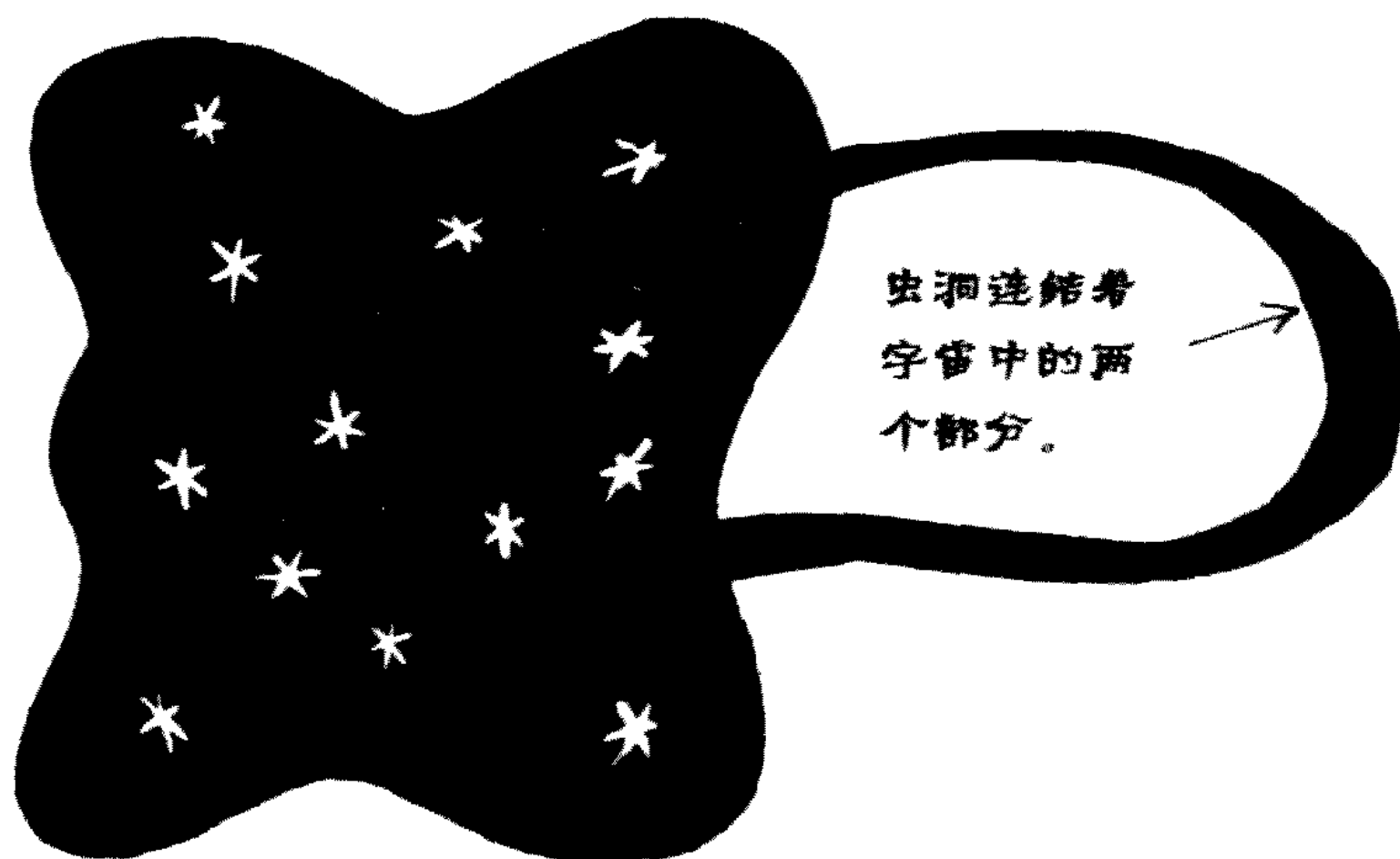
不过，这并不是说吸进黑洞中的东西会反弹回我们所处的宇宙，它将到达另一个宇宙——另一个时空泡泡。两个宇宙之间由一条小小的隧道相连，科学家们把这个隧道称做**虫洞**。



如果每形成一个黑洞就会出现上述情况，那么可能存在着许多时空泡泡，就像杯子里的啤酒泡沫或水里的蛙卵似的。我们所在的宇宙可能只是其中的一个泡泡而已，它甚至可能是由另一个宇宙中的一个黑洞产生的。



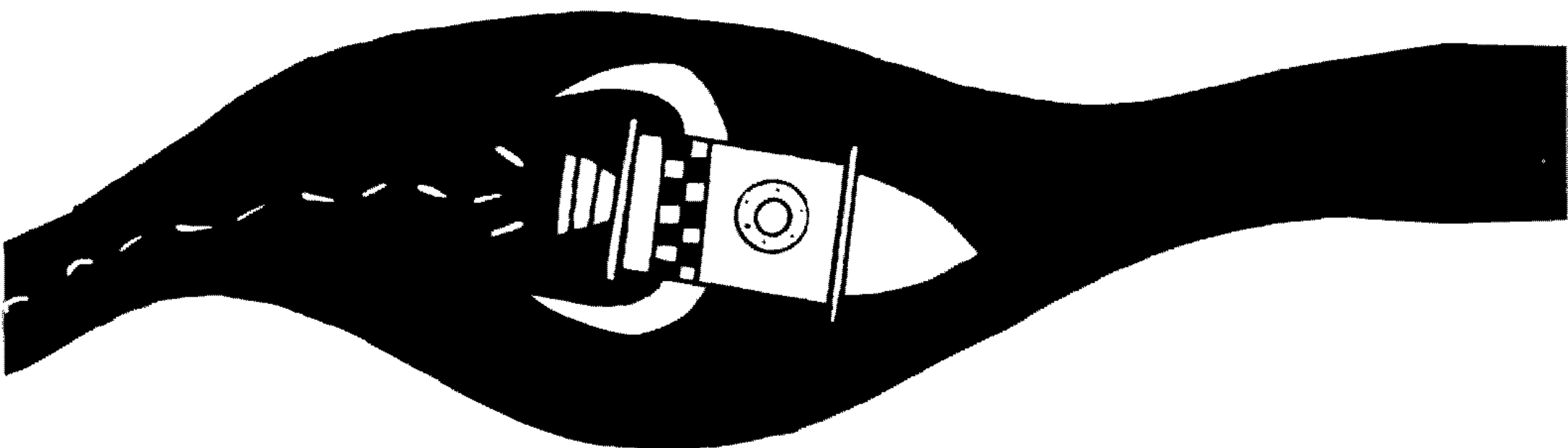
黑洞的另一头通向哪里呢？有些科学家认为黑洞是通向其他宇宙的隧道大门。



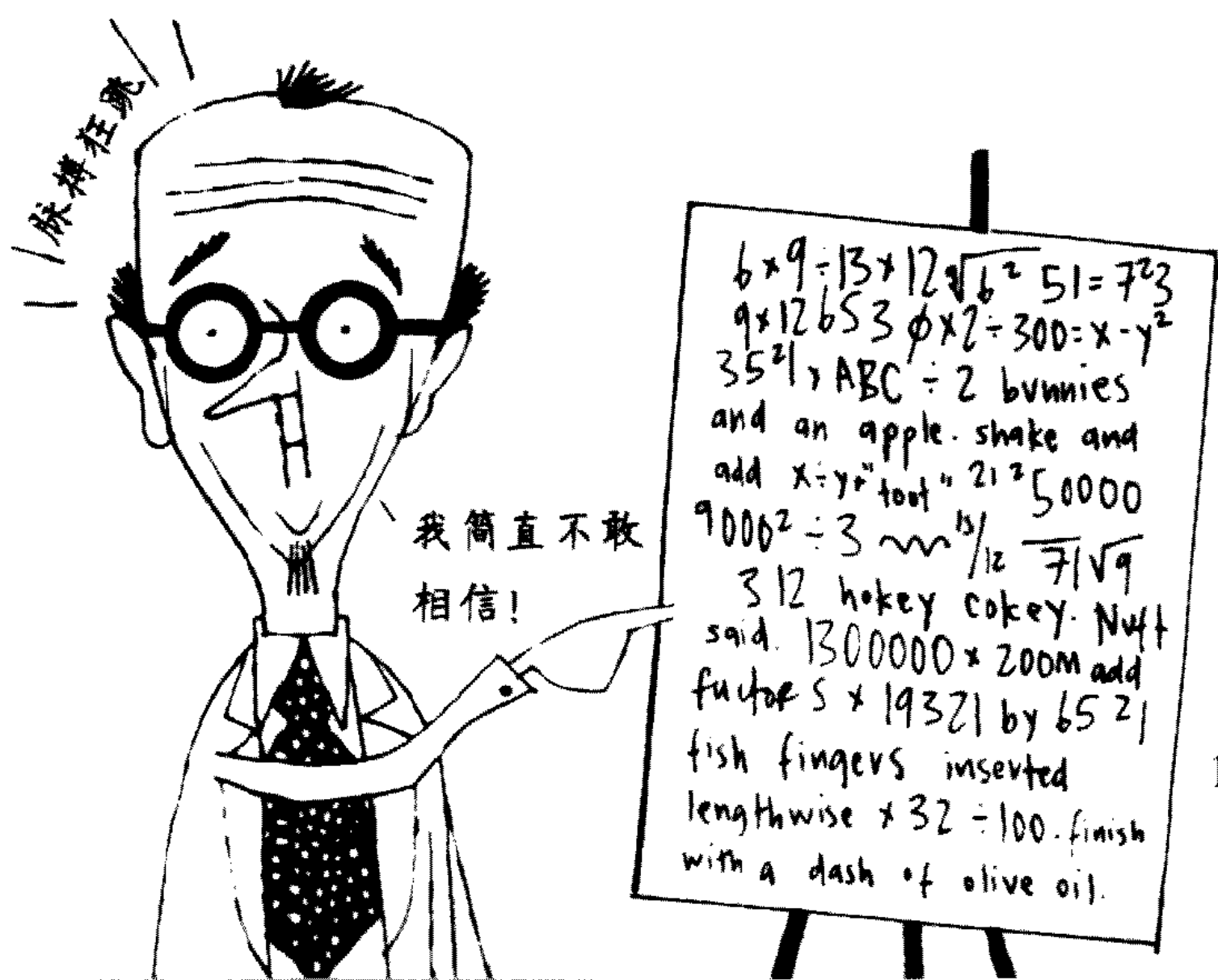
但是为什么这个隧道不能出现在我们宇宙的其他地方呢？如果真存在这样的虫洞，当你从它的一端跳进，再从另一端出来后，你很可能已经走过了很远的路程，甚至靠近了一颗原本很遥远的恒星。



穿越虫洞几乎不花一点儿时间，它就像宇宙中的捷径，简直就是宇宙地铁。



科学家们过去一直认为这是不可能的，但是科幻小说家却喜欢这个想法。20世纪80年代，科学家们下决心要一劳永逸地解决这个疑团。他们运用爱因斯坦的广义相对论，推导出了关于虫洞的所有方程式。然而他们却尴尬地发现，这些方程式居然证明了虫洞是存在的。穿越空间的隧道得到了物理定律的支持。



物理定律证明了黑洞确实可能是宇宙地铁的入口。空间只是时空的一部分。

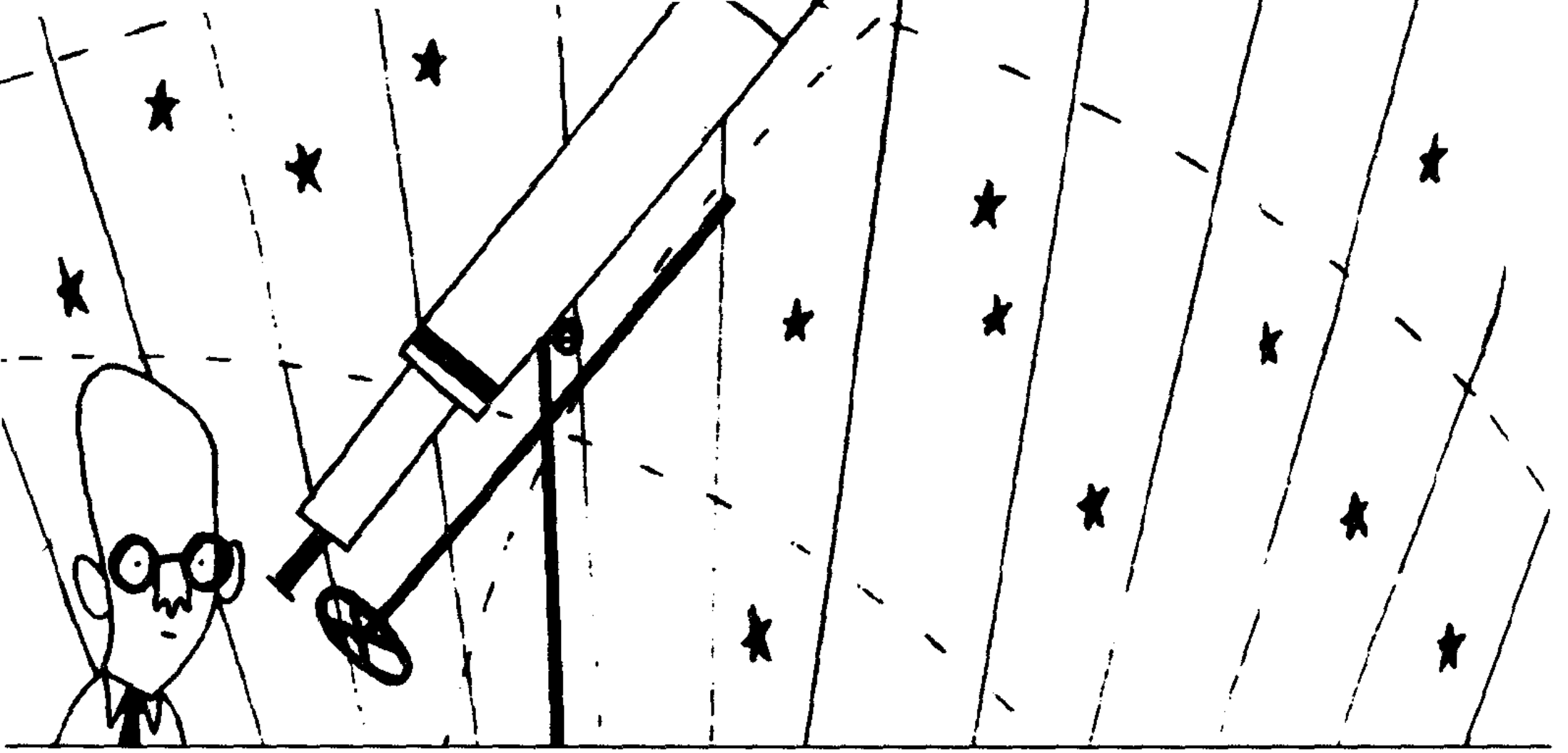
事实上，一个穿越空间的洞的确也是一个穿越时空的洞。这就意味着在虫洞的另一端出口，不仅空间不同，时间也不一样。



没有一条物理定律证明这是不可能的。这个发现太惊人了，以至于推导出虫洞方程式的科学家们最初根本不明白这到底意味着什么。

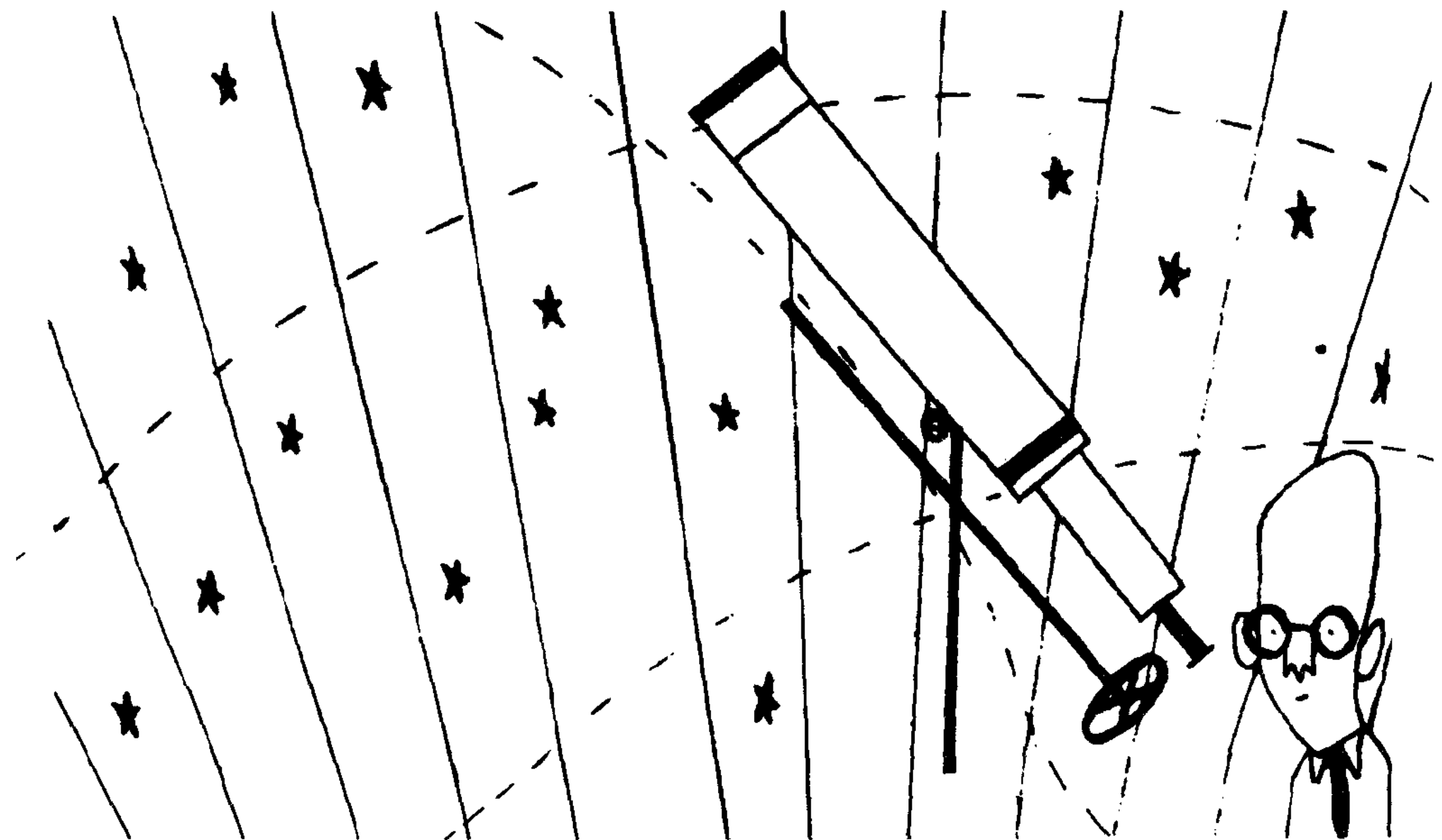
这个发现意味着，没有任何物理定律说明时间旅行是不可能的。如果你跳进一个虫洞的一端，你会发现，你不仅可以在任何宇宙位置，而且可以在任何宇宙时间，从虫洞的另一端出来。



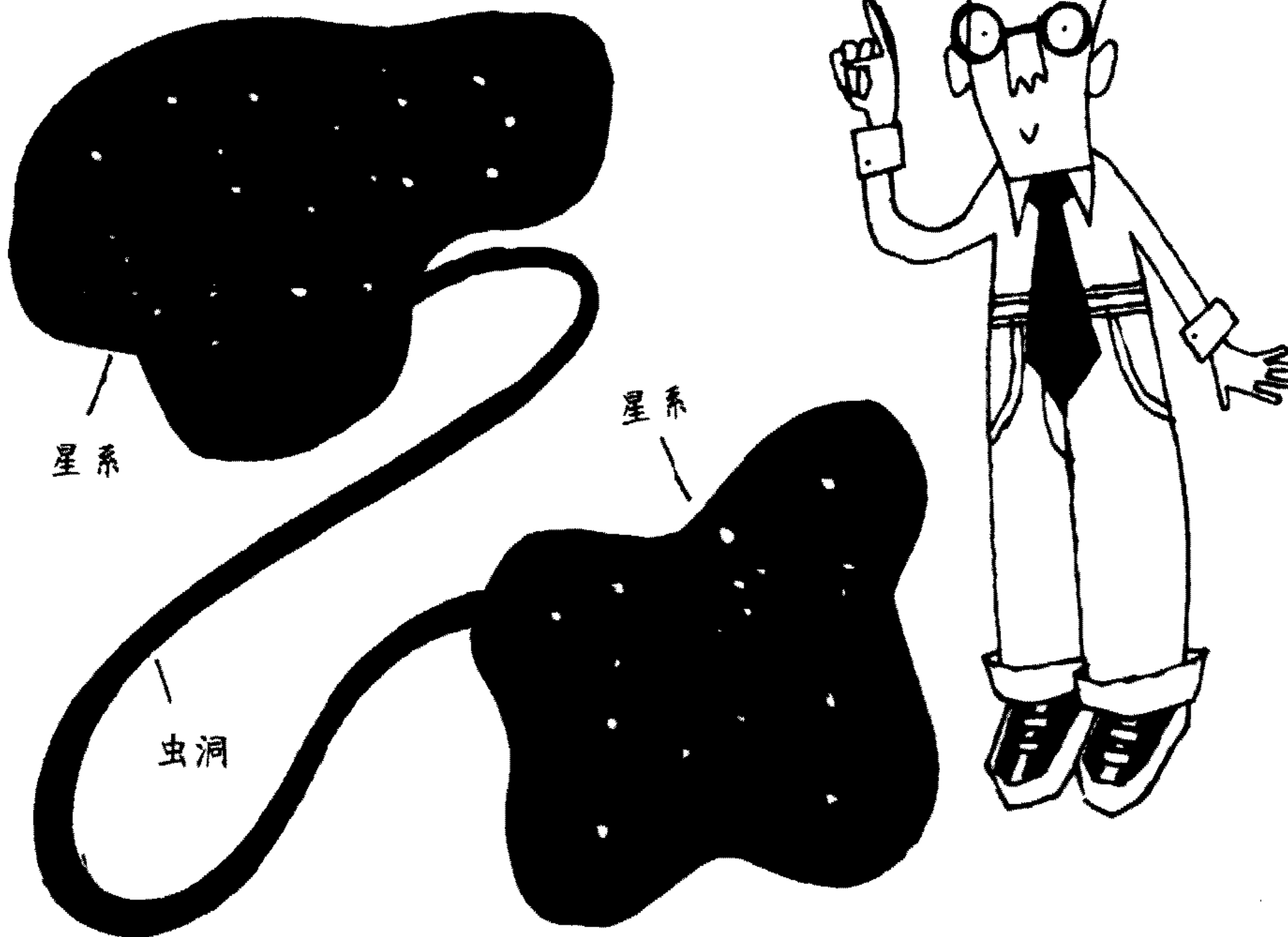


我们为发现虫洞而兴奋还另有一个原因。如果你朝某个方向用大型天文望远镜观察太空，就能看到几十亿光年以外的星系。

而倘若你从相反的方向看，就会看到在几十亿光年之外的其他星系。对这些星系射出光线的研究表明，物理定律在宇宙相对两侧中的作用完全一样。



宇宙中相对的星系如何知道该怎样保持一致呢？



也许宇宙中遍布着纵横交错的细小虫洞，这些虫洞非常小，就连一个原子也无法穿过，就好像一种宇宙通心粉似的。有关物理定律的消息可能会穿过所有的虫洞，传播到宇宙各地，所以所有星系里的恒星会在任何时间、任何地点按相同的物理定律运行。




制造时间机器的方法之一。



制造时间机器的一种方法是使用虫洞。

但是你需要用一个非常大的虫洞，足够在里面开宇宙飞船才行，它必须由许多质量是太阳几百倍的黑洞构成。





实际上，我们没有什么机会用这种方法来制造虫洞。除了需要一艘宇宙飞船之外，你还得把所有的恒星移到旁边。就算你能做到这些，你还得找到一个人然的黑洞，并且把它拖到你的指定地点。接着，你得乘坐宇宙飞船，穿越虫洞来到它的另一端，然后把那一端拉到你家里。

如果你以接近光速的速度将虫洞的一端拉入空间又拉回，那么该端口的时间就会走得更慢一些。虫洞的一端是过去，另一端则是将来，是相互关联的。

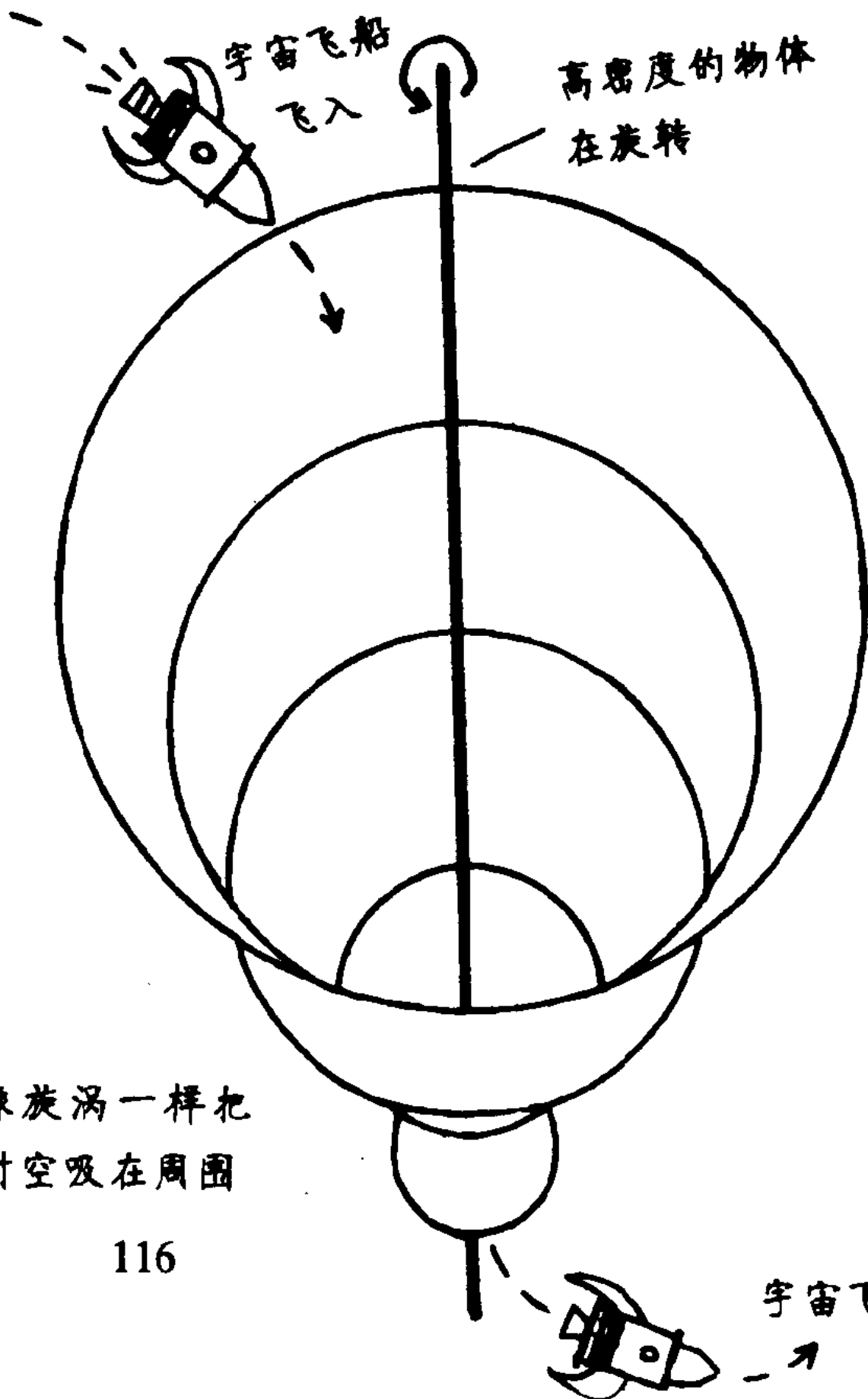
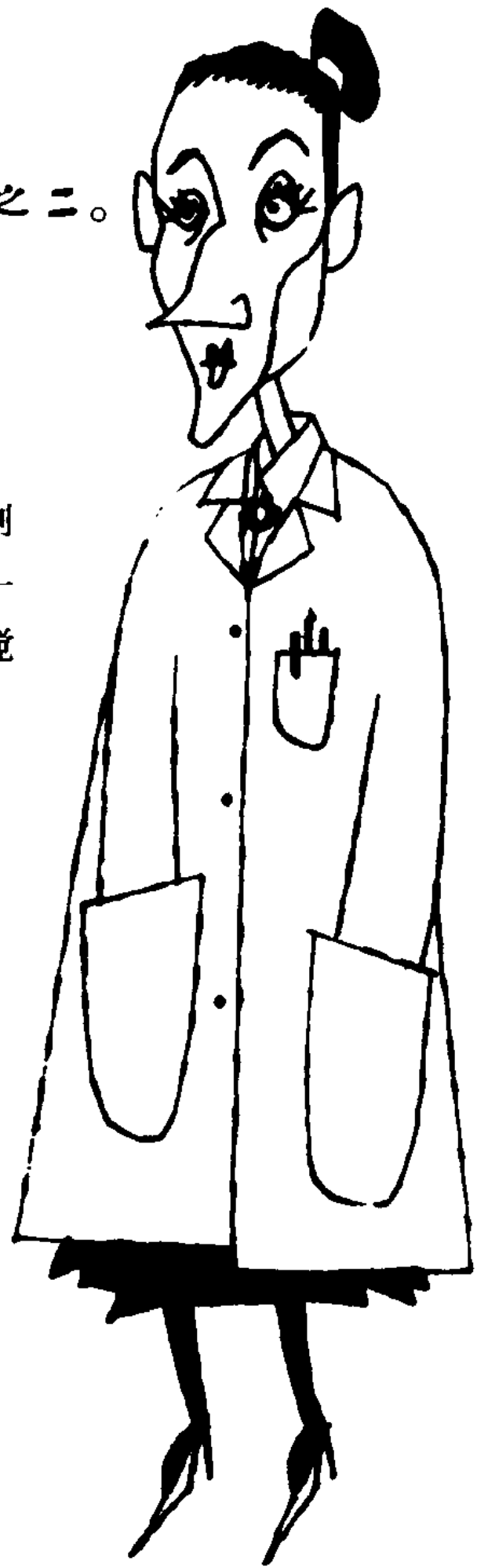
绕着虫洞来回穿行，你就能在时间中旅行了。



制造时间机器的方法之二。

下面介绍另一种制造时间机器的方法。

如果你有一根长长的、由高密度材料制成的圆柱，使它高速旋转，它就会像旋涡一样把时空吸在它周围，这有点像在铁罐中搅动糖浆形成旋涡一样。



像旋涡一样把
时空吸在周围

当时空被这样搅动时，它就颠倒过来了。曾经表示空间的方向开始表示时间，而时间方向又变成了空间方向。

这说明，你可以驾驶宇宙飞船进入圆柱周围的旋涡区域，在时间中来回穿梭，然后驶离旋涡，在你想要的过去或未来的任何时间进入正常的时空。

这个圆柱的密度必须非常大，相当于太阳被压成直径 10 千米的小球时的密度。密度这么大的球确实存在，它被称为中子星。

这个圆柱至少还得有 100 千米长——10 颗中子星连在一起的长度。你还得想办法别让它们坍塌成一个球。

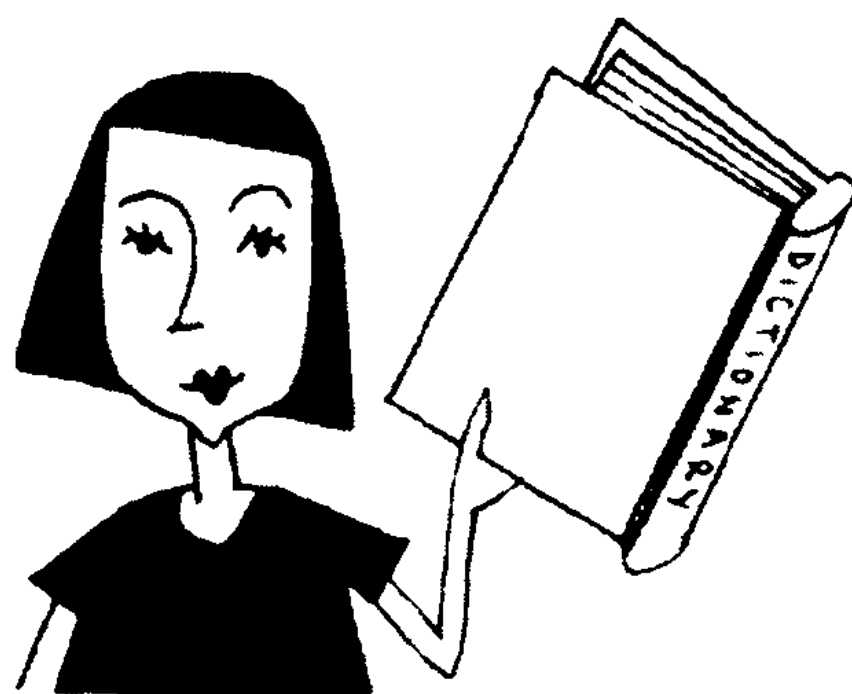
这个圆柱必须高速旋转，速度达到 2 转每毫秒。这个速度真是太快了，但也只是转速最高的脉冲星的转速的 3 倍。所以我们只需要找到一颗快速旋转的脉冲星，并用力扭它，就可以制成一台时间机器了。



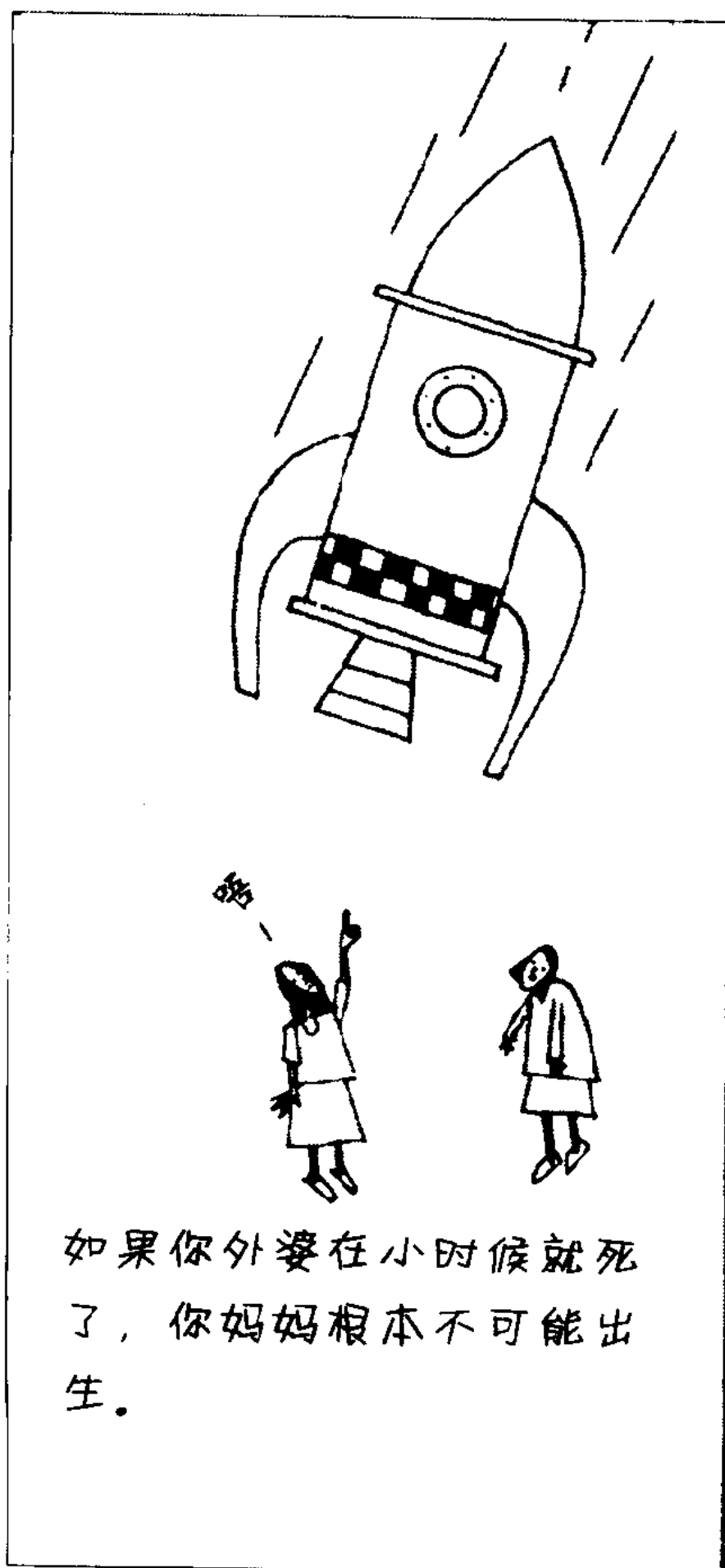
但是时间旅行会引起悖论。

悖论：

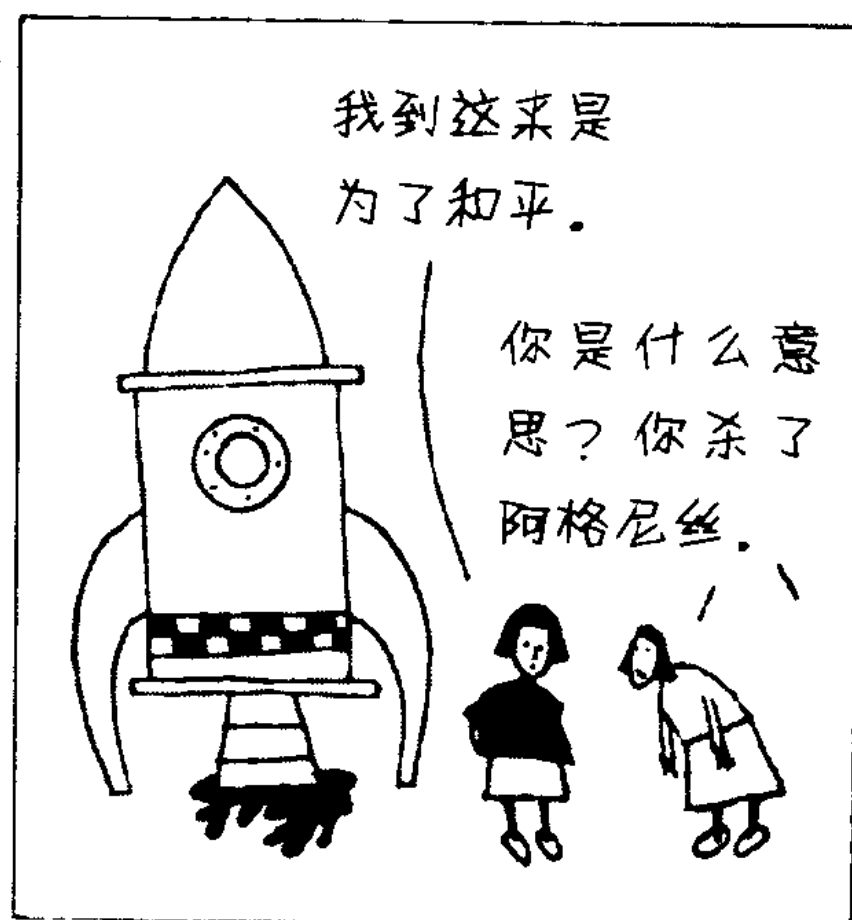
一个听起来荒谬或矛盾的论述，即使它实际上很有理论依据。



假设你在时间中回到了过去，回到了你外婆小的时候，你乘坐的时间机器恰好降落在了她的头上，你就杀死了自己的外婆。



如果你外婆在小时候就死了，你妈妈根本不可能出生。



我到这来是为了和平。

你是什么意思？你杀了阿格尼丝。

所以你根本不会出生。

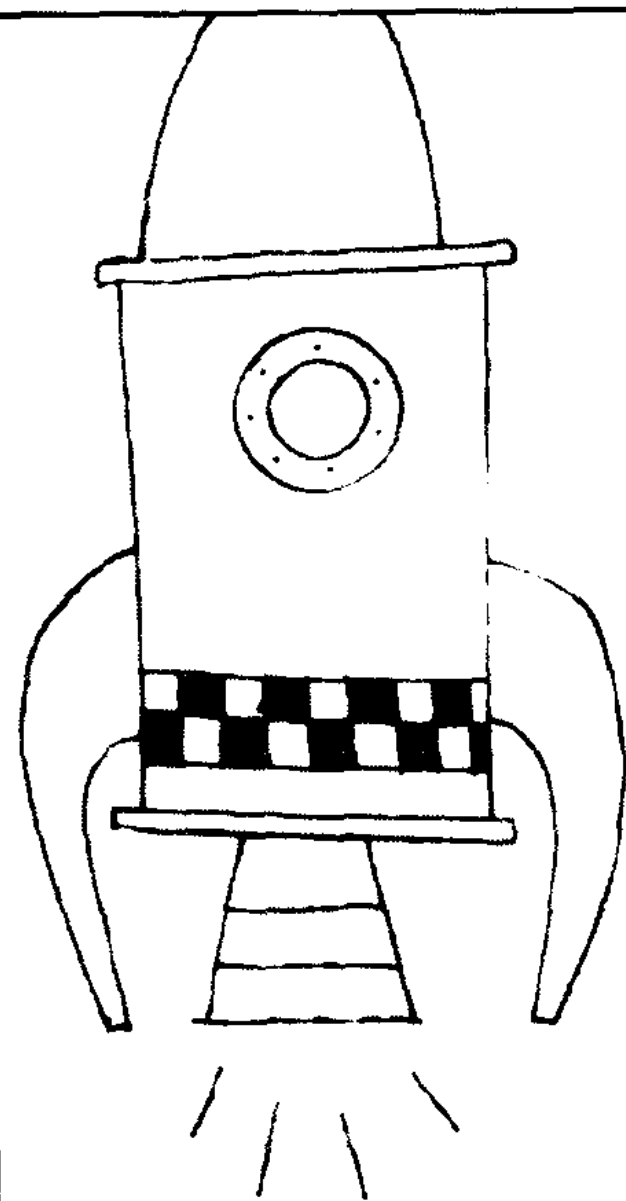


所以你不会回到过去，你的外婆
也不会被杀死。



一些科学家认为，由于佯谬的存在，一定会有某种物理定律证明时间旅行是不可能的。另一些科学家认为，只要有一种定律能够使佯谬不成立，你就不会杀死你自己的亲外婆了。

除非有人能成功制造出时间机器，我们才能判定到底谁是对的。



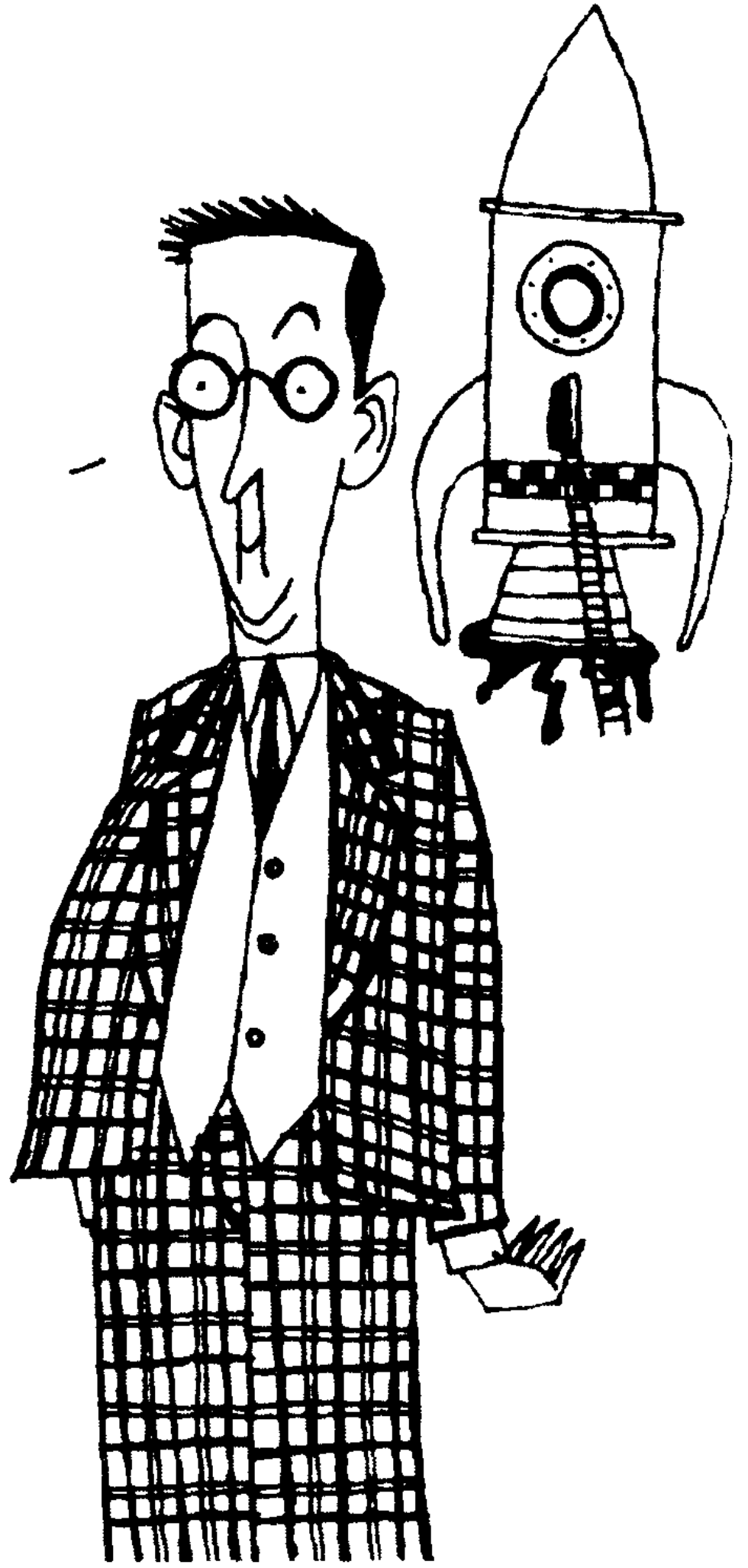
所以你可以
出生了！

今天，我们比以往任何时候都能更好地理解时间和宇宙，但是仍然有许多东西等着我们去探索。一些神秘的现象只有留给未来的人们去解决。但是，谁又能知道在你们的一生中又会有什么惊人的发现呢？

你好，我是 60 年之后的你，
我回来是想告诉你注意学物理，
因为你今后会发现时间旅行。



我的天哪！



历史上的重大事件

公元前 3000 年 巨石阵初具雏形。

公元前 500 年 毕达哥拉斯提出地球是球体。

公元前 235 年 埃拉托色尼计算出地球的大小。

公元前 46 年 儒略历出现。

1066 年 首次观测到哈雷彗星，从此发现了彗星。

1473 年 尼古拉斯·哥白尼出生。

1581 年 伽利略研究吊灯的摆动。

1582 年 格列高利历开始在欧洲大部分国家使用。

1642 年 艾萨克·牛顿出生。

17 世纪 50 年代 克里斯蒂安·惠更斯发明了第一座精确的摆钟。

1656 年 埃德蒙·哈雷出生。

1676 年 第一次测量光速。

1735 年 约翰·哈里森制造出第一座航海钟。

1752 年 英国开始采用格列高利历。

1783 年 约翰·米歇尔成为预测现被称为黑洞的物体存在的第一人。

1820 年 19 世纪中期，英国皇家天文学会成立，人们开始研究热力学第二定律和熵。

1864 年 詹姆斯·克拉克·麦克斯韦发现了描述包括光在内的电磁辐射在空间运动的方程式。

1879 年 阿尔伯特·爱因斯坦出生。

- 1884年 格林尼治子午线被定为本初子午线。
1905年 狭义相对论诞生。
1907年 赫尔曼·明科夫斯基意识到时间是时空的第四维。
1915年 广义相对论诞生。
1916年 广义相对论预测了现被称为黑洞的物体的存在。
1919年 在日食时测量到弯曲的星光。
1929年 发现宇宙在膨胀。
20世纪40年代 大爆炸理论被命名并发展。

1958年美国国家航空和航天局成立

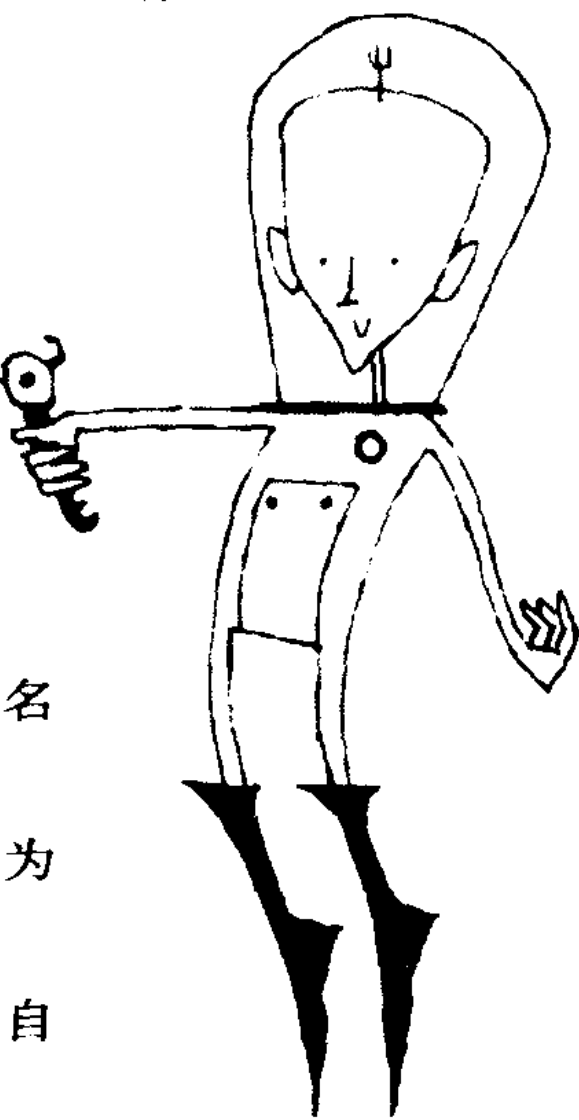
- 1967年 发现脉冲星。
1967年 根据原子钟，人们确定了秒的长度。
1967年 约翰·惠勒首次提出使用黑洞这一名称，虽然黑洞尚未被发现。

1971年 首次证实黑洞的存在——一颗名为HDE 226868的看不见的伴星。

1974年 美国人弗兰克·蒂普勒提出一个高速自转的圆柱有可能成为时间机器。

1988年 加州理工学院的科学家们提出虫洞有可能成为时间机器。

1992年 美国国家航空和航天局的COBE卫星探测证实了宇宙大爆炸理论。



名词解释

宇宙大爆炸 宇宙的开始，那时一切（包括空间、时间和物质）由一个点爆发出来。

宇宙大坍缩 宇宙的终结，一切将会瓦解成一个点。不过别担心，它至少得在 1 000 亿年后才会发生。

十亿 1 000 个百万 (1 000 000 000)

黑洞 一个具有强大引力的物体，靠近它的一切都会被它吸人，甚至连光线也不例外。

航海钟 一种非常精确的时钟。

生理节奏 从字面上看，它指一天的生理活动规律。最好的例子就是我们的睡和醒。

DNA 脱氧核糖核酸的简称，它是存在于人身体每个细胞的一种分子，带有人类的遗传基因信息。

熵 宇宙中混乱程度的度量。熵一直在增加。

星系 外太空中的大星群。宇宙中有几千亿个星系，每个星系中有几百万颗恒星。太阳只是银河系中的普通一员。

重力 将我们吸引在地球上并使我们产生重量的力。在太阳系中，正是重力作用使地球和其他行星围绕太阳运行。

重力波 宇宙中两个非常重的物体，如脉冲星，在互相环绕对方运行时产生的辐射波。

格林尼治标准时 (GMT) 英国格林尼治皇家天文台所测量出的平均太阳时。太阳在格林尼治天文台上空达到最高点时为正午。

半球 一个球体的一半。地球上赤道以北的地区都属于北半球，赤道以南的地区为南半球。

国际日期变更线 一条基本沿着 180 度经线（与本初子午线相对）的线。当你向东穿越变更线时，会提前一天；而当你向西穿越它时，就会后退一天。

纬线 地球表面与赤道平行的假想的环线，表示某个地点在赤道以北或以南的位置。

光年 光线1年中走过的距离，大约是94 600亿千米。离我们最近的恒星（除了太阳之外）也在4光年之外。

经线 地球表面经过南北两极的假想环线，与赤道成直角。

子午线 经线的一半，连接南北两极。

中子星 一颗超新星爆炸后残余下来的一颗很小的星。一个中子星直径只有10千米，但它里面所含的物质却和太阳一样多。脉冲星就是中子星。

轨道 行星围绕恒星运行的椭圆路线，或是卫星绕行星运行的椭圆路线。

行星 太空中环绕恒星运行的一种冰冷的物体。

脉冲星 一种非常小、非常重的恒星，直径只有10千米。它旋转得非常快，向周围发射出电磁波，就像原子灯塔一样。

红巨星 一颗极度膨胀的衰老恒星。太阳在50亿年后也将变成一颗红巨星，那时它将会把地球烧毁。

红移 物体发出光线中的谱线移动，光的颜色向着红色的一端移动，远离蓝色的一端。

快速眼动睡眠 当你做梦时，眼球快速移动。这时的睡眠状态叫做快速眼动睡眠。

热力学第二定律 解释物质损耗规律的科学理论。

太阳系 由太阳和围绕太阳运行的一切物质组成，包括地球和其他八大行星。

时空 相对论中的一个概念，表示时间和空间的结合。阿尔伯特·爱因斯坦将时间解释为时空的第四维。

光谱 光线穿过三棱镜（玻璃或塑料制成）后折射成的彩虹状图案。

恒星 宇宙中自身发出光和热的星体。太阳就是一颗恒星。

太阳 距离我们最近的恒星，地球围绕着它运行。太阳只是一颗普通的恒星，它之所以看上去如此明亮，是因为它比其他恒星离我们更近。太阳的大小大约是地球的100倍。

超新星 爆发了的巨大恒星。

相对论 阐述时间和空间的科学理论。



时区 为了方便，一个地区内的钟表都调整为统一的时间，这样的地区称为时区。

宇宙 所有的恒星、行星和星系，一切事物都包含在宇宙中。

白矮星 当一颗红巨星耗尽了所有燃料后，它开始衰老，收缩成了一个和地球差不多大小的球，叫做白矮星。

虫洞 穿越时空的隧道。

WHAT IS
THE **大主意丛书**
BIG IDEA?



★ **时间究竟是什么**



★ **宇宙大爆炸之前有时间吗**



★ **相对论、黑洞与时间是什么关系**



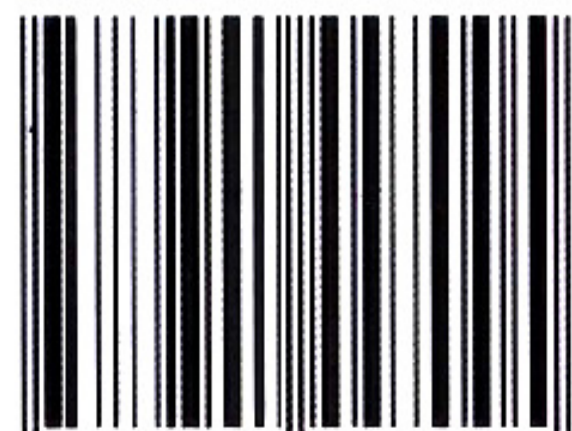
★ **你想马上开始一段奇妙的时间之旅吗**



责任编辑 丁旋

封面设计 **木头车工作室**
(010) 82356856

ISBN 7-80144-700-X



9 787801 447005 >

ISBN 7-80144-700-X/T·024

定价：9.00元