

趣味 天文学

神秘而又莫测的天空，浩渺而又无尽的宇宙
它带给我们无限的遐想，燃起我们飞天的梦想

[俄] 亚·别列里曼 著
谢云才 主译
于 姣 肖 欣 译
肖依娜 宋 佳



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

趣味 天文学

[俄] 亚·别列里曼 著

谢云才 主译

于 姣 肖 欣
肖依娜 宋 佳 译



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目 (CIP) 数据

趣味天文学 / (俄罗斯) 别列里曼著; 谢云才主译.
—上海: 上海科学技术文献出版社, 2015.1
ISBN 978-7-5439-5773-2

I . ① 趣… II . ① 别…② 谢… III . ① 天文学—普及
读物 IV . ① P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 029288 号

责任编辑: 张 树 王卓娅
封面设计: 许 菲

趣味天文学

[俄] 亚·别列里曼 著 谢云才 主译 于姣 肖欣 肖依娜 宋佳 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 昆山市亭林彩印厂

开 本: 740×970 1/16

印 张: 9.25

字 数: 150 000

版 次: 2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-5773-2

定 价: 25.00 元

<http://www.sstlp.com>

目 录

第一章 地球：形状与运动	001
地球上的最短路线与海图上的最短路线	001
经度和纬度	006
计算时间的 5 种方法	007
白昼的时长	011
特殊的影子	013
两列火车	014
根据怀表确定地平线方向	015
白夜与黑昼	017
白天与黑夜的交替	018
极地太阳之谜	019
一年四季始于何时？	020
3 个“假设”	022
还有一个“假设”	025
什么时候我们离太阳更近：是中午还是晚上？	030
1 米的距离	031
不同的视角	031
地球外时间	034
年和月从何算起？	036
2 月有几个星期五？	037

第二章 月球及其运动	038
上弦月还是下弦月?	038
国旗上的月亮	039
月相之谜	040
双星	041
为什么月球没有落到太阳上?	042
月球的正面和背面	043
第二个月球和月球的月球	046
月球上为什么没有大气?	048
月球的大小	050
月球上的景色	051
月空	055
为什么要观测日食和月食?	060
日食为什么经过 18 年才能再次出现?	065
太阳和月亮能否同时出现?	068
你知道日食和月食吗?	069
月球上的天气	071
第三章 行星	073
白天的行星	073
行星的图腾符号	074
为什么无法描绘太阳系的平面图?	076
水星上面为什么没有大气层?	078
金星的位相	080
大冲	081
是行星还是小太阳?	082
土星环消失	084
矮行星	085
我们的近邻——小行星阿多尼斯	086

特殊的小行星	087
外星球	088
太阳系中行星的相关数据	092
第四章 恒星	095
为什么恒星在闪光?	095
为什么恒星闪烁不定,而行星的光亮平稳均匀?	096
白天是否能看到恒星?	097
什么是星等?	098
恒星代数	099
用眼睛观测与用天文望远镜观测	101
太阳和月球的星等	102
恒星和太阳的真正亮度	103
最亮的恒星	104
地球和其他行星的星等	105
如何测量恒星直径?	106
恒星世界的巨星	107
计算结果出乎意料	108
最重的物质	108
为什么恒星被称为“不能移动的星”?	111
恒星的距离单位	112
最近的恒星系	115
宇宙的大小	116
第五章 万有引力	118
向上射出的炮弹	118
高空中的物体重力	120
用圆规来绘制的行星轨道	123
行星落向太阳	125

云砧与火山	127
太阳系的边界	128
儒勒·凡尔纳小说中的错误	129
如何测定地球的重量?	129
地球内部由什么构成?	131
太阳和月亮的重量	132
恒星和行星的重量和密度	134
月球和行星上物体的重力	136
巨大的重量	137
物体在行星深处的重力	138
太阳、月球和潮汐	139
月球与天气	141

第一章

地球：形状与运动

地球上的最短路线与海图上的最短路线

老师在黑板上用粉笔画了两个点，然后给一个学生出了一道题：画出两点之间的最短距离。

学生思考了一会儿，吃力地在两点间画出了一条弯弯曲曲的线。

“这难道是最短的距离！”老师感到吃惊，“谁教给你的？”

“我爸爸教的。他是出租车司机。”

当然，这个天真学生画的线段荒诞可笑。然而，假如有人告诉你，连接好望角到澳大利亚南端的弧形虚线是它们之间的最短距离（图 1），恐怕你会觉得十分好笑吧？

更让人不可思议的是，从横滨去巴拿马运河的弧形弯路比地图上它们之间的直线距离还要短（图 2）。

这似乎是个玩笑，然而，展现在你眼前的却是不争的事实，地图制图员对此了然于心。

要弄清这个问题，就要概括地介绍一下地图，特别是海图。将整个地球表面呈现在纸上，其实并非易事。因为地球是一个球体，我们知道，球体表面的每一部分都无法严丝合缝地铺展成一个平面，在地图上不可避免会出现一些偏差。尽管想出了多种绘制地图的方法，但是所有的地图不可能完美无缺：有些存在这方面的误

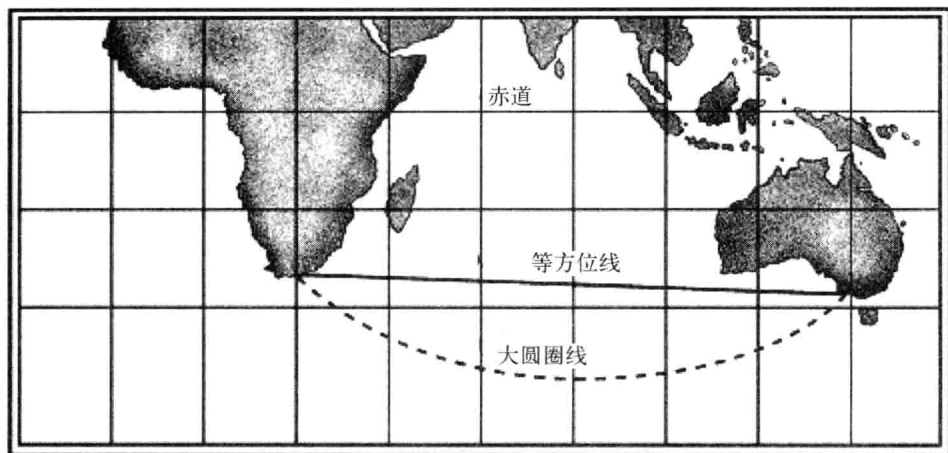


图1 在海图上,从好望角到澳大利亚南端最短的距离并非二者之间的直线(等方位线),而是曲线(大圆圈线)。

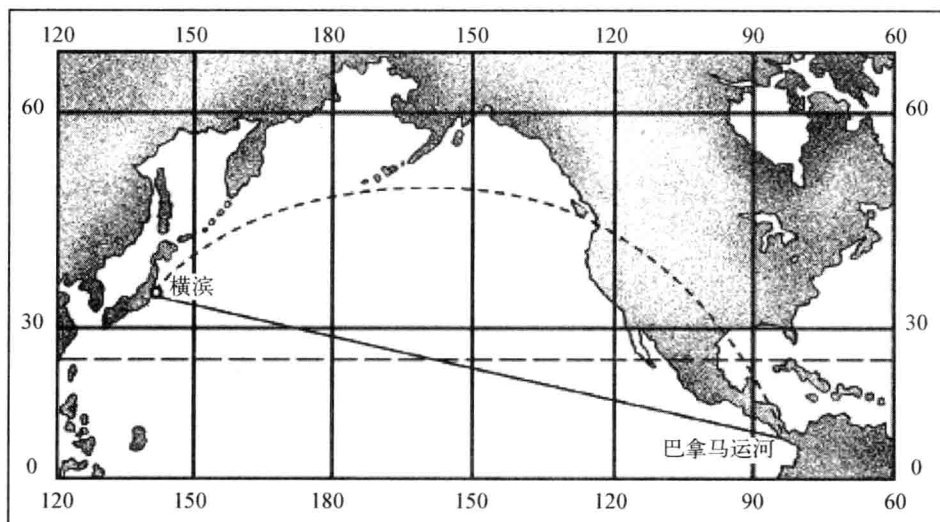


图2 在海图上,连接横滨和巴拿马运河之间的曲线,竟然比两点之间的直线距离要短,这似乎是不可思议的事。

差,有些存在另外一方面的不足,没有误差的地图并不存在。

航海家使用的地图是按照16世纪荷兰地图学家和数学家墨卡托发明的方法绘制完成的,这种方法被称为“墨卡托投影”。根据这种垂直交叉的网格,可以轻易

地看懂海图：在这种海图上，经度线被画成一条条直的平行线，纬度线也被画成垂直于经度线的直线(图5)。

现在，假设需要找到处于同一纬度的两个海港之间的最短路线。在海洋里，所有的路线都是可以通行的，所以，如果知道了纬度所在，就可以沿着最短的路线航行了。这时候我们自然会想到，同一纬度两个海港之间的纬线就是最短的路线：因为在地图上，这是一条直线，而直线是最短距离嘛！但是你错了，因为沿着纬度的路线根本不是最短的。

实际上，球体表面两点之间的最短距离是连接它们的大的圆弧线，而纬线是最小的圆弧线。大圆上的弧线要比穿过这两点的小圆上任一弧线的弧度小：小圆曲率与大半径相符。在地球仪上拉紧两点之间的线(图3)，你就会看到，它完全不与纬度重合。毫无疑问，拉紧的线代表最短的路线，然而，如果它在地球仪上与纬线并不一致，那么，在海图上最短的路线也就不会呈现出直线。切记，圆形纬线在海图上用直线表示，所以任何不与直线相重合的线是曲线。

说到这里应该清楚了，为什么海图上最短的路线并非直线，而是用曲线来表示了。

据说，在选择尼古拉铁路的路线时，人们争论不休，究竟应该沿着哪条路来修建呢？最后，沙皇尼古拉一世做出决断：将彼得堡和莫斯科用直线连接起来。假如这个方法用在海图上，其结果一定会令人十分尴尬：会得到一个意想不到的结果：直线竟然变成了曲线。

只要经过简单的计算，我们完全可以确信，地图上让我们感觉是曲线的线段实际上却比我们认为的直线要短。例如，两个海港位于 60° 纬度线上，彼此相距 60° 经度的距离。(纯粹为了计算方便，现实中是否存在这样的两个海港，暂且不去考虑。)

在图4中， O 点是地球的中心， AB 是 A 、 B 两个



图3 寻找两个点之间实际最短路线的简单方法：在地球仪上拉紧这一条位于两个点之间的线。

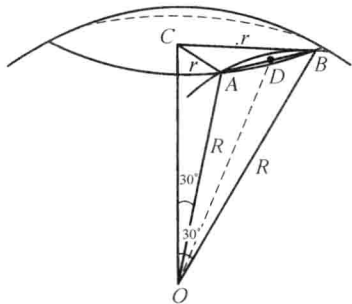


图4 根据纬度弧线和大圆弧来计算地球上 A 、 B 两点之间的距离。

海港位于的纬度弧线,该弧度是 60° 。纬度弧圆的中心是点 C 。设想一下,从地球的中心 O 点画一条穿过这两个海港的大圆弧: 其半径 $OB=OA=R$; 它接近于弧 AB , 但并未与之重合。

现在,让我们来计算每条弧线的长度。因为 A, B 两点位于纬度 60° 上, 所以, 半径 OA 和 OB 与 OC (地球的轴线) 构成了 30° 角。在直角三角形 ACO 中, 直角边 $AC(=r)$ 正对 30° 角, 是弦 AO 的一半。

就是说, $r=R/2$ 。弧 AB 的长度是纬线圈长度的 $1/6$, 又因为这个长度比大圆的长度小了 1 倍(相应的半径缩小 1 倍), 所以, 小圆的弧线长度为:

$$AB = \frac{1}{6} \times \frac{40\,000}{2} = 3\,333 \text{ 千米}$$

现在,要确定穿过这两点的大圆弧线的长度(即它们之间的最短距离),需要知道 $\angle AOB$ 的度数。将小圆上的弧线拉直到 60° , 得到的弦 AB , 正是那个小圆内切后得到的正六边形的一条边, 所以, $AB=r=R/2$ 。

在地球中心 O 点与弦 AB 的中点 D 之间画一条直线 OD , 我们可以得到直角三角形 ODA , 其中 $\angle D$ 为直角。所以:

$$DA = \frac{AB}{2}, \text{ 即 } OA = R.$$

即:

$$\sin AOD = AD : AO = R/4 : R = 0.25$$

这样,我们知道(根据数学表):

$$\angle AOD = 14^\circ 28.5'$$

因此:

$$\angle AOB = 28^\circ 57'$$

现在,可以轻松地算出最短路线的长度了。如果大家知道,地球大圆每分的长度为大约 1.85 千米,那么计算就变得非常简单: $28^\circ 57' = 1\,737' \approx 3\,213$ 千米。

我们知道,海图上直线标示的纬线圈是 3 333 千米,但是大圆,即地图上的曲线只有 3 213 千米,也就是说,缩短了 120 千米。

现在,请备好一根线,再拿来一个地球仪,你们可以检查一下我们画的平面图是否正确。你会看到,如同平面图显示的那样,大圆的弧线确实如此穿行。图1中描绘的从好望角到澳大利亚似乎“直行”的海上航线为6 020海里,而“曲线”则只有5 450海里,即缩短了570海里,或者是1 050千米。海图上从伦敦到上海“直行”的空中航线要穿过里海,而实际上,它们之间的最短距离则是从彼得堡向北飞。不言而喻,这样飞行可以节约时间和燃料。

在帆船时代,人们通常不会珍惜时间,因为那个时候“时间”还没有被视为“金钱”。而随着蒸汽船的出现,要有多消耗的燃料付费了。正是由于这个原因,现在船只一般都按照实际最短路线航行,而不是采用“墨卡托投影”的海图,因为在这种海图上,大圆的弧线被画成了直线。

那么,以前的航海家为什么要使用那种容易让人产生迷惑的地图并选择无利可图的路线呢?如果以为当时人们不懂得现在海图标示的种种特点,那就大错特错了。问题并不在于此,这是因为按照墨卡托方法绘制的海图,虽然具有诸多不便,但是对于水手来说却具有极大的益处。首先,这种海图真实地描绘出了地球表面的某些局部区域,保留了轮廓角。随着与赤道的距离变远,所有的轮廓明显被拉长。在高纬度地区,这种拉伸非常明显,结果这种海图导致不熟悉其特点的人对大陆的真实面积产生了完全错误的概念:格陵兰看起来同非洲一样大,阿拉斯加比澳大利亚还大,尽管格陵兰比非洲小14倍,而阿拉斯加和格陵兰加到一起也比澳大利亚小1倍。然而,对于熟知海图特点的海员来说,他们并不会产生这种错误。他们不会考虑这些,何况在某些局部区域,海图还是准确地描绘了真实情形(图5)。

所以,这种海图有助于解决航行中遇到的航线问题。这是唯一一种用直线描绘的海图,而船只只需要按“固定航线”航行。按“固定航线”航行——就是按照同样的角度穿越所有的经线。不过,这条路线(“等方位线”)只能在这种海图上用直线描绘,在这种海图上,所有的经线都是直线,并且相互平行。因为在地图上纬度线与经度线呈直角相交,所以在这种海图上,纬度线也应该是垂直于经度线的直线。简单地说,我们面对的就是一张坐标网,这也是海图的典型特点。

现在清楚了,为什么海员们比较青睐墨卡托海图。想要确定驶往目的港的航线,领航员就将直尺放在航线的终点上,测量它与经线构成的角度。航行在一望无际的大海上,领航员始终保持这个航向,准确无误地使船只驶向目的地。你们看到

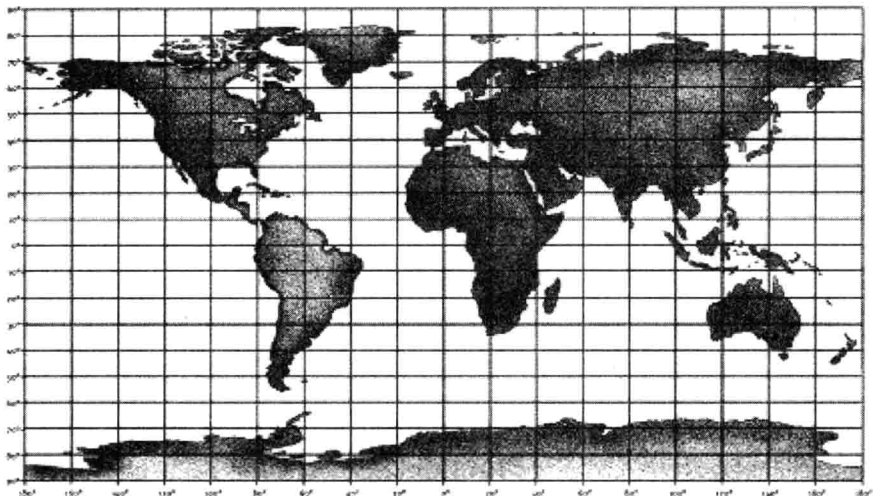


图5 地球的海图或墨卡托地图。在类似的海图上,远离赤道区域的轮廓尺寸被明显放大。例如,格陵兰和澳大利亚,哪个更大呢(答案在文中)?

了吧,尽管“等方位线”既不是最短的,也不是最节约的路线,但是对于海员来说,在某种意义上它却是非常方便的路线。例如,从好望角到澳大利亚南端(图1),应该始终保持 $S87^{\circ}50'$ 这样一条航线。然而,要以最短路线驾驶船只到达终点(沿“大圆航线”),从海图中可以看出,就需要不断地改变船的航行方向:从 $S42^{\circ}50'$ 出发,却在 $N53^{\circ}50'$ 结束(在这种情况下,最短的路线甚至并不存在,因为这条路线会碰上南极地区的冰块)。

两条航行线路——沿“等方位线”和沿“大圆航线”——只有在一种情况下才会重合:海图上的“大圆航线”用直线表示,这时是沿着赤道或沿着经线航行。在其他情况下,这两条路线是不同的。

经度和纬度

毫无疑问,读者已经具有足够的关于经度和纬度的地理知识。但是我相信,并非所有的人都能正确地回答出下面的问题:

纬度总是比经度长吗?

大多数人相信，每一条纬线都比经线短。由于经度是根据平行圈计量，纬度则是根据子午线计量，因此，人们认为，纬度任何情况下都不可能超过经线的长度。但是人们忘记了，地球并不是真正的球体，而是赤道处略微膨胀的椭圆形。在椭圆形的地球上，不仅赤道比经线圈长，而且最靠近赤道的纬线圈同样也比经线圈长。计算表明，纬线圈（即纬度）比经线圈（即经度）长约 5° 。

请看下面的问题：

安德松从北极回来，往地平线的哪个方向走？从南极返回，又应该走什么方向呢？

答案：

北极是地球最北的端点。从北极出发，无论我们朝着哪个方向，我们永远都是朝南。

从北极返回，安德松只能朝南走，因为其他任何一个方向都不存在。下面这段话摘自他的飞行日记，当时他正乘坐“挪威号”飞艇飞往北极：

“‘挪威号’围绕北极点飞了一个圈，然后我们继续飞行……当飞艇离开罗马时，航线才第一次朝南。”

从南极出发，安德松同样只能朝北飞行。

科济马·普鲁特科夫讲过一个关于土耳其人的笑话。这个土耳其人到了一个“最东部”的国家。“前面是东，两侧也是东，那么后面呢？或许，你们认为，后面应当是在远方稍微移动的某一个点？不对！后面也是东。一句话，到处都是浩瀚无垠的东方。”

一个四周都是东方的国家在地球上是不可能存在的。但是，四周都是南方，或者四周都是“一望无际”的北方，这种地方地球上是不存在的。在北极可以建造一座房屋，其四面墙都朝向南方。事实上，曾经到达过北极点的苏联极地勘察人员就可以做到这一点。

计算时间的 5 种方法

我们虽然习惯使用怀表和挂钟，但却未必明白怀表上时间的真正含义。我相信，只有少数读者可以解释，当他们说“现在是晚上 7 点”时，他们实际想要说的是什么。

难道仅仅想说时钟显示的数字是7吗？这个数字又意味着什么呢？它表明在正午过后已经过去了一昼夜的7/24。可是在什么正午？又是什么昼夜的7/24呢？

一昼夜是什么？关于一昼夜，有句著名的谚语：“白天加黑夜就是一昼夜”，它说的是地球在围绕太阳运动时，自转一周的时间间隔。在实践中，人们是这样测量这一时间间隔的：观测太阳（准确地说是它的中心）2次连续经过天空中的那条线，这条线将观测员头顶（“天顶”）的点与地平线南端的点相连接。这个间隔并非总是相同，因为太阳抵达这条线的时间有时早一些，有时迟一些。根据这个“真正的中午”来调整时钟是不可能的，最熟练的钟表大师也无法校准钟表，以使其严格地按照太阳的运行来走时，因为太阳时本身就不准。“依靠太阳计算的时间不可靠”——100年以前，巴黎的钟表匠在他们的徽章上这样写道。

我们不根据实际的太阳来调整时间，而是根据某种虚拟的太阳，这种太阳不发光，不发热，虚拟出这种太阳只是为了正确地计算时间。可以设想，自然界中存在着一个天体，它在一年中都在均匀地运行，环绕地球运行的时间正好与其绕地球一周的时间相等。当然，我们假设真正的太阳也是这么运行的。这种被想象出来的天体，天文学中称之为“均太阳”。它经过“天顶”—南方线的时刻，被称为“均正午”。两个均正午的间隔是“均太阳周日”，而这种计算出来的时间称为“均太阳时”。怀表和挂钟正是按照这种均太阳时来走时，与此同时，日晷（晷针的影子作为指针）显示的正是当地的真太阳时。说完这些，读者大概会产生这样的概念，真太

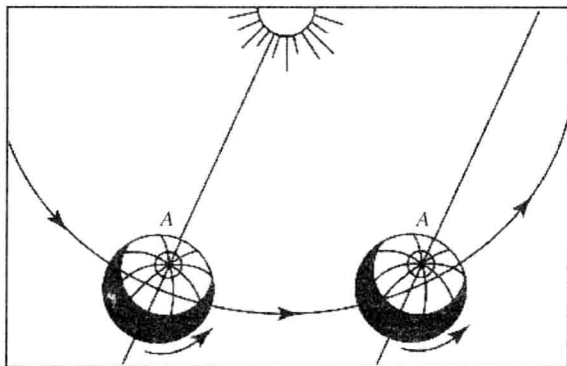


图6 为什么一个太阳日比一个恒星日长呢(文中有详细解释)?

阳周日的不均匀源于地球自转不均匀。地球的自转确实不均匀，不过，一昼夜的不均匀是源于地球的其他运动不均衡，即地球沿太阳轨道的不均衡运行。现在，我们就来弄清楚，这种不均衡运行如何反映着昼夜的时长。在图6中，你们可以看到同一个地球的不同状态。先介绍左边的这种状态。下面的箭头表明地球的自转方向，如果看向北极，则是逆时

针旋转。A 点是正午时刻，因为这一点刚好正对着太阳。现在设想一下，地球围绕地轴整整自转一周，在这段时间里它沿着绕日轨道向右移动并到达了一个新的地方。经过 A 点的地球半径仍然跟一昼夜之前的方向一样，但是 A 点已经不是正对着太阳了。对于站在 A 点的人来说，正午尚未到来，因为太阳比画的线偏左。地球还应该自转几分钟，才能使新的正午来到 A 点？

由此可以得出怎样的结论呢？结论就是，真正太阳的两个正午之间的间隔要比地球自转一周的时间长。假如地球是在围绕太阳周围的圆形轨道做均衡运动，那么，围绕地轴旋转一周的实际持续时间与我们根据太阳确定的想象时间之间的差别就应该完全相同。这一差别很容易确定（沿轨道运行的地球，一年中围绕地轴多转了一周）。这就意味着，每一圈的实际持续时间等于：

$$365 \frac{1}{4} \text{ 昼夜} : 366 \frac{1}{4} = 23 \text{ 小时 } 56 \text{ 分 } 4 \text{ 秒}$$

同时我们发现，一昼夜的“实际”时间也正是地球围绕任何恒星的旋转周期，因此，这样的昼夜也被称为“恒星日”。

所以，一个恒星日比一个太阳日平均短 3 分 56 秒，四舍五入之后约为 4 分钟。这种差别并非经常存在，因为：（1）地球在太阳附近不是沿着圆形轨道均匀地运动，而是沿椭圆形轨道运动，在椭圆形轨道的某个部分（离太阳较近的地方）地球会转得较快，而在另一个部分（离太阳较远的地方）则转得较慢；（2）地球自转的地轴倾斜于轨道平面。这两个原因是由于真太阳时和均太阳时在不同的时间里彼此偏差为不同的分钟数，这些偏差数在几天内可以达到 16 分钟。一年之中，这 2 个时间能达到吻合的只有 4 次：

4 月 15 日和 9 月 1 日

6 月 14 日和 12 月 24 日

与此相反，在 2 月 12 日和 11 月 3 日这 2 天，真太阳时和均太阳时之间的偏差达到了最大值——接近一刻钟。图 7 中的“时间等式曲线”表明，一年中不同的日子里这种偏差的变化。

在 1919 年之前，俄罗斯人一直是按照当地的太阳时进行计时。对于地球的每

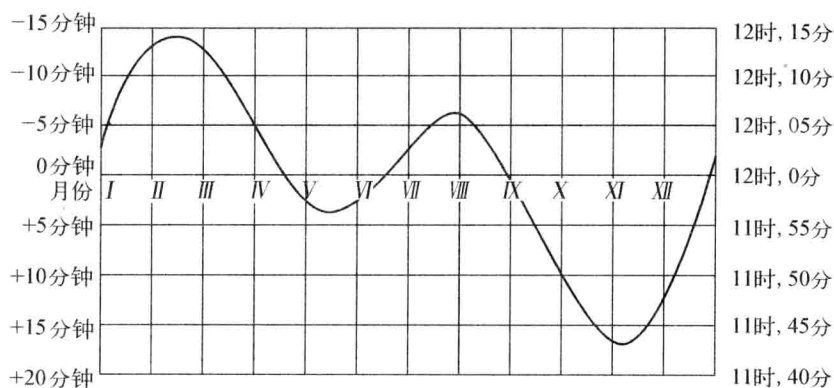


图7 这个“时间等式曲线”表明，同一天中真正午与平均正午之间的偏差值（左侧的数值）。例如，4月1日的真正午，准确的机械表应该指在12时05分，换句话说，曲线在真正午时显示的是平均时间（右侧的数值）。

条经线而言，平均正午出现的时间不同，所以，每座城市都按照自己的当地时间来计时，只有火车运行表才规定一个全国统一时间——彼得堡时间。人们需要区分“城市”时间和“车站”时间；第一种时间——当地均太阳时——由城市时间表示，而第二种时间——彼得堡均太阳时——则由火车站时间表示。现在，俄罗斯所有的火车运行都按照莫斯科时间计时。

从1919年开始，作为计算时间的基础并非地方时，而是“时区”时。地球用经线分成了24个“时区”，位于一个时区内的所有地方都采用相同的时间，即均太阳时，均太阳时与该时区的平均经线时间吻合。因此，整个地球上每个时刻都“存在”着仅仅24个不同的时间，并不像推行时区计时之前存在众多不同的时间。

针对上述3种计时法——（1）真太阳时、（2）当地均太阳时、（3）时区时，还应该添加第四种计时法，这种方法只有天文学家才使用。第四种计时法就是前面提到的根据恒星昼夜计算出的“恒星时”。我们已经知道，“恒星时”比均太阳时短了大约4分钟。每年的9月22日，这两种计时相吻合，但是，每向后顺延一天，恒星时就会比均太阳时快4分钟。

还有第五种计时方法——夏令时，俄罗斯和大多数西方国家在夏季都采用这种计时法。

夏令时比时区时整整提前一个小时，这样做的目的是节约能源。每年，从春季到秋季，光照时间较长，提前开始和结束一个工作日可以降低人工照明的时间，减