

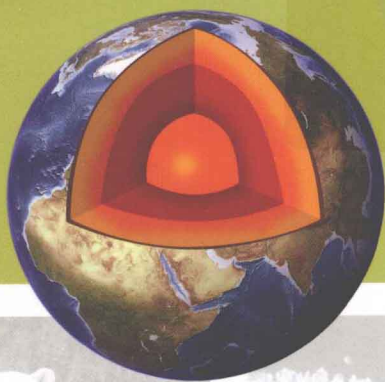
100000 why's



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLISHING FUND PROJECT

十万个为什么

第六版



总主编 韩启德

地球

主 编 刘嘉麒

副主编 孙立广



少年儿童出版社



100000 Whys
6th Edition

十万个为什么

第六版

地球

总主编 韩启德
主 编 刘嘉麒
副主编 孙立广

少年儿童出版社



序言

韩启德

经过数百位编委、作者和编辑历时三年的辛勤努力，第六版《十万个为什么》终于与广大读者见面了。对于中国的科技界、教育界和出版界，以及千千万万的少年儿童来说，这都是值得高兴的一件事。

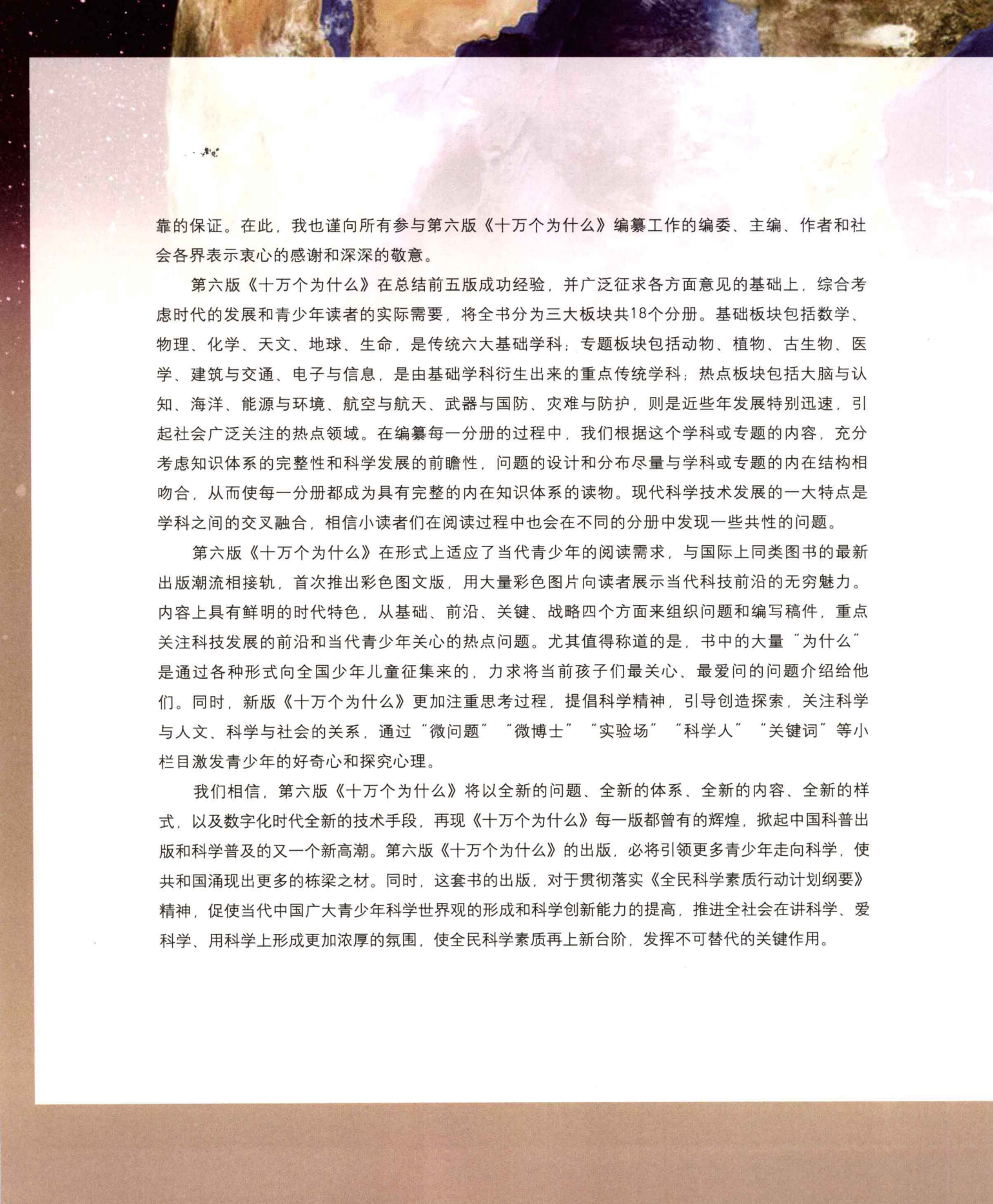
《十万个为什么》是由少年儿童出版社于1961年出版的一套科普图书。在半个世纪的岁月里，这套书先后出版了五个版本，累计发行量超过1亿册，是新中国几代青少年的启蒙读物，在弘扬科学精神、传播科学知识、提高全民科学素质方面发挥了巨大作用。在我国，至今还没有一套科普读物能像《十万个为什么》那样经得起如此长时间的检验，并产生如此巨大的社会影响。

进入21世纪以来，科学技术的发展日新月异，尤其在网络通信、低碳环保、基因工程、航空航天、新能源、新材料等领域，研究进展更是一日千里，乃至从根本上改变着人们的生活与工作方式。为适应科技发展带来的深刻社会变革，提高国家的综合国力和竞争力，党和政府高度重视加强科学技术普及，重视提高全民科学素质，并将国家科普能力建设作为建设创新型国家的一项基础性、战略性任务，这对我国的科普出版提出了更高的目标。

2006年，国务院正式颁布实施《全民科学素质行动计划纲要》，其中特别强调要提升未成年人的科学素养，因为只有从青少年时期就开始养成科学的思维方式与行为习惯，将创新精神与实践能力和并重，才能最终使得全民的科学素质得到根本性的提高。为此，编辑出版一套崭新的适应时代发展要求的《十万个为什么》，使其在繁荣我国科普创作的进程中发挥“旗帜”作用，其意义是非常深远的。

好奇心是青少年的可贵特质，是驱使他们亲近和接受科学的动力，一定要保护好。从50年来的经验看，“一问一答”是个好形式，也是《十万个为什么》被大家喜爱的重要原因，在编纂第六版《十万个为什么》时我们坚持了这一好形式，并力争在传授科学知识的同时，引导读者去思索问题，去感受科学文化和科学精神，去体会科学探索的乐趣。

出于积极参与科学普及工作，提高全民科学素质的社会责任感，中国科学院和中国工程院共有百余位院士应邀担任了第六版《十万个为什么》的编委。其中20余位院士在百忙之中担任了各分册的主编，具体负责组织相关分册的编纂工作，有40余位院士亲自撰稿。此外，还有700余位来自世界各地、各个学科的优秀科学家和科普作家参与了新版《十万个为什么》的编写。这么多高层次科学家参与到一套科普图书的编纂工作中来，这在我国科普出版史上是空前的。阵容强大的编委会和作者队伍，为新版《十万个为什么》的科学性、前沿性、权威性和可读性提供了最可



靠的保证。在此，我也谨向所有参与第六版《十万个为什么》编纂工作的编委、主编、作者和社会各界表示衷心的感谢和深深的敬意。

第六版《十万个为什么》在总结前五版成功经验，并广泛征求各方面意见的基础上，综合考虑时代的发展和青少年读者的实际需要，将全书分为三大板块共18个分册。基础板块包括数学、物理、化学、天文、地球、生命，是传统六大基础学科；专题板块包括动物、植物、古生物、医学、建筑与交通、电子与信息，是由基础学科衍生出来的重点传统学科；热点板块包括大脑与认知、海洋、能源与环境、航空与航天、武器与国防、灾难与防护，则是近些年发展特别迅速，引起社会广泛关注的热点领域。在编纂每一分册的过程中，我们根据这个学科或专题的内容，充分考虑知识体系的完整性和科学发展的前瞻性，问题的设计和分布尽量与学科或专题的内在结构相吻合，从而使每一分册都成为具有完整的内在知识体系的读物。现代科学技术发展的一大特点是学科之间的交叉融合，相信小读者们在阅读过程中也会在不同的分册中发现一些共性的问题。

第六版《十万个为什么》在形式上适应了当代青少年的阅读需求，与国际上同类图书的最新版出版潮流相接轨，首次推出彩色图文版，用大量彩色图片向读者展示当代科技前沿的无穷魅力。内容上具有鲜明的时代特色，从基础、前沿、关键、战略四个方面来组织问题和编写稿件，重点关注科技发展的前沿和当代青少年关心的热点问题。尤其值得称道的是，书中的大量“为什么”是通过各种形式向全国少年儿童征集来的，力求将当前孩子们最关心、最爱问的问题介绍给他们。同时，新版《十万个为什么》更加注重思考过程，提倡科学精神，引导创造探索，关注科学与人文、科学与社会的关系，通过“微问题”“微博士”“实验场”“科学人”“关键词”等小栏目激发青少年的好奇心和探究心理。

我们相信，第六版《十万个为什么》将以全新的问题、全新的体系、全新的内容、全新的样式，以及数字化时代全新的技术手段，再现《十万个为什么》每一版都曾有的辉煌，掀起中国科普出版和科学普及的又一个新高潮。第六版《十万个为什么》的出版，必将引领更多青少年走向科学，使共和国涌现出更多的栋梁之材。同时，这套书的出版，对于贯彻落实《全民科学素质行动计划纲要》精神，促使当代中国广大青少年科学世界观的形成和科学创新能力的提高，推进全社会在讲科学、爱科学、用科学上形成更加浓厚的氛围，使全民科学素质再上新台阶，发挥不可替代的关键作用。



目录

导言

为什么要研究地球..... 2

岩石地球

地球是太阳的“孩子”还是“小弟”..... 4

地球上的水是从哪来的..... 4

陆地是怎么形成的..... 5

地球的“童年”是怎样的..... 6

地球的年龄有多大..... 6

为什么地球会自转..... 8

为什么要设定标准时区..... 8

为什么说地球像个没煮熟的鸡蛋..... 10

人类能钻入多深的地下..... 11

地球是由什么元素组成的..... 12

地球内部的成分是怎么揭晓的..... 12

为什么地球会有磁场..... 16

为什么地磁极会倒转..... 16

为什么极地上空会有美丽的极光..... 17

为什么地球上的岩石千差万别..... 18

为什么大理石有美丽的花纹..... 19

为什么岩石也有年龄..... 20

为什么科学家能知道岩石的年龄..... 20

大陆曾经是一整块的吗..... 22

为什么大陆能漂移..... 23

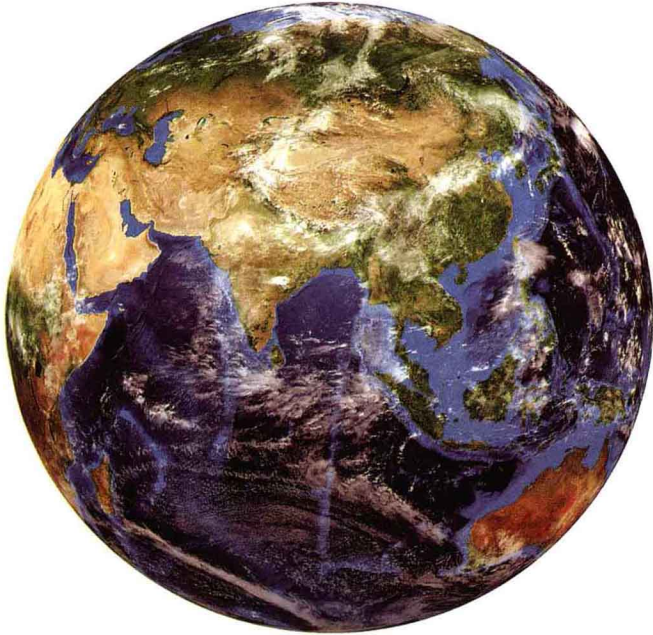
为什么陆地有很古老的岩石而洋底没有..... 24

为什么东非会有大裂谷..... 25

为什么地球上会有那么多山脉..... 26

为什么太平洋西侧是岛弧，而东侧是山脉..... 28

为什么海南岛会与欧亚大陆隔海相望..... 29





为什么大陆会分分合合·····	30
大陆的分分合合对地球会产生什么样的影响·····	31
在未来会有新的超级大陆产生吗·····	31
地壳运动的动力来自哪里·····	32
为什么地球内部非常热·····	32
为什么大地会颤动·····	34
为什么地震仪能记录地震·····	35
为什么有的地震我们感觉不到·····	36
为什么有时地震特别频繁·····	36
人类活动能诱发地震吗·····	37
火山是指地下冒火吗·····	38
为什么火山会喷发·····	38
火山喷发能近距离观看吗·····	39
地球上哪儿有火山·····	40
中国有活火山吗·····	41
火山对人类来说是祸害还是瑰宝·····	42
泥火山是不是火山·····	43
为什么矿物有规则的形状·····	44
为什么矿物颜料色彩缤纷·····	44
为什么钻石被誉为宝石之王·····	46
为什么水晶洞经常镶着玛瑙花边·····	47

矿产资源的分布有什么规律·····	48
地下矿藏是怎么找到的·····	49
为什么中国稀土丰富·····	50
为什么智利有那么多铜·····	50
为什么澳大利亚的铁矿石特别好·····	52
为什么中东石油特别多·····	53
为什么土壤有不同的颜色·····	54
为什么中国南方有大片红土地·····	54
为什么不是所有土壤都适合耕种·····	56
为什么有的土壤会结块·····	56
为什么土壤中会有重金属·····	57

地球表面

为什么有的海岸是沙滩，有的是悬崖·····	60
为什么黄土高原千沟万壑·····	62
为什么青藏高原被称为“世界屋脊”·····	64
为什么内蒙古高原多草原·····	65
为什么黄山多奇峰怪石·····	66
为什么有的山红得像火·····	66





为什么会有“魔鬼城”	67
为什么沙漠有那么多沙子	68
为什么桂林山水能够“甲天下”	70
为什么石笋可以反映气候变化	70
河流是怎么形成的	72
为什么河流总是弯弯曲曲的	72
为什么鹅卵石那么光滑	73
为什么会有瀑布	74
瀑布会流完吗	75
为什么北美洲会出现五大湖	76
为什么说太湖是由海湾变成的	76
为什么高原上会有湖泊	77
为什么湖水有的咸有的淡	78
为什么盐湖色彩斑斓	78
为什么湿地被称为“地球之肾”	80
为什么湿地亟需保护	81
为什么泉水有的冷有的热	82
为什么黄石公园随处可见色彩鲜艳的温泉	82
为什么有的天然喷泉会时喷时停	83
地下水的水源在哪里	84
为什么井水冬暖夏凉	85



地球上共有多少水	86
地球上的淡水会用完吗	87
为什么要建地质公园	88

冰冻星球

为什么地球两极特别寒冷	90
南极冷还是北极冷	91
南极的冰有多厚	92
南极的冰盖下有什么	93
为什么南极会被污染	94
南极有哪些丰富的资源	94
为什么各国开始争夺北冰洋	95
为什么要建设极地考察站	96
中国有哪些极地考察站	96
南极洲归谁所有	97
冰川都会移动吗	100
为什么近些年冰川越“跑”越快	100
冰川如何改变地貌	101
为什么冰川冰是蓝色的	102
为什么有的冰川会有黑白条纹	102
为什么赤道附近也会有终年积雪的山	104



雪线的位置会移动吗·····	104
为什么会发生雪崩·····	105
为什么冻土是建设青藏铁路的最大挑战·····	106
冻土融化会影响全球变暖吗·····	107

气象万千

为什么地球上有氧气·····	108
为什么很难回答天有多高·····	109
为什么臭氧层可以保护地球生命·····	110
为什么臭氧层会有“洞”·····	110
为什么北极没有臭氧洞·····	111
为什么晴朗的天空是蓝色的·····	112
为什么天空会有彩霞·····	113



为什么太阳和月亮周围会出现光环·····	114
为什么有时雨后会出现彩虹·····	114
哪里可以看到海市蜃楼·····	116
为什么在飞机上可以看到宝光·····	117
为什么会有风·····	118
为什么新疆风区的风特别大·····	118
为什么亚洲有世界上最著名的季风·····	120
信风和季风一样吗·····	121
为什么中国东南部夏季常有旱涝灾情·····	122
为什么影响中国的冷空气总是来自西伯利亚·····	122
为什么中国沿海地区夏天经常有台风·····	124
为什么台风有稀奇古怪的名字·····	125
龙卷风是顺时针旋转还是逆时针旋转·····	126
为什么美国经常遭遇龙卷风·····	126
为什么天空中有各种形状的云·····	128
为什么看云能识天气·····	128
为什么雨云的颜色很暗·····	129
为什么天上会下雨和下雪·····	130
为什么雨滴有大有小·····	131
为什么夏天会下冰雹·····	131
为什么阴雨天有时会电闪雷鸣·····	132
为什么计算机、电视机最容易被雷击坏·····	133
沙尘暴是近年才有的吗·····	134
为什么沙尘暴也会给人类带来好处·····	134
为什么城市的天空经常灰蒙蒙的·····	135
为什么天气能预报·····	136



为什么长期天气预报准确率很低·····	137
为什么气象卫星能预报农作物产量·····	138
为什么气象雷达能定量估测降水·····	139
人类能影响天气吗·····	140
为什么人类不能随心所欲地操纵天气·····	141
为什么“冷在三九”、“热在三伏”·····	142
为什么西双版纳一年只有三季·····	142
为什么既有“春雨贵如油”又说“清明时节雨 纷纷”·····	144
为什么江淮地区会有梅雨天气·····	145
为什么江南“火炉”城市应更名为“蒸笼”·····	146
为什么同在云贵高原的昆明和贵阳气候差别很大·····	146
为什么“日光城”拉萨多夜雨·····	147
为什么攀登珠穆朗玛峰大多选择在5月·····	148
为什么要去青藏高原进行大气科学考察·····	148
为什么高山上有旗云·····	149
藏东南的大峡谷和水汽通道对天气和气候有 什么影响·····	150
为什么与很多沙漠同纬度的长江中下游地区却 温暖潮湿·····	151
天气和气候有何不同·····	152
为什么气候会异常·····	152
为什么会有极端气候·····	153
地球会突然变冷吗·····	154
为什么洋流的变化会影响气候·····	154
气候变化有周期吗·····	155
地球究竟正在变冷还是变暖·····	156
为什么地球表面平均温度的微小变化就有严重 影响·····	156
为什么说人类活动要为当前全球变暖负责·····	157
地球历史上出现过多次冰期吗·····	158
为什么地球历史上会循环出现冰期·····	158

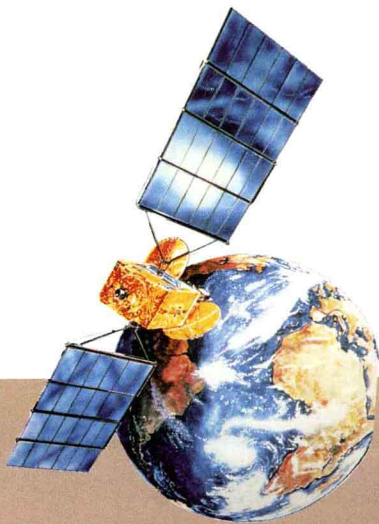
记录古气候的“无字天书”有哪些·····	160
为什么黄土高原的黄土可以反映古气候·····	160

数字地球

什么是数字地球·····	164
为什么要建数字地球·····	165
人类怎么知道地球是球形的·····	166
球形的地球怎么表示在平面地图上·····	167
为什么不同地图上的经纬线形状不同·····	168
为什么同一区域在不同地图上的相对大小有时 不一样·····	169
经纬度是如何测量的·····	170
地球半径是怎么测量出来的·····	172
为什么说地球不是正球形的·····	172
为什么世界各地的海面不一样高·····	174
海拔高度是以哪儿作为测量起点的·····	174
如何给珠穆朗玛峰测“身高”·····	175
为什么卫星看地球更有优势·····	176
为什么“嫦娥”能知道陨石坑的大小·····	177

附录

图片及辅文版权说明·····	178
----------------	-----





十万个为什么

第六版
地球

1000000 Whys
6th Edition

为什么要研究地球

地球养育了人类，人类也在不断地探索地球。在浩瀚无际的宇宙中，星球数以万亿计，直到现在，也仅发现只有地球拥有人类。地球是个有生命的星体：核素是它的细胞，岩浆是它的血液，地震是它的脉搏，火山是它的喉咙……它朝气蓬勃，日夜运行，构建了从核、幔到壳层，从岩石圈、水圈、生物圈到大气圈的“参天巨人”，它屹立于星球之林，遨游在广袤太空，养育着千奇百怪、数以亿计的生灵。它具备许多其他星球不具备的品格，时而宁静，时而咆哮，让整个世界为之动容。在宇宙大家庭里，在太阳系的八个兄弟中，地球是最有生气、最有作为的一员，地球是天之骄子！

地球隐含着无穷无尽的奥秘，上至天文，下至地理，大至宇宙，小至核素……令人类的探索永无极致。为什么只有地球上有人类？地球是怎么形成的？人类是怎样诞生的？地球的年龄是怎样得知的？为什么会有海洋、冰川、高山、洼地？为什么会发生地震、火山、狂风、暴雨？人类生存所需要的一切物资材料和能源几乎全是向地球索取的，这些物质会不会耗尽？耗尽了又该怎么办？面对这一系列问题，人们不断地探索着，求解着。从过去到现在，从局部到整体，从现象到本质，一个个新鲜事物被发现，一个个奥秘被揭示，于是有大陆漂移现象的发现，板



块学说的创立，同位素理论的应用，全球遥感及定位系统的布控，数字地球的建成，新材料新能源的开发，全球变化的研究，可持续发展理念的确立……所有这些都是人类智慧的结晶，是人类的宝贵财富。

地球已有约 46 亿年的演变历史。从远古到现今，经历了太古宙、元古宙和显生宙。每个时代都有其特定的地质背景，特定的生态环境，定义了地球不同的地质历史。纵观地球的发展历程，总是渐变孕育着突变，突变再转化为渐变，每次变化都伴随着地质、生物、气候、环境等事物的重大演变，成为天翻地覆的地质事件。这些重大地质事件是在某一特定的历史时期发生的。就新生代而言，青藏高原隆升就是具有全球性的重大地质事件。那么，是什么力量、什么因素促使具有全球性的地质事件发生？

物质是不灭的，能量是守恒的，这是自然界的基本定律。地球这个庞然大物，平均半径为 6371 千米，体积达 1.083×10^{12} 立方千米，质



量为 5.974×10^{24} 千克。地球的物质成分千差万别，可细细分析起来，所有物质皆由元素组成，整个地球几乎就是由 90 种或 94 种元素导演的。放射性同位素衰变产生的热能是地球内部能源的主要来源。组成地球的元素中包含有 1700 余种放射性同位素，它们以不同的半衰期衰变，释放热能，进而转变为机械能等能量，成为地球运动（包括海陆变迁，地质体的隆升、沉降、增生……）和物质转变的主要动力。随着衰变进行，其母体同位素的质量不断减少，最终走向枯竭，相应的放射性产能减弱，地球的内能减少，地球的活力也相应衰退。

世间任何有生命的物体，都有生老病死，有始有终，地球也不例外。只不过，相对于 130 多亿岁的宇宙来说，还不到 46 亿岁的地球，现在仍处于青壮年期，仍有漫长的路要走。有幸生活在地球上的人类，不能不感到地球的神奇和奥妙，不能不感到生活在地球上的幸运和自豪。人类在适应自然变化的过程中求得生存，在探索自然奥秘的过程中变得聪明，在掌握自然规律的过程中进步发展。不管你是学什么、做什么的，也不管你是男女老少，只要你生活在这个星球上，你自觉不自觉地都得接受自然变化的洗礼，问津各种各样的自然现象，从衣食住行到吃喝玩乐，从建国方略到国际事务，人类面临的资源、能源、气候、环境、自然灾害等一系列问题，无不与地球有关，无不与地球科学有关。地球科学工作以天地为己任，山川做课堂，为人类谋福祉，是无限崇高、无比豪迈的事业。

地球科学的发展集数学、物理、化学、生物、天文、气象、环境、人文等学科和信息、光学、空间等现代技术之大成，反过来，又极大地推动了基础科学、应用科学及技术的发展，丰富和提高了国计民生和科学发展观的内涵，成为人类上天入地、登顶下海的巨大推动力，实现生态文明和小康社会的重要理论支撑。

万物皆有道，自然最和谐。大自然是科学的知识库，创新的源泉。自然科学所做的一切，究

其本质就是破解自然奥秘。

在漫长的历史长河中，地球千变万化：平地隆起了高山，沧海变成了桑田，气候有过炎热，也有过寒冷……整个自然界以其固有的频率和步伐向前发展着。历史是面镜子，历史会不会重演？自然与社会往往有许多惊人的相似与重演。尽管有些生物，譬如恐龙，灭绝了不再重生，但自然灾害、气候变化，却会周而复始地出现。它们有时来得迅猛，有时来得缓慢：迅猛时让人措手不及，遭受灭顶之灾；缓慢时又可能使人们放松警惕，积重难返。当前，地球正处于一个比较强烈的活跃期，不仅地震、火山喷发等构造运动频繁发生，气候变化也处于高频振荡期，这个时期将持续多长，现在还不好估计，但从自然演变的历史看，有振幅越来越快、周期越来越短的趋势。

在大自然面前，人类显得渺小、无奈。最好的办法是持续不断、广泛深入地进行科学探索，认识自然，掌握自然变化规律。人们对自然了解得越深刻，适应自然变化的能力就越强，就越能变被动为主动。当然，这是个漫长的过程。（刘嘉麒）

⑥



微博士

地球名片

质量： 5.974×10^{24} 千克平均密度：5515 千克/米³体积： 1.083×10^{12} 千米³

赤道半径：6378 千米

极地半径：6357 千米

分层（由内至外）：地核、地幔、地壳

地球系统：岩石圈、生物圈、水圈、大气圈

海陆分布：约 29.2%（1.4894 亿平方千米）是陆地，70.8%（3.6113 亿平方千米）是海洋



微问题

如果可以“定制”一颗适合人类居住的星球，你认为它应该是什么样的？

关键词

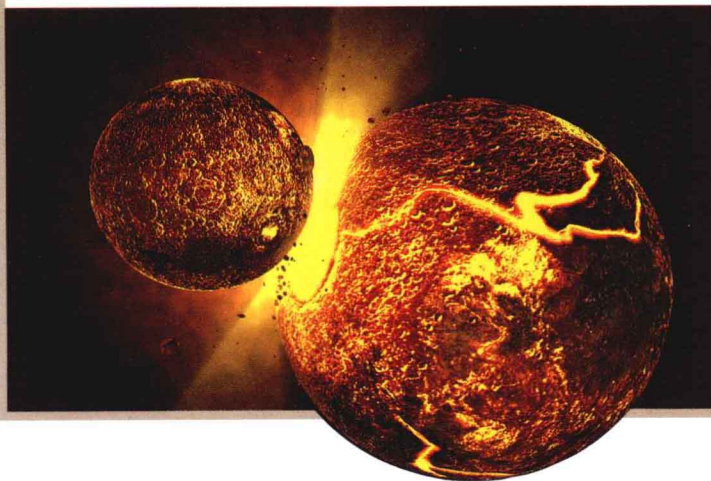
地球 太阳系

地球是太阳的“孩子”还是“小弟”

从太空俯瞰，地球是一个美丽的蓝色星球，我们可以看到蓝色的海洋和绿色的陆地。这是人类和其他生物的唯一家园。亿万年来，古海干涸成沙漠，洋底隆起成高山，无数生物繁衍兴衰。地球如何产生？地球和太阳是什么关系？地球有没有兄弟姐妹？地球曾经什么模样？关于地球的起源，我们有无数好奇的问题。

德国著名哲学家康德在1755年提出了太阳系起源的“星云假说”，现在得到了越来越多的科学证据支持。“星云假说”认为，在大约50亿年前，现在的太阳系还是一片广袤的星云，充满着宇宙灰尘和稀薄气体，主要成分是氢和氦。约45.7亿年前，太阳系附近的超新星爆发，产生的巨大能量使太阳系星云物质形成了比氢和氦质量更大的各种元素，包括大量放射性元素。星云物质很快发生收缩、聚集和旋转。星云中心由于密度和温度足够高，开始发生氢核聚变，放出巨大的热能，形成了光芒四射的太阳。与此同时，太阳系外围物质也会发生聚集，先形成无数直径在千米左右的原始星子，它们互相碰撞，最终汇聚成一些月球大小的原始行星。几个原始行星进一步发生碰撞，形成了原始地球。在超新星爆发1000万至3000万年后，一颗大小介于火星和地球之间的原始行星撞上原始地球，原始行星的一

一颗原始行星与原始地球发生碰撞



部分加入地球，一部分则进入环绕地球的轨道形成月球。这时，地球完成了它主要的生长过程，拥有了和现代地球基本相似的结构。

由此说来，地球算是太阳的“随从小弟”。至于月球，就像是地球的“小跟班”。（黄方）

地球上的水是从哪来的

生命离不开水，地球是类地行星中唯一有液态水的星球。那么，地球的水来自哪里呢？人们目前还没有确切的答案。

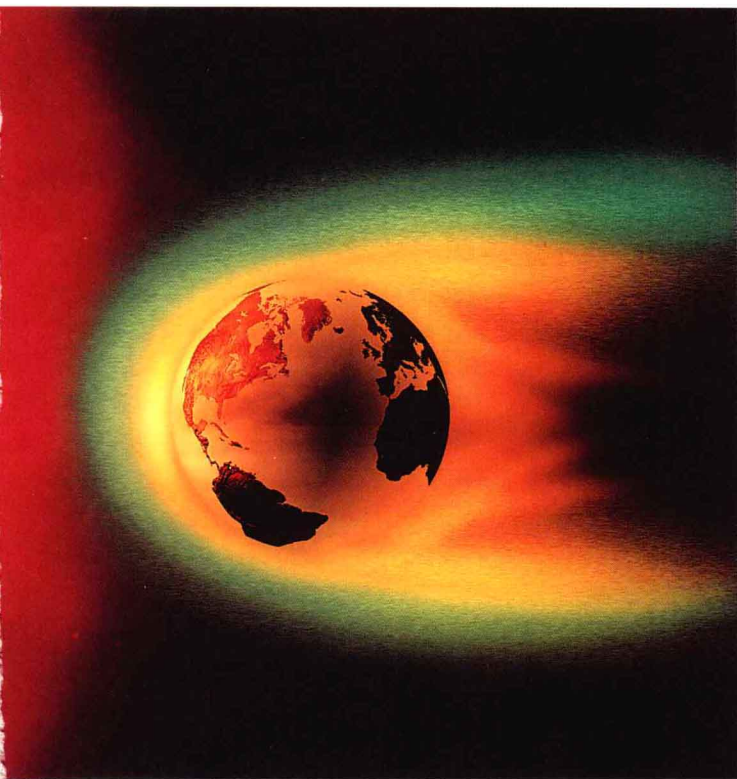
可以确定的是，地球还处在岩浆海的阶段时，表面因为高温而不可能存在液态水，因此地球上的海洋应该形成于地球冷却之后。在岩浆海冷却时，水和二氧化碳等挥发性物质从岩浆海析出，但由于引力的存在而没能离开地球，因此形成了地球的原始大气。也可以这样解释，岩浆海冷却后，地幔熔融产生的岩浆会在地表排放挥发性气体，这些挥发气体凝聚时可以产生水。有人甚至猜测，或许是外太阳系区域的含水彗星给地球带来了水。

虽然上述这些过程都可能在地球产生水，但要长期保存水还需要一些特殊的条件，比如地球的重力抑制了水的逃逸。地球磁场也是保护水的大功臣，强烈的太阳风会带走行星上的大气和水，



但是由于地球磁场有效地抵御了太阳风的侵袭，只有极少量的水和大气在南北极逃逸，形成美丽多变的极光。这样说来，虽然产生地球磁场的地核在我们脚下约 2900 千米的深处，却默默地保护了地球的水源，给地球生物创造了必备的生存条件。与之对比的是火星，由于缺乏磁场的保护，虽然过去也曾经“阔”过，表面有过汪洋大海，现在却是不毛之地、遍地荒凉。（黄方）

太阳风强烈地扫射着地球，会带走地球上的大气和水



⑥

陆地是怎么形成的

地球在太阳系中是唯一同时拥有大陆地壳和海洋地壳的行星。地球表面由岩石组成的固体外

地球上保存的最古老矿物是锆石，这种天然矿物的化学成分为硅酸锆



⑥



卫星拍摄的杰克山

壳，是生物赖以立足的基础，陆壳 30 多千米厚，洋壳平均不到 10 千米厚。从地壳底部到约 2900 千米深处的范围内是地幔，地幔底部直到地心是地核。

大陆陆地究竟是何时形成的？由于地球早期的历史早就被漫长的演化掩藏，难觅踪迹，这个问题也成了难解的谜。2001 年，美国和澳大利亚的地质学家们从西澳大利亚的杰克山得到了一点地球的秘密：地球上最古老的地壳可能现于 44 亿年前。地质学家在杰克山找到了一些锆石，经鉴定，那是目前人们在地球上发现的最老的矿物。锆石的熔点高、硬度大，一旦结晶就很难消失，这些特性让它成为地质学家判断地壳形成年龄的绝佳样品。虽然现在还不确定最早的大陆地壳以什么样的速度生长，但目前可以确认，永久的大陆地壳在距今 38 亿~25 亿年的太古宙就大量出现了。来自加拿大伊苏华地区的古老变质岩，年龄在 35 亿~38 亿年。南非的古老陆壳、中国华北最古老的岩石，年龄也达到 30 亿年以上。

大陆地壳是我们的立足之处，漂浮于地幔之上。现在，地球内部仍有高温的地幔在熔融，年轻的陆壳在生长。地幔熔融的岩浆形成了大洋地壳，大洋地壳在洋底和水发生反应，当含水的洋壳通过俯冲再次熔融时，形成花岗岩，构成大陆地壳的主体。科学家们因此意识到，地球上的水对于陆壳的形成至关重要。没有水就没有构成大陆地壳的花岗岩，换言之，没有海洋也就没有陆地。（黄方）

微问题

月球上有没有水？

关键词

地球起源 太阳系 陆地 海洋 地球磁场

地球的“童年”是怎样的

虽然地球现在气候温和，适合人类居住，但是它的“童年”却是多灾多难，经受高温的烘烤、陨石的撞击，根本不适合任何生物生存。

地球“童年”时一直发着高烧：星云物质在凝聚增生过程中（比如行星剧烈的碰撞过程），把重力势能转换为热能；地球增生还会形成金属熔体，主要成分为铁和镍，密度大的熔体向地心沉下去时，也会把重力势能变成热能；还有放射性同位素的衰变放出巨大的热能。在它们的共同作用下，“童年”地球的表面温度都达到 2000 开（约相当于 1700℃）以上，形成巨大而炙热的岩浆海。这样的环境可不利于生命形成。



位于美国亚利桑那州沙漠中的陨石坑

地球“童年”时还经常挨揍：太阳系残留的陨石会大量撞击地球。虽然绝大部分撞击的痕迹在地球上已经看不到了，但是月球表面大大小小的环形山暗示了地球形成初期恶劣的环境。直到距今 38 亿年前左右，最大规模的撞击结束，地球才有了相对的安宁。此后，虽然造成生物灭绝的大撞击还发生过几次，但地球上的生命仍然能够顽强地发展演化，每一次大灭绝实际上都给某些弱勢的生物群体提供了发展壮大的良机。（黄方）

地球的年龄有多大

虽然生物在地球上已经生活了千百万年，但是承载着众多生命的地球母亲有多大年纪却一直

不为人所知，困扰着有强烈好奇心的地球人。如果不确定地球的年龄，我们也就难以弄清这个曾经炙热熔融的行星是如何一步步变得如此丰富多彩、生机勃勃的。

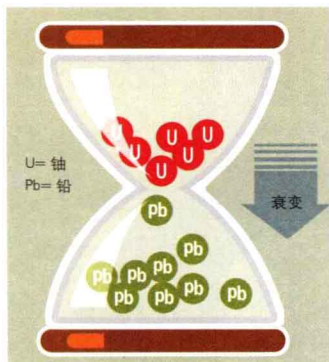
在很多神话故事里，人们把地球和宇宙的形成归功于无所不能的神仙，因此，最早对地球年龄的探寻往往和神话故事联系在一起。中国的神话中，盘古开辟了天地；基督教的教士们相信上帝在公元前 4004 年的 6 天里创造了世界，那些接受基督教教义的信徒则相信圣经的《创世纪》给出了可靠的地球年龄。

最早试图用科学方法研究地球年龄的是英国物理学家哈雷，他通过河水对海水盐度的补给量推测海洋的年龄，并认为等同于地球的年龄。英国科学家开尔文勋爵假设地球起源于一个炙热的熔融球体，要冷却到现在的温度，需要 2000 万至 4000 万年。这些早期有益的探索虽然粗略，却至少告诉了人们要跳出圣经的桎梏：地球的年龄远远超过几千年。这些工作经常触动当时占统治地位的基督教教会敏感的神经，很多科学家因此受到教会的攻击，被迫放弃这些开拓性的研究成果。例如，18 世纪法国博物学家、作家布丰就违心地宣称放弃他的巨著《自然史》中关于地球形成和圣经故事相抵触的说法。

对地球年龄精确的测量归功于 20 世纪物理学的进展。著名的物理学家居里夫妇发现，某些放射性同位素（例如铀）可以自动放出粒子而变成新的元素（例如镭），这个现象被称为放射性

同位素定年测定系统





同位素定年法示意图

②

衰变。同位素衰变时会发出大量的热，这也是开尔文勋爵当年低估地球年龄的主要原因。在地球天然的温度和压力条件下，放射性同位素衰变的速率不变，也就是说既不受外界条件的影响也不受该元素多少的影响。一旦测量出地质样品中放射性同位素（例如铀）有多少、衰变形成的同位素（例如铅）

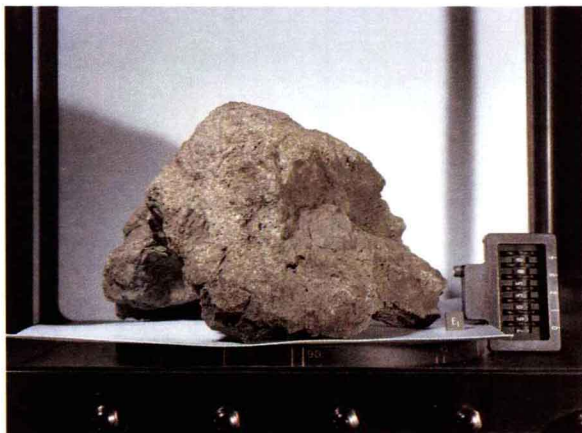
有多少，再利用放射性同位素确定的衰变速度，人们就可以精确计算出该样品的年龄，这就是同位素定年的基本原理。

利用同位素定年的方法，地质学家可以判断地壳中冷却的岩浆和岩石是在什么时候形成。可是，地球早期经过了高温的岩浆海阶段，再加上地表上亿年的改造，地球最初形成的岩石已经找不到了，现在地球表面露出的岩石显然比地球的年龄要小得多。因此对地球年龄的最佳估计不是根据对地球岩石的测量，而是来自陨石。

在太阳系的最初期，和地球一起生成的还有大量陨石，它们由硅酸盐矿物和铁镍金属组成，主要存在于火星和木星之间的小行星带。由于陨石体积小，在形成之后不久就冷却，停止了进一步的演化，因此它们忠实地记录了太阳系形成的信息。从太阳系的星云物质凝聚到地球的形成仅用了几百万年，这相对于太阳系的漫长历史不过是短短的一瞬，所以如果我们知道陨石的年龄，地球的年龄也就不言自明了。

有一类特殊的陨石含有太阳系星云物质凝聚时最早形成的固体颗粒，因此对于人们研究太阳系和地球的年龄非常重要。近些年，有人用铀-铅同位素法给这类固体颗粒测量年龄，结果表明，这些陨石的年龄是 45.68 亿年。

一般认为月球是由原始地球和原始行星碰撞而产生的，因此有人想到，测定月球的年龄也就可以推测地球的年龄。“阿波罗计划”从月球采回了一些岩石，经过测定，其中最古老的月球岩石样品和陨石的年龄是一致的。由此推断，地球

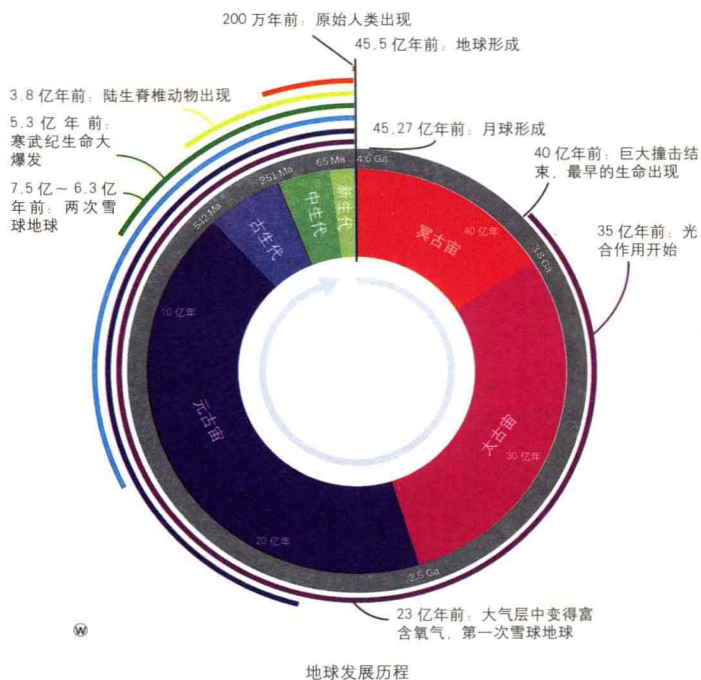


⑥

“阿波罗计划”带回的月球岩石

的形成年龄应该比 45.7 亿年略小一点。

地球上保存的最古老矿物有 44 亿年历史，海洋和大陆可能在 42 亿年前已经出现，保存的最古老的岩石大约产生于 40 亿年前，中国的华南和华北是在 2.3 亿年前拼合在一起的。如果把地球的历史看成 24 小时，那么动物在最后 6 小时出现，陆生动物在倒数 2.5 小时出现，爬行动物可能才出现了半个小时，至于人类的祖先，出现才仅仅一分钟左右。（黄方）



地球发展历程

微问题

金刚石和锆石，哪个能保存更久？

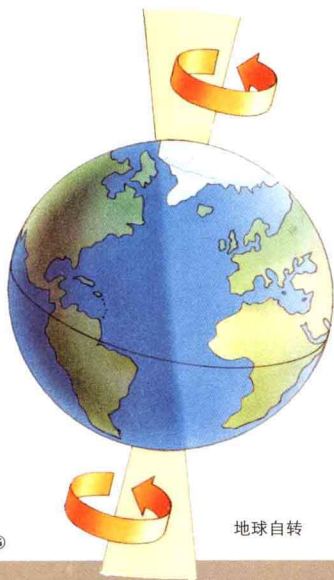
关键词

地球年龄 同位素 岩石 陨石

为什么地球会自转

我们每天都在经历昼夜交替，这是由于地球——我们脚下的大地在不停自转导致的。可能你会疑问，为什么我们感觉不到大地在转动。直到哥白尼提出，地球也是一颗行星，围绕着太阳运行的同时，自身则绕地轴自转，人们才理解了昼夜交替的原理。那么，地球为什么会自转？

按照目前流行的太阳系形成理论，太阳系在46亿年前诞生于一个原始星云。这个原始星云并不是处处均匀的，而是有的地方质量大些，有的地方质量小些。由于引力和物质的质量成正比，在万有引力的作用下，质量较小的就开始围绕质量较多的地方旋转，并逐渐形成太阳、行星以及各种天体，并一直保持着旋转体最初的角动量。角动量与旋转体的半径、质量和线速度有关，并且满足能量守恒定律。打个简单的比方，花样滑冰运动员双臂伸直时旋转得就慢点，这就是因为旋转体的半径增加了，而角动量守恒，其线速度就必然减小；相反，如果



地球自转

不一样长的白天黑夜

找一张转椅，旁边的桌子上亮一盏台灯，和你的头部差不多高。假设你在转椅上每秒转1圈（如果你不头晕的话），同时保持头部姿势固定，能看到灯时算作“白天”，看不到灯时算作“黑夜”。那你会注意到“白天”、“黑夜”的时长分别是半秒左右。现在，你把台灯的位置上移一点，让它比你的头部高出很多（不是在正头顶），你会注意到，“白天”的时间延长了一些。

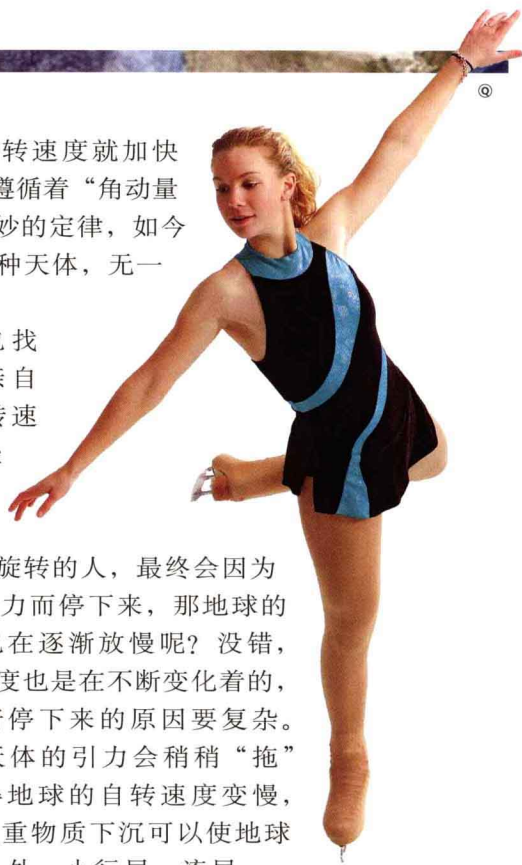
对于地球来说，由于地球的自转轴并非完全垂直于地球绕太阳旋转的公转平面——黄道，而是与黄道呈大约 67.5° 的夹角，这使得全球大部分地点的昼夜在大部分时间内并不是等分的。

实验场

双臂收拢，旋转速度就加快了。正是因为遵循着“角动量守恒”这个奇妙的定律，如今其他行星和各种天体，无一不是自转的。

你不妨也找一个转椅，亲自体验一下旋转速度与转动半径的关系。但或许又会

问：在转椅上旋转的人，最终会因为转动轴的摩擦力而停下来，那地球的自转会不会也在逐渐放慢呢？没错，地球的自转速度也是在不断变化着的，不过远比转椅停下来的原因要复杂。月球和其他天体的引力会稍稍“拖”住地球，使得地球的自转速度变慢，而地球内部的重物质下沉可以使地球自转变快。另外，小行星、流星体的撞击也可以改变地球的自转速度。（叶泉志）



角动量守恒可以用来解释花样滑冰运动员旋转速度的变化

为什么要设定标准时区

早先，人们都是根据太阳来确定时间。假想天空正中有一道贯穿南北的圆弧，称之为子午线。当太阳经过子午线的时候就是当地中午12点，这称为太阳时。1675年，为了帮助远航的船只确定自己的位置，英国皇家天文台确立了“格林尼治标准时间”，即通过格林尼治天文台子午线的太阳时。不过，大多数人仍旧使用所生活城市的太阳时作为当地时间。这在铁路时代到来之后就逐渐显得不适用了，因为太阳时每隔经度 1° 就会相差4分钟，这让火车运行时刻变得非常混乱。1847年12月1日，英国各铁路公司统一开始使用格林尼治标准时间作为通用时间，这