

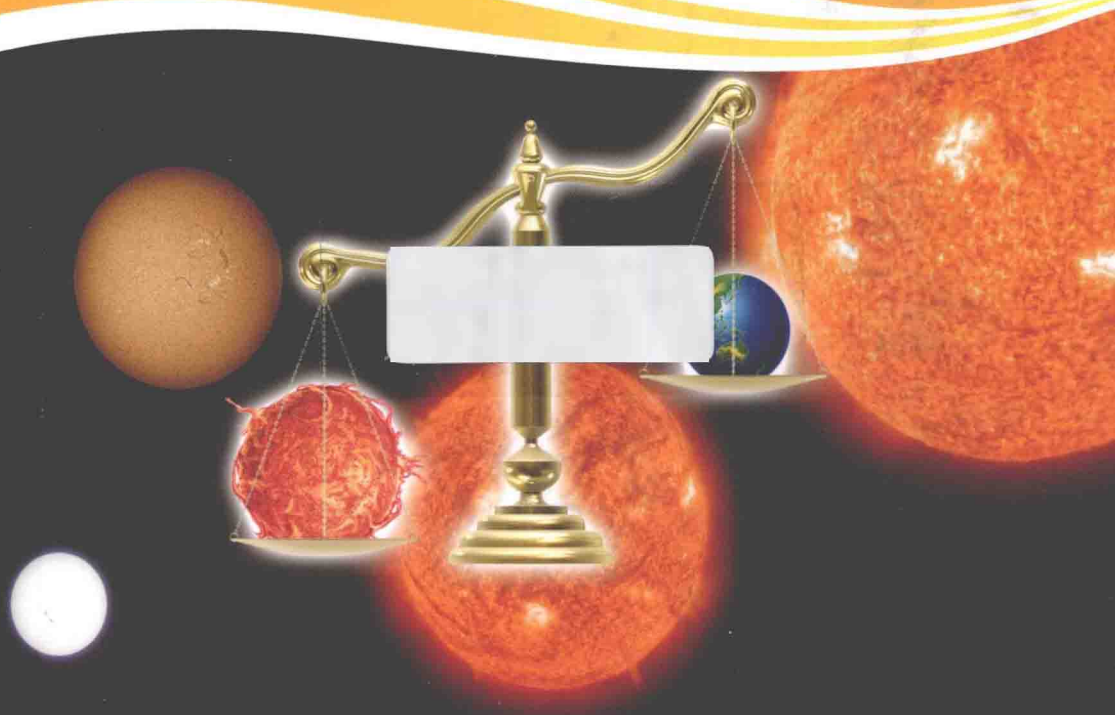
SHULIANG ZHONGDE KEXUE CONGSHU (CAITUBAN)

数量中的科学丛书 · (彩图版)

# 奇妙的质量

主编 / 张九庆

(第2版)



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

数量中的科学丛书 (彩图版)

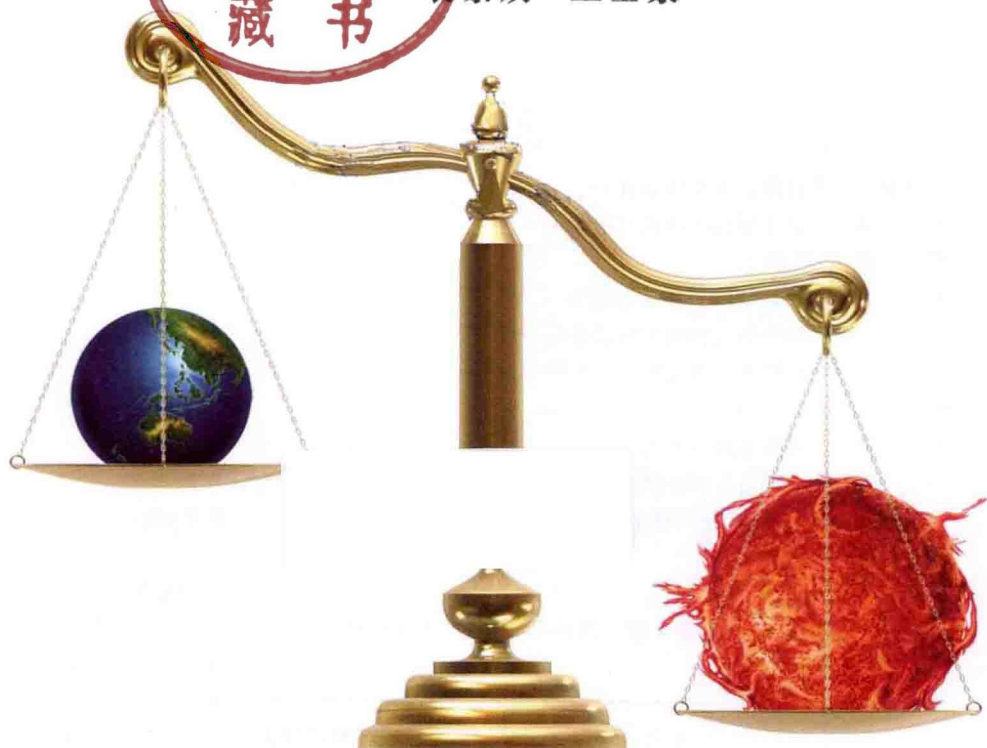
# 奇妙的质量

(第2版)



主编 张九庆  
撰稿 赵庚新  
袁崇焕

朱 宇  
王士泉



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

奇妙的质量/张九庆主编. —2 版. —北京:北京理工大学出版社,  
2014. 10

(数量中的科学丛书:彩图版)

ISBN 978-7-5640-9368-6

I. ①奇… II. ①张… III. ①质量(物理)-普及读物 IV. ①O31-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 123445 号

---

---

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京恒石彩印有限公司

开 本/710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张/13.25

字 数/175 千字

版 次/2014 年 10 月第 2 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

定 价/34.00 元

责任编辑/王佳蕾

范春萍

文案编辑/王佳蕾

责任校对/周瑞红

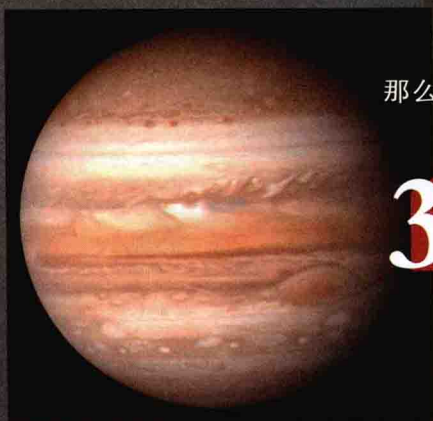
责任印制/王美丽

---



如果设地球质量 $5.97 \times 10^{24}$  kg（千克）为

1



那么，木星的质量 $1.90 \times 10^{27}$  kg（千克）约为

320

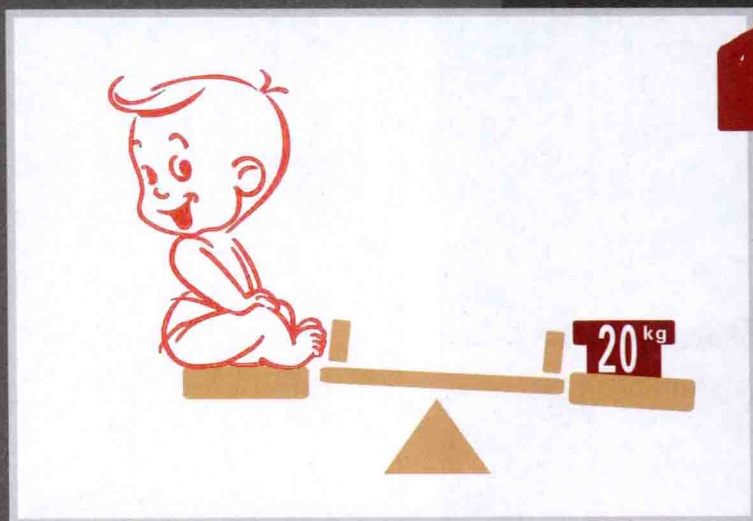
太阳的质量 $1.99 \times 10^{30}$  kg（千克）约为

333 000



# 中质量

如果设5岁小孩在地球上的平均  
体重 20 kg（千克）为

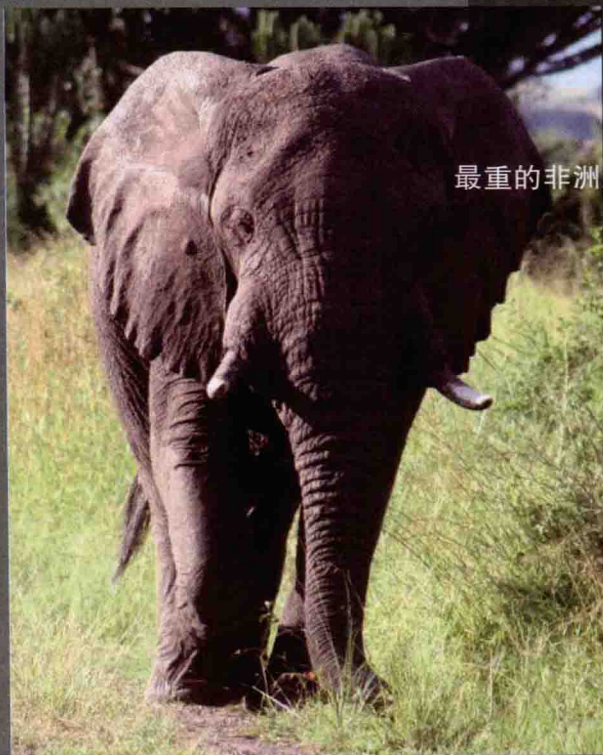


1

那么，500 kg（千克）胖子的  
体重为

25





最重的非洲大象体重6 000 kg（千克）为

300

鲸鲨的体重40 000 kg（千克）为



2 000

## 低质量

如果设云粒子质量  
 $100\ \mu\text{g}$ （微克）为

1



那么，雨滴核质量  
 $1\ \text{mg}$ （毫克）为

10



乒乓球质量 $2.7\ \text{g}$ （克）为

27 000

## 奇妙的数量 (代总序)

很小的时候，我们就习惯于通过数量来认识和比较身边的事物，如几辆玩具车的大小和它们运动的快慢；我们几岁了；热不热、冷不冷，等等。我们甚至不曾设想过离开数量的世界会是个什么样子。其实，世界就是世界，它客观地存在着，数量是我们的祖先为了认识、比较和描述世界，为了交流而采用的方法。然

而，数量却真的很神奇，没有数量的世界连在一起，难解难拆；一用上数量，世界便清晰起来了，好像我们学会使用的数量越多，世界便越清晰了。科学家们也通过数量来描述自然界中的各种物质的性质和状态，如宇宙的尺度、元素的半衰期、电子的质量、大气的温度……

在这里，我们先以人体为例，来粗略地浏

览一下科学中的各种奇妙的数量。

我们的生命来自于父亲的精子与母亲的卵子结合而成的受精卵。受精卵到8周之后，胎儿性别确定；24周后，胎儿长成人形；280天后，胎儿成熟，来到这个世界。孔子曾用时间描述自己一生的经历与感悟：“吾十有五而志于学，三十而立，四十而不惑，五十而知天命，





六十而耳顺，七十而从心所欲不逾矩。”

刚出生时，我们的平均身高是 50 cm，平均体重是 3.5 kg。随着生命的成长，男性的平均身高大约为 175 cm，平均体重约为 75 kg；女性的相应数值要比男性的数值小一些。有些个头很高的人身高可能超过 2.3 m，个头矮的人身高可能不到 1.3 m；肥胖的人体重可能超过 300 kg，瘦削的人体重可能只有 30 kg。在科学上，人的身体过高、

过矮或过重、过轻都可能是某种病变或基因功能紊乱所致。

一生中，我们每个人的体温都基本保持在  $36\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，因为我们是恒温动物，这既区别于两栖、爬行类动物越冬时的低体温，也区别于禽类的高体温，除非我们得了病，例如高烧时体温会达到  $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

日常生活中，平均每人每天身体所需要的水量为 2 500 ml，即 139 mol，平均每天大约消耗 8 000 J 的热量。

如果每天摄入的热量过多，会导致肥胖。除了水分和热量，我们的身体还需要补充足够数量的维生素和微量元素。

晚上，如果我们使用 40 W 的白炽灯照明，流过这只灯泡的电流不到 0.2 A，所产生的光通量为每平方米 2 600 cd。到了深夜，我们安然入睡，周围的声音不超过 30 分贝。令人担忧的是，过分炫目的光和嘈杂的声音已成为新的污染，干扰着我们的正常生活。

在自然科学中,量度物质的属性或描述物质的运动状态的各种数量值,叫作物理量,如长度、质量、时间、温度、速度、密度等。在很长一段时间里,计量这些物理量的标准是区域性的,而且以我们直接接触到的事物为依据。例如,长度用人的手臂或者脚步来丈量,时间根据日月星辰的变化来计算,重量用人或动物的载重来测量。随着生产和科学技术的发展及人与人之间交流的增加,物理量及其计量标准的统一得以实现。

然而,数量的使用真的是越多越好吗?过多使用数量真的使我们的科学更清晰了吗?不是。数量太多了也不行,会使各种计量发生混乱,而且也不利于我们对规律的发现。目前,国际上确定了7个基本

物理量和它们的基本单位,这就是长度(米, m)、质量(千克, kg)、时间(秒, s)、电流(安培, A)、热力学温度(开尔文, K)、物质的量(摩尔, mol)、发光强度(坎德拉, cd)。每一个物理量都有科学上的标准定义。其他的物理量都是按照它们的定义由基本物理量组合而成的,称为导出量,例如,速度(米/秒, m/s)、体积(立方米,  $m^3$ )、密度(千克/立方米,  $kg/m^3$ )、力(牛顿,  $N=kg \cdot m/s^2$ )、压强(帕,  $N/m^2$ )、能量(焦耳,  $J=N \cdot m$ )、功率( $W=J/s$ )、电势(伏特,  $W/A$ )……

“数量中的科学”这套丛书,以与我们普通人关系密切、在日常生活中常用和体会到,或靠日常经验能够比较好地理解为标准,选择四个基本量——长度、

质量、时间、温度为主题,通过对自然科学中大到宇宙星系,小到亚原子粒子的各种事物所涉及的数量及其相关知识进行描述,形成了《奇妙的长度》《奇妙的质量》《奇妙的时间》《奇妙的温度》四本书。

大千世界,如果不加选择,我们就会淹没在数量的海洋中。本套丛书对所纳入的数量的选择,首先考虑的是这个数量的典型性或特殊性,关注这个数量所能涵盖的科学知识及所涉及的科学事件、人物和最新的科学进展。这样,对一个数量的描述便拓展到整个科技领域;不仅关注独立的量值,而且涉及与这个数量相关的一系列知识,一个数值有时是一个数值群。这样,我们对科学的介绍就不再只是枯燥的数据和单调的知识,而是

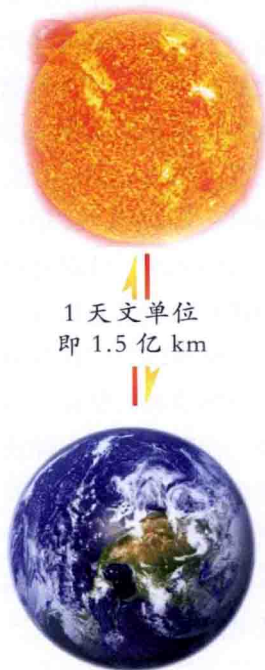


使科学有了历史的烙印和动态的色彩，使数量具有了故事性和趣味性。不仅如此，我们在关注科学层面的量值的同时，也会适当地介绍一些社会、经济等层面的相关知识，而且辅以相应的插图（照片、图画和表格），使这些科学数量变得丰富、生动和简洁。在我们这个读图的时代，恰当和精美的插图能够提供媲美文字的信息量。

美国诗人布莱克有诗云：“一沙一世界，

一花一天堂；掌中握无限，瞬间成永恒。”说的是从一个具体的事物出发，我们就可以把握变化无穷的时空。但是，对事物的全面认识还是需要系统的科学知识的。

这套丛书力图为读者认识自然界、认识科学提供一条路径、一种方法或者一个视角。如果在阅读完相关数量的知识和故事之后，能激发起读者进一步探索世界，甚至投身科学研究，编者的目的也就达到了。



## 什么是质量？（本书序）



曹冲称象

让我们先从几个成语说起。说一个人小心眼,可以用“斤斤计较”;说一个人认真细致,可以用“锱铢必较”;说两个人彼此相当,可以用“半斤八两”;描写

形势非常危急,会用“千钧一发”;描写威力无法阻挡,会用“雷霆万钧”;描写点点滴滴地积累,会用“铢积寸累”。

这些成语中的“铢”“锱”“两”“斤”“钧”

都是中国古代的重量单位。其中,1 锱为 1 两的  $\frac{1}{4}$ ; 1 铢为 1 两的  $\frac{1}{24}$ ; 1 两为 1 斤的  $\frac{1}{16}$ ; 1 钧为 30 斤。要特别说明的是,古代的 1 斤并不等于现在的 1



斤，至于它究竟是多少，各个朝代也不统一。

还记得曹冲称象的故事吗？因为大象是一个无法拆卸的庞大物体，当时又没有可以称量大物体的衡器，曹冲让人把大象和石头分两次装到船上，让船的两次沉水深度相同。根据浮力原理，大象和石头排开水的体积相同，水对船的浮力也就

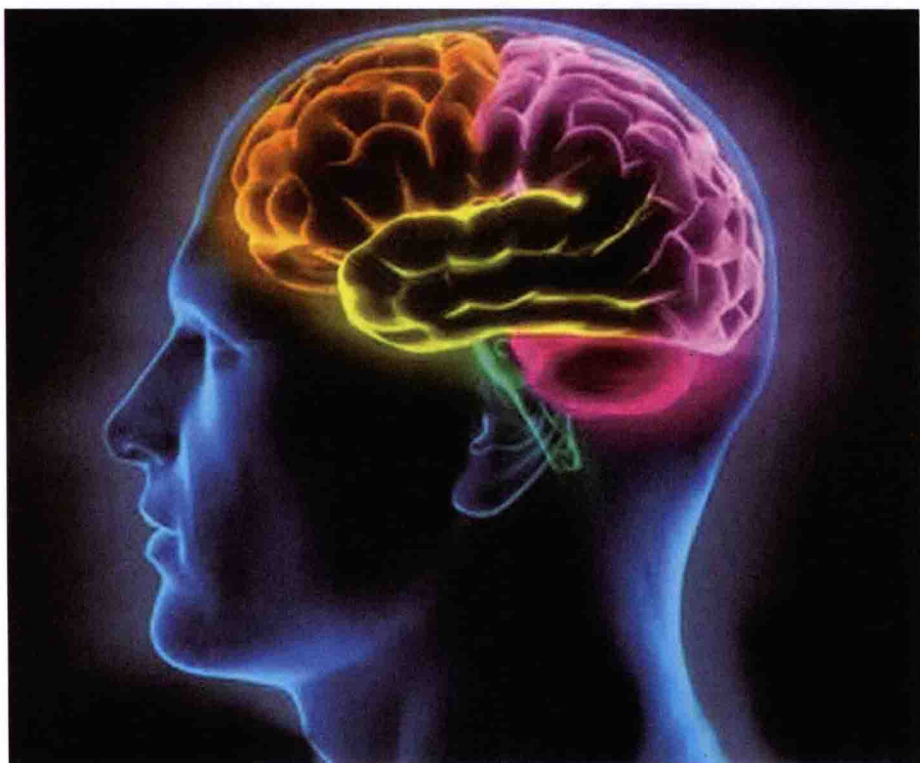
相同。通过称量石头，就间接获得了大象的重量。单就测量物体重量而言，曹冲也称得上是一位科学家了。这种通过测量其他力来间接测量物体重量的方法比比皆是。

重量是一种力，在某一参考系中，这种力能使一种物体获得的加速度等于当地的自由落体加速度。在地球上，

重量等于质量乘以重力加速度，也就是重力，其物理单位是牛顿。由于在地面时重力加速度的值接近于1，所以在地面时，重量约等于质量。当我们说某个物体的重量是多少千克或者公斤的时候，我们是用重量表示质量，这在科学上并不严谨。所以尽管在日常用语中，重量比质量更常用，但在科



地球的质量是可以测量的



人的大脑

学上，我们应使用质量这一词语。

我们把物体中含有物质的多少定义为质量。质量是物体的固有属性，不随物体的形状、位置、状态和温度的改变而改变。不过，当爱因斯坦用广义相对论把质量与速度联系起来的

时候，质量是随着速度的增加而增加的，只是这种增加在低速时可以忽略不计。所以，物体的质量不变只是低速状态下的结论。

质量是物体惯性大小的量度。物体具有保持原有运动状态的属性，即惯性。物体质量

越大，惯性也越大。同时，质量也是物体之间引力大小的量度。质量越大，物体的引力也越大。

测量一个物体质量的方法很多，如用天平测定物体的质量；用弹簧秤测定物体的质量；用质谱仪测定带电粒子



的质量；用万有引力定律计算天体的质量；用理想气体方程测量气体的质量；用油膜法测定物质分子的质量……其适用范围各不相同，准确率也相去甚远。

质量的国际单位是千克（kg），它的基准来源于国际千克原器（见本书内文），这是所有7个物理基本量定义中最简单的。国际千克原器是保存于国际计量局的一个铂铱合金（90%的铂和10%的铱）圆柱体，

其直径和高都是39 mm。

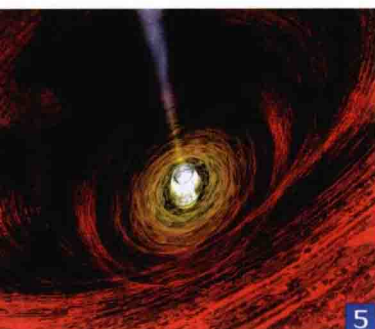
各个国家表示质量的其他单位还有很多，如“长吨”“短吨”“磅”“斤”等，它们和千克都存在着对应的换算关系。

我们周围的一切物体都有自己的质量，在“重如泰山”之外有质量更大的物体，如太阳系的各个行星；在“轻如鸿毛”之外有质量更小的物体，如亚原子世界的各种粒子。

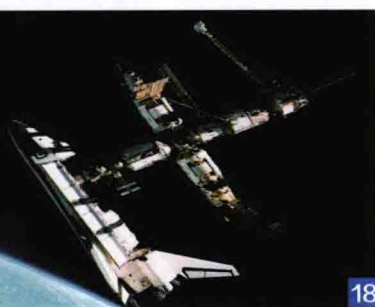
本书将在我们所

知的质量最大和最小的物体之间，依照数量级的变化，选择近百个不同物体的质量，例如地球的质量、人类见到的最大陨石的质量、美国第一台电子计算机的质量、广岛爆炸的原子弹的质量、人脑的质量、蒲公英种子的质量、 Baseball 分子的质量、质子的质量、中子的质量、电子的质量等，介绍隐藏在这些质量之后的科学知识、人物、故事及其对我们人类社会的影响。

# 目 录



5



18



29

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| $10^{41}$ kg (千克)                 | 1  |
| 人类发现的第一个完全由暗物质构成的星系 VIRGOHI21 的质量 |    |
| $3.1 \times 10^{31}$ kg (千克)      | 4  |
| 已知的最大的恒星黑洞的质量                     |    |
| $1.989 \times 10^{30}$ kg (千克)    | 7  |
| 太阳的质量                             |    |
| $5.972 \times 10^{24}$ kg (千克)    | 9  |
| 地球的最新质量                           |    |
| $6 \times 10^{18}$ kg (千克)        | 12 |
| 地球大气的总质量                          |    |
| 3 万亿 t (吨)                        | 14 |
| 世界各大洋锰结核的总储藏量                     |    |
| 100 亿 t (吨)                       | 17 |
| 月球两极地区可能蕴藏的水量                     |    |
| 100 亿 t (吨)                       | 20 |
| 中国南海北部陆坡可燃冰远景资源量的石油当量             |    |
| 5 亿 t (吨)                         | 23 |
| 月球氦 3 资源量                         |    |
| 4 亿 t (吨)                         | 26 |
| 每年由大气进入地球土壤中的氮量                   |    |
| 2 500 万 t (吨)                     | 29 |
| 加拉帕戈斯海底金属热液矿总储量                   |    |



|                              |    |
|------------------------------|----|
| 1 000 万 t (吨) .....          | 32 |
| 美国第一颗氢弹爆炸当量                  |    |
| 330 万 t (吨) .....            | 35 |
| 林尼尔彗星所含水的量                   |    |
| 56.5 万 t (吨) .....           | 38 |
| 世界上最大船舶的排水量                  |    |
| 2 万 t (吨) .....              | 41 |
| 美国第一颗原子弹爆炸当量                 |    |
| 7 000 t (吨) .....            | 44 |
| 世界上正在建造的最大的粒子物理探测器 ATLAS 的质量 |    |
| 6 000 t (吨) .....            | 47 |
| 19 世纪最大的风帆战船排水量              |    |
| 2 000 t (吨) .....            | 50 |
| 航天飞机起飞时全部质量                  |    |
| 1 400 t (吨) .....            | 53 |
| 世界上第一座核反应堆的质量                |    |
| 600 t (吨) .....              | 56 |
| 世界最大的载货卡车载重量                 |    |
| 30 t (吨) .....               | 58 |
| 第一台电子计算机质量                   |    |
| 12 t (吨) .....               | 61 |
| 中国杂交水稻每公顷产量                  |    |
| 12 t (吨) .....               | 63 |
| 美国新一代载人登月航天器的质量              |    |
| 8 t (吨) .....                | 66 |
| 居里夫妇提炼镭耗费的沥青铀矿量              |    |
| 7 t (吨) .....                | 68 |
| 美国 X-45C 型无人战斗机的质量           |    |



39



57



64



69