

新
编

世界

上下五千年



新编上下五千年(世界)

科学技术卷

(下)

林甲山 主编

延边人民出版社

☐ 能量守恒与转化

最初的“能”，在希腊文里是“使做某种动作”的意思。

如弹弓将石子弹飞，那么使石子飞向远处的能力就叫做能。

自然界中，位于高处的物体，由于地球的引力，它的重力的作用方向总是指向低处。如利用高处水流落下时的力量可以推动发电机旋转。这种由于物体位于较高的位置而具有的能叫做势能。

挥动的锤子把钉子钉进木板里，这种由于物体的运动而具有的能叫做动能。且物体的质量越大，速度越快，它的动能就越大。

17 世纪，伽利略和牛顿等科学家，通过确定速度、加速度和力之间的关系，对动能和势能的原理进行研究，他们认识到，当物体下降时，速度加快，动能就增加；同时，高度降低，势能就减少了；如果把物体抛向空中，随着动能的减少，势能就相应增加。

所以，在物体运动过程中，两种能量的总和总是一个恒量。这就是机械能守恒定律。

18 世纪，人们从热、光、声的能量变化中，发现了能量可以从一种形式转化为另一种形式。

德国青年医生迈尔是最早公布能量守恒和转化定律的人。

罗伯特·迈尔 1814 年出生于德国。1840 年他担任去爪哇的随船医生。当船驶到赤道附近时，他发现海员静脉血液要比在欧洲时鲜红。迈尔认为食物中含有化学能，这种能可能转化为热；在炎热的条件下，人体需要的热量较少，使食物的“燃烧”过程减弱，因此静脉血中留下了较多的氧，使血液颜色鲜红。

在航行期间，迈尔见到许多现象。他听海员说，暴风雨来时海水比平时要热一些。迈尔由此想到，食物中的化学能可以转化热，雨滴降落所获得动能也会产生热，可见能同物质一样，是不可破坏

的。

1841年航行结束后,他把自己的发现写成《论力的量和质的测定》、《论无机界的力》、《与有机运动相联系的新陈代谢》等论文,逐步完善了能量转化与守恒思想。

他首先肯定了力能的转化与守恒定律是支配宇宙的普遍规律。然后,他更具体地考察了“运动的活力”(动能)、“下落的力”(势能)及势力、电力、化学力等五种不同形式的力。他还描绘了运动转化的25种情况,作出了否认热质说的结论,同时他计算出热功当量为365千克米/千卡,相当于3.58焦耳(现代精确的热功当量值是4.184焦耳)。

遗憾的是,迈尔的研究成果没有被当时的人们接受,甚至遭到攻击和嘲笑。年迈的迈尔精神上很受刺激,1850年得了神经紊乱症,在精神病院呆了28年。

1878年,迈尔逝世。

迈尔是科学史上第一个发表能量守恒和转化定律的人。恩格斯曾高度评价了他的工作:“运动的量的不变性已经被笛卡尔指出了……而运动形式的转化却直到1842年才被发现,而且新的东西正是这一点,而不是量方面不变的定律。”

恩格斯在这里所指的就是迈尔的论文《论无机界的力》。

☐ 热力学的再发展——第二定律

人们在对热力学的研究中,发现了第一定律,即能量守恒和转化定律。在此基础上,科学家又对热力学进行深入研究。

1850年,德国物理学家克劳胥斯在研究卡诺的理论时,提出“一个自行动作的机器,不可能把热从低温物体传到高温物体中去”。

这就是热力学定律的“克劳胥斯表述”。

英国物理学家威廉·汤姆生在 1851 年也从卡诺的工作中发现了热力学第二定律。

1824 年,汤姆生在英国贝尔法斯特城出生。他天资聪明,学习刻苦,15 岁就获格拉斯哥大学的物理学奖,16 岁获天文学奖。17 岁在剑桥大学的数学杂志上发表了一篇文章,名声大振。22 岁时,他获得格拉斯哥大学的教授职位。

1847 年 6 月,焦耳在牛津大学演讲,阐明机械能可以定量地转化为热能,各种形式的能都可以相互转化。汤姆生很受启发,把精力转向热力学研究。

1848 年,汤姆生创立了绝对温标。温标以 -273°C 作为 0° ,用于热力学计算,所以称热力学温标。现在的绝对 0° 是 -273.15°C 。

威廉·汤姆生在 1892 年被封为凯尔文勋爵,所以他创立的温标被标为开氏温标,简称 K。

1815 年,汤姆生提出了一条新的普遍原理:不可能从单一热源吸取热量,使之完全变成有用的功而不产生其他影响。

这就是热力学第二定律的凯尔文表述。

1852 年,汤姆生和焦耳合作,发现了著名的汤姆生—焦耳效应:气体从高压的空间经过多孔性物质流向低压空间时,温度要降低,但氢气除外。

这个效应现在被广泛地用于获得低温的技术上。

汤姆生还把热力学第一、第二定律具体应用到热学、电学和弹性现象等方面,对热力学的发展起了很大作用。

热力学第二定律后来被归纳为三种表述形式:

1. 热量总是从高温物体自动传到低温物体,不能作相反传递而不带来其他变化。

2. 功可以全部转化为热,但任何热机不能全部地、连续不断

地把所受的热量转变为功,人们无法制造第二种永动机。

3. 在孤立系统中,实际发生的过程总是使整个系统的熵值增加,所以热力学第二定律又称“熵增加原理”。

这里的熵是克劳胥斯 1865 年引入的一个直接反映热力学第二定律的概念。

热力学的两个定律说明了热运动的一般规律,但是热运动的本质是什么呢?

科学家们通过对气体分子运动的研究对热现象进行了微观解释,使热学进入到分子运动论的水平。

这时期,蒸气机在热力学和热学的研究中,效率得到了提高;但它仍有难以克服的缺点。

1. 蒸汽机都是用结实材料制造,以承受重压,所以机身笨重。

2. 蒸汽机操作复杂,锅炉的燃料要有经验的人专门看管;且启动慢,不能随意停止。

3. 蒸汽机锅炉容易爆炸,危险性大。

4. 蒸汽机的热效率低,一般只有 5%—8%,最好的也不超过 10%—13%。这是最大的缺点。

这时候,有人开始研究把外燃改为内燃,不用蒸汽做工作介质,利用燃烧后的烟气直接推动活塞运动,把锅炉和汽缸合并起来,这就是内燃机。

英国工程师斯垂特赖特和法国工程师蓝蓬都先后设计过内燃机。

1860 年,法国工程师雷诺终于制成第一台实用的爆发式的内燃机。这是一台单缸双动发动机,以煤为燃料,活塞在它的前半冲程吸入煤气和空气的混合气,然后用电火花点燃,膨胀气体推动活塞完成后半冲程。汽缸的另半部进行同样的过程,将活塞推回。

这台内燃机的电火花点火不可靠,热效率也只有4%,但它却是首次成为带动其他机构的动力机。

1862年,法国工程师德罗夏发表了内燃机理论文章。指出:要制造性能良好的内燃机,必须使气体尽快膨胀到最大程度,并尽量提高膨胀的初始压力。否则,就会浪费大量气体。

德罗夏还提出把活塞运动分为四个冲程,即吸收冲程、压缩冲程、爆发冲程、排气冲程。这种四冲程内燃机,在当时是最好的内燃机,以后的内燃机大多也是利用这个原理。

德罗夏提出的四个冲程,只是表现在理论上,他并没有实际制造过内燃机。这四个冲程理论却帮了德国的奥古斯特·奥托的大忙。奥托煞费苦心地设计研制性能良好的内燃机,却屡次不成功。他在偶然的机会里发现了德罗夏的论文,喜不自禁地立即按部就班地进行研制。

1876年,奥托不但成功地制造了第一台四冲程内燃机,还取得了专利权。这样,内燃机的发明归功于他了。奥托的内燃机体积小,重量轻,耗煤少,功率大,受到极大的欢迎。

于是,内燃机走上历史舞台,而名噪一时的蒸汽机却被慢慢取代了。

后来,随着油井的不断开采,各国工程师又研制出使用汽油、煤油、柴油的内燃机。

于是,交通运输业、汽车飞机制造业迅速发展起来,而农业生产的机械化变革也势在必行。

☐ 光的波粒之争

人们在很久以前就发现了光的直线传播和反射现象。

随着望远镜、显微镜等光学仪器的使用,光学研究也走上了康

庄大道。

开普勒在 1604 年发表论文,认为光的强度与光源距离的平方成反比而衰减。

荷兰数学家斯涅尔在 1621 年发现了光的折射定律。即:当光从一种媒质进入另一种媒质时,光在两种媒质的交界面上改变原来的传播方向而发生折射。

笛卡尔在 1637 年也发现并解释了光的折射定律。

而意大利物理学家格里马第在 1655 年发现了光的衍射现象。他发现白光束平常走的是直线,但在遇到障碍物时,就沿障碍物的边界弯曲、物影比其本身大,并同时形成有颜色的边沿。

牛顿对光的颜色问题和本性问题进行了大量的研究。1672 年,他发表了《关于光 and 色的新理论》的论文,指出白光可以分解为不同颜色的光,即色散现象,这是光学中了不起的突破。

在这篇论文中,牛顿提出了光的本质的微粒说。他在解释光的颜色的复合和分解时说:“由不同颜色汇合而成的那种变化了的颜色也不是真正的颜色,因为当这些不同的光线再被分开时,它们就会显示出汇合以前它们所应有的那种颜色。”他又说:“正像你看到当蓝的和黄的粉末细致地混和时,对肉眼看来是绿的,但是那些成份的粒子的颜色并没有因为混合而真的发生了变化。只是混和了而已。”

牛顿的微粒说遭到了惠更斯的波动说的反对。

1678 年,惠更斯在他的光学著作《光论》中,系统地提出了光的波动说理论。

惠更斯从光与声的某些现象的相似性出发,提出光是在“以太”中传播的波。“以太”是一种假想的充满整个宇宙间的弹性媒质,光的传播取决于“以太”的弹性和密度。惠更斯用光的波动性解释了反射定律和折射定律,也解释了方解石(冰洲石)的双折射

现象。但是,惠更斯的波动说也有不完善的地方。他不仅没有指出光现象的周期性,也没有提到波长的概念,他认为光波是纵波。这种波动光学理论不能解释波动光学的基本事实——干涉、衍射和偏振。

为了反驳惠更斯的波动说,牛顿在1704年出版了《光学》一书。他提出光线可能是发光物质发射出来的很小的物体,因为这些物体能直线穿过媒质而不会弯到影子区域里去,这正是光线的本质。他用这种光是微粒流的观点解释了光的反射和折射,但在解释双折射与牛顿环现象时,却遇到了不可克服的困难。

牛顿并不是一个微粒说的毫无保留的坚持者,也不是波动说的偏执的反对者。他认为,虽然假定光本身是一种实体粒子,但“以太的振动”这种理论也是有用的和不可缺少的。他提出了著名的“猝发理论”,设想光可能具有某种等时或等距的周期性。

光的波动说与微粒说争论已逾百年,由于牛顿的崇高威望使大多数科学家倾向于微粒说。

打破这场波粒之争局面的是英国物理学家托耳斯·杨。

杨1773年6月13日生于英国索默塞特郡的米尔弗顿。杨自幼天资聪明,8岁就在老师的指导下自学植物学、哲学、微积分等。杨1796年获医学博士学位,1799年在伦敦开业行医。

杨在生理光学研究的过程中,对牛顿的微粒说产生了怀疑。1800年,杨首先提出:声和光都是波动传播,光是在充满整个宇宙空间的以太流体中传播的弹性振动,并以纵波的形式传播。1801—1803年间他发展了惠更斯的波动理论,提出了光波的频率和波长概念,形成了波动光学的基本原理。并应用这一原理解释了薄膜颜色、牛顿环、衍射等光学现象。1807年,杨把他的实验和理论综合在《自然哲学讲义》中,描述了著名的双缝干涉实验,第一次成功地测定了光的波长。

1809年,法国物理学家马吕斯发现了光的偏振现象,即当光束在碰到透明介质时,有一部分穿透过去,有一部分又反射回来。

波动说认为光是纵波,但纵波不可能发生偏振现象。于是杨又进行探索分析,最后提出了光的横向振动的假说,即光不是纵波,而是横波。

科学实验是判定科学理论真伪的唯一标准。在对光的折射的解释中,波动说认为光在较疏媒质中的传播速度大于光在较密媒质中的传播速度。而微粒说则相反。所以测定光在不同媒质中的传播速度,就成为17世纪以来关于光的波动说与微粒说之争的重要判断依据。

19世纪中叶,法国物理学家傅科用旋转平面镜测定了光在水中的速度,证明光在水里的速度与在空气中的速度之比为3:4,这正好等于水和空气的折射率之比。

这样,光的波动说终于战胜了微粒说,取得了胜利。但这时大多数科学家早已接受了光的波动理论。

☐ 冲锋陷阵的数学英雄

在探索非欧几何这条道路上,除高斯外,还有许多冲锋陷阵的数学英雄。

他们是匈牙利数学家亚诺什·波耶、俄国数学家罗巴切夫斯基、德国数学家黎曼。

波耶于1802年出生在匈牙利的柯罗日瓦尔。父亲是位数学教师。波耶在父亲的影响下,从小对数学产生了浓厚的兴趣。中学毕业后,他已经掌握了高等数学的基础知识。1820年,他考入维也纳皇家工程学院,便利用业余时间,开始试证欧几里德的第五公理。

父亲得知这一消息,极力反对他的作法。他写信说:“老天啊,希望你放弃这个问题……,”“希望你不要再尝试了……我熟知一切方法都到尽头了,并且我在这里埋没了人生的一切亮光,一切快乐。”

原来,波耶的父亲法卡什早年很热衷于数学研究,对第五公理之谜也产生过浓厚的兴趣。他和高斯是朋友,俩人在研究第五公理时,高斯认为第五公理不可证明,而法卡什却认为第五公理是可以证明的。

这就注定他要失败。

法卡什在对第五公理的研究上,耗费了大半生时间,却始终没有取得成功,到头来只能在一个小城里做一个普通的中学数学教师。所以,他对第五公理之谜深恶痛绝。他坚决反对儿子步己后尘,谆谆告诫儿子:“你必须像痛恶淫荡的社交一样痛恶它。它能剥夺你所有的闲暇、你的健康、你的休息,以及一生的所有快乐。这个无底的黑暗或许可以吞吃掉一千个灯塔样的牛顿,而在大地上将仍不会有光明。”

如此可怕的第五公理之谜!

但是,已经步入数学殿堂的波耶,早被瑰丽多姿的数学迷住了。他没有听从父亲的劝告,一头扎进第五公理的研究中。

经过几年苦心孤诣的研究,波耶终于证明第五公理在欧氏几何理论中是一个独立的公理。用欧氏几何的其他公理来证明第五公理是永远不可能的。

波耶解决了这一数学难题。他把自己的发现写成论文《空间的绝对几何学》。

波耶在证明第五公理不可证后,又引出了一条相反的定理:过直线外一点,可引无穷多条平行线。他从这一定理出发,又引出了一系列新的定理,从而形成一个严密完整的新的几何系统,创立了

非欧几何。

1825年,波耶把他的非欧几何学写成论文《一种包含绝对真实的空间科学》。他请求父亲帮助出版他的论文。但父亲不相信儿子能超过自己而有什么作为,更是因为对科学失去了探索和创新勇气,他拒绝了儿子的要求。

波耶辗转了许多地方,向许多人求援,都没有得到帮助。最后,他再次去求父亲,法卡什才勉强同意把波耶的论文以附录的形式,出版在他自己正在写的《试论数学定理》的书中。

这样,得到高斯肯定的波耶的论文以很短的篇幅附印在父亲的著作中,于1832年出版了。

1860年,波耶逝世。他的非欧几何如同微风掠过水面,没有激起一点浪花。

就在波耶发现非欧几何时,俄国数学家罗巴切夫斯基也几乎发现了非欧几何。

1792年,罗巴切夫斯基生于俄国的高尔基市,家境很贫苦。在政府的救济下,罗巴切夫斯基才得以上学。

1811年,19岁的罗巴切夫斯基从喀山大学毕业,因成绩优异留在母校任教,24岁晋升为教授。

罗巴切夫斯基具有独特的数学才能和创新精神。出任教授后,他也加入了试证第五公理的行列。

经过几年的努力,罗巴切夫斯基都失败了。但直觉告诉他:第五公理是不可证明的。在此基础上,他开始探索新的几何体系。

1823年,他提出了建立新几何体系的可能性。他把自己的观点写成教学提纲交给校方。

校长说他的设想是狂妄的。就连彼得堡科学院的权威人士也认为他的学说是邪说。

罗巴切夫斯基并没有退缩,他敢于碰硬,继续研究新的几何体

系。他提出一个与第五公理相反的假设:过直线外一点至少可以作两条直线和已知直线不相交。

按照这一假设应当推出与欧氏几何相矛盾的结果。但是,矛盾没有出现,而是推出了一个新的几何系统。他把这种新的抽象的几何系统最初称为:“抽象几何学”。

1826年2月11日,罗巴切夫斯基在喀山大学的一次学术会议上,宣读了他的不朽论文——《几何原理的扼要简释及平行线定理的一个严格证明》。在这篇著名的论文中,罗巴切夫斯基提出了“过直线外一点至少可以作两条直线和已知直线不相交”的“罗氏公理”,与欧氏几何中前四条公理相结合,推出了非欧几何,当时又叫双曲几何。

罗巴切夫斯基宣读论文的这一天,即1826年2月11日,后来被定为非欧几何学的誕生日。

罗巴切夫斯基以非凡的勇气,向人类几千年来确信不疑的欧氏几何体系发起了挑战,推翻了欧氏几何是惟一可能的空间形式的说法。非欧几何的产生,改变了欧氏几何中的平行公理,是几何学的重要组成部分,对整个数学的发展起了很大的推动作用。

然而,罗巴切夫斯基的学说在当时仍没得到重视。直到德国数学家黎曼创立了一种更加广泛的非欧几何时,非欧几何才从阴云里走到阳光之中。

黎曼1826年9月17日生于德国汉诺威的一个乡村牧师家庭,从小聪明可爱。六岁时就崭露了他的数学天才。上小学时,他的数学知识甚至超过了老师。

1845年,19岁的黎曼以优异的成绩考入格丁根大学。跟随德国著名数学家狄利克雷学习数学。

1851年,黎曼完成了博士论文《复变函数论的基础》。他把单值解析函数推广到多值解析函数,并引入“黎曼曲面”的重要概念,

确定了复变函数的几何理论基础。

黎曼因此是复变函数论的创始人之一。

这时候,黎曼开始研究非欧几何学。

罗巴切夫斯基的非欧几何体系认为“过直线外一点至少可以作两条直线与已知直线不相交”,黎曼则认为:“在一种更为广义的曲面中,根本没有平行直线。据此,他又演绎出一种新的几何体系。

这样,就出现了两种非欧几何,一种是罗巴切夫斯基的双曲几何,一种就是黎曼的椭圆几何。

黎曼在数学上的贡献是很突出的。以他名字命名的数学术语、概念、方法有十几条,如“黎曼曲面”、“黎曼几何”、“黎曼猜想”、“黎曼函数”、“黎曼映射定理”等。

由于过度劳累,黎曼病逝于1866年7月20日,年仅40岁。

第五公理的数学之谜,在一代又一代数学家前仆后继的不懈研究中,终于被揭开了。

☐ 英年早逝的数学天才

在科学史上,有两位令人惋惜的数学天才。他们用年轻的生命,为数学的发展做出了杰出的贡献。

他们是挪威数学家阿贝尔和法国数学家伽罗华。

1802年8月5日,阿贝尔出生于挪威的克里斯卡尼亚一个贫苦的牧师家里。他从小聪明好学,极赋数学天才。在亲友的资助下,他总算进了中学的大门。在数学教师霍伦汲的培养下,阿贝尔数学学习的进步如直线上升。

在中学时代,阿贝尔就开始了对五次方程代数解法的研究。

从古代到19世纪,科学家们就发现了一次、二次、三次、四次

代数方程的根式求解法。后来,科学家们用同样的方法求解五次和五次以上的高次代数方程。在求解过程中,创立了一个新的数学分支——群论。

但是,包括大数学家欧拉和拉格朗日在内的众多科学家,在探索五次以上高次代数方程的求解办法中,全都失败了。

中学生阿贝尔闯进了这个世界性的难题中。

1820年,阿贝尔考入大学。他在完成学校规定的课程基础上,继续研究五次方程的求解问题。

他运用加、减、乘、除和开方的办法,仍然求不出五次方程的解。这使他想到:会不会像欧氏几何中的第五公理不可证明一样,根本不存在五次和五次以上方程的代数解法呢?

他认真总结了欧拉、拉格朗日、高斯等人的求解经验,通过刻苦地探索和研究,终于在1824年证明了五次代数方程运用加、减、乘、除和开方等代数运算将根明显地表达出来是不可能的。

这一年,22岁的阿贝尔写出论文《论代数方程,证明一般五次方程的不可解性》,从而解决了几百年来一直不能解决的问题,开辟了近代代数方程论的道路。

但是,贫穷的阿贝尔没有资金将自己的论文发表出来。他为了让更多的人知道这一重要研究成果,便将论文浓缩成只有六页的小册子,印刷寄给外国一些权威性的数学家,满怀希望地等待他们的肯定。

阿贝尔没有得到任何音讯。他的论文被数学权威们当做废纸扔到一边。他们根本就不相信一个22岁的毛头小子能有什么建树。

阿贝尔大学毕业后,辗转来到德国、法国,一方面寻找工作,一方面为了得到名家指导,钻研自己酷爱的数学。这一时期,他把写成的长篇论文《论一个非常宽广的超越函数族》,托人转给大数学

家柯西,但是,阿贝尔始终没有得到柯西的只言片语。

贫穷的生活使阿贝尔的身体越来越虚弱,但他从没放弃对数学的研究。

1829年4月6日,年仅27岁的阿贝尔过早地去世了。

阿贝尔在短暂的一生中,证明了五次方程不可能用一般数学方法求解;彻底证明了二项式定理;创立了椭圆函数论等。他为数学的发展做出了杰出的贡献。

另一位英年早逝的数学家是伽罗华。

1811年,伽罗华生于巴黎的布拉兰镇。母亲是他的启蒙老师,不仅教给他各种基本知识,还给他讲各种英雄故事。

伽罗华上中学时,最感兴趣的是数学。很快,他的数学知识超过了课本的内容。数学老师只好找来拉格朗日、高斯、柯西的著作,让他一一阅读。

1828年,17岁的伽罗华考入巴黎师范大学。同年,他写出了第一篇学术论文:《关于五次方程的代数解法问题》,并把它交给法国科学院。

遗憾的是,这篇论文竟被大数学家柯西弄丢了。

以后,伽罗华又写成了《关于用根式解方程的可解性条件》,再次送法国科学院审查。审查的结果是:“完全不能理解!”

就这样,这篇包含划时代数学思想的论文被否定了。

20岁的伽罗华在厄运面前没有退缩,他继续对方程论、群论、函数等进行研究。

这一年,伽罗华为推翻法国封建国王的独裁统治,组织同学们参加了反对路易·菲力浦的斗争,被官方逮捕入狱。他在监狱里,一边进行不妥协的斗争,一边刻苦研究数学。

倍受摧残的伽罗华在监狱里呆了9个月后期满释放。但是,由于爱情等种种原因,伽罗华与人相约在5月30日决斗。

1832年5月30日,伽罗华在决斗中受重伤,31日去世,年仅21岁。

在这里,我们要诅咒“决斗”这种陈规陋习,它使科学界失去了一位数学天才。

伽罗华的主要成就,是彻底解决了用根式解代数方程的可能性的判断问题。另外,他为群论的建立、发展奠定了基础。

他和阿贝尔同是近代代数的创始人。

如果伽罗华、阿贝尔能有正常人那样的寿命,数学的发展将加快数十年!

◻ 康托尔创立集合论

1884年,在德国的一所医院里,一个中年男人疯癫癫地乱走乱嚷乱叫:“我是对的!”一会儿,他又喊起来:“你们是错的!”

这个疯子就是集合论的创立者康托尔。

康托尔1845年3月3日生于俄国彼得堡一个具有犹太血统的家庭。在他11岁时,全家迁往德国的法兰克福。

康托尔从小对数学产生强烈的兴趣。当他1863年考入柏林大学时,就放弃正在学的工程学,转为学习纯数学。

在柏林大学,数学大师魏尔斯特拉斯对他影响很大。康托尔在名师指导下,数学知识得到全面的提高。

1869年,康托尔获数学博士学位后,成为哈勒大学的讲师,同时,开始了数学研究。

1872年,他在研究高斯的论著时,把数论中的一个结论,外推到适合无穷集合的情形,从而拉开了集合论的研究序幕。

大家都知道,1的后面是2,2的后面是3,3的后面是4……那么最后面的是什么呢?数学家称之为“无穷”,从1到“无穷”组成