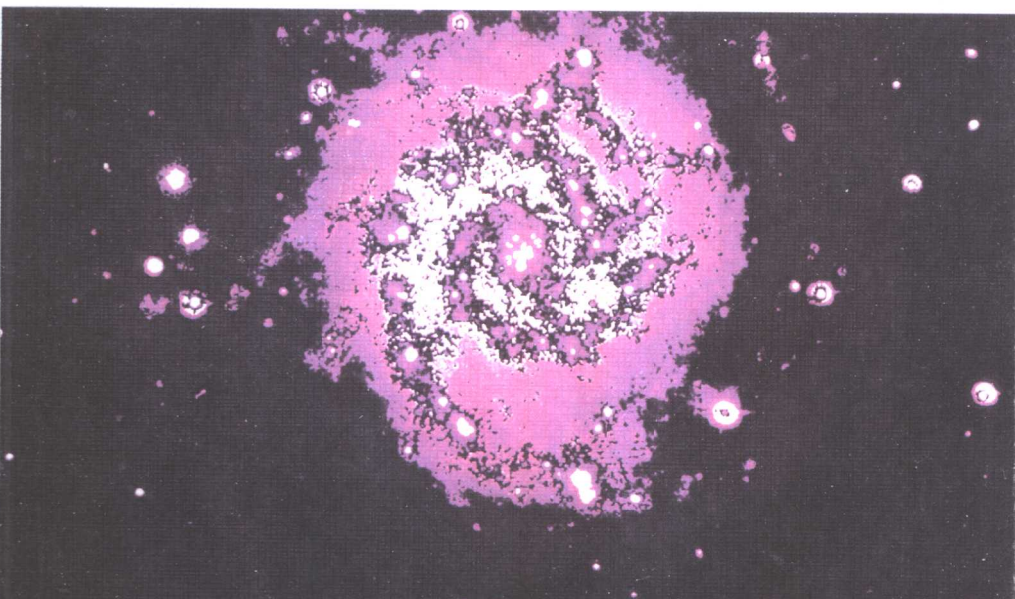


科学大视野丛书  KONGBU DE LILUN

恐怖的理论



熵增加原理和热寂说

■ 张相轮 编著 ■

江西科学技术出版社



科学大视野丛书

恐怖的理论

熵增加原理和热寂说

张相轮 编著

江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

恐怖的理论:熵增加原理与热寂说(科学大视野丛书)/张相轮编著. —南昌:江西科学技术出版社,2002.12

ISBN 7-5390-2204-3

I. 熵… II. 张… III. ①熵-普及读物 ②热寂说-普及读物 IV. ①O414.1-49 ②B516.4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 110307 号

国际互联网(Internet)地址:

[HTTP://WWW.NCU.EDU.CN:800/](http://www.ncu.edu.cn:800/)

恐怖的理论:熵增加原理与热寂说 (科学大视野丛书)

张相轮编著

出版 发行	江西科学技术出版社
社址	南昌市新魏路 17 号
	邮编:330002 电话:(0791)8513294 8513098
印刷	江西科佳图书印装有限责任公司
经销	各地新华书店
开本	850mm×1168mm 1/32
字数	125 千字
印张	5.375
印数	3000 册
版次	2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月第 1 次印刷
书号	ISBN 7-5390-2204-3/O·10
定价	10.00 元

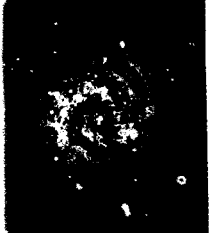
(赣科版图书凡属印装错误,可向出版社发行部或承印厂调换)

序

我国九部委颁布的《2000~2005年科学技术普及工作纲要》指出:“大力宣传和普及自然知识、社会人文知识的基本常识,包括各种自然现象和天文现象的科学解释,宇宙起源、地球形成、生命起源和人类进化的有关知识,各种自然灾害的科学成因,人类文明的发展史等,促进社会公众建立起科学的自然观和宇宙观,树立唯物主义世界观、人生观和历史观。”

为贯彻这一纲要,江西科学技术出版社推出由林德宏教授主编的《科学大视野丛书》。这套丛书选取当代一些重大而民众又应当了解的科学问题,进行通俗的介绍,叙述科学理论建立、探索、完善的历史过程,深入浅出地解释科学发现的内容,使读者扩大科学视野,受到生动的科学思想、科学方法的教育,激发读者的科学兴趣和创新意识。

科普工作对科学知识的传播,科学思想、科学精神的弘扬和培养富有创新精神和创新能力的人才,具有重要的



意义。这也是一项难度很大的工作。对现代一些重大科学发现和重要科学理论,作出准确而又通俗的解释,看似简单,实非易事。希望大家都能来关心和支持科普工作。

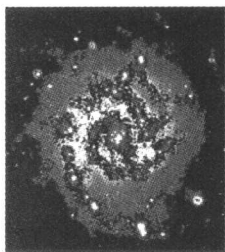
正因为如此,所以我欢迎这套丛书的出版,希望读者能从中学到一些知识,受到一些启迪。

黄顺基

中国人民大学哲学系教授
科学技术哲学博士生导师



目 录



序/1

引言:热与人类/1

1 机械论的宇宙/7

2 熵和热寂说/36

3 宇宙真的会热寂吗/65

4 爱因斯坦眼中的宇宙/80

5 恒星和星系是怎样“死灰复燃”的/100

6 宇宙是复杂的/120

7 热寂说会复活吗/144

后记/168

0121019/01

远古时代,人类就有一种猜想:热是生命之源。正是对生命的热爱,引起人们对热的本质的思索。这个问题,深刻地联系着人们的宇宙观

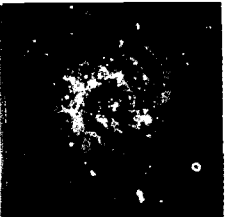
引言:热与人类

人们很早就注意到,热只能由热的物体传向冷的物体,火只能由燃烧的东西来点燃,或者要花费很大的力气用摩擦、钻木头的方法才能生出来。从来没有看到过生冷的食物自动地煮熟、变热,或热量自动地从低温物体传向高温物体,正像时间之箭不会回头,地球不会倒转一样。

热对我们是非常有用的,它是生命的源泉。人类很早就知道,热来自火焰,来自太阳;太阳也是一团燃烧着的火。在古希腊神话中,太阳神阿波罗是最尊贵的神之一。盗取天火给人类带来光明和温暖的普罗米修斯是伟大的英雄。

世界各民族在原始部落时期都经历过巫术文化时期。巫术文化的最大特征是自然崇拜和巫术祭祀盛行。不论是东方民族还是西方民族,最具有共性的崇拜对象是太阳和石头,这种原始文化可以称之为日石文化。

世界上的古老民族,到处都可以看到这种原始文化的遗迹。如古埃及人在 5000 年前就开始建造由巨石构成的法老(国王)坟墓,他们相信灵魂不死,人死后把肉体制成



“木乃伊”，仍可供死去者的灵魂寄托。在美洲的古代印第安人文化遗迹中，也留下一些神秘的金字塔，这种金字塔呈阶梯状上升，据考证，这是向太阳神献祭的祭坛。它们大约建造于公元9~10世纪玛雅文化时期，后来不知道是什么原因，使这种兴盛一时的文化突然地衰落了，只是在原始丛林中留下神秘的宗教祭坛。他们献祭的神首先是太阳神。当时的人们认为，登上高高的金字塔，可以尽量接近太阳神，以便向太阳神表达人们的意愿，祈求太阳神保护，获得丰收、和平、健康。

古人十分害怕太阳被熄灭或被什么妖魔吃掉。当发生日食时，原始民族就举行各种巫术仪式进行祈祷或驱邪。古印第安人认为发生日食是由于太阳的火焰熄灭了。于是，他们把燃着火的箭头射向天空，希望借此重新点燃太阳熄灭的火焰。古埃及的国王是太阳的代表，他在祭祀时要肃穆、虔诚地绕着庙宇的围墙转圈，以支持疲倦的太阳不停顿地走完它每天的行程，不至因为日食或其他意外而停顿。在秋分之后，太阳的热力渐渐减退，古埃及人认为这是由于太阳的疲乏和衰老造成的，于是人们举行一个名为“给予太阳拐杖”的节目。人们拄着棍子，围绕着一个象征太阳的圆圈不停地行走、歌唱，想象以此去支持太阳那无力的脚步。

中国古代对太阳也是十分崇拜的。在新石器时代的装饰图案中，见得最多的是一种圆圈十字符号或十字符号的变形，它们象征着太阳的光芒。这种符号象征的含义在世界不同民族中却是有共性的。公元前3000年左右的古代亚述人（生活于现在的亚洲中东地区）记述，十字代表他们的天神Anu。圆周和菱形在古老楔形文字的碑文里也代表太阳。十字形图案在开始时只代表太阳照射的四个主

要方位,后来演变成为发光体的符号,并由此演变成统治上天的最高神的符号。在古代迦勒底人、印度人、波斯人,也可能还包括欧洲高卢人和美洲远古居民中,都有这种文化现象。

在中国新疆罗布淖尔新石器时代的墓葬中,考古学家发现了一个奇特的墓地。墓地中心竖立一批木桩,中心部分聚成一个圆,四周呈辐射状向外扩开,组成一幅光芒四射的太阳图案。在山东、四川、内蒙等地发现的岩画,也可以看到太阳处在非常醒目的位置。有的岩画还直接描绘了太阳神,它们长着光芒四射的圆形发光的头颅,或手执发光的太阳,或背后是一轮发光的太阳。《礼记》中记载着古人举行郊祭祭祀日神的盛大景象,在天上的神灵中,以日神最尊贵,被认为是百神之王。在殷商时代留下的甲骨文中,关于迎送日神的记载有多片。据考证,当时人们每天早晚均有迎日出,送日落的礼拜仪式。

中国古代传说的诸神中,伏羲是非常重要的。从各种文字记载和古代绘画描绘的形象看,伏羲其实就是上古崇拜的日神的化身。而传说中的另一位先祖——燧人氏,则是火神的化身。中华民族起源的两大部落之一炎帝部落,就是崇拜火神的南方部族,炎帝也就是火神,是伟大的发明家燧人氏,传说他发明人工取火的方法。

学会用火,是人类学会制造和使用石器之后的又一伟大发明。大约50万年前,我国北方猿人已经开始用火。最初人们看见火山的熔岩或闪电使森林中的树木着火,发觉火不仅给人带来温暖和光明,而且烧熟了动物的肉食比生的肉食更香,更好吃。人们便设法延续自然的火种,用来取暖和驱敌。在天然火种找不到的时候,聪明的人们学会用木头互相摩擦取火。根据现代原始部落人们的经验,

用有锯齿形的木棒摩擦木头,很快便能着火。在木板上用木棒钻洞也能生着火。再后来人们改进了钻木取火的方法,如用一根弓弦卷绕木椎,用弓迅速地把木椎拉得快速旋转,这种取火方法比过去更有效。

用燧石打击取火的方法也是很古老而有效的取火方法。这种方法,直到不久以前还在一些山区和农村中被使用。

由于太阳和火对人来说是如此重要,人们对失去太阳光和热的世界便会产生一种恐惧。特别是对生活在北方的民族而言,在严寒而漫长的冬季,火焰的熄灭将会是一场灾难。没有火焰,人类就不可能经受住冰河时期全球气候变冷的严峻考验。在远古农业部落,火种方式是人们把丛林变为农田的最有效的方式。中国炎帝部落的一支烈山氏就是采用火耕方法,“烈山泽而焚之”。这是火被用于生产的最早使用方式。

约1万年前的新石器时代晚期,处于母系氏族社会的人类已经发明了制陶和烧制陶器的技术。最初烧制的是用来盛水和食物的陶器,后来也制作一些陶质的生产用具。公元前7000~公元前6000年的中国仰韶文化时期,已经有了烧陶的窑及制陶的模具。稍后,为了改进生活用具及生产工具,人们又发明了用火冶炼金属铜。这使人们对火和热的利用又进入了一个新阶段。当时人们是石器和铜器混用。因为露天的铜矿石不易得,故在仰韶文化和龙山文化的前期,铜器很少。到龙山文化后期,已经有规模很大的开采铜矿石、冶炼铜和制作铜器的工场。

在很长时期里,木材是人们的主要燃料,是人工获取火和热的基本来源。虽然关于煤和石油的记载很早,但并没有真正加以利用。约公元前800年,中国周代《易经》上

就有关于石油的记载。人们最早在什么时候发现了煤？史书上没有记载。可能人们在用木炭冶炼铜或铁的时候，看到煤块和木炭相似，就把它投到火炉中烧，想不到它也发出了熊熊的火焰，于是这种黑而发亮的“石头”便引起了人们的注意，把它叫做“乌金石”。三国时，曹操曾叫士兵采集了不少煤放在兵营里，作为冬天生火取暖用；到南北朝时，煤的使用已经相当普遍。

公元 1078 年，宋代著名文学家苏东坡在密州（今徐州）当太守，为了解决当地燃料短缺问题，专门派出许多人到处去找煤矿，并教当地人学会开采，利用这种黑的煤来炼铁，并写了一首《石炭行》的诗，记述火焰冲天的壮观场面。明代出版的科学著作《天工开物》，还附有插图介绍当时的矿井和采煤技术。中国古代利用煤比欧洲人至少早一千多年。元代意大利人马可·波罗来到中国，见到中国人用煤的情景，还觉得大开眼界呢！但是，欧洲人使用煤炭和开采煤矿的意义就大不相同了，他们是作为机器的动力而使用的。这不仅在数量上同中国农业社会不同，而且在开发效能和利用原理上也有了质的飞跃。

工业革命以来，煤和石油成了人类利用热能的主要来源。它们推动了世界面貌的变革，创造了许多前所未有的事物；同时也毁灭了许多自然界已有的东西。对于煤炭和石油的需求量愈来愈大，消费量愈来愈惊人，一道能源危机的阴影突然袭上人们的心头。大量煤炭和石油产品的燃烧排出的有害气体污染了空气，破坏了大气层的天然结构，又向人们发出了“环境危机”的警告。有人甚至发出了“世界末日”的警示。

只要稍加思考，我们会明白，地球上的几乎所有能源储藏，从森林中的木材到地下的煤炭和石油，它们最终

都来自太阳能。在过去的亿万年间,太阳每秒钟燃烧掉自身约 4.2×10^6 吨的物质,释放出 8×10^{21} 千卡的热量。这些热量只有很少的一部分到达地球表面,约 2×10^{13} 千卡,但这已经足够了。它推动地球上的大气环流产生风、海浪和水的蒸发、凝结,为地球上一百多万种植物的生长提供最终的能源。这些在漫长岁月里储积起来的太阳能有一部分以碳和碳氢化合物的方式保存在地下,但这种储备是有限的。

燃烧的能源一旦把自己的热量释放出去,它就不会再自动聚集起来了,就连被看作是“永恒的星球”的太阳,尽管质量巨大,它总有一天也会燃尽的。当人们根据经验和科学实验得出自然界的这一共同规律后,另一种理智的“悲观论”出现了:当太阳的燃料燃烧完了之后,当银河系和整个宇宙中的无数个恒星燃烧完了之后,宇宙会是什么样子?这种对世界命运的担忧,从人类诞生之后不久,就一直萦系在人们的心灵深处。从古人对日神的崇拜、祭祀,到现代的宇宙学,人类一直没有间断过对这个问题的思考。因为,人类生活在宇宙中,人类依靠太阳的光和热而获得生命力。尽管人们知道生命是有限的,个人的生命同似乎是永恒的宇宙相比不过是短暂的一瞬,但人类智慧的特殊意义就在于,她有能力对宇宙和人类自身的未来做出思考。

在近代科学的曙光照亮的视野里,宇宙中的一切运动都是机械运动的变种。宇宙这只大钟或热机难道不会渐渐变慢并最终停止下来吗?这种担忧,一直萦系在一些科学家的心头

1 机械论的宇宙

1. 牛顿的宇宙观

从公元前10世纪开始,《圣经》中的有关传说已经开始在中东地区流行。尤其是在巴勒斯坦地区流行的犹太教,已经形成了关于上帝创世的观念和“摩西十诫”等宗教的清规戒律。这些传说,在欧亚大陆流传了将近1000年,到公元元年,一种新兴的宗教——基督教,突然“异军”突起,以后来居上之势,传遍了罗马帝国。

依照基督教的教义,它的创始者是神人耶稣·基督。是创造一切的上帝让他从一个童身的母亲那里奇迹般地诞生到人间的。在罗马皇帝奥古斯都统治时期,耶稣因为宣传自己的教义,被罗马帝国犹太省的长官庞迪我·彼拉多钉死在十字架上。他死后的第三天复活了,并作为上帝的儿子升到天上去了。但由他创立的宗教却留在了人间。上帝赋予教会以特有的权力,解释自己的教义。这些教义,集中反映在《新约》里,首先是《四福音书》。它们和过去流传已久的宗教教义《旧约》合称为《圣经》。

《圣经》认为,宇宙是上帝创造的。太初之时,天地混

沌一团,全是水。上帝的灵魂运行在水上面,按照他的意志,第一天创造了光,有了时间,有了白昼和黑夜。第二天分出天地,有了空间。第三天上帝创造了海洋和植物,大地披上了绿装。第四天上帝创造了日月星辰。第五天创造了鱼和飞禽走兽。第六天创造了人。

这种荒诞不经的唯心主义神创论在欧洲统治了一千多年。到中世纪后期,意大利的神学家、经院哲学家托马斯·阿奎那把亚里士多德的著作和天主教教义结合起来,论证上帝是永恒的、终极的存在。认为世界是上帝从虚空中创造出来的,时间有个开端。亚里士多德说过,“没有什么东西是无缘无故运动的,总必须有个东西存在着来推动它。”从整个宇宙的运动来看,必须有一个“第一推动者”。托马斯·阿奎那认为只有永恒的上帝能作为这个“第一推动者”。经院哲学家还认为,宇宙是一个天球,球里必须充满物质,不可能有真空存在,因为一切运动都必须有推动者和被推动者,二者之间都少不了有一种直接或间接的物质接触。“第一推动者”是上帝存在的第一条证据。

文艺复兴运动开始了对神性至上性的怀疑。人文主义颂扬现实世界是美好而光明的。它肯定人的伟大,不同意把人的生存活动的一切准则都归之于神的旨意和教规。人文主义推崇知识和智慧的价值,主张重视对现实的考察和研究。但人文主义并不完全否定宗教和上帝。即使如此,从文艺复兴开始的人文主义兴起和近代科学革命还是为宗教神学所不容。

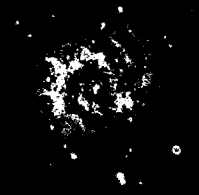
1542年,波兰教士、天文学家哥白尼在临去世的前一年才公布了他的“太阳中心说”。1543年,《天体运行论》一书出版了,哥白尼认为,宇宙体系通过引力构成一个体系。太阳、月亮、地球和其他行星也都有自己的引力体系,在空

中的一块石头总是会落向离它最近的天体,引力是使物质聚集的一种倾向。他认为天体的运动是天然的,它们运行的格局是由行星的速度和行星轨道圆大小之间数学的和谐决定的。

17世纪初,德国天文学家开普勒根据哥白尼学说和丹麦天文学家第谷·布拉赫长期积累的天文观测资料,设想天体被嵌在坚硬、晶莹透明的天球层里,这些天球层一个套着一个转动,并载着天体和谐而有序的运行。1619年,他提出了支配行星运动的三个力学定律。开普勒还没有完全意识到天体会作永久的惯性运动,他坚持认为运动必须有外力推动。1632年,伽利略在进行了大量的观察实验和思想推理之后,提出了惯性定律,并发表了《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》,论证了机械运动的相对性。这些探索,对于牛顿力学体系的建立和机械论宇宙观的形成起了推动作用。

牛顿从童年时代起就对自然界的机械运动产生浓厚的兴趣。他观察了自己家附近乡村风车的运动,很快就把风车机械运动的原理摸透了。他把一只老鼠拴在一架带轮子的踏车上,又在老鼠的前面放上一个玉米,玉米的位置恰恰是老鼠可望而不可及的地方。饥饿的老鼠一心想吃玉米,就不停地踏动踏板,带动轮子不停地转起来。随后,他又利用一个装药的旧木箱做了一个水钟。每天早上他给上面的钵子里注满水,让水有控制地缓缓流入下面的水槽里,水流带动指针不停地转动。他想象,大自然也许就像一台巨大无比的机械钟,我们看着太阳、月亮、星辰永不停息地东升西落,是什么力量推动着它们如此运动呢?

1665年,牛顿所在的剑桥大学城因为流行瘟疫而放假了,牛顿回到了家乡伍尔斯绍普村,在自己家里布置了一



个实验室。他每天上午开始做研究,几乎彻夜不息。在幽静的、几乎与世隔绝的环境里,牛顿心无旁骛,全力思考宇宙之谜,创造力如洪水奔泻,一发不可收拾。据他自己说在这短短一年的时间里,他不仅发明了微积分,悟出了力学运动定律,而且思考了向心力,发现了万有引力的与距离的平方成反比定律。但牛顿并没有立即公布这些发现。

牛顿还在自己的实验室里用三棱镜分解了太阳的白光,发现了白光是由七色光混合而成的。1672年,他发现白光经过玻璃折射后之所以会分开,是由于不同颜色的光有不同的折射率。在1704年出版的《光学》一书中,牛顿把光想象为作机械运动的微粒流。微粒在前进运动的过程中,会激起周围以太介质的振动,这种振动对光粒子的运动起加强作用或阻碍作用。于是,当光到达两种介质的界面上时,就一分为二。那些运动被以太介质振动加强了的光粒子流具有冲过界面的能力,成为折射光进入第二种介质;反之,那些运动受阻的光微粒只好返回入射介质中,成为反射光。



牛顿把宇宙和天体的运动都设想为机械运动在当时看来是相当合理的。他从经验观察、实验开始,配合推理和思想实验,很自然地把天体的运动看作是万有引力作用下的圆周运动。

牛顿首先注意到了苹果落地。他想象,如果苹果树长得和月亮一样高,苹果是否还会落下来?如果会的话,那么月亮为什么没有落下呢?

牛顿又想到笛卡儿讲过的一个实验:在绳子的一头系上一块石头,另一头抓在我们手中,让石头作旋转运动,我们的手拉着绳子的力就是石头作圆周运动的向心力。一旦石头脱离了绳子,它就沿切线方向直线飞出。只要向心

力和惯性离心力相等,石头就会一直以一定的速度保持圆周运动。月亮正是这样绕地球作圆周运动的“大石头”。维系它的“绳子”是无形的,但这向心力确实存在,这就是地球和月球之间的万有引力。这种力的大小同两个物体质量的乘积成正比,同物体之间距离的平方成反比。

牛顿的万有引力理论同他的动力学三定律是一个整体。由惯性定律,他认为一个物体在不受外力时不可能改变自己原有的运动状态,惯性是物体的本质属性,也是力学研究的出发点。那么,是什么原因使物体的运动状态发生改变呢?是外来的作用力。惯性的大小以质量作为量度,力克服惯性,从而产生加速度。万有引力同样可以产生加速度。而且对万有引力的作用双方来说,相互吸引的力是大小相等、方向相反的。牛顿认为,他的这一套描述机械运动的力学理论体系,具有普遍的意义。

牛顿说:“我希望能用同样的推理方法从力学原理中推导出自然界的其他许多现象。因为有许多理由使我猜想,这些现象都是和某些力相联系着的;而由于这些力的作用,物体的各个粒子通过某种还不知道的原因,或者互相接近而以有规则的形状彼此附着在一起,或者相互排斥而彼此分离。”牛顿把自己的力学原理运用于解释自然界各种各样的运动,从天体运动到光和热现象;甚至包括生理和生命现象。为此,他做出了一些预言,这些预言的证实又大大提高了牛顿力学的威望。

首先,关于地球形状的推理,牛顿既否定了古希腊学者的圆球说,又否定了笛卡儿的橄榄说,预言地球是个橘子形的扁球体,赤道处半径略长,沿两极方向半径稍短。地球扁率约为 1:230。牛顿根据他的力学原理,仅用思想实验就解决了问题。他设想:从北极到地心挖一条隧道,