

第一卷

彩图科技百科全书

宇宙



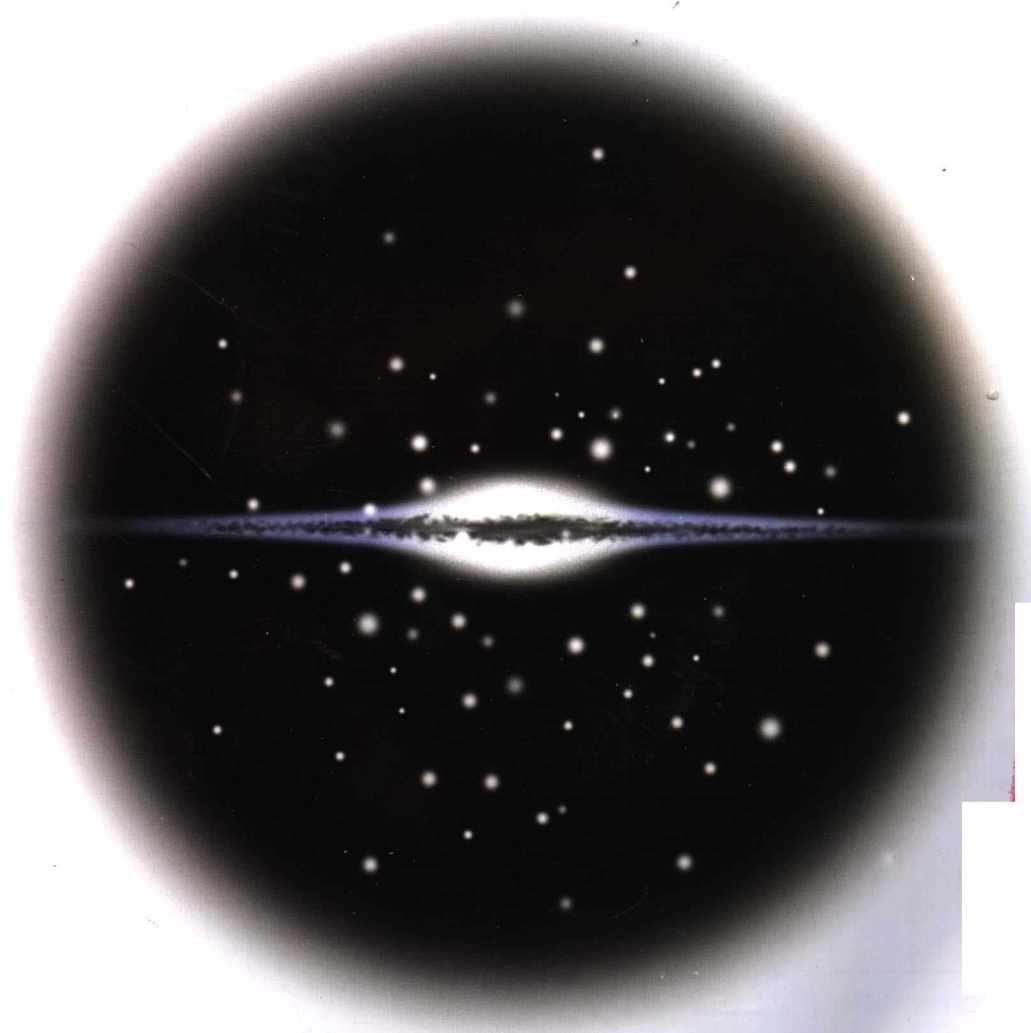
上海科学技术出版社
上海科技教育出版社

N 4
164

彩 图 科 技 百 科 全 书

第一卷

宇宙



上海科学技术出版社
上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

彩图科技百科全书. 第一卷, 宇宙 / 《彩图科技百科全书》编辑部编. —上海: 上海科学技术出版社, 上海科技教育出版社, 2005.10
ISBN 7-5323-7909-4

I. 彩... II. 彩... III. ①科学技术—普及读物
②宇宙, 物质—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第004045号

版权所有, 不得翻印。

世纪出版集团

上海科学技术出版社

(上海瑞金二路450号 邮政编码 200020)

上海科技教育出版社

(上海冠生园路393号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

上海精英彩色印务有限公司印刷

开本 889×1194 1/16 印张 16.75 插页 4

2005年10月第1版

2005年10月第1次印刷

印数 1—5 000

定价: 150.00元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

彩图科技百科全书编辑委员会

名誉主编

周光召

科学顾问

李政道

主 编

张存浩 陈 竺

编辑委员

(以姓氏笔画为序)

甘子钊 李启斌 杨玉芳 汪广仁 陈宜张

郑 度 赵寿元 郭慕依 傅继梁 潘际奎

彩图科技百科全书第一卷编辑委员会

分卷主编

甘子钊 李启斌

编辑委员

(以姓氏笔画为序)

冯珑珑 厉光烈 孙昌璞 陆 栋

陈敏伯 姚子鹏 胡中为 褚君浩

彩图科技百科全书编辑部

总 策 划

胡大卫 翁经义 吴智仁 应小雄 张跃进

策划编辑

潘友星 段 韬 濮紫兰

科学编辑

(以姓氏笔画为序)

丁荣源 卞毓麟 毛文涛 王 模 邓荣辉 冯永清

叶 宏 叶 剑 乔馥娟 伍唐生 应兴国 张 悌

张毅颖 杨志平 沈 岩 季英明 段 韬 胡 炜

赵玲丽 钱开鲁 曾 文 鲍国华 潘友星 濮紫兰

美术设计与统筹

卜允台

美术编辑

邵福建 罗履明

前言

这是一部供受过基础教育的广大公众阅读的彩图版科学技术百科全书，它试图以当代科学的眼光，描绘一幅关于自然世界和人造器物世界的长卷画面，让广大读者一览现代科学技术知识的总体概貌。

众所周知，人类文明发展到今天，科学与技术已高度发达，又高度结合。国家的发展、社会的进步、人民的生活，都有赖于科学技术的发达，以及公众对它的理解与掌握。

历史已经证明，科学技术是一个不断更新、充满活力的知识信息系统，是一个门类众多、纵横交织的文化知识体系，是一个能变成强大现实力量的人类知识宝库。一个国家、一个民族，从这个知识宝库中汲取力量的多寡强弱，取决于其广大成员对这个知识体系了解与把握的深度和广度，以及随这个信息系统作知识更新的速度和程度。

一个人要理解与掌握科学技术，就需要对科学技术知识体系有一定深度和广度的了解，即在对其总体有轮廓了解的基础上，对其本质有基本认识。同时，还需要形成与这个知识体系相匹配的知识结构，以便能够与时俱进地进行知识更新。这样，才会具备运用科学基本观点，理解自然界的各种现象和社会上有关科学技术的各种问题，并做出相应决定的能力，成为一个具有科学素养的人。

由于科学技术知识体系博大精深，且在不停地新陈代谢、拓展延伸，对于其方方面面，任何人，哪怕是天赋极高的人，毕一生的学习能力，也不可能一一地精通。然而，现代社会却又要求每个劳动者具有一定的科学素养，需要每个公民对这个博大精深的知识体系有个概貌的了解。这种概貌的了解，是理解科学（理解它的观点、方法和精神）和进行学习（汲取更多的信息，进行知识更新）的基础。由这个概貌的了解起头，才会有正确的理解和更多的了解。如果没有这种起码的轮廓的把握，就会只见树木，不见森林，在看待问题、处理问题时，难以确立科学的观点、科学的方法和科学的精神。

因此，需要有面向广大公众介绍科学技术知识总体概貌的书籍，而且这种介绍最好是百科全书式的——对知识作概要的综述，又兼有阅读与检索的功能。这就是编委会和出版社编纂这部彩图百科全书的初衷。

早在90年前，中国的一批青年学者就认识到，“科学者非指一化学，一物理或一生物学”，“介绍科学不从整个根本入手，譬如路见奇花，撷其枝叶而遗其根株，欲求此花之发荣滋长，继续不已，不可得也”（任鸿隽语）。为此，他们于1915年创办了《科学》杂志，开始了将科学作为一个完整的知识体系在中国进行系统传播的事业。为了更好地推进这一事业，他们还合作翻译了科学百科概览性质的英文版著作 *The Outline of Science*，共四卷，冠名《科学大纲》，于1923—1924年间由商务印书馆出版发行。这套科学百科概览式著作的出版，在当时学校科学教育还很薄弱的中国，发挥了很好的科学传播和引导作用，许多有志青年从中了解科学的基础与概貌，补上了人生的重要一课。

1985年《科学》复刊后，杂志的编委会和编辑部在办刊实践中，越来越体会到前辈科学

家当年创办《科学》，翻译《科学大纲》，从整个根本入手“介绍科学”的良苦用心，痛感而今要从先进的现代科学文化中汲取精华，要提高全体劳动者的科学文化素养，仍然需要在介绍科学技术的总体概貌上做出认真的努力。于是，便有了《科学》杂志编辑部策划本书的动议，有了《科学》的出版者——上海科学技术出版社的列选决策，有了该选题先后被列入“九五”和“十五”的国家重点图书规划，有了上海科学技术出版社和上海科技教育出版社的合作出版，有了《科学》的编委、作者，以及两家出版社的许多作者的积极参与。经过了各个方面近十年的共同努力，最后才有了这部彩图百科全书的问世。

为便于广大读者阅读和理解，这部百科全书的编排，打破了传统的学科体系。全书共分五卷：第一卷，宇宙；第二卷，地球；第三卷，生命；第四卷，人与智能；第五卷，器与技术。前四卷，分别描述当代科学对物质世界、地球系统、生命系统，以及人体系统的已有认识和相关的技术成果。最后一卷，则着重展示人类科学技术发明的主要产物与历程。

为了从实际对象入手，展开深入浅出的描述，各卷条目的选取均以人类探知的客观对象（自然对象或人造对象）为标准，而不从纯理论的抽象概念的角度来选取条目。每个条目的内容都以释文和示图两种方式展开，力求两者彼此呼应，图文并茂。对条目的主题，力求进行跨学科、综合性和探索性的描述；对重要的理论概念，也注意进行必要的介绍和解释。

作出这些设计和努力，是希望这部百科全书能为读者勾画出科学技术现代疆界的基本轮廓。然而，要把这个轮廓勾画得基本完备，而且还要让广大读者容易理解，却不是一件容易的事。例如，要按编纂这部百科全书的初衷，确定好全部条目内容的知识点，就需要弄清楚，科学素养的知识构成是什么？特别是，当代中国公民科学素养的知识构成是什么？而这需要有专门的研究。再如，要用彩色示图来说明每条的主题，既需要吃透科学内容，又需要有好的艺术构思，而这两者却是参加编纂的学者和编辑难以兼有的。所以，这次完成的编纂工作无疑会存在不少缺陷，需要广大读者和社会各方在阅读后，提出宝贵的批评意见和改进建议。

以提高公众的现代科学素养为目标，“从整个根本入手”来传播科学技术知识体系，是一件长期的艰巨的工作。编纂者诚恳地希望，这部百科全书第一版的问世能为这项工作添砖加瓦，也希望在汲取了反馈的意见和建议后，能有机会进一步提高编纂水平，更好地为广大读者服务！

彩图科技百科全书编辑部

2005年6月

凡例

一、编排

1. 本书按宇宙、地球、生命、人与智能、器与技术五个方面分卷出版，一个方面为一卷，共五卷。

2. 在卷之下按条目主题的相关性分章。章有章题，标示章内条目的共同主题。居各卷条目最前列的一组条目，属对该卷有关主题的概述，不加章题。

3. 条目是本书的基本单元，全书共收条目 576 条。每个条目排在一个和合版面中，由一个双码面起，跨至下一个单码面，占两个整面的篇幅。

4. 在每个条目的和合版面中，约有一半篇幅为作科普示意的彩色图片，全书以彩版印制。

二、条目

1. 本书以选取自然的或人造的客观对象为收条原则。

2. 条目名称均排在双码面的左上角。

3. 本书条目的内容以解释文字(释文)与示意图片(示图)两种方式表达，两者篇幅相当、相对独立、彼此呼应。

4. 在每个条目单码面的右下角，在“参见”字样后，列出与该条目内容有较多关联的条目名称，以空格相间。凡与该条目属同卷的，直接给出条目名称；而属不同卷的，则在被参见条目名称前加与其卷次相同的数码。例如，第一卷的“激光”条与第五卷的“激光器”条，彼此都需要参见：在“激光”条中表示为“⑤激光器”；在“激光器”条中表示为“①激光”。

三、释文和示图

1. 在每个条目中，释文均分节。节有节题，标示节的主题。

2. 每个条目开头的释文对该条目的主题对象作概述，是该条目的引导语，不加节题。

3. 在每个条目中，示图具有相对独立的示意说明功能，是与释文叙述线索彼此呼应的另一示意线索。

4. 每个条目的示图均有图题，图题以黑体给出，后接图注。为求简捷，图注可接着图题展开叙述，不再重复图题的文字。

四、附录

1. 本书设有附录，可作阅读相关内容的参考。

2. 附录分置各卷。

第一卷有：基本物理常量表，元素周期表，全天星图。

第二卷有：地球基本数据和地理集锦，地质年表，地震烈度表，风力等级表。

第三卷有：植物和动物分类纲要，中国国家级自然保护区名录。

第四卷有:世界人口的规模、分布和历史变迁,中国人体质平均指标。
第五卷有:技术发展大事记。

五、索引

1. 本书各卷均编有本卷的内容索引。
2. 编入各卷索引的知识点均按拼音顺序编排,并标明其在条目中有解释说明处的页码,以供查阅。
3. 收入索引的人名,除了标明其出现处的页码外,还给出其外文名和生年,已故者加注卒年。
4. 各卷收入索引的条目名称均以黑体编排,并给出该条的起迄页码。

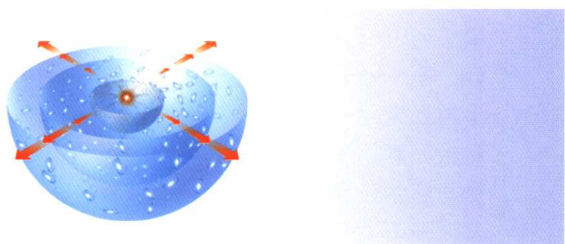
六、其他

1. 本书使用我国法定计量单位,在部分叙述历史情况的场合,采用历史上的单位。
2. 本书中的中外地名,一般从中国地名委员会编的《外国地名译名手册》,以及《辞海》等,有常见别名的作括注。
3. 本书采用公历纪年,公元前的纪年有时简为以阿拉伯数字前加“前”字表示。
4. 本书于2005年1月截稿,截稿后出版前一般不对内容作补正。

目录

前言 1

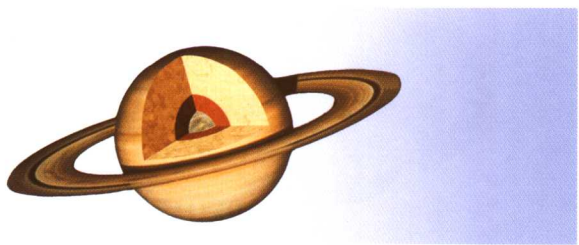
凡例 1



宇宙 2

时空 4

物质、能量和信息 6



1. 天体 9

宇宙大爆炸 10

星座 12

恒星 14

变星 16

白矮星 18

超新星 20

中子星 22

黑洞 24

双星 26

星团、星协和星族 28

星际物质 30

星云 32

星系 34

星系团 36

活动星系 38

类星体 40

银河系 42

太阳系 44

太阳 46

太阳活动 48

行星与卫星 50

水星 52

金星 54

地球 56

月球 58

火星 60

木星 62

土星 64

天王星 66

海王星 68

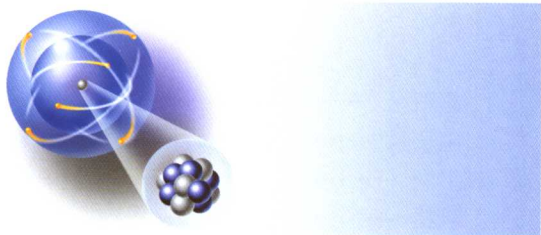
冥王星 70

行星环 72

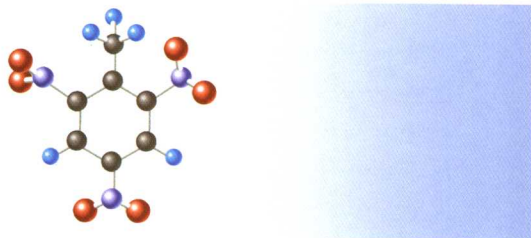
小行星 74

彗星 76

流星与陨星 78

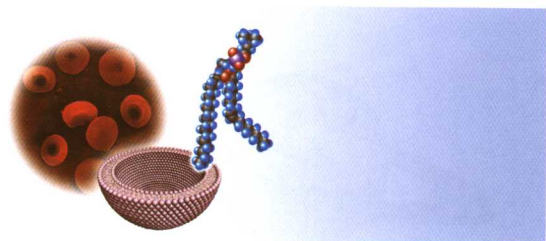


2. 原子核与粒子	81
放射性	82
宇宙线	84
原子核	86
强子	88
夸克	90
电子	92
光子	94
中微子	96



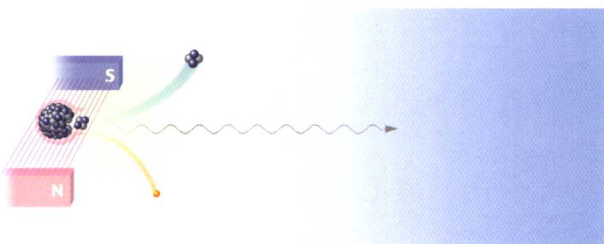
3. 原子分子世界	99
原子	100
元素	102
分子	104
手性分子	106
自由基	108
布朗运动	110
化学键	112

化学反应	114
催化剂	116
胶体	118
氢	120
稀有气体	122
碳	124
氮	126
氧	128
磷	130
硅	132
金属元素	134
稀土元素	136
铀与超铀元素	138
烃	140
脂环化合物	142
芳香化合物	144
聚合物	146



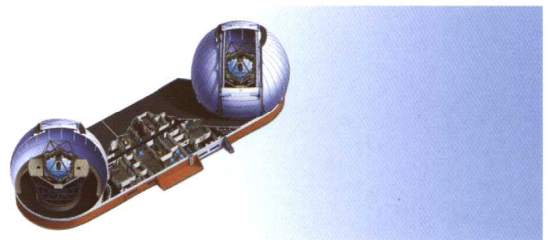
4. 物态与物性	149
物态	150
等离子体	152
宏观量子现象	154
热与温度	156
晶体	158
液晶	160

非晶态物质	162
低维固体	164
超晶格	166
纳米材料	168
表面与界面	170
晶体缺陷	172
导体和绝缘体	174
半导体	176
超导体	178
介电晶体	180
磁性材料	182
合金	184
陶瓷	186
流体	188
非牛顿流体	190
软物质	192
声	194
超声	196
混沌	198
自组织现象	200
分形	202



5. 电磁辐射	205
电磁波	206

无线电波	208
可见光	210
红外线和紫外线	212
X射线	214
γ 射线	216
激光	218
同步辐射	220



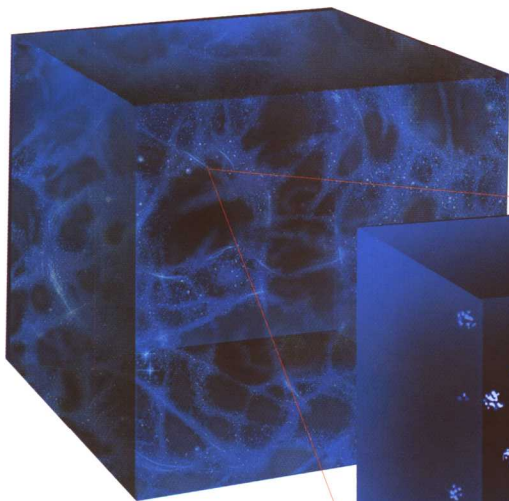
6. 探测世界的工具和方法	223
历法	224
天文测量	226
天文望远镜	228
粒子加速器	230
粒子探测器	232
显微镜	234
谱学仪器	236

附录	238
基本物理常量表	238
元素周期表	240
全天星图	242

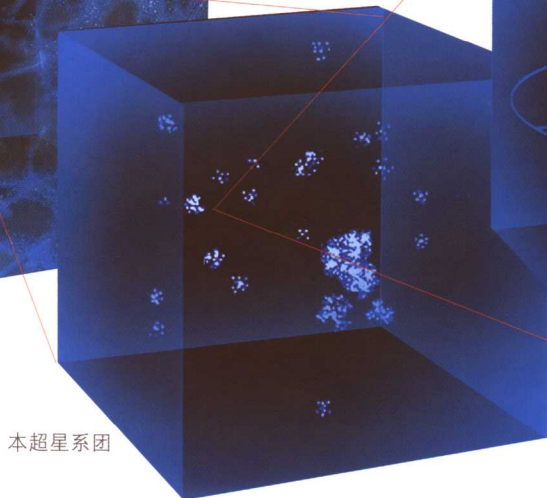
索引	244
----------	-----

本卷描述当代科学对物质世界的已有认识和相关技术成果——

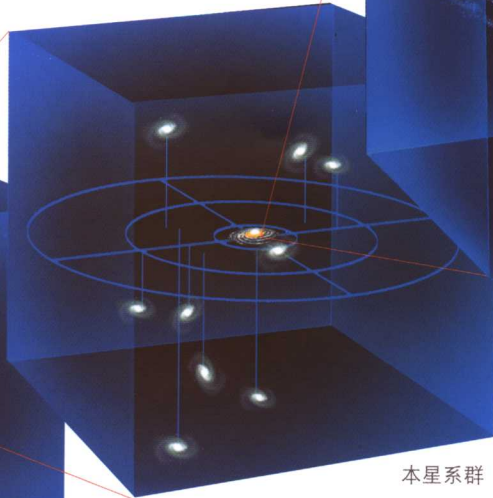
宇宙



宇宙大尺度结构



本超星系团



本星系群

宇宙概貌 人类所处的太阳系只是银河系的一个结构单元，银河系主体的直径约8.2万光年(约 8×10^{17} 公里)。银河系是本星系群的成员，后者共包含40多个星系，所占的空间尺度约600万光年。本星系群又是本超星系团的成员，本超星系团延伸的空间尺度在3亿光年开外。超星系团多呈饼状，它们往往组成更大尺度的蜂窝状结构，多数星系和星系团就分布在这些“蜂窝”的壁上。

宇宙是时间、空间和物质的总称。中国古代战国末期的尸佼说：“四方上下曰宇，古往今来曰宙”，表明“宇”指空间，“宙”指时间，宇宙是时间和空间的统一。现代天文学中常将人类用各种仪器探测所及的整个时空范围，以及其中的所有天体统称为“可观测宇宙”，在不致发生混淆时也经常直接简称为“宇宙”。

宇宙和天体

宇宙万物由各种粒子组成。不同数目的质子和中子相结合形成不同的原子核，原子核与其外围的不同数目的电子又组成种种不同的原子，原子再结合成分子，分子又构成宇宙间千差万别的物体。宇宙中存在着形形色色的天体。在太阳系内，有太阳、行星、小行星、卫星、彗星、流星体、行星际物质等；在太阳系外，又有众多的恒星、星团、星云、星际物质，以及银河系外的各类星系、星系际物质、星系团，乃至尺度更大的天体系统。

太阳是一颗典型的恒星，也是太阳系的中心

天体，太阳系的其他成员都绕着它转动。太阳系中已知有九颗行星，除水星和金星外，其他行星各有为数不等的卫星绕之运行。月球是地球唯一的天然卫星。在太阳系中，已发现数以万计的小行星和数以千计的彗星。尺度很小的流星体和行星际物质则遍布整个太阳系。

恒星彼此相距很远，离太阳最近的恒星是半人马座比邻星，与太阳相距4.22光年(约 4×10^{13} 公里)。太阳和另外数千亿颗恒星连同它们的行星系统，以及众多的星云和星际物质，共同构成一个庞大的天体系统，即银河系。恒星种类繁多，全面揭示各类恒星在演化上的联系，乃是现代科学中意义极为深远的重大成就。

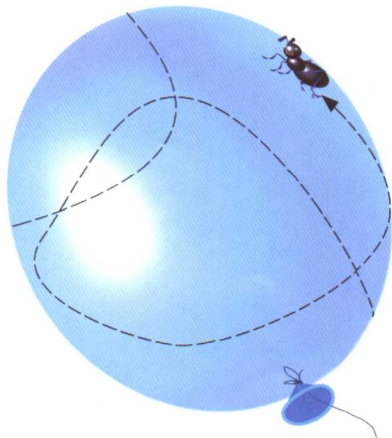
银河系是一个典型的星系，人类在可观测宇宙中发现的星系数目需以百亿计。以星系为基本单元构成的天体系统，按成员星系数目由少而多依次称为星系群、星系团和超星系团，后者的尺度常达上亿光年。20世纪后期又揭示了极大量星系构成的“巨壁”等更大尺度的特征，称为宇宙大尺度结构。

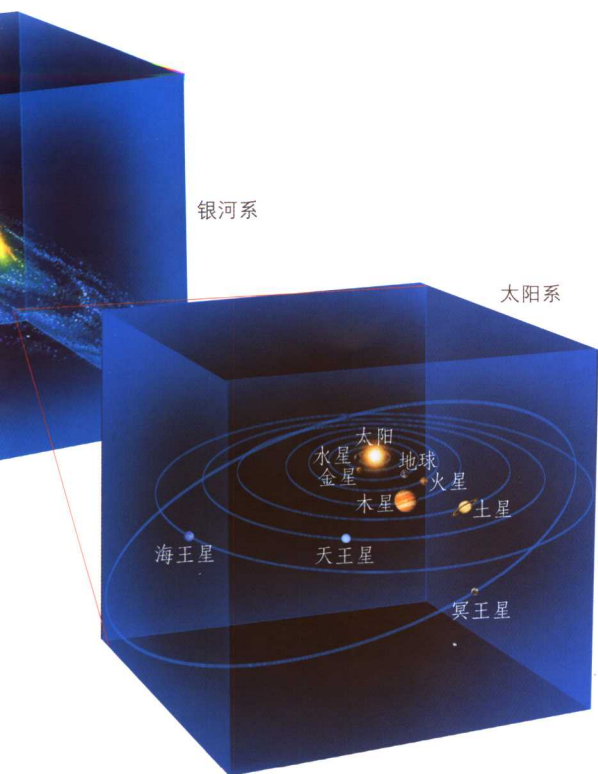
宇宙的演化

自16世纪近代科学发端以来，人们对各类天体运动的认识不断深化，但直到20世纪初，基本上仍认为宇宙在整体上亘古不变。1917年，爱因斯坦运用他刚创立的广义相对论，率先从理论上考察了宇宙的整体行为。1922年，弗里德曼阐明了宇宙膨胀或收缩的各种可能性。1927年，勒梅特提出一种膨胀宇宙模型，并于1932年提出宇宙膨胀始于“原始原子”爆炸。该理论后经伽莫夫等人进一步发展，形成了大爆炸宇宙论。

大爆炸宇宙论的首要观测依据是哈勃于1929

宇宙有限无界的类比 对气球上的蚂蚁来说，气球就是它的整个“宇宙”。它不论沿什么方向爬行，永远也爬不出这个“宇宙”。蚂蚁觉得它的“宇宙”是无界的，人类却知道它的“宇宙”其实是有限的。





年发现的哈勃定律,即河外星系的红移与它们的距离成正比,这表明宇宙正处于整体膨胀之中。该理论认为,宇宙起源于100多亿年前的“大爆炸”,当时宇宙的温度极高,物质密度也极大。随着宇宙不断膨胀,温度和密度不断下降,各种基本粒子逐渐形成。随后,中子开始和质子结合成氦、氢等原子核,化学元素由此开始形成。随着温度继续下降,各种恒星、星系和其他天体陆续形成。大爆炸宇宙论推测,目前宇宙中应该充斥着温度仅为几开的背景辐射。1965年宇宙微波背景辐射的发现证实了这一预言。

宇宙在将来是继续膨胀,还是由膨胀转为收缩,或是膨胀、收缩往复交替,取决于宇宙物质的平均密度。由于宇宙物质的平均密度尚难准确测定,故此问题迄今尚无定论。

宇宙观念的演变

世界各古老文明对宇宙的结构各有不同的朴素猜测。例如,古代印度人想象圆盘状的大地由几头大象驮着,大象则站在巨龟的背上;中国古代的盖天说认为天似穹庐,笼罩在平坦的大地上。公元2世纪,古希腊天文学家托勒玫建立了在欧洲流传1000多年的地心说。16世纪,波兰天文学家哥白尼提出了日心说。1718年,恒星自行的发现动摇了恒星静止不动的观念。18世纪后期,赫歇尔通过对恒星分布的统计研究,提出了太阳居中、轮廓参差的银河系结构图。20世纪初叶,沙普利又证实太阳并非位于银河系的中心。

18世纪中叶,康德等人提出,宇宙中存在着无数个类似于银河系那样的天体系统,云雾状的“星云”很可能就是这样的天体系统。此后经历了一个半世纪的艰辛探索,1924年,哈勃最终证实此类天

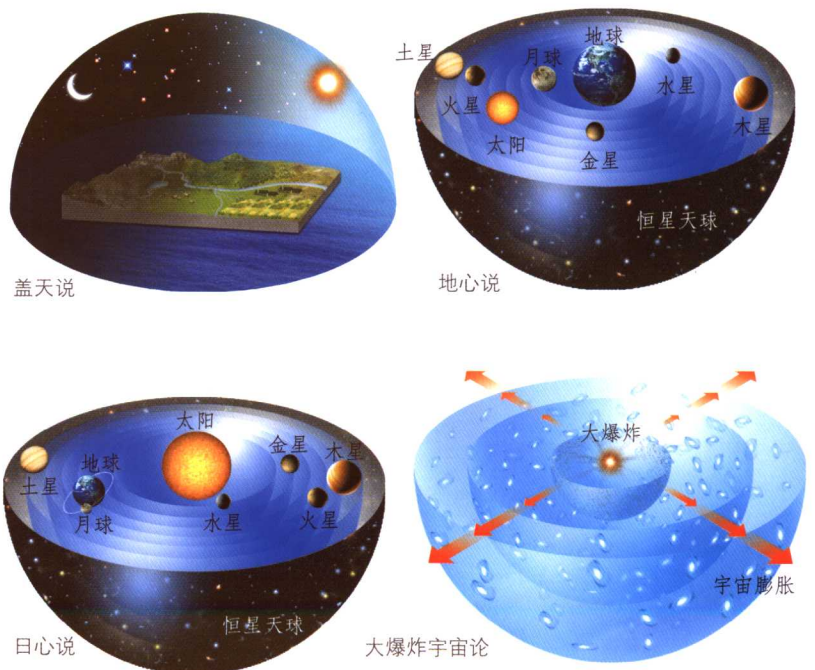
体系统——河外星系的存。后来,人们进一步发现了星系团和更大尺度的结构,直至形成今天所知的整个宇宙图景。

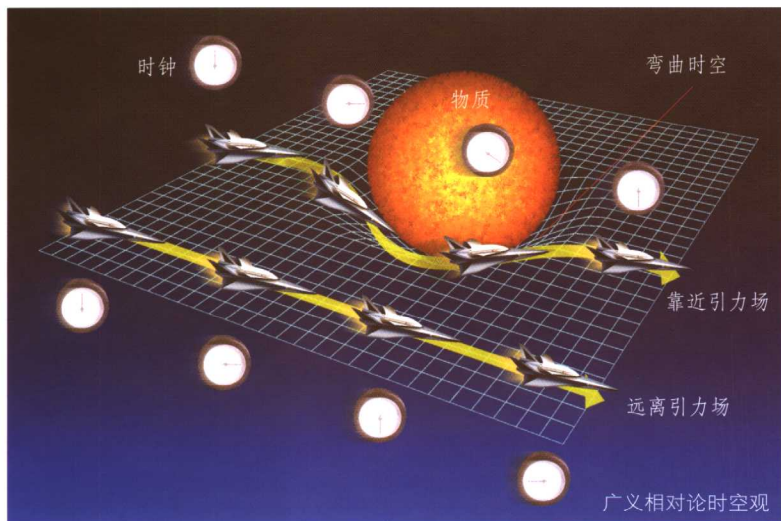
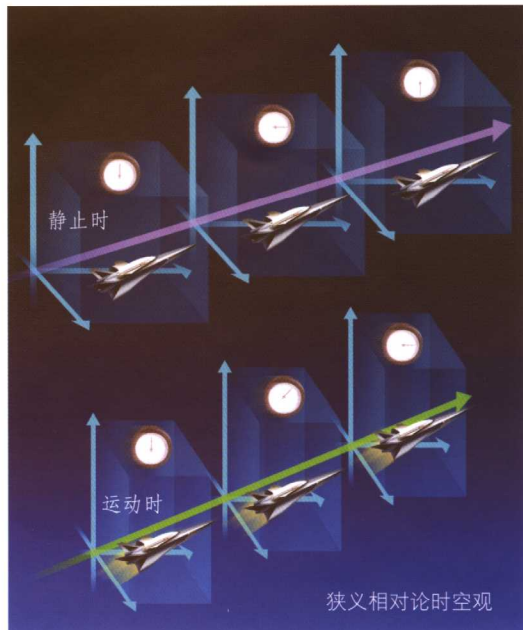
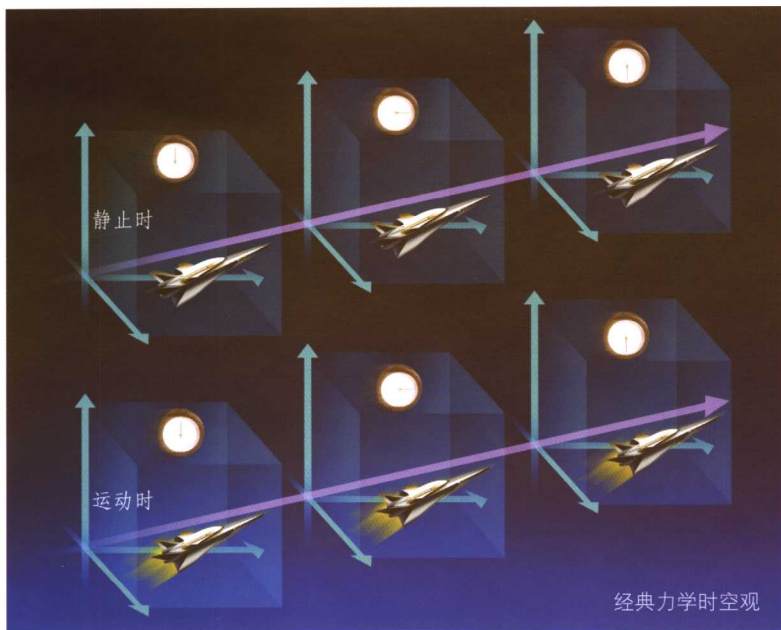
宇宙演化观念的发展,主要体现在两个方面:宇宙间各类天体的演化,以及宇宙作为一个整体的演化。天体演化观念的形成,可以恒星为例说明。“恒星”一词,含有固定不变的意思:在空间中的位置不变,自身的状态也不变。随着恒星自行的发现,空间位置不变便不复成立;随着对变星的深入了解,恒星自身状态变化也日趋明朗。现代恒星演化理论认为,星云在自身引力作用下逐渐收缩为原恒星,当它继续收缩到内部物质的密度、温度和压力足够高时,就会启动核反应,成为长期稳定地辐射出光和热的主序星。核反应结束后,自身引力迫使恒星急剧收缩,其外层受冲击波和反弹作用被抛射出去,核心部分则坍缩为非常致密的白矮星、中子星或黑洞。太阳目前就处于主序星阶段。

至于宇宙作为一个整体的演化,世界各古老民族虽有诸如“盘古开天辟地”(中国)、“梵天创造天地”(印度)等种种神话,但就科学认识而言,20世纪以前人们理解的宇宙都是局部运动、整体静止不变的。现代宇宙学,特别是大爆炸宇宙论,已彻底扭转了这种陈旧观念。

中国古代早就存在宇宙无限观念,例如庄子所说:“宇之表无极,宙之表无穷。”从哲学上思考,人们无法具体回答,如果宇宙有限,那么在这有限的范围之外是什么,宇宙起源之前是什么。就科学而言,可观测宇宙总是有限的,大爆炸宇宙论依据的就是有限时空范围的观测事实和人们所知的自然规律。

宇宙观念的演变 主要分为四个阶段:古代的朴素宇宙观、地心说、日心说以及现代宇宙学。中国战国时期的早期盖天说认为,天圆如张盖,地方如棋局。地心说认为,地球是宇宙的中心,群星皆在各自的天球上绕地球运行,最外层是恒星天球。日心说认为,太阳是宇宙的中心,行星皆绕日运行,最外层的恒星天球则与地心说的并无本质差异。在各种现代宇宙学说中,居于主导地位的是大爆炸宇宙论,认为宇宙起源于大爆炸,且随着时间不断膨胀,星系之间的距离亦随之增大。





“早”和“迟”排成一个序列。为了具体描述这些事件的“早”和“迟”，就用一个称为“时间”的单调变化的数列来指定事件发生的先后顺序，使得较早发生的事件对应一个较小的数，而较晚发生的事件对应一个较大的数。在日常生活中，这种指定的顺序是绝对的，也就是说，两个事件中哪个发生早一些，与看到这两个事件的是谁（哪个观测者）无关。

绝对时间和绝对空间

以经典力学为代表的物理学的时空观认为，空间和时间与物体存在及其运动无关，存在着绝对空间和绝对时间。牛顿在《自然哲学的数学原理》一书中写道：“绝对空间，就其本性来说，不受外界事物的影响，始终保持着相似和不变。”“绝对的、纯粹的和数学的时间，就其本性来说，自行均匀流逝，而与任何外界事物无关。”物质就是在这不变的空间和均匀流逝的时间中运动。概括地说，时空就是与物体及其

时空观念的演化 对时空的认识主要经历了经典力学时空观、狭义相对论时空观和广义相对论时空观等几个主要阶段。经典力学时空观认为，时间独立于空间而存在，不管物体是静止的还是运动的，空间始终不变，时间始终均匀流逝。狭义相对论时空观认为，时间和空间不可分离，组成四维时空，运动的尺相对于静止的尺长度会变短；运动的钟相对于静止的钟会变慢。广义相对论时空观认为，时间和空间除了与物体的运动状态有关外，还与物质的分布有关，物质的存在会使周围时空发生弯曲。

时空是时间和空间的总称。通常，时间用来描述事件的顺序，空间用来描述物体的位形，时空用来描述事物之间的一种次序。人类对时空的认识经历了三个阶段：经典力学的绝对时间和绝对空间阶段、狭义相对论的四维时空阶段和广义相对论的弯曲时空阶段。现代物理学认为，时空与物质及其运动不可分离。

空间与时间

空间的概念来自观察者能感受到周围物体具有长、宽、高三个方向上的广延性，也来自观察者无论在哪里都能感受到周围物体可在相对观察者的前后、左右、上下方向上连续移动，而且当没有外力（如引力）的情况下，这种移动甚至没有一个特别优越的方向。由此得出结论：空间是均匀各向同性的三维连续体。

时间的概念来自观察者所经历的事件都按

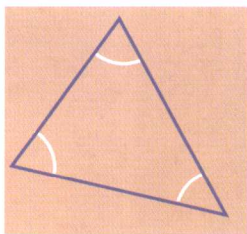


运动无关的、空间和时间分离的“3+1”维(三维空间和一维时间)平直时空,服从欧几里得几何。

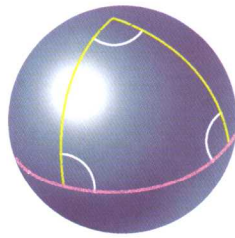
物体的运动性质和规律与采用怎样的空间和时间来度量有着密切的关系。只有以绝对空间作为度量运动的参照系,或者以相对于绝对空间作匀速直线运动的物体为参照物,惯性定律才成立,即不受外力作用的物体,总保持静止或者匀速运动状态。这类参照系称为惯性参照系。任何两个不同的惯性参照系的空间坐标与时间坐标之间满足伽利略变换。在这种变换下,位置和速度是相对的,即相对于不同参照系其数值不同;长度和时间间隔是绝对的,即相对于不同参照系其数值不变;同时性也是绝对的,即相对于某个惯性参照系同时发生的两个事件,相对于其他惯性参照系也必定是同时的。另外,牛顿力学规律在伽利略变换下保持形式不变,即在不同的惯性参照系中具有相同的形式,这就是伽利略相对性原理。如果存在绝对空间,则物体相对于这个绝对空间的运动就应该是可以测量的,就应该存在绝对速度。然而,伽利略相对性原理不允许在物体运动定律中包含绝对速度,亦即绝对速度在原则上是无法测定的。事实上,没有证据表明存在绝对时间和绝对空间。

四维时空

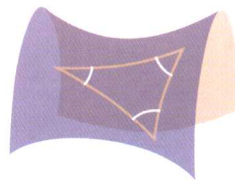
爱因斯坦在狭义相对论中将伽利略相对性原理作了推广,要求在不同的惯性参照系中,不仅牛顿力学规律,而且其他一切物理规律都具有相同的形式。在狭义相对论中,由于光速不变和相对性原理,不同惯性参照系的空间坐标与时间坐标之间遵从洛伦兹变换,空间和时间不是绝对的,而是相对的,都依赖于物体的运动状态;空间和时间不再是相互独立的,而是相互关联地形成四维时空。根据这种变换,同时性也不是绝对的,而是相对的,即相对于某个惯性参照系同时发生的两个事件,相对于另一个惯性参照系可能并不同时发生;长度和时间间隔也不再是绝对的,运动的尺相对于静止的尺变短,运动的钟相对于静止的钟变慢。但是,尽管在



a



b



c

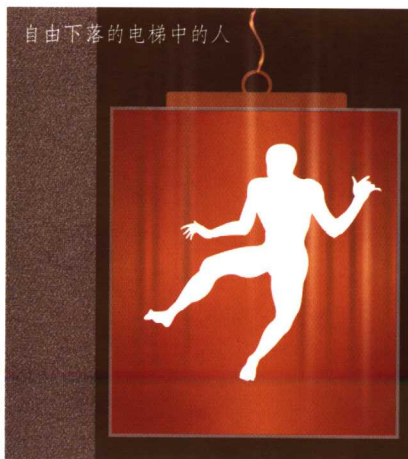
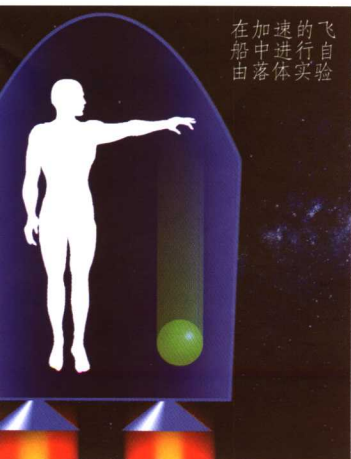
不同的惯性参照系中观测到的两个事件之间的时间间隔可以不同,但因果关系不会颠倒。另外,光速也是绝对量,即相对于任何惯性参照系光速都是一样的。四维时空是平直的,服从欧几里得几何,它依赖于物体的运动状态,但不依赖于物体存在与否。

弯曲时空

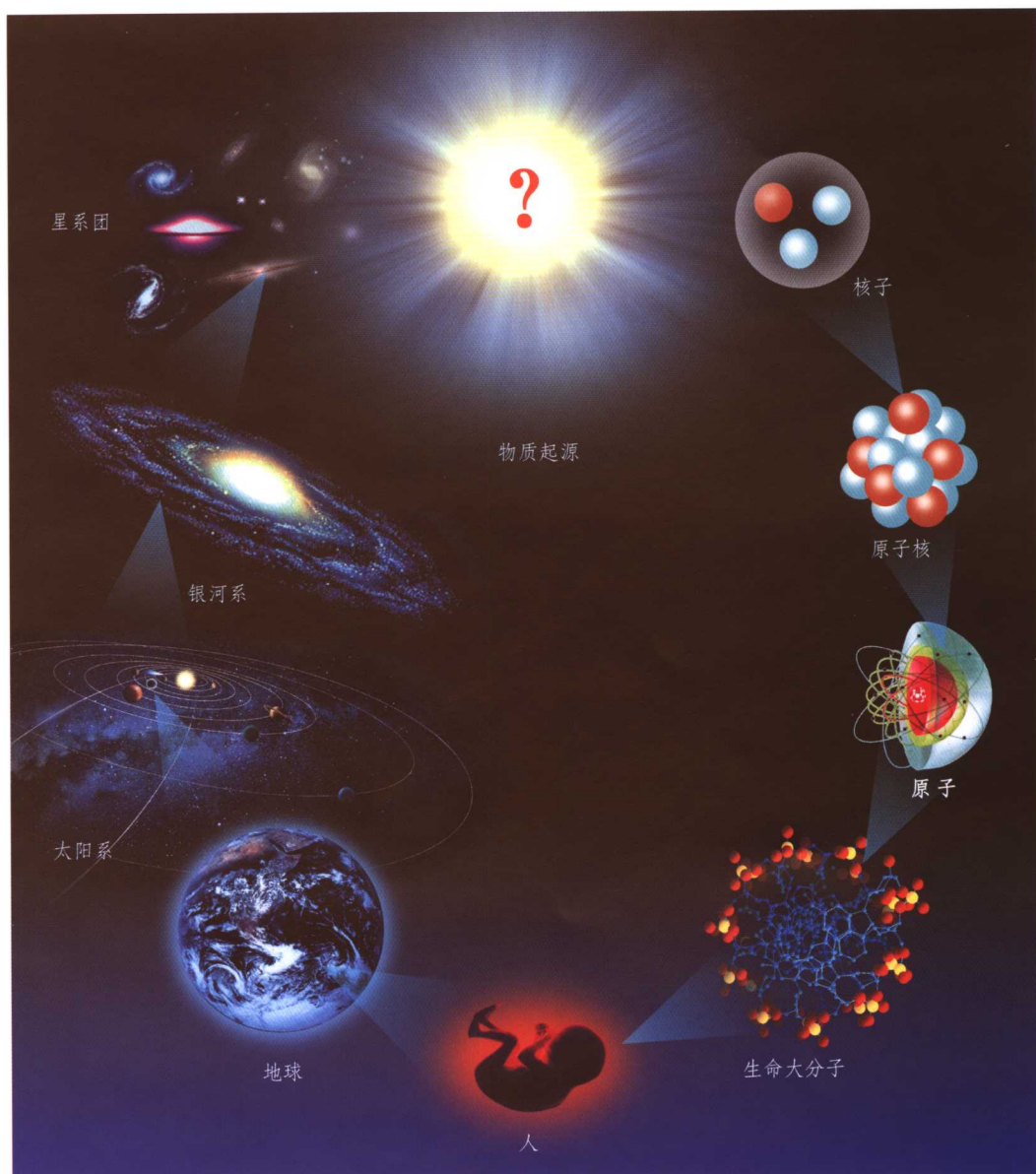
经典力学与狭义相对论都认为,一个惯性参照系可适用于整个宇宙,相对于某个惯性参照系,宇宙任何范围中的物体运动都遵从惯性定律。如果考虑到物体的万有引力,那么,一个惯性参照系只能适用于一个局部的范围,而不可能适用于整个宇宙。如果对于一个局部范围中的物体来说,某一个参照系是惯性的,那么,对其他范围中的物体运动而言,它一般就不再是惯性的。为了描写大范围中的运动,对不同局部范围要用不同的惯性参照系。物体之间引力的作用,就在于决定各个局部惯性参照系之间的联系。物体的引力与非惯性参照系中的惯性力相似,引力的作用在于使时空弯曲,弯曲时空由非欧几何描述,各个不同局部范围惯性参照系之间的关系可通过时空曲率来规定。这样,通过引入弯曲时空就可将引力和惯性力同时纳入相对性原理。爱因斯坦突破了惯性参照系的局限,提出广义相对性原理:客观的、真实的物理规律在任何参照系中都具有相同的形式。在广义相对论中,时间和空间不仅依赖于物质的运动状态,而且依赖于物质的分布,正是物质的存在使四维时空本身发生弯曲,而所谓引力实际上就是时空弯曲的表现。

三种几何学的比较 欧几里得几何学中,三角形三个内角之和等于 180° ,如图a;黎曼几何学中,三角形三个内角之和大于 180° ,如图b;双曲几何学中,三角形三个内角之和小于 180° ,如图c。黎曼几何和双曲几何称为非欧几何。平直时空服从欧几里得几何,弯曲时空要由非欧几何来描述。

引力场和惯性力场 爱因斯坦认为,引力场和惯性力场是等效的。例如,站在以重力加速度飞行的飞船中与站在地面感觉不出有什么区别。如果做自由落体实验,也能得出同样的结论。引力的作用可以选择一个适当的加速参照系来消除,比如,一个处于突然断了缆绳的电梯里的人,与在太空中脱离地球引力的人一样,感觉地球的引力不复存在。



物质、能量和信息



物质层次结构 在物质世界中,人及常见的生物是一个适中的层次,其基本长度单位是米。从人这个层次出发,往大尺度上看,依次为地球、太阳系、银河系、星系团等;往小尺度里看,依次为生命大分子、原子、原子核、核子等。目前借助高能粒子加速器和探测器所能探测到的最小空间尺度是 10^{-16} 米。小于 10^{-16} 米的空间尺度内可能还有新的物质结构层次有待人们去探索。

物质构成人们所能探测到的世界的实体,并与能量一起,构成一切客观现象的基础。

宇宙间充满丰富多彩、形态各异、不断运动着的物质。物质既可按尺度大小分为不同层次,又可按所处状态分为各种物态。能量是衡量系统作功本领的物理量,它既不会创生,也不会消灭,但是具有机械能、热能、电磁能、化学能、核能等多种形式,它们之间可互相转化,并通过质能关系式与质量相联系。

信息与物质、能量一样,是一种重要资源,在现代人类社会生活中正在起着越来越重要的作用。

物质

物质可按其在一定的温度、压强下所处的相对稳定的状态分为气态、液态和固态。当气体中的原子或分子电离成离子和电子的混合物时,就出

现了一种新的物态——等离子态,这是宇宙中普遍存在的一种物质聚集状态。另外,在超高压强下,原子结构被破坏,外围电子被挤压到原子核内,形成另一种新物态——超固态,它有可能出现在中子星等天体内部。

物质也可按其存在形式分为实物与场。但是,在微观世界,由于微观粒子具有波粒二象性,粒子的产生、消失和转化可通过场的量子化来描述,故实物(粒子)与场又统一为一体。

物质处于不断运动之中,受四种基本相互作用——引力相互作用、电磁相互作用、弱相互作用和强相互作用支配。所有有质量的物体都存在引力相互作用;电磁相互作用是带电物体或具有磁矩物体之间的相互作用;弱相互作用是衰变过程的主宰;强相互作用是强子或夸克间存在的一种相互作用。引力相互作用和电磁相互作用都是长