

• 探索系列丛书 •

探求 宇宙的秘密

——从哥白尼到爱因斯坦

U
Secrets of Universe

赵 峥◎著

弯曲的时空，神秘的黑洞，膨胀的宇宙；
探索人类的童年，寻找时间的源头。
能否造“时间机器”，让我们在时光中漫游？



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

• 探索系列丛书 •



探求 宇宙的秘密

——从哥白尼到爱因斯坦

TANQIU YUZHOU DE MIMI
CONG GEBAINI DAO AIYINSITAN

赵 峥◎著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

探求宇宙的秘密：从哥白尼到爱因斯坦 / 赵峥著. —北京：
北京师范大学出版社，2013.1
(探索系列丛书)
ISBN 978-7-303-15417-3

I. ①探… II. ①赵… III. ①宇宙—普及读物
IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 219746 号

营销中心电话 010-58802181 58805532
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电子信箱 beishida168@126.com

出版发行：北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn
北京新街口外大街 19 号
邮政编码：100875

印刷：北京京师印务有限公司
装订：三河达文装订厂
经销：全国新华书店
开本：170 mm × 230 mm
印张：13.5
字数：235 千字
版次：2013 年 1 月第 1 版
印次：2013 年 1 月第 1 次印刷
定 价：24.00 元

策划编辑：范 林 责任编辑：范 林
美术编辑：毛 佳 装帧设计：毛 佳
责任校对：李 菡 责任印制：孙文凯

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话：010-58800697

北京读者服务部电话：010-58808104

外埠邮购电话：010-58808083

本书如有印装质量问题，请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话：010-58800825

忆昔午桥桥上饮，
坐中多是豪英。
长沟流月去无声，
杏花疏影里，
吹笛到天明。

——宋·陈与义



前 言

本书是一本适应面较宽的科普读物，中学生、大学生和研究生都可以从中获取有益的知识。书中主要介绍了物理学和天文学发展的不平凡历程和一些最新成果，特别是有关相对论、黑洞和宇宙演化的知识。本书收集了许多科学家的珍闻趣事，介绍了一些重大科学发现的曲折过程。希望广大读者能在轻松、愉快的情况下读完本书，并有所收益。也希望有志于科学研究的年轻人能从书中得到一些启发，增强自己的科学研究能力。

为了使读者看清人类在自然界中的位置，看清今天的科学在人类历史上的地位，本书特别介绍了地球上文明的起源和进步，介绍了自然科学的诞生和发展。本书以哥白尼、伽利略、牛顿和爱因斯坦的贡献为主线，来描述自然科学的重大成就和重要思想；以霍金和彭罗斯的贡献为核心，来阐述当代的时空理论，介绍相对论研究的最新成果。书中还包含了作者本人的一些研究心得。

作者在本书中列举了许多事例以期说明：历史上，青年是科学发现的主力军。

在物理学的长期教学与研究中，作者深感需要一本通俗介绍物理思想并带有趣味性的辅助读物，同时把科学史融入其中，使学生能在避开繁杂的数学计算、较为轻松的情况下，掌握深奥理论的主要思想，了解科学发现的曲折历程，学到科学研究的方法。

欧美、日本的教授对中国学生的考试能力普遍感到钦佩，但觉得中国学生的科研能力远不如考试能力那样出色。这反映了中国学校教学成功的一面和失败的一面。一般说来，中国学校普遍强调刻苦学习、强调基本功、强调做练习，中国学生投入的精力和时间远非欧美学生

可比。但由于经济条件的限制，中国学生动手做实验的机会远比欧美学生少。而且，在教学过程中，中国教师往往不注意突出物理思想，不注意让学生了解科学发现的艰难过程，不注意培养学生科学研究的方法和兴趣，这就造成了中国学生“考试见长、科研见短”的奇特局面。

在目前我国的经济实力已得到较大发展的情况下，应该给学生提供更多的动手机会，去做更多的实验。同时，改进我们的教学方法，丰富学生的物理思想，增进学生对科学发展史的了解，也会有助于我国学生科研能力的提高。

作者希望本书能起到科普读物和辅助教材的双重作用，使一般青年读者和物理专业的学生都能从中获益。本书是一次新的尝试，错误之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

最后，作者要对梁绍荣教授表示感谢，本书是在他的建议和鼓励下完成的。还要感谢刘辽教授审阅本书的部分章节，感谢郝柏林院士对原稿第七章提供的修改意见，感谢陆埏院士对第七章和第九章的修改建议，感谢高士圻先生、裴申先生和裴寿镛先生帮助核实书中的一些内容。感谢国家自然科学基金(10373003, 10475013, 10773002)的支持。感谢北京师范大学出版社李桂福编审、梁志国编辑和范林编辑对本书的出版所做的大量工作。

赵峥

2012年8月

目 录

一、文明的起源和脚步	1
1. 地球上文明的出现 /3	
2. 海洋文明 /6	
3. 大河文明 /11	
4. 美洲文明 /16	
5. 文明的繁荣 /19	
二、自然科学的诞生	31
1. 哥白尼与日心说 /33	
2. 偷看上帝的秘密 /37	
3. 伽利略的天才发现 /40	
4. 不得已的认罪声明 /45	
5. 开普勒的悲壮人生 /47	
三、牛顿与经典物理学	55
1. 上帝说：“让牛顿去吧！” /57	
2. 经典物理学的“圣经” /58	
3. 万有引力 /61	
4. 这片空间会荒废吗 /64	
5. 走下神坛的牛顿 /66	
四、爱因斯坦与相对论	69
1. 两朵乌云 /71	
2. 魔鬼说：“让爱因斯坦去吧！” /73	

3. 别了，以太和绝对空间 /77
4. 狭义相对论的成就 /81
5. 双生子佯谬 /84
6. 狭义相对论的困难 /86

五、弯曲的时空 87

1. 平行线只有一条吗 /89
2. 惯性力等效于引力 /91
3. 万有引力是时空的弯曲 /95
4. 神秘的引力波 /101
5. 伟人和凡人 /103

六、人造的太阳 107

1. 哥本哈根学派 /109
2. 三次获得诺贝尔奖的家庭 /118
3. 蘑菇云中的太阳 /122
4. 中国的原子弹 /126
5. 探索无穷小 /128

七、白矮星、中子星与黑洞 133

1. 历史上的黑洞 /135
2. 白矮星和它的研究者 /138
3. “小绿人”，脉冲星和中子星 /140
4. 黑洞的形成、构造与特点 /144
5. 转动的黑洞 /148

八、霍金与黑洞的热性质 151

1. 激发的黑洞 /153
2. 黑洞热吗 /155
3. 沸腾的黑洞 /157
4. 信息疑难 /160

5. 坚强的天才 /162	
---------------	--

九、膨胀的宇宙	165
---------------	-----

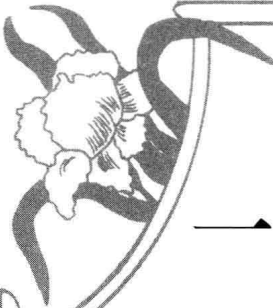
1. 均匀的宇宙 /167
2. 有限而无边的宇宙 /168
3. 膨胀或脉动的宇宙 /170
4. α , β , γ 建立的火球模型 /173
5. 宇宙有限还是无限 /175
6. 暗物质与暗能量 /178
7. 连接宇宙的虫洞 /181
8. 撑开虫洞的异常物质 /184

十、我们了解“时间”吗	187
-------------------	-----

1. 令人怀疑的奇点 /189
2. 长沟流月去无声 /192
3. “同时”这个概念存在吗 /194
4. 时间没有开始和结束 /197
5. 热与引力，热与时间 /199

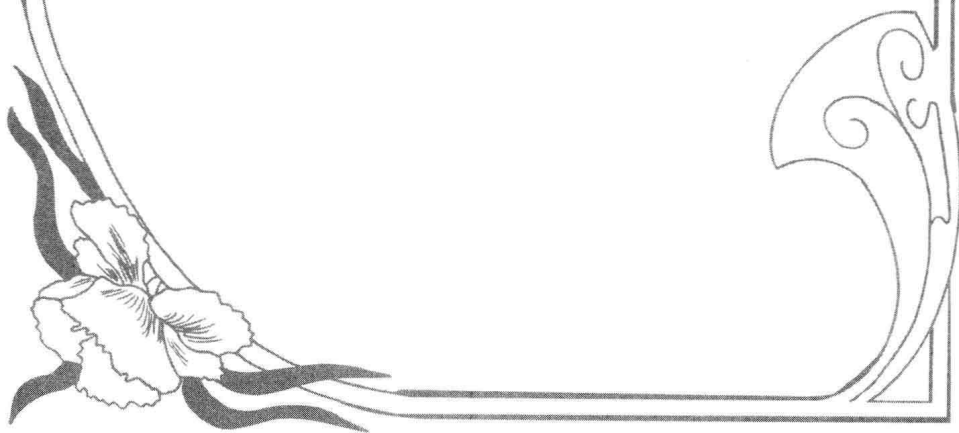
结束语	201
-----------	-----

主要参考文献	203
--------------	-----



一、文明的起源和脚步

拿破仑在金字塔旁对士兵作完战斗动员之后，下令说：“全军出发，驴和学者在中间。”



1. 地球上文明的出现

大约 100 亿~200 亿年前，在虚无缥缈中发生了一次大爆炸。爆炸产生的高温原始火球，急剧地膨胀，在膨胀过程中形成了构成今天的物质的基本单元(光子、电子、夸克等)。然后，膨胀速度减慢，温度逐渐降低，原子核和原子相继出现，在距今约数十亿年的时候，恒星与星系开始形成。这些星系一直演化至今，并留下大爆炸的余热(大约为绝对温度 2.7 K)。这就是我们的宇宙，它从“无”中诞生，是真正的“无中生有”。中国古代的思想家老子就曾经说过，“万物生于有，有生于无”。

古人说，“天地四方曰宇，古往今来曰宙”，宇宙就是空间、时间和物质的总称。牛顿认为，空间就像一无所有的空箱子，时间则是像河流一样永远均匀流逝的东西。我们中国的孔子，对时间也有类似的想法，“子在川上曰，逝者如斯夫，不舍昼夜”。物质就在这无限的空间和无穷的时间中永恒地游动。爱因斯坦的相对论认为，时间和空间是一个不可分割的整体，称为四维时空。物质的存在会造成时空弯曲。没有物质的时空是平直的，有物质的时空是弯曲的。如果物质消失，弯曲的时空会变得平直，但依然存在。晚年的爱因斯坦则进一步认为，时间和空间不过是物质伸张性和广延性的表现。按照牛顿经典物理学和爱因斯坦相对论的看法，如果没有物质，时间与空间依然存在。按照爱因斯坦晚年的看法，则不存在一无所有的时间和空间，如果没有物质，也就没有了时间和空间。

我们的地球诞生于大约 46 亿年前。随着温度的下降，地球表面的熔岩逐渐凝固，形成陆地和山脉，空气中的水汽化为倾盆大雨，在地球上渐渐形成了海洋。大约 35 亿年前，原始生命诞生于风雨雷电之中，它们最先生活于海洋，然后逐渐登上陆地。在距今 1 亿~2 亿年前，

我们的地球成了恐龙的世界。随着一些巨大灾变的产生(例如小行星对地球的撞击、大规模火山爆发等),物种的进化也在渐变中产生突变。大约 5 000 万年前,哺乳动物已经取代爬行动物成为地球的主宰。距今 1 000 万年前,一批猿猴从树上来到了地面,成为能够直立行走的类人猿。在长达 1 000 万年的漫长岁月中,它们从简单地使用树枝、石块,发展到制造简单的工具,学会了用火,形成了语言。在距今约 200 万年的时候,成长为史前的人类。

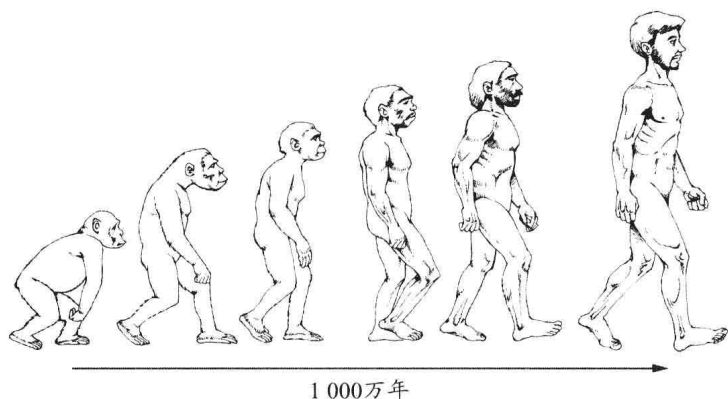


图 1-1 人类进化示意图

人类的最大特点之一是具有思维和意识。原始人的思维是简单而模糊的,有点像今天的儿童,他们还分不清梦幻与现实,分不清想象与真实。他们与自然界抗争的力量还不够大,他们在生活劳动中摸索各种各样的规律,逐渐产生了原始的宗教和崇拜。他们崇拜山川雷电,崇拜日月星辰,崇拜各种动物与植物,崇拜岩石,崇拜烈火,崇拜祖先,崇拜生育。他们由氏族联合成部落,从母系社会过渡到父系社会。在大约 6 000 多年前,终于形成了古代文明。他们以自己崇拜的东西,作为氏族和部落的象征,这就是“图腾”。今天,作为中华民族象征的龙,就是原始图腾的化身。“华”字在古代与“花”字不分,中华民族是由无数的氏族与部落在漫长的岁月中逐渐融合而成的,就像一座绚丽的百花园。龙身上潜藏着各个部落的原始图腾。龙首先可以看成蛇与鳄鱼的综合化身。6 000 年前的黄河、长江流域,温暖而湿润,植

物繁茂，动物昌盛。不但存在大量的蛇，而且存在许多凶猛的鳄鱼。鳄鱼在下雨前常发出类似于打鼓的声音。在原始人类看来，鳄鱼不仅凶猛强大，而且还似乎能呼风唤雨，自然引起他们的恐惧与崇拜。龙的角像鹿角，尾巴像马尾，鳞像鱼鳞……它暗示我们，中华民族的血管里流淌着蛇图腾、鳄图腾、鱼图腾、马图腾、鹿图腾等众多部族的血液，中华民族是众多伟大部族融合的结晶。



图 1-2 龙——中华民族的象征

在遍布没有开化的野蛮部族的世界里，偶然诞生的最初文明，会影响和压迫周围的蛮族，反过来也会受到蛮族的不断冲击，甚至有可能被蛮族所消灭。那种认为文明会按部就班地诞生，一旦产生就不会消失，一旦进步就永远不会倒退的观点是缺乏根据的。例如，最早转入农耕的部族创立太阳巨石文化，并有了一定的数学、天文知识和较为先进的生产技术，当然会对周围蛮族产生好的影响。但是，他们崇拜太阳和巨石，用俘虏的活人去作祭品（所谓血的牺牲），驱赶和奴役周围的蛮族，这必然遭到蛮族的抗拒和反击。美洲玛雅文明的神秘失踪，很可能与蛮族的攻击有关。文明的诞生，很像溶液中晶体的诞生。在溶液中偶然凝聚而成的晶种，会不断被重新溶解，只有当溶液饱和之后，才会有个别凝聚晶种成长起来。人类的文明也是这样，在蛮族的海洋中，文明不断地产生着、消亡着，整个蛮族的素质在文明的生灭中不断提高，最后终于有几个文明生存、延续，并成长起来。

2. 海洋文明

人类的古代文明有两个主要的独立发源地。一个是我们祖国的黄河、长江流域，可称为“大河文明”或“华夏文明”。另一个是地中海沿岸，可称为“海洋文明”或“地中海文明”。

公元前 3000 多年，在两河流域（现今伊拉克、叙利亚一带的底格里斯河与幼发拉底河）和古埃及的尼罗河流域，几乎同时出现了城邦和国家的雏形。两河流域最初的国家称为苏美尔。苏美尔人会炼铜，使用一种楔形文字（现在，考古学家已能读懂它们），广泛地使用印章，这已很接近印刷术的发明。他们控制着从红海到波斯湾的广阔地区。但是，苏美尔人的来历至今不清楚，他们不是白人，似乎属于一种高鼻梁的暗黑色人种。首创古埃及文明的也是一些浅黑色皮肤的人。从遗留下来的绘画、雕塑和骨骼上可以看出，他们与现今的白人有明显差异。古埃及人创造了灿烂的古代文明。他们有丰富的天文知识，修建了大量的水利工程，会炼铜，使用文字，而且开始记录编年史（类似于中国的《春秋》）。

到公元前 2000 多年的时候（大约相当于我国的炎、黄二帝及尧、舜、禹时代），作为古埃及文明伟大象征的金字塔，已经矗立在尼罗河畔。两河流域与古埃及之间已在进行经济、文化的交流。文明不仅已经传播到爱琴海上的岛屿及地中海北岸的古希腊地区，而且已经波及印度。这时候，以狩猎和游牧为生的白种人主要分为两支，雅利安人（今天的欧洲人就是他们的后代）还比较落后，主要生活于欧洲内陆的森林地带；闪米特人（今天的阿拉伯人和犹太人就是他们的后代）则已开始进入两河流域并向尼罗河流域渗透。他们和当地人融合，接受并发扬古埃及和苏美尔的文化，把地中海文明推进到一个新的高度。闪米特人建立了一系列伟大繁荣的国家，例如阿卡德（相当于我国的尧、舜、禹时代）、乌尔（相当于夏）、巴比伦（相当于商）、腓尼基（相当于

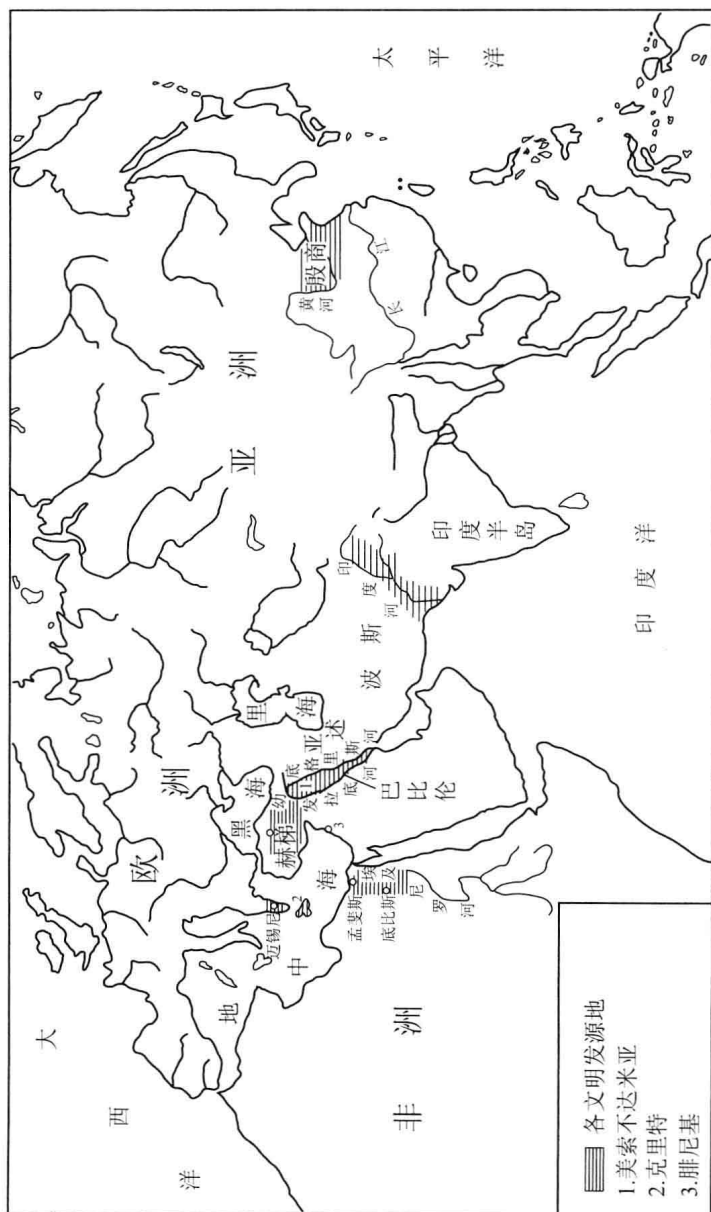


图1-3 亚、非、欧古代各大文明发源地(前1600年)

西周)、亚述(相当于春秋)等。闪米特人主宰地中海的时期大约持续了2 000年,直到公元前146年(我国汉武帝登上皇位前6年),最后一个闪米特帝国迦太基在布匿战争中被罗马人毁灭,闪米特人才暂时退出

了地中海的政治舞台。

在雅利安人进入地中海沿岸之前，在现今的希腊地区（伯罗奔尼撒半岛和爱琴海区域），已经存在着灿烂的古代文明。这个文明来源于古埃及和两河流域，从公元前 2000 多年就开始出现在半岛上的迈锡尼和爱琴海中的克里特岛上（米诺斯文化）。1 000 多年之后，雅利安种的希腊人（公元前 1000 年左右）进入半岛和爱琴海地区，那就是希腊的“荷马时代”（相当于我国的西周时期）。那时流传下来的“荷马史诗”——《伊利亚特》和《奥德赛》，把历史和神话融为一体，生动地记录了那个时代的著名战争——特洛伊战争和当时的生活风貌。著名的特洛伊木马的故事，就来源于这些史诗。长期以来人们怀疑这些由说唱艺人口头流传下来的史诗到底有多少真实性，这种情况一直持续到 19 世纪。这时，一个叫谢里曼的德国商人，决定实际着手来验证这些史诗。谢里曼从小就着迷于《伊利亚特》和《奥德赛》的故事，古希腊英雄的形象强烈地吸引着这个孩子。当他长大成人，并发了一笔财后，他决心用自己的财富来圆童年时代的美梦。谢里曼坚信这些故事是真实的，他开始按照史诗描述的地理环境，在爱琴海地区（包括现今的希腊、土耳其）寻找特洛伊战争的旧址和遗迹。他大胆地怀疑那些不符合史诗描述的见解，否定历史专家对特洛伊城址的意见。他根据史诗的描述，正确地找到了特洛伊城的位置。由于谢里曼过分拘泥于史诗的束缚，他也犯了不少错误。但是，谢里曼掀起的对古希腊文化的考古热潮，取得了丰硕的成果，不仅弄清了特洛伊战争时期的许多史实，而且使整个古希腊文化的研究，建筑在了考古发掘的坚实基础之上，谢里曼和他的后继者为人类作出了巨大贡献。

古埃及的考古发掘开始得比谢里曼要早差不多 100 年。1798 年拿破仑远征埃及的时候，随军带去了许多学者。这些生物学家、地理学家、考古学家、地质学家跟在战无不胜的大军后面，对所到之处进行了大量的科学考察。在这里，拿破仑留下了他一生许多名言里的一句。当他在金字塔旁对士兵作完战斗动员之后，下令说：“全军出发，驴和学者在中间。”后人在评论这句名言的时候，有两种看法。一种认为：当时驴是驮运武器、粮食的主要工具，至关重要。拿破仑非常珍视学