



修订版

基础科学与高新技术科普丛书

蔚蓝色 的行星

——地学与高新技术

湖北省科普作家协会组编

景才瑞 编著

湖北科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

蔚蓝色的行星——地学与高新技术/景才瑞编著，
湖北省科普作家协会组编—武汉：湖北科学技术出版社
， 2012.3

【丛书名】基础科学与高新技术科普丛书（修订版）

ISBN 9787535221049

《基础科学与高新技术科普丛书》(修订版)

编辑委员会

顾 问 曲 颖

主 任 夏 航

副 主 任 栗陶生 邓宗琦 蔡华东 刘洪峰
刘健飞

编 委 (按姓氏笔画排列)

龙 敏 刘 虹 刘声远 李小虎

李合生 李慎谦 余永东 陈 炜

张端明 周有恒 高布锡 景才瑞

执行主编 李小虎 李慎谦

出版说明

当今世界，社会高速发展，生活瞬息万变。人们正在从各种途径汲取营养，丰富自己，以求得多元的知识结构。世界科学技术突飞猛进，一个国家、一个民族在科学技术上不断进取，就可能实现社会经济跨越式发展。国人，尤其是背负着时代赋予重大责任的青年人，已清醒地意识到，科学技术知识蕴含着恰能开发他们担负起这种责任的巨大潜能，基础科学和高新技术知识便成为他们涉猎的热点。

正是为了满足人们对基础科学和高新技术的这种迫切需要，十多年前湖北省科普作家协会即组织数十位专家、教授，撰写了一套《基础科学与高新技术科普丛书》，并获得了湖北省科普创作一等奖；在其影响下，有的在管理岗位上健康发展，有的则成为科研之栋梁。随着时间的推移和科学技术的高速发展，广大读者迫切期望看到一套更及时更全面介绍新科学、新技术、新知识的丛书。深入实施《全民科学素质行动计划纲要》的需要及使命感，特别是在读者的感召下，我们重新修订、出版了这套《基础科学与高新技术科普丛书》（修订版）。

《丛书》（修订版）力图从科学发展观的高度把握当代科学的

最新成就和特点,通过精选、咀嚼、消化了的高新科技知识,使读者在了解新知识的同时,认识世界科技发展的趋势,激发全民的科技热情,以及对祖国、对民族的热爱和使命感。还特别注重于科学精神、科学思想和科学方法的介绍,企望以此引导人们改变传统的、陈旧的思想观念,确立新的科学理念,运用科学方法,启迪科学思维,激发创新活力。

全书文字表述力求通俗易懂、生动活泼,插图力求准确逼真,这一切都基本保持来了原书科学性、通俗性、趣味性的传统风格。

《丛书》(修订版)即将付梓印刷,我们倍感欣慰。与此同时,我们对在《丛书》策划、编写、修订、出版过程中,给予关心和支持的湖北省科学技术协会、湖北省财政厅和湖北省科普作家协会的领导和领导深表敬意;对应邀担任《丛书》(修订版)编辑委员会顾问和委员的各位领导、专家表示深深的谢意;对付出辛勤劳动和智慧的各位作者表示衷心的感谢;对承担该书编辑、出版工作的出版社领导和编、印、发人员致以真切的慰问。

《基础科学与高新技术科普丛书》(修订版)编辑委员会

2011年12月18日

目 录

一、数千年的遐想和探索	
——地学史话.....	1
1. 人类对地球形状的认识过程	2
2. 众说纷纭的起源之谜	4
3. 地学史上三次大论战	6
4. 中外知名的地学家及成就	18
二、新技术革命浪潮的冲击	
——地学新的兴起和遇到的新挑战.....	36
1. 新的兴起时代	36
2. 地球板块学说遇到新挑战	40
3. 环境地学的困惑	42
4. 人类生存面临环境问题的严峻挑战	46
5. 地学的新起点：协调人	50
三、神奇、美好、和谐的地球.....	53
1. 从太阳系结构图上看地球	53
2. 地球的构造——圈层性	56

3. 地球的运动	60
4. 一座高大而独特的“楼房”——大气层	70
5. 促进地球热量与水分平衡——大气环流	74
6. 四位一体的自然界	76
7. 地表自然界的能量与物质传输	79
8. 神奇的地壳运动与地质构造	84
9. 地壳的元素、矿物和岩石	87
10. 生命的源泉——河流	99
11. 生命活动的领地——生物圈	111
12. 蓝色的宝库——海洋	112
 四、是天灾，还是人祸	
——地球上正在发生着的危机	139
1. 不堪负重的地球：人口扮演的角色	139
2. 全球环境问题的困扰	144
3. 资源的短缺	147
4. 世纪性的难题和重负——粮食	152
5. 生物灭绝的极限是什么？人类灭绝！	156
6. 今天世界上已无任何一块“净土”	156
 五、面对未来的举措	
——留给子孙后代一个美好的地球	158
1. 人类的共识：可持续发展	158
2. 取之有度，留有余地——面对世界范围的水资源短缺	163
3. 叱咤风云，谁领风骚	166
4. “净土”揽胜：留一片绿洲给未来	169

一、数千年的遐想和探索 ——地学史话

地球是迄今为止人们所知宇宙中唯一有生命存在的行星，是人类共同的家园。地学的根本任务就在于认识地球，并利用这种认识去求生存谋发展，不断地推动人类社会的繁荣。

从地学的发展来看，它既有古老的历史，又有年轻的活力。说它古老，是因为在中国和世界，地学的思想源远流长。说它年轻，有无限生命力，那是因为许多相邻学科先后渗入近代地学，促使这门古老的学科发生了很大的变化，产生了许多新的分支学科；由于遥感、遥测、同位素、计算机等现代科学技术的发展，地学测试、计算等工具和手段的不断更新，使地学焕发了青春。

今日和未来的地学不仅要研究地球的自然演化过程，而且还应从协调人与自然关系的角度，研究人类社会进步和经济可持续发展，这正是地学发展的新起点。

1 人类对地球形状的认识过程

我们脚下的大地是个巨大的球体，大家都习惯上叫它“地球”。

可是，地球这个概念来之不易。从“大地”到“地球”，这在人类认识史上曾经历了漫长而曲折的历程。

天圆地方的“盖天说”

“盖天说”是我国古代最早的宇宙结构学说。其认为，天是圆形的，像一把张开的大伞覆盖在地上；地是方形的，像一个棋盘，日月星辰则像爬虫一样过往天空。

“盖天说”虽然符合人们当时粗浅的观察常识，但实际上却很难自圆其说。

回旋漂荡的“浑天说”

“浑天说”是我国东汉时著名的天文学家张衡(78—139年)提出的。他认为，天和地的关系就像鸡蛋中蛋白和蛋黄的关系一样。地被天包在当中。“浑天说”中天形状，不像“盖天说”所说的那样是半球形的，而是一个南北短、东西长的椭圆形的球体。大地也是一个球，这个球浮在水上，回旋漂荡。用“浑天说”来说明日月星辰的运行出没是相当简洁而自然的，即日月星辰都附着在地球上，白天，太阳升到我们面对的这边，星星落到地球的背面；到了夜晚，太阳落到地球的背面，星星升上来，如此周而复始，地球是宇宙的中心。

统治千年的“地心说”

地心说是长期盛行于古代欧洲的宇宙学说。早在公元前340年，古希腊哲学家亚里士多德(前384—前322年)在他的《论天》一书中，就已经能够对于地球是个圆球提出论据。并认为地球是不动的，太阳、月亮、行星和恒星都以圆周为轨道围绕着它转动，他认为地球是宇宙的中心，而且圆周运动最为完美。在公元2世纪，这个思想被托勒密(约90—168年)精制成一个完整的宇宙学

模型。地球处于正中心，包围着它的是8个天球，这8个天球分别负载着月亮、太阳、恒星和5个当时已知的行星（水星、金星、火星、木星和土星）。这些行星被认为是沿着附在相应天球上的更小的圆周运动，以说明它们在天空中被观察到的相当复杂的轨迹。如行星在本轮上运动，而本轮又沿均轮绕地运行。

地心说承认地球是“球形”的，并把行星从恒星中区别出来，着眼于探索和揭示行星的运动规律，这标志着人类对于宇宙认识的进步。他的宇宙模型虽然不是普遍地，却是广泛地被接受。它被基督教接纳为与《圣经》相一致宇宙图像。这是因为它具有一个很大的优点，即在固定恒星天球之外为天堂和地狱留下了很多地方。

冲破枷锁的“日心说”

波兰的尼古拉·哥白尼（1473—1543年）是最先提出日心说的科学家。

1543年，哥白尼在临终时发表了一部具有历史意义的著作——《天体运行论》，完整地提出了“日心说”理论。

哥白尼认为，太阳好像是坐在王位上，统率着围绕它转动的行星家族，地球不但每年绕太阳公转一周，使之产生季节变化，而且本身还自转，由此产生昼夜变化。总而言之，他认为宇宙的中心是太阳，而一切行星包括地球在内都是围绕太阳旋转的，从而否定了古代学者托勒密认为地球位置不动的，地球是宇宙的中心，整个宇宙都围绕着地球旋转的观点。

哥白尼的“日心说”，按太阳系结构的本来面目描述了太阳系，即把太阳系运动由以地球为中心转到以太阳为中心。推翻了在西方统治达1000多年的地心说，这是天文学上一次伟大的革命。

日心说把宇宙的中心从地球挪向太阳，这看上去似乎很简单，实际上却是一项非凡的创举。哥白尼依据大量精确的观测材料，运用当时正在发展中的三角学的成就，分析了行星、太阳、地球之间的关系，计算了行星轨道的相对大小和倾角等，“安排”出一个

比较和谐而有秩序的太阳系。因此，日心说被大家普遍所接受。

在中世纪的欧洲，托勒密的地心说一直占统治地位。因为地心说符合神权统治理论的需要，它与基督教所渲染的上帝创造了人，并把人置于宇宙中心的说法不谋而合。日心说把地球从宇宙中心驱逐出去，显然违背了基督教义，为教会势力所不容。

人类文明每一份进步都是以人类自身的牺牲为代价。捍卫日心说，不少志士与黑暗的神权统治进行了前仆后继的斗争，付出了鲜血。意大利的布鲁诺（1548—1600年），为了维护日心说，最终被教会用火活活烧死；意大利的伽利略（1564—1642年）因支持日心说而被宗教法庭判处终身监禁；开普勒（1571—1630年）、牛顿（1642—1727年）都为这场斗争作出过贡献。

2 众说纷纭的起源之谜

在地球和地球以外的天体起源问题的探讨中，最享有盛名的是“星云说”和“大爆炸说”。

重放异彩的“星云说”

整个宇宙是由不断运动着的物质组成的，太阳系也不能例外。关于太阳系的起源，从古代到当代曾提出过多种学说，其中“星云说”是提出最早，也是当代天文学最受重视的学说。

德国的康德（1724—1804年）是世界上最先提出天体起源的“星云说”的人。后来法国的拉普拉斯（1749—1827年）在1796年出版的《宇宙体系论》中具体地提出了太阳系起源的星云说。由于他们的学说在内容上大同小异，因而人们一般称之为康德-拉普拉斯星云说。他们认为：太阳系是由一块星云收缩形成的，先形成的是太阳，然后剩余的星云物质进一步收缩演化形成行星。

星云说比较圆满地解释了太阳系的一些特点，如所有行星都沿着近于圆形的轨道，朝着与太阳自转方向相同的方向环绕太阳运动；所有行星的轨道差不多在同一平面内；太阳和地球等行星

的元素成分基本一致等。

不过，康德-拉普拉斯星云说又是初步地说明了太阳系的起源问题，还有许多观测事实却难以用它来解释。所以，星云说在很长时间内陷入了窘境。直到 20 世纪，随着现代天文学的进展，特别是近几十年里恒星演化理论的日趋成熟，星云说又焕发了新的活力。

现代观测事实证明，恒星是由星云形成的。太阳系的形成在宇宙中并不是一个独特的偶然的現象，而是普遍的必然的结果。另外，关于太阳系的许多新发现也有力地支持了星云说。

最有影响的“大爆炸说”

越来越多的科学家认为，我们现在所看到的宇宙，是由 100 ~ 200 亿年之前的一次“宇宙大爆炸”而逐渐演化来的。

早在 1929 年，美国天文学家哈勃公布了震惊科学界的发现。即河外星系退行速度与距离成正比的哈勃定律。认为所有的河外星系都在离我们远去。即宇宙在高速地膨胀着。接着，爱丁顿随即提出了膨胀宇宙的假说。1948 年美国天文学家伽莫夫发展了以上天文学家的思想，正式提出了宇宙起源的大爆炸学说。

伽莫夫认为，宇宙最初是一个温度极高、密度极大的由最基本粒子组成的“原始火球”。根据现代物理学，这个火球必定迅速膨胀，它的演化过程好像一次巨大的爆发。由于迅速膨胀，宇宙密度和温度不断降低，然后形成由原子、分子构成的气体物质。气体物质又逐渐凝聚成星云，最后从星云中逐渐产生各种天体，成为现在的宇宙。

“大爆炸说”由于缺乏有力的观测证据，因而在它刚刚问世之时，并未予以普遍的响应。

到了 1965 年，观测宇宙学已经发现，在观测所及的天区上，存在着一些大尺度的系统性特征，如河外天体谱线红移，微波背景辐射等，这些观测的新发现使“大爆炸说”重见天日。原来，大爆炸说曾预言宇宙中到处存在着“原始火球”的“余热”，这种余热

应表现为一种四面八方都有的背景辐射。特别令人惊奇的是，伽莫夫预言的“余热”温度竟恰好与微波背景辐射的温度相当。

另一方面，由于有关的天文学基本数据已被改进，因此根据这个数据推算出来的宇宙膨胀年龄，已从原来的 46 亿年增到 100 亿~200 亿年，这个年龄与天体演化中所发现的最老的天体年龄是吻合的。由于大爆炸说比其他宇宙学说能够更多、更好地解释宇宙观测事实，因此愈来愈显示出它的生命力。

3 地学史上三次大论战

我们居住的地球，在它漫长的发展历程中究竟是怎样活动和演变的呢？这是地球科学史争论颇多的一个问题。

人类能够直接观察到的火成岩是经过火山喷发，岩浆沿着通道上升到地表的喷出岩，这种岩石是局部的，在海洋的断裂带上喷出的玄武岩则构成所有大洋盆地的基岩。同时，从各种金属矿的形成考察中认识到火成作用在地球活动和演变的许多例证。另一方面，水的运动是一个完整循环，水是地球表面起作用的最基本，最重要的地质作用系统。由于水的沉积作用形成的沉积岩大约覆盖了大陆 3/4 的面积，成为在地表所能看到的最主要岩石。

那么，地球在活动和演变的过程中，究竟是以水成作用为主？还是火成作用为主？18 世纪时，地质学才作为一门独立的学科首先出现在欧洲。第一次大论战，就是水成论与火成论之争。

第二次论战是在 19 世纪，即灾变论与均变论之争。

在近代地质学发展过程中，曾经产生出不少出类拔萃的人物。他们大多具有渊博的学识，过人的精力，勇于探索的大无畏精神，为近代地质学产生建立了不朽的功勋。这里，我们要讨论的法国古生物学家居维叶与英国地质学家赖尔就是这样的人物。

法国古生物学家居维叶（1769—1832 年）早年毕业于法国斯图嘉德的加罗林学院。从 1795 年起，当他雄姿英发，尚只 26 岁

的时候，便成为法国巴黎科学院院士。他既是古生物学家，又是动物分类学家，还是比较解剖学的创立者，是一位知识渊博的自然科学家。

青年时代的居维叶，对软体动物和鱼类进行过系统的解剖学研究，他提出了器官相互关联和主次隶属的规律，并指出器官构造同生活条件的关系。为以后根据所发现的化石为依据，来恢复古生物的形态奠定了基础。他首先运用这些规律对巴黎盆地发现的哺乳类动物化石进行了鉴定和分类，为古生物学的建立和发展作出了重要贡献。他当时发现，年代不同，甚至常常是相邻的岩层中的动植物群，其组成都有显著的差别；他还看到这样一些事实：老岩层常较为倾斜，且较年轻岩层常呈水平状态不整合于其上。这无疑是一种突变现象。于是，他由此得出了这样一个结论：堆积物的沉积曾为巨大的变革即世界规模的灾难（“革命”）所打断，这些变革表现为某些陆地地区的上升和另一些陆地地区的下沉。这些灾难就是较老动植物群灭绝后代之出现较年轻但根本不同的动植物的原因。据他们估计，地球史上的这种灾难曾经发生过 27 次，甚至于达到了 32 次之多。他们说，灾变不仅发生在地层岩系之交，并且发生在分得较细的沉积岩层之交。所以，他们认为，岩层的中断和不整合表示着地球史上的灾难事件。这样，他们便以在不同地层中所首先发现的古生物界突变现象——不同类的化石——为依据，而逐步形成并奠定了以居维叶为代表的“灾变论”基础。其主要著作有《比较解剖学教程》与《地球表面的生物进化》等书。由于书中特别强调在地球历史上曾发生过多次巨大的、灾害性的变化，每经过一次灾变，旧的生物被毁灭，新的又被创造出来。因此便使这位突变现象的发现者，成为了“灾变论”的奠基者和反对生物学进化观念的代表人物。尽管在那时，居维叶尚不能够清楚地说明，在通常的灾变之后，新的动植物从何而来，并且它们为什么一定与其祖系有显著的差别，但他毕竟是地球发展过程中这种比较显著并比较易见的突变现象的发现

者。而且这种发现是根据相邻的岩层中的动植物群,其组成都是显著的差别的客观事实,而不完全是主观的想象与臆造。再退而言之,虽说他所发现的这种突变现象只是地球发展过程中的一种自然现象,另外还有一种渐变的自然现象未被重视,甚至于还曾被他所反对。但是,实事求是而论,他毕竟还是发现了突变自然现象。在当时来论,他确实是前进了一步。所以,他发现突变现象的功绩是不应该抹杀的,在地球科学的发展过程中他是作出了重大的贡献的。我们既不能够由于居维叶所奠基的“灾变论”是不全面,而否定他发现突变现象的客观事实;也不能够因为他当时尚不能够清楚地说明,在通常的灾变之后,新的动植物从何而来,和新的动植物为什么一定与其祖系有显著差别的原因,而否定他对突变现象的发现。从这种状况来说,居维叶确实不愧是突变现象的发现者,但也是一个含义不全面的“灾变论”的奠基者。

英国地质学家赖尔(1797—1875年)毕业于英国著名的学府牛津大学。受过律师的专业教育。当学生时代,就听过地质课程,并醉心于地质科学。他比居维叶小20岁又晚去世43年。随着时代的进步,科学的发展,他首先在地质科学中应用现实主义方法,“将今论古”,发现促使地表发生改变的作用,就是那些永远不停进行着的地质作用,历史十分漫长,这可以从所发现的古生物化石由简单到复杂,由低级到高级得到证明,这无疑是一种渐变现象。由此,他提出了地球表面是在继续不断地发生缓慢改变的“均变论”,而反对由居维叶奠基的“灾变论”。他还制定了第三纪沉积物的地层表和岩石分类,又在第四纪中分出了更新世阶段。于1830—1833年间写作出版了后来被列为世界名著的他的代表著作——《地质学原理》一书,推动了地质科学中进化论学派进一步的发展。由此,他曾两度当选为英国伦敦地质学会会长。并于他的晚年65岁时,从1862年起成为法国巴黎科学院的通讯院士,他也是一位知识渊博的自然科学家。人们一方面赞扬他说:只是赖尔破天荒第一次把理性带进地质学中;赞扬他以地球缓慢的变

化这样一种渐进作用，代替了由于造物主的一时兴发所引起的突然革命；赞扬他当时在与“灾变论”所作的斗争中起过进步的作用。而另一方面也批评他的观点的缺陷在于他认为，任何地质时期的地质作用总是相同的、重复的。尽管如此，但过去赖尔所受到的赞扬远比居维叶为多。其实，实事求是而论，赖尔与居维叶一样，他也是只见其一，即强调了地球发展历史中的渐变现象，而忽视了地球发展历史中的突变现象。按理来说，突变现象比较显著，较易看见，已被他较前的居维叶所发现；渐变现象不甚明显，较难看见，接着被赖尔所发现。正可由此两全其美，全面认识地球发展的历史。但赖尔并未能如此，反而由此提出并发展了与“灾变论”相对立的“均变论”学说。他的《地质学原理》一书最后出齐，已是居维叶去世后一年的事了。他成为法国巴黎科学院通讯院士。已是居维叶去世后 30 年的事了。按理来说，后来者居上，后人超过前人是理所当然的。赖尔继居维叶之后，发现了不甚显著的渐变现象，并由此而提出了“均变论”的基础，这无疑是有有所发现有所前进的，也是有古生物化石根据的，不完全是主观想象与臆造的。但是他强调这一方面——渐变现象，而又反对那一方面——突变现象，认为任何地质时期的地质作用总是相同的，重复的，这无疑又是不符合事实的。赖尔企图证明：为要解释地质史上发生过的地表变化，没有必要去求助于任何特殊的力量，求助于任何特殊规律的现象，求助于灾变。为此，他就特别注意到人们目睹的天天起作用的那些最一般的地质因素——风、雨、河流、击岸海浪、冰川、火山以及地震的作用，并且估计到在许多亿年的地质史中，这些缓慢地起作用的因素会大大地改变地表结构和地壳构造。说明地球的存在已是非常悠久的了。与“灾变论”者针锋相对，赖尔认为，地质作用在现代跟在过去的地质时代进行得同样强烈，并引起相当显著的地表变化。赖尔比他的任何一位先驱者更广泛地利用了现实主义的方法，在他看来，现在是了解过去的一把钥匙。尽管赖尔的著作对地质学的进一步顺利的

发展起了杰出的作用，可以说，它在这门科学的历史上开辟了一个新时代，但是，他的著作也并没有摆脱方法论上的严重缺点。赖尔关于地壳和生物界是逐渐地和非常缓慢地进行的观念，正同“灾变论”者关于地壳和生物界只由在普遍灾难时期的飞跃而起变化的观念一样，都是与辩证的发展观相矛盾的。另外，赖尔关于整个地球史中地质作用的性质始终不变的原理，也是不符合客观事实的。

总之，因为地球发展史既是极其复杂，又是极其漫长，加上研究它的人们的学历、经历与科学水平所限，往往所看事物的角度不同，或所看事物发展的阶段不同，就不免发生这样或那样的分歧，需要人们不断地进行探索，以求准确地、完整地理解地球发展历史。但从18世纪中叶到19世纪中叶这100年，毕竟是地质学史上的英雄时代，出现过像居维叶与赖尔这样一些有名的地质学家，促进了地质学的发展。按现在所知，恩格斯在《自然辩证法》一书中所提出的渐变与突变，即量变与质变的相互交替规律，便是恩格斯从他研究自然事物发展变化的过程中，首先发现的这种现象中概括出来的。如地表的生物从无到有，从低级到高级，其本身结构从简单到复杂，就是经过一系列渐变与突变，即量变与质变的相互交替发展的过程。居维叶首先发现突变现象，而忽视渐变现象，甚至反对渐变作用，因而主张“灾变论”，赖尔首先发现渐变现象，而忽视突变现象，甚至反对突变作用，因而主张“均变论”。他们两人都是各执一词。其实，实事求是而论，他们都在探索自然奥秘中有所发现，有所前进，对地质学的发展都有所贡献，只是均不够全面，均未能达到准确地、完整地理解地球发展的历史。这个任务是后来由恩格斯所完成的，他在《自然辩证法》一书中，揭示出了渐变与突变，即量变与质变相互交替的规律。

第三次论战是20世纪60年代以来，引发了一场以“板块构造理论”为核心的地学大论战。

20世纪初以大陆漂移学说等为代表的活动论初露头角。地