

全国高等院校21世纪教学用书

科学技术 素质教育读本

姚建明 夏雪琴◎编著

KEXUE JISHU
SUZHI JIAOYU DUBEN



科学普及出版社
POPULAR SCIENCE PRESS

科学技术

发展教育读本

作者：[美] 詹姆斯·C. 史密斯
译者：[中] 王 明

上海人民出版社

（上海福州路491号）

1980年



上海人民出版社
SHANGHAI PEOPLE'S PRESS

全国高等院校 21 世纪教学用书

科学技术素质教育读本

姚建明 夏雪琴 编著

科学普及出版社
POPULAR SCIENCE PRESS
· 北 京 ·
BEIJING

图书在版编目(CIP)数据

科学技术素质教育读本/姚建明,夏雪琴编著. —北京:科学普及出版社,2007.5

全国高等院校 21 世纪教学用书

ISBN 978 - 7 - 110 - 06593 - 8

I. 科… II. ①姚…②夏… III. 科学技术 - 高等学校 - 教材 IV. N43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 058590 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

内 容 提 要

本书对科学技术的历史和发展作了简单的描述,重点介绍了当代科学技术的各个领域和相关成果,同时还阐述了自然科学与社会科学、人文科学、青少年素质教育的重要关系,书中穿插介绍了科学家的人生经历、学科的发展历程等知识。本书注重知识的系统性、连贯性和可读性,可作为高等院校文科和管理各专业有关科学素质教育的教材,也可作为科学技术知识的普及读本。

科学普及出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

策划编辑 林 培 孙卫华 责任校对 林 华

责任编辑 孙卫华 程安琦 责任印制 安利平

电话:010 - 62103210 传真:010 - 62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京蓝空印刷厂印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:14.125 字数:360 千字

2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷 定价:22.00 元

书号 ISBN 978 - 7 - 110 - 06593 - 8/N · 84

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

序

科学技术是人类的财富，科学素质教育一直是青少年教育中的重中之重。

科学精神和科学价值的教育有助于培养学生的独立精神、求实精神、克服困难的勇气，有利于培养学生正确的世界观和价值观。我国现代化建设的进程，在很大程度上取决于我国国民素质的提高和人才资源的开发。国民素质的提高必须依靠教育，人力资源的开发离不开教育。这就要求我们必须优先发展教育，而且必须实施素质教育，惟其如此，才能实现发展教育的根本任务，提高民族素质。正如《中国教育改革和发展纲要》所指出的：“发展教育事业，提高全民族的素质，把沉重的人口负担转化为人力资源优势，这是我国实现社会主义现代化的一条必由之路。”

20 世纪以来，人类的教育观念已发生了大的转变，新老教育观念正在更替中。三百多年前现代实验科学始祖英国人弗兰西斯·培根提出“知识就是力量”，强调学校应传授百科全书式的知识，强调“知识教育”。这种教育思想风行了二三百年来，时至今日还有许多人的教育观念仍然停留在单纯强调知识的固有模式中。20 世纪初，一些著名的科学家就已经提出“重要的不是获得知识，而是发展思维能力”（劳厄），“想象比知识更重要”（爱因斯坦），强调“能力教育”。这种思潮到 20 世纪中叶成为教育思想的主流，尽管有的人还停留在知识教育上，而大多数人则已经转向探索新思想——素质教育了。进入 20 世纪 80 年代，世界各国的教育都面临着新技术革命的挑战，迎来了改革的机遇。1985 年美国提出“2061 计划”，超前规划美国公民需要进行科学扫盲，出现了 STS（科学、技术、社会）式的教科书。英国学校课程也出现了与过去的学科式大纲完全不同的，以社会热点为中心的大纲。从世界教育思潮的发展看，我们有理由相信，素质教育是一种新的教育观念，是人类对知识的认识发生根本性的转变引发的变革，是科技发展提出的新人才观的折射。

科学是人类文明进步的阶梯，是社会经济发展的决定性力量。科学对人类的作用，不仅体现在发展社会生产力上，而且体现在陶冶和升华人类的理性精神，提高人类的认识能力和认识水平上，科学素质的高低，直接决定民族素质的高低。

科学素质是思想品德、文化科学、劳动技能、身体心理等素质中的一部分，是指人们在获得和应用科学知识的过程中表现出来的内在品质。我认为科学素质的核心应当是科学方法与科学思想，因为科学就是以其独特的方法和思想为特征的。所谓科学思想就是要树立辩证唯物主义的世界观和严谨、求实的科学进取精神，认识事物发展的客观规律，并利用这些规律为人类造福。良好的科学素质要有对人类和社会的爱心和使命感，必须能够接受实践的检验，因而经验和实证是其不可缺少的支柱。

如何培养学生的科学素质，作为教师应转变教育观念，不能把教学仅仅看成是传授知识，应注重知识点与科学技术、社会生活的联系，使学生从科学、技术和社会的相互联系与作用中建立良好的思维结构。作为学生应注意掌握知识的全面性、实用性和拓展性，要注意把学到的知识运用到社会实践、运用到提高自己的思想修养上，要用学到的知识把自己武装成一个对社会有益的人。

浙江海洋学院开设《科学技术概论》课程已经有很长时间了，一直被列为学生素质教育的必修课。从学校领导到教师，一直到受教育的学生都强调把素质教育放在课程的第一位。课程的组织也在不断地改善和调整，教学形式也从开始时的课堂教学占主导，发展为集视频教学、实验室教学、课堂讨论教学和出外参观学习为一体的全方位教学。教材建设也在不断改进，在内容和形式上强调交流、强调思维训练、强调知识的扩展和延伸。《科学技术素质教育读本》一书就是在多年教学经验的基础上，发挥集体的智慧，充分考虑学生的需求之后编写的。希望能在教学中起到应有的作用。我们也会在今后的教学实践中，注意倾听社会的需要、学生的要求，不断地提高和改善自己，争取在提高全民科学素质的过程中作出应有的贡献。

浙江海洋学院副院长 韩平

2007年1月9日 浙江舟山

前 言

教授文科生《科学技术概论》课程已经有几年的历史了！我实实在在是经历了一个从“应付”到吃惊、从一开始艰苦的备课到目前课堂“享受”的过程。“应付”是认为文科生学习自然科学对学生是“听天书”，对教师是打发课时；吃惊是文科生真的是“科学盲”，更吃惊的是他们虽然对自然科学知之甚少，但有着强烈的学习兴趣，有着比理科生更强烈的获取科学知识的渴望。让当老师的倍感“自豪”、“受重视”，也倍感责任重大！所以，每次系里安排新学期的教学任务时，对《科学技术概论》课程老师们都会很慎重的考虑。因为，讲台下有上百双渴望知识的眼睛、上百个“空白的”脑袋需要我们去“填”；讲台上的你需要博大精深的知识储备、海阔天空的口才和课堂的超强控制力。假期里辛苦的备课、做课件就是期待着讲台上能得到学生认可的精彩表演。

我很喜欢上文科生的课，喜欢看文科生写的文章。但文科生的科学知识实在是少得可怜！他们自认为是“感性”的人，自认为是中国“悟性”文化的继承者，不需要“缜密”的理性思维训练。所以，对他们的“教育”是一种从书本到人、从课堂到社会、从感性到理性、从教育到交流的全方位的过程。作为教师也深深地感受到交流的痛苦、交流的幸福、交流的收获。我们《科学技术概论》课程的结课论文的题目就是《收获》。当然，收获不仅仅是学生所独有的！

谈到这本书，这方面的书籍实在是很多。但感觉很难得到学生和教师的认可。我们是经历了几年的授课过程才有了写这本书的框架和思路。大家先从做课件入手，上课时注意看学生的反映。每届学生我们都针对课程的内容、教学方式、学生知识的需要等做问卷调查，对我们深有启发。本书的宗旨就是写出特色，最主要的是要有可读性。通过大家的努力，终于成稿，接受大家的审读吧。

本书内容共分九章，由于同学们对自然科学的产生和早期发展的知识了解的较多，所以这方面的知识集中在第一、二章做了简要、系统的介绍，重点突出发展的脉落，强调可读性。第三章主要阐述了自然科学、人文科学、社会科学三者之间的联系和区别，强调他们不是独立的，是人类认识大自然，认识社会和自我的重要方法、手段和过程，他们是密切相关的，连带发展的。从第四章到第七章我们从几个方面介绍了自然科学的基本知识，主要突出系统性和概括性，我们从宇宙世界开始，给大家介绍宇宙、河外星系、银河系、太阳系、地球系等；从基本粒子开始，介绍人类认识了微观粒子的进程。研究微观世界的基本方法，让大家去体验微观世界的和谐；生命科学一直是人类关注的焦点，针对生命进程和有关的领域我们恐怕能问出十万万个为什么？本书以人类起源为起点，以生物科学的发展为研究脉落，向大家介绍生命科学、生物学及相关学科的发展变化。第七章主要研探了人类的生存环境，这也是越来越受关注的世界性问题。我们以地球系统科学、环境科学和生态学研究人类生存环

境为切入点的，通过这些方面问题的讨论，让人们从实质上认识到人类生存的环境危机、保护大自然、保护我们自己、保护人类延续的迫切性和重要性，让大家认识到环境保护就在我们身边。第八章主要介绍了现代高新技术，由于科学技术的飞速发展，这方面的介绍一直是比较难于处理的。我们通过介绍让读者认识到信息技术是人类社会发展的大脑；能源技术是人类社会的血液；生物技术是人类社会的基础；海洋蕴涵了人类的未来；太空寄托着人类的向往！本书的第九章向大家描述了未来世界和世界未解之谜。希望大家能同我们一起去破译。本书的第一、第二、第三、第九章主要由夏雪琴编写，第四、第五、第六、第七、第八章由姚建明编写，孔令民、薛江蓉、宿刚、郑敏章、丛令梅、胡丽等参加了资料的收集和部分章节初稿的撰写工作，全书由姚建明老师最后统稿、定稿，陈炜先生审定。

实际上我们都明白无论写多少都不可能满足大家的要求，但我们都有一个共同的愿望——我们只是“引路人”，是引进门的“师傅”，自然科学浩大博深，对于同学们自己感兴趣的话题的发掘的乐趣，我们还是留给同学们吧！

编 者

2007年1月8日 浙江舟山

目 录

第一章 科学技术的奠基	1
第一节 科学思想萌芽	1
第二节 大宇宙与小宇宙	3
第三节 科学技术革命	9
第四节 自然科学各学科的萌芽	12
复习思考题	19
第二章 近代科学技术体系的建立	20
第一节 物理学	20
第二节 化学中原子论的兴起	23
第三节 生物学和医学	27
第四节 科学技术与人类生活	31
第五节 世纪之交的科学革命	36
复习思考题	46
第三章 自然科学 人文科学 社会科学	47
第一节 自然科学 人文科学 社会科学	47
第二节 自然科学与人文科学	56
第三节 自然科学与社会科学	59
第四节 自然科学与青少年素质培养	64
复习思考题	67
第四章 深邃的宇观世界	68
第一节 人类宇宙观的演化	68
第二节 宇宙学模型与宇宙未来	71
第三节 大爆炸宇宙学	74
第四节 宇宙物质结构	78
第五节 组成宇宙的“原子”——星系	81
第六节 漫天恒星(星座)	87
第七节 太阳系	100
复习思考题	108
第五章 进入微观世界	109
第一节 微观与宏观——人类认识世界的两个方面	109
第二节 穷究物质结构之谜	110
第三节 物质的微观层次结构及其规律	114
第四节 奇妙的微观粒子——原子	118
复习思考题	120
第六章 生命探索	121
第一节 生命的起源	121

第二节 人类的起源及其智力的发展	125
第三节 自然科学中的医学科学	129
第四节 现代生命科学	131
第五节 人体趣谈 人工智能	137
复习思考题	150
第七章 人类生存环境	151
第一节 地球系统科学	151
第二节 生态学	152
第三节 环境科学	155
第四节 人类生存环境调查和科学发展	158
复习思考题	165
第八章 当代高科技与社会发展	166
第一节 当代科技快速进步的特点	166
第二节 信息技术	167
第三节 生物技术	171
第四节 新材料技术	174
第五节 能源技术	179
第六节 航天技术	182
第七节 海洋技术	185
复习思考题	187
第九章 未来世界	188
第一节 长生不老之谜	188
第二节 建设美丽家园	190
第三节 取之不尽 用之不竭	192
第四节 寻找我们的邻居	194
第五节 科学未解之谜	197
复习思考题	216
参考文献	217

第一章 科学技术的奠基

科学是人类文明的精华，技术是人类对话大自然的经验总结。

科学一词，英文为 science，源于拉丁文的 scio，后来又演变为 scientin，最后成了今天的写法，其本意是“知识”、“学问”。如果给科学下一个定义，大致应为：科学是一种最逼近真理的尽可能不包含自相矛盾的知识体系，且是一项社会事业。科学和社会、和社会发展密切相关。

欧洲从 13 世纪中叶开始，科学技术的社会应用促进了生产力的发展，导致资本主义生产方式的出现和发展。同时，资本主义生产方式的形成和发展，又促进了科学技术的社会应用。

随着资本主义生产方式的产生，在欧洲出现了文艺复兴运动、宗教改革运动和航海探险运动。这些由资产阶级发动的文化运动和经济活动，起到了解放思想、促进社会进步的作用，从而对近代科学技术的产生发挥了极为重要的影响。

第一节 科学思想萌芽

一、文艺复兴运动与科学解放

欧洲文艺复兴运动是近代史上一次著名的思想文化运动，它产生于 14~16 世纪，从意大利开始，逐渐向北传播，终于席卷全欧。在欧洲中世纪的漫漫长夜中，基督教神学一统天下，理性和科学则处于婢女的地位。而文艺复兴掀起的一场思想解放运动，却使人们的眼界洞开，目光所及由神转向人，从对上帝的盲目崇拜到对人和自然的理性思维，从对超验世界的建构到对现实世界的探索。文艺复兴运动促进了科学的解放，宗教的精神独裁既然被打破，自由探讨学术的空气自然就高涨起来。古典学术的复兴使那时的知识分子从中了解到希腊古代十分活跃的学术思想和对自然现象的丰富多彩的见解，放射出科学求实精神的灿烂光辉。正如恩格斯所指出的：“这是一次人类从来没有经历过的最伟大的、进步的变革，是一个需要巨人而且产生了巨人——在思维能力、热情和性格方面，在多才多艺和学识渊博方面的巨人的时代”。文艺复兴运动还使长期以来工匠与学者之间相互隔离的状况得以改变，实现了手工艺人和学者的早期结合，为资本主义生产方式的发展和近代科学技术的诞生开辟了道路。

二、宗教改革运动

资产阶级首先打起“文艺复兴”的旗帜，在思想文化领域里展开反封建的斗争，接着又以“宗教改革”的形式，掀起了反对教会特权的运动。运动的目的是改革教会，建立起符合资产阶级利益的教义，同时也反映了劳动人民对改革政治制度的要求。宗教改革运动首先在德国开始，这次运动的代表人物为马丁·路德（Martin Luther，1483~1546），他发表了《九十五条论纲》抨击罗马教皇公开出售赎罪卷，把宗教改革运动推向高潮，并很快席卷全欧洲。虽然宗教改革运动领袖们对科学的敌视与罗马教会相比有过之而无不及，但宗教改革运动，动摇了罗马教会至高无上的权力，打破了教会的精神独裁，这在客观上为自然科学从神学中解放出来创造了必要的社会前提，同时也推动了近代科学技术的兴起。

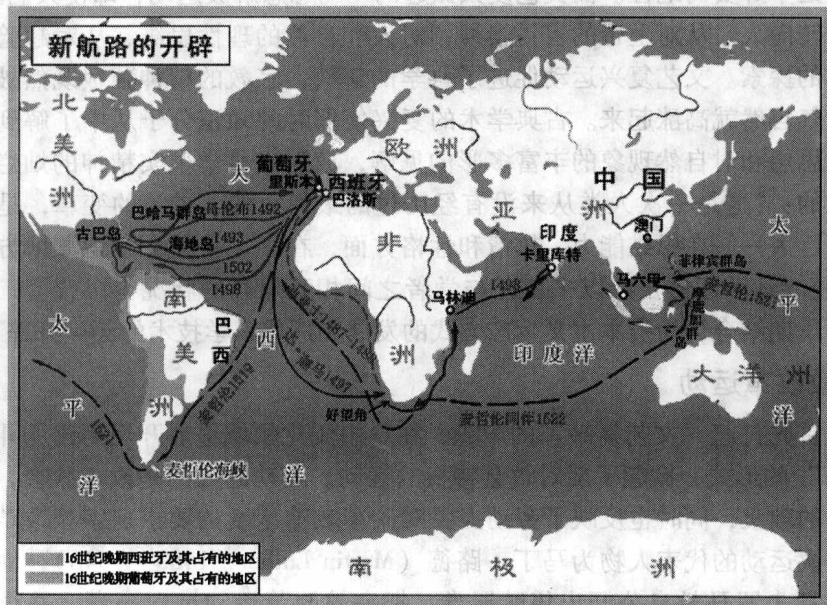
三、手工工场与技术进步

14、15 世纪,在地中海沿岸城市地区出现了手工工场。集中的手工工场的工人之间实行分工和协作,从事专业化的操作,提高了生产效率,这为改进技术、使用机器开辟了道路。从 15 世纪开始,在欧洲的纺织业、冶金业、采矿业中先后采用了机器,出现了脚踏纺车、脚踏织布机、水力鼓风机、矿石提升机及粉碎机等。这些机器的推广使用,促进了金属冶炼和机械加工等行业的进步,为近代科学技术的发展开辟了广阔的前途。

四、远航探险和地理大发现

14~15 世纪,资本主义已经在西欧一些国家萌芽,东西方的联系也大为加强。15 世纪末,西欧各国开始了资本原始积累的过程,日益强大的葡萄牙、西班牙、法国、英国等国的中央王权和大小贵族,迫切要求向海外寻找土地和黄金,寻求财富。黄金梦成为驱使那些商人、航海家和探险家远航东方的根本动力。在此欲望的驱使下,开始了大规模的航海探险活动。这种航海探险活动首先在葡萄牙和西班牙兴起。意大利航海家哥伦布(C. Columbus, 1451~1506) 1492 年发现了今天称为美洲的新大陆,葡萄牙海员麦哲伦(F. Magellan, 1480~1521) 率领他的船队从 1519 年 8 月 10 日到 1522 年 9 月 8 日实现了人类历史上第一次的环球航行。远航探险和地理大发现,为欧洲资本主义生产方式的发展开辟了道路,从而也大大加速了资本主义生产关系的形成和发展。

航海活动首先需要科学技术的支持,同时又对科学技术的发展具有决定性的影响。航海活动和地理大发现,让许多珍奇的自然现象涌入人们的眼界,扩大了人们的视野,启发了人们的思想,扩展了人们的活动范围和知识领域。这样不仅使科学特别是天文学、地理学有了现实的经济价值,而且使科学变成了大众的科学。航海活动直接推动了近代地质学、气象学、地理学和生物学的发展,对欧洲的社会进步和科学技术的发展产生了深远的影响。



航海路线

五、东方的文明

中国和阿拉伯等东方国家的科技在中世纪陆续传入了欧洲,欧洲人从阿拉伯人那里学到了东方先进的科学技术,发现了由阿拉伯人保留下来的古希腊人的自然哲学文献。其结果是一方面促进了整个欧洲农业、手工业的发展,商业的恢复和城市的复苏;另一方面,在东方文明、古希腊文明和他们所继承的罗马文明的融合中,推动了新文明的诞生。这些文明对西方工业化有直接和决定性的影响,对欧洲的社会发展和科学技术的进步产生了巨大的推动作用。

第二节 大宇宙与小宇宙

《天体运动论》和《人体的结构》两部伟大科学著作的同时出版,使1543年成为中世纪科学与近代科学的分界线,它标志着科学的发展进入了一个新的历史阶段。

一、天文学革命

1. 最早的宇宙结构

天文学是最古老的自然科学之一,宇宙学是天文学中的一个分支学科,其研究内容是从整体角度探讨宇宙的结构及其演化规律。人类对宇宙的认识有着悠久的历史。古希腊人认为:地的最上方有一“天球”,天上每天由东向西绕地球转动一周,众多的星体镶嵌在天球上。唯有5颗例外的星体游荡在天球与地之间,它们均以地为中心转动。亚里士多德(Aristotle,公元前384~322),认为地球位于宇宙的中心,包括太阳在内的所有天体都在各自的圆形轨道上围绕地球运转。天文学家托勒密(C. Ptolemy,约85~168)借助几何学精确地描述了这个宇宙模型,使之能预测天体位置,并将其理论系统化,形成了科学史上的“地心说”。

托勒密认为,地球处于宇宙中心静止不动。从地球向外,依次有月球天、水星天、金星天、太阳天、火星天、木星天和土星天,在各自的圆轨道上绕地球运转。其中,行星的运动要比太阳、月球复杂些:行星在本轮上运动,而本轮又沿均轮绕地运行。在太阳、月球行星之外,是镶嵌着所有恒星的“天球”——恒星天。再外面,是推动天体运动的原动天。地心说最重要的成就是运用数学计算行星的运行,托勒密还第一次提出“运行轨道”的概念,设计出了一个本轮均轮模型。按照这个模型,人们能够对行星的运动进行定量计算,推测行星所在的位置,这是一个了不起的创造。在一定时期里,依据这个模型可以在一定程度上正确地预测天象,因而在生产实践中也起过一定的作用。

基督教将“地心说”的理论完全接纳,认为与《圣经》的宇宙观一致,符合上帝创世的理论。这个宇宙模型的最大“优点”,就是在最外层的恒星天球之外,为天堂和地狱留出了空间。

但是,信奉地心说的人们并没有认识到这是由于地心说本身的错误造成的,却用增加本轮的办法来补救地心说。当初这种办法还能勉强应付,后来小本轮增加到80多个仍不能满意地计算出行星的准确位置,这不能不使人怀疑地心说的正确性了。

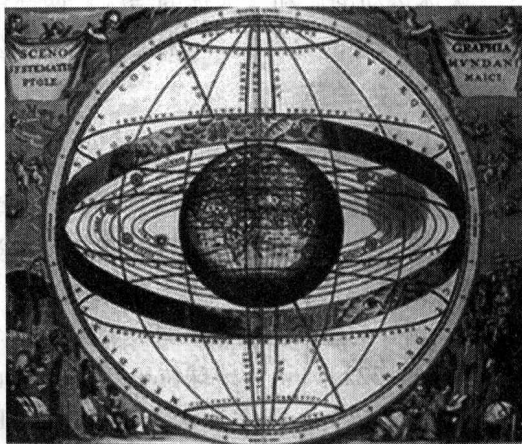
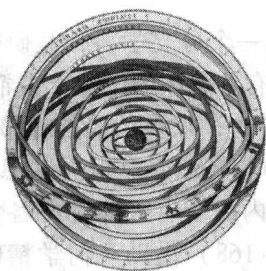
2. 哥白尼的日心说

直至欧洲文艺复兴时期,波兰天文学家哥白尼(N. Copernicus, 1473~1543)经过近40年的辛苦研究,在分析了过去大量资料和自己长期观测的基础上,率先向地心说挑战,系统

地提出了日心说，于1543年出版了《天体运行论》。在书中他描述的宇宙结构为：太阳居于宇宙的中心静止不动，而包括地球在内的行星都绕太阳转动。离太阳最近的是水星，其次是金星、地球、火星、木星和土星。月球绕地球转动，恒星则在离太阳很远的一个天球上静止不动。哥白尼把统率整个宇宙的支配力量赋予太阳，而各个天体则都有其自然的运动。哥白尼科学地阐明了天体运行的观象，推翻了统治宇宙长达一千多年的托勒密体系——地心学说，并从根本上否定了基督教关于上帝创造一切、地是静止不动的谬误。

哥白尼对天文学作出了不可磨灭的伟大贡献。他通过精确的数学方法，为人们提供了解释行星运动的简单方式。他把日心说的思想综合成一个完整的行星理论，为后来开普勒发现行星运动定律提供了必要的前提，也为牛顿解释行星运动定律开辟了道路。

《天体运行论》的发表，是科学史上的一个里程碑。这是科学写给神学的挑战书，也是科学宣布自己独立的宣言书，科学的发展从此便大踏步前进。



托勒密地心体系模型：很多的本轮、均轮……

3. 第谷·布拉赫：天才的观察家

当哥白尼的学说公开发表的时候并没有获得科学界的广泛承认，新的行星理论需要天文学家们对行星运动进行不懈的观察加以证实，其中值得特别提到的是第谷·布拉赫（Tycho Brache, 1546~1601），他用了毕生的精力积累了许多行星运动的精确资料。

第谷·布拉赫是丹麦的宫廷天文学家，他的一生以观察天象著称，被誉为星学之王。他所观察和发现的星象几乎涉及当时所有的天文学领域。在1572年他发现了一颗新星的行踪，但却没发现它有丝毫的运动，这就说明它不是一颗行星。第谷将自己的观测结果写成了一本书，在书中他首次发明了“新星”（Nova）一词，而且由视差的测量结果证明新星距离相当遥远，所以是颗恒星，后来就将这颗星称为第谷星。他观察并记载过719颗恒星的方位。1577年，第谷仔细观测了当时出现的一个巨大的彗星，证明它也比月亮遥远。这就更加沉重地打击了亚里士多德的天界完美观。亚里士多德的时代也注意到了彗星现象，但是通常都解释成大气现象，是月下世界的事情。第谷还发现，彗星的轨道不可能是正圆的。

他长期跟踪观察了太阳系中五大行星的运动情况，详细记录了它们在公转过程中视位置的变化。他所观察的材料既丰富又准确，达到了肉眼观测的极限。第谷观察天象的目的是编制一个星表，以供航海和修订历法之用。但在1601年第谷观测到750颗天体时离开了人间。

他编制新星表的宏愿没有实现，但他并没有虚度一生。他一生的心血全部转交给了他的助手、学生——开普勒。这是他作为“星学之王”所发现的第二颗天文学中的“新星”。

4. 开普勒的行星运动三定律

德国天文学家开普勒 (J. Kepler, 1571 ~ 1630) 幸运地继承了第谷精确的观测结果，并以此对行星轨道进行了长达 17 年的研究。终于，他在第谷浩繁零散的数据中发现了规律性的东西，提出了开普勒行星运动的三定律，为天体力学的诞生提供了坚实的基础，也奠定了近代物理学的又一重要理论基础，获得了“天空的立法者”的美誉。

1609 年开普勒在《新天文学》中首先创立了“开普勒第一和第二定律”。

第一定律又称椭圆轨道定律：“所有行星分别沿不同大小的椭圆轨道绕太阳运动，太阳处于椭圆的一个焦点上。”

第二定律又称面积定律：“在行星运动时，联结行星和太阳的线，在相等的时间内，永远扫过同样大小的面积。”

1619 年，开普勒又在《世界的和谐》一文中，提出了第三定律，即周期定律：“行星公转周期的平方与它们轨道半长轴的立方成正比。”

开普勒行星运动的三定律为牛顿发现万有引力定律提供了理论基础。行星运动三大定律的发现打破了天体沿圆形轨道运动的传统观念，正确地描述了太阳系天体运动的状况。但是为什么行星如此有秩序地绕太阳运动？维持这一运动的力是什么？这是有待于进一步研究的问题。

二、新物理学的诞生

1. 伽利略——近代物理学之父

与开普勒同时代的伽利略 (G. Galileo, 1564 ~ 1642) 是意大利的物理学家和天文学家，是近代物理学的创始人。

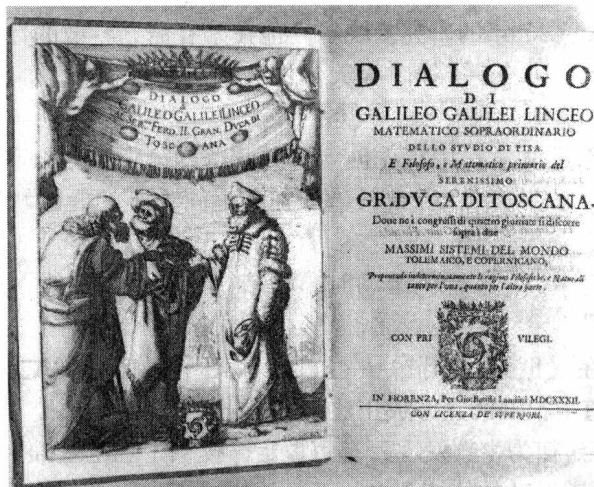
他对经典力学的贡献是他成为科学巨匠的主要原因。在力学中，他的成就既涉及静力学，又深入到动力学。在静力学方面，他研究过物体的重心与平衡；研究过船体放大的几何比例和材料的强度问题；他利用阿基米得的浮力定律制造了液体静力学天平；他还通过实验证明空气有重量等。但他的这些成就远不如他在动力学方面的工作更为重要、更富有创造性。

伽利略在动力学方面的主要成就就是发现了摆的等时性，研究了自由落体和抛物体的运动规律，为牛顿的工作奠定了基础。

伽利略在比萨大学学医期间，在比萨教堂做礼拜的时候，他注意到教堂屋顶悬挂着的那盏摇摆不定的吊灯。他用自己脉搏跳动的次数来测量吊灯的摆动时间，发现尽管有时灯摆动幅度大，有时灯摆动幅度小，但是摆动一次的时间都相等。这一发现引起伽利略的思考：是不是其他摆动也跟吊灯的相似，摆动一次的时间跟摆动幅度的大小没关系？吊灯的轻重不影响摆动一次的时间长短？……回去以后，伽利略找了些长短不同的绳子和轻重不同的石头，他用绳子系住石头作成摆，研究摆动的规律。他发现：摆动一次的时间，只由摆绳的长短来决定，不但跟摆动幅度的大小没关系，而且跟石头的轻重也没关系；只要摆绳的长度一定，摆动一次的时间就一定。伽利略发现的摆动规律叫摆的等时性，利用这一发现，伽利略制成了一架脉搏仪。

对自由落体的研究是伽利略最富有创造性的成就。在伽利略时代，关于物体的运动多以亚里士多德的观点为权威。亚里士多德认为：物体下落的速度快慢与自身的重量成正比，因此两个轻重不同的物体从同一高处下落，重的必先落地。伽利略对此结论产生了质疑。为了

求证,他决定在当时比萨的最高建筑比萨斜塔上做自由落体实验。他把一只一磅重和一只十磅重的铅球带到塔顶,让它们同一时刻从同一高度落下,结果是同时到达地面,使在场观看的那些信奉亚里士多德观点的人瞠目结舌。以此实验为起点,伽利略创立了物理学上的自由落体定律。比萨斜塔从此名声大噪,因为它承载了一个科学的真理。



伽利略的《关于两问题自然科学的对话和数学证明》

伽利略在力学方面的成就,集中地反映在他晚年写的《关于两问题自然科学的对话和数学证明》一书中。这本书的出版标志着经典力学作为一门独立的科学诞生了,因为它为经典力学的两个主要定律——运动第一定律和第二定律奠定了基础。

2. 牛顿经典力学体系的创立

牛顿(I. Newton, 1642~1727),一个如雷贯耳的名字,他是英国杰出的物理学家,经典力学的集大成者。1687年,牛顿系统地总结了前人的成果,出版了他的经典著作《自然哲学的数学原理》,提出了牛顿力学三定律和万有引力定律,建立起一个完整的经典力学体系,实现了物理学史上第一次大飞跃,物理学从此成为一门成熟的自然科学。经典力学以严格的数学方法和逻辑体系统一了宇宙间的运动,实现了人类对自然界认识的第一次理论大综合。

(1) 牛顿三大定律。

牛顿在伽利略关于物体运动研究的基础上,总结出地面物体运动的三大定律。

牛顿第一定律又称惯性定律:任何一个物体都将保持静止或匀速直线运动状态,直到其他任何物体所作用的力迫使它改变这种状态为止。

牛顿第二定律又称运动定律:物体受到外力作用时,物体所获得的加速度的大小与合外力的大小成正比,而与物体的质量成反比,加速度的方向与合外力的方向相同,即

$$F = ma$$

对此定律,人们认为是伽利略首先认识到:既不是物体的速度,也不是物体的位置,而是物体的加速度决定于其他物体对它所施加的力。但质量的定义,则是牛顿首先提出的。

牛顿第三定律又称作用力和反作用力定律:对于任何一个作用力必有一个大小相等而方向相反的反作用力,即两物体之间的相互作用力一定是大小相等、方向相反,且沿同一直线,即

$$F = -F'$$

由于作用力和反作用力是作用在两个不同的物体上，所以作用和反作用决不会形成平衡力系。例如，一块石头受到地心引力作用，同时石头也给地心一反作用力。地球质量太大，其位移无法测定，但石块的位移则可用肉眼看到。

(2) 万有引力定律。

牛顿经过长期观察和研究，认为：如果行星是绕太阳做近似匀速圆周运动，那么太阳对行星的引力 F 应为行星所受的向心力，其大小为

$$f = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

式中， m 是行星的质量； v 为行星速度； r 为行星轨道半径。

对于圆周轨道，又因为 $v = \frac{2\pi r}{T}$ ，（ T 为行星运动周期）代入上式得

$$F = 4\pi^2 \left(\frac{r^3}{T^2} \right) \frac{m}{r^2}$$

式中， $\frac{r^3}{T^2}$ 是一个与行星无关的常量。

根据牛顿第三定律，行星对太阳的引力跟太阳对行星的引力大小相等并且具有相同的性质，即

$$F \propto \frac{m'm}{r^2} \quad (m' \text{ 为太阳的质量})$$

写成等式形式，即： $F = G \cdot \frac{m'm}{r^2}$ 。

牛顿又研究了卫星绕行星的运动，发现它们间的引力也遵循同样的规律。通过论证，并与地球上物体受到的重力加以比较，他对天上的和地上的物体间的相互作用进行了概括，得出了万有引力定律，即：任何两个物体都是相互吸引的，引力的大小跟两个物体的质量的乘积成正比，跟它们的距离的平方成反比。用公式表示为

$$F = G \cdot \frac{m'm}{r^2}$$

式中， G 为万有引力常量，这一常量经后人测定为 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 / (\text{kg} \cdot \text{s}^2)$ 。

牛顿经典力学理论首次把地面上物体的运动规律和天上行星的运动规律和谐地统一起来，它告诉人们，天并不那么神秘万能，它和地上的物体服从同样的规律，从而克服了人类长期以来有关天和地的愚昧观念。牛顿力学导致了 18 和 19 世纪的工业革命，并对后来科学技术的发展产生了极其深远的影响。

三、小宇宙的理论革命

无独有偶。在天文学“大宇宙”革命的同时，医学生理学“小宇宙”也发生了理论革命。

1. 维萨里的《人体结构》

每一个人拥有固定量血液，人体内的血液是怎样流通的？几千年来人们一直在不断地探索。在哥白尼发表日心说的 1543 年，比利时医生维萨里（A. Vesalius, 1514 ~ 1564）出版了《人体的构造》一书。维萨里出生于比利时，是医学教授。他通过解剖指出古希腊医学家盖伦（Galen, 129 ~ 199）学说的许多错误，开辟了通过解剖研究血液循环理论的道路。