

简明 科技通识

赵立新 谢小军 主编

简明科技通识

赵立新 谢小军 主编

黎 耕 胡明艳

陈天嘉 李 斌 编写

古 荒

科学普及出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

简明科技通识 / 赵立新, 谢小军主编. —北京: 科学普及出版社, 2015. 2
ISBN 978 - 7 - 110 - 08904 - 0

I. ①简… II. ①赵… ②谢… III. ①科学技术—普及读物
IV. ①N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 024299 号

出 版 人 苏 青
策划编辑 王晓义
责任编辑 王晓义
封面设计 孙雪骊
责任校对 凌红霞
责任印制 张建农

出版发行 科学普及出版社
地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编 100081
发行电话 010 - 62173865
传 真 010 - 62179148
投稿电话 010 - 62176522
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 720mm × 1000mm 1/16
字 数 190 千字
印 张 11
印 数 1—2000 册
版 次 2015 年 5 月第 1 版
印 次 2015 年 5 月第 1 次印刷
印 刷 北京金信诺印刷有限公司

书 号 ISBN 978 - 7 - 110 - 08904 - 0/N · 206
定 价 30.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

序

科学技术(简称科技),这是当今各种媒介上常见的词汇之一,也是一个很多人不甚明了的词汇。一些人在任何情况下都把科学、科学技术、科技甚至技术不加区分、混为一谈。科学与技术有紧密的关系,但也有显著的不同。它们一方面表现为密不可分,几乎被看作是同一范畴;另一方面,二者的任务、目的和实现过程不同,在其相互联系中又相对独立地发展,二者是辩证统一的整体。

科学的任务是通过回答“是什么”和“为什么”的问题,揭示自然的本质和内在规律,目的在于认识自然。技术的任务是通过回答“做什么”和“怎么做”的问题,满足社会生产和生活的实际需要,目的在于改造自然。科学主要表现为知识形态,技术则具有物化形态。科学提供物化的可能,技术提供物化的现实。科学上的突破叫发现,技术上的创新叫发明。科学是创造知识的研究,技术是综合利用知识于需要的研究。对科学的评价主要视其创造性、真理性,对技术的评价则首先看是否可行,能否带来经济效益。

科学技术的发展对任何国家而言都十分重要,科技兴则国兴,从邓小平“科学技术是第一生产力”的著名论断就可见一斑。当前,新科技革命已初现端倪,抢占国际科技制高点,培育新的经济增长点,已经成为世界性趋势,抓住新科技革命的战略机遇,转变经济发展方式,推动经济社会又好又快发展是中国的发展必然选择。中国共产党第十八次全国代表大会提出实施创新驱动发展战略,强调科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑,必须把科技创新摆在国家发展全局的核心位置。

科学技术不光对国家,对个人而言也十分重要。自工业革命以来,科学技术炫目地展示着它改造人类世界的威力,影响着人类的社会,它在公众生活模式的变化、在新的社会文化的建构等中都扮演着重要的角色。与此同时,科技力量的不恰当使用使人类面临着一系列严峻的挑战,人类的未来充满着不确定性。今天,科学的发展和与之相关的技术运用关乎社会的每一个个体的福祉和切身利益。从这个意义上讲,科技不仅是科学家的科技,更是大众的科技。

今天的科技活动再也不仅是科学家或科技团体的行为,而是经济发展、社会进步、人民生活改善的客观要求。科技活动已成为一项投资巨大的公共事业,这必然会得到全社会的响应。而与此同时,随着公民素质的提升和公共意识的深入,公民表现出越来越强烈的参与公共事物的能力和欲望,他们以自己的知识理念、价值判断,通过各种途径监督着科技的发展与应用。在一些重大的公共科技事件中,已听到公民或公民团体的声音。

全面认识科学技术、理解科学技术对于身处当代的公民而言具有十分重要的意义,它有助于公民科学素质的提升,有助于公民参与某些社会生活 and 政治生活具备必要的知识储备——这便是我们编著此书的初衷——帮助读者初步认识什么是科学技术。本书以对科学技术的理解为核心,涉及科技史、现代科技发展、科技与社会、科技哲学、科技创新。本书理论简明,体系完整,适合读者快速阅读,对科学与技术各个方面迅速建立宏观认识,适合现代人的阅读习惯和时间消费。本书适合具有一定文化程度的人阅读,如大学生、研究生、教师、科研工作者、公务员及领导干部以及对此感兴趣的其他人士。

本书由赵立新(中国科普研究所)、谢小军(中国科普研究所)统稿。第一章由黎耕(中国科学院国家天文台)、第二章由胡明艳(中央党校)、第三章由陈天嘉(中国科学院大学)、第四章由李斌(中国科学院大学)、第五章由古荒(中央党校)编写。如果本书能给读者带来收获,这将是我们的最大期望!

编 者

目 录

第一章 科技历史	1
第一节 科学思想的起源	1
科学精神的缘起	1
古希腊的科学成就	2
第二节 从哥白尼到牛顿——近代科学的诞生	4
文艺复兴、宗教改革与地理大发现	4
哥白尼革命	5
伽利略与新物理学的诞生	7
牛顿力学时代	9
近代科学思想与科学研究的建制化	11
第三节 18—19 世纪的近代科学大发展	12
近代化学的建立	12
能量守恒定律与热学理论的诞生	14
光的本性	15
天体力学的黄金时期	16
进化论的创立与医学发展	17
第四节 从蒸汽到电力:第一次与第二次工业革命	19
蒸汽时代	20
电磁学理论的进步	22
电力革命与电气时代	23
第五节 20 世纪的科学与技术	25
物理学革命	25
探索微观世界	27
观测技术的进步与天文学大发现	30
遗传学与生物技术时代	31
迎接信息时代的到来	33
第二章 现代科技	35
第一节 永无止境的科学探索	35
宇宙的奥秘	35

物质从哪里来:上帝粒子的故事	40
人从哪里来	42
人的智力从哪里来	45
第二节 日新月异的高技术突破	47
遨游太空——空间技术的发展	47
沟通世界——信息技术的进展	50
解读生命——生物技术的进展	55
守护地球——新能源技术的进展	59
制造技术——3D 打印的兴起	62
第三节 现代科技发展的趋势	63
第三章 科技与社会	66
第一节 科学家是特殊的群体吗	66
科技的社会组织和社会支持	66
科学的规范结构	67
科学的社会分层与科学奖励	68
第二节 科学研究是随心所欲的吗	71
学术不端与科研诚信	71
“砖家”? “专家”?	72
科研人员的伦理规范	73
科研伦理的意义与局限	74
第三节 如何看待新兴技术及其风险	75
科技是价值中立的吗	75
核技术引发的伦理争议	77
信息技术的伦理问题	78
对网络拖延症的反思	78
生命伦理与转基因之争	79
第四节 为什么中国内地没有获得诺贝尔科学奖	81
李约瑟问题的启示	81
科学计量与科学增长	82
中国科研体制	83
科技战略与政策	85
第五节 科技与人文是对立的吗	86
“两种文化”与科玄论战	86
科学与政治	87
科学与宗教	88

科学与艺术	89
第六节 科技会毁灭人类还是拯救人类	91
工业文明与全球危机	91
可持续发展与绿色 GDP	93
生态文明建设中的科技、政府与公众	94
第四章 科技哲学	95
第一节 什么是自然观	95
古希腊的目的论(Teleology)自然观	95
中世纪的神学自然观	97
机械自然观	99
中国古代的自然观	100
生态自然观	101
第二节 科学是什么	102
现代科学的起源	103
科学与伪科学	104
归纳和演绎	105
归纳推理是可信的吗	107
最佳说明推理	108
第三节 科学能够解释一切吗	110
科学的解释功能	110
覆盖律解释模型	111
因果性与解释之间	112
科学主义的纲领	113
还原与多重实现	115
第四节 物理世界是独立于人的思维和感知而存在的吗	116
科学实在论与反实在论	116
可观察与不可观察的区分	117
“无奇迹”说	118
不充分论证说	119
第五节 科学是进步的吗	120
科学革命的结构	122
范式转变	123
不可通约性	124
观察数据的理论负荷	125
库恩的影响	126

第六节 技术哲学有什么用	127
科学与技术	127
技术中性论	127
三种技术观	128
技术自主论	129
技术与政治	130
第七节 特殊科学的哲学问题	131
物理学中的哲学问题:莱布尼兹与牛顿的时空本质之争	131
数学中的哲学问题:数学真理性问题	133
心理学中的哲学问题:意识是模块化的吗	136
第五章 知识生产与科技创新	137
第一节 知识经济的时代挑战	137
什么是知识经济	137
如何应对知识经济的时代挑战	138
怎么理解创新	140
第二节 科技创新的内在逻辑:从知识生产到知识应用	140
创新的源泉谁来提供	141
什么是大科学	142
大科学时代科学家还有自由吗	143
知识应用的主力军是谁	144
什么是企业家精神	145
第三节 科技创新的现实图景:国家创新系统	146
创新是一个线性过程还是一个系统	146
创新能够是一种生态	147
我国创新系统是一幅怎样的图景	148
第四节 科技创新的社会基础:科技传播与国民素质	158
科普依靠谁来推动	158
怎么衡量公民的科学素质	160
科普应该是一种灌输还是一种沟通	161
我国对科普有哪些政策支持	162
我国当下的科普事业发展态势如何	164
第五节 结语——科技创新的文化环境:中国传统与创新文化	164

第一章 科技历史

第一节 科学思想的起源

人类文明的历史可以追溯到距今 300 万年前的旧石器时代，但是谈到近代科学的起源，我们却不得不把目光锁定在两千多年前的古希腊。灿烂夺目的古希腊文明，被认为是科学思想的发源。正是因为有了这种对自然现象系统的理解与认识，才使过去数百年间人类文明所创造出来的成就甚至超过了之前数百万年。科学的思想脱胎于哲学，它包含着对自然事物的看法、处理问题的方法以及创造知识的机制。

科学精神的缘起

早在公元前 4000—公元前 3000 年，在埃及的尼罗河流域、美索不达米亚、印度河流域与中国，就已经产生了一系列重要的技术发明。远在古希腊之前，人们至少已经熟练掌握了从矿石中提炼金属，锻打、熔炼和铸造工具；利用纺纱和织布技术生产亚麻布匹；通过手工或陶轮来制造陶器；或者种植各种谷物，并利用灌溉与驯化技术生产食品。尽管技术发明的积累并不是产生系统科学知识的必要条件，但至少表明人们已经通过观察自然积累了大量的经验。

相对于实用技术而言，早期文明中的医学及天文学知识对科学思想的产生促进更大。著名的《史密斯纸草书》成书于公元前 1600 年左右，其中包含了 48 种临床外科手术的案例说明。尽管埃及人当时对治疗方法的描述还十分简单直接，但书中的内容却已不再是单纯的巫术与迷信。在天文学中，古埃及人发明的历法已将一年分成 365 天，这种历法甚至比希腊城邦使用的民用法更优越。而巴比伦人在数学与天文学方面的成就更加非凡，他们不但精通代数学，特别是二次方

程的求解，而且积累了大量的天文观测记录。依靠简单的算术推导，他们已经可以开始通过周期表来推算天象。这些医学与天文学上的知识积累都早于古希腊，它们为希腊科学的产生和发展奠定了基础。

古希腊米利都的泰勒斯被认为是第一位自然哲学家。这座位于安那托利亚西海岸上的古希腊城邦现在位于土耳其境内。在公元前 800 年以后，这里逐渐成为希腊的工商业与文化中心。米利都的哲学家们对自然的探索比他们之前的任何人都深入，他们不仅注重观察自然的现象，还组织了大量理性的批判与辩论。尽管他们还并不能完全摆脱“神”的困扰，但超自然的力量也不再是他们解释未知事物的根据。例如，在泰勒斯看来，地震就是由于大地浮在水面上，被水波摇晃而导致的。这些朴素而原始的解释不再来源于神话，而是来源于生活。

热衷于辩论是希腊人的另一大特点，哲学家们十分了解对方的观点并且经常相互批评。在公元前 5 世纪末的医学著作《论古代医学》一书中，我们就可以看到作者指名道姓地批评将宇宙论信条纳入医学的范畴。类似的情况在古希腊的自然哲学著作中屡见不鲜。在希腊自然哲学中，很多相同的题目却带来了不同的解释，理论之间的竞争是被鼓励的。因此，哲学家们不遗余力地寻找对自己有利的证据和观点并攻击对方理论的弱点。

以泰勒斯为代表的米利都学派就是在这样的环境下开始了艰辛的科学探索。泰勒斯观察星象，寻找推算日食的方法，还将测地术引入希腊，运用相似三角形的原理求出了金字塔的高度。他的学生阿那克西曼德则开创了希腊球面天文学；阿那克萨哥拉提出种子论，认为万物在宇宙创生时都是混为一体的。这些大胆的想法打破了陈规，开创了人类全新的思维视界。

古希腊的科学成就

公元前 6—公元前 5 世纪的思辨家们常被称作前苏格拉底哲学家，毕达哥拉斯学派便是其中的重要代表。毕达哥拉斯学派对数学达到了近乎痴迷的程度，其贡献又以毕达哥拉斯定理最为耳熟能详，这一定理在中国也被称作勾股定理。事实上，在许多文明中都有关于“勾三股四弦五”这样几何关系的独立记载。不过，毕达哥拉斯却是最先给出定理证明的。在时空观念上，毕达哥拉斯学派最早提出了大地是球形的观念，并且认为宇宙也是由许多同心球体组成，位于宇宙中心的是“中心火”，而每个球都代表一颗行星运行的轨道。

德漠克利特是前苏格拉底时代的另一位著名学者，他对物理学、伦理学、数学、教育学等无不精通。对于世间万物的性质，他通过思辨的方法提出了原子论，主张世界是统一的，所有的自然现象都可以得到解释。但统一是通过微观的东西来实现的，这个东西就是原子——原子是不可再分的。古希腊的原子论反映出人对自然的一种认识角度，尽管它与现代科学中的原子理论还有相当差距，但是在当时已经算得上极其杰出的科学思想。

柏拉图是古希腊哲学家苏格拉底的学生，也是亚里士多德的老师，他们3人并称为西方哲学的奠基者。他出身高贵，自幼受到良好的教育，也拥有远大的政治理想。苏格拉底去世后，柏拉图前往埃及和意大利游历，仔细研究了毕达哥拉斯学派的理论。公元前387年，柏拉图返回雅典并设立柏拉图学园，开始招生讲学。柏拉图学园讲授的课程包括几何学、天文学、音乐、算术等诸多自然科学门类。据说在学园门口还立有一块牌子：“不懂数学者不得入内。”柏拉图本人对于数学演绎思想的建立，起了重要的作用。而柏拉图学园的建立也让古希腊的自然哲学知识开始系统化地传播，培养了一批相当优秀的自然哲学家。

亚里士多德在柏拉图学园期间就深受柏拉图的重视。他在总结前人工作的基础上形成了自己的理论体系，对自然科学领域，如物理学、解剖学、天文学、经济学、胚胎学、地理学、地质学、气象学、动物学和心理学等都做出了巨大的贡献。亚里士多德堪称古希腊的百科全书式的人物。他的哲学博大精深，自成一体，强调把握世界的真理必须注重感性经验，这也更符合近代科学注重观察与实验的特点。亚里士多德的物理学理论深刻地塑造了中世纪的学术思想，直到被牛顿力学取代。

在亚历山大征服波斯帝国后不久，希腊文明进入希腊化时期。这一时期最著名的成就就是欧几里得的《几何原本》，它汇集了希腊古典时期的数学成果，囊括了直边形、圆、比例、面积、体积、数论、立体几何等13篇内容，几乎所有的重要定理都已经给出并进行了简洁的证明。《几何原本》对后世数学与物理学的发展具有不可估量的影响。这也是第一本被翻译为中文的科学读本，《几何原本》的书名是1607年徐光启创造的。

《几何原本》之于数学的地位，正如同《至大论》之于天文学的地位。《至大论》原本称为《天文学大成》，是古希腊天文学家托勒密综合了前人工作的基础上提出的理论体系，由于阿拉伯人对这部书推崇备至，后将其改名为《至大论》。书中给出了地心体系的构造、太阳运动以及周年长度的计算、月球运动、月地距离与日地距离、日食与月食的计算方法、恒星和岁差现象、五大行星的运

动等，还给出了详细的星图，依据亮度不同将恒星分为6等。托勒密体系统治了西方天文学一千多年，被近代早期的宗教神学奉为圭臬，直到16世纪都是天文学家的必读书籍。

然而，进入公元元年之后，好景不长的希腊文化开始进入持续衰落的时期。随着基督教的兴起和西罗马帝国灭亡，柏拉图学园被关闭，曾经盛极一时的亚历山大图书馆被焚毁。由于蛮族的入侵，伟大的希腊古典文明几乎付之一炬，人们重新陷于愚昧和迷信之中，自然科学的发展也几乎陷入了停顿。

第二节 从哥白尼到牛顿——近代科学的诞生

公元500—1500年是欧洲漫长的中世纪时期。尽管历史学家也常常用“黑暗时代”来形容这段时期，不过，欧洲人开始从漫漫长夜中苏醒。在这段时期中，欧洲没有一个强有力的政权来统治，封建割据带来频繁的战争，教会控制了文化教育并严格限制科学思想的传播，学校教育全部服务于神学。

但是，中世纪时期也并非在思想、文化和科学上毫无建树。公元1050—1300年，西欧的生产力明显得到了提升，这种提升是由于农业技术的革命带来的。随着重犁、庄稼轮作制度以及磨坊的使用，欧洲经济开始了繁荣发展。而经济上的繁荣又带动了贸易与制造业的发展，同时促进了城镇化。在知识方面，基础教育得到了长足的进步，最早的大学也诞生了（意大利博洛尼亚大学，1142年）。在大学中培养出来的人才翻译了大量古希腊和阿拉伯的著作，从而使古典的知识与科学重新开始复兴。美国科学史家爱德华·格兰特就指出：“如果没有12—13世纪这批翻译家小分队的辛勤劳动，不仅中世纪的科学要成为泡影，17世纪科学革命也几乎不可能发生。”

文艺复兴、宗教改革与地理大发现

13世纪末期，文艺复兴运动在意大利兴起并扩展至欧洲各国。文艺复兴强调人文主义精神，提出以人为核心而非以神为核心，提倡人们追求幸福生活，倡导个性解放，反对愚昧迷信的神学思想。达·芬奇就是文艺复兴时期的一位巨

人，他不仅是一位画家，更为科技发展做出了巨大的贡献。他研究了人体的构造和光学的定律，学习过鸟类的飞翔，测量了弹道的曲线。他用暗码留下了丰富的笔记，因为他不想把这些内容公之于世。以至于后世的人们评价说：“如果达·芬奇把他的研究成果都发表出来的话，科学就可以一下子跳到百年后的局面。”

1514年，德国美因兹教区主教艾伯特在罗马教皇的默许下，开始发售赎罪券，这引发了马丁·路德的不满。1517年10月31日，马丁·路德张贴了自己的《九十五条论纲》，拉开了宗教改革的序幕。1520年，教皇宣布开除路德的教籍。但是，随着宣传的深入，路德却获得了民众的广泛支持，最终导致基督教分裂为新教与旧教（天主教）两派。新教倡导人们回归基督教的质朴教义，允许人们对《圣经》作出自己的解释，鼓励对自然科学进行探索。宗教改革运动客观上为科学革命的出现扫除了障碍。

欧洲日益增长的商业贸易也驱使着欧洲人试图通过航海开辟东西方的通路。意大利人哥伦布从1492—1502年的10年间，在西班牙人的资助下4次横渡大洋，到达了美洲大陆。不过，直到去世他都认为他到达的是印度。1497年，葡萄牙人达·伽马离开里斯本，开始探索非洲到印度的航路，并于次年5月抵达印度港口卡利库特，带回了大量的香料、丝绸、宝石和象牙。葡萄牙人麦哲伦试图完成哥伦布的梦想，于1519年从西班牙出发，并历经3年，成功绕地球航行一周后返回了他们的出发地圣卢卡尔港。尽管出发时的5条船只回来1条，200多名水手只有18人生还，麦哲伦本人也在途中不幸罹难，但是环球航行的地理大发现却为人们带来了观念上的革命。

哥白尼革命

文艺复兴、宗教改革和地理大发现为近代科学的诞生扫除了障碍，哥白尼在1543年发表的《天体运行论》则正式拉开了科学革命的序幕。

在哥白尼以前，以亚里士多德和托勒密为代表的古希腊宇宙理论在欧洲占据着统治地位。特别是在托马斯·阿奎那将基督教神学附着于这套宇宙体系上之后，地球中心理论获得了正统的地位。在托勒密的体系中，地球是静止不动的——这来自于亚里士多德的物理学基础。与天文现象发生的原因相比，托勒密更关注如何通过数学方法来计算天体的运动轨迹，特别是对行星运动进行合理的解释。随着一千多年间观测数据的积累，学者们不得不通过修补既有的理论来适

应新的观测结果。他们通过不断添加轮子来解释行星逆行和亮度的变化；又通过引入偏心点的概念来解释行星运动的不均匀性。

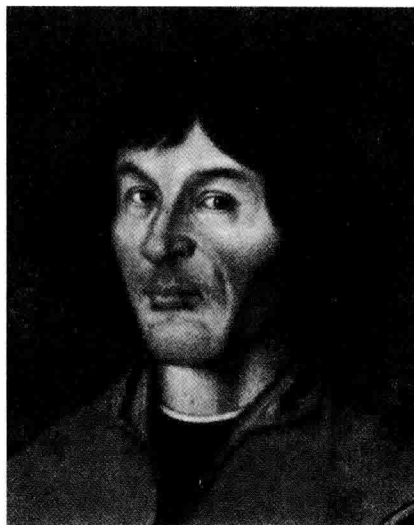


图 1-1 哥白尼

哥白尼 1473 年出生于波兰的一个富商家庭，自幼丧父，由任主教的叔父抚养，在波兰学习数学和绘画（图 1-1）。1496 年起，哥白尼前往意大利游历，在博洛尼亚大学师从天文学教授诺瓦拉。在此时期，托勒密的本轮—均轮宇宙体系已经变得十分复杂，轮子数增加到了 80 多个，却仍然难以满足航海事业对精密天文计算的需要。于是，哥白尼开始重新思考这套理论的正确性。1509 年，他写了一本关于日心体系的《概要》，并交给朋友们传阅，该书在欧洲学者中间广泛流传。但哥白尼深知日心说理论太过激进，因此迟迟不敢将书交付出版。后来，在一位数

学家朋友雷提卡斯的强烈要求下才最终决定出版。该书于 1543 年正式出版，名为《托伦的尼古拉·哥白尼论天球的运行》（简称《天体运行论》），哥白尼在拿到此书几小时后便与世长辞了。

在《天体运行论》中，哥白尼描绘了他心目中的宇宙图景：太阳位于宇宙的中心，水星、金星、地球、火星、木星、土星依次绕着太阳旋转，月球绕着地球旋转，最外围的是静止的恒星天。在这个宇宙体系下，可以完美地解释行星运动中的“留”和“逆行”等现象以及水星和金星的大距，而不必像托勒密体系那样繁琐。不过，受到毕达哥拉斯理想主义的影响，哥白尼的理论中仍然认为这些行星都沿正圆轨道运行，导致在具体论述和推算行星运动时，哥白尼也不得不引入了 34 个本轮来进行修正。

哥白尼的理论当时的宗教思想和占统治地位的亚里士多德物理学理论相抵触，因此也遭到了很多势力的反对。在这个过程中，有不少坚持进步思想的学者为真理殊死搏斗，其中就包括意大利学者布鲁诺。布鲁诺从一接触到哥白尼的理论，就被强烈地感染了。尽管他本人并非天文学家，但他却通过哲学思辨的方法得出了宇宙无限的观点。他的激进思想激怒了教会，1592 年，45 岁的布鲁诺被囚禁在罗马。在长达 7 年的审讯中，布鲁诺始终不改变自己对日心说的信念，最

终在鲜花广场上被施以火刑，献出了宝贵的生命。

哥白尼的理论不仅遭到教会的反对，即便很多天文学家也并不支持，其中就包括丹麦天文学家第谷·布拉赫。第谷 1546 年出生于一个丹麦的贵族家庭，自幼爱好天文观测，曾自己购买仪器观测木星与土星的运动，并发现了星表的错误。1572 年，第谷在观测一颗新星时指出这不是一颗行星，而是距离地球非常遥远的恒星。他将自己的研究成果写成小书《论新星》并出版，在天文界声望大增。丹麦国王腓特烈二世专门拨巨款为他在维文岛上修建了天文台，这座 1580 年建成的天文台也成为了世界上第一座近代天文台。在皇家天文台工作的近 20 年里，第谷通过系统化地观测获得了大量珍贵的数据。不过，在理论方面他却非常守旧。尽管他并不完全赞同托勒密的理论，但是也并不相信哥白尼的日心体系。1597 年，第谷迁居德国，在他生命的最后几年，他发现了助手开普勒，并将自己毕生观测的心血全部交给了他，委托他编制一部行星运行表。

约翰尼斯·开普勒生于德国南部，从小便显示出了过人的数学才能。他在图宾根大学求学时得知了哥白尼的理论，便立即成为哥白尼的拥护者。1600 年，29 岁的开普勒接到第谷的邀请，前往布拉格协助第谷整理观测资料。在第谷卷帙浩繁的观测数据基础上，开普勒开始寻找他心中的宇宙秩序。经过紧张艰苦的归纳、试算和整理，开普勒先后发现火星绕太阳运动单位时间扫过的面积是一个固定的数值（开普勒第二定律），以及火星轨道划出一个以太阳为焦点的椭圆（开普勒第一定律）。1618 年，开普勒出版《哥白尼天文学概论》，将他发现的火星运动规律推广到太阳系所有行星，同时公布了开普勒第三定律：行星公转周期的平方与它同太阳距离的立方成正比。至此，延续上千年的古希腊天文学体系土崩瓦解。1609 年，伽利略制造出世界上第一台望远镜之后，赠送了一台给开普勒，开普勒用它观测到了木星的卫星。

从哥白尼提出日心说理论，直到开普勒行星三定律的提出，一代又一代的天文学家前赴后继，通过系统的观测与归纳，推动了天文学观念的革命，也为即将到来的物理学革命与近代科学的诞生奠定了基础。

伽利略与新物理学的诞生

按照亚里士多德的理论，每个物体都有自己固有的位置，离开自己固有位置的物体，只要不受阻碍，都要做返回固有位置的运动，这叫作物体的自然运动，

除了自然运动之外的运动则统称为强制运动，强制运动只有在外力不断作用的情况下才产生。作为一个朴素的自然观察者和解释者，亚里士多德的理论大多来源于生活中的经验观察。他的理论在解释抛物运动方面却遇到了困难，促使人们开始思考新的运动学理论。

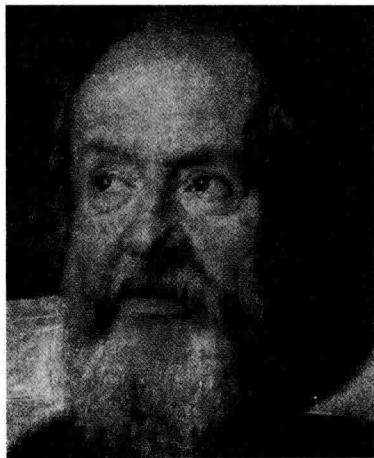


图 1-2 伽利略

在近代科学的开创者行列中，伽利略的贡献是最为突出的（图 1-2）。他于 1564 年生于意大利的比萨，尽管他的父亲希望他成为一名医生，但是对数学着迷的伽利略很快便倾心于欧几里得的几何学与阿基米德的物理学，并于 25 岁时获得了比萨大学数学教授的职位。伽利略的早期工作主要集中于动力学方面。当他还是一名大学生的时候，就对亚里士多德的理论产生怀疑。亚里士多德认为，在落体运动中，重的物体先于轻的物体落到地面，且速度与重量成正比。伽利略从摆的研究入手开始了他的探究。他通过观察

吊灯发现无论摆幅多大，摆动一个周期的时间总是相等的，并由此察觉到单摆与自由落体都是由于物体的重量引起的。为此他设计了斜面实验，当斜面的倾角达到 90° 的时候，也就成了自由落体运动。在伽利略的时代，人们尚且没有速度和加速度的概念，伽利略在《两门新科学》中率先定义了匀速运动与匀加速运动。通过粗糙的计时方法，他最终将抛物运动分解为水平的匀速运动和竖直方向的匀加速运动，从理论上验证了意大利数学家塔尔塔利亚的发现：当抛物体的仰角为 45° 时，射程最远。

在天文上，伽利略一直是哥白尼学说的信奉者。1604 年 10 月，天空出现了一颗超新星。伽利略通过仔细的观测，继第谷之后再次确认这是一颗遥远的恒星。1608 年，荷兰的眼镜工匠利帕希偶然间发现将一片凸透镜和一片凹透镜叠加在一起可以产生放大的效果，制成了人类历史上第一台望远镜。伽利略听说之后便立即动手复制，并通过改进，制造出一架可以放大 20 倍的望远镜。透过这架望远镜，他发现了月球上的环形山和火山口以及木星的四颗卫星，发表在《星界的报告》一书中。1612 年，伽利略又利用望远镜发现了太阳黑子。

伽利略的天文发现引起了巨大反响，他明确支持日心说的立场也引起了教会的批评。伽利略顶住巨大的压力，在 1632 年出版了他的代表作《关于托勒密与