

历史的导言

科学的历史，可以追寻到极其遥远的古代。科学的起源和发展，又同极古时期的社会、生产、宗教和神话有着极复杂的关系。科学作为人类的一种认识实践活动，有着很强的继承性质，也就是说，它总是在前代的知识水平、生产技术水平上发展、提高、变化的，它决非凭空而来的；另一方面，它又有着很强的创造性质，作为人类认识的一种伟大进程，它是不断更新、不断前进的，永远不会停止在一个水平上。对于前代的继承和创造，决定于实施这种继承和创造的当代生产技术、社会经济和人类的知识水平。这就构成了科学发展的几个主要因素。描绘和再现科学的继承和创造，是自然科学史的任务；进一步分析上述因素，探索自然科学发展的规律，启迪人们的智慧，则是自然科学史的更高的目标。在这些方面，我们作了小小的努力。

按照自然科学史习惯上的分期，在西方科学史中，常以 16 世纪前后的文艺复兴作为近代自然科学的起点。但是为了保持历史发展的全貌，也为叙述上的需要，我们仍作这一历史导言，以领全书。

§ 1 从远古到前 3 世纪的古代科学

文明史的创造中，文明古国古希腊、巴比伦、古埃及和古中国都有辉煌的一页。从现有资料来看，这些文明古国创造的古代文化多少还是孤立的点。

要是以时间的先后而论，古埃及文化是可以和巴比伦文化相并

列的古文化。关于巴比伦，我们知道早在五千多年前就有了片断的文字记载，例如，能预测日月食，有些星象家已认识到地球是一个球体等等。有的科学成就达到了令人不解的高超程度，但更令人不解的是这些成果竟没有成为进一步探索的起点。

对于古埃及，最重要的史料常推 1852 年英国人林德 (H. Rhind) 发现的林德纸草书 (Rhind's Papyrus)。纸草书上的文字是公元前 1700 年书写的，内容是关于公元前 3500 年的数学题 共 85 题，首先由爱森洛尔 (Eisenlohr) 解读。

对于宇宙的概念，这两个古代文明国家大略相似，都认为宇宙是方盒子，地居底面之中央，四周有河，太阳乘船在河里日复一日地周游。

和巴比伦、古埃及文化相应的，是古中国的文化。我们的祖先，与巴比伦、古埃及的时代相当或稍晚，就已创造了高度的文明。关于季节和天象的联系已比较明确，十进制也已出现，可以用 13 个字符记录十万以内的自然数。考古发掘所显示的最引人注目的是高超的冶炼技术和堪称上品的青铜器。

这些极古代的文明，有相当的相似之处，例如宇宙的概念、十位计数等。在他们看来，科学和日常生活的常识没有什么不同，除了生活中的直观结果以外，再不存在任何抽象的、推理的、逻辑的结果。在这以后，这几种文化就分道扬镳了。其中原因，论者纷纭，我们不作考证了。

谈到“希腊文明”，往往会讲到几个著名的学派。毕达哥拉斯 (Pythagoras 约前 580—约前 500) 学派最重要的贡献，在于引进了抽象的研究。关于概念、关于推理方法、关于证明，所有这些科学研究在毕达哥拉斯学派那儿几乎是突然出现的。著名的直角三角形边长的勾股定理，正方形对角线与边长的无公度性，都是这个学派的举世皆知的成果。

从自然科学史角度来考察，影响最大的希腊学派是亚里士多德 (Aristotelēs 前 384—前 322) 创立的吕园学派。亚里士多德的工作，可谓是集希腊古代科学和哲学思想的大成。亚里士多德创造了一个新

体系，这一体系为以后近十个世纪的科学研究规约了方向、方法和它们所必须信奉的教条。亚里士多德的工作一方面大大地推进了他先前的科学研究，另一方面也严重地阻碍了他身后的科学的进一步发展。亚里士多德把科学分成三类，提出了形式逻辑的三大定律。他主张地心说；在生物学上，他的观察和分类方法卓有成效地在胚胎学和分类学上作出了许多贡献。但是，在物理学，特别是力学上，他做出了一些著名的错误论断，诸如“重物下落的快慢与其重量成正比”之类。

其后是欧几里得（Euclid，约前 330—前 275）和阿基米德（Archimedes 前 287—前 212）。欧几里得著有《几何原本》十三篇，在几何学中，为后人树立了科学研究中构造体系和论证的典范。《几何原本》明确地构造了 23 个定义，构造了 5 个公式，建立了 5 条公理。阿基米德的成就是关于力学的两条基本原理（浮力原理和所谓的“黄金规律”），以及为数众多的对于简单机械的研究。杠杆、轮轴乃至差动滑轮组，他都有研究。他还计算过圆周率，得出的数值在 3.1428 和 3.1408 之间；他还搞清楚了圆柱体的表面积和体积各是它内切球的多少倍，这是他最得意的成果，曾嘱在他死后刻内切有球的圆柱于他的墓碑之上。

和古希腊时代相应的，是中国春秋战国时期的文化。春秋末年齐人著的《考工记》和成书于前 400 年至前 240 年之间的《墨经》记录了这一时代的科学发展的重要成就。

数学方面我国早于毕达哥拉斯发明了“勾股定理”，《周髀算经》早已运用勾股定理进行计算，并记载有以“勾三股四弦五”命名的勾股定理。十进制和算筹演算方面也有了进一步的发展，特别是对一系列几何概念和定义作了概括。据《墨经》记载当时已用“同样高低”来定义“平”（“平，同高也”）用“三点共线”来定义“直”（“直，相参也”）；用“两端点重合”来定义“等长”（“同长，以正相尽也”）对圆的定义则是“圆，一中同长也”。这些和欧几里得的定义是有趣的一致。

物理学方面，《墨经》也相应地有很多精彩的论述。《经上》中对力下了著名的定义：“力，形之所以奋也”对杠杆、滑轮都有论述。而那些关于

时空、运动、力和重、平衡、物体的沉浮、斜面和滑车之类的关于简单机械的论述 同样与阿基米德的工作相映成趣。《考工记》中则记载了大量实用力学的知识，它包括了当时手工业所有主要的工种，叙述了车的制造工艺 阐述了滚动物体如何施力 箭的制作和飞行情况 力的测量 斜面的应用等等。有关光学知识 在《墨经》中分别论述了针孔成像、投影、镜像等，言简意赅，在世界古代光学史上占有重要地位。

声学方面，《管子·地员》中记载了古代人们在音乐实践中创造的 计算音程以确定五音的“三分损益法”，这是一个重要的成就。河北 隋县曾侯乙墓中出土的总重 2500 千克的 64 件编钟及一件镈钟，总音域跨五个八度，音阶结构和现代 C 大调七声音阶极为相似，是世界罕有的文物。

天文观察方面，古中国的成就尤为惊人。《汉书·天文志》中已有 行星的记载；据《开元占经》所引，那时已经有人测定金星和火星的会 合周期的长度；《春秋》中记载了 37 次日食，还有流星雨的记录和关于 哈雷彗星的记载。

地学方面的知识记录在《山海经》之中。南方溶岩洞穴的描述，北 方河水季节的变化，东部地区的涌泉，西部高山的气候，以及动植物 分布等，均称精彩。

生物分类知识反映在当时大量的著作之中。《诗经》、《周礼·地 官》、《考工记》、《管子》和《尔雅》等古籍中 记录了 100 多种动物和 140 多种植物。其中《尔雅》第一次明确地把植物分为草、木两大类， 把动物分为虫、鱼、鸟、兽四大类。《管子》还记录了生物物种垂直分布 的现象。

§ 2 前 2 世纪到 3 世纪的数学、天文学和 对宇宙结构的猜想

早在公元前 5 世纪，毕达哥拉斯学派的斐洛劳斯 (Philolaus ,前 450? —前 400?) 就认为地球是球形的，并提出如果认为地球在运

动，就可以解释天体的视运动。其后就有托勒密（C. Ptolemaeus, 90—168）他的《大综合论》（一译《至大论》或《天文学大成》）系统地提出以地球为中心，利用等速圆运动的叠加（即后来所说的本轮—均轮系统）对天体在天球上的视运动作出了解说。该书一出版就被奉为经典，并在以后的 1400 年中一直保持这一地位。

与托勒密所处的时代相当的是中国古代的春秋战国末期至秦汉早期，这是一个发达的时代。

数学方面，在春秋战国发展的基础上，秦汉时期出现了一批中国古代最早的数学著作如《许商算术》、《杜忠算术》。世界闻名的《九章算术》也是这一时期的产物，它的前两部已散失，后一部流传至今。

《九章算术》在归纳各类问题的基础上，选出了 246 个实例按解题方法和应用范围的不同，分成 9 类 每大类做成 1 章。这 9 章是方田、粟米、衰分、少广、商功、均输、盈不足、方程、勾股 分别讲述了计算中常见的几何图形的面积、分数运算；给出约分、通分、四则运算和求最大公约数的运算法则；讲述了多种比例的计算，开平方和开立方的计算；求各种体积的方法，解二元至六元的一次联立方程的方法和勾股定理的实际运用。《九章算术》是举世公认的古典数学名著之一。

天文学方面，主要是对历法进行了改革。《淮南子·天文训》中记载月亮每天运行十三度又十九分之七，由此推出一个恒星月的长度为 27.3218504 日 与理论值相差 17 秒。在《汉书》中已有关于太阳黑子的观察记录（河平元年，即公元前 28 年）和新星的记载（元光元年，即公元前 134 年）。在《后汉书》中有世界公认的对超新星的首次记载（中平二年 即公元 185 年）当时人们对彗星的观察也很仔细 在该书中也有记载。

对宇宙整个结构的认识，中国古代常有盖天、浑天和宣夜三说，但以东汉的张衡（78—139）为代表的浑天说最引人注目。他的《浑天仪图注》是浑天说的代表作，利用鸡蛋作比喻，阐述对天、地的认识。张衡在另一本著作《灵宪》中有这样两句话：“宇之表无极，宙之端无穷。”表明他对宇宙无限性也已有猜测。由此可见，他前面提及的浑圆

的天体，并不是宇宙的境界。这一学说对后世产生了很大的影响。

除了天文学以外，张衡在其他领域中也有一些研究工作。他于 132 年建成世界上第一台地震仪，成功地记录了 138 年甘肃的一次地震。他对数学中的圆周率也有研究。他还着手制造水运浑仪一台，形象地表达了浑天思想。

由此看来，公元二三世纪，东西文化中都出现了对于宇宙结构的讨论，而以后的发展则更重视关于天地结构的哲学论争。而在西方文化中，把这样的讨论与基督教教义联系起来，似乎对自然规律的追求和尽善尽美的描述就是对上帝的追求和赞颂。正是在这种对上帝的追求的狂热而神秘的气氛之中，自然科学进入了中世纪。

§ 3 4 世纪到 14 世纪的阿拉伯和中国的科学

在讨论中世纪欧洲自然科学发展的概况之前，我们要补充说明科学在通常人们所认为的“主流”之外的文化，即中国的和阿拉伯的文化的概况。这些发展不仅是那一时代人类的骄傲，也通过种种间接直接的方式影响了日后“主流文化”的发展。

南北朝时期，中国的科学在秦汉的基础上进一步发展。农学上的贾思勰（北魏时代）数学上的刘徽（三国时代）和祖冲之（429—500），地学上的裴秀（224—271）、酈道元（465?—527），医学上的皇甫谧（215—282）、陶弘景（456—536），兼通医、道、丹的葛洪（284—364），都是可以立于自然科学史而无愧的人物。刘徽运用他的割圆术，计算出圆周率的数值为 $3927/1250$ ；祖冲之更进了一步，得出圆周率的数值在 3.1415926 和 3.1415927 之间。他们所采用的方法是圆内接正无限多边形面积逼近圆面积的方法，这一方法在当时世界上也是第一流的。在天文、历法方面，祖冲之也有贡献，他在推算出回归年和交点月的数值基础上，提出了新的历法，但遭到朝廷上下的反对，没有实现。死后十年在儿子祖暅的坚请之下才正式颁行。

经过南北朝、隋之后，中国进入了封建社会的鼎盛期——唐。从公元 618 年到 10 世纪初的三个世纪中，我国古代的科学得到了持续的发展。在这一时期，运用举国之力、耗费几代人的时间的大项目相继完成，如大运河的开凿和利用、洛阳的都市建设等，都是工程技术先进的表现。在科学方面，则有张遂 (683—727) 主持的大规模的大地测量和历法改制工作，对子午线一度的长进行测量，虽然误差较大，但毕竟是世界上第一次这样的测量。

和技术学科、实用工艺相比，唐朝的理论自然科学就显得薄弱，一直到宋朝，才出现了像沈括 (1031—1095) 这样的百科全书式的学者出现了《梦溪笔谈》这样的伟大著作。该书有二十六卷又有《补笔谈》三卷，《续笔谈》一卷共三十卷六百零九篇是一部公认的著名典籍。

数学方面该书有“隙积术”和“会圆术”前者是垛积问题是一个高阶等差级数求和问题；后者是一个已知弓形的圆径和矢高求弧长的问题。前者沈括给出一个求解公式，后者导出一个近似公式。

物理学方面，该书记载了不少研究成果。如谈到了指南针有四种装置方法——“水浮”、“指爪”、“碗唇上”和“缕悬”并对这些方法作了比较，认为第四法最优；记录了用天然磁石对钢针进行人工磁化的方法；记录了磁针“常微偏东，不全南也”的现象，这是地磁偏角的最早记载。他对凹面镜成像问题也作了研究，明确指出：“阳燧面洼，以一指迫而照之则正渐远则无所见过此遂倒。”显然这里的“此”该是凹镜的焦点，沈括有时称它为“碍”。声学上指出了基音和泛音的共振关系。

天文学方面，沈括生动地描述了五星的运行和陨石坠落时的情景。为了测定极星与天北极之间的真实距离，他每夜观测 3 次连续观测 3 个月，得出了当时的极星“离天极 3 度有余”的结论。他主张使用与农业生产关系密切的 12 气历，以立春为 1 年首 大月 31 日 小月 30 日，大小月相间，唯有两小相并，1 岁不过 1 次。但这一历法未能付诸实施。

沈括所以在自然科学研究上取得很大的成果，与他采用的研究方法有关。他使用了系统的观察方法、实验方法，在有的问题上还采用推理和实验相配合的方法，并自觉地归之为“以理推之”，这是难能可贵的，在科学史上也是具有意义的。

沈括在各方面的成就，在北宋以后均有所重要发展。

秦九韶(约 1202—约 1261)、李冶(1192—1279)、杨辉(活动在 13 世纪中叶)、朱世杰(约 13 世纪末至 14 世纪初)是当时数学界的四大家。秦九韶的《数书九章》有 18 卷,1247 年写成,其主要成就是高次方程的数值解法。李冶写了《测圆海镜》(1248)和《益古演段》(1259)前者共 12 卷,收有 170 个问题,都是已知直角三角形的各线段进而求内切圆、傍切圆的直径问题,这是流传至今的最早一部“天元术”的著作;后者是为初学者写的一部入门著作,3 卷,收了 64 个问题。朱世杰的《算学启蒙》(1299)和《四元玉鉴》(1303)分别有 3 卷 20 门 259 问和 3 卷 24 门 288 问,涉及多元高次方程解法和高阶等差级数等方面的问题。西方有的科学史家认为《四元玉鉴》是中国数学史中最重要的、同时也是中世纪科学史中最杰出的一部经典。杨辉的著作如《详解九章算法》、《日用算法》今已残缺不全。

郭守敬(1231—1316)是沈括以后的伟大的天文学家。北宋后期,在 1010—1106 年间,曾经进行过五次大规模的恒星位置观测工作,1078—1085 年间的第四次测量结果被画成星图,刻勒石上,这就是举世闻名的苏城石刻天文图,刻星 1430 颗之多。郭守敬在此基础上,又组织大规模的恒星测量工作,命名未知名恒星 1000 多颗,使总数达 2500 颗,同时编有星表,可惜这份珍贵的成果在战乱中散失了。除此以外,郭守敬还制作了大量的天文观测仪器,除圭表、简仪以外,还设计制造了观测太阳位置的仰仪、可自动报时的七宝灯漏、星晷定时仪以及水运浑象、日月食仪、玲珑仪等十几种仪器。1280 年前后,由他主持的《授时历》完成,这一历法采用太阳回归年长度为 365.2425 天,较之实际地球公转周期只差 26 秒。由于郭守敬在天文学上的成就,1970 年国际天文学联合会决定将月球背面的一座环形山命名为

“郭守敬山”；1977年中国科学院紫金山天文台把他们新发现的一颗小行星也命名为“郭守敬星”。

除此之外，据《宋史·天文志》载，在至和元年五月乙丑（即1054年6月10日）发现在天关（毕宿星名，即金牛座 ξ 星东南有一“客星”。经过认证，至20世纪40年代初，天文学界已广泛地认为这是天关星附近的蟹状星云。

从某种意义上说，中国古代科学技术正是一颗光彩夺目的超新星独步中天。

和中国文化的上述发展的同时，在西亚发展着阿拉伯文化。和中国文化、特别是科学技术的发展自成一统，同外界少有交流的情况相反，阿拉伯文化是把多种文化融合而发展的。

荣迪沙普尔附近的波斯学校，在4、5世纪之间，有很多科学家（包括希腊人和印度人来到此地。后来在阿拔斯王朝的支持下成立翻译机构，翻译古希腊典籍，并将托勒密的著作及欧几里得的著作都翻译过来了，并很快成为阿拉伯人的经典，而托勒密的书也获得了一个阿拉伯的名字：《至大论》（*Almagest*）。

托勒密的著作推动了阿拉伯天文学的发展。大约829年左右，巴格达建造了一座天文台，有不少著名的天文学家都在那儿工作过。1420年前后在撒马尔罕又建立一座天文台，并编制出行星表和星表。

阿拉伯的数学也师承其他民族，但阿拉伯学者也作出了贡献，如花刺子模（Mohammed Ibn Musa Al-Khowārizmī）的研究工作主要集中在求解方程方面，他的思想深受巴比伦和希腊的影响。

阿拉伯人注重天文学和数学的研究，因为他们必须使得疆域广大的帝国臣民面向麦加，按时祈祷。阿拉伯最伟大的物理学家阿尔—哈森（Ibn Al-Haitham, 965—1020）对放大镜的实验研究已接近了关于凸透镜的近代理论。

实际上，真正值得大书特书的倒是阿拉伯人对医学和炼金术的研究，限于篇幅和编书宗旨，我们不在这里叙述了。

我们可以说，阿拉伯中世纪文化是继承和发展古希腊文化和用本民族原来的文化背景来理解和消化前者的过程。英国哲学家罗素（B. Russell, 1872—1970）对此总结如下：“阿拉伯人在哲学上作为注疏家，要比作为创造性的思想家更为优越。对我们说来，他们的重要性在于：唯有他们，而不是基督徒，才是……希腊传统的直接继承人。”^①

§ 4 作为古代科学和近代科学 中间环节的中世纪

公元 3 世纪以后，希腊罗马文化渐渐衰微。动荡的社会，频繁的战事是一个方面的原因；另外，希腊人对理论科学的研究越来越远离了实践生活，前进的动力渐渐地消失了。在理论科学方面，中世纪的确是一个“阴谷”，古希腊的哲学精神，几乎再没有真正的传人了。但是我们也不得不承认，中世纪并不是一片空白，技术的进步，生产的提高，都是无可争辩的事实，而且为越来越多的科学史家所重视。特别是中国的造纸、火药、印刷术、指南针四大发明，曾经改变了世界的面貌。中国的丝织、制瓷、冶金、造船技术也很早达到了先进水平。

论者多认为基督教的兴起是科学的一种不幸。简单地说，宗教要求的是信仰，而科学则要求验证。在中世纪早期，信仰压倒了一切。圣奥古斯丁（Saint Augustine, 354—430）公开宣称“理论必须服从信仰”。显然这是对希腊精神的一种反动。主教圣安布鲁斯（Saint Ambrosius, 340?—397）更明白地说：“讨论地球的性质与位置，并不能帮助我们实现对来世的希望。”这样，宗教和科学的对立形成了，愚昧变成了大家恭维的德性。

宗教的沉重枷锁几乎窒息了科学精神，但是经院哲学的繁琐的论证却又产生出了一些和宗教精神相背谬的东西。诸如“上帝能不能

罗素：《西方哲学史》，上卷，第 357 页。

造出一块他自己不能举起的石头”之类的命题，机智地反驳了宗教的愚昧，而唯实论和唯名论的争论，则真正启迪了以后的哲学思维。大主教圣安瑟伦（Saint Anselmus, 1033—1109）首先论证了“上帝的存在”，显然这一命题的基本精神与宗教精神相悖谬，自然遭到神学家的驳斥。在我们看来，宗教的不断发展和完善最终走到了企图“论证”它的根本信念这一点，客观上是对宗教基本信念的否定。

宗教神学中的这些动向，与之并行不悖的、贯穿几个世纪的名实之争，成为科学精神冲破中世纪黑暗的一道熹微的曙光。

经院哲学在托马斯·阿奎那（Thomas Aquinas, 1225?—1274）手里达到了顶峰，他认为宗教的神秘不能用理性去证明，只能用理性去“领悟”，于是宗教完全转入了信仰方面。他认为知识的来源有二，一是宗教的神秘，一是人类的理性，而其本源则一，即为神。所以在他看来，知识和神授宗教教义是同一的。他的教条从根本上说来是和科学精神背道而驰的，但是他的哲学又从一个他本人意想不到的方面推进了理性精神。正如科学史家丹皮尔（W. C. Dampier, 1867—1952）所说，他们“是反对新的实验科学的，但是他们的学说的彻底唯理论却造成了产生近代科学的学术气氛。……科学是对这种唯理论的反抗，……但是这种唯理论却有一个必要的假设作为基础，那就是，自然是有规律的、整一的”^①。

但是这还不够。近代科学精神的产生还有待于另一个方面，即经验在知识体系中的地位方面的突破。罗吉尔·培根（Roger Bacon 约1214—约1292）的观点是这一方向上的先驱。培根批判了经院哲学，提出了经验方法。他认为经验科学是高于其他科学的、唯一可以提供确定性的、能够认识现象的原因的科学。

罗吉尔·培根的这些结论，是同他在自然科学方面的研究工作密切相联的。他对光学的研究最多，同时不顾当时教会的反对，进行

丹皮尔：《科学史——及其与哲学和宗教的关系》，李珩译，商务印书馆，1979年，第144页。

数学方面的研究，并认为“数学是科学大门的钥匙”，并坚持说数学应先于逻辑。他的著作反映了中世纪理性精神之外的又一潮流。这一潮流有两个源头，一是 10 至 11 世纪大量阿拉伯文献的译出，二是当时社会生产水平的提高。这些技术上的进步，为罗吉尔的工作提供了背景和新的东西，使得他对于实践技术的见解得以产生出来。

这样，中世纪在理性精神和实验精神两个方面，为近代自然科学准备了诞生的条件。然而，这两个方面又都沉浸在神秘的宗教气氛之中，又都以种种变了形的形态出现在科学的历史上。要把腐朽打扫干净，需要时间。但是，当这种条件一旦成熟，这两个方面一旦结合，科学精神就会出现。

整个中世纪历史的复杂性，决非一两本书可以概括的，何况我们这儿区区几页的篇幅。但是，中世纪为什么取代了希腊文化，后来又如何产生了近代科学精神，则是很有兴味的一个问题。当科学的高度抽象、哲学的高度思辨走到了相当的高度，技术和工艺的，甚至是细微的、琐碎的、彼此无甚联系的小发明竟然会重新占据人类知识和智力发展的主流，教人愚蠢的宗教产生出了把它自己逼到屋角的理性精神，矛盾的现象作为历史的必然展开，经过漫长的潜伏、孕育，两个世纪以后，常被冠以“革命”称号的文艺复兴开始了。到了 16 世纪中叶，近代自然科学随之而产生。

第一篇 16、17 世纪部分

本篇讨论 16 世纪和 17 世纪的自然科学发展状况。

1543 年，哥白尼的《天体运行论》问世，标志着自然科学从神学中解放出来，标志着近代自然科学的产生。这一事件常常被看做是“科学革命”的开始。正如自然科学史上很多其他重大突破一样，这一事件也不是孤立的，并非是高山坠石，从天而降。为了展示这一伟大事件的各个方面，我们考察了与这种思想有关的、具有重大意义的突破的某些方面。

航海使人们大大地开阔了眼界。关于宇宙体系的各种意见的纷争是哥白尼学说的一个直接源泉。生理学、解剖学向神学传统的挑战，使得这一革命具有更普遍的意义。不少科学史家认为，对传统的冲击和否定，是从天文学和解剖学开始的，这是很有见地的意见。

科学家是这一时期把自然科学推向前进的主角，是同愚昧和宗教偏见作斗争的奋不顾身的战士。所以说，追求科学需要有特殊的勇气，科学同知识打交道，通过怀疑才能获得成功。

我们介绍了与此大体上同时期的中国科学史上的两位重要人物——李时珍与朱载堉和他们的科学成就。从我们所列举的一些事实，很容易作些对比，看看中西方在对待自然科学研究上的异同。

从自然科学史的角度来看，17 世纪上半叶的工作，是为下半叶的重大突破——牛顿宇宙体系的最终完成所做的准备。有些是直接的准备，如伽利略的运动理论，开普勒的行星运动定律；有些是比较间接的准备，如笛卡儿在数学方面的贡献；还有一些更是作为背景出

现的，如生理学、解剖学方面的进展。所有这些工作合在一起，形成了一种对中世纪的宗教神学自然观的冲击。

17世纪下半叶，压倒一切的是牛顿经典力学的建立。牛顿的主要工作都包含在他的两本重要著作《自然哲学的数学原理》和《光学》之中，特别是在前一本著作中。牛顿曾经说过：“自然哲学的目的在于发现自然界的结构和作用，并且尽可能把它们归纳为一些普遍的法则和一般的定律——用观察和实验来建立这些法则，从而导出事物的原因和结构。”^①这句话，在某种意义上可以看做是近代自然科学研究的纲领。由于微积分的创立，更加速了自然科学以后的发展。

宗教对科学的反动在这一时期达到了顶点，这并不是因为它的强大，而是因为它在强大的科学面前感觉到了死亡的恐惧。到17世纪末，宗教原则上退出了科学领域，退到了我们的感官所及的世界之外。

本篇还介绍了与此大体上同时期的中国科学史上的另两位重要人物——宋应星与徐霞客。从文中所列举的一些主要材料，可以容易地作一对比，看看中西方在这一时期观念、问题的提出和兴趣所在等一系列问题上的异同。本篇也粗略分析了中国科学发展的历史转折的概况。

转引自：H·塞耶，《牛顿自然哲学著作选》，上海人民出版社，1974，扉页。

第一章

16 世纪部分

§ 1 从新大陆的发现到第一次环球航行

14—15 世纪，资本主义还处于襁褓中的西欧各国，已不满足于封建社会所留下的狭小市场和原料供应地，特别是葡萄牙、西班牙这两个国家的王室为获得更多的香料、黄金、布匹、象牙以及其他贵重物品，急切想从海上打开一条出路，以避免当时地跨欧、亚、非三洲的奥斯曼帝国对地中海——东西方贸易通道的控制。在航海家亨利（Henry, 1394—1460）王子的倡导下，1415 年葡萄牙的一支部队跨过直布罗陀海峡攻占了非洲的林达，从而揭开了一个欧洲国家在欧洲以外的地区占有殖民地的序幕。为了从海外掠取更多的财富，葡萄牙于 1418 年派遣了第一艘航船沿着非洲的西海岸向南航行，在经过多次失败和挫折后，终于在 1441 年到达了今日的毛里塔尼亚地区。以后，葡萄牙又航行到几内亚湾和佛得角群岛。正当葡萄牙开辟了非洲西海岸的航路，想不断向着更远的地方进行航行的时候，亨利王子与世长辞了。但是，由他所开创的航海事业并没有中断。狄亚士（Bartholomew Dias）曾经到达非洲的最南端——好望角。瓦·达·伽马（Vasco do Gama, 1469—1524）则绕过了好望角沿着非洲东海岸向北航行，越过印度洋到达卡利卡特。在航海事业的后继者中，特别值得提到的是哥伦布，由于他的贡献，发现了对于欧洲开化民族来

说是前所未有的地方——美洲新大陆。

哥伦布 (Cristoforo Colombo, 约 1451—1506), 生于意大利热那亚, 父母双亲都是西班牙人。哥伦布自幼迷恋船只和航海, 1476 年移居葡萄牙。在进入萨格里什学院学习的时候, 就曾随英国的海船到过冰岛。年轻的时候, 他曾读过许多关于地球和未知世界的书籍, 其中有戴利的《幻想世界》、托勒密的《地理学指南》和著名旅行家马可·波罗的游记等。从前人的著作中, 他得知地球是圆的, 中国、印度这些富有黄金、珍珠、宝石的国家位于加那利群岛以西不太远的地方。于是在他的心中逐渐形成了穿过大西洋奔向黄金之国的中国、印度的航海计划。为了把自己的宏伟计划付诸行动, 1484 年哥伦布将自己的计划提交给葡萄牙政府, 想求得葡萄牙国王的支持。那知当时的葡萄牙国王仍然热衷于实现绕过非洲南端到印度去的宿愿, 因而拒绝了哥伦布的请求。但是, 哥伦布想开辟新航路的信心却丝毫也没有动摇。1486 年他决心转求西班牙国王的支持。哥伦布的计划从当时来看, 虽然有很大的冒险性, 然而考虑到葡萄牙绕过非洲南部航行到印度已成为现实, 而这条航路却被葡萄牙牢牢地控制着; 西班牙要想掠取东方的黄金、香料、珠宝, 必须另辟新路, 哥伦布的计划正是西班牙所需要的。于是 1492 年西班牙与哥伦布签订协议。就这样, 哥伦布带着西班牙国王给中国皇帝的国书, 率领三艘海船, 87 名水手, 于同年 8 月 3 日从巴罗斯港出发, 进行了一次史无前例的航行。

在航行过程中, 开始船队在洋面上缓慢地前进。当进入信风带后, 借助于强大的东北信风, 船队才得以疾驰而行。经过 71 天的航行, 在茫茫大洋中终于出现了一块陆地, 这就是巴哈马群岛。之后又经过两周的航行, 哥伦布的船队到了另一个大岛——古巴。在岛上他们看到了欧洲人所熟悉的玉米、马铃薯、烟草等。在古巴的东端, 还有一个岛屿——海地。传说中, 这里比其他岛屿有更多的黄金。这些财富正是远道而来的西班牙人所梦寐以求的。他们便听信传说, 把船都向着离海地不远的——“黄金岛”驶去。但是, 不顺意的事情终于发生

了，海船搁浅，欲行不能。幸好还剩下最小的海船“幼儿”号还能航行，出于无奈，哥伦布不得不改变计划，让一部分船员留在当地，而他自己率其余船员乘“幼儿”号返航，于1493年3月16日回到了巴罗斯港。

哥伦布回到西班牙后，宣布他发现的陆地就是印度和中国。国王斐迪南和女王伊沙白拉给予他极大荣誉。

首次航行的胜利，极大地激起了西班牙人的航海热情，他们决心组织更大的船队，进行新的探险。1493年秋，哥伦布再次率领船队从加的斯港出发，开始了他的第二次航行。哥伦布的第二次航行的路线比第一次略微向南作了移动，因此，在这次航行中发现了一些新的岛屿，如多米尼加、瓜德罗普、波多黎各、牙买加等。

1498—1500年和1502—1504年哥伦布以坚韧的毅力又完成了第三次和第四次航行。在这两次航行中，又发现了特里尼达、马加勒达等一些岛屿和从洪都拉斯到巴拿马的中美洲海岸。哥伦布的四次航行及一系列重要的地理发现，扩大了人们的视野，增进了有关“新大陆”的知识，可以说是世界航海史上的一项壮举。但是，可悲的是直到1506年哥伦布逝世，他仍不相信自己曾发现了新大陆。然而人们没有因此而抹杀哥伦布的伟大功绩，把1492年10月12日哥伦布首次到达巴哈马群岛这一天作为发现美洲的日期。

美洲大陆的发现，并没有立即给西班牙王室带来多少财富。相反，东方的珍贵物品却通过非洲南端和印度洋源源不断流入到另一个海上王国——葡萄牙。西班牙当然不甘落后，它决心与葡萄牙决一雌雄。正是在这种情况下，另一位伟大的航海家麦哲伦开始了他的伟大创举——环球航行（见哥伦布和麦哲伦航海路线示意图）。

麦哲伦（Fernão de Magalhães, 1480—1521）16岁就进入葡萄牙航海事务厅，曾参加过多次葡萄牙对海外殖民地的征服。1509年29岁的麦哲伦亲任船长，开始了对东印度和马来半岛的远征。他的船队从里斯本出发，沿非洲海岸航行，经好望角进入了印度洋。以后又穿过马六甲海峡，到达菲律宾群岛的棉兰老岛，然后沿原路回到了里斯