

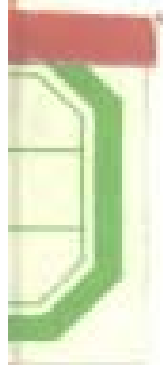
汉译世界学术名著丛书

docsriver.com
商家本本店

十六、十七世纪 科学、技术和哲学史

上册

[英] 亚·沃尔夫 著



汉译世界学术名著丛书

十八世纪 科学、技术和哲学史

下 册

[英] 亚·沃尔夫 著



汉译世界学术名著丛书

十六、十七世纪
科学、技术和哲学史

上册

〔英〕亚·沃尔夫 著

周昌忠 苗以顺 毛荣运

傅学恒 朱水林 译

周昌忠 校



商务印书馆

1991年·北京

www.docsriver.com 定制及广告服务 小飞鱼
更多**广告合作及防失联联系方式**在电脑端打开链接
<http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665>



www.docsriver.com 商家 本本书店
内容不排斥 转载、转发、转卖 行为
但请勿去除文件广告宣传页面

若发现去宣传页面转卖行为，后续广告将以上浮于页面形式添加

www.docsriver.com 定制及广告服务 小飞鱼
更多**广告合作及防失联联系方式**在电脑端打开链接
<http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665>



汉译世界学术名著丛书

十八世纪
科学、技术和哲学史

下 册

〔英〕亚·沃尔夫 著

周昌忠 苗以顺 毛荣运 译

周昌忠 校



商 務 印 書 館

1991年·北京

汉译世界学术名著丛书
十八世纪科学、技术和哲学史
上、下册
〔英〕亚·沃尔夫 著
周昌忠 苗以顺 毛荣运 译
周昌忠 校

商 务 印 书 馆 出 版
(北京王府井大街 36 号 邮政编码 100710)
新华书店总店北京发行所发行
北京第二新华印刷厂印刷
ISBN 7-100-00447-0/B·42

1991年11月第1版	开本 850×1168 1/32
1991年11月北京第1次印刷	字数 744 千
印数 0-3800 册	印张 32 1/4 插页 5

定价：14.10 元

汉译世界学术名著丛书

出版说明

我馆历来重视移译世界各国学术名著。从五十年代起，更致力于翻译出版马克思主义诞生以前的古典学术著作，同时适当介绍当代具有定评的各派代表作品。幸赖著译界鼎力襄助，三十年来印行不下三百余种。我们确信只有用人类创造的全部知识财富来丰富自己的头脑，才能够建成现代化的社会主义社会。这些书籍所蕴藏的思想财富和学术价值，为学人所熟知，毋需赘述。这些译本过去以单行本印行，难见系统，汇编为丛书，才能相得益彰，蔚为大观，既便于研读查考，又利于文化积累。为此，我们从1981年至1989年先后分五辑印行了名著二百三十种。今后在积累单本著作的基础上将陆续以名著版印行。由于采用原纸型，译文未能重新校订，体例也不完全统一，凡是原来译本可用的序跋，都一仍其旧，个别序跋予以订正或删除。读书界完全懂得要用正确的分析态度去研读这些著作，汲取其对我有用的精华，剔除其不合时宜的糟粕，这一点也无需我们多说。希望海内外读书界、著译界给我们批评、建议，帮助我们在这套丛书出好。

商务印书馆编辑部

1991年6月



图1—培根著《新工具》的扉页

“杰出的先生，来吧，打消惊扰我们时代庸人的一切疑惧；为无知和愚昧而作出牺牲的时间已经够长了；让我们扬起真知之帆，比所有前人都更深入地去探索大自然的真谛。”

[亨利·奥尔登伯格：1662年7月致斯宾诺莎的信。他在信中报告说，由他当首任秘书的皇家学会已领到特许状。——《斯宾诺莎书信集》(*The Correspondence of Spinoza*)，亚·沃尔夫译，1928年，第100页]

目 录

序 言	1
第一章 近代科学	5
近代科学的肇始(5) 历史的遗产(10) 知识的世俗化(12)	
科学仪器(14)	
第二章 哥白尼的革命	16
哥白尼的生平(16) 哥白尼的天文学(19) 哥白尼的独创性(29) 哥白尼主义的传播(30)	
第三章 伽利略·伽利莱	32
伽利略的早年(33) 伽利略的天文学发现(35) 托勒密和哥白尼世界体系的对话(38) 伽利略和罗马教会(43) 关于两种新科学的谈话(46): 落体定律(47) 摆的振动(51) 抛射体(53) 虚速度原理(55) 碰撞动力学(56) 其他物理学研究: 流体静力学(57) 气体力学(59) 声学(61) 光学和磁学(62) 验温器及其他(63)	
第四章 十七世纪的科学社团	64
科学社团的产生(64) 西芒托学院(65) 皇家学会(70) 法兰西科学院(76) 柏林学院(81)	
第五章 十七世纪的科学仪器	85
显微镜(85) 望远镜(89) 温度计(98) 沸点测定器(108) 气压计(108) 抽气机(115) 摆钟(124) 各种航海仪器(129): 惠更斯的船用钟(130) 胡克的测深仪(132) 胡克的海水取样器(132) 磁倾针及其他(133)	

第六章 天文学的进步: 第谷·布拉赫和刻卜勒·····	135
第谷·布拉赫的生平(135) 第谷·布拉赫对天文学的贡献 (138) 刻卜勒的生平(145) 刻卜勒对天文学的贡献(147) 霍罗克斯(158)	
第七章 牛顿的综合·····	161
牛顿的生平(161) 万有引力的发现(164) 牛顿的《原理》 (171)	
第八章 牛顿时代的天文学家和天文台·····	180
克里斯蒂安·惠更斯(180) 巴黎天文台: 皮卡尔、奥祖、卡西 尼(184): 测微计(188) 皮卡尔(194) 卡西尼(194) 勒麦 (197) 格林威治天文台: 弗拉姆斯提德(199): 哈雷和海维留 斯(204)	
第九章 数学·····	214
前驱(214) 维埃特(216) 塔塔格里亚(217) 吉拉尔(218) 数学符号(219) 对数: 耐普尔(221) 比尔奇(223) 解析几 何学: 笛卡尔(223) 德扎尔格(227) 费尔玛(228) 无限小, 流数和微积分(231): 刻卜勒(232) 卡瓦利埃里(235) 居尔 迪努斯(236) 罗贝瓦尔(237) 巴斯卡(238) 沃利斯(239) 巴罗(240) 牛顿(241) 莱布尼兹(246)	
第十章 力学·····	251
流体力学: 斯特维努斯(251) 托里拆利(255) 巴斯卡(256) 惠更斯(258) 碰撞(264): 沃利斯(265) 雷恩(266) 惠更 斯(266) 马里奥特(268) 牛顿(269) 气体力学(269): 玻 义耳定律(270)	
第十一章 物理学: I. 光学·····	281
前驱(281) 刻卜勒(282) 斯涅耳(288) 笛卡尔(289) 费 尔玛(291) 格里马耳迪(293) 胡克(295) 勒麦(298) 惠 更斯(299) 牛顿(304) 马里奥特(312) 特席尔恩豪斯(313)	

第十二章 物理学: II. 热学 III. 声学	316
II. 热学: 火原子和分子运动(316) 热容量(320) 热和冷的辐射(320)	
III. 声学: 音调(323) 和应振动, 泛音及其他(326)	
声音的速度(328) 声音的媒质(330)	
第十三章 物理学: IV. 磁学和电学	333
前驱(333) 科尔切斯特的吉尔伯特(336) 巴洛(342) 十七世纪的磁学: 基歇尔和卡贝奥(343) 笛卡尔(344) 牛顿(345)	
地磁学: 罗盘变化(345) 哈雷(347) 十七世纪的电学: 西芒托学院(349) 盖里克(350)	
第十四章 气象学	352
气象仪器: 验湿器(352) 风速计(355) 雨量计(356) 气候钟(357)	
气象观察和理论: 记录(358) 大气的高度(360) 风(363) 蒸发(367) 太阳辐射的分布(370)	
第十五章 化学	372
十七世纪的医药化学: 利巴维乌斯(373) 范·赫耳蒙特(374) 格劳贝尔(377) 莱伊(380) 化学科学的开端(384): 玻义耳(385) 胡克(391) 洛厄(393) 梅奥(395) 磷的发现(400)	
第十六章 地质学	402
地球成因学: 笛卡尔(403) 基歇尔(403) 伯内特(404) 莱布尼兹(405) 伍德沃德(405) 牛顿(406) 物理地质学: 阿格里科拉(407) 斯特诺(412) 佩罗(415) 利斯特(416) 伍德沃德(419) 古生物学: 前驱(420) 斯特诺(420) 法拉卡斯托罗和布鲁诺(421) 胡克(422) 卢伊德(422) 结晶学: 胡克和巴塞林那斯(423) 斯特诺(424) 玻义耳(426)	
第十七章 地理学: 一、探险 二、制图学 三、论著	428
一、探险 (428): 维斯普奇 (429) 卡波 (429) 科塔斯 (429) 索托 (429) 皮萨罗 (429) 阿尔马格罗 (430) 冈	

萨洛(430) 瓦耳迪维亚(430) 曼多萨(430) 麦哲伦(430)	
曼达纳(431) 德雷克(431) 卡蒂埃(432) 威洛比(432)	
钱塞勒(432) 皮特(432) 杰克曼(432) 巴雷茨(432) 赫	
德森(433) 弗罗比歇(433) 戴维斯(433) 巴顿(434) 基	
罗斯(435) 托雷斯(435) 扬斯聪(435) 哈托格斯聪(435)	
豪特曼(435) 塔斯曼(435) 丹皮尔(435) 弗里斯(435) 舍	
普(435) 詹金森(436) 安德腊(436) 格吕贝尔(436) 多	
尔维尔(436) 斯帕法里克(436) 热尔比隆(436) 庞切特	
(436) 阿非利加努斯(436) 香普兰(437) 若利埃(437) 马	
尔凯特(437) 拉萨尔(437) 布兰德(438) 伍德(438) 莱	
德勒(438) 尼达姆(438) 阿瑟(438) 泰塞腊(438) 弗里	
茨(438) 二、制图学: 阿皮安(439) 麦卡托(440) 奥坦尔	
(443) 克鲁弗尔(443) 三、论著: 明斯特尔(445) 卡彭特	
(447) 瓦雷尼乌斯(449)	
第十八章 生物学: 一、植物学 二、动物学 三、解剖学	
和生理学 四、显微生物学	453
一、植物学: 植物书(454) 植物园(454) 克鲁西乌斯和洛贝	
利乌斯(455) 马蒂奥利(456) 博欣(456) 舍萨平尼(458)	
荣吉乌斯(459) 莫里森和约翰·雷(460) 里维努斯(461)	
土尔恩福尔(461) 二、动物学: 格斯内(462) 阿德罗范迪	
(463) 沃顿(463) 贝隆和朗德勒(463) 维萨留斯(465) 约	
翰·雷(465) 三、解剖学和生理学(467): 维萨留斯(468)	
塞尔维特(471) 法布里修斯(472) 哈维(473) 波雷里(477)	
四、显微生物学(479): 马尔比基(480) 施旺麦丹(482) 列	
文霍克(484) 格鲁和卡梅腊鲁斯(486)	
第十九章 医学	489
医学和科学(489) 医学遗产(490) 科学仪器在医学中的应	
用(497) 改良的治疗方法(500) 新药物(504) 专门化的疾	

病研究(508) 著名的医生(511)	
第二十章 技术:一、科学和技术 二、农业 三、纺织……………	518
一、科学和技术(518) 二、农业(522) 三、纺织: 纺纱(526)	
织造(527) 针织(530)	
第二十一章 技术:四、建筑……………	533
1. 建筑材料的强度: 达·芬奇(533) 伽利略(534) 武尔茨	
(540) 马里奥特(541) 胡克(545) 2. 结构力学: 十七世纪	
之前(545) 巴拉迪奥(546) 德朗(547) 十七世纪(548) 雷	
恩(549) 胡克(550) 拉伊尔(552) 3. 弹性: 配第(553) 胡	
克(553) 牛顿(555)	
第二十二章 技术:五、矿业和冶金 六、机械工程……………	556
五、矿业和冶金: 阿格里科拉(556) 玻璃制造(566) 六、机械	
工程: 运输机械(571) 水泵(575) 通风(582) 供水系统(585)	
工程概略(596) 补遗(602)	
第二十三章 技术:七、蒸汽机 八、机械计算器……………	605
七、蒸汽机: 前驱(605) 伍斯特侯爵(608) 惠更斯(609) 帕	
潘(610) 莫兰(613) 萨弗里(614) 八、机械计算器: 算盘	
(618) 耐普尔骨筹(620) 计算尺(621) 计算机器(623)	
第二十四章 心理学……………	630
霍布斯(630) 笛卡尔(634) 斯宾诺莎(638) 洛克(643) 莱	
布尼兹(648)	
第二十五章 社会科学……………	651
前驱(651) 一、地理和气候的影响: 博丹(652) 二、政治算	
术: 格劳恩特(657) 配第(667) 格雷戈里·金(672) 三、寿	
命表或死亡率表: 格劳恩特和哈雷(679) 四、经济学(685):	
国家财富(686) 货币和财富(689) 格雷歇姆规律(692) 价	
值和价格(693) 土地价值(697) 工资(699) 利息(700)	

五、社会现象的规律性(701)	
第二十六章 哲学.....	703
哲学和科学(703) 布鲁诺(705) 培根(706) 霍布斯(716)	
笛卡尔(718) 斯宾诺莎(728) 洛克(735) 莱布尼兹(740)	
莫尔(744) 巴罗(749) 吉尔伯特(750) 玻义耳(751) 牛	
顿(754)	
插图目录.....	760
事项索引.....	766
人名索引.....	779
译后记.....	817

序 言

xxv

本书试图对十六和十七世纪里整个“自然”知识领域的成就作一个相当完整的叙述。所有的科学，包括迄今尚未纳入科学史的那几门科学，都受到了应有的注意，而且详细叙述了近代这最初两个世纪里，每门科学所做的一切重要工作。技术的各个主要分支也占了相当的篇幅。此外，本卷还相当完备地论述了这个时期的哲学，以帮助理解这个时期的科学家们的一般的理智倾向。希望本书行文的明白晓畅和富有启示的插图能使一般读者从这部历史获益较多。然而，本书主要旨在满足严肃的学生的需要。因此，本书完全是根据史料写成的。把精选的参考书目（注明确切的出处）插在正文之中的安排，或许比通常那种正式的书目更有帮助得多，后者使得寻找一个具体观点的根据犹如大海捞针一样困难。在最后一卷中将包括一个对于整个近代的比较正式的参考书目。

本书本身是完整的。然而，我打算它仅仅成为一部完整科学史的一个片断。作者计划接下去撰述十八和十九世纪，然后再是古代和中世纪。不过，每一卷都将尽可能地做到接近自成一体。当然，人类历史不可能同确切的世纪相吻合。和其他人类活动领域一样，在科学中，一个世纪里发生的事情也有其在以前世纪里的先声和以后世纪里的余绪。因此，为了使每一卷更加易于理解，并自成一体，作者已经并将继续毫不犹豫地间或述及主题以外的世纪。

在一个极端专门化的时代，象本书这样的百科全书式的著作可能显得和时代不合拍。然而，人们已普遍认识到，这种趋向狭隘

专门化的倾向已经走得太远了。当代科学和哲学的密切关系，对历史和科学发展的日益增长的兴趣，都可以认为是一个证据，证明人们越来越认识到需要比较广阔视野。本书的撰写首先是为了满足伦敦大学学生学习科学史、科学方法和科学原理等课程的需要。然而，作者也期待它的效用将远远超出这个范围。

不用说，没有其他专家的帮助，这个工作是完成不了的。作者非常幸运地得到了许多同事的极可宝贵的帮助。这里把他们的名字按字母顺序记下，并简扼地说明他们每人所提供的帮助。A. 阿米塔奇先生不仅在天文学和数学这两个具体学科上，而且还在许多其他方面，都给予慷慨帮助。F. 丹内曼教授让作者应用他在这个领域里多年工作的成果，虽然德国的环境不幸妨碍了我们原先准备进行的更为密切的合作。R. 道林小姐校阅了生物学部分。L.N.G. 菲伦教授不顾他在伦敦大学副校长任上日理万机，还是抽出时间仔细审阅了有关天文学的各章，并以他在这个学科方面的精湛学识使之生色。W.T. 高顿教授就这个时期的地质学提出了一些非常有益的意见。S.B. 汉密尔顿先生在一部分关于技术的章节上提供极为有益的帮助。L. 罗德伟尔·琼斯教授通读了地理学那一章。D. 麦凯博士以他关于化学史的专门知识，提供了宝贵的帮助。L.C. 罗宾斯教授审阅了经济学部分。D. 奥森·伍德先生对物理学各章作了精到的批判。本书还从 T.L. 雷恩先生在数学史方面的精湛学识中获益不少。作者深切感谢所有这些同事，赞赏他们的友情。但是作者并不想逃避他对全书所负的责任。

在本书的写作过程中，作者自然常常去图书馆查阅稀罕的古籍。伦敦经济学院、伦敦的大学学院和伦敦大学的图书馆都不遗余力地为作者寻找所需要的书籍；它们使作者受惠良深。

作者对插图特别重视，为它们查遍了一切可能的资料。许多

线条画由 D. 迈耶小姐复制并作了修改，作者非常感激她的技艺和同情。伦敦科学博物馆当局也惠允复制馆藏的一些古老版画的照片等等。《矿业杂志》(*The Mining Magazine*)的所有主允准使用阿格里科拉的胡佛版本的许多插图。约翰·莱恩先生同意复制 W.G. 贝尔的《伦敦大瘟疫》(*The Great Plague in London*)的死亡率表的摹本。梅休因先生及其同事允许使用 Wm. 巴雷特爵士和 T. 贝斯特曼的《魔杖》(*The Divining Rod*)的卷首插图。作者对所有这一切恩惠表示感谢。 xxvii

不用说明，读者也一定知道为了撰写这本书，作者何等地含辛茹苦。在这漫长而又艰苦的事业中，始终支持着作者的，除了他对这个题目抱有兴趣之外，是作者相信世界需要重新确定新的理智发展方向，并相信为此最好是从仔细研究人类思想在那些最为客观的领域里的历史开始。正是本着这种信念和希望的精神，作者承担了这项工作，并已经进行到了今天。作者希望，读者也将本着同样的信念和希望——以及博爱的精神阅读它。

亚·沃尔夫

1934年12月于伦敦大学

第一章 近代科学

1

近代科学的肇始

在近代之初，科学还没有与哲学分离，科学也没有分化成众多的门类。知识仍然被视为一个整体；哲学这个术语广泛使用来指称任何一种探索，不管是后来狭隘意义上的科学探索还是哲学探索。然而，这些变化已经发生。近代科学先驱者们的数学和实验倾向，不可避免地导致分化成精密科学即实验验证的科学和纯思辨的哲学。同样，虽然经常是同一个人研究一切门类学科，同一本书论述的内容无所不包，但是科学成果的迅速积累还是不可避免地迅速导致劳动分工，导致分化成若干门科学。本书对科学的分类，有人很可能认为与时代不合拍。但是就简单性和条理化而言，这种分类还是合理的。没有条理分明的论述方案，近代科学前几个世纪的叙述必将陷于极端混乱。同时，一部史书的职责也毕竟是把事理弄清楚。

一个个历史时代都不是突然出现的。它们通常总需要有预先的准备。所以，要确定它们的开端是困难的。科学的近代是跟着文艺复兴接踵而来的，文艺复兴复活了一些反对中世纪观点的古代倾向，而且部分地也是由于这个原因，那些对中世纪的生活和实在观心怀不满的人都拥护文艺复兴。不信宗教的古代和中世纪的基督教世界泾渭分明。中世纪基督教趋向于自我克制和想往来世。恪守宗教生活誓约的理想的基督教徒一心想着天国。他对自然界和自然现象，从根本上说毫无兴趣。自然的欲望必须转变成

2

隐秘的神迷；自发的个人思想必须服从权威。重见天日的希腊和罗马古籍犹如清新的海风吹进这沉闷压抑的气氛之中。诗人、画家和其他人激起了对自然现象的新的兴趣；有些勇敢的人充满了一种渴望自主的理智和情感的冲动。在这些方面，近代思想基本上是古代的复活，借助古代学术而问世。而近代科学在它的早期阶段，更加具体地得助于古代流传下来的天文学、数学和生物学论著，或许其中大都是阿基米德的力学论著以及亚历山大里亚的希罗和维特鲁维乌斯的技术著作。

中世纪对自然现象缺乏兴趣，漠视个人主张，其根源在于一种超自然的观点，一种向往来世的思想占居支配地位。与天国相比，尘世是微不足道的，今生充其量不过是对来世的准备。教会对天恩灵光所启示的真理拥有绝对权威，与此相比，理性之光则黯然失色。诚然，与感化的理由相比，托马斯·阿奎那及其门徒承认除天恩灵光之外，理性之光也是知识的一个源泉；但是甚至他们也毫不怀疑自然知识从属于天启。有人试图声称经院哲学是理性主义的；怀特海教授甚至已把近代科学说成是“从中世纪思想的固定合理性的倒退”(*Science and the Modern World*, p. 11, ed. 1929)。这种说法只说对了一点点，且容易令人误解。经院哲学家无疑是聪明的唯理智论者，而且已证明思想极为敏锐。在寂寥的中世纪里，他们为维持基督教世界的思想的生存，无疑也做出了宝贵的贡献。但是，他们的推论总是囿于基于权威的前提；他们从不试图运用，也不允许其他人运用更为宽广的理性，后者企求囊括整个人类经验，而没有任何象权威所规定的教义那种专横的限制。对确凿的观察事实抱应有的重视乃是任何彻底理性的一个不可或缺的部分，而不是从理性的倒退；那种半截子的理性是不完全合理的，然而它在其他方面可能是敏锐的和合理的。就此而言，近代科学也是回复

到隐含地依赖于古人所遗留下来的自然知识。从近代最初开始，人们注意起大自然的确凿的事实，并重视经验尤其是实验。这种状况主要是自然主义的精神所促成的。自然主义既体现了不信宗教的古代学术的复兴，又为这种复兴所鼓动。自然主义的精神同弥漫在中世纪理智气氛之中的超自然主义精神大相径庭。它不是从理性倒退的结果，而是迈向不受任何界限限制的更自由、更完整的理性的一大步。这就是为什么科学是普遍的，而基督教则不然的原因所在。科学对培育它的推理不施加任何专横的限制；但是基督教通常总把理性的范围限制在它的几条信经或教义的专横界限之中。

上述的对比还可以用一种略微不同的方式来说明。自然主义观点可以认为本质上是世俗的、注重事实的观点；超自然主义观点则倾向于神秘。前者寄望于大自然的规则性，后者则准备在自然现象中发现奇迹和魔法。甚至不信仰宗教的古代也感染上轻信迷信，但没有达到中世纪基督教世界那样的程度。近代花了很长时间才抛弃掉了中世纪的迷信。要知道巫术的自然观曾何等有力地控制着中世纪和近代初期的知识界和民众，只要想一下巫术迷信是多么顽固，在近代的头几个世纪里还有无数人被狡猾的审判者和教会权贵指控行巫而牺牲就可以了。象威廉·哈维和托马斯·布朗爵士那样的名医也曾涉嫌行巫而受审，这是令人震惊的。因此，自然知识的增长和机械装置的发明，以利用“自然”魔法创造奇迹，从而使近代世界摆脱笼罩中世纪的黑暗的神秘势力，只是在缓慢地进行。

当然，对自然现象抱世俗态度并不一定排斥对世界抱宗教态度。刻卜勒的看法就是一个特别突出的例子。他的态度不仅是宗教的，而且还极其神秘。他的伟大的天文学发现主要出于宗教动

机。他从寻找上帝之路出发，结果发现了行星的路径。笛卡尔也有神秘主义的倾向。这从他对 1619 年 11 月 10 日夜间梦境所作的叙述可以看出，后面我们在适当的地方还要详述。但是，他的科学著作却是用世俗的观点写的。近代科学的先驱者们实际上都笃信宗教，事实上都是基督教的忠实儿子。然而，对科学来说，幸运的是：他们对于自然现象的态度都基本上是世俗的、注重事实的。刻卜勒的神秘狂受到第谷·布拉赫经验主义的有效遏制，后者使他成为一位科学的天文学家，即使还没能使他克服崇拜太阳的倾向。伽利略明确地区分，宗教的职责是教导去天国的门路，而天文学的职责是发现天空中的道路。甚至牛顿也是这样，虽然他对传统的神学问题比伽利略、刻卜勒或者笛卡尔兴趣更大，但他仍极为谨慎地把神学教义甚至哲学假说排斥在科学之外。经院哲学或者说托马斯主义认为知识有两种或两个来源的观点可能仍旧有用，因为笛卡尔无疑就是如此。甚至象雅科布·波墨以及刻卜勒和笛卡尔等人的神秘经验可能也有一定的价值，不论对它们作什么心理学上的解释。因为他们必定加强个人自主的要求而反对教会的权威。总之，近代科学与古代思想相似，而与中世纪思想不同，它采取了一种世俗的注重事实的态度。

近代科学和中世纪的思想也还有一些其他差别。然而，这些差别与上述的不同，它们一般不涉及中世纪思想和希腊思想之间任何带根本性的分歧。它们相反倒是由于这样的事实：中世纪的思想家信奉一套希腊思想，而近代科学先驱者却接受另一套希腊观点。经院哲学在不涉及宗教教义的问题上，把亚里士多德奉为权威。于是，亚里士多德基本上是一个生物学家，他的科学主要是定性的而不是定量的。他从事把事物分成类和亚类，列举它们的属性，区别本质属性和非本质属性。中世纪思想继承了亚里士多

德的传统。但是，还有另一个更早的希腊传统或者说思想派别即毕达哥拉斯派。这种派别把数或量放在无上的地位。近代科学的开创者们满脑子都是毕达哥拉斯主义精神。哥白尼和刻卜勒尤其如此，而伽利略和牛顿也大致如此。因此，他们趋向否认那些所谓第二性的性质的客观实在性，因为这些性质不能作数学处理。而主要是象玻义耳、吉尔伯特和哈维这样的非数学的科学家才不这样地走极端。不管怎样，近代科学始终坚持尽可能精确定量的描述和定律的理想。

5

中世纪和近代思想家对希腊传统的选择上的另一个分歧在于他们所赞成的解释的种类。经院哲学家沉迷于苏格拉底和柏拉图使之流行的那种解释。这种解释在于发现事物所服务的目标或目的，在于指示事物适合的对象；在柏拉图的宇宙图式中，有一个目的或者说“善”的等级体系，其极点是最高的“善”，宇宙万物都朝这个目标运动。中世纪思想荒诞不经地胡乱杜撰，说事物都服务于它的种种虚幻的目的。这种想象出来的目标通常都是人的目的。因此，这种目的论的解释倾向于助长中世纪的人类中心偏见。万物都被认为是旨在并被指定服务于某种人类需要。人们几乎要说，上帝自己也被认为主要在忙于人类的事务。当这样地把人类看做宇宙体系的中心时，他们的舞台地球自然就被看成是宇宙的中心了。因此，地心说的盛行成了阻碍天文学变革的最大障碍之一。近代科学是从尽可能地拒斥目的论解释开始的，而且今天仍然这样。它接受德谟克利特和其他原子论者所提倡的解释方法，即根据产生事物的原因和条件、事物的直接原因而不是最终原因来解释。这种解释方式与近代科学的数学倾向很合拍，因为数学是目的论显然没有立足之地的一个知识领域。

简单说来，区别近代科学与中世纪思想的一般特征便是这样。

自然,这种变革起初并不彻底。开始时科学家人数很少,而且即使是这些人也由于害怕或出于习惯而作出种种妥协。乔丹诺·布鲁诺和米凯尔·塞尔维特的牺牲以及伽利略和其他人的遭遇都表明面对强大的教会应当谨慎行事。人们可能欣赏列奥那多·达·芬奇和十五世纪类似人物的智慧,他们抑制自己不发表观点。从上述的任何一个标准来看,列奥那多·达·芬奇都算得上是一位卓绝的近代科学家。虽然他和亲密的同人足以能用个人的不引人注目的方式帮助为未来的进步开辟道路,但是世界还没有为他准备好条件。第一个重大进步是在十六世纪中叶作出的,因为哥白尼发表了日心说(1543年)。科学的进展不是在整个战线上同时取得的,而是一部分一部分地在不同时期里取得的。带头的是天文学。继而是十六世纪的物理学。化学在十八世纪得到发展。尽管维萨留斯(1543年)和哈维已带了头,但生物科学仍落在后面,直到十九世纪才取得进展。

历史的遗产

新时代所承担的许多任务,古代人大都早已注意过了,只是在中世纪遭到漠视。因此,新时代也不得不几乎就是接着古代人继续把这些任务搞下去。诚然,近代也给这些旧任务增加了越来越多的新任务,而且也意识到新任务、新发现和新发明等方面有着无限的可能性。但是,这并不影响近代对古代感激。因此,我们首先应当概要地说明这份历史遗产。

希腊人已从根本上奠定了数学的基础,欧几里得更是极为完整地使之臻于系统化。阿基米德和阿波洛乌斯对数学科学尤其是圆锥曲线理论作了重要的补充。接着,托勒密的《至大论》(*Almage-*

st)提出了平面三角学和球面三角学的纲要。更晚些时候,主要借助于印度和阿拉伯,出现了通用的数系和代数学的雏形。

古代人还引人注目地教导过怎样把数学运用于解答天文学和力学中的问题。托勒密和阿基米德的著作里有大量这种应用的例子。此外,对恒星的运行也进行了大量观察,并作了记载。正确的天文学理论也已有了开端,只是需要发展得更加完备。希腊人的天文学方法和仪器跟近代第一批天文学家所使用的本质上是相同的;他们研究的问题也基本相同。地球周长的确定、它与其他天体的关系、恒星区域的形貌学、空间和时间的精确测定以及交食之类天文学事件的预测,所有这些问题都是古代尤其是亚历山大里亚7时期所熟悉的,而近代首先是从托勒密的著作中学到这些东西的。

在古代,静力学和光学也都作为科学而得到发展。实际上,这些研究尤其适合于应用希腊人极为崇尚的演绎方法。他们获得的成果已为近代人所继承。至于物理学的其他分支,情况就不同。除了少数零星的观察资料而外,从希腊物理学学不到多少有价值的东西。磁学和电学尤其如此。气体和蒸汽的研究也多少是如此,尽管亚历山大里亚的希罗曾对这个课题作出过一些有意义的贡献。

化学也是在亚历山大里亚成长,在那里古埃及传下来的经验知识同希腊思想相接触,促使化学变得更加科学。但是,由于新柏拉图主义的影响,亚历山大里亚的化学家变成了神秘的方士。他们搜寻创造奇迹的物质,例如能把贱金属嬗变成贵重金属的“哲人石”或者能够起死回生的“长生不老药”或“万应灵药”。中世纪虽然也对实验化学作出过一些有价值的贡献,但主要兴趣还在于这种炼金术。在哥白尼开创近代以后,化学在很长时间里基本上仍保持着它在中世纪的特征。

在自然历史的领域里,以及一般地在各门描述科学里,近代也还是在继续古代的工作。首先,由于重新研究古典作家而带来了推动,逐渐地产生的对独立观察的兴趣日益取代了习惯上对书本和权威的信赖。随着比较精密的科学的发展,也大大促进了各门描述科学,以致它们所积累的观察资料远远超过古代人。

另外,古代所获得的科学知识在中世纪没有完全丧失掉。无论怎样,在希腊流亡者或者移民的帮助下,东方同古代科学保持着一定程度的连续性。他们甚至企图通过独立研究来发展这种知识。我们发现,在九、十世纪里,许多阿拉伯作家在科学和医学上显示出一定的独立性。这个运动在十一世纪达到顶峰。

技术的发展在为近代作准备中起了重要作用。当然,技术也起源于古代。但是在十一世纪和更早的时候,波希米亚、德国、匈牙利等等国家里铁矿业、盐场、铸造厂、玻璃厂等等的发展,对于近代的形成起了特别重要的作用。从事各种工业的技术人员不再一味嗜书本。他们不可避免地去从直接研究事实中获取学识。任何权威的书本对他们都毫无用处。起初,他们的实际知识是靠口头传播的,所以不可能对纯粹科学产生很大影响。但是有些技术人员逐渐地用语言来表述了,或者更确切地说是诉诸文字了,而在印刷术发明之后,他们的书对近代科学的客观态度的发展起了一定的作用。

知识的世俗化

中世纪科学道路上的主要障碍是基督教会。教会主要关心平民,蔑视世界和众生,而且傲慢地自信拥有无所不包的天启真理。因此,教会始则轻视继而敌视一切企图凭借独立的理性之光来探

索自然知识的人。事实上,教会有时也感到,利用科学和哲学的论据来反驳不信宗教的人或者异端是很得策的。但是,任何这种非宗教的思想都必须服从教会的教义。象罗吉尔·培根(1214—92)和列奥那多·达·芬奇(1452—1519)那样具有独立精神的人都慑于教会的权势而噤若寒蝉。如果能够自由行事的话,他们本来会使科学得到复兴。甚至文艺复兴和宗教改革运动也都没有直接促进科学发展。诚然,文艺复兴通过与自然主义的异教相接触而向基督教世界吹进了一股清新的凉风。但是,它更关心的是书本知识,而不是对自然的第一手研究。而且在大学里,古典文学的研究也证明不利于科学研究。至于宗教改革运动的领袖们,他们至少也象天主教一样容不得异端。然而,这两个运动都间接地对科学事业有所贡献。教派争吵不休和教会专横的偏狭使一些出类拔萃的人对它们退避三舍,他们转而诉诸理性之光来探求真理,漠视一切教派声称的天启的权威。这些人立即就受到文艺复兴运动所振兴的自然主义精神的影响。当各大学对科学采取冷漠态度的时候,一些新的研究机构或研究院却为了促进实验科学而建立起来了。这些新的研究机构中,著名的有佛罗伦萨的西芒托学院(建于1657年)、伦敦的皇家学会(建于1662年)和巴黎科学院(建于1666年)。这些研究机构在某种程度上受到政府的鼓励,政府期待它们将作出许多有用的发现作为报偿。例如,为了英国海军的利益而建立的格林威治天文台(1675年),在很大程度上就是这样。这样,知识的探求逐渐地世俗化了,走出中世纪的修道院而进入近代世界,虽然不进行斗争,教会是不会善罢甘休的。

此外,还有一些政治因素也在起促进作用。在近代最初的科学史上,象在经济和政治领域里一样,英国和荷兰在科学领域里也起了重要作用。这两个国家通过国际贸易的经验学会了采取宽容

态度；两国都与天主教进行斗争；它们的政府因此更倾向于对那些探求自然知识的人采取一定程度的容忍态度，给予相当的自由。荷兰实际上变成许多学识渊博的法国人的避难所，这些法国人在祖国感到不安全，因为那里天主教对大学控制得相当严密。学术界和科学界还感激荷兰的是，埃尔策维尔斯出版社和其他出版社出版了大量书刊，它们在那些关键性的年月里大大促进了知识的发展。

科学仪器

近代科学的主要特征之一在于使用科学仪器。这些仪器的功能各不相同。它们使观察者得以大大改进他们原来可能已仅仅用感官进行过的观察，虽然还不是那么完善。它们可能使观察者发觉那些否则根本察觉不到的东西。它们便利了对各种现象作精密测量。它们也许使得能够在可以严格控制的条件 下研究一个现象，因此有理由认为所得的结论是可靠的。科学仪器已经并且现在仍然从这些方面对近代科学提供了极其重要的帮助，而且成为它与以前科学的主要区别之一，以前科学仅仅使用一些极其简陋的仪器。十七世纪里，至少发明和使用 了六种非常重要的科学仪器，即显微镜、望远镜、温度计、气压机、抽气机和摆钟。这些和其他一些仪器将在后面加以论述。不过，这里就总的方面略述一二也许还是恰当的。显然，天文学家用望远镜比用肉眼能够更清楚地看到遥远的天体（如果他们不用望远镜确能看到的 话）。同样，利用显微镜就可以研究微小的物体。气压计和温度计也使得能够分别观察和测量气压和温度的变化，而否则这些变化就发觉不了，或者至少无法测量。抽气机使得物理学家对空气性质的研究能够在按照所有关于空气的相互冲突的推测而设置的条件 下进

行。最后,摆钟使得人们能够测量微小的时间间隔,而在摆钟发明以前,这根本不可能测量,或者至少不可能测量得这样精确。此外,对各种现象的测量以及把它们定量地关联起来,在近代科学中起了那么大的作用,以致很难设想要是没有上述的和类似的科学仪器的帮助,近代科学会有可能存在。

第二章 哥白尼的革命

哥白尼的生平



图 2—哥白尼

尼克拉·哥白尼克（我们以后将用大家更熟悉的他的拉丁文名字尼古拉·哥白尼）1473年2月19日出生在维斯杜拉河畔的托伦城。他的父亲是一个商人，其国籍到底是德国还是波兰，至今仍然是个有争议的问题。他的母亲是德国血统。父亲在1483年去世，哥白尼由他舅父抚养，舅父想叫他在教会供职。在托伦上中学以后，哥白尼在克拉科夫大学读了三年书。在阿耳伯特·布

鲁兹乌斯基的教育下，他对数学和天文学发生兴趣，并且养成了使用天文仪器观察天象的习惯。在与他舅父（当时是埃尔梅兰的主教）一起过了两年之后，1496年哥白尼去到意大利，在随后的十年里他先后在波洛尼亚、帕多瓦和斐拉拉三所大学里攻读。在这些年里，他学习的专业科目是法律和医学。虽然今天对他在意大利的活动知道得不多，但是有充分的理由可以认为，他在意大利花了大量时间研究理论和实用天文学。

在波洛尼亚期间,哥白尼与该校天文学教授多美尼哥·迪·诺瓦拉有密切的个人接触。诺瓦拉是在自然哲学中复兴毕达哥拉斯思想的领袖,这个运动当时正在唤醒意大利的各所大学。两人在一起进行观察,在一种哥白尼习见的那些圈子中所看不到的自由气氛中,讨论托勒密《至大论》的错误以及改进托勒密体系的可能性。毋庸置疑,正是在勾留意大利期间,哥白尼最早受到激励,立志改革天文学,后来在他隐退的年月里终于获得成功。

在哥白尼勾留意大利期间,他已被任命为他舅父主管的教区内的弗劳恩堡总教堂的牧师。但是回国以后,他仍与舅父一起住在舅父在海尔斯贝格的邸宅,直到1512年这位主教去世。然后,哥白尼到弗劳恩堡总教堂任职,他在那里度过了一生余下的三十年,除了偶尔中断过而外。这三十年从表面上来看,是哥白尼一生最平静的年代。他参与牧师会的事务,做了一点政治工作,还免费为这个地区的贫民治病。但是,正是在这些年里,哥白尼构想了他的行星系的细节,对大量复杂的计算作了整理(通过这些计算,这个思辨的体系终于达到了在数字上的精确),并且逐步地使手稿臻于完善,记载着他的全部劳动成果的这部手稿最后奉献给了世界。 12

哥白尼从一开始就清楚地认识到,由于他发表关于太阳系结构的新观点,将会引起来自学术和教义两方面的反对。所以,他年复一年地不断修订他的手稿,而对是否发表这部手稿一直犹豫不决。然而,当他的真正见解走漏了风声以后,便引起了议论和好奇;大约在1529年,他把《短论》(*Commentariolus*)的手稿在朋友中间传阅。这本小册子对他体系的描述很接近最后文本,但是所有计算都略去了。(根据Curtze对两份存留的手稿作过校勘的《短论》的一个文本刊印于L. Prowe: *Nicolaus Copernicus*, Berlin, 1883, 1884; Bd. II.) 大约十年以后,哥白尼接待了年轻天文学家乔治· 13

约阿希姆(更出名的是他的拉丁名字赖蒂库斯)的长时间来访,后者研究了尚未发表的手稿,并以《概论》(*Narratio Prima*)(1540年)为题把它印出让更广泛的人知道这手稿的内容。

三年以后,已经衰老多病的哥白尼在朋友们的劝说下,终于决定将手稿托付这个赖蒂库斯去发表。这本书在纽伦堡印刷,于1543年出版;据说第一本书送到哥白尼手里几小时以后,他就逝世了,那是1543年5月24日。

这本印成的书以《托伦的尼古拉·哥白尼论天体运行轨道(共六册)》(*Nicolai Copernici Torinensis de revolutionibus orbium coelestium Libri VI*)为题,并奉献给了在位的教皇保罗二世,哥白尼要求他给予关心和保护。然而,这第一版几乎每一页都与原稿不同。书名本身就是添加上去的,有理由可以认为,哥白尼更愿意简单地把他的著作称为《天体运行论》(*De Revolutionibus*)。手稿曾佚失了二百多年,但又重新发现,并及时据此出了“世俗版”(*Säkular-Ausgabe*)(托伦,1873年),这是该书的权威版本。

哥白尼的书发表以后的一些年里,究竟把他的假说看做对地球和行星实际运行的描述,还是只不过用作为一种便于编制行星表的计算工具,人们还拿不准主意。在当时宗教见解的状况下,接受还是拒绝哥白尼的学说,在很大程度上取决于从哪种意义来理解它们。因此,这个问题就变得更其重要了。这种不确定的状况主要是由于该书出版时的情势所造成的。起初负责印制工作的赖蒂库斯没有完成就先期因故离开了,他把这工作委托给当地的一个路德教牧师安德烈亚斯·奥西安德尔,他是数学家,也是哥白尼的朋友。奥西安德尔害怕地球运动学说会触怒哲学家和严酷的路德教派,因此他在书中插入了自己写的短序,声明这全部学说仅仅是一种计算工具,并不冒犯《圣经》或者自然的真理。哥白尼的朋