

Cambridge History of Science Series

J 剑桥 K 科学 S 史

丛书

中世纪的 物理科学思想

[美] 爱德华·格兰特 著 郝刘祥 译



Physical Science in the Middle Ages

复旦大学出版社 ●

320

04-055-
G37

中世纪 的 物理学思想

[美] 爱德华·格兰特 著 郝刘祥 译

PHYSICAL
SCIENCE
IN
THE
MIDDLE
AGES



A0948860

图书在版编目(CIP)数据

中世纪的物理科学思想/[美]格兰特著;郝刘祥译.
—上海:复旦大学出版社,2000.1
(剑桥科学史丛书)
ISBN 7-309-02329-3

I. 中… II. ①格…②郝… III. 物理学史-中世纪
IV. 04-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 31537 号

© John Wiley & Sons, Inc. 1971

© Cambridge University Press 1977

Physical Science in the Middle Ages

Edward Grant

本书经剑桥大学出版社授权出版中文版

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 200433

86-21-65102941(发行部) 86-21-65642892(编辑部)

fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

经销 新华书店上海发行所

印刷 江苏丹阳市教育印刷厂

开本 889×1194 1/32

印张 5.125

字数 132 千

版次 2000 年 1 月第一版 2001 年 1 月第二次印刷

印数 3 001—6 000

定价 13.50 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

第一章

公元 500 年—1000 年科学的状况

自公元前第 2 世纪和第 1 世纪希腊的哲学和科学开始渗入罗马版图起,迄至现在,其间有一个毋庸置疑的事实:公元 500 年—1000 年间,科学在西欧处于最低潮;直到 12 世纪及 13 世纪早期,古希腊和阿拉伯科学珍品的涌入带来了崭新的科学文献,西欧的科学才逐渐上升。这种糟糕的事态何以发生?为什么这种状态又会持续好几个世纪之久呢?

由于产生上述疑问的时代紧承罗马帝国的逐步解体与变迁,以及基督教作为国教的胜利确立,这两方面的事件几乎不可避免地要被当成审视科学衰微的广阔历史背景。早在戴克里先(Diocletian, 公元 285 年—公元 305 年)统治时期,几个世纪的政治动荡已经预示了罗马帝国的分裂。这种东西两半的划分在公元 395 年狄奥多西(Theodosius)死后已难以挽回。5 世纪西罗马遭到入侵的日耳曼部落的掠夺,到公元 500 年,大部分领土已落入这些部落手中。尽管随后有东罗马皇帝查士丁尼(Justinian)的努力,帝国终究还是一具僵尸。西欧则逐步形成了新型的社会和政府组织,以适应迥异于几个世纪之前的环境。随着强大中央政府的崩溃,以及作为公元初几个世纪内帝国标志的都市生活的逐渐消失,西半部智力生活遭受

到的厄运是不足为奇的。如果说适度的政治稳定、城市生活方式以及某些渠道的庇护对于科学探索是必不可少的,或者至少是有所帮助的话,那么,这些东西的缺乏便会使我们大致理解,在西欧历史中,科学的势头何以衰退并停滞如此长的时间。

基督教的胜利,是长期以来各种神秘的宗教和信仰明争暗斗的顶峰。这一竞争远始于希腊化时代,直到公元 392 年狄奥多西宣布基督教是唯一合法的信仰才宣告结束。随着社会各个阶层不堪承受愈来愈重的经济与政治压迫,各种神秘的信仰活跃起来,它们的教义借助畅通的帝国大道向四方散布。埃西斯^① (Isis)、密特拉^② (Mithra)、西贝莉^③ (Cybele)、索·英维克特 (Sol Invictus——不可征服的太阳)以及诺斯提 (Gnostics)、基督徒 (Christians) 等等,这些信仰不仅相互汲取教义和仪式,而且还共同信奉一些基本的信条:这个世界是有罪的,它必将灭亡;人有原罪,但只要他远离这个世界的具体事务并追求永恒的精神世界,就可望获得永恒的幸福。伴随着各种程度不等的苦行主义,许多宗教都确信有一个救赎主,他将以自己的死给他的忠实信徒带来永生。甚至当时的一些哲学流派,如新柏拉图主义、新毕达哥拉斯主义,还试图引导各自的信徒与上帝融合并得到拯救,尽管他们用上了更多的智力手段,却不见得比用巫术去达到终极目标高明多少。

确实,在基督纪元的头几个世纪,罗马帝国内已普遍接受了各种玄妙的超自然力。归在埃及神图斯 (Thoth)——希腊人称之为赫耳墨斯·脱莱吉斯吐斯 (Hermes Trismigistas) (十足伟大的赫耳墨斯)——名下的大量文献可以为此提供佐证。尽管赫耳墨斯主义采录了柏拉图主义、新毕达哥拉斯主义、斯多噶学派等各种哲学的内

① 埃及神话中司生育与繁殖的女神。——译者注。

② 古代波斯光明与真理之神。——译者注。

③ 古时小亚细亚人所尊敬的自然力神。——译者注。

容,并且利用了许多当时的科学理论与知识,它的文献却标志着对希腊科学和哲学的理性传统的反动,因为它试图通过巫术、直觉和玄想来把握宇宙。由于这些文献都归在大神赫耳墨斯名下,并且强调埃及智慧,许多读者不加甄别地视其为早于柏拉图甚至还早于摩西的远古之作。这些文献被作为古代智慧的原始资料库,因此发生了巨大的影响,甚至基督教神甫也以钦佩之情来阅读它们。拉克坦提乌斯(Lactantius, 活跃于公元 300 年)在阅读了原始希腊文献后,对赫耳墨斯表示了高度崇敬,并视其为基督教的一位非犹太先知。圣·奥古斯丁(St. Augustine)至少读过一部拉丁译本,一方面他摒弃了文献中对埃及诸神的塑像会借助神秘手段获得神采的描写,另一方面却完全承认赫耳墨斯是摩西之后希腊圣贤之前在埃及有着强大感召力的人物。尽管赫耳墨斯文献在中世纪已有少量拉丁译本,且对中世纪有过一定影响,但它们的作用在文艺复兴时期才完全表现出来,其时它们为研究与鉴赏自然和宗教提供了一个广泛认同的指南。

那么,这种广泛而强烈的对另一世界的追寻,会不会吸引那些原先想把自己的才干用于科学和数学的人们?这种蔑视物理世界,或是用巫术和神秘的手段来探讨这个世界的信念,会不会占据他们的心灵、耗费他们的心力?即便是如此,至少在基督教获胜之前,也是微乎其微的。事实上,古代世界中有些最伟大的科学著作就完成于罗马帝国的最初几个世纪里,其时的基督教还比较虚弱并缺乏影响力,只能在与众多对手的竞争中求生存。这些著作一般都是用希腊文写成的,其中少数将对中世纪科学的后期乃至文艺复兴时代产生深远的影响。

公元 1 世纪,亚历山大里亚的希罗(Hero of Alexandria)论述了气体力学、力学、光学和数学,尼科马科斯(Nicomachus)阐述过毕达哥拉斯算术,狄奥多西和墨涅拉俄斯(Menelaus)写了球面几何方面的著作(墨涅拉俄斯《球面几何学》对球面三角和三角几何的处理极

有价值)。这一发展在 2 世纪达到顶峰,托勒密的《天文学大成》^① (*Almagest*) 是 16 世纪哥白尼时代之前天文学史上最伟大的论著,他还在光学、地理学、立体投影方面写出了高度专业性的著作,甚至所有占星著作中最伟大的一部《四部书》(*Tetrabiblos*)——在拉丁世界称作为分四个部分的著作,也是他的作品。在医学和生物学方面,帕加蒙的盖伦(*Galen of Pergamum*)以其兼容理论和实践两个方面的大约一百五十部著作,奠定了 16、17 世纪之前医学理论和研究的基础。甚至在 3 世纪,数学方面也有重大进展。首先是丢番图(*Diophantus*) 在代数方面作出了重要贡献;其后帕普斯(*Pappus*) 在他的《数学文集》中显示了高度的创造力和鉴赏力,他还翻译了希腊古代的伟大数学著作。这些成就就是在 3 到 4 个世纪中慢慢取得的,这也是希腊科学发展和进步的典型方式: 就靠若干个中心的一小批研究人员。古希腊科学是一个脆弱的机体,但只要智力环境适宜,或者至少不是公开对抗,它就能保护自身并取得进展。

随着 4 世纪基督教的胜利,无论在帝国东部还是西部,像前几个世纪那样力图理解、提高和维持一个高水准的理论科学遗产的那么一小批素质娴熟的人也没有了。(由于东罗马仍使用希腊语,人们还可以用原来的语言阅读一些科学论著,因而在理解能力方面比西半部要高得多,但创造的火花已经熄灭。)至 500 年,基督教会攫取了绝大多数有才华的人来为它服务,包括传教、组织管理事务、教义探讨及纯粹的思辨活动,荣耀不再来自客观和科学地理解自然现象,而是来自实现教会的目标。

对异教学术和信仰的激烈攻击,是基督教长期斗争的典型标记,这给希腊哲学和科学罩上了猜忌的黑幕。在它达到胜利的顶峰

^① 这是公元 140 年前后的作品,译法不一,《辞海》中译为《大综合论》,阿拉伯文 *Almagest* 有至大的意思,此处采用《中国大百科全书》和《简明不列颠百科全书》中的译法——译者注。

时,基督教以恐惧不安的情态——若不是明显的敌视的话——俯视着它的失败敌手。但基督徒在这件事上并不是铁板一块,极端反动的代表是特图连(Tertullian, 约 160 年—约 240 年),他把哲学家视为左道邪说的供应商,对他来讲,雅典和耶路撒冷之间的任何关联都是不可思议的。或许更富于代表性的是像查士丁·马特尔(Justin Matyr, 约卒于 163 年—167 年)和亚历山大里亚的克雷芒(Clement of Alexandria, 约 150 年,卒于 215 年之前)一类的人物,他们把希腊学术和哲学当作神学的婢女,只把它们用于更好地理解基督教信仰,而不是为了它们自身的目标。正如哲学已为希腊人接受基督教及基督的完满性作好了准备一样,它也可以同样好地用来完成别的目的。基督徒的两难处境典型地体现在圣·奥古斯丁身上,在整个中世纪中他的影响是巨大的。公元 386 年,他强调了自古典希腊时代以来就包括几何、算术、天文和音乐四门学科在内的人文学科(liberal arts)的重要性,这些传统学科有利于导向更好的生活,对正确地理解宇宙也是不可或缺的。奥古斯丁甚至仔细考虑过一部人文学科百科全书的编排体系,其中包括上面提到的科学课目的章节。这个计划他只完成了一小部分,或许是因为在晚年他对异教及世俗学术的态度有着急剧的转变之故。在他临死之前的几年内,他痛苦地抱憾早年对人文学科的重视,并下结论说,理论科学和机械工艺对基督徒毫无用处。

尽管怀着对异教学术(科学和哲学是其中不可分割的部分)潜在危险的担忧与恐惧,环境已迫使他们作出艰难的妥协。事实上唯一可用的世俗学术都源于异教,无论是基础的还是高等的教育机构都充斥着异教的信仰、哲学、神话和文学方面的书籍,语法、修辞课本中的注释完全摘自异教文献。凡接受了正规世俗教育的基督徒不可避免地要吸收大量传统的非基督教精神食粮。教会不得不修改对待异教学术和科学的态度,以摆脱自己的不安。确实,为解释《创世纪》(Genesis)中的创造,基督徒必须为这个世界提供一种物理

解释手段,4世纪开始出现的大量六部韵文献(对六天创世的注释),可以证明这一点。到了5、6世纪,一些基督徒开始表现出对科学的兴趣。我们现在必然要问,他们可以利用哪些科学文献并能从中获取它们的知识和见解呢?

在古代晚期,另一个过程强化了社会势力对削弱科学兴趣的作用。这个过程明显可以上溯到希腊化时代(公元前320年—公元前30年),并以不衰之势贯穿基督纪元的头5、6个世纪。这个过程之后的情形是不言而喻的。我指的是工具书和百科全书的学术传统,它的目标是普及和传播希腊科学的理论和成果,而不是希腊科学的专业性内容或方法。

亚里士多德代表着古典希腊科学辉煌成就的顶峰。希腊化时代,科学在深度和广度上都得到了拓展,物理科学领域的欧几里德(Euclid)、阿基米德(Archimedes)、帕加的阿波隆尼^①(Appollonius of Perga)、喜帕恰斯^②(Hipparchus)与医学和生物科学领域的泰奥弗拉斯托斯(Theophrastus)、希罗菲卢斯(Herophilus)、埃拉西斯特拉图斯(Erasistratus)并驾齐驱。我们已经说过,这个水准上的工作一直持续到公元4世纪,但如同我们今天一样,当时必定有一大批受过教育的听众,他们对物理世界极感兴趣,但并不怎么爱好,也没有能力在最高水准上开展令人生畏的理论性研究。为满足这批人的要求,一大批科学普及者首先简化各门科学的专业性成果,然后编入工具书之中。毫不奇怪,这些文献中充满了互相矛盾的说法,读者只能根据自己的水平去判断。

希腊人中,奠定工具书传统的关键性人物有博学的居勒尼的埃拉托色尼(Eratosthenes of Cyrene,约公元前275年—公元前194年)和

① 又译阿波洛尼乌斯——译者注。

② 又译希帕克——译者注。

莫洛斯的克拉特斯 (Crates of Mallos), 特别是波塞东尼奥^① (Posidonius, 约公元前 135 年—公元前 51 年)。埃拉托色尼为这个传统添进了大量的地理知识; 波塞东尼奥的大量著作没有保存下来, 但他对气象学、地理学、天文学及其他科学的见解被收入在后期工具书之中, 并成为这个传统中永久的一部分。按照波塞东尼奥方法继续工作的其他希腊人, 有革米努斯 (Geminus, 约公元前 70 年)、克莱奥麦德 (Cleomedes, 公元 1、2 世纪)、司米那的塞翁 (Theon of Smyrna)。克莱奥麦德写了一本天文学和宇宙学著作《论天体的圆周运动》; 塞翁写了《理解柏拉图所需的数学知识手册》, 这部著作像柏拉图的《蒂迈欧篇》(Timaeus) 一样, 以整个宇宙为讨论对象, 并吸收了希腊化时代的天文学、宇宙学以及毕达哥拉斯算术和数学知识。从希腊化时代到中世纪早期, 对柏拉图《蒂迈欧篇》的注释构成了这个传统的重要部分。既然《蒂迈欧篇》是一部不仅讨论宇宙, 而且讨论人的物理结构和功能的科学论著, 它自然成为包括物理学和生物学内容在内的百科全书式著作的绝妙载体。

公元前第 2 和第 1 世纪, 作为征服希腊的结果, 罗马绅士开始接触希腊文化, 希腊的工具书传统被牢固地确立下来, 它的文献被巧妙地改编以迎合罗马文化的口味。尽管罗马人对希腊的智力成就抱有敬畏之情, 他们对理论和抽象科学却没有兴趣。因此, 当时尚要求有教养的罗马人对希腊的科学成果点头称道时, 工具书方法很自然地就流传开来了。无疑, 一些懂希腊文的罗马人可以直接参照希腊的百科全书, 但绝大多数人只能从拉丁译本中吸取他们的知识。不久, 罗马人开始编纂自己的科学工具书。毫不奇怪, 这些书肯定比希腊同行的书逊色得多。

拉丁百科全书传统实际上发端于公元前 1 世纪的马库斯·特伦图斯·瓦罗 (Marcus Terrentius Varro, 公元前 116 年—公元前 27 年), 它

^① 又译波昔东尼——译者注。

的最突出的两个早期代表人物是塞涅卡(Seneca, 卒于 68 年)和老普林尼(Pliny the Elder, 公元 23/24 年—79 年)。塞涅卡的《自然问题》仿照亚里士多德的《气象学》,着重关注地理和气象现象(例如,雨虹、晕圈、流星、雷鸣、闪电),他大量利用了亚里士多德、波塞东尼奥,泰奥弗拉斯托斯(或许是他的最大权威)以及其他希腊作家的资料。因为塞涅卡频繁地从自然现象中引申出道德寓意,他的著作大受基督徒的欢迎。还有一个极端重要的事实是,它带给中世纪一个地球尺度的估计;按此估值,地球小得足以激励像哥伦布一类人认为海洋窄得足以轻易地穿渡。在这本书的一个注释中,塞涅卡预言,持续的研究将揭示自然奥秘,这是对科学和知识进步的一个极为乐观的见解。

普林尼的 37 卷《自然史》是一本详细备至的剪刀加浆糊式的文集,按他自己的估计,他翻阅了 100 位作家的 2000 卷著作。第一卷中,普林尼列出了该书主题的详细纲要和一个为随后 36 卷服务的完备的典籍目录。因此,他确实是在赞誉而不是抄袭他的前辈。在提到的 473 位作家中,约有 100 位是原作者,余下作家中有些是间接得知的,有些只是因用到他们的一鳞半爪资料而被提到。第 2 卷讨论的是宇宙志;第 3 卷至第 6 卷为区域地理;第 7 卷讨论人类的繁衍、生命和死亡;第 8 卷至第 32 卷为动物学、植物学,包括传说中的动物以及动植物的药用价值;第 33 卷到第 37 卷为矿物学。

作为一个不知疲倦的编纂者,普林尼强调自然现象中的奇异行为。尽管混乱、误解和前后矛盾比比皆是,最差劲的部分还是他对希腊理论科学所作的贸然解释。这方面普林尼几乎不懂。

纵然普林尼的著作是混乱的并且经常前后矛盾,但至少它还是艰苦努力的结晶;他诚恳地敬重那些为自己永不满足的磨坊提供谷物的古代作家。除了几个显著的例外,他的后继者很少有他的出色本领;在他们的编纂中,剽窃和难懂已成典型特征。索利诺(Solinus, 生活于 3、4 世纪)所编的《显著事实汇集》(*Collection of Remark-*

able facts) 中,最显著的事实是他大量抄袭普林尼,而索利诺的著作又被后继者完整地抄袭,以致今天的学者常常无法确定后继者的见解是出自普林尼还是索利诺。百科全书作家视可资利用的工具书为公共场所一间资料贮藏室,为自己的目的他们可以任意摆弄或盗窃其中的物件,而最终的产品却被炫耀为直接源自原始资料的富于学识的文献。像柏拉图、亚里士多德、阿基米德、欧几里德、泰奥弗拉斯托斯这些伟人的科学著作和识见在百科全书中一遍又一遍地被利用,似乎编纂者直接熟悉这些著作。然而,在几乎所有的场合,他们对这些伟大的科学作家并无直接的了解,而仅仅是重复——更可能是歪曲——早期编纂者对他们的前辈所做的重复和歪曲。这一点明显得令人痛心。

自 4 世纪到 8 世纪,百科全书作家写出了一系列拉丁文著作,这些著作对整个中世纪(特别是 1200 年之前)产生了巨大的影响。这群作家中,最重要的有查尔西图斯(*Chalcidius*)、麦克罗毕乌斯(*Macrobius*)、马提努斯·卡佩拉(*Martianus Capella*)、波伊提乌(*Boethius*)、卡西奥多鲁斯(*Cassiodorus*)、塞维利亚的伊西多尔(*Isidore of Seville*)和可敬的比得(*Venerable Bede*)。查尔西图斯(大约活跃于 4 世纪)将柏拉图《蒂迈欧篇》的大部分译成了拉丁文,并加了一个注释,注释中的天文学部分抄自塞翁的《手册》。麦克罗毕乌斯(活跃于公元 400 年)是一位新柏拉图主义者,他将百科全书式学问包入对西塞罗《西比欧之梦》的注释中,《西比欧之梦》实际上就是西塞罗《共和论》的第六册。卡佩拉(活跃于 410 年—439 年)的《语言学与信使的联姻》是古典学术和智慧的暗淡反光,这本书大受欢迎,它对七艺作了一个浮华的说明。波伊提乌(约 480 年—524 年)是最好的拉丁百科全书作家之一,拥有良好的希腊知识,他写了《四艺》(*quadrivium*,是他为七艺中四门数学学科所起的专名),但只有音乐和毕达哥拉斯算术两部分的论著保存了下来,其中算术部分是尼科马科斯(*Nicomachus*)《算术导论》的意译。此外,他还翻译了

亚里士多德的部分逻辑学论著,或许还译了欧几里德《原理》(*Element*)以及阿基米德的未能流传下来的非专业性著作。他对自己所译的某些哲学文献的注释,以及他的著作《哲学的慰藉》,都产生过很大的影响。《哲学的慰藉》这部名著是一位死囚犯的狱中之作^①。卡西奥多鲁斯(约 488 年—575 年)的《圣俗知识导读》包括了论述七艺的章节,在引证权威时他相当谨慎。塞维利亚的伊西多尔(约 560 年—636 年)除了《论事物的本性》这部论著外,还编纂了一部大型百科全书《词源学》(二十卷),前三卷着重讨论七艺,余则专论医学和动物学。可敬的比得(约 673 年—735 年)是最富知识的拉丁百科全书作家之一,除了一部传统的百科全书《论事物的本性》外,他还写了两部论著《论时间的分割》和《论时间的计量》,这两本著作关心历书推算,并考虑了诸如年代学、天文学、历法计算、复活节表和潮汐这样一些问题。尽管他大量借用了他的前辈,特别是伊西多尔,比得却能把这些巧妙地纳入自己那贫乏的家产。例如,他杜撰了“港口的设置”这个概念,并观察到在沿海岸线一个特定位置,潮汐在大致同一时刻重现,尽管潮汐来临的时间各地不同。

这些著作加在一起,实际上包容了早期中世纪的全部科学知识。在希腊和阿拉伯科学传来之前,后继作家所遇到的正是这么一大堆零乱混杂、自相矛盾的东西,其上任何新东西都不能生长。作为这种混乱的一个例证,让我们考虑一个天文学问题,这个问题涉及太阳、水星、金星的运动和行星的固定次序。到公元前 4 世纪,已经观测到,水星和金星作为晨星或晚星而出现,离太阳的角距离不大于 27° 和 49° 左右,而火星、木星、土星在各种角距离都可以观测到。为解释这些天文学事实,旁托斯的赫拉克利德 (*Heraclides of*

^① 波伊提乌在 520 年后,以通敌罪名被判死刑,524 年被处死。他在狱中写的《哲学的慰藉》,基本上以柏拉图思想为立论根据,他认为确实存在着最高的善,它严格而亲切地控制着全宇宙。——译者注。

Pontus, 约公元前 388 年—约公元前 310 年) 争辩说, 火星、木星、土星直接以地球作为它们转动的自然中心, 而水星和金星则不然, 它们是较低级的行星, 直接绕太阳, 因而也绕地球转动(见图 1 和 2)。

在 17 世纪, 当第谷·布拉厄(Tycho Brahe) 推广这个理论并假设所有的行星都绕太阳做圆周运动, 而太阳又绕地球每年转动一周时, 它又被拿来作为哥白尼日心体系的有力对手。显然, 赫拉克利德的理论在天文学史上有着潜在的重要性, 因为它与亚里士多德宇宙学存在重大分歧。在亚里士多德宇宙学中, 所有行星运动都以地球作为它们的自然中心。确实, 赫拉克利德的理论还否定了行星相对于地球有唯一固定的次序, 因为有时次序是: 太阳—水星—金星(图 1), 有时则是: 金星—水星—太阳(图 2)。

赫拉克利德体系的知识已根据四位拉丁作家而得到重建。他们中的三位是百科全书作家, 查尔西图斯(唯他提到赫拉克利德的名字)、卡佩拉, 或许还有麦克罗毕乌斯。尽管他们明显地接受赫拉克利德体系, 却又都讨论行星的固定次序, 这等于预先肯定了太阳、水星、金星有一个不可变更的次序。麦克罗毕乌斯更偏爱柏拉图的安排(地球, 月亮, 太阳, 金星, 水星, 等等), 而不是西塞罗的安排(地球, 月亮, 水星, 金星, 太阳, 等等), 全然忘却了两者都与水星和金星绕太阳运动不相容。类似地, 卡佩拉在一篇完全采用赫拉克利德体系的文章中(为此他受到了哥白尼的称颂), 也提出了两个

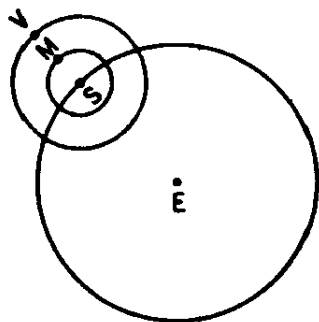


图 1

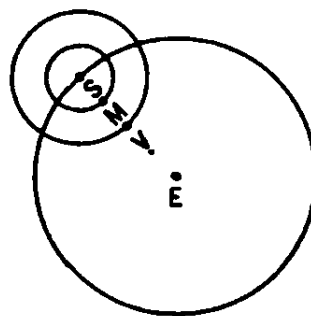


图 2

传统对立的行星固定次序。这类自相矛盾可能与日俱增,它明白无误地表明了百科全书作家在不断重复他们很少理解的资料时发生混淆的频繁程度。

四艺或四门数学科目

纵然理解水平低下,但是早期中世纪科学的内容到底是些什么?如果有什么可以作为科学知识的核心,它应当在七艺中的四艺内找到。确实,由四门数学学科(算术、几何、天文学、音乐)构成的四艺由拉丁百科全书作家给出了最终的浓缩形式。对四艺的各种说明中,最流行的也最有代表性的是塞维利亚的伊西多尔编纂的长卷《词源学》(*Etymologies*)。正如标题所暗示的,伊西多尔经常关心关键术语的词源学衍变,他相信凭术语起源的知识就能表达对事物的本质和结构的深刻认识。

由于注意到算术对正确理解圣经奥秘的重要性,伊西多尔考虑把数分成奇数和偶数两类,每一类又可再作各种细致的划分。他大量利用了卡西奥多鲁斯的著作,而卡西奥多鲁斯又摘自尼科马科斯的《算术导论》一书的冗长的波伊提乌译本。伊西多尔阐明了毕达哥拉斯学派关于数的各种定义,包括盈数、亏数、完美的数(一个数的各因子之和大于、小于或等于数自身)以及离散的数、连续的数、线数、面数、圆数、球数、立体数。若再加上由尼科马科斯区分的五类比例,实际上就是伊西多尔算术的全部内容。除了这一大堆毫无用处的定义,读者得不到一丝益处。只要与欧几里德《原理》(卷7一卷9)比较一下,就知道算术跌进了怎样的深渊。

伊西多尔对几何比对算术叙述得还少。一开始他就将几何奇怪地分成平面图形、数值大小、比例尺度、立体图形四部分,随之以对点、线、圆、立方体、圆锥、球、四边形以及少量相关形体的定义作了归纳。他把正方体定义为“一个由长、宽、厚限定的正则的立体

图形”，这个定义适合任何立体（欧几里德定义为“由六个相等正方形包围的立体图形”）；他把四边形定义为“由四条直线组成的平面上的一个正方形”，这等于说所有的四边形都是正方形！^①

四艺中最长的部分是天文学（音乐，像几何学一样，由一系列简短的定义组成）。伊西多尔用描述性而非专业性的表达方式，考虑了天文学和占星学的区别，以及宇宙、日、月、行星、恒星、彗星的一般结构。在伊西多尔的这部分讨论中，我们可以找到如下一些论点：由火组成的太阳大于地球和月亮；地球比月亮大；太阳除日运动外，还有一种自身的运动，并日落于不同的位置；月亮接受太阳的光线，当地球的阴影置于日月之间时便发生月蚀；行星有它自身的运动；恒星在天空中固定不动，它们被天球带着转动，尽管恒星分布在离地球不同的距离上，这是对观察到的恒星不同亮度的推论。伊西多尔相信，一些更遥远更小的恒星实际上比我们观察到的亮星大。它们的表观的小仅仅只是距离远的缘故。伊西多尔大概不会想到，需要有一个无穷厚而透明的球体来安置分布于不同距离上的大小不同的恒星。伊西多尔的天文学，尽管大部分只是些基本的和简略的细节，却是他论述四艺最出色的部分。

毕竟，伊西多尔以及他的百科全书学派同行力图保护和理解古代科学的零散遗物，为此我们应该感谢他们。但无须否认，科学的黑暗时代已经笼罩着西欧。

^① 此处对 Ernest Brehaut 译的《黑暗时代的百科全书》(An Encyclopedist of Dark Ages)的译文作了适当改动。——原作者注。

第二章

黎明的曙光和翻译时代：

公元 1000 年—1200 年

如果不深入到希腊科学的坚实核心，西方世界就不会超出拉丁百科全书作家的水平。8、9 世纪正当阿拉伯人着手将大批希腊科学论著译成阿拉伯文并给这批遗产添砖加瓦的时候，而且当使用希腊语的拜占廷帝国仍在阅读和研究希腊科学的时候，摆在西方面前的只有粗糙的百科全书式科学。到公元 500 年，希腊的知识已变得极为稀少，专业的科学知识更是微乎其微。除了一些零星的翻译——这些翻译往往还未流传就被毁了——并没有给当时的主流百科全书传统添加新东西。在西欧强烈感到要从邻域文明和文化中汲取新的知识之前，首先他们必须被唤醒，从而激发出对科学和自然的新兴趣。正如科学史上经常发生的，完成这种重大使命，个人往往起着关键的作用。

在 10 世纪晚期，奥里亚克的热尔贝 (Gerbert of Aurillac, 约 946 年—1003 年)，后来成为教皇西尔维斯特二世 (Sylvester II) 的一个法国人，利用同西班牙北部教会接触的机会获取了少量阿拉伯文献的拉丁译本，从中他学会了使用算盘和星盘，并写了一篇珠算论文，或许他还论述了星盘。他的著作牢固地落入拉丁传统之中。热

尔贝并不是一个原创性的思想家,他后来的影响主要来自他作为一个科学教师的能力。972年—989年,他在瑞姆斯教会学校教授七艺,强调极其基础的数学和天文学。教学中他大量借助于视觉形象。热尔贝在一个智力剥夺的时代获得了伟大教师的殊荣是应该的。他不仅解释了如何建造一个球体来代表天空,实际上还建造了一个星球的运动模型,用固定在球面上的线来描绘恒星位形的轮廓。他的学生被他的天才和献身精神所震撼,以极大的热情继承拓展了他的教学工作,他们强调科学是人文学科中一个不可分割的部分。教会学校在11、12世纪崛起,并取代寺院学校而成为学术中心。这些教会学校大都是由他的学生创建的,或者是因他们而发展起来的,他们中最杰出的有拉昂的阿德伯龙(Adalberon of Laon)、奥塞尔的约翰(John of Auxerre),尤其是沙特尔的富尔贝尔(Fulbert of Chartres)。由他的学生创建或因他们而成熟的教会学校有科隆(Cologne)、乌得勒支(Utrecht)、桑斯(Sens)、康布雷(Cambrai)、沙特尔(Chartres)、拉昂(Laon)、奥塞尔(Auxerre)和鲁昂(Rouen)。直到12世纪晚期大学出现之前,这些学校^①一直是西方最重要的学术中心。

这种学校环境培育了对世俗问题和科学问题的智力兴趣。1025年前后,科隆学校的拉吉姆伯德(Ragimbold)和列日(Liège)学校的鲁道夫(Radolf)进行了一次极不平常的学术交流,他们相互交换过八封讨论数学问题的信件,这足以证明当时对世俗和科学兴趣的鼓励。由鲁道夫发起的一系列数学问题被提了出来,答案不仅在两个通信者之间传递,而且还交给了评委们(他们是这场科学竞赛的仲裁者)。由于对希腊和阿拉伯数学的无知,他们的几何学知识可怜得很,唯依赖于罗马的综合工具书中的,或归在波伊提乌名下的粗糙的几何论文中的,以及真正的波伊提乌的文章中的少数几何学

^① 这些学校分布于今日西欧法国、荷兰、比利时和德国境内,其中拉昂、奥塞尔、沙特尔、桑斯、康布雷和鲁昂在法国,科隆在德国,乌特勒支在荷兰境内。——译者注。

珍品。对几何证明,他们闻所未闻。另外,我们也发现他们对三角形内角、外角的讨论混乱不堪。鲁道夫曾请拉吉姆伯德计算两倍于给定正方形面积的正方形的边长,这是鲁道夫从波伊提乌对亚里士多德《范畴篇》注释中抽出的一个问题。尽管两人都知道大正方形的边是小正方形的对角线(见图3),我们的竞赛者并没有意识到两个正方形边长之比不可能是像 $17/12$ (拉吉姆伯德之比)或 $7/5$ (鲁道夫之比)这样的整数之比,因为两个边是不可公度的,因此只能是一个无理数,这里是 $\sqrt{2}/1$ 。比起低水平理解,用这种方式发起数学竞赛本身更为重要,它标志着对科学问题的兴趣在增长,一百年前这几乎不可能发生。

日益增长的智力追求引起了对古代作品的巨大兴趣。

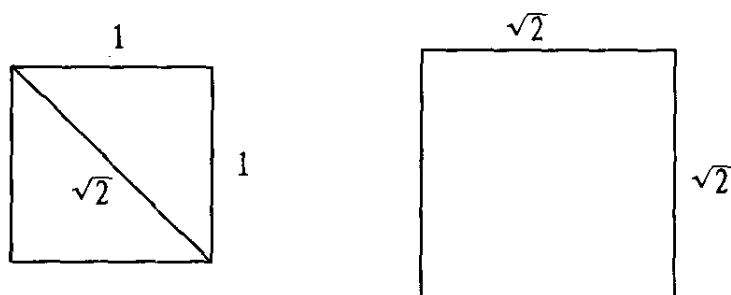


图3

这里仅举一例,柏拉图的《蒂迈欧篇》被深入细致地钻研并被沙特尔的新柏拉图主义者用来解释宇宙的结构。当他们发现古代作品使他们受益无穷时,对古代智慧的尊敬近于崇拜的程度。如果说他们有可能拓宽自己的知识视野,这只是由于他们有幸站在古代博学巨匠的双肩之上,沙特尔的贝尔纳(Bernard of Chartres)的这个说法在后世常被引用,甚至发现在艾萨克·牛顿的一封信中。但这些古代伟人的著作要么找不到,要么也只是些残篇断简。11世纪和12世纪早期,当对学术、特别是科学和哲学的兴趣增强时,贫乏的传统学术已成了破旧的玩具。希腊或阿拉伯文献,西方仅知道标题甚或一无所知。这更加强了一种匮乏感。西方世界的学者不愿再忍受

智力停滞状态,他们开始采取直接的行动去获取往日的科学遗产。随后的大量翻译,在西方科学史或一般智力活动史上,形成了一个真正的转折点。

10世纪中叶,西班牙北部比利牛斯山脚下圣·玛丽亚·德黎波(Santa Maria de Ripoll)修道院已开始将阿拉伯文献译成拉丁文。这些翻译着重于几何学和天文学仪器方面,热尔贝或许直接知道这件事。11世纪,赖谢瑙^①的赫尔曼(Hermann of Reichenau)已了解阿拉伯星盘。非洲人康士坦丁(Constantine the African)这位与意大利南部萨莱诺医学中心相联系的模糊且略带阴影的人物^②将希腊和阿拉伯作家的医学论文从阿拉伯文译成了拉丁文。但革新西方科学思想并决定其后几个世纪科学命运的翻译活动发生在12世纪。1125年—1200年之间,一个真正的翻译浪潮将希腊和阿拉伯科学的重要部分译成了拉丁文,13世纪译得更多。自9世纪及10世纪早期大量希腊科学被译成阿拉伯文以来,科学史上没有任何事件可与之媲美。

翻译的伟大时代紧接11世纪穆斯林在西班牙的溃退以及他们在西西里的彻底失败。随着基督徒1085年攻陷托莱多和1091年占领西西里,一个充满活力的基督教欧洲开始成为阿拉伯学术的伟大中心。阿拉伯文书籍随手可得,智力饥渴的欧洲人热切地把它们译成西欧学术的通用语言——拉丁文。翻译者来自欧洲的各个地方,他们与土生土长的西班牙人携手并进,把阿拉伯文的专业性科学和哲学论著译成对这些内容几乎一无所知的语言。杰出翻译家的鼎鼎大名展示了这项伟业的国际性,他们有:蒂沃利的柏拉托

① 位于德国——译者注。

② 关于他的生平与著作,并不十分清楚。活跃于1065年—1085年之间。他的著作中原作与译作没有一条分明的界线,一切为了实际的或教学的需要。其最有声望的著作 *pan-techne* 无疑译自阿拉伯作家 Haly Abbas 的 *kitāb al-māliki*, 却未署上原作者的名字,为此一再受到后世作家的指责。故作者用了阴影人物(Shadowy figure)一语。——译者注。