

第3章 近代科学技术的兴起

近代自然科学产生于欧洲,有其深刻的社会历史背景。15 世纪下半叶,欧洲封建社会内部形成和发展起来的资本主义生产方式,为科学技术的进步奠定了基础。以哥白尼的《天体运行论》和维萨留斯的《人体的构造》的发表为标志,近代科学革命伴随着文艺复兴运动的反封建思想、文学艺术和哲学的发展,终于冲破宗教神学的桎梏发生了。哥白尼“日心说”的提出,牛顿对经典力学的综合,科学领域发生了由古代科学向近代科学过渡的第一次科学革命,形成了以经典力学为中心的科学体系。同时,这一时期的实验技术和生产技术都有长足的发展。18 世纪中叶开始的第一次技术革命,极大地推动了社会经济的发展,对人类社会产生了深远的影响。

3.1 近代科学技术的产生与第一次技术革命

16—17 世纪,一系列重大的科学发现构成了近代自然科学革命,牛顿力学体系的建立为近代科学奠定了基础。从此,科学摆脱了神学的束缚向前发展,新的学科相继诞生。

3.1.1 哥白尼和维萨留斯的观念革命

近代科学革命是以哥白尼和维萨留斯在天文学领域和生命领域所发动的观念革命为开端的。

1. 哥白尼和“日心说”

哥白尼的“日心说”发表之前,“地心说”在中世纪的欧洲一直居于统治地位。自古以来,人类就对宇宙的结构不断地进行着思考。早在古希腊时代,就有哲学家提出了地球在运动的主张,只是当时缺乏依据,因此没有得到人们的认可。在古代欧洲,亚里士多德和托勒密主张“地心说”,认为地球是静止不动的,其他的星体都围着地球这一宇宙中心旋转。这个学说的提出,与基督教《圣经》中关于天堂、人间、地狱的说法刚好互相吻合,处于统治地位的教廷便竭力支持地心学说,把“地心说”和上帝创造世界融为一体,用来愚弄人们,维护自己的统治。因而,“地心学”说被教会奉为和《圣经》一样的经典,长期居于统治地位。

古希腊的大天文学家托勒密,在公元 2 世纪时,总结了前人在 400 年间观测的成果,写成《天文学大成》(即《至大论》)一书,提出“地球是宇宙中心”的学说。这个学说一直为人们所接受,流传了 1400 多年。托勒密认为,地球静止不动地坐镇宇宙的中心,所有的天体,包括太阳在内,都围绕地球运转。但是,人们在观测中,发现天体的运行有一种忽前忽后、时快时慢的现象。为了解释忽前忽后的现象,托勒密说,环绕地球作均衡运动的,并不是天体本身,而是天体运动的圆轮中心。他把环绕地球的圆轮叫做“均轮”,较小的圆轮叫

做“本轮”。为了解释时快时慢的现象,他又在主要的“本轮”之外,增加一些辅助的“本轮”,还采用了“虚轮”的说法,这样就可以使“本轮”中心的不均衡运动,从“虚轮”的中心看来仿佛是“均衡”的。托勒密就这样对古代的观测资料作出了牵强附会的解释。

但是在以后的许多世纪里,大量的观测资料累积起来了,只用托勒密的“本轮”不足以解释天体的运行。这就需要增添数量越来越多的“本轮”。后代的学者致力于这种“修补”工作,使托勒密的体系变得越来越复杂。每个行星需要不止一个“本轮”、总数达 80 个以上的“轮上轮”,并且还要引入“偏心点”和“偏心等距点”等复杂概念。这就使它缺少简洁性,而简洁性正是科学家们所追求的。因此对天文学的研究,也就一直停留在这个水平上。“地球是宇宙的中心”的说法,正好是“神学家的天空”的基础。中世纪的神学家吹捧托勒密的结论,却隐瞒了托勒密的方法论:托勒密建立了天才的数学理论,企图凭人类的智慧,用观测、演算和推理的方法,去发现天体运行的原因和规律,这正是托勒密学说中富有生命力的部分。因此,尽管托勒密的“地球中心学说”和神学家的宇宙观不谋而合,但是两者是有本质区别的:一个是科学上的错误结论;一个是愚弄人类、妄图使封建统治万古不变的弥天大谎。随着事物的不断发展,天文观测的精确度渐渐提高,人们逐渐发现了地心学说的破绽。到文艺复兴运动时期,人们发现托勒密所提出的“均轮”和“本轮”的数目竟多达 80 个左右,这显然是不合理、不科学的。人们期待着能有一种科学的天体系统取代地心说。在这种历史背景下,哥白尼的“日心说”应运而生了。

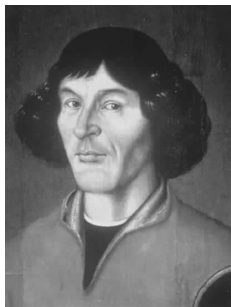


图 3-1 哥白尼

哥白尼于 1473 年 2 月 19 日出生于波兰的托伦市,是现代天文学的创立者(图 3-1)。他 10 岁的时候,父亲去世。幸运的是,他的舅父卢卡斯·瓦赞尔罗德收养了他,使他有机会继续受到良好的教育。

哥白尼曾十分勤奋地钻研过托勒密的著作。他看出了托勒密的错误结论和科学方法之间的矛盾。哥白尼正是发现了托勒密错误的根源,才找到了真理。

哥白尼认识到,天文学的发展道路,不应该继续“修补”托勒密的旧学说,而是要发现宇宙结构的新学说。他打过一个比方:那些站在托勒密立场上的学者,从事个别的、孤立的观测,拼凑些大小重叠的“本轮”来解释宇宙的现象,就好像有人东找西寻地捡来四肢和头颅,把它们描绘下来,结果并不像人,却像个怪物。哥白尼早在克拉科夫大学读书时,就开始考虑地球运转的问题。他在后来写成《天体运行》的序言里说过:前人有权虚构“圆轮”来解释星空的现象,他也有权尝试发现一种比“圆轮”更为妥当的方法,来解释天体的运行。

哥白尼观测天体的目的和过去的学者相反。他不是强迫宇宙现象服从“地球中心”学说。哥白尼有一句名言:“现象引导天文学家。”他正是要让宇宙现象来解答他所提出的问题,要让观测到的现象证实一个新创立的学说——“太阳中心”学说。他这种目标明确的观测,终于促成了天文学的彻底变革。

哥白尼的观测工作在克拉科夫大学时就有了良好的开端。他曾利用著名的占星家玛

尔卿·布利查(约1433—1493)赠送给学校的“捕星器”和“三弧仪”观测过月食,研究过浩瀚无边的星空。

哥白尼在克拉科夫大学学习三年就停了学,而到意大利去学习“教会法”了。这是他卢卡斯·瓦赞尔罗德的主意。因为当时盘踞在波兰以北的十字骑士团经常侵犯边境,为非作歹,而和他们作斗争,就必须有人精通“教会法”。哥白尼认为抗击十字骑士团是义不容辞的责任。他说:“没有任何义务比得上对祖国的义务那么庄严,为了祖国而献出生命也在所不惜。”所以他同意了卢卡斯·瓦赞尔罗德的建议。为了取得出国的路费和长期留学的生活费用,他再次接受他舅父的安排,决定一辈子担任教会的职务。1496年秋天,哥白尼披上僧袍,动身到意大利去了。

他在意大利北部的波伦亚大学学习“教会法”,同时努力钻研天文学。在这里,他结识了当时知名的天文学家多米尼克·玛利亚,同他一起研究月球理论。他开始用实际观测来揭露托勒密学说和客观现象之间的矛盾。他发现托勒密对月球运行的解释,正像雷吉蒙腾所指出的那样,一定会得出一个荒谬的结论:月亮的体积时而膨胀、时而收缩,满月是膨胀的结果,新月是收缩的结果。1497年3月9日,哥白尼和玛利亚一起进行了一次著名的观测。那天晚上,夜色清朗,繁星闪烁,一弯新月浮游太空。他们站在圣约瑟夫教堂的塔楼上,观测“金牛座”的亮星“毕宿五”,看它怎样被逐渐移近的娥眉月所淹没。当“毕宿五”和月亮相接而还有一些缝隙的时候,“毕宿五”很快就隐没起来了。他们精确地测定了“毕宿五”隐没的时间,计算出确凿不移的数据,证明那一些缝隙都是月亮亏食的部分,“毕宿五”是被月亮本身的阴影所淹没的,月球的体积并没有缩小。就这样,哥白尼把托勒密的“地心说”打开了一个缺口。

1500年,哥白尼由于经济困难,到罗马去担任数学教师。第二年夏天,哥白尼回国,后因取得教会的资助,秋天又到意大利的帕都亚学医。1503年,哥白尼在法腊罗大学取得教会法博士的学位。

这时,哥白尼还努力研读古代的典籍,目的是为“太阳中心学说”寻求参考资料。他几乎读遍了能够弄到手的各种文献。后来他写道:“我愈是在自己的工作中寻求帮助,就愈是把时间花在那些创立这门学科的人身上。我愿意把我的发现和他们的发现结成一个整体。”他在钻研古代典籍的时候,曾抄下这样一些大胆的见解:

“天空、太阳、月亮、星星以及天上所有的东西都站着不动,除了地球以外,宇宙间没有什么东西在动。地球以巨大的速度绕轴旋转,这就引起一种感觉,仿佛地球静止不动,而天空却在转动。”

“大部分学者都认为地球静止不动,但是费罗窝斯和毕达哥拉斯却叫它围绕一堆火旋转。”

“在行星的中心站着巨大而威严的太阳,它不但是时间的主宰,不但是地球的主宰,而且是群星和天空的主宰。”

这些古代学者的卓越见解,在当时被认为是“离经叛道”的,但是对哥白尼来说,却好比是夜航中的灯塔,照亮了他前进的方向。

1543 年,哥白尼完成并出版了《天体运行论》,他认为天体运动必须满足以下 7 点:

- ①不存在一个所有天体轨道或天体的共同的中心;②地球只是引力中心和月球轨道的中心,并不是宇宙的中心;③所有天体都绕太阳运转,宇宙的中心在太阳附近;④地球到太阳的距离同天穹高度之比是微不足道的;⑤在天空中看到的任何运动,都是地球运动引起的;⑥在空中看到的太阳运动的一切现象,都不是它本身运动产生的,而是地球运动引起的,地球同时进行着几种运动;⑦人们看到的行星向前和向后运动,是由于地球运动引起的(图 3-2)。地球的运动足以解释人们在空中见到的各种现象了。



图 3-2 哥白尼的宇宙体系示意图

此外,哥白尼还描述了太阳、月球、三颗外行星(土星、木星和火星)和两颗内行星(金星、水星)的视运动。书中,哥白尼批判了托勒密的理论,科学地阐明了天体运行的现象,推翻了长期以来居于统治地位的“地心说”,并从根本上否定了基督教关于上帝创造一切的谬论,从而实现了天文学中的根本变革。他正确地论述了地球绕其轴心运转、月亮绕地球运转、地球和其他所有行星都绕太阳运转的事实。但是他也和前人一样,严重低估了太阳系的规模。他认为星体运行的轨道是一系列的同心圆,这当然是错误的。他的学说里的数学运算很复杂,也很不准确。但是他的书立即引起了极大的关注,驱使一些其他天文学家对行星运动作更为准确的观察,其中最著名的是丹麦伟大的天文学家泰寿·勃莱荷,开普勒就是根据泰寿积累的观察资料,最终推导出了星体运行的正确规律。这是一个前所未闻的开创新纪元的学说,对于千百年来学界奉为定论的托勒密地球中心说无疑是当头一棒。

哥白尼的“日心说”沉重地打击了教会的宇宙观,这是唯物主义和唯心主义斗争的伟大胜利,使天文学从宗教神学的束缚下解放出来,自然科学从此获得了新生。这在近代科学的发展上具有划时代的意义。

哥白尼是欧洲文艺复兴时期的一位巨人。他用毕生的精力去研究天文学,为后世留下了宝贵的遗产。由于时代的局限,哥白尼只是把宇宙的中心从地球移到了太阳,并没有放弃宇宙中心论和宇宙有限论。在德国的开普勒总结出行星运动三定律、英国的牛顿发现万有引力定律以后,哥白尼的太阳中心说才更加稳固。从后来的研究结果证明,宇宙空间是无限的,它没有边界,没有形状,因而也就没有中心。

恩格斯在《自然辩证法》中对哥白尼的《天球运行论》给予了高度的评价。他说:“自然科学借以宣布其独立并且好像是重演路德焚烧教谕的革命行动,便是哥白尼那本不朽著作的出版,他用这本书(虽然是胆怯地,而且可以说是只在临终时)向自然事物方面的教会权威挑战,从此自然科学便开始从神学中解放出来。”

2. 维萨留斯和人体结构

直到 16 世纪初期,欧洲人关于人体的知识,主要来源于古罗马医学家盖仑的著作。

盖仑的解剖学和生理学著作既冗长又详尽。他的著作由于考察了脊髓、呼吸机制和心血管系统而具有特殊的重要性。但他的结论只是在很小程度上依赖于人体解剖。他主要依靠那些容易得到的动物,如羊、牛、猪、狗,尤其是北非猿。所以,他犯下一些明显的错误就不足为奇了。如五叶肝(依赖于狗的解剖)和神奇网(人体中并不存在的一种复杂血管网)被作为人体解剖的一部分来描述。直到16世纪以前,诸如此类的错误仍然是解剖学教学的部分内容。

盖仑对心血管系统的描述具有特殊的意义。文艺复兴时期,人们在他的原著中发现了各种基本错误,这导致了一种全新的血液流动概念的产生。在盖仑看来,血液形成于肝脏,并由此通过静脉流向身体的所有部位。这种具有丰富自然精气的静脉血具有滋养人体组织的功能,同时带走废物。最后,静脉血在自然精气耗尽之后流到右心室。在清除了积聚起来的杂质之后,大部分静脉血首先被送往肺部,然后再送往肝脏。但是,盖仑假定,在右心室和左心室之间存在着微孔,极少量的静脉血通过这些微孔流向左腔。这部分静脉血在左腔与来自肺里的空气结合,形成了生命必需的生命精气,然后这些生命精气通过动脉被分送出去。最后的转化产生于大脑,这里已准备了动物精气,通过神经来传送它们。这个系统的关键依赖于心室之间的微孔这些并不存在的通道。一旦人们发现了这一点,就有必要对整个系统进行再思考。

但是,一千多年来盖仑的生理学观点并未得到修正。这部分因为盖仑是古希腊解剖学和生理学的最后一位伟大人物,但更因为古代后期的医生们只是对盖仑著作进行了节录和整理,而几乎没有进行新的研究。而且,虽然伊斯兰医学后来受到盖仑的强烈影响,但阿拉伯语原著更注重的是疾病的原因和治疗,而不是解剖学和生理学。西方学术界最初是从13世纪的译本中了解东方原著的。由于伊斯兰的这些兴趣,中世纪的西方学者们相对来说几乎不知道盖仑的解剖学著作。13世纪的医生们较易获得的著作只有一部《论人体各部位的作用》的节本。

13世纪能够得到的解剖学著作数量有限,而相比之下,人们在早期公开解剖的复兴中却发现了未来的好预兆。在13世纪的萨勒诺,人们再次进行了动物实验,而在14世纪早期,波伦亚成了解剖学研究的中心。其促进因素不是源于医学院,而是源于法学院,因为法学院的人认为有验尸的必要。蒙蒂诺·德路西(1275—1326)于1316年在波伦亚撰写的解剖学教科书,直到16世纪开始后很久一直是公开解剖的典范(图3-3)。在该书中,他首先着手描述的是腹部器官,然后才是外部的头和四肢。这种顺序可使人们首先关注那些很可能腐烂的部位。在缺乏适当保存技术的时代,这是一个非常重要的问题。



图3-3 解剖场景

教授讲解教科书,理发师兼外科医生解剖尸体。中世纪的医学院很快就认识到了这种示范的重要性,并且不久就规定,医科学生必须参加指定数量的公开解剖。到了1400年,公开

解剖就成了大多数大学的普通课程。然而必须强调的是,这些示范旨在使学生熟悉人体的各部位,而并不与新的研究相结合。解剖学的复兴、传统的持续性,使蒙蒂诺的解剖学著作在 15 世纪末得以出版,但这一时期的医学人文主义则把新的重点放在古代原著上。不久,人们就发现,学者们无法读到盖仑最重要的解剖学著作,但他们很快就做出了不懈的努力,将其编辑成希腊语和拉丁语出版。盖仑的《论人体各部位的作用》到 1500 年已出版了几个拉丁语译本。托马斯·利纳克雷,这位英国医学人文主义者、伦敦内科医师学会的创始人,曾梦想出版一部完整的希腊语版的盖仑著作。实际上,他为出版许多单本的医学著作尽了努力,其中就有盖仑的《论自然的官能》。巴黎的医学教授安德纳希的约翰内斯·金特甚至更加勤奋,他在自己的早期学术生涯中将许多精力都倾注在古希腊医学原著的翻译整理上。他不但翻译了盖仑的大部分著作,而且还编辑了古代晚期许多其他医生的著作,如艾吉那的玻尔、卡留斯·奥雷利亚努斯、奥利巴苏斯,以及特拉利斯的亚历山大。此外,他还写下了论述黑死病、药用泉水和助产术的各种著作,并在其晚年,著文为帕拉塞尔苏斯派的化学药物作辩护。

1543 年,也就是哥白尼出版《天体运行论》的这一年,维萨留斯(图 3-4)出版了他的伟大著作《人体结构》(图 3-5)。维萨留斯(1514—1564)是尼德兰医生、解剖学家。他是文艺复兴时期比利时人,自曾祖始,世代行医。他曾任神圣罗马帝国和西班牙宫廷医生,最早使用人的尸体进行解剖,对解剖学命名加以标准化,是近代解剖学的奠定人。维萨留斯是与哥白尼齐名的近代科学的开创者,他不迷信权威,坚持从实际出发研究人体,以自己的解剖学成就指出了被神学奉为经典的加伦学说和《圣经》中的错误,他因此被教会所迫害,成为近代科学革命中为科学献身的第一人。



图 3-4 维萨留斯



图 3-5 维萨留斯的《人体结构》

这本书共分 7 卷,包括“骨骼系统”、“肌肉系统”、“血液系统”、“神经系统”、“消化系统”、“脑感觉器官”与无法归入上述系统的其他器官(统称“内脏系统”),系统阐述了他多年来的解剖学实践和研究。《人体结构》引起了神学家和保守医学家的不满,因为它对许多流行观点提出了挑战。例如,盖仑认为人的腿骨像狗腿骨一样是弯的,维萨留斯却说人的腿骨是直的;《圣经》上说,男人的肋骨比女人少一根,维萨留斯却说男人和女人的肋骨一样多;《圣经》上还说,每个人的身体内都有一块不怕火烧并且不会腐烂的复活骨,它支

撑着整个人体骨架,而维萨留斯却否定人体内有这样一块骨头存在;亚里士多德认为心脏是生命、思想以及感情活动的地方,维萨留斯则说大脑和神经系统才是发生这些高级活动的场所。在帕多瓦大学,维萨留斯遭到了猛烈的攻击,他不得不于1544年离开那里。恰好在这时查理五世邀请他去做宫廷御医,于是他便去了西班牙。在这里他为王室服务了近20年。维萨留斯的敌人最终没能放过他,由于他们诬告他搞活人体解剖,宗教裁判所立即判处他死刑,由于西班牙王室的从中调解,死刑最终改判为去耶路撒冷朝圣。1564年,在朝圣回来的路上,维萨留斯所乘坐的船只遭到破坏,全体乘客被困在赞特岛,最后,维萨留斯在岛上因病而死。

但是在研究人体的这班人马中,除维萨留斯外还有一位塞尔维特,也是一个敢于叛逆的人,于1553年10月23日被加尔文用大火烧死了。维萨留斯在自己的解剖实验中已经发现盖仑关于左心室与右心室相通的观点是错误的,但是他没有猜测到全身血液是循环的。他在巴黎大学医学院的同学塞尔维特朝发现血液循环的道路上迈出了第一步。

迈克尔·塞尔维特(1511—1553)1511年出生于西班牙的纳瓦拉,最初就读于法国图卢兹大学,后来进入巴黎大学,并在那里认识了维萨留斯,之后两人成为至交。据说,他曾与维萨留斯一道私下进行过人体解剖研究。后来,维萨留斯被迫离开了巴黎大学,塞尔维特继续进行实验研究。这期间,他做出了一生中最重要的科学发现——血液的肺循环:血液并不是通过心脏中的隔膜由右心室直接流入左心室,而是经由肺动脉进入肺静脉,与这里的空气相混合后流入左心室。这一发现通常称为小循环,是导向全身循环的重要一步。

塞尔维特的这一发现首先发表在1553年秘密出版的《基督教的复兴》一书中。该书一出版就触怒了当时的天主教与新教的信徒,这是一部主要宣传唯一神教的神学著作。塞尔维特运用他所发现的小循环批评了正统基督教三位一体学说。唯一神教是他们共同的敌人。罗马宗教裁判所下令将塞尔维特逮捕并判处火刑。在朋友们的帮助下,塞尔维特得以逃脱。但是没过多久,他便在日内瓦被新教领袖加尔文抓获,这位狂热的新教徒当年在巴黎时就是塞尔维特的宿敌,这次落入他的魔掌,塞尔维特的处境可想而知。果不其然,加尔文不仅下令将其活活烧死,而且在烧死他之前还几近疯狂、残酷地烤了他两个小时。

为发现血液循环而迈出下一步的是法布里修斯(1537—1619)。他是意大利人,在帕多瓦大学学习医学,是法娄皮欧(1523—1562)的学生,而后者曾经是维萨留斯的学生,也是输卵管的发现者。法布里修斯1559年在帕多瓦大学获医学博士学位,1565年成了该校的外科教授。出版于1603年的《论静脉瓣膜》一书中,法布里修斯描述了静脉内壁上的小瓣膜。它的奇异之处在于永远朝着心脏的方向打开,而向相反的方向关闭。法布里修斯虽然发现了这些瓣膜,但没能认识到它们的意义。他的学生哈维创立了血液循环理论,完成了自维萨留斯以来四代师生前仆后继的工作。

像文艺复兴时期科学界众多的主要人物一样,哈维依赖于他前辈的著作,并把许多表

面上互不相关的主题连在了一起。哈维最初在剑桥大学接受教育,1597 年来到帕多瓦大学,在法布里修斯门下求学。当时,这位老师正在写作论述静脉瓣膜的著作。在拿到医学学位以后,哈维于 1602 年返回英国,成为圣巴塞罗缪医院的医生和詹姆士一世的御医。他被选为欧洲最有声望的科学社团之一英国皇家内科医师学会会员(1607)。哈维本人曾在该会为卢莱因讲座做过关于解剖学的演讲(1615)。这些记录都向我们表明,他在早期就对血液流动这一主题感兴趣。

哈维在帕多瓦所受的教育是我们理解他的基础。由于这种训练,他成了亚里士多德和盖仑的仰慕者。其仰慕程度可以在《心血运动论》(1628)中看到,在该书中,哈维似乎更愿意将肺循环的发现归因于盖仑;也可以在其《论动物的繁殖》(1651)一书对科学方法的讨论中看到,该书直接以亚里士多德的《分析篇》和《物理学》为基础。但是,循环的发现不仅仅是基于对古代天才的崇敬,基于对其工作应该成为一个新科学时代的基础这种信念。哈维的著作,反映出那个时代对新的观察材料、神秘的类比,甚至使用各种机械实例的兴趣。

《心血运动论》篇幅甚短,但该书既展示了哈维本人的观察证据,又展示了对解剖学文献的详尽了解。哈维首先转向心脏本身,考察过约 40 个物种的心脏和血液运动。他观察到,在所有情况下,心脏收缩时会变硬,且随着收缩的产生,动脉会扩张。这种周期性的扩张能够从手腕的脉搏中感觉到。同时,他正确地假设说,之所以产生这种情况,是因为血液正在被泵入动脉。于是哈维注意到,心脏的作用也许可与水泵相比。哈维的实验涉及冷血动物的心脏,是因为这些动物的心脏活动较慢。他注意到,首先是心房收缩,然后是心室。他仔细地描述了这个过程:首先,血液通过大静脉流入右心房,当这里产生收缩时,血液就被送到了右心室,此处的瓣膜使其不可能回流。接着,右心室收缩,把血液通过肺动脉送入肺部。瓣膜又一次使其不可能反转方向。并且,由于中隔中不存在微孔,所有这些血液都是通过肺部输出去。在心脏的左侧,来自肺部的血液首先从肺静脉进入左心房。然后,当此处收缩时,血液就进入左心室。进一步的收缩迫使动脉血进入主动脉和动脉系统。

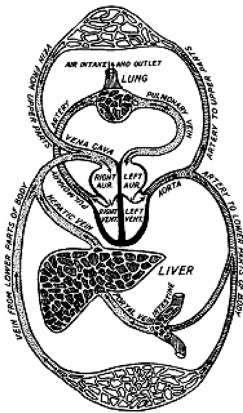


图 3-6 哈维所画的“血液循环图”

作为一项生理学发现,它使人们产生了极大的兴趣,但当时哈维却取得了更大的成就。在对静脉瓣膜进行思考时,他阐述道,血液流动不但都是从一个方向进入心脏,而且也都是从一个方向持续不断地进入全身(图 3-6)。在这一点上,哈维提出了一个有力的量化论点。假设左心室只能容纳 2 盎司血,脉搏每分钟跳动 72 次,那么左心室在 1 小时内就可迫使约 540 磅血进入主动脉,但动物体内最多只有几磅血。人们一定会问,这么多的血液是来自哪里,又流向何方呢?哈维的结论是,从主动脉流出的血液只可能来自静脉。虽然有些人曾经更早地提出过神秘的血液循环,但哈维

当时涉及了真正的实验,并且提出了一种不可辩驳的定量论据。人们认为,哈维的著作是对人体过程的第一个恰当说明,也是通向现代生理学之路的起点。

3.1.2 布鲁诺的宇宙无中心说

乔尔丹诺·布鲁诺(图 3-7)(1548—1600),出生于意大利那不勒斯附近的诺拉镇。他原名菲利普·布鲁诺,父亲乔万尼·布鲁诺是一名军人。大概他幼年丧失父母,或者是家境贫寒,靠神父们收养长大。这个穷孩子自幼好学,15 岁那年当了多米尼修道院的修道士,并获得“乔尔丹诺”的教名。他全凭顽强自学,终于成为当时知识渊博的学者。这位勤奋好学、大胆而勇敢的青年人,一接触到哥白尼的《天体运行论》,立刻激起了他火一般的热情。从此,他便摒弃宗教思想,只承认科学真理,并为之奋斗终生。布鲁诺信奉哥白尼学说,所以成了宗教的叛逆,被指控为异教徒并革除了他的



图 3-7 乔尔丹诺·布鲁诺

教籍。1576 年,年仅 28 岁的布鲁诺不得不逃出修道院,并且出国长期漂流在瑞士、法国、英国和德国等国家。他四海为家,在日内瓦、图卢兹、巴黎、伦敦、维登堡和其他许多城市都居住过。尽管如此,布鲁诺始终不渝地宣传科学真理。他到处作报告、写文章,还时常出席一些大学的辩论会,用他的笔和舌头毫无畏惧地积极颂扬哥白尼学说,无情地抨击官方经院哲学的陈腐教条。

布鲁诺的专业不是天文学,也不是数学,但他却以超人的预见大大丰富和发展了哥白尼学说。他在《论无限宇宙及世界》这本书当中,提出了宇宙无限的思想,他认为宇宙是统一的、物质的、无限的和永恒的。在太阳系以外,还有不计其数的天体世界。人类所看到的只是无限宇宙中极为渺小的一部分,地球只不过是无限宇宙中一粒小小的尘埃。

布鲁诺进而指出,千千万万颗恒星都是如同太阳那样巨大而炽热的星辰,这些星辰都以巨大的速度向四面八方疾驰不息。它们的周围也有许多像我们地球这样的行星,行星周围又有许多卫星。生命不仅在我们的地球上有,也可能存在于那些人们看不到的遥远的行星上……

布鲁诺以勇敢的一击,将束缚人们思想达几千年之久的“球壳”捣得粉碎。布鲁诺的卓越思想使与他同时代的人感到茫然,为之惊愕。一般人认为布鲁诺的思想简直是“骇人听闻”,甚至连那个时代被尊为“天空立法者”的天文学家开普勒也无法接受,开普勒在阅读布鲁诺的著作时感到一阵阵头晕目眩。

布鲁诺在天主教会的眼里,是极端有害的“异端”和十恶不赦的敌人。他们施展狡诈的阴谋诡计,收买布鲁诺的朋友,将布鲁诺诱骗回国,并于 1592 年 5 月 23 日逮捕了他,把他囚禁在宗教判所的监狱里,接连不断地审讯和折磨竟达 8 年之久。

由于布鲁诺是一位声望很高的学者,所以天主教企图迫使他当众悔悟,声名狼藉,但他们万万没有想到,一切的恐吓威胁利诱都丝毫没有动摇布鲁诺相信真理的信念。天主

教会的人们绝望了，他们凶相毕露，建议当局将布鲁诺活活烧死。布鲁诺似乎早已料到，当他听完宣判后，面不改色地对这伙凶残的刽子手轻蔑地说：“你们宣读判决时的恐惧心理，比我走向火堆还要大得多。”1600年2月17日，布鲁诺在罗马的鲜花广场上英勇就义了(图3-8)。



图3-8 布鲁诺英勇就义图

由于布鲁诺不遗余力的大力宣传，哥白尼学说传遍了整个欧洲。天主教会深深知道这种科学对他们是莫大的威胁，于是1619年罗马天主教会议决定将《天体运行论》列为禁书，不准宣传哥白尼的学说。

布鲁诺在哲学上的突出贡献是他在继承和发展古代朴素唯物主义和自然辩证法的优良传统基础上，汲取了文艺复兴时期先进哲学和自然科学成果，论证了唯物主义和辩证法思想，开创了近代唯物主义和辩证法的先河。他依据当代自然科学的最新成果——哥白尼学说，形成了自己崭新的宇宙论。他提出并论证了宇宙无限和世界众多的思想。他认为整个宇宙是无限大的，根本就不存在固定的中心，也不存在界限。而地球只是绕太阳运转的一颗行星，太阳也只是宇宙中无数恒星中的一颗。在无限的宇宙中，有无数的“世界”在产生和消亡，但作为无限的宇宙本身是永恒存在的。布鲁诺不仅抛弃了地球中心说，而且也跨过了哥白尼的太阳中心说而大大前进了一步。他还提出天地同质说，认为物质是一切自然现象共同的统一基础。

布鲁诺明确指出自然界的万事万物都处在普遍联系和不断运动变化之中。这一变化是统一的物质实体包含的各种形式不断转化的过程，事物经过相互转化，形成对立面的统一。布鲁诺还论述了“极大”与“极小”的对立统一。他指出“宇宙里面，体积与点无别，中心与周边无别，有限者与无限者无别，最大者与最小者无别”。他把对立统一原则看做是认识自然、发现真理的诀窍，将这一学说提到方法论的高度。他得出的结论是：“谁想要认识自然的最大秘密，那就请他去研究和观察矛盾和对立面的最大和最小吧！深奥的魔术在于能够先找出结合点，再引出对立面。”布鲁诺把这种辩证思想推广应用于社会和日常生活。他说：“不可能有这样的国家、这样的城市、这样的时代、这样的家庭，其成员竟会有相同的脾胃，而没有互相对立、互相矛盾的性格。”他指出意大利既是“一切罪恶”的“渊源”，又是“地球的头脑和右手”以及一切美德的“教导者、培育者和母亲”。布鲁诺继承