

# 第 1 章

## 古代自然科学史概述

### 1.1 中国古代自然科学

中国古代自然科学奠基于先秦时期，到秦汉至宋元，得到了进一步的发展和壮大。同一时期，欧洲进入了漫长的中世纪。在相当长的一段时期内，中国代表着当时自然科学和技术的最高水平。进入明清时期以后，中国的自然科学和技术水平开始停滞不前，甚至衰退，导致了中国近代自然科学技术在各个方面落后于西方。那么，为什么中国古代自然科技那么发达，但是到了近现代却落后了呢？这就是众多的自然科技史学者试图回答的李约瑟难题。本节对中国古代物理、医学、天文学、农学等方面的自然科学知识进行简要介绍，希望对认识中国近代自然科学落后的原因能有所帮助。

#### 1.1.1 物理知识

知识来源于实践，中国古代劳动人民在长期的社会生产实践中积累了丰富的物理知识，特别是在力学、磁学和光学方面。这些知识虽然零散，没有形成系统的、独立的物理学科，但是它们却达到了很高的水平。下面分别简介这几个方面的物理知识。

力学是物理学中一个最基本的研究领域。中国古代劳动人民很早就对社会生活和生产中的力学现象进行了观测和分析，并且留下了大量的文献记载。

早在战国时期，自然哲学家墨子(约前 468—前 376)就对社会生活和生产中的力学现象有所研究。墨子，名翟，鲁国人，做过宋国大夫，死于楚国。他主张兼爱、非攻，尚贤、尚同，反对儒家的繁礼厚葬，提倡薄葬、非乐。墨子自己以钜子(也作巨子，即“大师”)的身份带着学生到各国进行

政治活动，并且创立了墨家学派。其主要思想收录在墨家典籍《墨子》的《墨经》等卷中。《墨经》中记述了大量的物理知识，尤其是最早给出了力的定义。该定义是从人的体力引申过来的，例如，它指出：“力，刑之所以奋也。”这里的“刑”同“形”指物体的运动状态；“奋”字是由静到动、由慢到快的意思，体



图 1-1 《墨子》书影

现了加速度的概念。因此，这句话可理解为：力是物体由静到动、由慢到快做加速运动的原因，是使物体的运动发生转移和变化的原因。墨家学派还进一步把物体重量与力联系起来：“力，重之谓，下、举，重奋也”，意思是当物体下落或向上举时，都有力的作用，也就是说物体的重量也是一种力。关于浮力，《墨经》中写道：“刑之大 其沉浅也 说在衡。”就是说形体大的物体，在水中沉下的部分浅，是因为物体重量被水的浮力平衡的缘故。这说明墨家对浮力同重力的平衡关系有了定量的概念。这可从一个侧面看出，我国古代人民早在春秋战国时代就已经认识到了浮力原理，并开始在生产中加以应用。

惯性是力学中另一个非常重要的基本概念。中国古代劳动人民很早以前就在生活和生产实践中，逐步形成了对惯性现象的初步认识。《考工记》(见图 1-2)，据考证是春秋末年齐国的手工艺专著，记载了大量的物理学知识。例如其中写道：“劝登马力，马力既竭，辀 (zhōu, 指车辕) 犹能一取焉。”这句话的意思是，马拉车的时候，马虽然停止前进，不对车施加拉力了，但车辕还能继续往前动一动。这是我国古代物理学史上关于惯性最早的一次记载，它比同时代的亚里士多德“运动要靠力维持”的直觉结论要生动得多。

关于运动的相对性，先秦时期公孙龙曾作过精辟的描述。公孙龙，活动年代约在公元前 320 年至前 250 年间，其人能言善辩，曾经提出过著名的“白马非马”的辩证论断。他提出“飞鸟之影未尝动也”。按照现在观点这是很好理解的，就是飞鸟之影相对于飞鸟本身是“未尝动”的，即飞鸟和它的影子之间是相对静止的。显然，公孙龙已经意识到了运动的相对性，并且能用它来解释一些运动学现象。运动相对性这一萌芽观念后来被人们用来讨论天地的运行问题。例如，东汉时期的《尚书纬·考

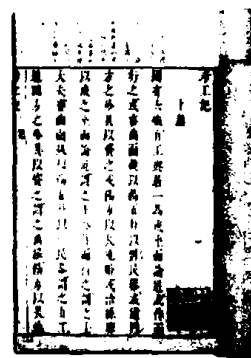


图 1-2 《考工记》书影

灵囿》中记载：“地恒动不止而人不知，譬如人在大舟中，闭牖而坐，舟行而不觉也。”这是对机械运动相对性十分生动和浅显的比喻。哥白尼、伽利略在论述这类问题时，虽几乎不谋而合地都运用过相同的比喻，却在时间上晚了 1400 余年。但是，由于历史条件的限制，中国古代这些精辟的思想对后世没有产生像哥白尼、伽利略那样巨大的影响。

值得一提的是我国东汉时期的自然科学家和哲学家王充（27—约 97）。他出生于浙江上虞，倾毕生之精力写成巨著《论衡》。该书共分 85 篇，内容涉及天文、物理、史地和文学艺术等方面。《论衡》记载了相当多的物理知识，其中有关于力和运动的关系。例如，《论衡》中记载：“古之多力者，身能负荷千钧，手能决角伸钩，使之自举，不能离地。”这句话的意思是说人的力气再大，即使能够承受千钧之重物，却不能把



图 1-3 王充

自己举起来。这说明王充已认识到内力不能改变物体运动状态这一事实。他还说，“是故车行于陆，船行于沟，其满而重者行迟，空而轻者行疾”，“任重，其进取疾速，难矣”。这里不仅说明外力能改变物体运动状态，并且还说明了在外力的作用下，若外力大小一定，则物体越重，要它开始运动或使之运动状态发生变化就越难。这其实是牛顿第二运动定律的萌芽。

宋应星的《天工开物》也记载了大量的物理知识。宋应星，明朝万历十五年（公元 1587 年）出生于江西奉新县。图 1-4 为坐落在奉新县城北狮山大道旁的宋应星纪念馆。《天工开物》一部总结我国明末以前农业和手工技术成就的百科全书式的著作，堪称我国古代不朽的科技宏著。例如，在卷十五《佳兵篇》中记述了测



图 1-4 宋应星纪念馆

试弓弦弹力大小的巧妙方法：“凡试弓力，以足踏弦就地，秤钩搭挂弓腰，弦满之时，推移秤锤所压，则知多少。”该书在我国失传 300 年，直至 1926 年才从日本找回其翻印本。

总之，我国古代力学知识与古代社会生活和生产中的精湛的工艺技术往往密不可分，但各时期对力学知识的整理汇集、研究提高、保存流传都未受到重视，致使科技理论不能代替人力形成明显的生产力。

中国古代关于磁学的知识相当丰富。古籍中记载了很多有关磁学的知识。古人对磁的认识，最初是从冶铁业开始的。人们在寻找铁矿的过程中，必然会遇到磁铁矿，也就是磁石（主要成分是四氧化三铁）。人们在同磁石的不断接触中，逐渐了解到它的某些特性，并且利用这些特性来为人类服务。

中国古代许多文献都对磁石有记载。例如，公元前 4 世纪左右写成的《管子·地数篇》一书中就有“上有慈磁石者 其下有铜金 此山之见荣者也”的记载，这是关于磁石的最早记载。《吕氏春秋》一书载有“慈（磁）石召铁，或引之也”，意思就是磁石对铁有吸引力的作用。《淮南子》中也有“慈石能吸铁，及其于铜则不通矣”，“慈石之能连铁也，而求其引瓦，则难矣”。这说明我国古人早就知道磁石只能吸铁，而不能吸金、银、铜等其他金属，表明了当时人们对磁石的观察已经很细微了。

我国古代典籍中不仅停留在磁石吸铁的现象上，同时也记载了一些磁石吸铁的生动的实例。例如，南北朝时的《水经注》和《三辅黄图》都有秦始皇用磁石建造阿房宫北阙门，“有隐甲怀刃入门”者就会被查出的记载。在《晋书·马隆传》中还记述了马隆曾利用磁石吸铁这一特性大败叛军的故事。公元 279 年，马隆率兵讨伐凉州叛乱。在一次伏击战中，他把大量磁石堆放在一条狭窄的夹道上，令官兵脱去铁甲，穿上犀甲，把敌人引来夹道，由于敌人穿的是铁甲，被阻而不得出，于是大败。这是磁石应用于军事上的范例。

磁学知识的一个最主要的应用是指南针，指南针最初被称为司南，其外形如图 1-5 所示。中国古籍中很早就有关于司南的记载，如公元前 4 世纪的《鬼谷子·谋篇》就记载道：“郑子取玉，必载司南，为其不惑也。”就是说郑子进山采玉，一定要带上司南指引方向，才不至于迷路。在公元前三世纪的《韩非子》中，也有与司南相关的记述：“……故先王立司南，以端朝夕。”这些史料表明 远在战国时期 中国古人就

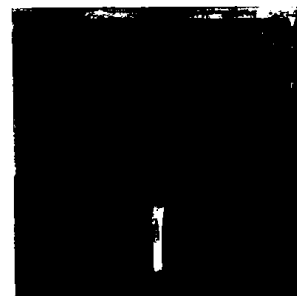


图 1-5 司南

已经能应用磁石的指极特性东汉王充在其著作《论衡》中 对司南作了比较具体的记述。据考证，司南是用天然磁石琢磨成杓形的东西，其大小式如现在家庭常用的汤匙。与汤匙不同的是司南的底是球形的，能在平滑的面上自由转动。把它放在铜制的地盘上使其旋转，静止后杓柄就指

向南方。由于地盘接触时转动摩擦阻力也较大，而且制作司南的天然磁石磁性也较弱，它的指南效果受到限制，所以并没有得到广泛的应用，后来逐渐就被淘汰了。

人们利用人工磁化的方法，成功地制造了具有更高磁性效果的指南鱼。西晋时代崔豹所著的《古今注》最早记载了指南鱼，其外形如鱼，如图 1-6 所示。北宋时期的《武经总要》对“指南鱼”也有所记载。指南鱼是用薄铁片顺地磁角剪裁而成，烧红后靠近磁铁使其磁化，令其平漂水上，便可指向。指南鱼虽然在灵敏度上比司南有了巨大的进步，但它的磁性还是比较低的，因而其实用价值受到了一定的限制。

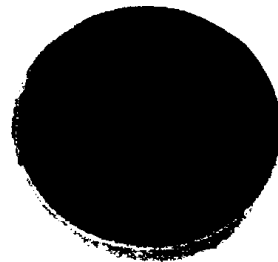


图 1-6 指南鱼

随着实践经验的积累、磁学知识的丰富和发展，人们发明了指南针。沈括在《梦溪笔谈》最早记载了指南针：“方家以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也，水浮多荡摇。”这也是世界上关于地磁偏角的最早记载。在西方，直到 1492 年哥伦布第一次航行美洲的时候才发现了地磁偏角，比沈括的发现晚了四百年。沈括不仅记载了指南针的制作方法，而且通过实验研究，总结出了四种放置指南针的方法。他还指出在丝线悬挂磁针的方法中指针的灵敏度最高，稳定性最强。

磁学知识的应用，大大促进了中国古代航海事业的发展及中国和亚非各国的经济、文化交流。明代中国伟大的航海家郑和曾率庞大船队七下西洋，这样大规模的远海航行，如果没有构造先进、读数可靠的指南器来指引航路是绝对不可想象的。

遗憾的是尽管我国对磁现象的认识极为丰富，而且在生活和生产中有广泛的应用，但关于磁现象的本质及解释，往往又是含糊的，缺乏深入细致的研究，这一点令人十分惋惜。

光学是物理学的一门重要分科，它与人类社会生活的各个领域密切相关。光学的发展有着悠久的历史，我国古代留下了众多的文献记载，作出过很大的贡献。

《墨经》试图对日常生活中的光学现象作理论性探讨，它记载了丰富的几何光学知识：对影子的生成、光与影的关系、光的直进性、小孔成像、平面凹面及凸面镜反射等都有描述。这些都被认为是物理学史上关于光现象的最早的定性描述。

宋代时，沈括在《墨经》的基础上认真地研究了凹面镜成像的实验。他在《梦溪笔谈》中记载“阳燧面洼，以一指迫而照之则正，渐远则无所见过此遂倒”。这里所谓“过此”的“此”即指凹面镜的焦距。这里他明确地指出了物在凹面镜焦点之内时得正像，在焦点和中心之间看不到像，而在中心之外时得倒像，其研究结果明显比《墨经》更加详细和可靠。沈括还研究了光的折射现象并且解释了虹的成因，此外他还对日蚀、月蚀的成因作了理论总结。例如，他在《梦溪笔谈》里记载：“如一弹丸，以粉涂其半，侧视之，则粉处如钩；对视之，则正圆。”这是人们第一次用类比演示实验来生动形象地说明了月亮圆缺的科学道理

《梦溪笔谈》中还对我国的一种古铜镜—透光镜的透光原理作了精辟的解释。透光镜在西汉时期已被制造，如图 1-7 所示就是一个西汉时期的透光镜，但是最早记载出现于隋唐之际王度的《古镜记》中，它记载了透光镜“承日照之，则背上文、画、墨入影内，纤毫无失”。沈括认为镜背的花纹致使镜子的厚度不同，导致冷却速度不同而造成收缩程度差异，所以在镜面出现了微小的花纹，在反射时花纹被放大显现出来。

小孔成像是日常生活中一种常见的光学现象，古代人们也进行了详细的观测和分析。同时，许多文献都对小孔成像作了记载。例如，元代赵友钦在他的著作《革象新书》中记载了一个独特的大规模的关于小孔成像的实验。从该实验得知，当孔很小时，不论孔的形状如何，屏上得到的光斑总是发光物的像；当孔比较大时，则屏上得到的光斑形状随孔的形状而定，孔方则方，孔圆则圆。实验区别了大孔光斑与小孔倒像，还研究了孔形、物距、像距、光源强度等等与照度（影的浓淡）的关系，并且再次证明了光的直进性。更重要的是赵友钦将照度定性地看成由各个发光元素的光叠加而成，开始将光源（物）分为各个小单元来进行分析，初步具有近代菲涅尔的光学思想。而且，赵友钦在进行上述小孔成像的研究中，采用了确定一个因素作为研究对象，控制其他因素不变的实验方法。这种研究方法至今仍为物理教学广泛采用。

明清之际的科学家方以智兼取古今中外知识精华，前后历时 22 年，完成了综合性的科学巨著《物理小识》。其中记载：“气凝为形，发为光、声，犹有未凝形之空气与之摩荡嘘吸……气凝为形，蕴发为光，窍激为声，皆气也，而未凝、

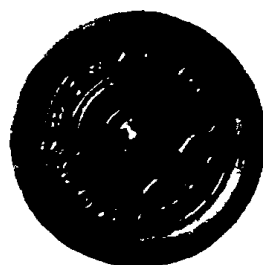


图 1-7 西汉时期的“见日之光”透光镜

未发、未激之气尚多。故 概举气、形、光、声为四几焉。”这就是说 光、声分别是气的蕴发和激发所生，它们与充满空间的未凝形的气摩荡嘘吸，相互转应，从而溢出其外。因此我们说《物理小识》的光学部分具备了一种广义的光的波动思想。同时，《物理小识》还进一步试图以此去演绎并系统化地解释诸如发光、颜色、视觉、光肥影瘦、形象信息的弥散分布、海市蜃楼以及小孔成像等多种光学现象，这是我国古代自《墨经》以来最伟大的一次公理化的成功尝试。

总之，中国古代对光学的研究不仅开始得早，而且在理论与实践上都达到相当高的水平，为以后的发展打下了坚实的基础。

综上所述，中国古代在物理的力学、磁学和光学等方面有着大量零散的重要的发现和发明，它极大地丰富了古代中国人民的物理知识，提高了人们的生活水平，促进了社会生产力的发展。但是，由于大量生产知识与技术缺乏系统的整理，加之经验性的定性的物理概念缺乏数学的定量引用和系统实验的基础，因此一直处于领先地位的中国物理知识在 17 世纪后却大大落后于西方的物理技术。这一点是值得我们后人思考和反省的。

### 1.1.2 中医知识

中医是中国的传统医学，具有悠久的历史。中医学是研究人体生理、病理以及疾病的诊断和防治等的一门科学，有独特的理论体系和丰富的临床经验。中医学的理论体系是受到古代的唯物论和辩证法思想——阴阳五行学说的深刻影响，以整体观念为主导思想，以脏腑经络的生理、病理为基础，以辨证论治为诊疗特点的医学理论体系。中医理论主要来源于对实践的系统性的总结，并在实践中得到不断的充实和发展，这两方面是相辅相成的。

春秋战国时期，人们对鬼神致病论产生了怀疑，出现了对疾病的真正原因进行朴素唯物主义说明的各种尝试。例如，周景王四年（前 541 年），秦国名医医和应聘为晋侯诊病时，指出其病不是由于鬼神作祟，而是由于沉溺女色所致。医和是中国最早的中医理论家，他提出了六气致病说，认为自然界存在阴、阳、风、雨、晦、明六气，若六气失衡，则会致病。他把疾病归因于外界的因素和人体内部的失衡，与鬼神论划清了界限。无神论的兴起，为医学理论的建立奠定了基础，使医学逐渐冲破鬼神论的羁绊确立了自己的独立地位。

扁鹊是战国时期的一位民间医生，姓秦名越人，约生于公元前 5 世

纪。他年轻时便跟从长桑君习医，学成后，长期在民间行医，足迹遍及当时的齐、赵、卫、郑、秦诸国。他的医疗经验极其丰富，曾编撰过颇有价值的《扁鹊内经》9卷和《扁鹊外经》12卷，可惜均已失传，这是祖国医学的极大损失。



图 1-8 扁鹊画像

扁鹊精通望、闻、问、切四诊，尤以望诊和切脉著称。医圣张仲景对其十分尊崇和赞誉。据传扁鹊曾望诊齐桓公的面色，认为他有病，“不治将深”，但他不听劝告，拒绝医治，不久抱病死去。在切脉方面，扁鹊诊断赵简子就是其中一例。当时赵“病五日不知人”，当时赵国大臣们十分惊慌。扁鹊切脉后云“治血脉也”，认为并非死症。后来赵简子果然痊愈。有一次扁鹊路经虢国（今河南省陕县一带），听说虢太子暴死后正要准备埋葬。扁鹊了解病情后，断定太子没有死，而是患了一种称之为“尸蹶”的病症（类似于现在的休克）。人们对扁鹊的诊断开始时表示怀疑，经扁鹊针刺治疗后，太子很快苏醒，又经敷熨其两胁，太子便能坐起，人们惊叹不已。以后又经过服药 20 天，太子恢复健康。后世所谓的“起死回生”典故，即源于此处。可想扁鹊若无高超的医术，岂敢承揽这等风险之事。

盛誉之下，扁鹊却从不以此炫耀声名，表现出他谦虚谨慎的美德，足以垂范于后人。据传有一次魏文王问名医扁鹊说：“你们家兄弟 3 人，都精于医术，到底哪一位最好呢？”扁鹊答：“长兄最好，中兄次之，我最差。”文王再问：“那么为什么你最出名呢？”扁鹊答：“长兄治病，是治病于病情发作之前。由于一般人不知道他事先能铲除病因，所以他的名气无法传出去；中兄治病，是治病于病情初起时。一般人以为他只能治轻微的小病，所以他的名气只及本乡里。而我是治病于病情严重之时。一般人都看到我能做在经脉上穿针管放血、在皮肤上敷药一类的大手术，所以以为我的医术高明，名气因此响遍全国。”

外科医生华佗（约 145—208）是安徽亳县人，是汉末医学家。华佗的医术极高，并且对后世影响极大，人们常用“华佗再世”比喻某人的医术高明。他精通内、外、妇、儿、针灸等科，施针用药，简而有效。华佗尤其擅长外科，他在对患者施外科手术时首先施以他发明的“酒服麻沸散”，对病人进行麻醉。“麻沸散”的发明早于西方发明麻醉药 1600 年，这种用麻醉行手术的思想深深影响了后代医生。华佗善于根据病人的面色、精神、动

作、气味等判断疾病及其发展趋势。例如，他把肝硬化腹水的病人定为“面黑、两肋下满”；张口、汗出不流者为难治的大病等。

华佗提倡体育锻炼，以防止患病。据《三国志·华佗传》记载，华佗曾对其弟子吴普说：“人体欲得劳动，但不当使极尔……吾有一术，名五禽之戏。一曰虎、二曰鹿、三曰熊、四曰猿、五曰鸟。亦以除疾，并利蹄足，以当导引。体中不快，起作禽之戏，沾濡汗出，因上著粉，身体轻便，腹中欲食。”据说，吴普按照他的“五禽戏”每天进行锻炼，则“九十余，耳目聪明，齿牙完坚”。后世之人据此受到启发，创编并发展了多种流派的五禽戏。

据说，华佗的死和曹操有关。由于华佗不愿成为曹操的私人医生，于是被曹操置于牢狱之中。华佗在曹操的牢狱中曾将其一生的医术总结成《青囊经》并欲交予狱卒，以流传后人，可惜狱卒怕连累自己，不敢接受这份稀世珍宝。华佗无奈中将其烧毁，铸成千古遗憾。

公元3世纪，东汉著名医圣张仲景在深入钻研《素问》、《针经》、《难经》等古典医籍，广泛采集众人的有效药方，并结合自己的临床经验，在《黄帝内经》理论上著成《伤寒杂病论》。该书可以说是中医理论与临床经验相结合的产物，它在诊治急性传染病方面，出色地总结出六经辨证的原则，确立了中医学辨证施治的理论体系与治疗原则，为临床医学的发展奠定了基础。后世又将该书分为《伤寒论》和《金匱要略》。其中，《伤寒论》是专门论述伤寒一类的急性传染病；《金匱要略》则是以论述内科、外科、妇科等为主要内容。两书基本上概括了临床各科的常用方剂，被誉为“方书之祖”。

唐代名医孙思邈是中医史上一位极其重要的人物，他大约生于公元581年，京兆华原县（今陕西耀县）人，自幼钻研医术，又善谈老庄，使中医理论更富思辨色彩。在孙思邈的著作中，不仅有如何治病的临床手段和



图 1-9 故宫藏的华佗像



图 1-10 孙思邈

方法，而且贯穿着医德、养生和巫术理论。他主张医生必须有高尚的品德，不能贪图财物，对求治病人无论贵贱应一视同仁。

他唯一幸存的著作《千金方》论述各种疾病数百种，收集防治疾病方剂近万帖，为中国最早的临床百科全书。《千金方》谈到了养生问题，孙思邈在书中将人体比喻一盏灯，精、气、神喻作灯中之油膏，生命活动如同灯火之光辉。若灯芯用“大炷”，则油尽灯熄较快，人的寿命即短；若灯芯用“小炷”，则油尽灯熄较慢，人的寿命自长。孙思邈认为养精大要之“啬神”、“爱气”、“养形”以及“戒房事”，



图 1-11 引导气法养生图

都着眼于节护“灯”中之“膏”。主张老人要“反俗”众人言我小语，众人多繁我小记，众人悖暴我不怒，不以不事为累意，不去强求符合世俗之仪，“淡然无为”。图 1-11 所示的就是《千金方》里的一种养生方法——引导气法。

《千金方》的疗法简单易行，是孙思邈取前人之精华巧工编制的。但有些疗法带有很浓重的巫术色彩，如认为将斧柄置于产妇床下就能生男不生女等。此外，该书收集了 800 多种药物的使用方法，并对其中 200 多种药的采集和炮制作了详细论述。这些内容既是孙思邈对前人药学知识的继承，更是他多年实地采药丰富经验的总结，在中药学上有极高的价值。他被后世尊称为“药王”是当之无愧的。

明代李时珍 (1518—1593) 在中医发展史上作出过很大的贡献。李时珍是一个医术高明的医生，曾治愈过不少疑难杂症。他在诊断与用药方面常常有独到的见解与处方。为了治疗疾病，他不断地研究各种药物。在医疗实践与药物研究中，他发现中国传统的药物学著作虽然内容广博、知识浩瀚，是一座蕴藏丰富的宝藏，但也存在着诸多的缺陷与失误：一是药物的分类，基本沿用一两千年前的著作《神农本草经》的三品说，很粗略，不能完整系统地概括众多药物的类属，科学性、系统性受到影响；二是一些本草学的研究者对于药物的名称、种类、性质、功用等的描述，缺少亲

身的经历与考察，往往是转述前人的著作，以讹传讹，造成许多混乱；三是有关新药物或者药物新性状、功用的发现没有记载，如中医特效伤药三七是产于云南的一种药物，明代始在云贵及广西地方的军队中普遍使用，但历代本草书中都没有记载。

作为一个医生，李时珍认为不能凭借这样混乱的药物书籍来开处方。作为一名药物学研究者，他感到有必要、有责任来纠正这些错误的记载。他要做一个负责任的医生，做一个实事求是、严肃认真的本草学的研究者因此，他决心在宋代唐慎微编的《证类本草》的基础上，编著一部新的完善的药物学著作。为了编好这部著作，他走访了河南、江西、江苏、安徽等很多地方。每到一处，他就虚心地向药农和其他劳动人民请教，采集药物标本，收集民间验方。很多人都热情地帮助他，有的人甚至把祖传秘方也交给了他。就这样，他学到了很多书本上所没有的知识，还得到了很多药物标本和民间验方。

李时珍从 35 岁起，动手编写，花了 27 年工夫参考了 800 多种书籍，经过三次大规模的修改，终于写成了 一部新的药物学巨著《本草纲目》。这时，李时珍已经是 61 岁的老人了。《本草纲目》共 52 卷，190 万字，记载药物 1892 种，其中新增加的有 374 种。书里对每一种药物，都说明它的产地、形状、颜色、气味、功用。书里还附了 1160 幅药物形态图，记载了 11096 个医方。这部书系统地总结了我国明朝中期以前药物学的巨大成就，对药物学的发展起了很大的作用。

李时珍生前没有能看到《本草纲目》的出版。到 1596 年《本草纲目》在南京刊行时，李时珍已去世三年了。《本草纲目》出版后，传到国外，受到各国学者的重视，先后被译成日、英、法、德、俄、拉丁等多种文字。西方称这部书为“东方医学巨典”，给予了高度的评价。

综上所述，我国在长期的医疗实践中形成了独具特色的中医、中药理论，它以内容丰富、功效之神奇享誉中外，时至今日仍是一块挖不尽的宝藏。它的发展过程虽有起伏曲折，却未曾停止过前进的步伐，即使在西方近代医学的冲击下，它依然保持着强大的生命力，继续为人类造福。



图 1-12 李时珍

### 1.1.3 天文学知识

中国古代的天文学成就包括阴阳历法的制定、天象观测、天文仪器制造使用以及宇宙理论等方面内容。

我国是个农业大国，制定一部合理的、方便使用的历法是一项极其重要的工作。我国古代人民在汉初就已经认识到了制定历法的原则：制作历法必须先观测天象，图 1-13 就是一个明代的古观象台。中国传统的历法主要是考虑到月亮和太阳的运动规律来制定的，即



图 1-13 北京古观象台 建于公元 1442 年

所谓的阴阳合历。这种历法的三个要素就是日、气、朔。气就是农历中的二十四节气，它给人们社会生活和活动带来了很大的方便。气是按照太阳运动规律来编制的，朔是月亮被地球完全挡住阳光变得不可视的时间，因此他们分别属于阳历和阴历成分。将日、朔与二十四节气编制到一起是中国历法的主要工作内容。

历法的制定与天象观测是息息相关的，这些观测及其仪器制作和历法本身构成了中国古代天文学的只要内容。在天象观测方面，我国古代很早就对异常天象和日月运行规律进行了记录。在恒星观测上，我国有世界上公认最早的星表——“甘石星表”大约出现在公元前 5 世纪。在中国古代，还通过对天象的观测，把恒星天空划分成三垣二十八宿。古人把沿黄道和赤道的天区又分成大小不等的二十八个小区，就叫二十八宿。宿就是住地的意思。月亮在绕地球运动过程中，每日从西往东经过一宿。人们又把相连的七宿合称一象，共四象。每象用有代表性的动物名称命名，具体地说就是苍龙：角、亢、氐、房、心、尾、箕七宿；玄武（龟和蛇）：斗、牛、女、虚、危、室、壁七宿；白虎：奎、娄、胃、昂、毕、觜、参七宿；朱雀：井、鬼、柳、星、张、翼、轸七宿。中国古代还把二十八宿以外的星区划分为三垣：紫微垣、太微垣和天市垣。垣就是墙的意思，就是以墙围起的星区。紫微垣包括北天极附近的星区，太微垣大致包括室女星座、后发星座和狮子星座，天市垣包括蛇夫、武仙、巨蛇、天鹰等星座，如图 1-14 所示。中国古代还给明亮的恒星起了专门的名字。例如，根据恒星所在的天区命名

的天关星、北河二等；根据神话故事的情节命名的牛郎星、织女星等；根据中国二十八宿命名的角宿一、心宿二等。

在异常天象的观测记录方面，中国古代人们作出了极大的贡献。中国古代天文学家对异常天文现象做了很多记录。例如，《汉书·五行志》记录了公元前 28 年 3 月的太阳黑子现象。《汉书·天文志》还记录了公元前 32 年 10 月 24 日的极光现象和公元 134 年的一颗新星。马王堆出土的 29 幅彗星图（如图 1-15 所示），表明了当时对彗星的观测已经非常细致，它不但注意到了彗头、彗核和彗尾，而且还知道彗头和彗尾有不同的类型。

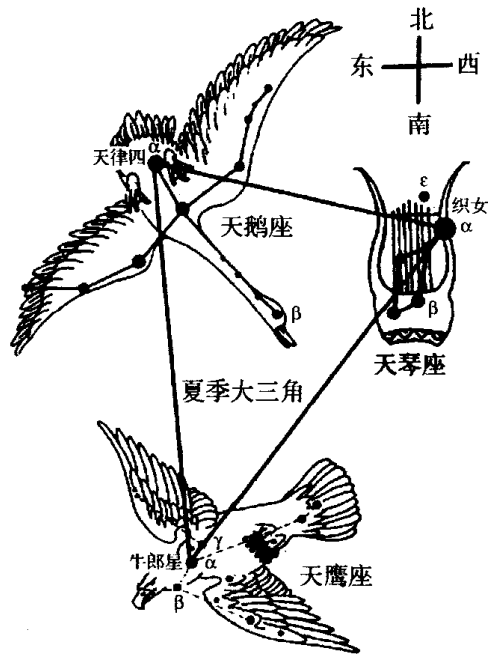


图 1-14 古代星座图

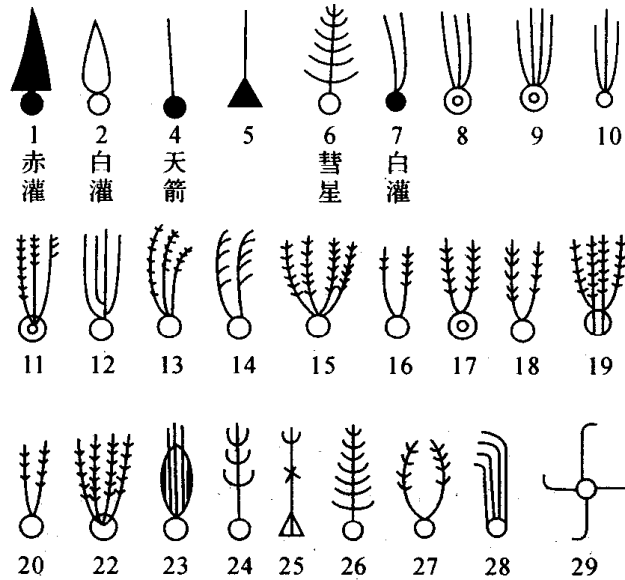


图 1-15 马王堆出土的彗星图

中国古代非常活跃的天文观测活动造就和培养了一大批的天文学家，产生了宇宙结构的初步理论，同时也发明了独具特色的观测仪器。张

衡的浑天说宇宙理论和他发明的漏水浑天仪就是一个典型的代表。

张衡(78—139)，中国东汉时期的科学家。张衡是中国天文学史上浑天说宇宙论思想的杰出代表，对古代天文学的发展作出了卓越的贡献。所著《灵宪》和《浑天仪图注》，是我国古代天文学的重要代表作。他创制了世界上第一台水运浑象仪，用它可使人们不分昼夜地了解当时的天象情况，又创制了世界上第一台候风地动仪，可以用它准确地测定出地震的方位。

张衡继承和发展了前人的理论成果，提出了浑天说宇宙论。他在《浑天仪图注》和《灵宪》这两部著作里，对浑天宇宙论思想进行了全面而系统的阐述。其内容主要包括三个方面：首先，关于宇宙起源和演变的思想。张衡把宇宙的起源和演变视为一个发展的过程，并把这个过程分为三个阶段，即溟滓、庞鸿、太玄。其次，关于宇宙结构模型的思想。张衡的宇宙结构模型把天地比喻为一个鸡蛋，视天体为浑圆如弹丸，所以称为“浑天”。他在《浑天仪图注》中说：“浑天如鸡子。天体圆如弹丸，地如鸡子黄，孤居于内，天大而地小，天表里有水，天之包地，犹壳之裹黄。天地各乘气而立，载水而浮。”这是说天地就好像是一个鸡蛋，地是里面的蛋黄，天是外面的蛋壳，天包着地，就如蛋壳包着蛋黄一样。张衡认为，天体像一个圆球一样不停地旋转着，而日月星辰则随着天的旋转一起运动。天绕着地每天旋转一周，所以总是半见于地平之上，半隐于地平之下。另外，张衡把大地比作蛋黄，也已经有了初步的视地体为球体的地圆思想。最后，关于宇宙无限的思想。张衡虽然把天体比作是鸡蛋的蛋壳，但并不认为这个蛋壳就是宇宙的边界，并不认为宇宙是有限的。他在《灵宪》中说：“宇之表无极 宙之端无穷。”这里的“宇”指四方上下 即空间；“宙”指古往今来，即时间。这句话非常明确地肯定了宇宙在空间上和时间上都是无限的。在中国宇宙论思想发展史上，张衡的这句话可以说是关于宇宙无限思想的最明确的表述。

张衡的浑天说思想虽然是一种以地球为中心的宇宙理论，不能与近代天文学“日心说”的理论同日而语，但在1800多年以前，它却是当时最先进、最科学的宇宙理论。不仅如此，张衡还以这一思想理论为基础，得到了一些新的天文研究成果。例如，他认识到行星运动的快慢与它们距离地球的远近有关；他还正确地解释了月食的成因，指出月光是日光的反照，月食是由于月球进入地影而产生的，等等。这一切都极大地丰富了古代天文学知识的宝库。

张衡还根据他的浑天说理论制作了漏水浑天仪，奠定了我国天文学仪器的制造学基础。图 1-16 所示的漏水转浑天仪的主体是一个球体模型代表天球。球里面有一根铁轴贯穿球心，轴的方向就是天球的方向，也是地球自转轴的方向。图 1-17 给出了比较详细的图解。如图所示，轴和球有两个交点，一个是北极（北天极），一个是南极（南天极）。北极高出地平面成 36 度角，这正是当时东汉首都洛阳的地理纬度。在球的外表面上刻有二十八星宿和其他恒星。在球面上还有地平圈和子午圈，天球半露在地平圈之上，半隐在地平圈之上。

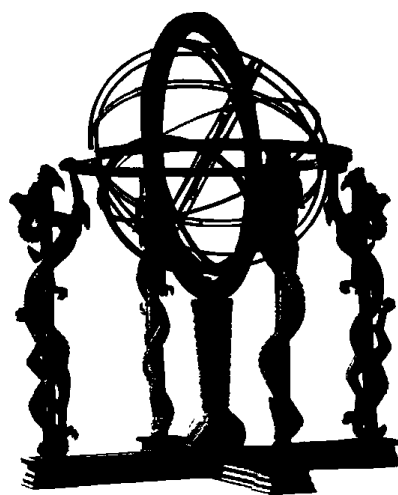


图 1-16 漏水浑天仪还原图

另外还有黄道圈和赤道圈，互成 24 度的交角。在赤道和黄道上，各列有二十四节气，并从冬至点起，刻分成三百六十五又四分之一度，每度又分四格，太阳每天在黄道上移动一度。为了让浑天仪能自己转动，张衡采用齿轮系统把浑象和记时用的漏壶联系起来，用漏壶滴出来的水的力量带动齿轮，齿轮带动浑象绕轴旋转，一天一周，与天球同步转动。这样，就可以准确地把天象的变化表示出来。人在屋子里看着仪器，就可以知道某星正从东方升起，某星已到中天，某星就要从西方落下。

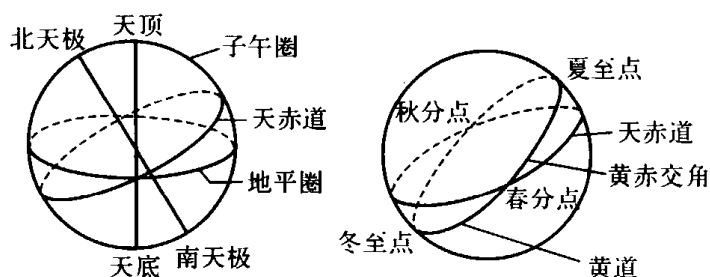


图 1-17 浑天仪上各个圆的图像

漏水转浑天仪是有明确历史记载的世界上第一架用水力发动的天文仪器。在浑天仪中应用到的齿轮机构和凸轮机构十分复杂，这中间的转动如果不使用逐渐减速的齿轮系统，很难做到。远在 1800 多年前的时候，中国古人就可以造出这样复杂的仪器是很值得自豪的。可惜的是，这

套复杂的传动系统因为年代久远没有能够流传下来。

郭守敬(1231—1316)元代邢台人,是中国古代天文学的一个杰出代表。郭守敬制作了圭表和浑仪。圭表是古代测量日影长度的天文仪器,它一般有圭和表两个部分组成。图 1-18 所示的是河南的观星台,它同时也是一个石圭。在圭表制作上,他创造性地运用了高表和景符,使得测量精度大为提高。在浑仪制作上,他发明了简仪。他改变过去旋环过多,不利于观测的状况,把浑仪分解为两个独立的装置,赤道

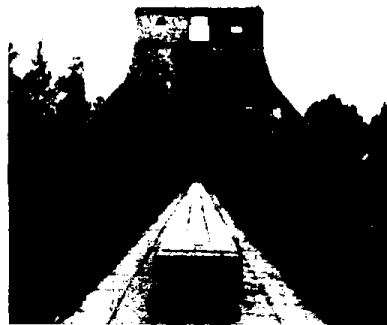


图 1-18 位于河南登封的元代观星台和石圭

装置和地平装置。并且在窥孔上加线,提高了观测精度。而且,他还制作了观测太阳用的仰仪、自动报时用的七宝灯漏等仪器。清朝初年,西方的传教士汤若望来到中国,看到郭守敬创造的天文仪器,表示非常敬佩,尊称郭守敬为“中国的第谷”。第谷是 16 世纪欧洲著名的天文学家,也制造了许多天文学仪器并进行了大量而详实的天文观测。

郭守敬不仅是一位杰出的仪器制造专家,还是著名的天文观测家,他所参与创制的《授时历》是我国中古时期历法的最佳典范。该历定的回归年长度为 365.2425 日(与今天世界通用的格里高利历即公历一样),和地球公转周期只差 26 秒,并正确地认识到回归年长度古大今小。《授时历》对旧历法作了七项重要的改正,还有五项重要的创新,因而成为我国古代最好的一部历法。而郭守敬所首创的推算日月星的运动的“创法五事”,则将天象预测工程推向了高峰。

中国古代自然科学和技术的伟大成就是举世公认的。通过前面介绍,可以对中国古代自然科学的特点做如下几点的概括。

首先是独创性。中国古代的自然科学和技术成就几乎全是中国人自己独立发展出来和发明创造的。中国古代不论在物理、天文学、医学等方面、还是在冶金、机械、水利工程、纺织、造船等各个领域,属于中国首创之项,其量之多,水平之高,乃是世界上任何一个国家或民族所不及的。这一点充分体现了中国人民的聪明才智和创造精神。正是这种独创性成就的长期发展、历代继承,才形成了具有中国特色的自然科学和技术体系

其次是实用性中国古代自然科学和技术服务于生产和巩固统治的

需要，具有很强的实用性。例如，中国古代天文学成就突出，其原因在于王朝一统天下的统治以“授命于天”为根据；历法的编制是为了“授农以时”；古代医药学以为“君亲除疾”为民除厄为目的，保障人们身体健康，从而保证了农业有充足的劳动力；又如，沈括继《墨经》之后对光的成像的研究，目的就是为了解释和改进铜镜工艺上的问题，而李时珍的《本草纲目》等科学著作无一不是强调应用。中国自然科学和技术的这一特色，既是优点，在一定条件下，又变成了忽视理论的缺点。

最后是经验性。中国古代自然科学和技术著作大多是对生产经验的直接记载或对现象的直观描述，具有较强的经验性。我国古代的许多自然科学工作者通常满足于对经验现象的个别的、片断的、零星的、就事论事的解释，不谋求全面、系统、深入的解释。对科学的认识，长期停留在靠个人经验、直观的知识上，不能自觉地应用技术手段寻根究底。

## 1.2 古希腊自然科学

现代科学各个学科的基本问题，其源头几乎都可以追溯到古希腊，但古希腊留给现代科学的遗产，让任何其他民族都难以望其项背的科学成就，并不只是这些，更重要的是它所创立的科学基本思想和方法。比如，泰勒斯的自然主义世界观，德谟克利特的还原论，阿基米德的数理方法，欧几里得和亚里士多德的形式逻辑体系等等。

如果我们把科学精神分为探索、怀疑、理性和实证四个方面的话，那么古希腊自然哲学家们已把探索、怀疑和理性精神发挥到了极致，创造了古代文明的奇迹。只是他们在实证方面仍有欠缺而已。所以一旦文艺复兴时期的巨人们把实验方法注入其中，现代科学便诞生了。本节通过有限的篇幅简要介绍对古希腊自然科学方面作出重要贡献和影响深刻的自然哲学家以及他们的主要成就和思想。

### 1.2.1 希腊古典时代的自然科学

科学成为一种独立的精神活动，最早起源于古希腊。希腊古代自然科学的一个最大特点就是自然科学知识与哲学思想交织在一起。正是这个特点，有利于自然科学形成自己的理论体系，从而成为一门独立的科学；同时它作为哲学基础也有利于哲学思想的发展，大大丰富了哲学思想。在希腊早期的自然科学发展过程中，出现了一些典型代表人物和观