

24

52.0  
575

# 物 理 学 史

主 审 申先甲  
主 编 刘筱莉 仲扣庄  
副主编 张桂英  
作 者 (按姓氏笔画为序)  
刘筱莉 仲扣庄 张桂英 杨庆余  
段明谦 谢玉辉 韩良恺

南京师范大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

物理学史 / 刘筱莉, 仲扣庄主编. —南京: 南京师范大学出版社, 2001.8

ISBN 7-81047-651-3/O·15

I. 物... II. ①刘... ②仲... III. 物理学史  
IV. 04-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 062651 号

---

书 名	物理学史
主 审	申先甲
主 编	刘筱莉 仲扣庄
副 主 编	张桂英
责任编辑	周海忠
出版发行	南京师范大学出版社
地 址	江苏省南京市宁海路 122 号(邮编:210097)
电 话	(025)3598077(传真) 3598412(发行部) 3598297(邮购部)
E - mail	nnuniprs@public1.ptt.js.cn
照 排	江苏兰斯印务发展公司
印 刷	启东市印刷厂
开 本	850×1168 1/32
印 张	13.75
字 数	345 千
版 次	2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-81047-651-3/O·15
定 价	19.80 元

---

南京师大版图书若有印装问题请与销售商调换  
版权所有 侵权必究

## 序 言

物理学是人类社会实践的产物。作为人类对物理世界客观规律认识的结果,物理学有一个不断积累和发展的过程。它的每一个基本概念、基本定律和基本理论,都有一个萌芽、形成和发展演化的曲折历程。

但是,在大量通常的物理教科书中,人类对物理学认识的历史痕迹被擦拭殆尽;物理学家们曲折顽强、激动人心的创造过程常常被物理学理论严密、精美的逻辑体系的面纱遮盖起来,人们只能通过具体的物理学定律或公式前面所冠的科学家的名字,模糊地窥视到一点历史的端倪。这种做法很容易使学生对科学创造工作形成一种神秘感,把科学家想像成为具有“超人智慧”的圣哲,把科学研究和科学创造看作是难以企及的事情,对物理学的深刻本质也很难理解得透彻。

物理学史正是要从大量历史资料中,把物理学认识从起源到现在的发展过程的概貌整理出来,揭示出物理学进展的历史足迹,并从中概括出物理学发展的基本规律。国际上物理教学改革的主流之一,就是更多地把物理学史的内容引入物理教学,以增强物理教学的趣味性、思想性和启发性,提高教学质量。

物理学史的研究工作在我国起步较早。物理学史的内容也曾作为科技史的一部分在历史、哲学或自然辩证法等课程中占有过一席之地。20世纪80年代以来,物理学史的教学受到有关方面的重视,物理学史作为一门独立的课程进入高等院校,它的内容也较多地插入物理学各分科教材,进入中、小学课本。实践证明,开

设物理学史课程或把物理学史与物理知识的教学相结合,是活跃学生思想、训练科学方法、发展科学思维、培养创造能力的有效手段之一,有利于现代化人才的培养。

参加本书编写工作的江苏教育学院、南京师范大学、山东师范大学、徐州师范大学等院校的教师,开设该课程已有近 20 年之久。他们以丰富的史料、充满哲理的讲述、现代化的教学手段展示了物理学发展的多彩篇章,受到学生的好评。上述院校还承担了在职教师和教育行政干部的在职培训任务,老师们能分别不同对象,精心组织教材,并能密切注视科学发展的新动向,不断补充最新信息,采用不同形式进行讲授。在继续教育中发挥了良好的作用。该书正是在他们多年教学经验积累的基础上编写的。

该书结构合理,叙述简明、精练,适当压缩了 20 世纪上半叶以前的内容,腾出一定的篇幅,增加了 20 世纪下半叶物理学发展的内容,做法可取。各章节的表述脉络清楚,既保持了内容的完整,又体现了各位作者的特色。中国古代和经典物理部分比较详细,切合中学教师的需要;现代部分,则着重阐述了各物理学家的科学思想和创造思路,符合目前物理教育改革的要求;“粒子”、“天体”、“混沌”等新增内容,概括了这些领域的重要进展,脉络清晰,论述准确。本书很适合作为高等院校物理专业大学生、研究生以及在职中学物理教师学习、进修的教材。

申先甲  
2000 年 12 月

## 前 言

人类已经经历了几千年的文明。当我们回眸历史时,不难发现,物理学也与其他自然科学一样,经历了萌芽、建立和发展的漫长过程。她绚丽多彩,但也曾“乌云”笼罩;她突飞猛进,但几经峰回路转。正如杨振宁先生所说:“我们研究物理学就好像研究一幅非常大的画,对这幅画要有近距离的了解,因为这幅画十分精细,每一个区域都有许多奥妙之处,这就相当于我们对物理学的每一个具体规律的研究。但是还必须要有远距离的了解,只有站在较远的距离上才能对整个画面的整体结构有所了解,才能看出整个画面的构思以及它的起伏。研究物理学也是这样,只有对它发展的全过程有所了解,才能把握住它的发展方向,才能有所创新,否则不是真正的物理学。”因此,学习物理学史可以增强对物理学整体的了解。

从物理教学的角度看,目前,无论是大学还是中学,物理教学都是分科(力学、热学、电学、光学、原子物理……)进行的,并大多采用了逻辑的方法。这样,可以在较短的时间内,使学生掌握人类几千年来积累的知识,只要教材编得好,老师讲得好,也不失为一种好方法。但是,这种方法缺乏历史感。这方面,钱三强先生有过一段精辟的论述。他说:“任何科学的新分支,从它的产生、发展到把它的道理弄清楚,都要经过不少曲折,有些还会由于‘偶然’的遭遇而一时‘蒙难’。而我们的教师对青年进行教育的时候,常常是应用经过几次消化(中、外人士)的材料来讲授的,或者经过抽象的理论分析把它表达出来的。这样的教学方法会使青年失去对观察

和实验的兴趣,容易发生误解,以为什么结论都可以用数学推导得到。……这样的结果使青年们不了解科学本身是怎样来的。时间长了,等到他从事教学时很容易把科学作为一门死科学来教;从事研究工作时思想也不会活泼(这正是我们科学界的弱点)。……希望加强横的多门学科知识的介绍,同时还希望介绍各门学科发展的历史,以了解它的纵深。……从长远来说,对我国科学技术的发展将会大有作用。”显然,物理学史的教学可以增强物理教学的历史感,弥补用逻辑方法进行分单科教学而造成的不足。

物理学的发展大致分为三个主要时期:古代物理学时期、经典物理学时期和现代物理学时期。

从远古到 16 世纪中叶是古代物理学时期。这是物理学的萌芽时期,主要停留在对自然现象的观察和记载上。在这一时期里,自然科学与哲学融合在一起,对自然现象的解释往往是哲理性的。古希腊和古代中国是当时的文化中心。公元前 3 世纪,古希腊的静力学发展已较完善。公元 5 世纪~11 世纪初,西方处在黑暗的中世纪,科学发展停滞不前;中国则处在封建社会的鼎盛时期,天文、力、热、声、光等方面都取得辉煌的成就,处于世界领先地位。

从 16 世纪中叶到 19 世纪是经典物理学时期。15 世纪末,资本主义开始萌芽,社会生产力得到发展,有力地推动了科学的进程。16 世纪中叶,哥白尼提出“日心说”。17 世纪晚期,牛顿建立经典力学体系,标志着近代物理学的诞生。之后,经典热力学、电磁学相继建立。到 19 世纪末,形成了比较完整的经典物理学体系。

从 19 世纪末到现在是现代物理学时期。19 世纪末,一系列实验新事实的发现,使经典物理学理论出现不可克服的危机,导致了物理学的革命和现代物理学的诞生。相对论、量子力学相继建立,在实验手段、教学工具以及逻辑推理方法等方面也都大大向前推进了。尤其是 20 世纪 50 年代以来,物理学已经发展成为一个

相当庞大的学科群,包括了高能物理(粒子物理)、原子核物理、等离子体物理、凝聚态物理、计算物理和理论物理等主体学科以及难以计数的分支学科。物理学内部各分支学科之间、物理学与其他学科之间的相互交叉、相互渗透形成了众多极有发展前途的科学前沿。这个进展,至今仍在继续,其发展之快,分支之多,变化之大,是以往任何一个时期所不能比拟的。

物理学史是研究物理学产生和发展规律的科学。

物理学是研究物质运动的最普遍形式的规律以及物质基本结构的科学。随着人类社会的发展,物理学研究的内容和范围也不断扩大和深化。在古代,物理学只是自然哲学的一部分,16世纪以后才从哲学中分离出来。以后又逐步建立了力学、热学、电磁学、光学、相对论、量子力学、粒子物理等分支学科。物理学史正是要研究物理学各个基本概念、基本理论的酝酿、产生和发展过程。通过物理学史的学习,一方面能加深对这些概念和理论的理解,另一方面可以从中受到启迪,有助于科学新思想的萌发和产生。

随着物理学研究内容的充实和深化,物理学的研究方法也在不断发展。在古代,人们重视经验,主要依靠不充分的自然观察和简单的推理或猜测,使用直观和思辨的方法来认识自然。16世纪以后,近代自然科学兴起,实验的方法,数学的方法,分析综合、归纳演绎等逻辑方法,在物理学中得到了广泛应用,使物理学成为一门精确、定量的科学。19世纪末,物理学研究不仅在实验方法、数学方法、逻辑推理方法等方面进一步得到提高和发展,统计方法也开始引入。20世纪以来,随着科学技术的飞速进步,物理实验仪器更加精密,物理学理论的公理化、数学化特征更加突出,创造性思维、理想实验的方法在现代物理学发展中起到了重要作用。与科学知识相比,科学方法的学习和培养,更有助于学生科学素质的提高,这在科学技术迅猛发展的今天更显得重要。

物理学是一门创造性、继承性很强的学科,它的成就是众多物

理学家献身科学事业、代代承传的结果。物理学史的内容之一,就是要介绍和描绘从古到今众多物理学家的贡献、生平和他们的物理思想,他们追求真理、百折不挠、实事求是的科学精神。通过物理学史的学习,学生能从中受到教育和熏陶,激发孜孜不倦、刻苦学习的自觉性和勇于探索、献身科学的精神。

物理学的发展过程也是一部人类对自然认识的基本观念演化的历史。随着物理学理论体系的建立与完善,物理学的基本观念也在不断变化、更新。从牛顿力学体系赖以建立的绝对时空观念和机械决定论的因果观念开始,不断演化出建立在电磁理论基础上的法拉第的“场”的观念,爱因斯坦相对论的时间、空间、质量、能量与物质运动相互关联的观念,量子理论提出的微观世界的不连续的量子化观念和波粒二象性观念等等。这些观念的演变,深刻表明物理学的历史不仅是一部实验、观察、教学描述的历史,同时也是一部基本观念演化的历史。通观物理学发展的历史,可以看到,哲学观点,包括宇宙观和方法论在物理学发展过程中所起的作用是何等重要。观念的转变是最根本的转变,只有具备了这种思想,当科学处在变革中时,才能跟上科学发展的步伐。

学习物理学史,就是要从物理学内容和范围的变化,从各个重要时期的社会生产、经济、思想文化的背景,从各个具有代表性的物理学家的的工作,从研究物理学的方法和物理观念的演变,从各个时期的哲学思想对物理学的影响,去认识物理学产生、发展的规律。



# 目 录

前言..... (1)

## 第一篇 古代物理学

第一章 中国古代物理学..... (3)

第一节 中国古代的自然观..... (3)

第二节 中国古代的力学知识 ..... (14)

第三节 中国古代的热学知识 ..... (30)

第四节 中国古代的光学知识 ..... (35)

第五节 中国古代的电磁学知识 ..... (48)

第六节 中国古代的声学知识 ..... (56)

第七节 中国古代物理学的特点 ..... (65)

第二章 西方古代物理学 ..... (71)

第一节 古希腊的自然观 ..... (71)

第二节 古希腊的物理知识 ..... (76)

第三节 中世纪的物理知识 ..... (82)

## 第二篇 经典物理学

第三章 经典力学的建立和发展 ..... (89)

第一节 运动定律的建立 ..... (90)

第二节 万有引力定律的发现..... (102)

第三节	牛顿和他的《原理》·····	(109)
第四节	牛顿后力学的发展·····	(116)
<b>第四章</b>	<b>经典热力学的建立和发展·····</b>	<b>(125)</b>
第一节	热现象的初期研究·····	(125)
第二节	热力学的建立·····	(133)
第三节	热力学的第三定律的建立·····	(142)
第四节	物态·····	(148)
<b>第五章</b>	<b>经典电磁学的建立和发展·····</b>	<b>(156)</b>
第一节	电磁现象的早期研究·····	(156)
第二节	电磁学的建立·····	(169)
第三节	电磁感应现象的发现与研究·····	(186)
第四节	电磁场理论的建立·····	(197)
<b>第六章</b>	<b>经典光学的建立和发展·····</b>	<b>(207)</b>
第一节	几何光学的建立与发展·····	(207)
第二节	光的本性的研究·····	(213)
第三节	光速的测定·····	(224)
第四节	光谱的研究·····	(228)

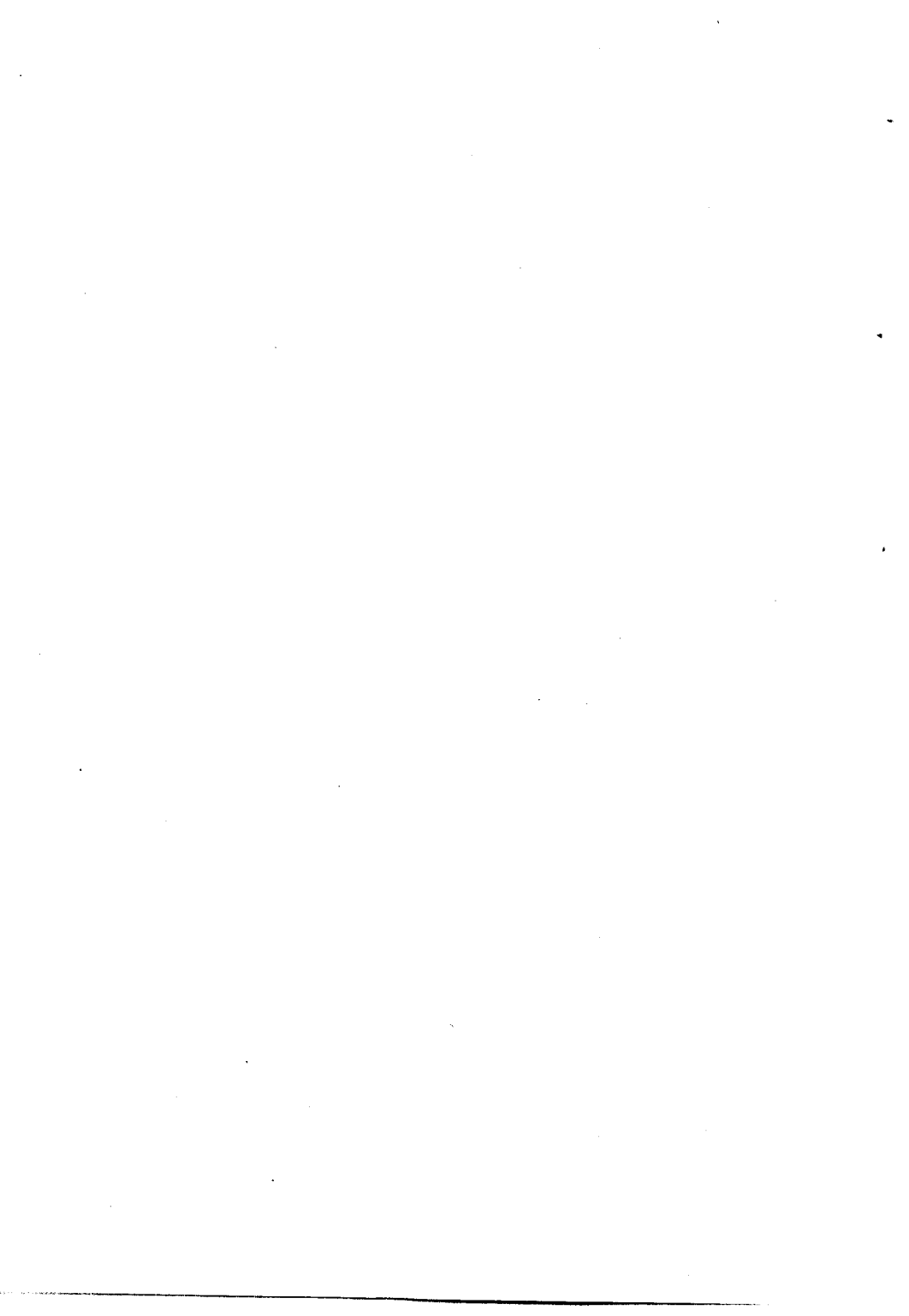
## 第三篇 现代物理学

<b>第七章</b>	<b>19世纪与20世纪之交物理学的发展·····</b>	<b>(237)</b>
第一节	经典物理学的建立和它的局限性·····	(237)
第二节	“以太漂移”和“黑体辐射规律”的探索·····	(246)
第三节	物理学的新发现·····	(257)
第四节	现代物理学革命的序幕·····	(271)

<b>第八章 相对论的建立</b> .....	(275)
第一节 相对论先驱者的思想.....	(275)
第二节 爱因斯坦和狭义相对论的创立.....	(281)
第三节 广义相对论的建立.....	(292)
<b>第九章 量子力学的发展</b> .....	(305)
第一节 量子论的早期发展.....	(305)
第二节 玻尔的原子结构理论.....	(318)
第三节 量子力学的建立.....	(328)
<b>第十章 粒子物理学的发展</b> .....	(343)
第一节 粒子的发现时期.....	(343)
第二节 强子结构理论的建立.....	(358)
第三节 电弱统一及夸克轻子层次.....	(364)
<b>第十一章 天体物理学与宇宙学的进展</b> .....	(371)
第一节 天体物理学的发展.....	(371)
第二节 现代宇宙学的发展.....	(382)
<b>第十二章 非平衡态热力学和非线性动力学</b> .....	(393)
第一节 探索复杂性.....	(393)
第二节 耗散结构.....	(399)
第三节 稳定性理论的建立和发展.....	(402)
第四节 分形.....	(407)
<b>后记</b> .....	(422)
<b>主要参考文献</b> .....	(423)

# 第一篇 古代物理学

物理学作为一门独立的科学是在 17 世纪形成的。因此,严格说来,在古代,无论是古希腊还是中国都谈不上有“物理学”,这主要是因为当时人们还不可能自觉地、系统地运用实验方法,也不可能通过严密的逻辑推理和数学形式进行科学的概括,使之成为完整的知识体系。若以历史的和发展的眼光来看,尽管在古代人类积累的物理知识尚停留在对现象的观察、描述和零星实验的阶段,但它仍是物理学形成和发展的先导,古代逐渐形成的对自然界的认识成为近代物理学和现代物理学发展的渊源。这里采用的“古代物理学”一词,仅表示物理学发展的孕育或萌芽时期。就世界范围而论,古代物理知识的积累和发展主要集中在古希腊、中国、阿拉伯等国家和地区。



# 第一章 中国古代物理学

中国是一个具有数千年悠久历史的文明古国,中华民族光辉灿烂的古代文化,对人类文明的发展作出了巨大贡献。

中国古代对物理知识的认识历史十分悠久,内容也非常丰富,与古代科学技术的发展密切相关,形成中华民族的传统特色。古代对诸多物理现象的认识是从工匠们的制作实践中逐步积累、形成的。自夏、商、西周奴隶制度社会起,随着手工技术的发展,物理知识开始积累。春秋战国时期科学技术蓬勃发展,中国古代物理学开始形成,秦汉时期,形成一个发展的高峰,宋元时期达到鼎盛。在西方近代自然科学诞生之前,中国的科学技术在各个领域都居世界领先地位。明末至清朝以后,科学技术及物理知识的发展与西方相比显得落后,这一时期也是西方物理知识开始向中国输入的阶段。

建立在严密的科学实验和严格的数学方法基础上的物理学是17世纪开始在西方形成的。在中国古代虽然未形成完整独立的物理学体系,但也积累了丰富的物理知识。中国古代的物理学成就,对世界文明的发展,有着重要的影响。为讲授及学习的方便,本章仍按物理学的各个分支讲述中国古代物理知识及技术应用成就。

## 第一节 中国古代的自然观

面对广袤天地、浩瀚的宇宙与变化万端的自然界,先民们曾对宇宙生成、万物本源与物质结构等问题进行猜测与探索。中国古

代就有盘古开天地、女娲补天等神话传说。中国古人以其独特的东方思维方式,构造了一整套庞大的自然观体系,其中融会了中国古代哲学与自然科学的思想。中国的先哲们在对自然的研究中饱含哲学的思辨,在对哲学的研究中又巧妙地寓哲学思想于自然科学的研究之中,开中国自然哲学之先河。

万物本源与物质结构是物理学研究的一个根本问题。对此,中国古代提出了诸多的概念与种种学说。例如:道、太极、无极、一、太始、太初、元气、阴阳、五行等概念与最典型的阴阳说、五行说及元气说。以道为源、以阴阳为宗、以元气为体、以五行为用,这是中国古代自然哲学的重要特点。<sup>①</sup>

## 一、阴阳、八卦、太极与道

阴阳说是中国古代哲学、自然科学(包括医学)乃至文学、艺术中重要的哲学思想,是中国思想和文化的核心。

阴阳本指物体对于日光的向背,向日为阳,背日为阴。阴阳说抽取阴和阳这两个基本概念来解释天文气象、四季变化、万物盛衰等自然现象,是殷周时期发展起来的一种朴素的辩证思想,后来又被用来解释社会现象。人们把自然界与社会上一切对立的现象,如天地、男女、昼夜、上下、君臣、夫妻等抽象为阴阳,用阴阳概念来分析阐述事物的变化。阳代表积极、进取、刚强、日、男等阳性和具有这些特性的事物,阴代表消极、退让、柔弱、月、女等阴性和具有这些特性的事物。《老子》中“万物负阴而抱阳”把阴阳概念推广至万物,而“一阴一阳之谓道”(《易经》)则是以阴阳错综变化的规律解释世界。

阴阳说认为万物都具有阴或阳的基本属性,阴阳之间是相互对立的,但二者又是统一的。阴阳相反相成,互斥、互补,又相互包

---

<sup>①</sup> 杨仲着,申先甲.物理学思想史.湖南:湖南教育出版社,1993.6

容。阴中有阳,阳中有阴,阴中有阴,阳中有阳。阴阳性质也是相对的,一物对于他物为阴,相对于另一物则可以为阳。万物之间错综复杂的关系,就是其中阴和阳的错综复杂的关系。在一定条件下,阴阳会向对立面转化。阴阳的互变,是万物发展变化的重要规律之一。阴阳说以阴阳的相互作用来解释一切事物变化的原因,而阴阳有序、整体和谐是世间的最佳状态,也是事物稳定的基本保证。

起源于殷周之际的《周易》对阴阳说作了充分的阐述,而且提出了作为原始之物的“八卦”和万物本源的“太极”。

《周易》是我国集哲学、自然科学、社会科学、艺术等领域于一身的最重要的经典著作之一,在世界文化中也占有一定的地位,在现代仍继续引起中外哲学家、科学家的重视。这样一部三千年前的文化典籍,现在仍具有世界性的影响,在人类文化史上是十分罕见的。

《周易》由《易经》、《易传》两大部分组成。《易经》由 64 卦的卦辞和 384 爻的爻辞组成,《易传》是对这些卦辞和爻辞的解释和论述。《周易》的整体构架是以一阴(阴爻-- )一阳(阳爻—)为基础,变化万端,阴阳使《周易》体系圆通且具理性。

《易传·系辞上》写道:“易有太极,是生两仪,两仪生四象,四象生八卦。”“太极”即宇宙本体,“两仪”就是阴(--)阳(—),“四象”是太阴(==)、少阳(==)、少阴(==)、太阳(===),阴阳与四象相合便生成八卦。“八卦”是指天(☰)、地(☷)、雷(☳)、风(☴)、水(☵)、火(☲)、山(☶)、泽(☱)。《周易》认为,太极是世界万物的本源,由太极产生出阴阳,由阴阳的作用演化出时间,然后形成了作为原始之物的八卦,由八卦再演化出万事万物。这是一种朴素的唯物的世界生成说。

古人用太极图、八卦图形象地阐明了上述思想。(见图 1-1)

在太极图中,圆圈表示宇宙,是“元气混沌、混沌未开”的无极



境界，中间阴阳线判阴阳而有太极，阴阳相分而又密切相合。阴阳互补，互为消长。两条阴阳鱼的鱼眼为阴阳子，表示阴中有阳，阳中有阴。对立的阴阳两极，又统一于宇宙之中。



图 1-1 伏羲先天八卦太极图

著名物理学家尼尔斯·玻尔曾提出了量子力学中著名的互补原理。1937年他访问中国时看到中国古老的太极图，了解到中国的阴阳概念，

深受震惊。玻尔充分认识到古代东方智慧与现代西方科学之间深刻的协调性，便一直保持着对中国文化的兴趣。当他被封为爵士需要设计族徽时，他选择了中国的太极图作为他的盾形纹章的主要图案，并刻上了“对立即互补”的铭文。

八卦由阳爻与阴爻的相互排列 $2^3$ 而得，用八卦符号表示不同的自然现象。八卦相互排列成六十四卦( $2^6$ )，每卦有六爻，组成三百八十四爻。八卦的卦、爻、位之间有复杂的关系，六十四卦的卦象变化与爻数就更加复杂，它反映了事物之间错综复杂的相互联系。古人就用八卦这种独特的符号系统及其逻辑推理方法解释各种自然现象与社会现象，充分表现了中国古代哲学中的辩证思想。

八卦的最初产生是从自然界和自然事物中归纳而来，根据“法自然”的原则研究事物的变化规律。《易传·系辞》中说：“仰则观象于天，俯则观法于地，观鸟兽之文与地之宜，近取诸身，远取诸物，于是始作八卦，以通神明之德，以类万物之情。”但在以后的流传过程中，被一些江湖术士披上了神秘主义的外衣，夹杂了迷信的内容。

德国数学家莱布尼兹 1679 年提出了“论二进位制”原稿，1701 年他将二进位制表寄给在中国的法国传教士白晋，白晋立即看出二进位制与中国上古所传伏羲八卦的六爻有关，遂回信并附寄伏