一、引　言

1.“物理”与“物理学”

人们现在常常用“物理”一词作为“物理学”的简称。物理学是自然科学中的一个重要部门，研究物质运动的普遍规律和物质的基本结构。自然界中的一切物质，从宏观到微观，无论处于低速还是高速的运动状态之中，它们所产生的最普遍的现象和最一般的规律，都是物理学研究的对象。

物理现象无时不在、无处不有，物理规律时时处处都起着作用。自从地球上出现人类之后，人们在日常生活和生产劳动中，逐渐积累起最简单、最初步的物理知识。所以，无论在东方或西方、中国或外国，物理学知识的起源都相当早。而且，物理学也和其他学科一样，经历了漫长的发展过程。在欧洲古代，物理学是自然科学的总称。西语中的“物理学”一词来源于希腊文，原意即指“自然”，引伸为“自然哲学”的意思。随着自然科学的发展，它的各个部门逐渐分别形成独立的学科，如天文学、生物学、地质学等等，逐渐从包罗万象的“自然哲学”中分化出去。直到近代，才有了具有近代科学意义的物理学学科。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

在中国，近代科学的物理学体系是从西方引进的，“物理学”一词也是从1900年前后才开始使用的。然而，“物理”这个词却早已应用得十分久远。中国古代对“物理”这两个字的解释是“事物之理”。例如，“耳目之察，不足以分物理”（《淮南子·览冥训》），“帝聪明有机断，尤精物理”（《晋书·明帝纪》），其中的“物理”指的就是事物的道理。虽然在论及事物的道理时，也有个别情况涉及自然现象或规律的，比如，北宋名僧赞宁（919～1002年）称颂发明地动仪的张衡“穷物理之极致”，南宋叶适（1150～1223年）称赞曹冲称象“为世开智物理”，但是“物理”一词始终没有专门的科学意义。古代甚至还有用“物理”题名的书，像晋代杨泉（公元3世纪）撰《物理论》，明末清初方以智（1611～1671年）撰《物理小识》，然而它们也决非近代科学意义上的物理学著作。

中国在正式使用“物理学”这个名词之前，晚清曾有一段时间用“格致”或“格物”统称包括声、光、化、电在内的自然科学。“格致”或“格物”也就是所谓的“格物致知”，语出自《礼记·大学》：“致知在格物，物格而后知至”。后世对这句话虽有不同的解释，但总的来说是指研究事物的原理而获得知识。如果从这种意义上来说，“格致”、“格物”与“物理”的含义是相同的。但晚清使用的“格致”、“格物”则是专指自然科学知识。后来化学渐渐分化出来，于是“格物学”、“格致学”就

进一步缩小了范围，专门代表了近代科学意义上的物理学。1900 年上海江南制造局译刊《物理学》一书（书名沿袭日文名称即日文汉字不变），这是中国首次正式使用“物理学”一词作为学科的名称。数年之后，终于逐渐统一采用了具有近代科学含义的学科名称“物理学”。

总之，中国很早就把包括自然界在内的一切事物之理称为“物理”，但直到清代末年才有与近代物理学意义相同的名词“物理学”。

2．中国古代物理学的特点

首先，中国古代物理知识的起源相当早。考古发现表明，早在数十万年乃至一百几十万年前，中华民族的祖先就制造和使用各种石器。在漫长的远古时代，他们懂得用火和保存火种，发明了取火的方法。通过无数的实践和经验，积累起对自然界的知识。史前时期，古代先民在生活和劳动中通过制造和使用各种用具、工具，有意识或无意识地应用着物理原理。

其次，物理学在中国古代源远流长，有着辉煌的成就。物理学随着历史的发展而发展，在各个不同的历史时期有着不同的发展特色。先秦时期是古代物理学形成的时期，当时的物理知识已经相当丰富，尤其表现在对力、运动、简单机械原理、乐器的发音特性、几何光学实验等的研究和总结方面。秦汉、魏晋南北朝、隋唐五代时期是古代物理学持

续发展的时期，这时期对各种力学现象已有深入的认识，力学原理已应用于生产和生活实际，并制造出如地动仪、被中香炉等一些精美绝妙的器物，同时还有关于静电和静磁现象的记载以及对声共振现象的精辟解释等。宋元时期是古代物理学的高度发展时期，这一时期特别重要的是，人工制造了指南针并应用于航海，发现地磁偏角和地磁倾角，曾进行了当时世界上最大型的几何光学实验以及在声学和力学等方面都有了更深入的认识。所有这些，正如英国著名科学史家李约瑟（Joseph Needham，1900～1995 年）博士指出的，“在三世纪到十三世纪之间”，中国“保持一个西方所望尘莫及的科学知识水平”（《中国科学技术史》第一卷“引论”）。到了明清时期，由于种种原因造成中国经济和生产发展缓慢，科学技术渐渐处于落后状态。物理学的发展在总体上也由缓慢到停顿，尽管在个别领域，如声学，尤其乐律学方面有重大成就。而另一方面，16 世纪之后在欧洲诞生了近代科学。西方近代物理学知识在明清时期开始传入中国。

物理知识在中国古代的发展，与其在西方的发展以及与中国古代其他学科的发展的特点均有所不同。

中国古代物理学知识主要表现在描述和解释物理现象方面，缺乏定量规律、理论性的总结和开创性的实验发现。记述物理学知识的文字散见于中国古籍，尤其是一些笔记小说类的著作之中。

古代物理学发展与生产技术和工艺水平等有关。物理知识常包容在诸如建筑或水利施工、机械、仪器或器具的制造等等之中。因此往往需要从其他领域发现人们对自然现象的认识和对科学原理的应用，才能客观地总结出物理学知识发展的情况。

中国物理学的发展比较天文历法、数学、农学、医学等其他学科的发展稍逊一筹。物理学知识未能像这些学科知识那样形成完整、独立又具特色的体系，同时也缺乏专著和物理学家。

中国各历史时期物理学知识的发展不很均衡，物理学本身各分支的发展亦不平衡。尤其是封建社会晚期，物理知识的发展明显趋于缓慢以至在总的态势上呈现停滞。

3. 古代有关物理学知识的重要书籍和人物

中国历史悠久，有数千年灿烂的文明史。从有文字记载开始，祖先就给我们留下了浩如烟海的文献资料。其中包含了大量的对自然界各种现象的观察和认识的记载。在这些记载中自然也包括十分丰富的古代物理学知识。所以尽管中国古代没有专门的物理学著作，但包含有物理知识的书籍是很多的。这些书籍的作者，可以说就是物理学知识的发现者、总结者或记录者。他们虽然很难等同于完全的或真正的物理学家，但却确实有贡献于中国物理

需要全本请访问 www.ertongbook.com

学的发展。在此，仅简要介绍与物理学知识有关的最重要的一些书籍和人物。

①《墨经》与墨家。《墨经》是墨家学派的著作总汇《墨子》中的一部分，包括“经上”、“经下”、“经说上”、“经说下”共4篇（一说除此4篇外，还包括“大取”、“小取”，共6篇）。关于《墨经》的作者与成书年代，历来说法不一。一般认为，它是战国时期墨家的创始人墨翟（约公元前490～前405年）及其弟子后学的集体创作。《墨经》概括了墨家关于逻辑学、自然科学、哲学等方面的研究成果，约180条。其中内容为自然科学的条目在数量上占第2位。物理学内容主要是力学和光学知识。力学知识包括力的定义，运动的相对性，力和运动的关系，杠杆、滑轮、轮轴和斜面的基本原理，浮力，随遇平衡等。光学知识包括小孔成像原理，光的直线行进，影的形成，光的反射，平面镜和球面镜的成像情况等共8条记载，初步奠定了几何光学的基础。《墨经》对物理现象的研究总结具有相当的理论性，它是世界上最早系统论述几何光学知识的著作。

②《考工记》。《考工记）是先秦古籍中重要的科学技术著作，它的作者已不可考。据后人研究，认为它是春秋末期或战国初期齐国人记录手工业技术的官书。西汉时因《周礼》缺“冬官”篇，而将《考工记》补入，故亦称《周礼·考工记》。它主要记述百工之事，分攻木之工、攻金之工、攻皮之

工、设色之工、刮摩之工、抟埴（音 tuán zhí）之工 6 个部分，分别对车舆、宫室、兵器以及礼乐诸器等的制作作了详细记载。《考工记》中的物理学内容主要是力学和声学知识。力学知识主要反映在工艺制造之中，包括车轮的滚动摩擦问题、物体在斜面上运动时的受力状况、惯性现象、浮力及其应用、材料强度、抛射体飞行轨道的稳定性等。声学知识主要论述钟、鼓、磬的形制，它们的发音、频率、音色、响度与它们的形状之间的关系。

③（淮南子》、《淮南万毕术》与刘安。《淮南子》及《淮南万毕术》为西汉淮南王刘安（公元前 179～前 122 年）及其门客所著。前者一般被认为是杂家著作，以道家思想为主，糅合了儒、法、阴阳等家的思想，包括诸如宇宙形成、地理、乐律、生物进化及化学等方面的很多重要记载，物理学方面涉及力学、光学、磁学、声学、热学的一些论述。后者偏重于实践，简要记述有若干物理实验。

④《论衡》与王充。《论衡》为东汉思想家王充（27～约 97 年）所著。王充毕生反对谶（chèn）纬神学和虚妄迷信，提倡唯物主义。《论衡》内容广泛，叙述多能较为正确地反映客观实际。书中涉及物理学内容颇多，如力与运动的关系、内力和外力、相对运动、热的传播、物态变化、声音的发生与传播、光的照度、球面镜取火、摩擦起电现象，以及首次记载了中国的磁性指南器——司南。

⑤《梦溪笔谈》与沈括。《梦溪笔谈》是北宋

科学家、政治家沈括（1031～1095 年）晚年定居润洲梦溪园（在今江苏镇江）时，举平生见闻所撰。该书包括了天文、历法、气象、数学、地质、地理、生物、医药、矿物、冶金、物理、化学等自然科学的各个方面，以及文学、艺术、语言、文字、历史、考古、音乐、军事、法律等人文科学的各个方面的内容。其中自然科学内容占相当大的比例。李约瑟博士将《梦溪笔谈》誉为“中国科学史上的里程碑”（《中国科学技术史》第一卷）。沈括在物理学方面的主要贡献反映在声学、光学和磁学上。他精通音律之学，发明用实验显示声共振现象，比欧洲同类性质的实验要早五个世纪。还研究共振在军事上的应用。他从实验研究得出凹面镜的成像规律及其与焦点位置的关系、凸面镜曲率与成像大小的关系，并对透光镜的制造及透光机理有深入的研究。他在世界上首次明确记述了地磁场存在磁偏角，这一发现要比欧洲早 400 多年。最早提出人工磁化的方法，讨论了指南针的 4 种装置方法。

⑥《革像新书》与赵友钦。《革像新书》是元代赵友钦（约 13 世纪中叶～14 世纪初叶）现存的惟一著作，其主要内容是讨论天文学及授时历问题，其次是数学与物理学问题。他研究视角问题，并通过模拟实验研究月亮的盈亏。赵友钦进行了大型的光学实验，研究了光的直线行进、小孔成像、大孔成影及照度等问题。通过一系列实验，对孔、光源、像、物距、像距等各因素之间的关系进行了

规律性的探讨，得出了正确的结论。

⑦《乐律全书》与朱载堉。朱载堉（1536～1611年）系明朝宗室，精通乐律、历学、数学、度量衡、舞蹈诸学。《乐律全书》是他的主要著作之一，总结并发展了前人的乐律理论。其中的《律学新说》和《律吕精义》为代表作。朱载堉创建的“新法密率”，是中国明代最伟大的科学发现。在音乐史上他最早用等比级数生律，成功地解决了旋宫调转的问题。他的十二平均律的数理理论，为现代键盘乐器的创制奠定了基础，是对声学理论的重要贡献。

应当指出，古代有关物理学知识的重要书籍和人物决非仅限于以上列举者，前面述及的只不过是最重要、最有影响的罢了。能够保存下来、流传至今的科技古籍，毕竟数量有限。更何况在长期的封建社会中，关于物理学及一切科学技术方面的学问“于功名进取毫不相关”（[明] 宋应星：《天工开物》卷序），得不到应有的重视。同时，在整个物理学知识的发展过程中，或多或少作出过贡献的人何止千万，然而绝大多数都是默然无闻。这里我们只能强调，科学是无数劳动和智慧的结晶。

明末，西方物理学知识开始传入中国。之后与此有关的重要书籍和人物，将另外集中介绍。

4. 关于本书结构的说明

本书作为《中华文明史话》丛书之一，在遵从

全套丛书的写作目的和要求的基础上，考虑到物理学在中国发展的特点，拟以各分支学科为主的方式编排，力求比较全面系统、简明扼要地反映中国古代物理学的主要内容、发展历史、重大成就，以及在世界科学史上的地位。在叙述各分支学科时，亦以知识内容归类，按时间顺序介绍其产生、发展、沿革、演变等过程。

关于近代物理学知识在中国的引进与吸收、成长与发展，也是整部中国物理学史的重要组成部分。由于知识体系与古代的情况有很大的不同，因此将按时代划分为明清与 20 世纪上半叶两个历史时期，另作论述。这样的结构方式，或许有利于反映中国物理学的全貌。

二、中国古代的物质观念及物理思想

物理学是研究物质运动的普遍规律和物质基本结构的科学，即物理学的研究对象是物质，因此物质的概念是物理学中的一个重要问题。现代科学和哲学观点认为：世界的本质是物质的，物质世界中包含着无限多样的物质形态。运动是物质的属性，世界就是无限的永恒运动的物质总体。时间和空间是物质的存在形式。物质不能被创造或消灭，只是在一定条件下发生形态的转化。对物质概念的认识，还将随着科学的发展而不断深化。

中国古代的思想家，对物质的观念大部分都持唯物的态度，他们承认世界上形形色色物质的客观存在，并且努力观察思考，试图探求物质的基本性质、组成、结构以及变化规律等等。诚然，古人对于这些问题和各种物理现象的解释不可能不受到社会生产力发展程度、科学水平、认识能力等种种条件的限制，客观地说，一些问题至今仍是科学研究的重要内容。然而，关于物质及其变化，中国古代确实有许多独特和深刻的见解。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

1.“五行”及“阴阳”

古代先民在长期的生活和生产实践中，逐渐积累了一些关于物质的知识。在大约四、五千年前，人们主要从事农业和畜牧业，并已能烧制陶器，后来又学会冶炼金属铜和青铜，于是从石器时代逐渐过渡到铜器时代，从渔猎、畜牧发展为相当发达的农业和手工业。日常生活和农牧生产中，与人们关系最密切的是水、土、木、火、金 5 种“物质”。从考古发掘的殷商甲骨和周代青铜器上，可明确无误地看到甲骨文和金文中已有水、火、木、金、土 5 字。

大约从西周时期起，人们就把这 5 种“基本物质”称为“五行（音 xíng）”或“五材”，并对它们的性质有了最基本的认识：“五行：一曰水，二曰火，三曰木，四曰金，五曰土。水曰润下，火曰炎上，木曰曲直，金曰从革，土爱稼穑（音 yuán jià sè）。润下作咸，炎上作苦，曲直作酸，从革作辛，稼穑作甘。”（《尚书·洪范》）这里说水有湿润和向下之性，火有燥热和向上之性，木有直性又有曲性，金有可顺从之性又有可变革之性，土有可用作播种和收获之性。还说到它们分别有咸、苦、酸、辛、甘 5 味。由于当时生产力水平低下，人们接触到的东西有限，因而就认为周围的一切都能用这 5 种东西生出来，例如用水浇土，可种出粮食，再用火烧粮食，就可以吃；用金属刮削木头，可制成工

具用具；等等。所以当时人们认为这5种东西可组成世界上各色各样的一切物质，而一切物质的性质也是这5种东西性质的综合表现。对它们的重要性也有充分认识：“天生五材，民并用之，废一不可”(《左传》)。

阴阳理论起源于春秋战国时期。当时的一些思想家力图从自然界本身来理解自然现象的变化和根源。阴和阳的原意是指日光的向背，向日为阳，背日为阴。他们认识到一切事物都有正反两个方面，于是就用阴和阳的概念来解释自然界相互对立和相互消长的物质势力。因此，他们不但认为世界万物来源于五行，而且还认为一切事物的变化都是阴阳二气的消长变化、或阴阳两种力量对立作用的结果。

先秦以及汉代以后，阴阳五行学说有很大发展和变化。一方面表现为试图用这种朴素的五行物质理论和阴阳变化解释自然现象，说明无限变化着的物质世界；另一方面，出现了五行“相生相胜”[当然也有少数人认为，五行之间并不是某一种经常地胜过另一种，而是在不同的条件下有不同的相互关系存在，如墨家所认为的“五行毋常胜，说在宜”(《墨经·经下》)。]，以至诸如五味、五色、五德、……等带有象征或附会含义的理论。随着时代的变迁和社会的发展，阴阳五行学说逐渐神秘化和唯心化。后世关于五行学说和阴阳学说的记载和阐述是很多的，足见它们影响的深远。

不可否认，阴阳五行思想最初确实具有其朴素

的科学意义和唯物辩证思想。而且，它们的合理因素一直保存下来并对中国古代科学（尤其天文学、化学和医学等）的发展起到了一定的作用。

2. 物质的可分性

中国古代早在商周时代，可能就已经注意到物质的分割问题了。甲骨文中“小”字只作三点（或），即表示细微的意思。金文中写作“小”。东汉许慎（约 58～147 年）在《说文解字》中写道：“小，物之微也，从，见而分之。”“”表示一根东西，“”表示劈为两半，意思是说，把一根东西劈了又劈，剩下的就是“小”的形象。但是究竟小到什么程度，“小”就不能再分了呢？

战国时代儒家的著作《中庸》写道：“语小，天下莫能破焉。”指出“小”就是天下没有人可以把它再分割。名家惠施（约公元前 370～前 310 年）也有“至小无内，谓之小一”的话（见《庄子·天下》）。宋代朱熹（1130～1200 年）解释说：“莫能破，是极其小而言之。今以一发之微，尚有可破而为二者。所谓莫能破，则足见其小。……其小无内，亦是说其至小无去处了。”“莫能破，是无内。谓如物有至小而尚可破作两者，是中着得一物在。若云无内，则是至小，更不容破了。”（见《朱子大全》）这里说的“莫能破”、“无内”，大概就是古人认为的物质不可再分割的最小单位了。顺便说一下，20 世纪初“原子”（atom）一词曾被译为

“莫破”;“原子论”(atom theory)则被译为“莫破质点律”(严复:《穆勒名学》),其来源大约就是根据《中庸》里的字句。而我国使用“原子”这个名词则是参考和借用了日文的译称。

春秋战国时期,诸子蜂起、百家争鸣。其中主张物质不可无限分割的、最著名的是墨家学派。《墨经》中提出了“端”的概念:“端,体之无序最前者也,”“非半弗斫(音 zhuó)则不动,说在端。”前一句说,“端”是组成物体的无可分割的最基本的东西;后一句意思是,不能分为两半的东西是不能砍开的,也就对它不能有所动作,它便是“端”了。另外,主张物质可以无限分割的、最著名的是以名家公孙龙(约公元前 320～前 250 年)为代表的“辩者”学派,他的名言“一尺之棰,日取其半,万世不竭”(见《庄子·天下》),意思是,一根尺把长的木杖,每天截取一半,永远截不完。这是两种完全对立的观点。

总之,中国早在先秦时期,对于物质是否无限可分的问题就已经存在尖锐激烈的争论。自然,当时的争论并非仅局限于这一方面内容,还涉及到哲学、逻辑学等多方面内容。需要指出的是,后世对物质可分性的讨论基本依旧,并无重大突破或形成更具备科学性的理论。

近年有关这个问题的研究,一些观点很值得注意。例如,一种观点认为,中国在战国时代就已形成了可与古希腊德谟克里特(Democritus,公元前

460～前370年）原子论相媲美的中国古代原子论思想。这种观点尤其以《墨经》中的论说为根据，甚至认为子思（公元前483～前402年）的《中庸》、朱熹的《朱子全书》中已清楚地解释了原子的概念。而且还认为这种原子论思想是一种不连续的即微粒说的物质概念。另一种观点认为，中国古代原子论思想比较薄弱，而公孙龙所主张的物质无限可分的思想则得到了充分发展，而这种思想正是体现了连续的物质形态，类似于场的情况。笔者以为，中国古代关于物质是否无限可分的认识确是很深刻，值得研究探讨，而且应与西方的一些情况进行比较。然而，古人关于物质无限可分或不可分的认识，毕竟不能等同于现代科学关于物质存在的两种基本形态（即实物粒子与场）的认识。科学史研究最基本的出发点为实事求是，任何抬高或贬低的做法都无助于客观地研究科学本身发展的情况。

3. 元气学说

物质的本源是什么？这个问题也是中国古代思想家冥思苦索、孜孜以求的问题。早在春秋战国时期，有一种看法认为地和水是“万物之本源”（见《管子·水地》），这是因为地和水十分重要，是一切生物赖以生存的基础。但是以地和水去解释复杂多变的世界，是很困难的。

因此，战国时期及以后，曾经出现过各种各样的概念，试图给自然界以统一的解释。其中战国后

期的名家宋钘（音 jiān）、尹文（公元前 4 世纪）等人提出“精气”学说，认为万物是由各种精气结合起来而产生的——在地面生出五谷，在天上分布为星体，流动在天地之间的为鬼神，藏在心中就成为圣人——所以称之为“气”。它有时光明照耀，好像升在天上；有时隐而不见，好像没入深渊；有时滋润柔和，好像在海里；有时高不可攀，好像在山上（见《管子·内业》）。这是中国关于物质构成的最早的元气学说。战国时期的其他著作中，如《庄子》、《荀子》、《左传》中也出现“气”的概念，用来说明生命气息和自然界万物的生成变化。“气”字在东汉许慎的《说文解字》中就是云气的象形。王充进一步明确提出“元气自然论”，指出，“天地，含气之自然也”（《论衡·谈天》）；“天地含气，万物自生”（《论衡·自然》），他认为天地万物是由元气构成的物质实体，万物是在元气的运动中自然生成的。

元气学说后来经过许多唯物主义思想家的发展丰富，如晋代嵇康（224～263 年）、杨泉，唐代柳宗元（773～819 年）、刘禹锡（772～842 年）、宋代李觏（音 gòu）（1009～1059 年）等人，对元气均有论述。宋代张载（1020～1077年）更进一步提出“太虚即气”的观点，认为“太虚者，气之体”（《正蒙·乾称》）；“太虚无形，气之本体，其聚其散，变化之客形尔。”“气不能不聚为万物，万物不能不散而为太虚。”“气之聚散于太虚，犹冰凝释于水，知太虚即气则无‘无’。”（《正蒙

需要全本请访问 www.ertongbook.com