

导 言

—

本书题为《物理与机械志》将物理学与机械工程合为一志。

物理学是研究物质内部结构及其运动规律的科学^①。按物质的不同存在形式和不同的运动形式，经典物理学的各个分支学科一般地分为力学、热学、光学和电磁学。声学包括在力学之中 因为它是研究机械运动中最普遍的一种运动形式，即振动与波的学科。在中国古代，声学具有特别丰富的内容；在现代物理学中声学已独立成一门学科。因此 本书除将力学、热学、光学和电磁学各列一章外 又将声学列为一章。

从世界科学史的眼光看，物理学的发展经历了不同的阶段：从远古到中世纪的古代阶段；从文艺复兴到十九世纪末的经典阶段；从十九世纪末二十世纪初开始，以量子论和相对论的创立为代表的现代物理学的全面发展阶段。然而，各个民族都有自己的社会与科学的发展进程。就中华民族而言，一般地 人们将 1840 年鸦片战争以前看作

有关物理学的定义、研究内容和方法，详见朱洪元“物理学”，载《中国大百科全书·物理学》中国大百科全书出版社 1987 年版 第 1—14 页。

古代经验科学的时期,1840年以后方才进入近代科学的启蒙与发展期。本书的叙述也将遵循这一历史顺序进行。

所谓“机械”,一般是指机器和机构的总称。它是用以节省或代替人力或畜力,以完成各种体力工作的具有特殊用途的装置。机械学是研究如何制造和使用机械及其基础理论的学科,机械工程是指与机械和动力生产有关的一门工程学科。机械学与机械工程之区别只在于对理论和实践的侧重不同罢了。

在中文里有一些表述不同学科的名词在英文中实际上是同一词根派生出来的。“机器”英文为 machine,“机器”与“机械”又总称为 machinery,“力学”与“机械学”同为 mechanics。人们常以 mechan-作为机械的构词成份。可见,机械学与经典物理学中的一个分支学科即力学是同一学科,它们的区别也只在于深度与侧重点不同罢了。在科学史上,古代人的机械制造经验与实践曾促使近代力学的诞生,而近代力学理论的每一重大发展又使机械制造得以进步。伽利略和牛顿都是近代力学、机械学和物理学的奠基人。十八、十九世纪时与机械学最为密切的刚体力学达到比较成熟的阶段,因而在英、法等国出现了经典机械学派。十九世纪热力学和能量守恒定律的建立,为机械工程技术奠定了理论基础。十九世纪下半叶,电磁理论的建立又促成了一项崭新的机械工程即发电机、电动机以及相关的交通运输机械的问世与发展。

十九世纪末由于机器制造的迅速发展产生了基础科学与工程实践直接结合的问题。德国数学家兼力学家克莱因(Christian Felix Klein, 1849—1925年)在哥廷根大学创设应用力学专业,以后其他各国相继

关于机械和机械工程的定义有种种不同的说法。参阅《简明不列颠百科全书》(中国大百科全书出版社,1985年中译版第4册第139—144页)中的“机器和机械零件”、“机械工程”等词条,也见刘仙洲:《中国机械工程发明史》(科学出版社1966年版第4—6页)。

仿效。不久就从力学中诞生了材料力学、应用力学、工程力学、机构学、机械零件等独立课程。原来只限于运动学研究的机构学，在二十世纪高速机械出现后就又发展了机械动力学。随着机器生产的不断发展，以后又发展出机械的分析与设计等课题。这样就诞生了现代机械学和机械工程。如今，机械工程已从古代工匠的摸索实践中发展到专业工程师依据科学理论在研究、设计和生产中使用的科学方法。其领域已包括：研制以计算机存储和处理数据的自动生产物品的机器；发展包括电子、流体、电力、水力的机械，甚而超温、超导、耐磨、耐蚀的生产动力机械；研制核反应、核武器和航空、航天等高速、高功率的机械装置；研制生物工程机械以及与环境控制有关的新技术、新设备，等等。

由此可见，物理学与机械学、机械工程之间，无论在理论原理或实践方向两方面都是密不可分的。本书将物理学与机械工程合在一志之中，以上篇叙述物理学——作为机械工程的理论基础，以下篇叙述机械工程——作为物理学原理的实践应用。虽然从历史发展顺序看，它们关系密切，但从今天的科学分类看，它们仍然是两门性质完全不同的学科。这一点又是需要特别说明的。

二

“物理学”一词希腊文为 $\Phi\upsilon\sigma\iota\kappa\eta$ 它是由 $\Phi\upsilon\sigma\iota\zeta$ 派生的，其本意是探讨自然界和自然现象。当亚里士多德(Aristotle 前 384—前 322 年)创造这一词并用它命名他的一本著作时，该书题原意为《自然哲学》或《自然论》。由于中世纪的拉丁文译本已根据希腊文音译为 *Physica*，后来英译本也将它译为 *Physics*(物理学)中译本便随之而译成《物理学》^①。

亚里士多德著、张竹明译：《物理学》，商务印书馆 1982 年版，第 9—10 页；杨玉：《关于中译“物理学”名称的由来》，《物理》1987 年第 1 期。

物理学词义的历史变迁说明这门科学的大概的进程。

“物理学”一词在中国的演变是极为有趣的。早在先秦时期人们以“格物致知”一词泛指探讨自然界和包括人事在内的各种事物的道理。明清时期由该词演变出“格物”、“格致”和“格物学”、“格致学”等词，后者就成了汉译西方科学或物理学的专有名词。另一方面，古代学者常以“物理”一词泛指包括人事在内的各种事物的道理。公元前二世纪成书的《淮南子·览冥训》写道：“耳目之察不足以分物理；心意之论不足以定是非。”其中的“物理”一词指的就是这种意思。然而，在所需探讨的事物道理中，《淮南子·览冥训》列举了四个例子，其中的三个在今天看来也仍然属于物理学范畴。它们是阳燧取火，磁石吸铁，葵花向日。它们分别属于光学、磁学和生物物理现象。其后，晋代杨泉著《物理论》，明清之际方以智著《物理小识》。方以智的老师王宣著《物理所》。这些冠以“物理”的著作包括了自然现象、人事现象以及鬼神、巫术。由此可见，“格物学”或“物理”的原初意义也是属于自然哲学或哲学。

中国古代词汇以及明清之际中国人译西方科学著作的用词都曾对日本产生很大影响。在兰学传入日本之初，日本学者曾将中文西方科学译著引入日本。明治维新之后，在方以智《物理小识》书名的启示下，也是在中国人译西学时以“学”为公称，以门类为私号的约定启发下，日本学者借用中文“物理”一词，加上公称“学”而译西方的 physics 一词为“物理学”^④。1879年，饭盛挺造（1851—1916年）将其

《礼记·大学》：“致知在格物，物格而后知至。”

戴念祖：《中国物理学史略·物理词义的演变》，《物理》1981年第10期。

邓玉函、王徵合译：《远西奇器图说》卷一。

日本物理学会：《日本の物理学史》上，东海大学出版社1978年版，第54、60、78、81页。汤浅光朝：《科学文化史年表》，科普出版社1984年中译本，第186页。杨玉：《物理》1987年第1期。

在东京大学的讲义编成《物理学》一书出版。1900年,日本和中国学者又将他的著作译成中文。于是,“物理”一词就在亚洲东方绕了一圈之后终于成为中国的物理学专有名词而确定下来。

至于“力学”一词,中国古代的意义与近代科学含义乃风马牛不相及^②。明天启七年(1627年)王征与传教士邓玉函合译《远西奇器图说》时将 Mechanics(力学)译为“力艺”、“重学”^③。将它译为“力学”是十九世纪最后三十年间的事。虽然如此, Mechanics 的本意为机械原理或机械学,其“机械”一词及探求使用机械以省体力的意图在中国古已有之。

战国时代,“机”用以表示弩牙^⑤、桔槔^⑥、杠杆^⑦、云梯一类攻城器械^⑧。织布机称为“机杼”^⑨。从事丝麻织业的工人称为“机匠”、“机工”。器械中的发动部件称为“枢机”、“机关”。“机”与“械”二字合成“机械”一词。见于《庄子·外篇·天地》:“有机械者必有机事,有机事者必有机心。”《韩非子·难二》亦写道:“舟车机械之利。”可见战国时期“机械”已成为专用名词。尤其是,古人已认识到机械和力、省力极有关系。《庄子·天地》述及桔槔时说:“有械于此,一日浸百畦,用力甚寡而见功多。”《韩非子·难二》指出机械之利在于“用力少,致功大,则入多”。以经济观点作为机械定义的内容之一,看来是传统的中

[日]八木江里:《日本最初の物理学者たち》载辻哲夫編集:《物理学史研究》,东海大学出版社,1976年版,第125页。

例如,《金史·张行简传》:“颖悟力学,淹贯经史。”

《远西奇器图说》卷一。

戴念祖:《中国力学史》,河北教育出版社,1988年版,第1—2页。

⑤ 《书·太甲上》:“若虞机张。”孔传:“机,弩牙也。”《淮南子·原道训》:“其用之也若发机。”高诱注:“机,弩机关。”

⑥ 《庄子·天地》:“凿木为机,……其名曰槔。”

⑦ 《礼记·曾子问》:“遂舆机而往。”郑玄注:“机,舆尸之床也。”

⑧ 《战国策·宋卫策》:“公输般为楚设机。”高诱注:“机械,云梯之属。”

⑨ 古乐府《木兰诗》:“不闻机杼声,唯闻女叹息。”

国特点。当西方科学初入中国时，王征与邓玉函译 *Mechanics* 为“力艺”其原因是：“艺则用力之巧法、巧器所以善用其力 轻省其力之总名也。”^① 可见他们准确地表述了 *Mechanics* 的本意。

从上述“物理学”词义的起源及演变看，中国古代人并没有认识到物理学是一门独立的学科。与此相关的是，古代确实没有专门的物理学或格致学著作，人们将物理现象和物理规律分散地记述在经、史、子、集的各种书籍之中。相比之下，有关机械的著作倒是集中一些 除了一些佚书之外 例如苏颂的《新仪象法要》是中世纪一本重要的天文和机械的图书。我们不妨在此先开列一些书目，以供读者研读。

先秦时期的《墨经》和《考工记》是值得重视的两本著作。

《墨经》是以墨翟为首的墨家的自然科学和逻辑学的代表作。流传本《墨经》编入《墨子》书中 包括《经上》、《经下》、《经说上》、《经说下》四篇 或者再加上《墨子》的《大取》、《小取》二篇。关于《墨经》的作者及成书年代问题 曾在一个时期众说纷纭。至今，一般认为，《经》是墨翟自著，《说》是墨翟弟子记述墨翟讲学的言论^②。墨翟卒后，墨家分为几派 各派取舍不一 流传至今的《墨经》可能与墨翟原著在体例与书写格式上会有所不同。《墨经》文简意赅。《经》文多则二十余字，少则三五字；《说》文字数稍多，个别条文在百字左右。《经》与《说》四篇 约计 180 余条 5700 余字。字数虽不多，其内容却很丰富。除了大量的逻辑学和个别几何学条目之外，该书集中地记述和探讨力学和光学现象，为我国古代难得的一本科学著作。

《考工记》是春秋末年齐国人的著作，一说为战国初年的著作。

^①《远西奇器图说》卷一。

详见戴念祖：《中国力学史》，河北教育出版社 1988年版 第 22—24 页。

闻人军：《考工记导读》，巴蜀书社（成都）1987年版 第 122—138 页。

汉河间献王以《周官》阙《冬官》一篇遂以《考工记》补入。《考工记》成为《周礼》中的一篇。该书记述了当时官营手工业中三十项专门的生产部门如“攻木之工七”包括了如何制作轮、舆、弓、庐、匠、车、梓还有攻金之工、攻皮之工、设色之工、刮摩之工、抟埴之工等工艺技术。显然，《考工记》是按照原材料将技术分工的。就现在看来它实际上包括了制车、兵械护甲、礼乐器具、制陶、建筑与水利、量器制造、织染刺绣、农业机械等技术。几乎每一门类的技术都涉及设计规范、制造工艺并且阐述其中的科学道理。可以说，《考工记》是先秦时期工艺技术的百科全书，对于研究中国机械史和物理学史都是一本极为重要的著作。

从秦汉起迄明清之际西方科学传入中国之前，与物理学和机械工程有关的主要著作如下：

汉淮南王书即《淮南子》、《淮南万毕术》二种它们是由淮南王刘安集合其门客编纂而成的，其中记述了许多物理经验和知识。

东汉王充的《论衡》旨在批驳当时流行的各种错误见解。为了论证的需要，他搜集了大量的物理现象，并作出了直观的初步解释，在力学、光学和磁学的知识方面尤为丰富。

晋张华《博物志》，以静电现象和热现象的记述为多。

隋代临孝恭《欵器图》和《地动铜仪经》与欵器和地动仪的制造有关，也与重心、平衡、惯性力等物理性质有关。可惜该二书已佚。唐代杜牧的《考工记注》发展并创新了《考工记》的某些见解。

宋元时期有较多著作与物理学和机械工程的关系较密切。其中有曾公亮等人的《武经总要》涉及武器、车船和火药制造苏颂《新仪象法要》记述了一种机械计时器即“水运仪象台”的设计、制造问题沈括《梦溪笔谈》在物理学与机械方面均有大量记载李诫《营造法式》是一本建筑专著但与材料力学甚有关系赵友钦《革象新书》，涉及一种大型光学实验；王祯《农书》（也称《王祯农书》）描述了大量

的农业机械。

明至清初的著作有李时珍《本草纲目》是中草药专著 内中包括了大量的晶体知识 朱载堉《乐律全书》在声学史上是极为重要的著作 徐光启《农政全书》也涉及大量农业机械问题 王征《新制诸器图说》是在西方科学影响下的一本专门的机械之作；宋应星《天工开物》也包含了各种机械技术和物理知识 方以智的《物理小识》记述了各种物理现象及经验。

从明末至清末，由于西方传教士来华，西方科学著作译成中文者日渐见多，中国的传统著作也日益受西方影响。如郑复光的《镜镜论痴》等书，是西方科学知识与中国传统文化相结合的典型之作。来华教士与中国学者共同翻译了许多西方的科技著作，我们将在以下各章中述及它们。

除了以上所述之外 二十四史中的《律历志》或《音乐志》都涉及声学问题 而《宋史·律历志》中的“浑仪”、“漏刻”涉及计时器，《宋史·仪卫志》中的“政和大驾”、《宋史·舆服志》中的“指南车”和“记里鼓车”涉及交通运输机械，这些都是古代科技史志中难得的经典文献。

许多出土文物在科学史中有举足轻重的作用。它们弥补了文献典籍之不足，或提供文字记载之佐证。曾侯乙钟的发现及其铭文的解读 为中国声学史提供了大量素材 这就是一个例子。历代的绘画、壁画等艺术作品也很值得机械史工作者的重视。

三

为使读者了解本书所述论题的发展轮廓，我们按照历史顺序简略地叙述物理学和机械工程在中国的主要成就。

从远古到西周（前 770 年以前）

在中国历史上，夏代以前是以石器为特征的时代。距今 170 万年以前的云南元谋人，距今 50 万年以前的北京人都能打制或磨制石质尖状器或刮削器，他们可能从天然尖状物的刺痛中领悟到锋刃或尖劈的作用。此后，以骨、石为原料制造的各种生活和生产用具表明杠杆已在实践中被使用。公元前 6000 年，河南舞阳贾湖村人创制了具有六声或七声音阶的骨笛，它表明中国古代的音乐文化远早于古巴比伦文化。齐家文化、龙山文化和马家窑文化中都有少量的红铜或青铜制作的刀、锥、凿等工具。弓箭、舟楫、杵臼等等是这个时期的重要器械发明。据史籍载：那时的人们“弦木为弧，剡木为矢”；“剡木为舟，剡木为楫”；“断木为杵，掘地为臼”^①。钻木取火的技术也是这个时期的重要成就。

夏、商、西周时期是以铜器为特征的时代。青铜工器的冶炼铸造、耕作技术、陶瓷、纺织、建筑、车船、兴修水利等，都有长足的进步。平面铜镜起源于齐家文化时期，殷商时期人们已经制造了镜面微凸的青铜镜。青铜编钟起源于商代初期的铜铃，晚商与西周时期编钟、编磬大有发展。各种车的制造在商代已发展到相当精巧复杂的程度，车的附件及驾车佩饰名目繁多。纺织发展到使用纺轮和传动机构相结合的机械。特别是西周的手工业从农业中分化而出，产生了官营手工业作坊，手工业本身也趋向专门化，这些都有利于机械的发明和物理经验的积累。

声学知识已肇始于音乐之中。西周的民歌汇集而成的《诗》记载了二十九种乐器。十二律产生于殷商或西周初期。公元前十世纪，钟工或乐师通过调音而制成双音钟，即一个钟体能发出两个基音；律管也大约在此时问世。从商至西周的小笙，都是在管端装有簧片的复音乐器。反映了西周典章制度的《周礼·典同》中记述了十二种钟的形

状与其音量、音质的关系，这是有关壳体振动经验知识的第一次总结。

春秋战国（前 770—前 220 年）

春秋战国约 550 年间是从铜器向铁器过渡的时代。按照历史学家的说法，也是从奴隶制向封建制过渡的历史阶段。这时期的列国兼并战争也促使科学技术比前一时期有极大的发展。

人们创制并运用的机械有滑轮（古称滑车）、桔槔、辘轳、附有回转柄的磨与碄、木鸢、云梯、手摇纺车以及皮囊、原始的鼓风机等等，轴承与润滑油被广泛应用。著名的机械师有鲁班和墨翟等人。

《考工记》与《墨经》代表了这个时期的机械学与物理学的水平。

《考工记》在叙述各种器物制造中以制车和弓箭为详细，释理深刻。它叙述了滚动摩擦和惯性现象；从造弓选材等技术中提出了检验材料强度的方法；讨论了皮革形变与强度的关系，尖劈与斜面引重的问题；对箭的结构比例及其飞行力学作了经验记述；总结了磬、钟、鼓一类板壳振动知识，等等。

《墨经》讨论了杠杆、滑轮和斜面等简单机械的原理，初步探讨了浮体的平衡规律，讨论了建筑砖石的受力平衡，探讨了梁木和柔绳不同的发挠变形性能，论述了度量衡的一般法则，对时间、空间作了定义，对时空与运动以及运动与静止的关系，对圆球的随遇平衡、转动现象和自由落体作了探讨。此外，它首次记述了地面上的陶瓮可作为听音器使用。然而，《墨经》的更大成就还在光学方面，它以八条文字连续地记述了光学问题。它们是：影子生成的道理；光线与影的关系；光直线行进实验；光反射性质；从物体与光源的相对位置确定影子大小；平面镜、凹面镜和凸面镜的成像规律。这八条文字是墨家从事光学实验、仔细观察的忠实记录，也是世界文化史上最早的一篇光学著作。

《考工记》着重在手工技术，承上启下、总结过去、开创未来。它在

几千年的中国文明进程中影响了科学发展的方向。中国古代工程技术大放异彩与此不无关系。相比之下,《墨经》的内容着重于自然科学和逻辑学。随着汉代以后墨学断绝,以《墨经》为代表的脆弱的自然科学的理性主义也消失了。

除上述二部经典之作以外,此时期还有许多典籍零散地记述了各种物理知识。《庄子·天地》记述了桔槔的构造和原理,《庄子·徐无鬼》记述了共振现象。《管子·地员》记述了弦长与音调定量关系的三分损益法,这是人类第一次成功的以数学总结自然规律的尝试。磁石的某些特性、热胀冷缩现象也有所被认识或被应用。

从秦汉到五代前(221—960年)

这是我国古代的机械制造和物理学的发展时期。汉代以后,我国已完全进入铁器时代,钢铁技术长足进步。先进的钢铁制造技术是同期的西方无法相比的科技与社会发展的条件。

在机械制造方面,西汉时期人们发明了齿轮、滚动轴承、辘轳用于起动物重。织机已发展为由杠杆、轮、连杆和索等简单机械构成的联合机械。丁缓发明被中常炉(其原理与回转仪相似)和七轮扇。毕岚造翻车,实际上是一种链唧筒。唧筒、渴乌(虹吸管)、耕犁、扇风车(一种以人力产生风的机械,古称“风车”,但要区别以自然风作为动力的风车)、船用舵和橹、水碓、水排、水磨都是这个时期的重要发明。

东汉张衡创制候风地动仪、水力运转浑象仪,指南车和飞行木雕,巧妙地运用了杠杆原理和齿轮系统。三国时期,马钧造指南车,改进翻车、织绡机和抛石机。晋代葛洪发明了具有螺旋桨原理的“飞车”。南北朝时期,祖冲之改进指南车外,又创制千里船,使桨式间歇运动变成轮式连续运动。风筝和加帆车也是这个时期的发明。天文钟中的减速传动和棘轮系统是隋唐时期重要的机械成就。更有现代技术意义的是,唐代杨务廉第一次创制了人工合成言语声的机械木偶。

这一时期在物理学方面的重大成就有：

力学方面 在《尚书纬·考灵曜》中对力学相对性原理作出了最古老的叙述；王充在《论衡》中提出了一个系统的内力无作用效果的思想；随着弓箭的长期应用以及测量弓力的实践，汉代人发现了弹性定律；在欧洲，这些成就都是在近代科学兴起之后才取得的。

在热学方面，人们从天气变化和生活实例中知道物态的三种变化与温度的定性关系。韩婴在公元前二世纪观察性地记述了雪花晶体的六角对称形态。晋代张华在《博物志》中定性地记述了油与水的不同沸点和水的递次沸腾现象。以人体腋下的温度作为判别周围环境的温度变化的标准也为人们所知。

在光学方面，凹面镜即阳燧被普遍用于取火，人们发现了各种能聚焦光线的物体 并初步探讨了阳燧的焦点问题。冰透镜“透光”镜、锥形幻灯或活动影片是汉代人的创造。对雨虹色散现象、月亮发光原因也有较深刻的认识，甚至于作出了人造雨虹的简单实验。

在声学方面，董仲舒与王充等人提出空气波与水波类似的观点。乐器与乐律学有很大发展。尤其是，从汉代京房到隋唐祖孝孙，三分损益律发展到近似的十二平均律，这是此时期乐律学的非凡成就。晋代荀勖发现了类似于今日洞箫一样的复杂管的管口校正方法。人们对于振动和共振的认识逐渐深刻，晋代张华、唐代曹绍夔等人相继发现了消除共振的方法。

在电与磁方面，人们广泛地注意到磁石的吸引和排斥两种现象，王充记述了司南的形状、用法与指向问题。人们不仅发现了琥珀、玳瑁的静电吸引现象，而且还记述了静电火花和放电声。

宋辽金元 960—1368 年)

继盛唐之后，宋朝成为中国古代科学文化发展的高峰期。国内贸易发达 行会制度盛行 城市经济繁荣 纸币和汇兑流行 这一切都促成了当时科技的发展。尤其在农业、手工业、冶金、武器制造、纺织、陶

瓷方面比前一时期都有较大进步。在宋、辽、金三方交战的岁月，火药武器和造船技术突飞猛进地发展。元朝在机械与物理学方面基本保持宋代水平。

在机械制造方面，燕肃等人分别再造指南车与记里鼓车，并且留下了较为详细的文字记载。苏颂造水运仪象台，这是具有减速齿轮系统和擒纵器的现代天文钟的始祖。僧怀丙打捞铁牛应用了类似现代起重浮艇的原理。轮船在此时发展到高峰。在水排的基础上，活塞风箱、风箱式喷火武器（《武经总要》记其为“猛火油柜”）以及盐井吸卤用拉杆活塞式机械应运而生。此外，在宋代的重要发明中还有管形火枪、走马灯和火箭。木棉搅车、尖劈榨机、可折叠船、水转大纺车等，至晚也是元代的重要发明。

在力学上，李诫系统地总结了历代建筑经验，提出了横梁截面的高度与宽度的科学比例数。由于虹吸管和风箱的应用，此时期有大量的关于空气压力的经验记述。以莲子、鸡蛋测试盐卤浓度的方法，表面张力演示仪的发明，等等，是这个时期的力学成就。

沈括是此时期伟大的科学家之一，他对物理学的贡献尤多。在光学上，他对日食、月食和雨虹的成因作了理论总结；他研究了各种镜子、探讨了透光镜的机理；发现了阳燧焦距。元代赵友钦又进行了大型光学实验。此外，关于色散的知识也有很大进展。

在声学方面，沈括讨论了古乐钟的形状及其对发音的影响，第一次成功地作了演示共振实验。赵希鹄提出了对琴室的设计要求，这是建筑声学的滥觞。

电与磁的知识此时达到古代认识的高峰。指南针的磁化方法和磁偏角的发现、对雷电现象和静电现象的大量记述，是其中最典型的事例。

明清（1368—1911年）和近代科学在中国的启蒙时期（1600—1911年）

明、清两代是我国科学技术从古代传统向近代过渡的一个特别时期。一方面,传统科学仍在缓慢地发展,在 1600 年以前并无明显表现出落后于西方的情形,而在 1600 年之后的 300 年间,也确实还有个别成就可与西方同样成就相比;另一方面,从十六世纪末起,西方科学知识在中国传播,中国的传统科学缓慢地与近代科学交融在一起。

在明、清两代仍然属于中国传统的机械与物理学成就有:宋应星《天工开物》所描绘的各种机械技术,茅元仪《武备志》所记述的火箭、地雷、水雷及其发火装置;朱载堉创建的十二平均律理论和管乐器末端效应的发现,刘献庭《广阳杂记》中记述的磁屏蔽现象、建筑中的隔音技术等。

明末传教士来华,迄清末止,传教士和中国学者翻译了 200 种左右有关机械与物理学的西方著作,从而在传统科学中注入了新的科学概念、思想与方法。

十九世纪六十至九十年代期间,在“兴办洋务”的口号下,上海、苏州、福州等地相继开设造船厂、枪炮局等军用工业,中国人学会了设计与制造蒸汽机、火轮船和近代军火武器,也学习了机械应用技术,从而近代机械制造业开始在中国萌芽。十九与二十世纪之交,西方某些动力和生产机械引入中国,又通过派遣留学生学习科学与技术,兴办学堂,为下阶段的发展奠定了人才与知识基础。

近代物理学和机械工程的初步发展时期(1911—1949年)

五四新文化运动的开展,科学和工程学术团体在二十世纪第二个十年的创立,尤其是以 1928 年中央研究院(内设物理研究所、工程研究所)的建立,中国的物理学和机械工程进入初步发展时期。

在物理学方面,首先是物理学留学生回国后多在大学从事物理教育,创办物理系,建立实验室。到三十年代初期,全国已有 30 多所高等院校建立了初具规模的物理系、数理系或理化系。某些大学物理

系的教学水平超过美国大学本科。抗战期间，学校内迁，物理系和研究所的研究受到极大影响，但教学质量没有下降，仍然培养出大批物理人才，如杨振宁、李政道等等。中国物理学家在国内外或沉思宇宙的广袤，或探索原子的奥秘，在物理学的各个分支学科都取得了一些重要成就。

在机械工程方面，1949 年之前，有 10 余所高等院校设有机械工程专业；在技术上虽然主要是仿制或装配外国机械，但在蒸汽机、内燃机、电机、机床、锻压设备、机车、纺织机、货车等方面相继设厂生产了一定数量的机器和设备。抗战期间，在战争的刺激下，也有局部与短暂的发展。尤其是，在培养人才和技术方面，为下半个世纪建立近代机械工业体系奠定了基础。

上 篇
物 理 学