

卢嘉锡 总主编

中国科学技术史

物理学卷

戴念祖 主编



科学出版社

卢嘉锡 总主编

中国科学技术史

物理学卷

戴念祖 主编



科学出版社

2001

内 容 简 介

本书展现了中国古代科学在物理学方面的概貌。中国古代物理学可与西方同一时期相比的有力学与光学两个分支;在电磁学和热学方面,中国取得了远胜于西方的成就;在声学,特别是在乐律方面更是成绩卓著。

本书包括历史的概述、力学、光学、声学、电和磁、热学以及近代物理知识在中国的传播等几部分。书后附有较完善的中国(尤其是古代中国)有关物理学的参考书目,文前有珍贵的彩图插页。本书可供科学史工作者、理科大学生以及广大知识界读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国科学技术史:物理学卷/卢嘉锡总主编;戴念祖分卷主编.-北京:科学出版社,2001

ISBN 7-03-007853-5

I. 中… II. ①卢… ②戴… III. ①自然科学史-中国②物理学-技术史-中国 IV. N092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 38844 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2001 年 5 月第一次印刷 印张:40 插页:2

印数:1—1 000 字数:942 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

2001. 8. 28

博文书社

No. 1815031



图 2-8 广西容县真武阁

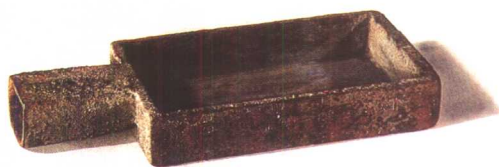


图 2-67 商鞅铜方升



(a)



(b)

图 2-27 广西全州县石岗村燕子窝楼:(a)正面 (b)侧面



图 2-74 山西永济县永乐宫
三清殿壁画:校正尺度

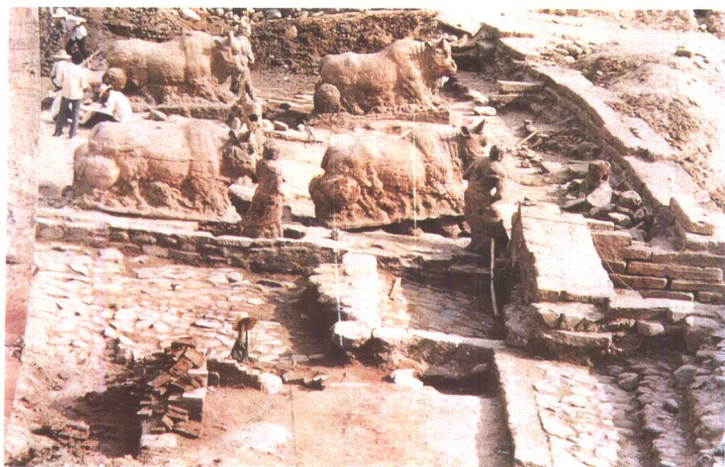


图 2-39 考古工作者发掘唐代铁牛现场



图 3-6 汉代长信宫灯

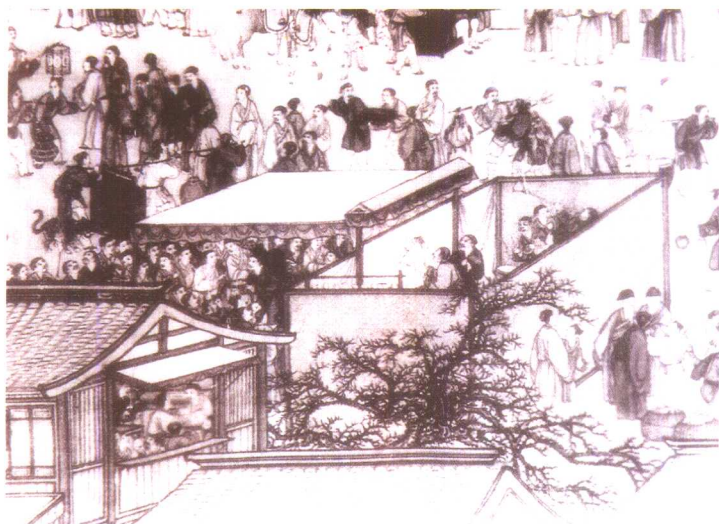


图 3-16 清代金昆等绘《庆丰图》



图 3-24 晋顾恺之绘
《女史箴》图局部



(a)

(b)

图 3-29 西汉透光镜:(a)镜
背纹饰 (b)镜面反射光斑



图 4-1 在河南
舞阳县贾湖村发
掘的公元前 60 世
纪的骨笛



图 4-4 曾侯乙编钟



图 4-13
宋人摹顾恺之《断琴图》
之局部

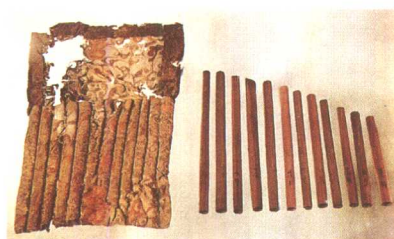


图 4-18 长沙马王堆
汉墓出土律管



图 4-23 建于 13 世纪的
晋南舞台



图 4-24 北京故宫清代
漱芳斋戏台



图 4-25 清人绘北京茶园演戏图



图 4-27
天坛内建筑：
回音壁(下)和
圜丘(上)



图 4-34 曾侯乙编磬



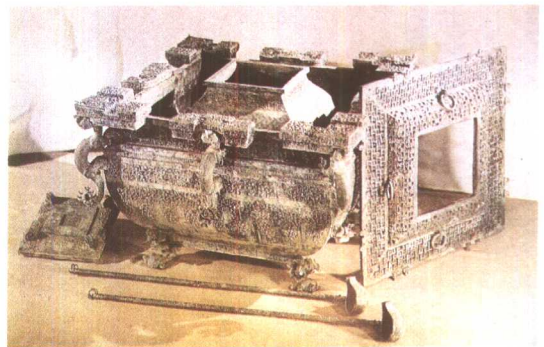
(a)



(a)

(b)

图 5-11 北京故宫博物院藏明代瓷
罗盘:(a)俯视瓷盘内图 (b)釉绘于
盘内底中心的罗盘方位



(b)

图 6-8 战国曾侯乙铜制保温器：
(a)器外形 (b)开盖后器形

《中国科学技术史》的组织机构和人员

顾问 (以姓氏笔画为序)

王大珩	王佛松	王振铎	王绶琯	白寿彝	孙 枢	孙鸿烈	师昌绪
吴文俊	汪德昭	严东生	杜石然	余志华	张存浩	张含英	武 衡
周光召	柯 俊	胡启恒	胡道静	侯仁之	俞伟超	席泽宗	涂光炽
袁翰青	徐莘芳	徐冠仁	钱三强	钱文藻	钱伟长	钱临照	梁家勉
黄汲清	章 综	曾世英	蒋顺学	路甬祥	谭其骧		

总主编 卢嘉锡

编委会委员 (以姓氏笔画为序)

马素卿	王兆春	王渝生	艾素珍	丘光明	刘 钝	华觉明	汪子春
汪前进	宋正海	陈美东	杜石然	杨文衡	杨 熈	李家治	李家明
吴瑰琦	陆敬严	罗桂环	周魁一	周嘉华	金秋鹏	范楚玉	姚平录
柯 俊	赵匡华	赵承泽	姜丽蓉	席龙飞	席泽宗	郭书春	郭湖生
谈德颜	唐锡仁	唐寰澄	梅汝荪	韩 琦	董恺忱	廖育群	潘吉星
薄树人	戴念祖						

常务编委会

主 任 陈美东

委 员 (以姓氏笔画为序)

华觉明 杜石然 金秋鹏 赵匡华 唐锡仁 潘吉星 薄树人 戴念祖

编撰办公室

主 任 金秋鹏

副 主 任 周嘉华 杨文衡 廖育群

工作人员 (以姓氏笔画为序)

王扬宗 陈 晖 郑俊祥 徐凤先 康小青 曾雄生

物理学卷编委

主 编 戴念祖

编 委 王 冰 洪震寰 姜淑华 徐克明

总 序

中国有悠久的历史 and 灿烂的文化,是世界文明不可或缺的组成部分,为世界文明做出了重要的贡献,这已是世所公认的事实。

科学技术是人类文明的重要组成部分,是支撑文明大厦的主要基干,是推动文明发展的重要动力,古今中外莫不如此。如果说中国古代文明是一棵根深叶茂的参天大树,中国古代的科学技术便是缀满枝头的奇花异果,为中国古代文明增添斑斓的色彩和浓郁的芳香,又为世界科学技术园地增添了盎然生机。这是自上世纪末、本世纪初以来,中外许多学者用现代科学方法进行认真的研究之后,为我们描绘的一幅真切可信的景象。

中国古代科学技术蕴藏在汗牛充栋的典籍之中,凝聚于物化了的、丰富多姿的文物之中,融化在至今仍具有生命力的诸多科学技术活动之中,需要下一番发掘、整理、研究的功夫,才能揭示它的博大精深的真实面貌。为此,中国学者已经发表了数百种专著和万篇以上的论文,从不同学科领域和审视角度,对中国科学技术史作了大量的、精到的阐述。国外学者亦有佳作问世,其中英国李约瑟(J. Needham)博士穷毕生精力编著的《中国科学技术史》(拟出 7 卷 34 册),日本薮内清教授主编的一套中国科学技术史著作,均为宏篇巨著。关于中国科学技术史的研究,已是硕果累累,成为世界瞩目的研究领域。

中国科学技术史的研究,包涵一系列层面:科学技术的辉煌成就及其弱点;科学家、发明家的聪明才智、优秀品德及其局限性;科学技术的内部结构与体系特征;科学思想、科学方法以及科学技术政策、教育与管理的优劣成败;中外科学技术的接触、交流与融合;中外科学技术的比较;科学技术发生、发展的历史过程;科学技术与社会政治、经济、思想、文化之间的有机联系和相互作用;科学技术发展的规律性以及经验与教训,等等。总之,要回答下列一些问题:中国古代有过什么样的科学技术?其价值、作用与影响如何?又走过怎样的发展道路?在世界科学技术史中占有怎样的地位?为什么会这样,以及给我们什么样的启示?还要论述中国科学技术的来龙去脉,前因后果,展示一幅真实可靠、有血有肉、发人深思的历史画卷。

据我所知,编著一部系统、完整的中国科学技术史的大型著作,从本世纪 50 年代开始,就是中国科学技术史工作者的愿望与努力目标,但由于各种原因,未能如愿,以致在这一方面显然落后于国外同行。不过,中国学者对祖国科学技术史的研究不仅具有极大的热情与兴趣,而且是作为一项事业与无可推卸的社会责任,代代相承地进行着不懈的工作。他们从业余到专业,从少数人发展到数百人,从分散研究到有组织的活动,从个别学科到科学技术的各领域,逐次发展,日臻成熟,在资料积累、研究准备、人才培养和队伍建设等方面,奠定了深厚而又广大的基础。

本世纪 80 年代末,中国科学院自然科学史研究所审时度势,正式提出了由中国学者编著《中国科学技术史》的宏大计划,随即得到众多中国著名科学家的热情支持和大力推动,得到中国科学院领导的高度重视。经过充分的论证和筹划,1991 年这项计划被正式列为中国科学院“八五”计划的重点课题,遂使中国学者的宿愿变为现实,指日可待。作为一名科技工作者,我对此感到由衷的高兴,并能为此尽绵薄之力,感到十分荣幸。

《中国科学技术史》计 30 卷,每卷 60 至 100 万字不等,包括以下三类:

通史类(5 卷):

《通史卷》、《科学思想史卷》、《中外科学技术交流史卷》、《人物卷》、《科学技术教育、机构与管理卷》。

分科专史类(19 卷):

《数学卷》、《物理学卷》、《化学卷》、《天文学卷》、《地学卷》、《生物学卷》、《农学卷》、《医学卷》、《水利卷》、《机械卷》、《建筑卷》、《桥梁技术卷》、《矿冶卷》、《纺织卷》、《陶瓷卷》、《造纸与印刷卷》、《交通卷》、《军事科学技术卷》、《计量科学卷》。

工具书类(6 卷):

《科学技术史词典卷》、《科学技术史典籍概要卷》(一)、(二)、《科学技术史图录卷》、《科学技术年表卷》、《科学技术史论著索引卷》。

这是一项全面系统的、结构合理的重大学术工程。各卷分可独立成书,合可成为一个有机的整体。其中有综合概括的整体论述,有分门别类的纵深描写,有可供检索的基本素材,经纬交错,斐然成章。这是一项基础性的文化建设工程,可以弥补中国文化史研究的不足,具有重要的现实意义。

诚如李约瑟博士在 1988 年所说:“关于中国和中国文化在古代和中世纪科学、技术和医学史上的作用,在过去 30 年间,经历过一场名副其实的新知识和新理解的爆炸”(中译本李约瑟《中国科学技术史》作者序),而 1988 年至今的情形更是如此。在 20 世纪行将结束的时候,对所有这些知识和理解作一次新的归纳、总结与提高,理应是中国科学技术史工作者义不容辞的责任。应该说,我们在启动这项重大学术工程时,是处在很高的起点上,这既是十分有利的基础条件,同时也自然面对更高的社会期望,所以这是一项充满了机遇与挑战的工作。这是中国科学界的一大盛事,有著名科学家组成的顾问团为之出谋献策,有中国科学院自然科学史研究所和全国相关单位的专家通力合作,共襄盛举,同构华章,当不会辜负社会的期望。

中国古代科学技术是祖先留给我们的一份丰厚的科学遗产,它已经表明中国人在研究自然并用于造福人类方面,很早而且在相当长的时间内就已雄居于世界先进民族之林,这当然是值得我们自豪的巨大源泉,而近三百年来,中国科学技术落后于世界科学技术发展的潮流,这也是不可否认的事实,自然是值得我们深省的重大问题。理性地认识这部兴盛与衰落、成功与失败、精华与糟粕共存的中国科学技术发展史,引以为鉴,温故知新,既不陶醉于古代的辉煌,又不沉沦于近代的落伍,克服民族沙文主义和虚无主义,清醒地、满怀热情地弘扬我国优秀的科学技术传统,自觉地和主动地缩短同国际先进科学技术的差距,攀登世界科学技术的高峰,这些就是我们从中国科学技术史全面深入的回顾与反思中引出的正确结论。

许多人曾经预言说,即将来临的 21 世纪是太平洋的世纪。中国是太平洋区域的一个国家,为迎接未来世纪的挑战,中国人应该也有能力再创辉煌,包括在科学技术领域做出更大的贡献。我们真诚地希望这一预言成真,并为此贡献我们的力量。圆满地完成这部《中国科学技术史》的编著任务,正是我们为之尽心尽力的具体工作。

卢嘉锡

1996 年 10 月 20 日

目 录

总序	卢嘉锡
绪论	(1)
一 “物理”的古代词义	(1)
二 物理学的典籍	(3)
三 传统物理学的特点	(5)
第一章 历史的概述	(7)
第一节 物理学知识的萌芽	(7)
第二节 传统物理学的发展	(9)
第三节 传统物理学的高度发展	(12)
第四节 物理学从传统走向近代	(14)
一 明末清初的传统物理学知识	(15)
二 鸦片战争前中西科学交流以及物理学知识的融合	(16)
三 鸦片战争之后近代物理学在中国的传播与引进	(18)
第二章 力学	(20)
第一节 简单机械及其原理	(20)
一 杠杆和天平	(20)
二 《墨经》论杠杆	(25)
三 滑轮和辘轳	(27)
四 《墨经》论滑轮	(30)
五 尖劈与斜面	(33)
六 《墨经》论斜面	(35)
第二节 重心和平衡	(38)
一 《墨经》论力的平衡	(38)
二 对重心的认识及运用	(39)
三 周庙欹器及其在历代的发展	(42)
四 重心与平衡在建筑中的运用	(44)
五 不倒翁	(45)
六 磬的重心	(47)
第三节 力和运动	(48)
一 《墨经》定义力	(48)
二 对几种力的认识	(50)
三 王充论力和一个力学系统的内力	(53)
四 时空的物理性质	(54)
五 机械运动	(58)
六 相对运动	(64)
七 回转运动:陀螺与平衡环	(67)
八 力学的相对性原理	(71)

九 动量矩守恒原理的应用	(73)
十 动力学的思想萌芽	(75)
十一 功与能的古代观念	(76)
十二 箭矢飞行及相关观念的东西方之差异	(78)
第四节 流体力学	(82)
一 液体的浮力	(82)
二 液体的比重及其测定法	(87)
三 液体的表面现象	(92)
四 静水和流水的力学知识	(94)
五 大气压	(100)
第五节 材料力学	(105)
一 对材料性质的认识	(105)
二 材料强度的经验检验法及其联接问题	(108)
三 弹性变形和弹性定律	(113)
四 梁木断面的高宽比	(120)
第六节 固体	(122)
一 固体的比重	(123)
二 晶体	(126)
三 垛积术与密堆积概念	(140)
第七节 基本计量	(142)
一 时间的计量	(143)
二 长度、容量和质量单位	(150)
三 单位量值的演变与标准器的制定	(154)
四 寻求自然常数的努力	(158)
五 《墨经》论度量	(163)
第三章 光学	(166)
第一节 光源	(166)
一 热光源	(166)
二 冷光	(173)
第二节 影论	(182)
一 圭表和影	(182)
二 《墨经》论影	(185)
三 方以智的“光肥影瘦”说	(189)
四 影戏	(193)
第三节 像论	(194)
一 小孔成像	(195)
二 反射镜成像	(202)
三 透镜成像	(225)
第四节 视觉、颜色和色散	(243)
一 视觉与透视	(243)
二 颜色与色觉	(244)
三 色散	(246)
四 衍射	(252)
五 滤光及其应用	(253)

第五节 大气光象	(254)
一 “小儿辩日”	(255)
二 海市蜃楼	(258)
三 峨眉宝光	(260)
第四章 声学	(262)
第一节 导言	(262)
一 声音的古代定义	(262)
二 声学与文化背景	(264)
第二节 音调的数学计算	(270)
一 乐律的起源	(271)
二 三分损益法和三分损益律	(279)
三 三分损益律的发展	(284)
四 纯律的应用和理论	(297)
五 朱载堉及其等程律	(303)
六 音高标准器与管口校正	(318)
第三节 声音的特性、传播和应用	(329)
一 声音的特性	(330)
二 声音的传播	(335)
三 建筑与声音	(341)
四 器物破裂及其内杂质的声音鉴定法	(347)
五 利用声响捕鱼	(348)
六 音乐与语言机械的制造	(350)
七 喷水鱼洗	(352)
第四节 乐器与声学知识	(354)
一 振动与声音	(354)
二 弦与管乐器	(355)
三 打击乐器	(361)
四 编钟和壳式乐器	(363)
第五节 共振	(374)
一 宋代之前共振现象的记述	(375)
二 宋代及其之后演示共振的实验	(377)
三 消除共振	(379)
四 地听器的发明及其应用	(381)
第五章 电和磁	(386)
第一节 摩擦起电	(386)
一 琥珀与玳瑁	(386)
二 毛皮、丝绸和其他	(389)
第二节 雷电	(391)
一 对雷电的一般认识	(391)
二 导体与绝缘体概念的滥觞	(393)
三 尖端放电和大气电现象	(394)
四 建筑避雷	(396)
五 东西方对电的认识差异	(398)
第三节 磁石及其特性	(399)

一 磁石的名称及其分类	(399)
二 磁石特性的发现	(400)
三 人造磁体	(402)
四 磁石的应用和磁幻术	(404)
第四节 指南针、磁极性和磁偏角	(407)
一 司南的创制	(408)
二 指南鱼、指南龟和地磁倾角的运用	(409)
三 指南针的制造和安装	(412)
四 磁体的极性	(414)
五 地磁偏角	(415)
第五节 罗盘及其在航海中的应用	(417)
一 罗盘的起源与发展	(417)
二 航海用指南针与罗盘	(421)
第六章 热学	(425)
第一节 火、燃烧与冰	(425)
一 对火的认识	(425)
二 摩擦生火	(426)
三 引火柴与活塞式点火器	(429)
四 自燃现象	(430)
五 冰	(432)
第二节 热与温度	(434)
一 热胀冷缩与物态变化	(434)
二 沸腾过程	(437)
三 热传导与热理论	(439)
四 测温、测湿与火候	(444)
五 冷凝与对冰花的观察	(448)
第三节 热现象的技术应用	(450)
一 热气球	(450)
二 走马灯	(451)
三 保温瓶	(452)
第七章 近代物理学知识在中国的传播	(455)
第一节 明末清初西方物理学知识的传入及影响	(455)
一 中国和欧洲的社会与科技发展的状况	(455)
二 天主教耶稣会士来华与西方物理学知识的传入	(458)
三 物理学知识集中的几种书籍	(459)
四 力学与简单机械知识的传入	(461)
五 热学与气象学知识的传入	(466)
六 光学知识的传入	(470)
七 西方物理学知识传播的影响	(475)
第二节 仪器制造与中西物理学知识的融合	(478)
一 眼镜	(479)
二 三棱镜和望远镜	(482)
三 崇祯历局制望远镜	(488)
四 薄珥、孙云球和黄履庄	(492)

五 计时器、钟表和单摆	(498)
六 阿基米德螺旋	(505)
七 郑复光及其《镜镜论痴》	(507)
八 邹伯奇及其《格术补》	(528)
九 邹伯奇的玻璃摄影术	(537)
十 郑光祖和中西宇宙观的融合	(541)
第三节 晚清西方物理学知识的传入及影响	(543)
一 中国和欧洲的社会与科学技术	(543)
二 基督教新教传教士来华以及西方人士在华的科学与教育活动	(546)
三 物理学书籍的翻译	(549)
四 物理学教育	(552)
五 晚清时期传入的近代物理学知识	(555)
六 物理学名词的翻译和审订	(562)
七 物理学知识传播的影响以及影响物理学知识传播的因素	(566)
第四节 近代物理学的发端	(569)
一 《谈天·序》和李善兰的划时代宣言	(569)
二 廷德耳的《声学》、传统与近代的交流	(572)
三 近代物理教学的肇始	(576)
四 “西学中源”说	(581)
图录 表录 谱例	(585)
参考文献	(593)
主题索引	(607)
书名索引	(611)
人名索引	(613)
后 记	(624)
总 跋	(625)

绪 论

在近代科学诞生之前，人们无疑地积累了大量的科学知识。它们究竟有哪些内容，是如何被认识的，被谁发现和总结的，又以何种形式总结，它们在科学形成过程中、在社会进步和人类思维中曾经起过何种作用……如此等等，就是我们所说的“古代科学史”。物理学史亦然。虽然仅在科学诞生之后，才先后产生一门门范围明确、专业精深的学科，但是，从专门性的学科眼光看，追寻某学科在古代的历史发展，或许更能深入地发掘科学的历史功能及其价值。

物理学史是物理学的概念、理论、方法和实验的起源、发生和发展的历史。其中一些重大的物理事件及其前因后果，历史意义，参与该事件的重要人物，各民族之间的物理学交流，是特别引人注目的内容。近年，人们尤其关心物理学及其思想在不同民族的起源、物理学与社会之间的关系等课题。本书讨论的内容是物理学在中国的起源、发生和发展的历史情形，而且着重叙述古代时期的物理学。

一 “物理” 的古代词义

“物理学”一词源出于希腊文 $\Phi\upsilon\sigma\iota\kappa\eta$ ，其本意是探讨自然界和自然现象。当亚里士多德创造这一词并用它命名他的一本著作时，其意为《自然哲学》或《自然论》。该书在中世纪时期的拉丁文译本将书题译为 *physica*，后来英译本将它译为 *physics*，物理学由此得名^①。

“物理”一词在中国古代与现代的含义亦不相同，它的历史演变及其定名是颇为有趣的。

“物理”一词古已有之，但其意义并非近代所谓的“物理学”，而是泛指一切事物的道理。所谓“事物”乃涵盖天地人身、草木鸟兽、金石器用、医药占卜、鬼神方术，以至人事变迁、伦理道德、帝王更迭等等，无所不包。晋杨泉《物理论》，明王宣《物理所》、方以智《物理小识》等冠以“物理”一词的著作，大致都包括了这诸多方面的内容。晋张华《博物志》中有“物理”篇，清郑光祖《一斑录》中有“物理”卷，其内容也不外如此。因之，西汉文学家贾谊在其《新书·道德说》中以“物理”阐述其“德”与“神”的含义。他写道：

“德者变及物理之所出也”。

“变化无所不为，物理及诸变之起，皆神之所化也”。

唐代房玄龄等人在修撰《晋书》时如此褒奖晋明帝司马绍：

^① 亚里士多德《物理学》，张竹明译，商务印书馆，1982，第9～10页（本书以下所引著作版本问题，均见本书附录“参考文献”）。

“帝聪明有机断，尤精物理”^①。

唐代诗人杜甫在其《曲江诗》中刻划其官场失意的心态时写道：

“细推物理须行乐，何用浮名绊此身”^②。

直到明末，方以智的父亲方孔炤在回答“星辰何以明、雷风何以作、动何以飞走、植何以荣枯”的问题时曾说：

圣人官天地、府万物、推历律、定制度、兴礼乐，以前民用，化至咸若，皆物理也。其常也，即其变也。变未至极乎？变极自反乎？惟神而明之者知之^③。

在具体回答问题之前，方孔炤将天地万物、礼乐制度全都归结为“物理”。在他看来，“物理在一切中”，即使“性命、生死、鬼神”，也“只一大物理也”^④。在方孔炤的影响下，方以智将农、医、算、测、工器，乃至“实务”、“九流”之属“总为物理”，将“器”与“道”称为“一大物理”^⑤。

这是中国古代的“物理”观，它与近代意义的物理学是极不相同的。然而，正是古代“物理”无所不包的涵义，某些在近代物理意义下的自然知识也就包含在其中了。《淮南子·览冥训》写道：

“夫燧之取火于日，慈石引铁，蟹之败漆，葵之向日，虽有明智弗能然也。故耳目之察，不足以分物理；心意之论，不足以定是非。”

《淮南子》的作者例举这些事例，显然要求人们在“分物理”、“定是非”之时应当注意方法，而不能仅仅根据自己的五官感觉和主观想象。然而，在所列举的诸多“物理”中，至少包括了近代意义下的光学、磁学和生物物理现象。前述几种冠以“物理”为题的著作，亦确实包含了不少自然知识和物理知识。或许，在古人看来，解释这些物理现象比一般事物的道理要高深得多，因此，单靠“耳目之察”的直接观察法，“明智”者也不能知其所以然。

众所周知，在古代文明中，无论是东方还是西方，都没有一本书是题为“物理学”并专门论述物理知识的。诚然，亚里士多德曾著《物理学》一书。但他充其量是创造了西方的“物理学”一词，而其书的内容却与物理学的含义相去甚远。直到牛顿时代，牛顿本人将其物理学的奠基巨著称为《自然哲学的数学原理》，而并非物理学。由是观之，古代中国人的“物理”含义及其包容了一定的物理知识就不足为怪了。

虽然“物理”一词在古代被普遍运用，但它却并未在近代中国成为物理学一词的直接起源。历史是曲折复杂的。

明清之际，西方科学知识开始传入中国。王徵和邓玉函在译《远西奇器图说》时曾指出，西文 Mechinecs（力学）原意为“力艺”，即用力的技艺，其“本专属重，故独私号曰重学”，“重学者，学乃公称，重则私号。盖文学、理学、算学之类，俱以学称，故曰公。”^⑥这是近代学科名称译法之肇始。后来，这种定名法就成为翻译西学名称的公众约定或准则。“重学”（即今力学）是中国近代最早定名的西方科学名称。鸦片战争之后，

① 《晋书》卷六《明帝纪》，第一册，第165页。

② 陆游，《老学庵笔记·续笔记》引杜甫诗，第140页。

③、④ 方以智，《物理小识·总论》引潜草言。潜草是方以智父亲方孔炤字号。

⑤ 方以智，《通雅》，卷首之二，《藏书删书类略》。

⑥ 邓玉函、王徵合译，《远西奇器图说》，卷一。