

探索未知

中国古代物理知识

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

探索未知

中国古代物理知识

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

探索未知/王卫国主编. —乌鲁木齐:新疆青少年出版社;喀什:喀什维吾尔文出版社, 2006. 8

ISBN 7-5373-1464-0

I. 探... II. 王... III. 自然科学—青少年读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097778 号

探索未知

中国古代物理知识

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:300 字数:3600 千

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 7-5373-1464-0 总定价:840.00 元(共 100 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前 言

在半年之前，本编辑部曾推出过一套科普丛书，叫做《科学目击者》，读者反应良好。然而，区区一部丛书怎能将各种科学新知囊括其中？所未涉及者仍多。编辑部的同仁们也有余兴未尽之意，于是就有了这套《探索未知》丛书。

《科学目击者》和《探索未知》可以说是姊妹关系，也可以说是父子关系。说它们是姊妹，是因为它们在方向设定、内容选择上不分彼此，同是孕育于科学，同为中国基础科普而诞生。说它们是父子，则是从它们的出版过程考虑的。《科学目击者》的出版为我们编辑本套丛书提供了丰富的经验，让我们能够更好的把握读者们的需求与兴趣，得以将一套更为优秀的丛书呈献给读者。从这个层面上讲，《科学目击者》的出版成就了《探索未知》的诞生。

如果说《科学目击者》只是我们的第一个试验品，那么《探索未知》就是第一个正式成品了。它文字精彩，选

题科学,内容上囊括了数学、物理、化学、地理以及生物五个部分的科学知识,涵盖面广,深度适中。对于对科学新知有着浓厚兴趣的读者来说,在这里将找到最为满意的答复。

有了《科学目击者》的成功经验,让我们得以取其优、去其短,一直朝着尽善尽美的目标而努力。但如此繁杂的知识门类,让我们实感知识面的狭窄,实非少数几人所能完成。我们在编稿之时,尽可能地多汲取众多专家学者的意见。然而,百密尚有一疏,纰漏难免,如果给读者您的阅读带来不便,敬请批评指正。

编 者

目 录

中国古代的力学知识	1
力学的理论溯源	1
力学的生活运用	6
中国古代的热学知识	20
热学的理论溯源	20
热学的生活运用	24
中国古代的电学知识	32
电学的理论溯源	32
电学的生活运用	35
中国古代的磁学的知识	38
磁学的理论溯源	38
磁学的生活运用	42
中国古代的声学知识	46
声学的理论溯源	46

声学的生活运用	51
中国古代的光学知识	61
光学的理论溯源	61
光学的生活运用	64
中国古代物理知识的代表作	72
《墨经》	72
《考工记》	75
《论衡》	78
《梦溪笔谈》	81
《草象新书》	84
《正蒙》和《正蒙注》	86



中国古代的力学知识

力学的理论溯源

力学知识起源于古代人对自然现象的观察和生产劳动中的实践经验,并逐步发展为生产技术和初步的自然哲理,这在东西方古代都是如此。

在我国古代,手工工艺技术成果远比经验性的理论总结突出得多,这是中国古代对力学研究的主要特点。从时间来看,大体可分为春秋战国、两汉、宋明三个高潮。

公元前 316 年,蜀守李冰修建都江堰,“正面取水,侧面排沙”,其都江堰工程巧妙地利用了弯道环流,说明当时测河水流量、了解泥沙规律等水力学知识及水利工程已有相当的水平,成都平原 2000 多年来始终受益。

传为齐人著的《考工记》,是记录我国古代农具、兵器、乐器、炊具、酒具、水利、建筑等古代手工艺规范的专



探索未知

著,现存版本中如《裘氏》《筐氏》《雕氏》等篇内容已散佚。其中惯性现象的记述“马力既竭,輶(輶指车辘)犹能一取焉”,车轮大小与拉力的关系(轮太低,马总是像上坡一样费劲),箭羽影响箭飞行速度的关系(“后弱则翔,中强则扬,羽丰则迟”),检验木料强度的经验方法如置之,以视其蜎,“横两墙间,以视其桡之均”,“横而摇之,以视其劲”,以及堤坝设计的经验尺寸等,都反映了我国当时的生产技术和经验知识水平。

与《考工记》几乎同时的《墨经》,则进一步得出一些初步的力学哲理(如“奋”、“衡”、“本”、“标”、“重”、“权”等),给力下了比较科学的定义:“力,刑(形)之所以奋也。”可惜这一形成科学的抽象思维进程在后世没有顺利继续下去。

这一时期是以记录与积累生产经验为主,也形成了初步哲理。

简单机械逐渐发展为精巧的或大型的联合机械,如张衡的水运浑天仪、候风地动仪,西汉末巧工丁缓(公元1世纪)的“被中香炉”是世界上已知最早的常平支架,另外还有祖冲之(429—500年)的水磨等等。

隋代造船业已很发达,如隋炀帝的龙舟已高40尺,宽50尺,长200尺。李春主持建造的河北洹河赵县安济桥(595~605年),跨度最大(37.02米),弧度最浅(拱矢



高 7.23 米),至今 1300 多年,下沉水平差只有 5 厘米,说明实用结构力学发展的水平。浮力的利用甚多,如:浮桥的建造,“以船为脚,竹筏亘之”,“架黄河为之”;东晋僧人惠远在庐山造莲花漏作为记时工具:“取铜叶制器,状如莲花,置盆水之上,孔底漏水,半之则沉”,即莲花漏由孔底进水到一半时就逐渐下沉,“每一昼夜十二沉”,非常巧妙。还有著名的曹冲称象故事,在陈寿著《三国志》卷二十及《江表传》中均有记载。

上述种种成就,集之于书的不多,北齐信都芳曾“集浑天、地动、鼓器、漏刻诸巧事并画图名曰器准”,但已散失。

这一时期带有直觉经验型的物理哲理性著作首先是王充的《论衡》,在他的著作中对于运动的疾舒(快慢)、力与运动、物与运动、内力与外力的关系等作了叙述。其次是运动的相对性概念,晋天文学家束皙(261—303 年)说过:“乘船以涉水,水去而船不徙矣”(《隋书·天文志》);晋葛洪(283—363 年),号抱朴子,在其著作《抱朴子·内篇·塞难》中说:“游云西行,而谓月之东驰。”《晋书卷十一·天文志》更将这一相对运动的思想用于解释天体运行:“天旁转如推磨而左行,日月右行,随天左转,故日月实东行,而天牵之以西没。譬之蚁行磨石之上,磨左旋而蚁右去,磨疾而蚁迟,故不得不随磨以左回焉。”有极大价值的



探索未知

是至少成书于东汉时代的《尚书纬·考灵曜》(著者不详,收入明代孙穀编纂的《古微书》卷一《尚书纬》),该书在提出“地有四游,冬至地上行北而西三万里,夏至地下行南而东三万里,春秋二分是其中矣”的同时,提出了著名论断:“地恒动而人不知,譬如闭舟而行,不觉舟之运也。”这种对运动相对性的观点,《考灵曜》比伽利略的《对话》至少早约 1500 年。此观点说明我国古代力学理论已达到相当的水平。

这一时期在机械、水力等技术发展基础上物理思想活跃,但当时对力学理论很少作定量叙述。

我国古代技术成就极为丰富,但往往著述不详或流散失传,只知其名而不知其详,因而许多“巧器”历代都有人重新“创制”。如由仰韶文化时期尖底陶罐发展而成的鼓器,“虚则鼓,中则正,满则覆”(《荀子·宥坐》),是由于重心由高变低而又变高而致的,晋人杜预、南北朝祖冲之,魏、隋、唐、宋都有多人试制,指南车也有东汉张衡、三国马钧、祖冲之、宋燕肃、吴德仁等多人多次制成或未成。后魏时有郭善明与马岳同时研造,郭善明未成但妒嫉马岳垂成,便用毒酒杀之。而燕肃造这种凭靠齿轮传动使木人手指方向不变的指南车遇困难时,出门“见车驰门动而得其法”(宋陈师道《后山丛谈卷一》),这也是从机械原理中悟出的。可惜的是往往因古代人悟而未述或述而失



传。记里鼓车也是利用传动,使车轮走满一里时有一齿轮转满圈并拨动小人打鼓一次。这说明我国手工制造中齿轮构造等工艺相当娴熟,但直到宋代才记载较详。

苏颂(1020—1101年)和韩公廉1092年建成了我国古代最大型的先进天文钟楼“水运仪象台”,其结构详细载于苏颂《新仪象法要》中,它涉及天文、力学、机械制造,其中有相当于钟表擒纵器的“天衡”,是保证等时性的杠杆装置。元代郭守敬(1231—1316年)在天文仪器制造的种类(简仪、仰仪、定时仪、日月食仪等十几种)、结构和精度方面达到很高水平。

宋代曾公亮(997—1087年)在《武经总要》这一军事著作中除记载兵工机械、枪炮、军用油泵(“猛火油柜”)等外,还在《寻水泉法》中详载了虹吸管(“渴乌”),它在《后汉书·张让传》及唐代《通典》中都有记载,包括“取大竹去节”,“油灰黄蜡固封”,“竹首插入水中五尺”,烧火使“火气潜通”入水,“则水自中逆上”等。

河北石家庄隆兴寺的转轮藏建于北宋,人在台上绕轴走动时轮藏会缓慢地反向转动,这实际上是动量矩原理的应用。

宋应星(1587—1644年)的《天工开物》是明代农业和手工业生产技术的百科全书,在卷十五《佳兵篇》中记述了测试弓弦弹力大小的方法:“凡试弓力,以足踏弦就



探索未知

地,秤钩搭挂弓腰,弦满之时,推移秤锤所压,则知多少”,方法十分巧妙。该书在我国失传 300 年,于 1926 年才由日本找回翻印本。

总的来说,我国古代力学知识与古代精湛的工艺技术往往密不可分,但各时期对技术知识的整理汇集、研究提高、保存流传都未受到重视,致使技术特别是科技理论不能代替人力形成明显的生产力,科举八股把教育与知识分子的注意力引到文字游戏或仕途官场上。一方面是大量生产知识与技术积累而又散失,缺乏系统整理,一方面是经验性的定性的力学概念始终带有思辨色彩(如“气”、“道”、“理”),缺乏数学的定量引用和系统实验的基础,因此经典力学理论只能等待西方传入。

力学的生活运用

一、杠杆原理的实践

1. 权衡

杠杆原理是力学之中最基本的原理,在中国的典型发展就是秤的发明及其广泛应用。在一根杠杆上安装吊绳作为支点,其一端挂上重物,另一端挂上砝码或秤锤,



就可以秤量物体的重量。古代人称它为“权衡”或“衡器”。“权”就是砝码或秤锤，“衡”是指秤杆。

《墨经》最早记述了秤的杠杆原理，指出“本”（即重臂）与“标”（即力臂）相等的平衡和不相等的平衡关系，杠杆两端的力和力与作用点之间的距离大小，它比阿基米德发现杠杆原理要早约 2000 年。除了衡器外，桔槔（古代取水工具）及各种与滑轮辘轳结合的机械工具都是杠杆原理的产物。同时在古代有许多运用杠杆原理做成的一些口齿器具：

（1）机器和尚。唐代时有一种会发声的机器和尚是杠杆原理与声学的产物，由制作大匠杨务廉创制。机器和尚能发出简单的“布施”二字声音，据说把它放在街头，每日可以收到数千铜钱的善款。从记载看来，木偶的手臂当是一杠杆无疑，在其所持碗中钱满后，重力下压，于是杠杆带动了别的机械发出“布施”的仿人声。

（2）记里鼓车。记里鼓车是古代车辆的记里器，也是古代杠杆原理的产物，利用车轮在地面的转动带动齿轮转动，从而变换为凸轮杠杆作用，使木人抬手击鼓，每行走一里击鼓一次。

2. 新石器时代的陶纺轮

滑轮，古称“滑车”，一般用来改变力的方向，应用一组适当配合的滑轮，可以省力。从战国开始，滑轮已



成为其中一种作战器具。滑轮的另一种形式是辘轳，大概起源于商末周初，多用来取水。将一根短圆木固定于井旁木架上，圆木上缠绕绳索，索的一端固定在圆木上，另一端悬吊木桶，转动圆木即可提水。据说古代有一种叫“机汲”的提水机械，它是将辘轳与架空索道联合并用，以便将山下流水一桶桶地提上山顶，既可浇田地又省力。

现有史籍中最早讨论滑轮力学的还是《墨经》，书中将向上提举重物的力称为“挈”，将自由往下降落称为“收”，将整个滑轮机械称为“绳制”。

二、物体的相对运动

1. 刻舟求剑的启示

刻舟求剑的故事出自战国末期吕不韦主持编纂的《吕氏春秋》，它不但具有讽刺意义，而且还有深刻的物理意义。从物理角度看，找到这把剑落水的位置有两种办法：

(1) 记下掉落位置离岸上某标志的方向和距离，即以河岸作为参考坐标。

(2) 在船不改变方向和速度的情况下，记下剑掉落时刻、船速与航行时间，据此求出靠岸的船与剑掉落地点的距离，即以船作为参考指标。至于要找到这把剑，还得考



虑水流、浮力等其他因素。

在物理学上,决定空间位置或运动与否必须有一个参考系,而参考坐标就是其中一个参考系。参考坐标选取适当与否,对解决运动学和动力学中的问题是很重要的。在相对运动中,选取不同的坐标就有不同的运动结论。

2. 天体运行争论

古人在判断“天”与“地”或日月星体的相对运动时,曾展开了一场长达 2000 余年的争论——天地左右旋转争论。

汉代王充在《论衡·说日篇》指出:日月星体实际上是附着在“天”右旋运动的,只是因为“天”的左旋运动比起日月星体来得较快,因此才把日月星体当成左旋。这种情形就像蚂蚁行走在转动着的磨上,人们见不到蚂蚁右行,而只看见磨左转,因而以为蚂蚁也是左行的。王充等人不仅看到了相对运动,而且还企图以相对速度的概念来确定运动的“真实”情况。

宋代时,理学大师朱熹坚持“左旋说”,而明代科学家朱载堉则认为天与地、人与舟、蚁与磨、快慢二船、良弩二马等如果没有第三者作参考坐标,就很难辨别它们各自的运动状态。



三、浮力与比重

1. 古代浮子测定器

古代中国人创造了测定液体浓度或比重的方法，而利用浮子测定液体浓度的方法则可以追溯至宋代。到了元代，陈椿所记述的“莲管”与近代浮子式比重计类似。

“莲管”测试法是将液体浓度分为四等，即四等咸，分别是：最咸为一等，浓度为 100%；三分咸一分水为二等，浓度为 75%；半咸半水为三等，浓度为 50%；一分咸二分水为四等，浓度为 33%。在这四种咸中分别浸透各个莲子，这是测定其他溶液浓度的“浮子”。将装有这些浮子的竹筒注入待测溶液，看它们的浮沉状态，溶液浓度就相应地被测定，这个竹筒被称为“莲管”。

这种方法较进步之处是，浮子是事先准备好了的定量化的东西，由此所测定的溶液浓度因而比较精确。

2. 波子变乒乓球

在锅中放入沙子，然后将乒乓球埋入沙中。把波子放在沙面上，用手帕盖住锅子，并用小木棒敲一敲锅子的边缘。把手帕拿走，波子不见了，乒乓球却浮出来。你知道原因吗？

这是一个利用比重与浮力的魔术。沙子虽然是固体，但会产生浮力，而沙、波子和乒乓球的比重次序是波