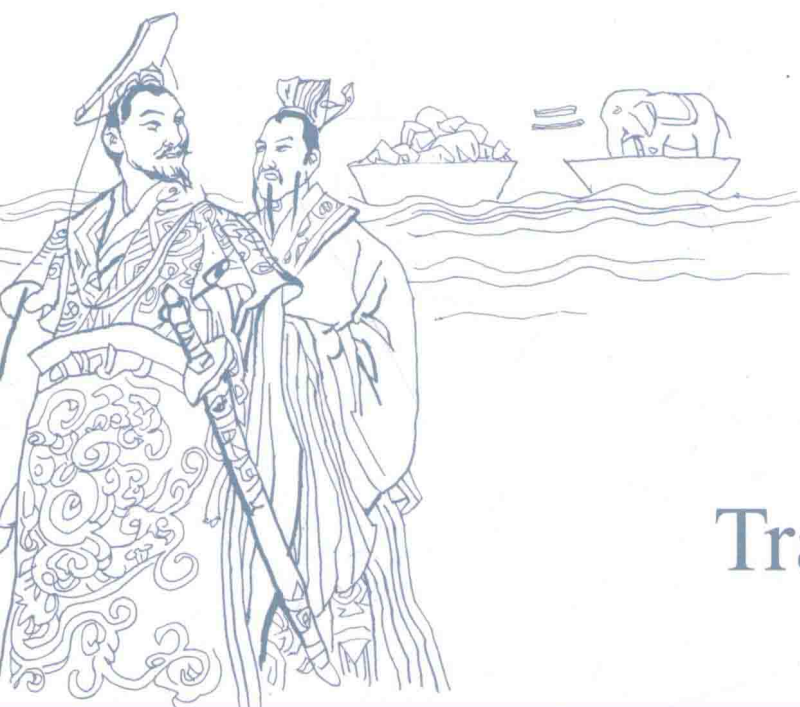


物理学 与传统文化

◎ 熊万杰 编著



Physics
and
Traditional
Culture



科学出版社

物理学 与传统文化

◎ 熊万杰 编著



Physics
and
Traditional
Culture

科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

物理学与传统文化 / 熊万杰编著. —北京: 科学出版社, 2017.8

ISBN 978-7-03-052617-5

I. ①物… II. ①熊… III. ①物理学—普及读物 IV. ①O4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第086896号

责任编辑: 张 莉 程 凤 / 责任校对: 何艳萍

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 有道文化

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年8月第一版 开本: 720×1000 1/16

2017年8月第一次印刷 印张: 15

字数: 260 000

定价: 58.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前言

P R E F A C E

作为人类文明的重要组成部分，中华优秀传统文化源远流长、博大精深。古人不仅在文学创作上华章迭出、精彩纷呈，对自然现象的记录与认识也是卷帙浩繁、哲思泉涌。本书从科普的角度，收集、整理、分析、探索中华优秀传统文化中的物理学知识与方法，试图用浅显易懂的语言、喜闻乐见的方式展现传统文化的科学内涵，以达“以文化人、以物理人”之目的。

之所以选择这个主题，一是因为这是笔者的兴趣所在，二是因为考虑到了如下两个方面的问题。

首先，科学与人文密不可分，相异互补，人文中含有科学的基础与珍璞，科学中蕴藏人文的精神与内涵。科学与人文是社会发展进步的两大支柱，缺一不可。物理学是自然科学的基础学科，而传统文化具有突出的人文特征，物理学与传统文化都对自然现象和人类生活实践进行思考和分析，都对社会的进步和发展产生积极作用，两者之间没有一道不可逾越的鸿沟。从物理学的角度审视传统文化，有助于拓展认识，促进传承和创新；从传统文化的角度理解物理学，有助于化抽象为形象、化兴味索然为兴趣盎然，从而提升物理学的普及程度，进一步培养公民的科学素质。

其次，科技创新呼唤文理兼通的高素质人才。从人的左右脑平衡开发的角度来讲，科学需要左脑来开展理性思维和逻辑思维，文化需要右脑来进行感性思维和形象思维，逻辑思维有利于保证思维的正确性，形象思维有利于激发思维的原创能力。左右脑的相互沟通意味着把逻辑思维和形象思维更好地融合起来，这有助于唤醒创造的潜能。因此，开展融合传统文化与物理学的科普教育，有助于培养人的学习能力、语言表达能力和分析解决问题的能力，并帮

助人们在认识上跨越人文科学与自然科学的知识鸿沟，开阔视野，实现全面发展。

基于上述认识，本书在收集和挖掘资料过程中，一是收集和整理古代典籍、古代器物、现存生产工艺，以及诗词、成语和谚语中的物理学知识；二是从现代科学的角度审视和解读中华优秀传统文化，发掘其中的精华部分，遴选用来阐释物理学知识和方法的传统文化内容。

本书的写作，以物理学中的力、热、电磁、光等模块为架构，并增设“传统文化与物理学方法”一章展开叙述。但是作为科普图书，本书没有追求每一个模块中物理学知识的逻辑性，而是比较注重传统文化与物理学的衔接，追求文学性、科学性与趣味性的和谐统一。每一个主题大致都是从“传统文化赏析”、“物理学原理（方法）”及“实践与应用”三个方面来展开的。本书在不失科学性的前提下尽量做到用语通俗平实，尽量不使用公式，而是多用图辅助讲解。

本书是广东省科技计划科普创新领域“中华优秀传统文化中的物理学知识和思想探析”项目（编号：2016A070712014）的研究成果。在书稿酝酿和编写过程中，得到了南京师范大学陆建隆教授的帮助和指导，以及华南农业大学徐初东、郭子政、戴占海、王先菊、刘军、谭诚臣等老师的支持与鼓励。两校的潘梓斌、梁佩妍、胡雨宸、陈怡、蒋霖峰、窦林、张一驰、郑康、朱坚峰、黄杰、钱城、王周华、陈海钊等同学参与了资料搜集与整理工作。此外，笔者非常荣幸地邀请到资深画家罗苍诗先生手绘了部分插图，这些精美插图从另外一个侧面展现了传统文化的魅力，为本书增色不少。湖北监利新教育实验学校宋全胜老师阅读了书稿，并就其中涉及的科普问题与笔者进行了探讨。在此一并表示感谢。

本书写作可循先例很少，笔者几易其稿，且每一稿较上一稿都改动较大，终稿较初稿可谓“面目全非”。尽管笔者积累了大量文化素材，且为本书的写作付出了巨大努力，但这些相对于中华优秀传统文化的浩如烟海和物理学的博大精深而言，终究还是微不足道的。由于笔者的能力和精力有限，本书不足之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见和建议。

熊万杰

2017年3月20日

目 录

CONTENTS

前言

❖ 第一章 传统文化与力学 / 1

- 第一节 传统文化与参考系 / 3
- 第二节 传统文化与力的概念 / 8
- 第三节 传统文化与杠杆原理 / 15
- 第四节 传统文化与功和能 / 20
- 第五节 传统文化与浮力定律 / 28
- 第六节 传统文化与液体的表面张力 / 33
- 第七节 传统文化与声音 / 39
- 第八节 传统文化与共振 / 45
- 第九节 传统文化与潮汐 / 51
- 第十节 传统文化与伯努利方程 / 58

❖ 第二章 传统文化与热学 / 67

- 第一节 传统文化与保温现象 / 69
- 第二节 传统文化与雨雪霜雾 / 75
- 第三节 传统文化与水的密度特性 / 80
- 第四节 传统文化与液体的蒸发和沸腾 / 84
- 第五节 传统文化与分子的热运动 / 90
- 第六节 传统文化与熵增原理 / 96

第七节 传统文化与热力学模型 / 101

❖ 第三章 传统文化与电磁学 / 109

第一节 传统文化与摩擦起电 / 111

第二节 传统文化与雷电 / 115

第三节 传统文化与尖端放电 / 119

第四节 传统文化与磁现象 / 124

第五节 传统文化与介质磁化、楞次定律 / 131

❖ 第四章 传统文化与光学 / 139

第一节 传统文化与物体的成像 / 141

第二节 传统文化与光的折射 / 147

第三节 传统文化与光的反射 / 156

第四节 传统文化与光的衍射 / 162

第五节 传统文化与光的散射 / 170

❖ 第五章 传统文化与近代物理学 / 177

第一节 传统文化与物质结构 / 179

第二节 传统文化与光速不变原理 / 184

第三节 传统文化与互补原理 / 190

第四节 传统文化与量子“意识” / 197

❖ 第六章 传统文化与物理学方法 / 205

第一节 传统文化与黑箱辨识法 / 207

第二节 传统文化与直觉方法 / 212

第三节 传统文化与类比方法 / 217

第四节 传统文化与极限推导法 / 222

参考文献 / 227

后记 / 229



第一章

传统文化与力学

力学知识起源于对自然现象的观察和生产劳动。中国古代人民就有丰富的力学知识，这从《墨经》《考工记》《梦溪笔谈》《天工开物》等古代科技典籍的记载中可见一斑。另外，古代的一些文学作品，如诗词、散文等也是反映社会生活的载体，饱含丰富的想象与情感，但这些无不根植于对景色和自然现象的描写，这种描写渗透了对力学知识的认识和理解。

概而言之，传统文化的发展，离不开客观的物理学现象。从物理学的视角分析传统文化的内涵，可以使我们更加深刻地体会到传统文化的魅力。下面就让我们跟随传统文化的脚步，在享受文化艺术的同时感悟力学。



第一节 传统文化与参考系

一、传统文化赏析

唐朝浪漫主义诗人李白（701—762）是中国诗歌史上最为耀眼的明珠之一，有“诗仙”之称。他善于在诗中灵活运用想象、夸张、比喻、拟人等手法，营造出神奇异彩、瑰丽动人的意境。他的诗既豪迈奔放、气势磅礴，又清新飘逸、自然明快，已臻极境，对后代产生了极为深远的影响。李白深受道家思想影响，崇尚“自然无为”“返璞归真”。他生活在盛唐时期，性格豪迈，热爱祖国山河，游踪遍及大江南北，写出了大量赞美名山大川的壮丽诗篇。比如下面这首《望天门山》，就用简短的字句呈现出一幅壮丽美景：

天门中断楚江开，
碧水东流至此回。
两岸青山相对出，
孤帆一片日边来。

这首诗原意是：天门山被长江从中一分为二，碧绿的江水向东流到这儿突然转了个弯儿，向北流去。两岸的青山相互对峙，两座山扑入眼帘。一只小船从水天相接的远处悠然驶来，好似来自天边。读到这里，人们不由地赞叹李白就像是一个天才的摄影师，他以自己的视角，展现了“人在画中游”的美好情境。尤其是后两句诗，让我们体会到一幅动态的画面：李白正站在船头仰望眼前的美景，当船慢慢靠近山时，他发现似乎有两座庞大的山挤压过来，而且远处的一只小船也慢慢驶过来。这里，山和远处的小船向人“靠近”，实质上是相对人而言，山和小船的位置随时间的变化而变化了。我们描述一个物体的运动，首先要选定某个物体作参考，观察物体相对于参考物体的位置随时间的变化，这个参考物体就是参考系。按《望天门山》的意境，李白所乘坐的船向山慢慢靠近，当他在仰望山时，会无意地以自己为参考系；又因与山、远处的小船的相对位置发生变化，所以李白会产生山和远处的小船向自己靠近的感觉。很明显，在岸边的人看来，若是以山为参考系，则是李白及其所乘坐的船在运

动(图1-1)。



图 1-1 天门中断楚江开

无独有偶, 中华传统文化中有很多描述有意或无意地渗透了“运动是相对的”的概念, 这就不可避免地涉及参考系概念了。较早的如东汉时期的著作《尚书纬·考灵曜》中记载的: “地恒动不止而人不知, 譬如人在大舟中, 闭牖而坐, 舟行不觉也。”其意为: 地球在不停地运动, 而人却感觉不到, 这就好比人在一艘大船里闭窗而坐, 船在行驶而人无法察觉。这句话充分反映了运动与参考系的关系, 要确定物体的运动必须要有参考系, 人坐在地上以地面为参考系, 人是静止的, 如同人在封闭的船舱里以船舱壁为参考系感觉不到船的

运动。

又如唐朝词作《摊破浣溪沙·五里滩头风欲平》：

五里滩头风欲平，
张帆举棹觉船轻。
柔橹不施停却棹，
是船行。
满眼风波多闪烁，
看山却似走来迎。
子细看山山不动，
是船行。

这首词的意思是：船夫经过一场与狂风恶浪的搏斗到了五里滩，逆风和旋风的风势将要平息，大家得以扯起帆来，此时再举桨摇船觉得轻松、省力不少。于是既不使用划板、也停止摇桨，让船自己前行。这种情况下，船夫们心情舒畅，不由得欣赏起周围的景色。微风轻拂，河面波光粼粼，两岸的山似乎迎面而来欢迎大家，但定睛一看，山并没有运动，只是船在航行罢了。这是一首出自甘肃敦煌莫高窟藏经洞的民间抒情小词，这首词事实上在船夫驾驶帆船前进的情景中描述了运动的相对性，即运动状态与参考系的选取有关：船夫先是以水面为参考系得出“船在行驶”的判断，接着又以船为参考系得出“山在动”的结论，待仔细观察后发现“山未动而船在动”，这时的参考系已然转化为山。

事实上，很多古诗词给我们展现的都是一幅动态的美景，通过描写物体的相对运动，让我们有种身临其境的感觉，这也跟参考系的选取有关。

北宋词人张先（990—1078）的《天仙子·水调数声持酒听》中的“沙上并禽池上暝，云破月来花弄影”，后句前半段写月亮破云而出，后半段描述花在忽明忽暗的月光下形成的影子摇曳不定。其中“月来”以云为参考系观察月亮，“花弄影”所选的参考系则又变成了地面。诗人从生活经验出发，通过变换参考系，写出了既自然美妙又有物理学情趣的优美诗句。

宋代著名词人柳永（约984—约1053）是婉约派的代表人物，他善于将男女之间的思念之情写得缠绵悱恻、令人动容。在其名作《蝶恋花·伫倚危楼风细细》中这样写道：“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴。”原意是说：为了

她，自己变得消瘦与憔悴，衣服变得越来越宽松也不后悔。衣带为何渐宽？原因在于人憔悴了。若从物理学的视角去分析，以人为参考系，衣带变宽松了；以衣带为参考系，则是人变瘦了！孰是孰非，一目了然啊！

再如，清朝诗人孙原湘（1760—1829）的《西陵峡》：

一滩声过一滩催，
一日舟行几百回。
郢树碧从帆底尽，
楚台青向橹前来。

郢（yǐng）是中国古代楚国的都城，在今湖北省荆州市境内，现在长江大学文理学院门前的那条道路，就叫作郢都路。这里的“郢树”与“楚台”对仗工整，都是指西陵峡岸边的景物。诗人以自己所坐的船为参考系，把江边的树描绘成从帆底退去，把面前的楚台描述成扑向船橹（lǔ）一样。正是诗人以船为参考系，才有了动、静物体颠倒过来的感觉。这样既写出了船行至西陵峡诗人独特的感受，又给读者以新奇的印象。

毛泽东（1893—1976）主席在《七律二首·送瘟神》中写道：“坐地日行八万里，巡天遥看一千河。”其中描述的现象可是很有科学根据的。若以地面为参考系，人坐在地面上，因为处于静止状态，所运行的距离是零；若以地轴为参考系，因为地球在自转（地球绕地轴做圆周运动），那坐在地面上的人就是在运动了。赤道附近地球的直径约为12 756千米，赤道周长约为40 075千米，为8万多里。坐在赤道上某一点不动，地球转一圈（即一天时间）就是8万里。因此说“坐地日行八万里”所描述的就是一个科学事实。

其实参考系原理不仅仅教会我们理性地看待客观现象，也教会我们许多道理，如《吕氏春秋·察今》中的“刻舟求剑”（图1-2）的故事。船在行驶过程中，一个楚国人的宝剑不慎坠入江中，但他一点儿也不着急，只是在船舷上刻了一个记号，试图标记宝剑掉落的地点，待船靠岸后再根据此记号来打捞。这则短小有趣、言简意赅的寓言其人文意义在于告诫人们不能片面、静止、狭隘地看待问题，其科学意义在于启示人们要选择合适的参考系——以岸为参考系当能定位剑的下沉处，而剑掉落江中后船相对于剑在运动，以船为参考系难以正确标记剑的方位。

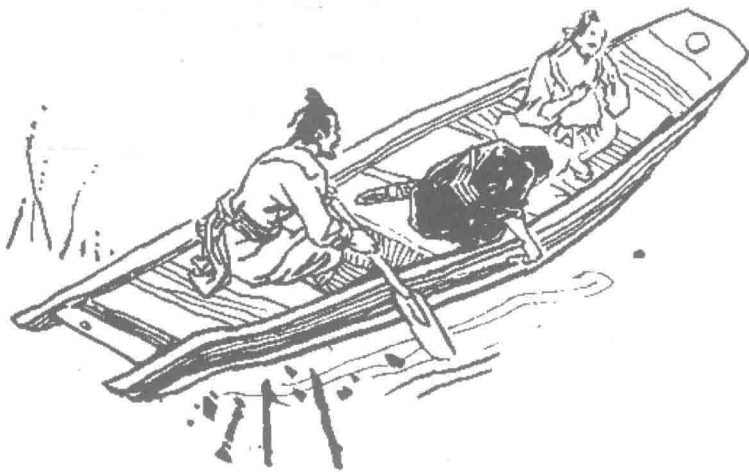


图 1-2 刻舟求剑

二、物理学原理

自然界中所有的物体都在不停地运动，绝对静止的物体是没有的，在观察一个物体的位置及位置的变化时，总要涉及和其他物体的相互关系，所以要选取其他物体作为标准。选取的标准物不同，对物体运动情况的描述也就不同。不同的描述反映了物体之间的不同关系，这就是运动的相对性。为了描述物体的运动而选的标准物就叫作参考系。参考系的选择是任意的，但不同的参考系对同一物理运动状况的描述是不同的。因此在讲述物体的运动状况时，必须指明对什么参考系而言。通常按照问题的实际情况选取适当的参考系，如当“神舟十一号”飞船从地球表面发射升空时，宜选用地球作参考系；当“嫦娥三号”月球探测器成为绕月球运动的人造卫星时，宜选用月球作参考系。为了定量描述物体的位置，需要在参考系中设置坐标系，简称参考坐标系。在物理学中，为了能对物体运动作定量描述，常直接引用参考坐标系。

三、实践与应用

在无风的日子，从飞机上往地面投掷物体，飞机上的人看到物体沿直线下落，而地面上的人看到物体是沿曲线下落的，这就是不同参考系所产生的不同

效应。很明显，飞机上的人和地面上的人分别以飞机和地面为参考系来观察被投掷物体的运动，从而得到了完全不同的结论。

有没有参考系是绝对静止的呢？答案是，没有！绝对静止的参考系是不存在的，自然界所有惯性参考系是平权的，就是说没有哪一个参考系比其他参考系更特殊。但是110多年前，人们可不这么认为。当时人们认为宇宙空间存在一种绝对静止的参考系——以太，以太无所不在，没有质量，绝对静止。以太充满整个宇宙，光可在其中传播。太阳光照射到地球，光的速度是多少呢？假设太阳静止在以太系中，由于地球在围绕太阳公转，相当于“以太风”以速率 v 向地球吹来，当“以太风”的方向与阳光传至地球的传播方向一致或相反时，地球上光速分别达到最大 $c+v$ 和最小 $c-v$ ，如此分析，一天中不同的时刻在地球上同一位置测量的光速是不一样的，或者同一时刻在地球上不同位置测量的光速也是不一样的。如果光是地球上的光源发出来的，该光源相对于以太有一个速度，该速度与光相对于光源的速度合成即光在以太中的传播速度。若改变光源的方位，一束光相对于光源的方向发生变化，它相对于以太的速度也随之改变。但是，1881~1884年，两位美国科学家迈克耳孙（A. A. Michelson, 1852—1931）和莫雷（E. Morley, 1838—1923）为测量地球和以太的相对速度，进行了著名的迈克耳孙—莫雷实验。实验结果显示，不同方向上的光速没有差异。这实际上说明以太并不存在。后来又有许多实验支持了这一结论。而且根据麦克斯韦方程组分析，光的传播不需要一个“绝对静止”的参考系，因为该方程里的电容率和磁导率都是无方向的标量，所以在任何参考系里光速都是不变的。爱因斯坦（A. Einstein, 1879—1955）大胆抛弃了以太学说，认为光速不变是基本的原理，并以此为出发点之一创立了狭义相对论。

第二节 传统文化与力的概念

一、传统文化赏析

中国古代的历史人物中，项羽（前232—前202年）是非常特殊的一位。作为反秦义军的领袖，他可谓卓绝超群，气盖一世。起初，他从江东率四十万

大军，所向无敌，威震天下，名联“有志者事竟成，破釜沉舟，百二秦关终属楚；苦心人天不负，卧薪尝胆，三千越甲可吞吴”的上联就生动描述了项羽率楚军伐秦取得的辉煌战绩。但是，楚汉之争，项羽损兵折将、日渐式微，最终在垓下^①陷入汉军的重重包围之中，到了山穷水尽的地步。项羽看着即将永别的爱妃虞姬，望着心爱的骏马，忍不住唱出了慷慨悲壮的《垓下歌》：

力拔山兮气盖世，
时不利兮骓不逝。
骓不逝兮可奈何，
虞兮虞兮奈若何！

意思是：力气大到可以拔起大山，豪气冲天，世上无人能比。但时局对我不利啊，乌骓马跑不起来了。乌骓马跑不动啊，我该怎么办？虞姬啊！虞姬啊！我又该把你怎么办？



图 1-3 垓下歌

项羽唱出的这支歌，既有对自己辉煌岁月的回首，也有对兴亡盛衰的无尽感慨，更有对兵败而回天乏术的无限悲伤。在这之后，项羽率部突围，虽杀敌众多，终因兵力单薄，自刎于乌江^②。这首歌，豪情壮志与失败悲情交织，传唱千古。唐代诗人杜牧（803—约852）在《题乌江亭》中表达了对项羽的惋惜之情：“胜败兵家事不期，包羞忍耻是男儿。江东子弟多才俊，卷土重来未可知。”宋代词人李清照（1084—1155）在《夏日绝句》中评论道：“生当作人

① 垓（gāi）下，在今安徽省灵璧县南沱河北岸。

② 今安徽和县东北。

杰，死亦为鬼雄。至今思项羽，不肯过江东。”

《垓下歌》中的“力”是指“力量”“力气”，这与我们今天日常生活中对“力”的理解是一致的。但是物理学中的“力”，则是指两个物体间的相互作用。这里的“力量”在物理学中就是力的三要素之一——力的大小（另外两要素为力的作用点和力的方向）。而力的相互作用属性，从战国末期法家代表人物韩非子（约前 280—前 233）的著作《韩非子·功名》中的一段话可见一斑：“人主之患在莫之应，故曰：一手独拍，虽疾无声。”此即成语“孤掌难鸣”的出处，意思是君主的担忧是没有人响应，所以说，一只手掌单独拍出去，虽然很快，但发不出声音来。一个巴掌拍不响，比喻力量孤单、难以成事。从物理学来看，这实际上从反面说明了“力”来自于两个物体之间的相互联系、相互影响，不同的物体对对方产生力的效应。若不考虑空气的影响，这里“孤掌”是单个物体，没有受力物体，也就没有力的作用效果，因此不会发出鸣响。

至于力与运动的关系，《墨经》中有所描述。春秋末期战国初期，墨家学派创始人墨翟（dí）（约前 468—前 376）的弟子搜集他的言行史料，整理形成了《墨子》一书。《墨经》便是《墨子》中的部分内容。《墨经》大约成书于公元前 388 年，分为《经上》《经下》《经说上》《经说下》《大取》《小取》6 篇，前两篇以描述现象为主，第三、第四篇主要解释前两篇所描述的现象，后两篇分别讲兼爱的“大道”以及推行这个“大道”的论辩术。墨家认为：“力，刑之所以奋也。”这里的“刑”是通假字，通“形”，即“形体”的意思。“奋”一词有丰富的内涵，在这里指的是自然界中的各种“变化着的运动”，比如小鸟翅膀的来回振动、快马跃起、箭的离弦等。奋的古字为“奮”，是一个会意字，其中间是“隹”（鸟），表示鸟振翅欲飞，下面是“田”，表示空旷的田野。因此，“奋”的本义指鸟类振羽展翅。《易·豫》中有“雷出地奋”之说，《广雅》则释为“奋，动也”，因此“奋”又可引申为运动。而且细细推究，这种运动并不是一成不变的，其状态从无到有并不断变化。综上所述，“力，刑之所以奋也”这句话的意思是说，力，是物体运动之产生或运动状态发生变化的根源。这与现代物理学中力的定义基本一致。

轻和重能够明显地为人们所感知，而重力是力的一种，墨家又以举重为例加以阐明。《经说》指出：“力，重之谓。下、与，重奋也。”这里的“下”是