

古希腊《力学问题》导读及其启示¹⁾

张伟伟 马宏伟²⁾

(东莞理工学院机械工程学院, 广东东莞 523808)

摘要 《亚里士多德文集》中的《力学问题》(Mechanical Problems)是已知最早的力学著作, 它由 1 篇导言和 35 个问题组成。其中, 导言对力学的意义和作用进行了说明, 指出力学的目的在于实现“人的方便”, 描绘了力学的社会价值; 然后以圆为第一原理, 以杠杆为基本模型, 讨论了包含滑轮、轮、楔子、舵、钳子、桅杆、桨等众多机械在内的 35 个问题, 基本逻辑为识别出问题中的杠杆, 以杠杆的圆运动说明各类机械的工作原理。由于《力学问题》中不区分自然运动和强迫运动, 多数学者认为亚里士多德并非《力学问题》的作者。本文将首先对《力学问题》进行简要介绍, 并对其作者进行辨析, 最后, 在此基础上尝试挖掘《力学问题》所体现的力学传统, 理解早期力学的基本特征, 并由此探讨对当代力学教学的若干启示。

关键词 古希腊力学, 力学问题, 亚里士多德, 阿契塔, 杠杆

中图分类号: O302 DOI: 10.6052/1000-0879-24-371

文献标识码: A CSTR: 32047.14.1000-0879-24-371

AN INTRODUCTION TO ENLIGHTENMENT FROM ANCIENT GREEK 《MECHANICAL PROBLEMS》¹⁾

ZHANG Weiwei MA Hongwei²⁾

(School of Mechanical and Engineering, Dongguan University of Technology, Dongguan 523808, Guangdong, China)

Abstract 《Mechanical Problems》in the Corpus of Aristotle is the earliest known work devoted to mechanics. It consists of an introduction and 35 problems. The introduction elucidates the significance and role of mechanics. The birth of mechanics aimed to satisfy people's convenience. Subsequently, taking the circle as the first principle and the lever as the basic model, 35 problems encompassing various machines such as pulleys, wheels, wedges, rudders, pliers, masts, and oars are discussed. The fundamental logic is to identify the lever in these problems and to employ the circular motion of the lever to elucidate the working principles of various machines. Since the 《Mechanical Problems》does not distinguish between violent motion and natural motion, this casts doubt on the true authorship of Aristotle's Mechanical Problems. In this paper, a brief introduction to 《Mechanical Problems》will be given, and an attempt will be made to identify its true author. Furthermore, it will endeavor to explore the mechanical tradition embodied in 《Mechanical Problems》. The social significance of mechanics will be discussed, and the basic characteristics of early mechanics will be summarized.

Keywords ancient Greek mechanics, mechanical problems, Aristotle, Archytas, lever

2024-09-09 收到第 1 稿, 2024-10-14 收到修改稿。

1) 东莞理工学院教学质量工程项目 (202102058) 资助。

2) E-mail: mahongwei@dgut.edu.cn

引用格式: 张伟伟, 马宏伟. 古希腊《力学问题》导读及其启示. 力学与实践, 2025, 47(1): 247-252

Zhang Weiwei, Ma Hongwei. An introduction to enlightenment from ancient Greek 《Mechanical Problems》. *Mechanics in Engineering*, 2025, 47(1): 247-252

《力学问题》(Mechanical Problems)是亚里士多德文集中一个简短的问题集,包含了1篇导言和35个问题,给出了杠杆、支点、平衡等概念,将滑轮、轮、楔子、舵、钳子、桅杆和桨等众多机械作用原因归结为杠杆,并利用圆运动的特性做出解释,被认为是第一本理论性的力学著作。目前,《力学问题》的所有版本大概可追溯到1300年前后由拜占庭历史学家乔治奥斯·帕奇梅尔斯(Georgios Pachymeres, 1242—1310)编写的版本,收录在一本名为《哲学》(Philosophia)的希腊纲要中,该纲要包含了12本书,《力学问题》为其中的第12本。早期人们认为《哲学》中除少数几本外,大多数作品都是亚里士多德的著作^[1]。此外,12世纪阿拉伯文献中也存在《力学问题》的其他版本,如哈兹尼(al-Khāzinī, 12世纪阿拉伯物理学家)编写的《智慧的天平》(Kitāb mīzān al-hikma)中,就有《力学问题》的缩略版,名称为Nutaf min al-hiyal^[2],书中每讨论一个问题总以“亚里士多德说”开头,这也是《力学问题》被认为是亚里士多德著作的原因。1497年,意大利出版商阿尔杜斯·马努提乌斯(Aldus Manutius, 约1449/1452—1515)将《力学问题》编入《亚里士多德文集》(Corpus Aristotelicum)出版,此后,《力学问题》作为亚里士多德的著作广为人知。但现在绝大多数学者认为《力学问题》是一篇假托亚里士多德之名的作品,主要体现在一些核心观点与传统的亚里士多德观点相矛盾,最显著的区别在于《力学问题》拒绝区分自然运动和强迫运动^[3]。众所周知,亚里士多德认为一切事物都由火、气、水和土共4种元素组成,它们自上而下依次排列,形成一种空间分布,所有事物都以4元素的比例而具有“自然位置”,各种事物寻找自然位置的运动被称为自然运动^[4]。与自然运动相对应的是强迫运动,例如,箭从弦上发出后并不直接落地,它受外力推动,沿一定方向飞行而不像“自然运动”那样垂直落地,这样的运动就被称为强迫运动。在《力学问题》中不再区分这两种运动,而将运动视为具有统一属性。这就让人们好奇,《力学问题》的真正作者是谁?另一方面,大众提到力学时,总会将其视为物理学的一部分,如果审视《力学问

题》中对力学属性的定义,可以看出,古希腊的力学与物理学有着显著的区别。为了更好地理解古希腊的力学传统,本文尝试通过对《力学问题》内容和作者的分析,挖掘《力学问题》所体现的力学传统,并对早期力学的基本特征进行总结,以期获得在力学教学中的一些启示。

1 《力学问题》内容简介

《力学问题》导言作为全书的引子,对什么是力学进行了解释,简要说明了力学与数学、物理之间的关系,并将杠杆归为力学问题,将圆视为这类问题的第一原理,给出圆的基本性质,为后面的问题解释提供依据。当前,对力学的定义是从学科属性和研究内容进行的。如国家自然科学基金委员会编写的《力学学科发展研究报告》中写道:“力学是一门应用性很强的基础科学,是研究力与运动规律的学科。力学建立在牛顿力学和经典力学的基础上,主要涉及宏观运动,目前已扩展至微纳观层次”^[5]。而《力学问题》则从社会功能的角度给出了力学的定义^[6]:

“我们感到好奇,首先,有些现象的出现虽然合乎自然,但我们不知其原因;其次,有些现象是为了人的利益,通过技艺违反自然地产生的。自然的运作往往不合人的方便;因为她总是毫无偏离地遵循同一种做法,而人的方便却总是在变。因此,当我们不得不违反自然地做某件事情时,其难度给我们造成困惑,故而必须借助于技艺。我们把帮助我们对付这类困惑的那部分技艺称为力学技巧(mechane)。”

在古希腊语境中,“合乎自然”的现象是指在自然界自发发生的现象,而“违反自然”的现象是指在自然界不能自发发生的现象。例如水从高处流向低处是自然发生的,但借助于水车等工具让水从低处流向高处就不是自然发生的,成了“违反自然”;再如举起越重的物体需要越大的力是自然的,但借助杠杆利用小的力举起重的物体就有点“违反自然”。但“人的方便”有时就是要让水从低处流向高处、用小的力举起重的物体,要实现人的这些方便,就必须借助于力学。这并不是真的在违反自然,而是在利用自然规律来征服自然。为了说明力学的这一目标,作者还引用诗

人安提丰 (Antiphon, 古希腊时期一位悲剧诗人) 的诗^[6]:

“在自然面前失败的事物, 我们靠技艺来完成。”

这是力学服务社会的宣言! 力学所要做的工作, 绝对不是顺从自然, 而是做那些改变自然界中不满足人方便的事, 用小的战胜大的, 用弱的战胜强的。力学的宗旨就是依据“人的方便”设计相关的设备与技艺来满足“人的方便”。这一宗旨和古希腊的物理学有明显的区别, 亚里士多德在《物理学》中这样介绍物理学^[7]:

“如果一种研究的对象具有本原、原因或元素, 只有认识了这些本原、原因或元素, 才是知道了或者说了解这门科学”。

可以看出, 物理以自然为研究对象, 获得对自然的本原、原因或元素的认识, 而力学则以“技艺”(希腊语境)为研究对象, 以达到满足“人的方便”的目的。力学并不对自然本原进行探索, 牛顿在《自然哲学的数学原理》序言中写道^[8]:

“我在此只为这些力提供了一个数学概念, 并没有考虑他们的物理因果。”

从这段话可以看出, 作为物理学家, 牛顿对自己所给出的“力”概念是不满足的, 因为没有给出物理因果, 没有发现力的“本原”。但从力学家角度, 牛顿的成功在于构建了“力”的数学概念。数学是力学的“手段”和“方法”, 在《力学问题》导言中也提到^[6]:

“它们(力学问题)与自然问题(物理学)既不完全相同, 也并非完全无关, 而是在数学思辨和自然思辨方面有某种共同之处; 因为要用数学来证明现象如何发生, 用自然学(物理学)来证明现象的发生与何物相关。”

这段话说明了力学与物理学、数学之间的相互关系, 利用数学证明力学是如何发生的, 用物理学来证明现象与什么有关, 即力学具有物理学本质。这说明力学并不是违反自然, 而是利用自然、征服自然。紧接着, 《力学问题》指出杠杆是典型的力学问题, 而圆是第一原理, 作为数学工具说明杠杆的工作原理。

借助杠杆可以用小的力举起重的物体, 古希腊时期认为这是奇妙的、不自然的; 圆也是有很多“奇妙的”性质。如图 1 所示, 同一个圆上, 当

圆滚动时, A 和 B 两点却一个向前, 一个向后——当人们缺少运动学相关概念, 还不能区分刚体转动和点的运动时, 圆上具有相反方向运动的点, 就显得十分“奇妙”(甚至“荒谬”), 如同杠杆可以利用小的力举起重的物体一样。在古希腊, 圆一直被认为是具有奇特性质的图形, 在柏拉图的《律法》中也讨论了圆的性质: 在圆运动中, 慢的和快的在小圆和大圆中同时达到了和谐^[9]。《力学问题》指出, 关于圆运动的许多奇妙之处都源于一个事实: 在任何一条过圆心的直线上, 找不到两个具有相同步速的点, 总是离不动的一端越远的点越快。这一性质将在后面被应用于证明杠杆的性质。

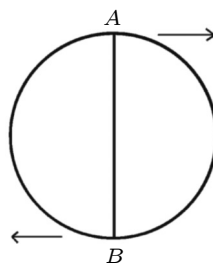


图 1 具有“相反”运动性质的圆

在给定圆的性质之后, 《力学问题》依次讨论了 35 个问题, 总结为如下问题^[10]。

- (1) 为什么较大的秤要比较小的秤更准确(即更敏感)?
- (2) 为什么秤从上面支撑时会寻求平衡位置, 从下面支撑时却不是这样?
- (3) 为什么杠杆能以较小的力移动重物, 尽管杠杆本身也附加了重量?
- (4) 为什么船中央的桨手对船的运动贡献最大?
- (5) 为什么舵虽然很小, 却能移动大船?
- (6) 为什么帆桁端升得越高, 船走得就越快?
- (7) 为什么风向不利时要缩船尾的帆而松船头的帆?
- (8) 为什么球体和圆形物体最容易移动?
- (9) 为什么用更大的圆更容易快速提起和拉动物体?
- (10) 为什么无重物时要比有重物时更容易使秤移动?
- (11) 为什么滚轴比马车更容易传送重物?
- (12) 为什么用投掷器抛出的抛射体要比用手

扔出的移动更远?

(13) 为什么较长的手柄更容易移动绞盘?

(14) 为什么双手距离膝盖位置相等, 且离得越远, 放在膝盖上的棍子就越容易折断?

(15) 为什么海滩上的鹅卵石是圆的?

(16) 为什么木料越长就越不结实, 抬起时越弯得厉害?

(17) 为什么用楔子能产生很大的力, 劈开很大的物体?

(18) 为什么用两个滑轮能减少提升或拉动的气力?

(19) 为什么静止的斧子不能砍木头, 而挥动的斧子却能劈开它?

(20) 为什么杆秤能用小重量称量重物?

(21) 为什么牙医用钳子而不用手拔牙?

(22) 为什么胡桃钳能毫不费力地弄碎坚果?

(23) 为什么菱形的点所描绘出的线不等长?

(24) 为什么两个同心圆在绕同一中心滚动时会描绘出等长的线?

(25) 为什么要把床制成长是宽的两倍?

(26) 为什么长木料从中间抬最容易?

(27) 为什么较长的木料更难抬到肩上?

(28) 为什么井的转动式杠杆使用了配重?

(29) 为什么两人抬梁时, 靠近中间的人感觉更重?

(30) 人坐着站起时为什么足向后肩向前移动?

(31) 为什么运动物体要比静止物体更容易移动?

(32) 为什么物体抛出后还不停止运动?

(33) 为什么物体在不伴有推动力的情况下还能运动?

(34) 为什么抛出的物体不能运动很远, 而与抛物者有关?

(35) 为什么物体在漩涡中最后会移到中心?

其中, 前3个问题是全书的基本问题。第一个问题说明秤越大越敏感, 实际说明的是杠杆力臂的性质; 第二个问题利用具有一定高度的梁, 略微倾斜后在梁上表面中点悬挂梁, 梁会重新平衡, 但在梁的下表面正对上表面中点的点处支撑梁, 梁不会保持平衡, 这一问题强调了支点(悬挂点)的重要性; 第三个问题给出杠杆的力/动力、负载/重量和杠杆梁等基本概念, 并说明在

圆上, 远离圆心的点位移大, 更敏感, 使用小的力就可以产生显著的位移(注意: 这种解释属于现象观察, 并没有说明杠杆原理的本质)。剩余的问题通过识别出问题中的杠杆、支点、施加的力和被施加的力, 然后以杠杆模型、圆的性质说明问题的原因。在体例上, 大多数问题都很简短(有的只有一段), 以“为什么”开头, 紧接着用一个反问句“是因为某某原因吗?”回答, 这里的反问句通常会识别装置的一些部分, 并询问它是否可被视为杠杆, 这里的询问也是一种回答。然后, 杠杆被简化为天平, 天平的两臂被简化为圆的两个半径, 根据圆的性质“证明”出问题的原因。审视35个问题, 它们包含了静力学、动力学、流体力学、材料力学、生物力学等力学分支, 所涉及领域涵盖船舶、车辆、军事、机械、医疗等领域, 像是一个将不同主题集在一起的大杂烩, 然而, 《力学问题》却有一个对技术设备理论研究的伟大计划: 提炼技术所遵循的一般理论和概念, 这也是《力学问题》的真正价值——它为技术知识的反思转化为系统科学知识提供了最初的典范^[9]。在这里, 《力学问题》从庞杂的各类问题中识别出杠杆模型, 再用第一原理(圆的性质)来论证问题的原因, 一个模型、一个原理解释各种各样的机械原因。

2 《力学问题》的作者辨析

谁是《力学问题》的真正作者? 苏格兰著名的亚里士多德哲学家、翻译学家罗斯(William David Ross, 1877—1971)认为作者是早期逍遥学派斯特拉托(Strato of Lampsacus, 约前335—约前269, 比亚里士多德晚近50年)或者是他的学生。但罗斯并没有给出任何证据。剑桥大学劳埃德(G. E. R. Lloyd, 1933—)重复了这一观点, 但只认定作者是亚里士多德的追随者, 而不是亚里士多德本人^[11]。值得注意的是, 亚里士多德在《后分析篇》(Posterior Analytics, 是《工具论》中的篇章)中将力学视为数学和物理的中间学科, 与光学、谐波、天文学一样, 被列为服从于数学原理的科学, 在《形而上学》(Metaphysics)中, 力学也和光学、谐波一起被提到^[3]。这为我们提供了另一个线索, 《力学问

题》作为早期的力学著作，由于没有引用其他力学家或者力学著作，它很可能是第一部力学著作，考虑到亚里士多德其他著作中也提到力学，那么《力学问题》的成书年代应该比亚里士多德早，而不是晚。

人们一直将生活于公元前 4 世纪塔伦通的阿契塔 (Archytas, 公元前 428—前 350 年) 视为数学力学的奠基人^[12]。他既是毕达哥拉斯学派的最后一位领袖^[13]，还是塔伦通的政治、军事领导人，曾连续 7 次当选为塔伦通的最高领导人。许多介绍阿契塔的资料中都会提到他是柏拉图 (Plato, 约前 427—前 347 年) 的好友。公元前 361 年，柏拉图游历西西里岛时，被锡拉库扎的暴君扣押后，柏拉图曾写信向阿契塔求救，阿契塔利用他军事领导人的身份组织营救了柏拉图^[14]。罗马时期历史学家普鲁塔克 (Plutarchus, 公元 46—120 年) 是最早将阿契塔视为力学发展中重要人物的人，他记录了柏拉图对阿契塔严厉的批评，批评他的政治、军事领袖身份使他分心，不能专注于哲学，导致他对哲学的理解能力是如此拙劣；同时还批评他将几何与机械制造相结合，称这是手艺人的目标，而不是具有理性思考的哲学家的目标。普鲁塔克将柏拉图对阿契塔的批评视为是力学从几何学中独立出来的标志。另外，生活于公元 3 世纪，专门写古希腊哲学家的传记作家第欧根尼 (Diogenes Laertius, 生卒年不详) 更是将阿契塔称为“第一个通过数学第一原理使力学系统化的人”。由于第欧根尼通常被认为在编撰哲学教义时并不进行解释或扩展，被认为更接近一手资料，这说明阿契塔很可能完成了一部著作，通过数学第一原理使力学实现了系统化。但遗憾的是，人们一直没有找到阿契塔是如何通过数学第一原理使力学系统化的。分析阿契塔与亚里士多德之间的关系，亚里士多德完全有可能获得阿契塔的力学思想。首先，阿契塔与柏拉图相熟，亚里士多德又求学于柏拉图；此外，阿契塔唯一的学生欧多克索斯 (Eudoxus of Cnidus, 前 408—前 355 年) 也向柏拉图学习过，大概公元前 367 年亚里士多德又作为学生向欧多克索斯学习。根据他们的师承关系，亚里士多德的文集中包含阿契塔的著作并不令人感到惊讶。美国内

布拉斯加大学林肯分校 (University of Nebraska at Lincoln) 的希腊语教授 Thomas N. Winter 指出维特鲁威 (Vitruvius, 前 80/70 之间—前 15 年之后) 在《建筑十书》 (Ten Books on Architecture) 中，收录了《力学问题》的第 3, 4, 5, 6, 20, 26, 27 问题的简化版本，并列出了他引用的 12 位机械方面的学者，其中包含阿契塔，但不包含亚里士多德，Winter 坚信维特鲁威知道是谁撰写了《力学问题》，通过对比 12 位机械方面的学者，得出阿契塔就是《力学问题》作者的观点^[11]。阿契塔是《力学问题》的作者是合理的，这可以解释阿契塔是如何“通过数学第一原理使力学系统化”这一疑问，即将圆视为第一原理，借助于杠杆把各类机械装置的工作原理统一化为力学，这十分符合第欧根尼所说的“通过数学第一原理使力学系统化”，这样一来，力学的基本属性就显得明朗了起来。

此外，从阿契塔的双重身份又可以很好地理解力学的双重属性。一方面作为毕达哥拉斯学派的领袖，阿契塔必然继承了毕达哥拉斯学派的“数本论”思想，另一方面作为军事领导人他又必然是实用主义者，要在战争中获胜，就必须解决实际工程问题。这正好对应了当前力学既是基础研究，也是应用研究的双重属性。也预示着力学将成为连接基础理论体系和工程技术应用之间的桥梁和纽带。当理论发展超前于技术水平时，力学要努力促成理论向技术的转变，而当技术超前于理论发展时，力学又要尽可能完善相应的理论，以促成更大的工程应用。

3 结论与启示

阅读《力学问题》并不是要从问题中获得相应的力学知识。从知识角度来说，《力学问题》的证明是笨拙的，其正确性也存疑，由于概念的缺乏，许多地方读起来相当晦涩，并不容易理解。但阅读《力学问题》却让我们明白，力学诞生的社会意义是什么，力学与数学、物理学之间的相互关系是什么，以及力学拥有怎样的科学体系。围绕这些问题，至少可以得到以下答案，并从中获得一些启发，具体如下。

(1) 力学是为了满足“人的方便”而诞生的。

这些“方便”不能在自然界中“自然地”获得，必须依赖于“技艺”来实现，这些技艺就是力学。在古希腊语境中，“人的方便”局限在搬运重物、提水、建筑等方面，力学的贡献也集中于此。如今，人的需求已远远超越了这些领域，力学应该保持满足“人的方便”的初心，根据学科特性，最大限度地当代社会中服务“人的方便”。

(2) 力学与物理学在起源上有显著的不同。物理学的目标是找到事物的“本原、原因或元素”，力学的目标是为了满足“人的方便”。但力学与物理也并非完全无关，力学利用物理来说明现象发生的机理。用当代话来说，力学利用物理原理实现征服自然的目的。这启示我们，学习力学不能孤立地学习力学，还需要掌握物理原理。

(3) 利用数学获得力学的系统化是力学的基本特征。从古至今，工程都表现出庞杂、零散的特性，而工程所遵循的一般性规律是力学。《力学问题》将众多机械问题借助杠杆力学模型，借由数学原理（圆的性质）来解释，从另一个角度看，就是将众多机械统一为杠杆这一基本模型，并利用数学原理（圆的性质）来说明机械的工作原理。借助于数学，通过力学模型、构建统一的数学力学理论，工程才变为了科学。

(4) 从《力学问题》的候选作者阿契塔来看，他是毕达哥拉斯学派领袖，又是塔伦通政治、军事领袖，一方面他继承了毕达哥拉斯“数本论”思想，另一方面又必须发展工程在战争中获胜。阿契塔身份的双重性决定了力学的双重性，一方面把工程抽象为数学，另一方面把数学应用于工程。在这个过程中，力学必然地成为了架通数学与工程的桥梁。

(5) 阅读古典文献，需要先回到古人的语境中（包括当时的认知背景），体会古人在基本概念缺失、理论不完备的情况下，如何从现象构建一种逻辑自洽的理论体系。同时，还要建构古文本与现代概念之间的关系，通过对古人逻辑过程的批判性理解，获得批判能力和逻辑思维能力的升华。

参 考 文 献

- Zografidis G. George Pachymeres// Lagerlund H. *Encyclopedia of Medieval Philosophy*. Dordrecht: Springer, 2011: 610-613
- Mohammed A. Nutaf Min Al-Hiyal: a partial arabic version of pseudo-Aristotle's "Problemata Mechanica". *Early Science and Medicine*, 2001, 6(2): 96-122
- Berryman S. *The Mechanical Hypothesis in Ancient Greek Natural Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009
- 张轩辞. 本原与气化——古希腊医学四元素说与中医五行思想. *同济大学学报(社会科学版)*, 2013, 24(1): 82-88
Zhang Xuanci. Arche and Qi Hua: four elements in classical Greek medicine and Wu Xing in Chinese medicine. *Tongji University Journal Social Science Section*, 2013, 24(1): 82-88 (in Chinese)
- 国家自然科学基金委员会. 力学学科发展研究报告. 北京: 科学出版社, 2007
- 张卜天. 从古希腊到近代早期力学含义的演变. *科学文化评论*, 2010, 7(3): 38-53
- 亚里士多德. 物理学. 张竹明译. 北京: 商务印书馆, 1982
- Motte A. *Issac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and His System of the World*. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 1974
- Renn J, McLaughlin P. The balance, the lever and the Aristotelian origins of mechanics//Feldhay R. *Emergence and Expansion of Preclassical Mechanics*, Boston Studies in the Philosophy and History of Science. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG, 2018: 111-137
- 张卜天. 希腊力学的性质和传统初探. *北京大学学报(哲学社会科学版)*, 2014, 51(3): 132-142
Zhang Butian. A preliminary research on the nature and traditions of Greek mechanics. *Journal of Peking university (Philosophy and Social Sciences)*, 2014, 51(3): 132-142 (in Chinese)
- Winter TN. *The Mechanical Problems in the Corpus of Aristotle*. Faculty Publications. Classics and Religious Studies Department, University of Nebraska - Lincoln, 2007: 68
- 张伟伟. 数学力学奠基人阿契塔. *系统与控制纵横*, 2021(1): 5-14
- 王志庆. 古希腊早期数学观之研究.[硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2009
Wang Zhiqing. On the conceptions of mathematics in ancient Greek_taking opinions of pythagoreans, Plato, and Aristotle as examples. [Master Thesis]. Lanzhou: Lanzhou University, 2015 (in Chinese)
- Huffman C. Archytas. <http://plato.stanford.edu/archives/fall2011/entries/archytas/>

(责任编辑: 胡 漫)