

“权重”当为力矩释

——析《墨经》中两力学条文

兰 毅 辉

(社 科 部)

摘 要

本文在分析诸前辈对《墨经》中两条关于杠杆问题条文解释的基础上,提出了新的解释。指出“权”字应解释为力臂,“权重”应作为连绵词解释为力矩。

《墨经》取自墨家经典《墨子》一书,内容举凡逻辑学、自然科学各领域,其中对先秦时期的力学、物理学知识做了较详细的概述。但由于后来释注者偏颇,造成释注上的差错,在关于下述两力学条文的释注上也存在一些错误。因此,本文在分析前人释注的基础上提出新的解释,似更为合理。

(一)《经》下 衡而必正,说在得。

《经说》下 衡:加重于其一旁必捶,权重相若也,相衡,则本短标长,两加焉,重相若,则标必下,标得权也。

《经》中“衡”原作为“天”,依谭戒甫先生校改为“𣪠”,“𣪠”和“衡”是古今字。

在诸校释者中,对此条的校释分歧较小,虽然在校勘上有些出入,但也无妨大意,可以说,基本上是一致的。如钱临照先生释为,“本条论杠杆,天平的支点在秤梁之中点,一臂加重,他臂的砝码必等重,方可得平,故曰:‘衡,加重于一旁,必捶,权、重相若也。’此天平之理也。如以秤秤物,则本短标长,若钧上的物和秤锤等重,于是秤锤下坠。这是为什么呢?秤锤过重。”^①其他校释者,如谭戒甫等先生的校释大意也是如斯。^②在这里,他们把《经说》分成两部分来解释,一部分是“加重于其一旁必捶,权重相若也。”另一部分是遗下的部分。认为前者是说等臂长的天平,后者则是说“本短标长”的秤。我们认为,《经

本文于1989年10月13日收到

说》是解释一般杠杆原理，并不局限于等臂长的天平或“本短标长”的秤。造成他们这样分别解释的关键是在于“权重相若也。”五字，他们都把“权”和“重”分别训为秤锤和重物，既然秤锤和重物的重量相等，而杠杆又处于平衡状态，所以，必然是两力臂相等，天平恰是两臂相等的仪器，故曰：“加重于其一旁必捶，权重相若也。”说的是天平原理。可是，“加重于其一旁必捶”的现象并不限于天平，对于任何处于平衡状态的杠杆来说，都会发生这种现象。再者，如果“权”是指在标端的秤锤，那么对于一个秤来说，秤锤是不变的，即秤锤重量不变，既然如此，“两加焉”中的“两”字应训为什么呢？钱临照先生和方孝博先生都未加详细解释，但从他们的解释中可以看到，他们都只是“一加焉”，使得重物和秤锤“相若”，而不是“两加焉”。而谭戒甫先生则解释为“今两臂相加，而求力点与重点相若，又须下其标臂而后。故曰两加焉重相若，则标必下。”^③其中“力点”和“重点”指的是秤锤和重物。可见，在谭戒甫先生的释文中，“两”是指两臂，“两加焉”是指“两臂皆加”。可是，一般来说，秤的“本”是固定不变的，不会增长缩短，所以就无所谓“加”，因此，谭戒甫先生之释与实物相矛盾。

从上面的分析来看，把“权”训为秤锤不能尽善解释其意，造成顾此失彼，牵强附会。那么，“权”应解释为什么呢？

钱宝琮先生在《〈墨经〉力学今释》一文中认为，将“权”字解释为秤锤，在《经说》中是扞格难通的。事实上，在秦以前的经籍文字中“权”字都不能解释为秤锤，“权”字到两汉晚期才有秤锤的意义。“权”字的本义是秤，《庄子·胠篋篇》说，“为之权衡以称之。”后来，“权”字引申为衡量轻重的意义，如《孟子·梁惠王篇》，“权，然后知轻重；度，然后知长短。”人们看到用秤称物时，秤锤在秤杆上游动就可以衡量出物体的重量，意识到秤锤有着一种能力来权衡任何物体，应用到社会现象，又把“权”字引申为权力。所以，钱宝琮认为，“本条和下一条的《经说》里有四个‘权’字，都应作权力解释，古人用重量表达力的大小，仿此，用‘权重’这个词来表示权力的大小，这是可以理解的。在秤杆的一旁施加重力，这个秤杆由于两旁的权力大小相等而失去平衡，加力的一侧就要下垂。所以说，‘衡，加重于其一旁，必垂，权重相若也。’《经说》里的‘权重’相当于现代力学里的力矩。”^④此释极是。但值得注意的一点是，钱宝琮先生在这里把“权”和“权重”都释为权力。我们认为，惜字如金的古人不会做此举动的，既然“权重”和“权”同义，为什么要用两个词汇来表示呢？只用“权”字就够矣。所以，“权”和“权重”的意义是不相同的。“权重”为力矩解，“权”为力臂解。理由有二。

其一，“权重”意为力矩，“重”是指重物，引申为重量，根据经典力学的力矩定义，力臂与力相乘积为力矩，所以，“权”字意为力臂。

其二，“权”引申为权力的意思，又标方的物体是秤锤，它的“重”是不变的，所以标方的权力变化是由标方的秤锤的作用点到支点的距离决定的。所以，“权”又可引申为物的作用点到支点的距离，即力臂。所以，“标得权”意谓，标方得到了力臂，或标方的力臂过长。

当然，古人不可能认识到力臂为力的作用线到支点的垂直距离，而只是认识到力臂为重物在杆上的作用点到支点的距离。也就是说，古人只认识到力矩（“权重”）、力臂（“权”）、作用力（“重”）三个概念及其定性关系，还没有更深入地认识到力矩、力臂、作用力三者之间本质的、定量的物理关系。

总之，“权”不是指加在标上的重物，而是指力臂，“重”不是指加在本上的重物，而是指加在本上和标上的重物的泛称，“权重”两字合为连绵词表示力矩的意思。“标”指重物作用点到支点距离较长的力臂，“本”指重物作用点到支点距离较短的力臂。所以本条释为：

《经》下：平衡必然端正平稳，是因为彼此契合的结果。

《经说》下：增加杠杆任一端上重物的重量，这一端必然下垂，因为原来杠杆两端物体的力矩相等而处于平衡状态。如果杠杆处于平衡状态，那么，两物体的作用点到支点的距离不相等，一长一短。如果在两端同时加相同重量的物体，那么离支点较远的物体一端必然下垂，因为此重物的力臂过长了。

(二)《经》下 挈与收饭，说在簿。

《经说》下 挈，有力也。引，无力也。不必所挈之止于施也，绳制挈之也，若以锥刺之。挈：长重者下，短轻者上。上者愈得，下，下者愈亡。绳直，权重相若，则正矣。收：上者愈丧，下者愈得。上者权重尽，则遂挈。

“挈与收饭”原作为“契与枝饭”，依张惠言，孙诒让校改为“挈与收饭”，“必”原作“心”，依谭戒甫校改为“必”，“正”原作“心”，依毕沅校改为“正”。

关于《经》的解释基本一致，“挈”即提挈，指用力把重物向上提起。“收”即收取，指利用重力作用使物体下降。“饭”即反，说明“挈”和“收”两个过程相反。“簿”即逼迫，指物体被挈或收，都是由于力的作用所迫而产生的。但是，关于《经说》的解释却一片混乱，诸释者各抒己见，设想各种不同的实验装置来解释，但都不能尽善其意义，留下很多漏洞，下面试举几种进行分析。

方孝博先生利用定滑轮装置来说明。他把“不必所挈之止于施也。绳制挈之也，若以锥刺之。”解释为“我们要把重物送到高处，不一定要把重物放在斜面上来输送，也可以利用绳子穿过滑轮的方法来提升它，其便利和用锥刺物相似。”其中认为“‘绳制挈之’谓利用绳跨过一滑轮之法以提挈重物，就是滑轮的作用。”此解释令人费解，“绳制挈之”四字中如何看出“滑轮”之意呢？所以，方孝博先生提出此条“说明应用滑轮装置以升降重物的原理”意无根据。这是其一。其二，方先生把下文解释为三个过程，（1）利用权重物轻“挈”重物；（2）“权”和“重”相若，相平衡，则物体悬挂而静止；（3）利用权重物重“收”重物。这样的解释对于前两个过程，即“挈，长重者下，短轻者上；上者愈得，（在此处原作有“下”字，方先生认作衍文删去——引者注。）下者愈亡，绳直，权重相若，则止矣。”无可非议，但是接下的解释就出现了毛病。“‘收，上者愈丧，下者愈得。’则就利用滑轮以下降重物之事而言。”“此时重物 W_2 比权 C 略重一些，于是重物 W_2 缓慢下降，权 C 则缓慢上升， W_2 愈降愈下，逐渐接近地面，达到我们的目的，所以说‘下者愈得’；权 C 愈升愈高，离地愈远，则是‘上者愈丧’了。当重物 W_2 已经达到地面，运动停止，而权 C 可能没有达到顶端，由于惯性的作用，它还会继续上升，一直达到滑轮边缘不能再上升为止。滑轮的作用到此已尽，这叫做‘上者权重尽’。”显然，在这里，方先生把“上者权重尽”释为“滑轮的作用到此已尽”，无法让人接受。可见，方先生的滑轮之说不能尽意。^⑤

魏西河先生认为，此条为“记述一个用滑车与斜面装置的力学实验，对物体受力与运动

情形给予了相当确切的分析。”^⑥关于魏先生之解释存在的问题，洪震寰先生已经作了说明，本文不再赘述。

洪震寰先生则认为，“《说》则评述了借助于杠杆与滑车等简单机械改‘挈’为‘收’的具体方法及原理。”“‘长重者下，短轻者上’句系述桔槔升重之规律，甚明。‘上者愈得，下者愈亡’句言桔槔两端，升者愈高，则降者必愈低。”“接着叙滑车升重。”“定滑车绳之两段均呈铅直时，‘权’重等于物重本已足使重物不下堕，故曰：‘绳直：权重相若，则心矣。’如在‘权’端另加下收之力，则能使其得力而下降；重物则相对地犹如失重而上升，故曰：‘收：上者愈丧，下者愈得。’”这里同样存在何以得出定滑轮之解释的问题。其次，在“上者愈得，下者愈亡”中“上”和“下”字，表示上升运动的物体和下降运动的物体，而在“上者愈丧下者愈得”中“上”和“下”从释文中可知则是指下降运动的物体和上升运动的物体。这样，就出现了这种情况，同样词性的“上”或“下”却可作相对立的两种解释，且“上”怎么会代表下降运动的物体，“下”怎么会代表上升运动的物体，又没做具体说明。据此，认为洪震寰先生也未能尽意。

徐克明先生则利用杠杆装置来说明，“砝码通过杠杆提举物（‘挈’），总是长或重的一边下垂，短或轻的一边上翘（长，重者下，短，轻者上’）。上翘的一边逐渐增加臂长或重量，就会下垂（‘上者愈得，下’）；下垂的一边逐渐减少臂长或重量，也会上翘（‘下者愈亡，上’）（原条文没有最后一个“上”字，是徐克明先生加上去的——引者注）若绳子垂直于杠杆，砝码和重物的重量相等，则支点就在杠杆的中心（‘绳直，权、重相若，则心焉’）”

“假定重物拉扯着绳子（‘扳’），结果使上臂上翘，若上翘的一边逐渐减少臂长或重量，下垂的一边逐渐增加臂长或重量，则上翘的一边的砝码的重量最终就会被提举着它的力所穷尽（按：即超过），则重物就会下降到最低点。（‘上者愈丧，下者愈得，上者权重尽，则坠。’）（原作为“遂”依谭戒甫校改为“坠”——引者注）。”^⑦此释很有道理，但仍存在一些问题。一、此过程是利用砝码提举重物的过程，既然目的是把重物提取，所以不会发生减少重物的举动，此过程只是靠力臂的增长或缩短来实现。二、此过程是靠力臂的增长或缩短来实现，所以一般来说，所利用的砝码不会与重物相等，如果这样，就不能达到省力的目的。所以，“权”和“重”不能训为砝码和重物，而应把“权重”看成连绵词，意为力矩，如上条所云。三、“假定重物拉扯着绳子（‘扳’），结果使上臂上翘”这多添上去的解释起何作用，不甚明了。徐克明先生又假想一个提起砝码的力来超过砝码，使得重物下降到最低点，此力如何引进呢？并且这样的假设却把一个连续的实验过程分成了两个独立的过程。四、未能清楚说明作出此解释的根据。针对这些问题，我们作了一些补充，提出新的解释。

此条是紧接上条。已经知道，上条是叙述杠杆原理，而此条本身却未告诉我们此过程装是什么，但它是接在叙述杠杆条文的后面，所以，此条文的过程装置必定是杠杆装置。我们置赞同徐克明先生认为“上者愈得”、“下者愈亡”、“上者愈丧”、“下者愈得”是描述重物的力臂的增长或缩短的过程的观点。根据如下。

原文中，“上者愈得”、“下者愈亡”、“上者愈丧”、“下者愈得”四句的“得”、“亡”、“丧”、“得”的宾语是什么，单从这四句的字面上无法作出判断，只有依靠上下文的联系来断定。中间的“绳直，权重相若，则正矣。”也没有为我们提供什么线索。然而，接在“上者愈丧，下者愈得”后面的“上者权重尽”，此句已经明确地告诉我们“得”、“亡”、“丧”、“得”的宾语是什么了。因为从“上者愈丧”一直“丧”下来直到“上者权重尽”可以看出，所“丧”的对象是“权重”。所以，“得”、“亡”、“丧”、“得”

四个动词的宾语是“权重”，根据上条文解释知道，“权重”即为力矩。在此实验过程中，两端的两个重物一直保持同一、不变，所以，“权重”的“得”、“亡”、“丧”、“得”，即“权重”的变化只能靠力臂的变化来实现，继而推之，“得”、“亡”、“丧”、“得”的对象就是重物的作用点到支点的距离，也就是力臂。所以说，“上者愈得”、“下者愈亡”、“上者愈丧”、“下者愈得”是表示两物力臂的变化，即A、B两点在杆上位置的变化（如图所示）。

再者，此两句中的“上”、“下”两字是主语，结合上面两句“长重者下”、“短轻者上”，就可以看出，名词“上”、“下”分别表示开始时的“短轻者”和“长重者”，即轻的物体和重的物体。“遂”，因循也。如《荀子·王制》云：“小事殆乎遂”，即循环往复的意思。所以，“挈：长重者下，短轻者上。上者愈得，下，下者愈亡。绳直，权重相若，则正矣。收：上者愈丧，下者愈得。上者权重尽，则遂挈。”的实验过程如图所示。

总之，本条文可以这样来理解：

《经》下：提起重物和放下重物两过程相反，两过程是因为受到力所迫引起的。

《经说》下：提起重物，要用力气（体力）。放下重物，可以不用力气（体力）。提起重物不局限于人直接接触物体用力提起，可以用绳子来提起重物，就象用锥子刺破东西那样容易。挈：力臂长且重的物体在下方，力臂短且轻的物体在上方。轻的物体（上方的物体）力臂逐渐增长，因此逐渐下降，重的物体（下方的物体）力臂逐渐缩短，因此逐渐上升。绳索与杠杆垂直，此时两物体的力矩相等，则端正平衡，即平衡。收：轻的物体力臂逐渐缩短，重的物体力臂逐渐增长。直到轻的物体的力矩等于零，即轻的物体的作用点与支点重合，那么又重新开始“挈”的过程。

注：

①钱临照，《古代中国物理学成就》，《物理通报》1951年第3期。

②③谭戒甫，《墨辩发微》，中华书局1964年版。

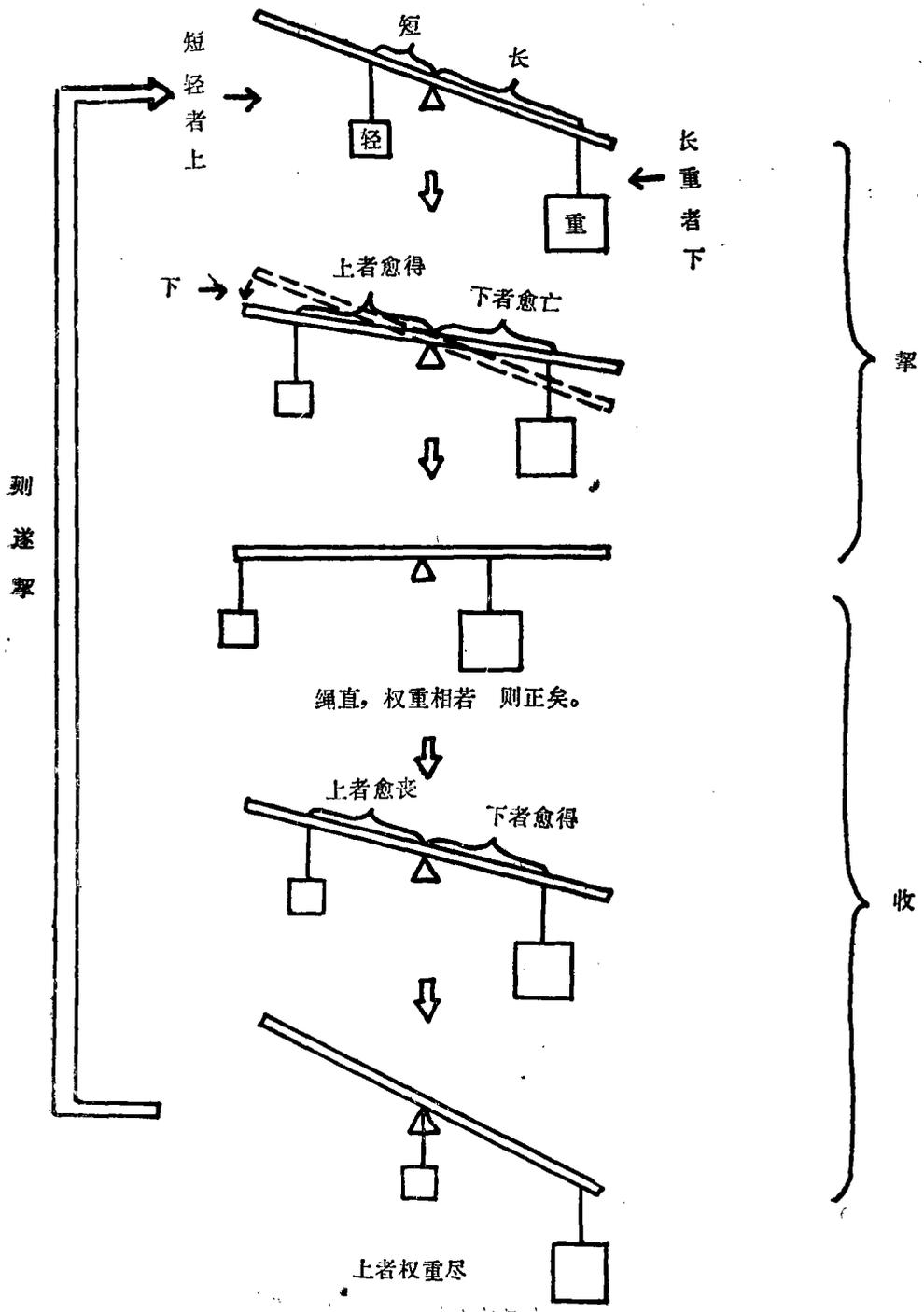
④钱宝琮，《〈墨经〉力学今释》，《科学史集刊》第8期。

⑤方孝博，《墨经中的数学和物理学》，中国社会科学院1983年版。

⑥魏西河，《滑车与斜面的发见与使用以中国最早》，《清华大学学报》第七卷第2期。

⑦洪震寰，《〈墨经〉力学综述》，《科学史集刊》第2期。

⑧徐克明，《墨家的物理成就述评》，《物理》1976年第1，4期。



注：此过程有摩擦力存在

“Quanzhong” Must Be Explained as Moment of Force

Lan Yihui

(Department of Social Science)

ABSTRACT

Based on analysing the explanations by the many research workers of two items on a lever in Mohist Classic, the essay newly explains the two items. Conclusion is that, “quan” must be explained as arm of force, and “quanzhong” as a uninterrupted-word must be explained as moment of force.