

科學史集刊

4

科學出版社

“科学史集刊”徵稿簡約

1. 本刊暫定为半年刊, 欢迎投稿。
2. 本刊登載自然科学及技术史的有关論著, 并酌登譯稿。
3. 来稿請用稿紙繕写清楚。录用的稿件本刊編輯部有删改权(如不愿删改者, 請来稿时声明), 譯稿請附原著。不用稿件, 負責退还。
4. 稿經发表后即寄稿酬。
5. 来稿請寄北京朝阳門大街 117 号中国科学院中国自然科学史研究室轉科学史集刊編輯部。



科学史集刊 第四期

編輯者 科学史集刊編輯委员会
北京朝阳門大街 117 号

出版者 科学出版社
北京朝阳門大街 117 号
北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

印刷者 中国科学院印刷厂

总經售 新华书店

(京) 1-1,100

1962 年 8 月出版

定价: 1.20 元

《墨經》光學八條釐說*

前 言

《墨經》中有关自然科学的記載极为丰富,是人类自然科学遗产中的佼佼者;其中关于几何光学的八条文字尤为世人所称道¹⁾。但由于《墨經》文字古奥艰深又多夺譌,所以这八条的面目一直没有最后弄清楚。这无疑是一件憾事。今天,已經有必要与可能来改变这种情况,使此八条得以原来面目复陈于世人面前,并进一步取回其所应有的地位。

近数十年来,专治《墨經》的学者很多;有关的論著何止百万言!但过去一般校释家多碍于光学知識,不肯也不能对此八条多下功夫;頂多只作些另星的校勘。梁启超的态度頗足代表一般,他說:“自审学力不足以释之,故不强为释。所校亦未精,仅采旧說耳。世有达者,疏通証明,实愜所望。”²⁾范耕研更感歎地說:“《墨經》光力諸条,辞古理奥。千載而下,索解无人。世之明訓詁者,未嘗格物;言物理者又不通古义。斯諸条將終古无冰释时邪?惜哉!”³⁾此虽言之过尽,但确也在一定程度上反映了三十年代以前的一些实际情况。其实,人們对于《墨經》中自然科学記載的注意确是非常早。孙星衍注《墨子》时就特別把有关的几条提出来作了說明⁴⁾。及至邹伯奇根据近代科学原理給部分条文作了闡发,这才引起了广泛的注意;如陈澧、刘嶽云、殷家儒、馮涵初、黄遵宪、薛福成、王仁俊、张自牧諸人都很喜欢征引談論⁵⁾。近数十年来更有一些人特別研究它;虽

* 本文写作过程中,在資料方面,承温州市立图书馆諸同志,特别是館长梅冷生老先生帮助殊多,順此致謝。

1) 《墨經》条文錯簡很多,有关几何光学部分的文字,絕大多数校本都归为八条。但也有少数本子有所出入,如楊葆彝的《墨子經校注》列为七条。张惠言的《墨子經說解》列为九条。张子晋的《新考正墨經注》又列为六条。这些在校勘上錯誤很明显,这里是按照最普遍的校本,算为八条。

2) 見梁启超:《墨經校释》(本文以下引梁說均見此书)。

3) 見范耕研:《墨辯疏証》(本文以下引范說均見此书)。

4) 見毕沅《墨子》校本,《墨經》后所附之孙星衍跋。

5) 分別見——

邹伯奇:《学計一得》(《邹征君遺书》)。 陈 澧:《东塾讀書志》。 刘嶽云:《墨子格术解》(《食旧惠斋杂著》)。 殷家儒:《格术箋》。 馮涵初:《光学述墨》(此本笔者未曾得見,从別书輾轉而略窺其大概)。 黄遵宪:《人境庐詩草》。 薛福成:《出使日記》。 王仁俊:《格致古微》。 张自牧:《瀛海論》。

本文以下引上列諸人意見,均見上列諸书,不另注出处。

間有所获,但仍多支离破碎,甚而郢书燕說。旧中国学术雕敝,如此情况亦为必然。祖国解放以后,这八条才开始有了新的生命。在党的领导下,不少学者从事这方面的整理,发表了不少的研究結果,其中以譚戒甫、錢临照、方考博等三位先生的意見最为可觀。

譚先生于1957年发表了他的精心力作——《墨辯发微》一书,对此八条校释周詳,說理大胆。譚先生早在1933年发表的《墨經光学》一文中¹⁾,就曾专对此八条一一說之,无稍存闕;可說是邹伯奇以来能用基本正确的自然科学原理,全面地解說这八条的第一人!《墨辯发微》一书中对此八条的解說仍袭旧貫,只字不易,足見其自信之篤,自持之堅。

錢先生也发表过两篇专门文章,一为《論墨經中的关于形学、力学与光学的知識》,另一为《我国先秦时代的科学著作——墨經》²⁾。錢先生对《墨經》中的自然科学知識研究有素。早在抗战时期就曾写过这方面的文字。錢先生在上面提到的两篇文章中,对这八条不但作了科学的解說,而且还用正确的观点加以初步的評價,意見多甚精审;可惜只及少数几条的部分文字,而且也还有不少可商之处。

方先生于1957年发表了近三万字的长篇論文——《墨經中的时空概念与光学理論》³⁾,其中关于光学理論部分占三分之二的篇幅。方先生自謂鉴于过去学者对此八条的“发现与理解还不是很全面很正确”,他自己“作了較广泛的研究”“提出与过去学者的意見不完全相同的解析”⁴⁾。

上述三位先生都是以严肃的科学态度,化了許多心力,在前人的基础上作出了較前人更为进步的成果。这些意見影响很大,每每为人們所引証;甚至写到各級学校的物理教科书上去。但他們三人之間,意見又很不統一;而且都还有些明显的扞格。尽管如此,三位先生的工作以及前人所有的劳动,对于我們进一步的探討提供了絕好的基础。

鉴于譚、錢、方三家意見最为晚出;他們各自都綜覽先前諸家見解,以近代科学眼光用过一番功夫,吸取了合理的意見,所以可以說能在一定程度上起了总结作用。因此本文拟以譚、錢、方三家的見解为基础,参以笔者所曾看到的一些有必要加以說明的其他說法,予以分析比較。說理恰当者取之,似是而非者說之,重复或全不得要领的就不一一具論;最后也作出自以为可通的結論。至于文字的解释則不拟考之过繁了。这是一項尝试,笔者年幼識浅,誠懇地祈求自然科学史界諸先进不吝賜教!

1) 見《东方杂志》(第三十卷,第十三号)。

2) 前者載于《物理通报》(第一卷,第三期)。

后者載于《科学大众》(1957年,十二月号)。

3) 見《兰州大学学报》(1957年,第一期)。

4) 見方考博:《墨經中的时空概念与光学理論》,本文引方說均見此文。

分条釐說

現逐条分說之。各种見解的摆列均視各条具体情况而定,并不求划一。所标条序則均以譚本《墨辯发微》为准。文字句讀一般只列出,不作討論。

*

*

第十六条 《經》 景不徙,說在改为。

《說》 景。光至,景亡;若在,尽古息。

(“徙”原作“從”,从王引之校¹⁾。)

此条,解释的人最多,不但研究《墨子·墨經》的人要解释它,而且能够解释它;就是一般研究哲学史的人也都接触到它。而且,各家解释基本上还是統一的,认为是論述影的生成及影与物的关系。

錢先生說此条是“述影的定义与生成”(I)²⁾。他解释道:

“光所照到的地方,影子就没有了。如果影子仍然存在,那是因为光沒有照射到影子所在的地方;如果光源、物体与屏幕相对位置永久不变动,那么影子也就永久不变动。”(II)

諸如孙星衍、王引之、张惠言、俞樾、楊葆彝、孙詒詒、梁启超、张子晋、张其煌、张純一、伍非百、邓高鏡、章行严、范耕研諸人的見解也都基本上相近。虽在句讀訓义上互有出入;甚至有錯誤,但終无违大旨。唯有王树枏以本条《經說》难通,改为“光至,景在;光若尽,景息。”校勘上既乏根据,释义上又复难通,錯誤明显,无须具論³⁾。不过一般解析者对于此条所述之科学涵义似乎都还未曾彻底闡明;甚至还很有些混乱。笔者以为此条是:

1) 見王念孙:《讀書杂志》,本文引王引之說均見此书。

2) 为方便起見,所引錢說,凡出于《論墨經中关于形学、力学与光学的知識》的,在引文后注以(I);凡出于《我国先秦时代的科学著作——墨經》的,在引文后注以(II)。本文引錢說尽量先采(I)文,(II)文只作补充,因(II)文只是介紹性的通俗文字。

3) 分別見——

张惠言:《墨子經說解》。

俞樾:《諸子平議》。

楊葆彝:《墨子經校注》。本文所据为孙詒詒先生抄本。其上还有孙氏亲笔眉批。

孙詒詒:《墨子閒詒》。

张子晋:《新考正墨經注》。

伍非百:《墨辯解故》。

邓高鏡:《墨經新释》。

章行严:《名墨警应考》(《东方杂志》,第二十一卷,第二号)。

张其煌:《墨經通解》。

张純一:《墨学分科》。

王树枏:《墨子經注补正》。

本文以下引上列諸人意見,均見上列諸书,不另注出处。

《墨經》作者正确地了解到，影是因為物体阻隔了光源射来的光綫而造成的。所以他們作了結論，認為只要有光照射到，影就会消逝，故曰：“光至，景亡”。如果影仍然存在，那必是因為物体始終沒有离开，故曰：“若在，尽古息”。这就已經本質地道出了，影的生成只是光綫为物遮蔽所致；影只是一种物理現象。当物移动时，看起来影也在移动；但实际上只是因为物体的移动而引起的原影不断消逝，新影不断生成的一种連續的物理过程。因此，描写影的移动不能象描写实体移动那样用一个“徙”字，它的移动过程是一个原影不断消逝，又不断在新的位置上形成新影的过程，即张湛所謂“景改而更生，非向之景¹⁾”。故《經》文云：“景不徙，說在改为”。显然，墨家这种理解是正确的，合于物理学观点的；也是一种动的观点，决不能与惠施、公孙龙輩的观点等同混淆起来。

以上是要說的第一点。要說的第二点是关于“若在”之所指与“尽古息”之所指，以及二者之間的关系。

对于这五个字，郭沫若院长解釋說：“前影如是存在，即是光綫受着遮拦，那是会永远存在的”²⁾。这是認為“若在”是指影；“尽古息”也是指影。章太炎解釋云：“若日光常在，則影終古不动”³⁾。这是認為“若在”是指光；“尽古息”是指影。俞樾釋云：“言景若在，則光尽古息也”。适与章說相反。欒調甫解釋云：“物不徙則影常在”⁴⁾。又以“若在”指物；“尽古息”指影。

此四說均有問題。如“日光常在”則必无影，故知章說为不确。此条言动或止均指影与物；光无所谓动止，俞說亦非。影的生成是因为物的存在；影的移动也是原于物的移动。物与影，一因一果；故知，“若在”与“尽古息”必一指物，一指影无疑，决不能两者同为指影。据此，郭院长的意見也还值得商榷。再者，“在”是承“亡”而言；“亡”是指影，故知“在”亦必指影无疑，那末“尽古息”就應該是指物了。据此，欒說亦非。

以上是澄清此条解說中的两个問題。

譚戒甫先生对此条作了与众不同的解釋。譚以《經》文中的“不”字为衍文，讀作：

《經》 景徙，說在改为。

《說》 景。光至，景：——亡，若在；尽，古息。

譚刪“不”字理由有四点，茲照抄于下：“（一）下句既云“改为”，則上句应云“景徙”；若云“不徙”，其义适相反。（二）《說》云“景亡”，“景尽”，皆含“徙”义。（三）《列子·仲尼篇》載公孙龙有“影不移”之語，后文謂“影不移者，說在改也。”张湛《注》引《墨子》曰：“影不移，說在改为也。”又《庄子·天下篇》称辯者公孙龙之徒有“飞鳥之景未尝动也”之文，

1) 見《列子》注。

2) 見郭沫若：《名辯思潮的批判》（《十批判書》）。

3) 見章行严：《名墨誓应考》。

4) 見欒調甫：《墨子科学》（《墨子研究論文集》）。

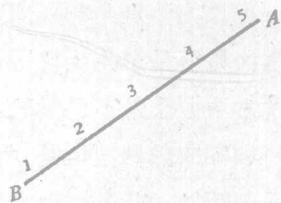
本文以下引欒說，均見此書。

《释文》引《墨子》曰：“影不徙也”。援彼互校，似此亦尝作“景不徙”。但公孙龙輩之学术属形名家，大与名、墨相左，故其立辞亦各不同。如《列子》之“影不移”，自与“有物不尽”“意不心”“指不至”諸辞为一类。《庄子》之“飞鳥之景未尝动也”，自与“矩不方”“目不見”“指不至”諸辞为一类。名墨既言“心意”“目見”“指至”“矩方”，則此本当作“景徙”无疑。（四）此句“不”字疑衍之极早；故《庄》《列》《注》《释》中所引此語，皆有“不”字。如下文第四十七条“火热”，今誤作“必热”，孙即据《天下篇》校作“火不热”；不知公孙龙本作“火不热”，《墨經》本作“火热”。此“景不徙”，亦疑汉晋学者照《庄》《列》諸书增“不”字耳。

譚先生解析此条云：

‘……为，古讀如譌。……然則此云改为者，犹云改动譌变耳。

名家言影徙，以謂影由光照实物而遮蔽之所成。如A至B之一长影（图一），中須經過1 2 3 4 5之五处。此五处影影相續，合成一片，了无际痕，便为全影。盖此实物前进之程途，以其經過1 2 3 4 5改动譌变之故；因而其影之徙，亦由1 2 3 4 5改动譌变故耳。但公孙龙（形名家）反之，謂“影不徙”。张湛注《列子》云：“景改而更生，非向之景。”然則龙輩但就影之靜止言耳。



图一

本条《說》語景字，承上启下，故可讀作“光至，景：”及“景——亡，若在；尽，古息。”其后句云景亡，景尽；盖景字下双承之耳。……此光至之至，亦謂其光自此至彼而成影耳。故曰光至，景。

……

此“光至景亡若在尽古息”一語，系《經》文之譬辞；……盖《經》文之景，系言光下阴影；《說》語之景，当謂暗中光影。因光下阴影言徙，不易涉思；乃以暗中光影比况之也。茲更援例为喻：小童常持香炷暗中旋轉；其炷端燃处，以旋轉势速之故，若成无数赤圈。又今电影写真，皆即此理，盖謂炷光自此至彼而成一影：炷所无处，視之光焰若在，宛見赤圈，实则节节且休也。如此著想，方不蹈空。¹⁾

譚先生这些見解可謂新穎大胆；但未見正确。現就其作为删去“不”字的四点理由，加以討論，因为这是譚先生与我們分歧的关键处。

关于第一点，是譚先生对《經》文中“不徙”二字理解上的問題。上面已經說得很清楚了，这所謂“不徙”并非說影是靜止不动；而是說影的运动过程不能用一个“徙”字来描写，它是一个不断“改为”的过程。这样一解释，“改为”与“不徙”根本没有什么矛盾了；相反，“改为”正成了“不徙”的申明，就是以“以說出故”的通例来考虑也是非极当的。第

1) 見譚戒甫：《墨辯发微》。本文引譚說，除另注明者外，均見此书（P. 143—P. 158）。

二点,譚先生說“景亡”“景尽”皆含“徙”义。这就牵涉到譚先生对《經說》的句讀問題了。譚先生那样的讀法,解释起来极其困难,譬如說解“光至,景”如光至而成影,实在是很难通的。事实上,我們都可以看得出譚先生对《經說》的解說是非常勉强。又譬如說“經文之景,系言光下之阴影,說語之影,当謂暗中光影”,显然是錯誤的。按《經說》是承《經》文之意,就《經》文所論之事更作申說或补充的。其所叙述当然是同一事,今強分为二事,决非《墨經》原意。由此可見譚先生的句讀是难通的。当然不能用这錯誤的句讀而解析出来的意思,来作为删去“不”的根据。再說“景亡”也并不与《經》文意思有违,因为是“改为”的关系。至于第三点,是一个牵涉极广的問題。笔者对諸子源流,名墨与形名之分沒有研究,因而不敢作断。但这在学术界还是个悬案,各家所論很不一致。以为惠施、公孙龙为別墨,固然是无稽之談;但很有些学者主张《墨經》下篇所述的不少观点頗受公孙龙的影响¹⁾。也有人認为《墨經》的观点既与公孙龙相反,也与惠施相反。此外也有人持折衷的看法²⁾。总之,名、墨、形名的分別問題还未有定論,所以决不能拿任何一說作为鉴别与判断問題的标准。以公孙龙为形名家,且断定其持論全与名家“相乖”,这种見解是譚先生自己首先发明的³⁾,而又以名墨同源,遂遽删“不”字以湊合己見。这种方法似乎是不科学的。总之,以名墨与形名的区别来作为删去“不”字的根据是不充分和不成熟的。但是,就此条本身的涵义來說,倒的确与“飞鳥之影未尝动也”的观点是不相同的。此条《經》文重在“改为”。上已論及,这是一种动的观点。它与公孙龙的只知靜止不知运动的观点是确实不同的;所以好些人把此条所述与“鳥影”問題等同起来又是錯誤的;象梁漱溟、孙祿、张子晋、宋豪、詹剑峯諸人用視觉殘留来解析它,无疑也是不对的⁴⁾。譚先生提出的第四点,与其作为校成“景徙”的理由,不如作为証明是“景不徙”的理由。既然在汉时就有“不”字,那属于原有的可能性是更大了。因为汉距《墨經》成书年代还短,传写輾轉較少,故致誤的机会必然也很小,这是一层。另一方面,如果真的如譚先生所說的那样,这一“不”字是汉晋学者据形名家的論題妄增起来的;那么,为什么《經》下第 47 条的“火热”中又不根据“火不热”,而增一“不”字呢?可見譚先生这样推測是不正确的。

由上面的分析,可以說譚先生所提出的理由是不成立的;譚先生对此条的校释是錯誤的。但以意校书終不是最穩妥的方法,往往会引起很大的危險。

以上討論譚說。現在再来討論方先生的意見。

方讀法同一般讀法:

- 1) 郭沫若院长就持此說。他說:“經下派受惠施公孙龙的影响极深。”見《名辯思潮的批判》(《十批判书》)。
- 2) 見侯外庐、赵紀彬、杜国庠:《中国思想通史》(第一卷)。
- 3) 見譚戒甫:《为評墨經易解答与忘先生》(附在《墨辯发微》之后,第 306 頁)。
- 4) 梁、孙說見于孙祿:《坚白离盈辯考証》。张、宋說見于张子晋:《新考正墨經注》。詹剑峯說見其所著《墨家的形式邏輯》,本文以下引詹說均見此书。

方释云：“这一条是說明成影的原理。“景”即古“影”字。在本条中，“景”指物体的阴影。有光然后有影。設室中有烛，烛光射至壁上。如有一物体介在烛与壁之間，物体的阴影必呈现在壁上。烛移动則物体的阴影亦移动。烛向右移，則影向左移。烛移至物体与壁之間，則壁上阴影消失，而在另一方的壁上又成新影。如果烛的位置常在不移，則壁上阴影位置亦必永久不徙。这就是光和影之間的相互联系。《經》开始言“景不徙”，要說明所以不徙，只有从反面說明影所以迁徙的原因。“改为”就是人为地改变一个現象的环境与条件，而观察这个現象的变化情况，这就是科学实验方法的基本精神。《經說》正就是“改为”之后所得的結論。“至”是来到，实即由远渐近；“亡”是消逝，实即由近渐远。“光至景亡”，意謂光所到达的地方，影就消逝了。这就是影移徙的原因。“若在，尽古息”則从反面說，如果光源常在不移，則阴影就不会移徙，这就說明了“景不徙”的原因了’。

以上就是方对本条解說的全文。方說中有四点特別值得注意的：(1) 認為影的移动是光源移动所致，而不是物体移动所致。(2) 認為“改为”是指“人为地改变一个現象的环境与条件”而不是指影的“改为”。(3) 認為“若在”是指光源，“尽古息”是指影。(4) 《經說》所言是“改为”的結果，是“景不徙”的“反面說明”。这四点是与一般說法不相同的，但都是难以成立的，茲辨正之：

第一，方先生認為此条所論影的移动，是由光源移动而引起的；这种見解大概是受了章太炎的影响，章太炎曾說：“日光一移，影非特异处，而亦异式”¹⁾，其实这种說法是不妥当的。我們不同意勉强刪改《經》文来湊合某种先入之見，但是也反对不考虑时代思潮，孤立地去解析《經》文。方、章此論即是如此。当然，我們沒有必要一定認為本条所述是解释那一家的那一个命題。但是可以肯定的是，“景不徙”与“鳥影”所討論的是一命題；所以本条所論的影的移动，也應該是物体运动时所引起影的运动情况，而并非光源移动时所引起影的运动情况；因为“鳥影”問題就是如此。

第二，以《墨經》的“以說出故”的原則来看，“改为”是作为“景不徙”的解說的。如果“改为”是人为地移动光源，那么发生“改为”之际，影就会移动了，决不会是“景不徙”了。方先生說这是反証，显然是很勉強的，不符合墨辯的論式組織。

弄清了这两个問題，就不难看出方先生那四个論点的錯誤所在，特别是(1)(2)(4)三点。至于(3)，笔者前面已經分析得很清楚，“若在”只能是指影，不能是指光源；“尽古息”只能是指物不能是指影。

总而言之，用句讀与字面的解析，所述內容的时代感，所涵义理与墨家整个世界观的联系，所論原理的科学性等几个方面来考察，本条不应如譚、方二先生那样解析。

1) 同第四頁注3。

以上論第十六条訖。

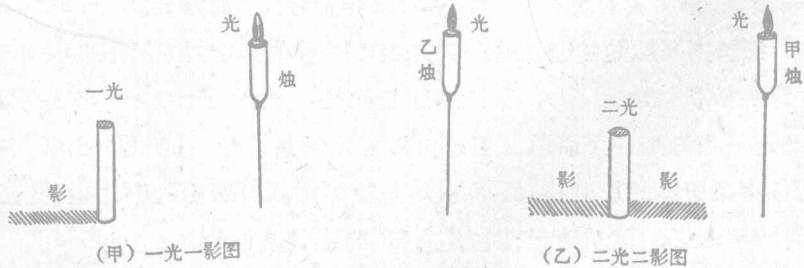
*

*

第十七条 《經》 景二，說在重。

《說》 景。二光夹一光，一光者景也。

对于本条的解析，也有过不少說法。张惠言說是“一止而二景，以鑑之重也”。伍非百解为“上下景”。邓高鏡解为两面平面鏡的重复反映。孙詒詒一方面猜測为“回光之义”，但又指出：“或謂重指二景重累，即光学家所謂光复深浅”。似乎已經联系到本影半影問題上来。他解此条《經說》云：“若日在东，而西悬鑑，鑑受日光反射人而成景，是日光与鑑光为二，而人景在日与鑑之間，是即二光共处之也”。可惜他沒有进一步研究，搞不清《經》与《說》之間的联系，遂以《經》“与《說》不相应”，就輕輕地以“恐非”把自己的意見否定了。倒是曹耀湘早就对本条作了很明确的解說。他說：“重，两光也。东西俱有光，則影一东一西，一表而二影也”。他解析本条《經說》云：“二光，重光也。东西各一光，則东西各一影。无影之地受二光也；有影之地受一光也”¹⁾。张純一更作了發揮，他說：“此言二光成二影之理。凡光至处为明，弗至处为暗。明与暗比，暗处是影；明与明比，其不敌者为影。如一烛之光向物投射，明处为一光，暗处为影。二烛夹物而立，則物有二影；以明处受二光，暗处受一光，而一光不敌二光之明故也”。樂調甫、詹剑峯等人均深然其說，樂还为此繪图作解(图二)。錢临照先生也持此論。錢讀本条《經說》为：“景



图二

二，光夹；一，光一。光者，景也”。解析道：“光源有两个，影子也就有两个；光源只有一个，影子也就只有一个”^(II)。又梁恆心对本条也是这么說法²⁾。按錢先生此种讀法解法大概直接受范耕研的影响。范讀本条《經說》为：“景：二，光夹。一，光一。光者，景也”。范释云：“此言景之純杂由光源也。物体障光而得景，則一物只有一景。然有时光之来也多源，則景亦因之而多。故曰‘景二說在重’。重者，謂光源不一也。夹者，杂也。古光景二字互訓。《說》中两光字均作景字解。恐人誤讀，故加注以明之。墨子后学所增，

1) 見曹耀湘：《墨子箋》。本文以下引曹說均見此书。

2) 見梁恆心：《我国古代科学家对摄影基本知識的貢獻》(載于《大众摄影》，1960年，第三期)，下引梁說亦見此文。

非本有也”。

以上曹、欒、张、范、錢所持之說，可称为“二光二影”說。此論言之还近理。但是范对《經說》的讀法則是錯讀的。因为訓“夹”为二，实为少見；特别是这条中以“夹”与“一”对举更加不妥。而且解释起来还必须把“光者景也”四字割开，似乎也并不使人滿意。至于錢先生的讀法，是不对的。我們知道，讀《經說》下篇的一个重要公例就是标题只許牒出一字，而且不能与全句連讀。錢先生就违背此例，故知其为不对。

譚、方二先生却又是持另一种見解。两位先生的讀法均同，即如开首所列那样讀法。

譚解云：‘此言由光成影之理……光体外射时，苟以物置前，其光綫所不及之黑暗处……謂之本影。景外又有重阴……謂之副影（即指半影——笔者）……本影与副影，故曰景二。然何緣而得二影？以重之故。故曰說在重。

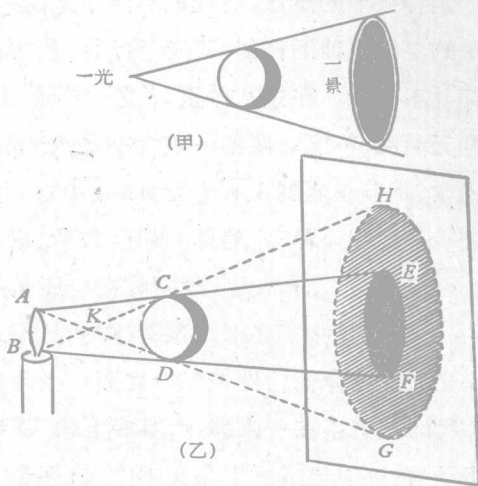
二光夹一光句，系說明重字之理。二光一光，为又各异，故又以一光者景也句簡別之。此如图三（甲）：以一光而得一景，故可簡別上句。又如图三（乙）：設 AB 为一光体； CD 为一物，置前。則由 AB 所四射的光綫，一方为 CD 所闕；于是沿 ACE 及 BDF ，而成一 EF 之本影。复次， A 点光綫又沿 ADG ， B 点光綫又沿 BCH ，而成一 HG 之副影。此副影必須 ADG 与 BCH 二光綫相会于 K ，而夹 AB 一光体，方能得重；故又以二光夹一光句說明之也’。

以上是譚先生的見解。方先生的說法与此相近，唯对《經說》的解析稍有出入。

方析云：‘这一条說明了重影的原理。重影的产生，必因有两个光源存在，从两个光源发出的光能使一个物体在壁上形成两个阴影，而且两个阴影可以相互重迭，形成更为深暗的一部分，如图四所示。这就是

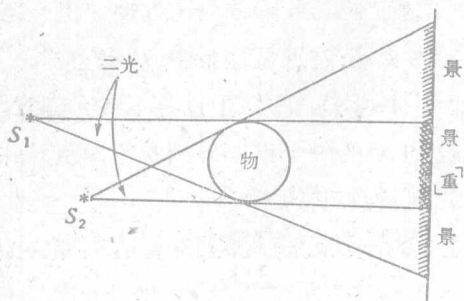
《經》言“景二，說在重”的意思。《經說》則說明所以形成这个現象的原因，是由于二光所成的阴影相夹而生，相夹的部分又是一光，而这一光实际上就是重影，所以說“二光夹一光，一光者景也”。（或謂二光夹一光，所謂光都指影，从图上看出影有三部分，上下两个較淡的影夹着中間一个較浓的影，所以說“一光者景也”）’。

总起来說，对于本条的解說可归結为曹、张、欒、錢的“二光二影”說，与譚、方的“二景重累”說。前者沒有超出孙詒詒对本条《經說》的見解；后者很可能就是承袭孙对本条《經》文的解释而發揮出来的。此两說比較起来前說較近真。因为：



图三

第一，按《經》中，“重”是构成“景二”的原因。前說解“重”为“重光”，即光源在一个



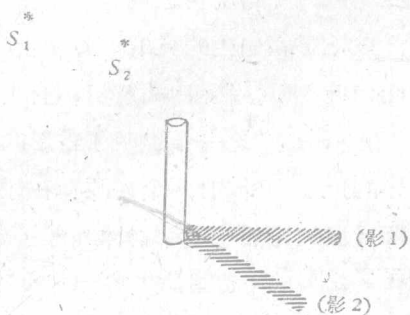
图四

以上；后說解“重”为“重迭”。显然，“重迭”并不是构成“景二”的真正原因；光源的多个才是构成“景二”的原因。也就是說，对《經》文的解释前說比較合理。

第二，后一說对《經說》的解释更是非常勉強的。先說譚先生的解释。譚在解释过程中，把光綫的行进完全依照今天人們所能了解的那样描述出来。为了解释“夹”字，甚至

认为墨家已經能确定出 AG 与 BH 这两条光綫的交点来，在此前提下才又找出个 K 点来，然后再把“夹”字的意义凑上去。这样的解释是完全脱离了战国时代人們所可能有的光学知識水平；所以也是难以令人置信的。况且，就是这样，也并没有給“二光夹一光”句以充分的合理的解释。至于方先生，对本条《經說》还持存疑的态度；所以他举出了两种可能的說法，而且也不能断定孰是孰非。其实其所举的两种說法都是不很有力量的。按两种解释都指“光”为影。是的，在古书上“光”“景”是可以互訓的；但在《墨經》却并不如此。在这八条里，“光”与“景”分得很清楚。“光”均指光綫，“景”均指影或象，并无混乱，不能随便据一般古书之例来解释这段专論光学的文字。因为这段文字专論光学，所以在名詞上有它特別的斟酌。范耕研說得好：“墨子所用諸名与別家不必同，故一一自加詮釋”。整部《墨經》如此，这八条尤如此，不可不仔細。

但是，“二光二影”說解释得也还是不充分的。笔者认为，不必把本条所述拘泥于“东西各一光”，而物体恰恰处在二光之間。当两个光源与物体三者不在一直綫上，其成影情况(如图五所示)也可以包括到本条文字中去；甚至就是当二光源靠得很近，所成之二影重迭成为本影与半影的情况(如图四所示)也可以包括进去。因这些成影現象都是“景二”；其原因都是光源之“重”。总之，从《經》文字面来看：凡是两个光源照射一个物体而形成“二景”(可以是清楚地分开为两个影，也可以是指本影与半影的两个影)，一概可以包括到本条文字中去。这种种成影情况的原因，在《經說》中得到了概括的闡明。笔者认为：解释本条《經說》的关键在于不能把“二光夹一光”句中的“二”与“一”两个字解释得太草率。应该明白：这里既是“二”与“一”对举，那就不能一般地解释为数目字的一与二，而应该按照墨家特殊的定义去解释。梁启超云：“二者一之兼，一



图五

者二之体”。即此“二”犹言全部，“一”犹言部分；则“二光”指全部光綫，“一光”指部分光綫。“夹”，犹言相夹以見，即相衬以見的意思。

如此就可以解释了图二(乙)、图三(乙)、图四与图五等所示的四种成影情况：凡是全亮区都是受着来自两个光源的全部光綫(即“二光”)的照明；凡是阴影区只受着部分光綫(即“一光”)的照明(全暗区則是全无光綫照到)。所以亮度不同，相衬之下而为人辨識出阴影的存在，故曰“二光夹一光”，这就是說明了这种阴影的成因。因为一般的所謂影，都是指全无光綫照到的黑暗区；况前条也已經明白的指出过，只要有“光至”，就会导致“景亡”；故这条中有必要特別說明一下：“一光者景也”，就是指出，这种虽受有部分光綫照明的区域，在全亮区的映衬之下也可以称之为影。

总之，本条文字已經把两个光源照射一个物体而成影的各种情况及原因，都概括进去了。曹、张、欒、范、錢的“二光二影”說与譚、方的“二景重累”說都还只见到一个片面。

以上論第十七条訖。

*

*

第十八条 《經》 景到，在午有端与景长，說在端。

《說》 景。光之人，煦若射。下者之人也高；高者之人也下。足蔽下光，故成景于上；首蔽上光，故成景于下。在远近有端与于光，故景庫內也。

陈澧因惑于“景到”及“足蔽下光，故成景于上；首蔽上光，故成景于下”句，遂解此为注鏡之成象。这显然是錯的。但也有不少注家能正确地把此条所述与“密室小孔”“格术之义”联系起来，譬如刘嶽云、殷家儒、楊葆彝、孙詒詒等均如此。但对整条文字的完整涵义并没有搞清楚。近人欒調甫、伍非百、张純一、范耕研、邓高鏡、詹剑峯等也都朝这方面内容去解释，但发明甚少，并无超出孙詒。

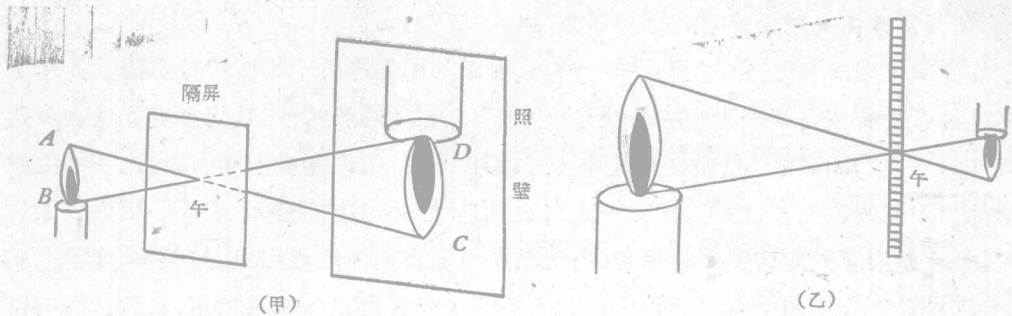
譚、錢、方三氏也一致認为本条系論述“針孔成象的現象与原理”。但是三位先生对本条文字的具体解释則又有一些問題需要进一步討論的。

对于本条《經》文，以譚解为最佳。

譚释云：“如图六(甲)中。設 AB 为一光体，其 AB 間之各光綫，一一穿过隔屏午孔，而射于右之照壁上，成 CD 之倒影，所謂“景到”也。 AB 二光綫交午，必有一点。然既云“在午”，又云“有端”者；盖謂在交午之处，仅須一甚小之孔如点，决不可令其稍大……影之所以倒及影之所以大小，殆全由此点为其主因”；是以更出其故曰：“說在端”。反之，若屏孔过大……影即模糊。……与景长：与，当讀預；长，犹言长短。盖影之大小，系于綫之长短；若午点距光近，綫短；距壁远，綫长；則影大：如图六(甲)。午点距

1) 譚先生此段文字的内容都是正确的；唯認为“影之所以大小，殆全由此点为主因”，則是錯誤的；針孔所成之象的大小与針孔本身之大小并无关系。譚先生可能是一时之疏忽。

光远,綫长;距壁近,綫短;則影小:如图六(乙)。

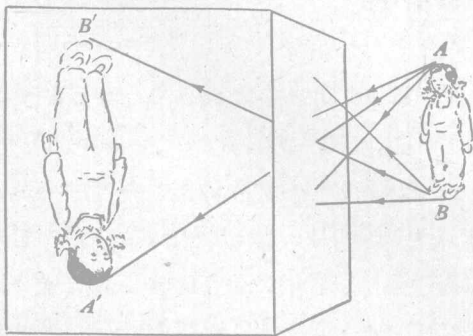


图六

以上解释很是令人满意,特别是“說在端”三字,尤其是“与景长”三字解释絕妙。伍非百虽亦言及此义,但不如譚解之深刻。許多人解得很不得要领,譬如方先生解为“象有一定的长度”,实在是没有什么意义了。

对于本条《經說》的解释,則很有些問題需加討論。

“光之人,煦若射”句,錢解为“光向人照去,好象是箭射一样”(I)。此“煦”字未得其解。方改“煦”为“照”,改“人”为“入”,讀为“光之入照,若射”,解为“光进入小孔如同箭的射入一样”。改“人”为“入”,实自范耕研始,其实这是不对的。下文有“足蔽下光”“首蔽上光”,既云“首”“足”必指人无疑,不能改。至于譚改“煦”为“照”,亦无必要。张惠言以煦为“煦然而至”。夔、张(純一)以“煦”为“駒”,即指光綫言,又均未善。王树枏以“人煦”对調,更觉不妥。按“煦”亦光义,又作“煦”,《广韻》云:“日光也。”孙云:“謂日出时之光四射”。《經說》此句意謂:光源之光綫射至人体(“光之人”),經人体反射后的光綫(“煦”)穿入小孔,是象箭射那样直进的(“若射”)。此“煦”代表經人体反射后的光綫,以区别于来自光源的光綫——“光”,这确是很精到的,不可疏忽(物体乃反射光源光綫,始为人所見,这一事实战国时确早已知道)。



图七

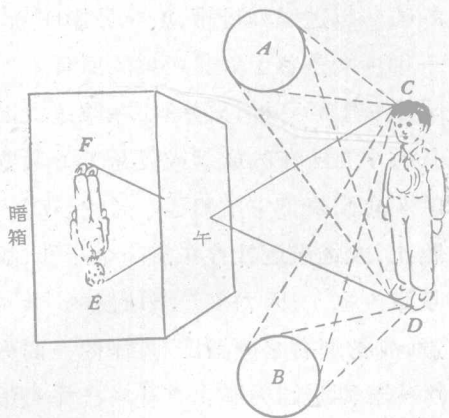
“下者之人也高,高者之人也下”系倒装句法,意即成象的結果,人的下部反在高处,人的高部則在下处;也就是人所成为倒象。“足蔽下光”“首蔽上光”两句就是解释成倒象的原因。如图七所示:人首A点把来自光源的光綫进行漫反射,其中只有光綫AA'能穿孔而过照亮了A',故A'即为A之象;AA'以上的光綫均为壁所蔽,所以人首成象于下,故曰:“首蔽上光,故成景于下”。

当然,AA'以下的光綫也为壁所蔽,但《經說》为了突出成影于下,故特別指出上光

为壁所蔽。对于“足蔽下光”句解法完全相同,无需重贅。

錢、方、譚三先生对此二句的解释都还有些小毛病。錢先生只說:“光向人照去,好象是射箭一样的;从下面照去的到高处去了,从高处照去的到下面去了。”(I) 这是很模糊的,看起来好象认为象的倒轉,是跟照明人体的光源的位置高低有关了,显然是不对的。这可能是解释时一时的疏忽,或者就是行文上的大意。对于“足蔽下光”“首蔽上光”两句,錢先生沒有明确的解释。至于方先生,对于“下者之人也高;高者之人也下”二句,因故“人”为“入”,在解释中遂不敢指为人的成象,而泛指为物体,这就使这两句与下面二句不相連属了。对于“首蔽上光”“足蔽下光”两句同样沒有加以明确的解释,只說:

“人足在下,故足的影成于壁的上方;人首在上,故首的影成于壁的下方”。对于这些句子,譚先生的解释也是不大通暢的。譚释云:“日体极大,光綫四布。如图八:有 AB 无数光綫至人 CD 之間,尽行反射;其达午点者;一一入暗箱至 EF 之間,以成 EF 之倒象。盖光綫下至人反射于上,上至人反射于下;……足蔽下光故成景于上者:因日光至人,为 D 足所遮蔽;故 D 光反射入午而达于 F ,即成人足 F 之影于上。首蔽上光故成景于下者:因日光至人,为 C 首所遮蔽,故 C 光反射入午而达于 E ,即成人首 E 之影于下。首下,足上,所謂景倒也”。此段解释錯誤殊多。首先是对“足蔽下光”与“首蔽上光”二句的解释完全不合乎物理原則,“ D 足”与“ C 首”会遮蔽那些日光呢? 根本就沒有



图八

这样一回事。再者,所作之图以及认为“光綫下至人反射于上,上至人反射于下”也是絕大的錯誤。第一,日体虽大,但日光之来至总是单方向的,譚先生所作的图中以为日光从上下同时射来,实在是一个很大的誤解。第二,人体反射日光也必是毫无規則的漫反射;决不是如譚先生所說的“光綫下至人反射于上,上至人反射于下”那样的单向反射。故知,譚先生的解释是不合光学原理的;也不是《墨經》原意。

对于“在远近有端与于光,故景庫內也”句,錢先生根本沒有解释。方先生解释云:“倒象的所以形成,是由于在光綫中或远或近处存在着一个光屏中的小孔,因而在屏里(內)面象就倒轉了(‘庫’有‘易’的意思,就是‘倒轉’)”。譚释云:“在远近有端与于光,与《經》文‘与景长’句相应。盖当照象时,其午端与 CD 距离之远近,須参合于光之强弱,以进退其暗箱,庶能使影明晰,故曰景庫內也”。这两种解說各有可取的地方,但也各有錯誤的地方。方先生解“与于光”为“在光綫中”是很对的。一般很容易将此三字誤解为“屏与光体之間”。事实上《墨經》此八条中的“光”字均指光綫言,不指光源或光体

言。指光源則用“火”字。方解“在远近”为“或远或近处”也是很正确的。但解“景庫內”为“屏里面象就倒轉”則是錯誤的。遍攷古籍，“庫”无倒轉的意思。方先生說“庫”有“易”义，大概是依据《經》上第四十八条所記的“庫：易也”。事实上此“易”并非倒轉的意思，在《經》上第四十八条中以“倒轉”释“庫”是不通的；且与其《經說》的内容很不相应；故孙、梁等均据卢文弨改“庫”为“庫”。下文第廿二、廿三条言象倒轉，均直接用“易”字，此却特別用“庫”，最需仔細詳察。譚戒甫先生通过严格的攷証，認為“易”有“明”义，故此“庫”即明亮的意义。这种解释是很对的，与它的《經說》也能相应¹⁾。此根据这种意义把“景庫內”解释为“象明”是很科学很严格的。但是譚先生对于“在远近有端与于光”的解释就欠通了。我們知道，針孔成象不比現代用凸透鏡的那种照相机，其小孔可以在屏与物体之間或远或近随意放置而不影响象的清晰；并不象譚先生所說的“須參合于光的強弱以进退其暗箱，庶能使影明晰”。故說譚解是不合于物理的。导致譚解之錯誤，一則可能是惑于針孔成象的原理。二則可能是因为“在远近”三字，其实此三字誠如方先生所解的那样，只是說“在或远或近”的意思。《經》中置此三字正說明墨家学者已經知道小孔所在的或远或近是无要紧要的，不会影响象的清晰的；倒是譚先生从一个錯誤的观念出发把它解錯了。总之，在針孔成象的实验中：因为在来自孔前人体的光綫的光路上，或远或近处存在着一个小孔，故屏里的象是明亮的，故曰：“在远近有端与于光，故景庫內也”。因为前二条所說的“景”都是指光下之阴影，此里的“景”指的却是暗中之光影，故特別有必要指出“景庫內”；而光下阴影的“景”是因物体遮蔽光綫所致，而此种暗中光影則是因为屏上有孔可让光綫透过所致；所以上句的“有端与于光”就是“景庫內”的直接原因，前后两句銜接很紧，作此解释信为不謬。

由上面逐句逐字的分析，对本条的解释已可归綜起来。《經》文意即：在針孔暗匣里所成之象是倒象“景到”，象的长度跟孔至屏与孔至人体的距离有关（“在午有端与景长”），这些都是因为有小孔存在的关系（“說在端”）。《經說》意即：光綫照到人（“光之人”），人体所反射的光綫好比箭射那样地直綫前进（“煦若射”）。这样，人的下部在屏之高处成象；人的高部在屏之下面成象（“下者之人也高；高者之人也下”）。即所成之人象为倒轉。何以故呢？这是因为，来自足部的的光綫，其下面一部分被遮蔽了；来自头部的的光綫，其上面一部分被遮蔽了的緣故（“足蔽下光故成景于上；首蔽上光故成景于下”）。但正因为是在光路上或远或近处存在着小孔，可让光綫透入，故暗匣內所成之象是个明亮的影象（“在远近有端与于光故景庫內也”）。

以上論第十八条訖。

*

*

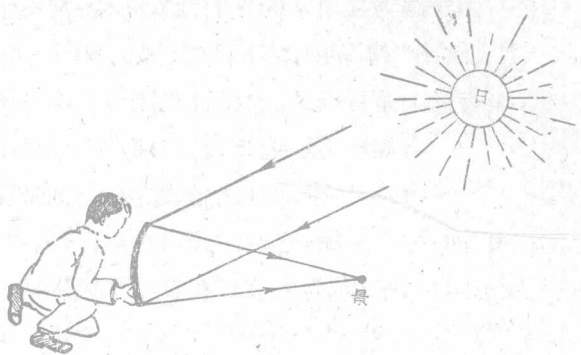
1) 詳見《墨辯發微》《經》上第四十八条的校释。

第十九条 《經》 景迎日，說在轉。

《說》 景。日之光，反烛人，則景在日与人之間。

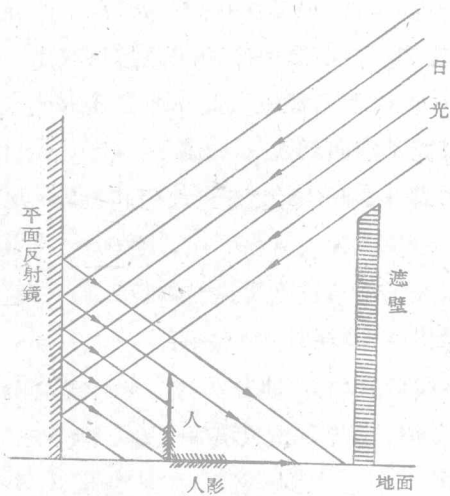
本条《經》中原作“搏”，孙改为“轉”，学者宗之，迄无异議。且其解說亦皆大同小异；基本上都解此条为述光之反射成影。刘嶽云曰：“景迎日句，推之或为取火法也。”下《注》云：“取火亦用凹面回光鏡，光綫回射之交点，西法謂之然曲綫。”他解释此条《經說》云：“此解回光之理，如人依鑑而立。日射鑑上，若人与日之間有壁，其距鑑与日距鑑交角等，則人必成景于上。若其間无壁，則回光綫成景极长而射于无量远空界中……然虽无量远空界中，仍为景在人与日之間也。”刘对《經》文的解释可解之如图九所示。即人持凹鏡迎日，将焦点投于地上。

該焦点即为日之“景”；它正是在人与日之間。这說似是实非，因为这样一解与它的《經說》全不相連属了。唯其对本条解說的方
向，特别是对《經說》的解释則开后来諸說之先河。諸如孙、曹、欒、张(純一)、范、伍、邓等人均作此論。譚、錢、方三氏亦一致承此



图九

旧說。其中以方解为最明确，并作有图說明。方云：“这一条說明光的反射原理。人立在日光中，人影一般是背着日的。現在人的影迎着日，就是人影在日与人之間，那是由于



图十

日光被某一个物体(平面反射鏡)所反射了，因而影的方位也反轉了，所以說“說在轉”。《經說》进一步說明是日光从一个物体的表面反射而照着人，所以人的影才成在日与人之間(图十)”。至于錢先生，“搏”照旧讀，解却作“轉”字。他解释說：“如果对着太阳放一面鏡子，那么人的影子就会在向着太阳的一边生成，原因是在于光有反射的特性。”(II)方解“說在轉”为“影的方位”“反轉”。錢則解为“光有反射的特性”。錢解較方解为胜。曹耀湘也說：“轉，返照也”。譚解亦相似，茲不具引。

总之，历来諸家对于本条从校勘、标讀、訓詁直至释义尽少异說，或偶有之則尽不得要領，无足取。笔者仔細思索之后，似乎这种传统的校释不无可疑之处。