

揭暄对天体自转的认识

——兼论揭氏在清代天文学史上的重要地位

石 云 里

(一)

揭暄，字子宣，号半斋，一号韦纶。江西广昌人，明清之际东南地区天文学家群体中的重要一员，大致生活在明万历三十八年至清康熙四十一年（1610—1702）之间，据称，他“少颖悟，通性命天人之学，”同时又“有奇气，好论兵，慷慨自任，”清人入关后曾率众起义于赣、闽之间。辅佐过南明隆武朝廷。兵败后“深居山林，簪冠野服…呜咽幽抑以终。”1659年（清顺治十六年），方以智禅游江西，引徒谈经，揭暄始与方氏父子交游论学，并对方以智执弟子礼。曾为方以智刊《通雅》、校《物理小识》。又与方中通（方以智之子）讨论“光肥影瘦”、“古今岁差”及天体运行机制等问题，写成《揭方问对》一帙。他与福建著名天文学家游艺神交亦久，曾至闽中与其一会，互相“剖析辩证”数日，使游氏大受影响。

揭氏一生治学颇笃，为人“貌甚朴而精于虑”，“年已五十”仍“日殚其精，研究性天之旨。”传世之作有《性书》、《禹书》、《道书》、《兵经》、《战书》、《昊书》及《璇玑遗述》（一名《写天新语》），另有《帝王问对》、《二怀书》、《星图》等已佚。这些著作中影响最大的是《璇玑遗述》，全书讨论的主要是天体运行的物理机制问题。此书最初是“因寄寓盱江资圣寺，偶同浮山愚者（即方以智）茶语，辩难成帙”。后揭氏又从江西到安徽，在桐城与方中通讨论十余日，得以补缀原稿，又渐加增修而成的^[4]。因此，书中内容实际也包含了方氏父子的观点，可以说是方氏“质测”学派在天文学上的代表作。书中把当时传入中国的西方科学知识与传统科学思想有机地结合起来，在天文学上进行了许多有益的探索，取得了一些令人叹服的成果。该书在当时影响颇大，以至书成之后“争传者几履满户外矣。”连梅文鼎闻知其名后也不惜求亲托友，千里寻访。得揭暄寄示书稿后又口诵笔录，写成《写天新语抄存》一帙，并在自己的《历学疑问》等著作中大加征引。游艺则干脆将该书的内容大段刊入自己的《天经或问》，并请揭暄亲作序言。

此书使揭暄一时声名大振，不仅方以智每每“以子宣与平子（张衡）、冲之、一行、康节相伦况。而苟欲推究天之为物，悉其气、体，必取子宣之言为多。”而且，梅文鼎也把他同汤若望、穆居阁及王锡阐一起列为当时四大天文学派的代表人物之一，说他“深明西术又别有悟入”，常常能“发古今之未发。”

然而，自清中期开始，《璇玑遗述》却被一些正统学者斥为“自相矛盾，”“多属矫强，”“不足据为典要”之作^[5]，全然无视该书当时的影响及书中的许多精到之论，直到人

们开始研究方以智的《物理小识》，才在揭暄为该书所作的注文中注意到他的一些思想和观点，从而开始了对其工作的全面研究。笔者近年在这方面亦多有涉猎，已经发掘出揭氏在望远镜月面图^[3]及潮汐理论^[4]等方面工作成果。现拟对他关于天体自转现象的研究作一评介，希望以此唤起人们对揭暄研究的进一步重视。

(二)

自转是天体运动中的一个重要方面，早在古希腊时代，亚里士多德即在其《论天》(De Caelo)一书中对之进行过讨论。但由于他认定天体是固定在水晶天球之上的，无法自由运动，所以便否定了天体自转的可能性。这种思想统治欧洲将近两千年，直到望远镜出现以后，伽利略等人才在1610年之后由太阳黑子的运动规律推得太阳自转的存在。^[5]到十七世纪中期，人们进一步认识到自转在太阳系天体中的普遍存在，并逐一测出了各主要天体的自转周期。^[6]这一发现的重要价值首先在天体力学研究中体现出来。例如，在1687年出版的《自然哲学之数学原理》一书中，牛顿就根据行星普遍存在自转的事实指出它们的形状均为两极扁平、赤道突出的椭球形，^[7]这一结论在天体摄动的研究中具有重要意义。而根据太阳系天体的自转方向与公转方向全部一致的现象，康德、拉普拉斯等人又提出了太阳系起源的星云涡流假说，从而显示了天体自转的认识在天体物理及宇宙学研究上的重要价值。

在中国，天体自转问题的提出应归功于入华传教士。在1623到1625年间，中国学者李之藻同传教士付汎际(F. H. Furtado)合作，把亚里士多德《论天》一书的一个拉丁文注释本译成了中文，题名《寰有诠》。^[8]其中包含了亚里士多德对天体自转问题的讨论，但同时也采纳了他否定自转的结论，指出：“星本不移，随天而移…星为浑体，浑动有二，一转一周。若星自转，或周或转，二义咸并。”

在揭暄生活的年代，入华传教士对天体自转基本上持否定态度。例如，《崇禎历书》：“月体无运动，曷知之？人所恒见斑驳之象络古不易”。这种观点与《寰有诠》中“星非转动，厥证在月，暗影恒一，”的说法一脉相承。月球“暗影恒一”是因为它总以同一面朝向地球，这本来正是月球自转的结果，但欧洲人自古就依亚里士多德水晶天球体系的观点，把它视作否定天体自转的一个证据，入华传教士们也不例外。

至于伽利略等人对太阳黑子的观测情况，《寰有诠》以后的许多西方天文学著作的中译本中均有介绍，但对他们由此得出的太阳存在自转的结论却只字未提^[9]。一些过份盲从传教士观点的中国学者也全盘接受了天体无自转的结论，并对之深信无疑。例如，曾任明朝兵部尚书的业余天文学家熊明遇在其《格致草》中就专门写了“天星平动，非转动辩”一节，指出：“星非转动，证乃在月。凡转运者，必始由一面，随转随换，不得恒见一面。今观月中斑影，随时随处，象势皆一，则月与星并非转运可知。”这段话虽未注出处，但实际自《寰有诠》，仅有小的改动。熊氏对之不仅无所疑虑，而且还大作发挥，以至把太阳黑子的运动规律也当成了否定天体自转的证据：“日面上有黑子，或一或二，或三或四而止，或大或小，恒于太阳东西径上行，其道止一线，行十四日而尽。前者尽而后续之…以此知日体亦是平行。如转行，则黑子不能常矣”。

然而，当揭暄从《寰有诠》等著作中接触到天体自转问题时，却没有急于接受他们否定自转的结论。他虽然在学问上很推重、熊明遇(他是游艺的老师，与方以智之父亦有交情)，但对《格致草》中的上述观点却未盲从。他根据自己对天体运行物理机制的独特认识，结合传教士们介绍的一些新发现的天文事实，最终十分肯定地得出了天体普遍存在自转的结论。

并在《璇玑遗述》中用很大的篇幅对这一结论进行了论述。

(三)

从理论上来说,揭暄提出天体存在自转观点的一个重要前提是他自己独特的天体运动模型。对《寰有诠》等书所宣传的亚里士多德水晶球宇宙体系他持的是反对态度:“(西人)古分天数层,层各坚实,相包而不通。近有远镜,见火日金水,相割相遇,交相上下,木旁有四小星亦然,乃知天不实而浮”。^[10]这种观点明显受到《崇祯历书》中否定固体水晶球观点的影响,因为该书在《五纬历指》的一开始便提出了“天体不得为实体”的观点。

既然知道“天不实而浮”,那么是什么东西维持着天体的轨道运动,使之有条不紊的呢?《五纬历指》只简单地说到“太阳于诸星如磁石之于铁,不得不顺其行。”这种解释并未使揭暄感到满足,他试图另找出路,并把目光投向了传统的天体运动模型上。

早在宋代,朱熹就曾否定过浑天模型中固体天球的存在,指出:所谓天球“只是个旋风,下软而上坚,道家谓之刚风。”^[11]揭暄受此启发,提出了这样一种天体运行模型:以一个单层天球为边界,地球处于其中心,该天球并非固体形态,而只是一层从东到西高速旋转的气(类似于朱熹的“旋风”)。这层气转速极高,每日一周,所以对包容其中的各种天体及地球产生一般约束力,使它们各安本位。单层天球与地球之间充满了弥散状态的气,日月五星按轻重大小之不同依次分布在不同高度的气中,恒星分布在最外层气旋中。天球带动天内之气运旋,形成一个气的涡漩,离天球越近的气旋速度越快,反之越慢。日月五星就是在这些速度不同的气漩推动下绕地球旋转的^[12]。至于传教士们所宣传的本轮,揭暄也不同意把它们视作实有其体,而认为它们仅仅是天体随气旋运动而产生的轨迹而已:“天掣甚急,(星)间与俱西,俱西又不能,则必激跃而转于空,转于空而成小轮(即本轮)…因激而成小圈,因圈而名小轮,岂真有小轮哉?”^[13]

在这样一种天体运动模型中,既没有那种“相包如葱头皮焉,皆硬焉,而日月五星定在其体内,如木节在版”的固体水晶天球,也没有将天体固定于其上的“皆是物也”的刚体本轮,星体完全能自由自在地在自己的气旋中运动。在此基础上,揭暄进一步推想,当气旋推动天体运动时,由于星体本身惯性的作用,必然会激发起自转。为了说明此点,他设计了这样一个实验:在一个圆盘上刻出一系列同心沟槽,槽内保持光滑;选用几个光滑的小球分别放在不同的沟槽中。这样,当整个圆盘绕其轴线转动起来时,小球在随盘旋转的同时,自己也会在惯性作用下朝相反的方向滚动,这种滚动就是自转^[14]。揭暄认为,这个实验极好地演示了天体运动的情况,因此他得出结论,认为“天西行势急,政(即日月五星七政)自倒滚,固已。然其势已动,不能复止,如轮钱于案,搅水于杯。手虽离钱与杯,犹转转不能已也。况政刻刻为天所掣,无少闲时耶?弄丸转石,于实(处)转,于空(中)亦转。故知诸政转行,非平行.由天转,亦自转。”^[15]这个结论与《寰有诠》及《格致草》的观点是完全相反的。

此外,天体体圆的观念也是促成揭暄天体自转思想产生的一个理论依据。他曾把天球与星球作过以下类比,指出:“天圆体,政亦圆体,天能转,政独不能转乎?能转也。”他还认为“凡物,属气者必动,体圆者善转,于火尤甚。太阳之气,属火而体圆,性利摩荡,虽为天所带动,实则自转不已。”至于其他天体,他认为只不过是“凝成之气”,而且也都体圆善转,^[16]故也是利于自转的。

(四)

为了证明天体普遍存在自转的结论，揭暄还引用了许多天文事实作为证据。他用以证明太阳自转的事实依据有二，一是金星、水星的绕日运行，二是太阳黑子的运动规律。

在《远镜说》一书中，传教士汤若望（Adam Schall von Bell）在介绍了伽利略用望远镜所发现的金星盈亏现象后，用第谷体系对之进行了解释，认为这是金星绕日运行的结果^[15]。根据这一结论，揭暄进一步证明，水星也是绕日运行的，也应有盈亏变化，只不过“水星小而难见耳。”金水二星为什么会绕太阳运动呢？他认为，这正是由于太阳存在自转，因而带动周围的气运旋，形成一个以太阳为中心的小气漩，水星、金星处在这个小气漩之中，因此被其带动绕日运行。所以他得出结论：“若日之转，何所徵？日：以近体诸星徵之。金、水环日轮外，日转故金水转；金、水转，益以推日之转也”^[17]。

揭暄以黑子运动证明太阳自转的工作是与伽利略·法布里修斯（C. Fabricius）及沙依纳（C. Scheiner）等人的工作东西呼应的。他们在1610年之后不久也是用同样的方法得出太阳存在自转的结论的，只不过在黑子究为何物的问题上，他们之间仍有分歧。伽利略与法布里修斯认为，黑子是太阳表面上的物体，沙依纳则认为，黑子是靠近太阳的小行星。在传教士仅介绍了他们几位对太阳黑子的观测结果，而未介绍由此得出的太阳自转的结论的情况下，揭暄却以其不同寻常的洞察力看到了问题的实质所在，敏锐地指出：“日中黑子，亦可徵日之转。”尽管他没有像伽利略那样把黑子看成是附着在太阳表面上的物体，而是接受了传教士们所反复宣传和强调的沙依纳的观点，认为黑子“乃日切体之星…与金、水抱日环转同，”但是，他对黑子运动与太阳自转之间存在因果关系的认识却是基本正确的。

以金水绕日来证明太阳存在自转的方法最终成了揭暄证明木星和土星自转的一个通用模式。从传教士的著作中他了解到，欧洲天文学家已通过望远镜发现木星有四颗卫星，土星有两颗“小星”（实际是土星环）。按同一模式，他认为，这些卫星的运动方式反映了它们所属的中心天体存在自转的事实，指出：“四星是抱木，犹金水之抱日，上下周行。两星之环土，亦犹黑子在日中，隐显随从。要之以内掣外，土、木转，夹从诸星乃转。故或远或近，离合不一。”^[18]

揭暄对月球自转的证明是从月面永远以同一面朝向地球的现象中作出的，认为，这是月球不断自转的结果。尽管他对月球构造认识错误，但这一结论却比《寰有诠》等书的结论要接近真理一点。

既然七政中日、月、木、土都存在自转，揭暄认为，自转现象就应该是普遍存在的，因为所有天体在运行机制上都有着共同之点。所以他指出：“火星无所识记，就其右行不及自是倒，天掣而左自是顺，有顺有倒，其转可知矣。列星（指恒星）亦然。”“金、水二星并是活珠，虽为日轮带动环转，未免亦有倒滚，亦有自转。”从而推论水星、金星、火星乃至恒星都是存在自转的。

(五)

揭暄天体自转学说的建立虽然比伽利略等人晚，在具体细节上也存在着许多不正确的地方，但这项工作在明清时期的中国天文学发展过程中仍然占有相当重要的地位，因为从明末到清代中期，很少有中国天文学家在天体运动物理机制的探讨上达到揭暄这样的深度，更没有人象他这样深入到天体自转问题的专门讨论上，也只有他在讨论天体自转的过程中同时对

太阳黑子以及中心天体推动其卫星运动的具体方式等问题进行过深入系统的思考。他甚至考虑到如何由金、水二星的公转周期来计算太阳周围的气旋速度及太阳的自转速度，^[19]尽管计算方法和结果在今天看来很显荒唐，但当时的背景下，这种努力的本身就是十分可贵的。

不仅如此，揭暄还曾根据恒星也存在自转的结论进一步推想，天空中的许多恒星可能只是一些天体系统中的中心天体，这些中心天体周围都可能存在着若干附属天体，象木卫环绕木星那样：“列星中亦或有小星周转者，但位高唯见耳。”^[20]在这一点上，揭暄也与同时代的西方天文学家达成了共识。荷兰科学家惠更斯在1659年出版的《土星系》(System Saturnium)中就写道：“甚至在此之前我就以为，其他那些大行星在绕自己轴的自转方面应与我们地球相似…我还认为，一般地说，世界永远是这样安排的：在大天体周围有小天体环绕，大天体则处于中心位置，而自转周期较短。”^[21]在同时代的中国学者中，想到这一层的恐怕也仅有揭氏一人。

入华传教士们在《崇禎历书》中否定固体天球存在时并不彻底，因为他们仍然认为恒星“别为一天，如木节在版，不能移易。”这种观点与揭暄恒星有自转的观念是相互矛盾的，因此遭到了他的坚决反对。他不反对认为恒星可带有自己的附属天体，不反对认为它们存在自由的转动，而且认为“经星位次、行道各有高下。”又说：“列星深入天之刚健，大小高下不等，两极阔狭相悬，虽无视差之异，然亦从是推矣。”^[22](此处的所谓“刚健”乃指刚健之气，即朱熹的所谓“旋风”或“刚风”)。在西方，恒星天球观念的最终覆灭只不过是1718年哈雷(E. Halley)发现恒星自行现象之后的事。^[23]

揭暄对天体自转的研究还向我们揭示了明清中西天文学交流过程中的一些较为重要的问题。我们已经注意到，被揭暄用于证明天体自转的全部天文事实几乎全是伽利略等人的望远镜天文新发现。入华传教士介绍这些发现的目的不外两端，一是为显示西方天文学的优越性，二是为了解决一些天文学上的争端，例如用于否定固体天球的存在等。当时的一般中国学者对这些发现的理解也大多不出此两端之外，只有揭暄把它们作为探索新问题的出发点，并提出了一种能解释这些发现的学说，反映这些发现在中国所造成的深层影响。

在揭暄提出天体自转学说的过程中，再次体现了一种传统与西学相结合的倾向。这就给我们提出了这样的问题：在明清西学东渐的过程中，对那些既愿意吸收西方的先进知识，同时也自觉地强调传统科学的重要性的学者来说，中西科学传统是如何在他们心目中达到统一的？这种统一究竟在多大程度上是促进中国科学向前发展的，又有多少消极的作用？揭暄的工作正好为我们提供了解答这类问题的一个极好例证，这正是我们强调揭暄重要性的另一原因所在。

参考文献与注释

- [1] 何之润：《〈璇玑遗述〉跋》，乾隆刊本。
- [2] 丁福保等：《四库总目天文编》第五五四页转引《四库全书总目提要·存目·〈璇玑遗述〉》，商务印书馆，一九五六年版。
- [3] 石云里：“中国人凭借望远镜绘制的第一幅月西图”，《中国科技史料》12卷(1991年)第4期。
- [4] 石云里：“揭暄的潮汐学说”，《中国科技史料》14卷(1993年)第1期。
- [5] 宣焕灿：《天文学史》第131页，高等教育出版社，1992。
- [6] R. Taton Cassini, J. D., Dictionary of Scientific Biography. Vol. III, p101, New York, 1981.
- [7] 牛顿著：王克迪译：《自然哲学之数学原理·宇宙体系》，第430页，武汉出版社，1992年。
- [8] 石云里：《〈寰有诠〉及其影响》，《中国天文学史文集》第六辑，北京天文台主编，科学出版社(出版中)。
- [9] 见《寰有诠》卷三“论天体所以不坏”。另见汤若望《远镜说》“利用”篇、《主制群微》卷上

(下转第52页)

参 考 文 献

- [1] T. S. 库恩著, 纪树立、范岱年等译: 《必要的张力》, 福建人民出版社, 1987。
- [2] W. 文德尔班著, 罗达仁译: 《哲学史教程》(上卷), 商务印书馆, 1989。
- [3] 袁江洋: “探索自然与颂扬上帝——玻义耳自然哲学与自然神学思想,” 《自然辩证法通讯》, 1991, 6, pp. 34—42。
- [4] 袁江洋: “《自然哲学之数学原理》‘总释’的史境诠释”, 《华中师范大学学报》(自然科学版), 1994, 1, pp 133—137。
- [5] N. 哥白尼著, 叶式辉译: 《天体运行论》, 武汉出版社, 1992。
- [6] R. 波义耳著, 袁江洋译: 《怀疑的科学家》, 武汉出版社, 1993。
- [7] 袁江洋, “牛顿炼金术手稿的历史境遇,” 《自然辩证法通讯》, 1990, 2, pp. 56—61。
- [8] M. Boas, The Establishment of the Mechanical Philosophy, *Osiris*, 10, (1952) pp. 595—510。
- [9] T. S. Kuhn, Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century, *Isis*, 43, (1952) pp. 12—37。
- [10] B. J. T. Dobbs. *The Foundation of Newton's Alchemy*, Cambridge University Press, 1983。
- [11] J. E. McGuire and M. Tamny, *Certain Philosophical Questions: Newton's Trinity Notebook.*, Cambridge University Press, 1983。
- [12] 牛頓著, 王克迪译: 《自然哲学之数学原理·宇宙体系》, 武汉出版社, 1992。
- [13] 塞耶编, 编译组译: 《牛顿自然哲学著作选》, 上海人民出版社, 1974。
- [14] 但丁著, 朱维基译: 《神曲》, 上海译文出版社, 1990。
- [15] 周雁翎: 帕拉塞尔苏斯: 新科学运动的领袖与怪杰, 《自然辩证法通讯》, 1991, 5, pp. 69—79。
- 〔作者简介〕袁江洋, 男, 1964年生, 1980—1987年在武汉大学化学系学习, 理学硕士, 现为华中师范大学科学史与科学哲学研究中心讲师。邮政编码: 430070。
- (本文责任编辑 王克迪)

(上接第57页)

“以天行向微”及《新法历引》、《五纬历指》“新星解”、《测天约说》“太阴篇第四”等中亦有类似内容。

- [10] 揭暄《璇玑遗述》卷二“天体中坚”, 乾隆刊本。
- [11] 黎靖德编《朱子语类》卷九十四, 影印《四库全书》本。
- [12] 同[10]卷一“写天总论”、“昊天一气浑沦变化图”、“金、水、黑子抱日环轮图”及“天动地静诸行渐迟图”。
- [13] 同[10]卷三“诸政激轮”。
- [14] 同[10]卷一“写天总论”。
- [15] 同[10]卷三“诸政自转”。
- [16] 桥本敬造: “伽利略望远镜及开普勒光学天文学对《崇禎历书》的贡献”, 《科学史译丛》1987年第4期第5页。
- [17] 同[10]卷四“日自转微”。
- [18] 同[10]卷四“星转各微”。
- [19] 同[17]。揭暄提出的计算方法是: “以金水之速推之, 水距日折于金度之半, 其绕日即速于金五倍, 愈内愈速。依所推之度, 速于所转之倍, 从水六折有半, 乃是日体之半度, 而得日自转度。”
- [20] 同[10]卷三, “诸轮动法”。
- [21] 宣焕灿选编: 《天文学名著选译》, 第163页, 知识出版社, 1989。
- [22] 同[10]卷三“政无迟疾”。
- [23] 伏古勒著, 李晓舫译: 《天文学简史》第44页, 上海科学技术出版社, 1959年。

(本文责任编辑 王克迪)