亚里士多德与《天象论》

杨 萍
（中国气象局气象干部培训学院，北京 100081）

摘要：亚里士多德是对气象学影响巨大的古希腊科学家，他在公元前340年左右完成的《天象论》一书是最早的气象学专著，该书使关于天气现象的知识终于成为一门系统的科学。系统梳理了《天象论》的内容和观点，重点介绍了亚里士多德在诸多天气现象，如降水、风、虹和闪电等方面的认识，以期为气象科技发展史的研究工作提供一些有意义的参考。

关键词：亚里士多德，《天象论》，天气现象，气象科技发展史
DOI：10.3969/j.issn.2095-1973.2016.03.022

Aristotle and His *Meteorologica*

Yang Ping
(China Meteorological Administration Training Centre, Beijing 100081)

Abstract: Aristotle is a prominent Greek scientist in meteorology. The *Meteorologica*, which he finished in about 340 B.C., is the earliest meteorological treatise. It successfully led the knowledge of the weather phenomenon as a kind of systematic science. This article combeds through the views of *Meteorologica*, focusing on the areas of rain, wind, rainbow, lightning and so on, in order to offer some help to the study of meteorological history.

Keywords: Aristotle, *Meteorologica*, weather phenomenon, meteorological history

0 引言

亚里士多德（Aristotle，公元前384—前322年）是古希腊著名的哲学家和科学家，他所完成的著作涉及了逻辑学、形而上学、自然哲学、动物学、人类学、伦理学和美学等不同学科、不同领域的各个方面[1-2]。在他的众多著作中，《天象论》（*Meteorologica*）[3]（也有中文译为《气象通典》[2]或《气象学》[1]）这本隶属于自然哲学范畴的著作，在中国的知名度与他其他的著作，如《形而上学》相比要逊色很多，中国学术界对《天象论》进行的介绍和研究的论文也非常少[3-6]。但事实上，亚里士多德在《天象论》中的诸多观点在气象科学发展史上统治了长达两千年之久，由此足以认为，《天象论》值得气象科技发展史的学者们进行研读和深入研究。

本文简要介绍了《天象论》的完成背景，概述了这本著作的章节内容，重点围绕宇宙、降水、风、虹和灾害学等方面介绍了亚里士多德在这些领域上的认识和观点，并针对亚里士多德对气象学发展史的影响进行了讨论。

收稿日期：2015 年 6 月 5 日；修回日期：2015 年 8 月 14 日
作者：杨萍（1981—），Email: zz96998@163.com
资助信息：中国气象局气象干部培训学院“气象科技史研究”项目；国家自然科学基金 (41375069)

1 《天象论》简介

1.1 《天象论》的背景介绍

一般认为，当今气象学（Meteorology）一词最早是引自于亚里士多德所著的《天象论》（*Meteorologica*）这本书的书名，意思是讨论“大气事物的科学”。后来英国科学家罗吉尔·培根（Roger Bacon）和法国科学家笛卡尔（Rene Descartes）都使用该词的词根meteor作为他们气象学论著的名称，亚里士多德这本著作在气象学领域的影响可见一斑[2]。

关于《天象论》讲稿的完成时间存在一些推测和争论。书中可以追溯其岁月的线索大概有以下几个：第一，提及以弗所大庙失火，该事件发生于公元前356年，亚里士多德当年29岁；第二，提到一个大彗星，该事件发生于公元前341（或340）前，亚里士多德当年44（或45）岁，为王子亚历山大的师傅；第三，提及他在夜间看到一个彩虹，特别绚烂，并说这是他50年间第二次目睹的异象。由此判断亚里士多德从很早以前，就搜集相关资料，到公元前335年，即50岁左右重返雅典，建立了吕克昂学院后，历时20多年完成了这部讲稿。但是，也有观点认为这本书应该和《生灭论》、《动物之构造》等同时开始，因为那些书中涉及到了《天象论》的语句，这本书的某些语句又照应了《动物之构造》的很多章句，按照这些推

论，亚里士多德完成著作的时间必须在公元前335年以前。不管哪种观点更加符合真实情况，我们目前能够判断的是，《天象论》一书成稿历经20多年，是一部对气象领域影响深远的巨著[3]。

1.2《天象论》的章节内容

现在留存的亚里士多德《天象论》包括四卷，是由两个各为系统的讲稿整合起来的，其一为第一、二、三卷，另一为第四卷。前三卷的主题为“气象学”，也就是今天所谈及的大气圈层内的现象，书中也部分涉及了山川河海、地震等地学领域的内容。第四卷叙述的是和物理、化学相关的若干内容，与前三卷内容差异较大。前三卷内容为亚里士多德本人编撰并已经被学术界公认和接受，关于第四卷的内容是否为本人所著尚存不少争议。由于第四卷的内容与气象学领域关系稍远，因此，本文关于《天象论》的研究重点关注于前三卷。

第一卷包括十四章：第一章为综述；第二章介绍运动的永恒、地球的圈层；第三章介绍地球及其和太阳的关系，第四章介绍了流星的成因，第五章介绍彩虹；第六章讲先人的彗星观点；第七章讲亚里士多德个人的彗星观点；第八章介绍天河；第九章介绍圈层中的现象，如云、雾和雨等；第十章介绍露和霜等；第十一章具体讲云的形成；第十二章讲对雹的认识；第十三章讲风；第十四章讲洪涝与干旱。

第二卷包括九章：第一章讲海洋，重点介绍先人的观点；第二章讲海岸线的进退；第三章讲海内盐质的来源；第四章讲风、雨和季节；第五章详细介绍希腊的风向以及四季的变化；第六章和第五章继续讲风；第七章讲地震；第八章讲地震成因；第九章讲闪电。

第三卷包括六章：第一章讲台风；第二章讲日晕、月晕的发生，提及了折射、散射等；第三章继续讲晕；第四章重点讲为什么虹是三色；第五章讲虹为什么形状为半圆；第六章讲“日柱”和“假日”。

2 《天象论》的主要观点[3]

2.1 对天、地和宇宙的认识

2.1.1 寻找“地球是圆形”的证据

亚里士多德是人类历史上第一个寻找多方观察证据来验证“地球为圆形”这一结论的科学家。他接受、继承并发展了他老师柏拉图的观点，不仅认为地球是圆形的，还试图寻找各种证据来验证这个结论。在观察天象时，他发现月食时地球投在月球表面上的阴影的边缘为圆弧形，用以证明地球为圆球体。亚里士多德指出的另一个证据是，让一个人向北方行进时，各种星辰离地平线的高度就增加，这只能在地球是球形的情况下才有可能发生。基于这一论断，亚里士多德还推论，地球上各个地区的可居住性和纬度有关，靠近赤道的区域可能太热导致人类无法居住，远离赤道的寒带也不适于居住，人类只能生活在两者之间的温带地区。他甚至还推想，在赤道之南还存在一个类似的南温带。

2.1.2 建立宇宙的分层模型

亚里士多德接受古希腊数学家尤多萨斯（Eudoxus）的理论，认为宇宙是以地球为核心的球形体，宇宙中所有星体都是围绕着地球做有系统的向心运动。宇宙由两个区域构成：一是月球轨道以外的区域，称为天球圈（celestial sphere）；二是月球轨道以内直至地球中心的区域，称为地球圈（terrestial sphere），两者紧挨相邻，却不黏合。天球圈涉及天体问题，充斥着第五元素以太，是造成诸多星体（如水星、金星、太阳、木星和土星等）的材料，地球圈涉及的则是大气现象的问题，这一圈内，地、水、气（风）和火由内而外依次做同心圆状环绕分布。但是，这四种元素不是完全规则地呈向心状分层，例如陆地在海水水面之上，火也常在地球内部燃烧（如岩浆）。并且，这四种元素也是动态变化和转换的，例如，太阳热可在地面上产生热干的火，地面上的水受到太阳热力作用后，也可蒸发成水汽等。此外，这四种元素中，最多变的元素为气和火，地球受到太阳热后，可产生两种嘘出物，冷湿嘘出物为蒸汽，可上升为气圈层，热干嘘出物为风，可透过气圈，上升至火圈，由于气和火的多变性，气和火这两个圈层在高度上很难明确划界。

2.2 对降水的认识

2.2.1 探索降水的原理

关于降水是如何产生的这个问题，亚里士多德收集了先前自然哲学家们的见解，对其进行了更深入的讨论、反驳及推论。他认为，产生降水根本的原因在于太阳围绕着地球运转。太阳在运转的过程中，产生了合成和分解作用。地面上的水受到太阳光照后，产生上升的热干嘘出物（风）和冷湿嘘出物（蒸汽），冷湿嘘出物在高空失热冷却凝结，形成水，继而降落于地面。他还推论，若热干嘘出物比较盛行，则未来数年内将多风而干燥，若冷湿嘘出物较为盛行，则未来数年内将多雨而潮湿。此外，亚里士多德还根据降水量的多少，定义了不同的降水类型，以微小的水滴下降的称之为“濛濛（毛毛雨）”，以大滴倾泻的称之为“豪雨（淋雨）”。

2.2.2 分析露、霜、雹和雪等天气过程

基于对降水原理的认识和分析，亚里士多德进而对霜、露、雹和雪等天气现象的产生进行了分析和

解释。地面上的水受太阳热后，如果热量不足以让白天形成的蒸汽上升得那么高，在夜间，经冷凝降落，变为露。当蒸汽被冷凝成水之前被冰冻，就形成霜。温暖地区及温暖的季节更容易出现露，而在冬季以及寒冷地带更容易形成霜。他还推论，露一般由南风形成，因为露的形成需要温和的气候；霜一般不会出现在山上，因为高山的空气流动过于强劲，在凝合之前蒸汽就被风吹散了。

对于雪的形成，亚里士多德认为其成因和霜极为类似，只是在量级上存在差别。地面上的蒸汽被冰冻后形成了霜，同样地，云被冰冻后就形成了雪。所以，雪也是寒季或寒地的产物。关于雹的形成，则稍显复杂。亚里士多德观察发现，雹是一种冰，但极少出现于冬季，常出现在秋季和春季。他通过对暴雨的形成原理推论，蒸汽在高空被外围热包围，水还未降落到地面，就迅速冷凝冰冻，成为雹下降至地面。他还认为，把水预先加热，可以促进冷冻的速度，由此推论，暖季和暖的地区快速受热的水在空中更容易冷凝形成雹。

2.3 对风的认识

2.3.1 分析风的形成

亚里士多德讨论的各种大气现象中，关于风的研究占据分量最多。他反驳了前人认为风雨本质相同的观点，并用自然中的现象来论证个人观点。例如，地理位置相似的区域受太阳影响相似，按理说降水情况类似（如降水充沛），但事实上，有些地方会局部反常（如干旱）。他认为，产生这种现象的原因是这个地区大部分遭遇了冷湿嘘出物，但是局部地区则遭遇了热干嘘出物，就形成与大范围气候不一样的现象。此外，他还对风和雨的关系做了分析，提出了“雨降时，风跟来，风来到，雨下落”等观点。

2.3.2 对风场进行分类

在对风的观察及形成理论的基础上，亚里士多德对风场做了详细的描述。他提出最为盛行的两种风场是南风和北风。他认为，太阳总是从东边升起西边落下，对于地球的南端和北端，太阳没有升落的概念，只能是靠近或远离。因此，在南北端区域内所形成的云靠近太阳轨迹的边沿，当太阳靠近时，嘘出成为蒸汽，当太阳远离时，就会产生降水甚至暴雨。这些区域承受着最大的雨量，相应地其嘘出物也会最多，而这些嘘出物恰好就是风。因此，地球上比较强烈的风一般都是从南方或者北方吹来的。亚里士多德还推论，北风从北极而来，非常寒冷，南风从最南地区而来，热量很多，也叫做热风。对于北风多于南风的原因，亚里士多德给出了自己的看法：“第一，我们居住着的地区，正靠近北方；第二，另一地区处于太阳和太阳行程之下，这就有更多的雨和雪被催逼到我们这一地区。这些经融化而为大地所收，当他们随后为太阳热和地球的内热所加温时，就发生较大、较广的嘘气”。

2.3.3 定义风的方向

在西方，最早确定风向的是巴比伦人和希伯来人，他们对风进行了分类，并确定了4个方向。但是，因为当时罗盘针尚未发明，因此很难再对其进行详细的分类。亚里士多德在前人对风向分类的基础上，借助了天文学上的方位，如春分和秋分时的日出、冬季的日落、中日等太阳位置上的变化来更详细地区分风向。亚里士多德将平面圆盘分成了12个相等的扇形，用H、K、Z、B、Δ、N、Θ、M、Γ、A、E和I分别表示12种风和风向（如图1），在图中，亚里士多德对每个符号的风向都起了对应的名字，如K代表梅色风（Meses），I代表色拉基风（Thrascias）等。他还指出，两个相反方向的风不能同时吹，“必有其一为另一所抵制而歇了吹势”，如果两个风不是完全相反方向的，则能够同时并行。此外，方向相反的风一般吹于相反的季节，例如，在春分时期，盛行的是开基亚风和夏季日出处以北吹来的风，在秋分时节盛行的则是力伯斯风等。亚里士多德对飙风的产生也做了一定的解释，他认为，飙风一般发生在秋季，其次在春季。其原因一般是由于当一支风还在吹着的时候，另一支风又紧逼着追逐上来，于是风由于接踵而加强。

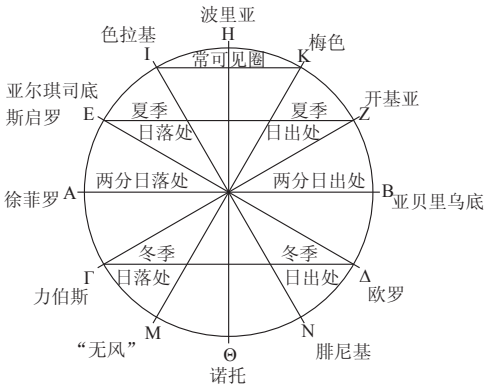

图1 亚里士多德分类的12种风及风向[3]

Fig. 1 Twelve kinds of wind by Aristotle

2.4 虹和晕的光学原理初探

2.4.1 描述虹和晕等现象的特征

通过对天气现象的观察，亚里士多德发现，晕是一个全圆，一般会环绕在太阳、月亮和诸星周围，晕在白天和夜间都可能会发生，但在黎明和傍晚不太常见。虹则不是一个全圆，虹的弧段最多不会超过一个半圆，当太阳位置比较高时，圆大弧段小；日出和日

落时，圆小弧段大。关于虹的出现时间，他认为，秋分之后白天变短，整个白天都可能会有虹出现，夏季的午间，则不会有虹出现。亚里士多德还观察与晕、虹类似的另一天气现象：假日和日柱，他认为假日和日柱一般都出现在太阳的旁边，出现时间总是在日出或日落时，大多是在日落之际太阳的旁边出现。此外，假日极少和太阳同时出现，并举了一个让他印象深刻的特例：在博斯普鲁，人们看到了两个假日和太阳一同升起，并且整个白天都存在，直到太阳落山。

2.4.2 分析虹和晕等现象的形成原因

对于虹、晕和假日等天气现象产生的原因，亚里士多德认为，它们的成因本质是相同的，都是因为反射作用引起的视觉印象，只是因为所反射的物体有的是太阳，有的是其他明亮物体，造成了反射表层的差异，因此表现出了不一样的形态。现在，我们知道了虹和晕主要是由于光学的反射和折射造成的，假日和日柱等则主要是由于光学折射造成的。亚里士多德将这些现象都归结为光学的反射存在一定的片面性和局限性。在探索分析虹、晕等现象形成原因的同时，亚里士多德还利用几何原理进一步讨论了晕为何成圆形、虹为何不能形成半圆以上的弧段等一系列问题，缜密的推理和超强的想象力都让当代人叹为观止。

2.5 对灾害天气现象的认识

2.5.1 研究闪电与雷击

除了关注奇妙的大气现象外，亚里士多德特别关注了具有破坏性的一些灾害性天气现象。例如，他基于对干湿嘘出物的分类，研究了闪电与雷击的性质和缘由。他认为，大气受热产生的干嘘出物在空中冷却的过程中，陷入了大气之中，当云层凝缩时，内陷的干嘘出物就撞击其周围的密云，由此碰撞造成的轰轰声响就是人们常说的雷。同理，投射出来的风，燃起一阵明纤的弱火，就是通常说的闪电。他认为，这种干嘘出物在地表中成风，在地下引起地震，在云中则产生雷电。

2.5.2 推断台风生成的原因

对于台风的形成，他做了如下推测：当地面上的风与另一对向吹的风相遇，风的前行路径受阻，并被后面吹来的风推着向前，被逼着向没有阻力的地方侧吹，气流如此持续性地相继逼进，于是便形成一个旋转的单体，也就是圆形漩涡。从云中出来的风也是相似的方式，因为云的密度，风不能脱离出云以外，就按照与地面风类似的方式旋转，随后，由于云在失去热度的边侧处常常冷凝，于是下降，由此形成的现象。如果是无色的尚未成熟的云飙，就成为台风；倘若有了颜色，像着火一般的，就称为火旋风。亚里士多德通过观察还推断，台风不会从北方过来，因为北方的凝霜与寒冷将干扰和抑制台风的生成。

3 讨论

除了上述几个方面之外，亚里士多德在地震、海洋和川流等方面也有很多精辟和独到的见解。对比同一时期中国古代的气象学观点，在先秦时代，中国深受阴阳五行思想的影响，和古希腊一样拥有了很多气象学知识。遗憾的是，古希腊的亚里士多德将其整理成了《天象论》，而中国的气象学思想散落在古人的天文书籍、诸子百家小说和笔记文献中，需要后人深入挖掘、仔细寻找[7]。从这点上来看，中西古代气象学历史上最大的差别在于，西方出现了亚里士多德这位气象学鼻祖，他对天气的讨论不仅仅是停留在对大气现象的兴趣上，而是开始引领气象学向科学的殿堂迈进，尽管由于时代的局限性，他的一些认识片面并存在错误，但是，至少在以下几个方面有诸多值得当代人学习之处。

首先，尽管由于时代的闭塞落后和局限性，亚里士多德对大气现象的很多解释在今天看来是奇怪的，但是应当承认，他对自然现象的研究是基于经验观察和受常识性理论支持的，他所重点讨论的诸多大气现象如风、降水和雷电等问题至今仍旧是气象学领域研究的重点和难点。

其次，在亚里士多德所处的时代，他对宇宙、地球和大气的认知是一种新观点和新理论，例如他认为打雷先于闪电，这一观点尽管不正确，但在当时却打破了前人普遍认为的闪电先于打雷的共识，这种勇于挑战先哲的品质值得后人学习。

再次，亚里士多德在阐述大气现象时，既重视经验证据的重要性，也承认基本理论的重要性，既重视对前人理论的继承，又能够不受前人经验的束缚，他这种注重实际又不脱离理论的科学分析问题的方法至今仍值得借鉴。当然，由于他的许多观点来源于直接观察和推论，并受时代发展的局限，所以并不一定正确。

致谢：衷心感谢中国气象局许小峰研究员和两位评审专家对本文给予的指导和帮助。

参考文献：

[1] 加勒特·汤姆森. 亚里士多德. 张晓林, 译. 北京: 中华书局, 2002.
[2] 刘昭民. 西洋气象学史. 台湾: 中国文化大学出版部, 1981.
[3] 亚里士多德.天象论宇宙论. 吴寿彭, 译. 北京: 商务印书馆, 1999.
[4] 杨萍, 叶梦姝, 陈正洪. 气象科技的古往今来. 北京: 气象出版社, 2014.
[5] 汪子嵩. 希腊哲学史. 北京: 人民出版社, 1993.
[6] 伏古勒尔. 天文学简史. 李珩, 译. 桂林: 广西师范大学出版社, 2003.
[7] 洪世年, 刘昭民. 中国气象史——近代前. 北京: 中国科学技术出版社, 2006.