

和预报员谈谈气象中的哲学和逻辑问题

■ 陶祖铨

从事与天气预报相关的教学和科研已50年，深感哲学对掌握气象科学的重要性。此文想与预报员谈谈个人对哲学的感悟。由于不是专业哲学论文，所以不引经据典，不附参考文献。毛泽东的《实践论》和《矛盾论》通俗易懂，基本上涵盖了与我们工作有关的哲学基本问题，建议大家不妨从网上下载下来读一读。许多哲学专业名词对大多数人来说很生僻难懂，所以尽量采用通俗易懂的语言，避免深奥晦涩的专业名词，希望通过此文对大家提高天气预报水平有所裨益。

1 哲学是世界观，是统领一切科学的科学

哲学是世界观，就是人对世界的认识。所谓世界，包括客观世界和主观世界（也可分为物质世界和精神世界）。客观世界又可分为自然界和人类社会。对自然界的认识包括物理学、化学、生物学等自然科学。而历史学、经济学、政治学等社会科学都是对人类社会的认识。主观世界就是精神世界，例如心理学、美学等。

哲学是统领一切科学（自然和社会）的科学。气象学是物理学的一个分支，当然也受哲学的统领。站在哲学的高度上看气象问题可以起到统观全局、把握大势的作用。

2 哲学的终极问题，唯物还是唯心，可知还是不可知

所谓世界，就是客观存在。无论是物质的世界，还是精神的世界，都是客观存在。这两个世界的关系是哲学的终极问题。唯物论认为物质决定精神，或先有物质后有精神；唯心论认为精神决定物质，即先有精神后有物质。两者的区别也就是有神论和无神论的区别，在哲学上都属于“一元论”的哲学。“二元论”则认为两者同时存在并相互影响，似乎佛学和儒学中就有“二元论”的成分。

客观世界和主观世界在哲学上也被称为“彼岸”和“此岸”。能否从此岸到达彼岸，即客观世界能否被主观世界所认识，是哲学的另一个根本问题。答案也有两个，唯物论认为是可知的，唯心论认为是不可知的。

气象科学是对大气的认识，大气是客观世界的一部分，理所当然，气象科技工作者应以唯物论为哲学基础。虽然一切自然科学毫无疑问都以唯物论作为哲

学基础，但当自然科学深入到一些终极的科学问题，如生命或宇宙的起源等问题而无法突破时，也可能会使一些处于最高端的科学家转而信仰唯心论，例如天体运动的“第一推动力”问题。

不同的哲学，对世界的看法不同，因此需要选择。因为需要选择，所以哲学也可以说是信仰问题。宗教是信仰，也属于哲学这个范畴。所以，用唯物论哲学观点来看气象问题也可以说是一种选择。

3 逻辑学是思辨的方法，而哲学是思辨的结果

人们常把逻辑学也归为哲学的一部分，因为它也是关于思维的科学。尤其是因为，在哲学的思辨中必需以逻辑学为基础，否则就没有共同的语言，无法进行讨论。逻辑学和哲学之间虽然有紧密的联系，但两者的性质有本质的区别。

逻辑学是思辨的科学，是思辨的方法，古称“因明学”。哲学则是思辨的结果，它通过各种思想的相互对比和辩驳达致对世界的认识。浩瀚的佛教典籍中就有许多思辨的内容。逻辑学也称“辨学”，人们只有通过对比和辩驳才能获得真知灼见。演绎（推理）和归纳就是思辨的基本方法。气象中气团、锋面、气旋、长波等天气学概念模型就是大量事实归纳的结果；斜压发展理论、长波理论等则是理论演绎的结果。

对客观事实的归纳是科学的基础，以理论为依据的演绎是对客观事物认识的深化，二者相辅相成，不可或缺。没有理论的指导，就不可能做出清晰合理的归纳。例如当前中尺度对流系统的名称就处于相当混乱的状态，对流单体雷暴、多单体雷暴、超级单体、强风暴、中尺度对流复合体、飑线、弓形回波、逗点状回波、线状回波、对称或非对称回波、中气旋……，其原因就是缺少一个明确的理论作为归纳的指导思想。同样，不以客观事实为依据，纯粹从数学公式为出发点的演绎则会产生出毫无实用价值的“学术泡沫”。例如在气象刊物上频频出现的“半地转”“非地转”“湿地转”“湿位涡”“广义矢量”等。

逻辑学也称“名学”，是人们讨论问题、研究问题所必需的约定，即所有人都必须承认的。它是不可选择的，这也是逻辑学和哲学的一个根本的差异。为

了使寻求真知灼见的思辨能够进行，哲学用语和科学用语必须具有明确的而且是唯一的界定。因此，逻辑学和语言学也有密不可分的关系。日常生活中常遇到的“这话说得没有逻辑性”或“这话不合逻辑”，说明逻辑无处不在。

联合国教科文组织将逻辑学列为数、理、化、天、地、生七大基础学科的第二位，可见逻辑学有多重要。但是我们的教育对逻辑学似乎缺乏足够的重视。气象刊物上大量存在的语言不通顺和文章缺乏逻辑的现象，说明气象工作者掌握一点逻辑学是十分必要的。

广义的逻辑学有很多分支，内容非常丰富，与气象工作者关系最大的是数理逻辑。数学推导就是典型的演绎过程，在大学高等数学的课程中就有许多数理逻辑的基本内容，这里不再更多介绍。读者如觉得需要，不妨读一本基础性的形式逻辑方面的书。

4 逻辑学的局限性导致形而上学和机械唯物论

如前所述，逻辑学是思辨的科学，只有符合逻辑的思辨才是严谨的。“严谨”就是不模棱两可。符合形式逻辑的思辨得出的结论一定是唯一的，所以形式逻辑是一种确定论的思维方式。

形式逻辑从一个前提出发，通过一步一步的推理达至结论，是一种直线式的（或称线性的）思维过程。它不能分叉、不能拐弯，因此最后可能钻入形而上的“牛角尖”。

所谓“形而上”，通俗地讲就是“刨根问底”。最浅显的例子就是“先有鸡，还是先有蛋”的问题。蛋是由鸡所生，这没有异议；鸡是由蛋孵出，这也没有异议。但是按照形式逻辑，就没有办法回答“先有鸡，还是先有蛋”这个问题。

哲学理论中的形而上的“上”，指的是哲学的根本问题，如唯心还是唯物、一元还是二元、生与死、有和无、起源与终结等，都不是用简单的形式逻辑思辨所能解答的。讨论这些问题的形而上学，所以也被称为“玄学”。

毫无疑问自然科学应以唯物论为指导思想；同样毫无疑问，自然科学也必须严格遵从形式逻辑才有其严谨性。但是，如果唯物论只和形式逻辑相结合，不和辩证法相结合，就会成为所谓的机械唯物论，它会妨碍科学更深入的发展。按照机械唯物论的观点，世界万物都是确定的，一切问题最终都能找到答案，只是时间早晚的问题。机械唯物论不仅是确定论，也是“科学万能论”。

由于经典力学体系近于完美的严密性，确定论和科学万能论在科学界曾经占有统治地位。1922年Richardson做的世界上第一次数值预报试验就是一个非常典型的例子。人们并没有把这次失败的原因归之为大气的不确定性，而仅仅认为是观测和计算的不准确性所致。直到50年后，数值预报已经成为天气预报的日常业务的20年后，人们才认识到大气存在不确定性，这就是1970年前后Lorenz提出的数值模式的可预报性问题。现代的非线性数学、混沌理论、模糊数学、分形理论等等，都是以“不确定性”作为研究的对象。这说明客观世界具有“不确定性”已成为人们的共识，只不过人们往往并不总是很清醒地意识到这一点。

机械唯物论或形而上的单一化思维方法会导致思想的僵化和绝对化，其危害性有时也非常大，如成为帝国主义和种族主义政策哲学基础的“社会达尔文主义”。中国有一句成语“只知其一，不知其二”，说的就是事物具有复杂性，人们需要不断地学习和思考。这也正是气象工作者应该确立的一种严谨而不断求新的科学进取态度。

5 辩证法是对复杂世界的思辨方法

辩证法常常被人误解为诡辩。对于一个事物的看法的“对”或“错”，辩证的思辨可以认为，既对也不对，既错也不错。从形式逻辑的角度看，这是不能接受的，对就是对，错就是错，不可调和。辩证法恰恰就是将表面上看起来是矛盾的两件事调和起来。

以数值天气预报的确定性和不确定性为例，“蝴蝶效应”是指数值预报初值中极其微小的差异，哪怕小到像南美洲一只蝴蝶拍动翅膀所造成的微小的空气扰动，在计算了很长时间后模式有可能会在北美洲预报出一次龙卷风。这个虚假的龙卷风说明天气有不可预报的一面。但是天气也有可预报的一面，在一周之内，特别是在1~3天之内，数值天气预报有相当不错的准确性，值得依赖。所以，“可预报”和“不可预报”看似对立的两个结论是可以调和的，是可以同时成立的，在辩证法中称为“对立的统一”。当然这种调和或统一是有条件的，在较短的时间内是可预报的，对较长的时间是不可预报的。毛泽东在矛盾论中就特别强调“条件”。

实际上辩证法也可看作是逻辑学的一部分。因为辩证法的三大规律（一、对立统一规律；二、量变质变规律；三、否定之否定规律）就来源于黑格尔的《逻辑学》，是恩格斯从黑格尔的《逻辑学》中总结和提炼出来的。所以辩证法也是一种思辨的方法，只

美国大气科学博士点教育质量排名与评估指标分析

■ 李期位

从1861年耶鲁大学培养出第一个哲学博士至今已逾150年，经过一个半世纪的变迁，美国已从一个教育的进口国家变成了世界博士生教育的集散中心。现今，如日中天的博士生教育已经成为美国从世界各地网罗高层次精英人才和实施科技创新的重要途径，大气科学领域也不例外。

美国是世界上公认的大气科学教育与研究强国，其中开展大气科学及密切相关领域博士点教育的机构是重要的支撑和核心力量，因此从博士点的教育质量评估结果和评估指标分析就能直接把握该机构大气科学领域的综合实力和吸引力。

美国博士生教育质量评估最早可以追溯到1924年，经过近90年的发展和不断探索，历经声望研究（Reputational Study）阶段、客观指标（Objective Indicator）研究阶段和相关定量研究（Quantitative Correlate Study）阶段。美国开展博士生教育质量评估的机构并不多，目前较为权威和公认的是美国国家研究委员会（United States National Research Council，以下简称NRC）所主导的大约每15年发布一次的博士点质量排名，其主要特点有两方面：（1）排名影响大。从新闻报道、高校的转载率等方面来看，该项排名作为主要的博士项目排名受到大学教



美国是世界上公认的大气科学教育与研究强国，其中开展大气科学及密切相关领域博士点教育的机构是重要的支撑和核心力量。

师、学生、资助人、管理者和其他利益相关者的广泛关注。（2）评估历史悠久，具有连续性，规模较大，调查范围广，数据收集更全面。NRC对博士点的评估已有近30年的历史，其首次对全美范围内的博士点进行评估始于1978年，截至2012年共实施了三次。

从2006年开始，NRC着手于第三次博士点质量评估，评估调查对象为212所大学的5000多个博士点，调查对大学的选择标准是在过去5年至少授予了500个哲学博士学位，对博士点的选择是在过去5年至少授予了5个博士学位，而对研究领域的选择标准是至少25所大学拥有这一领域的博士点。NRC于2010年发布了其最新研究报告，2011年对评估的基础数据集进行了修订，报告涵盖了62个研究领域，其中大气科学被包含在“物理和数学科学”大领域下的“海洋学、大气科学和气象学”研究领域中，共有50个该领域的著名高校的博士点进入评估和排名名单，结果如表1所示。

为避免早期评估中所采用的单一声望排名的局限性，回避排名过程中的不确定性问题，NRC采

用两种排序方法，分别为问卷调查排名（S-Ranking）和回归分析排名（R-Ranking）。对于两种排名方法，NRC均分别采取排名区间（Ranges of Rankings）制度。以R-Ranking为例，对每一个博士点项目的具体做法是：首先随机选取一半调查样本，进行排名排序，接下来进行第二次抽样，再做一次排名，并且重复500次这样的过程。然后把每个项目的500次排名排序，并把排在最高和最低的5%的那个排名列在排名表里，就是表1中所列的5%（R-5th）和95%（R-95th）排名。

从表1还可以得出一些有意思的结果，比如从地域分布来看，上述50个博士点中，东北地区占8个，中西部地区占7个，南大西洋地区占13个，中南地区占7个，西部地区占的最多，达15个，而且总体排名比较靠前。总体来讲西部地区和南大西洋地区是美国大气科学及相关领域研究和教育的重镇，这与两地区分别临近太平洋和大西洋的地理环境不无关系。从学科来看，名称含大气或气象字眼的博士点有25个，占50%；纯大气科学或气象学的博士点

不过它所针对的复杂世界，传统的形式逻辑已无能为力，才有了辩证的思辨方法。

但是辩证法不仅仅是思辨的方法，而且这三大规律也是对客观世界认知的最精炼的总结，它具有

哲学上的普适性和终极性。换一种说法，辩证法是客观世界规律的极限真理。也就是说，一切客观规律无不包含在这三大规律之中，当然气象也不例外。当然，这种“终极性”绝不是僵死的、枯燥的，而

是生动的、丰富的，将来我们会在另一篇漫谈中举出许多气象领域的例子来证明这一点。

（作者单位：北京大学）