

读者来信

董义炳老师:

您好!记得数年前在北大亲聆您关于研究湿空气动力问题的倡导以及对我的鼓励。近年来,教学之余,我时常考虑该问题,今把我对问题的思考方法以及对王两铭同志关于《特征》一文看法提出来,不知妥否,望指正。

我思考问题的方法,可用罗斯贝波一例说明。我们不能直接从两个水平运动方程用分析的方法提炼出罗斯贝波,就罗斯贝波而言,水平运动方程是“隐含”的。只有,也只有把运动方程变形,变为涡度方程,才能从涡度方程提炼出罗斯贝波,就罗斯贝波而言,涡度方程是“显露”的。直接用现在常用的湿空气方程组分析湿空气动力特征是很困难的,因此,须加以变形,使之变为有利于提炼湿空气动力特征的方程组,记为A。在您倡导下,李麦村同志关于湿空气的尺度分析工作,我认为说明了三点了:①证实了您所倡导的思想;②现在常用的湿空气方程组的确是“隐含”的;③须寻找A。

对两铭同志《特征》一文看法,我已投到《气象学报》,现再作一些说明。《特征》一文是寻找A过程的一件工作,方向是肯定的,只是在说理上有点毛病,换句话说,技术上有失误之处。从两铭同志失误之中,我得到收益——对我今后处理湿空气问题的手法上有较大的启发,我想,对其他同志或许也是有益的,成功常是伴随失败而至,从这观点看,两铭同志的工作是有作用的,有意义的。

以上看法以及投到《气象学报》一文错误之处望指正。

顺祝

泰安

李德成

1982,8,13.上午

李德成同志:

你对王两铭文的质疑和王两铭同志的答覆都已在上期发表。编辑部的按语是根据审查者的意见加的。这期又把你的 1982 年 8 月 13 日的信发表。

湿斜压大气是在 1977 年 10 月湘潭能量会议提出的,后来在同年 12 月的桂林会议和 1978 年 6 月的大连会议相继作了补充。不料,虽然在实际工作人员间受到欢迎,却在理论工作者间引起了不少误会。你的两封信的结论只是一个例子。这些误会似牵涉到一些根本问题。

第一,理论工作者应当怎样看待天气分析工作?这事实上是理论和实践的关系问题。天气图上绘制各种等值线,在重点天气地区另加上一些符号。其目的在于给出某一定范围地区,如华北,全国、或东亚和西太平洋地区等的天气宏观分布。在作等值线分析时,常以某种大气运动的平衡态关系,如地转风关系,热成风关系,作为订正工具。天气现象是经常变化的,天气系统是经常生成和消亡的,即大气运动是非平衡态运动。天气图分析是以平衡态近似表示非平衡态。时间间隔的连续天气图是以跳动式或阶梯式的平衡态表达连续变化的非平衡态,这当然会出现误差。实际工作人员发现这种误差太大时,就用另一种平衡态关系代替原来常用的平衡态关系作为分析时的订正工具。例如,在曲率大的地区,用梯度风关系代替地转风关系。

早在 50 年代,在我国夏季暴雨预报和防汛工作的实践中,就发现参考温度场定锋区的分析方法不适用了。改用 θ_e 场后,效果好得多。70 年代雷雨顺等同志改用 T_e 场,创立了能量天气学分析预报方法,效果又有所提高。在大范围暴雨区,水平风速的垂直切变,远大于热成风计算的结果。分析工作人员需要另找一种接近事实的计算订正工具,或把热成风关系加以合理的改变,使其计算结果接近于观测事实。我采用了后一种办法把湿绝热过程中的 T, θ_e 关系式代入热成风方程,这还是热成风方程,因而称之为湿斜压大气中的热成风方程,或简称为湿热成风方程。为了放大计算结果,把 $e^{-\frac{Lq}{\sigma_s T}}$ 用级数展开,只取一项,所得结果原来没有命名。现在可命名为湿斜压平衡方程。它表示当大气大尺度运动是湿绝热时,水平风速的垂直切变和 θ_e 水平梯度的平衡关系。显然,当 q 很小或没有凝结蒸发过程时,湿绝热过程蜕化为干绝热过程;湿斜压平衡方程蜕化为干斜压平衡方程,也就是热成风方程。这正像曲率大处用梯度风方程,而曲率很小曲率半径很大时,梯度风方程蜕化为地转风方程一样。有人以水汽已在虚温中考虑为理由,来否定湿斜压平衡方程。可是,虚温只是考虑了水汽的分子量小于空气作为混合气体的分子量,用于静力平衡关系的计算,并没有考虑湿绝热过程。假如另有办法近似地表示 θ_e 或 T_e 的水平梯度和水平风速的垂直切变的观测值间的关系,也会受到欢迎的。

湿斜压平衡方程试用结果,相当接近观测事实。这反映湿斜压平衡态是可以近似地表示大降水时的非平衡态的。这是不足为奇的,因为正是观测分析事实的启发,才设计这个计算订正工具以代替一般的热成风方程的。

陈受钧、陶祖钰同志将在今年北京大学和北京气象学会联合举办的“五四”科学讨论会上宣读两篇关于湿等熵流函数和湿斜压平衡方程的论文,并将在今年年底或明年初出版的《北方天气》上发表,以澄清关于这两种分析、订正工具的误会。

在大范围暴雨区以湿斜压平衡方程代替干斜压平衡方程(即热成风方程)是分析订正工具的改变。新的分析订正工具的提出,是原用的分析订正工具不适用了。任何一种分析订正工具的优劣,要用实效也就是分析订正结果与实际观测事实的误差小或大来鉴定。你第一封的第一个结论——湿热成风不成立的得出,是由于你用已有的,在所面对现实问题中不太适用的工具——热成风方程作为标准去鉴定新提出来的湿斜压平衡方程,所以是不能被认为是正确的。

等压面上绘出等 θ_e 线,等 T_e 线,反映等压面与等 θ_e 面或等 T_e 面斜交。这是分析得到的事实,还应当给出其物理含义。等压面上有等温线,其物理含义是大气中有力管和大气是斜压的。把大气动力学方程组加以变形(这里用了你的语言)作线积分,得出了环流理论。环流理论一般认为是大气动力学从流体力学分支出来的开端,其重要性是众所周知的。等压面上绘制出等 θ_e 线,其物理含义不易提炼。能量天气学在等压面上绘制等 T_e 线,使这一问题有突破的可能。把湿空气动力学方程组变形为总能量方程,再作体积分,湿力管和湿斜压的概念就出来了。这两个概念给予等压面和等 T_e 面斜交的观测分析事实以明确的物理含义。我原认为用湿能管名称比较恰当些,但仅指出这一点,而仍用了湿力管名称。这给其他气象工作者考虑选择的余地多一些。现在大家倾向于用湿能管名称,这是一种群众性的正确选择,以后就用湿斜压湿能管名称好了。

由上述,湿斜压平衡方程是平衡态关系,用作分析订正工具。用这个方程在分析时作订正之用,其结果好不好,是技术性 or 方法性问题。湿力管、湿能管是反映大气物理性质的概念,这两个概念成立不成立是原则性问题。假如,出现了技术性失误,不应当否定原则性概念,而只要改正技术性失误就成了。湿斜压平衡方程计算的结果,相当接近观测事实,因此并没有出现技术性失误。湿力管,湿斜压反映了客观存在,也没有原则性失误。

促进大气运动的物理实质的了解是天气学和动力气象学两支气象分学科的共同科学目的,也是它们间的联系环节。在教学和科学研究工作中,着重大气运动物理实质的讨论,将有助于气象学科的发展。

第二,理论工作者应当如何看待已有的理论工作成果问题,也就是怎样正确批判、继承和发展问题。

干空气动力学方程组包含着很多内容,湿空气动力学方程组包含的内容更多。仍借用你的语言:“须加以变形,使之变为有利于提炼动力特征的方程组,记为A”。干空气的A很多,现在远没有找完。湿空气的A,尤其是大尺度湿空气运动的A,这几年才开始找,余留的当然更多。湿空气的能量守恒定律,湿位涡度守恒定律,湿斜压大气的涡度和热力学方程组等,都是你所说的A。湿急流、湿有效位能、湿力管、湿斜压、湿斜压不稳定性理论、湿斜压大气中的行星波和重力波等等,都应当是你所说的动力特征。所以,已经找到了一些A,并已起了作用。你第一封信的结论实质上否定了湿力管、湿斜压;第二封信说须要寻找A。从那里找起呢?历史经验教训告诉我们,从方程组找将要碰到麻烦,不容易得到有价值的结果。理论联系实际,可以使理论发出不可抹灭的光辉。你举例提到的罗斯贝波,就是先由分析事实看到的,再试用柯氏参数随纬度的变化来加以阐明,才得到的。罗斯贝本人和他所推动的一系列工作都曾遭到非议。其探索过

程中,也曾出现过失误。但修正错误,绕过难点后,继续前进,终于取得成果。

夏季大范围降水问题是我国气象工作者共同重点研究课题之一。希望有志于解决这个问题的同志们,群策群力,发展现有的成果,使其逐步臻于完善,以适应我国夏季防汛工作的要求。

第三,科学工作者如何从我国实际出发,外为中用,取其精华,弃其糟粕,走我国自己的道路问题。

我国科学技术落后于西方是从明朝中叶开始的。我们比较认真的学习西方科学技术也已一百年了。实际工作者只接受有用的东西,而另有一些人则易于接受外国的工作。我自 50 年代接受中央气象局委托从事夏季降水的研究工作时,就感到国外的成果不能满足我们自己的要求。美国在降水问题上,侧重雷雨,龙卷等强对流天气是服从他们国内的需要。而我国的防汛工作却明确地要求研究大范围降水预报问题,这需要我们自己想办法。50 年代研究夏季降水的环流系统,60 年代转到低纬度天气学和动力学,70 年代再转回降水天气过程,纪录着探索的历程。

我们并不否认研究强对流天气过程的意义,并且希望我国在这方面也做出成绩。但是,我们关于大范围降水的研究工作,却受到某些从事强对流天气研究的同志们的反对或轻视。我们没有理由要求别的同志对我们的工作表示赞成或重视,我们欢迎对我们的工作的批评性意见。五年来,我们倾听了这些意见。概括起来,反对和轻视的意见主要有两条:(1)降水区的对流强度不均匀,而湿力管,湿斜压把降水过程看成是均匀的了。可是,不同尺度的运动应当用不同的观点、概念和方法来处理,已是气象学的常识。强对流运动的研究工作在某些空间中,把运动看成是均匀的,而从小湍流观点看来,则远不是均匀的。我们不会以小湍流运动的观点来否定强对流的研究工作吧?再则,气体的分子运动论把气体作为离散分子群来处理,而流体力学和大气动力学则把空气作为连续介质来处理;如有人自气体分子运动论的观点来否定流体力学和大气动力学,我们将如何对待呢?(2)湿斜压大气动力学的工作即使对,也只限于降水带。可是,挪威学派始于环流理论,毕大功于气旋结构,锋区的斜压性是其核心内容。芝加哥学派重点是高空急流的结构,变化和成因,认为弄清楚了,就可以回答斜压性为什么集中在锋区的问题。他们所研究的重点也是一个带,而这些同志对挪威和芝加哥学派却没有提过类似意见。

湿斜压大气的天气、动力学问题是从广大实际工作者的实践经验提炼出来的,能量天气学起了催化剂的作用。许多实际工作者是赞同的,并用之于实践,再加以发展。有些注意实际的研究工作者已经开始在大气环流的研究工作中吸取水汽在大尺度运动中也起主动作用的学术观点和一些物理概念了。李麦村同志在美国麻省理工大学以这种观点从事季风理论的工作,陈受钧同志在欧洲中期数值预报中心用这种观点从事他们的夏季 3—4 天预报的改进,都取得了进展。

我们欢迎公开争鸣,这将促进气象科学的进步和实际问题的解决。

谢 义 炳 1983.3