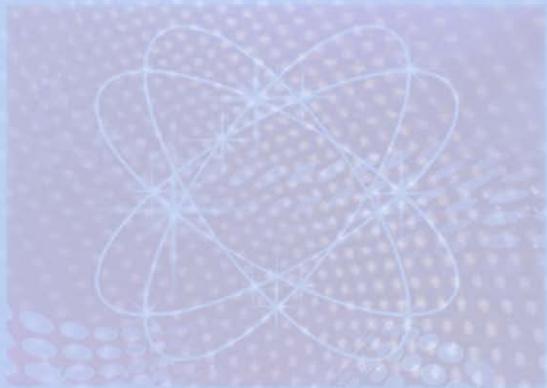


探索文库·气象卷

天气预报的发展史（上）

留明 编



远方出版社

责任编辑:王顺义

封面设计:心 儿

探索文库·气象卷
天气预报的发展史(上)

编 著 者 留 明
出 版 社 远方出版社
社 址 呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编 010010
发 行 新华书店
印 刷 北京旭升印刷装订厂
版 次 2004 年 9 月第 1 版
印 次 2004 年 9 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/32
字 数 3900 千
印 数 3000
标准书号 ISBN 7-80595-955-2/G·325
总 定 价 968.00 元(全套共 100 册)

远方版图书,版权所有,侵权必究。
远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。



→ 录 → 目



天气
预报
的
发
展
史
上

第一章 天气预报的发展历程	(1)
第一节 古代天气预报.....	(1)
第二节 有记录的预报.....	(5)
第三节 高空天气分析	(15)
第四节 天气预报的数学方法	(19)
第二章 天气图预报法	(36)
第一节 天气图预报法的概念	(36)
第二节 天气图的填写	(39)
第三节 天气图的分析	(42)
第四节 天气形势预报	(52)



第三章 单站预报法	(57)
第一节 单站天气预报的制作	(57)
第二节 资料图表预报方法	(60)
第三节 地电预报方法	(67)
第四节 地形对单站预报的影响	(68)
第四章 数值天气预报	(70)
第一节 数值预报的方法	(70)
第二节 数值预报与电子计算机	(89)
第三节 气象资料在数值预报中的使用	(93)





第一章 天气预报的发展历程

第一节 古代天气预报



天气预报的发展史(上)

曾任美国气象学会主席、获1960年迈辛格奖的现代数值天气预报专家汤普森说得对,古代的气象还谈不上什么科学,只是一种民间技艺。

一、最早的天天气预报

殷代的甲骨文里有许多卜雨有问晴的记载。有人从317片甲骨中进行过统计,发现有107片是与气象有关的。其中卜雨的有93片,卜晴的有4片,卜暴风雨的有5片,卜雪、卜雹的各1片。这是已知的世界上最早的天天气预报。这种方法,我们的祖先大概使用了几千年之久。

我国殷周时期,劳动人民就已经总结出许多预测天气变化的看天经验。如《春秋》这部书里就记载有:在冬天,当



天空中出现满天一色的阴云——即“天上同云”时，则未来要“雨雪雰雰，当在夏天看到乌云发展——即“有滄萋萋”时，则将大雨瓢泼，即“兴雨祁祁”了。唐朝的《相雨书》中，有更通俗形象的记载：“云逆风而行者，即雨也。”这类的经验预报，已具有科学内容。

希腊哲学家亚里士多德（公元前 382~322）或许是世界上最早的气象理论家之一了。在著名的《天象论》中，他曾写道：世界上万物由火、空气、水和土四大元素所组成。他认为，这四种元素“可以互相转化，每一种都可以潜伏在其他之中”。并指出：引起这种转化的媒介物是太阳……空气经受温度的变化就变为云、雨、雪、霜、露。

二、丰富多彩的民间天气谚语

世界各国的人民在劳动生产实践中，在与大自然的斗争中，不约而同地总结出很多类似的预测天气的经验，出现了世界性的天气谚语。例如，中国有句几乎人人皆知的谚语，“朝霞不出门，晚霞行千里”，这句谚语在日本也广为流传；在美国则以另一种韵味出现，“傍晚天空红，水手乐无穷”经过千百年劳动人民的生产实践，天气谚语逐步丰富、发展、充实，并广为流传。将这些谚语归纳起来，大致包括看云识天，盾风识天，看天象识天，看物象识天等几类。

在人民群众的某些看天经验中，自觉或不自觉地包含着朴素的哲学思想。例如“热极生风，闷极生雨，”就指出了





物极必反的辩证关系。实际上,天气的变化经常循着这个规律循环发展着的。“一雷打九台”和“一雷引九台”,这两条在东南沿海广泛流传的天气谚语,初看起来似乎有矛盾,但仔细一想,却很有道理,它们反映了气象现象在不同条件下有不同结果的客观规律,是另一种形式的辩证关系。“一雷打九台”意思是说,在沿海陆地上听到雷声后,海面上的台风十个有九个(泛指大多数)不会登陆或正面影响当地;“一雷引九台”则指听到雷声后,海面上的台风十个有九个要影响当地或在附近登陆。“打”和“引”显然是对立的,根据同样的雷声这个天气现象,却可以得出两种截然相反的结果。为什么?读了这本书你自然会找到答案的。



还有些看天经验,既揭露了天气变化的普遍性,又道出了其特殊性。比如上海郊区有这样一条谚语:“年纪活到八十八,未见东南阵头发”(阵头发是指雷雨)。这表示雷雨产生的普遍性规律。但在注意雷雨普遍性规律的同时,还得注意特殊性。“东南阵发,雨落丈八”,这条谚语就揭露了雷雨的特殊性。来自东南方向的雷阵雨,由于水汽特别充沛,移动又非常缓慢,下雨的时间又长,因此不来则罢,一来雨势极猛。用“丈八”形容虽有点过分,但1969年8月5日来自东南方向的大雷雨,使上海市区4小时内降水200多毫米。1977年8月21日市郊宝山宝塘桥在14小时内下了近600毫米的大暴雨,也应验了这条谚语。

从上面列举的三条天气谚语中,反映了“物极必反”、



“对立统一”和“特殊和一般”等哲学思想。这些朴素的思想，是难能可贵的，是劳动人民长期与大自然斗争中认识到的，上升为经验，以后，反过来又指导生产。许多精彩的天气谚语一直流传至今。

正如汤普森所说：“他们观察云，用面颊感觉空气的干湿，注意风的变换，估量患有风湿的肩膀或四肢的酸痛感，查看畜牧和飞鸟的活动，记忆前辈谚语，最后涉及到自己的经验和个人的天气知识，从而得出一个有依据的推测。”这话说得恰如其分，是对古代天气预报这个民间技艺颇为生动的概括和总结。古代群众看云经验是今天气象科学之摇篮。其中不少经验至今在民间流传，同时还在业务预报中使用。连数值天气预报发达的美国，在1963年出版的《天气预报手册》中，还是把群众看天经验写进去，以此作为日常预报业务的参考。

然而，用群众看天经验来预测天气，有很大的局限性。如西伯利亚寒流何时向南爆发袭击我国？降温强度怎样？会下大雪吗？这一系列问题用谚语都无从回答。首先，光凭视觉和感觉来测天，缺乏定量数据。其次，一个地方的看天经验，仅适合于当地（有的经验有区域性）视野局限在头顶上一块天地，看不出天气系统的移动，更不能了解天气演变的物理过程。如台风在离我国几千公里以外的洋面上形成、发展，沿海的渔民、船员又怎么能准确地对它作出判断和预报呢？现代气象学的发展，揭示了世界风云变幻不是





一个地方、一个局部所能起决定作用的，而是东西半球、东北半球的大气综合运动、互相影响的结果。而且从地面到几十公里高空，大气对天气变化都在起作用，只凭视觉、听觉、感觉是无法知道距离遥远的地方出现了什么样的天气。

现代气象学虽然有民间技术的根源，但它同天气谚语有着本质的不同。后者是简单的经验总结，这经验又只限于人类感官所能接受到的，孤立而粗略的现象；前者则是在下一章里以现代化仪器探测到的范围大、距离远、数量多、数值精确的现象为基础，以近代物理学为依据，以数学为方法，研究发展起来的。虽然它还很年轻，但在其他科学的推动下，蓬勃发展，飞速前进，已很快形成一门重要的自然科学。而其中的天气预报部分，则是一支应用性很强的学科，源远流长，前途更是远大。



第二节 有记录的预报

一、天气图的产生

在气象观测仪器没有发明前，只能目测云、雨，谈不到定量的研究。15世纪初，我国明朝永乐年间制成了雨量器，供全国各州县使用，为世界上最早的正规雨量观测。16



世纪末到 17 世纪,发明了温度表和气压计。随后温度计和风向风速计也相继发明。1653 年意大利开始在北部建立了气象站,进入了定量研究气象的时期。但是,这还只是研究一个地点的情况,可以说是“一度空间”的气象。

随着无线电技术的发展,1833 年电报问世,使得有可能把各地的气象资料迅速集中起来。

人们按照专门规定的数字和符号把收到的同一时间各地的气象观测记录填在一张图上,进行分析研究。这种图就叫做天气图。天气图的出现,在大气科学上具有划时代的意义,因为它把一个地点的气象要素与另一个地点的气象要素有机地联系起来。于是,气象学向前迈出了重要的一步。

气象学发展史上这重要的一步,竟然由一次战争中成千上万人的死亡所启动。1853 年到 1856 年,发生了俄国与土耳其、美国、法国和撒丁五国的战争。当时土耳其建立了奥斯曼帝国,国土横跨欧、亚、非三洲。俄国为控制黑海海峡,伸足巴尔干半岛,一心想击败土耳其,英国和法国则竭尽全力阻止俄国势力的伸张。1853 年 6 月,俄国寻找借口,出兵占领摩尔达维亚和瓦拉几亚。10 月土耳其对俄国宣战。11 月俄国舰队在黑海击溃土耳其舰队,引起英法的干涉。1854 年 3 月,英、法对俄宣战。这就是历史上有名的克里米亚战争。

1854 年 11 月 14 日,英法联军包围了塞瓦斯托波尔,





陆战队准备在巴拉克拉瓦港湾地区登陆,这时风暴突然袭来,黑海上出现了狂风巨浪,风力达11—12级。法国军舰亨利四号沉没于黑海北部的佛斯陀,英、法联军几乎全军覆灭。

事后,法国作战部要求巴黎天文台台校勒弗里埃研究这次风暴。他向各国天文、气象学家发信,收集1854年11月12~16日五天的气象报告。这一行动得到科学家们的竭力支持,250份回信迅速寄来。他依次把同一时间的各地气象情况填在了一张图上,一分析,发现这次风暴是自西向东南移动的,当它经过欧洲,在其到达联军舰队所在地的前二天,西班牙和法国西部已选受其影响。那时电报业已发明,如果当时欧洲沿大西洋一带设有气象站,风暴情报就可以及时电告英、法舰队,就可能避免这次风暴的袭击了。

1855年3月19日,勒弗里埃在法国科学院作报告,他认为,“若组织观测网,迅速将观测资料集中一地,分析绘制天气图,便可以推断出未来风暴的运行路径。”

勒弗里埃的这一倡议得到了各国的赞助。1856年组织了法国第一个正规的天气服务系统。1857年战争结束后,又得到比利时、荷兰、美国、俄国、奥地利、瑞士等国的响应,组织了用电报传送当日的气象观测记录。不久以后,欧美各国和日本也都开始拍发电报,绘制天气图。地面天气图就这样诞生了。天气图的诞生是科学进步的结果,战争





只是契机。天气图的出现成为了现代气象学的开端,因为它使人们从“坐井观天”的境地中解放出来,开始“放眼世界”了,给气象科学带来了飞跃。

二、天气系统概念的形成

什么是天气系统?天气系统实质上是高气压、低气压、槽线、脊线、台风等能显示天气变化及其分布的独立系统。为了说明这个概念,必须从最简单的等压线说起。

1. 等压线的绘制

一张地图上标出了各个气象观测站观测到的气压、温度、风和天气现象。这些孤立而分散的资料,怎么能表现出天气变化的规律和整体结构呢。先引起人们注意的是气压这个要素。原来,自有气压表观测气压以后,人们就发现:气压降低常常与阴雨天气相关联,气压升高往往伴随着晴朗的天气。气压表由此而获得了“晴雨表”的美名。这就很自然地想到要把气压分布表示出来,于是在天气图上,画出一根根线条,把气压相等的点连接起来。果然发现,这些线条的形式,同天气变化大有关系,由此产生了天气系统的概念。天气图上画出的这种线条,叫做等压线。顾名思义,在同一条等压线经过之处的气压(后来发展为海平面气压)都相等,每一条等压线都代表一定的气压值。

但是,每个气象站的气压纪录常常并不恰好是等压线的数值,所以在分析绘制等压线时,需要借助于内插的方





法。可以看出,图上的等压线的分布疏密不均,说明单位距离内气压差的大小是不等的。这种差值的大小,称为“气压梯度”。等压线愈密集,表示气压梯度愈大,这和地形分布图上地形等高线的疏密分布表示坡度的平陡有相似之处。地形等高线愈是稀疏,表示那里地势比较平坦,而在地形等高线非常密集的地方,那里一定是个陡坡。物体沿地形斜坡向下滚时,陡坡比缓坡时滚得快;气压梯度对空气运动也有类似的作用,梯度越大,运动越快。所以大风总是出现在等压线密集的地方。

2. 白贝罗定律

1857年,荷兰气象学家白贝罗通过分析,第一次提出风与气压相互关系的经验规律。它可以归纳为一句话:当你在北半球背风而立,高压在你的右手方向,低压在你的左手方向。别看这句话简单,它却抓住了气象学中的一个要领,并且很实用,人人都可以运用;特别是在茫茫大海中航行的船员,在没有无线电通信的时代,海员站在甲板上,背风而立,就能大致确定台风中心的方向,开足马力朝远离台风中心的方向驶去,以避免风险。白贝罗还说:强的气压梯度与强风相连。这个规则可由后来联系气压梯度力与地转偏向力的地转风方程,从理论上给予说明。

3. 涡旋与天气

气压的分布和风的方向、大小有着密切的联系,原来白贝罗定律意味着风沿等压线吹,这样一来,“高压”和“低压”





都是一个风沿等压线吹的涡旋。高压是一个气流顺时针方向旋转的涡旋，低压则是一个气流反时针方向旋转的涡旋。实际上，在地面风并不是严格地沿等压线方向吹的，而是在略为偏向低压的一侧，这就使得高压区内地面附近空气质量减少，于是把高空空气吸引下来补充，使得高压区气流下沉，天气多晴朗。在低压区地面附近空气发生堆积，于是气流上升，便成云致雨。在中纬度的移动性低压，通常被称为气旋。高压被称为反气旋，因为高压区域内气流旋转的方向正好和气旋相反。



一个个的高压、低压，也就是一个个涡旋，它们不停地移动、生成、发展、消亡着。这类涡旋便是天气系统中的一个成员。它们在移动过程中给各地带来了天气变化。从地面天气图上分析出它们，预报它们未来的移动和强度变化（包括生成和消亡），就能推论出各地区未来天气的变化了。

1860年，美国、法国、荷兰等国，利用上述一些天气分析预报的成果，开办了强风、大风警报业务，主要目的仍是为航海提供科学的气象情报。英国有一位气象学家弗兹罗，在伦敦用电话收集各地天气报告，绘制成天气图，并在每天报纸上公布于众。这是个创举，肇始了气象科学为人民日常生活服务的工作。

这种只分析气压系统，根据它们的移动来做天气预报的状况，持续了几十年，直到第一次世界大战时，还没有新



的进展。这多半是因为测站的密度太稀,不可能了解更细致的情况所造成的。

三、理论的发展推动了预报工作

1919年,J·皮叶克尼斯提出了气团和锋的概念,把天气学向前推进了一步。

在大气中存在着冷的和暖的两种性质不同的、水平范围很宽广的空气团。人们通常把气温较低的称为冷气团,把气温较高的称为暖气团。冷暖气团是比较而存在的。

当一个地方处在冷空气中心控制之下,则天空中常是晴朗少云的天气。这种气团控制的春秋季节,蓝天白云,微风徐徐,气温适中,给人舒畅甚至心旷神怡的感觉。而在冷暖空气交界的地区,则是另一番景象。冷空气较重,暖空气较轻,冷暖气团相遇的时候,不是冷空气楔入暖气团,便是暖气团在冷气团上面爬升,二者总是形成斜坡交界面。气象上把这样的两个不同气团交界面叫做锋面,锋面与地面相交的一条线叫做锋。向冷气团方向移动的锋,称为暖锋;相反,向暖气团方向移动的锋,就称为冷锋。冷、暖气团两军相峙、势均力敌、停滞少动的锋,则称为静止锋。

J·皮叶克尼斯在实践中注意到,当暖锋到来的时候,首先能见到的是在暖锋前沿所形成的高高的、薄薄的、一缕缕羽毛状的卷云(云高大约7000米到1万米)。这种云是暖空气和冷空气交界面在高空的标记。随着暖锋的前进,





在头顶上出现卷云之后,紧接着是卷层云,然后是高层云,最后是雨层云,在雨层云下面经常有雨(或雪)。

相反,当冷锋移来时,在头顶上掠过的云层先后次序与暖锋云系正好相反。先是雨层云,然后才是高层云(或高积云),最后是卷层云和卷云。当冷锋快速向前进时,其是暖季,这种“标准”云系就不复存在了,代之以高耸的积雨云,并伴有隆隆雷声和哗哗大雨。

J·皮叶克斯还指出了温带气旋产生在锋上的事实。1922年他和他的同事H·左尔贝格,在进一步总结实践经验的基础上,系统地描述了欧洲温带气旋的结构和生命史,并和世界范围的气流运行联系起来。

四、锋面气旋理论提高了预报质量

锋面学说把气旋的发生同锋面联系起来,奠定了锋面气旋发生发展过程的理论,把天气预报的技术又向前推进了一大步。锋面气旋的生成,大致可分为三种情况。一是先有锋面,随后在锋上产生气旋,二是先有气旋,尔后在气旋内产生了锋面;三是锋面和气旋同时产生。

在气旋各个不同的发展阶段,其中的天气情况具有不同的分布特点。在通常情况下,在锋面气旋的冷锋一侧上空,阻云密布,雨雪纷纷,特别是在气旋的中心附近,空气汇合最剧烈,云层形成也最厚,多有大雨、暴雨。另外,因为气压梯度加大,空气流动的速度也加快,大风也就形成了。





经大量的实践证明,锋面学说对过去天气预报的理论和方法作了重大改革。它不仅丰富了分析天气图的内容,而且使连续的天气图变成一张张反映气团、锋、气旋等天气系统的“连环图画”,使预报天气基本上可归结为预报这些天气系统的移动和变化。挪威气象学家创建的这项锋面分析和气旋波动学说,为短期天气预报奠定了理论基础,从而形成了独树一帜的“挪威气象学派”。这个理论的基本要领,至今仍被世界各国气象台站在分析地面天气系统时广泛运用。被誉为气象学发展史上的一个重大里程碑。



在锋面学说未创立之前的19世纪,天气预报方法很单调。世界各国气象部门普遍使用等压线型式气压配置与天气演变的关系法则做预报。但实践证明,相互之间关系并非那么简单。因此天气预报的效果也不很理想。到了20世纪初,德国有人提出应用云系学说做天气预报的方法。这个方法也较简单。先绘制同时间内的等云量图,再附以各种云状及天气状况。做天气预报时,则以现时的等云量图和过去的等云量图互相比较,而推测未来的等云量图。可惜,这种方法只能做短时间的天气预报。

为了提高预报时效和准确率,预报技术人员在实践中又发现气压变化对天气预报有指示意义,例如气压连续升高,天气将转晴朗,气压连续降低,天气将转阴雨等。于是分析了等变压线图。根据过去3小时、6小时、12小时的移动、强度等变化,来推测未来相同时间内的变压中心的位置。