

国家强风暴预报中心(NSSFC) 对1988年闪电资料的评价

Frederik R. Mosher

(密苏里州堪萨斯城国家强风暴预报中心技术开发部)

一、引言

美国国家气象局(NWS)已经制定了一个改进天气服务的重要现代化计划,计划将一些新的遥感技术用于90年代的业务工作。闪电定位是这些新资料来源中的一个。它利用一个传感器网可以探测到云对地闪和确定闪击点的位置。在过去的十年里各个研究小组已开发了闪电定位技术。现在区域测站网覆盖了美国国土的80%,并已被各种各样的研究和业务用户所使用。由于有一些联邦政

府机构对闪电探测网感兴趣,联邦气象服务协调员已为闪电探测系统制定了一个国家计划。该计划的意图是确定适合于联邦机构需要的未来业务系统的方向。作为该计划的一部分,联邦协调员正利用现有的区域测站网支持一项为期三年的实验性国家闪电探测系统。国家气象局在这些计划和评价活动中是一个积极的参加者。

国家气象局自己也制定了一个闪电计划,以利用现有的和已计划的闪电测站网来

支持其观测和预报任务,以及便于将闪电资料与未来现场业务中的其他观测系统加以综合。评价闪电资料对国家气象局业务的效用,以及为与经验和效益相称的业务闪电探测系统提出要求和制定计划。以上这些属国家气象局闪电计划目标中的项目。

作为国家气象局评价活动的一部分,联邦协调员的实验闪电测站网资料已经做到,可以供国家强风暴预报中心(NSSFC)的预报员用来进行评价。基于下列一些原因,国家气象局现正在NSSFC进行这些评价工作。NSSFC现有的设备类似于国家气象局其他台站将在90年代配备的设备。NSSFC的预报任务与警报和预报台(WFOs)在90年代要承担的预报任务有许多相似之处。NSSFC有一个技术开发部,它能够评价工作的筹划和处理方面进行帮助。最后,NSSFC很热心于闪电资料的可能运用,并且乐意与国家气象局总部制定一项费用分担计划,由NSSFC负担一切硬件和显示费用,总部负担一切通信费用。

NSSFC的1988年评价计划包括若干项工作。于1988年初安装好了购买的硬件,并供NSSFC预报员用以熟悉。它已被预报员们很好地接受,并迅速成为对流预报中所用数据集的一个不可分割的部分。为了使国家气象局能更广泛地得到闪电资料,闪电资料被输入到NSSFC计算机中,并被处理成美国业务和服务自动化系统(AFOS)的图。该图每15分钟产生一张,但在AFOS上传送,目前只容许每小时一次。除AFOS图以外,只要闪电是在托皮卡(Topeka)附近发生的,NSSFC还通过可在Topeka的ASOS(自动服务观测系统)得到实验信息而支持国家气象局ASOS的评价。与ASOS一起,还制定了一项计划,每当闪电是在该区域内开始或停止时,便把管理信息通过AFOS送到ASOS站。最后,在NSSFC的评价工作中还通过预报员在值班日志上较正规地记述他是如何利用闪电的。下面对评价工作作比较详细的描述。

二、闪电探测和显示系统

由联邦协调员建立的实验性国家测站网利用了土地管理局(BLM)在美国西部现有的测站网,在美国中南部的国家强风暴实验室(NSSL)和美国东部的纽约州立大学(SUNY)奥尔巴尼(Albany)分校网。这些测站网全都使用由闪电定位和保护(LLP)公司制造的闪电探测设备。资料的处理是在SUNY进行的。闪电定位和保护公司的设备利用一个方向探测器(DF)网来确定云地闪的位置。方向探测器可识别云地闪独特的讯号特征和确定对地闪击地点的角度。方向信息由DF网送到SUNY的处理中心。SUNY根据用探测闪击的不同的方向探测器传感器计算出来的各种角度,计算地闪的位置。地闪位置通过赤道卫星通信线路被送至显示器系统。显示器是一个带有适当图形和信息处理机板的AT兼容PC机。显示器软件是由Dick Orville小组在SUNY开发和安装的THUNDER软件。

作为其实验性测站网工作的一部分,气象服务联邦协调员通过与SUNY的安排,可存取测站网资料。

由SUNY研制的THUNDER软件显示系统是一个非常好的系统,在该系统于4月份安装就绪之后立即投入了运行。该系统已有完善的文件资料,菜单接口很容易使用。软件的一些比较显著的特点包括闪电动画式显示以及可以让用户很容易地把注意力集中在所关心的任何区域上的变焦能力。变焦可以做到对固定位置或者是动态变焦。两种方案均常被NSSFC预报员所采用。THUNDER软件为剪裁位置、显示方式、感兴趣的时间期限和显示特征(如正负闪击)提供了很多灵活性。该系统容易使用,并已很好地为预报员们所接受。

最初的闪电显示系统被安装在NSSFC的重要对流气象情报(Convective Sigmet)部内。该部负责向正在美国境内的任何地方飞行的飞机预报雷暴危险,并承担对闪电资料在雷暴预报中的潜在用途进行最初评价的

任务。闪电资料被证明很有用,以致 NSSFC 的一些其他预报部门都要求能更好地使用闪电资料。第二个 Zenith 显示系统是 6 月份在局地强风暴部(SEL)投入运行的。该系统使用了没有对异步输出进行过改进的 THUNDER 软件。此外,闪电显示的彩色监视器被安装在 SEL 的卫星部和航空区域预报部(AAFU)内。

三、AFOS 和 ASOS 产品

作为 NSSFC 对 NWS 闪电评价工作支持的一部分, NSSFC 同意 NWS 的其他部门可得到闪电资料。

所用的闪电资料来自 BLM、NSSL 和 SUNY 的联合测站网。资料只是关于云地闪击的(得不到云际闪电资料)。地理覆盖范围,除得克萨斯州南部和东南部、两个达科他州、明尼苏达州和威斯康星州北部(计划明年将闪电测站网扩大到这些地区)外,包括整个相连的美国。

所用的闪电测站网还没有做到业务性的维护,可能会发生意想不到的运转中断。而且,闪电探测设备并不保证探测每一个云地闪击。一般说来,可探测到测站网覆盖区域 70—80% 的云地闪击,虽然这一比率从 30% 到 90% 不等。

自动观测服务系统(ASOS)计划正在开发自动地面天气观测技术。目前地面观测者所观测的地面天气参数中包括测站的雷声。以前由 ASOS 计划所作的评价工作显示单个地点的闪电探测器不能满足 ASOS 的要求。目前由 NSSFC 和 ASOS 计划办公室作的工作是进行关于利用闪电测站网资料以探测某特定站闪电活动的可行性研究。ASOS 软件已经完成,并用 1988 年秋季期间的雷暴进行了检验,已作好支持 1989 年试验期间的堪萨斯试点计划(Kapp)的准备。

四、闪电资料的应用

闪电资料业已被 NSSFC 的预报员很好地接受。它已经成为预报员日常使用的数据集的一个不可分割的组成部分。当由于卫星

或其他问题(不常发生)而得不到时,预报员会抱怨没有这种资料。闪电资料是仅有的一种可继续不断地得到的实时资料集。而所有其他的均是在固定的时间间隔内得到(一般在资料集之间间隔为 15 至 60 分钟)。预报员们已使 NSSFC 管理部门认识到,国家闪电资料现在对所有的预报业务来说都是一个标准的资料集,无论将来情况如何都应该继续提供。闪电资料为预报员们提供了各种各样的信息。下面是预报员们发现它对雷暴预报有用的一些方面。

A. 雷暴的存在

一个地区存在雷暴是那一地区公式化预报中的一个关键性信息。闪电定位资料在确定在若干不同的条件下是否存在雷暴方面业已证明是非常有用的。

① 资料稀少地区

多年来西部地区在其 WSFO(美国气象局预报台)和 WSO 预报产品中已利用 BLM 闪电测站网。闪电资料在探测像美国西部那样雷达覆盖很差的资料稀少地区内的雷暴方面是极为有用的。因为 NSSFC 在此地区内有 Convective Sigmet、NAWAU 航空预报和 SEL 监视任务,所以和发布这一区域内的预报中所用的卫星资料一起,闪电已成为所使用的一个主要资料源。沿海水域的闪电资料是其非常有用的另一个领域,对航空预报来说尤其如此。海上雷暴云顶常常比较低,只用卫星资料难以探测到。雷达覆盖范围达不到海上,远不足以完全覆盖 NSSFC 所负责的区域。

② 难以定出是否有对流发生的边缘情况

在这种情况下闪电资料对说明雷暴存在是十分有用的。常常一些因子对雷暴的发展有利,而其他的因子却说明会抑制其发展。有时并不清楚究竟有哪些因子将起支配作用。没有闪电经常被用来作出不作“监视”的决定。相反,在这些形势下,存在闪电则是导致预报员对一个地区发表“监视”或“Convecti-

ve Sigmet”的决定性信息。

B. 对流的开始

预报员们已注意到闪电资料常常是对流活动开始的第一个征兆。这是由两个因子所决定的。一个是可连续不断地显示闪电。所有其他的资料源都是在固定的时间报道的，因此在这些固定时间中间开始的任何活动是不会被卫星、雷达或地面观测探测到的。闪电是在对流开始时立即出现的。作为早期探测工具的有利于闪电的另一个因子是与对流的基本性质和我们的遥感系统相联系的。闪电起因于由上升气流所引起的雷暴中的电荷分离。强上升气流也携带雨滴向上。雨从云中落下常常需要一段时间。目前雷达操作的标准方式是以低仰角进行扫描，这样可以探测到地面附近下落着的雨。我们的预报员们已注意到一些例子，其中闪电资料显示对流，但是雷达在5到10分钟期间内却显示不出强对流。这一外加的超前时间已被Convective Sigmet部用来使他们能够比用其他方法更快地发布预报。

C. 雷暴的消散

闪电看来也是用于确定对流什么时候将停止的最好的工具。预报雷暴何时结束是预报员所面临的一个比较困难的任务。学术界往往把注意力集中在对流的开始上，而迄今没有什么成果可有助于预报员，告诉人们什么时候雷暴将停止。闪电资料与稳定度诊断场相结合已经成为决定什么时候预报对流结束的一个主要工具。闪电活动将停止时，在10到20分钟内后面常常会有雷达电平降低，然后在30分钟或更长的时间内继之以在卫星资料上云顶变暖。

对流消散的另一个标志看来似乎是从负闪击居支配地位转变为正闪击居支配地位。产生正闪击的机制还不完全清楚。关于正闪击的原因，文献有许多相互矛盾的解释。有些风暴有许多正闪击，但大多数风暴是负闪击占优势，只有少数几个正闪击。虽然单独的正闪击本身并不意味着对流的结束，但是由负

转变为正却似乎是对流将在下一个30分钟内开始消散的一个相当可靠的标志。

D. 对流的形状

对流单体的形状是对流预报中的一个重要因素。对流的形状可以是孤立的单体、一条线、超单体或者是它们的结合。对航空来说，飞机可以绕着孤立单体飞过去，而雷暴线却会破坏空中交通。显示闪电位置可很好地描绘对流单体的形状，并且它在显示从一种形状转变为另一种形状中常常也是非常有用的。闪电资料往往是显示孤立区域内对流形成线时的第一个资料。这一点曾被“重要对流气象情报部”预报员们在发布其产品中使用。SELS部也用闪电来确定单体是否在组织成会与灾害性天气形成相联系的形状，如线、弓状回波、跳到线前头的单体和超单体。

E. 对流的强度

有些风暴有许多闪电，而有些则几乎不产生闪电。由于闪电是与跟上升气流密切相关的电荷分离联系在一起，因此人们会希望把一个区域内的闪电频率与对流强度联系起来。在闪电频率与降雨率之间似乎有关系，但是由于NSSFC没有承担直接预报降雨的任务，因此没有积极地从事这一相关性的研究。我们调查了是否能把闪电用来确定强对流。似乎没有显示出良好的闪电频率与灾害性天气相关的特征。有些产生龙卷和其他灾害性天气的风暴有许多闪电，而有些则没有。有时产生灾害性天气的单体在产生闪电方面是十分突出的，但是正如经常看到的那样，在强风暴单体与附近只下雨的单体的闪电方面看来并没有任何差异。曾经有一些例子表明，强风暴没有产生任何闪电，而附近的非强风暴却有闪电。所以后来NSSFC预报员们在利用闪电频率作出关于风暴强度的结论时，更小心谨慎了。

F. 运动

SUNY闪电显示的特点之一是它的循环能力。预报员可以为显示过去的闪电活动而

规定一个时间范围。闪击以时间推移的顺序绘制成图,并且用颜色的深浅来表示它们的“年龄”。这样,预报员就能跟踪个别对流单体的运动。

G. 覆盖区

闪电资料能很好地描述对流的区域。卫星资料常常很难用来发现确切的对流区,因为卷云外流往往会使风暴内的活动区变得模糊不清。闪电像雷达一样,在描述活跃对流方面要好得多,对成熟的风暴系统尤其如此。就全国而言,目前唯一可以得到的雷达产品是非常粗糙的MDR(手工数字化雷达)资料。闪电资料在描述对流的范围方面要比MDR资料好得多。闪电资料可以帮助单雷达确定活跃对流和衰变对流的范围。闪电资料的另一有用的领域是隐嵌雷暴的航空预报。在下雨和厚云区域内常常很难确定隐嵌雷暴。闪电探测看来是适合于探测隐嵌雷暴及其覆盖区的最佳工具,并且已被用来向那些处于此种危险情况下的飞机发出警告。

H. 重新发展

对流单体就性质来说是带循环性的。它

们以20分钟左右的生命史生长、衰变,而新的单体又会重新形成。闪电的显示可以非常紧密地跟踪这一生命史。它可以帮助预报员去确定单体是否会重新发展。在消散中讨论过的负正转换常常被用来确定单体是否正在消散而不再重新发展。同样,在闪击减少的后面接着是闪击增加,表明单体正在重新发展。

I. 验证

NSSFCC承担着对全国在第二天可能会发生对流的各地区进行警戒的任务。闪电资料在向预报员们反馈他们所作过的预报的准确度方面,已被证明是非常有用的。闪电活动的6小时和24小时累积值的AFOS图形,在NSSFCC内部已向预报员们提供。同样,最近40,000个闪击被保留在SUNY显示系统中,被预报员们用来验证他们最后所作的预报是否正确。闪电资料现只被用作非正式的验证,虽然对将来一旦把闪电测站网扩大到全国便开发一个比较正式的验证系统这个问题,已作了一些讨论。

郑志超译 郭昌明校