

## 法院气象学的科学艺术

(中国科学院大气物理研究所 孙博 编译自 Elizabeth Austin, Peter Hildebrand.

*Physics Today*, 2014, (6): 32, 原文详见 <http://ptonline.aip.org>)

当一场法律纠纷涉及到气象因素的时候,气象学家可以利用目击证词、观测资料和情景模拟来判断到底发生了什么。

十八世纪末,纽约北部发生了一次严重的旱灾,Duncan McLeod 牧师组织了当地的社区人员一同祈祷降雨。随后几个小时,这个地区下起了暴雨,一个闪电击毁了 Phineas Dodd 的仓库。Dodd 要求 McLeod 牧师赔偿他 5000 美元,但 McLeod 牧师拒绝了,于是 Dodd 起诉了他。这是最早涉及到天气问题的诉讼案件之一。被告的辩护律师成功说服了法庭当时被告只是在祈雨,而那个闪电则是上帝的额外恩赐。最后,法庭驳回了原告的诉讼。

今天,法院气象学家帮助代理律师了解在相关事件中天气所起的作用。与上述案件不同的是,他们立足于科学方法技术。法院气象学家主要回答以下问题:事故发生时天气如何?相关人员当时知道即将

发生的天气状况吗?如果涉及到飞机、汽车或其他交通工具,它当时在哪、如何运动?最根本的问题当然是,事故是如何发生的?

为了重现当时的天气情况及其对人类活动的影响,法院气象学家必须收集当时事故发生地的天气信息并评估它的准确性。政府机构一般会有相关的天气记录,包括地表观测数据、雷达和卫星数据以及分析、预报资料等。此外,法院气象学家还需要通过分析研究、建模、测试来得到合理的结论。

各种各样与天气有关的诉讼案件都可能需要法院气象学家的帮助,比如飓风、旱灾、空气污染等等。案件可能涉及到交通事故、滑雪事故、财产保险、建筑物倒塌等各种问题。根据美国国家运输安全

要素有关。值得一提的是,虽然在与天气有关的航空事故中雷暴引起的事故只占不到 2%,但在 1985 年 8 月 2 日,Delta 航空 191 航班在 Dallas/Fort Worth 国际机场(DFW)着陆过程中,一场雷暴导致了史上伤亡最惨重的航空事故之一。

Delta 航空 191 航班空难事件是现代法院气象学发展过程中一个非常重要的案例。这架航班在从 Fort Lauderdale 飞往 DFW 的途中遇到了一条对流风暴单体带。在最后的着陆过程中,飞机飞进了一个微下击暴流(雷暴中一种突然强烈向下的气流)里。随后,飞机撞向地面,机上 163 人中有 134 人遇难。在案件审理过程中,航空公司的代理律师称,美国国家气象局(NWS)和联邦航空管理局(FAA)当时并未警告 191 航班机组人员前方雷暴中有微下击暴流,而受其他风暴单体影响,机组人员本身也未能察觉前方这一危险。而政府则为 NWS 和 FAA 辩护称,当时机组人员所处的位置比 NWS 和 FAA 更容易发现前方的危险,因此他们不应该试图着陆的。

为了解决这一问题,我们中的一员(Hildebrand)带领 Z-Axis 咨询公司计算分析了当时前方雷暴对于机组人员的能见度的问题。咨询公司用天气雷达资料和驾驶舱录音等数

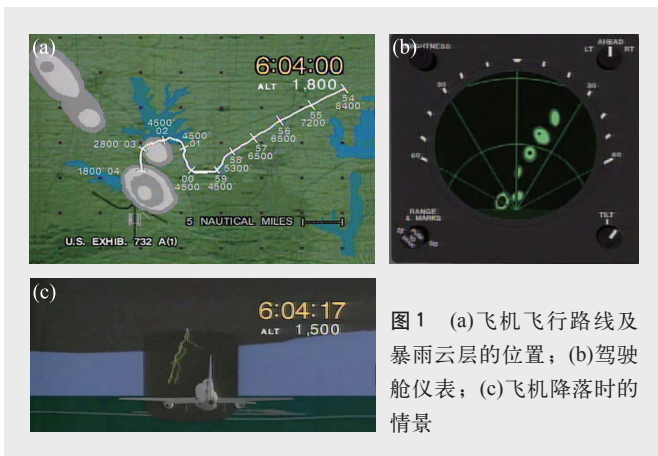


图 1 (a)飞机飞行路线及暴雨云层的位置;(b)驾驶舱仪表;(c)飞机降落时的情景

据重现了导致这次事故发生的天气情况。图1为咨询公司制作的三个事件还原视频中相应的三个截图。第一个视频展现了飞机在着陆过程中的云层演变过程和飞机的飞行路线(图1(a)),第二个视频展现了当时驾驶员在驾驶舱所看到的仪表显示情况(图1(b)),第三个视频模拟了当时在飞机后方向前所看到的情景(图1(c))。每个视频都对应着当时驾驶舱的一段录音。这些视频和驾驶舱录音很清楚地表明,在着陆过程中,驾驶员能够看到前方的雷暴而且知道他们正在穿过一个微下击暴流。这几段视频为法院气象学家参与诉讼案件提供了一个新的影像标准,极大改变了法院气象学家准备庭审的方式。

大多数事故的发生都有多重因素,不但包括天气原因,还有飞机维护、驾驶员的技术经验、疲劳驾驶以及“回家心切症”(想要冒险飞过危险天气以便赶快回家)。1999年6月1日美国航空公司1420航班在阿肯色州Little Rock国际机场(LIT)的着陆事故是一个典型的例子。这架载有145人的航班在延误了两个多小时之后于晚上10:40左右离开DFW。机组人员在飞完这次任务后就可以回家了。当时, Little Rock的天气情况不容乐观,一个冷锋正从阿肯色州的西北部向东移向Little Rock,而且一个飚线正在逼近Little Rock地区,沿途产生闪电、降雨和冰雹。晚上11:50之后,这架飞机发生了着陆事故,导致机长和10名乘客遇难,100多人受伤。

我们中的一员(Austin)受雇查明天气因素在这次事故中的影响。结果表明,在这架航班最后降落过程中,机场的天气条件迅速恶化。在晚上11:40左右,1420航班准备在

Little Rock着陆,此时机场及其周围的风速传感器中已经有两个发出了风切变警告,表明剧烈变化的风向和风速可能给飞机着陆带来危险。这些警告是可以被当地空中交通管制队听到并广播给飞机驾驶员的。到晚上11:48左右,

此时距飞机着陆还有两分钟,已经有三个警报在响了。驾驶舱录音证据表明,当时机长很清楚机场的侧风强度已经超过了飞机安全着陆所允许的最大侧风强度。美国国家安全运输委员会认为是多个因素共同导致了这次事故,包括机组人员的工作疲劳和回家心切、面对不利环境的巨大压力,更重要的是,在有着很强风切变和侧风的情况下驾驶人员仍然决定着陆。总之,这是一个迅速恶化的天气条件被低估的案例。

2011年4月,一场强龙卷风横扫了美国东南部七个州并造成了337人遇难,其中阿拉巴马州占了246人。这场龙卷风主要是由来自加拿大的干冷空气和来自墨西哥湾的暖湿空气碰撞产生的(图2)。此外,南部平原上空的一个急流正好从这两个气团中间穿过,产生了一条雷暴带,使天气情况变得更加恶劣。直到今天,关于这场龙卷风损害赔偿的法律纠纷还在持续。许多财产保险还在等待确定相关损害是由雷暴的风造成的还是由龙卷风直接造成的(赔偿其中一种损害的保险不一定也赔偿另外一种)。法院气象学家利用了大量数据资料来鉴定以上两种损害类型。

全世界各国的法院对于专家证

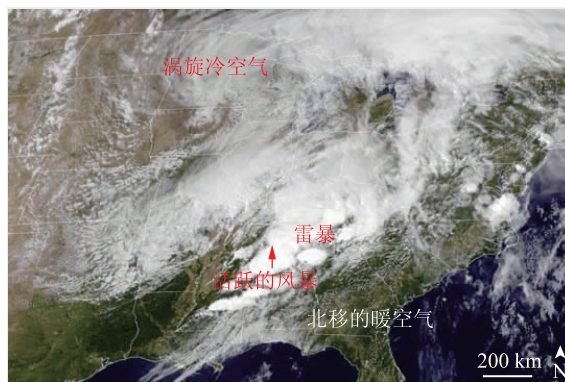


图2 美国东部卫星图像(2011年4月27日中午时间13:45)

人都有一个很高的标准。在美国,联邦证据法第702条的Frye标准规定了联邦法院专家证人的资格标准。1993年,第702条规定根据美国最高法院Daubert案做了修改。Daubert标准比Frye标准对专家证人的要求更加严格,现在已经成为联邦法院及一半以上州的法律规定。法院气象学家的道德标准和绝大部分科学家一样,必须基于事实发表意见,还必须保证不能让当事人的利益关系影响自己的判断和结论。专家证人需要排除专业偏见、个人理论以及有问题的资料来源,用专业知识来帮助法官和陪审团了解相关证据。总之,专家证人在解决问题的过程中必须保持独立性和客观性。

气象学家虽然不像律师、注册会计师等一样有一个专业的资格认证证书,但目前有三个比较著名的自愿认证项目,分别是美国气象学会认证咨询气象学家(CCM)项目、加拿大专业气象学家(PMet)认证以及英国皇家气象学会特许气象学家(CMet)项目。资格认证对于法院气象学家来说是非常重要的,因为它表示通过了同行的认可并且是值得信赖的。现在,已经有越来越多的委托人要求必须是经过认证的气象学家才能加入他们的诉讼团队。