

Reprint 1035

利用閃電數據監測暴雨發展的個案分析

梁偉鴻 & 楊賀基

第 29 屆中國氣象學會年會

中國瀋陽，2012 年 9 月 12-14 日

利用闪电数据监测暴雨发展的个案分析

梁伟鸿 杨贺基

香港天文台

摘 要

香港天文台于 2005 年设立闪电定位系统，监测香港及其邻近地区的闪电活动。近年各地的研究指出，闪电次数的变化与雷暴或对流系统的发展有一定的关系。本文分析了闪电定位系统的数据，进行应用于监测香港暴雨发展的研究。初步结果显示，闪电数据在临近预报的应用有进一步发展的空间，透过监察闪电次数的变化，有助预报员掌握雷暴的发展。

关键词：闪电，暴雨，临近预报，闪电密度。

1. 引言

2005 年香港天文台与广东省气象局和澳门地球物理暨气象局合作建立了一套闪电定位系统，二十四小时不停地监测珠江三角洲的闪电活动。到 2011 年，闪电定位系统已发展至六个闪电探测站，分别位于香港的春坎角、尖鼻咀、沙头角、澳门的氹仔、广东的三水和惠东(图 1)。闪电探测仪的型号是 Vaisala IMPACT ESP[1]。系统提供的数据包括闪电发生的时间、位置、类型（云地闪及云闪）、电极及峰值电流等数据。



图一 香港天文台与广东省气象局和澳门地球物理暨气象局合作建立闪电定位系统的闪电探测站位置。

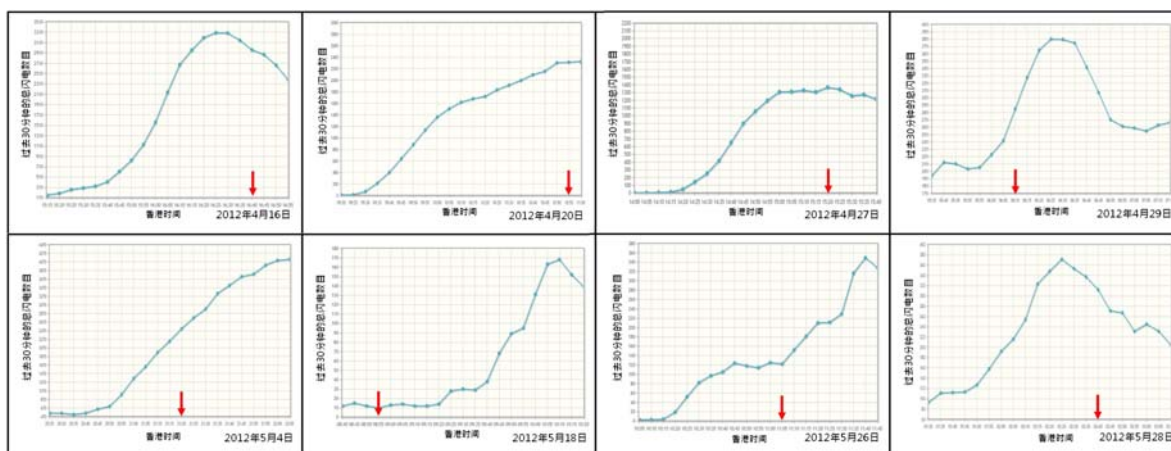
近年随着闪电探测技术的发展，世界各地所建立的闪电定位系统探测范围及效率逐渐增加，闪电数据应用于监察恶劣天气也渐趋普及[2]。国内外的研究([3]和[4])均指出，云闪通常较云地闪早数分钟至十多分钟发生，而且次数较云地闪为多。另外，总闪电次数(即云地闪及云闪的总数)的变化速率与雷暴或对流系统的发展有密切的关系。在雷暴发展的初期，闪电总数在短时间内迅速增加，反映雷暴正在增强，随后往往伴随着恶劣天气如大雨、冰雹、甚至龙卷风的发生。闪电总数的变化，有可能为预报员提供恶劣天气临近预报的重要信息。

在香港，暴雨的发展、移动与消散时间上非常迅速，空间上可能只影响局部地区，而且引发暴雨的机制多变和复杂[5]，暴雨预报往往是一项极大的挑战。本文根据2012年4 - 5月香港发生的暴雨个案，总结利用闪电数据监察对流系统发展的经验，目的是为未来进一步开发预报工具提供有用的参考数据。

2. 分析方法及个案讨论

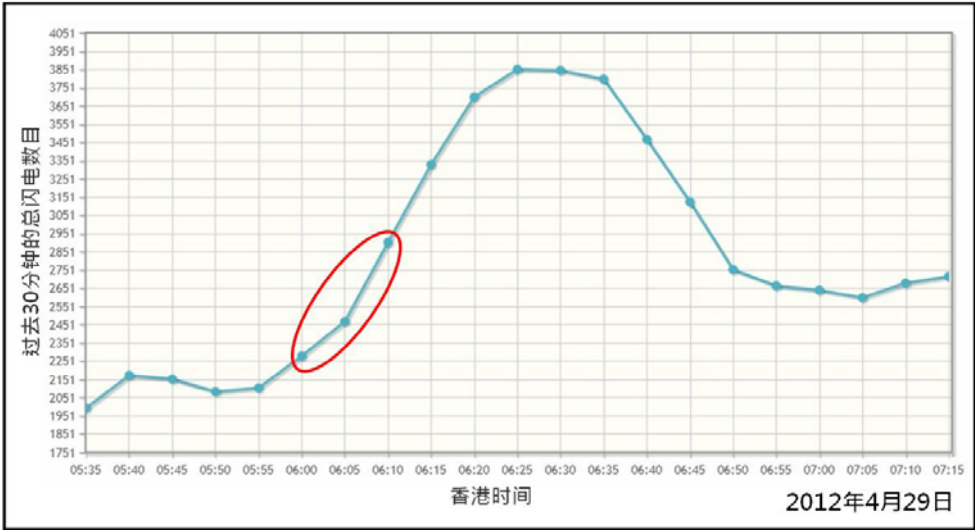
根据文献[4]的研究结果，闪电总数在恶劣天气发生前通常会在短时间内显著上升。基于类似的考虑，我们尝试在暴雨个案中寻求相关闪电次数变化的特征。研究范围是香港100公里方格内过去30分钟的闪电总数。在这范围内，云对地闪电探测效率普遍超过90%，而云间闪电探测效率则介乎10%至50%之间。

从闪电总数随时间变化的图表，我们可以判断闪电次数显著增加的时间(图二)。在2012年4 - 5月期间香港天文台发出暴雨警告的八个案例中[6]，除了5月18日的个案外，其它七个案例都在暴雨警告信号发出之前，闪电总数在短时间内出现显著增加的情况，其中五个案例的闪电数目在十分钟内增加超过四百次。

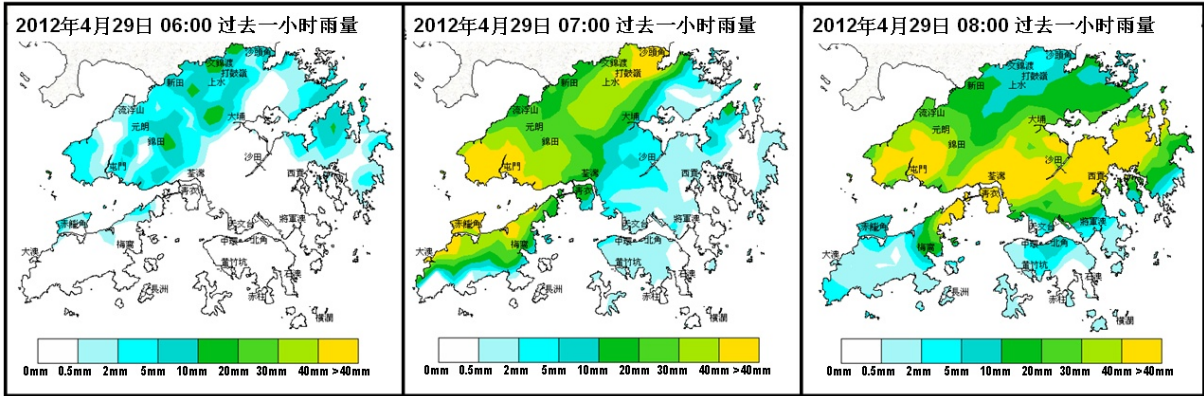


图二 2012年4 - 5月期间八个暴雨个案的闪电总数变化。红色箭咀所示是当时香港天文台发出黄色暴雨警告信号的时间。

我们引用其中一个个案，进一步说明闪电数据在暴雨临近预报方面的应用。2012 年 4 月 29 日早上，一个强雷雨区从香港以西逐渐移近。图三显示闪电总数当天上午 6 时正至 6 时 10 分期间显着上升，反映雷暴正在增强。天文台于 6 时 10 分发出黄色暴雨警告信号。随后一两小时，香港继续受雷雨影响，广泛地区录得每小时超过 30 毫米的雨量，部分地区的每小时雨量更超过 50 毫米(图四)。

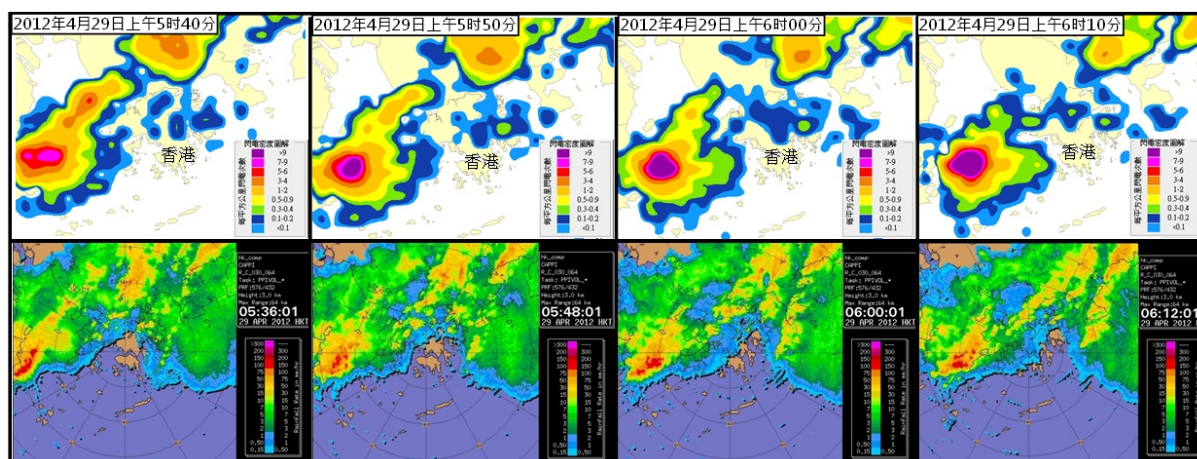


图三 2012 年 4 月 29 日早上的闪电总数变化。闪电总数在上午 6 时正至 6 时 10 分期间显著上升（红圈所示）。



图四 2012 年 4 月 29 日上午 6 时至 8 时期间的过去一小时雨量分布。

除了闪电总数外，利用闪电密度也可以监察雷暴的发展。图五是 4 月 29 日上午 5 时 40 分至 6 时 10 分时段内每隔 10 分钟的总闪电密度图，显示过去 30 分钟每平方公里内的闪电次数。图中闪电密度区域的位置和覆盖范围与雷达回波颇为相似，而位于香港以西的闪电密度在这段期间也显着增加，表示雷暴进一步增强。



图五 2012年4月29日上午5时40分至6时10分期间的过去30分钟总闪电密度图(上排)及当时的雷达图像(下排)。位于香港以西的闪电密度在这段期间显着增加，雷达图像也显示雷暴进一步增强。

3. 总结

本文分析了香港2012年4-5月的暴雨个案，显示闪电数据的变化大致反映雷暴的发展情况，在大雨影响香港之前闪电总数普遍会在短时间内显着上升。根据这个观测，将来可以进一步对闪电数据进行统计分析，建立客观指标，量化闪电总数变化的准则，以支援大雨预警的工作。透过监察闪电总数的变化，加上闪电密度图的应用，再配合雷达图像分析，亦可以更有效地监测雷暴的发展。另外，由于闪电数据每分钟便可更新，比起雷达图像每六分钟更新一次更为频密，在华南地区应用闪电数据作为临近预报的手段有潜在的发展空间，值得进一步探讨。

鸣谢

作者感谢马伟民先生和黎守德先生对文章的宝贵意见。

参考文献

- [1] Vaisala, 2004: IMPACT ESP Model 141-TESP User's Guide Version 1.3, Vaisala Oyj, Helsinki, Finland.
- [2] Demetriades N.W., D.E. Buechler, C.B. Darden, G.R. Patrick and A. Makela, 2008: VHF Total Lightning Mapping Data Use for Thunderstorm Nowcasting at Weather Forecast Office. Third Conference on Meteorological Application of Lightning Data, New Orleans, LA, January, 2008.
- [3] 沈永海、苏德斌、刘锦丽、段树、吕达仁、王振会, 2010: 北京夏季强雷暴降水回波结构与闪电特征个例分析, 大气科学学报, 第33卷第5期, 2010年10月。

[4] Darden, C.B., D.J. Nadler, J. Burks, G.T. Stano and D.E. Buechler, 2010: Total Lightning Information: An Operational Perspective. 21st International Lightning Detection Conference. Florida, U.S.A., April 2010.

[5] Wai, M.K., T. Welsh and W.M. Ma, 1995: The Timing and Distribution of Summer Convective Rainfall over Hong Kong and South China. Hong Kong Meteorological Society Bulletin Vol.5, No.2, 1995.

[6] 香港天文台网页，警告及信号数据库：http://www.weather.gov.hk/wxinfo/climat/warndb/warndb3_c.shtml