

本刊记者/李娜

中国大陆首报别样巨大喷流

人们对于雷电的认知,大多停留在自然界各种伴随雷暴出现的放电现象。但是还有一类放电现象不为人所知——它们发生在雷暴云(产生雷暴的积雨云)上方,其放电高度甚至可以达到电离层,会对空间安全产生重要影响。巨大喷流(gigantic jet)就是这类放电现象中的一种。最近,中国大陆地区首次报道了巨大喷流事件,科研人员在研究过程中还发现,此次报道的巨大喷流事件与已有报道存在着十分有趣的不同现象。

大陆地区首次报道

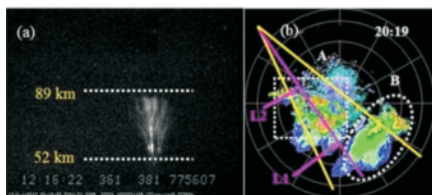
发生在雷暴云上方的放电现象不仅有不同形态,而且还有非常可爱的名字,比如红色精灵(sprite)、淘气精灵(elves)、蓝色喷流(blue jet)和巨大喷流等。据了解,红色精灵和淘气精灵是科学家根据它们捉摸不定的特征而命名的;蓝色喷流和巨大喷流则是根据它们的形态特征来命名的。这些放电现象持续时间极短,因此又统称为瞬态发光事件,巨大喷流现象作为其中之一,此前曾在波多黎各、台湾吕宋岛地区等地被记录过,但是它发生的概率很低。资料显示,台湾 FORMOSAT II 卫星上搭载的 ISUAL 探测设备,在 2004 年 7 月到 2007 年 6 月期间共探测到 5434 例淘气精灵,633 例红色精灵,但巨大喷流则仅观测到 13 例。

此次中国大陆地区首次报道的巨大喷流事件,由中国科学院大气物理研究所的副研究员杨静与山东省气象科学研究所正研级高级工程师冯桂力合作完成。他们报道的巨大喷流事件,记录于 2010 年 8 月 12 日的山东地区。经过观测、分析,杨、冯的研究结果以“中国大陆地区雷暴上方的巨大喷流”为题,发表在《科学通报》2012 年第 34 期上。

杨静等研究发现,他们在山东观测到的巨大喷流属于树状,放电顶端高度达到 89km,产生巨大喷流的雷暴中心大致位于 35.6°N,119.8°E。以往,巨大喷流观测个例基本都分布于热带、亚热带或者冬季

雷暴上空,而此次在山东观测到的巨大喷流则位于中纬度地区,也是迄今观测到的距离赤道最远、发生在夏季雷暴上方的巨大喷流。

杨静告诉《科技导报》,台湾成功大学的 Chou J K 等人曾利用台湾 ISUAL 的观测数据,将巨大喷流分为 3 种类型:第一种类型的形态特征演变分为 3 个阶段:先导喷流、发展完整的喷流和尾随喷流。第二种类型起始阶段与蓝色喷流类似,然后向上发展到低电离层高度,这种类型的巨大喷流发光较弱,目前倾向于认为这类放电是正极性放电。第三种类型的巨大喷流紧随闪电发生并出现在闪电附近,其亮度介于第一种类型和第二种类型之间。据此,杨静等人推测此次在山东记录到的巨大喷流属于第一种类型,且在巨大喷流发生前后,雷暴内存在很强的对流活动。



(a) 杨静等观测到的巨大喷流图像;
(b) 同时观测的两个雷暴云 A、B,其中雷暴云 A 产生了巨大喷流,雷暴云 B 则产生了 5 次红色精灵;图中两条黄线为观测系统视野,玫红色线为巨大喷流所在的方位角。

与以往不同的发现

在观测过程中,杨静和冯桂力发现除了巨大喷流在中国大陆中纬度地区非常少见之外,还发现了一些其他更为有趣的新现象。

此前众多研究结果显示,同一个雷暴既能产生巨大喷流,又能产生红色精灵,而此次研究者发现,在山东地区观测到两个雷暴产生了两类不同的放电事件:一个雷暴只产生了 1 次巨大喷流;而另外一个雷暴则产生了 5 次红色精灵。另外,已有的研究结果显示,巨大喷流产生前后正地

闪占主导,本次研究结果则显示,在巨大喷流产生前后负地闪占主导,而且负地闪在整个雷暴过程中占主导。据杨静介绍,正负地闪转移的电荷属性不同,正地闪是将雷暴云中的正电荷转移到地面,负地闪则是将雷暴云中的负电荷转移到地面。

杨静等认为,这些差异性表明了产生巨大喷流雷暴的雷电活动特征存在多样性,这项研究丰富了对已有产生巨大喷流雷暴的认识,也是对台湾卫星观测结果的有益补充。不过,巨大喷流作为刚发现不久的一类放电事件,由于目前观测个例较少,人们对与其相关的许多科学问题还未有清晰认识,比如巨大喷流区域大气的电离程度如何? 3 类巨大喷流的形成条件是什么? 为何巨大喷流有树状和葡萄状等不同形态? 这些都是重要的、尚待解决的基本科学问题。

杨静向《科技导报》介绍,巨大喷流这类放电事件能将几十甚至上百库仑的电荷从雷暴云转移到电离层,远大于普通地闪向地面转移的电荷量,对电离层电位有直接影响,因此研究巨大喷流这类放电事件将为全球大气电路模型提供必要的输入参量。杨静说,所谓全球大气电路模型是指,电离层(带正电荷)和大地(带负电荷)形成一个球形电容器,中间充满了具有弱导电性的大气介质,全球雷暴活动相当于一个发电机,向上连接电离层,向下连接导电大地,从而维持了全球大气电路的平衡。

巨大喷流这类放电事件,除了对全球大气电路模型具有重要意义之外,还对空间安全有重要应用价值。据介绍,一次巨大喷流释放的能量有几十兆焦耳之多,将对飞行在临近空间内的飞行器构成严重威胁;同时,这一能量将导致巨大喷流区域内的大气产生剧烈的化学反应,进而导致该区域内大气物理环境的很大改变。杨静表示,今后将通过观测数据分析和理论研究相结合的方法,对发生在雷暴云上方的这类放电现象开展深入研究。■