

谈谈球状闪电

毛节泰

(北京大学地球物理系)

根据1984年9月25日北京晚报报道：“河北发生罕见雷电击人事件。九月十三日下午五时许，河北省肥乡县大寺二村贾朝元和贾雨同时被雷电击死。当时五十三岁的农民贾朝元和其子贾社平正在村北地里拉玉米。父子俩几乎同时发现一个直径约一尺左右的红火球向他们撞来，贾朝元前胸遭受火球轰击，立即死亡。贾社平被摔出一丈远。与此同时，二十一岁农民贾雨，正在家中冲门的椅子上坐着，一火球从门而入，立即将贾雨击死，并将其屋角击毁。贾雨的外祖母被巨响震聋。村中另外还有正在收看的四台电视机，两台开动的电动机，一台正在广播的扩大器被击毁。”

新闻报道当然不同于科学调查报告，但是它向人们提出一个科学问题，即球状闪电是什么。

球状闪电，这个在雷暴时出现的闪闪发光的東西，有时是燃烧着的火球，这是一个长达两个世纪之久的难题。由于球状闪电出现的次数既少又不规律，使得对一般闪电能进行很多定量观测的研究方法都不敷应用。即使是有关球状闪电的照相记录，至今也很少成功，而且争议都很大。所以球状闪电虽然近在咫尺，有时还伤毙人畜，但我们对它的了解既不如一般的雷电现象(从弗兰克林的工作，即已弄清其基本过程)，也不如遥远的极光。

尽管对自然球状闪电所取得的定量测量数据极为稀少，但也还是积累了不少直观的资料。十九世纪，观测者们偶然记录了约一千起随机的观察结果。其中一半记载在普通的科学和气象文献中。二十世纪以来，报道更多一些。据报道，这种发光的火球通常总是和强雷暴及普通闪电一起出现，但和普通闪电不同，它在空气

中自由飘游的时间较长，常有1—5秒钟。有时火球还能自由地飘游进入室内，移动速度不太快。

火球一般是球状的，也有少数报道提到是球状的或由中心向外发射火花或射线。火球的平均直径约为25厘米，大多数在10—100厘米之间，其颜色类似于火焰或大气中放电的颜色。火球移动的路径遵循某些特定的规律。在地面附近出现的大多数球闪，其共同特点是沿着弯弯曲曲的路径飘移。在大多数情况下出现火球的同时还可听到嘶嘶声或爆裂声。许多火球不留痕迹地无声消失，但大多数在消失时伴有爆炸声。有些爆炸尽管响声震耳，但并不造成损害，而另一些却会造成破坏。

根据众多的报道和实际出现的破坏现象，可以认为球状闪电是一种客观存在的自然现象，而不是象某些人认为的光学幻觉。近年来一些学者根据报道中提到的各种事实，对球状闪电的能量进行了一些定量的估计。例如有一次球状闪电爆炸时将码头的一根木桩震裂成许多细长条，有人根据木桩的抗张强度算出，由于球闪释放的热量使木桩内部水分汽化膨胀，达到使木桩破裂所需的能量，从而估计球闪爆炸所释放的能量约为 1.3×10^5 焦耳^[1]。还有一次，火球在室内当事人衣服上烧了一个 4×11 厘米²不规则的洞。当火球击中她时，她用手去拂，手和腿因接触火球而发红。根据这种效应，估计火球的能量约为2—3千焦耳^[2]。

球状闪电比普通闪电有较长寿命这一事实提出了一个重要的问题。大部分有关球状闪电的理论首先都应当能解释这一现象。从一般的物理学知识可知，在空气中能自由飘游的高温物体，它能辐射出可见光的时间比球闪的寿命

要小几个数量级。例如根据核爆炸产生的大火球以及根据聚焦激光束放电产生的很小火球的估计,直径为10厘米的高能火球只能存在大约0.01秒^[3]。为了克服这一困难,提出了两种理论:一是认为这种火球的寿命是由于球体内一些特殊的过程而延长了的,其能源在球内部;一是认为有外界源不断地向火球提供能量,以维持火球的长寿命。主张第二种理论的人认为,球闪是近处雷暴电场把高频能量或宇宙线质粒汇集所致;也有人认为球状闪电是高导电率区内稳定电流汇集所致。主张第一种理论的人认为,球闪是内部发生化学反应的气泡,由一些处于被激发的亚稳态的尚未判明性质的分子组成;也有人认为球闪一般是由逆向旋转的涡环形等离子体所构成的。

球状闪电经常与普通闪电有联系这一观测事实,也给普通闪电产生球状闪电,或普通闪电转换为球状闪电的理论和实验提供了基础。

大电流放电的实验重现了闪电观测中一些感兴趣的现象。用供电时间短于0.5毫秒,电流高达一千安培的放电,可得到持续时间延长,强度增大的放电余辉^[4]。由于普通闪电的瞬间电流可达 10^5 安培,因此其放电余辉的持续时间和强度都可望更强。

上述种种理论都力图说明球状闪电表现出来的某些性质。但没有一个能给出全面的解释。更重要的是这些理论给出的结论很难和实际闪电的性质进行定量的比较。实际上到目前为止也没有足够的资料可供比较。因此今后对球状闪电研究的关键还是在于获取必要的观测资料,这种资料可以从自然界中获取,也可以考虑从模拟实验中取得(如果能进行这种模拟)。据报道,有人从北美洲大草原陨石测站网观测的十二万张闪电照片中,发现其中有几张明显地表明,球状闪电系由普通闪电的末端分离出来的,并且向着地面降落。这些照片是用周期性关闭快门的方法在夜间拍摄的。显然这是一项相当艰难的研究工作。

可以这样说,目前对球状闪电的研究最重要的是要知道如何才能得到答案,而不管这个答案究竟是什么。

参 考 文 献

- [1] P. D. Zimmerman, *Nature*, **228**(1970), 853.
 [2] M. Stenhoff, *Nature*, **260**(1976), 596.
 [3] P. L. Kapitsa, *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, **101**(1955), 245.
 [4] V. F. Minin and F. K. Baibulatov, *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, **188**(1969), 795.
-
- [6] G. Schmitt, *Verbesserung der Effektivitat der Radiologischen Tumorthherapie durch Schmere Teilchen*, (1982), (in press).
 [7] M. Catterall, D. K. Bewley, J. Sutherland, *Brit. Medical J.*, **1**(1977), 1642.
 [8] L. Cohen, *Ann. Rev. Biophys. Bioeng.*, **11**(1982), 359.
 [9] P. D. Kurup, *Radiation Therap Utilizing Fast Neutrons for Head and Neck Cancer*, (1982). (in press)
 [10] G. F. Laramore et al., *Cancer*, **51-2**(1983), 192.
 [11] M. Catterall, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, **8**(1982), 2141.
 [12] H. Tsunemoto, T. Arai's, S. Morita, T. Ishikawa, Y. Aoki, N. Takada, S. Kamata, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, **8**(1982), 2169.
 [13] G. Schmitt, W. Sanerwein, E. Scherer, *J. Eur. Radiotherapy*, **2**(1981), 119.
 [14] P. Morales, D. Hussey, M. Maor, D. Hamberger, A. Fletcher, J. Wharton, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, **7**(1981), 1533.

(上接第670页)

快中子不能创造奇迹,但它为放射肿瘤学领域提供了一种新方法,为抗癌增添了一件新武器。

参 考 文 献

- [1] 《实用肿瘤学》编辑委员会编,实用肿瘤学,人民卫生出版社,(1978), 4.
 [2] 顾本广,医用加速器国内外发展概况,北京医疗器械研究社出版,(1979),1.
 [3] G. E. Sheline, T. L. Phelipps, S. B. Field, J. T. Brennan, A. Raventos, *Am. J. Roentgenol.*, **111**(1971), 31.
 [4] M. Catterall, D. K. Bewley: *Fast Neutrons in the Treatment of Cancerous*, London. New York. Academic Press, Grune and Stratton, (1979), 8.
 [5] 朱育诚、孙岳,直线加速器技术及应用与束流测量及其控制技术学术交流会议论文集,中国粒子加速器学会出版,(1982), 7.