

雷电活动的单站定位问题

顾震潮

雷雨是一种对国民经济活动和人民生活影响很大的天气现象。它往往带来许多有危险性的天气，例如大风、暴雨、冰雹、龙卷风等等，而雷雨的雷电活动也是为害很多的。例如雷击不但威胁到人身安全，而且对电力网的输电线造成巨大损失，落雷着火也常常引起森林的火灾。即使在空中的雷电对航空活动也是一个很大的妨碍。此外，无线电通信也常常受到雷电产生的干扰。因此雷电活动的预报和探测往往是很重要的任务。如果由一个仪器在某个地点能够很快地定出 300—500 公里以内是否有雷暴活动，显然对于气象台的短期预报是很有用的。

到现在为止，雷电活动的预报主要是靠雷雨的预报来解决的。近年来我国的天气预报很有进步，雷雨预报的准确率也很有提高，但是由于对雷雨预报的要求比较高，比较细，一般的预报还并不能完全满足，因此，常常要求作不断的探测。例如为航空方面的需要，一般台站就有专门的危险天气观测和报告。

探测方面也有多种办法。一般台站的雷电观测虽然很有用处，但是单凭肉眼观测，不够具体细致（例如往往一、二百公里内都观测到雷暴，但实际上只是一小块雷雨云，

范围不大），而且也不能即刻得到外地报告。有了气象雷达之后，气象台常常用气象雷达来观测雷雨，上面这些缺点都没有了。但是，由雷达探测雷雨来了解雷电的活动还不是很好的办法，因为它还有好些别的缺点：1. 气象雷达看到的主要是比较大的水滴，是雨和云块，不容易直接看到雷电。实际上，我国干旱地区的雷暴虽然带来大风和雷电，却很少降水，云中水分看来也不多。即使雨大云浓，雷电也不一定很厉害；2. 雷达在山区容易被地形阻挡。目前虽然有微波接力系统可以把雷达安在山顶，但如果山很高很陡，安装或拆卸都还是不够方便的；3. 雷达总是比较贵重的，不能在需要的地方都设起雷达来；4. 雷达的制造和管理维护技术要求比较高；5. 雷达长途的运输转移不便。近年来把气象卫星所作的云的观测、雷达观测同大气雷电观测来比较已经发现，雷电活动回波位置以及云的分布并不完全一致，因此不能完全由雷达回波的情况来决定雷电活动的分布和强度。

实际上，雷电活动本身产生的电磁波还很强，因此，利用雷电电磁波直接测定雷电活动的位置和性质更为直接、更为方便。雷电电磁波的波段又十分宽广，长波部分比较

強，因此，在山区影响也小得多；长波的接受装置在技术上更为简单，在费用上也比较便宜。由于这些优点用雷电电磁波来进行雷电探测是比较现实的。

然而到目前为止，利用雷电电磁波进行雷电探测的工作局限于利用定向器确定雷电在什么方向，通过多站的同步定向观测来决定远距离以外的雷电位置。这就是所谓远程雷电定位。这种定位方法已有四十来年的历史。现在的远程雷电仪器可以探测到几千公里內的雷电活动，对于在探测无人地区如大洋上的雷雨活动是十分有用的，例如它可以用来帮助探测颶风的位置。但是，这类仪器还有很大的缺点。首先，各个测站之间需要专门的电台联系，以使观测同步和把观测结果汇总整理，这就费时费事，而比较缓慢，又不方便。看来，雷雨活动的雷电探测问题还远沒有解决。而对实际服务来说，雷电活动的单站定位即由一个测站的观测定出雷电活动的方位和距离是一个首先要解决的问题。其次，同步观测往往不容易做到。由于同时可以有許多地点发展雷暴，各站即使“同时”观测，测到的并不一定是同一个雷暴。这样，从各个测站记录作出的图解上，在各站所定雷暴方位的线并不能相交于一点，或者说，各线所围成的面积远大于仪器等误差所决定的范围，甚至有时还会形成假象，即看来已相交于一点，但各站定向所指的并不是同一个雷暴，因此这交点不是实际雷暴所在的地点。这种情况在测站附近有雷暴时更为常见。因此一般虽用四站（2—3千公里的基线）同时观测，能有三个站定出的方向线所得出交点的百分率，也只有30%左右。用200—300公里的基线，三个站同时观测时，如果这三角网在雷雨区（如江南夏季广泛的

气团雷雨区）以內，那末三站定出的方向线同时相交于一点的百分率可能不到20%。因此，原来只要观测十分钟的话，却要花上半小时至一个小时以上才能达到目的。就是从观测方面来说，也是效率比较低的方法。此外，极化或多种位相不同的电磁波同时进入时，都不能定出确实的方位。这些都是很有妨碍的缺点。

由单站观测定出雷雨活动的方位困难不大。因为在多站定位工作中用单站无线电定向方法，已经可以决定雷电活动的两个可能来向（相差180°），利用垂直天线和水平天线合成心脏形方向图调好相位等方法，进行单值定向还是可以做到的。但由单站决定雷电活动的距离就还没有很好解决。

最简单的方法是利用雷电的电磁波振幅或能量大小来定距离。雷电放电时云中异号电荷发生中和或把电荷输给地面，如果把雷电看成一个垂直方向的电偶极的偶极矩 P 的改变，那末大致在10公里以外电磁波可看成一个平面波，由此形成的电场改变是

$$E = \frac{P(t)}{r^3} + \frac{1}{cr^2} \frac{dP(t)}{dt} + \frac{1}{c^2r} \frac{d^2P}{dt^2} \quad (1)$$

或 $E = E_s + E_i + E_r$

r 是离偶极子的距离， c 是光速。对低频电波在近距离一、二百公里內 $E_s \equiv P(t)/r^3$ 是最大的，因此距离 $r \sim E_s^{-1/3}$ 。由这种原理，可以作单站定距的仪器，Kaiser^[1] 作了这种仪器（图1），接受到的电磁波强度分五档，各相当于20公里以內，40、80、150公里及大于300公里。仪器本身是一个雷电计数器，接收1—20千周的电波。实际上，300公里档已不好用。Ruhnke^[2] 用8档，每10db一级。这种办法实用上还是不太行。首先，

雷电放电强度不一，虽然一般已知道成对数正态的概率分布^[3]，但离散很大，±6db的还只占50%。即使 $r \sim E_r^{-1/3}$ ， r 仍有相当大的离散。短时间内作少数观测就定不下距离来。而且在理论上，在

$$r_c = c/2\pi f_c \quad (2)$$

的距离内，才能 $E_r > E_r$ 。在一、二百公里的距离内， $f_c \sim 250-500$ 周，实际上都用几千周到一、二十千周的波段，因此 $r \sim E^{-1/3}$ 的规律也不能用。据实验，这时候 $r \sim E^{-1/1.4}$ ，但看来还随 $P(t)$ 的具体情况而变，而每次

P 随 t 的变化是很不相同的。因此，这方法是不准确的。

最近Heydt等^[4]求出在一定距离外超过某一振幅 S 的闪电次数 N 随距离而减小的规律，

$$N(r) = N_0 \exp(-S/\Lambda(f \cdot r)) \quad (3)$$

$$\Lambda = \Delta f \cdot g(f) F(f \cdot r) \quad (4)$$

其中 g 是闪电振幅谱， Δf 是频宽，而 F 表示这频率的电波随 r 而变的一个函数。定出 Λ ，记下 N 后可以求出距离 r 。据说时间约花半小时，测定距离的误差只10%。实际上，这方法仍是由某频率电波振幅的统计特性来定距离，能否正确到10%还是问题。

除了波幅之外，还可利用波形随距离的改变来定距离。这方面最简单的是利用游离层反射的方法。对于低频电磁波来说，地面和游离层都是良好的反射体，因此它们形成一个波导。雷电电波逐次反射路径长短各有不同。在测站收到不反射和各次反射的雷电电波后，就可由简单的几何关系从游离层高度来定出雷电离测站的距离(图2)。原理与由不同的地震波(如 p, s 波)来定震源距离相似。实际使用时一般需要多级反射的电波才能定得精确。依Schonland，取 p, q 是脉冲序次， $T_1 = t_q - t_p$ 是这两次脉冲相隔距离， H 是游离层高度， c 是光速，那末

$$D = \sqrt{\left[\frac{4h^2(q^2 - p^2) - c^2 T_1^2}{2c T_1} \right]^2 - 4p^2 h^2} \quad (5)$$

这方法很大的缺点是，由于游离层特征变化大，不容易得到游离层反射的良好波形。白天雷暴多而白天游离层电子浓度不大，电波反射差，夏天雷暴多，而夏天游离层性能更坏。即使在冬季晚间也只剩一小半(5-10%)反射波是清楚可用的^[5]。其次，距离太远太近(200公里以内)都不能观测，应用



图1 Kober 仪器

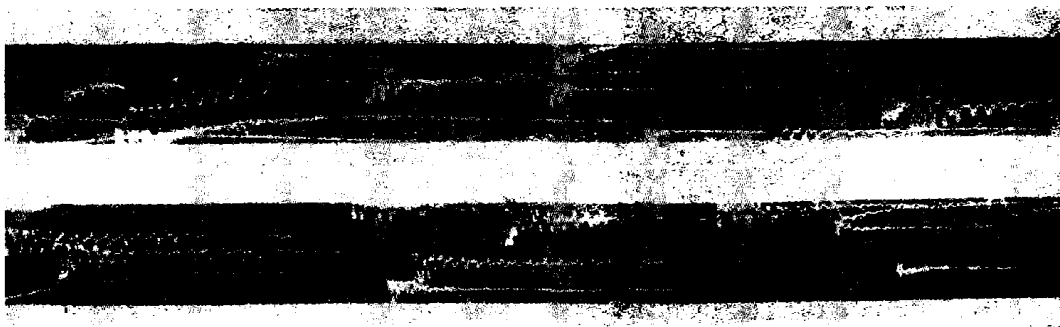


图2 Skeib 等的波形记录器及记录

的范围有限(1,000 公里以外),所以实用上不便发展成一个仪器来用。

由于雷电电磁波各频段传播情况不同,雷电电磁波整个波形随距离而改变。实际上几百公里内波形变化就非常明显。这性质也可用来定距离。根据波导型(mode)理论可以知道 $f^{2.3} \frac{d\phi(f)}{df}$ 与距离 r 成线性正比。佐尾和夫^[6]根据 Norinder 的数据算得 $f^{1.9} \frac{d\phi(f)}{df}$ 与 r 成线性正比。但对 1—3 千公里的距离离散度大到 $\sigma = 230$ 公里,而且所用数据不多,还不能作为定论。 f 的方次 1.9 更可能不是一个稳定的数值。对于一千公里以内的雷电,这种关系是否适用还没有数据实际证明。因

此,这个可能的途径还有许多问题。

用振幅分布(谱)的变化来定距离是另一个可能性。观测证明,各波段的振幅分布改变很大,而几千周的几个频率的相对振幅与距离有正比关系^[7],某些观测中还发现^[8]40 周到 16 千周中振幅分布中的几个最强分量的频率也是随距离成比例地改变的。虽然这都是有望加以利用的,但这些改变中自然也包括了介质(空气)吸收和与 r 成反比关系的振幅减弱。这些关系是否稳定,有没有地方性和季节性还要作大量的观测才能证明。

还有一种可能性是利用频散效应。频散指的是不同频率的电波传播速度不同。在大气中频率一千周以下的电波传速比几千周或

几十千周的电波要慢不少。天电主振荡到达后一段时间才有慢的尾振到达。因此可以利用这尾振到达时间落后多少来定雷电距离。正象 Pierce^[7] 所指出, 这种时间上的落后与传播距离虽然大致成线性正比, 但比例系数离散很大, 看来不但有昼夜的变化, 并且也有季节和地理位置的变化, 因此, 实际使用上也就不方便, 也不易准确。一千公里以内尾振落后时间太短, 更不合用。

此外, 最近据说有人用某种没说清楚的原理制成雷电单站定位仪器^[9](图 3), 但没有具体原理方案的论述, 因此还不能了解是否合乎实用。

总起来看, 以上各种途径有下面几个问题:

1. 缺少各季各地雷电电磁波传播的大量观测, 包括雷电源位置已知时不同距离上的同时观测, 因此实际规律的稳定性、离散性还不十分清楚。

2. 不同波谱在传播中可能发生的变化还缺少理论上的详细分析, 因而各因子的具体影响没有弄清楚, 少数的经验数据也无法解释使用。

3. 除了游离层反射这种方法外, 通过传播距离发生作用的因子太多, 与距离的关系看来比较复杂。

4. 由于雷电电磁波在不同距离段上有不同的距离效应, 一定要针对不同探测距离分别采取不同的雷电定距方法。

就已知的雷电特征来说, 单站定位的方法应该注意选取合适的可能途径。逐次之间变化太大的特征不能用来作定位探测, 象雷电偶极矩变化幅度是逐次不同的, 雷电用强度来定距离就不精确。同样传播过程中的吸收作用可能受当地位置和地形等和大气状况的影响比较大, 因此利用吸收作用的途径(例如用振幅频谱中最强分量频率的改变), 就不大合适。有吸收作用的频段(如 5 千周左右的)也要避免。传播速度一般受介质影响比较少一些, 因此利用传播速度、频散(不一定用慢的尾振)等似乎更好一些。

电磁波中不同成分(E , 等)随距离反比的不同方次, 看来值得注意利用, 这是一个明确而肯定的关系。

为了提高效率, 最好一个观测就能作一次距离测定, 而不用大量观测的统计值来决定。因为除了雷电计数之外, 观测都比较费时。

看来, 目前有一些途径是值得探索的, 在 100 多公里以内, 闪电波形随距离的变化十分明显, 因而可以采用 Appleton^[10] 那样简单的看波形来定距离的办法(但同时要定出方位以便决定位置)。这往往可以直接看出, 但选取几个频波比较更好。

到现在为止, 单站定位问题还没有得到解决。单站定位的途径方案还没有落实。实用仪器还没有*。由于大气现象的复杂性, 就是仪器作成以后, 也得经过长时间的试测, 进一步了解雷电电磁波在当地大气中传播的

* 就最近单站定位工作方面的进展^[11]来看, 仍是如此。

具体特征，同时还得进行雷电电磁波有关特征的一些观测才能更好地肯定所用方法是否合适，以解决这一连串可能出现的具体定位技术问题。而且还得在当地建立小范围的多站雷电定位（“远程雷电”）网，与单站定位工作进行同步观测，才能确定仪器可用的程度。因此即使在方案肯定以后，单站定位问题的实际解决也还有许多工作需要我们去完成。

[1] Kaiser H., Schulze H., *Zeits. Met.*, 14, 50—55

- (1960).
- [2] Ruhnke L., *J. App. Met.*, 1, 544—547 (1962).
- [3] Hörner E., *Proc. Radio Eng.*, 1960.
- [4] Heydt G., Volland H., *J. Atmo. Terr. Phy.*, 26, 779—783 (1964).
- [5] Skeib, G. 等, *Abh. Met. Hydrol. Dierstes. DDR*, No. 48 (Bd. 7), 51, 1958.
- [6] Sao K., *J. Atmo. Terr. Phy.*, 24, 993—997 (1962).
- [7] Pierce E. T., *Vistas in Astronomy*, II, 850—855 (1956).
- [8] Chapman F. 等, *Nature*, 172, 495—496 (1953).
- [9] *Bull. Amer. Met. Soc.*, 45, 505 (1964).
- [10] Appleton E. 等, *Proc. Roy. Soc. A.*, 158, 1—22 (1937).
- [11] Hörner E., *Advances in Radio Research*, 2, 122—204 (1964).

二巯基丁二酸銻鈉(Sb-58)治疗日本 血吸虫病的研究进展

徐日光 陈名刚

(中国医学科学院寄生虫病研究所)

1957年中国科学院药物研究所在硫醇銻化合物研究中找出二巯基丁二酸銻鈉（简称硫銻鈉或Sb-58）。小白鼠毒性试验结果，其毒性仅为吐酒石的1/50左右，对实验性血吸虫病有显著的疗效，且可以肌肉注射，遂推荐于临床试用^[1,2]。1958年开始，中国医学科学院寄生虫病研究所等单位以Sb-58三天与十二天等疗法，对一千余例不同类型血吸虫病患者治疗的观察结果表明，Sb-58的稳定度尚可改进，其疗效不亚于吐酒石，且可以肌肉注射^[3-5]。1959年浙江农业科学

院畜牧兽医研究所等单位进行了以Sb-58治疗耕牛血吸虫病的试验。受试耕牛对药物耐受良好，影响使役较轻，并有肯定的疗效^[6-8]。本文将Sb-58历年来的研究进展加以分析整理，就其合成、药理、临床研究与耕牛血吸虫病治疗等作一综合介绍。

药物化学研究

巯基化合物为重金属的解毒剂，对于銻剂中毒具有良好的解毒作用，其中以二巯基丁二酸鈉的解毒效力最强，能促进机体內銻