

北京地区雷电定位系统场地 误差及其结构分析*

陈明理 刘欣生 郭昌明

(中国科学院兰州高原大气物理研究所, 730000)

提 要

本文利用1988、1989两年北京地区雷电定位系统(LLS)探测到的雷电资料,采用作者在文献[10]中提出的参数化方法,分别计算了该系统中各定向仪(DF)的场地误差曲线。结果表明,场地误差曲线不仅是测量方位角的偶周期函数,而且包含着奇周期的成份,同时还表明,同一场地具有相对稳定的误差曲线。

文中还讨论了场地误差产生的原因,并首次提出偶极辐射是产生场地误差的主要原因的观点,推导出了它可能产生的场地误差的函数形式。用此理论可很好地解释实际计算出的各站场地误差曲线的结构特征。

关键词:雷电定位, 场地误差, 偶极辐射。

1 引 言

微型计算机的发明和人们对闪电辐射场波形特征的全面了解,导致了70年代后期交叉环磁天线雷电定向仪(DF)的出现,同时由多个DF组成的雷电定位系统(LLS)也就产生了(Krider et al., 1976)^[1]。目前,这种系统覆盖着北美的大部分地区及其它一些国家的雷暴多发地带^[2-6],用于监测云-地闪电的发生时间、地点、强度、回击数及放电极性参数。我国一些单位也引进了这种系统。但是,实际运行发现,这种系统因安装场地不理想会有较大的定位误差,即“场地误差”,大大降低了探测资料的可靠信。

“场地误差”一般由两部分组成。一部分是因DF本身磁天线方位安装不正而引起的“旋转误差”,它是常数。另一部分则是因DF场地周围环境而引起的误差,这一部分误差是随测量角变化的,即为方位角的函数。早期的无线电定位工作者们曾对此类情形进行过研究^[7,8],认为场地误差的函数形式为偶周期的正弦函数之和的形式,但后续工作并未证明这一点,相反,却发现它也包含着奇周期的成份^[9,10]。

本文利用我所1988和1989两个夏季在北京雷电探测网中记录到的资料,采用作者在文献[10]中提出的参数化方法计算出了这两年LLS网络中各DF站的场地误差曲线。每

* 1990年6月23日收到原稿, 1990年10月18日收到最后修改稿。该文是“国家七·五”攻关资助项目。

个站两年误差曲线的对比表明场地误差基本不随时间变化,只是方位角的函数。通过对误差曲线的傅里叶结构分析,发现场地周围导体的电偶极和磁偶极辐射可能是产生场地误差的主要原因,并由此可从理论上解释场地误差的一般的结构特征。

2 资料的获取及误差计算方法

2.1 资料的获取

为了配合进行国家七五攻关项目“京津冀地区中尺度实验基地的研究”,兰州高原大气物理所于1988年夏季在北京地区建立了一个雷电定位系统(LLS)。此系统由三台雷电定向仪(DF)和一台中心位置分析仪(PA)组成(参看图1)。三台DF分别设在国家气象局(以下简称NMB)、昌平县气象台(CPM)和顺义县气象台(简称SYM)。PA则安装在国家气象局内。当雷电发生时,三个

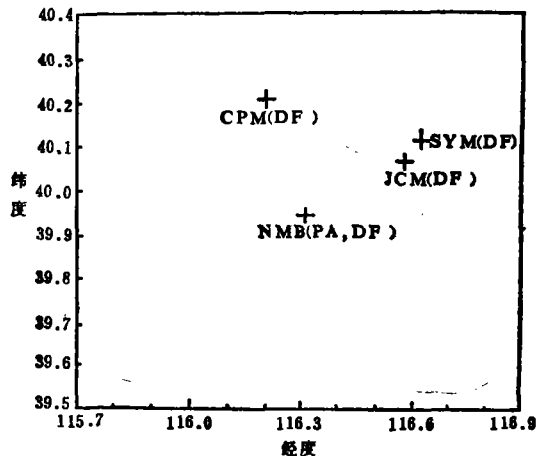


图1 雷电定位系统分布图

站的DF便将探测到的闪电方位角等资料通过有线或无线通讯方式传到PA, PA接到数据后就按内部设置的程序进行处理,得出闪电的位置、强度、回击数、极性及其发生时间等信息,并实时地在一微机终端上显示出来。这些信息还同时地打印和记录在专配的设备上。1988年,此系统从7月23日至9月7日共记录到闪电上万次,其中三站记录闪电4900个,可用于场地误差的计算。

鉴于SYM站电力供应不正常,1989年夏天DF站的布置做了调整,即SYM站搬到了首都机场气象台(简称JCM),其它站未动。此年夏季6月30到9月13日共记录到闪电约13600多个,其中三站同时记录上的闪电为4500个。

2.2 计算方法简介

作者在文献[10]中提出了一种计算场地误差的方法。假定第*i*个DF具有下列形式的场地误差,

$$\beta_i(\theta_{ij}) = a_{i0} + \sum_{k=1}^{N_k} a_{ik} \cdot \sin(k\theta_{ij} + \varphi_{ik}) \quad (1)$$

其中, θ_{ij} 为第*i*个DF测到的第*j*个闪电的方位角, a_{i0} , a_{ik} 和 φ_{ik} 为一组常数。那么,任一闪电在第*i*个DF站的“真实”方位角(带有随机误差 E_{ij})为,

$$\alpha_{ij} = \beta_i(\theta_{ij}) + \theta_{ij} \pm E_{ij} \quad (2)$$

根据球面三角关系及 Orville (1987)^[6] 本征值优化方法可求出有随机误差时闪电优化位置P,且此位置到每个方位角线(α_{ij} 与DF之连线)的垂直大圆距离之平方和具有最小

值 Q_i ,

$$\begin{aligned} Q_i &= Q_i(\beta_i(\theta_{ij}), \theta_{ij}) \\ &= Q_i(a_{ik}, a_{im}, \varphi_{in}, Q_{ik}) \end{aligned} \quad (3)$$

其中, $i=1, \dots, N_{df}$ (N_{df} 为DF数), $k=1, \dots, N_b$ (N_b 为最高阶数)。它为测量角及场地误差系数之函数。一个合理的误差曲线应使所有闪电样本之 Q_i 值之和为最小。因此, 在 θ_{ij} 已知的情况下, 利用一定的高维极值问题的数学处理方法通过极小化 $\sum_{i=1}^{N_i} Q_i$ 便可求得式(1)中各参变量来, 从而确定出各DF站的场地误差曲线来。这里 N_i 为闪电样本数。

3 计算结果及理论分析

3.1 偶极辐射理论

产生场地误差的原因是很复杂的。目前人们普遍认为场地周围附近范围内各种导体对入射场的反射及受激辐射是产生场地误差的主要原因。当这些因素随时间没有变化时, 场地误差也将不随时间变化。尽管误差来源很复杂, 但在雷电辐射场的主频段内主要以下列三种方式来产生误差: 电偶极辐射、磁偶极辐射、反射。由于反射具有很强的方向性, 因而对误差函数的贡献远不及前两种情形。为了分析和说明下面的场地误差的计算结果, 这里详细分析一下电偶极和磁偶极辐射可能产生的误差函数形式。

假定在一DF磁天线的 φ_1 方位上离天线不远处有一导体, 它同时具有电偶极和磁偶极特性。对一般的云地放电所引起的电磁辐射场, 它受激再辐射的能力可用两个参数来描述: 一是由电偶极辐射引起的增益系数, 记为 A_1 , 定义为再辐射场与入射场幅值之比; 另一个则是磁偶极增益系数, 记为 B , 定义为磁偶极辐射与入射场幅值之比。如果有一闪电发生在DF站的 α 方位, 测量角为 θ , 可以证明如上导体所产生的场地误差 β 具有下列函数形式(参看附录),

$$\begin{aligned} \beta &= \alpha - \theta \quad (\text{单位: 弧度}) \\ &= \frac{A_1}{A_3} \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{A_2}{2} \right)^{n-1} \left[A_1 A_4^{\frac{1}{2}} \cdot \sin((2n-1)\theta + \varphi_{1n}) + A_2 A_5^{\frac{1}{2}} \cdot \sin(2n\theta + \varphi_{2n}) \right] - A_0 \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{这里,} \quad A_0 &= A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2), & A_2 &= B \sin(\varphi_2 - \varphi_1) / 2, \\ A_3 &= 1 - \frac{1}{4} A_1^2, & A_4 &= 1 + \frac{1}{4} A_1^2 + A_2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2), \\ A_5 &= A_3 + A_1^2, & \varphi_{1n} &= n\pi + \varphi_1, \\ \varphi_{2n} &= n\pi + \varphi_2; & r &= 90^\circ - \varphi_1 - \varphi_2, \\ \text{tg } \varphi_3 &= - \frac{\sin(r + \varphi_1) + (A_2 \sin \varphi_1) / 2}{\cos(r + \varphi_1) - (A_2 \cos \varphi_1) / 2} \\ \text{tg } \varphi_4 &= - A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) / A_3 \end{aligned}$$

其中 φ_2 为磁偶极方向与DF正北向的夹角。 A_1 及 A_2 为小于1的常数。

一般地, 场地误差由多个这样的导体所引起, 其总的误差形式仍保持式(4)的所有

特点。由式(4)可以看出,从理论上讲,这样的导体所产生的场地误差具有下列特征:

- 1) 函数为奇偶周期三角函数之和形式,且随阶数的升高以 $A_2/2$ 倍递减。
- 2) 奇周期项是电偶极辐射的主要表现项,偶周期则只与磁偶极辐射有关。

当然,由于较大范围内地理环境对闪电辐射场传播的影响及小范围内导体对入射波的反射也产生一定的误差,因而使得实际误差并不完全与式(4)之特征相一致,但将基本相一致。下面的实际计算结果将说明这一点。

3.2 计算结果及理论分析

利用北京雷电定位系统1988—1989两年的三站雷电定位资料,取式(1)中 Nh 为8,分别计算了该系统网络中各DF站的场地误差曲线。下面一一做以分析。

3.2.1 国家气象局 DF 站

DF磁天线放在一4层楼顶的平台上的一个小阁楼顶上。阁楼顶平台约 9 m^2 ,四周有铁栅栏。主楼顶周围也为铁栅栏所包围。此楼四周为北京市区密集的建筑群。求出的场地误差曲线(不包含常数项 a_{10})如图2a所示。其中横坐标为测量角,纵坐标为场地误差。正如我们所料想的,这个站具有最大的场地误差,最大时可达 $\pm 8^\circ$ 。两年的曲线相似性表明,此站的场地误差是基本稳定的。图2b是图2a中对应曲线的傅里叶谱分析图。图中横坐标为周期数,纵坐标为幅值,不难看出:(1)两曲线的基本结构组成是相似的,均以偶周期成份为主,而奇周期成份较小;(2)偶周期按2,4,6的次序递减,奇周期成份则按1,3,5的次序递减。结合前小节的理论,可以说此站的误差是一个典型的以磁偶极辐射为主,以电偶极辐射为次的误差函数形式。这些误差源可能与DF站周围的铁栅栏有关。

反映旋转误差的常数项 a_{10} (式(1)中的第1项)的值表明,1988年夏天DF磁天线有较大的偏差,正北向偏东 2.3° ,而1989年的结果表明此站1989年之磁天线对得很准。事实是1988年夏天DF磁天线确实有明显的偏转。

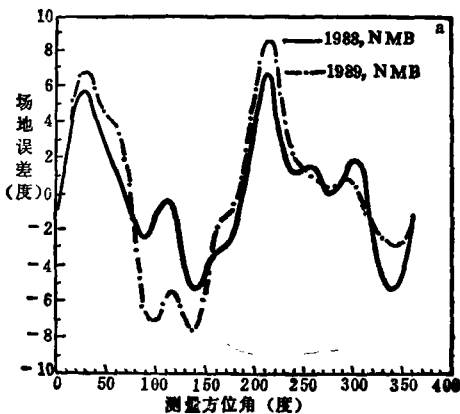


图2a NMB站DF的场地误差曲线。

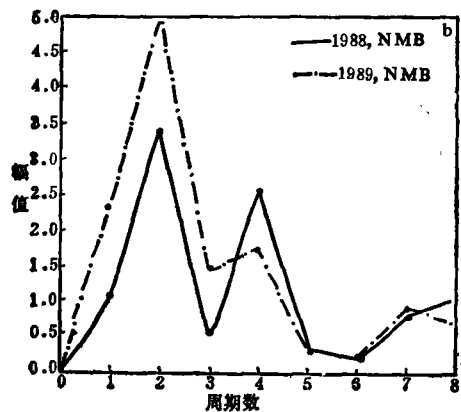


图2b NMB站场地误差曲线谱分布。

3.2.2 昌平气象台 DF 站

DF磁天线安装在一座二层楼顶上。其附近有气象观测用金属塔,正东约500 m左

右为昌平县城, 那里有大量的建筑物。其余大部分地带为开阔的田野。所求场地误差曲线如图3a所示。由图可以看出, 两年之误差曲线也是很相似的, 最大偏差都可达 $\pm 6^\circ$ 左右, 为4个站中第二大误差站。从两年的谱特征(参看图3b)来看, 主要以偶周期成份为主, 且大小次序均为2, 4, 6, 8, 可解释为典型的磁偶极辐射的结果。另外, 奇周期虽然小于偶周期的成份, 但比起NMB站中奇周期成份却没小多少, 说明这两站的电偶极辐射情况相类似。奇周期的大小次序也基本为1, 3, 5, 7的顺序, 与前小节的理论预言基本一致。求得的旋转误差值(式(1)中常数项的值)1988年为 -0.5° , 1989年为 -0.1° , 说明两年中DF磁天线均对得很准。

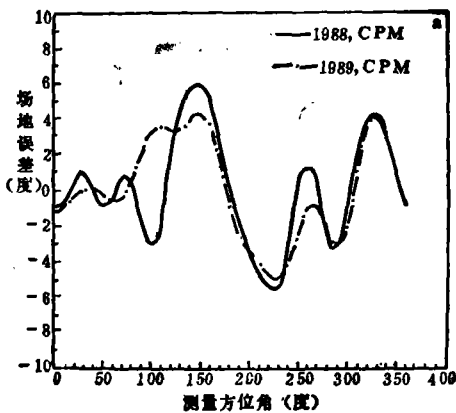


图3a CPM站DF的场地误差曲线

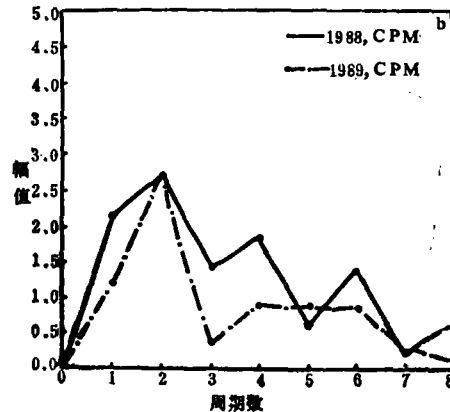


图3b CPM站误差曲线的谱分布

3.2.3 顺义气象台和首都机场DF站

1988年, 我们有一台DF放在顺义县气象站内一个2层楼顶上。在离楼不远处(大约100m)为一3.5万伏的高压线和几个大油罐, 其余大部分为平坦地面。此站的场地误差曲线为图4a中实线所示。由图可知, 此站之场地误差为4个站中最小的, 最大偏差仅为 $\pm 3^\circ$, 图4b中实线为其误差曲线的傅里叶分析图。结构分析表明, 此站的场地误差中偶周期成份很小, 而奇周期成份则相对大些, 说明磁偶极辐射不是此站主要的误差来源。也正因为没有强的磁偶极辐射才使得此站的误差总和为最小。

1989年, 此台QF被搬至首都机场, 置于一5层楼顶之上。其周围有一些不规则的导体。离DF站不远(约500m)有机场跑道及一些楼房。图4a中虚线为此站的场地误差曲线, 而图4b中虚线为此误差曲线的傅里叶分析图。可以看出JCM站的场地误差为第三大场地误差站, 最大偏差可达 $\pm 5^\circ$ 左右。其偶周期成份也明显大于奇周期成份, 并且以2, 4, 6, 8的周期序列递减, 是典型的磁偶极辐射所致。另外, JCM站和SYM站的场地误差虽然不同, 但其中的奇周期成份所占大小及大小次序十分一致, 且不符合电偶极子辐射所致场地误差的规律。由于这两个站唯一共同之环境是不同方位闪电的辐射场要传至这两个站所经过的路径大致相同。因此, 可以猜想, 两站误差曲线中奇周期的相似性可能与较大范围内地理环境对辐射场传输的影响(如衰减、反射等)有关。好在这类误差往往不大。

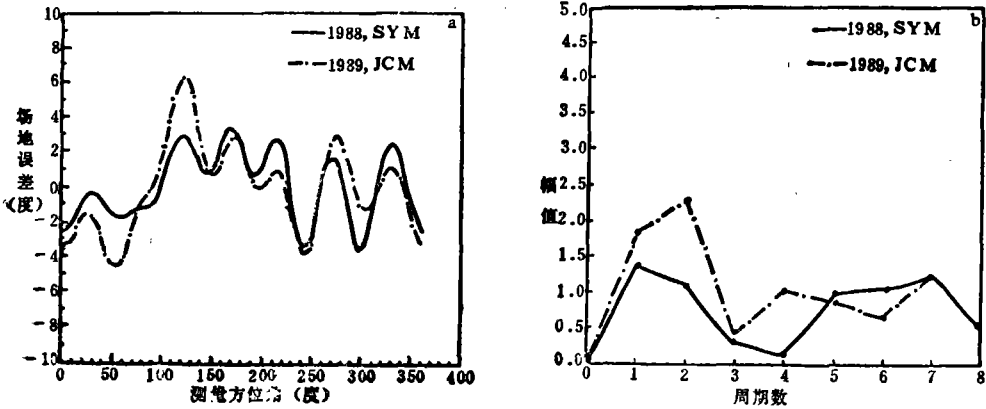


图4a SYM站和JCM站DF的场地误差曲线 图4b 对应于图4a中各曲线的傅里叶谱分布图

注意图 2a, 3a 我们还会发现,这两站两年的误差曲线在 80 — 140° 的区间内有较明显的差别,这是由于所用资料样本点的空间不均匀性引起的。1988年,由于天气的原因在此 LLS系统的东偏南方向记录到的雷电较少,而1989年则多一些。因此,由于权重不一样而有一定的计算误差。

4 讨论及结论

通过理论与实际计算结果的对比分析,可得出以下几点结论:

- 1)不同的 DF 站因场地环境的不同而具有不同的场地误差曲线。同一站两年的误差曲线的相似性表明,场地误差具有时间稳定性,从而给场地误差的订正提供了依据。
- 2)偶极辐射可能是产生场地误差的主要原因。磁偶极辐射主要以偶周期形式出现,而电偶极辐射所产生的场地误差则表现为奇周期项。
- 3)磁偶极辐射可能是产生大场地误差的主要因素。注意到凡是较大的场地误差中场含有大量的偶周期成份,且场地误差幅度越大,所含偶周期成份也越高,我们不难推断出磁偶极辐射是产生较大场地误差的根源。因此,所有具有磁偶极特性的金属物体应是DF场地选择时尽量避开的物体,而地下管道、电力线等水平非闭环或半闭环类导体则影响不大。

附录

一般导体引起的场地误差

如图 5 所示,假定在 DF 磁天线附近有一导体,它的电偶极辐射增益系数为 A_1 ,磁偶极辐射所产生的增益系数为 B_1 。此导体处在 DF 天线的 φ_1 方位上,它的磁偶极方向(图中 \vec{n} 方向)与 DF 磁天线正北向交角为 φ_1 。如果在 α 方位远处有一闪电发生 DF 测量角为 θ ,那么由此所产生的场地误差可推导如下,

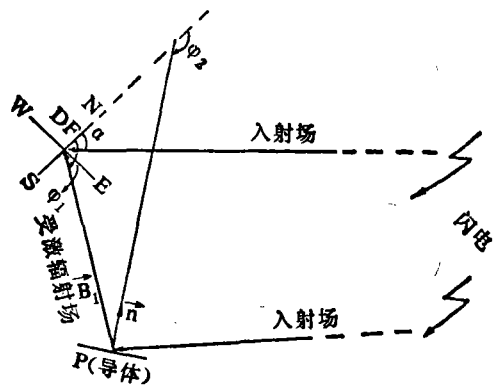


图 5 偶极子产生场地误差的分标示意图

设入射场强度为 1, 那么, 因源场而 DF 磁天线在南北环上测到的分量为 $\cos \alpha$, 因电偶极辐射而在南北向得到的额外分量为 $A_1 \cdot \cos \varphi_1$, 因磁偶极辐射而增加的分量为 $\beta \cdot \cos(\alpha - \varphi_2 + 90^\circ) \cdot \cos(90^\circ - \varphi_2 + \varphi_1) \cdot \cos \varphi_1$, 因此, DF 磁天线上南北环上实际接收到的分量为,

$$NS = \cos \alpha + A_1 \cdot \cos \varphi_1 + B \cdot \cos(\alpha - \varphi_2 + 90^\circ) \cdot \cos(90^\circ - \varphi_2 + \varphi_1) \cdot \cos \varphi_1 \quad (1)$$

同样, DF 天线东西环上的实际分量为,

$$EW = \sin \alpha + A_1 \cdot \sin \varphi_1 + B \cdot \cos(\alpha - \varphi_2 + 90^\circ) \cdot \cos(90^\circ - \varphi_2 + \varphi_1) \cdot \sin \varphi_1 \quad (2)$$

根据 DF 的定向原理, 实际测量方向 θ 为,

$$\operatorname{ctg} \theta = \frac{NS}{EW} \quad (3)$$

记 $r = 90^\circ - \varphi_1 - \varphi_2$, $A_2 = B \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_1) / 2$, $\beta = \alpha - \theta$, 将式(1)及(2)代入式(3)并化简可得

$$\sin \beta = A_1 \cdot \sin(\theta - \varphi_1) + A_2 \cdot [\sin(2\theta + r + \beta) - \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta)] \quad (4)$$

因 $\beta \ll 1$ (用弧度表示), 式(4)可进一步简化

$$\beta = A_1 \cdot \sin(\theta - \varphi_1) + A_2 \cdot \sin(2\theta + r) + A_2 \cdot \cos(2\theta + r) \cdot \beta - A_2 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta) \quad (5)$$

为了得出 β 的级数近似解, 特做如下处理。首先, 把式(5)代入式(5)右边的 β 项中, 整理得,

$$\begin{aligned} \beta = & \frac{A_2^2}{2} \beta - A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta) + A_1 [\sin(\theta - \varphi_1) - \frac{A_2}{2} \sin(\theta + r + \varphi_1)] \\ & + A_2 [\sin(2\theta + r) - A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta) \cdot \cos(2\theta + r)] + \frac{A_1 A_2}{2} [\sin(3\theta + \gamma - \varphi_1)] \\ & + \frac{A_2^2}{2} [\sin(4\theta + 2\gamma) + \cos(4\theta + 2\gamma) \cdot \beta] \end{aligned} \quad (6)$$

再将式(5)代入式(6)中最后一项整理可得

$$\begin{aligned} \beta = & \frac{A_2^2}{2} \beta - A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta) + A_1 [\sin(\theta - \varphi_1) - \frac{A_2}{2} \sin(\theta + r + \varphi_1)] \\ & + A_2 [(1 - \frac{A_2^2}{4}) \sin(2\theta + r) + (-\frac{A_2^2}{4} \beta - A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta)) \cdot \cos(2\theta + r)] \\ & + \frac{A_1 A_2}{2} [\sin(3\theta + \gamma - \varphi_1) - \frac{A_2}{2} \sin(3\theta + 2\gamma + \varphi_1)] \\ & + \frac{A_2^2}{2} [\sin(4\theta + 2\gamma) - A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta) \cdot \cos(4\theta + 2\gamma)] \\ & + \frac{A_1 A_2^2}{4} [\sin(5\theta + 2\gamma - \varphi_1)] + \frac{A_2^3}{4} [\sin(6\theta + 3\gamma) + \cos(6\theta + 3\gamma) \cdot \beta] \end{aligned} \quad (7)$$

如此反复将式(5)代入所得新式中的最高阶项中, 并整理可得

$$\begin{aligned} (1 - \frac{A_2^2}{4}) \cdot \beta = & A_2^2 \cdot \beta / 4 - A_2 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta) \\ & + \sum_{n=1}^{\infty} (A_2/2)^{n-1} \cdot [A_1 \cdot (\sin(2n-1)\theta + (n-1)\gamma - \varphi_1) - A_2/2 \cdot \sin((2n-1)\theta + n\gamma + \varphi_1)] \\ & + A_2 \cdot ((1 - \frac{A_2^2}{4}) - \sin(2n\theta + n\gamma) + (-\frac{A_2^2}{4} \beta - A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta)) \cdot \cos(2n\theta + n\gamma)] \end{aligned} \quad (8)$$

又取,

$$\begin{aligned}\cos(\varphi_1 - \varphi_2 + \beta) &\approx \cos(\varphi_1 - \varphi_2) - \sin(\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \beta \\ \beta &\approx A_1 \sin(\theta - \varphi_1) + A_2 \sin(2\theta + \gamma) - A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)\end{aligned}$$

代入式(8)右边,并整理得

$$\begin{aligned}\beta &= \frac{A_2}{A_1} \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} (A_2/2)^{n-1} \cdot [A_1 \cdot (\sin((2n-1)\theta + (n-1)\gamma - \varphi_1) - \frac{A_2}{2} \sin((2n-1)\theta + n\gamma + \varphi_1)) \right. \\ &\quad \left. + A_2 \cdot (A_1 \cdot \sin(2n\theta + n\gamma) - A_2 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \cos(2n\theta + n\gamma)) - A_2 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_2) \right\} \quad (9) \\ \text{这里, } A_0 &= 1 - \frac{A_2^2}{4}, \quad A_n = 1 + \frac{A_2^2}{4} + A_2 \cdot \sin(\varphi_1 - \varphi_2), \quad \text{式(9)可继续化简}\end{aligned}$$

$$\beta = \alpha - \theta$$

$$= \frac{A_2}{A_1} \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{A_2}{2}\right)^{n-1} [A_1 A_n^{\frac{1}{2}} \cdot \sin((2n-1)\theta + \varphi_{1n}) + A_2 A_n^{\frac{1}{2}} \cdot \sin(2n\theta + \varphi_{2n})] - A_0 \right\} \quad (10)$$

其中,

$$A_0 = A_2 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_2), \quad A_n = A_2^2 + A_0^2$$

$$\varphi_{1n} = n\gamma + \varphi_1, \quad \varphi_{2n} = n\gamma + \varphi_2$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = - \frac{\sin(\gamma + \varphi_1) + \frac{A_2}{2} \cdot \sin \varphi_1}{\cos(\gamma + \varphi_1) - \frac{A_2}{2} \cdot \cos \varphi_1}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = - \frac{A_0}{A_2}$$

式(10)即为一般导体因偶极辐射而产生的场地误差的函数形式。

参 考 文 献

- [1] Krider E P, Noggle R C, Uman M A. A gated, wide band magnetic direction finder for lightning return strokes. *J Applied Meteor*, 1976, 15, 301-306.
- [2] Krider E P, Noggle R C, Pifer A E, Vance D L. Lightning direction-finding system for forest fire detection. *Bull Amer Meteor Soc*, 1980, 61, 980-986.
- [3] Israelsson S, Pislser E, Enayatollah M A. On the occurrence of cloud-to-ground flashes in southern Sweden, presented at VII International Conference on Atmospheric Electricity, Albany, NY, published by American Meteorological Society, Boston, Mass., 1984.
- [4] Israelsson S, Pislser E, Schutte T. The use of an automatic lightning location system in Sweden. Report Uppsala University, Institute of High Voltage Research, January 1985.
- [5] Mach D M, Mac Gorman D R, Rust W D, Arnold R T. Site errors and detection efficiency in a magnetic direction-finder network for locating lightning strokes to ground. *J Atmos Oceanic Technol*, 1986, 3, 67-74.
- [6] Orville R E, Henderson R W, Bosart L F. An east coast lightning detection network. *Bull Amer Meteor Soc*, 1983, 64, 1029-1037.
- [7] Smith-Rose R L. A study of radio direction finding. *Radio Research Board Special Report No. 5*, H. M. Stationary Office (Great Britain), 1929.
- [8] Keen R. *Wireless Direction Finding*. (3rd Ed.), Iliffe and Sons Ltd., London, 1938.
- [9] Schutte T, Pislser E, Israelsson S. A new method for the measurement of the site errors of a lightning direction-finder. Description and the first results. *J Atmos Oceanic Technol*, 1987, 4, 305-311.
- [10] 陈明理等. 确定雷电定位系统场地误差的参数化方法. *高原气象*, 1990, 9(3),

SITE ERRORS AND ITS STRUCTURE OF A LIGHTNING LOCATING SYSTEM IN BEIJING REGION

Chen Mingli Liu Xinsheng Cuo Changming
(Lanzhou Institute of Plateau Atmospheric Physics, 730000)

Abstract

Using a parameterization method of site errors estimation in lightning locating system(LLS)and the real data observed by a LLS consisted of three direction finders (DFs) in Beijing region, the site error correction curves for all DFs for 1988 and 1989 respectively are obtained. The result shows that the curves, as a function of measured bearing, not only include the even-sinusoidal component but also the odd one. It also indicates that the site error correction curves are stable via time. For discussion, we propose that the stimulated radiation of dipole is probably the dominant factor which can produce serious site errors, and a mathematics model for site errors due to dipole radiation is developed, This model can be used to explain reasonably the characteristics of structure of site errors.

Key words, Lightning location, Site error, Dipole radiation.