



联一个4.7K的可变电阻，使电流起始值稳定在30 μ A，让电流表指针有回旋的余地；电表接在电源上时，电表并联一段电阻丝，使电流起始值稳定在100 μ A。上述联结的电表，在电压一定（6V），接收波段一定（400米或570米附近选择无电台广播波段处）的条件下，电流表的电流数值就只随传来的电磁波的强弱而变化。至于传来的电磁波是否为雷雨的电磁波，可以从喇叭传出的声音来判断。

如用“黄山3管”机改装，对于地方性雷雨，一般从浓积云阶段开始放电，以后随着积云的发展，电流的数值逐渐由30 μ A增至接近200 μ A或以上时，就可听到雷声、见到雨幡。强的雷雨电流数值可达300 μ A。判断雷雨

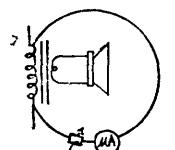


图1

图2

1968年安徽农学院遵照毛主席的教导，从合肥搬到农村，实行教学、生产、科研三结合。在教学与生产结合的过程中，遇到了天气预报这个问题。麦收时每天农场要脱粒小麦几万斤，迫切需要了解天气变化情况，特别是雷阵雨最易造成淋场，使小麦霉烂，并造成种子混杂。

为了努力结合生产做好服务工作，我们农学院与宿县地区气象局一起，进行了用半导体收音机改装简易雷雨探测仪的试验。

一、实验的设计

1. 雷雨强度与距离的探测

将测量范围为0—500 μ A的微安表，接在“黄山3管”（或6管）的收音机上。接法如图1及图2所示。电表接在输出变压器初级时，线路串

发展与否除考虑电流数值大小外，尚需考虑电流指针摆动的频率。当电流数值逐渐增大，频率也大时，表明此积云正处于发展阶段。至于是否测站有雷雨产生，还要配合其他条件作综合分析。当浓积云的电流数值很小时，一般预示云块开始消散。

对于系统性雷雨，一般在距测点400公里左右时，电流表指针开始摆动。电流数值在100 μ A以上时，雷雨距测点在200公里以内。测点有雷雨时，电流数值在200—300 μ A左右。因此雷雨距测点的远近与电流数值大小成正相关。雷雨的强度可通过连续观测电流数值的变化，并配合天气图雨区、雨量加以判别。

2. 雷雨的定向

磁性天线的方向是对称的，它的方向性用极坐标表示如图3，它的感应电动势为：

$$e_p = E_{mp} \cos \omega t \cos \varphi$$

$\varphi = 0^\circ, 180^\circ$ 时， e_p 绝对值最大，但符号相反；

$$\varphi = 90^\circ, 270^\circ$$
 时， $e_p = 0$

用磁性天线来探测雷雨，会有180°的误差。改进的办法是在磁性天线的基础上再加一根垂直天线。垂直天线感应的电动势是没有方向性的，如图4中虚线所示。合成的结果：在 $\varphi = 0^\circ$ 方向，相位相同，两天线感应电动势相加（称最大响点）；在 $\varphi = 180^\circ$ 方向，相位相反，两天线感应电动势相减，如果它们的振幅相等，就可以抵消掉了（称哑点）；而在 $\varphi = 90^\circ$ 及 $\varphi = 270^\circ$ 方向，磁性天线感应电动势为零，只剩下垂直天线的感应电动势。这就使接收机变成定向接收机了。

垂直天线的接法如图5所示。为更有效地做到定向接收，要使两天线上感应的电动势振幅相等。天线上的感应电动势的振幅为

$$E_{mA} = E_{mhe}$$

E_m 为接收点的电场强度的振幅， h_e 为天线的有效高度。在同一地点 E_m 是相同的。因此要使两天线上的感应电动势相等就是要使它们的有效高度相等。磁性天线的有效

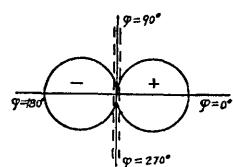


图3 磁性天线方向性图

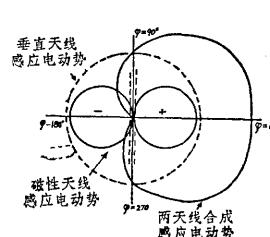


图4 两天线合成方向性图

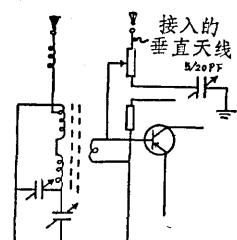


图5 垂直天线的接法

高度为

$$he_{\text{磁}} = \frac{\omega_0 \cdot NS}{C} \mu$$

ω_0 为角频率, S 为磁棒的面积, N 为线圈的圈数, μ 为磁棒的有效导磁系数, C 为光速。

垂直天线的有效高度为

$$he_{\text{直}} = \frac{L}{2}$$

L 为垂直天线的高度。

要使 $he_{\text{磁}} = he_{\text{直}}$, 可调节 L 的高度或线圈的圈数。

在试验中发现, 在垂直天线的可变电阻一端并联一个 5—20PF 的可变电容并接地, 调节可变电容, 可使定向效果更好。定向调节的顺序为: 接入垂直天线 —— 调节可变电阻 (先用 4.7K 电位器调节, 如电阻超出电位器的范围, 可以 100Ω 为单位逐渐增加, 由小到大进行调节, 这是调节的关键。) 在取得明显的方向性效果后 —— 调节垂直天线的高度, 当垂直天线的高度升高或降低都使哑点电流数值增强时, 天线高度即不再调节 —— 接可变电容进行调节。“黄山 3 管” 机试验时, 未接可变电容, 调节时哑点电流为 100—105μA, 接入可变电容调节后, 哑点电流数值为 100μA, 即指针不动, 而且喇叭也听不到声音。

试验结果如附表及图 6、图 7 所示。

两个方向性图与理论方向性图 (心脏形) 都有些不同, 但方向性的差异是十分明显的, 因此宜于用来作雷雨定向。

3. 波段的选择

检波性能好的收音机, 白天接收雷雨时可选用长波段, 但要避开电台的干扰。夜间可选在 535 千周附近, 该波段没有电台干扰, 白天也可用该波段接收。检波性能差的收音机, 夜间很难找到一个安静的波段, 电流表指针总是在摆动, 不宜用来改装。

4. 观测方法

(1) 考虑能有雷雨时及每次预报前开机并转动磁性天线寻找有无放电现象。为了定出雷雨的方向, 可用最大响点与哑点对比, 哑点的 180° 方向即雷雨方向。

(2) 用最大响点对准观测方向, 取 2 分钟、4 分钟或 6 分钟内 (视电表指针摆动快慢而定) 电表指针摆动的次数以及最大的电流数值, 取最大电流数值的方向为主要的雷雨方向。

(3) 连续观测 20—30 分钟, 看其变化趋势, 以后每隔半小时或

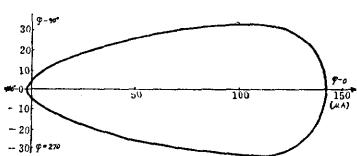


图 6 改装黄山 3 管机方向性图

附表 改装黄山 3 管机、黄山 6 管机试验数据

项 目	机 型	黄 山 3 管	黄 山 6 管
垂直天线高度	396.5cm	840cm	
调相电阻	4.7k + 3.75k	4.7k + 3.75k	
金属罩直径	8.5cm	7.0cm	
金属罩开口	0.1cm	0.05cm	
金属罩长度	13.8cm	12.3cm	
试验波长	江苏台	江苏台	
电 流	未加垂直天线 $\varphi = 0^\circ$ 加垂直天线 $\varphi = 0^\circ$	30~110μA 30~170μA	100~180μA 100~270μA
数 值	加垂直天线 $\varphi = 90^\circ$ 加垂直天线 $\varphi = 180^\circ$	30~35μA 30~35μA	100 μA

注 试验地点: 宿县紫芦湖。黄山 3 管按图 1 接法, 未接可变电容进行调节; 黄山 6 管按图 2 接法。

一小时观测一次。若能改用自己, 就更方便了。

二、原理的探讨

积云在发展过程中, 云内不断的产生电荷, 在云内、云与云之间、云与地面之间的电场不断加强起来。当电场达到一定强度时 (大约 100—150 千伏/米) 就产生云内和云与云之间的放电现象。当电场强度达到数千千伏/米时, 就引起云内、云与云之间及云与地面之间的强烈放电现象。在闪电的通路中产生高温 (1,500—2,000°C), 并在高压 (电花) 作用下, 空气和水汽分子分解形成气体爆炸, 因而产生雷。

当浓积云开始放电时, 就有电磁波向外传递, 此时仪器电流表指针开始摆动, 然后随云中电场加强放电开始强烈, 电流表的读数增加直到雷暴形成时该数最大。可以认为: 对于用“黄山 3 管”改装的仪器, 电流从 30μA 逐渐增至 200μA 附近是浓积云的量变阶段, 当电流在 200μA 以上时浓积云发生质变, 雷雨开始形成。

雷暴云中云滴起电和电荷分离的原因, 主要是上升气流对水滴冲击 (格泽呼斯效应), 以及冰晶间摩擦作用而发生的。云中电荷数量的多少是与上升气流强弱、空气中水汽含量多少密切相关的 (沙漠地区除外)。空气中上升气流较强, 水汽较丰富, 云中电荷积累的数量也较多, 电场也较强, 放电也就强烈。因此放电强烈标志着上升气流强烈, 水汽供应较充分, 积云正处于发展阶段, 未来可能发展成积雨云; 相反的, 当放电突然减弱, 或者本来就很弱, 这表明上升气流较弱, 或者水汽供应不充分, 甚至是下沉气流占优势, 因

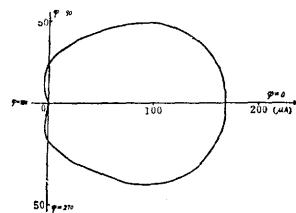


图 7 改装黄山 6 管机方向性图

而云块趋于消失。由于放电强弱和积云发展的趋势相关，能量在中波阶段也可考虑成正相关，因此，可以用电流数值的大小、单位时间摆动的次数及其变化作为预告雷雨的参考。

三、应用的情况

该仪器可以测出距测点400公里范围内雷雨的方向、大致的距离、移动的方向及相对的强度。对于系统性雷雨，一般可在来临前10小时发现。对中小范围的天气变化，它可弥补定时天气图之不足。将它配合天气图（或大台预报）及其他地方因子，则可提高雷雨预报的准确率。一般不会出现漏报，但要综合分析，以免出现空炮。

1973年起，在宿县地区九个台站、一个哨推广试验，已初步取得一些效果。现将实际应用情况举例说明如下。（例中都是使用改装3管黄山机。）

例1：1973年5月5日20时，700毫巴槽线在乌兰巴托、兰州、甘孜一线，308高压中心在长治，318高压中心在巴士海峡；6日02时雨区分别位于川东以及上海、南京、宜昌、柳州一线以南地区（见图8）。安徽、江苏两台预报：淮北地区6日多云转阴。

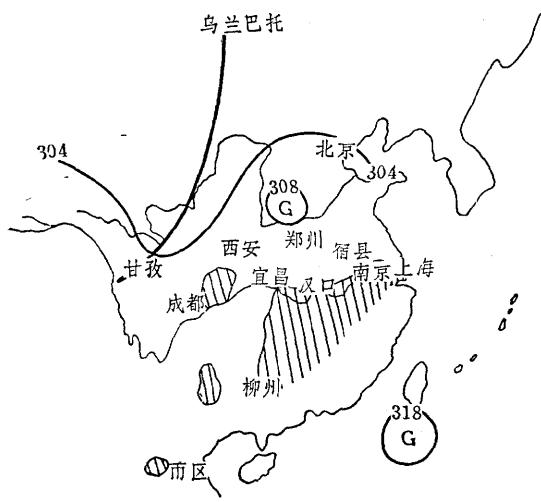


图8

测点（宿县紫芦湖）6日早上5时50分电流观测数值：西方、西南方、南方均为 $30-50\mu\text{A}$ 。按天气图形势，南方雨区距测点最近，西方雨区距测点最远，但三个方向观测数值相同。这表明西方、西南方雨区已发展起来，槽前的西南气流加强了。因此我们预报当天上午起多云转阴有雷阵雨。

实况是：早晨多云，然后西方云层逐渐加厚向东发展，10时闻雷，10时12分开始下小雨，10时45分小雨转阵雨，以后放电逐渐减弱。当天降雨25.7毫

米。

连续观测的电流记录如图9所示，该图表明随雷雨的来临，电流数值逐渐增大。也就是雷雨越近，电流数值越大。但电流强度与时间关系并不是直线的，这说明雷雨在移动的过程中是有变化的。

例2：1973年6月10日20时，700毫巴槽线在满洲里、北京、郑州、宜昌一线，11日2时地面图上冷锋位置在济南、宿县、霍山一线（见图10）。

10日槽前有一雷阵雨区自西南向东北移动，当接近测点时系统减弱，18时45分测点降小阵雨，21时而止，雨量0.1毫米。11日6时，天空密布层积云，但西北已露出青天，上空已转西北气流，槽线已经过境。安徽、江苏两台预报当天阴转多云。

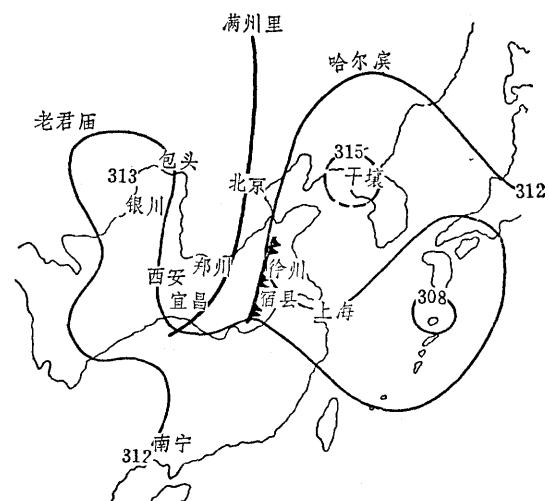


图10

测点（宿县紫芦湖）6时观测结果：东南方 $30-40\mu\text{A}$ ，西北方 $30-80\mu\text{A}$ 。东南方出现放电现象，表明槽前仍有雷雨，但已不会影响到测点。西北方放电现象这么强，表明已出现槽后雷雨，可能是槽后上空冷平流引起的。根据观测结果和测点天气情况，我们预报当天12时以前有雷阵雨。

实况是：8时50分，西北方电流 $30-160\mu\text{A}$ ，东南方天空出现浓积云，西北方天空出现淡积云；11时10分西北方电流 $30-180\mu\text{A}$ ，并出现积雨云顶部；11时40分西北方电流 $30-200\mu\text{A}$ ，闻雷；12时30分

（下转第11页）

(上接第21页)

降阵雨；13时雨止，雨量3.2毫米。

例3：1971年7月16日早晨晴天，农场晒了几万斤小麦。11时左右天空出现浓积云，农场同志要我们判断当天是否有雷阵雨？以确定早收场或晚收场。

11时到12时30分这段时间内，观测电流数值一直在 $30-32\mu A$

附近，电表指针摆动次数突然减少。当时气温还在上升，从地方热力条件看是有利于积云发展的，但积云不仅没有发展而且出现减弱现象，这说明当时高空条件不利于积云发展，结合当时天气形势，我们判断云层未来趋于消失，下午不会有雨。

结果下午4时左右云层全部消失，出现碧空。

注：该仪器所加垂直天线较高，需

加避雷装置。可装“真空避雷器”（天津市灯泡厂出品）避雷。

编者注：用简单的收音机加一些附件观测雷电，并结合天气形势和本站要素作雷雨补充预报，行之有效。但各站要注意积累资料，在实践中找出自己的指标。对于雷雨距离的估计、雷雨与冰雹的鉴别等问题，还需要在实践中进一步研究解决。