

电接风向风速计的基本原理

王金钊

电接风向风速计讲座是在中央气象局原观象台印发的“电接风向风速计”使用说明书（以下简称说明书）的基础上，对仪器的基本原理和维修作一些补充和解释。《气象》试刊第一期上已经讲解了电源部份和瞬时风速的测量，本讲继续对瞬时风向的测量、平均风速、风向的记录等基本原理作一些补充。

瞬时风向的测量

说明书第二章第一节的风向标部份（说明书第3页），和第二章第二节的瞬时风向指示部份（说明书第6页），都是讲瞬时风向测量的，要连起来看。这一部份原理比较简单，说明书叙述的也比较详细，这里不再赘述。

说明书图四画的是风向接触器（或风向转换器），其中4是风向电接簧片，其具体构造如本文图1所示。从图1可见，三个触头是被铆在同一个簧片上的，彼此之间是通电的。所以，在说明书图九中，用一个三角形表示。

平均风速的记录

见说明书第二章第一节风速表部分（说明书第2、3页，关于接点K_f的说明）和第二章第三节风速记录部份（说明书第7页）。这里仅就充放电原理和测量线路作些说明。

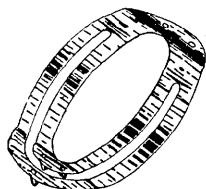


图1

1. 充放电原理

电容是电子设备中的基本元件之一，用符号+表示，电解质电容用+或⊕表示。电容的单位是法拉(F)、微法拉(μF)和微微法拉(PF)，而且 $1\mu F = \frac{1}{10^6} F$ ；

$$1 PF = \frac{1}{10^{12}} F.$$

在电接风向风速计的风向、风速记录部份里，各用一个电解质电容器。电解质电容器的特点是有正、负极性，使用时必须按照标定极性接，+接正，-接负，否则漏电严重，甚至可能损坏。

图2(A)画的是一个不带电的电容器C。把电池E经开关K₁、电阻R₁、电流表A，与电容C连接起来，如图2(B)所示。合上开关K₁，电池E就通过K₁、R₁、A，给电容C充电。充电电流i₁从电池的正极出来，经K₁、R₁、A和C到电池的负极，如图2(C)所示。

过程是这样的：K₁闭合的瞬间，电容器两端电压U_C=0（电容两端的电压不能突变），所以电池的电压都加到电阻R₁上，如R₁上的压降为U_{R1}，则

$$E = U_{R1} + U_C, \quad \therefore U_C = 0, \\ \therefore U_{R1} = E, \quad i_1 = \frac{U_{R1}}{R_1} = \frac{E}{R_1}.$$

可见，K₁闭合的瞬间充电电流最大。随着电流i₁的通过，在电容C的两个极板上分别积累着正电荷和负电荷，电容两端的电压也在逐渐增加，直到U_C=E。

这时因为 $E = U_{R1} + U_C$ ，
又 $E \approx U_C \quad \therefore U_{R1} \approx 0$ ，

$$i_1 = \frac{U_{R1}}{R_1} \approx 0$$

可见，充电过程完毕之后，电流等于零。

图2(D)画的是一个充了电的电容器，其一个极板带有正电荷，另一个极板带有负电荷。

放电过程是这样的：把充过电的电容，按图2(E)接起来。然后合上K₂，如图2(F)所示，电容器C就通过电流表A、放电电阻R₂、开关K₂放电。放电电流i₂从电容的正极出来，经过A、R₂和K₂，流到电容负极。在K₂闭合的瞬间，电容两端电压U_C(=E)都加到电阻R₂上，所以*i₂* = $\frac{U_C}{R_2}$ 。随着i₂的通过，电容极板上的正电荷不断地跑到另一个极板，与负电荷正负相销，电容两端电压U_C也在逐步下降，直到

$U_C \approx 0$ ，所以*i₂* = $\frac{U_C}{R_2} \approx 0$ 。放完电的电容就不带电了，如图2(G)所示。

把上面所说的综合起来，可以画成图2(H)的线路。合上开关K₁，电流表的指针马上偏转，然后回到零。打开K₁，合上K₂，电流表指针就会往与原来相反的方向偏转，然后又回到零。由此可见，在

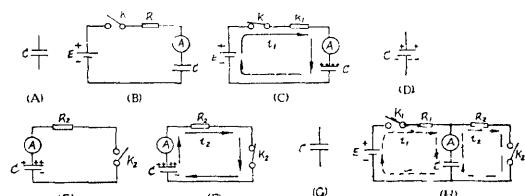


图2

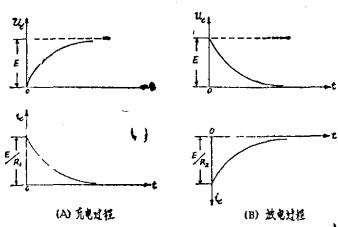


图 3

K_1 、 K_2 闭合后的短暂时间内，电容器中有电流流过。 K_1 合上后，电池通过电阻 R_1 对电容 C 充电；打开 K_1 ，再合上 K_2 ，电容 C 对电阻 R_2 放电。充放电过程中电容两端电压 U_C 和电流 I_1 、 I_2 随时间变化的规律，如图 3 所示。

表示充放电快慢的是时间常数 T ，它与电阻、电容的关系是： $T = R \cdot C$ ，电阻 R 的单位用欧姆，电容 C 的单位用法拉，则 T 的单位刚好是秒。可见， R 、 C 越大，充放电时间越长。

2. 测量线路说明

说明书中的图十是风速记录部份的线路图，为了便于理解图十，本文在图 4 中画了几个分解图。

首先，把电阻 R_2 与电解质电容 C 接起来，再接上电源。电源就会象图 4 (A) 画的那样，通过 R_2 对电容 C_2 充电，充电电流为 I_{10} 。当电容两端电压与电源电压相等时， $I_{10} = 0$ ，充电完毕。为了给 C_2 放电造成通路，我们从 R_2 与 C_2 之间引出一根线，接到中间继电器线圈 P_2 上， P_2

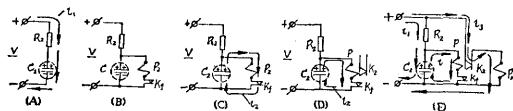


图 4

的另一端接风速表接点 K_f ，再接到电源负极，如图 4 (B) 所示。 K_f 不闭合， C_2 是无法放电的，而 K_f 是装在风速表内的常开接点，风杯每转 80 圈， K_f 闭合一次。见图 4 (C)，当 K_f 闭合时，电容 C_2 就通过 P_2 、 K_f 放电，放电电流 I_{10} 流过中间继电器线圈 P_2 。见图 4 (D)， P_2 是中间继电器线圈， K_2 是中间继电器上的一副常开接点。当放电电流 I_{10} 流过 P_2 时， K_2 就闭合。

中间继电器的构造，如说明书图二十三 B 所示。见图二十三 B 的内部原理图，当线圈 2 有电流流过时，就会吸动衔铁 4，于是顶头 6 就推动接点簧片 7，使之与静接点簧片 8 接触。这里的线圈 2，就是本文图 4 (D) 上的 P_2 ，而簧片 7、8，就是本文图 4 (D) 上的接点 K_2 。

综上所述，可以用图 4 (E) 作一个总结：电源通过 R_2 给 C_2 充电，充电电流为 I_{10} 。 K_f 闭合， C_2 对 P_2 放电。放电电流 I_{10} 流过 P_2 ，中间继电器动作， K_2 闭合。于是，接通主回路，电流 I_{10} 从电源正极出来，经 K_2 (注意， K_2 这时已经闭合)、 P_{11} 到电源负极。

见说明书图十一， P_{11} 就是该图的风速电磁铁线圈 1，当中有电流流过时，电磁铁就要动作，把棘轮拨过一个齿，使笔尖上升（或下降）记录纸风速标尺的三分之一格。

平均风向的记录

见说明书第二章第一节风向标部份（说明书第 3 页并参考本文图 1）及第二章第三节风向记录部份（说明书第

8 页）。这里仅就测量线路作些补充说明。

本文图 5 是平均风向的测量线路，与图 4 比较，两图的充放电部份完全一样，原理也相同，不再赘述。

图中 K_Z 是自记钟内接点，它受一个双头凸轮控制，而双头凸轮又装在钟机内五分钟一转的轴上，所以每二分半钟， K_Z 闭合一次。

这里只谈谈主回路的动作：当 K_1 闭合时，电流 I_{10} 从电源正极出来，经 K_1 ，流到八个风向电磁铁线圈的公共线 b_5 。这时流经哪一个（或两个）电磁铁线圈，取决于风向转换器触头的位置。在图 5 (A) 中，触头在一个方位铜块上，而且这一铜块是与 P_4 对应的。于是，电流流经 P_4 ，到方位铜块，经触头到外环，最后流到电源负极。电流流过 P_4 ，它就吸动衔铁，带动笔尖划一短线，在图 5 (B) 的情况下，由于触头跨在两个方位铜块上，电流就流经 P_4 、 P_5 ，到两个方位铜块，经触头到外环，再到电源负极。于是 P_4 、 P_5 动作，分别带动两个笔尖划线。

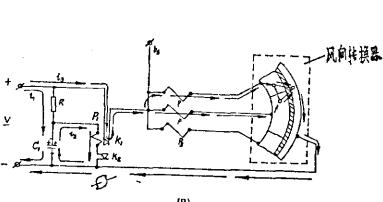
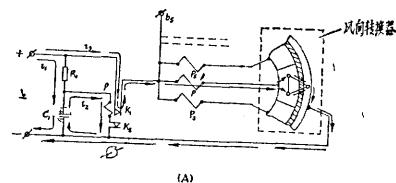


图 5