

$$= E_{AB}(t_1, t_0) + E_{BD}(t'_2, t_0) + E_{CA}(t_2, t_0)$$

由此产生的误差 δ_1 为

$$\begin{aligned} \delta_1 &= E - E_{AB}(t_1, t_0) \\ &= E_{BD}(t'_2, t_0) + E_{CA}(t_2, t_0) \end{aligned} \quad (25)$$

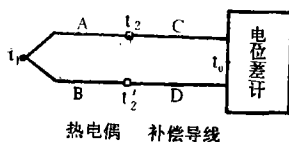


图 8

三、关于热电势计算的几点建议

我认为在计算热电势时，要注意使计算公式逐步统一，表达符号逐步一致，基本概念要清楚。本文所列举的各个公式可基本上解决所遇到的计算问题。为此，建议：

1. 热电势的符号，统一采用 $E_{AB}(t_1, t_0)$ 。如 LB-3 热电偶，工作端温度为 1000°C ，自由端温度为 30°C ，热电势应写为：

$$\begin{aligned} E_{LB}(1000, 30) &= E_{LB}(1000, 0) \\ &\quad - E_{LB}(30, 0) \\ &= 9.556 - 0.173 = 9.383 \text{ (毫伏)} \end{aligned}$$

如果在某个计算系统中，热电偶分度号是始终明确的，不会造成误解时，可以采用 E

(t_1, t_0) 而省去标脚 AB 等。

对于直接由热电偶分度表查出的对 0°C 的热电势，建议采用 $E_{AB}(t_1, 0)$ ，如 $E_{EU}(930, 0)$ 和 $E_{EA}(350, 0)$ ，而不要采用 $E_0(t_0)$ 、 E_{tD} 、 E_{tG} 、 $E_1(t_0)$ 、 E_t 等含义不清的符号。

2. 热电势基本公式统一采用

$$E_{AB}(t_1, t_0) = \int_{t_0}^{t_1} S_{AB} dt$$

式中， S_{AB} 为热电偶的热电势率，其数值是温度的函数，可参阅[4]。

3. 对于比较复杂的热电势系，建议以式(21)和式(22)为计算出发点，这样可能得到正确的结论。在计算热电势系数所产生的总电势时，最好不要采用诸如 $E_{ABC}(T, T_c)$ 、 $E_{ABC}(T, T_1, T_0)$ 等容易引起误解的符号。

参 考 资 料

- [1] 南京工学院无线电工程系《电子线路》编辑组编，电子线路，第一册，人民教育出版社，1979，第6~76页。
- [2] 《化工测量及调节仪表》编写组，化工测量仪表，上海人民出版社，1977，第218~220页。
- [3] 电机工程手册，机械工业出版社，1978，第44-18~44-19页。
- [4] 电机工程手册，机械工业出版社，1978，第13-48~13-49页。
- [5] 三〇四所主编，热电偶，国防工业出版社，1978，第20~37页，第153~157页。

微 流 量 测 定 仪

吴 凤 彩

(南京水科所)

一、问题的提出

潜水蒸发试验和土壤毛管水运动试验需要测量流量。过去采用众所周知的马里奥特容器(如图1)进行测量，但在实际使用中，由于水与马里奥特容器1斜口咀接触而存在表面张力的影响，恒水箱2中水位下降甚至达1厘米时，

容器中的水还不能自动地向恒水箱补给，只有恒水箱的水位有更大的下降时，空气才从容器斜口咀进入，容器中的水也才流到恒水箱中，同时，由于水流惯性，容器中水流出的量又往往超过恒水箱中水的损失量。因此，马里奥特容器不能满足微流量测定的要求。本文提出了一种微流量测定仪，来解决科学试验中微流量

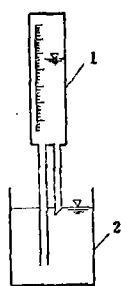


图 1

测定的问题。

二、仪器的设计原理

微流量测定仪的构造如图 2 所示，它由微流量测定仪器容器（以下简称容器）和恒水箱组成。仪器是根据容器的输气咀受力平衡的原理设计的。容器和恒水箱之间用橡皮管连通并装

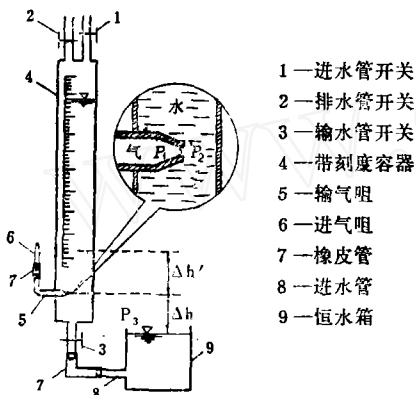


图 2

有一定量的水，分析输气咀小孔处液体受力的情况：与空气接触的输气咀小孔一侧为大气压强 p_0 ，与容器中水接触的输气咀小孔一侧的压强由容器中气压 p_1 、容器中水柱高 H 而产生的压强 γH (γ 为水的容重)、以及水在输气咀小孔上的表面张力所引起的负压 p_2 组成。如容器中水处于平衡状态，则输气咀小孔处液体受力平衡的条件是

$$p_0 - p_2 = p_1 + \gamma H \quad (1)$$

又如容器中水与恒水箱中水也处于平衡状态，则输气咀小孔处液体受力平衡的条件是

$$p_1 + \gamma H = p_0 - \gamma \Delta h \quad (2)$$

式中 Δh 为恒水箱水面与输气咀小孔之垂直距离。因为容器与恒水箱是互相连通的整体，故可从 (1)、(2) 式中得到仪器的（容器和恒水箱之间）水的平衡条件

$$p_0 - p_2 = p_1 + \gamma H = p_0 - \gamma \Delta h \quad (3)$$

(3) 式简化后得到

$$p_2 = \gamma \Delta h \quad (4)$$

(4) 式表明恒水箱中水位低于输气咀小孔位置所引起的压差与水在输气咀小孔上表面张力所引起的负压数值相等时仪器的水才处于平衡状态。

当恒水箱中水因某种原因消耗而使其水位下降到 $\Delta h'$ 值，这时 $\Delta h' > \Delta h$ ，则 (3) 式的平衡条件受到破坏，出现了如下的不平衡状态：

$$p_0 + p_2 > p_1 + \gamma H > p_0 - \gamma \Delta h' \quad (5)$$

(5) 式就是仪器的工作条件，即式中的 $p_1 + \gamma H > p_0 - \gamma \Delta h'$ ，表明了恒水箱一旦水量消耗水位下降，容器中水就会自动流入恒水箱以补其消耗量，而式中 $p_0 - p_2 > p_1 + \gamma H$ ，它表明了容器向恒水箱输水后，空气就会立即通过输气咀自动向容器里输气。当 $\Delta h'$ 恢复到 Δh 时，又满足平衡条件公式 (3) 或 (4)，仪器就停止工作。我们称 Δh 为仪器的平衡水位，它的大小由输气咀材料、输气咀小孔直径和水质等因素决定。

微流量测定仪的容器刻度和容器储水量设计应根据试验对象的测量要求而定。容器刻度为 0.1~1 毫升的精度已足够了。但要注意仪器在实际测量时，如风干土毛管水上升试验是通过吸收恒水箱中水量进行的，这就要求恒水箱具有水量略有消耗而水位变化较大的特点，以便容器及时向恒水箱补其消耗量，达到测量土壤毛管水微流量的目的，因此在设计中应尽量采用最小的恒水箱直径为宜。另外在仪器使用中以防止因输气量过多而造成容器水向恒水箱过多补给的现象，必须在输气咀的另一端设置一个进气咀以控制输气咀的输气速度。控制输气咀输气速度的试验结果(见表 1)说明，如采用合理尺寸的进气咀不仅能满足容器水向恒水箱输水补充的要求，而且还能保证这种补

充的连续性和均匀性。但要注意，由于进气咀孔径愈小就愈减低容器向恒水箱输水的能力，在恒水箱中水量消耗较大时，为满足容器对恒

水箱输水要求，一般不加进气咀装置就行了，只有当恒水箱水量消耗很小时，加上进气咀装置才有好的效果。

表 1

输气咀孔径 (毫米)	进 气 咀 孔 径 (毫米)	当恒水箱水位略有下降时， 输气咀向容器里输气情况	平均输气速度 (小气泡个数/秒)
0.3~0.2	≥ 0.3	每隔 1~3 秒有 7~10 个小气泡组成进入容器。	4~5
	0.3~0.1	每隔 1 秒左右，有 2~6 个小气泡组成进入容器，或每隔 0.5 秒，一个一个气泡进入容器。	2~4
	0.1~0.05	每隔 0.5~1 秒，一个一个气泡进入容器。	1~2
	< 0.05	每隔 1 秒左右，一个一个气泡进入容器。	1

三、仪器的制造和使用

1. 仪器的制造

微流量测定仪的容器用玻璃制造，恒水箱可用玻璃或有机玻璃制造，有条件地区让玻璃仪器厂加工，无条件地区可以自制。如自制容器（参考图 3），则须注意如下几点：

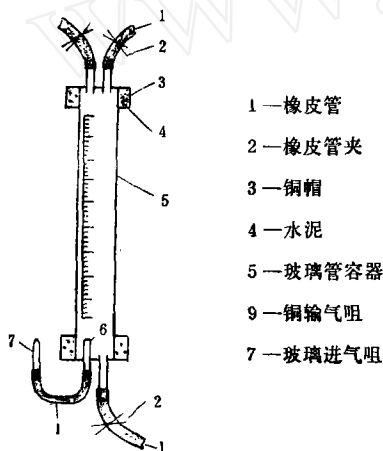


图 3

(1) 输气咀上用锡焊成锡箔（膜），用针尖刺成小孔。

(2) 进气咀用小玻璃管在酒精灯上拉制，并在测量中选用。

(3) 对玻璃管容器进行容量率定，率定后用刻度纸贴在玻璃管上。

(4) 为防止水泥干裂和水泥漏气，在水

泥表面上涂少许凡士林或橡皮泥。

2. 仪器的使用

微流量测定仪根据试验对象的要求进行安装使用，安装仪器时必须以仪器的平衡水位 Δh 保持不变为原则，以确保容器中水和恒水箱中水处于平衡状态。另外要注意给容器加水的操作过程：关闭输水管开关，打开排气管和进水管的开关，水从进水管（进水管与水源相连）流入容器，容器中空气从排气管排出，当装有一定量水后，关闭排气管和进水管的开关，再打开输水管开关使容器水与恒水箱水连通。然后再吸出恒水箱中因加水时容器气压增大而使容器水流入恒水箱中的多余水量，使仪器保持平衡水位 Δh 值为止。装水完毕，微流量测定仪处于工作状态。

四、仪器的特点

微流量测定仪与马里奥特容器相比有很高的灵敏度和精度。由于它采用了输气咀结构，并考虑了水表面张力对微流量测定的影响，从而保证了当恒水箱中水量有微小损失时，容器中水就能自动地向恒水箱中补给；又由于它采用了控制输气量的进气咀装置，使容器水连续向恒水箱补充，提高了仪器测定的精度。为了能直观地比较新仪器与马里奥特容器的输水性能，室内对比试验结果列入表 2，试验结果表明新仪器工作的灵敏度要比马里奥特容器提高

表 2

马里奥特容器开始输水时		微流量测定仪容器开始输水时		
输气咀直径 (毫米)	恒水箱水位下降值 (毫米)	输气咀直径 (毫米)	进气咀直径 (毫米)	恒水箱水位下降值 (毫米)
8	4.3	0.2~0.3	<0.1	0.9
7~6	3.8		0.2	0.5
4.5~4	3.8		0.25	1.0
3	≥6		0.3	1.0

5 倍以上。

我们曾使用新仪器在室内进行过土壤毛管水上升高度和速度的试验，在野外（昆山县）进行过潜水蒸发的试验，它解决了因地下水埋深大蒸发量小，或粘性土毛管水流量很小，使用马里奥特容器不能准确测定的困难，特别在这些试验测量中，新仪器能连续测定出随时间

变化的流量，为地下水动态、土壤水盐动态研究提供了必要的测量手段和科学数据。新仪器的实际使用证明其性能良好。还必须指出，由于新仪器有很高的灵敏度，它还可以测量含不同化学物质水的表面张力。有关这方面测量的试验研究和计算方法不再在本文内介绍。

He-Ne 激光器输出功率的稳定及稳定性的测试方法

郭正强 朱弟英 周师表

（中国计量科学研究院）

一、前 言

He-Ne 激光器是应用较广泛的激光器。但在不加稳定措施时，这类激光器的输出功率长期稳定性很难达到 2%。为此我们开展了 He-Ne 激光器输出功率的稳定工作。在一九七六年，我们用本文谈及的装置可将 He-Ne 激光功率稳定在 $\pm 0.1 \sim \pm 0.15\%$ （测量时间为半小时）。经过几年运转的实践证明，其工作是可靠的。

本装置要求不稳定光束的功率波动不大于 10%。

二、原 理

He-Ne 激光器输出功率的稳定装置是利

用法拉第转子的旋光效应和格兰棱镜的检偏作用，结合负反馈电子线路控制激光束偏振面的旋转角，以达到稳定激光功率的目的。

1. 自然光的起偏和检偏

设 I_1 为通过起偏镜 A 后的偏振光。如果起偏棱镜与检偏棱镜的光轴夹角为 α ，则通过检偏镜 B 后的光强 I_2 为：

$$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha \quad (1)$$

如图 1 所示。

2. 磁旋光效应

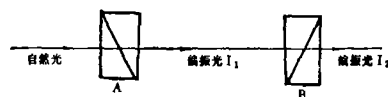


图 1