

HAMLIN®

测量磁簧开关的灵敏度与触点电阻

此用途说明的目的是归纳读取 Hamlin 磁簧开关灵敏度与触点电阻的首选方法。

术语:

- 触点或 CR 是指触点闭合时，磁簧开关的电阻。其衡量单位是欧姆 (Ω) 或莫姆 ($m\Omega$)， 0.1 欧姆 = 100 莫姆。
- 灵敏值或 PI 是 SPST 磁簧开关闭合时的磁化水平。有时会使用其它术语，如吸起值 (Pick-Up, PU) 或启动点 (Operate Point)。灵敏值的衡量单位是 AT (安*匝)。有时也写作 At 或 NI，后者表示匝数 (N) 与电流 (I)。
- 回动值或 DO 是 A 型 SPST 磁簧开关打开时的磁化水平。有时也指释放值 (Release Point)。如灵敏值一样，其衡量单位也是 AT。

磁簧开关的相关标准:

- 干簧开关的 ANSI/EIA/NARM RS-421 标准
- IEC 62246 磁簧开关触点装置
- MIL-S-55433 军用规格 – 干簧型开关外壳的通用规格

测试线圈

磁簧开关使用磁场启动。磁场则可以通过磁体或线圈来产生。由于历史、实用性及准确度的原因，通常将磁簧开关放入标准测试线圈内来测试磁簧开关。Hamlin 在各磁簧开关数据表中指定了所使用的线圈。如使用不同线圈，则读数可能不同。线圈长度或线圈直径相差越大，读数的差异就可能越大。通常会通过在两个线圈内测量不同灵敏度的一组磁簧开关来将两个线圈关联。Hamlin 标准测试线圈使用以下尺寸：

测试线圈	绕组长度	绕组内径
L4991	10.39 毫米 (0.409 英寸)	3.96 毫米 (0.156 英寸)
L4989	18.54 毫米 (0.730 英寸)	5.08 毫米 (0.200 英寸)
L4988	49.53 毫米 (1.950 英寸)	6.99 毫米 (0.275 英寸)

请注意，指定的绕组内径等于线轴外径，而绕组长度等于线轴长度减去两倍的凸缘宽度。

误差源

为了获得准确、稳定的灵敏值及回动值读数，需要重点考虑若干偏差或误差源。

1. 由于磁簧开关对磁场作出响应，而线圈磁场强度则直接与通过线圈的电流成比例，因此，需要谨慎控制或测量线圈的电流。由于温度的影响，测量线圈电压并无帮助。铜金属有 $0.393\%/^{\circ}\text{C}$ 的电阻温度系数，因此，环境温度或线圈自热都很容易影响使用线圈电压获得的测量结果。
2. 应控制线圈内的磁簧开关位置。标准做法是将磁簧开关的触点间隙置于线圈中心。如果无法通过目视或测量来确定触点中心，则可以通过测量及重新放置，直到获得最低灵敏值，来使磁簧开关置中。
3. 还需要考虑外部磁场。地球磁场可能使读数误差达到大约 1 AT。可通过补偿静态磁场以使用以下所述的技巧。附近的风扇、马达或移动磁体可能产生动态磁场，因此，应该防止动态磁场。
4. 测试线圈附近的铁材料可能通过改变磁场来形成误差。铁材料物品可能包括比较近的螺丝、铁架、

HAMLIN®

连接器与桌面。

5. 对磁簧开关玻璃或引线施加过大的压力可能通过轻微改变磁簧开关的触点间隙来影响开关的灵敏值读数。
6. 磁簧开关内的线有少量 (0.5-2 AT) 磁记忆。这些线的磁记忆可以通过消磁或中和来清除。中和因为更简单而作为标准方法。
7. 测量CR 时，应首选 4 线 (Kelvin) 连接，以使测试连接对磁簧开关的影响最小化。Hamlin 触点间隙标准为 25,4 毫米 (1.0 英寸)。镍铁磁簧开关线的电阻比较明显。根据线的直径，磁簧开关引线的电阻约为 1.2-3.0 莫姆/毫米 (30-75 莫姆/英寸)。因此，2 毫米 (0.1 英寸) 的测试触点间隙误差对触点电阻的影响即可达到若干莫姆。

外部磁场补偿

有若干方法可以补偿无变化的外部磁场，例如地球产生的磁场。要确定是否有外部磁场影响读数，只要交换线圈的连接来反转线圈极性。如果读数没有明显变化，则表示没有明显的外部磁场影响。如果有明显变化，则有若干方法可以补偿外部磁场。

1. 旋转线圈轴并重新测试，直到正常及反转线圈极性之间的读数没有明显变化。这将使线圈及磁簧开关轴与外部磁场正交，因此可以防止干扰。
2. 为线圈增加补偿电流，以补偿外部磁场。
3. 将测量的读数增加或减去适当数量。
4. 始终使用双线圈记性进行测试，并计算测试结果的平均值。

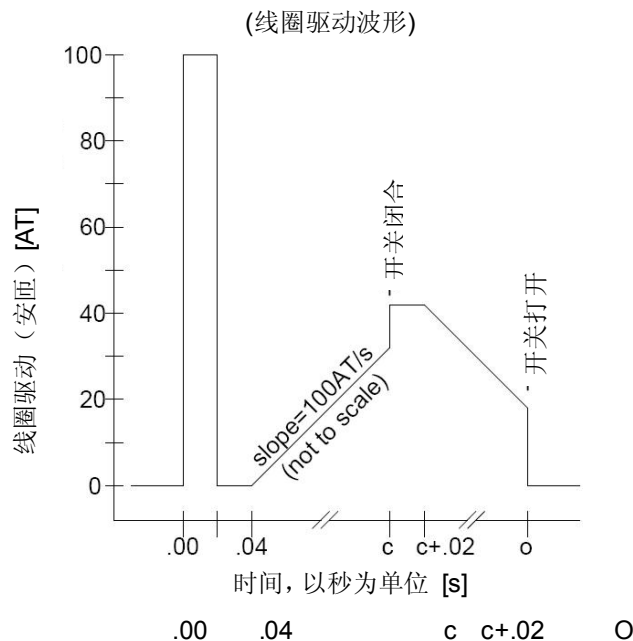
测试程序

以下按年月顺序列示了测试程序，并适用于 SPST (A 型) 磁簧开关。以下测试顺序图表显示了线圈驱动与时间。

1. 对线圈施加相对大的脉冲以中和磁簧开关线及其中的任何磁记忆。多数开关的合适水平为 100 AT。脉冲宽度必须足够宽，以使电流有足够时间上升到该水平。上升时间将受制于磁簧开关作为铁芯时的线圈感应系数。10 ms 的中和脉冲宽度适合标准小线圈。
2. 施加电流脉冲后，请等候电流回落为零及磁簧开关打开。对于标准小脉冲，10 ms 已经足够。
3. 线性增加（斜线上升）线圈电流，直到磁簧开关闭合。磁簧开关闭合时，测量通过线圈的电流，乘以线圈匝数，计算出开关的灵敏值（安匝，AT）。斜线上升速率必须足够缓慢，
4. 以使磁簧开关有时间作出反应。另外，线圈电感可导致电流落后于施加的电压并导致补偿误差。Hamlin 的标准斜线上升率为100 AT/s，但略慢或略快都可以。可手动斜线上升首选电流驱动模式的电源，但其准确性将受制于操作员对触点闭合作出反应的精确度。
5. 对线圈施加额外驱动水平以测量触点电阻。Hamlin 标准增加值为 10 AT。施加额外的线圈驱动后，为线圈驱动及开关留出小段处理时间，例如 10 ms。然后，使用 4 线 Kelvin 连接来测量触点电阻。Hamlin 使用25,4 毫米 (1 英寸) 作为标准触点间隙。
6. 如第 3 步一样，线性减少（斜线下跌）线圈电流，直到磁簧开关打开。如第 3 步一样，测量线圈电流，乘以匝数，以确定开关的回动值。然后，将线圈供应设置为零。

测试程序图

建议测试顺序



Slope: 斜率

Not to scale: 不缩放

测试顺序控制

准确测量灵敏值和回动值的其中一个困难就是确定磁簧开关闭合与打开时的线圈电流。可采用若干方法。在任何情况下，将闭合或打开时的电流乘以测试线圈的匝数即可得出灵敏值与回动值。而且，在任何情况下，可以通过反转线圈升降方向（减或增）及监控反转开关状态（打开或闭合）来确定回动值。

1. 手动升降、手动读数方法。对于此方法，通过使用经调整的电源或其它可控电路手动缓慢增加线圈电压或电流。当仪表、呼叫器或指示灯显示开关闭合时，线圈停止升降，并使用与线圈串联安装的电流表来测量线圈电流。人们执行测试的反应时间在限制此手动方法的准确性方面是重要因素。使用更慢的 DMM 来监控开关闭合也是一个重要因素。
2. 手动升降、采样与保持方法。如上所述，手动升降线圈。但是，开关闭合时，会触发电路或仪表快速记录线圈电流。完成此操作的通用电路称为采样与保持电路。此类电路会对线圈在升降时的电流进行采样，或许是通过测量与线圈串联的电阻的电压来实现。开关闭合时，电路会保持采样值，比如保持到较低的漏电电容。此方法的优势在于人们对于开关闭合的反应所产生的差别，但此方法仍然需要手动升降线圈。
3. 自动升降、手动读数方法。在此方法中，线圈电流的升降是使用电路来实现的，例如控制 DAC（模拟转换器）的数字电路或使用电容充电的模拟电路。开关闭合时，电路系统可快速停止电路升降。然后，即可以轻松地测量线圈电流。如前面所述的方法一样，消除了人们反应时间的差异，而且可控制升降速率。
4. 自动升降、自动读数方法。如前面所述方法一样，使用电路升降线圈，首选数字控制电路。此外，可使用微处理器或其它控制电路控制线圈电流的测量，使上面显示的整个测试顺序波形自动重复执行。其优势在于减少了测试时间，并改善了测量的可重复性与准确性。