

利用 Fluke 87V 数字多用表测量调速马达

技术应用文章



概述

在过去,马达的维修一般是指处理传统的三相马达故障,这些故障主要是由进水、灰尘、油脂、轴承损坏、马达轴心偏离,或者仅仅是由正常老化造成的。但是,随着电子马达的使用,马达的维修已经发生了很大程度的变化,更多的是对调速马达驱动 (ASD) 进行维修。这些驱动会带来其特有的测量问题,就连经验丰富的专家也会对此感到头疼。

随着新技术的涌现,现在,我们第一次在安装和维护驱动期间即可以利用数字多用表对其进行精确地电气测量,并诊断损坏的元器件以及其它可能会引起早期故障的因素。

排障方法

技术人员会采用许多不同的方法诊断电路故障,好的维修人员在最后总能找到问题所在。技巧就在于快速地跟踪故障,并将因此造成的停机时间降至最低。

最有效的排障程序是首先从马达开始,然后系统地顺藤摸瓜一直到电源电路,首先查找最明显的问题。通常我们花费大量时间和资金来更换完好的部件的时候,故障的原因仅仅是线路接触不好。

在测试过程中,要注意测量的准确度。主观上谁也不准备测量错误的结果,但是却很容易犯这种错误,尤其是在大容量、有很多电器噪声的状况下,例如变频调速电机 (ASD)。

同理,选择正确的测试工具来进行驱动、马达和和连接的排障也是至关重要的。在测量马达驱动输出信号的电压、频率和电流时,这一点尤其重要。但是直到现在,市

场上仍然没有一款数字多用表可以精确地测量 ASD。福禄克新型的 Fluke 87 数字多用表 - 87 V, 集成有可选的低通滤波器*, 可以精确地测量驱动的输出信号,其测试结果和马达驱动控制器的显示相一致。现在,技术人员再不必猜测驱动是否工作正常,直接可测得给定的控制设备的电压、电流或频率的准确值。

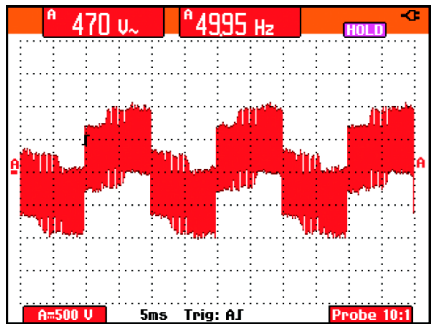
驱动测量

输入端的测量

任何高质量的真有效值多用表均可以测量输入到 ASD 的功率。在不带负载测量三相电压时,输入电压读数的准确度应该在 2% 范围之内。明显的负载失衡会导致马达工作异常,一旦发现,应立即纠正。

输出端测量

反过来说,由于 ASD 向马达端子上输出的是脉宽调制 (PWM) 的非正弦电压信号,所以一般的真有效值多用表不能够可



脉宽调制马达驱动信号的示波器视图

靠地测量脉宽调制 (PWM) 马达驱动输出端的信号。一般的真有效值数字多用表测得的是加到马达上的非正弦信号的热效应值,而马达控制器的输出电压读数仅显示基波成份 (一般从 30 Hz 到 60 Hz) 的真有效值。

产生这种矛盾的原因就在于带宽和屏蔽。现在许多真有效值数字多用表的带宽达 20 kHz 或更宽,使其不但能够响应基波成份 (这是马达真正响应的成份),而且会响应脉宽调制驱动产生的高频成份。并且如果数字多用表没有屏蔽掉高频噪声的话,驱动控制器的高频噪声电平就会造成测量结果的更大偏差。就是采取了带宽和屏蔽措施,许多真有效值多用表所显示的读数仍然会比驱动控制器显示的值高出 20% 到 30%。

福禄克的新型 87V 多用表采用了选择性低通滤波器,在排障时,可在驱动本身或马

达端子上精确测量驱动输出侧的电压、电流和频率。利用所选择的滤波器，87V 读出的电压和频率（马达速率）应该和相关联的驱动控制显示屏的显示（如果有的话）相一致。在使用霍尔效应类型的电流钳的情况下，选择性低通滤波器也可以保证电流测量的准确。当驱动没有显示屏可供观察时，在马达的位置进行这些测量是非常有用的。

安全地测量

在进行任何电气测量之前，请确保掌握相关的安全知识。如果使用不当，任何仪器都不能保证绝对安全，并且许多设备根本就不适合测量调速马达。另外在特殊的工作环境和进行特殊的测量时还要使用必要的个人防护用品。如果可能的话，尽量不要一个人单独工作。

电气测试设备的安全等级

美国国家标准协会 (ANSI) 和国际电工委员会 (IEC) 是为测试设备制造商定义安全标准的主要独立机构。IEC 61010 标准第二版为测试设备的安全规定了两个基本参数：额定电压和测量种类级别。额定电压是设备能够进行测量的最大连续工作电压；种类级别描述了给定种类的测量环境。大多数三相 ASD 装置应该属于 CAT III 类测量环境，由 480V 或 600V 配电系统提供电源。在使用数字多用表对这些系统进行测量时，请确保其最少满足 CAT III 600V 的要求，最好满足 CAT IV 600V/ CAT III 1000V 的要求。种类级别和电压极限一般会在前面板的输入端子上查到。

新型的 Fluke 87V 同时满足 CAT IV 600V 和 CAT III 1000V 的要求。



进行测量

现在，我们利用福禄克新型 87V 数字多用表进行测量。以下的测量程序都是针对利用 87V 在控制板的端子板上测量 480 V 的 3 相驱动装置而设计的。这些程序同样适用于由单相或 3 相电源供电的较低电压的 3 相驱动。在进行这些测试时，马达运行于 50 Hz 下。

输入电压

在驱动处测量连接到驱动的输入端的交流电压：

1. 选择 87V 的交流电压功能档。
2. 将黑色探头连接至其中一个三相输入端子。该端将作为参考相。
3. 将红色探头连接至剩下两相的其中一相的输入端子，记录读数。
4. 保留黑色探头不动，将红色探头连接至第三相输入端子，记录读数。
5. 确保这两个读数之差不超过 1%。

输入电流

在测量输入电流时一般都需要一个电流钳附件。在大多数情况下，不是输入电流超过 87V 的电流功能可测量的最大电流，就是不能够“断开电路”进行串联地测量电流。无论电流钳属于哪种类型，要确保所有读数之间的差异不超过 10%。

交流电流钳 (i200、80i-400、80i-600A)

1. 将电流钳连接至 87V 的公共端和 400 mA 输入插孔。
2. 选择 mA/A ac (交流电流) 功能
3. 依次用电流钳夹住每一输入电源的相线，并记录各自的读数。由于这些电流

钳在每 1 安培的电流下输出 1 毫安的电流，所以 87V 上显示的毫安读数即为以安培为单位的实际相电流值。

霍尔效应型 (AC/DC) 电流钳 (i410、i-1010)

1. 将电流钳连接至 87V 的公共端和 V/Ω 输入插孔。
2. 选择 87V 的交流电压功能。
3. 按下黄色的按钮，使用低通滤波器。这样，多用表即可滤掉驱动控制器产生的所有高频噪声。一旦使用了低通滤波器，多用表即处于 600mV 手动量程模式下。
4. 依次用电流钳夹住每一输入电源的相线，并记录各自的读数。由于这些电流钳在每 1 安培的电流下输出 1 毫伏的电压，所以 87V 上显示的毫伏读数即为以安培为单位的实际相电流值。

输出电压

在驱动上或马达端子上测量交流输出电压：

1. 将黑色测试线插入到公共插孔，红色测试线插入到 V/Ω 插孔。
2. 选择 87V 的交流电压功能。
3. 将黑色探头连接至其中一个三相输出电压或马达端子。该端将作为参考相。
4. 将红色探头连接至剩下两相的其中一相的输出电压或马达端子。
5. 按下黄色按钮，使用低通滤波器。现在，记录下读数。
6. 保留黑色探头不动，将红色探头连接至第三相输出电压或马达端子，记录读数。
7. 确保这两个读数之差不超过 1% (参见

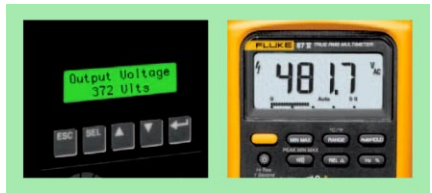


图 1. 未使用低通滤波器的输出电压读数。

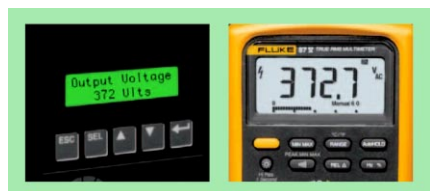


图2. 使用了低通滤波器的输出电压读数。

图2)。读数应该和控制器显示屏（如果有的话）显示的值一致。

8. 如果不使用低通滤波器，多用表测得的输出电压读数将会高出 10% 到 30%，和普通的数字多用表测量结果一样（参见图 1）。

马达速率（将电压作为参考测量输出频率）

若要确定马达的速率，仅需在使用低通滤波器时进行频率测量即可。可以在任意两个相电压或马达端子之间进行测量。

1. 将黑色测试线插入到公共插孔，将红色测试线插入到 V/Ω 插孔。
2. 选择 87V 的交流电压功能。
3. 将黑色探头连接至其中一个三相输出电压或马达端子。该端将作为参考相。
4. 将红色探头连接至剩下两相的其中一相的输出电压或马达端子。
5. 按下黄色按钮，使用低通滤波器。
6. 按下 Hz（赫兹）按钮。以 Hz 为单位显示的读数即是马达的速率（参见图 4）。如果没有 87V 的低通滤波器，则不可能正确地进行测量（参见图 3）。

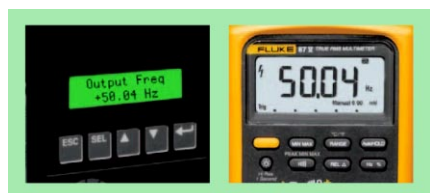


图4. 使用低通滤波器时测得的输出频率（马达速率）。

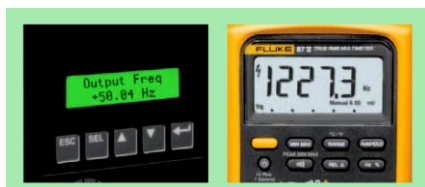


图3. 未使用低通滤波器时测得的输出频率（马达速率）。

输出电流

象测量输入电流一样，测量输出电流通常也需要电流钳附件。无论电流钳属于哪种类型，要确保所有读数之间的差异不超过 10%。

交流电流钳（i200、80i-400、80i-600A）

1. 将电流钳连接至 87V 的公共端和 400 mA 输入插孔。
2. 选择 mA/A ac（交流电流）功能。
3. 依次用电流钳夹住每一输出相线，并记录各自的读数。由于这些电流钳在每 1 安培的电流下输出 1 毫安的电流，所以 87V 上显示的毫安读数即为以安培为单位的实际相电流值。

霍尔效应型（AC/DC）电流钳（i410、i-1010）

1. 将电流钳连接至 87V 的公共端和 V/Ω 输入插孔。
2. 选择 87V 的交流电压功能。
3. 按下黄色的按钮，使用低通滤波器。这样，多用表即可屏蔽驱动控制器产生的所有高频噪声。一旦使用了低通滤波器，多用表即处于 600mV 手动量程模式下。

4. 依次用电流钳夹住每一输入电源的相线，并记录各自的读数（参见图 6）。由于这些电流钳在每 1 安培的电流下输出 1 毫伏的电压，所以 87V 上显示的毫

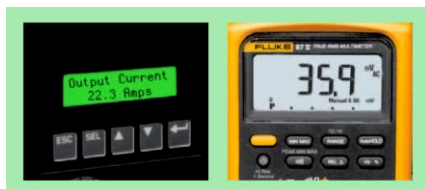


图5. 未使用低通滤波器时测得的输出电流读数。

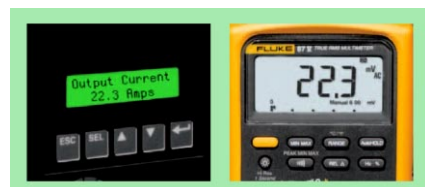


图5. 使用低通滤波器时测得的输出电流读数。

伏读数值即为以安培为单位的实际相电流值。如果没有 87V 的低通滤波器，则不可能正确地进行测量（参见图 5）。

对于那些至少需要 20 安培工作电流的马达，通过使用电流钳测量频率即可确定马达速率。直到现在，噪声一直是影响使用霍尔效应型电流钳测量电流的准确度的因素。以下介绍如何使用低通滤波器进行精确测量的方法。

用霍尔效应型（AC/DC）电流钳测量马达速度（i410、i-1010）

1. 将电流钳连接至 87V 的公共端和 V/Ω 输入插孔。
2. 选择 87V 的交流电压功能。
3. 按下黄色的按钮，使用低通滤波器。这样，多用表即可屏蔽驱动控制器产生的所有高频噪声。一旦使用了低通滤波器，多用表即处于 600mV 手动量程模式下。
4. 用电流钳夹住其中一根输出相线。确认 87V 的电流读数至少为 20 安培（显示的为 20 毫伏）。
5. 按下 Hz（赫兹）按钮。现在读数将马达速率显示为频率测量的结果。

用交流电流钳测量马达速率（i200、80i-400、80i-600A）

1. 将电流钳连接至 87V 的公共端和 400 mA 输入插孔。
2. 选择 mA/A ac（交流电流）功能。
3. 用电流钳夹住其中一根输出相线。确认 87V 的电流读数至少为 20 安培（显示的为 20 毫安）。
4. 按下 Hz（赫兹）按钮。现在读数将马达速率显示为频率测量的结果。

直流母线测量

要实现马达驱动的正常工作的，直流母线必需足够可靠。如果母线电压不正确或损坏。直流母线的电压应该大约为相—相输入电压的 1.414 倍。对于 480V 的输入来说，直流母线的电压应该接近 679 VDC。在驱动端子板上，直流母线一般被标以 DC+、DC- 或 B+、B-。按以下步骤测量直流母线：

1. 选择 87V 的直流电压功能。
2. 将黑色的探头连接至 DC- 或 B- 端子。
3. 将红色的探头连接至 DC+ 或 B+ 端子。

母线电压应该和上述例子中提到的电压相一致，并且相对稳定。为了检查母线上交流纹波的总量，将 87V 的功能切换至交流电压功能。对于一些小型的驱动，只有

将驱动拆开，才可测量母线。如果接触不到母线，则可以利用 87V 的最小/最大峰值功能通过输出电压信号测量直流母线的电压。

1. 将黑色测试线插入到公共插孔，将红色测试线插入到 V/ Ω 插孔。
2. 选择 87V 的交流电压功能。
3. 将黑色探头连接至其中一个三相输出电压或马达端子。该端将作为参考相。
4. 将红色探头连接至剩下两相的其中一相的输出电压或马达端子。
5. 按下 MIN MAX (最小值/最大值) 按钮。
6. 按下 (最小/最大峰值) 按钮。
7. 在最小/最大峰值功能下显示的读数即为直流母线电压值。

准确度和安全

调速马达驱动 (ASD) 为工业带来了很大的好处。ASD 节省能源、可实现更精确地控制、使马达和设备具有更长生命期。现在，使用 87V 所带的按钮控制的滤波器，技术人员可以精确地测量 ASD 马达的电压和频率，并验证其工作是否正常。

除了可以精确地测量 ASD 外，Fluke 87V 还具有新型的温度计功能，提供了抵御工厂事故的重要防线。87V 满足 CAT IV 6000VH 和 CAT III 1000V 环境使用的要求，可以承受高达 8 kV 的尖峰电压，并大大降低了浪涌和尖峰所引起弧光闪络的危险。