

FLUKE®

MDA-550/MDA-510

Motor Drive Analyzer

用户手册



September 2018 (Simplified Chinese)

©2018 Fluke Corporation. All rights reserved.

All product names are trademarks of their respective companies.

Specifications are subject to change without notice.

有限担保和有限责任

Fluke 担保在正常使用和保养的情况下，其产品没有材料和工艺上的缺陷。从寄送之日起，担保期为三年。部件、产品修理和服务的担保期限为 90 天。本担保仅限于 **Fluke** 授权零售商的原购买人或最终用户，并且不适用于一次性电池、电缆接头、电缆绝缘转换接头或 **Fluke** 认为由于误用、改装、疏忽、污染及意外或异常操作或处理引起的任何产品损坏。**Fluke** 担保软件能依照功能规格正常运行 90 天，并且软件是记录在无缺陷的媒介上。**Fluke** 并不担保软件毫无错误或在运行中不会中断。

Fluke 授权的零售商应仅对最终用户就新的和未使用的产品提供本担保，但无权代表 **Fluke** 公司提供额外或不同的担保。只有通过 **Fluke** 授权的销售店购买的产品或者买方已经按适用的国际价格付款才能享受 **Fluke** 的担保支持。在一国购买的产品需在他国修理时，**Fluke** 有权向买方要求负担重大修理/零件更换费用。

Fluke 的担保为有限责任，由 **Fluke** 决定是否退还购买金额、免费修理或更换在担保期间退还 **Fluke** 授权服务中心的故障产品。

如需要保修服务，请与您就近的 **Fluke** 授权服务中心联系，获得退还授权信息；然后将产品寄至服务中心，并附上产品问题描述，同时预付运费和保险费（目的地离岸价格）。**Fluke** 不承担运送途中发生的损坏。在保修之后，产品将被寄回给买方并提前支付运输费（目的地交货）。如果 **Fluke** 认定产品故障是由于疏忽、误用、污染、修改、意外或不当操作或处理状况而产生，包括未在产品规定的额定值下使用引起的过压故障；或是由于机件日常使用损耗，则 **Fluke** 会估算修理费用，在获得买方同意后再进行修理。在修理之后，产品将被寄回给买方并预付运输费；买方将收到修理和返程运输费用（寄发地交货）的帐单。

本担保为买方唯一能获得的全部补偿内容，并且取代所有其它明示或隐含的担保，包括但不限于适销性或满足特殊目的的任何隐含担保。**FLUKE**对任何特殊、间接、偶发或后续的损坏或损失概不负责，包括由于任何原因或推理引起的数据丢失。

由于某些国家或州不允许对隐含担保的期限加以限制、或者排除和限制意外或后续损坏，本担保的限制和排除责任条款可能并不对每一个买方都适用。如果本担保的某些条款被法院或其它具有适当管辖权的裁决机构判定为无效或不可执行，则此类判决将不影响任何其它条款的有效性或可执行性。

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

ООО «Флюк СИИЭС»
125167, г. Москва, Ленинградский
проспект дом 37,
корпус 9, подъезд 4, 1 этаж

目录

标题	页码
简介	1
如何联系 Fluke	2
安全须知	2
锂电池组的安全使用	4
符号	7
装箱单	8
输入连接	8
导航和用户界面	10
屏幕	12
按键	13
电机驱动器输入	14
电压和电流	14
电压失衡	15
电流失衡	15
谐波（仅适用于 MDA-550）	15
电机驱动器直流总线	17
直流电压电平	17
交流电压纹波	17

电机驱动器输出.....	18
(滤波) 电压和电流.....	18
电压调制.....	19
相间.....	19
相对地.....	20
相-DC- 或相-DC+.....	20
频谱 (仅适用于 MDA-550).....	20
电压失衡.....	20
电流失衡.....	21
电机输入.....	21
电机轴 (仅适用于 MDA-550).....	21
重放.....	23
报告.....	23
FlukeView 2	24
测量概述.....	25
技术指标.....	29

简介

MDA-550/MDA-510 Motor Drive Analyzer（以下称为“本产品”或“本测试仪”）扩展了 ScopeMeter® Test Tool 190 系列 II 的产品范围，它具有测试逆变式电机驱动器的附加功能和选件。逆变式电机驱动器也称为变频驱动器或变速驱动器，它使用脉宽调制来控制交流电机的速度和扭矩。本测试仪支持对地信号电平高达 1000 V 的电机驱动器。

对于电机驱动器的分析，本测试仪提供：

- **电机驱动器关键参数**

包括电压、电流、直流链路电压电平和交流纹波、电压和电流失衡、谐波 (MDA-550) 和电压调制的测量值。

- **大范围谐波**

识别低阶谐波和高阶谐波对电源系统的影响。

- **测量指南**

电机驱动器输入、直流总线、驱动器输出、电机输入和轴测量指南 (MDA-550)。

- **简化测量设置**

通过图形方式显示如何进行连接，然后根据选定的测试程序自动触发测试。

- **报告**

用于排除故障和与他人协同工作。

- **其他电气参数**

可针对工业系统上的各种电气和电子测量提供全面的 500 MHz 示波器功能。

本手册介绍当您选择“电机驱动器分析仪”按键时，可以使用哪些“电机驱动器分析仪”功能。《ScopeMeter® Test Tool 190 系列 II 用户手册》中描述了示波器和记录器模式的功能和技术指标。

记录器模式中的 TrendPlot 功能将选定的电机驱动器读数与时间的关系绘成图。

《用户手册》中关于“电表”键的所有引用均替换为“电机驱动器分析仪”键。正如“*执行自动化电表测量*”（适用型号 190-xx4）中所述，无法显示较大读数。但是如“*执行自动化示波器测量*”一节中所述，可以一起显示读数和波形。

Motor Drive Analyzer 基于 190-504 型 ScopeMeter 测试仪。所有对 190-xx2 机型的引用都可以忽略。

BC190/830 是符合新法规的电源适配器型号。

Motor Drive Analyzer 包含的选件组不同于 ScopeMeter® Test Tool 190 系列 II。请参阅本手册中的 [装箱单](#)。

要查看用户手册的订正内容，请从

<http://us.fluke.com/usen/support/manuals> 下载最新版的手册补遗。

如何联系 Fluke

可通过以下电话号码联系 Fluke:

- 美国: 1-800-760-4523
- 加拿大: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- 欧洲: +31 402-675-200
- 日本: +81-3-6714-3114
- 新加坡: +65-6799-5566
- 中国: +86-400-921-0835
- 巴西: +55-11-3530-8901
- 世界任何地区: +1-425-446-5500

或者，请访问 Fluke 网站: www.fluke.com。

如需注册产品，请访问 <http://register.fluke.com>。

要查看、打印或下载最新版的手册补遗，请访问

<http://us.fluke.com/usen/support/manuals>。

安全须知

警告表示会对用户造成危险的状况和操作。**小心**表示可能对产品或受测设备造成损坏的状况和操作。

⚠⚠ 警告

为了防止可能发生触电、火灾或人身伤害:

- 在使用产品前，请先阅读所有安全须知。
- 仔细阅读所有说明。
- 请勿改装产品并仅将产品用于指定用途，否则可能减弱产品所提供的防护功能。
- 只能使用 **Fluke** 电源和 **BC190** 电源适配器。
- 使用前，先检查 **BC190** 上选定 / 指示的量程是否符合当地的线路电压和频率。
- 对于 **BC190** 电源适配器，只能使用符合当地安全法规的线路电缆。
- 请仅适用产品附带的，或由 **Fluke** 指明适用于 **MDA-550/MDA-510 Motor Drive Analyzer** 或 **Fluke 190 II ScopeMeter** 系列的绝缘电压探头、测试导线和适配器。

- 使用前，检查电压探头，测试导线和零配件是否有机体损坏的情况，并立即更换。
- 拆下所有不在使用的探头，测试导线和零配件。
- 为测试仪通电之前，始终先将电源适配器连接至交流电插座。
- 交流电压真有效值高于 30 V、交流电压峰值高于 42 V 或直流电压高于 60 V 时，请勿触摸。
- 请勿将接地弹簧（参见《ScopeMeter Test Tool 190 Series II 用户手册》中的图 1）从接地点连接到峰值电压高于 42 V (30 Vrms) 的电压上。
- 两个端子之间或每个端子与接地点之间施加的电压不能超过额定值。
- 不要施加超出测试仪额定标准的输入电压。小心使用 1:1 测试导线，因为探头端电压会直接传输到产品上。
- 不要使用裸露的金属 BNC 接头。Fluke 提供带有设计安全的塑料 BNC 接头的电缆，这些电缆和接头适用于 Motor Drive Analyzer。请参阅用户手册中的 *可选配件*。
- 不要将金属物件插入接头。
- 靠近旋转机械时，请勿穿戴宽松的衣服或首饰，并将长头发绑在头后。必要时佩戴许可的护眼装备并穿戴许可的个人防护用品。
- 请仅将产品用于指定用途，否则可能减弱产品提供的防护。
- 若产品工作异常，请勿使用。
- 如果产品被改动或已损坏，请勿使用。
- 若产品损坏，请将其禁用。
- 请将手指握在探头护指装置的后面。
- 只能使用正确的测量类别 (CAT)、电压和电流额定探针、测试线以及转接器进行测量。
- 请勿超出产品、探针或附件中额定值最低的单个元件的测量类别 (CAT) 额定值。
- 请勿在爆炸性气体和蒸汽周围或潮湿环境中使用本产品。
- 先测量一个已知电压，以确定产品运行是否正常。

- 使用产品前先检查外壳。检查是否存在裂纹或塑胶缺损。请仔细检查端子附近的绝缘体。
- 切勿单独工作。
- 遵守当地和国家的安全规范。利用个人防护用品（符合认证的橡胶手套、面罩及阻燃服）来防止危险性带电导体暴露的场合所产生电击和电弧气浪伤害。
- 在您操作产品之前必须关闭并锁定电池盖。
- 在盖子取下或机壳打开时，请勿操作产品。可能会接触到危险电压。
- 清洁产品前先移除输入信号。
- 仅使用指定的备件。
- 请勿使用已损坏的测试导线。检查测试导线绝缘层是否破损、是否有裸露金属或有磨损迹象。检查测试线的通断性。

锂电池组的安全使用

Fluke 型号 BP291 的电池组 (52 Wh) 已经依照《UN Manual of Tests and Criteria》第三节第 38.3 小节 (ST/SG/AC.10/11/Rev.3)（更普遍称作 UN 38.3 - 测试）进行测试，并证实符合规定的标准。此外，电池组还依照 IEC 62133 标准进行了测试。

电池组安全存放建议：

- 切勿将电池组存放在高温或火焰附近。切勿存放在阳光下。
- 只能在需要使用电池组时拆开原包装。
- 设备不用时，尽可能拆下电池组。
- 长期存放前，为电池组充满电，以防出现损坏。
- 长期存放后，可能有必要多次充放电，以确保获得最佳性能。
- 将电池组放在儿童和动物够不到的地方。
- 如果吞下电池或其一部分，应当立即就医。

电池组安全使用建议：

- 电池组必须先充电才能使用。只能使用 **Fluke** 批准的电源适配器给电池组充电。请参阅用户手册了解正确的充电说明。
 - 不使用时，不要长时间给电池充电。
 - 电池组在正常室温 $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ ($68\text{ °F} \pm 9\text{ °F}$) 的条件下工作时性能最佳。
 - 切勿将电池组置于高温或火焰附近。请勿置于阳光下照射。
 - 切勿使电池组遭受严重的撞击，比如机械撞击。
 - 保持电池组清洁、干燥。用干燥、清洁的布清理肮脏的接头
 - 务必使用本设备专配的充电器充电。
 - 不要使用非 **Fluke** 设计或建议用于产品的电池。
 - 将电池放入产品或外置式电池充电器时，应当注意电池的正确放置。
- 切勿使电池组短路。不要将电池组放在其端子可能被金属物体（比如，硬币、纸夹、笔或其他物品）短路的地方。
 - 禁止使用明显损坏的电池组或充电器。
 - 电池含有危险化学品，可能会引起燃烧或爆炸。如果接触到化学品，应用水清洗并就医。如果发生电池泄漏，使用前请先修复本产品。
 - 改造电池组：如果电池组似乎不能正常工作，或者已经受损，请不要试图打开、修改、改造或修复电池组。
 - 不要拆解或挤压电池组。
 - 只能将电池用于指定的用途。
 - 妥善保管原始产品资料，以便日后查阅。

电池组安全运输建议：

- 电池组必须加以充分保护，以防运输途中短路或损坏。
- 务必查阅国际航空运输协会 (IATA) 关于安全空运锂离子电池的规定。
- 托运行李：只有安装在产品中时才允许托运电池组。
- 手提行李：允许携带正常个人使用所需数量的电池组。
- 务必查阅以邮寄或其他运输方式运输电池适用的国内 / 地方规定。
- 采用邮寄方式时最多可以运输 3 块电池。包装必须如下标注：内含锂离子电池（不含金属锂）。

电池组安全处置建议：

- 已经失效的电池组必须依照地方法规妥善处置。
- 请勿将此电池作为未分类的城市废弃物处理。
- 处理之前，应将电池放电并用绝缘胶带遮住电池端子。

符号

表 1 列出了本产品和本手册中使用的符号。

表格 1. 符号

符号	说明	符号	说明
	请参阅用户文档。		DC（直流电）
	警告。危险。		双层绝缘
	警告。危险电压。触电危险。		符合澳洲的相关 EMC 标准。
	接地		经 CSA Group 认证符合北美安全标准。
	AC（交流电）		符合欧盟指令。
	符合《电器效率法规》（《加州法规汇编》，第 20 篇，第 1601 条至 1608 条），适用于小型电池充电系统。		
CAT III	III 类测量适用于测试和测量与建筑物低电压电源装置配电部分连接的电路。		
CAT IV	IV 类测量适用于测试和测量与建筑物低电压电源装置电源部分连接的电路。		
 Li-ion	本产品含锂电池。切勿与固态废弃物一同丢弃。废弃电池应由具资质的回收机构或危险材料处理机构按照当地有关规定予以处理。请联系授权的 Fluke 服务中心，了解回收信息。		
	本产品符合 WEEE 指令的标识要求。产品上所贴标签指出不得将该电气 / 电子产品作为生活垃圾丢弃。产品类别：参照 WEEE 指令附录 I 中的设备类型，本产品被划为第 9 类“监控仪器”产品。请勿将本产品作为未分类的城市废弃物处理。		

装箱单

本测试仪包含：

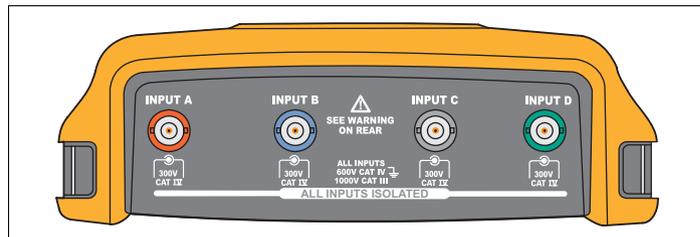
- MDA-550 或 MDA-510 Motor Drive Analyzer
- 3 VPS 100:1 高压探针组和鳄鱼夹
- 1 VPS410 10:1 高频探针组
- 延长接地线，1 米长（仅当 VPS 附带的接地线不能使用时，才建议使用此接地线）
- i400s 电流钳 (MDA-510)；3 个 i400s 电流钳 (MDA-550)
- 电池组 BP291 - 52 Wh（安装在本装置中）
- 挂带
- BC190 电源适配器
- 当地专用电源线
- 安全须知（多语言）
- U 盘（内含多语言用户手册和 FlukeView ScopeMeter PC 软件）
- 用于连接 PC 的 USB 接口连接线（USB A 至 mini USB B）
- 携带软包 C1740

MDA-550 包含轴电压测试套件，用于与旋转轴相连：

- 一套电刷（3 把）
- 探针架
- 两件式延伸杆
- 磁力座

输入连接

本测试仪顶部有四个安全 BNC 信号输入端。这些绝缘输入端允许对每个输入进行独立的浮动测量。参见图 1。



图示 1. BNC 接头

要进行电机驱动器电压和电流测量：

1. 将电压探针连接到输入端 A。
2. 将电压探针尖端连接到一个相位。
3. 如需进行相间测量，应将接地线连接到另一个用作基准的相位。
4. 如需进行相对地测量，应将接地线接地。
5. 如需进行电流测量，使夹钳环绕一个相位，然后将电流探针连接到输入端 B。

选择测量类别后，屏幕上的连接图会显示每次测量时的连接情况。

要进行电机驱动器三相电压失衡测量：

1. 将红色电压探针连接到输入端 A，蓝色电压探针连接到输入端 B，灰色电压探针连接到输入端 C。
2. 选择测量类别后，将探针尖端连接到一个相，然后将每个电压探针的接地线连接到另一个相，如屏幕上的连接图所示。
3. 确保为每个相位连接一个探针尖端和一根接地线。

要进行电机驱动器三相电流失衡测量：

1. 将电流探针连接到输入端 A、B 和 C。
2. 测量各相位的电流。

要进行电机轴电压测量（仅适用于 MDA-550）：

1. 将红色 VP-410 电压探针连接到输入端 A。
2. 将电压探针的接地线接地。
3. 连接电压探针顶部的电刷。
4. 将探针放入探针架。
5. 使用延伸杆和磁力座将探针保持在固定位置，并使电刷与电机轴保持良好接触。

注意

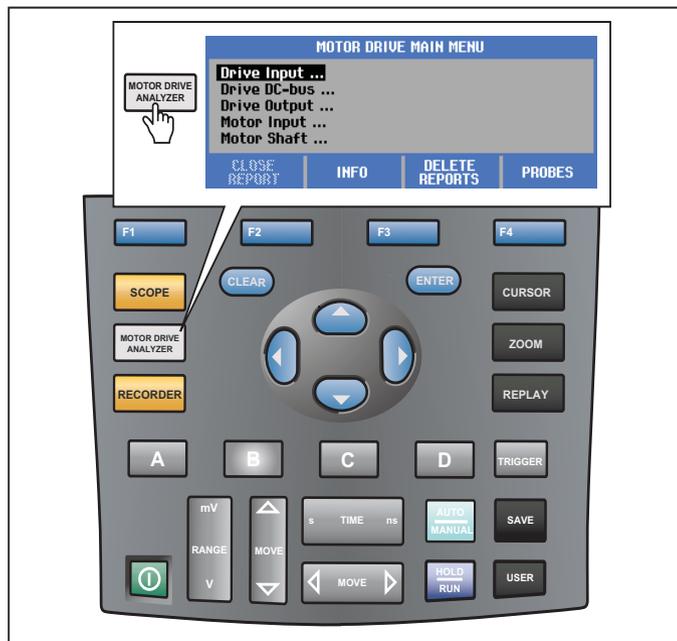
为了最大限度地发挥独立绝缘浮动输入的优势，并避免因使用不当而产生问题，请参阅《ScopeMeter Test Tool 190 系列 II 用户手册》中的第 6 章“提示”部分。

为了准确地指示测量信号，探针与测试仪上的输入通道必须匹配。

使用非产品随附的探针时，请参阅《ScopeMeter Test Tool 190 系列 II 用户手册》中的“校准电压探针”部分。

导航和用户界面

按 **MOTOR DRIVE ANALYZER** 显示**电机驱动器主菜单**。此菜单用于选择电机驱动系统不同位置的测量值。参见图 2。



图示 2. 电机驱动器主菜单

在子菜单中，使用 **↑** **↓** **ENTER** 选择具体的测量类别。

主菜单项包含：

- 驱动器输入**
 这些功能可用来检查驱动器的输入状况。输入电压与驱动器电源的质量有关。输入电流取决于驱动器的负载以及驱动器输入段的状态。
- 驱动器直流总线**
 这些功能可用来检查驱动器的直流总线。直流总线电压与正常的驱动器输入和负载情况有关。直流总线纹波与驱动器输入电路、电容器和输出负载有关。
- 驱动器输出**
 这些功能可用来检查驱动器的输出状况。调制输出电压随着电机的转速和负载而变。输出电流取决于电机的负载和正确运行。相位间失衡会导致或指示问题。电机绝缘上的应力可以通过测量快速调制脉冲的上升时间来确定。
- 电机输入**
 这些功能可用来检查电机的输入状况。其测量与“驱动输出”的测量相同，有助于确定电缆的影响情况。驱动器和电机之间的不正确接线可能导致接触不良、电压下降和反射问题，从而导致性能下降或电机损坏。当您选择**保存至报告**时，将会单独存储测量值。

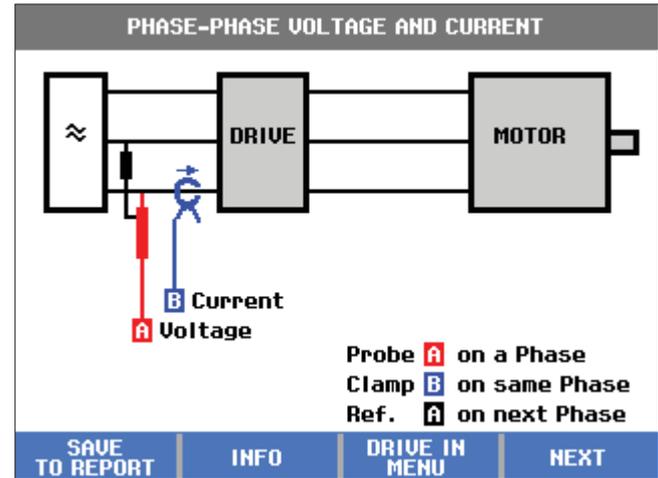
- 电机轴电压（仅适用于 MDA-550）

此功能用来检测会损坏电机轴承的轴承润滑脂闪络电流。闪络电流问题的产生原因可能是驱动器输出电路快速切换高压引起轴电压偏高。探针尖端的电刷用于测量旋转轴电压。

选择测量位置后，使用    选择具体的测量类别。

部分测量需要使用其他子菜单选择测量方法。例如，对于电机驱动器输入端的电压和电流测量，选择在两相之间还是在相与地之间进行测量。

完成选择后，连接图将显示如何连接电压探针和电流钳。参见图 3。

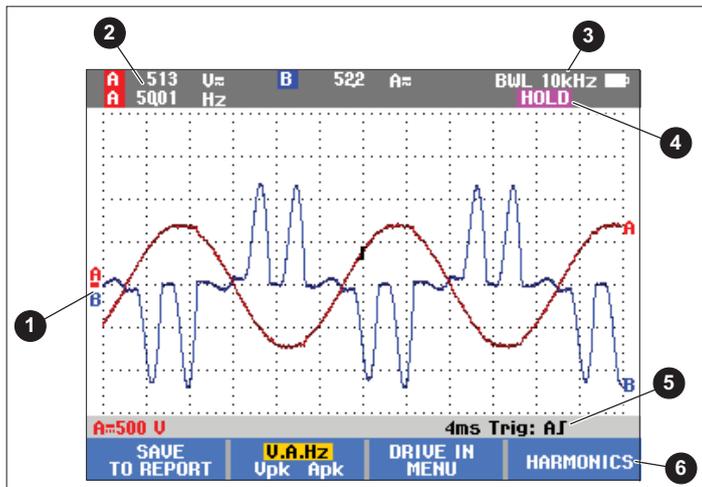


图示 3. 连接图

按  或  下一个显示实际测量值。

屏幕

显示屏显示与选定测量相对应的波形 A 以及读数 B。参见图 4。



图示 4. 测量屏幕

BWL C 表示应用了带宽限制器（滤波器）。将为特定测量自动选择滤波器。

AUTOD 表示应用了 **Connect-and-View** 算法。该算法使本测试仪能够自动显示复杂信号。1/2 AUTO 表示该算法经过部分调整，以使所选功能获得最佳结果。

按下 **HOLD RUN** 以锁定屏幕时，显示屏上会显示**保持**。

状态栏 E 显示每个活跃通道的每格垂直范围、每格时间和触发通道。

功能键 F 对应于产品上的四个功能键。标签和功能会随显示屏上显示的菜单而改变。

注意

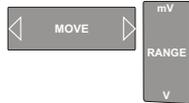
在电机驱动器分析模式下，显示屏左上角会显示一条警告消息，指示带宽滤波器会自动应用于输入端，并且不会测量信号的高频分量。

按键

本节概述了键盘的功能：



手动更改波形视图。可使用这些键选择输入通道。Motor Drive Analyzer 模式下不使用 D 通道。



更改所选输入通道的波形视图。



更改时基。



关闭通道。再次按下同一个键，可返回带有电机驱动器按钮栏的屏幕。



为电机驱动信号应用特殊设置时，此键将被禁用。



这些键的使用与示波器模式下相同。再次按下同一个键，可返回带有电机驱动器按钮栏的屏幕。



可随时锁定显示屏（所有的读数和波形）。



移除屏幕上的按钮栏。当按钮栏与波形的一部分重叠时，可使用此按钮。

在主菜单中，按钮栏显示功能键的选项：

F1 关闭报告

报告是一系列屏幕位图文件。保存测量值时，使用**保存报告**保存屏幕位图。完成所有测量后，使用主菜单中的**关闭报告**来关闭报告。启动新报告之前，必须先关闭当前报告。关闭本产品时，报告也会自动关闭。

F1 复制报告至 U 盘

报告关闭后，可以将报告保存到 U 盘上（最大 2 GB）。

F3 删除报告

删除已保存的报告。

F3 信息

使用信息屏幕查找有关选择项和相应测量的说明，包括提示和技巧。

F4 探针

选择探针以指定电压和电流探针的类型。确保夹钳和测量仪器设置正确的量程。如有必要，可使用夹钳上的量程选择开关调整设置。夹钳顶部的箭头必须朝向电路负载。将电流钳钳口夹在被测导线上。

电机驱动器输入

电机驱动器输入功能用于检查驱动器输入状况。输入电压与驱动器电源的质量有关。输入电流取决于驱动器的负载以及驱动器输入段的状态。

电压和电流

电压和电流测量用于检查电机驱动器输入端的供电电压、电流和频率。

测量是对其中一个相位进行的，对于三相系统，可以对其他相位重复测量过程。在子菜单中选择两相（相对相）之间或相与地（相对地）之间的电压测量。

显示屏以红色显示电压波形，以蓝色显示电流波形。均方根电压、均方根电流和频率作为读数显示在屏幕顶部。

对于显示的读数，使用 **F2** 更改为峰值电压读数或峰值电流读数：峰间值、最大峰值、最小峰值以及波峰因数（峰值和均方根值之比）。这只会改变读数。电压和电流波形继续显示在屏幕上，没有变化。

提示：

- 本测试仪可以将均方根电压与预期标称电压进行比较。**Vrms** 应该为预期电压的 **10 %**。
- 如果该电压偏低：
 - 请检查局部电路是否过载。
 - 检查电路负载与断路器的额定电流是否匹配。高电流负载可能导致驱动器输入端的电压偏低。
 - 检查为电路供电的导线尺寸，查看电缆尺寸是否符合当地要求。
 - 如果该电压为预期电压的 **±10 %**，则在测量期间，电压电平不会构成问题。某些状况可能导致电压在其他时间段超出可接受的极限。
 - 当电机驱动器打开时，波形没有典型的正弦波，例如，它看起来更像驼峰形状。电流读数和波形可能随着负载的变化而变化。
 - 将测得频率与该电路的预期频率进行比较。标称频率（典型值为 **50 Hz** 或 **60 Hz**）应在技术指标值加减 **0.5 Hz** 的范围内。
 - 使用 **MDA-550** 时，选择谐波来确定与电压和电流波形相关的谐波（参见“谐波”部分）。

电压失衡

电压失衡功能用于检查三相系统相间电压之间的差异。简而言之，电压的所有三个相应始终具有相同的幅值。百分比失衡是通过数字来描述这种情况。计算失衡率：

$$\text{失衡率 (\%)} = \left(\frac{\text{与平均值的最大偏差}}{\text{三相平均值}} \right) \times 100 \%$$

电机端子处的电压失衡会对电机运转造成不良影响，也会导致驱动器的输入侧出现问题。即使电机驱动器输入端只有 2% 至 3% 的电压失衡，也会导致电压缺口，以及流入一个或多个相的电流过量。电压失衡还会导致电机驱动器上的电流过载故障保护发生跳闸。

提示：

- 电压失衡的原因可能是安装不当或负载需要正确优化。电压失衡的另一个常见原因是单相负载在与三相电机驱动器相同的馈电线上发生混入或漏失。要最大限度地减少或消除此问题，请提高变压器的 kVA 额定值或为电机驱动器提供单独的馈电。
- F2** 用于将屏幕顶部显示的读数更改为每个相的峰间值以及其中一个相的最高波峰因数（峰值与均方根值之比）。

电流失衡

电流失衡用于检查三相系统电流电平之间的差异。计算失衡率：

$$\text{失衡率 (\%)} = \left(\frac{\text{与平均值的最大偏差}}{\text{三相平均值}} \right) \times 100 \%$$

提示：

- 电流失衡应小于 6%，具体取决于负载电流和电路容量。过大的电流失衡会表明或导致驱动整流器出现问题，从而导致电机过热。电压失衡会导致电流失衡。例如，1% 的电压失衡会导致 3% 至 4% 的电流失衡。
- F2** 用于将屏幕顶部显示的读数更改为每个相的峰间值以及其中一个相的最高波峰因数（峰值与均方根值之比）。

谐波（仅适用于 MDA-550）

MDA-550 提供谐波分析。谐波是电压和电流正弦波的周期性失真。当基波成倍叠加在基波上时，就会产生谐波。您可以将该信号视为具有不同频率的各种正弦波的组合。这些分量各自对整个信号所起的作用通过条形图表示。例如，对于 60 Hz 系统，5 次谐波为 300 Hz (5 x 60)；而对于 50 Hz 系统，5 次谐波为 250 Hz (5 x 50)。这些谐波的影响是电压或电流失真。从 2 次谐波到 50 次谐波的所有失真之和除以基波分量为总谐波失真 (THD)。

屏幕顶部的读数显示信号的交流均方根值、基波 (H1) 值、基波频率和 THD 值。

要查看谐波分量的读数：

1. 选择 **F4** **谐波**。

2. 按 **F2** **输入** 键选择要显示谐波的通道。

对于电压和电流测量，选择 **A** 表示测量通道 **A** 上的电压谐波，选择 **B** 表示测量通道 **B** 上的电流谐波。

对于失衡测量，选择 **A**、**B** 或 **C** 以显示所选通道的电压或电流谐波。

3. 按  以垂直放大谐波显示。

4. 按 **F3** **标度选项** 可更改垂直标度。

5. 使用   **ENTER** 可在基频百分比和线性电压或电流值之间切换垂直标度。

6. 在标度选项中，可在电流波形的 **TDD** 读数和 **THD** 读数之间切换。

TDD（总需量失真）是所有电流谐波分量的均方根值与作为数值所输入的最大需求电流之间的比值。在低负载条件下运行时，该值十分有用。在这种情况下，**THD** 会相对较高，但产生的谐波电流会较低，对供电系统的影响可以忽略不计。

谐波引起的失真会影响同一电路上其他电气设备的运行。其他负载（如电机和变压器）可能过热、寿命缩短，最终由于谐波的存在而发生故障。

提示：

- 电压和电流谐波密切相关，但百分比电平通常差别很大。电压谐波较低，电流谐波较高。
- 如果任何相的电压 **THD** 超过 **6 %**，则可能需要进一步调查。可以通过更改驱动器、安装谐波滤波器或其他谐波缓解方案来减少谐波。安装滤波器时，可以在安装前后进行谐波测量，以验证滤波器的性能。
- 通过将水平标度选为 **2 kHz 至 9 kHz** 或 **9 kHz 至 150 kHz**，标度选项可显示较高的频率分量。水平标度显示的是频率而不是谐波数。
- 系统使用基于所获波形的 **FFT** 算法计算频率分量。水平标度为线性，因为这些值与基频无关。
- 这些频率范围可用于确定在相同输入功率下工作的驱动器（例如，有源前端）对具有高频分量的被测驱动器的输入段产生了多大的影响。这也会影响驱动器输入端的滤波器。

电机驱动器直流总线

电机驱动器直流总线功能可检查电机驱动器的中间电路。

⚠⚠ 警告

为了防止可能产生电击、火灾或人身伤害，请注意，在电机驱动器关闭后，直流总线输出端存在的电压仍将保持下去。保持时间取决于内部阻抗。

直流电压电平

直流电压电平用来检查驱动器内部直流总线的数值和稳定性以及制动或功率反馈（如果受到驱动器支持）的影响。

读数显示直流电平以及峰值和峰间值。使用交流电压纹波可以更仔细地观察交流分量。

除了在输入段使用可控整流器 (IGBT) 之外，直流总线电压应该是均方根线电压的 1.414 倍。直流电压过低可能导致驱动器跳闸。低电压可能由输入电源的电压偏低所致，或是因输入电压失真（平顶原因）导致。

提示：

- 使用记录功能检查直流电压稳定性随时间的变化，并检测缓慢波动。测试仪将会连续记录测量值的数字读数，并以图形方式显示。
- TrendPlot 图形从右向左滚动，类似于纸质图表记录器。注意，屏幕底部显示从头开始记录的时间。当前读数显示在屏幕顶部。
- 更多信息请参阅《ScopeMeter® Test Tool 190 系列 II 用户手册》中的“使用记录功能”章节。

交流电压纹波

交流电压纹波功能用于检测直流总线上的快速波动和交流分量。

提示：

- 轻微纹波是可见的，具体取决于负载。如果纹波峰值具有不同的重复水平，则其中一个整流器可能出现故障。
- 超过 40 V 的纹波电压可能由电容器故障引起，或者驱动器额定值对于所连接的电机和负载而言过低。

电机驱动器输出

电机驱动器输出功能用于检查驱动器输出状况。调制输出电压随着电机的转速和负载而变。输出电流取决于电机的负载和正确运行。相位间失衡会导致或指示问题。电机绝缘上的应力可以通过测量快速调制脉冲的上升时间来确定。

(滤波) 电压和电流

(滤波) 电压和电流是电机驱动器输出端一个相的电压、电流和频率测量值。系统使用 10 kHz 带宽滤波器进行测量，从而显示正弦波形状的电压波形，而不是脉宽调制信号。

电压测量在两相之间进行（相对相）。对单个相执行电流测量。对其他相重复测量过程。

显示屏以红色显示电压波形，以蓝色显示电流波形。PWM 电压、均方根电流、频率和 V/Hz 因数（电压和频率之比）的读数显示在屏幕顶部。显示的是 PWM 电压而非均方根电压，因为 PWM 电压表示开关输出的有效电压（基于基频的整数周期内的采样平均值）。

F2 将显示屏上的读数更改为峰值电压读数或峰值电流读数：峰间值、最大峰值、最小峰值和波峰因数（峰值和均方根值之比）。

提示：

- 使用 V/Hz 比率检查该比率是否在电机的规定限值内。
- 如果 V/Hz 比率过高，电机会过热；如果 V/Hz 比率过低，电机将失去扭矩。

注意

这里的峰值电压读数是有效电压的峰值，而不是实际 PWM 电压的峰值。使用电压调制功能测量 PWM 电压。

- (滤波) 电压和电流功能用于检测电机过载情况。Hz 读数稳定但 V 读数不稳定表示直流总线存在问题。Hz 读数不稳定但 V 读数稳定表示 IGBT 存在问题。Hz 读数和 V 读数均不稳定表示速度控制电路存在问题。
- 检查电机驱动器的输出电压和铭牌上的额定值是否相符。电流必须在电机规定的满载电流范围内。应考虑电机运行系数，该系数指明电机在短时间内可以承受的过载百分比。
- 如果输出电流过高，电机可能会发热。温度上升 10 度可使定子绝缘寿命降低 50 %。

电压调制

使用电压调制显示调制后的输出信号。子菜单拥有选择测量基准的选项。

相间

相间功能显示两相之间的调制信号。PWM 电压、电压峰间值、频率和电压 / 频率比读数显示在屏幕顶部。屏幕上显示 PWM 电压，但不显示均方根电压。PWM 电压表示开关输出的有效电压，该电压基于基波频率整数周期内的采样平均值。

F2 用于调整波形的缩放级别（1、2 或 3）以及相应的读数。

对于 2 级缩放，测试仪会选择一个详细显示脉冲的时基，读数变为最大峰值电压、最小峰值电压和高低电平之间的电压差。

F4 **突发脉冲**（正或负）用于选择调制信号的正脉冲或负脉冲。更改为 3 级缩放时，该选择也适用。

对于 3 级缩放，本测试仪可选择显示调制信号脉冲边缘的时基。测试仪自动选择具有高峰值的脉冲以找到最高的 dV/dt 值。

使用 **F4** 选择峰值作为上升时间时，读数会变为最大峰值电压、 dV/dt 、上升时间和过冲百分比。上升时间的测量基于 IEC 60034-17 方法，该方法使用脉冲峰值的 10 % 和 90 %。该峰值为 dV/dt 读数中的 dt ，峰值电压为 dV 。确保自动选择的斜率确实是 PWM 信号的脉冲，而不是干扰信号的脉冲。斜率的起点必须在 0 电位左右。

F4 **电平**用于选择电压差、 dV/dt 、上升时间和过冲百分比的读数。上升时间的测量基于 NEMA MG1 Part 30.1 方法，该方法使用电压电平值的 10 % 和 90 %。该值为 dV/dt 读数中的 dt ，电压电平为 dV 。

要在任何缩放模式下手动更改波形视图：

- 按下  或 。
- 要更改时基，请使用  键。
- 使用电压、时间和 dV/dt 读数查看开关脉冲的陡度是否在电机的绝缘技术指标内。

提示：

- 高电压峰值可能会损坏电机绝缘和驱动输出电路，并导致驱动系统跳闸。超过标称电压 50 % 以上的过冲会产生问题。
- 测量电机输入以检查电机输入脉冲及电缆的影响。
- 安装滤波器时，可以在安装前后进行 dV/dt 测量，以验证滤波器的性能。

相对地

将参考导线接地时，测试仪会显示每个相的开关脉冲。一般来说，正弦波显示在调制信号的顶部，因为接地电平并非三相系统的中性点。由于对地信号电平的波动，在所有缩放模式下，并不会始终自动显示稳定的信号。

与相间测量相比，当选择 2 级缩放时，将显示载波频率读数，因为波形显示一个相的切换（与相间的两相切换混合相比）。

3 级缩放显示与相间相同的参数，并且可能是对地高电压峰值，这可能会损坏电机绝缘。相对地信号会损坏不同的绝缘部分。应用滤波器时，与相间测量相比，相对地测量可以显示更高的峰值。

提示：

- 确保自动选择的斜率是 PWM 信号的脉冲，而不是干扰信号的脉冲。斜率的起点必须在 0 电位左右。
- 当驱动器的直流总线具有中间 0 电平（DC+ 和 DC- 的中点），且该电平可以使用基准导线获取时，则可以执行相同的测量。

相-DC- 或相-DC+

以直流正极或负极总线信号作为基准所执行的测量与相间测量相同，但相对于直流电平具有偏差。相 - 直流测量也用于测量开关频率、识别 IGBT 问题，或检查信号是否上下浮动以指示系统接地问题。

频谱（仅适用于 MDA-550）

MDA-550 包含电压调制模式下的频谱分析。在此模式下，不启用硬件滤波器。此功能显示电机驱动器输出电压波形的频谱成分。它通过 FFT（快速傅里叶变换）将振幅波形从时域转换为频域。开关频率显示为高峰值。对于相间测量，则在两相开关合成时，显示两倍的开关频率。对于相对地测量，只有驱动器的开关频率显示为频谱峰值。

电压失衡

电压失衡用于检查三相系统相间电压的差异。将其中一相的最大均方根电压偏差除以所有相的平均均方根电压，可计算出失衡值。

电机端子处的电压失衡会对电机运行产生不利影响，还会导致电机驱动器上的电流过载故障保护发生跳闸。

F2 用于将屏幕顶部显示的读数更改为每个相的峰间值以及其中一个相的最高波峰因数（峰值与均方根值之比）。

电流失衡

电流失衡用于检查三相系统相电流电平之间的差异。

将其中一相的最大均方根电流偏差除以所有相的平均均方根电流，可计算出失衡值。电流失衡应小于 6%，具体取决于负载电流和电路容量。

确保相电流相等。如果其中一个相显示故障，会导致电机过热、停止后无法起动、效率降低。断相可能是由于电机驱动器输出故障或电机驱动器和电机之间连接不良造成的，并可能导致电机过热。

F2 用于将屏幕顶部显示的读数更改为每个相的峰间值以及其中一个相的最高波峰因数（峰值与均方根值之比）。

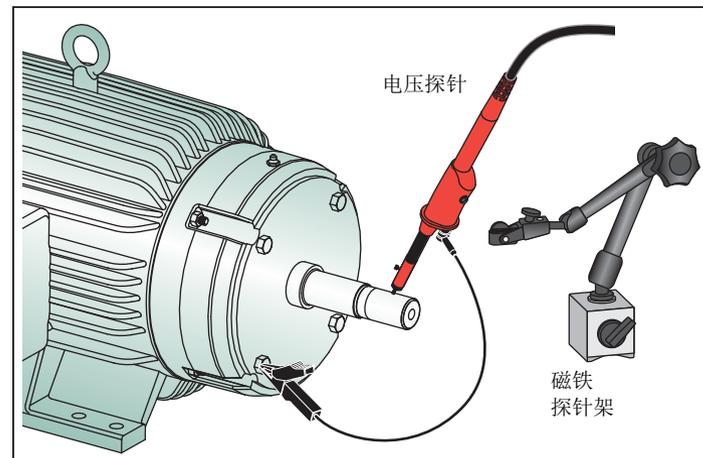
电机输入

电机输入端的功能与电机驱动器输出端的功能相同，只是在电压调制时将相 - 直流总线测量值忽略不计，因为在电机输入端使用直流总线作为基准是不实际的。

使用电机输入功能进行相同的测量，检查电机驱动器和电机之间的电缆的影响，然后在报告中单独记录测量结果。电压调制测量有助于显示电缆未正确匹配时过高的电压峰值。

电机轴（仅适用于 MDA-550）

电机轴功能用于检测可能损坏电机轴承的轴承闪络。测量时需要连接到电机的旋转轴。选件中包含电刷，可用于该测量。或者也可以使用绞线探针。Fluke 推荐使用 VP410 10:1 电压探针。参见图 5。



图示 5. 电机轴测试设置

⚠ 小心

为了安全起见，请使电机停止运行。

设置方式：

1. 从探针尖端取下黑色保护盖和黑色绝缘套管。
2. 将电刷放在电压探针顶部。
3. 转动螺钉以拧紧探针上的电刷。
4. 将探针放入磁性探针架。用随附的两件式延伸杆延长探针架。

注意

使用探针架将探针保持在固定位置，并使电刷与电机轴接触。

5. 在进行测量之前，确保可以与轴进行良好的电接触。
6. 使用其中一根接地线接触用作基准接地的电机机架。

无法在轴附近连接时，产品随附有一根两端带有 4 mm 接头的延长线，用于将连接线延伸至接地线。可以在电机的从动端和非从动端进行测量。

7. 开启电机。
8. 待电机升温至正常工作温度后进行测量。

使用此功能可以确定轴和电机机架之间发生的闪络次数，这种闪络也称为电火花加工。当电机轴电压超过轴承润滑脂绝缘能力时，会出现闪络电流，并导致轴承座圈出现点蚀和槽痕。

提示：

- 直接在 50/60 Hz 电源下运行时，轴电压通常小于 1 V。
- 鉴于电机驱动器的开关电压具有快速边沿，由驱动器供电的电机的轴电压可能高出很多。高电压会导致油脂隔离层上产生大击穿电流，从而损坏轴承。
- 通常情况下，由于气隙磁场不对称，不可避免的轴电压会导致峰值电压低于 5 V 且持续时间长于 100 ns，但是通常不具破坏性。
- 电压放电超过 15 V 且瞬变时间短于 50 ns 时，可能会导致润滑脂闪络电流损坏轴承。然而，不能给出可被认为对电机有害的固定值，因为影响该值的因素有很多。

选择电机轴电压测量后，屏幕会显示电压波形。电压峰间值读数显示在屏幕顶部。选择 **F2** **事件开启** 可查看放电事件并计算放电事件的数量。仅显示放电事件。屏幕顶部的读数显示电压峰间值、 dV/dt 、下降时间或上升时间以及每秒事件数。在屏幕显示每秒事件数之前，需等待大约 20 秒钟。

使用 **F4** **定义事件** 功能定义放电事件。

在此屏幕中，选择要作为事件进行计数和显示的最大电压变化和最大上升或下降时间。

提示:

- 没有检测到事件时，不会显示波形。
- 如果测得的轴电压过大，应检查是否可以通过调整电缆、接地、驱动参数或润滑油来降低电压放电。如果无法调整或者调整无效，应使用轴接地装置或绝缘轴。
- 如果轴承运转过热或出现噪音，并且测得轴电压偏高，则轴承闪络电流可能是轴承过度磨损的主要原因。
- 检查造成轴承磨损的其他原因，例如联轴器不对中或松动。

重放

本测试仪可自动存储 100 个最近的屏幕:

1. 按  或  可锁定存储内容。
2. 可以使用**重放**菜单中的功能回放所存储的屏幕，以找到感兴趣的屏幕。

您可以使用此功能查看以前的测量结果，例如最后一个轴电压放电波形。

要将重放屏幕保存到报告中:

1. 按  两次。
2. 按  **保存至报告**。
3. 按  返回到重放屏幕。

报告

MDA-500 系列通过内置报告生成器简化了收集数据和编写测试报告的过程。

在每个测试点或测量中，都有创建、更新或修改报告的选项:

1. 按  **保存至报告**将屏幕保存为 .png 文件。
2. 输入被测驱动器的名称。
本测试仪使用驱动器的名称作为目录名称，并根据选定的测量自动为上述 .png 文件创建名称。
3. 完成对驱动器的所有测量后，按下电机驱动器主菜单中的  **关闭报告**。
4. 下次按  **保存至报告**时，需为报告输入新名称。
5. 报告关闭后，按  **复制报告至 U 盘**，将报告保存到 U 盘。
测试仪附带的 U 盘有 2 GB 存储容量，是测试仪支持的最大存储容量。
6. 按  **删除报告**可删除保存的报告并释放内存。

本测试仪关闭时，当前打开的报告会自动关闭。

要复制或删除存储的报告：

1. 按 。
2. 按  文件选项。
3. 使用   突出显示**复制**可将文件复制到 U 盘，使用“移动”选项可移动到 U 盘，使用**重命名**可以重命名报告，或使用**删除**选项删除报告。
4. 按 。
5. 使用   突出显示报告。
6. 按  加以确认。

文件名的最后 2 位数字表示连续保存的屏幕。例如，在电机驱动器输出、电压调制和相间模式下选择两次**保存至报告**时，文件名为 OUVMP02.PNG。

表 2 显示了所选功能对应的文件名。

FlukeView 2

有关如何将 USB 线缆连接到计算机的信息，请参阅《*Fluke 190 系列 II 用户手册*》中的“*连接到计算机*”部分。

本产品附带的 U 盘中包含 *FlukeView 2 for ScopeMeter* 测试仪的安装程序。

安装后：

1. 启动 FlukeView 2 软件。
2. 按**帮助**可访问该程序的文档。

测量概述

表 2 中列出了使用本测试仪可以完成的测量。

表格 2. 测量和分析组合

测试点	子组	读数 1	读数 2	读数 3	读数 4	报告文件名
电机驱动器输入						
电压和电流						
相间	电压 - 电流 - 频率	交流 + 直流电压	交流 + 直流 电流	频率		INVCFP
	峰值电压	最大峰值电压	最小峰值电压	峰间值电压	波峰因数	
	峰值电流	最大峰值电流	最小峰值电流	峰间值电流	波峰因数	
相对地	电压 - 电流 - 频率	交流 + 直流电压	交流 + 直流 电流	频率		INVCFG
	峰值电压	最大峰值电压	最小峰值电压	峰间值电压	波峰因数	
	峰值电流	最大峰值电流	最小峰值电流	峰间值电流	波峰因数	
电压失衡	失衡率	交流 + 直流电压	交流 + 直流 电压	交流 + 直流电压	失衡率	INVUNB
	峰值	峰间值电压	峰间值电压	峰间值电压	最大波峰因数	
电流失衡	失衡率	交流 + 直流电流	交流 + 直流 电流	交流 + 直流电流	失衡率	INCUNB
	峰值	峰间值电流	峰间值电流	峰间值电流	最大波峰因数	
电机驱动器直流总线						
直流		直流电压	峰间值电压	最大峰值电压		DCVCF
纹波		交流电压	峰间值电压	频率		DCVRPL

表格 2. 测量和分析组合 (续)

测试点	子组	读数 1	读数 2	读数 3	读数 4	报告文件名
电机驱动器输出						
(滤波) 电压和电流	电压 - 电流 - 频率	PWM 电压	交流 + 直流 电流	频率	V/Hz	OUVCF
	峰值电压	最大峰值电压	最小峰值电压	峰间值电压	波峰因数	
	峰值电流	最大峰值电流	最小峰值电流	峰间值电流	波峰因数	
电压失衡	失衡率	PWM 电压	PWM 电压	PWM 电压	失衡率	OUVUNB
	峰值	峰间值电压	峰间值电压	峰间值电压	最大波峰因数	
电流失衡	失衡率	交流 + 直流电流	交流 + 直流 电流	交流 + 直流电流	失衡率	OUCUNB
	峰值	峰间值电流	峰间值电流	峰间值电流	最大波峰因数	
电压调制						
相间	1 级缩放	PWM 电压	峰间值电压	频率	V/Hz	OUVMPP
	2 级缩放	最大峰值电压	最小峰值电压	电压差		
	3 级缩放峰值	最大峰值电压	V/s 差值	峰值上升时间	过冲	
	3 级缩放电平	电压差	V/s 差值	电平上升时间	过冲	
相对地	1 级缩放	PWM 电压	峰间值电压	最大峰值电压	最小峰值电压	OUVMGP
	2 级缩放	最大峰值电压	最小峰值电压	电压差	频率	
	3 级缩放峰值	最大峰值电压	V/s 差值	峰值上升时间	过冲	
	3 级缩放电平	电压差	V/s 差值	电平上升时间	过冲	

表格 2. 测量和分析组合 (续)

测试点	子组	读数 1	读数 2	读数 3	读数 4	报告文件名
相 -DC +	1 级缩放	PWM 电压	峰间值电压	最大峰值电压	最小峰值电压	OUVMDC+
	2 级缩放	最大峰值电压	最小峰值电压	电压差	频率	
	3 级缩放峰值	最大峰值电压	V/s 差值	峰值上升时间	过冲	
	3 级缩放电平	电压差	V/s 差值	电平上升时间	过冲	
相 -DC -	1 级缩放	PWM 电压	峰间值电压	最大峰值电压	最小峰值电压	OUVMDC-
	2 级缩放	最大峰值电压	最小峰值电压	电压差	频率	
	3 级缩放峰值	最大峰值电压	V/s 差值	峰值上升时间	过冲	
	3 级缩放电平	电压差	V/s 差值	电平上升时间	过冲	
电机输入						
(滤波) 电压和电流	电压 - 电流 - 频率	PWM 电压	交流 + 直流 电流	频率	V/Hz	MIVCF
	峰值电压	最大峰值电压	最小峰值电压	峰间值电压	波峰因数	
	峰值电流	最大峰值电流	最小峰值电流	峰间值电流	波峰因数	
电压失衡	失衡率	PWM 电压	PWM 电压	PWM 电压	失衡率	MIVUNB
	峰值	峰间值电压	峰间值电压	峰间值电压	最大波峰因数	
电流失衡	失衡率	交流 + 直流电流	交流 + 直流 电流	交流 + 直流电流	失衡率	MICUNB
	峰值	峰间值电流	峰间值电流	峰间值电流	最大波峰因数	

表格 2. 测量和分析组合 (续)

测试点	子组	读数 1	读数 2	读数 3	读数 4	报告文件名
电压调制						
相间	1 级缩放	PWM 电压	峰间值电压	频率	V/Hz	MIVMPP
	2 级缩放	最大峰值电压	最小峰值电压	电压差		
	3 级缩放峰值	最大峰值电压	V/s 差值	峰值上升时间	过冲	
	3 级缩放电平	电压差	V/s 差值	电平上升时间	过冲	
相对地	1 级缩放	PWM 电压	峰间值电压	最大峰值电压	最小峰值电压	MIVMPG
	2 级缩放	最大峰值电压	最小峰值电压	电压差	频率	
	3 级缩放峰值	最大峰值电压	V/s 差值	峰值上升时间	过冲	
	3 级缩放电平	电压差	V/s 差值	电平上升时间	过冲	
仅适用于 MDA-550						
电机轴						
轴电压	事件关闭	峰间值电压				SHAFTV
	事件开启	电压差	上升 / 下降时间	V/s 差值	每秒事件数	
电机驱动器输入、输出和电机输入						
谐波	电压	交流 + 直流电压	基波电压	基波频率	THD 百分比	
	电流	交流 + 直流电压	基波电流	基波频率	THD/TDD 百分比	

技术指标

直流电压 (V DC)

使用 10:1 或 100:1 探针时的最大电压	1000 V
使用 10:1 或 100:1 探针时的最大分辨率	1 mV
满刻度读数	999 个计数
每格 4 s 至 10 us 下的准确度	± (3 % + 6 个计数)

交流电压 (V AC)

使用 10:1 或 100:1 探针时的最大电压	1000 V
使用 10:1 或 100:1 探针时的最大分辨率	1 mV
满刻度读数	999 个计数
50 Hz	± (3 % + 10 个计数) -0.6%
60 Hz	± (3 % + 10 个计数) -0.4 %
60 Hz 至 20 kHz	± (4 % + 15 个计数)
20 kHz 至 1 MHz	± (6 % + 20 个计数)
1 MHz 至 25 MHz	± (10 % + 20 个计数)

真均方根电压 (V AC+DC)

使用 10:1 或 100:1 探针时的最大电压	1000 V
使用 10:1 或 100:1 探针时的最大分辨率	1 mV
满刻度读数	1100 个计数
DC 至 60 Hz	± (3 % + 10 个计数)
60 Hz 至 20 kHz	± (4 % + 15 个计数)
20 kHz 至 1 MHz	± (6 % + 20 个计数)
1 MHz 至 25 MHz	± (10 % + 20 个计数)

PWM 电压 (V Pwm)

用途	测量脉宽调制信号，例如电机驱动逆变器输出信号
原理	读数显示的是基于基波频率整数周期内采样平均值的有效电压
准确度	与正弦波信号的交流 + 直流电压相同

峰值电压 (V Peak)

模式	最大峰值、最小峰值或峰间值
使用 10:1 或 100:1 探针时的最大电压	1000 V

使用 10:1 或 100:1 探针时的最大分辨率.....	10 mV
准确度	
最大峰值、最小峰值	±0.2 格
峰间值	±0.4 格
满刻度读数	800 个计数
电流 (AMP)，使用电流钳	
量程	与 V AC、VAC+DC 或 V Peak 相同
比例因子	0.1 mV/A、1 mV/A、10 mV/A、20 mV/A、50mV/A、100 mV/A、200 mV/A、400 mV/A
准确度	与 V AC、VAC+DC 或 V Peak 相同（加上电流钳的准确度）
频率 (Hz)	
量程	1.000 Hz 至 500 MHz
满刻度读数	999 个计数
准确度	± (0.5 % + 2 个计数)
电压频率比 (V/Hz)	
作用	显示变速交流电机驱动器上测得的 Vpwm 值（参见 Vpwm）除以基频所得的值
准确度	%Vrms + %Hz
驱动器输入端电压失衡	
作用	显示其中一相的电压值与三个真均方根电压平均值之间的最大百分比差异
准确度	基于交流 + 直流电压值的指示性百分比
驱动器输出端和电机输入端的电压失衡	
作用	显示其中一相的电压值与三个 PWM 电压平均值之间的最大百分比差异
准确度	基于 V Pwm 值的指示性百分比
驱动器输入端电流失衡	
作用	显示其中一相的电压值与三个交流电流平均值之间的最大百分比差异
准确度	基于交流 + 直流电压值的指示性百分比
驱动器输出端和电机输入端的电流失衡	
作用	显示其中一相的电压值与三个交流电流平均值之间的最大百分比差异
准确度	基于交流电流值的指示性百分比
上升时间和下降时间	
读数	电压差 (dV)、时间差 (dt)、电压差 / 时间差 (dV/dt)、过冲
准确度	与示波器准确度相同

谐波和频谱	
谐波.....	DC 至 51 次谐波
频谱范围.....	1 kHz 至 9 kHz、9 kHz 至 150 kHz（20 MHz 滤波器开启）、最高 500 MHz（电压调制）
轴电压	
每秒事件数.....	基于上升和下降时间（脉冲放电）测量值的指示性百分比
报告数据的采集	
屏幕数量.....	报告中通常可以保存 50 个屏幕（具体取决于压缩比）
传输到 PC.....	使用 2 GB U 盘或 mini-USB 转 USB 数据线和 FlukeView® 2 for ScopeMeter®
探针设置	
电压探针.....	1:1、10:1、100:1、1000:1、20:1、200:1
电流钳.....	0.1 mV/A、1 mV/A、10 mV/A、20mV/A、50mV/A、100mV/A、200 mV/A、400 mV/A
轴电压探针.....	1:1、10:1、100:1
在测试仪上调节时的 VPS4xx 探针准确度	
DC 至 20 kHz.....	±1 %
20 kHz 至 1 MHz.....	±2 %
1 MHz 至 25 MHz.....	±3 %（在高频下，探针晃动会开始影响准确度）
安全性	
一般安全.....	IEC 61010-1: 污染等级 2
测量	
IEC 61010-2-030	
BNC 输入端口 A、B、(C、D)	
任意端子	
和接地之间.....	1000 V CAT III, 600 V CAT IV
任意端子之间.....	300 V CAT IV
IEC 61010-2-031	
电压探针 VPS410 10:1	
任意端子	
和接地之间.....	1000 V CAT III, 600 V CAT IV
任意端子之间.....	1000 V CAT III, 600 V CAT IV
电压探针 VPS42x 100:1	
任意端子	
和接地之间.....	1000 V CAT III, 600 V CAT IV
探针尖端和	
参考导线之间.....	2000 V

注：电压额定值即“工作电压”。在交流电正弦波应用中，其读数为 V_{ac-rms} （50-60 Hz），直流电应用中其读数为 V_{dc} 。

电磁兼容性 (EMC)

国际.....	IEC 61326-1: 便携式电磁环境 IEC 61326-2-2 CISPR 11: 第 1 组, A 类 第 1 组: 设备内部产生和/或使用与传导相关的无线电频率能量, 该能量对于设备自身的内部功能必不可少。 A 类: 设备适用于非家庭使用以及未直接连接到为住宅建筑物供电的低电压网络的任意设备中。由于传导干扰和辐射干扰, 在其他环境中可能难以保证电磁兼容性。 小心: 此设备不可用于住宅环境, 且在此类环境中可能无法提供充分的无线电接收保护。 连接至测试对象后, 此设备产生的辐射可能会超过 CISPR 11 规定的水平。
韩国 (KCC).....	A 类设备 (工业广播和通讯设备) A 类: 本产品符合工业电磁波设备的要求, 销售商或用户应注意这一点。本设备旨在用于商业环境中, 而非家庭环境。
USA (FCC).....	47 CFR 15 B 子部分。按照第 15.103 条规定, 本产品被视为免税设备。

注意

关于电磁抗扰性, 请参阅《ScopeMeter Test Tool 190 Series II 用户手册》第 8 节中的表 3。