

操作手册

磁通量计

FLUX-CHECK 250

固件版本 740 及更高版本

2025-03



List-Magnetik海因里希·李斯特工程硕士有限公司
D-70771 Leinfelden-Echterdingen Max-Lang-Str. 56/2 电话: +49
(711) 903631-0

互联网: <https://www.list-magnetik.com> 电子邮件: info@list-magnetik.de



引言.....	2
警告与危险.....	3
快速入门指南.....	3
计量单位的一般信息.....	4
磁通量 Φ (FLX)	4
真实流量 (FLN)	4
磁矩 (FLM)	4
磁通密度 (FLD)	5
显示结构.....	6
导航.....	7
测量.....	8
内存管理.....	12
特殊测量方法.....	14
粗略地看.....	14
数据日志.....	16
设置.....	17
显示.....	17
语言.....	17
背光.....	17
音量.....	17
权力.....	17
探测设置.....	18
触发级别.....	18
范围.....	18
模式.....	18
单位.....	18
参数.....	19
限值.....	19
自动保存.....	19
信息与系统.....	20
状态栏.....	20
电源关闭.....	20
日期和时间.....	20
删除内存.....	21
工厂重置.....	21
体系.....	21
技术数据.....	22
适用于 Windows、Android 和 iOS 的应用程序.....	23
Lima Connect for Windows.....	23
适用于 Android 和 iOS 的 Lima Connect.....	23
SCPI 通信接口.....	25
重要说明.....	26
更换电池时保留已存储的测量数据.....	26
更换探头.....	26

引言

紧凑型List-Magnetik **FLUX-check 250**磁通计是一款手持式仪器，可用于测定磁系统或单个磁体的磁通（Phi）。

在测试永磁体或磁系统时，关键问题在于磁体的质量及其磁化强度。使用磁场计测量磁场强度仅能在特定点位进行，且无法考虑磁体的体积因素。这项任务由磁通计完成。从技术角度而言，**FLUX-check 250**磁通计实际上是一种电子数字电压积分器。

结合List-Magnetik **Helmholtz**扭矩线圈**HM-2**使用时，可以非常精确地测定永磁体的磁通量，因为测量的是磁体的整体体积，而与磁体的位置无关。磁体对线圈产生的效应以电信号形式被测量，并转换为磁通量值。除Helmholtz **HM-2**扭矩线圈外，所有类型的线圈或线圈探头均可连接至该仪器。**FLUX-check 250**磁通计具有高达33 k 的输入电阻，因此即使连接具有高内阻的线圈探头，测量误差也可忽略不计。

除磁通量 外，仪器还可记录线圈及被测磁体的其他相关信息，并用于计算附加参数：

- 线圈匝数(n)——该参数用于计算“实际磁通量”。
- 亥姆霍兹线圈的线圈常数——该参数用于计算“磁矩”。
- 磁体的体积——该参数用于计算磁通密度 B

该设备提供灵活的数据存储功能、数字与模拟显示的集成界面，以及峰峰值测量能力。其无线接口可将数据传输至Windows个人电脑及Android和iOS应用程序；USB接口则可实现与外部电源的永久连接。

警告与危害

请勿在爆炸性环境中使用该设备。

制造商不对因使用本设备而造成的任何间接损害承担责任。

使用设备前，请仔细阅读完整的操作手册。

我们保留未经事先通知即可对本手册及产品进行修改的权利。

快速入门指南

- 首先将探头电缆连接至线圈和仪器。
- 使用红色开关按钮开启**FLUX-check 250**。
- 仪器通电时会自动执行零点调节。线圈内不得存在任何磁铁。

计量单位的一般信息

使用FLUX-check 250流量计可测定四个不同的数值。这四个数值具有不同的单位，因此不可直接比较。这些数值被分别纳入统计分析，以便对最小值、最大值及平均值进行分析。

磁通量 Φ (FLX)

磁通量 Φ (Phi) 是一个标量物理量，用于描述磁场。它可视为所有磁力线的总和，亦可视为磁体的“强度”。

磁通量的单位是国际单位制中的韦伯 (Wb)，或等效的伏秒 (volt-second)，后者也广泛使用。两者均需乘以 10^{-3} (毫) 系数，即表示为mWb或mVs。

磁通量测量值以缩写 FLX 的形式显示在内存及统计报表中。

实际流量 (FLN)

实际磁通量值为磁通量除以所连接线圈的匝数。

$$\text{实际通量值 } \Phi \text{ (FLN)} = \text{通量值 } \Phi \text{ (FLX)} / \text{转数 } N$$

实际磁通量的单位为mWb/n或mVs/n；对于匝数较多的情况，建议改用更小的单位10 (微安培·匝/n)： $\mu\text{Wb}/n$ 或 $\mu\text{Vs}/n$ 。

实测的实际通量值以FLN缩写形式显示在内存及统计报表中。

磁矩 (FLM)

磁矩 (偶极矩) 是一个物理量，用于描述系统对外部磁场的响应强度。它是一个矢量量，既表示磁场的方向，也表示磁场的强度。只要已知所连接线圈的测量常数，即可计算出磁矩。

$$\text{磁偶极矩 (} *cm) = \text{磁通量值 (FLX)} \times \text{线圈测量常数 [cm]}$$

磁矩的单位为mVs·cm和mWb·cm，以及更小的单位 10^{-6} (微) $\mu\text{Vs} \cdot \text{cm}$ 和 $\mu\text{Wb} \cdot \text{cm}$ 。

磁矩的测量值以缩写 FLM 的形式显示在内存和统计报表中。

磁通密度 (FLD)

磁通密度 B，亦称为磁感应强度或磁场，是一个描述给定点处磁场强度与方向的物理量。它反映了磁体所具有的磁场强度 **Br**。磁体材料的 **Br** 值与 **I_{Hc}** 值始终列于磁体制造商的规格参数（磁滞回线）中。**Br** 值可通过磁通计和亥姆霍兹线圈进行计算；此时需将磁体的磁体积输入磁通计中。

$$\text{磁通密度 } B \text{ (mT) (FLD)} = \text{线圈测量常数 [cm]} \times \text{通量值 (FLX)} / \text{磁体积 [cm}^3\text{]}$$

磁通密度可采用 A/cm 或 mT 单位进行显示。A/cm 与 mT 之间的换算系数为 1.256（经验法则：4 A/cm \approx 5 mT）。

测得的磁通密度值以 FLD 缩写形式显示在内存及统计报表中。

显示结构



显示屏分为5个区域。

状态栏显示当前菜单位置的标题及电池状态。

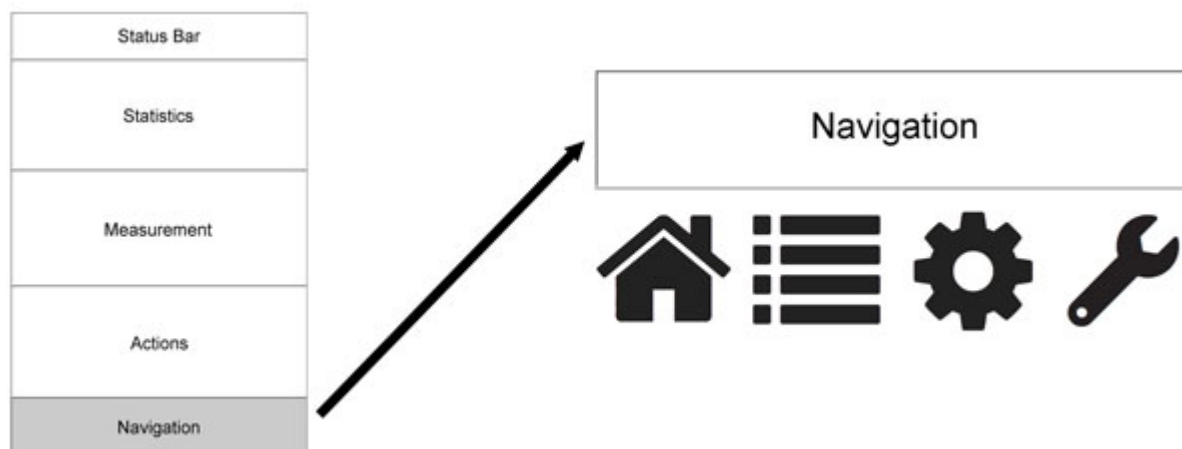
统计信息区显示一系列测量数据的统计信息。如果未激活内存批次，则此处会显示 List-Magnetik 徽标。

中央是**测量**显示屏，显示当前测量值及其附加信息。

根据当前显示内容，**操作区域**中存在可触发相应处理及特殊功能的符号。

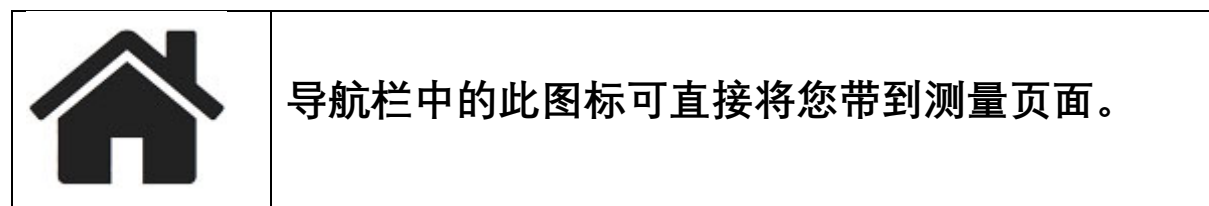
导航

屏幕底部是**导航**区域，可通过该区域跳转至不同的服务区域。



	<p>测量</p> <p>“首页”：在此您可以随时返回测量界面</p>
	<p>数据日志</p> <p>系统将显示当前活动内存批次的单独测量值；若数据记录器处于关闭状态，则显示最近一次活动内存批次的测量值。</p>
	<p>设置</p> <p>本节允许您设置语言、计量单位及其他测量与显示参数，以及电源管理设置。</p>
	<p>信息与系统</p> <p>关闭设备，查看硬件和软件状态，或执行出厂重置。</p>

测量

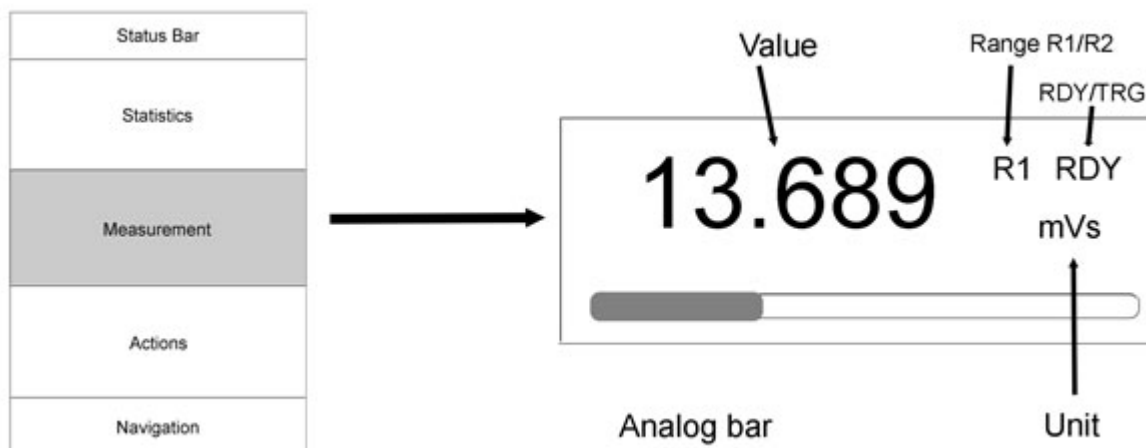


测量值、测量范围及测量单位显示在中间区域。

读数颜色为黑色。若设置了限值，则测量值低于下限值时显示为蓝色，高于上限值时显示为红色。

读数下方是一个模拟条形图。当设置限值时，该条形图表示下限和上限之间的范围。当数值低于下限或超过上限时，条形图即为完整状态。

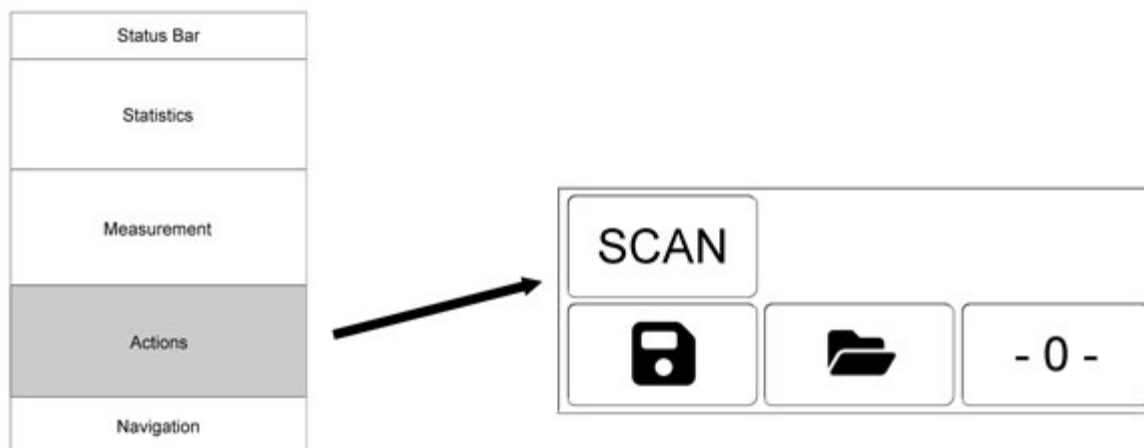
若需存储测量数据，可短暂点击软盘图标将当前测量值添加到当前内存批次中，系统会发出提示音确认操作。该内存批次的统计信息将如常规测量一样显示在测量结果上方区域。



若您已启用内存批次功能，该内存批次的统计信息将显示在读取结果上方区域，而非徽标处。

操作

测量显示界面中操作区域的概述。



当软盘图标与其他按钮一样显示为常规颜色时，您可以点击它来保存测量数据。

如果软盘图标不可见，则表示没有活动的内存批处理任务。

请注意使用 Lima Connect 时：

若软盘图标处于激活状态且设备已连接至 Lima Connect 应用程序（适用于 Windows、Android 和 iOS 系统），测量值将立即传输，并可在应用程序中以在线测量值的形式查看。

如果软盘符号处于非活动状态，则无法进行在线测量。



归零测量值。



要激活内存批次，请使用此“文件夹”图标切换至数据日志管理。

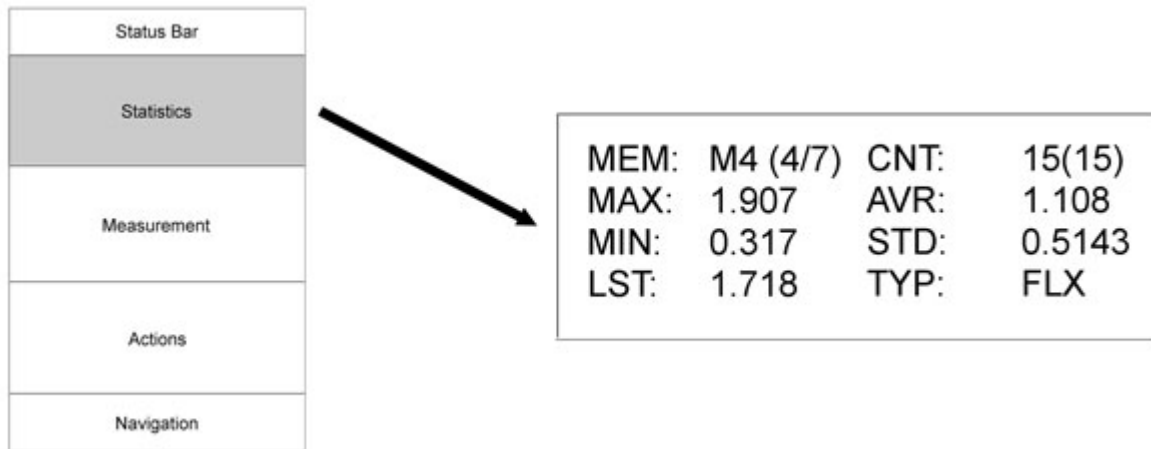
自激活时刻起，测量数据即可被存储。

扫描特殊功能扫描测量

详见独立章节“特殊测量方法”。

统计显示

仅当某个内存批次处于活动状态时，才会对该内存批次的先前读数进行统计评估。



示例中显示的统计数据如下：

内存批次编号4处于激活状态（M4）。总共有7个内存批次（当前为第4批次，占总数的4/7）。该批次共存储了15个数值。

根据这15个数值计算出最大值、最小值、平均值及标准差。

最后存储的值是 1.718。

测量值属于 FLX 型（通量测量单位为毫伏或毫瓦·贝）。

内存管理

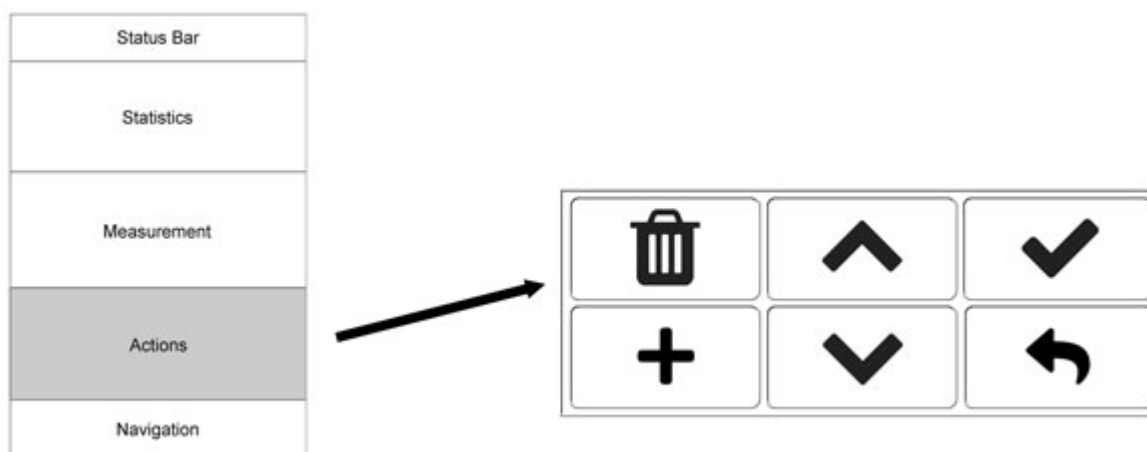
内存批次同时包含自动存储的单次测量值以及连续测量过程中实时存储的数值。扫描批次作为独立管理的内存批次，在本研究中不予考虑。


您可以创建任意数量的内存批次。每个批次都会被分配一个唯一的自由编号及以“M”开头的标识符。最多可将10,000次测量数据存储在这些M个内存批次中。

若您尚未创建或激活内存批次，则在测量过程中软盘图标将不可见。

操作

数据日志中操作区域的概述。



	<p>返回测量</p>
	<p>创建一个新的内存批次。</p> <p>您可以输入额外文本以描述新的测量系列。</p> <p>新创建的内存批次立即生效。返回显示界面后，磁盘符号会被高亮显示，随后的测量数据将被记录到该内存批次中。</p>
	<p>滚动浏览内存批次。</p> <p>输入的附加文本将会显示。您可以通过点击数据日志的导航图标来查看各个数值。</p> 
	<p>选择一个内存批次以立即使用</p>
	<p>删除当前显示的内存批次</p>

特殊测量方法

扫描

扫描测量功能记录感应电压的脉冲曲线，蓝色高亮区域显示与磁通量值**ACT**对应的积分值。该图详细展示了磁通量曲线 Φ 。

在扫描测量过程中，仅显示通量值，而不显示由此转换得到的数值。

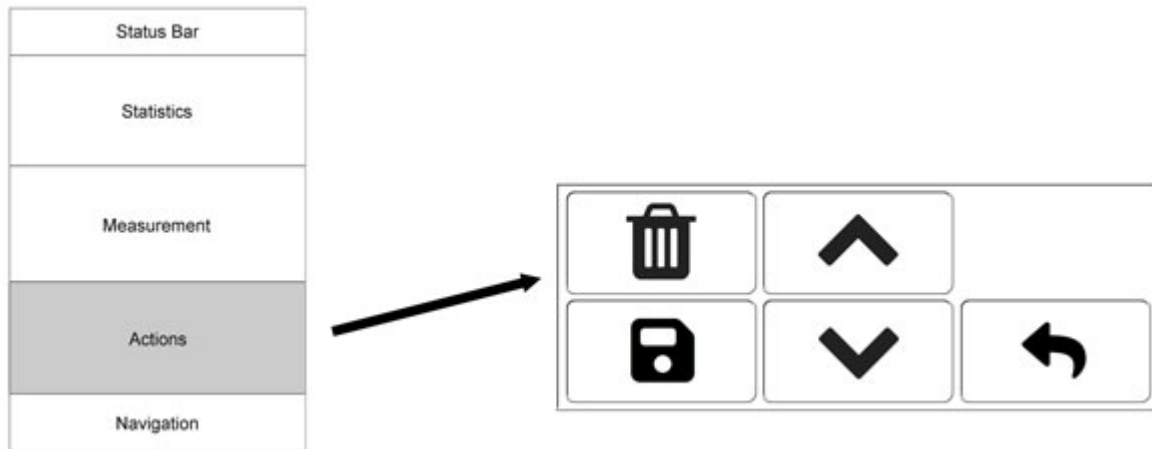
将磁铁插入亥姆霍兹线圈中。随后您将看到脉冲曲线及其下方的曲线下面积，该面积即为磁通量值的积分。该面积对应于以毫伏（mV）或毫韦伯（mWb）为单位的测量值。



ACT表示当前积分通量值。**MAX**和**MIN**分别表示脉冲曲线的最大值和最小值。**TRG**值是通过“设置/探头设置”当前设定的触发阈值。




操作

扫描测量显示界面中操作区域的概览。



	恢复正常测量
	保存扫描过程。 您可以输入一段简短文本，该文本将在滚动查看统计信息下方时显示。 您可以根据需要创建任意数量的扫描内存。每个内存批次都会被分配一个唯一的自由编号，并以“S”作为前缀。
	浏览已保存的扫描文件。 显示的统计数据、简短文本及图形进度 曲线 是
	删除当前显示的扫描结果

数据日志

	导航栏中的此图标可直接带您进入数据日志页面。
---	------------------------




当您导航至数据日志时，会显示当前M内存批次的测量结果。当前M批次与左侧读数显示屏中所示的批次相同，其统计信息显示在读数上方。

对于每个条目，测量的当前编号、日期和时间均以 MM-DD hh: mm（月份、日期、小时、分钟）格式显示，同时显示直流/交流电场类型及测量值。

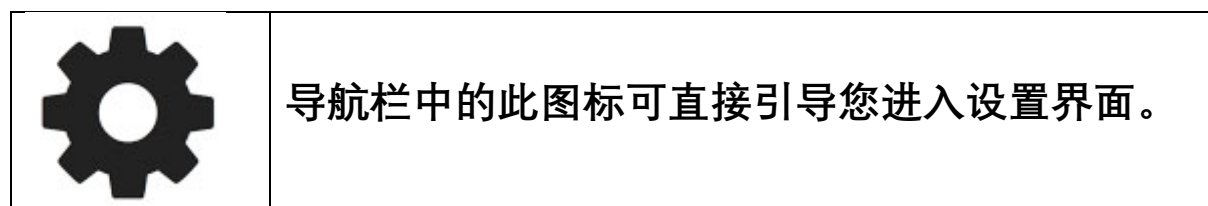
“PDC”和“PAC”分别表示该测量结果为直流峰值或交流峰值。

读数颜色为黑色。若设置了限值，则测量值低于下限值时显示为蓝色，高于上限值时显示为红色。

点击某行会禁用该阅读内容并标记为待删除；该行颜色会发生变化，并会被划掉。再次点击即可重新启用该阅读内容。

	每页显示8个读数。您可以使用滚动按钮查看下一个或最后8个数值。
	垃圾桶图标会删除所有测量数据序列。然而，内存批次仍保持激活状态，因此后续测量数据仍会写入该内存批次。
	若某条阅读记录处于非活跃状态，可通过点击剪刀图标将其永久删除。

设置



显示

可在显示菜单中调整语言、背光和音量。

语言

支持的语言包括英语、德语、意大利语、法语和西班牙语。

更改语言后，设备将关闭，必须重新启动。

背光

您可以使用滑块调节显示屏的亮度，亮度越高，功耗越大。

音量

使用滑块调节蜂鸣声的音量。

功率

您可以设置自动关机时间：5分钟、10分钟、30分钟，或选择“永不关闭”（如果您不希望设备自动关机）。

节能模式运行1分钟后，亮度将自动恢复至10%。

探头设置

触发水平

该仪器采用数字式工作原理，与模拟仪器不同，其不存在漂移现象；测量过程从设定的触发值开始。先前的漂移值会被自动视为零值并用作偏移量。因此，无需手动将测量值重置为零，即可实现极高的测量精度。

在绝大多数情况下，可采用触发值1.0进行测量；仅当流量值极低（小于1.0 mVs）时，方可将触发值设置为0.2。

范围

该设备具有两个测量范围，需预先选定。

量程1测量范围为0–10 mV，量程2测量范围为10–250 mV；若改变测量范围，则可能需要调整触发水平。

模式

共有四种不同的测量类型可供选择。这些测量类型已在引言部分进行说明。在此您可以选择需要测定的是磁通量（磁通量）、磁通量/n（实际磁通量）、磁矩还是磁通密度。

单位

单元选择选项取决于所选的测量类型。

磁通量可采用国际单位制中的韦伯（Wb）或等效的伏秒单位进行表示。两种单位均以 10^{-3} （毫）为缩放因子显示，即毫韦伯（mWb）或毫伏秒（mVs）。

在实际磁通量的情况下（测量值中包含匝数），您可以选择 mVs/n 或 mWb/n 作为单位，对于匝数较多的情况，还可选择更小的单位 10^{-6} （微安培）。

可选择单元 10^{-6} （微型）。

对于磁矩，可选择 mVs·cm 和 mWb·cm 作为单位，也可选择其更小的单位 10^{-6} （微）。

磁通密度可表示为 A/cm 或 mT。A/cm 与 mT 之间的换算系数为 1.256（经验法则：4 A/cm \approx 5 mT）。

参数

在参数菜单中，可设置用于描述所使用的亥姆霍兹线圈或磁体的常数，这些常数是确定实际磁通量、磁矩及磁通密度所必需的。

线圈的长度（单位：厘米）和匝数均为固定数值，可在线圈的技术数据表中查阅。

体积（单位： cm^3 ）用于描述所测量的磁体，该数值包含在磁通密度中。

限额

设定上下限会影响测量值的显示方式。所有数值均必须使用选定的计量单位进行输入。

上限值已超出：测量值为红色

低于下限：测量值为蓝色

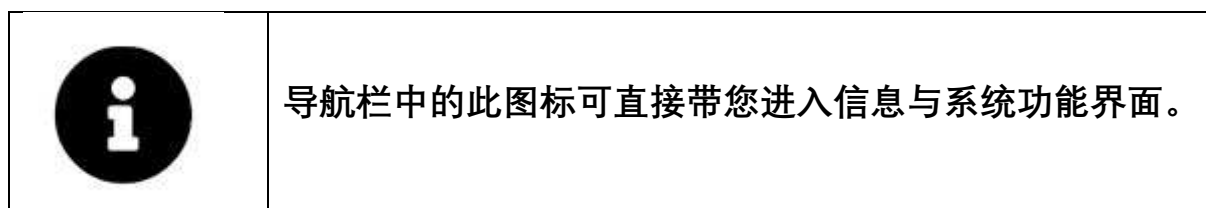
颜色变化同时出现在测量显示屏和数据日志中。

自动保存

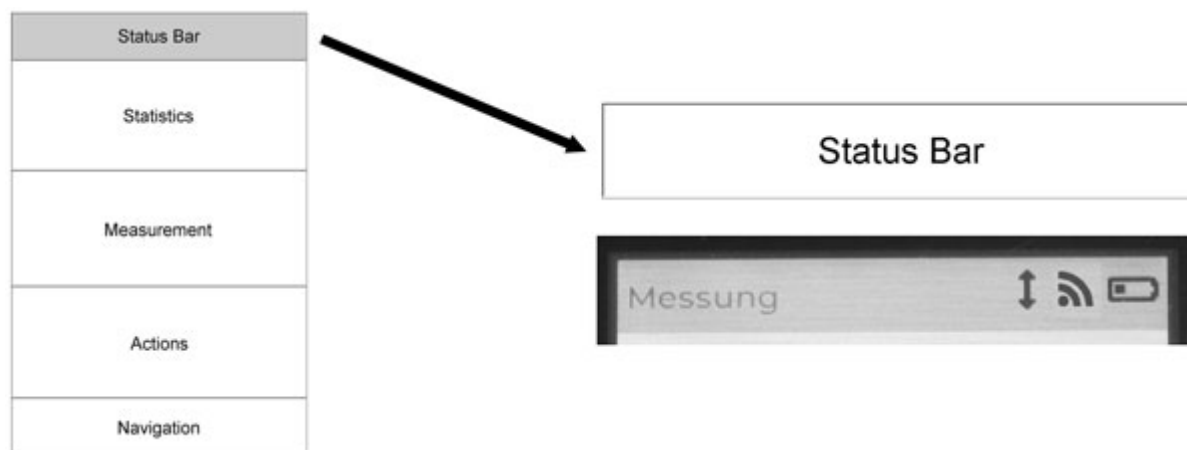
若“自动保存”功能处于激活状态（右侧滑块，黑色开关），则所有测量数据均会被保存。

若“自动保存”功能处于非激活状态（左侧滑块，灰色开关），则仅在点击软盘图标时才会保存测量数据。

信息与系统



状态条



系统显示屏包含状态栏的内容。状态栏左侧显示菜单位置，右侧设有三个图标，分别代表探头、无线连接和电源。

当执行特定操作时，探头与无线通信的对应符号会被高亮显示：探头对应测量操作，无线通信对应数据传输操作。

电源可采用通过**USB**接口连接的外部电源，或使用具有大致剩余容量的电池。

电源关闭

关闭设备有两种方法：长按红色电源按钮直至听到蜂鸣声，或使用系统菜单关闭设备。

日期和时间

日期和时间可手动设置，或通过PC应用程序**Lima Connect**进行设置。

手动设置时，请注意日期采用 xxxx-xx-xx（使用连字符）表示，时间采用 xx: xx: xx（使用冒号）表示。

删除存储器

所有来自单次测量、触发或扫描的记忆数据批次均会被清除。设置内容不会被清除。

工厂重置

出厂重置会恢复仪器所有预安装的设置。所有内存（数据记录器和校准配置文件）都将被清除。当设置发生变更且仪器无法正常工作，或探头校准功能出现异常时，应使用此功能。

系统

设备数据例如显示序列号、固件版本、当前电池电压以及无线连接的MAC地址。这些数据在需要技术支持时可提供帮助。

电池电压必须高于2.8V。若低于2.8V，设备将自动关闭。

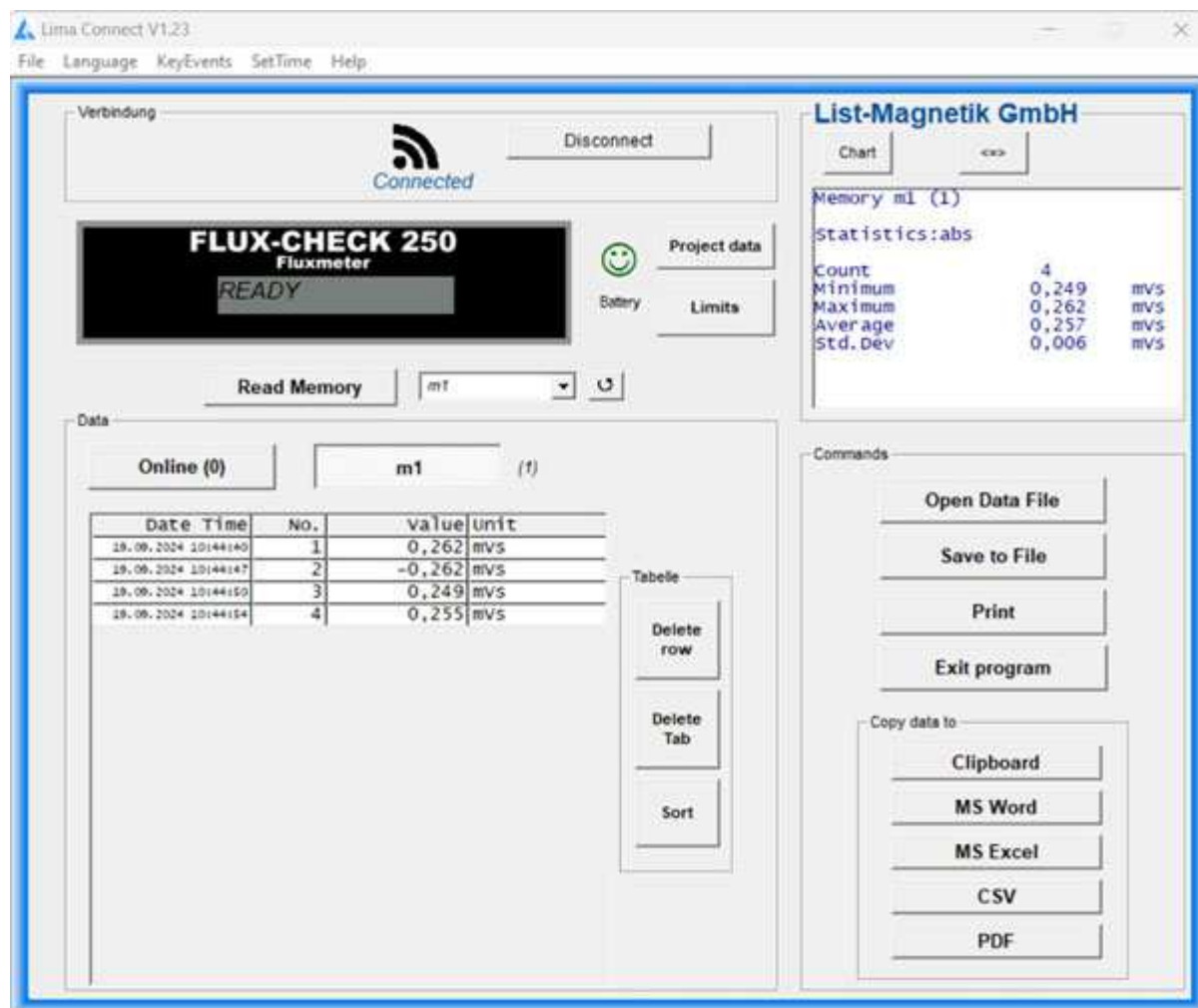
技术数据

计量单位:	磁通量 mVs (毫伏秒, 对应国际单位制中的 mWb/毫韦伯) 测量范围: 0-10 mVs 和 0-250 mVs, 支持自动或手动范围切换 实际通量: mVs/n 磁矩: mVs·cm 磁通密度: A/cm 或 mT
准确性:	2%
重复性:	1%
分辨率:	0.001 毫伏
输入电阻:	33千欧姆
环境温度范围:	0 - 50° C
显示:	LCD触控面板颜色: 320x480像素
多语言菜单导航:	德语、英语、意大利语、法语、西班牙语
数据记录器:	10,000次测量, 可灵活分割
统计数据:	计数 / 最大值 / 最小值 / 平均值 / 标准差
接口:	用于与Android、iOS和Windows系统通信的无线接口
适用于 Android、iOS 和 Windows 的应用程序:	可通过 Google Play 商店、Apple App Store 或 List-Magnetik 网站免费下载
外部控制:	通过 USB 和 SCPI 通信接口
电源:	3节1.5伏AA型迷你电池。 可通过 USB 接口连接外部电源。
运行时间:	电池续航约25小时, 外接电源使用时续航时间无限。
尺寸:	150 x 85 x 35 mm
重量:	320克, 带电池

适用于 Windows、Android 和 iOS 的 LIMA Connect for Windows 应用程序

用于向PC传输数据的免费Lima Connect应用程序可从<https://www.list-magnetik.com/en/lima-connect>下载。

通过Lima Connect，您可以使用无线技术连接到Windows电脑，进行在线测量或读取设备内存数据，对数据进行统计分析并以图表形式呈现。您可打印结果或将数据传输至后续应用程序，例如Microsoft Word和Microsoft Excel。



LIMA CONNECT适用于 Android 和 iOS 平台

为进一步处理您的测量数据，您还可以将设备与安卓及iOS移动设备配对。您可通过Lima Connect安卓和iOS版本进行在线测量或读取设备存储数据。仅在这两个移动版本中，您可管理项目并在照片中标记测量点。测量结果可进行统计分析并以图表形式呈现。安卓和iOS版本的应用程序均免费提供。

Lima Connect
Version V1.0.14

List-Magnetik

FLUX-CHECK 250
Fluxmeter

Disconnect device

Project data

Limit

Voice output on

Set Time

Info

German English

Font size < 20 >

Clear Pic Save Pic

Dismiss measure point

-3076,969 $\mu\text{Vs/n}$

Mark measure point in Picture

1 To 11 out of 11

Datum	Number	Value	Unit	
+	1	3007,250	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	2	-2906,146	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	3	-2848,886	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	4	2849,125	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	5	3167,771	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	6	-151,177	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	7	-2734,724	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	8	3329,490	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	9	-2892,969	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	10	2983,771	$\mu\text{Vs/n}$	FLX
+	11	-3076,969	$\mu\text{Vs/n}$	FLX

Count 11

Min 151,177 Max 3329,49

Mittel 907,52 Std Dev 1390,88

Menu Data Online Chart



机器人



iOS

SCPI 通信接口

SCPI（可编程仪器标准命令）是一种标准化协议，可通过 GPIB（通用接口总线）、USB、RS-232或以太网等多种接口控制和查询万用表、示波器或频谱分析仪等仪器。该协议实现了计算机与仪器之间的标准化、便捷通信，且不受制造商限制。

List-Magnetik系列仪器**MP-4000（磁场测量）**、**FerroPro compact（磁导率测量）**、**MEGA-check DX（涂层厚度测量）**、**ferrite-check 240（铁氧体含量测量）**及**FLUX-check 250（磁通计）**均配备 SCPI 接口，可支持在线远程测量并输出测量数据。连接通过USB实现，同时确保电源供应与持续运行。

基本 SCPI 命令

SCPI 命令由按层次结构组织的关键词组成，可选择性地进行参数化。这些命令通常使用大写字母书写，但若关键词具有唯一性，也可使用其简写形式。

基本 SCPI 命令示例

- * IDN ? : 获取设备标识。
- 测量：电压：直流? : 测量直流电压。
- 配置：电流：交流：配置仪器以测量交流电流。
- 阅读：请阅读当前测量结果。

List-Magnetik仪表的特殊实现方案

- 设置日期和时间
- 设置测量单位
- 测量类型设置（磁场测量：直流/交流、自动量程、量程1或2、峰值开关；涂层厚度测量：自动、仅FE、仅NF、双工模式）
- 零点校准，亦即用于涂层厚度测量的两点校准
- 获取测量值（涂层厚度测量：点式或连续式）

文档与应用示例

在我们的网站上，您可以找到更多文档资料、基于LabView的示例应用程序以及用于测试功能的LabView运行环境。

“ SCPI Demo” 安装包的内容

SCPI Demo安装包包含：LabView运行环境、适用于MP-4000、FerroPro compact和MEGA-check DX三款设备的示例应用程序（EXE文件），以及这三款应用程序的源代码（SRC）。但需使用LabView许可证方可读取和编辑源代码，而该许可证未包含在内。安装包可解压至任意Windows目录。必须先安装LabView运行环境“ni-labview-2024-runtime-engine_24.1.0_offline.iso”，才能运行这些示例应用程序（例如“LabView MEGA-check DX.exe”）。

重要说明:

更换电池时请保留已存储的测量数据

保存的测量值即使在设备关闭或设备无电池状态下存放时仍会保留。

更换探头

如需更换测量探头，请提前关闭设备。将所需测量探头连接至探头电缆，然后重新开启设备。

我们供应：

- 涂层厚度测量仪
- 磁场计
- 材料测试设备（渗透性及铁氧体含量）

我们提供专业的建议，并根据您的具体需求量身定制计量解决方案。

快速校准与维修服务



List-Magnetik海因里希·李斯特工程硕士有限公司

D-70771 Leinfelden-Echterdingen Max-Lang-Str. 56/2 电话: +49
(711) 903631-0

互联网: <https://www.list-magnetik.com> 电子邮件: info@list-magnetik.de

