

# YL4825 48 通道高精度应变测量仪

# 使用手册 (V1.7)



四川航测明觉科技有限公司

二零二四年十二月

目 录

1	概述	1
	1.1 简介	1
	1.2 主要功能	2
	1.3 主要性能指标	3
	1.4 其它参数	3
2	使用准备	5
	2.1 概述	5
	2.2 开箱检查	5
	2.3 使用位置	5
	2.4 连接电源和网络	6
	2.5 预热	6
	2.6 软件安装	6
	2.7 输入接口	7
	2.8 传感器连接和测量信号输入	8
	2.8.1 1/4 桥	8
	2.8.2 半桥	9
	2.8.3 全桥	9
	2.8.4 电压测量	9
	2.8.5 电阻测量	10
	2.8.5 电流测量	11
3	基本操作	12
	3.1 概述	12
	3.1 测量信号类型	12
	3.2 匹配电阻	12
	3.3 输入多路复用器	12
	3.4 匹配电阻和输入多路复用器的默认设置	13
	3.5 应变因子和泊松比	13
	3.6 测量范围和增益	14
	3.7 激励输出设定和测量	14
	3.8 尤应变电压测量	16
	3.9 扫描列表配置	16
	3.10 米杆率	17
	3.11 单位	17
	3.12 皮里	18
	3.13 数子滤波器	18
	3.14 肥友	19
	3.15	19
	3.16	19
	3.10 日仪准 2.17 可信力批別主配署	19
	5.1/ 円宿扫描列衣 <b></b> 配直	20
	5.18	20
	5.19 LAI 朏反总线	21

3.20 复位按钮
4 同步及触发
4.1 概述
4.2 采集数据和 FIFO24
4.3 ADC 时钟和同步24
4.4 多台仪器同步25
5 浏览器访问
5.1 仪器基本信息查看27
5.2 密码输入及修改页面27
5.3 网络参数修改
5.4 设备识别
6 接口函数
6.1 概述
6.2 采集通道配置
6.3 仪器锁定相关
6.4 数字 IO 接口
6.5 LXI 触发总线
7 常见问题
7.1 浏览器修改设备 IP32
7.2 设备与计算机直连
7.3 恢复出厂设置
修订说明i

# 1 概述

# 1.1 简介

48 通道高精度应变测量仪(YL4825)具有 48 个独立高性能应变测量通道的,综合了高测量指标性能、高密度集成性、配置灵活性、网络连接性等优点,成为同类仪器中功能强大但又易于使用的仪器。YL4825 是一个完整的、独立的应变测量系统,提供了一个高度集成的解决方案,可通过以太网构建大规模的达上万通道的测量系统。



图 1 典型应用场景



图 2 YL4825 48 通道高精度应变测量仪

YL4825 是一款 48 通道高精度应变测量仪器,为实现高度集成的应变试验 解决方案,提供灵活的参数配置功能、实时数据处理功能、线路补偿功能和多级 网络化测试功能等,广泛适用于各种应变测量行业。如:

高精度静态、动态应变测量、

飞行器结构静强度测试和疲劳测试

火箭和卫星结构测试

风洞飞行负荷测试

通用的桥路测量等。

YL4825 特别适用于大型结构件的强度测试需求,简化了应力(变)测试过程,可实现海量通道的高精度实时测量,同时降低了成本,并且在不需要断开被测设备的情况下,就可以进行全面的内部校准。

YL48-25	48通道高精度应变测量仪		e
1         3         5         7         9         11         13         15           1         3         5         7         9         11         13         15           1 </td <td>17         19         21         23         25         27         29         31           16         16         20         22         24         26         28         30</td> <td>33 35 37 39 32 34 36 38</td> <td>41 43 45 47 40 42 44 46</td>	17         19         21         23         25         27         29         31           16         16         20         22         24         26         28         30	33 35 37 39 32 34 36 38	41 43 45 47 40 42 44 46

图 348 通道高精度应变测量仪正面(测量输入端)

<b>0</b> 0. ]	er erkanten		-

图 4 48 通道高精度应变测量仪背面(电源、通信和同步等)

### 1.2 主要功能

YL482548 通道高精度应变测量仪的主要功能指标

- 单台 48 个独立通道
- 内置高精度 120Ω、350Ω 和自定义的 1/4 桥臂匹配电阻,可程控选择
- 每通道均可连接全桥、半桥、1/4桥、电压式、电阻式(可提供恒流源激励,可程控独立设置)等多种传感器
- 可自动进行长导线(电阻不低于 20 欧姆)桥压补偿
- 内置旁路校准电阻
- 内置 1/4 桥路非线性补偿
- 半桥和全桥电阻可以用户自定义

- 内置低通滤波器,可单独编程进行阶数和截止频率等设置
- 16 路数字输入/输出通道
- 1000M 以太网通讯
- 具有完善的仪器驱动函数库及二次开发 SDK (Windows 和 Linux)
- 内置 72MB 数据缓存 FIFO
- 具有传感器连线监测功能,发生故障及时报错
- 无需断开连线的系统自校准
- 多单元采集时钟同步和触发同步

### 1.3 主要性能指标

YL4825 主要性能指标

(1) 量程:

电压: ±150mV, ±1.5V, ±15V 三个量程

应变:

1/4 桥: +63829 με/-56603 με(5V 激励)

全桥: +15000με/-15000με (5V 激励)

电阻:  $20k\Omega$ 、 $2k\Omega$ 、 $200\Omega$ 三个量程

(2) 测量准确度:

1/4 桥:优于 0.10%FS, ±5×10<sup>-5</sup>/°C

全桥: 优于 0.05%FS, ±5×10<sup>-5</sup>/℃

- (3) 采样率: 1~25kHz(48通道并行);
- (4) A/D 转换器: 24 位, 每通道独立 A/D 变换器;
- (5) 4 小时零漂(含≥10℃的温漂): ≤0.1%FS;
- (6) 激励电压范围: 0V~+20V(调节步长 1mV,最大电流 50mA);

(7) 输入阻抗: ≥1GΩ;

(8) 工作温度 : -5℃~55℃, 相对湿度为≤85%; 无冷凝。

# 1.4 其它参数

(1) 尺寸 (宽×高×深): 482.6mm×88.9mm×558.8mm (19 寸 2U);

(2) 重量: 8kg;

(3) 系统电源要求: 交流电压(85~264)VAC, 频率(47~63)Hz;

(4) 最大功耗: 150VA;

(5)电磁兼容性:符合 EN61326-1(2013)或 GB/T 17625 规范中有 关用于测量、控制及实验室用电气设备的电磁兼容性要求;符合 EN 55011(2021)或 GB/T 17626.2-2018 规范中有关工业、科学和医疗(ISM) 用射频设备无线电抗干扰特性的极限值和测试方法要求;

(6)安全性:符合 GJB3947A-2009 中 3.10 要求;符合 DIN EN61010-1(2020)规范中有关用于测量、控制及实验室用电气设备的安全性要求;

(7)可靠性: MTBF(θ<sub>0</sub>) ≥ 5000h。

# 2 使用准备

# 2.1 概述

本节介绍准备使用 YL4825 的各个过程,包括硬件安装、输入连接 和软件安装。

# 2.2 开箱检查



#### 图 5 设备出场包装

请打开 YL4825 的装运纸箱,检查包装箱内的以下物品:

- YL4825 高性能应变仪一台
- 电源线一根
- 网线一根
- 合格证一份

收到装置后,应立即检查所有部件是否损坏。如果在初次启动后观 察到任何可见损坏或异常,请尽快联系我公司。

#### 2.3 使用位置

YL4825 通过电磁兼容性 EMC 测试,在符合 EN61326-1(2013)或 GB/T 17625 规范规定的工作环境下,设备对外部电、磁和热干扰不敏 感。为保证其最佳的性能,与所有精密仪器一样,请注意安装和使用的 位置符合以下条件: 1) 装置应远离高温或低温源;

2)装置应远离强磁场源,如电机、发电机和电力变压器。

YL4825 采用主动风扇冷却,以实现最大的产品可靠性。位于仪器 后部的风扇将设备内空气从机箱侧面的孔中抽入,并通过后部将其排出。 在机柜安装或与其它设备仪器堆叠时,应确保进气孔和排气扇保持畅通。

注意:在选择安装位置时,请确保电源插头和插座周围有足够的空间,以便于连接操作,并选择接触良好的插座。

### 2.4 连接电源和网络



#### 图 6 应变仪后面板

请确认主机后部的电源开关应处于关闭位置,如图 6 所示,即红色 圆圈方向处于按下状态。使用包装箱内配备的或其他电源线将设备连接 到插座。

使用以太网电缆将设备连接到网络中。

### 2.5 预热

在工作环境相对稳定的情况下,一般开机需要<u>预热 60 分钟</u>以上。 **如果工作过程中环境温度变化大于 10℃**,建议适当增加预热时间以达 到最佳性能。

#### 2.6 软件安装

在操作系统为 Windows7 及以上,使用 LXI 设备搜索软件 LXIDiscoveryTool进行设备搜索。

LXI 设备搜索软件 LXIDiscoveryTool (可在 LXI 联盟网站上获得) http://lxistandard.org/Resources/LXIDiscoveryTool.aspx

运行结果如图7所示。

🕅 LXI Discovery Too	l.	– 🗆 X
File Settings		l Discovery Tool
LAN eXtensions for	or Instrumentation	Search Q
IP Address	Instrument Description	n
192.168.1.186	Adavanced AeroTesing,YL	48-25 127534, 1.9.1
Guides for using )	LXI	Open Web Page 🖡

图 7 LXI 设备搜索软件 LXIDiscoveryTool 进行搜索

如果知道当前设备的 IP 地址,也可以通过 web 浏览器查看设备上提供的网页。出场时,设备默认使用固定 IP (请查看随包装说明),用 户可以通过网页设定静态或动态 IP 模式。

# 2.7 输入接口

大量的测试结果证明标准 RJ-45 连接器是高密度应变测量的理想接口方式之一。使用 RJ45 接头连接应变片的结构如图 8 所示。



图 8 使用 RJ-45 接头连接 1/4 应变片示意图

图 9 给出了设备 RJ45 连接器的引脚分配,工程应用中根据选用的测量桥路进行正确配置(参见 2.8 节)。



图 9 测量输入连接器的引脚分配

#### 🚹 注意:未使用的引脚必须保持断开状态。

### 2.8 传感器连接和测量信号输入

了解 YL4825 测量值的定义至关重要。具体而言,YL4825 的应变 测量值定义为每个应变片中存在的应变,而不是多个应变片的总和。例 如,在半桥测量电路中,如果上部的应变片承受 1000με 的拉伸应变, 而下部应变片的压缩应变为 1000με,则 YL4825 将得到+1000με 的值, 而不是+2000με; 全桥测量电路中,如果正应变片承受 1000με 的拉伸应 变,而负应变片承受 1000με 的压缩应变,则 YL4825 的测量值为+1000με, 而不是+4000με。

### 2.8.1 1/4 桥





图 10 是典型的三线制 1/4 桥测量电路。测量信号 3 (-Sense)线应 连接在应变片上,而不是在设备输入连接器上与 2 输入引脚进行本地连 接。无论应变片处于拉伸还是压缩状态,连接方式都是一样的。

#### ⚠ 注意:

- (1) 连接到引脚1和引脚2的导线长度和规格应一致。
- (2) 激励反馈线不使用时,不能接地或其他线连接在一起,必须保持断开。

#### 2.8.2 半桥



图 11 半桥配置

在半桥应变测量中,图 11 说明了两个应变片与设备的接线方式。 为获得最佳性能,需要使用激励反馈线 7 和 8,分别连接至传感器端激 励负和正。

#### 2.8.3 全桥



图 12 全桥配置

图 12 给出了在基本全桥弯曲应变配置中连接四个应变片。为获得最佳性能,需要使用激励反馈线 7 和 8,连接在传感器端的激励负和正。 2.8.4 电压测量

对于全差分电压信号测量,其连接关系如图 13 所示。输入 3 和 6 引脚分别连接电压的差分负和正,输入引脚 7 连接差分信号的参考端。



图 13 差分电压信号输入

对于需要单端连接的情况,输入引脚 3 和 7 共同连接在信号负,6 号引脚连接信号正,连接关系如图 14 所示。



图 14 单端电压信号输入

### 2.8.5 电阻测量

使用传统的2线方法测量电阻的连接方式如图15所示。



#### 图 15 二线电阻测量

使用 4 线方法可以实现降低引线的影响,实现更高精度测量,连接 方式如图 16 所示。



图 16 四线电阻测量

#### 2.8.5 电流测量

对于电流输出型传感器,可以使用我公司的 IV24-20 激励及 IV 转换模块进行连接,实现驱动和 4-20mA 电流的测量,如图 17 所示。



图 17 电流型传感器的连接

# 3 基本操作

#### 3.1 概述

本节详细介绍 YL4825 的功能和使用方法。

#### 3.1 测量信号类型

YL4825 的测量信号可以为全桥、半桥和四分之一桥型传感器,或 者差分或单端电压信号,还可以进行电阻、电流信号(通过 IV 转换模 块)的测量。

#### 3.2 匹配电阻

在标准四分之一电桥应变应用中,匹配电阻值必须与实际应变片的标称电阻匹配。所需的匹配电阻通常通过设置 EU 转换内的选项来完成。例如,设置四分之一桥 350,转换会自动启用 350Ω 匹配电阻。

创建非标准 EU 转换首先选择提供所需转换公式的标准转换。之后,可以改变匹配电阻和输入多路复用器的标称设置以满足应用的要求。

匹配电阻的可用设置为全桥、120、350、1000和 off。120、350和 1000分指使用内部的 120Ω、350Ω和 1000Ω高精度高稳定匹配电阻。 "全桥"指通过内部 MOS 管完全导通,其导通电阻约为 100 mΩ。off 是 指禁用所有的电阻路径。

匹配电阻的默认设定值是"全桥"。

本设备 1000Ω 档支持定制,根据具体设备型号确定。

### 3.3 输入多路复用器

YL4825 的测量信号输入通过多路复用器进行选择,该多路转换器 将测量路径连接到输入测量线(±Sense)、内部分压电路、校准源或接地。 所需的输入多路复用器配置通常通过适当的 EU 转换设置来控制。例如, 设置"1/4 桥 120 转换",系统自动配置四分之一模式的输入多路复用器。

创建非标准 EU 转换首先选择提供所需转换公式的标准转换。之后,可以改变匹配电阻和输入多路复用器的标称设置以满足应用的要求。

输入多路复用器的可用设置如下图所示,对应到放大器的输入端。

48 通道高精度应变测量仪----YL4825

设定	<b>输入</b> +	输入-
全桥	+Sense	-Sense
半桥	内部分压	-Sense
1/4 桥	内部分压	-Sense
校准	内部校准源	内部校准源
地	地	地

图 18 输入多路复用器设置

输入多路复用器的默认值是"全桥"。

# 3.4 匹配电阻和输入多路复用器的默认设置

下图给出了测量方式下默认的输入多路复用器和匹配电阻值。

测量方式	匹配电阻	输入多路复用器
电压	Full	Full
120 欧姆 1/4 桥	120 欧姆	内部分压
350 欧姆 1/4 桥	120 欧姆	内部分压
1k 欧姆 1/4 桥	1k 欧姆	内部分压
半桥弯曲	Full	内部分压
半桥泊松	Full	内部分压
全桥弯曲	Full	Full
全桥泊松	Full	Full
全桥弯曲泊松	Full	Full
比率计	Full	Full
线性	Full	Full

图 19 默认匹配电阻和输入多路复用器值

# 3.5 应变因子和泊松比

如工程单位(EU)转换小节所示,EU应变转换中使用了两个常数: 应变系数和泊松比。

应变因子(GF)是应变片灵敏度,是一个无量纲的量,定义为沿应 变片主轴的相对电阻的变化与相对长度变化之比。在数学上表示为:

$$GF = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\epsilon}$$

应变片的应变因子由其制造商提供。默认系数为2.0。

使用手册

简单地说,泊松比(v)是材料拉伸时收缩程度的量度。在工程术语中,它是一个无量纲量,定义为拉伸力方向上的横向收缩应变与纵向拉伸应变之比。在数学上表示为:

$$v = \frac{-\varepsilon_{\text{${\rlap{def}}$}\,\text{${$$

材料的泊松比值可从相关参考文献中获得。默认泊松比为 0.3。

#### 3.6 测量范围和增益

每个 YL4825 输入信道可根据其信号单独配置增益。对于增益设置 分别为 100、10 和 1, YL4825 的差分电压测量范围为±100 mV、±1.0 V 或±150V。由于应变测量几乎总是在增益为 100 的情况下进行,其测量 范围主要是电桥配置和激励电压水平的函数。初始电桥不平衡的程度, 反映在无应变电压测量中,是次要因素。

对于四分之一桥配置,请注意,张力和压缩的动态范围略有不同。 当电压测量电路的动态范围为一个平衡的±100mv时,应变-电压的传递 函数是非线性的,这导致了很小的误差。

默认增益设置为 1,尽管大多数应变片测量是使用增益 100 进行的。 3.7 激励输出设定和测量

每个 YL4825 输入通道都有一个独立的激励源,它不仅可以在每个 通道的基础上进行编程,而且还可以根据构成总激励电压的正电源和负 电源进行编程。这种编程独立性提供了平衡或不平衡激励的灵活性。具 体地说,正激励电压和负激励电压分别可编程为 0 V 到+10 V 和 0 V 到 -10 V,每个通道的总电流容量为 50 mA。过电流保护为 60 mA。此外, 每个电源都是独立调节的,这样一个通道上的过电流情况不会影响任何 其他通道的调节。

每个激励和电压操作都是离散的。未启用的激励电压输出 0 V 的实际值,与编程值无关。

当激励源发生变化时,总激励电压的标称值在 EU 应变转换中被更新。但是,为了获得最高的精度,应测量激励电压,并在 EU 转换中使用测量值(见下面的激励源测量部分)。

对于半桥和全桥配置的最高精度,每个激励源都有一个远程感应连接。为了适当消除引线电阻的影响,这些线路应连接在±Excitation线路 与电桥连接的同一点上。远程检测线路在电路中始终处于激活状态;无 法控制打开/关闭远程检测。正因为如此,在四分之一桥配置中,则保持 打开(未连接),连接无效。

由于存在不可忽视的功耗,需要桥路系统元件在激励源改变后达到 热稳定。适当延迟后进行激励和无应变电压测量,保证应变测试的稳定 性。

注意:为了达到最佳测量性能,在进行激励和无应变电压测量之前, 应在激励源改变之后延迟适当时间达到热稳定。

激励源的默认设定值为0V。激励源的默认启用状态为关闭。

为了获得最高的测量精度,YL4825提供了测量其激励源和在 EU转换中使用测量的能力。这样,激励源的设定点精度不再是误差源。应变精度表基于进行激励测量的要求。

激励源测量由两个可信系统测量组成:一个是+激励电压测量,另一 个是-激励电压测量。然后,总激励电压计算为(+Vexc)-(-Vexc)。通过程 序控制,用户指示测量是否用于 EU 应变转换,代替标称激励值。然而, 由于测量系统精度超过了源的设定点精度,因此在 EU 转换中使用源测 量总会提高整体应变精度。

激励源测量还可控制激励源的本地感应线还是远程感应线。如果遥测线路未连接到外部应变桥,例如四分之一桥配置,则可以使用任一设置。两种情况下的值都相同。然而,如果遥测线路连接到电桥,因为它们理想情况下应为半桥或全桥配置,则应测量遥测线路,因为它们代表桥接器看到的真实源输出。

虽然采用了高稳定电源,但激励源仍然具有温度漂移特性。因此, 最好在开始应变测量之前进行激励源测量,使源测量尽可能"新鲜"。此 外,为了达到最大性能,最好在进行测量之前,允许系统元件在激励源 变化后热稳定。

注意:为了达到最大测量性能,在进行激励源测量之前,应在改变

激励源之后进行热稳定延迟。

虽然测量激励源是向 EU 转换提供非标称激励电压值的传统方法, 但也可以手动输入一个值。这通常只用于系统诊断目的。

# 3.8 无应变电压测量

作为应变测量的一部分,无应变电压测量在数学上消除了初始电桥 不平衡的影响,方法是在无应变状态下使用测量仪测量电桥电压,并在 EU转换中使用合成值。因为,理想情况下,无张力电桥的输出电压为 0 V,测量仪的元件公差和匹配电阻(如采用)会产生非零输出。进行非 应变电压测量可以消除作为误差源的这些公差。应变精度表基于进行无 应变电压测量的要求。

只有在确定了电桥结构和激励源参数后,才能进行无应变电压测量。 重要的是,进行无应变电压测量的操作条件应与应变测量时的工作条件 相同。也就是说,在激励源改变之前进行的无应变电压测量在数学上是 无效的。

注意:只有在确定了电桥结构和激励源参数后,才应进行无应变电压测量。

负责无应变电压的 YL4825 元件主要是匹配电阻和主电桥测量电路。 虽然它们的质量非常高,但仍然有一个小的温度漂移特性。因此,最好 在开始应变测量之前进行无应变电压测量,使其尽可能新鲜。此外,为 了达到最大性能,最好在进行测量之前,允许系统元件在激励源变化后 热稳定。有关更多详细信息,请参阅第1节中的"最大化测量性能"。

注意:为了达到最大测量性能,在进行无应变电压测量之前,应在激励源改变后进行热稳定延迟。

传统的方法是将 EU 值转换为非应变值,而将其转换为非应变值也 是可能的。这通常只用于系统诊断目的。

#### 3.9 扫描列表配置

YL4825 可以配置为在扫描列表中包括 1 到所有 48 个输入通道。由于 YL4825 设计中存在通道独立性,因此扫描列表的结构没有精度、噪声或速度影响。因此,它的频道条目可以完全由用户的应用需求决定。

此外,由于 YL4825 的每个通道都有一个独立的 A/D 转换器,所以在某种意义上,输入通道根本不需要"扫描"。相反,扫描列表只是指示要返回的特定数据。术语"扫描列表"是从传统的扫描(多路复用)数据采集系统中借用的。有效的扫描列表包括:

● 至少一个通道

不超过 48 个通道

● 无重复通道

每个 YL4825 输入通道保持其高输入阻抗和操作独立性,与其他通道无关,无论其是否包含在扫描列表中。

3.10 采样率

无论扫描列表中的通道数量如何,YL4825都可以在 32 个离散设置 中配置 1 Sa/s 至 25000 Sa/s 的采样速率。这允许根据测试应用程序的动 态需求设定采集数据。有效的采样速率为 1、2、4、5、8、10、16、20、 25、33.33、40、50、80、100、125、166.67、200、250、400、500、625、 833.33、1000、1250、2000、2500、3125、5000、6250、10000、12500 和 25000。

YL4825 的包括可信度测量系统,与主桥测量系统并行运行。如果 启用此可信系统,则以大约 500 Sa/s 的固定速率生成新的数据。但是, 如果采样率设置在 1000 Sa/s 以上,则不包含可信数据。

默认采样率为 1000Hz。

3.11 单位

每个 YL4825 输入通道可根据其应变转换单位单独配置,应变(ε) 或微应变(με)。默认单位设置为"应变"。电压和线性转换的结果总是以 伏特为单位,而比率转换是无单位的。

如果使用皮重,应注意输入的皮重值不受单位设置变化的影响。例 如,如果单位为微应变时输入的皮重值为 100,则将其视为 100με。如 果单位的设置随后改为应变,则皮重值将被视为 100ε。为了避免这种混 淆,最好先设置所需的单位,然后输入任何皮重值。

#### 3.12 皮重

每个 YL4825 输入通道都可以分配皮重或相对值。从标称转换结果 中减去皮重值,得到最终读数,得出参考非零点的测量值。皮重可用于 应变和非应变 EU 转换。

皮重值的一个微妙特征是它与仪器的单位设置无关。例如,如果单 位为微应变时输入的皮重值为 100,则将其视为 100με。但是,如果将 单位设置更改为应变,则皮重值将被视为 100ε。同样,如果将转换改为 电压,则皮重值将被视为 100 V。为避免这种混淆,最好先设置所需的 EU转换和单位,然后输入任何皮重值。

皮重值仅适用于主桥转换,不适用于可信系统测量。

默认皮重值为0。

#### 3.13 数字滤波器

YL4825 有限脉冲响应(finite impulse response FIR)滤波器提供表 B-1 所示的近奈奎斯特带宽。当采样频率(fs)大于或等于 3125hz 时, 通带纹波为-0.01db,而 fs<3125hz 时,通带纹波为±0.001db。该滤波器 具有 100dB 的抗混叠效果,并具有线性相位。有些采样频率会导致 60Hz 信号的非常高的衰减。FIR 滤波器仅仅是一个采样函数,不可由用户配 置。

每个 YL4825 信道可以单独配置为关于无限脉冲响应(infinite impulse response IIR)滤波。用户可以选择 Butterworth 或 Bessel 类型的滤波器,也可以不选择 IIR 滤波器。如果打开 IIR 滤波,可以从 fs/1000 到 fc max 连续选择-3 dB 频率。滤波器的顺序也可以由用户设置。Butterworth 滤波器的设置范围为 0-10,Bessel 滤波器的设置范围为 1-10。当用户顺序被指定为 0 时,YL4825 基于模拟原型 Butterworth 滤波器(fs/2 处衰减为-200 dB)计算订单,给定采样频率和-3 dB 频率。在给定采样频率、-3dB 频率、1 到 10 个用户顺序、滤波器类型和变换的情况下,板载 DSP 将动态设计 IIR 滤波器。

默认设置为:频率为-3 dB频率=10 Hz Butterworth 滤波器,双线性变换,用户阶数为0(计算阶数为6)。有关过滤的更多信息,请参见附

录 B。

#### 3.14 触发

YL4825 支持具有独立 arm 源和触发器源事件结构的全功能触发器 模型。有关触发器模型的完整说明,请参阅第4节。总之,通过触发器 初始化功能启用采集序列。然后,在接收到编程的 arm 源事件后,再接 收到编程的触发源事件,即可获取测量数据。触发器和 arm 源事件可以 独立于多种来源进行编程,包括立即、定时器、数字 I/O 和触发器总线。

#### 3.15 数据格式

默认情况下,获取的数据是主桥路测量数据和时间。如果启用可信 度测量系统,YL4825 还可以获得例如激励电压和激励电流等桥路工作 参数。

#### 3.16 旁路校准

YL4825 具有非常强大的和完全可编程的旁路校准架构,以确保正确的电桥性能。支持二种独立并联校准模式,可用于本地和远程连接。

每个输入通道提供一个独立的、精度为 55 kΩ 的电阻器,该电阻器 可以本地连接用于四分之一桥分路,也可以远程连接进行全桥或半桥分路。由于每个通道有一个电阻,所有 48 个输入通道可以同时旁路校准。

#### 3.16 自校准

为了在较大的环境工作温度范围内提供高的测量精度,YL4825 提 供了仪器自校准的功能。在自校准过程中,输入信号通路在内部与输入 端子断开,并连接到由内部精密校准源驱动的校准总线。通过测量多个 校准源点的通路,对自上次全校准以来的电路漂移进行软件补偿。

应尽可能频繁地进行自校准,尤其是自上次校准以来,环境发生了 显著变化。然而,在进行自校准之前,理想情况下,快速环境变化之后 应进行一段时间的热稳定,以允许内部电路稳定到新的热操作条件。自 校准过程快速完成,无需移除实际的输入连接,从而便于正常运行。

同样,只有在 YL4825 从冷启动预热至少 60 分钟后,才能执行自 校准。如果在未达到该预热时间就启动自校准,仪器将返回警告。如果

用户忽略该警告,也可以继续执行校准。例如,装置已经完全预热后很 快从一个物理位置移动到另一个物理位置,或者短时断电后重启。

自校准提供了一种方便的方法来降低时间和温度对 YL4825 的影响, 从而显著提高了性能。然而,它不能补偿或纠正由激励源变化引起的潜 在漂移误差,而这种变化并没有伴随热平衡延迟。同样,由引线引起的 任何误差都在校准回路之外,不能消除。

#### 3.17 可信扫描列表配置

可信度测量系统允许测量电桥内的有些关键工作信号,除了电桥上的电压(主输入通道),包括激励电压和电流。可信度测量系统由扫描列 表配置,类似于主输入信道扫描列表,但在可信度测量系统的情况下, 测量实际上由多个 ADC 按顺序(扫描)进行,而主输入信道每个都有 一个专用的 ADC。

可信度扫描列表包含每个主输入通道上要测量的可信通道列表。整 个仪器只有一个可信扫描列表,所以主输入通道扫描列表中的所有通道 都有相同的可信测量值。也就是说,如果在主输入扫描列表中启用了 16 个通道,例如通道 0 到 15,并且可信扫描列表配置了 4 个通道,例如激 励电流(正和负)和激励输出电压(正和负),则将进行 64 个可信测量 (16 x 4)。

可信系统以固定速率(500sa/s)运行,与主输入通道的采样率无关, 并且与主输入测量值异步。可信度测量数据被插入到与主输入信道数据 相同的数据流中。当主输入采样率等于或小于 1000 Sa/s,可信数据包 括在扫描中的数据流。高于 1000sa/s 时,可信度数据不可用。

#### 3.18 数字输入/输出

YL4825 提供 16 个可编程数字输入/输出信号。这 16 个信号分为两 组,每组 8 个:0 组是数字 I/O 信号 0 到 7,1 组是数字 I/O 信号 8 到 15。每个组可配置为输入(默认)或输出。此外,当配置为输出时,每 个组可以配置为无源(电阻)上拉或有源(晶体管)上拉。当配置为输 入时,DIO 信号(0 到 15)可用作触发器和/或 ARM 源。



引脚	定义	引脚	定义					
1	DIO_0	9	DIO_8					
2	DIO_1	10	DIO_9					
3	DIO_2	11	DIO_10					
4	DIO_3	12	DIO_11					
5	DIO_4	13	DIO_12					
6	DIO_5	14	DIO_13					
7	DIO_6	15	DIO_14					
8	DIO_7	44	DIO_15					
9	DIO_8	16-30	地					
其它引脚	其它引脚保留,不得连接							

图 20 数字 I/O DB44 母座和引脚定义

# 3.19 LXI 触发总线

YL4825 提供与 LXI 兼容的触发总线连接器。



图 21 LXI 触发总线 Micro DB-25 连接器



图 22LXI 触发总线连接器引脚分配

### 3.20 复位按钮

YL4825 后面板上的复位按钮,可用于恢复默认网络设置。要执行 网络重置:

关闭 YL4825 电源。

按住复位按钮。

打开 YL4825 电源。

继续按住复位按钮至少40秒。

松开复位按钮。

YL4825 的 IP 地址设定为静态 172.18.3.11, 掩码 255.255.255.0。

# 4 同步及触发

# 4.1 概述

本节将详细介绍 YL4825 的触发功能和使用方法。



图 23 符合国际规范的触发层次结构

如上图所示,YL4825 支持具有独立 ARM 源和触发器源事件结构的全功能触发器模型。触发模型基于行业标准 SCPI 1999 触发器子系统。

触发器模型分为五层:IDLE、INIT、ARM、TRIG和DEVICE。YL4825 复位后处于空闲(IDLE)状态。触发初始化命令将仪器从初始化(INIT) 层转换到ARM层,清除读取缓冲存储器,准备开始采集数据。

进入 ARM 层后, ARM 计数器重置为其指定值。在指定的 ARM 事件发生或软件 ARM 发出之前,仪器将保持在 ARM 层中。当事件发生,等待指定的 ARM 延迟(如果有),ARM 计数递减,并且仪器转换到 TRIG

层。

进入 TRIG 层后, TRIG 计数器重置为其指定值。仪器保持在触发 层,直到指定的触发事件发生或软件触发被发出。当事件发生,将等待 指定的触发延迟(如果有),触发计数递减,并且仪器转换到设备层。

在设备层,扫描列表中的通道被采集设定的次数,并存储在本地存储器(FIFO)中。

如果触发计数器保持非零,仪器将保持在触发层,直到指定的触发 事件(以及后续的设备操作)发生足够的次数后减为零。若触发计数达 到零,仪器将评估剩余的 ARM 计数,如果不为零,则重复 ARM 层动 作。但是,由于每次转换到 TRIG 层都会重置 TRIG 计数器,所以每个 额外的 ARM 层操作都会导致通过 TRIG 层和设备层的指定数量的 TRIG 计数器操作。

当 ARM 计数达到零, 仪器将转换回 INIT 层。如果启用了 Init 连续模式,则 ARM 层将自动重新进入,而无需发出触发器初始化命令。 但是,与触发器初始化不同,读取缓冲区内存不会被清除。相反,如果 Init 连续模式被禁用, 仪器将返回到空闲层,并要求发出新的触发初始 化命令以开始新的采集数据。

#### 4.2 采集数据和 FIFO

当触发事件发生且仪器转换到设备层时,采集用户配置的数据数量。 主桥采集数据从扫描列表中启用的所有通道并行采集,每个通道使用单 独的 ADC。采集数据在经过过滤、校准补偿、转换为工程单位,并与时 间戳一起存储在 YL4825 的 FIFO 中。同时,对仪器的 DIO 值进行采样 并放入 FIFO。

应用程序可以使用读 FIFO 或流方式数据接口从该 FIFO 获取数据。 通过任何一种方法从 FIFO 读取了数据,就不再保存在 FIFO 中。

#### 4.3 ADC 时钟和同步

如前所述,每个输入通道都是一个独立的测量系统,具有独立的高 精度 24 位模数转换器(ADC)。系统将同步分配 ADC 的采样时钟,同步 采集输入数据。此外,还使用了同步信号来同步每个 ADC,对齐采集的

#### 48 通道高精度应变测量仪——YL4825

数据。每次更改采样时钟源、采样频率或滤波参数时,必须重新同步触 发系统。

# 4.4 多台仪器同步

在大规模的采集系统中,可以配置多个设备使用相同的 ADC 采样 时钟和同步信号,实现所有采集通道上的数据同步。可以将其中一个设 备配置为主设备,将其余设备配置为从属设备。使用 LXI 触发总线将设 备以星形或菊花链的形式连接在一起。

在 YL4825 仪器内部,所有 48 通道的 ADC 使用同一个频率为 51.2MHz 的工作时钟源信号,转换启动和读取信号也是来源于主控触发 逻辑部分。每次采集获取的所有选中使用的通道数据具有高度的时间一 致性。



图 24 LXI 同步总线连接示意图

使用 LXI 高速同步总线实现设备之间的同步

主从模式触发	发线设置		$\times$
LXI:	LXI2 ~		
LXI Clock:	LXI0 V	LXI Sync:	LXI1 ~
[	确定	取	消

#### 图 25 LXI 高速同步总线信号配置

不同 YL4825 仪器之间,可以使用 LXI 高速同步总线通过采集控制 软件设定,实现 ADC 工作时钟、采集启动同步信号、触发信号的全局 统一。

# 5 浏览器访问

# 5.1 仪器基本信息查看

	高精度应变测量仪	× +				-		×
← C ŵ	▲ 不安全   19	2.168.0.116 A <sup>N</sup>	☆ 🕸	😑 m	\$ D	e		
Advanced	YL48-25, 首页	48通道高精度应变测量	量仪					
<u>首页</u> <u>登录</u>	设备信息							1
修改密码	供应商	Adavanced AeroTesing	]					- 11
<u>时间配置</u> 网络配置	序列号 No.	127523						- 11
<u> </u>	固件版本	1.9.1						- 11
升级程序	IP模式	DHCP						- 11
	IP地址	192.168.0.116						- 11
	子网掩码	255.255.255.0						- 11
	网关地址	192.168.0.1						
	MAC地址	00:0a:35:00:e4:53						*
	刷新设备信息					<b>V</b>	leroTesti	"
					Copyright ©	2024 A	ero Tes	ting 📕

图 26 YL4825 仪器基本信息显示网页

在浏览器中输入 YL4825 设备的 IP 地址,将打开仪器基本信息显示网页。

# 5.2 密码输入及修改页面

	高精度应变测量仪 × +	-		×
← C ŵ	🛕 不安全   192.168.0.116/lo 🖉 A 🏠 🌚 🝘 🥵 <b>m 🛟</b>   🗘	(2)		
Advanced	YL48-25 48通道高精度应变测量仪 <sup>登录</sup>			
首页	<b>漱</b> 玒			
登录				
修改密码	Password			
时间配置			Advanc	*
网络配置	音录		AeroTe	sting
识别设备				
升级程序	Copyright	© 2024	Aero T	esting
重置设备				

#### 图 27 密码输入(默认密码 000000)

为确保设备的正常工作,请在非采集状态访问或配置各种参数。通过网页对设备的操作需要用户使用密码登录。比如首次点击"网络配置",

将进入到密码输入页面,输入密码后点击登录会显示当前的网络配置情况。

# 5.3 网络参数修改

	) 高精度应变测量(X	(	× +						-		×
	▲ 不安全   1	192.168.0.116/r	network	AN C	7 (18)	B	т	\$ D	Ø		
Advanced AeroTesting	YL48-25 网络配置	48通道高	新度应到	<b>还测</b> 量	仪						
<ul> <li>首页</li> <li>登录</li> <li>修改密码</li> <li>时间配置</li> <li>网络配置</li> </ul>	IP 模式 ● DHCP ○ 提交配置 当前网络配置	静态IP									
<u>识别设备</u>	IP 模式	DHCP									
升级程序	IP 地址	192.168.0.116	;								
里直以金	子网掩码	255.255.255.0	)								
	网关地址	192.168.0.1								Æ	
	MAC地址	00:0a:35:00:e	4:53							Advan AeroTe	ced isting
								Copyright	© 2024	4 Aero 1	Testing

图 28 YL4825 的网络配置显示网页

在此页面可以通过选择"DHCP"或"静态 IP"修改系统的网络地址配置方式,如下图为设置静态 IP 的状态。

	) 高精度应变测量()	L	× +							-		×
$\leftarrow$ C $\bigcirc$	▲ 不安全   1	192.168.0.11	6/network	A»	☆	ABP	8	т	Ĝ ⊨ 0	) 🧔		<b>Ø</b>
Advanced AeroTesting	<b>YL48-25</b> 网络配置	48通道	高精度应	变测	量仪							Î
首页 登录 修改密码 时间配置	IP 模式 ○ DHCP ● 静态IP配置	静态IP										
网络配置	IP 地址	192.168.0.1	16									1
升级程序	子网掩码	255.255.255	5.0									
重置设备	网关地址	192.168.0.1										
	提交配置当前网络配置	置										
	IP 模式	DHCP										- 1
	IP 地址	192.168.0.	116									
	子网掩码	255.255.25	55.0									
	网关地址	192.168.0.	1							(		
	MAC地址	00:0a:35:0	0:e4:53								Advanced AeroTesti	ng)
									Copyright	t © 2024 /	Aero Tes	ting 🖉

图 29 YL4825 的 IP 地址修改页面

# 5.4 设备识别

在基本信息页面左侧,点击"识别设备"网络参数,进入识别设备页面。



点击"识别设备"按钮,当前连接的对应 IP 地址的设备,前面板 LED 的快闪。点击"停止识别", LED 停止闪烁。

	)高精度应变测量仪 × +	-	D	×
$\leftarrow$ C $\bigcirc$	🛦 不安全   192.168.0.116/identify A 🏠 🍲 🛞 <i>m</i> 🛟 📋	6		<b>Q</b>
Advanced AcroTesting	YL48-25 48通道高精度应变测量仪 <sup>识别设备</sup>			
首页 登录 修 <u>改密码</u> 时间配置	点击按钮停止识别 停止识别		Advance	ed sting
<u>网络配置</u> <u>识别设备</u> <u>升级程序</u> 重置设备	Copyright	© 2024	Aero Te	esting

图 30 设备识别页面

# 6 接口函数

# 6.1 概述

YL4825 提供了 Windows 系统和 Linux 系统的驱动函数库,用户可以通过调用 DLL、lib,实现设备的参数配置和测量。

设备的初始化函数为: yl48\_25\_init

# 6.2 采集通道配置

读取当前采集通道列表	yl48_25_get_scanlist
设定当前采集通道列表	yl48_25_set_scanlist
读取通道增益	yl48_25_get_gain
读取匹配电阻值	yl48_25_get_completion_resistor
读取输入选择开关	yl48_25_get_input_multiplexer
读取采样频率	yl48_25_get_sample_frequency
读取可信扫描列表	yl48_25_get_conf_scanlist
设定通道增益	yl48_25_set_gain
设定匹配电阻模式	yl48_25_set_completion_resistor
设定输入选择开关	yl48_25_set_input_multiplexer
设定采样频率	yl48_25_set_sample_frequency
设定可信扫描列表	yl48_25_set_conf_scanlist

# 6.3 仪器锁定相关

强制解除锁定	yl48_25_break_lock
检查锁定状态	yl48_25_check_lock
锁定仪器	yl48_25_lock
解锁仪器	yl48_25_unlock

# 6.4 数字 IO 接口

读取

读取第0组的方向	yl48_25_get_dio_bank0_direction
读取第0组的上拉配置	yl48_25_get_dio_bank0_pullup
读取第1组的方向	yl48_25_get_dio_bank1_direction
读取第1组的上拉配置	yl48_25_get_dio_bank1_pullup
读取输出状态	yl48_25_get_dio_output
读取输入状态	yl48_25_get_dio_input

设定

设定第0组的方向	yl48_25_set_dio_bank0_direction
设定第0组的上拉配置	yl48_25_set_dio_bank0_pullup
设定第1组的方向	yl48_25_set_dio_bank1_direction
设定第1组的上拉配置	yl48_25_set_dio_bank1_pullup
设定输出状态	yl48_25_set_dio_output

# 6.5 LXI 触发总线

LXI 总线脉冲输出	yl48_25_send_lxibus_pulse
读取 LXI 总线配置	yl48_25_get_lxibus_configuration
读取 LXI 总线输出	yl48_25_get_lxibus_output
读取 LXI 总线输入	yl48_25_get_lxibus_input
设定 LXI 总线配置	yl48_25_set_lxibus_configuration
设定 LXI 总线输出	yl48_25_set_lxibus_output

# 7 常见问题

### 7.1 浏览器修改设备 IP

举例说明:在浏览器中将设备原IP(192.168.0.27)修改为新IP(169.254.0.27)。

- 1. 在浏览器中输入设备当前 IP (例如: 192.168.0.27)。
- 2. 登录设备, 密码 6 个 0 (000000)。
- 3. 点击网络配置,如图 31 所示。
- 4. 修改如图 32 中红色标记所示。配置完成后点击图中"提交",等待系统 重启即可。

#### <u>|</u>注意:

(1)修改 IP 地址后,必须配套修改网关地址,如果有路由器则填写直连路由器的地址,如果不接 路由器可以用相应网段地址的最后一位为1,本示例的网关: 169.254.0.1 (2)修改后的 IP 地址必须记住,避免遗忘。

Advanced	<b>YL48-25</b> 网络配置	5 48通道高精度应变测量仪
首页 登录 修改密码 时间配置	IP 模式 ○ DHCP ● 静态IP配置	静态IP
网络配置	IP 地址	192.168.0.27
<u>出加反重</u> <u>升级程序</u> 重置设备	子网掩码 网关地址	255.255.255.0 192.168.0.1
- HAM	提交配置 <b>当前网络配</b> 5	<u>ع</u>
	IP 模式	DHCP
	IP 地址	192.168.0.27
	子网掩码	255.255.255.0
	网关地址	192.168.0.1
	MAC地址	00:0a:35:00:e4:5f

图 31 原设备网络参数

Advanced AeroTesting	¥L48-25 网络配置	948通迫尚有度应变测重
<u>首页</u> 登录 修改密码 时间配置	IP 模式 ○ DHCP ● 静态IP配置	静态IP
网络配置	IP 地址	169.254.0.27
<u>识别设备</u>	子网掩码	255.255.255.0
<u> </u>	网关地址	169.254.0.1
	提交配置 3 当前网络配	The second se
	IP 模式	static
	IP 地址	192.168.0.212
	子网掩码	255.255.255.0
	网关地址	192.168.0.1
	MAC地址	00:0a:35:00:e4:5f

图 32 修改后的设备网络参数

# 7.2 设备与计算机直连

- 1. 用网线将设备和笔记本(计算机)直连。
- 2. 修改笔记本(计算机)的 Internet 协议版本 4(TCP/IPv4)的参数设置, 如图 33 所示。计算机 IP 地址与设备当前 IP 地址应在同一个网段。例如,

当前设备 IP 是 169.254.0.27,则计算机 IP 地址可设置为 169.254.0.x(2~255 之间除 27 的数)。

- 计算机端尝试用浏览器登录访问设备网页,如169.254.0.27,如果成功则
   继续第4步,如若连接不成功则需要恢复出厂设置。
- 4. 重复"浏览器修改设备 IP"章节的步骤修改设备 IP 地址。

大网 属性	×	Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4) 属性	
格共享		常规	
坒接时使用: ዏ Intel(R) Ethernet Controller (3) 1225-1	,	如果网络支持此功能,则可以获取自动排 络系统管理员处获得适当的 IP 设置。	皆派的 IP 设置。否则,你需要从网
站连接使用下列项目(O):	配置(C)	<ul> <li>○ 自动获得 IP 地址(O)</li> <li>● 使用下面的 IP 地址(S): 3</li> </ul>	
<ul> <li>✓ ■ Microsoft 网络客户端</li> <li>✓ ■ VMware Bridge Protocol</li> <li>✓ ■ Microsoft 网络的文件和打印机共享</li> <li>✓ ■ EthercatDAQ Filter</li> <li>✓ ■ Phpcap Packet Driver (NPCAP)</li> </ul>		IP 地址(I): 子网掩码(U): 默认网关(D):	169.254.0.x 4 255.255.0.0 6
<ul> <li>✓ QoS 数据包计划程序</li> <li>✓ Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4)</li> <li>Microsoft 网络酒町番春油15味香砂议</li> </ul>		<ul> <li>自动获得 DNS 服务器地址(B)</li> <li>使用下面的 DNS 服务器地址(E):</li> </ul>	
安装(N) 卸載(U) 描述		自远 UNS 服务器(P): 备用 DNS 服务器(A):	· · ·
于在不同的相互连接的网络上通信。	ET , STOLEREYER, ICH	□ 退出时验证设置(L)	高级(V)
	定取消		确定 🙆 取消

图 33 计算机 IP 地址配置界面

# 7.3 恢复出厂设置

YL48-25 后面板上的复位按钮,可用于恢复默认网络设置。要执行网络重置:

1) 关闭 YL48-25 电源。

- 2) 按住复位按钮。
- 3) 打开 YL48-25 电源。
- 4) 继续按住复位按钮至少 40 秒。
- 5) 松开复位按钮。

YL48-25 的 IP 地址设定为静态 172.18.3.11, 掩码 255.255.255.0。

# 修订说明

1、YL48-25 已完全替换成 YL4825

- 2、页眉文字统一楷体五号加粗, logo 无修改(等待商标注册成功修改)
- 3、标题统一黑体二号,小标题统一宋体正文小三号,内容统一宋体正文小四号
- 4、图标注释统一黑体五号