



操作说明
capaNCDT 6500

CS005
CS02
CSH02
CSH02FL
CS05
CSE05
CSE05/M8
CSH05

CSH05FL
CS08
CS1
CSE1
CSE1,25/M12
CSH1
CSH1FL
CS1HP

CSH1.2
CSH1.2FL
CS2
CSE2
CSE2/M16
CSH2
CSH2FL
CS3

CSE3/M24
CSH3FL
CS5
CS10
CSG0.50-CAm2.0
CSG1.00-CAm2.0

米铨（北京）测试技术有限公司

北京市顺义区后沙峪镇
蓝贝科技园 #19-2-201
Tel. +86 (10) 6439/8534
Fax +86 (10) 6439/8234
e-mail info@micro-epsilon.com.cn
www.micro-epsilon.com.cn



EtherCAT® 是德国 Beckhoff Automation GmbH 授权的
注册商标和专利技术。

目录

1.	安全	5
1.1	使用的符号	5
1.2	警告	5
1.3	关于 CE 标志的注意事项	5
1.4	预期用途	6
1.5	适当的环境	6
2.	功能原理，技术参数	7
2.1	测量原理	7
2.2	结构	7
2.2.1	传感器	8
2.2.2	传感器电缆	9
2.2.3	前置放大器 (仅限 DL6510)	9
2.2.4	前置放大器电缆 (仅限 DL6510)	9
2.2.5	控制器防护罩	10
2.2.6	振荡器	10
2.2.7	DD6500 显示板，带以太网接口	11
2.2.8	解调器	11
2.3	技术参数	12
3.	交付使用	13
3.1	开箱	13
3.2	储存	13
4.	安装和组装	14
4.1	预防措施	14
4.2	传感器	14
4.2.1	平头螺钉径向夹紧，圆柱形传感器	14
4.2.2	圆周夹紧，圆柱形传感器	14
4.2.3	扁平形传感器	14
4.2.4	传感器尺寸图	15
4.3	传感器电缆	19
4.4	前置放大器 CP6001 和 CPM6011	20
4.5	前置放大器电缆 CAx	21
4.6	控制器	21
4.7	供电电源	22
4.8	接地连接，接地	22
4.9	引脚分配	23
4.10	同步	24
5.	操作	25
5.1	初始操作	25
5.2	基础设置	25
5.2.1	DT6530	25
5.2.2	DD6530	25
5.2.3	DO6510	26
5.2.4	DL6530/6510	27
5.3	使用金属靶材进行校准	29
5.4	使用绝缘体靶标进行线性调整和校准	30
5.5	触发	32
5.6	同步	32
6.	以太网接口	33
6.1	硬件，接口	33
6.2	测量值的数据格式	35
6.3	设置	35
6.4	指令	36
6.4.1	数据速率 (SRA = 设置采样速率)	37
6.4.2	触发模式 (TRG)	37
6.4.3	获取测量数据 (GMD)	38
6.4.4	平均值类型 (AVT)	38
6.4.5	动态降噪	39
6.4.6	平均数 (AVN)	39
6.4.7	通道状态 (CHS)	39
6.4.8	传输通道 (CHT)	39
6.4.9	线性化模式 (LIN)	40
6.4.10	设置线性化点 (SLP)	40

6.4.11	获取线性化点 (GLP)	41
6.4.12	状态 (STS)	41
6.4.13	版本 (VER)	41
6.4.14	显示设置 (DIS)	41
6.4.15	加载出厂设置 (FDE)	42
6.4.16	SMF = 设置数字函数 (SMF)	42
6.4.17	获取数字函数 (GMF)	43
6.4.18	清除数字函数 (CMF)	43
6.4.19	以太网设置 (IPS)	43
6.4.20	以太网和 EtherCAT 之间的切换 (IFC = 接口)	43
6.4.21	查询数据端口 (GDP)	44
6.4.22	设置数据端口 (SDP)	44
6.4.23	访问通道信息 (CHI)	44
6.4.24	访问控制器信息 (COI)	44
6.4.25	网络界面登录 (Lgl = 登录)	44
6.4.26	网络界面注销 (LGO = 注销)	44
6.4.27	修改密码 (PWD = 密码)	45
6.4.28	更改网络界面语言 (LNG = 语言)	45
6.4.29	在通道中写入测量范围信息 (MRA = 测量范围)	45
6.4.30	默认信息	45
6.5	通过以太网控制	46
6.5.1	要求	46
6.5.2	通过网页界面访问	47
6.6	固件更新	47
7.	EtherCAT 接口	47
7.1	介绍	47
7.2	更改接口	48
8.	操作和维护	48
9.	材料缺陷责任	49
10.	报废, 处置	49
A 1	可选配件	50
A 2	服务	52
A 3	出厂设置	52
A 4	倾角对电容传感器的影响	52
A 4.1	对狭窄目标的测量	52
A 4.2	球体和轴的测量	53
A 5	EtherCAT 文档	54
A 5.1	序言	54
A 5.1.1	EtherCAT®-帧的结构	54
A 5.1.2	EtherCAT® 服务	54
A 5.1.3	寻址和 FMMUs	55
A 5.1.4	同步管理器	55
A 5.1.5	EtherCAT 状态机	56
A 5.1.6	CANopen over EtherCAT	56
A 5.1.7	过程数据 PDO 映射	56
A 5.1.8	服务数据对象 SDO	57
A 5.2	CoE – 对象目录	57
A 5.2.1	通信特定标准对象 (CiA DS-301)	57
A 5.2.2	制造商特定对象	58
A 5.3	测量数据格式	61
A 5.4	使用 Beckhoff TwinCAT®-Manager 配置 EtherCAT	61
A 6	厚度测量	64
A 6.1	概况	64
A 6.2	定义传感器测量范围	64
A 6.3	数据格式, 字长	65
A 6.4	设置数字函数	65
A 6.5	测量值的释义	66
A 6.6	示例	66

1. 安全

请在操作设备前充分了解操作说明。

1.1 使用的符号

本说明手册中使用以下符号:



表示危险情况，如果不避免，可能会导致轻微或中度的人身伤害。



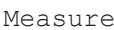
表示警示情况，如果不避免，可能导致财产损失的情况。



指示用户操作



用户提示信息



指示硬件或软件按钮/菜单

1.2 警告



在接触传感器表面之前断开电源。

- > 释放静电，可能会导致伤害

根据电气设备的安全规定连接电源、显示/输出设备。

- > 可能会导致受伤
- > 可能会造成传感器/控制器损坏或损毁



避免对传感器/控制器造成冲击或撞击。

- > 可能会造成传感器/控制器损坏或损毁

保护传感器电缆免受损坏。

- > 可能会造成传感器损坏，测量装置故障

操作过程中请勿插拔电路板（欧洲规格）。

- > 可能会造成控制器中的电路板损坏或毁坏

1.3 关于 CE 标志的注意事项

以下内容适用于测量系统:

- 欧盟指令 2014/30/EU
- 欧盟指令 2014/35/EU
- 欧盟指令 2011/65/EU, “RoHS “ 第 9 类

带有CE标志的产品符合引用的欧盟指令和其中列出的欧洲统一标准（EN）的要求。根据《欧盟指令》第 10 条规定，由主管当局出具《欧盟符合性声明》。

米铍（北京）测试技术有限公司
北京市顺义区后沙峪镇联东U谷蓝贝科技园 #19-2-201

该测量系统是被设计用于工业环境中使用并符合相关要求。

1.4 预期用途

DT6530 测量系统被设计用于工业和实验室领域。

用于以下方面：

- 位移、距离、轮廓、厚度和表面测量
- 用于过程质量控制和尺寸测试

该测量系统仅可在技术参数中规定的限值内运行，详见第 2.3 章。

该系统的使用方式必须确保在系统/传感器发生故障或完全失效的情况下，不会危及人员安全或造成机器和其他材料物品的损坏。

在涉及与安全的相关应用中，应采取额外的安全措施和损坏预防。

1.5 适当的环境

- 传感器、传感器电缆、前置放大器的防护等级为：IP 54（仅适用于连接的传感器电缆）
- 控制器防护等级：IP 40
- 传感器表面和被测目标之间的空间必须具有恒定的介电常数
- 传感器表面和被测目标之间的空间不得被污染（例如水、掉落的零件、灰尘等）
- 运行温度
 - 传感器：-50 至 +200 °C (-58 至 +392 °F)
 - 传感器电缆：-100 至 +200 °C (-58 至 +392 °F) (CCmx 和 CCmx/90)
-20 至 +80 °C (-4 至 +176 °F)
(CCgx 和 CCgx/90 - 长久)
-20 至 +100 °C (-4 至 +212 °F)
(CCgx 和 CCgx/90 - 10,000 h)
 - 控制器、前置放大器：+10 至 +60 °C (+50 至 140 °F)
- 湿度：5 - 95 % (非冷凝)
- 环境压力：大气压
- 存储温度：
 - 传感器电缆：-50 ... +200 °C (-58 至 +392 °F) (CCmx 和 CCmx/90)
-50 ... +80 °C (-58 至 +176 °F) (CCgx 和 CCgx/90)

2. 测量原理，技术参数

2.1 测量原理

capaNCDT 系统的电容距离测量原理是基于平板电容的工作原理。对于导电目标，传感器和其相对的测量对象形成两个电极板。如果一个具有恒定的交变电流流过电容传感器，则传感器处的交变电压的振幅变化与电容极板之间的距离成正比。交流电经过解调并作为模拟量信号输出。capaNCDT 系统评估平板电容器的容抗 X_C ，其严格按照距离成比例变化。

$$X_C = \frac{1}{j\omega C} ; \text{ 电容 } C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{\text{面积}}{\text{距离}}$$

通过将传感器设计为保护环电容，在实践中几乎可以理想地实现这种理论关系。

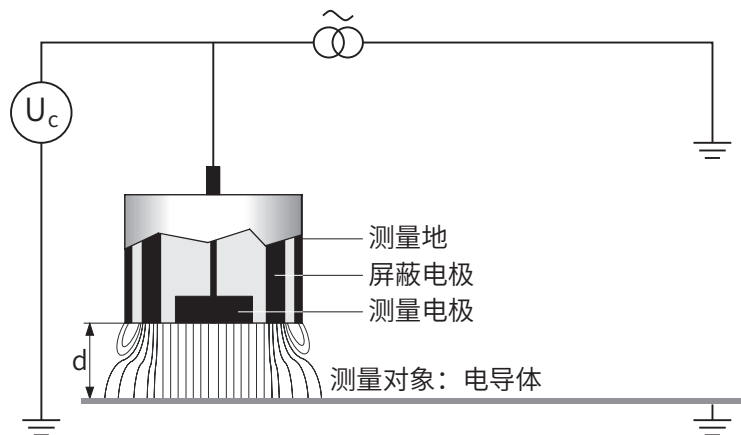


图 1 电容传感器的结构

对于导电性的目标材料（金属），无需进行额外的的电子线性化处理的情况下可实现线性的测量信号。导电性或磁性属性的微小变化不会影响灵敏度或线性度。

i 小目标和弯曲（不平整）的表面会导致非线性特性。

DT6530 系统还可以对绝缘材料进行可靠的测量。这类目标的线性特性是通过特殊的电子电路实现的。然而，材料的相对介电常数是精确测量的先决条件。

2.2 结构

安装在铝制外壳中的多通道非接触式、单通道测量系统，由以下部件组成：

- 带电源、显示器、以太网、振荡器和模拟输出的控制器外壳
- 解调器板（欧洲规格）（分别为 DL6510 和 DL6530）
- 前置放大器 CP6001 或 CPM6011（仅适用于 DL6510）
- 前置放大器电缆（仅适用于 DL6510）
- 传感器电缆
- 传感器

有两种版本的解调器板可供选择：

- DL6530：带集成前置放大器、距离传感器和控制器的信号调节电子设备：1.4m (4.6ft) / 2m (6ft)
- DL6510：带外部前置放大器、距离传感器和控制器的信号调节电子设备：长达 40m

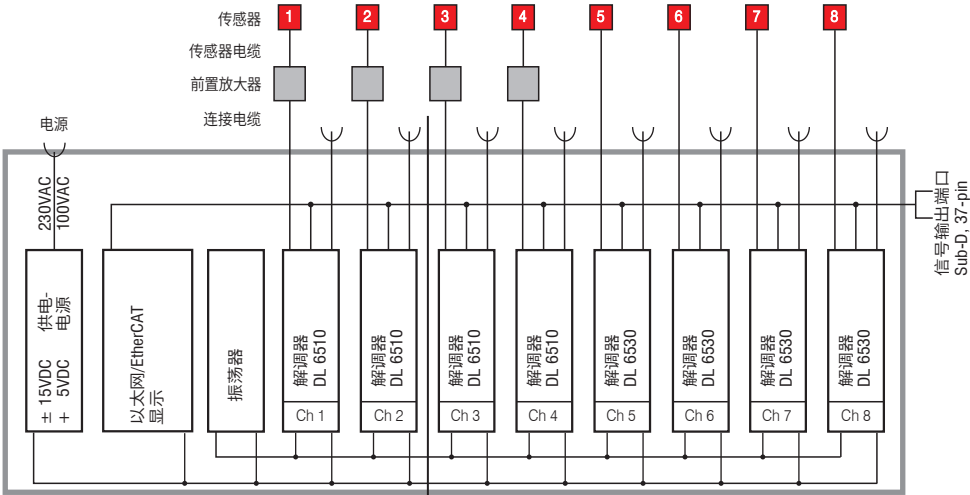


图 2 DT6530c (2个通道) 方框图和 DT6530 (8个通道) 方框图

2.2.1 传感器

对于该测量系统，可以匹配多个传感器一起使用。为了获得准确的测量结果，传感器的表面必须保持干净且没有损坏。电容测量过程与面积有关。根据传感器型号和测量范围，需要确认最小面积（参见下表）。对于绝缘体的情况下，介电常数和目标厚度也起着重要的作用。

用于测量金属目标的传感器

传感器型号	测量范围	最小目标直径
CS005	0.05 mm	3 mm
CS02	0.2 mm	5 mm
CS05	0.5 mm	7 mm
CS08	0.8 mm	9 mm
CS1	1 mm	9 mm
CS1HP	1 mm	9 mm
CS2	2 mm	17 mm
CS3	3 mm	27 mm
CS5	5 mm	37 mm
CS10	10 mm	57 mm
CSE05	0.5 mm	6 mm
CSE05/M6	0.5 mm	6 mm
CSE1	1 mm	8 mm
CSE1,25/M12	1.25 mm	10 mm
CSE2	2 mm	14 mm
CSE2/M16	2 mm	14 mm
CSE3/M24	3 mm	20 mm
CSG0,50-CAm2,0	0.5 mm	约 7 x 8 mm
CSG1,00-CAm2,0	1 mm	约 8 x 9 mm
CSH02	0.2 mm	7 mm
CSH05	0.5 mm	7 mm
CSH1	1 mm	11 mm
CSH1,2	1.2 mm	11 mm
CSH2	2 mm	17 mm
CSH02FL	0.2 mm	7 mm
CSH05FL	0.5 mm	7 mm
CSH1FL	1 mm	11 mm
CSH1,2FL	1.2 mm	11 mm
CSH2FL	2 mm	17 mm
CSH3FL	3 mm	24 mm

用于测量绝缘材料的传感器

传感器对绝缘材料也能实现可靠测量。这类材料的线性行为是通过特殊的线性化实现的，参见第5.4章。各个传感器的测量范围取决于被测目标的 ϵ_r 。

2.2.2 传感器电缆

型号	电缆长度	电缆 \varnothing	2 轴 连接器	1x 轴 + 1x 90°	适用的 传感器量程	最小弯曲半径	
						一次	长久
CCgxC	2/4/6 或 8 m	3.1 mm	•		0.05 - 0.8 mm	10 mm	22 mm
CCgxC/90	2/4/6 或 8 m	3.1 mm		•	0.05 - 0.8 mm		
CCgxB	2/4/6 或 8 m	3.1 mm	•		1 ... 10 mm		
CCgxB/90	2/4/6 或 8 m	3.1 mm		•	1 ... 10 mm		
CCmxC	1.4/2.8 或 4.2 m	2.1 mm	•		0.05 - 0.8 mm	7 mm	15 mm
CCmxC/90	1.4/2.8 或 4.2 m	2.1 mm		•	0.05 - 0.8 mm		
CCmxB	1.4/2.8 或 4.2 m	2.1 mm	•		1 ... 10 mm		
CCmxB/90	1.4/2.8 或 4.2 m	2.1 mm		•	1 ... 10 mm		

NOTICE

请勿挤压传感器电缆。
请勿修改传感器电缆。
可能会导致功能受损。

将传感器电缆安装在
受保护区域。

传感器和控制器分别由传感器和前置放大器通过一条 2 米（7.87 英寸）/ 1.4 米（5.5 英寸）长的特殊双屏蔽传感器电缆连接。使用长度为 8 米（31.50 英寸）/ 4.2 米（16.53 英寸）的传感器电缆对控制器进行特殊调整。用户不得缩短或延长这些特殊电缆。损坏的电缆无法修复。

i 插拔连接器时请关闭设备。

2.2.3 前置放大器 (仅限 DL6510)

前置放大器是传感器和控制器之间的连接器。使用此前置放大器，可以实现在传感器和控制器之间较大的距离下工作。传感器电缆长度固定为 2 米（7.87 英寸）/ 1.4 米（5.5 英寸），（通过对控制器进行额外调整，最大长度为 8 米（31.50 英寸）/ 4.2 米（16.53 英寸）），用户不得对电缆长度进行更改。



图 3 前置放大器 CP6001



图 4 前置放大器 CP6011

2.2.4 前置放大器电缆 (仅限 DL6510)

与拖链兼容的前置放大器电缆将前置放大器与控制器连接起来。使前置放大器和控制器之间的距离长达 40 米。

➡ 请勿缩短或延长这些特殊电缆。

型号	电缆长度	最小弯曲半径，长久
CA5	5 m	33 mm
CA10	10 m	
CA20	20 m	
CA25	25 m	
CA30	30 m	
CA40	40 m	

2.2.5 控制器防护罩

capaNCDT 6500 多通道机架最多可容纳八个通道，
capaNCDT 6500C 多通道机架最多可容纳两个通道，
这些通道都是同步的。

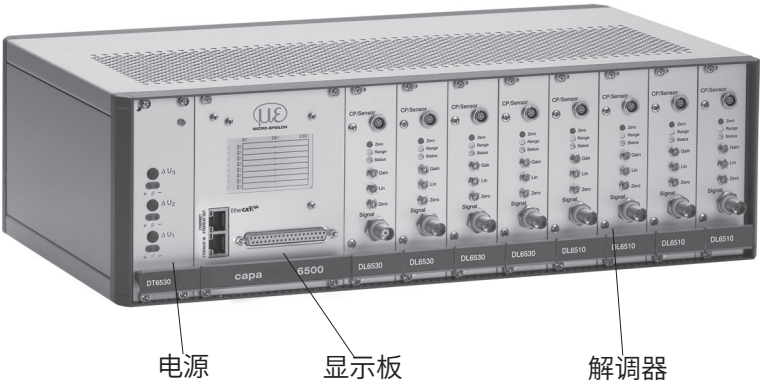


图5 DT6530 的前视图

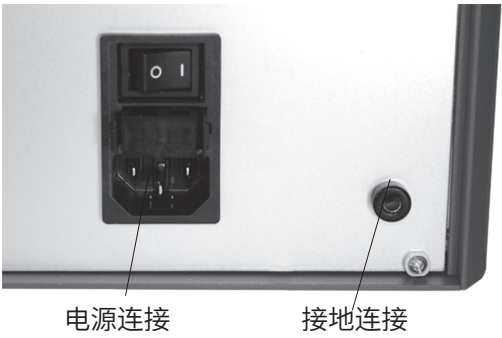


图6 DT6530 的后视图

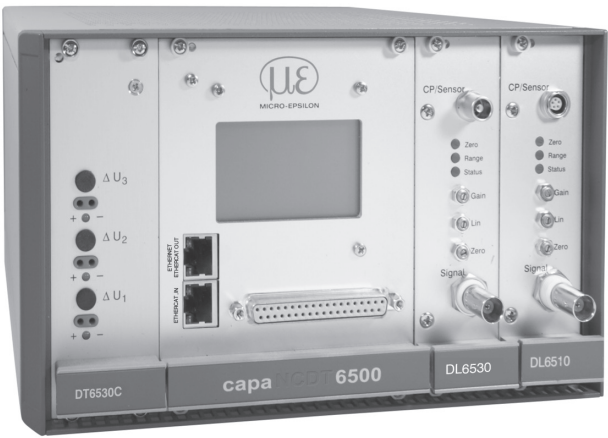


图7 DT6530C 的前视图

NOTICE

如果未连接传感器或被测目标超出测量范围，输出电压最高可达 14 VDC。

2.2.6 振荡器

振荡器为所有测量通道（传感器）提供恒定的频率和振幅稳定的交流电。频率为 31 kHz。由于所有传感器都是由一个振荡器供电，因此各个通道只减不会产生干扰。每隔一个测量通道接收一个相位偏移 180° 的振荡器信号。

2.2.7 带以太网接口的 DD6500 显示器

DD6500 显示器用于显示和输出信号。可以在显示器上以百分比读取所有 8 个通道的测量值。模拟输出信号（电压和电流输出）触发输入和同步输入/输出位于 37-pol-Sub-D 连接器上。该系统可以通过以太网接口连接到网络，测量值可以通过数字方式读取，[详情参见第 6 章 - 以太网接口](#)。此外，显示器还包含一个 EtherCAT 接口，用于实时传输测量值。

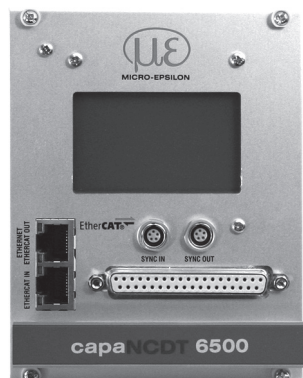


图 8 显示器

2.2.8 解调器

距离相关测量信号的解调、线性化和放大是解调单元的任务。通过三个微调器允许对测量系统进行：

- 线性度
- 增益
- 零点调整

[具体参见第 5.3、5.4 章](#)



图 9 DL 6510 解调器

2.3 技术参数

控制器型号			DT6530 DL6530 DL6510 带 CP6001	DT6530 DL6510 mit CPM6011
静态分辨率	(2.6 Hz)		0.000075 % FSO	0.0006 % FSO
	(100 Hz)		0.0003 % FSO	0.0025 % FSO
动态分辨率	(1 kHz)		0.0009 % FSO	0.007 % FSO
	(8.5 kHz)		0.002 % FSO	0.015 % FSO
模拟输出的极限频率			20 Hz; 1 kHz; 8.5 kHz (-3 dB, 可调)	
数字量输出速率	以太网		3.9 kSa/s 7.8 kSa/s (最多 4 通道)	
	EtherCAT		2.0 kSa/s	
线性度 (典型)			±0.025 % FSO	±0.05 % FSO
最大灵敏度偏差			±0.05 % FSO	±0.1 % FSO
重复性 ¹			0.0003 % FSO	0.001 % FSO
长期稳定性			±0.002 % FSO / 月	±0.02 % FSO / 月
同步操作 ²			是	是
绝缘材料测量			是	否
温度稳定性			数字: 5 ppm/°C 模拟: 10 ppm/°C	80 ppm (数字和模拟)
温度范围	工作	传感器	-50 ... +200 °C (-58 ... +392 °F)	
		控制器	+10 ... +60 °C (+50 ... +140 °F)	
	存储		-10 ... +75 °C (+14 ... +167 °F)	
供电电源			100 ... 240 VAC (50 ... 60 Hz) 可选: 18 ... 36 VDC	
输出			0 ... 10 V (最大 10 mA, 防短路保护); 偏移量 ≤ ±10 V 至 0 V	
			4 ... 20 mA (最大负载 500 Ohm)	
			可选: 0 ... 20 mA (最大负载 500 Ohm)	
			以太网 24 bit / EtherCAT 24 bit	
传感器			适用于所有传感器	
标准传感器电缆长度			CCm1.4x	
			CCg2.0x	
匹配传感器电缆长度			≤ 4.2 m (型号 CCmx) ≤ 8.0 m (型号 CCgx)	≤ 2.8 m (型号 CCmx) ≤ 4 m (型号 CCgx)
触发			TTL, 5 V	
湿度			5 ... 95 % (非冷凝)	
防护等级			IP 40 (控制器和传感器)	

FSO = 满量程输出

1) 在恒定的环境温度下 (包括温度和空气湿度)

2) 可进一步连接控制器 DT6530 和 DT6530C

3. 交付

3.1 开箱

1 带电源、振荡器和显示板的防护外壳

n 解调器

n 传感器

n 带接头的传感器电缆

n 前置放大器 (仅限 DL6510)

n 前置放大器电缆 (仅限 DL6510)

1 使用说明书

37 极 Sub-D 连接器、电源连接电缆、网线 (交叉电缆)

n = 位移测量通道的数量

➡ 小心地将测量系统部件从包装中取出，并确保货物以不会发生损坏的方式来运输。

➡ 开箱后请立即检查产品的完整性和运输损坏情况。

如果有零件损坏或丢失，请立即联系制造商或供应商。

3.2 储存

存储温度范围: -10 ° ... +75 °C (+14 ... 167 °F)

湿度: 5 - 95 % (非冷凝)

4. 安装和组装

4.1 预防措施

避免让锋利尖锐的边缘或重物与传感器电缆护套接触。
保护电缆免受加压空间的压力负载。
在任何情况下都避免将电缆弯曲扭结。检查电缆连接是否紧密贴合。

i 损坏的电缆无法修复

4.2 传感器

传感器可以齐平安装或突出安装。
➡ 在安装过程中，请注意传感器表面光滑没有被划伤。

4.2.1 平头螺钉径向夹紧，圆柱形传感器

这种简单类型的夹具仅推荐用于无受力和无振动的安装位置。平头螺钉必须由塑料制成，以免损坏或使传感器外壳变形。

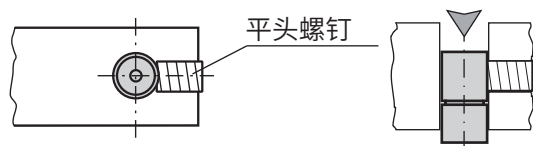


图 10 使用平头螺钉的径向点夹紧固定

i 请勿使用金属平头螺钉
 > 传感器有损坏的风险

4.2.2 圆周夹紧，圆柱形传感器

这种传感器安装方式提供了最大的可靠性，因为传感器被夹在其圆柱形外壳上。在复杂的安装环境中是绝对必要的，例如在机器、生产设备等。

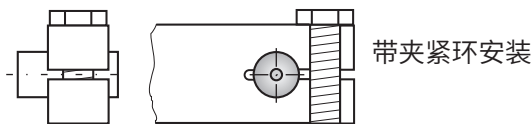
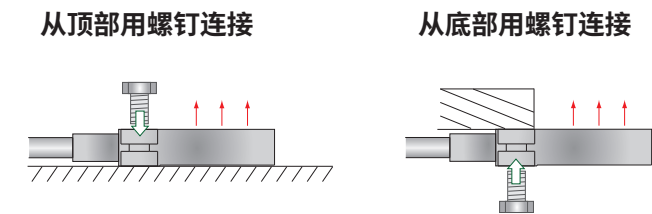


图 11 圆周夹紧

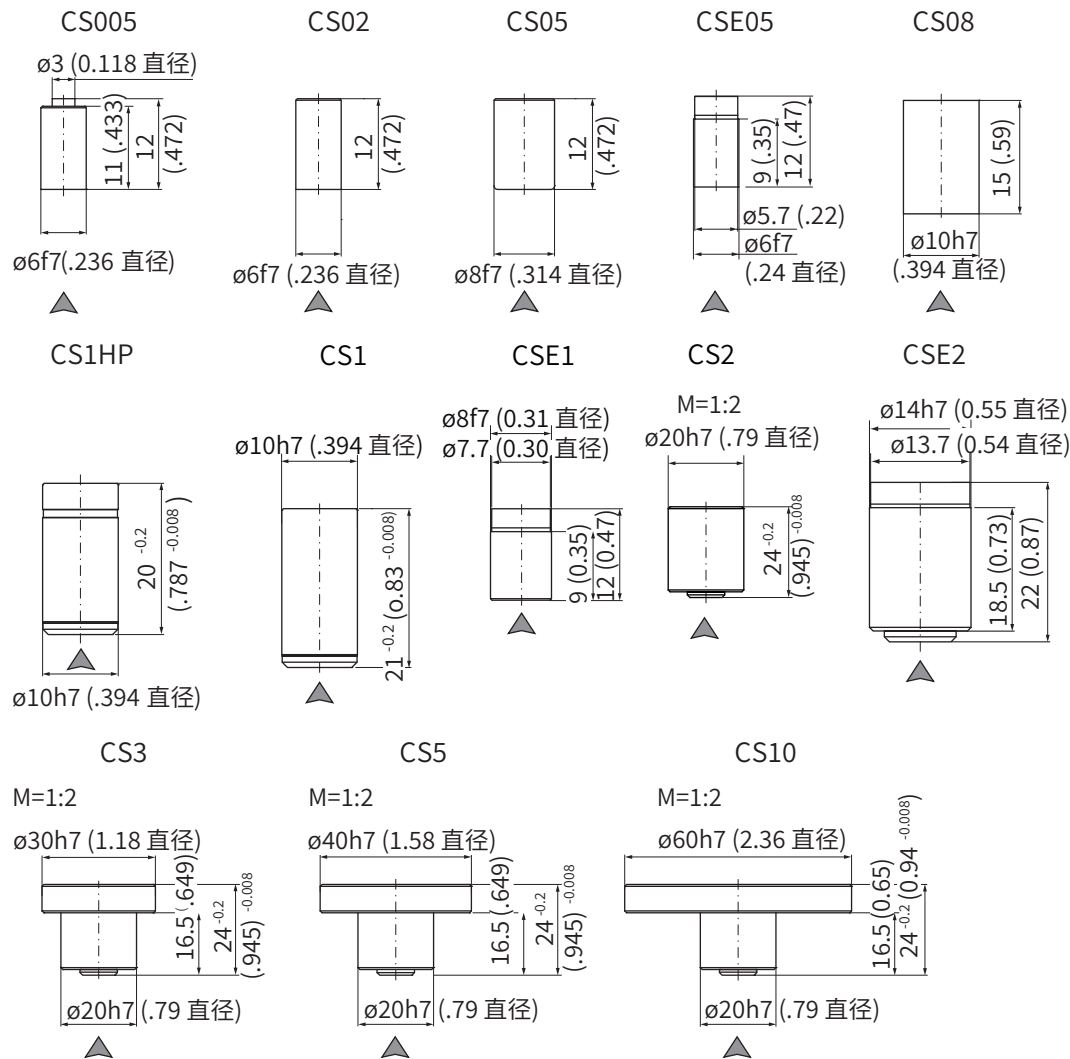
4.2.3 扁平形传感器

扁平形传感器通过 M2 的螺孔（适用于传感器为 0.2 和 0.5 mm 的情况下）或通过 M2 螺钉的通孔进行安装。传感器可以用螺栓固定在顶部或底部。



4.2.4 传感器尺寸图

圆柱型传感器



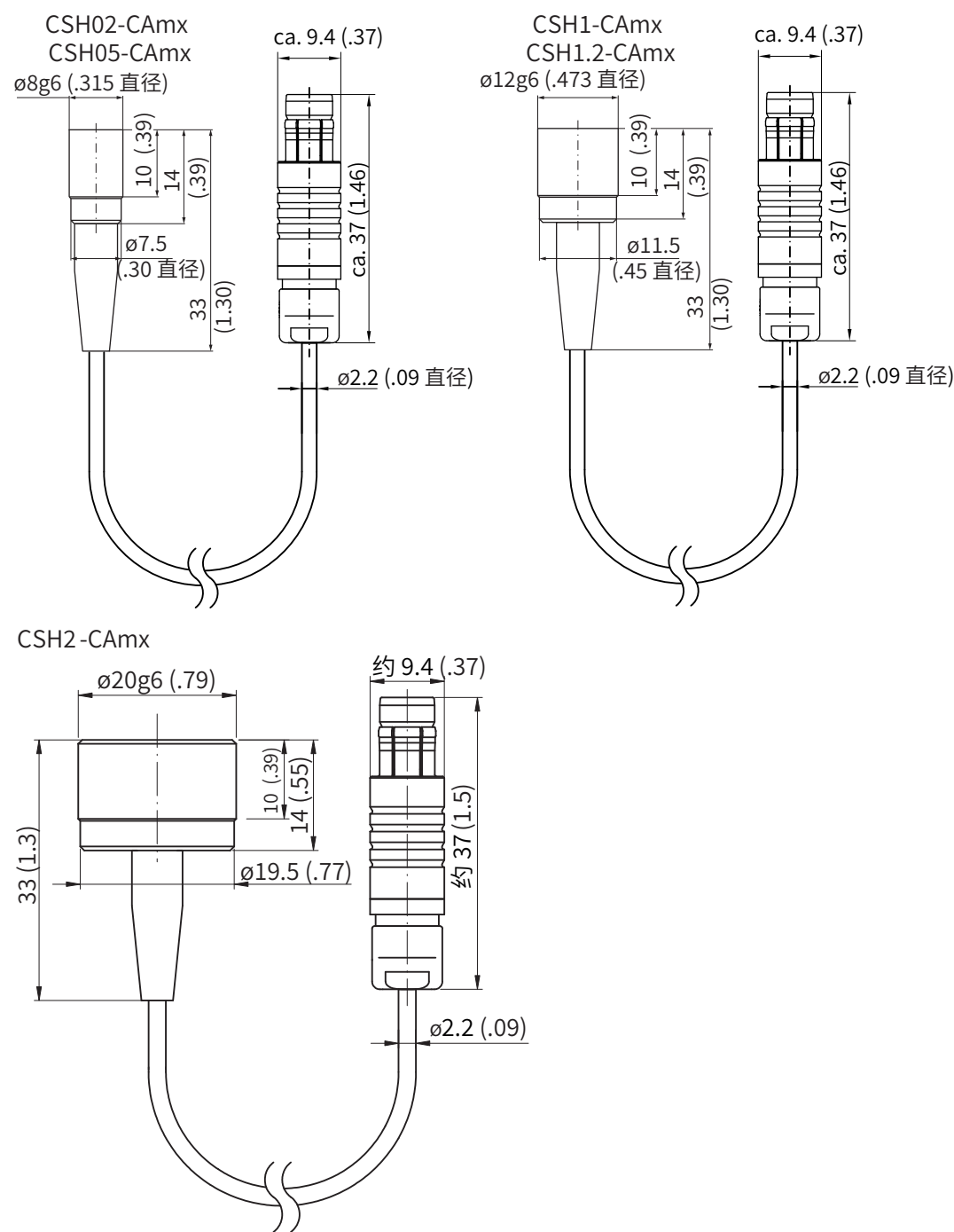
▲ 连接器侧的尺寸图

尺寸单位 mm (英寸)

x = 电缆长度 m

圆周夹紧可从前端 3 mm 处开始

可根据要求提供其他传感器的尺寸图。



▲ 连接器侧的尺寸图

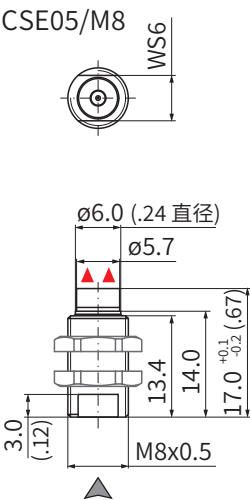
尺寸单位 mm (英寸)

圆周夹紧可从前端 3 mm 处开始

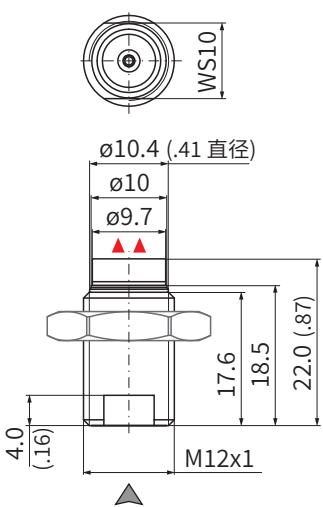
可根据要求提供其他传感器的尺寸图。

带螺纹的圆柱形传感器

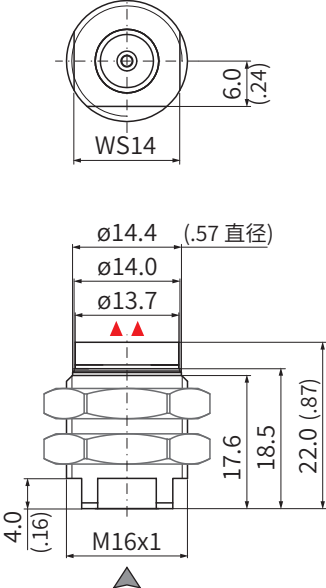
CSE05/M8



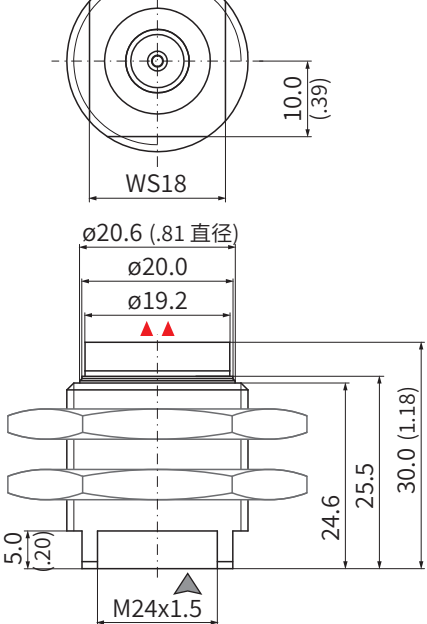
CSE1,25/M12



CSE2/M16



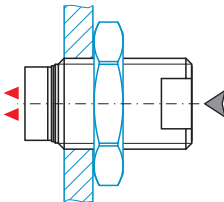
CSE3/M24



▲ 连接器侧的尺寸图
尺寸单位 mm (英寸)

▲▲ 传感器有效测量面

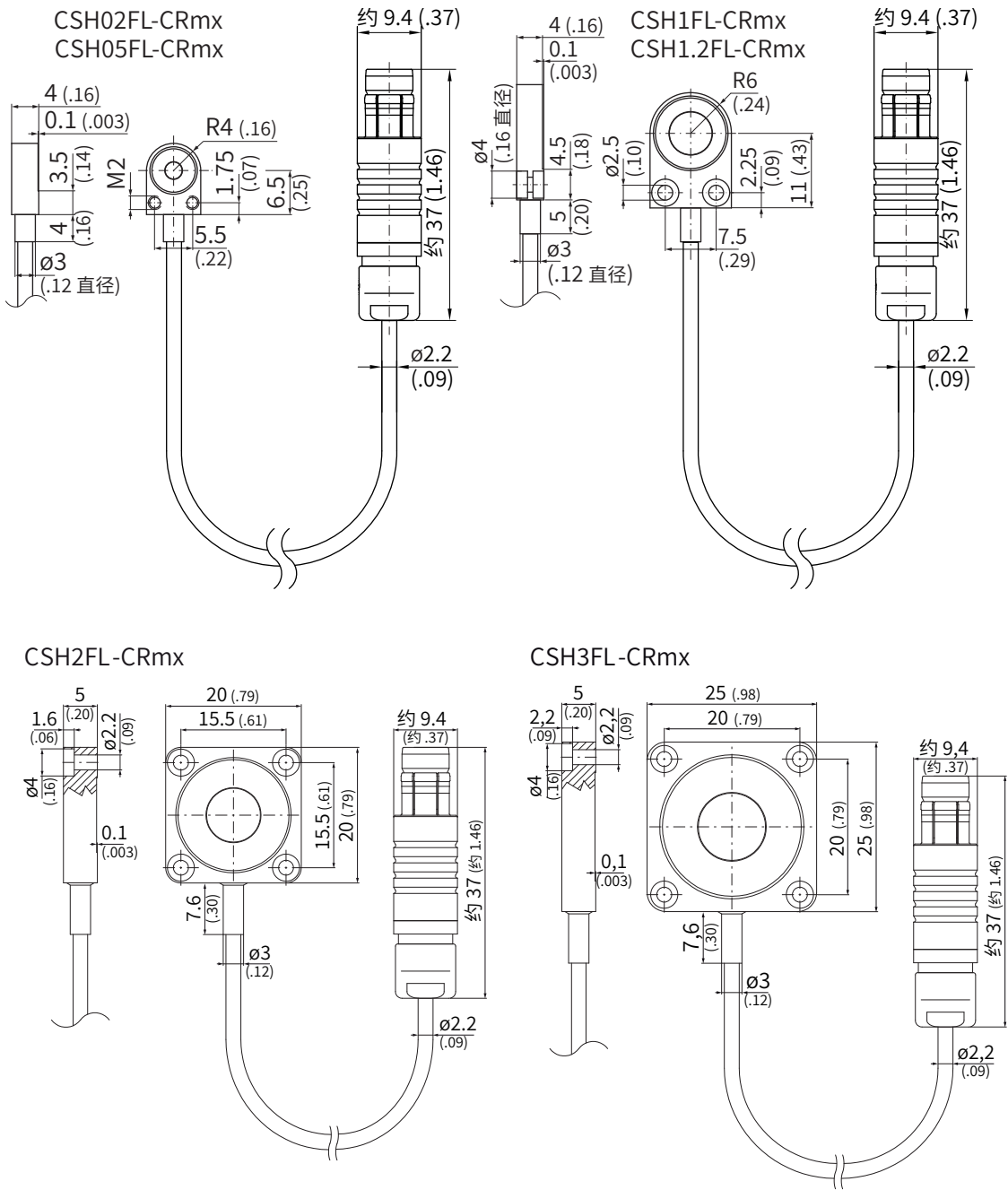
传感器	扭矩
CSE05/M8	最大 2.5 Nm
CSE1,5/M12	最大 10 Nm
CSE2/M16	最大 20 Nm
CSE3/M24	最大 70 Nm



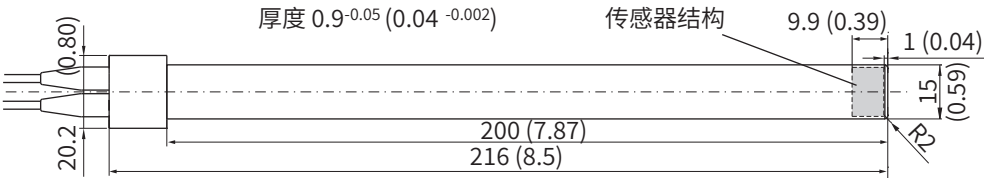
首选安装方式:
➡ 将传感器拧入传感器支架。
➡ 拧紧螺母, 不要超过扭矩。

可根据要求提供其他传感器的尺寸图。

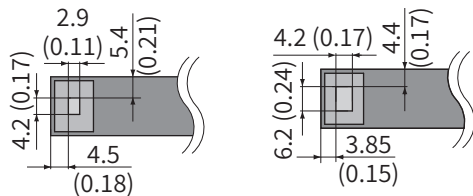
扁平形传感器



CSG0.50-CAm2.0 和 CSG1.00-CAm2.0



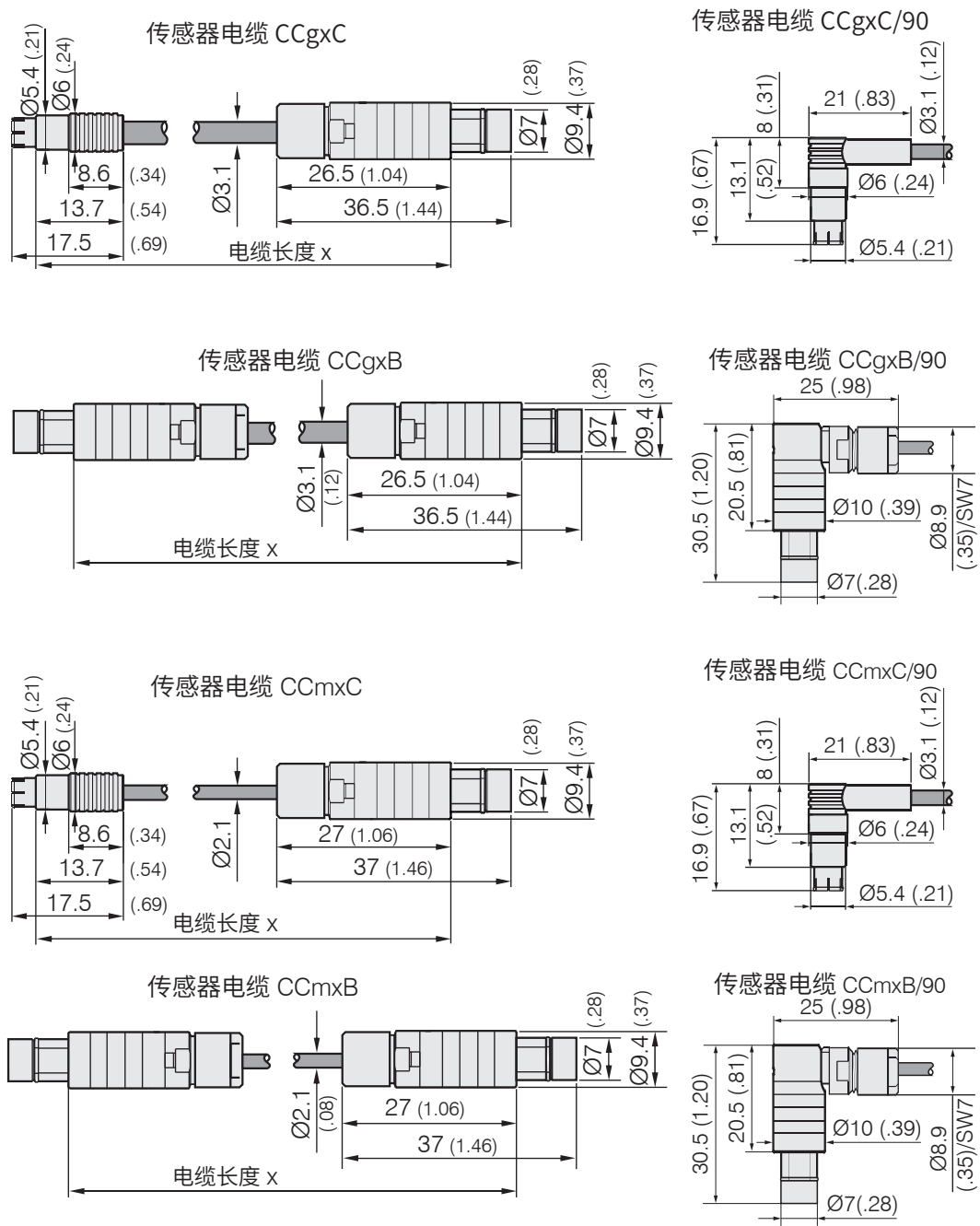
传感器结构



尺寸单位 mm (英寸), 不按比例

4.3 传感器电缆

传感器通过电缆连接到信号调节电子设备。通过简单的插入进行连接。接头会自动锁紧。可以通过拉动接头外壳（电缆套管）来检查其紧密度。通过拉拔电缆的凸起接头外壳来解锁，并打开接头。



型号	电缆长度	电缆 Ø	2 轴 连接器	1x 轴 + 1x 90 °	适用的 传感器量程	最小弯曲半径	
						一次	永久
CCgxC	2/4/6 或 8 m	3.1 mm	•		0.05 - 0.8 mm	10 mm	22 mm
CCgxC/90	2/4/6 或 8 m	3.1 mm		•	0.05 - 0.8 mm		
CCgxB	2/4/6 或 8 m	3.1 mm	•		1 ... 10 mm		
CCgxB/90	2/4/6 或 8 m	3.1 mm		•	1 ... 10 mm		
CCmxC	1.4/2.8 或 4.2 m	2.1 mm	•		0.05 - 0.8 mm	7 mm	15 mm
CCmxC/90	1.4/2.8 或 4.2 m	2.1 mm		•	0.05 - 0.8 mm		
CCmxB	1.4/2.8 或 4.2 m	2.1 mm	•		1 ... 10 mm		
CCmxB/90	1.4/2.8 或 4.2 m	2.1 mm		•	1 ... 10 mm		

4.4 前置放大器 CP6001 和 CPM6011

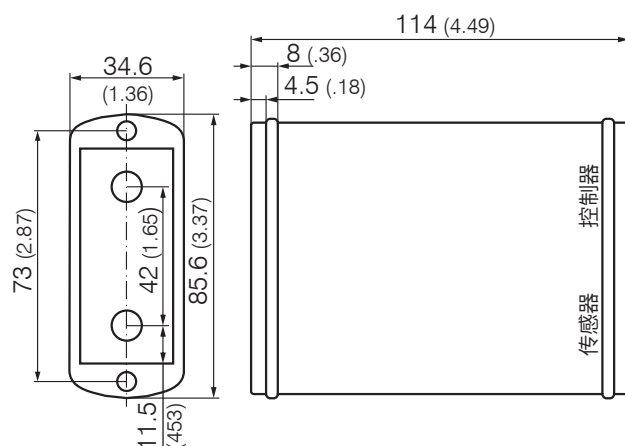


图 12 前置放大器 CP6001

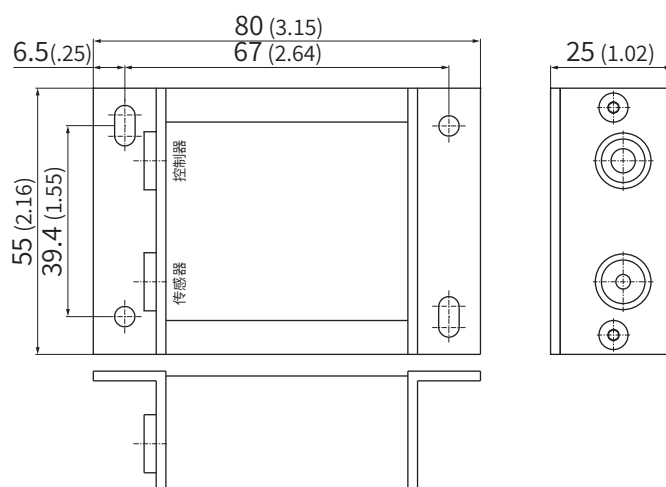


图 13 前置放大器 CPM6011

使用安装装置来安装前置放大器 (CP6001)

- ➡ 拆下外壳螺钉处的四个黑色保护盖，尺寸 73。
- ➡ 拆下四个外壳螺钉。
- ➡ 使用交付中包含的螺钉，将两个安装装置固定在前置放大器上。

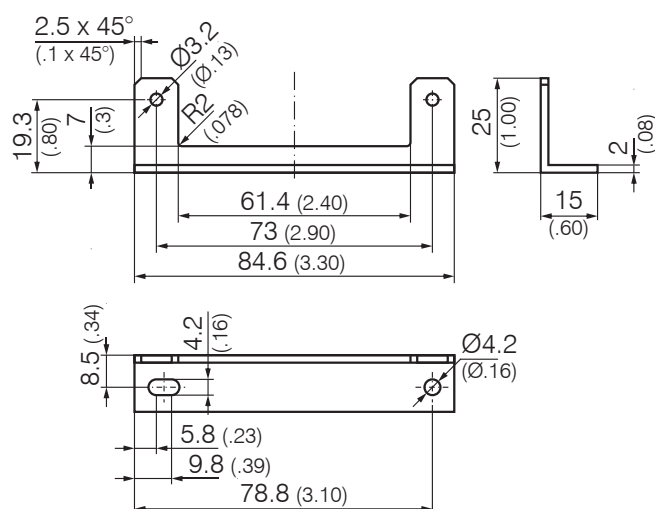
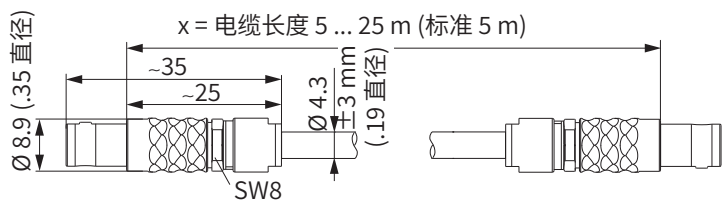


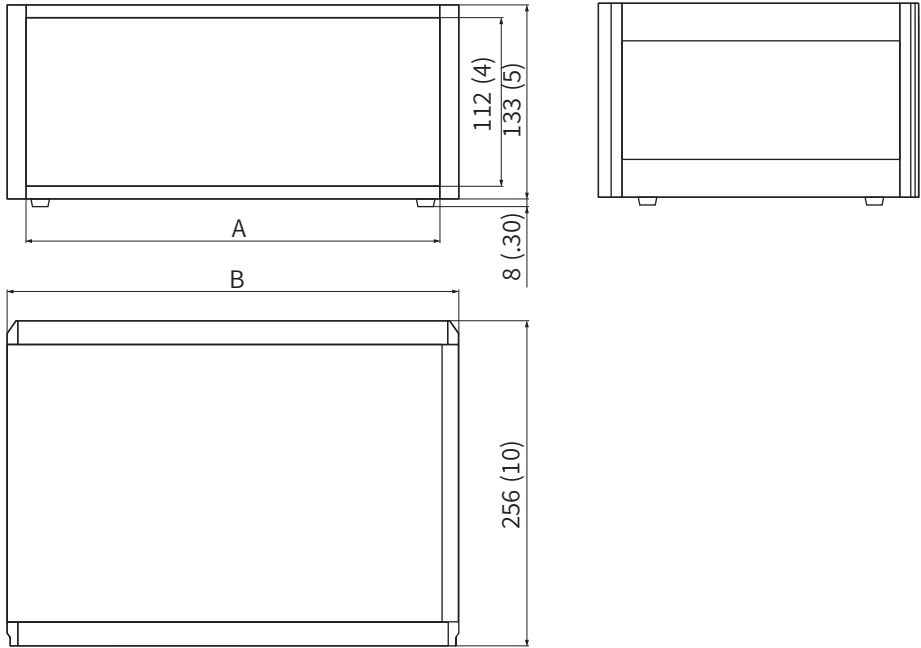
图 14 前置放大器安装装置

尺寸单位 mm (英寸), 不按比例

4.5 前置放大器电缆 CAx



4.6 控制器



型号	A	B
6530c (最多 2 通道)	214 (8)	236 (9)
6530 (最多 8 通道)	427 (17)	449 (18)

尺寸单位 mm (英寸), 不按比例

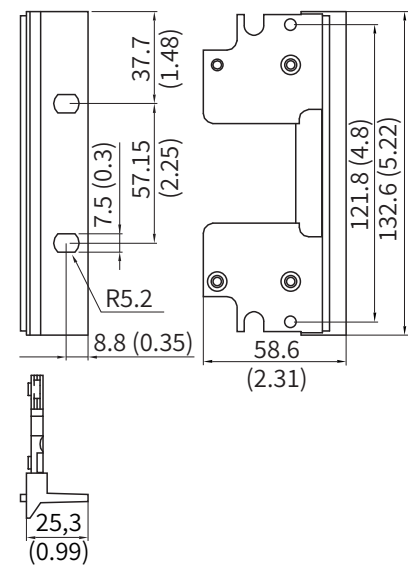


图 15 角铁

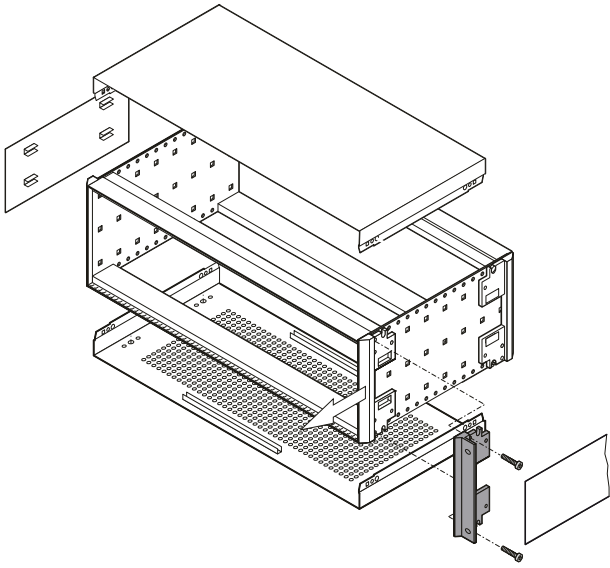


图 16 角铁的安装

4.7 供电电源



图 17 电源插座后视图，保险丝；230 VAC

4.8 接地连接，接地

传感器外壳与信号接地和电源接地相连。

非接触目标接地

在一些应用中，目标接地是困难的，甚至是不可能的。与其他系统不同，capaNCDT 系统不需要目标接地。

图 14 显示了两个同步的 capaNCDT 传感器对轧机进行测量。由于 Micro Epsilon 独特的同步技术，在大多数情况下不需要特殊的目标接地。

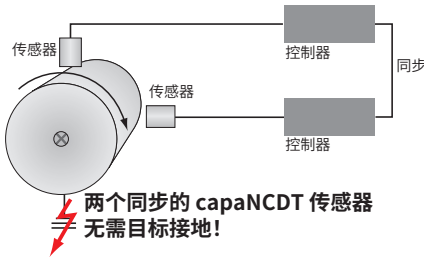


图 18 使用两个测量系统进行位置和不平衡测量

➡ 将被测目标与控制器背面的导电接地连接，参见图 6。

4.9 引脚分配

该模块用于测量、校准或检查系统时的信号显示和输出。输出电压还可以在解调器板的 BNC 连接器处引出。

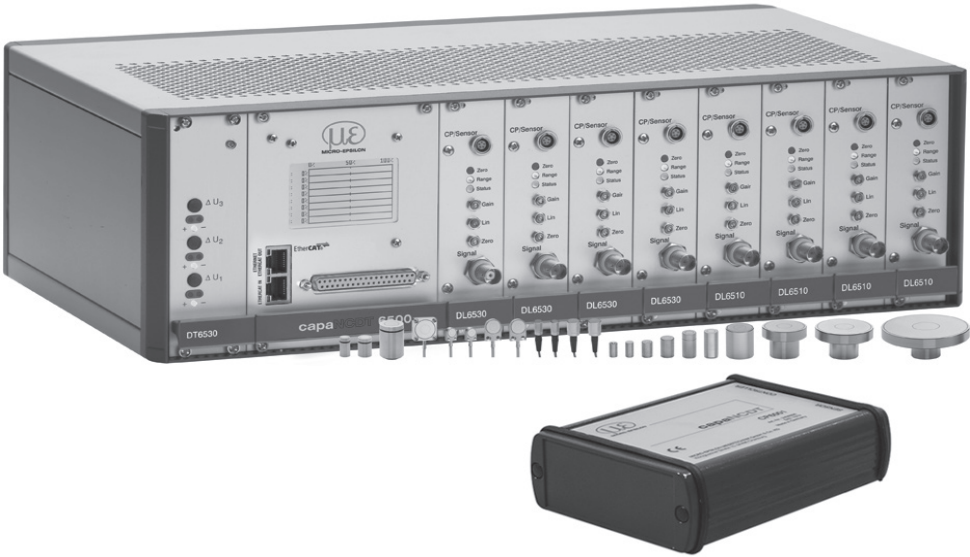


图 19 带控制器、前置放大器和传感器的测量装置

37-极 Sub-D 接头:

1	U-输出通道 1	13	触发输入	25	AGND 通道 6
2	U-输出通道 2	14	同步输入-8M	26	AGND 通道 7
3	U-输出通道 3	15	同步输出-8M	27	AGND 通道 8
4	U-输出通道 4	16	同步输入-31K	28	I-输出通道 2
5	U-输出通道 5	17	同步输出-31K	29	I-输出通道 4
6	U-输出通道 6	18	N.C.	30	I-输出通道 6
7	U-输出通道 7	19	N.C.	31	I-输出通道 8
8	U-输出通道 8	20	AGND 通道 1	32	GND_触发_I
9	I-输出通道 1	21	AGND 通道 2	33	同步输入+ 8M
10	I-输出通道 3	22	AGND 通道 3	34	同步输出+ 8M
11	I-输出通道 5	23	AGND 通道 4	35	同步输入+ 31K
12	I-输出通道 7	24	AGND 通道 5	36	同步输出+ 31K
				37	n. c.

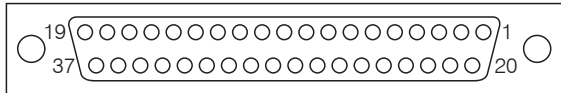


图 20 37-芯导线公头电缆接头引脚侧视图

此外，在组装用户侧电源和触发器电缆时，应注意以下事项：

- ➡ 使用屏蔽电缆。
- ➡ 将屏蔽网与连接器外壳连接。
- ➡ 使用单独的屏蔽电缆作为触发信号。

最大电缆长度为 3m。

推荐导体横截面为 0.14 mm²。

只有在满足了这些基本条件的情况下，才能达到 EMC 标准，具体内容参见第 1.3 章。

4.10 同步

capaNCDT6500 系列的多个测量系统可以同时用作多通道系统使用。通过系统的同步，避免了传感器之间的相互影响。

- ➡ 将同步电缆 SC6000-x（详见附件）插入控制器 1 的母头连接器 SYNC OUT（同步输出）。
- ➡ 将 SC6000-x 的另一端插入控制器 2 的母头连接器 SYNC IN（同步输入）。

控制器 2 的振荡器自动切换到同步状态，这意味着，具体取决于控制器 1 的振荡器。接地不良目标的影响除外。
必要时，可将多个测量系统与 SC6000-x 同步使用。

i 自动同步。每个控制器都可以是主控制器。

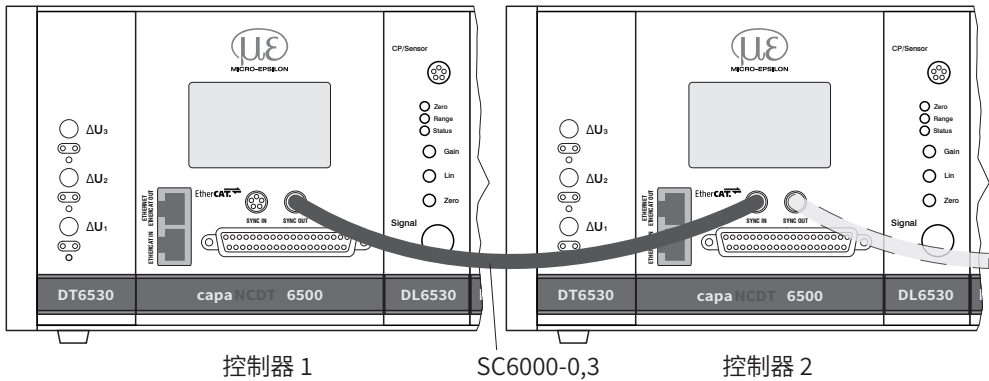


图 21 第二个控制器的同步

NOTICE

请勿在操作过程中插入或拔下任何电路板！
这将导致控制器的故障！

5. 操作

5.1 初始操作

在接通设备时请注意，确保已将所有电路板插入指定位置。

在进行测量或校准之前，让测量系统预热约 15 分钟。
这样可以避免测量不准确。

5.2 基础设置

5.2.1 DT6530

接通电源后，三个 LED 灯显示内部电源电压是否正常。如果三个 LED 灯都闪烁，则表示控制器已准备就绪了。

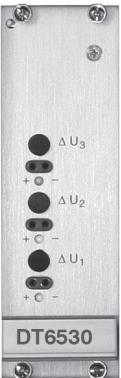


图 22 电源 LED 指示灯

5.2.2 DD6530

所有通道的数字测量值显示在 DD6500 显示板上。测量值的刻度从 0 到 100%。显示屏不显示测量通道的全分辨率。每个通道的显示分辨率为 1/10000 以便用于监控。为了获得位移信号的最大分辨率，请使用对话框或数字接口。
请参见第 6.4.14 章，关于以下相关的显示设置：

- 在线性化或非线性化值之间的切换。
- 一系列用于升级的通道。

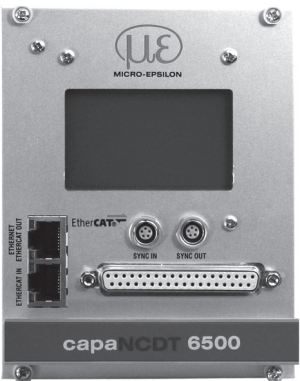


图 23 显示屏和接口板

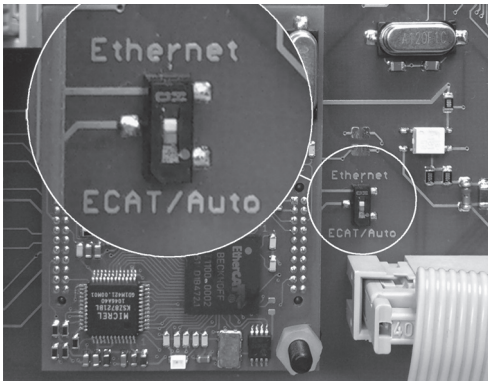


图 24 切换以太网/EtherCAT

以太网和 EtherCAT 之间的切换可以通过硬件开关（如上图）或软件来进行实现。

如果开关位于以太网位置，则以太网接口始终处于激活状态，与软件设置无关。
如果开关处于 ECAT/Auto 位置，则激活接口取决于软件的设置。
如需更改接口，则必须重新启动控制器。

5.2.3 DO6510

可选模拟输出卡 DO6510 以模拟形式输出数字计算的测量信号。DO6510 包括 3 个模拟输出，可以输出 0...10 V、±5 V 或 4...20 mA 范围内的信号。插槽侧面的旋转开关用于选择输出类型。模拟输出的理论分辨率为 16 位，并使用 DT6500 中指定的数据速率进行更新。

各通道具有函数计算的功能，DO6510 以升序将计算出的数学函数输出到模拟输出 1 ... 3。

示例:
您定义了两个数学函数，一个在通道 4 上，另一个在通道 6 上。
然后将这些函数的结果分别输出到模拟输出1（通道 4 的数学函数）和模拟输出 2（通道 6 的数学函数）。如果删除通道 4 的数学函数，通道 6 的数学函数将输出到模拟输出 1。

限制输出区域：输出范围被缩放以匹配数学函数中使用的最大范围。

示例:
通道 1 的数学函数：测量范围 2000μm。
通道 2 的数学函数：测量范围 500μm。
模拟输出按比例缩放到 2000μm，相当于 100%。

如果要将两个通道添加在一起，则需要对通道进行缩放
（例如，数学函数 = 0.5 x 通道 1 + 0.5 x 通道 2），以防止溢出。

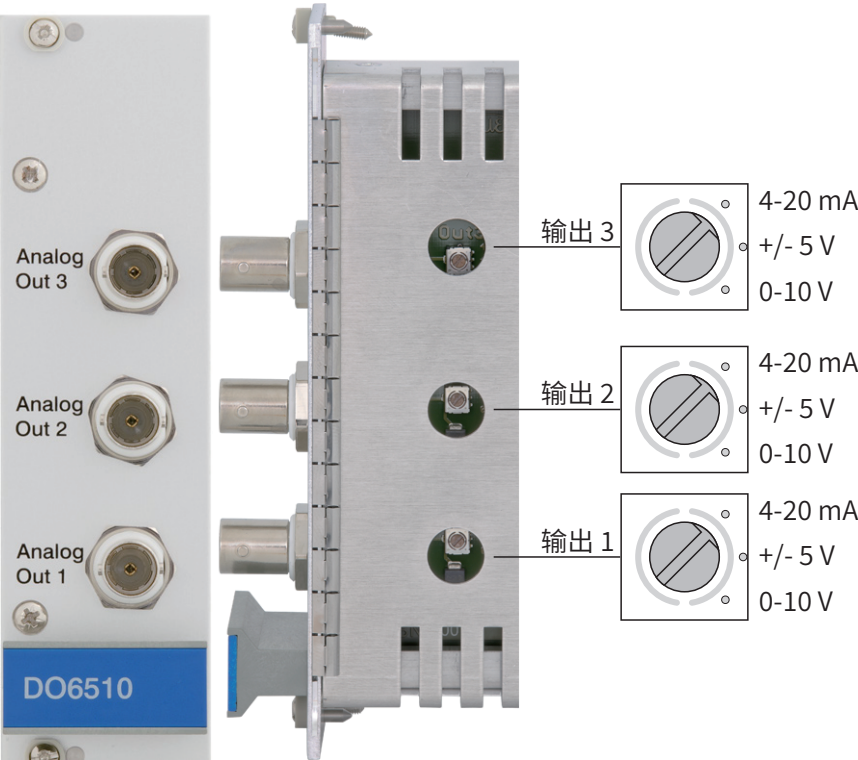


图 25 DO6510 带模拟输出接头和用于电压和电流选择的旋转开关

5.2.4 DL6530/6510

测量通道的增益、零点和线性度通过“增益”、“零点”和“线性”微调电位计进行调整，详情参见图 26。每个电位计的设置范围约为18圈。通过轻微的“咔哒”声，即可识别左右止点处的终点设置。

- i “零点”微调电位器会影响模拟输出。
- “增益”和“线性”微调电位器影响模拟和数字输出。
- 电位器“线性”和“增益”仅在非导电目标上有效。

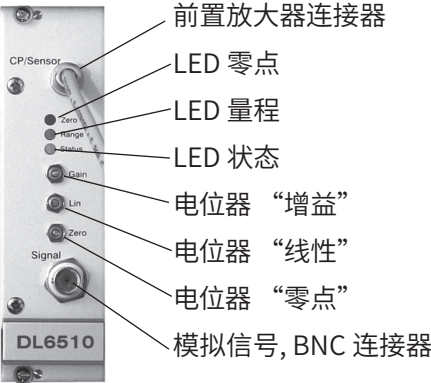
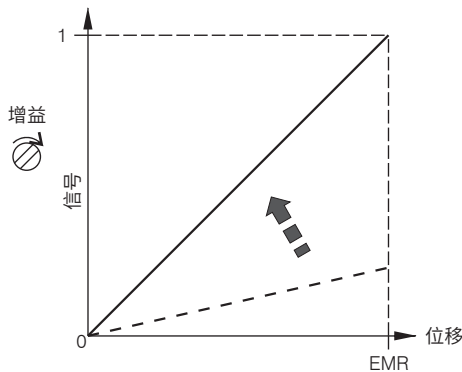


图 26 DL6510 前视图

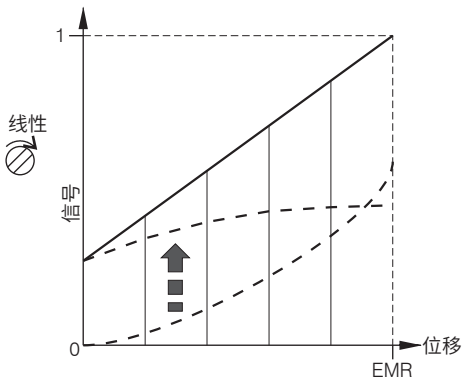
LED		颜色	功能
ZERO (零点)	○		出厂设置
	☀	红色	控制器在更改出厂设置后的情况下运行
RANGE (量程)	☀	绿色	目标在测量范围内
	☀	红色	目标在测量范围外
STATUS (状态)	○		控制器故障
	☀	橙色	控制器正常

电位器出厂设置在右侧档位（最高电平）。

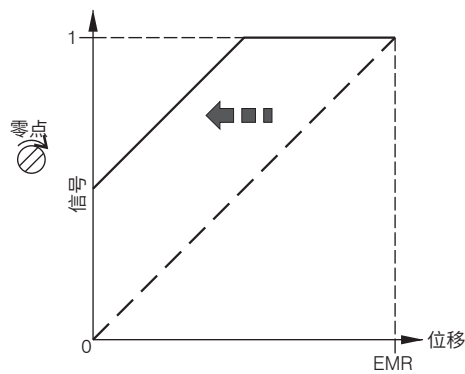
微调增益: 顺时针旋转微调器以增加特征线的斜率。



微调线性: 顺时针旋转微调器以增加二次分量。



微调零点: 顺时针转动微调器，使特征线向左移动。



EMR = 测量范围终点

i 零位电位器仅影响模拟输出，不影响数字测量值。

目标选择

使用滑动开关，参见图 27，在导电（Cond.）和非导电目标（Insul.）之间切换。
在 Cond.（导电目标）位置时，只有零点微调器的零点设置有效。在整个测量范围内，放大倍数设置为 0 至 10V。

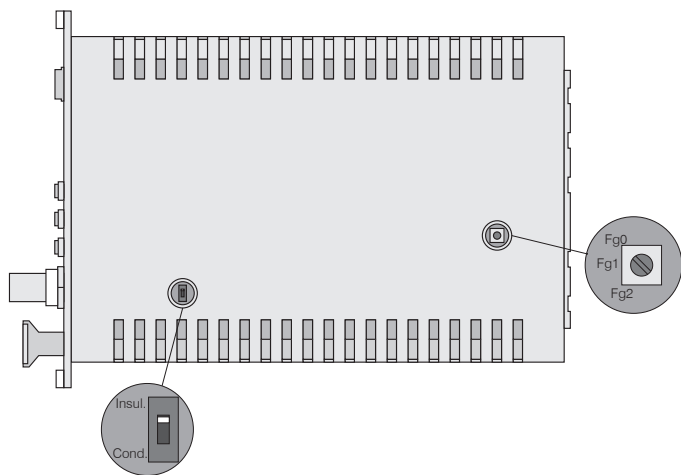


图 27 板载开关，用于材料选择和限制频率。

模拟输出的极限频率

模拟输出信号的极限频率可以通过电路板上的旋转开关进行设置，参见图 27。

有三个位置可选:

极限频率 fg0 = 8.5 kHz

极限频率 fg1 = 1 kHz

极限频率 fg2 = 20 Hz

5.3 使用金属靶材进行校准

前提条件:

- 靶标的特定电阻 $< 100 \Omega\text{cm}$.
- 将解调器的开关滑动至 Cond 位置。（导体，[参见图 27](#)）

对于金属目标，解调器的线性化功能被关闭，因为根据测量原理和传感器结构，其线性特性已经自动可用。

测量装置的灵敏度被设置为10伏，与每个传感器型号的测量范围相对应。可以通过解调器模块的“零”电位器在整个测量范围内设置电气零点。测量范围的起点（= 机械零点）位于传感器的正面。

传感器或测量对象发生倾斜会导致测量范围减小，零点会随着倾斜而偏移。

如果传感器和被测目标之间的距离较小，弯曲的目标表面会导致线性度降低。

对于小的目标表面，也会发生线性度和灵敏度方面的损失。

测量范围的扩展:

传感器的测量范围可以显著扩展（以 2-3 的倍数），但同时线性度和灵敏度方面有所下降。

➡ 为此，将解调器电路板上的滑动开关移动到 Insul（绝缘材料，[参见图 27](#)）的位置。按照说明进行必要的线性度调整，[参见第 5.4 章](#)。

在步骤 1 中，假设以下电位器设置：

- | | |
|--------------------|---------|
| - 电位器 “Zero” (零点): | 向右旋转到停止 |
| - 电位器 “Lin” (线性): | 向右旋转到停止 |
| - 电位器 “Gain” (增益) | 向左旋转到停止 |

➡ 执行完整的校准，直至步骤 4。

i

通过内部匹配，可以实现出厂时测量范围的加倍。

5.4 使用绝缘体靶标进行线性调整 and 校准

前提条件:

- 靶标的特定电阻 > 10⁶ Ωcm
- 将解调器上的开关滑动到 Insul 位置。(绝缘体, 参见图 27)

在针对绝缘体靶标进行测量之前, 必须对测量通道进行单独线性化和校准。在参照物规定的距离内进行校准。事实证明, 带有非旋转千分尺主轴的专用千分尺校准装置 (例如 MICRO-EPSILON 的 MC25) 非常适用。塞尺不适用。

以下参数会影响校准。校准时应尽可能准确地模拟运行条件, 以便进行校准。如果其中一个参数发生变化, 建议重新校准:

- 目标的电阻率
- 目标的介电常数
- 绝缘体的形状和厚度
- 对于较薄的目标, 目标后面的金属可能会影响场线的传播

测量目标的相对介电常数越大, 测量系统的灵敏度就越高。

步骤 1:

设置:

- | | |
|-------------------------|---------|
| - 电位器 “Zero “ (零点) | 向右旋转到停止 |
| - 电位器 “Gain “ (增益) | 中部 |
| - 电位器 “Linearity “ (线性) | 中部 |

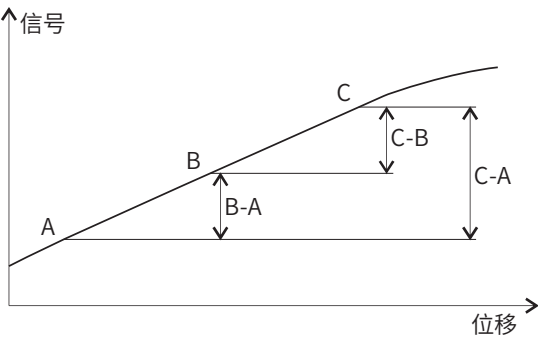


图 28 定义有效测量范围

➡ 记录传感器的测量曲线 (至少10点)。从该曲线中选择一个尽可能小且恒定的曲率范围, 并确定测量点:

- A 测量范围起点
- B 测量范围中点
- C 测量范围终点

在选定的测量范围内, 输出信号不应超过10 V。如有必要, 可使用 “Gain” (增益) 电位器降低灵敏度。

步骤 2: 线性度

从固定测量点 A、B、C 计算出测量值差值 B-A 和 C-B 并相互比较。现在更改线性电位器的设置，直到 B-A 和 C-B 完全相同。

如果设定值无效，可以执行以下操作进行调整：

➡ 通过微调器 “Lin” 将二次分量添加到信号中，从而补偿绝缘体的物理非线性特性。

➡ 如果值 C 超过10 V，则必须降低灵敏度（“增益”）。

如果 “Lin” 电位器处于最大位置，并且 B-A 和 C-B 仍然不相等，则 A 点和 C 点的选择可能不正确。从步骤 1 重新开始。

步骤 3: 灵敏度

为了设置一个可行的灵敏度，首先形成信号差 C-A，并选择与测量范围相匹配的灵敏度（例如 1V/mm）。
设置距离点 C 并计算所需的测量值 C'。

$$C' = C \frac{E}{(C - A)}$$

E ... 期望信号差值点 A 至 C

C ... 点 C 的位置值

A ... 点 A 的位置值

如果 C' 不超过 10 V，则使用 “增益” 电位器进行设置。

最后检查整个测量曲线并记录下来。

步骤 4: 零点

最后，现在可以在不影响线性度和灵敏度的情况下，通过微调器 “零点” 来移动电气零点。

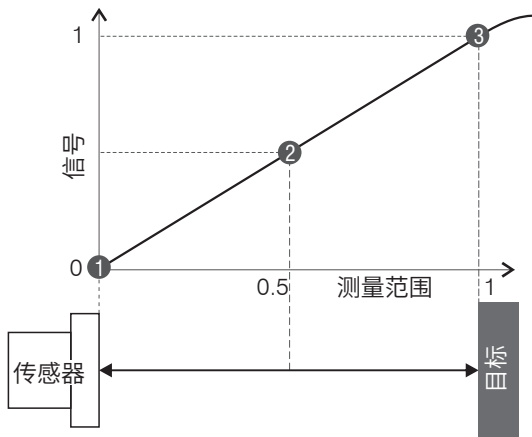


图 29 输出电压的信号变化

数字接口建议

零点偏移和数字线性化选项，可通过软件实现。
详细信息请参见第 6 章

如果测量值是以数字方式选择的，则模拟测量值和数字测量值在使用零点电位器移动后不一致。

5.5 触发

DT6530 用以下方式操作：

- 通过触发输入，参见图 30
- 通过软件命令操作，参见第 6.4.3 章

此外，必须激活触发模式，并设置高于最大触发频率的数据速率。

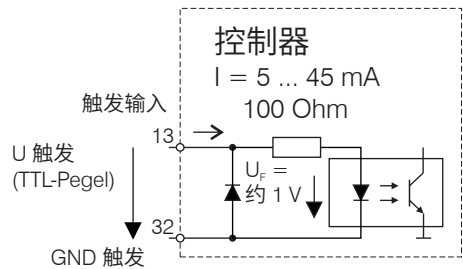


图 30 触发输入

关于触发器输入，有三种可能的设置：

- 触发模式 1（上升沿）：在每个通道的每个上升沿都会发送一个测量值。数据速率的设置必须高于最大触发频率。如果触发的速度快于设定的数据传输速率，由于模拟数字转换器尚未生成进一步的测量值，则一些测量值会被发送两次。
- 触发模式 2（高电平）：只要逻辑高电平连接到触发输入端，测量值就会根据设定的数据速率发送。
- 触发模式 3（门触发）：在触发输入的第一个上升沿，控制器开始以设定的数据速率发送测量值。在第二个上升沿，控制器将停止发送测量值。

无论触发模式设置如何，每个通道都可以通过软件命令调用单个的测量值，参见第 6.4.3 章。

5.6 同步

最多可通过 37 芯 Sub-D 母接头同步 8 个控制器。

为此，将所有 SYNC_OUT 输出端连接到后续控制器的相应 SYNC_in 输入端。使用双绞线进行匹配信号。

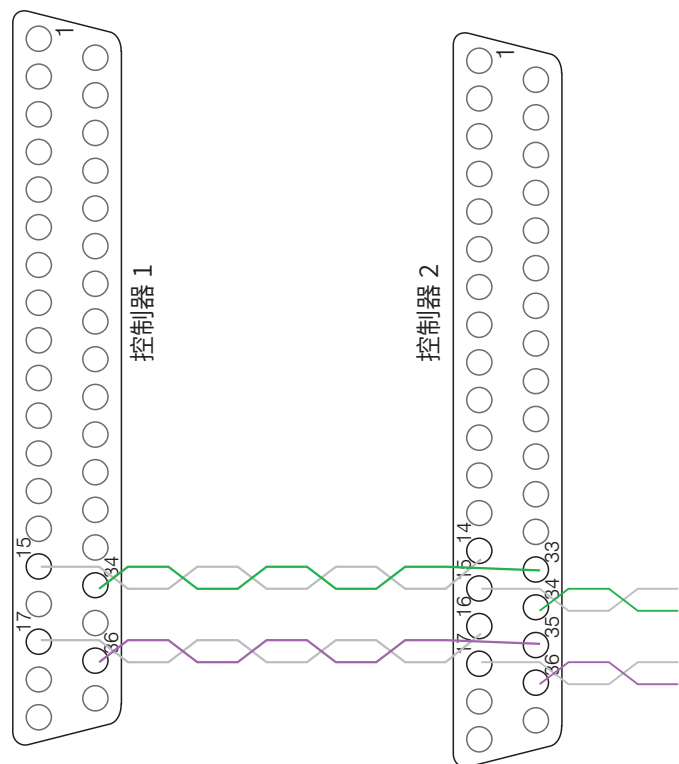


图 31 两个控制器的同步接线

6. 以太网接口

如果您通过以太网接口以数字形式读出测量值，您将获得特别高的分辨率。

为此，请使用网页接口、运行版本或您自己的程序。
Micro Epsilon 通过驱动程序 MEDAQLib 为您提供支持，其中包含 capaNCDT 6500 的所有命令。

您可以在以下网址找到当前最新的驱动程序和相关文档：

www.micro-epsilon.com/download
www.micro-epsilon.com/download/software/MEDAQLib.zip

6.1 硬件, 接口

为了使用以太网接口，必须在通道 1 中提供解调器模块，因为该模块决定了所有通道的循环！
所有通道的数据记录都是同步的。

➡ 将 DT6530 连接到电脑上可用的以太网接口。使用交叉电缆。

与 DT6530 的连接，您需要在电脑内的网络接口卡定义 IP 地址。进入“控制面板\网络”。
建立一个新的局域网连接（如果适用）。有关的详细信息，请与网络管理员联系。

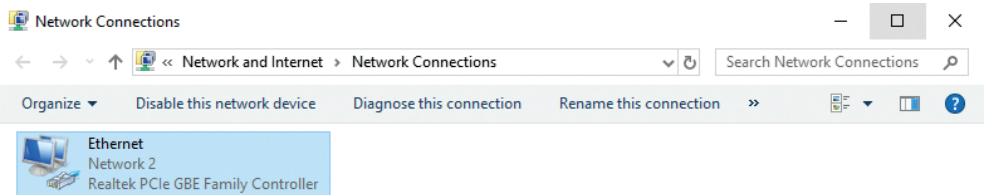
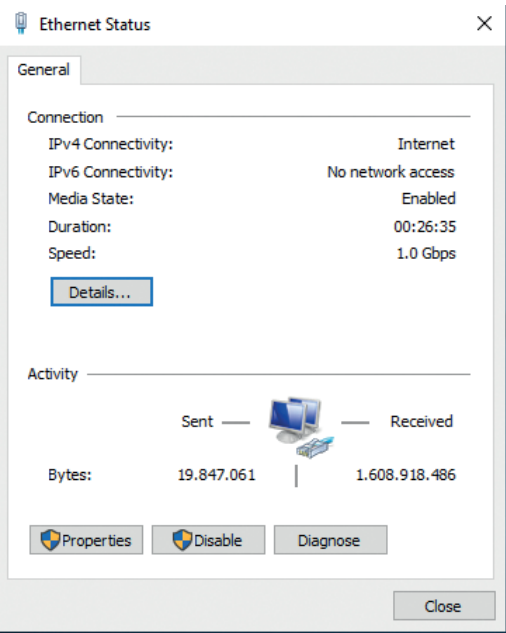
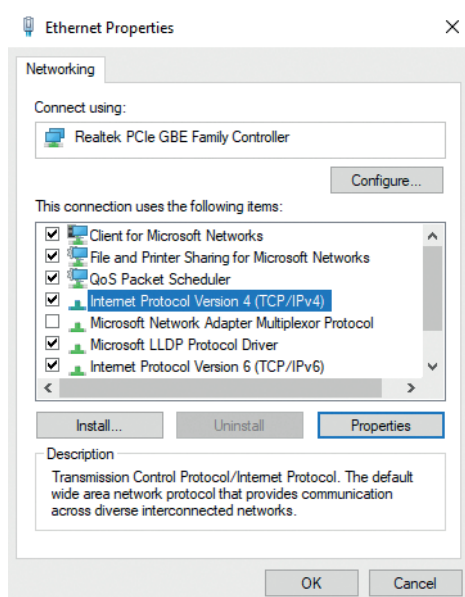


图 32 电脑端的局域网连接

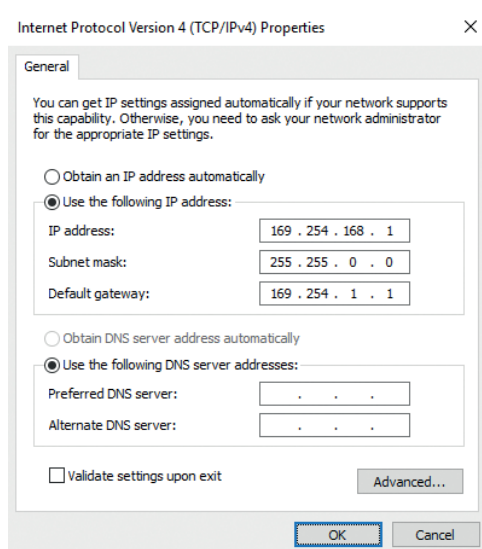
➡ 在局域网连接的属性中定义以下地址：
IP 地址: 169.254.168.1
子网掩码: 255.255.0.0



➡ 选择 Properties.



➡ 选择 Internet Protocol (TCP/IP) > Properties.



i 为了能够使用以太网接口，通道 1 中必须有一个解调器模块，因为这个模块决定了所有通道的循环！

默认情况下，控制器的 IP 地址为 169.254.168.150。在用于测量传输的数据端口 10001 上完成与控制器的通信。命令端口（Telnet，端口 23）用于传感器命令。

IP 设置和数据端口可以随时更改：

- 通过使用网页浏览器。在地址栏中输入当前 IP 地址。
进入菜单 Settings > Digital Interfaces > Ethernet settings
要设置新的 IP 地址，请激活 DHCP 或更改数据端口。
- 通过使用软件命令，参见第 6.4 章
- 通过使用 sensorTOOL 软件

如果激活 DHCP，则可以通过 DHCP 主机名访问控制器。主机名包含设备名称和序列号。结构：NAME_SN，例如 DT6530_1001。

控制器支持 UPnP。如果您使用带有激活的 UPnP 客户端的操作系统，例如 Windows 7 的标准操作系统，则控制器将自动作为设备列出在资源管理器中。如果您不知道控制器的 IP 地址，这将会很有帮助。

6.2 测量值的数据格式

测量值由 4 个连续字节组成：

	MSB							LSB			
	1 位	2 位	3 位	4 位	5 位	6 位	7 位	8 位			
1 字节	1 (开始)	通道编号 (1 ... 8)			Vz-Bit	MSB					
2 字节	0	24 位测量值									
3 字节	0										
4 字节	0										
						LSB					

Vz-Bit: (在数学函数中, 0 = 正数, 1 = 负数)

负数以二进制补码形式显示。

如果数学函数处于激活状态, 则该通道上的测量值将从 24 位减少到 21 位。现在, 三个高位用于显示超出测量范围的测量值 (例如, 如果两个测量值相加)。

默认情况下, 测量值通过数据端口以设定的数据速率连续输出。但是, 也有一个触发模式可用于单独获取测量值, 请参见第 5.5 章。

6.3 设置

工作模式:

- 以固定数据速率连续传输
- 触发模式 (调用硬件触发输入或单独测量, 参见第 5.5 章)

数据速率:

可以在 2.5 Sa 和 7.8 kSa (或为 3.9 kSa) 之间调节不同的数据速率。
数据速率适用于所有通道。

滤波/测量平均值:

可选择以下筛选器:

- 移动平均值
- 算术平均数 (仅输出第 n 个值)
- 中值平均数
- 动态降噪

平均值设置适用于所有通道。

通道选择:

仅传输选定的通道。

线性化选项:

- 偏移校正
- 2 点线性化
- 3 点线性化
- 5 点线性化
- 10 点线性化

每个通道最多可测量 10 个线性化点。这些点分别位于测量范围的 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90% 和 100%。
这意味着, 例如, 传感器被调整到测量范围的 10%。
然后测量该线性化点 (= 该点的实际测量值), 并计算校正曲线, 使线性化测量值与目标测量值相对应。

仅使用测量范围 10% 处的测量值用于校正测量范围的起始位置。

2 点线性化的校正曲线使用测量范围 10% 和 90% 处的数据点。

3 点线性化的两条校正曲线使用测量范围的 10% 和 50%、50% 和 90% 处的数据点。

5 点线性化的四条校正曲线使用测量范围的 10% 和 30%、30% 和 50%、50% 和 70%、70% 和 90% 的数据点。

10 点线性化的九条校正曲线使用测量范围的 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90% 和 100% 的数据点。

线性化功能允许单独调整

- 测量范围的起始点
- 特性曲线的斜率（增益）

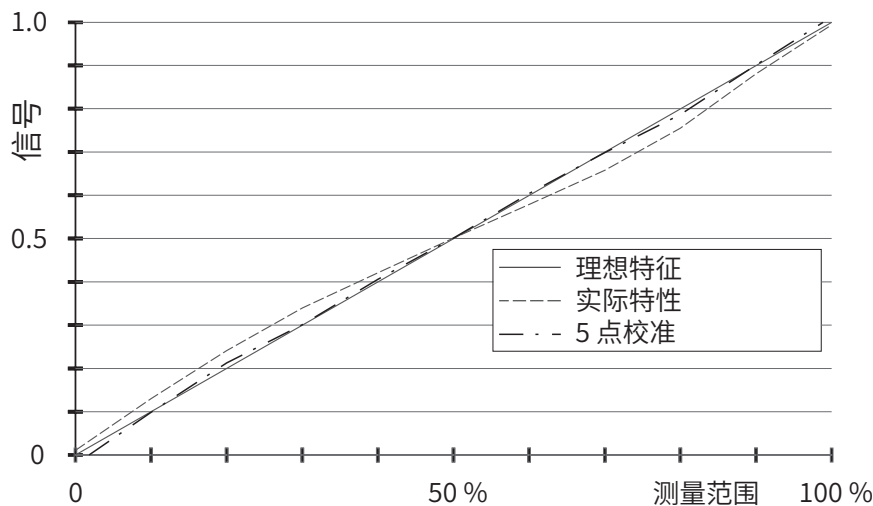


图 33 针对绝缘体材料的测量输出特性

1. 软件线性化仅影响通过以太网和 EtherCAT 接口输出的数值（也包括平均值）。

数学函数:

用于计算多个通道。

6.4 指令

所有命令都通过端口 23（Telnet）传输。每个命令都以 \$ 字符开头。
控制器忽略在 \$ 字符之前传输的所有字符。

控制器立即将所有传输的字符以回声形式返回。

发送响应后，控制器开始发送获取的测量值（适用于操作模式“连续传输”）。

命令以 ASCII 格式发送。

除线性化类型和标准点数外，所有 8 个通道的相应设置都相同。

在最后一个字符输入后大约 10 秒后超时。

通道编号由逗号分隔、每个通道编号和属于该通道的参数用冒号分隔。
几个连续的不同参数（对于命令 STS 和 VER）用分号分隔。

命令始终必须以 <CR> 或 <CRLF> 结尾。

6.4.1 数据速率 (SRA = 设置采样速率)

更改用于传输测量值的所有通道的数据速率。

	SRA = 设置采样时间
指令	\$SRAn<CR>
响应	\$SRAnOK<CRLF>
索引	n = 0...13
请求数据速率	
指令	\$SRA?<CR>
响应	\$SRA?nOK<CRLF>

索引 n	数据速率
0	2.60 Sa/s
1	5.21 Sa/s
2	10.42 Sa/s
3	15.63 Sa/s
4	26.04 Sa/s
5	31.25 Sa/s
6	52.08 Sa/s
7	62.5 Sa/s
8	104.17 Sa/s
9	520.83 Sa/s
10	1041.67 Sa/s
11	2083.33 Sa/s
12	3906.25 Sa/s
13	7812.5 Sa/s
?	请求数据速率

图 34 可调数据速率

如果控制器最多包含 4 个通道，则最大数据速率为 7812 Sa/s 是可能的。这些通道必须始终位于前 4 个插槽内。如果使用 4 个以上的通道，则数据是传输速率为 3900 Sa/s。

6.4.2 触发模式 (TRG)

如果触发模式关闭，capaNCDT 6500 将在不中断的情况下以调整后的数据速率发送测量值。

关于触发输入，有三种可能的设置，参见第 5.5 章。无论设置何种触发模式，都可以通过软件命令调用每个通道的单个测量值，参见第 6.4.3 章。

	TRG
指令	\$TRGn<CR>
响应	\$TRGnOK<CRLF>
索引	n = 0: 连续传输 (默认设置) n = 1: 触发模式 1 (上升沿) n = 2: 触发模式 2 (高电平) n = 3: 触发模式 3 (门触发) ? = 请求触发模式
请求触发模式	
指令	\$TRG?<CR>
响应	\$TRG?nOK<CRLF>

6.4.3 获取测量数据 (GMD)

在触发模式下，每个通道传输一个测量值。

	GMD
指令	\$GMD<CR>
响应	\$GMDOK<CRLF> + 二进制模式下的测量值（格式与操作模式“连续传输”相同）

6.4.4 平均值类型 (AVT)

测量平均值模式

	AVT
指令	\$AVTn<CR>
响应	\$AVTnOK<CRLF>
索引	n = 0: 无平均值 (默认设置) n = 1: 移动平均值 n = 2: 算术平均值 (仅输出第 n 个测量值) n = 3: 中值平均值 n = 4: 动态降噪 ? = 请求平均类型
请求平均类型	
指令	\$AVT?<CR>
响应	\$AVT?nOK<CRLF>

移动平均值

根据以下公式，推导出平均值 M_{gl} 并通过可选择的连续数 N 来输出。

$$M_o = \frac{\sum_{k=1}^N MW(k)}{N}$$

图 35 移动平均值的公式

- MW = 测量值
- N = 数量
- k = 索引
- Mo = 平均值

方法

每增加一个新的测量值，将从平均值中去掉第一个（最旧的）测量值。

示例 N = 7:

.... 0 1 2 3 4 5 6 7 8 等于 $\frac{2+3+4+5+6+7+8}{7}$ 平均值 n

.... 1 2 3 4 5 6 7 8 9 等于 $\frac{3+4+5+6+7+8+9}{7}$ 平均值 n + 1

算术平均值

平均值 M 通过可选择的数量 N 的连续测量值导出并输出。

方法

采集测量值并取其平均值。这种方法减少了数据量，因为只有在每隔第 n 个测量值之后才输出一个平均值。

示例 N = 3:

... 0 1 2 3 4 ... 等于 $\frac{2+3+4}{3}$ 平均值 n

... 3 4 5 6 7 ... 等于 $\frac{5+6+7}{3}$ 平均值 n + 1

中值平均值

中位平均由预先选择的 N 个测量值形成。输入的测量值在每次测量后会重新排序。然后将中间值输出为中值输出。

如果为中值平均数 N 选择了偶数值，则将两个中值相加并除以二。

示例 N = 7:

... 2 4 0 1 2 4 5 1 3 测量值排序 0 1 1 2 3 4 5 中值平均数 $n = 2$

... 4 0 1 2 4 5 1 3 4 测量值排序 1 1 2 3 4 4 5 中值平均数 $n + 1 = 3$

6.4.5 动态降噪

该滤波器完全滤除了测量信号的噪声，但保持了测量信号的原始带宽。为此，动态计算信号噪声，并且仅当测量变化超过该计算出的噪声时才传输测量变化。因此，在测量信号的方向变化时，计算出的噪声大小可能会引起测量值变化信号传输的微小滞后效应。

6.4.6 平均数 (AVN)

用于计算平均值的测量值数量（可调范围为 2...8）。

	AVN
指令	\$AVNn<CR>
响应	\$AVNnOK<CRLF>
参数	n = 2 ... 8 ? = 请求平均值数量
请求平均值数量	
指令	\$AVN?<CR>
响应	\$AVN?nOK<CRLF>

6.4.7 通道状态 (CHS)

按递增顺序指定模块的通道。
(0 = 无可用通道, 1 = 可用通道, 2 = 在该通道上输出数学函数)

	CHS
指令	\$CHS<CR>
响应	\$CHS1,0,2,1,1,1,0,0OK<CRLF> (例如: 通道 1、3、4、5、6 可用, 通道 3 带有函数功能)

6.4.8 传输通道 (CHT)

指定传输的通道。
(0 = 不传输通道, 1 = 传输通道)

	CHT
指令	例如 \$CHT1,1,0,0,1,0,0,0<CR>
响应	\$CHT1,1,0,0,1,0,0,0OK<CRLF> (例如: 传输通道 1、2 和 5)
请求传输通道	
指令	\$CHT?<CR>
响应	\$CHT?1,1,0,0,1,0,0,0 OK<CRLF>

为了简化，可以省略添加的零。例如，\$CHT1,0,0,1,0,0,0 可以替换为 \$CHT1,0,0,1。

6.4.9 线性化模式 (LIN)

指定每个通道的线性化类型。
可以为每个通道设置线性化类型。索引 m 表示通道编号，索引 n 表示线性化类型。

	LIN
指令	\$LINm:n<CR> (例如: \$LIN5:2<CR> = 通道 5 的 2 点线性化)
响应	\$LINm:nOK<CRLF>
索引 m (通道编号)	1 ... 8
索引 n (线性化模式)	0 = 无线性化 (默认设置) 1 = 测量范围起点 2 = 2 点线性化 3 = 3 点线性化 4 = 5 点线性化 5 = 10 点线性化
请求线性化模式	
指令	\$LIN?<CR>
响应	\$LIN?n,n,n,n,n,n,n,nOK<CRLF> (n 代表线性化类型)

6.4.10 设置线性化点 (SLP)

设置线性化点。
将传感器或目标放置在相应的位置。在接收到命令后，当前测量值作为线性化点记录在此位置上，，从而重新计算线性化的常数。

	SLP
指令	\$SLPm:n<CR> (例如: \$SLP5:3<CR> = 线性化点位于通道 5 的 30% 处)
响应	\$SLPm:nOK<CRLF>
索引 m (通道编号)	1 ... 8
索引 n (线性化点)	n (线性化点): 1 = 线性化点在测量范围的 10 % 2 = 线性化点在测量范围的 20 % 3 = 线性化点在测量范围的 30 % 4 = 线性化点在测量范围的 40 % 5 = 线性化点在测量范围的 50 % 6 = 线性化点在测量范围的 60 % 7 = 线性化点在测量范围的 70 % 8 = 线性化点在测量范围的 80 % 9 = 线性化点在测量范围的 90 % 10 = 线性化点在测量范围的 100 %

6.4.11 获取线性化点 (GLP)

读取线性化点。
该值是以十六进制格式输出为 6 位数。(000000 至 FFFFFFFF).

	GLP
指令	\$GLPm:n<CR> (例如: \$GLP5:3<CR> = 线性化点位于通道 5 的 30% 处)
响应	\$GLPm:n,.....OK<CRLF> (例如: \$GLP5:3,A034C9OK<CRLF>)
索引	m (通道编号): 1...8 n (线性化点): 1 = 线性化点在测量范围的 10 % 2 = 线性化点在测量范围的 20 % 3 = 线性化点在测量范围的 30 % 4 = 线性化点在测量范围的 40 % 5 = 线性化点在测量范围的 50 % 6 = 线性化点在测量范围的 60 % 7 = 线性化点在测量范围的 70 % 8 = 线性化点在测量范围的 80 % 9 = 线性化点在测量范围的 90 % 10 = 线性化点在测量范围的 100 %

6.4.12 状态 (STS)

一次性读取所有设置。
各个参数之间用分号分隔。响应的结构与请求的结构相对应。

	STS
指令	\$STS<CR>
响应	\$STSSRAn;AVTn;AVNn;CHS...;CHT...;TRG.;LINn,n,n,n,n,n,n,n;DISa,bOK<CRLF>

6.4.13 版本 (VER)

请求包括日期在内的当前软件版本。

	VER
指令	\$VER<CR>
响应	\$VERDT6500;V1.2a;8010074<CRLF>

6.4.14 显示设置 (DIS)

- 定义
- 哪些值显示在显示屏上（线性化值或非线性化值）
 - 哪些通道在显示屏上被更新

	DIS
指令	\$DISa,b<CR>
响应	\$DISa,bOK<CRLF>
索引	a (显示更新): 1 = 已更新所有通道（默认设置） 2 = 仅更新要传输的通道 0 = 未更新任何通道 b (显示值): 0 = 显示未线性化的测量值（默认设置） 1 = 显示线性测量值
请求显示设置	
指令	\$DIS?<CR>
响应	\$DIS?a,bOK<CRLF>

6.4.15 加载出厂设置 (FDE)

加载出厂设置。

	FDE
指令	\$FDE<CR>
响应	\$FDESRA _n ;AVT _n ;AVN _n ;CHS...;CHT...;TRG.;LIN _{n,n,n,n,n,n,n,n} ;DISa,bOK<CRLF>

出厂设置:

- 数据速率 = 100 Sa
- 滤波器 = Off
- 线性化 = Off
- 传输通道 = All
- 触发模式 = Off
- 显示 = 所有通道，非线性化测量值
- 数学函数 = Off

6.4.16 SMF = 设置数学函数 (SMF)

在某个通道上设置数学函数。

	SMF	
指令	\$SMFm:Offset,Factor1,Factor2,Factor3,Factor4,Factor5,Factor6,Factor7,Factor8<CRLF>	
响应	\$SMFm:Offset,Factor1,Factor2,Factor3,Factor4,Factor5,Factor6,Factor7,Factor8OK<CRLF>	
索引	m: 1...8 (通道编号)	如果选择了一个已经由电子设备保留的通道，则现在传输数学函数的结果，而不是测量值。
	偏移量	带有十六进制格式前缀的 24 位偏移值，其中 21 位符合 100% 测量值。 因此，超过 21 位的数字更大 (例如 + 3FFF = 符合测量值的 200%)。
	因子 1, ..., 因子 8	乘法系数（包括前缀），用于将通道 1 到 8 的测量值与其相乘。 数值的范围从 - 9.9 到 + 9.9（带小数位）。 因子结构：前缀和带有小数位的一位数。

例如: \$SMF2:+1FFFFFF,+1.0,+0.0,+0.0,-0.3,+8.8,+0.0,+0.0,+0.0<CRLF>
在通道 2 上，输出后续的数学函数：

100 % 偏移量 + 1 * 通道 1 - 0.3 * 通道 4 + 8.8 * 通道 5

- 1. 最多可以将 3 个测量值分配在一起，不同的系数格式必须为 + 0.0。
一旦数学函数处于激活状态，该通道测量值的缩放比例就会发生变化。100% 测量范围符合 21 位而不是现在的24位。
如果测量结果超过 21 位，则根据结果使用 3 个上位。

如果在某个通道上设置了数学函数，则通道状态将更改为 2。

数学函数的结果仅通过以太网接口输出，既不会显示在 DD6530 的显示器上，也不会作为模拟信号输出。

6.4.17 获取数学函数 (GMF)

读取通道的数学函数。

	GMF	
指令	\$GMFm<CRLF>	
响应	\$GMFm:Offset,Factor1,Factor2,Factor3,Factor4,Factor5,Factor6,Factor7,-Factor8OK<CRLF>	
索引	m: 1...8 (通道编号)	如果选择了一个已经由电子设备保留的通道，则现在传输数学函数的结果，而不是测量值。
	偏移量	带有十六进制格式前缀的 24 位偏移值，其中 21 位符合 100% 测量值。 因此，超过 21 位的数字更大 (例如 + 3FFF = 符合测量值的 200%)。
	因子 1, ..., 因子 8	乘法系数（包括前缀），用于将通道 1 到 8 的测量值与其相乘。 数值的范围从 - 9.9 到 + 9.9（带小数位）。 因子结构：前缀和带有小数位的一位数。

6.4.18 清除数学函数 (CMF)

删除通道上的数学函数。

	CMF
指令	\$CMFm<CRLF>
响应	\$CMFmOK<CRLF>
索引	m: 1...8 (通道编号)

6.4.19 以太网设置 (IPS = IP 设置)

更改控制器的IP设置。

	IPS
指令	\$IPSm,<IPAddress>,<SubnetAddress>,<Gateway><CRLF>
示例	\$IPS0,169.254.168.150,255.255.0.0,169.254.168.1<CRLF>
响应	\$IPSm,<IPAddress>,<SubnetAddress>,<Gateway>OK<CRLF>
索引	m = 0: 静态 IP 地址 m = 1: 动态 DHCP* * 如果 DHCP 已激活，则无需传输 IP、子网和网关地址。
请求设置	
指令	\$IPS?
响应	\$IPS? m,<IPAddress>,<SubnetAddress>,<Gateway>OK<CRLF>

6.4.20 以太网和 EtherCAT 之间的切换 (IFC = 接口)

以太网和 EtherCAT 接口之间的命令切换。

仅当 Ethernet/EtherCAT 开关处于 ECAT/Auto 位置时，才有效。
否则，以太网接口始终处于激活状态。新接口将在控制器重新启动后被激活。

	IFC
指令	\$IFCm<CRLF> 例如: \$IFC1<CRLF>
响应	\$IFCmOK<CRLF>
索引	m = 0: 以太网 m = 1: EtherCAT
请求	
指令	\$IFC?
响应	\$IFC?mOK<CRLF>

6.4.21 查询数据端口 (GDP = 获取数据端口)

查询数据端口的端口号。

指令	\$GDP<CRLF>
响应	\$GDP<Portnumber>OK<CRLF> 例如: \$GDP10001OK<CRLF>

6.4.22 设置数据端口 (SDP = 设置数据端口)

设置数据端口的端口号, 范围: 1024 ...65535。

指令	\$SDP<Portnumber><CRLF> 例如: \$SDP10001OK<CRLF>
响应	\$SDP<Portnumber>OK<CRLF>

6.4.23 访问通道信息 (CHI = 通道信息)

读取通道特定信息 (例如: 显示板的序列号)。

指令	\$CHIm<CR>
响应	\$CHIm:ANO...,NAM...,SNO...,OFS...,RNG...,UNT...,DTY...OK<CRLF>
索引	m (通道编号): 1 - 8 ANO = 产品编码 NAM = 名称 SNO = 序列号 OFS = 测量范围偏移 RNG = 测量范围 UNT = 测量范围单位 (例如: μm) DTY = 测量值的数据类型 (1 = 测量值为整数, 0 = 无测量值)

6.4.24 访问控制器信息 (COI = 控制器信息)

读取控制器信息 (例如: 序列号)。

指令	\$COI<CR>
响应	\$COIANO...,NAM...,SNO...,OPT...,VER...OK<CRLF>
索引	ANO = 产品编码 NAM = 名称 SNO = 序列号 OPT = 选项 VER = 固件版本

6.4.25 网络界面登录 (Lgl = 登录)

更改网页界面的用户级别为 professional。

指令	\$LGl<Password><CR>
响应	\$LGl<Password><OK>CRLF
索引	密码 = 设备的密码。交货时未设置密码。该字段可以保持为空。

6.4.26 网络界面注销 (LGO = 注销)

更改网页界面的用户级别 user。

指令	\$LGO<CR>
响应	\$LGOOK<CRLF>

6.4.27 修改密码 (PWD = 密码)

修改设备的密码 (网络界面和 sensor TOOL 需要)

指令	\$PWD<oldpassword>,<newpassword>,<newpassword><CR>
响应	\$PWD<oldpassword>,<newpassword>,<newpassword>OK<CRLF> 密码可以是 0-16 个字符，并且只能包含字母和数字。交付时，不会分配密码。该字段可以保持为空。

6.4.28 更改网络界面语言 (LNG = 语言)

更改网络界面语言

指令	\$LNGn<CR>
响应	\$LNGnOK<CRLF>
索引	0 = 系统 1 = 英语 2 = 德语

6.4.29 在通道中写入测量范围信息 (MRA = 测量范围)

更改通道的测量范围信息（例如，在传感器更改的情况下）。
该信息是用于网络界面中正确缩放测量值所必需的。
该值以 μm 为单位。
这只是一个信息值，也就是说，传感器的实际测量范围不会因该值的更改而改变。

指令	\$MRAm:<Range in μm ><CR> (例如: \$MRA2:2000<CR> 将通道 2 的测量范围设置为 2000 μm)
响应	\$MRAm:<Range in μm >OK<CRLF>
索引	m (通道编号): 1 - 8

6.4.30 默认信息

- 未知命令: (ECHO) + \$UNKNOWN COMMAND<CRLF>
- 指令后参数错误: (ECHO) + \$WRONG PARAMETER<CRLF>
- 超时 (距最后一次输入后约 15 秒) (ECHO) + \$TIMEOUT<CRLF>
- 无通道: \$ERROR NO CH1<CRLF>
- 数据速率过高: \$ERROR DATARATE TO HIGH<CRLF>
- 密码错误: \$WRONG PASSWORD<CRLF>

6.5 通过以太网连接


















在控制器中生成动态网页，其中包含控制器和外围设备的当前设置。
只有在与控制器有以太网连接的情况下才能进行操作。

6.5.1 要求

您需要在具有网络连接的 PC 上使用支持 HTML5 的网页浏览器（例如 Mozilla Firefox ≥ 3.5 或 Internet Explorer ≥ 10）。为了支持控制器的基本首次调试，将控制器设置为直接连接。

如果您已将浏览器配置为通过代理服务器访问互联网，则需要在浏览器设置中将控制器的 IP 地址添加到不应通过代理服务路由的地址列表中。该设备的 MAC 地址可以在控制器的铭牌上找到。

必须在浏览器中启用“Javascript”，以便以图形方式显示测量结果。

直接连接到 PC，带有静态 IP 的控制器（出厂设置）		网络
带有静态 IP 的 PC	带有 DHCP 的 PC	带有动态 IP 的控制器，带有 DHCP 的 PC
 将控制器连接到交换机（内网）。 请使用带 RJ-45 连接器的局域网电缆。		 将控制器连接到交换机（内网）。 请使用带 RJ-45 连接器的局域网电缆。
 现在启动 sensorTOOL 程序。  点击按钮  从列表中选择指定的控制器。要更改地址设置， 请单击按钮：Change IP... <ul style="list-style-type: none">• 地址类型: 静态 IP 地址• IP 地址: 169.254.168.150 ¹• 子网掩码: 255.255.0.0  单击按钮 Apply， 将更改传输到控制器。  单击按钮 Open WebPage， 以使用默认浏览器连接控制器。 1) 要求 PC 上的局域网连接使用以下 IP 地址：169.254.168.1。	等待 Windows 建立网络连接（连接受限）。  现在启动 sensorTOOL 程序。  点击按钮  ， 从列表中选择指定的控制器。  单击按钮 Open Web-Page， 将控制器与默认浏览器连接。	 在 DHCP 中输入控制器/在 IT 部门注册控制器。 控制器从您的 DHCP 服务器分配一个 IP 地址。 您可使用 sensorTOOL 程序检查此 IP 地址。  现在启动 sensorTOOL 程序。  点击按钮  ， 从列表中选择指定的控制器。  点击按钮 Open WebPage， 将控制器与默认浏览器连接。 或者：如果使用 DHCP 并且 DHCP 服务器连接到 DNS 服务器，则可以通过结构为“DT6530_<序列号>”的主机名访问控制器。  在电脑上启动网页浏览器。要访问序列号为“01234567”的控制器，请在浏览器的地址栏中键入“DT6530_01234567”。
用于设置控制器和外围设备的交互式网页现在显示在网络浏览器中。		

sensorTOOL 程序可在线获取，网址为：<https://www.micro-epsilon.com/download/software/sensorTool.exe>。

6.5.2 通过网页界面访问

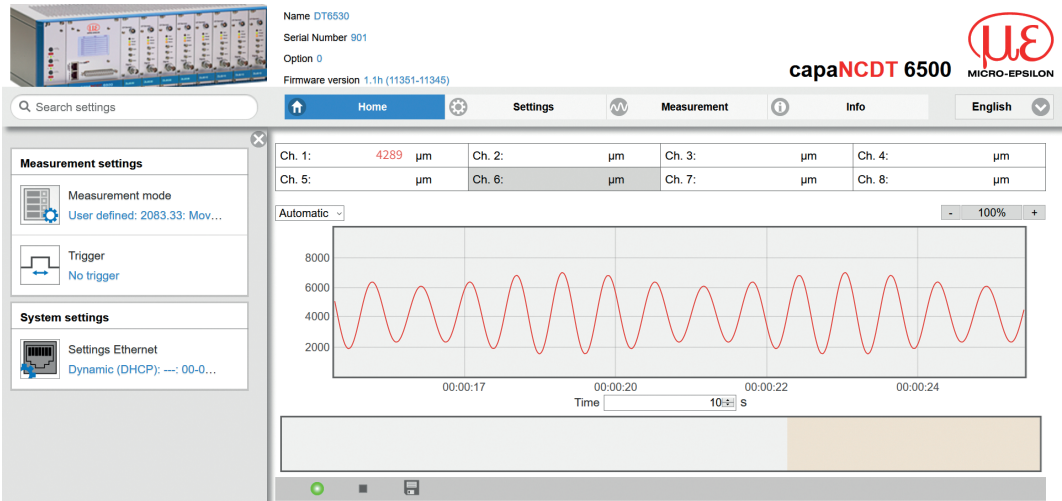


图 36 调用 IP 地址后的第一个交互式网页

使用上部导航栏访问其他功能（例如，设置）。网页上的所有设置都会立即应用于控制器中。可以使用网页界面和 Telnet 命令进行并行操作；最后一个设置有效。

网页的显示可能因功能和外设的不同而有所差异。
每个页面都包含参数说明和完成控制器操作的提示。

6.6 固件更新

控制器具有固件更新功能。我们建议您始终使用最新的固件版本。您可以在我们的网站上找到最新的固件版本，也可以使用附带的固件更新工具进行安装。

7. EtherCAT 接口

7.1 介绍

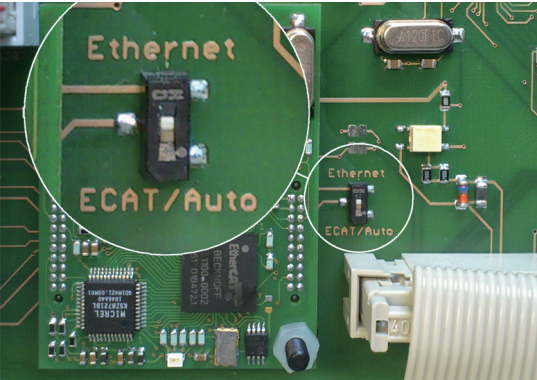
EtherCAT 接口允许快速传输测量值。该控制器支持 CANopen EtherCAT (CoE)。

服务数据对象 SDO：可以读取或修改控制器的所有参数。
过程数据对象 PDO：PDO 报文用于实时传输测量值。不对单个对象进行寻址。传输先前选择的数据参数。

位移值作为 32 位带浮点值传输。

7.2 更改接口

您不能通过网页界面或命令直接更改为 EtherCAT 界面。
重新启动控制器以执行此操作。另请注意，EtherCAT 交换机的设置处于正确的位置，[详见图 37](#)。



开关位置	说明
以太网	无论软件设置如何，以太网接口始终处于激活状态。
ECAT/Auto	通过网页界面或命令进行设置的可激活接口。

图 37 切换以更改接口

通过 DD6530 显示板上的硬件开关或通过相应的 CoE 对象，可以将 EtherCAT 接口切换回以太网接口。在这两种情况下，都需要重新启动控制器。

为了将 EtherCAT 接口集成到 TwinCAT 中，需要一个 ESI 文件。
您可以在附录中找到进一步的说明, [详见附录 A 5](#)。

8. 操作和维护



在接触传感器表面之前，断开电源。

- > 静电释放
- > 受伤的风险

请注意以下事项：

- ➡ 确保传感器表面始终清洁。
- ➡ 清洁前关闭电源。
- ➡ 用湿布清洁，然后将传感器表面擦干。

如果被测目标发生变化或运行时间过长会导致运行质量略有下降。这些长期误差可以通过重新校准来消除。 [详见第 5.3 和 5.4 章](#)。

如果控制器、前置放大器、传感器或传感器/前置放大器电缆出现故障，请将受影响的零件寄回维修或更换。
如果发生无法明确识别的故障，则请将整个测量系统寄回维修或更换。
地址如下：

米铨（北京）测试技术有限公司

北京市顺义区后沙峪镇
蓝贝科技园 #19-2-201

Tel. +86 (10) 6439 / 8534
Fax. +86 (10) 6439 / 8234
info@micro-epsilon.com.cn
www.micro-epsilon.com.cn

9. 材料缺陷责任

该设备的所有部件均已在出厂时经过了功能检查和测试。

但是，如果在我们严格控制质量的情况下仍出现缺陷，应立即报告给 MICRO-EPSILON 或您的经销商。

材料缺陷的责任期为交货后 12 个月内。

在这段时间内，如果将设备退还给 MICRO-EPSILON 并预付运费，则有缺陷的部件将免费维修或更换。（除易损件外）

因操作不当、暴力处理或由于第三方的维修或修改造成的任何损坏不在材料缺陷责任范围内。维修将由 MICRO-EPSILON 独立进行。

除以上保修外，不接受其他进一步的索赔。采购合同引起的索赔不受影响。

特别声明，MICRO-EPSILON 不对任何附带、特殊性、间接性或偶然性的损害承担责任。

为了进一步发展，MICRO-EPSILON 保留在不另行通知的情况下进行设计更改的权利。

对于翻译成其他语言的，以德语版本为准。

10. 报废、处置

➡ 拆下控制器和传感器之间的电源电缆。

不正确的处理方式可能会对环境造成危害。

➡ 按照使用地区适用的特定国家/地区的废物处理和处置条例来处置设备、其组件和附件以及包装材料。

附录

A 1 可选配件

MC2.5		千分尺校准装置， 设定范围为 0 - 2.5 mm， 读数 0.1 μm， 用于传感器 S 601-0.05 至 CS 2
MC25D		数字千分尺校准装置， 设定范围 0 - 25 mm， 零点可调， 适用于所有传感器
SC3100-x		同步电缆， 电缆长度 x = 0.3 或 1 m
DO6510		模拟输出卡， 3 个通道：0 ... 10 V， ±5 V 或 4 ... 20 mA， 数字分辨率 16 位
CA5		前置放大器电缆 CA5 5针

SWH.OS.650.CTMSV	<p>34 (1.34)</p> <p>2 (0.08)</p> <p>M10x0.75 (M10x0.03)</p> <p>SW12</p> <p>ø12 (0.35)</p> <p>ø14 (0.55)</p> <p>9 (0.35)</p> <p>最大 17 (最大 0.67)</p> <p>泄露率 <1 * 10e-7 mbar * l/s</p>	真空接头， 最大泄露率 1x10e-7 mbar · l s ⁻¹ 与 B 型接头兼容
UHV/B	<p>25 (.98)</p> <p>M9x0.5</p> <p>1.75 (.07)</p> <p>ø13.50h6</p> <p>13.5 (.53)</p> <p>9.4 (.37)</p> <p>SW11</p>	三同轴焊接真空接头 最大泄露率 1x10e-9 mbar · l s ⁻¹ 与 B 型接头兼容
	<p>25 (.98)</p> <p>13.5 (.53)</p> <p>M9x0.5</p> <p>ø34 (1.34) (标准法兰 CF16)</p> <p>9.4 (.37)</p> <p>熔接缝</p>	带 CF16 法兰的三同轴真空接头 最大泄露率 1x10e-9 mbar · l s ⁻¹ 与 B 型接头兼容
	<p>25 (.98)</p> <p>M9x0.5</p> <p>1.75 (.07)</p> <p>ø13.50h6</p> <p>13.5 (.53)</p> <p>9.4 (.37)</p> <p>SW11</p>	可螺纹连接的三同轴真空接头 最大泄露率 1x10e-9 mbar · l s ⁻¹ 与 B 型接头兼容

A 2 服务

功能和线性度检查，包括图形和后校准的 11 点协议。

A 3 出厂设置

- 数据速率 = 100 Sa/s
- 滤波器 = Off
- 线性化 = Off
- 传输通道 = All
- 触发模式 = Off
- 显示 = 所有通道，非线性测量值
- 数学函数 = Off

A 4 倾角对电容传感器的影响

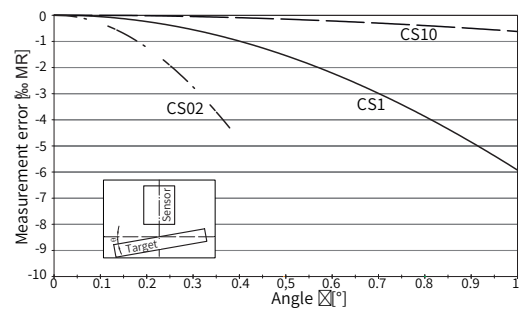


图 38 传感器距离为测量范围 10% 时的测量范围偏差示例

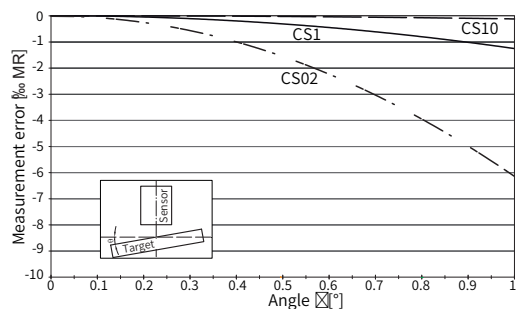


图 39 传感器距离为测量范围 50% 时的测量范围偏差示例

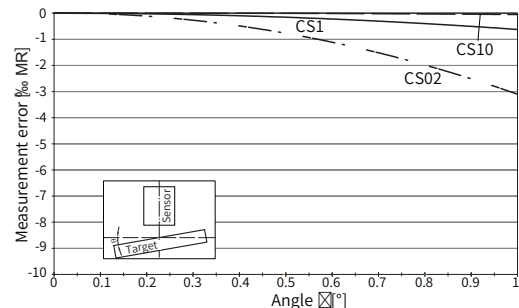


图 40 传感器距离为测量范围 100% 时的测量范围偏差示例

i 图中给出了传感器 CS02/CS1 和 CS10 在与目标的传感器距离不同的情况下显示的影响示例。由于这是内部模拟和计算的结果，具体请参考详细信息。

A 4.1 对狭窄目标的测量

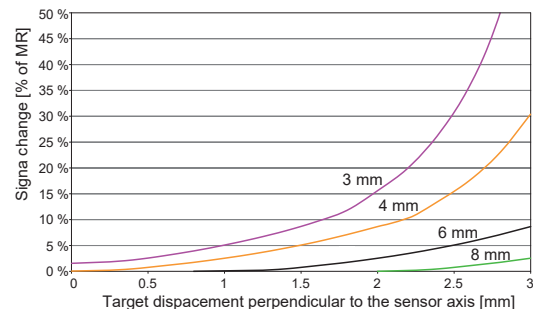


图 41 传感器距离为测量范围 10% 时的测量范围偏差示例

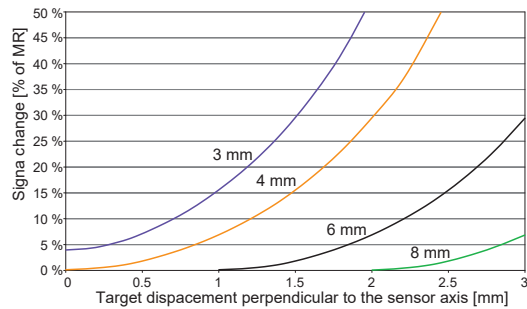


图 42 传感器距离为测量范围 50% 时的测量范围偏差示例

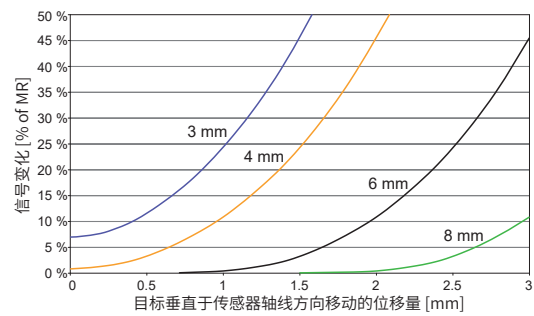


图 43 传感器距离为测量范围 100% 时的测量范围偏差示例

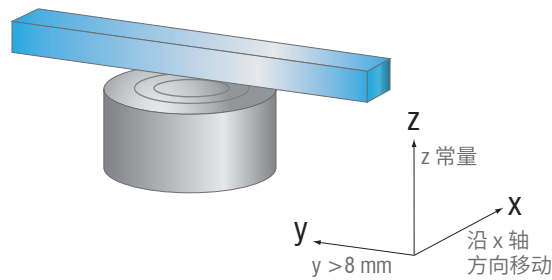


图 44 狭窄被测目标在沿 x 轴方向运动的位移信号变化

i 图中给出了在传感器 CS05 到目标的距离以及目标宽度不同的情况下对传感器的影响示例。由于这是内部模拟和计算的结果，具体请参考详细信息。

A 4.2 球体和轴的测量

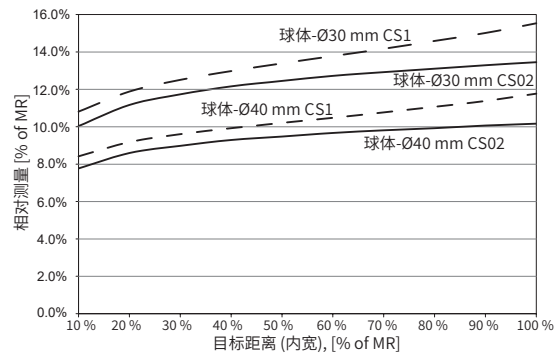


图 45 测量球体目标时的测量值偏差

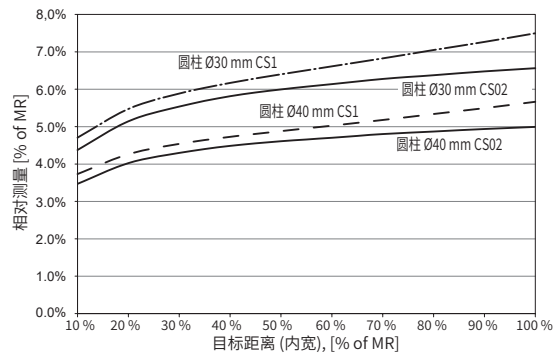


图 46 测量圆柱形目标时的测量值偏差

i 图中给出了在传感器到目标的距离以及目标直径不同的情况下对传感器 CS02 和 CS1 的影响示例。由于这是内部模拟和计算的结果，具体请参考详细信息。

A 5 EtherCAT 文档

从以太网的角度来看，EtherCAT® 是一个发送和接收以太网报文的单一大型以太网站。这样的 EtherCAT 系统由一个 EtherCAT 主机和多达 65535 个 EtherCAT 从站组成。

主站和从站通过标准以太网布线进行通信。每个从站都使用即时处理硬件。传入的以太网帧由硬件直接处理。从帧中提取或添加相关数据。该帧随后被转发到下一个 EtherCAT® 从站设备。完全处理后的帧从最后一个从站设备发回。可以在应用层中使用各种协议。这里支持基于 EtherCAT 技术的 CANopen (CoE)。在 CANopen 协议中，使用具有服务数据对象 (SDO) 和过程数据对象 (PDO) 的对象树来管理数据。

更多信息可从 ® Technology Group (www.ethercat.org) 或 Beckhoff GmbH, (www.beckhoff.com) 获得。

A 5.1 序言

A 5.1.1 EtherCAT®-帧的结构

数据传输发生在具有特殊以太网类型 (0x88A4) 的以太网帧中。这样一个 EtherCAT® 帧由一个或多个 EtherCAT® 报文组成，每个报文都对应到单个从站/从站存储区域。报文可以直接在以太网帧的数据区中传输，或者在 UDP 数据报的数据区内传输。EtherCAT® 报文由 EtherCAT® 报头、数据区和工作计数器 (WC) 组成。工作计数器由每个交换相应数据的 EtherCAT® 从站递增。

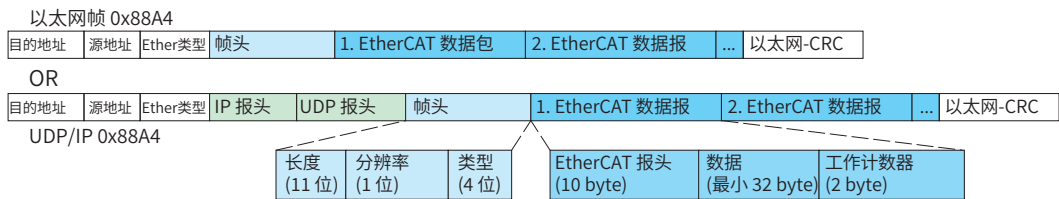


图 47 EtherCAT 帧的设置

A 5.1.2 EtherCAT® 服务

在 EtherCAT® 中，用于读取和写入数据的服务在从站硬件的物理存储器中指定。从站硬件支持以下 EtherCAT® 服务：

- APRD (自动增量物理读取，通过自动增量寻址读取物理区域)
- APWR (自动增量物理写入，通过自动增量寻址写入物理区域)
- APRW (自动增量物理读写，通过自动增量寻址读取和写入物理区域)
- FPRD (配置地址读取，通过固定寻址读取的物理区域)
- FPWR (配置地址写入，通过固定寻址写入的物理区域)
- FPRW (配置地址读写，通过固定寻址读取和写入物理区域)
- BRD (广播读取，为所有从站设备的物理区域的广播读取)
- BWR (广播写入，为所有从站设备的物理区域的广播写入)
- LRD (逻辑读取，读取逻辑存储区域)
- LWR (逻辑写入，写入逻辑存储区域)
- LRW (逻辑读写，读取和写入逻辑存储区域)
- ARMW (自动增量物理读取多次写入，通过自动增量寻址读取物理区域，多次写入)

- FRMW (配置地址读取多次写入，读取具有固定寻址的物理区域，多次写入)

A 5.1.3 寻址和 FMMUs

为了在 EtherCAT® 系统中寻址从站，可以使用来自主站的各种方法。DT6530 作为完整的从站，支持以下方式：

- 位置寻址
从站设备通过其在 EtherCAT® 链路中的物理位置进行寻址。
用于此目的的服务是 APRD, APWR, APRW。
- 节点寻址
从站设备通过配置的节点地址寻址，该地址由主站在调试阶段分配。
用于此目的的服务是 FPRD, FPWR, FPRW。
- 逻辑寻址
从站设备不被单独处理，而是寻址全段逻辑 4GB 地址的一段。
该段可由多个从站共同使用。
用于此目的的服务是 LRD, LWR, LRW。

通过现场总线内存管理单元 (FMMU) 将数据逻辑地址映射到物理从站存储器地址。从站 FMMU 的配置由主站实现。FMMU 配置包含：从站中物理存储器的起始地址，全局地址中的数据逻辑起始地址，数据的长度和类型以及过程数据的方向（输入或输出）。

A 5.1.4 同步管理器

同步管理器在 EtherCAT® 主设备和从设备之间的数据交换过程中提供数据的一致性。每个同步管理器通道定义了应用程序内存的一个区域。DT6530 有四个通道：

- 同步管理器通道 0：同步管理器 0 用于邮箱写入传输（从主站到从站的通信）
- 同步管理器通道 1：同步管理器 1 用于邮箱读取传输（从站到主站的通信）
- 同步管理器通道 2：同步管理器 2 通常用于处理输出数据。在传感器中不使用。
- 同步管理器通道 3：同步管理器 3 用于处理输入数据。它包含由 PDO 分配对象 0x1C13（十六进制）指定的 Tx PDO。

A 5.1.5 EtherCAT 状态机

每个 EtherCAT® 中都有 EtherCAT® 状态机。打开 capaNC DT 6500 后，状态机处于“初始化”状态。在这种状态下，主机可以访问从硬件的 DLL 信息寄存器。邮箱尚未初始化，即与应用程序（传感器软件）还无法通信。在转换到预运行状态期间，将为邮箱通信配置同步管理器通道。在“预运行”状态下，可以通过邮箱进行通信，并且可以访问对象字典及其对象。在这种状态下，不会发生过程数据通信。在过渡到“安全运行”状态期间，过程数据映射、过程输入的同步管理器通道和相应的 FMMU 由主机配置。邮箱通信在“安全运行”状态下继续可用。过程数据通信针对输入评估。输出处于“安全”状态。在“运行”状态中，过程数据通信针对输入和输出运行。

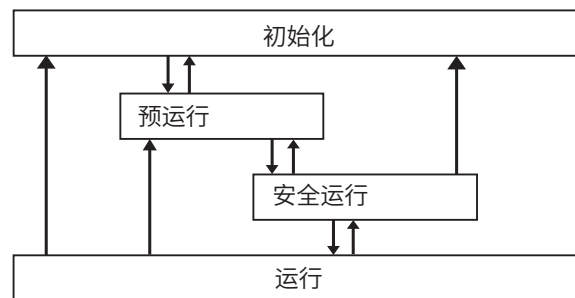


图 48 EtherCAT 状态机

A 5.1.6 CANopen over EtherCAT

EtherCAT 中的应用级通信协议基于通信配置文件 CANopen DS 301，也被称为“CANopen-over EtherCAT”或 CoE。该协议指定了传感器中的对象字典，以及用于交换过程数据和非周期数据的通信对象。

传感器使用以下报文类型：

- 过程数据对象 (PDO)。PDO 用于周期 I/O 通信，因此也用于过程数据通信。
- 服务数据对象 (SDO)。SDO 用于非周期数据传输。

对象字典在 CoE 对象字典章节中进行了介绍。

A 5.1.7 过程数据 PDO 映射

过程数据对象 (PDO) 用于在主站和从站之间交换关键时间的过程数据。Tx PDO 用于将数据从从站传输到主站（输入），Rx PDO 用于将数据从主站传输到从站（输出）；capaNC DT-6500 中不适用。PDO 映射定义了将哪些应用程序对象（测量数据）传输到 PDO 中。capaNC DT 6500 具有用于测量数据的 Tx PDO。

以下测量值可作为过程数据使用的有：

- 计数器 测量计数器 (32 位)
- 通道 1 位移通道 1
- 通道 2 位移通道 2
- 通道 3 位移通道 3
- 通道 4 位移通道 4
- 通道 5 位移通道 5
- 通道 6 位移通道 6
- 通道 7 位移通道 7
- 通道 8 位移通道 8

A 5.1.8 服务数据对象 SDO

服务数据对象 (SDO) 主要用于传输非时间关键型的数据，例如参数值。EtherCAT 指定了 SDO 服务以及 SDO 信息服务：SDO 服务允许对设备的 CoE 对象字典中的条目进行读/写访问。SDO 信息服务可以读取对象字典本身并访问对象的属性。测量设备的所有参数都可以通过这种方式读取或修改，或者传输测量值。所需的参数通过对象字典中的索引和子索引进行寻址。

A 5.2 CoE – 对象目录

CoE 对象字典 (CANopen over EtherCAT) 包含传感器的所有配置数据。可以使用 SDO 服务访问 CoE 对象字典中的对象。每个对象都使用 16 位索引进行寻址。

A 5.2.1 通信特定标准对象 (CiA DS-301)

概述		
索引 (h)	名称	描述
1000	设备类型	设备类型
1001	错误寄存器	错误寄存器
1008	设备名称	制造商设备名称
1009	硬件版本	硬件版本
100A	软件版本	软件版本
1018	标识	设备标识
1A00	TxPDO 映射	TxPDO 映射
1C00	同步管理器类型	同步管理器类型
1C13	TxPDO 分配	TxPDO 分配

对象 1000h: 设备类型

1000	VAR	设备类型	0x00200000	无符号32位	ro
------	-----	------	------------	--------	----

提供有关使用的设备配置文件和设备类型的信息。

对象 1001h: 错误寄存器

1001	VAR	错误寄存器	0x00	无符号8位	ro
------	-----	-------	------	-------	----

对象 1008h: 制造商设备名称

1008	VAR	设备名称	DT6530	可视字符串	ro
------	-----	------	--------	-------	----

对象 1009h: 硬件版本

1009	VAR	硬件版本	V x.xxx	可视字符串	ro
------	-----	------	---------	-------	----

对象 100Ah: 软件版本

100A	VAR	软件版本	V x.xxx	可视字符串	ro
------	-----	------	---------	-------	----

对象 1018h: 设备标识

1018	RECORD	标识			
------	--------	----	--	--	--

子索引

0	VAR	条目数	4	无符号8位	ro
1	VAR	供应商 ID	0x0000065E	无符号32位	ro
2	VAR	产品代码	0x003EDE73	无符号32位	ro
3	VAR	版本	0x00010000	无符号32位	ro
4	VAR	序列号	0x009A4435	无符号32位	ro

产品编号存储在产品代码中，传感器的序列号存储在序列号中。

对象 1A00h: TxPDO 映射

1A00	RECORD	TxPDO 映射			
子索引					
0	VAR	条目数	10	无符号8位	ro
1	VAR	子索引 001	0x0000:00	无符号32位	ro
2	VAR	子索引 002	0x6020:03	无符号32位	ro
3	VAR	子索引 003	0x6020:08	无符号32位	ro
3	VAR	子索引 004	0x6020:09	无符号32位	ro
4	VAR	子索引 005	0x6020:0A	无符号32位	ro
6	VAR	子索引 006	0x6020:0B	无符号32位	ro
7	VAR	子索引 007	0x6020:0C	无符号32位	ro
8	VAR	子索引 008	0x6020:0D	无符号32位	ro
9	VAR	子索引 009	0x6020:0E	无符号32位	ro
10	VAR	子索引 0010	0x6020:0F	无符号32位	ro

对象 1C13h: TxPDO 分配

1C13	RECORD	TxPDO 分配			
子索引					
0	VAR	条目数	1	无符号8位	ro
1	VAR	子索引 001	0x1A00	无符号16位	ro

A 5.2.2 制造商特定对象**概述**

索引 (h)	名称	描述
2010	控制器信息	控制器信息
2020	通道 1 信息	通道 1 的信息和设置
2021	通道 2 信息	通道 2 的信息和设置
2022	通道 3 信息	通道 3 的信息和设置
2023	通道 4 信息	通道 4 的信息和设置
2024	通道 5 信息	通道 5 的信息和设置
2025	通道 6 信息	通道 6 的信息和设置
2026	通道 7 信息	通道 7 的信息和设置
2027	通道 8 信息	通道 8 的信息和设置
2060	控制器设置	控制器设置
2100	控制器接口	以太网/EtherCAT 设置
2200	指令	指令
6020	测量值	测量值

对象 2010h: 控制器信息

2010	RECORD	控制器信息			ro
------	--------	-------	--	--	----

子索引

0	VAR	条目数	5	无符号8位	ro
1	VAR	名称	DT6530	可视字符串	ro
2	VAR	序列号	xxxxxxxx	无符号32位	ro
3	VAR	产品编号	xxxxxxxx	无符号32位	ro
4	VAR	选项编号	xxx	无符号32位	ro
5	VAR	固件版本	xxx	可视字符串	ro

对象 2020h: 通道信息

2020	RECORD	通道 1 信息			ro
------	--------	---------	--	--	----

子索引

0	VAR	条目数	16	无符号8位	ro
1	VAR	名称	DL6500	可视字符串	ro
2	VAR	序列号	xxxxxxxx	无符号32位	ro
5	VAR	状态	激活	枚举	ro
7	VAR	范围	100	无符号32位	rw
8	VAR	单位	μm	枚举	ro
11	VAR	数据格式零值	0	无符号32位	ro
12	VAR	数据格式零值	16777215	无符号32位	ro
16	VAR	线性化	Off	枚举	ro

对象 2021h 到 2027h 的结构对应于对象 2020h。

对象 2060h: 控制器设置

2060	RECORD	控制器设置			ro
------	--------	-------	--	--	----

子索引

0	VAR	条目数	4	无符号8位	ro
1	VAR	采样率	2083.3 Hz	枚举	rw
2	VAR	平均值类型	Off	枚举	rw
3	VAR	平均值	2	枚举	rw
4	VAR	触发	Off	枚举	rw

对象 2100h: 控制器接口

2100	RECORD	控制器接口			ro
------	--------	-------	--	--	----

子索引

0	VAR	条目数	7	无符号8位	ro
1	VAR	以太网/EtherCAT	EtherCAT	枚举	rw
3	VAR	以太网地址类型	静态	枚举	rw
4	VAR	以太网 IP 地址	169.254.168.150	可视字符串	rw
5	VAR	以太网子网	255.255.0.0	可视字符串	rw
6	VAR	以太网网关	169.254.168.1	可视字符串	rw
7	VAR	以太网数据端口	10001	无符号16位	rw

对象 2200h: 指令

2200	RECORD	指令			ro
------	--------	----	--	--	----

子索引

0	VAR	条目数	2	无符号8位	ro
1	VAR	指令	AVT1	可视字符串	rw
2	VAR	指令响应	AVT1OK	可视字符串	ro

任何命令都可以通过对象 2200h 发送到控制器，例如数学函数，因为这些函数未在 COE 对象中定义。

对象 6020h: 测量值

6020	RECORD	测量值			ro
------	--------	-----	--	--	----

子索引

0	VAR	条目数	15	无符号8位	ro
3	VAR	计数器	xxxx	有符号32位	ro
8	VAR	通道 1	xxxx	有符号32位	ro
9	VAR	通道 2	xxxx	有符号32位	ro
10	VAR	通道 3	xxxx	有符号32位	ro
11	VAR	通道 4	xxxx	有符号32位	ro
12	VAR	通道 5	xxxx	有符号32位	ro
13	VAR	通道 6	xxxx	有符号32位	ro
14	VAR	通道 7	xxxx	有符号32位	ro
15	VAR	通道 8	xxxx	有符号32位	ro

A 5.3 测量数据格式

测量值以 Signed32 的形式传输。

由于控制器具有 24 位的分辨率，因此并非所有 32 位都是必需的。0x0=0% 的测量范围对应于 0xFFFFF=100% 的测量范围。

可以从通道信息对象 2020h 到 2027h 读取测量范围（范围和单位）。这里还有 Signed32 测量值可以取的最小值和最大值（数据格式零值和数据格式终值）。

A 5.4 使用 Beckhoff TwinCAT®-Manager 配置 EtherCAT

例如 Beckhoff TwinCAT Manager 可以用作 EtherCAT 主站。

➡ 在测量设备通过 EtherCAT® 配置之前，请从所附 CD 上的目录 \\TwinCAT\IO\EtherCAT 中复制设备描述文件 (EtherCAT®-Slave Information) Micro-Epsilon.xml。

该文件可在以下网址在线获取：

https://www.micro-epsilon.com/download/software/Micro-Epsilon_EtherCAT_ESI-File.zip

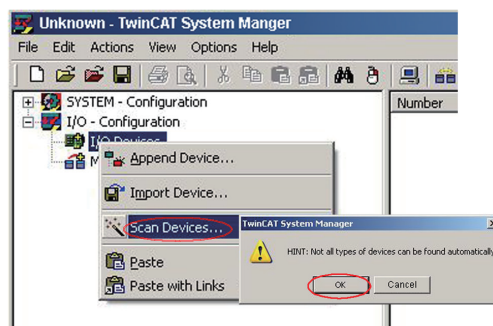
EtherCAT®-从站信息文件是 XML 文件，它用于指定 EtherCAT® 主站从设备的特性，并包含所支持的通信对象的信息。

➡ 复制后重新启动 TwinCAT 管理器。

搜索设备：

➡ 选择 I/O Devices，然后选择 Scan Devices。

➡ 点击确认 OK。

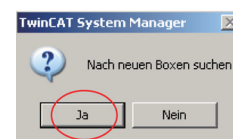


➡ 选择要搜索的 EtherCAT® - 从站网卡。



➡ 点击确认 OK。

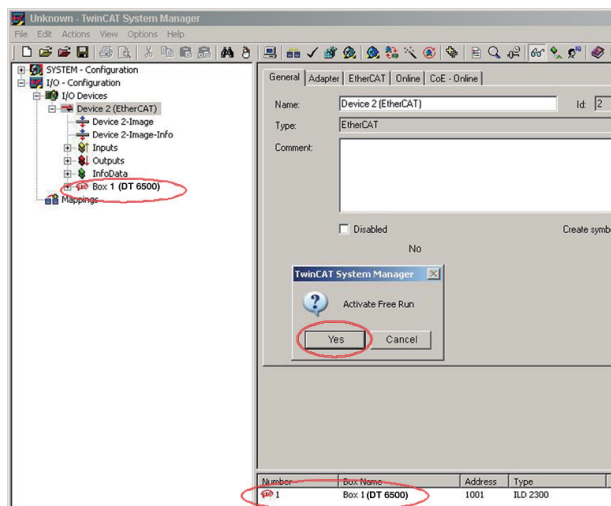
出现 Search for new boxes (EtherCAT®-Slaves) 窗口。



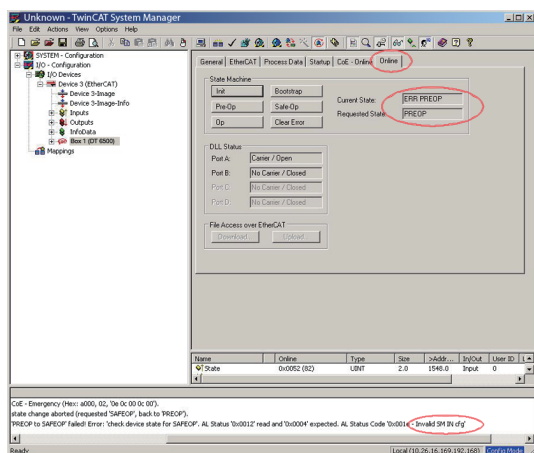
➡ 点击确认按钮 Yes。

DT6530 在列表中显示。

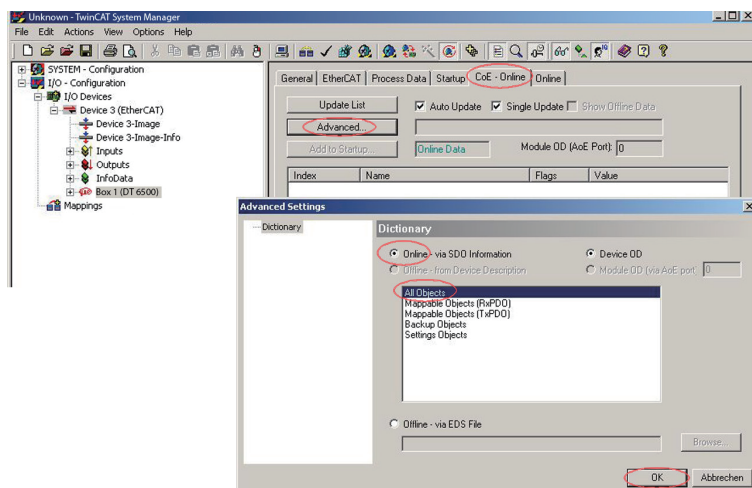
➡ 现在点击窗口中所出现的 Activate Free Run 中的 Yes。



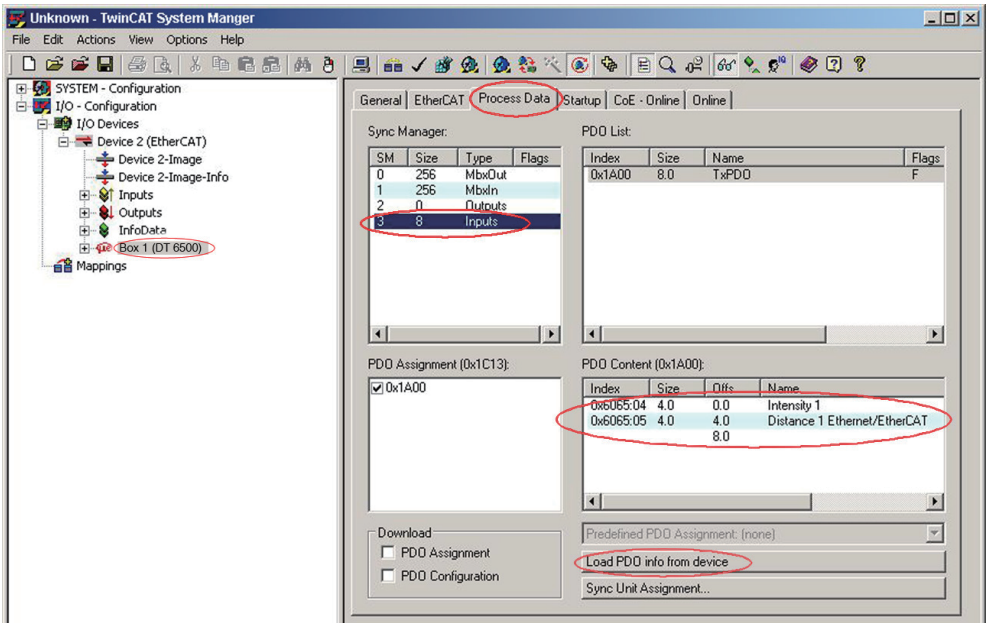
在 Online 界面，当前状态至少应为 PREOP，SAFEOP 或 OP。



完整对象字典的示例（如有更改，不另行通知）。



在 Process data 界面，可以从设备读取 PDO 分配。



所选测量值作为过程数据在 SAFEOP 和 OP 状态下传输。

Name	Online	Typ	Größe	>Adre...	Ein/...	User...
Counter	X	0x00121892 (1185...	DINT	4.0	41.0	Eingang 0
Sensor 1		0x008194CD (8492...	DINT	4.0	45.0	Eingang 0
Sensor 2		0x008194CD (8492...	DINT	4.0	49.0	Eingang 0
Sensor 3		0x00000000 (0)	DINT	4.0	53.0	Eingang 0
Sensor 4		0x00000000 (0)	DINT	4.0	57.0	Eingang 0

A 6 厚度测量

A 6.1 概况

本章介绍使用两个相对安装的传感器进行厚度测量。控制器上的显示器显示各个传感器的距离值。两个传感器之间的距离作为厚度测量的基础。

以下是连接说明：

- 传感器已连接
- 控制器处的电源已接通
- 控制器通过以太网与网络（PC）相连

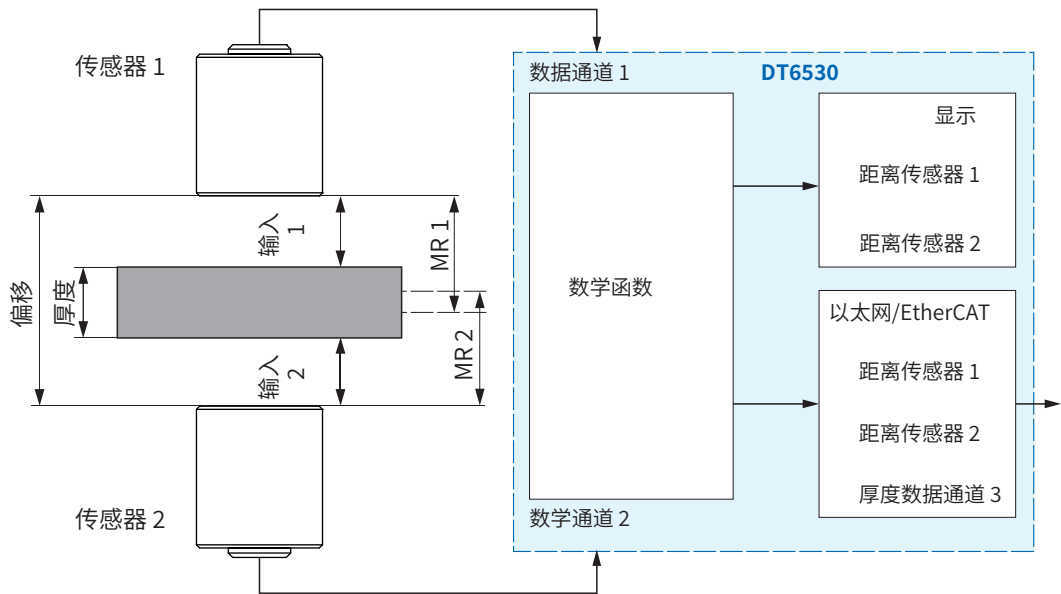
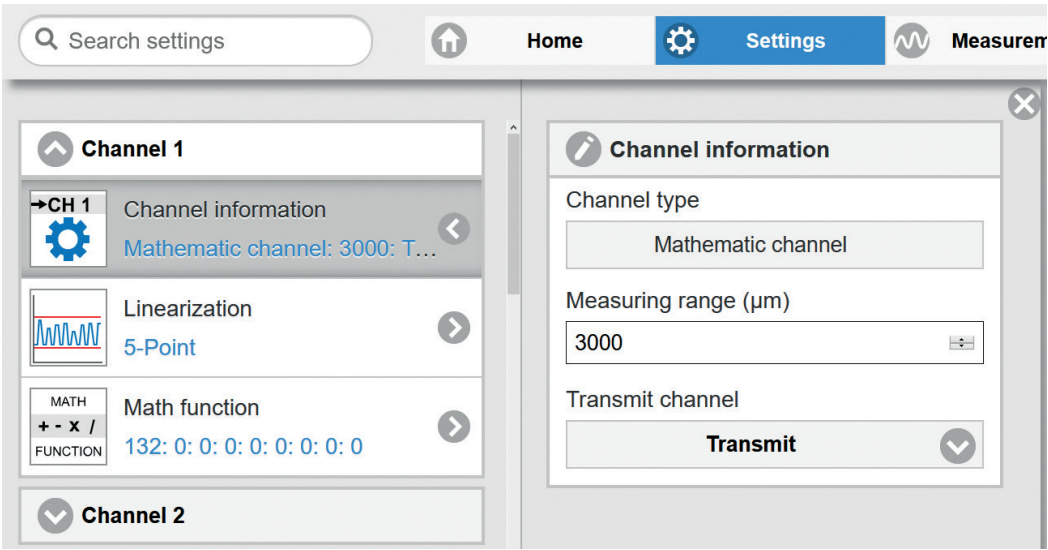


图 49 厚度测量原理

MR 1/2: 传感器测量范围 1/2

A 6.2 定义传感器测量范围

控制器需要指定各个传感器的测量范围，以便进行准确的厚度测量。要执行此操作，请使用网页界面。在下面的示例中，使用了两个传感器，每个传感器的测量范围为 3 mm。



- ➡ 切换到菜单 Settings > Channel n > Channel information > Measuring range.
- ➡ 输入传感器 1 (数据通道 1) 和传感器 2 (数据通道 2) 的测量范围，每个范围为 3000 µm。点击 Transmit 确认您的输入。
- ➡ 将厚度值（数据通道 3）的测量范围保持在 10.000 µm。

如果输出通道上没有模块，当系统重新启动时，单独设置的值将再次被 10.000 覆盖。如果数据通道的字长得到了最佳利用，从而调整了较小的测量范围，则必须在重新启动后重置此设置。

测量范围在控制器中会被自动管理，因此无论输出通道的测量范围如何，都能正确输出结果。

A 6.3 数据格式，字长

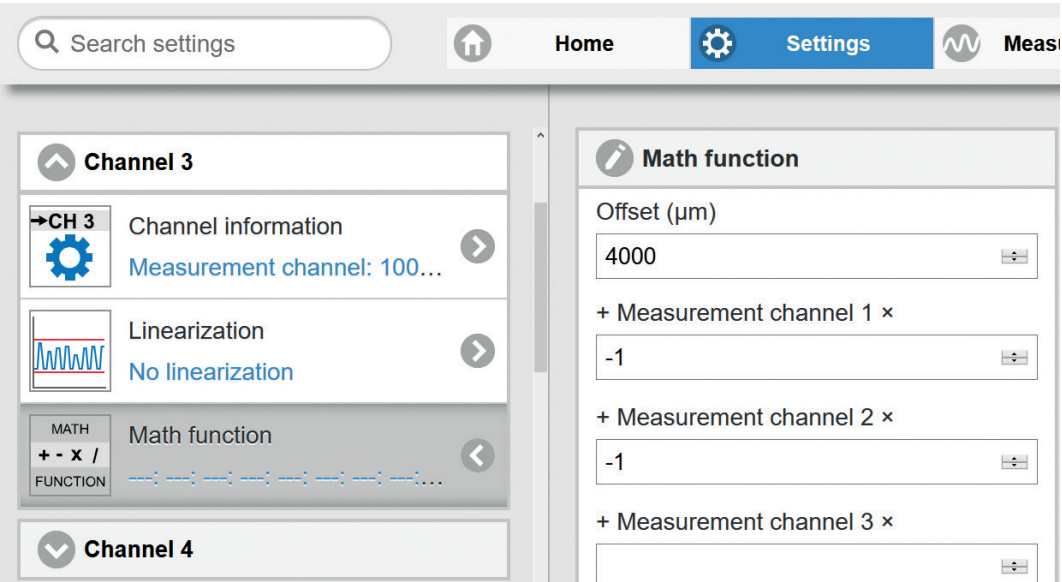
	以太网	EtherCAT
字长	24 位	32 位
所用字长	21位；可以在数学通道上输出大于 100% 的测量值。	24 bBit (如有必要，最高可达 32 位)
最大输出范围	800 % * 测量范围	25.600 % * 测量范围
示例	预期厚度值 = 4.000 μm 最小测量范围 = 500 μm (= 最大预期值的 1/8)	预期厚度值 = 128.000 μm 最小测量范围 = 500 μm

然而，仍有一些问题需要考虑：

i 测量值仅存储在有解调器模块的通道中。在通道为空的情况下，重新启动后，测量范围始终设置为默认值 10.000 μm。这意味着，在这里不应该输入其他测量范围，否则计算结果的比例在重新启动后会被错误地缩放。

A 6.4 设置数学函数

➡ 切换至菜单 Settings > Channel n > Math Function。



- ➡ 选择要输出厚度值的数据通道；在这里的例子中，为数据通道 3。
- ➡ 输入偏移量（两个传感器之间的距离）。在本例中，偏移量为 4.000 μm。
- ➡ 将数值 1 作为测量通道 1/2 的系数。
- ➡ 使用 Set math function 确认输入。

厚度测量公式：

数据通道 = 偏移 + 测量通道 1 + 测量通道 2

i 数学函数的结果通过以太网接口输出。它不会显示在 DD6530 的显示屏上。可以通过可选的模拟输出卡 DO6510（详情请参见第 5.2.3 章）或 EtherCAT 和适当的输出端子输出模拟信号。

请勿随意更改输出通道的测量范围，因为输入的数学函数偏移量与该测量范围相关，并且不会自动更改。否则，必须重新输入数学函数。

如果您不使用网页界面，可以使用以太网命令，例如设置数学函数“SMF”，详情请参见第 6.4.16 章。

请注意，此处必须输入基于输出通道测量范围的偏移量。

示例：偏移量为 4000 μm，输出通道的测量范围为 10000 μm。
因此对应 10000 μm = 0x3FFFFFF 和 4000 μm = 0x199999 的偏移量。

A 6.5 测量值的释义

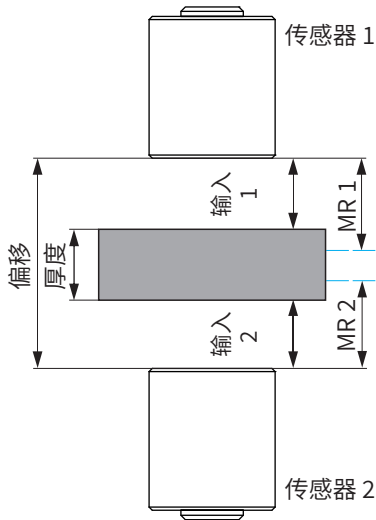
在以太网传输过程中，数据格式从 24 位减少到 21 位。因此，0x3FFFFFF 对应 100% 的测量范围（输出通道），例如 10000 μm。

在 EtherCAT 传输过程中，数据格式不会减少到 21 位。因此 0xFFFFFFFF 对应 100% 的测量范围（输出通道），例如 10000 μm。

A 6.6 示例

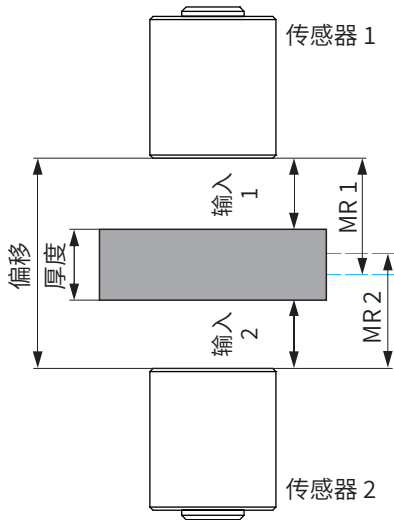
传感器测量范围过小

MR 1 + MR 2 < 偏移量



测量范围重叠

MR 1 + MR 2 > 偏移量

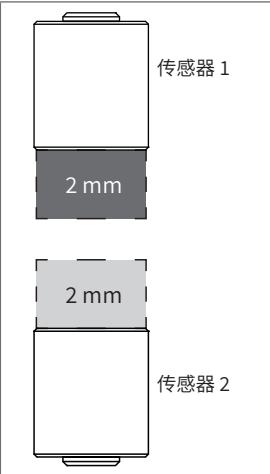
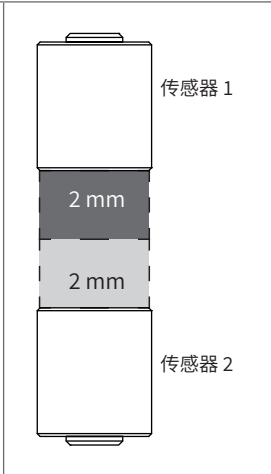
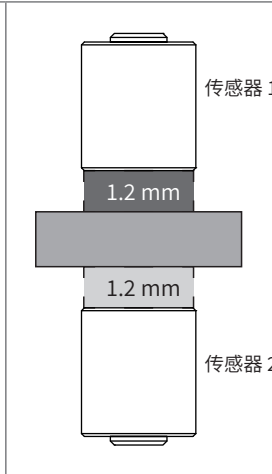
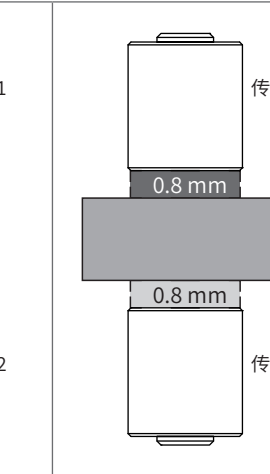


MR 1/2: 传感器测量范围 1/2

传感器之间的距离过大，或者在目标振动时 厚度测量甚至可以在目标振动较低时进行。
厚度测量可能不适用。

双向厚度测量在没有复杂目标层的情况下进行。主要优点是，如果传感器的偏移量和测量范围选择得当，则目标的振动不会导致测量不确定性。

目标的定位公差由传感器的偏移和测量范围（MR）确定。

				
偏移	5,200 μm	4,000 μm	4,000 μm	4,000 μm
传感器测量范围	2,000 μm	2,000 μm	2,000 μm	2,000 μm
目标厚度	错误， 距离偏大	0 μm (无目标)	1,600 μm	2,400 μm



米铨（北京）测试技术有限公司
北京市顺义区后沙峪镇蓝贝科技园 #19-2-201
Tel. +86 (10) 6439 / 8534 • Fax +86 (10) 6439 / 8234
info@micro-epsilon.com.cn • www.micro-epsilon.com.cn

X9751294-A132032HDR
© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK