

# 3300 耐高温电涡流传感器系统

专利号：5,126,644

---

## 概述

燃气和蒸汽透平可产生高温，其温度之高足以破坏普通的电涡流探头。3300 耐高温电涡流传感器系统（HTPS）的设计可以承受燃气、蒸汽透平和其它类型旋转机械中产生的高温。HTPS 可以测量这些机器高温区域的振动、轴位移、差胀以及其它参数。高温测量的安装包括：

- 位于蒸汽透平迷宫环式密封的附近
- 蒸汽透平内的差胀
- 探头电缆从支承燃气透平轴承箱的支架引出
- 探头电缆通过燃气透平的排气通道引出
- 在高温区域监测容易发生故障的轴承
- 在蒸汽和燃气透平的中间部位进行模态分析，用于在线机械故障诊断
- 在多级蒸汽透平的中间部位进行级间径向和轴向密封间隙的测量，以减少密封摩擦
- 在可以把普通电涡流探头破坏的高温轴承区域

---

## 设计坚固的耐高温传感器

3300 耐高温电涡流传感器系统可用来在高温区域进行相对振动或位置测量，并具有十分理想的测量结果。为用户带来的收益包括：

- 具有整体硬线电缆的电涡流探头在极端条件下可连续承受 +350°C (+662°F) 的高温
- 具有 4mm (160 mils) 的线性范围，可在机器的高温部位进行大部分测量
- 密闭式密封的陶瓷探头端部可以防潮，并可防止杂质进入，因而可增加寿命。
- 陶瓷端部以及不锈钢结构耐热、防潮、防腐蚀
- 具有螺纹和无螺纹类型的壳体，适用于多种探头安装类型
- 可采用长度为 1、2 和 5 米的硬线电缆用于从机械的高温部位引线
- 具有 3.94mv/m (100mv/mil) 的信号输出，与新的以及现有的所有本特利内华达监测器及故障诊断设备兼容



## 模态分析

3300 耐高温电涡流传感器系统可用来保护和管理关键机械，并可以增加安全性和有效性。当在透平中间部位进行测量时，还可用来进行模态分析。模态分析对于研究和开发新的蒸汽透平和燃气透平以及对现有的透平进行故障诊断时都很重要。模态识别探头可提供水平的模态信息，这对于平衡旋转机械以及确认轴裂纹、轴承失效、转子和静止部分之间的摩擦等故障和其它机械问题是非常有价值的。

对于测试和测量应用来说，耐高温电涡流传感器系统在高温环境下进行相对振动及位置的测量可以满足甚至超过用户的要求。对于最复杂的测试问题，该系统是一个可行的选择。

本特利内华达 3300 耐高温电涡流系统在机械的高温轴承部位进行测量是一种先进的传感器系统。这种传感器可在恶劣的环境中可靠地工作。在高温下应用电涡流传感器进行测量时，这种传感器是一种理想的选择。

由于使用厚的硬线电缆，耐高温电涡流传感器系统不适宜采用传统的螺纹探头和支架方式。因此，我们推荐使用无螺纹壳体探头，尤其是订购更长（2 米或 5 米）的探头系统。无螺纹壳体探头带有夹钳形式的安装支架，使探头在安装时无需转动。

## 技术规格

在没有另外注明时，以下关于 3300 耐高温电涡流传感器系统前置器、匹配的延伸电缆和探头的技术规格是在下列条件下得到的：温度  $22 \pm 4.4^\circ\text{C}$  ( $72 \pm 8^\circ\text{F}$ )， $-24\text{Vdc}$  电源供电， $10\text{K}\Omega$  负载，本特利内华达提供的直径不小于  $31\text{mm}$  ( $1.2\text{ in}$ ) 的 AISI4140 钢被测靶面，探头间隙为  $2.5\text{mm}$  ( $100\text{ mils}$ )。其精度和可互换性指标不适用于未经本特利内华达 AISI 4140 钢靶面校准的传感器系统。

## 电特性

### 前置器

**输入：**接收非接触式 3300 HTPS 16mm 电涡流探头和延伸电缆的信号

**电源：**要求  $-19.6\text{Vdc}$  至  $-26\text{Vdc}$ ，电流最大为  $12\text{mA}$ 。当在高于  $-23.5\text{Vdc}$  电压下工作时 将导致线性范围减小

**供电电压灵敏度：**当输入供电电压每变化 1 伏时，输出电压的变化小于  $13\text{mV}$

**输出阻抗：**  $50\Omega$

### 探头直流阻抗

| 探头长度 (m) | 从中心导体到外部导体的阻抗 ( $R_{\text{PROBE}}$ ) (ohms) |
|----------|---|
| 1.0      | 5.06  |
| 2.0      | 5.82  |
| 5.0      | 8.11  |

### 延伸电缆直流阻抗：

| 延伸电缆长度 (m) | 从中心导体到中心导体的阻抗 ( $R_{\text{CORE}}$ ) (ohms) | 从同轴导体到同轴导体的阻抗 ( $R_{\text{JACKET}}$ ) (ohms) |
|------------|--|--|
| 4.0        | 0.88                                       | 0.26   |
| 7.0        | 1.62                                       | 0.49   |
| 8.0        | 1.84                                       | 0.55   |

**延伸电缆电容：** 典型值  $69.9\text{pF/m}$  ( $21.3\text{pF/ft}$ )

**现场连线：**从 3300 HTPS 前置器到监测器的最大长度为 305 米 (1000 英尺)。使用更长现场连线时的信号衰减参见频率响应曲线图

**线性范围：**  $4.0\text{mm}$  ( $160\text{mils}$ )。线性范围从距被测靶面约  $0.5\text{mm}$  ( $20\text{mils}$ ) 处开始，从  $0.5$  至  $4.5\text{mm}$  ( $20$

至 180mils) (约-2 至-18Vdc)

**推荐间隙设置** 2.5mm (100mil)

**递增灵敏度 (ISF)** 当在 4.0mm (160mil) 线性范围内以 0.5mm (20mil) 的增量测量时, ISF 包括互换性误差为 3.94V/mm (100mV/mil) ±9.65%

**线性偏差 (DSL)** 小于±78 μm ( ±3.1 mil)

**在大温度范围内的性能:**  
当探头温度范围在 22°C 至+350°C (72°F 至+662°F) 时, ISF 保持在 3.94V/mm (100mV/mil) ±30%, DSL 保持在 ±0.51mm(±20mils)之内

**频率响应:** 0 到 6 kHz: 典型值为+0 到-3dB, 305 米 (1000 英尺) 现场连线

**推荐最小靶面尺寸:** 30.5mm(1.2inch) 直径 (平面靶面)

**推荐最小轴直径:** 152mm(6.0inch)

**注:** 对直径小于 76mm(3.0inch) 的轴进行测量通常要求更近的径向振动或轴向位移传感器间距, 这样有可能使它们的电磁场互相干扰 (串扰), 导致读数错误。为防止串扰, 对于复合轴向位移测量, 传感器端部相距至少 64mm(2.5inch), 对于径向振动测量, 传感器端部相距至少 54mm(2.1inch)。对直径小于 152mm(6.0inch) 的轴进行径向振动或轴向位移测量时, 通常会由于轴表面圆度的变化而导致灵敏度发生改变。更多信息请参阅性能技术说明 159132。

**60Hz、300 高斯磁场的**

**影响:** 输出电压单位为 mil pp/gauss

| 间隙             | 前置器    | 探头     | 延伸电缆   |
|----------------|--------|--------|--------|
| 0.5mm (20mil)  | 0.0020 | 0.0030 | 0.0011 |
| 2.5mm (100mil) | 0.0042 | 0.0034 | 0.0046 |
| 4.5mm (180mil) | 0.0096 | 0.0070 | 0.0157 |

**电特性分类:** 符合欧洲 CE 标准

**危险地区批准**

无

**机械特性**

**探头端部材料:** 陶瓷

**探头壳体材料:** AISI 316L 不锈钢 (SST)

**探头电缆规格:**  
1、2 或 5 米长的 AISI 304L 不锈钢硬线电缆

**延伸电缆材料:** 75Ω三维轴向氟乙烯丙烯 (FEP) 绝缘电缆

**前置器材料:** 环氧粉末涂层铝

**系统长度:** 包括延伸电缆为 9 米

**延伸电缆铠装 (可选):** 弹性 AISI302 SST 不锈钢, 具有 FEP 外皮

**抗拉强度 (最大):** 从探头头部至延伸电缆接头为 289N (65 磅)

**接头材料:** 不锈钢

**探头壳体扭矩 (最大):** 81 N·m (720 in·lb)

**接头对接头扭矩**

推荐扭矩: 手指紧固+1/8 转

最大扭矩: 0.565 N·m (5 in·lb)

最小弯曲半径 (有或没有 sst 铠装): 25.4 mm (1.0 in)

#### 系统重量 (典型值)

探头: 117 g/m (1.26 oz/ft)  
硬线电缆+12g/cm (1.07 oz/ft) 壳体

延伸电缆: 45 g/m (0.5 oz/ft)

铠装延伸电缆: 140 g/m (1.5 oz/ft)

前置器: 255 g (9 oz)

#### 环境限制

##### 探头温度范围

使用和  
存储温度: -34°C 至 +350°C (-30°F 至 +662°F)

##### 延伸电缆温度范围

使用和  
存储温度: -51°C 至 +177°C (-60°F 至 +351°F)

##### 前置器温度范围

使用温度: -51°C 至 +100°C (-60°F 至 +212°F)  
存储温度: -51°C 至 +105°C (-60°F 至 +221°F)

探头相对湿度: 当具有接头保护时可浸水, 100% 冷凝

延伸电缆和  
前置器相对湿度: 当具有接头保护时非浸水, 100% 冷凝

探头压力: 3300 耐高温电涡流探头在探头端部和壳体之间具有压差密封。探头在装船之前不再进行压力检测。如果用户根据自己的需要提出压力密封检测, 可以与我们的用户化设计部门联系。

注: 用户有责任保证使传感器在无液体或气体泄漏的环境下安全地工作。另外, 过高或过低 pH 值的液体将会腐蚀探头的端部组件, 引起介质泄漏到探头内部。本特利内华达不对由于上述原因引起的 3300 耐高温电涡流探头的损坏负任何责任。由于泄漏损坏的 3300 耐高温电涡流探头将不享受承诺的替换服务

专利号: 5, 126, 664

上述专利证书组成部分或所陈述的程序适用于本产品

#### 订货信息

**3300 高温探头, 3/4-16 UNF 螺纹:**  
**330301-AXXX-BXXX-CXX-DXX-EXX-FXX**  
选项描述

**A: 无螺纹长度**  
选项:

注: 无螺纹长度必须比壳体长度小至少 1.1 inch

订货时以 0.1 in 递增  
**最大无螺纹长度: 5.4 in**  
**最小无螺纹长度: 0.0 in**  
例如: 0 1 2 = 1.2 in

**B: 壳体总长度**  
选项:

订货时以 0.1 in 递增  
**最大壳体长度: 6.5 in**  
**最小壳体长度: 1.1 in**  
例如: 0 6 0 = 6.0 in

**C: 硬连线长度**

- 选项: 1 0 1.0 米 (3.3 英尺)  
 2 0 2.0 米 (6.6 英尺)  
 5 0 5.0 米 (16.4 英尺)

**D: 总长度**

- 选项:  
 注: 延伸电缆包含在电涡流探头中  
 9 0 9.0 米 (29.5 英尺)

**E: 延伸电缆铠装**

- 选项: 0 0 无不锈钢铠装  
 0 1 不锈钢铠装

**F: 批准机构**

- 选项: 0 0 不要求

**3300 高温探头, M8×1.5 螺纹:**

**330302-AXXX-BXXX-CXX-DXX-EXX-FXX**

**选项描述**

**A: 无螺纹长度**

- 选项:  
 注: 无螺纹长度必须比壳体长度小至少 30mm  
 订货时以 10mm 递增  
**最大无螺纹长度: 130 mm**  
**最小无螺纹长度: 0.0 mm**  
**例如: 0 5 0 = 50 mm**

**B: 壳体总长度**

- 选项:  
 订货时以 10 mm 递增  
**最大壳体长度: 160 mm**  
**最小壳体长度: 30 mm**  
**例如: 1 3 0 = 130 mm**

**C: 硬连线长度**

- 选项: 1 0 1.0 米 (3.3 英尺)  
 2 0 2.0 米 (6.6 英尺)  
 5 0 5.0 米 (16.4 英尺)

**D: 总长度**

- 选项:  
 注: 延伸电缆包含在电涡流探头中  
 9 0 9.0 米 (29.5 英尺)

**E: 延伸电缆铠装**

- 选项: 0 0 无不锈钢铠装  
 0 1 不锈钢铠装

**F: 批准机构**

- 选项: 0 0 不要求

**3300 高温探头, 无螺纹壳体:**

**330303-AXXX-BXX-CXX-DXX-EXX**

**选项描述**

**A: 壳体总长度**

- 选项:  
 注: 安装支架包含在电涡流探头中  
 订货时以 0.1 in (2.54mm) 递增  
**最大壳体长度: 9.9 in (251.5mm)**  
**最小壳体长度: 0.6 in (15.2mm)**  
**例如: 0 6 0 = 6.0 in (152.4mm)**

**B: 硬连线长度**

- 选项: 1 0 1.0 米 (3.3 英尺)  
 2 0 2.0 米 (6.6 英尺)  
 5 0 5.0 米 (16.4 英尺)

**C: 总长度**

- 选项:  
 注: 延伸电缆包含在电涡流探头中  
 9 0 9.0 米 (29.5 英尺)

**D: 延伸电缆铠装**

- 选项: 0 0 无不锈钢铠装  
 0 1 不锈钢铠装

**E: 批准机构**

- 选项: 0 0 不要求

**3300 耐高温前置器**

**330300-AXX-BXX**

**选项描述**

**A: 总长度**  
选项:

注: 延伸电缆包含在电涡流  
探头中  
**9 0** 9.0 米 (29.5 英尺)

**B: 批准机构**  
选项: **0 0** 不要求

**附件**

- 134867-01 手册
- 159132 性能说明书
- 134835-01 330303 无螺纹壳体探头安  
装支架 (备用)

**备用延伸电缆**  
**330330-AXXX-BXX-CXX**  
选项描述

**A: 电缆长度**  
选项:  
注: 延伸电缆已包含在电涡流  
探头中。这只是匹配的备用  
电缆

- 0 4 0** 4.0 米 (13.1 英尺)
- 0 7 0** 7.0 米 (23.0 英尺)
- 0 8 0** 8.0 米 (26.2 英尺)

**B: 铠装选项:** **0 0** 无不锈钢铠装  
**0 1** 不锈钢铠装

**C: 批准机构**  
选项: **0 0** 不要求

**表 1 铠装长度**

| 电缆长度选项 | 铠装长度±0.05mm<br>(0.17 英尺) |
|--------|--------------------------|
| 040    | 1.9 米 (6.25 英尺)          |
| 070    | 5.6 米 (18.4 英尺)          |
| 080    | 6.6 米 (21.7 英尺)          |

**现场连接电缆**  
**132501-AXX**

1.0 mm<sup>2</sup> (18 AWG), 3 芯,  
绞线, 前置器和监测器之  
间用屏蔽电缆连接。每个  
末段都带有端子接线片,  
在监测器一端还包括一个  
额外的屏蔽接线片

**选项描述**

**A: 电缆长度**  
选项 (英尺):

订货时以 1.0 英尺 (0.3 米)  
递增

**最小长度:** 2 英尺 (0.3 米)

**最大长度:** 99 英尺 (30 米)

**例如:** 1 5 = 15 英尺 (4.6 米)

© 2003 本特利内华达有限责任公司  
本文中使用的®是本特利内华达有限责任公司的  
注册标志

## 曲线图和尺寸图

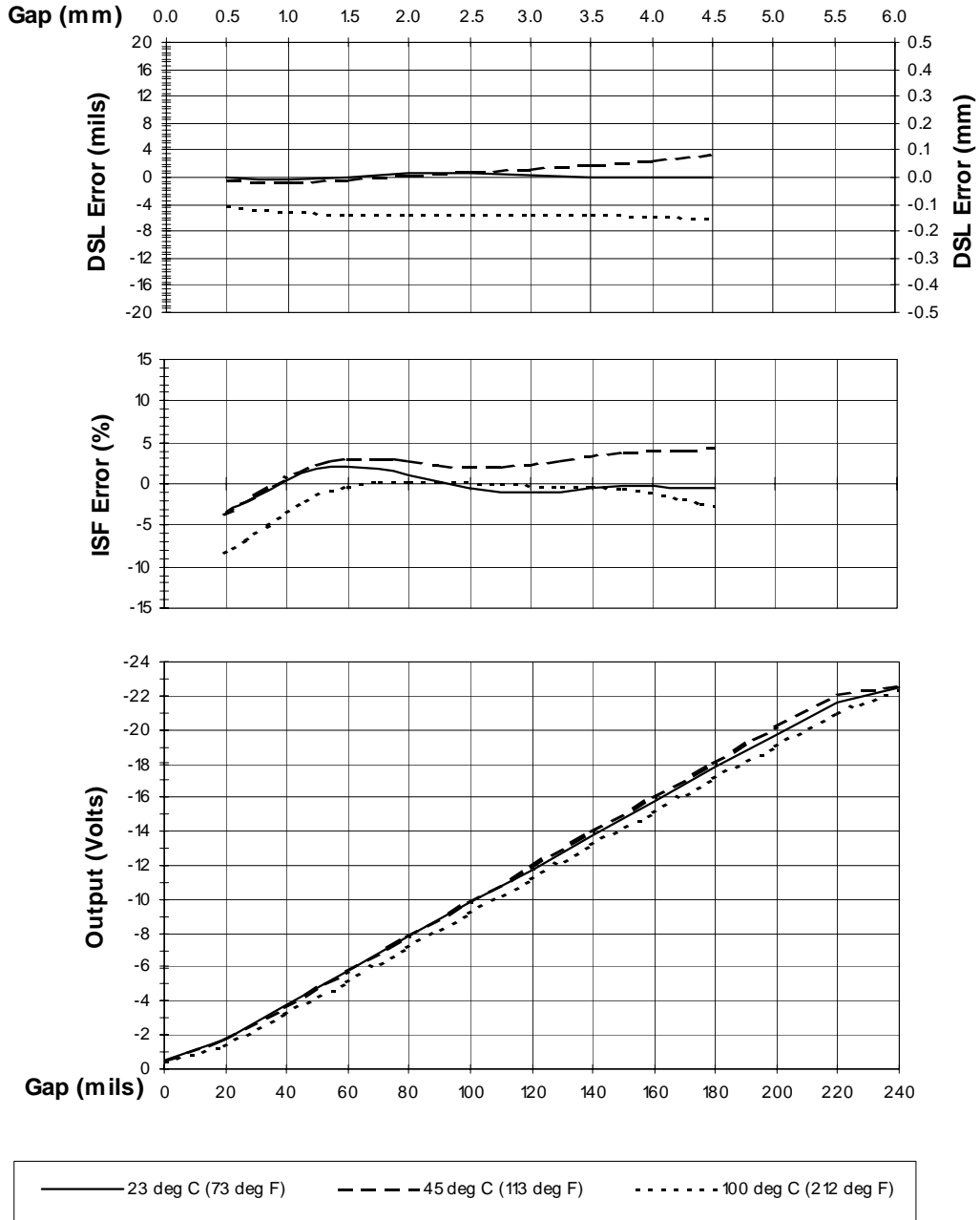


图 1 3300 HTPS 当系统处于高温环境时的典型性能

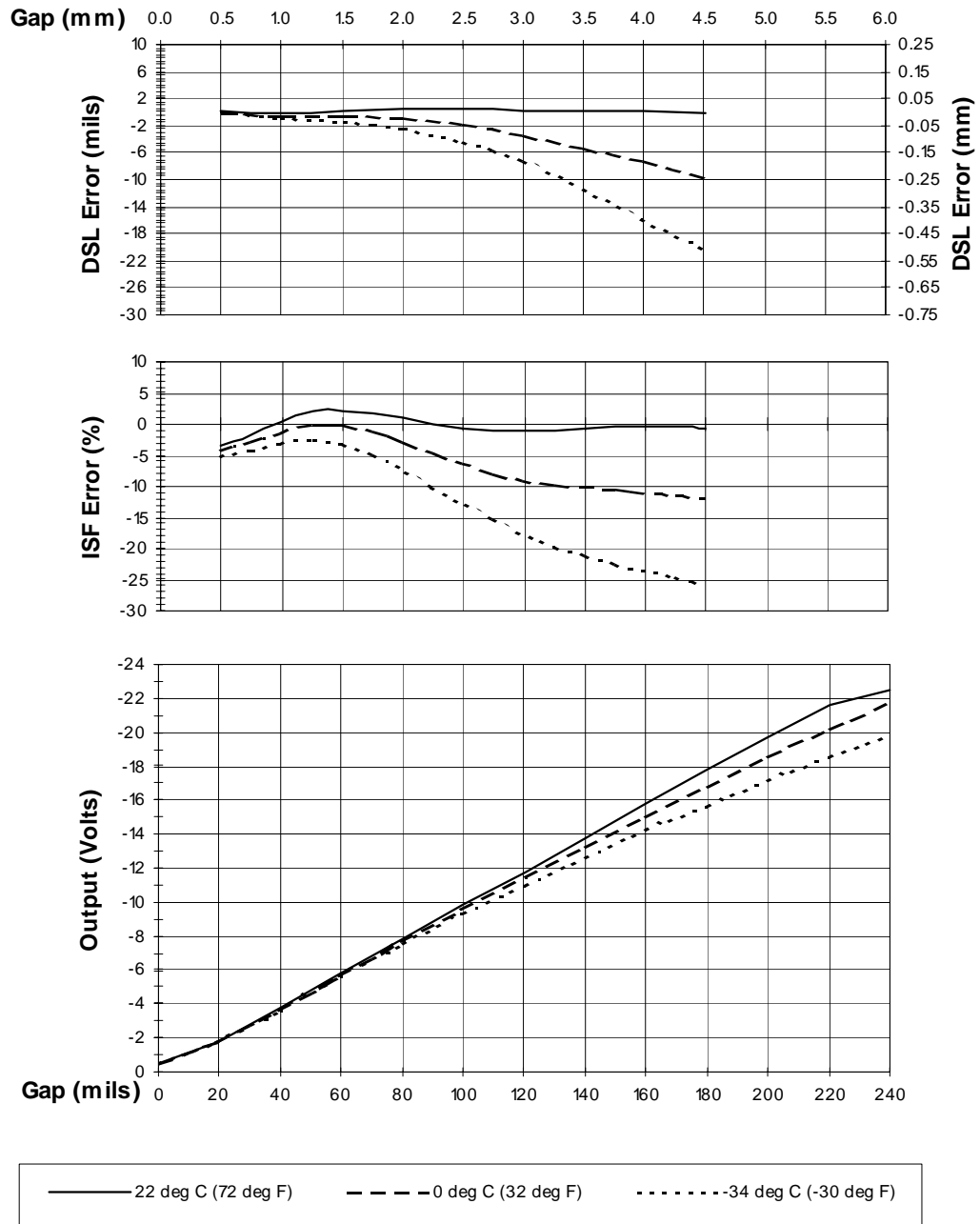


图 2 3300 HTPS 当系统处于低温环境时的典型性能



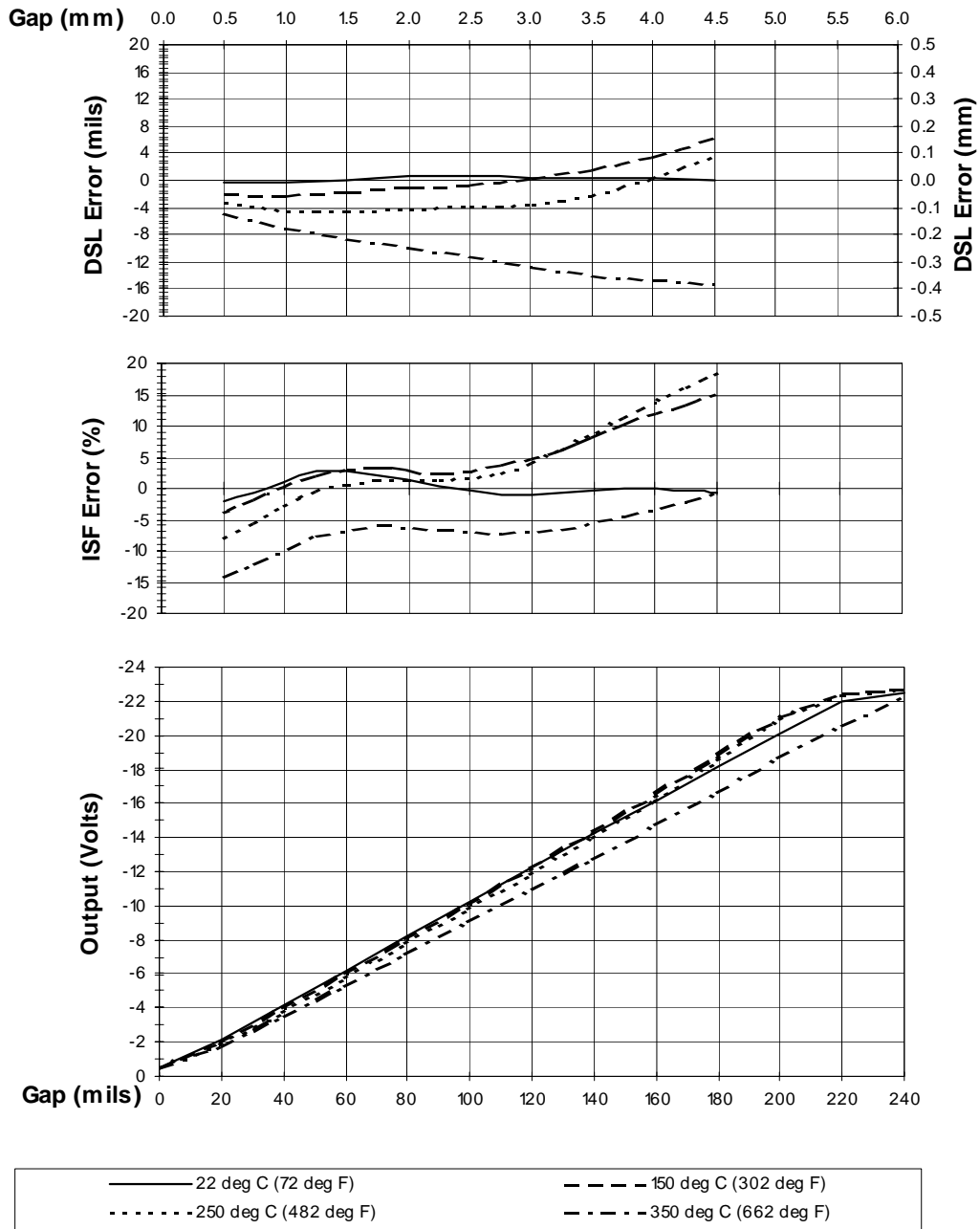


图 3 3300 HTPS 当探头处于高温环境时的典型性能

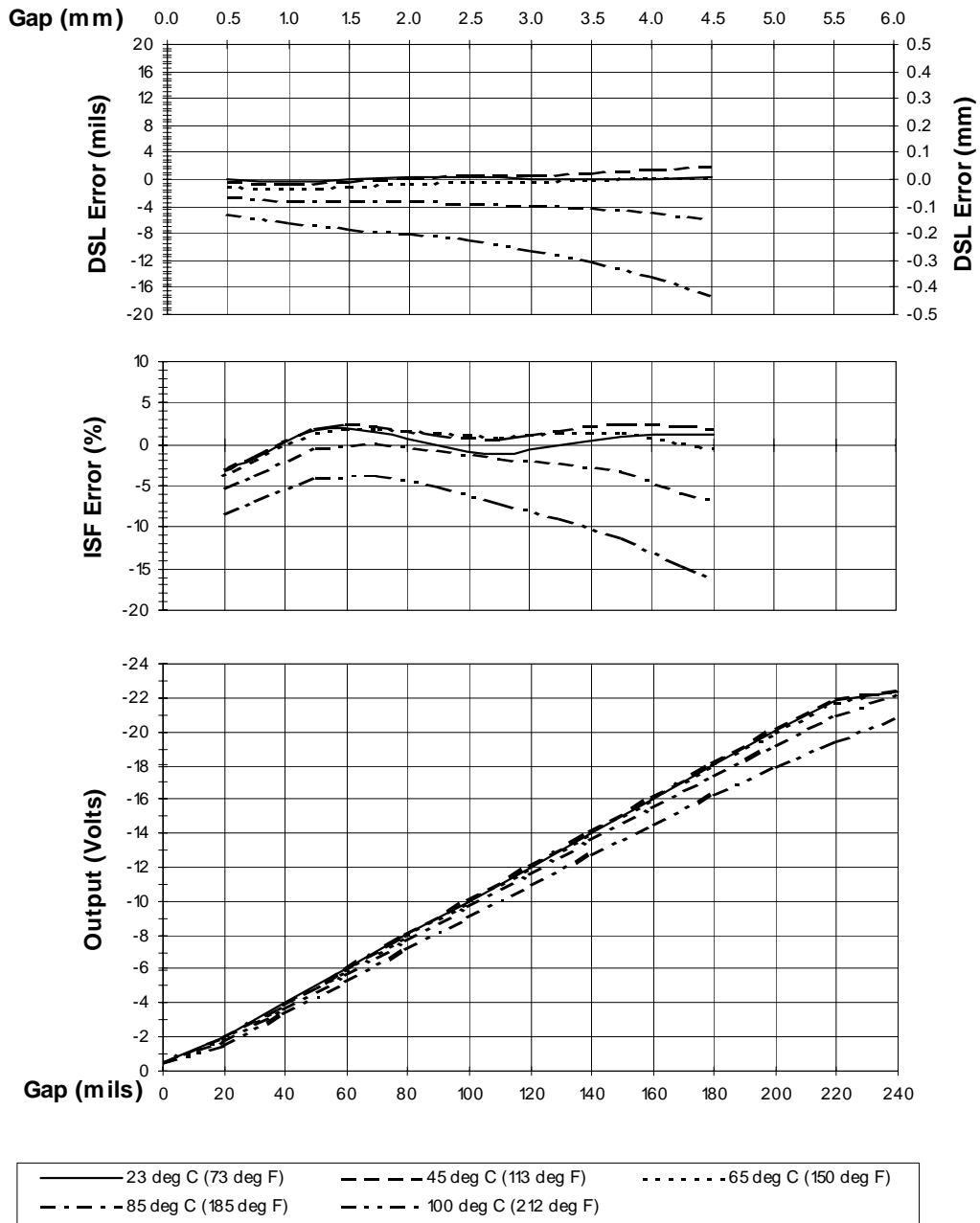


图 4 3300 HTPS 当前置器处于高温环境时的典型性能

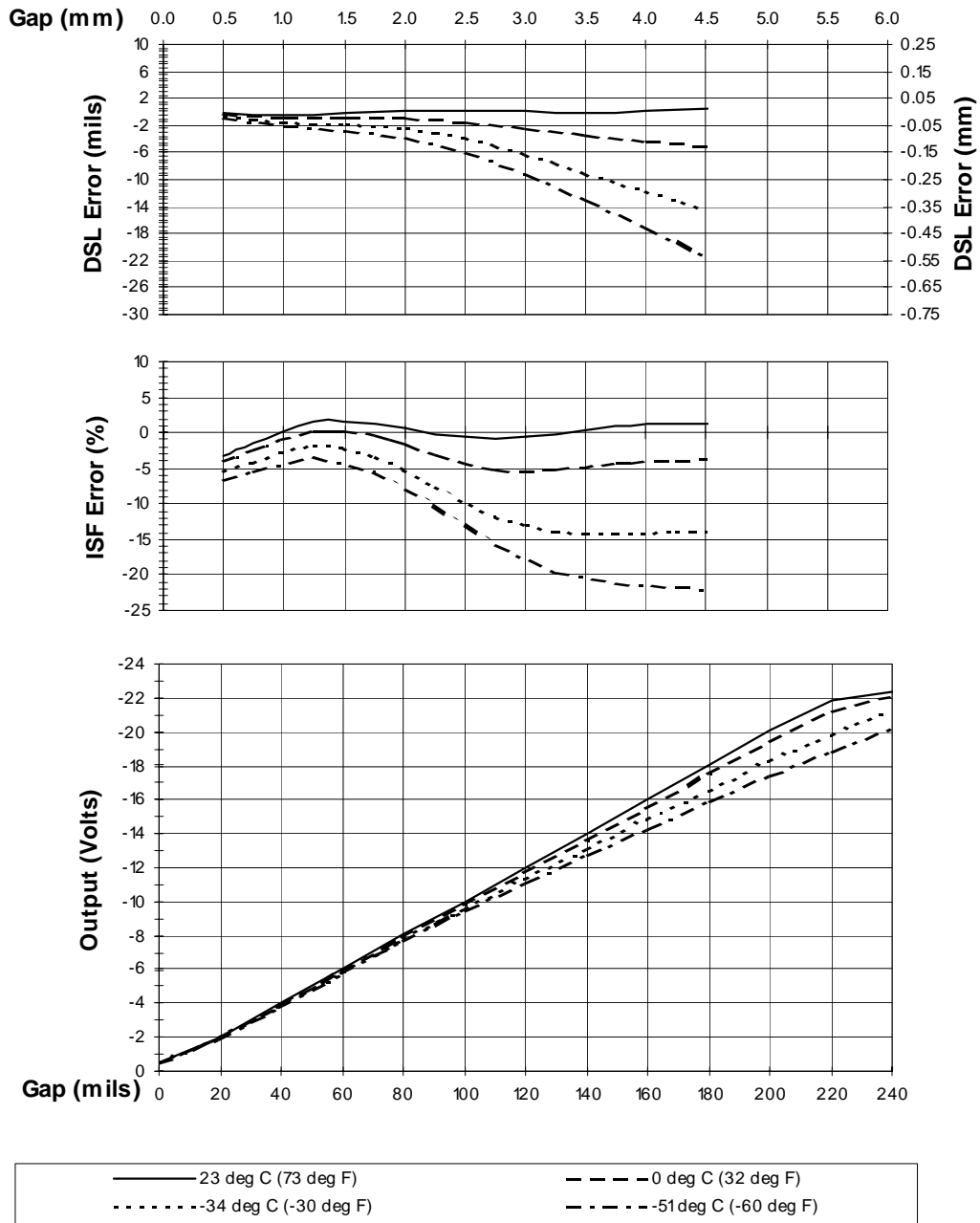


图 5 3300 HTPS 当前置器处于低温环境时的典型性能

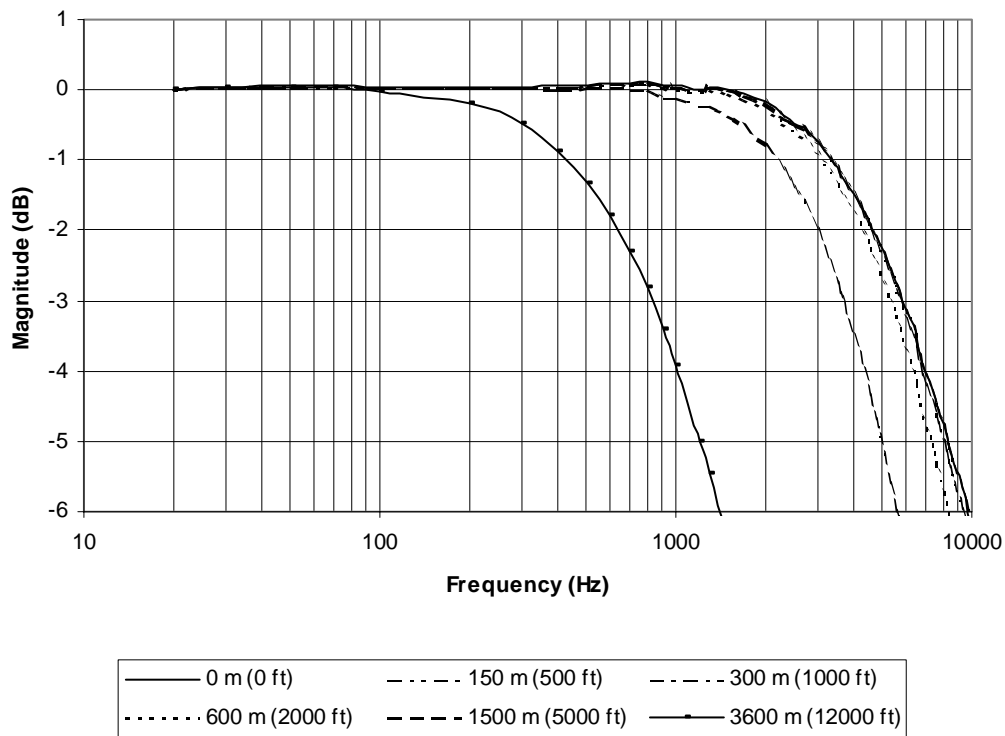


图 6 带电线的 3300 HTPS 典型幅值频率响应

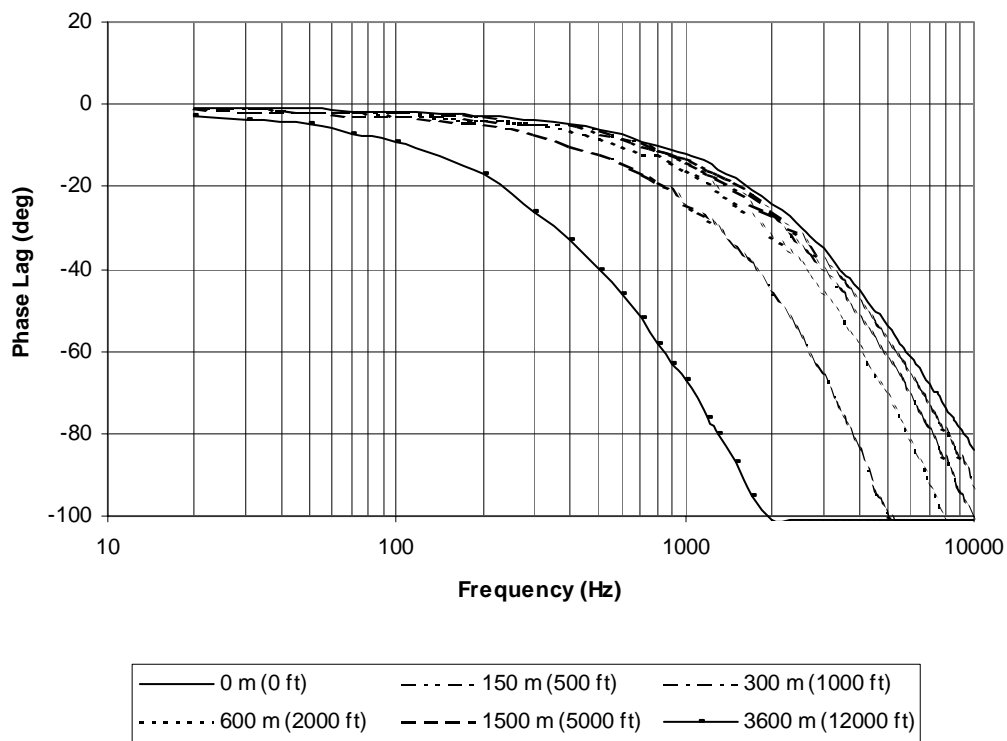


图 7 带电线的 3300 HTPS 典型相位频率响应

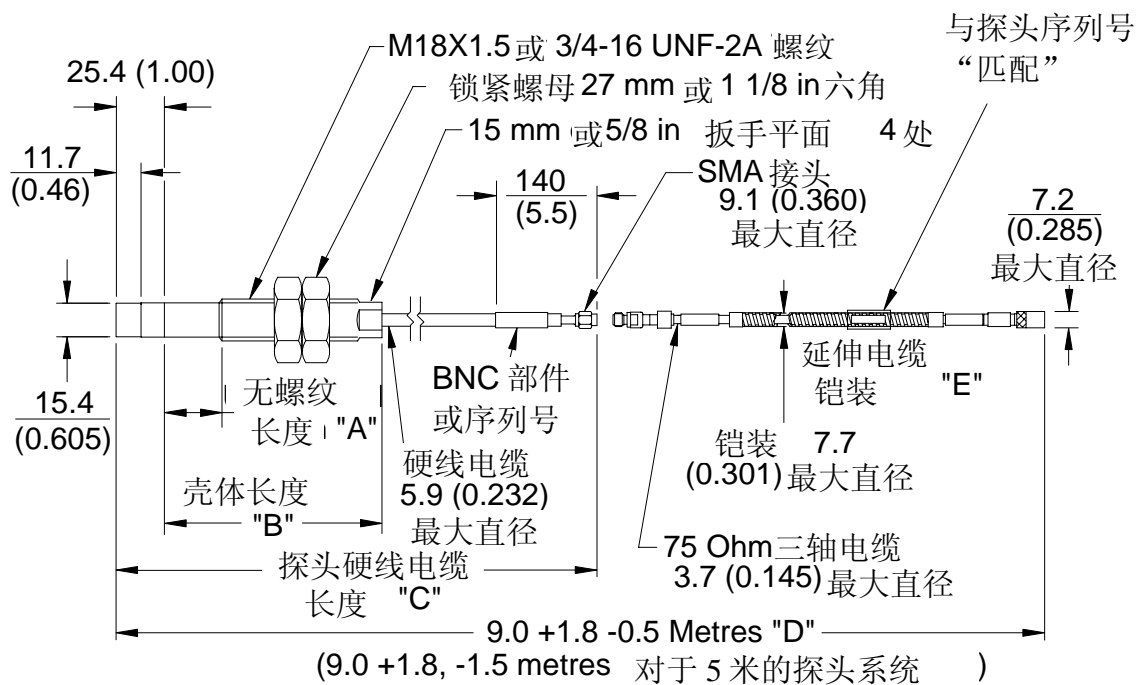


图 8 330301 和 330302 HTPS 探头，英制和公制螺纹

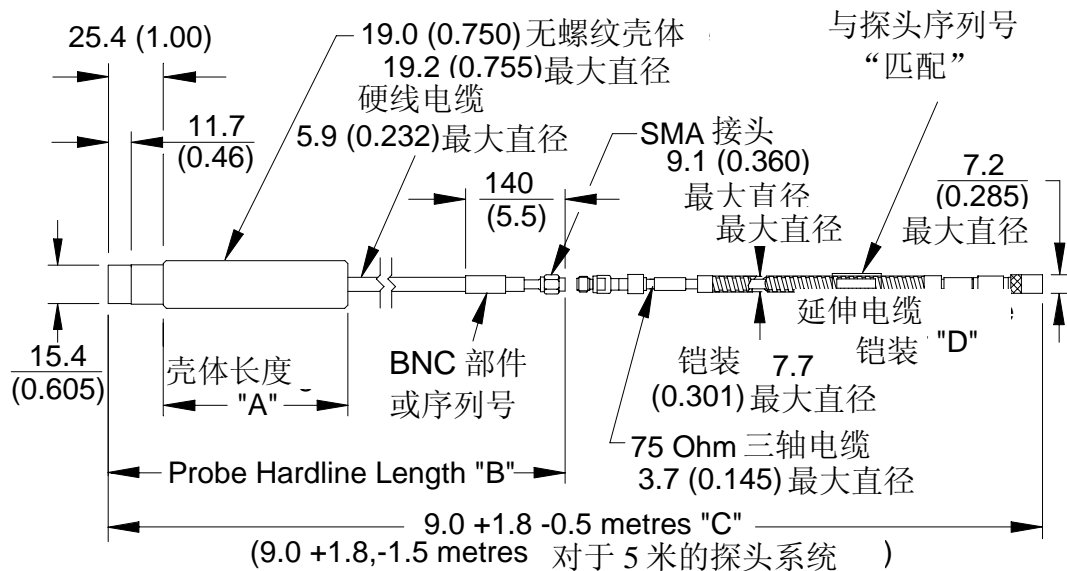


图 9 330303 HTPS 无螺纹壳体探头

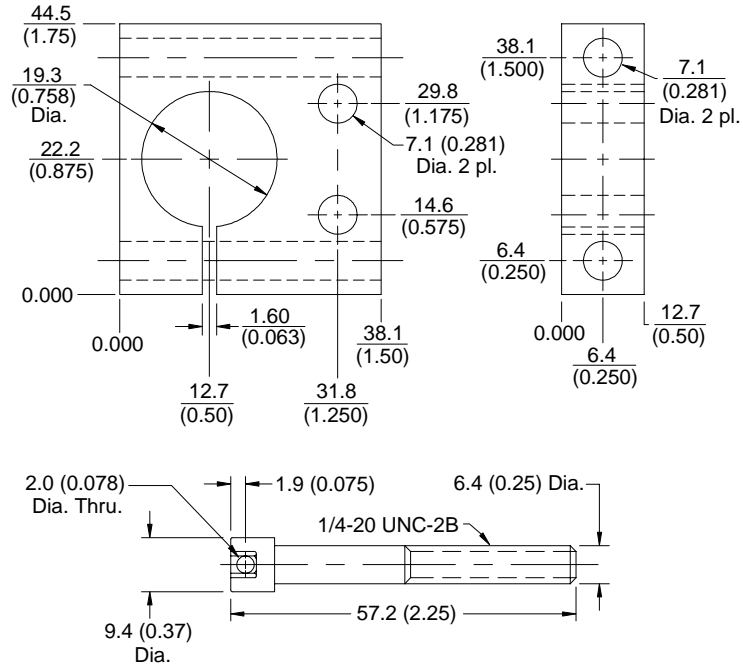


图 10 330303 HTPS 无螺纹壳体探头的安装夹钳

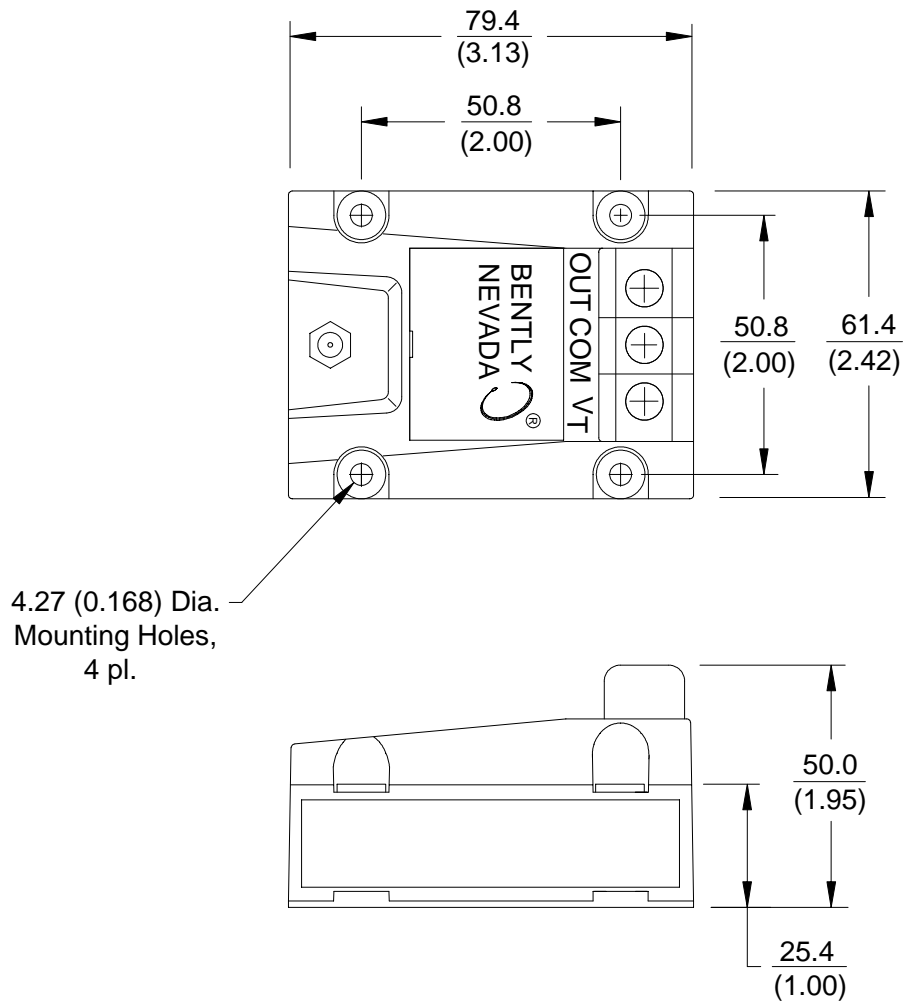


图 11 330303 HTPS 前置器

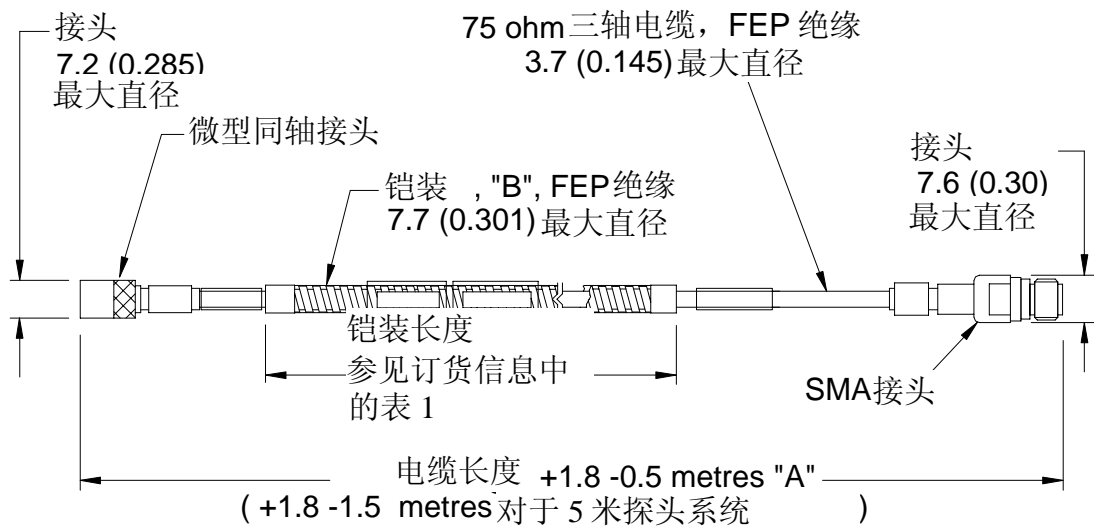


图 12 备用延伸电缆，部件号 330330

注：  
 如无另外注明，图中所有尺寸单位为毫米（英寸）  
 图中括号内的字母表示探头订货选项  
 不锈钢铠装供货时带有 PFA 外皮