

工业测温仪 和探头选型指南



1502A



1504



1523

1524



1520



1586A

工业温度传感器通常采用以下方法进行校准：将传感器置于稳定热源(干井、高温炉、恒温槽)内，然后将其输出与连接至测温仪的参考级探头进行比对。本文指导您如何选择测温仪及其相应的参考级探头，以满足校准诸如 PRT 和热电偶等常见温度传感器时的系统准确度要求。

本指南涵盖了绝大多数用于校准的高精度测温仪应用，例如选择测温仪来提高恒温槽或干井的校准准确度，或者与现场过程仪器进行比对（例如，与仪表或变送器相邻的热电偶套管）。如果您的应用比较特殊，例如测量表面温度、高 pH 的液体、空气温度或者冷冻库或烤炉等密闭空间的内部温度，请咨询福禄克计量校准部的温度专家来协助您选择合适的设备。

选择测温仪和参考探头的五个步骤：

第 1 步： 根据工业传感器应用，选择最佳测温仪。

第 2 步： 选择参考探头时，要考虑传感器应用的温度范围和要求的浸没深度。

第 3 步： 确定所选测温仪和参考探头一起使用时的系统组合准确度。

第 4 步： 确保所选测温仪和探头系统可提供校准被测传感器所需的准确度。

第 5 步： 评估是否需要进一步校准。

第 1 步：根据工业应用，选择最佳测温仪。

选择合适的测温仪时需要考虑以下几个问题：

- 需要校准的温度传感器的类型——PRT/RTD、热敏电阻、热电偶？
- 测温仪的使用地点是现场还是校准实验室？
- 需要几路通道的测温仪？
- 需要何种程度的数据记录、绘图和记录功能？
- 是否希望控制干井、恒温槽或高温炉等热源，以帮助实现传感器自动校准？

下表介绍选择测温仪时应考虑的几项技术要求。

						
技术要求	1523	1524	1502A	1504	1529	1586A
测量 PRT / RTD	•	•	•		•	•
测量热敏电阻	•	•		•	•	•
测量热电偶	•	•			•	•
电池供电	•	•	可选	可选	可选	
手持式设计	•	•				
单通道	•		•	•		
多通道(最多通道)		2			4	40
记录数据(最多读数)	25	15,000			8,000	75,000
自动记录数据		•			•	•
绘图(最多通道)	1	2				4(彩色)
统计功能(最小值、最大值、平均值等)	•	•			•	•
热源控制(福禄克计量校准部的干井、恒温槽和高温炉)						•

表 1. 福禄克计量校准部的测温仪。

第 2 步：选择参考探头时要考虑传感器应用的温度范围和要求的浸没深度。

选择的参考探头应覆盖传感器应用的整个温度范围，这一点很重要。表 2 汇总了所选参考探头的温度量程。

型号	探头量程	突变结量程	尺寸	基本准确度 ⁴	最小浸没深度	
二级参考 PRT¹						
	5615-6	-200 °C 至 200 °C	-50 °C 至 200 °C	152 mm x 4.76 mm (6.0 in x 0.188 in)	± 0.013 °C @ 0.010 °C	100 mm (4.0 in)
	5615-9	-200 °C 至 420 °C	-50 °C 至 200 °C	229 mm x 4.76 mm (9.0 in x 0.188 in)	± 0.013 °C @ 0.010 °C	100 mm (4.0 in)
	5615-12	-200 °C 至 420 °C	-50 °C 至 200 °C	305 mm x 6.35 mm (12.0 in x 0.250 in)	± 0.013 °C @ 0.010 °C	127 mm (5.0 in)
高精度工业 PRT¹						
	5627A-6	-200 °C 至 300 °C	0 °C 至 150 °C	152 mm x 4.7 mm (6.0 in x 0.187 in)	± 0.05 °C @ 0 °C	100 mm (4.0 in)
	5627A-9	-200 °C 至 300 °C	0 °C 至 150 °C	229 mm x 4.7 mm (9.0 in x 0.187 in)	± 0.05 °C @ 0 °C	100 mm (4.0 in)
	5627A-12	-200 °C 至 420 °C	0 °C 至 150 °C	305 mm x 6.35 mm (12.0 in x 0.250 in)	± 0.05 °C @ 0 °C	127 mm (5.0 in)
二级标准 PRT¹						
	5628	-200 °C 至 661 °C	0 °C 至 80 °C	305 or 381 mm x 6.35 mm (12.0 or 15.0 in x 0.250 in)	± 0.006 °C @ 0 °C	127 mm (5.0 in)
全浸式 PRT²						
	5606	-200 °C 至 160 °C	-200 °C 至 160 °C	50 mm x 3.1 mm (2.0 in x 0.125 in)	± 0.05 °C	76 mm (3.0 in)
热敏电阻二级探头³						
	5610	0 °C 至 100 °C	0 °C 至 100 °C	152 or 229 mm x 3.2 mm (6.0 or 9.0 in x 0.125 in)	± 0.01 °C	76 mm (3.0 in)

¹ 含 17025 认证校准。
² 不含校准。请于分销商确认校准选项。
³ 含 NIST 溯源校准。NVLAP 认证校准可选。
⁴ “基本准确度”包括校准不确定度和短期可重复性，不包括长期漂移。

表 2. 所选福禄克计量校准部探头的温度量程。

考虑长度

确保参考探头足够长，可以触碰到干井的底部或恒温槽内被测设备的感测元件。PRT 的感测元件通常是位于底部的 1 英寸长探头。热敏电阻感测元件位于探头底部，仅几个毫米长。热电偶的测量结位于两种不同电线的连接处。

为确保比对校准期间参考和被测设备处于同一温度下，被测设备的感测元件需要与参考探头的感测元件中心垂直对齐。并且，如果参考探头或被测元件没有充分浸没在干井或恒温槽内，则会导致测量值不准确。

考虑直径

最小浸没深度是指探头需要插入至恒温槽或干井内以获得准确测量值的最小深度，由所选探头的直径和其内部感测元件的长度决定。原则上，最小探头浸没深度需要是探头直径加传感器长度的 15 倍。福禄克计量校准部的 6 英寸和 9 英寸 PRT 的直径为 3/16 英寸，而非 1/4 英寸，是校准较短探头的更好选择。所选探头的最小浸没深度，请参见表 2。

安全和其他考虑事项

有些应用可能要求探头的更多部分接触极端温度。将探头手柄暴露于极端温度下时，用户要考虑安全因素，因为没有安全装置的情况下，温度可能过高或过低，接触时会产生伤害。而且，突变结位于探头手柄基座的内部，探头在此处连接电缆，有可能被极端温度损坏。最后，突变结温度升高会导致绝缘电阻降低至 100 MΩ 以下，这样探头的性能可能也会下降。

例如，5615-12 二级参考 PRT 的工作温度范围为 -200 °C 至 420 °C。然而，5615-12 突变结的工作温度范围为 -50 °C 至 200 °C。这意味着，该探头的设计温度量程为 -200 °C 至 420 °C，如果探头手柄接触超过 -50 °C 至 200 °C 范围的温度，则探头可能损坏。乃至，如果探头损坏，徒手接触非常热或非常冷的探头手柄会导致人身伤害。

在本例中，5615-12 可用于校准低至 -200 °C 的传感器，但是由于突变结的下限值为 -50 °C，因此如果将其置于 -80 °C 的冷冻库内，则会损坏。对于冷冻库应用，5606 全浸式 PRT 将是正确选择，因为该探头及其突变结的工作温度下限值为 -200 °C。

第 3 步: 确定所选测温仪和参考探头一起使用时的系统组合准确度。

表 3 所示为福禄克计量校准部 1523/1524、1502A/1504、1529 和 1586A Super-DAQ 高精度多路测温仪和所选参考探头(5615、5627A、5628、5605、5610)或 T 型和 K 型热电偶的系统准确度。例如，带 DAQ-STAQ 多路复用器的 1586A Super-DAQ 高精度多路测温仪和 5628 二级标准 PRT 的系统准确度为 $\pm 0.011\text{ }^{\circ}\text{C}$ @ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

参考探头连接至测温仪，但是测温仪的连接方式却不尽相同。对测温仪和探头进行配对时，确保选择具有正确连接器端子的型号。为方便起见，表 3 中列出了具有连接测温仪正确端子的探头型号。请注意，连接 5606 探头的测温仪假设该探头已经经过可选校准。

	1523/1524 准确度, 含所选探头($\pm\text{ }^{\circ}\text{C}$)						
	二级参考 PRT	高精度工业 PRT	二级标准 PRT	全浸式 PRT	热敏电阻探头	T 型热电偶	K 型热电偶
连接器类型: P	5615-6-P 5615-9-P 5615-12-P	5627A-6-P 5627A-9-P 5627A-12-P	5628-12-P	5606-50-P	5610-9-P		
温度($^{\circ}\text{C}$)							
-200	0.025	0.027	0.024	0.031	n/a	0.856	0.885
0	0.021	0.051	0.035	0.049	0.012	0.339	0.333
100	0.029	0.067	0.041	0.067	0.028	0.285	0.322
300	0.044	0.107	0.054	n/a	n/a	0.239	0.332
420	0.054	0.135	0.062	n/a	n/a	n/a	0.330
660	n/a	n/a	0.080	n/a	n/a	n/a	0.344
1300	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.451

P 型连接器为智能 Lemo 连接器。它含有带探头校准系数的微型芯片，可实现简便的即插即用测量。
 提供 Lemo 至通用热电偶适配器 2373-LTC，用于连接热电偶。
 1524 可一次测量两路通道，但是仅一路通道为热电偶。
 5615-6 量程为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；5615-9、5615-12 的量程为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；5627A-6、5627A-9 的量程为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。5627A-12 的量程为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

	1502A/1504 准确度, 含所选探头($\pm\text{ }^{\circ}\text{C}$)				
	1502 型				1504 型
连接器类型: D	二级参考 PRT	高精度工业 PRT	二级标准 PRT	全浸式 PRT	热敏电阻探头
	5615-6-D 5615-9-D 5615-12-D	5627A-6-D 5627A-9-D 5627A-12-D	5628-12-D	5606-50-P	5610-9-D
温度($^{\circ}\text{C}$)					
-200	0.024	0.026	0.008	0.031	n/a
0	0.014	0.049	0.009	0.047	0.012
100	0.020	0.064	0.013	0.064	0.025
300	0.033	0.103	0.021	n/a	n/a
420	0.042	0.131	0.026	n/a	n/a
660	n/a	n/a	0.038	n/a	n/a

1502A 与带有 D 型连接器的探头配合工作。
 D 型连接器为标准 DIN 连接器，不含带探头系数的微型芯片。
 5615-6 的量程为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；5615-9、5615-12 的量程为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；5627A-6、5627A-9 的量程为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；5627A-12 的量程为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

	1529 准确度，含可选探头(\pm °C)——两个热电偶和两路 PRT/热敏电阻输入						
	二级参考 PRT	高精度工业 PRT	二级标准 PRT	全浸式 PRT	热敏电阻探头	T 型热电偶	K 型热电偶
连接器类型: L 	5615-6-L 5615-9-L 5615-12-L	5627A-6-L 5627A-9-L 5627A-12-L	5628-12-L	5606-50-P	5610-9-L		
温度(°C)							
-200	0.024	0.026	0.008	0.031	n/a	1.000	1.000
0	0.014	0.049	0.009	0.047	0.012	0.400	0.400
100	0.020	0.064	0.013	0.064	0.025	0.300	0.400
300	0.033	0.103	0.021	n/a	n/a	0.300	0.400
420	0.042	0.131	0.026	n/a	n/a	n/a	0.400
660	n/a	n/a	0.038	n/a	n/a	n/a	0.400
1300	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.400

	1529-R 准确度，含所选探头(\pm °C)——四路 PRT/热敏电阻输入				
	二级参考 PRT	高精度工业 PRT	二级标准 PRT	全浸式 PRT	热敏电阻探头
连接器类型: L 	5615-6-L 5615-9-L 5615-12-L	5627A-6-L 5627A-9-L 5627A-12-L	5628-12-L	5606-50-P	5610-9-L
温度(°C)					
-200	0.024	0.026	0.008	0.031	n/a
0	0.014	0.049	0.009	0.047	0.012
100	0.020	0.064	0.013	0.064	0.025
300	0.033	0.103	0.021	n/a	n/a
420	0.042	0.131	0.026	n/a	n/a
660	n/a	n/a	0.038	n/a	n/a

1529 与带有 L 型连接器的探头配合工作。L 型连接器为镀金迷你型平接线片。

1529 也兼容黄金引脚、迷你型香蕉插头以及裸线探头端接。

5615-6 量程为-200 °C 至 300 °C；5615-9、5615-12 的量程为-200 °C 至 420 °C；5627A-6、5627A-9 的量程为-200 °C 至 300 °。

5627A-12 的量程为-200 °C 至 420 °。

	1529-T 准确度，含所选探头(± °C) ——四路热电偶输入	
	T 型热电偶	K 型热电偶
温度(°C)		
-200	1.000	1.000
0	0.400	0.400
100	0.300	0.400
300	0.300	0.400
420	n/a	0.400
660	n/a	0.400
1300	n/a	0.400

该版本的 1529 兼容迷你型热电偶连接器。

	1586A 和 DAQ-STAQ 多路复用器准确度，含所选探头(± °C)						
	二级参考 PRT	高精度工业 PRT	二级标准 PRT	全浸式 PRT	热敏电阻探头	T 型热电偶	K 型热电偶
连接器类型: L 	5615-6-L 5615-9-L 5615-12-L	5627A-6-L 5627A-9-L 5627A-12-L	5628-12-L	5606-50-P	5610-9-L		
温度(°C)							
-200	0.024	0.026	0.010	0.031	n/a	0.760	0.780
0	0.014	0.048	0.011	0.046	0.012	0.300	0.300
100	0.019	0.064	0.012	0.063	0.016	0.250	0.290
300	0.032	0.103	0.018	n/a	n/a	0.210	0.290
420	0.040	0.130	0.023	n/a	n/a	n/a	0.290
660	n/a	n/a	0.033	n/a	n/a	n/a	0.290
1300	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.370

1586A 与带有 L 型连接器的探头配合工作。L 型连接器为镀金迷你型平接线片。

1586A 还兼容黄金引脚、迷你型香蕉插头、裸线以及迷你型热电偶探头端接。

5615-6 的量程为-200 °C 至 300 °C；5615-9、5615-12 的量程为-200 °C 至 420 °C；5627A-6、5627A-9 的量程为-200 °C 至 300 °C；5627A-12 的量程为-200 °C 至 420 °C。

表 3. 测温仪准确度，带所选探头

第 4 步: 确保所选测温仪和探头系统可提供校准被测传感器所需的准确度。

校准系统由测温仪和参考探头组成，要求其准确度优于被测传感器。原则是应使用“测试准确度比”(TAR)为 4:1 或 3:1 的系统。4:1 TAR 表示校准系统的准确度优于被校准传感器准确度的 4 倍。该示例中，4:1 TAR 的系统比 3:1 TAR 的系统的准确度更优。

表 4 所示为校准常用温度传感器(A 级和 B 级 PRT、T 型和 K 型热电偶)所需的最小系统准确度要求。例如，0 °C 时，校准 B 级 PRT 时需要组合准确度为±0.06 °C 的测温仪和参考探头系统，TAR 为 4:1。

以带有 DAQ-STAQ 多路复用器的 1586A Super-DAQ 高精度多路测温仪和 5628 二级标准 PRT 为所选测温仪和探头系统为例。1586A/5626 系统是校准 B 级 PRT 的好选择。0 °C 时，1586A/5626 的系统准确度为 ±0.011 °C，远优于校准 B 级 PRT 要求的 0 °C 时±0.06 °C 的系统准确度，TAR 为 4:1。

温度(°C)	A 级 PRT*	B 级 PRT*	T 型特殊型号	T 型标准型号	K 型特殊型号	K 型标准型号
4:1 测试准确度比						
-200	0.12	0.27	n/a	0.25	n/a	0.55
0	0.03	0.06	0.13	0.25	0.28	0.55
100	0.08	0.17	0.13	0.25	0.28	0.55
300	0.16	0.38	0.30	0.56	0.30	0.56
370	0.19	0.45	0.37	0.69	0.37	0.69
420	0.21	0.50	n/a	n/a	0.42	0.79
660	0.31	0.76	n/a	n/a	0.66	1.24
1260	n/a	n/a	n/a	n/a	1.26	2.36
3:1 测试准确度比						
-200	0.16	0.36	n/a	0.33	n/a	0.73
0	0.04	0.08	0.17	0.33	0.37	0.73
100	0.10	0.22	0.17	0.33	0.37	0.73
300	0.21	0.50	0.40	0.75	0.40	0.75
370	0.25	0.60	0.49	0.93	0.49	0.93
420	0.28	0.67	n/a	n/a	0.56	1.05
660	0.42	1.01	n/a	n/a	0.88	1.65
1260	n/a	n/a	n/a	n/a	1.68	3.15

*ASTM 规范 E1137 “工业铂电阻温度计标准规范”

表 4. PRT 和热电偶校准要求的最低系统准确度(± °C)。

第 5 步：评估是否需要进一步校准。

工厂校准

所有福禄克仪器的标准惯例均包括可溯源至国家标准的工厂校准。溯源性是指仪器和国家标准之间存在完整的比对链，确保利用该仪器获得的测量值在一定的不确定度下与国家标准相关联。

少数情况下，诸如 5606 的探头不提供工厂校准，而是作为可选项目。如果您购买了未经校准的探头，则溯源性链不完整，除非进行校准。

对于许多福禄克仪器，工厂校准还经过 ISO 17025 认证。表 5 为本指南所涉及仪器的工厂校准汇总表。通常情况下，制造商提供的 T 型和 K 型热电偶均未经过校准。关于可用的温度仪器校准选项，请与分销商确认。

型号	工厂校准	
	经认证	可溯源
5615	标配	标配
5627A	标配	标配
5626	标配	标配
5610	可选	标配
5606	可选	可选
1523	可选	标配
1524	可选	标配
1502A	标配	标配
1504A	标配	标配
1529	标配	标配
1586A	可选	标配

表 5. 所选福禄克测温仪和探头包括的工厂校准

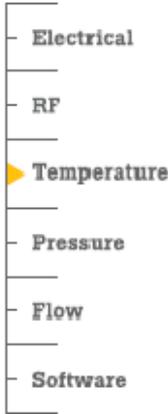
系统校准

除了探头和测温仪工厂校准以外，您可能还希望利用“系统校准”来检定探头和测温仪配合使用时的性能。这种系统校准能够更加确保仪器组合工作时的性能以及所有探头系数均正确输入至测温仪。关于可用的系统校准选项，请与分销商确认。

总结

本指南涵盖了根据应用选择合适的测温仪和探头时应遵循的所有步骤。应用的温度范围和准确度要求是主要考虑事项，但是本指南中讨论的其他因素也应进行评估。如果您的应用比较特殊，例如测量表面温度、高 pH 液体、空气温度或者冷冻库或烤炉等密闭空间的内部温度，请咨询福禄克计量校准部的温度专家协助您选择合适的设备。

Fluke Calibration.
Precision, performance, confidence.™



Fluke Calibration
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.
Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, The Netherlands
网址: <http://www.fluke.com>

更多信息请致电:
In the U.S.A. (877) 355-3225 or
Fax (425) 446-5716
In Europe/M-East/Africa +31 (0) 40 2675 200 or
Fax +31 (0) 40 2675 222
In Canada (800)-36-FLUKE or
Fax (905) 890-6866
From other countries +1 (425) 446-6110 or
Fax +1 (425) 446-5716
网址: <http://www.flukecal.com>

© 2014 Fluke Calibration.
技术指标如有更改，恕不另行通知。
美国印刷。2/2015 6004176a-en
Pub-ID 13281-eng
未经 Fluke Calibration 书面许可，严禁篡改本文内容。