

# 温度元件校准

## TC 及 RTD

### 应用文章

通过优化环路校准测量系统，使其更好地支持温度检测元件的独有特征，能够大幅提高性能。所有温度探头及其检测元件都是独一无二的，材料、结构、用途或者使用环境均各有不同。这种独特性贯穿于传感器的整个使用寿命期间，表现形式为机械冲击和振动引起的漂移，或者暴露于被测材料时污染引起的漂移。只有通过定期检定，才能适应这些差异和变化，提高总体测量性能。

在许多工业和商业过程中，温度的角色非常重要。例如医药公司的灭菌、航空航天行业为确保最佳强度而进行的金属热处理、冷库中的温度检定，以及大气和海洋研究。在所有温度测量应用中，传感器对结果的影响非常大；遗憾的是，在很多测量中，没有通过优化系统来获得温度传感器的最佳性能。

大多数过程温度测量是通过连接至变送器的检测元件实现的。图 1 所示为常见配置的示意图。

在许多应用中，往往独立检定测量系统的检测元件，但这样往往忽略了将系统作

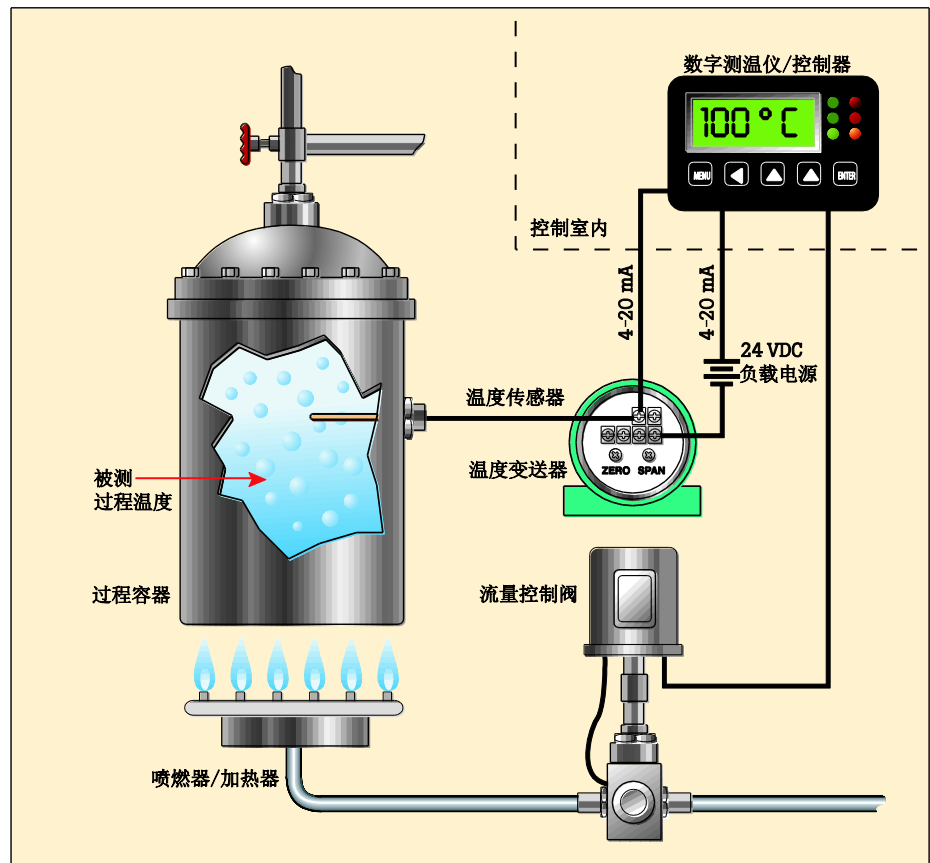


图 1. 典型过程温度测量系统的示意图。

为一个整体能够明显提高性能。独立检定或校准检测元件的主要原因之一是这样做效率更高。利用电子热电偶(TC)或电阻温度检测器(RTD)模拟器，可简便、快捷地检定测量组件。该方法不检定相关温度探头的性能，而是认为所有探头完全相同并

严格遵守一定的标准。在实际应用中，没有两个探头是完全相同的，它们全部会偏离理想标准，并且其特征随时间和使用发生变化。充分理解探头如何偏离理想标准，用户即能够优化测量系统，实现最佳性能。

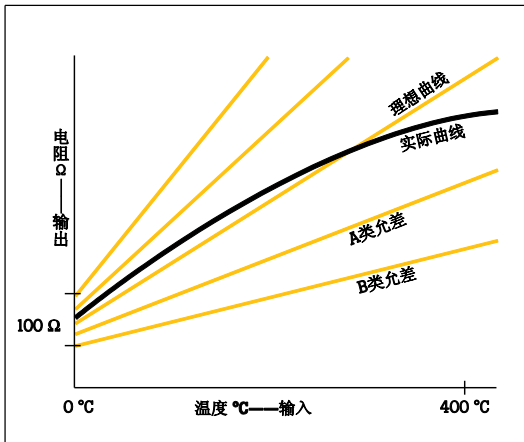


图 2.

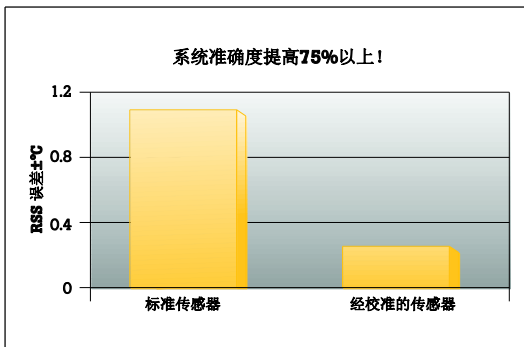


图 3. 利用经过校准的 Pt100 传感器，提高系统准确度。

**系统准确度比较：使用 Pt100 (IEC751) RTD 测量 150 °C，  
变送器跨距为 0 至 200 °C**

标准 RTD	准确度	特征化 RTD	准确度
Rosemount 644H 型	±0.15 °C	Rosemount 644H 型	±0.15 °C
标准 RTD	±1.05 °C	匹配(被校准) RTD	±0.18 °C
总系统	±1.06 °C	总系统	±0.23 °C

采用 RSS 统计法计算总系统准确度

表 1

Rosemount Inc. 以表 1 为例，给出了关于 644H 型智能温度变送器可能实现的性能改善的信息。为实现这一性能改善，为 Rosemount 644H 提供信息(Callendar Van Dusen 方程系数)，使其能够修正温度检测元件的独特性能，本例中为标准 IEC751 Pt100 传感器。

干井和微型恒温槽是检定温度探头及其他相关传感器的上佳选择，但是本身没有能力校准变送器的输出或读数装置，不能优化整个测量环路。为了实现并保持上述的性能改善，需要一个热源，并结合能够校准变送器和读数装置的智能电子式过程校准器。

将 Fluke 754 文档化过程校准器的自动化和文档化功能与福禄克计量校准部的智能、高稳定度系列现场干井

及微型恒温槽相结合，即能够测试整个环路。利用这种设备组合，很容易检定温度传感器和测量电路的特性。利用这些信息，即可通过调节整个环路来优化系统测量性能。以下是关于如何利用这些仪器来优化测量系统的一些例子。

通过串行 RS-232 接口电缆，将 Fluke 754 连接至福禄克计量校准部干井或微型恒温槽。用户可从福禄克授权经销商购买电缆，或者直接从福禄克计量校准部代表处购买。热源连接至 754 压力端口，通过 754 TC/RTD 密钥进行访问。由于这些测试的时间较长，建议将使用的 754 充满电或连接电池充电器。设备连接示意图请参见图 4。

在很多过程应用中，选择用于测量温度的仪器为变送器，接收温度传感器的输出，驱动连接至 PLC、DCS 或显示装置的 4-20 mA 信号。本例介绍检定性能并优化测量来改善性能的方法。

执行测试时，将 RTD 传感器从过程中断开，然后插入至干块校准器。将变送器的 mA 输出直接连接至 754 文档化过程校准器(见图 5)。大多数应用中，该解决方案

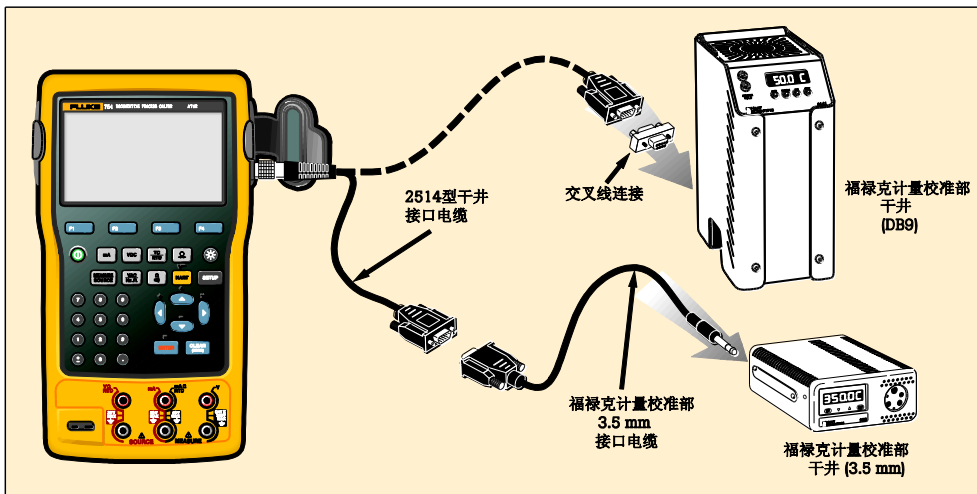


图 4. 将 Fluke 754 连接至福禄克计量校准部干井。

的性能足够。但如果应用中包括独特形状的传感器，可能就需要考虑使用微型恒温槽。如果需要提高热源准确度，可使用参考级温度计以及 754 的用户输入参数值功能。关于 754 型用户输入参数值功能的更多信息，请参考应用文章 1263925。

连接好之后，即可获取变送器配置(如果变送器具有 HART 通信功能)、设置测试参数，以及将校准器配置为 mA 测量，干井控制作为输出参数。

按 754 上的 HART 键，使校准器获取支持 HART 通信的变送器的配置。下图为获取的配置信息示例。

HART	HART mA	LOOP
Measure	7.798 mA	Off
Source	Off	
644 Temp TT100		
PV	23.7 °C	
PVAD	7.7975 mA	
PV LRV	0.0 °C	
PV URV	100.0 °C	
Select operation for this device		
Abort	Service	Setup
		Process

再次按 754 上的 HART 键，将出现以下屏幕，其中包括多个选项，用于将校准器配置为正确参数。在本例中，我们将变送器配置为输出 4-20mA 信号，所以 754 的正确配置为测量 mA 信号并通过干井输出温度。

HART	HART mA	LOOP
TT100	Measure	7.798 mA
	Source	Off
Select calibrator mode of operation		
Don't change calibrator mode		
MEAS mA, SOURCE PT100, a=385/4W		
MEAS PV, SOURCE PT100, a=385/4W		
MEAS mA, SOURCE Drywell		
MEAS PV, SOURCE Drywell		
Abort		

按 754 上的 AS FOUND 键，访问配置自动测试所需的参数。对于利用干井以升序输出 50 °C 至 150 °C 温度的测量系统，其典型测试配置如下图所示。

HART mA		LOOP
MEASURE		
0% Value	4.000 mA	
100% Value	20.000 mA	
Tolerance	0.25 %	
Delay	10 s	
SOURCE		Hart 91.43
0% Value	50.0 °C	
100% Value	150.0 °C	
Test Strategy	5.1	
Abort	User Value	Custom Units
		Done

定义好测试之后，Fluke 754 将自动执行测试，记录输出温度、实测变送器输出，单位为 mA。测试结束时，将在屏幕上显示结果，使技术人员能够评估结果并在必要时采取修正措施。下图为结果示例。

HART mA		LOOP
SOURCE		
50.0 °C	MEASURE	4.005 mA
75.0 °C		7.938 mA
100.0 °C		12.125 mA
124.9 °C		16.035 mA
149.9 °C		20.225 mA
		ERROR %
		0.03
		0.39
		0.78
		0.32
		1.51
Abort	Prev. Page	Next Page
		Done

优化该系统、最大程度减小误差的方法之一是将变送器的 URV 或 LRV 设置为 754 的实测值。当变送器具备 HART 功能时，很容易实现上述目的，只需利用 754 在下图所示的 HART SETUP (HART 设置) 屏幕中输入参数值。对于模拟变送器，需要在输出相应温度值的同时，对调零和跨距机构进行机械调整。754 具有方便的菜单键，用户只需按一下按键，很容易设置干井的修正值。



图 5. Fluke 754 和福禄克计量校准部干井，校准 4-20 mA 变送器和温度传感器。

HART	HART mA	LOOP
SETUP	Measure	20.462 mA
Enter Values		
	PV Unit	°C
	Lower Range Value	50.0
	Upper Range Value	151.5
Abort		Send

**利用特征化传感器和校准常数校准及调节测量系统**  
降低不确定度及优化温度测量系统的另一种方法是严谨地特征化温度传感器、计算修正系数并将这些修正系数装载至测量设备。上述 Rosemount 644H 例子中就采用这种方法。这种方法能够更好地减小传感器引起的测量系统误差，但要求变送器具有支持传感器的修正或线性化

算法。例如，铂 RTD 一般采用 Callendar-Van Dusen (CVD) 方程来线性化传感器的输出。经过特征化的传感器将提供独特的 CVD 系数，可输入至变送器，使其转换算法与传感器的独有特征更加匹配。

与干井相连接的 Fluke 754 有助于收集特征化传感器所需的必要信息，但为了获取数据并产生新 CVD 常数，需要其他软件和资源，例如福禄克计量校准部的 TableWare 软件，其他可使用的软件包括 Mathcad、Mathematica、Maple 或 Excel 等。但这些软件包要求具备关于用来线性化传感器的公式的大量知识，以及对收集到的数据进行曲线拟合的能力。

对探头进行特征化的方法类似于以上程序，但不是测量变送器输出，而是将传感器输出直接连接至 754。下图所示为 754 收集的温度传感器的数据示例。

SOURCE	MEASURE	ERROR %
-25.0°C	91.1 Ω	3.14
0.0°C	101.1 Ω	6.71
25.0°C	110.8 Ω	9.45
50.0°C	120.6 Ω	12.43
75.0°C	130.2 Ω	14.85

Abort Prev. Page Next Page Done

可通过图 6 所示的屏幕将此类型数据输入至福禄克计量校准部的软件，然后计算该探头的 CVD 常数。

然后即可将这些系数输入至相应的测量设备，使其线性化方法与探头的特征相一致。

### 总结

利用干井与过程校准器组合，能够检定和调节测量系统，优化测量性能。通过检定整个测量系统，即可将检测元件的独有特征与测量电子装置相组合，将测量误差最小化，从而大幅减小测量误差。Fluke 754 型文档化过程校准器与福禄克计量校准部干井相组合，使这一过程更加快捷、简便。

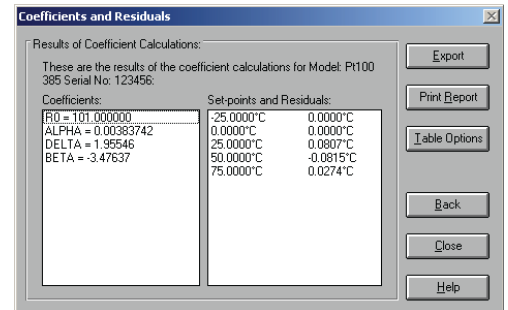
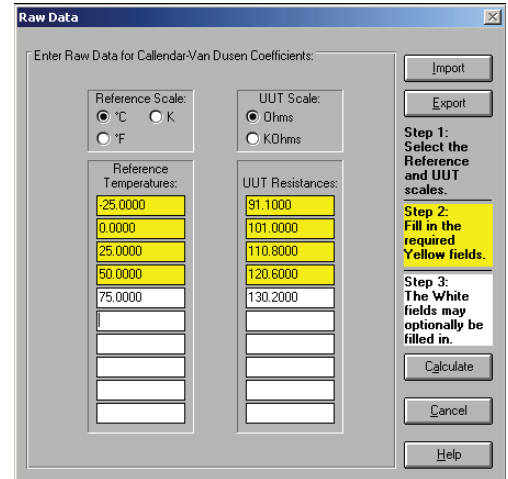


图 6. 福禄克计量校准部的 TableWare 软件计算独有的 CVD 常数，使其与探头特征相一致。

福禄克，助您与世界同步！®

Fluke Corporation  
Web access: <http://www.fluke.com.cn>

©2014 Fluke Corporation.  
技术指标如有更改，恕不另行通知。

未经 Fluke Corporation 书面许可，严禁篡改本文内容。