

FLUKE®

火力发电厂热工专业

热工自动化试验室标准计量仪器设备
热工现场维修间

美国福禄克公司

为什么选择福禄克过程仪表校准器

技术一流

美国福禄克公司是全球工业领域最大的测试和维护仪器仪表供应商之一,其闻名于世的产品和技术包含各种精密校准源和手持式产品。

福禄克过程仪表校准器产品凝集了福禄克公司的精华技术,帮助用户在实验室和现场实现准确的校准和测试,是福禄克品质的典范代表产品之一。

产品出色

- 福禄克有全系列过程工具可以极大的发挥您的技巧,增强您的能力
- 您完全可以信赖的坚固、可靠的产品
- 世界水平的准确度和分辨率
- 出众的用户界面
- 服务和维修机构遍布全球
- 中国北京维修站电话: 400-810-3435
- 中国上海维修站电话: 021-54402301

花费较低

- 福禄克品牌的强大保证
- 您可信赖的保守的技术指标
- 较长的校准周期减少校准费用
- 极低的维护修理费用

中华人民共和国国家发展和改革委员会于2004-03-09发布的《中华人民共和国电力行业标准DL/T5004-2004,火力发电厂热工自动化试验室设计标准》(简称《标准》)规定了火力发电厂热工自动化试验室设计应遵循的基本原则。

美国福禄克公司是全球领先的工业测试和维护仪器仪表供应商,其闻名于世的产品和技术包含各种精密校准源和手持式工具类产品。福禄克过程校准器凝集了福禄克独有的技术优势,广泛应用于发电厂、油田石化和冶金等过程用户。

本目录是福禄克公司根据《标准》给电力行业用户的一个推荐配置,希望对大家的工作提供帮助:

目 录

一、热工校验产品手册	1
二、新建电厂热工实验室标准仪器及校验设备配置表	11
三、重点产品与应用	
1、77X, 719, 744, 726 的产品介绍	15
2、典型应用:	
在锅炉控制及监测系统设备校检中的应用	16
建立压力变送器计量标准	18
智能变送器的校准问题 DCS 系统的回路测试	20

福禄克, 助您与时代同步!



福禄克过程校准系列产品
已获得国家型式批准证书

中华人民共和国电力行业标准
《火力发电厂热工自动化试验室
设计标准》
2004-03-09发布, 2004-06-01实施
统一书号 155083 · 1121
DL/T 5004-2004



适用于发电行业的 FLUKE 热工测试和校验产品手册

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
温度测试校准类仪表 FC+IG					
温度自动检定系统					
1	温度元件（热电偶铂电阻）自动检定系统	6331WGQL/ 7321WGQK	1、基本功能: 全自动完成对热电偶、铂电阻的自动检定，出具中文检定证书或者是英文校准报告。 2、主要应用: 工业铂电阻/热电偶的自动检定，其他工业仪表的检定，温度测试和实验等 3、主要特点: 系统中的所有组成仪器都可以单独使用，提高了使用率。通道可扩展，铂电阻通道最多可扩展至64通道，热电偶通道最多可扩展到96通道 4、基本技术指标: 6331 稳定性$\pm 0.007^{\circ}\text{C}$ @100°C，均匀性$\pm 0.007^{\circ}\text{C}$ @100°C 7321 稳定性$\pm 0.007^{\circ}\text{C}$ @150°C，均匀性$\pm 0.010^{\circ}\text{C}$ @150°C		6331WGQL 包含 6331 深井台式恒温槽 ($40\sim 300^{\circ}\text{C}$)，9112B 卧式检定炉 ($300\sim 1100^{\circ}\text{C}$)，1560 堆栈式测温仪，2562 热电阻扫描模块 (8 通道)，2566 热电偶扫描模块 (12 通道)，3112A-3 大孔插块，2382 热电阻连接端子，2381 热电偶连接端子，中文软件及中文报告 7321WGQK 除恒温槽为 7321 深井台式恒温槽 ($-20\sim 150^{\circ}\text{C}$) 外，其他同上
便携式现场校准炉系列					
1	便携式干体炉	9142-P	1、基本功能: 高性能的温度源，范围 $-20\sim 150^{\circ}\text{C}$，可存储标准温度计系数和检测结果，为温度变送器提供 24V 环路电压 2、主要应用: 现场自动校准热电阻，热电偶，温度变送器，温度开关 3、主要特点: 符合国际国内标准，指标国际领先，升降温速度超快，技术指标在 $23\pm 10^{\circ}\text{C}$ 内满足要求，专利的梯度温度补偿功能，确保在不稳定的温度环境下获得稳定的性能 4、基本技术指标: 显示准确度$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$，稳定性$\pm 0.01^{\circ}\text{C}$，轴向均匀性$\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ (40mm 范围)，径向均匀性$\pm 0.01^{\circ}\text{C}$，迟滞0.025°C，负载效应$\pm 0.006^{\circ}\text{C}$		过程选件 (-P 可选); 其他可选型号 9171
2	便携式干体炉	9144-P	1、基本功能: 高性能的温度源，温度范围 $50\sim 660^{\circ}\text{C}$，可存储标准温度计系数和检测结果，为温度变送器提供 24V 环路电压 2、主要应用: 现场自动校准热电阻，热电偶，温度变送器，温度开关 3、主要特点: 符合国际国内标准，指标国际领先，升降温速度超快，15 分钟从室温升到 660°C，技术指标在 $23\pm 10^{\circ}\text{C}$ 内满足要求，专利梯度温度补偿功能确保在不稳定的温度环境下获得稳定的性能 4、基本技术指标: 显示准确度$\pm 0.35^{\circ}\text{C}$，稳定性$\pm 0.03^{\circ}\text{C}$，轴向均匀性$\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ @50°C (40mm 范围)，径向均匀性$\pm 0.02^{\circ}\text{C}$ @50°C，迟滞0.1°C，负载效应$\pm 0.015^{\circ}\text{C}$ @50°C		过程选件 (-P 可选); 其他可选型号 9173

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
精密温度测试系列					
1	四通道测温仪	1529	1、基本功能: 四通道高精度测温仪, 可连接热电阻, 热电偶, 热敏电阻, 可记录 8000 个带日期和时间的数据 2、主要应用: 用于水银温度计的检定, 工业铂电阻检定, 恒温槽温场测试, 高精度测温等 3、主要特点: 小巧便携, 内置 ITS-90 温标, 可存储多种传感器参数, 测温速度快, 交直流电源供电, 内置镍氢电池可持续工作八小时, 确保现场使用 4、基本技术指标: 电阻准确度为 $\pm 25\text{ppm}$ 读数, 电压准确度为 $\pm 100\text{ppm}$ 读数		三种可选配置: 标准型 1529, 2 通道热阻, 2 通道热电偶; 1529-R, 4 通道热阻; 1529-T, 4 通道热电偶
2	多栈式测温仪	1560	1、基本功能: 多通道测温仪, 选多种模块连接不同类型传感器。支持各种热电阻, 热电偶, 热敏电阻, 高温铂电阻等 2、主要应用: 用于多通道温度数据采集, 水银温度计的检定, 工业铂电阻检定, 工业热电偶检定, 恒温槽温场测试, 烘箱温场测试, 高精度测温等 3、主要特点: 内置 ITS-90 温标, 可存储多种传感器参数, 测温速度快, 通道可任意扩展, 简单方便, 通道号自动识别 4、基本技术指标: 电阻最高准确度为 20ppm, 电压最高准确度为 20ppm		可选模块为 2560 标准铂电阻模块, 2561 高温铂电阻模块, 2562 铂电阻模块, 2563 标准热敏电阻模块, 2564 热敏电阻模块, 2565 精密热电偶模块, 2566 热电偶模块, 2567 精密高阻模块, 2568 高阻模块, 3560 扩展通讯模块
3	手持式热电偶校准器	F714	模拟/测量 K,E,J,T,B,S,R,U,L 型热电偶, 不确定度: $\pm 0.015\% \text{RD} (-10-75\text{mv})$		现场便携温度二次仪表校验装置, 对温度二次仪表, 变送器进行测试校准
4	手持式热电阻校准器	F712	模拟/测量 Pt100、200 500 等各种热电阻, 不确定度: $\pm 0.025\%$		
5	多功能温度校准器	F724	测量和模拟输出热偶 TC, 热电阻 RTD, 电阻, 电压 mV 以测试校准温度类传感器和变送器; 输入输出分屏同时显示及背景光设计易于观测数据; 0%, 100% 快速切换; 25% 快速步进; 自动步进和自动斜坡功能提高测试效率; 坚固可靠的外壳满足苛刻环境的需要, 流线型设计易于把握		现场便携温度二次仪表校验装置, 对热偶, 热阻等温度二次仪表, 变送器进行测试校准
6	手持式红外线测温仪	F568	1、基本功能: 操作简便的 3 按钮界面, 内置常见的材料数据表, 双色闪烁报警, 软橡胶套, 免双手操作数据记录, 超亮可调节背光照明, 五种语言的用户界面, 随附 FlukeView™ 软件。 2、主要应用: 电气检测: 配电盘/电线与电缆/镇流器/母排/出线箱/充油式变压器。机械检测: 液压部件/齿轮/轴对准状况/轴承/高于环境温度的电机/升/管道/电机。 3、主要特点: 便携, 具有用户所用语言, 带有使用便利的高级功能的二合一-红外温度计。 4、基本技术指标: 轴向、径向、切向三轴传感器带宽: 2Hz-20KHzFFT 频谱分析 2G 存储卡, 可扩充至 4G 交流供电/锂电池, 工作时间 8 小时; 便携式, 坚固耐用中文操作界面数据导出, 报告功能校准周期: 2 年。		

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
压力测试校准类仪表 FC+IG					
计量标准器系列					
1	高性能液压压力表 检定台	P5515	1, 基本功能: 作为压力表检定台, 提供压力信号, 安装标准表和被检表。 2, 主要应用: 配合精密压力表等压力标准表, 检定各种压力表、压力变送器、压力传感器、数字压力计等各类压力测量仪表。 3, 主要特点: 基于标准活塞压力系统, 加工精密; 大体积系统快速打压, 无需阀门操作。准确度高, 稳定性好; 可用油介质或水介质, 方便快捷。 4, 基本技术指标: 量程: 0-70MPa 介质: 矿物油/水。		
2	高性能气体真空复合型 压力表检定台	P5510	1, 基本功能: 作为压力表检定台, 提供压力信号, 安装标准表和被检表。 2, 主要应用: 配合精密压力表等压力标准表, 检定各种压力表、压力变送器、压力传感器、数字压力计等各类压力测量仪表。 3, 主要特点: 真空气压复合型比较测试泵, 集成度高; 使用方便; 加工精密; 稳定性好; 方便快捷。 4, 基本技术指标: (90% 真空 -2MPa) 气体介质, 压力真空复合型。		
3	气体数字压力控制器 / 校准器	PPC4	1, 基本功能: 气体压力传递标准, 主要提供标准压力信号。 2, 主要应用: 用于校准精密压力表、压力变送器、压力传感器、数字压力计等各类压力测量仪表, 校准现场压力测量设备。 3, 主要特点: 准确度高, 稳定性好; 单台仪器覆盖量程宽; 有自动量程功能, 方便校准; 中文彩屏, 操作简单。 4, 基本技术指标: 测量准确度可达 0.01% 读数; 控制精度 4ppm; 长期稳定性 0.005% 读数/年; 气体介质, 压力范围: -100kPa ~ 14MPa。		
4	液体活塞压力计	P3124	1, 基本功能: 液体活塞压力计标准, 提供标准液体压力信号。 2, 主要应用: 用于校准精密压力表、压力变送器、压力传感器、数字压力计等各类压力测量仪表, 及其它国内外同类压力校准器。 3, 主要特点: 完全符合新活塞压力计规程; 双量程活塞覆盖最宽量程, 单台仪器覆盖液压全量程; 精密的加工工艺; 长期稳定可靠; 可选油介质或水介质(水介质型号为 P3224)操作简便。 4, 基本技术指标: 准确度 0.015% 读数(可选 0.008% 读数); 液体介质, 压力范围 0.1 ~ 70MPa。		
5	气体活塞压力计	P3025	1, 基本功能: 气压真空复合活塞压力计标准, 提供标准气体压力信号。 2, 主要应用: 用于校准精密压力表、压力变送器、压力传感器、数字压力计等各类压力测量仪表, 及其它国内外同类压力校准器。 3, 主要特点: 气压真空复合设计, 单台仪器覆盖气压和真空; 静谧的加工工艺; 长期稳定可靠; 可选内置一体化手泵。 4, 基本技术指标: 准确度 0.015% 读数(可选 0.008% 读数); 气体介质, 压力范围 -3 ~ -100kPa, 0.02 ~ 3.5MPa。		

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
6	气体数字压力控制器 / 校准器	7250	1, 基本功能: 气体压力传递标准, 主要提供标准压力信号。 2, 主要应用: 用于校准精密压力表、压力变送器、压力传感器、数字压力计等各类压力测量仪表, 校准现场压力测量设备。 3, 主要特点: 最高的精度, 读数精度覆盖量程宽; 高速压力控制; 灵活多变的控制方式; 可选 7252 型实现双通道独立压力控制覆盖压力范围宽; 中文界面, 操作简单。 4, 基本技术指标: 测量准确度可达 0.003%FS+0.0075% 读数; 控制精度 10ppm; 气体介质, 压力范围: -100kPa~21MPa。		
7	液体数字压力控制器 / 校准器	EDWT	1, 基本功能: 液体压力传递标准, 主要提供标准压力信号。 2, 主要应用: 用于校准精密压力表、压力变送器、压力传感器、数字压力计等各类压力测量仪表, 及其它国内外同类压力校准器。 3, 主要特点: 读数精度, 覆盖量程极宽; 无需加载砝码, 校准速度快; 坚固便携, 简单易用; 配合中文软件实现半自动校准。 4, 基本技术指标: 准确度 0.02% 读数; 长期稳定性 0.0075% 读数/年。液体介质, 压力范围 0~70MPa。		
高精度数字压力标准模块系列					
1	表差压数字压力模块	F700P	数字通讯, 内置 CPU, 自动温度补偿; 高可靠性和稳定性, 多量程可选, 独立溯源; 坚固乙烷注塑外壳保护, 适合工业苛刻环境; 高互换和兼容性; 整体不确定度优于 0.05%FS		表差压可选量程: 0.25kpa, 2.5kpa, 6.9kpa, 34kpa, 103kpa, 207kpa, 690kpa, 2Mpa, 3.4Mpa, 6.9Mpa, 10Mpa
2	绝压数字压力模块	F700PA			绝压可选量程: 34Kpa, 103Kpa, 207Kpa, 690Kpa
3	真空压力模块	F700PV			真空可选量程: -34Kpa, -103Kpa
4	复合压力模块	F700PD			双压可选量程: +6.9Kpa, +34Kpa, +103Kpa, -100Kpa-207Kpa; -100Kpa-690Kpa, -100Kpa-1.4Mpa
5	高压压力模块	F700P			可选量程: 20Mpa, 34Mpa, 69Mpa

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
手持一体压力校准器系列					
1	手持自动压力校验仪 	F719	内置电动升压泵，单手可操作压力校准过程；内置传感器精度：0.025%FS；电流(Ma)测量和输出精度：0.015%rdg；可自定义的限压保护功能保护传感器和被测仪表；可与700P系列压力模块兼容扩展量程；集成开关测试和环路24V供电功能		内置模块可选量程：-85Kpa-200Kpa；-85Kpa-690Kpa；外置模块量程请参考高精度数字压力模块系列的说明
2	手持压力校验仪	F718	内置传感器，内置手泵，24V回路供电，电流测试和误差计算功能，开关测试测试功能；内置传感器精度：0.05%FS；mA测量精度：0.015%rdg；与700P系列外置压力模块兼容扩展量程		内置模块可选量程：-7Kpa-7Kpa；-85Kpa-200Kpa；-85Kpa-690Kpa；-85Kpa-2000Kpa；外置模块量程请参考高精度数字压力模块系列的说明
3	手持压力校验仪	F717	内置压力模块，配合用户各种压力发生装置进行压力仪表测试和校验，具备电流测试和误差计算功能，环路24V供电功能，集成压力开关测试功能，与700P系列外置压力模块兼容扩展量程		内置模块可选量程： -7Kpa-7Kpa； -85Kpa-200Kpa； -85Kpa-690Kpa； -85Kpa-2Mpa； 3.4Mpa,6.9Mpa,10Mpa,20Mpa,34.5Mpa；外置模块量程请参考高精度数字压力模块系列的说明
压力发生器系列					
1	手持式真空低压压力测试泵	F700LTP-1	量程：-85Kpa-200Kpa 正负压切换阀，调节阀		用于现场压力测试和校验
2	手持式低压压力测试泵	F700PMP	量程：0-1000Kpa		
3	手持气压测试泵	F700PTP-1	量程：-85Kpa-4Mpa 气体介质		
4	手持式高压液压测试泵	F700HTP-1	量程：0-70Mpa 需要配置高压测试管液体介质		

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
现场便携压力测试和校验仪					
1	多功能多产品校准器	F5080A	1, 基本功能: 输出标准的交直流电压、交直流电流、电阻、功率等信号。 2, 主要应用: 可校准数字表, 模拟指针表, 钳形表, 开关板表, 功率表; 兆欧表 (选件), 示波器 (选件), 钳形表 (选件)。 3, 主要特点: 驱动能力强 (能驱动绝大多数的模拟指针表); 独特的保护电路避免仪器受到意外损坏; 全中文操作菜单, 简单易用; 专为5080A设计的中文校准软件 5080/CAL, 实现半自动化校准, 记录校准数据, 生成测试报告。 4, 基本技术指标: 直流电压0.01%; 最高输出电压1000V; 最大输出电流20.5A; 最大电阻输出190MΩ。		
2	多功能过程校准器	525B	1, 基本功能: 输出电压、电流、电阻、热电偶、铂电阻; 测量电阻、热电偶、铂电阻、压力 (配压力模块选件)。 2, 主要应用: 可校准现场过程校准器, 电子温度计, 压力表, 变送器等。 3, 主要特点: 精度高, 小巧紧凑, 操作简单, 性能价格比高。 4, 基本技术指标: 直流电压基本准确度 30ppm, 直流电流基本准确度50ppm。直流电压输出0-100V, 直流电流0-100mA, 电阻: 5-40kΩ。支持多种热电阻和11种热电偶。		
3	便携式多路温度数据采集器	2600 系列	1, 基本功能: 20个输入通道, 可测量温度、电压、电流、电阻、频率等。每个通道均有超限报警以及计算功能。 2, 主要应用: 可用于现场温度测量; 实验室温度检测, 多参数测量。 3, 主要特点: 抗干扰能力强; 工作温度范围宽 0-60℃; 通用接线盒使用简便; 可电池供电; 中文测试软件, 可快速设置仪器, 记录数据; 三种型号满足不同应用。 4, 基本技术指标: 支持9种热电偶, 测温准确度: 0.4℃, 铂电阻0.1℃; 交直流电压: 0-300V; 交直流电流: 0-100mA。电阻0-10MΩ。		
4	HART 智能多功能认证校准器	F744HART	实验室/现场均适用; 多参数, 多功能, 高精度的智能HART认证校准仪器; 温度: 热偶: B,E,J,K,N,R, S,T,U,L 带自动参考点温度补偿 热阻: Pt100,200, 500,1000 二线/三线/四线压力测量校准: 全量程/取决于压力模块/电流测量/输出/模拟: 典型指标 M: ±110mA 电压测量/输出/模拟: 典型指标 M: ±300V S:0-15V 频率测量/输出:M: 1-50KHz; S: 0.1-10V 可调正弦脉冲供电回路: 24/28V 其他: 自动存储和记录 8000 个数据组 232 串行接口; 上传下载数据 可自动编程, 自动/手动校验 HART 通讯接口 对 HART 智能仪表的传感器, 输出误差自动修正。		表源一体的高性能智能认证校准仪, 能完成几乎所有参数的测试和校准工作; 更多详细功能和技术指标请咨询 FLUKE 各地办事机构

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
5	高精度现场多功能热工校准器	F726	输出/测量/模拟: volts, mA, TC, RTDs, HZ, and P(压力); VDC测量量程: 30V; VDC输出量程: 20V; 精度: 0.01%rdg; ADC 测量/输出: 0-24mA, 精度: 0.01%rdg; Hz 测量输出: max: 15KHZ; 精度: 0.05%rdg; 输出幅值可调; 脉冲范围: 2-1000CPM 电阻输出/测量: 0-4000Ω, 精度: 0.015%; 测量/输出模拟 TC/RTD; 可与外置压力模块兼容 带 24V 环路供电		更强大的驱动能力; 更安全的输入保护和 3 年质量保证
6	经济型手持多功能校准器	F725	小巧便携而功能强大,测量/输出几乎所有过程参数: mA, V, Mv, Hz, TC, RTD, Ω, CPM, P(配合压力附件); 典型测量/输出 精度: 0.02%rdg; 带 24V 回路供电功能; 自动步进/慢速快速斜坡输出功能; 双通道输入/输出信号同时显示,兼容外置压力模块		班组级全能热工测试仪器, 易于携带, 功能强大; 3 年质量保证
电气信号及控制回路信号测试校验类仪表					
1	电压现场回路校验仪	F715	电压输出/测量: 0 — 10V, 确定度: 0.02%; mA 测量/输出: 0 — 24mA, 准确度: 0.015%, 0.001mA 电流分辨率; 内置 24V 电源		控制回路, mA, Mv, V 信号检测诊断
2	电流现场回路校验仪	F707	F707mA 测量/输出: 0 — 24mA, 准确度: 0.015%, 0.001mA 电流分辨率; 电压测量: 0-28V, 准确度: 0.015%; 内置 24V 电源; HART 模式自动接入 250 欧姆电阻, 支持与 HART 仪表兼容的 mA 测量和输出		控制回路及 mA, V 信号检测诊断
3	过程多用表 (DMM+LOOP)	F789	创新的设计将测试工程师最为常用的万用表和信号发生器合二为一, 满足了绝大部分的现场维护性测试需求		回路及电气检测
4	mA 型过程钳型电表 	F773CHN	创新的免拆线钳型或在线进行 mA 测量; 模拟输出 mA; DCV 输出及测量, 24V 回路电源		DCS, PLC I/O 测试 回路诊断 其他可选: 771/772
5	工业便携式示波表	F125S	1、基本功能: 工业现场总线健康测试。 2、主要应用: 现场总线 (FF, Profibus, CAN, Modbus, Ethernet, RS-232, RS-484 等)。谐波分析。 3、主要特点: 总线运行状态模式可以测量工业总线和网络 (如 CAN 总线、Profi 总线、RS-232 等) 中的电气信号, 并明确地指示信号是好还是差。Fluke 125 可在电气信号通过网络传输时验证电气信号的质量。它检查信号的电平和速度、传输时间以及失真, 然后与相应的标准值进行比较, 从而帮助用户找出错误, 如不正确的电缆连接和端接器等。它能帮助用户找出错误的根源, 以防通信中断。支持所有常见的工业网络类型!		电气控制信号检测; 其他可选型号 F123, F124

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
5 (续)	工业便携式示波表	F125S	4、基本技术指标: ● 双输入 40 MHz 数字示波器 ● 两个 5,000 计数的真有效值数字多用表 ● 自动测量 ● 双输入 TrendPlot™ 记录仪 ● 即触即测 (Connect-and-View™) 触发功能免去了手工操作的麻烦 ● 屏蔽测试线可用于示波器、电阻和通断测量 ● 随附的 10:1 电压探针可用于高频率测量 ● 电池寿命超过 7 小时 ● 600 V CAT III 安全认证 ● 采用光隔离接口进行 PC 连接 ● 坚固耐用的小型便携包 ● 电力测量适用于单相系统和负载均衡的三相系统。 Fluke 125 可以在宽广的频率范围内直接显示总功率 (W)、视在功率 (VA)、无功功率 (VAR) 和功率系数 (PF), 包括马达驱动和变频器的数据。因此, 用户可以查看在机器启动期间或在不断变化的操作条件下获得的各种电力测量值, 从而方便地观察各种效果。电流钳表以标准配件的形式随机附带。 ● 谐波模式通过图形显示谐波 (多达 33 个谐波), 有助于用户发现问题, 例如存在较大的非线性负载 ● RPM 和 Hz 读数适用于电动引擎和内燃机 ● Vac pwm 适用于马达驱动输出, 读取马达自身所经历的真实输出电压 ● 低电阻测量可以为马达绕组等设备提供 0.01 欧姆的分辨率		电气控制信号检测; 其他可选型号 F123, F124
6	高级全彩工业总线便携式示波表 	F225C	1、基本功能: 工业现场总线检测及故障诊断。 2、主要应用: 检查现场总线 (FF, Profibus, CAN, Modbus, Ethernet, RS-232, RS-484 等) 电缆设施安装的电缆是否符合技术规格: 网段长度、隔离、电缆阻抗、在需要的位置加载负荷 (不应过多和过少!)、导线粗细, 等等。检查电气信号: 信号是否存在? 是否符合技术规格? 幅度、偏置电压、上升/下降时间、脉冲宽度、偏差, 等等。信号是否受到干扰: 信号能被正确读取吗? 噪声干扰、反射、共模信号、接地错误, 等等。 3、主要特点: 使用自动测量和分析功能验证工业总线系统的电气参数, 使用自动读出和参数验证 (良好/弱/差) 的波形参数分析。 4、基本技术指标: ● 双输入通道 100 – 200MHz 带宽 ● 高达 2.5GS/s 的实时采样率 ● 可选择高分辨率的彩色显示屏 ● 3,000 点/通道的高分辨率波形 (新) ● 即触即测 (Connect-and-View™) 自动触发和各种手动触发模式 ● 利用 FFT 进行频谱分析 ● 数字余辉, 可以象模拟示波器一样分析复杂的动态波形		电气控制信号检测; 其他可选型号 F196C, F199C

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
6 (续)	高级全彩工业总线 便携式示波表 	F225C	●快速的显示刷新率，可以即时观察动态信号 ●自动捕获和回放 100 个屏幕 ●在示波记录 (ScopeRecord™) 模式下，每通道 27,500 点的记录长度 ●趋势绘图 (TrendPlot™) 无纸记录仪，可以进行长达 22 天的趋势分析 ●高达 1000 V 的独立浮地隔离输入 ●波形参考，用于波形的直观比较和自动通过 / 失败测试 ●V_{pwm} 功能，用于马达驱动和变频器等应用 ●1000 V CAT II 和 600 V CAT III 安全等级 ●4 小时可充电镍氢电池组		电气控制信号检测；其他可选型号 F196C, F199C
7	数字绝缘测试仪	F1587	1、基本功能：1000V 新型数字式绝缘电阻测试仪。 2、主要应用：绝缘测试：(1) 电力网站和用电设备；(2) 工业过程中的计算机自动控制和驱动系统等等。 3、主要特点：可在直流电压下测试断路器、发电机、电动机和电缆的绝缘情况。 4、基本技术指标：绝缘电阻测量电压范围：50-1000V；绝缘电阻至 2G 欧姆；交流电流测量：400mA/60mA。		其他可选型号：F1577, F1508
8	高压数字绝缘测试仪	F1550C	1、基本功能：新型数字式绝缘电阻测试仪，用户可以对 IEEE 43-2000 标准所规定的全部范围内的电压进行测量。 2、主要应用：测量各种高压设备，例如开关柜、电机、发电机和电缆等的绝缘电阻。 3、主要特点：该款电阻测试仪为最高质量标准监造，3 年保修期，以及 CAT IV 600 V 安全等级。 4、基本技术指标： ●测量电压可达 10 kV，因此可以满足所有的使用要求 ●具有 CAT III 1000 V、CAT IV 600 V 安全等级 ●电压击穿检测功能可以提醒用户注意，告诉用户有电压存在，并且电压读数已经达到交流或直流 600V，从而提高了用户的安全性 ●可选择的测试电压：250V ~ 1000V（每档 50V），1000V 以上（每档 100V） ●可存储高达 99 个测量数据，每个数据都带有唯一的、由用户定义的标签，以方便用户检索 ●配有长效能电池，在两次充电之间，用户可以进行 750 次测量 ●自动计算介质吸收比 (DAR) 和极化指数 (PI)，无需用户另外设置 ●在高阻抗测量时，保护系统可消除表面漏电流的影响 ●大型数字 / 模拟 LCD 显示，便于观察和读数 ●可对电容和漏电流进行测量 ●配有用于击穿测试的斜坡函数 ●电阻测量可达 2TΩ ●对于定时测量，其定时器的设定时间可长达 99 分钟		其他可选型号：F1577, F1508

序号	名称	型号	功能及规格	高清图片	备注
9	接地电阻测试仪	F1625	1、基本功能: 用于各种建筑物、工业系统和装置的接地系统电阻的测量。 2、主要应用: 接地电阻测试、等电位电阻（过渡电阻）测试、土壤导电率测试、回路通断测试。 3、主要特点: 三极和四极接地电阻测量以外，还提供了无辅助极测试的方法，可准确地测量单点和网状接地系统中的每个接地电极的电阻，而无需断开任何并联的接地极。 4、基本技术指标: RA 3 极 /4 极: $0.001\Omega \sim 19.99K\Omega$。RA 3 极 /4 极，带电流钳: $0.001\Omega \sim 19.99K\Omega$。无辅助极: $0.001\Omega \sim 199.9\Omega$。RA 3 极 /4 极: $0.001\Omega \sim 299.9K\Omega$。RA3 极 /4 极，带电流钳: $0.001\Omega \sim 29.99K\Omega$。无辅助极: $0.001\Omega \sim 29.99K\Omega$。		其他可选型号: F1621, F1625
10	便携式振动测试仪	F810	1、基本功能: 诊断动设备不对中，不平衡，磨损，松动故障。 2、主要应用: 检测诊断电动机、风扇、鼓风机、皮带和链条驱动器、变速箱、联轴器、离心泵、活塞泵、滑片泵、螺旋桨泵、螺杆泵、旋转式螺纹/齿轮/凸轮泵、活塞式压缩机、离心式压缩机、螺杆式压缩机、紧密连接的机器、心轴。 3、主要特点: 便携，现场诊断查障，预装振动专家分析系统。 4、基本技术指标: 轴向、径向、切向三轴传感器带宽: 2Hz-20KHzFFT 频谱分析 2G 存储卡，可扩充至 4G 交流供电/锂电池，工作时间 8 小时；便携式，坚固耐用中文操作界面数据导出，报告功能校准周期: 2 年。		更多规格型号 可选

新建电厂热工实验室及现场热工检修配置

适用于2*600MW 机组新建发电公司

序号	名称	仪表型号	仪表功能及规格	数量	备注
一.温度仪表测试和校验设备					
1	热电偶, 热电阻传感器自动检定系统, 包括:	6331WGQ	可对热电偶 (300~1200℃), 分度号 B; K; N; E; J; S; 进行自动校准。2. 可对热电阻 Cu50、Pt100(二线制、三线制和四线制) 进行自动校准。3. 自动控温, 自动检定, 自动记录和打印检定证书。4. 具备温度补偿功能。5. 可对检定装置的性能参数进行自动认证、测试, 自动报表	1套	温度元件自动检定系统
2	深井台式恒温槽	6331	35℃-300℃ 介质硅油 全量程范围稳定性不低于: 0.015℃; 液位高度不低于 450mm	1	做为热电阻/热电偶检定的恒温场
3	冰点槽	7911A2	温度范围 0℃; 稳定性 0.002℃	1	做为热电阻/热电偶检定的恒温场
4	高温卧式检定炉	9112B-B	温度范围: 300℃-1100℃; 全量程稳定性好于 0.1℃; 插入深度大于 400mm; 升温时间 900℃以内不超过 40min; 1100℃不超过 3 小时	1	做为热电阻/热电偶检定的恒温场
5	大孔插块	3112A	直径 40mm 大孔, (也可定制)	1	配合高温热偶检定炉的大孔插块
6	堆栈式测温仪	1560-256	测温仪主机用于提供电源, 数据输入, 通道选择, 数据显示, 显示控制以及数据通讯	1	可实现热电偶、热电阻的全自动检定, 最终打印出检定记录及证书, 一次可检定 5 支以上热电偶/热电阻,
7	热电偶多路扫描模块及连接件(12 通道)	2566	12 通道 热偶连接件(12) K 型, E 型各 12 个 S 型 1 个	1	读取 12 路各类热偶的输出
8	热电阻多路扫描模块及连接件(8 通道)	2562	8 通道 热阻连接件 2382(8 个)	1	读取 8 路两线, 3 线, 4 线铂电阻温度计或热电阻(RTD)输出
9	笔记本电脑		P4 1.86Ghz, 讯驰技术, 512 内存, 60G 硬盘, 独立显卡, 64M 显存, 100M 网卡, 802.11BG 无线网卡, DVD+CDRW。	1	数据分析存储
10	激光打印机		HP	1	数据, 报告打印
11	自动校验软件和中文报告软件	9938/RPC	9938-25/RPC-9938	1	中文界面的自动检定软件和检定报告软件
12	液位提升器	2019-DCB	可随意控制恒温槽液位高度	1	选件
13	热偶热阻夹具	2050	用于夹持被检测热偶、热阻	1	选件
14	硅油		20 升	1件	选件
15	二等标准热偶	5650-21		2	配套
16	二等标准热阻	5650-20		2	配套
17	便携式干式校验炉	9142	插入深度不少于150mm, 2. 对温度开关可以自动记录开点温度和关点温度, 并计算出切换差值。3. 快速升温 and 快速冷却。4. 按设定值升温并恒定 5. 自动存储。25℃-150℃ 稳定性 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ @ 全温范围	1	可选择带过程测量选件及其他选配件
18	便携式干式校验炉	9144	插入深度不少于150mm, 2. 对温度开关可以自动记录开点温度和关点温度, 并计算出切换差值。3. 快速升温 and 快速冷却。4. 按设定值升温并恒定 5. 自动存储。50℃-660℃ 稳定性 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ @ 660℃	1	可选择带过程测量选件及其他选配件
19	手持热电偶校验仪	F714	模拟/测量 K,E,J,T,B,S,R,U,L 型热电偶, 不确定度: $\pm 0.015\% \text{RD}$ (-10-75mv)	2	现场便携温度二次仪表校验装置, 对温度二次仪表, 变送器进行测试校准
20	手持热电阻校验仪	F712	F712 模拟/测量 Pt100、200 500 等各种热电阻, 不确定度: $\pm 0.025\%$	2	
21	热电偶插头连接件	F700TC1	F700TC	2	
22	手持式红外测温仪	F568		2	温度非接触检测
23	标准电阻箱		0.001,0.01,0.1,1,10,100,1000,10000,100000 欧	2	实验室配套

序号	名称	仪表型号	仪表功能及规格	数量	备注
二.压力仪表测试和校验设备					
1	多功能综合智能校准器	F744HART	能够输出电压、电流、电阻、频率、函数以及模拟热电偶/铂电阻输出温度；又有测量电压、电流、电阻、频率、温度、压力的功能输出 电压：0-100V，最优一年技术指标 30ppm+3uV；输出电流：0-100mA，最优一年技术指标 50ppm+1uA 输出电阻：5-4000 Ω，最优一年技术指标 0.015 Ω 热偶输出温度（B、C、E、J、K、L、N、R、S、T、U）：0.14℃（E 型）RTD 形式输出温度，-200℃-800℃，最优技术指标：0.04℃ 测量电阻、热偶形式测温、铂电阻形式测温，配合 Fluke700 系列和 PXX 系列压力模块可以测量压力	1	输出和测量压力及各种电信号及温度信号。用于实验室及现场的温度和压力，以及控制电量，电气信号的试验和校准。
2	数字压力标准模块	F700p05 F700p06 F700p27 F700p07 F700p08 F700p09 F700p29 F700p30 F700p31 F700pD2 F700pD F700pD	207Kpa 精度不低于 0.025%FS 690Kpa 精度不低于 0.025%FS 2Mpa 精度不低于 0.025%FS 3.4Mpa 精度不低于 0.025%FS 7Mpa 精度不低于 0.025%FS 10Mpa 精度不低于 0.025%FS 21Mpa 精度不低于 0.05%FS 34Mpa 精度不低于 0.05%FS 69Mpa 精度不低于 0.05%FS (-34-34Kpa) 精度不低于 0.15%FS (-7Kpa-7Kpa) 精度不低于 0.05%FS (-103-100Kpa) 精度不低于 0.05%FS	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	做为数字压力标准，配合多功能校准主机进行压力仪表校准测试和检定。可建标，可独立溯源。具有完全的互换性，数字信号传输，包括和主机通讯的 1m 通讯电缆
3	手持式真空低压压力测试泵 手持式低压压力测试泵 手持式气压测试泵 手持式高压液压测试泵 配套连接管件(包括高压测试管)	F700LTP-1 F700PMP F700PTP-1 F700HTP-1 F700HTH-1	量程：-85Kpa-200Kpa 正负切换阀，调节阀 量程：0-1000Kpa 量程：-85Kpa-4Mpa 量程：0-70Mpa 量程：0-70Mpa	2 2 2 2 2	用于现场测试和校验的压力发生装置
4	气体真空压力表校验台 气体型 压力表校验台 液压型 电动真空测试泵 配套连接管件	P5510 P5515 F700PACC	量程：90% 真空 -2Mpa，压力真空复合型 量程：0-70Mpa 矿物油/水。基于标准活塞压力系统，大体积系统快速打压，无需阀门操作。 (-100Kpa-0) fittings and hoses	1 2 1 2	实验室压力发生装置，配合压力数字标准和校验仪完成压力测试，校验和检定 系统配套
5	手持一体微压校验仪	F7181G	(-7Kpa-7Kpa) 内置标准传感器精度：不低于 0.05%FS；内置泵；集成开关测试，电流测试，误差计算，24V 回路供电功能	2	紧凑便携，手持而易于携带，一体式设计，适用于现场苛刻环境下的压力仪表的测试诊断和校准工作；手持自动压力校准器 F719 系列可选
6	手持一体压力校验仪	F71830G	(-90Kpa-200Kpa) 内置标准传感器精度：不低于 0.05%FS；内置泵；集成开关测试，电流测试，误差计算，24V 回路供电功能	2	
7	手持一体压力校验仪	F718100G	(-90Kpa-700Kpa) 内置标准传感器精度：不低于 0.05%FS；内置泵；集成开关测试，电流测试，误差计算，24V 回路供电功能	2	
8	手持一体压力校验仪	F718300G	(-90Kpa-2Mpa) 内置标准传感器精度：不低于 0.05%FS；内置泵；集成开关测试，电流测试，误差计算，24V 回路供电功能	2	
9	精密表 0.1 级(0.25 级)	YB150	(-0.1~0MPa, 0~0.1MPa, 0~0.16MPa, 0~0.25MPa, 0~0.4MPa, 0~0.6MPa, 0~1.0MPa, 0~1.6MPa, 0~2.5MPa, 0~4.0MPa, 0~6MPa, 0~10.0MPa, 0~16MPa, 0-25Mpa, 0-40Mpa, 0-60Mpa 各 2 块	1 套	配套

序号	名称	仪表型号	仪表功能及规格	数量	备注
10	双量程双活塞标准压力计	P3124	0.1-70Mpa 精度: 0.015%rdg 两套独立活塞系统, 可有效拓宽活塞量程, 一套使用时, 另一套自动处于保护状态, 无须切换内置独立加液系统, 快速加液, 压克力透明储液罐直接观察余量及清洁程度; 满足最新规程 全量程使用癸二酸乙酯介质, 砝码为第三代无磁性不锈钢材料, 完全符合新的活塞规程		
11	真空气压活塞标准压力计	P3025(选件 C)	-0.1—3.5Mpa 精度: 0.015%rdg 真空气压合二为一, 配置内置气压真空一体手泵		
三.电气控制及回路信号检测和校验设备					
1	掌上多功能认证可编程校验仪	F741B	温度: B,E,J,K,N,R,S,T,U,L 带自动参考点温度补偿 Pt100,200,500,1000 压力: 全量程(取决于压力模块)电流: M: $\pm 110\text{mA}$ 电压: M: $\pm 300\text{V}$ S: 0-15V 频率: 1-50KHz; S: 0.1-10V 可调正弦, 脉冲回路: 24/28V 其他: 自动存储和记录 8000 个数据组 232 串行接口; 上传下载数据 可编程, 自动/手动校验	2	测量, 模拟, 输出各种工艺标准信号, 可同时输出并进行测量, 多参数: V, mV, mA, Hz, TC, RTD, P 等, 可与 HART 智能仪表通讯, 可自动修正智能仪表传感器和输出偏差
2	多功能现场热工信号校验仪	F726	mA 测量精度: 0.01%rdg, 可进行变送器误差计算 250 欧 HART 电阻自动接入, 压力开关测试; 100mV/30V 测量 0-10V 输出; 准确度 0.01%rdg; 频率: 方波 1CPM-15KHz	2	测量, 模拟, 输出各种工艺标准信号, 可同时输出并进行测量, 多参数: V, mV, mA, Hz, TC, RTD, P 等
3	便携电压电流现场回路校验仪	F715	电压输出/测量: 0-10V, 确定度: 0.02%; mA 测量/输出: 0-24mA, 准确度: 0.015%, 0.001mA 电流分辨率; 内置 24V 电源;	4	控制回路检测诊断
4	电流现场回路校验仪	F707	mA 测量/输出: 0-24mA, 准确度: 0.015%, 0.001mA 电流分辨率; 电压测量: 0-28V, 准确度: 0.015%; 内置 24V 电源; HART 模式自动接入 250 欧姆电阻, 支持与 HART 仪表兼容的 mA 测量和输出	4	控制回路检测诊断
5	过程多用表 (DMM+LOOP)	F789	F789 (= 高级万用表 +707)V/mA/A/Hz/欧姆/通断/测试; mA 信号模拟/输出; 24V 回路供电	4	回路及仪表电气检测
6	可调直流稳压电源装置(便携式)		0-30V, 0-3A (2 组可调)		现场配套
7	可调直流稳压电源装置(固定式)		0-30V, 0-3A (3 组可调)		实验室配套
8	mA 型过程钳型电表	F773CHN	免拆线钳型或在线进行 mA 测量; 模拟输出 mA; DCV 输出及测量, 24V 回路电源	4	DCS, PLC I/O 测试 回路故障诊断
9	高级数字万用表	F289	5 位 趋势绘图 存储	4	通用工具
10	工业数字万用表	F17B	三位半 LCD	20	个人工具
11	数字绝缘测试仪	F1587	测试电压: 50V 250V, 500V, 1000V 0.2 M Ω ~ 4000M Ω	1	仪表绝缘测试
12	接地电阻测试仪	F1623KIT	测量量程: 0.001 Ω ~ 19.99 k Ω ; 分辨率: 0.001 Ω ~ 10 Ω 2000 字 LCD 显示	1	系统接地电阻测试
四.振动与转速测量和校准设备					
针对位移实验装置, 一般可向 TSI 的供应商(如本特利)订购适合本工程所采用的 TSI 校验装置.					
1	电涡流探头校验仪		配合 TSI	1	
2	转速标准装置		转速范围 (可顺时针或逆时针旋转): 20 ~ 6600r/min 转速不确定度: 优于 3×10^{-4} 转速稳定度: 优于 1×10^{-4}	1	

序号	名称	仪表型号	仪表功能及规格	数量	备注
五.其他较修工具					
1	仪表专用检修工具		含各种尺寸, 各种制式的螺丝刀, 扳手(活, 十字, 一字, 内六角等), 管钳, 手钳, 剥线器等		种类尺寸繁多, 根据需要配置
2	仪表推车(双层)				
3	电烙铁		25w 40w 各 个		
4	标线机				
5	无线对讲机		防爆		
6	游标卡尺				
7	千分尺		最小分度 0.01mm; 量程: 0-10mm		
8	大气压力计				
9	角度表				
10	吸尘器				
11	正反冲击钻				
12	应急灯				
13	电冰箱				
14	抽油烟机				
15	温湿度计				
16	小型电焊机 交流弧焊机: 220VAC, 1KW				
17	手提砂轮机 角磨机 (直径 150mm) (德国博世)				
18	锯弓(含锯条)				
					

重点产品与应用

Fluke 771/772/773 高效安全的回路排障工具

- 突破性设计：无需“断开回路”，即可测量 4 至 20 mA 信号。
- 调校带反馈回路的阀门，PLC+DCS 的测试及排障。
- 提供 4 至 20mA 电流信号输出（以线性斜坡或 25 % 步进输出）及 24V 回路供电。
- 同时毫安输出/测量功能，便于阀门或毫安隔离器调校/排障为被测设备提供毫安输入信号并同时测量其 4 至 20mA 输出/反馈信号（限 773）。
- 钳口测量毫安电流连续输出功能。配合使用无纸记录仪或 Fluke 289，在不断开回路的情况下就能监测和记录 4 至 20mA 信号，帮助排除回路故障（限 773）。
- 测量 0-30VDC，输出 1-5VDC 及 0-10VDC（限 773）。



Fluke 744 多功能过程认证校准器

- 用于测量传感器、变送器和其他仪器的电压、电流 (mA)、RTD、热电偶、频率，以及电阻。
- 输出 / 模拟变送器校准所需的电压、电流 (mA)、热电偶、RTD、频率、电阻，以及压力。
- 电流测量的同时为变压器提供回路电源
- 使用 29 块福禄克 700Pxx 29 压力模块测量 / 输出压力。
- 编制并运行 as-found/as-left 程序，以满足质量计划和规定。按照所选文件格式记录测量结果。
- 福禄克 744 几乎可以完成单独通讯器所完成的所有通讯任务。事实上，它可以提供 HART275 通讯器的通讯能力。



Fluke 719 便携式自动压力校准器

- 采用电动气泵，单手即可完成压力校准。
- 压力测量不确定度同类产品中最优，仅有 0.025%。
- mA 级信号测量和信号源的准确度高达 0.015%。
- 207KPa (30 PSI) 和 689KPa (100 PSI) 压力量程。
- 通过 29 个 700Pxx 压力模块中的任何一个模块来扩展压力量程。
- 在压力测量的同时寻源 mA 以测试阀和 I/P 变送器。
- 模拟 mA 信号以对 4-20 mA 环路进行故障排查。



Fluke 726 过程校准器

- 更加精确地测量和校准输出性能，准确度高达 0.01%。
- 两个相互独立的通道；允许同步测量、输出和查看过程信号。
- 测量电压、毫安、RTD、热电偶、频率和电阻，以便测试传感器和变送器。
- 输出/模拟电压、毫安、热电偶、RTD、频率和压力信号，以便校准变送器。
- 使用 29 个 Fluke 700Pxx 压力模块中的任何一个测量或输出压力*。
- 使用同步压力测量值输出毫安信号，从而执行阀门和 I/P 测试。
- 集成式压力开关测试允许您捕获开关的设置、重新设置和盲区。
- 存储器可以存储多达 8 个校准结果，并从现场返回存储的校准数据以供将来分析。



重点产品与应用

在锅炉控制及监测系统设备校检中的应用

【摘要】:

本文在我院多年锅炉系统现场计量检测工作基础上,对FLUKE743B的主要特点及其应用进行了归纳分析,旨在寻找讨论实验室校准向现场计量发展的新途径。

1. 前言

过程控制与现场检测,是现代计量工作发展的必然趋势,因为过程控制、现场检测不仅能节时省力、提高效益,而且,在大型控制与监测系统中,还能够避免因为拆卸、运输带来的损坏,减少实验室校准环境与实际使用环境差别过大而引出的不确定度分量,因此,为了提高服务质量,增强现场校准意识,使计量由实验室逐步走向科研生产、民品开发现场,我们专门购置了FLUKE 743B过程仪表,并首先对锅炉控制及监测系统中温度、压力等二次仪表,变送器进行了现场校准,经过几年的实践与运作,取得了简单方便、省时省力、结论准确可靠的良好效果。

2. FLUKE 743B 在锅炉控制与监测系统设备计量校 / 检中的应用

2.1 锅炉控制与监测系统的特点

锅炉控制与监测系统是锅炉运行安全可靠的中枢,它涉及的设备种类多,测量范围广,包括温度、压力、流量等二次仪表、变送器、调节器、操作器、阻尼器、记录仪、电工仪表等,这些仪表或设备型号种类全,数量多,精度范围不统一,而且,安装结构部位复杂,拆卸校/检、复位安装、运输等极其困难,因此,经常出现由于仪表数量多,而导致的安装、复位查找困难,易于出错的现象,但是,这些设备,往往又直接影响着锅炉系统工作的安全与可靠性,影响供暖工作的顺利进行,进而影响整体各项工作的顺利展开,因此,对使用人员来讲,每年定期的拆卸、送检,是一项不可缺少但又十分麻烦的技术保障工作,为此,我院计量相关部分及人员通过反复研究分析410锅炉房控制与监测系统的构成特点,决定由相关计量技术人员开发利用FLUKE743B过程仪表,于每年的7-9月份对该系统实施现场计量校/检,这样,既减轻了使用人员的负担,满足了系统工作安全可靠性的要求,又弥补了其它计量标准装置或系统构成复杂、不适宜带到现场等的不足。

2.2 FLUKE 743B 的主要特点与应用

FLUKE 743B 过程仪表既可以用作电压、电流、压力、电阻、频率等标准源,又可以用作相同参数的标准表,同时进行

输出和测量,还能够记录并保存校准结果。在锅炉控制与监测系统的计量检定、故障诊断与维修工作中,能进行温度、压力、电压、电流、电阻等的校准,另外具有表压、差压、复合压力、绝对和真空压力表、变送器的测量与校准等多重功能。经过几年的实践发现,利用FLUKE743B能完成锅炉控制与监测系统中多数参数测量仪表的现场校/检任务。而且,FLUKE743B本身的溯源性、置信水平、环境适应能力、安全可靠性等也基本能够符合各参数仪表的校/检与使用要求。

2.3 利用直流电流、电压源功能,进行电流表、电压表、流量开方计算器、阻尼器、调节器、操作器、记录仪等校/检。

据统计,我院仅410锅炉房,其控制系统中的电压,电流表就有近百块(其精度范围一般为1.5级、2.0级、2.5级),调节器、记录仪,阻尼器等也有80多台件,经核查与实际工作证实,FLUKE743B的相关功能与技术指标(测量范围、精度等级、阻抗要求),能够满足其现场校/检的要求。

核查与实际工作证实,FLUKE 743B的相关功能与技术指标(测量范围、精度等级、阻抗要求),能够满足其现场校/检的需求。

2.4 利用压力源功能,进行压力表、压力真空表等的校/检

压力表属于国家规定的强检项目,在锅炉系统中,它更是涉及人身与国家财产的安全的检测设备,因此校/检周期短,要求高。我院410锅炉房控制与监测系统中,共有各种压力表200余块,且压力测量的范围、精度等级、接头、介质类型等各不相同,为此,我们根据FLUKE 743B的功能。性能与结构特点,利用专用压力泵,并设计加工了不同的转接头和相关配件,使现场校准工作简单、方便、易于进行,确保了各类压力仪表的及时校/检。

2.5 利用压力源及电流表功能,进行压力变送器、电动压力变送器、蒸汽压力变送器、水位变送器、流量变送器及膜合压力计等各种类型,主要用来监测锅炉压力、水位、蒸汽、水流量等关键参数,是锅炉安全性能的保障系统,我们在合理利用专用压力泵的同时,结合使用环境及仪表本身的结构特点,

先后加工了多种压力转接头,解决了FLUKE 743B与各类变送器不匹配的问题。

2.6 利用标准电阻及电流与电压表功能,进行温度二次仪表的校/检。

二次仪表是锅炉控制与监测系统中的重要监测设备,在410锅炉房具有不同型号、种类、测量范围的温度二次仪表十台件,结合其输入信号类型与范围,我们借助了FLUKE 743B的相关源功能与测量功能,同时解决了一次仪表与二次仪表的现场标定问题。

2.7 利用频率测量功能,进行锅炉控制与监测系统供电电源的在线测试。

在现场校/检的过程中,有时会出现信号不稳、偏差大等现象,因此,我们随时借助743B的频率测量与源功能进行系统或单台件设备的在线干扰测量与性能验证,从而达到了及时了解设备与电网状况的作用。

3. 现场计量应注意的几个问题

现场计量不像实验室那样环境稳定、设施齐全,因此,在确保计量校/检结果准确可靠的基础上,还应注意人员、设备等的安全性,一般应注意以下事项:

- a. 除了按照相关检定规程进行单台件设备的计量特性校/检,使其满足预期的要求外,还应对组成系统各设备的状态、功能、性能及各部位配合的密封性进行确认。
- b. 在环境较为恶劣的校/检现场,应对相关校/检结果进行必要的修正,将不合格或使用中可能出现的不满因素,减少到最小程度。
- c. 注意人调配,设备、工具使用的协调性(尤其是在锅炉监测与控制系统中设备往往是以锅炉为中心,上下左右、楼上楼下、分散布局,且工作现场的障碍物极多),防止安全事故的出现。

4. 结束语

通过对743B的研究运用,我们不仅解决了本单位锅炉控制与监测系统的现场计量校,检问题,提高了计量技术人员的现场服务意识,自觉深入本专业一线,了解设备校/检现状与需求,而且在其它系统(如动力设备、发动机检测系统、例行试验系统等)或设备的现场计量服务,型号专用测试设备的现场计量确认等方面也积累了一定的经验,起到了在市场经济下,宣传和发展计量的积极作用。此项工作的内容与原理并不高深复杂,但却使我们明白了一个道理:那就是,计量技术与管理必须树立计量的现场、实时、智能概念,用小的投入,解决大的问题,从而增强计量的市场竞争力和企业对计量工作的重视程度。

重点产品与应用

建立压力变送器计量标准

【摘要】：本文对用FLUKE过程仪表认证校准仪配FLUKE数字压力模块建立压力(差压)变送器计量标准的系统配置,标准器选用等作了介绍,并介绍了变送器计量标准装置输出电流测量的不确定度评定方法。

【关键词】：计量标准装置;压力变送器;FLUKE数字压力模块。

压力(差压)变送器是一种将压力(差压)变量转换为可传递的统一输出信号(现常用4~20mA)的仪表。是随着科学技术和工业测控技术要求及自动化水平提高而迅速发展起来的新型压力测量仪器。在电厂及其它行业都越来越多的使用压力(差压)变送器来测量压力、差压、流量、液位信号,它具有压力(差压)表等无法比拟的优点,可远距离传输信号、智能化程度高、调整方便等。但是,一直来压力(差压)变送器的检定设备却仍停留在原始落后的状态,一般用活塞式压力计配精密压力表作为校验设备,远远跟不上压力(差压)变送器的发展步伐,使用的复杂繁琐和精度等级低,使国内的发电厂很少有建立检定压力(差压)变送器的计量标准。近年来,随着生产过程控制要求的不断提高和企业完善计量检测体系的要求,加上高精度的数字压力表(压力模块)的日渐普及,建立检定压力(差压)变送器的计量标准的呼声也日渐高涨。为此,我们选用美国FLUKE公司生产的过程仪表认证校准仪配FLUKE数字压力模块,建立了一套用数字压力模块构成的压力(差压)变送器计量标准。

一. 适用范围

适用于新制造、使用中和修理后的量程为-100kPa~34MPa的,精度为0.5级及以下的各种进口、国产电动压力(差压)变送器的检定。

二. 依据标准

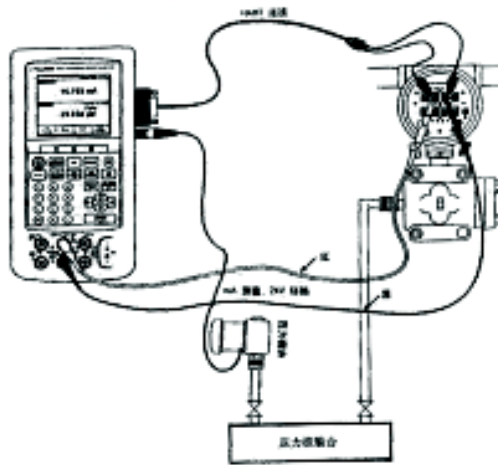
JJF1033-2001 计量标准考核规范。

JJG882-94 压力变送器检定规程。

三. 标准器的配置

选用美国FLUKE公司生产的FLUKE 743B、FLUKE 744过程仪表认证校准仪配八块FLUKE数字压力模块(F700PV4-100kPa~0kPa、F700P22 0~7kPa、F700P23 0~34kPa、F700P24 0~100kPa、F700P06 0~700kPa、F700P09 0~1034kPa、F700PD7 -100~1400kPa、F700P30 0~34MPa)作为压力标准器。电流标准器用FLUKE743B、FLUKE744内的0.05级mA

输入测量。FLUKE744集成了HART通讯功能,可用来校准,维护和故障诊断HART协议的智能仪表,能不需智能变送器的手操器直接对目前电厂中常用的各种HART协议的智能变送器如ABB、E+H、Honeywell、Rosemount、横河EJA等的多种型号的变送器进行检定。变送器检定时用FLUKE743B或FLUKE744提供24VDC环路电源。系统连接如图一。



图一 变送器检定系统连接图

四. 配套设备

为了达到《压力变送器检定规程(JJG882-94)》中密封性检查的要求,需选用进口或国产的活塞式压力校验台,一般选0.1~0.25MPa, 0.04~0.6MPa, 0~6MPa, 0~60MPa四个压力校验台。手动压力泵很难达到密封性检查加压到测量上限值,切断压力源,密封15min,在最后5min内压力下降(或上升)值不得超过测量上限值的2%的要求。

其他配套设备:绝缘电阻表,直流电阻箱,真空泵及储气罐,秒表等按规程要求配置。

五. 建标过程中需做的试验

1. 比对试验:

用被考核的计量标准测量一稳定的被测对象(压力变送器),

得到的测量结果为 y ；然后将该被测对象送到具有更高一级的计量标准部门进行测量，得到的测量结果为 y_0 。

$$\text{则: } |y - y_0| \leq \sqrt{u^2 + u_0^2}$$

u — 本级的扩展不确定度

u_0 — 上一级的扩展不确定度

2. 重复性试验:

用该计量标准对一稳定的对被测对象在重复性条件下进行重复测量 10 次或以上，计算出实验标准差是 $S(y)$ 作为该计量标准装置的测量重复性，其值应不大于测量不确定度评定中所采用的重复性数据。

六. 压力(差压)变送器输出电流误差测量结果的不确定度评定

1. 选定一个典型的被检对象——压力(差压)变送器;

选一个典型的检定点。

2. 检定方法及原理:

压力变送器是一种将压力变量转换为可传递的统一输出信号的仪表,而且其输出信号与压力变量之间有一给定的连续函数关系,通常为线性函数。二线制电动变送器检定原理框图见图二。按图一的连接,将变送器按规定工作位置安放,并与压力标准器,输出负载及检测装置连接起来,并使导压管中充满传压介质。检定点应包括上、下限值在内不少于 5 个点,检定点应基本均匀地分布在整個测量范围上,检定时,从下限值开始平稳地输入压力信号到检定点,读取并记录输出 mA 值至下限,并进行基本误差计算,判断是否合格。



图2 二线制电动变送器检定原理框图

3. 建立数学模型

压力变送器输出电流测量的数学模型为:

$$\Delta_1 = I - (I_m \cdot P/P_m + I_0) + \Delta_1 + \Delta_2$$

式中: Δ_1 —— 变送器的输出电流误差;

I — 变送器的输出电流值;

I_m — 变送器电流输出量程;

P — 变送器输入压力值;

P_m — 变送器压力输入量程;

I_0 — 变送器输出起始值;

Δ_1 — 输出电流测量重性的影响量;

Δ_2 — 温度影响量。

4. 压力变送器输出电流误差测量结果的不确定度评定

4.1 输入量的标准不确定度评定: 合成标准不确定度的评定; 扩展不确定度的评定; 计量标准的总不确定度(略)。

4.2 计量标准总不确定度的验证。

将选定的被检压力(差压)变送器送高一标准装置检定后, 将其检定结果与本装置检定结果进行比较, 验证总不确定度。

七. 结束语

我们用 FLUKE743B、FLUKE744 配 0.05 级的 FLUKE 数字压力模块作为计量标准器, 在温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、每 10min 变化不大于 1°C ; 相对湿度为 45% ~ 75%, 振动、磁场不影响压力变送器正常工作的实验室环境下, 得到的计量标准的总不确定度为 0.013mA, 不大于被检压力(差压)变送器允许误差的 1/4, 符合 0.5 级压力(差压)变送器计量标准装置的要求。

参考文献:

- [1](美) FLUKE corporation 著汪铁华译。
《校准_理论与实践》。北京: 中国计量出版社, 2000
- [2] 国家计量检定规程《JJG 882-94 压力变送器检定规程》。
国家质量技术监督局, 1994
- [3] 国家计量技术规范《JJF 1033-2001 计量标准考核规范》。
国家质量技术监督局, 2001

重点产品与应用

智能变送器的校准问题 DCS 系统的回路测试



在今天的过程控制工厂里，大多数新的现场仪器都是智能化 (smart) 的数字仪器。智能的含义就是由微处理器控制的仪器，这种仪器具有额外的功能和数字补偿能力，能够支持多种类型的传感器或者多种变量。和常规的模拟式仪器相比，这些仪器通常都能够提供更好的准确度、长期稳定性和可靠性。

最常见的智能型仪器都带有 HART 通讯协议。在世界范围内的 10000 家工厂里，现在使用着的 HART 仪器有 500 万台以上。HART，即高速可寻址远程变送协议 (Highway Addressable Remote Transducer) 是一种工业标准，它定义了智能现场设备和使用传统的 4-20mA 连线的控制系统之间的通讯协议。

为了维修 HART 仪器，使用的设备需要具有两种能力：精密的模拟源和测量能力以及数字通讯能力。在此之前，进行这种维修工作需要两种单独的工具，即一台校准器和一个通讯装置 (communicator)。现在，只要使用一台 HART 过程校准器 (HART Documenting Process calibrator) 就可以获得这两种工具的能力。这种仪器能够帮助您迅速、有效地维修 HART 仪器。

HART 仪器的校准需求

人们往往有一种错误的概念，即 HART 仪器的准确度和稳定性使它不需要校准。另一种错误的概念是，HART 仪器的校准可以只使用一个 HART 通讯装置，通过重新调整现场仪器的量程 (re-ranging field instrument) 来完成。还有一种错误的概念是控制系统可以以远程的方式来校准智能仪器。所有这些概念都是错误的。所有的仪器都具有漂移，仅仅使用通讯装置重新调整量程并不是校准。要进行校准就需要一台精密的校准器或标准器。使用一台溯源到国家标准的校准器对 HART 仪器定期进行性能检定是很必要的，这是因为：

1. 由于电子电路和主传感元件暴露在温度、湿度、污染物质、振动及其它现场环境因素之下，电子仪器的性能随时间发生变化。
2. 规定职业安全、用户安全及环境保护的各种规程的要求。
3. 对于影响产品质量的所有仪器的质量计划 (如 ISO9000) 的要求。
4. 称重、度量以及监管传递 (custody, transfer) 等的商业要求。

定期的校准也是很要紧的，因为性能检查常常会发现各种并非直接由仪器引起的问题，如固化的 (solidified) 或凝结的 (congealed) 压力管线、热偶类型安装错误或其它的差错和故障。

一个完整的校准步骤包括：校前测试 (as found)，如有必要则进行调节 (Adjustment) 以达到可接受的公差范围之内；以及，如果进行了调节，则还要进行最终检定测试 (剩余测试 as left)。在校准过程中收集的数据则用来形成校准报告，并用文件的形式来表达仪器的性能随时间的变化。

所有的仪器 (包括 HART 仪器) 都必须定期地按照预防性的维护日程进行校准。确定校准间隔时，应当使该校准间隔足够地短，以保证仪器的性能绝不会漂移到其公差范围之外；还应当使该校准间隔足够地长，以避免不必要的校准工作。确定校准间隔的另一种方法是根据关键的过程要求来确定校准间隔，即在每一生产批次之前进行一次校准。

如何对 HART 仪器进行正确的校准

为了按照仪器的应用情况来对 HART 仪器进行校准，了解典型 HART 变送器的功能结构是很有帮助的。附录 A 中由西南研究院 (Southwest Research Institute) 的 Kenneth L. Holladay 撰写的文章说明了一台典型的 HART 仪器的构造，并介绍了正确的和不正确的校准方法。该文章最初发表在 1996 年 5 月份的 Intech 杂志上，并经作者允许重印。

注：如果您对于 HART 仪器的校准不熟悉或者希望对其进行一下回顾，那么现在是一个恰当的暂停的时机。您可以停下来，阅读附录 A 中的文章。文章介绍了 HART 仪器的基本知识，并阐述了对于 HART 仪器的维护非常关键的各种问题。

HART 仪器由三个不同的部分组成 (见图 1)。正确的 HART 校准可能涉及传感器调节 (Sensor Trim) 及输出调节 (Output Trim) 之一或者二者都涉及。不使用校准器而调节量程值 (Range Value) (LRV 和 URV) 并不是校准。而忽略输入部分来进行输出调节也不是正确的校准。如果 PV 和 PVAO 没有用于过程控制，对于在 4-20mA 模拟模式下工作的仪器来说，使用一台校准器来调节量程值可能是一种实际的校准替代方法。

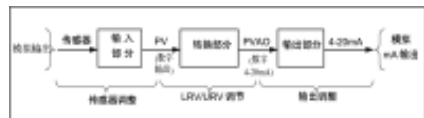


图 1

新的工具使校准工作做得更快

今天,仪器维护的工作已经走出了实验室,而进到现场。这样就可以减少生产过程中的中断,避免了把仪器送回车间所需要的时间和费用。便携式的通讯装置(Portable communicator)和校准器常常一起使用,以完成现场校准的工作。然而,人们希望携带更少的设备在现场进行维护工作的愿望产生了对新型校准工具的需求。



图.2

不需要通讯装置

744 不需要另外的仪器或通讯装置就能进行每天的HART校准和维护工作。它能支持很多常见型号的HART变送器,比任何其它HART现场校准器具有更多的设备专用的特殊命令支持。

- 询问 HART 设备以确定其类型、制造厂家、型号、标识 ID、PV 和 PVAO。
- 对选定的设备进行自动的 HART 传感器调节和输出调节。
- 调节量程 (ranging)、阻尼 (damping) 和其它的基本过程结构设置值 (basic process-configuration setting)。
- 读和写 HART 标志 (HART tag) 和消息域 (message field) 以便对智能变送器重新设定标志(re-label)。
- 按照基本的 HART 结构数据, 克隆另外的变送器。

多种 HART 协议支持

744 支持 HART V5.7 命令。借助 2M8 内存, 744 还可支持相当多的 HART 指令集:

- 基本命令(Universal commands)——提供那些所有现场器件都支持的功能,如读取厂家和型号信息,读一级变量 PV(primary variable)。读电流输出和满量程的百分比。
- 一般命令(Common practice commands)——提供大多数现场器件都支持的功能,如读多变量(Multiple variables),设置时间(Damping time),或进行环路测试。
- 设备专用命令(Device-specific commands)——提供某个特殊现场器件才具有的功能。例如传感器调整(Sensor Trim)。

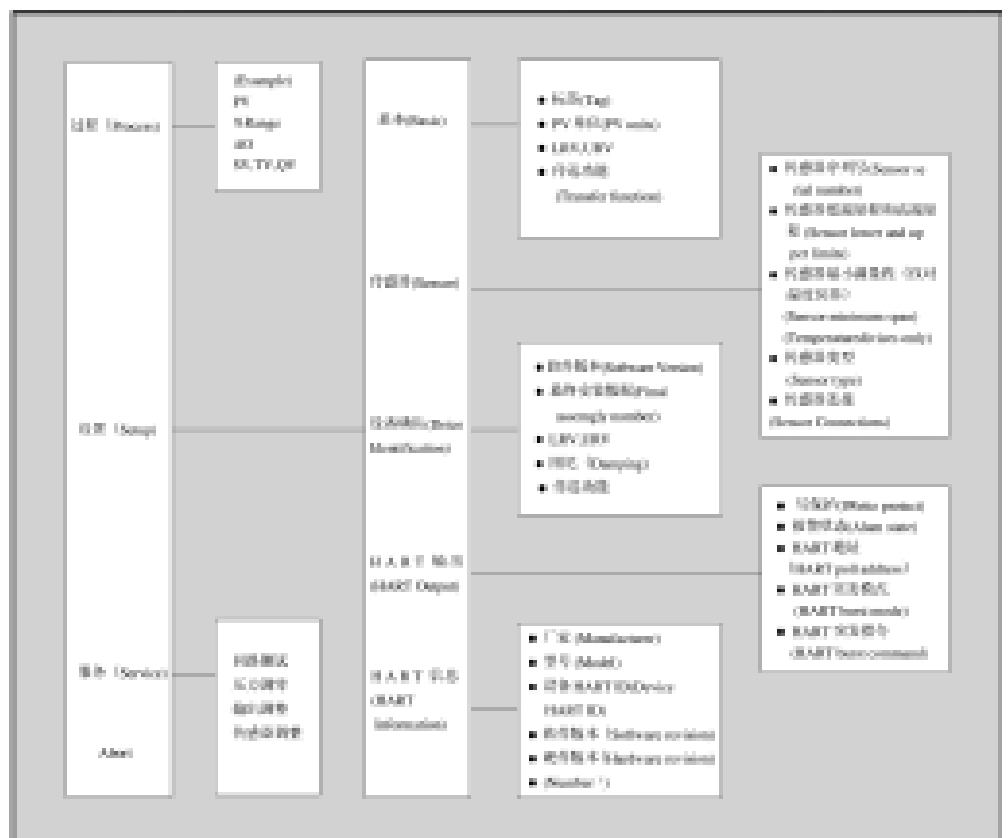
744 支持以下器件：

支持的 HART 工作模式

- 对于最常用的点对点工作(Point to point operation) 模式来说, 将744 连到4-20mA 回路(loop) 中的单个HART 设备上。

制造商	压力仪表	温度仪表
ABB	600T	658T1
ABB	Hartman&Braun	AS800
Conrtans P	Rev 2	
E+H	CERABAR1 DELTABAR1	
Honeywell	ST3000	
Moore		3441
Rosemount	1151s 2088 3001C 3051C	3044C 6441 3144
Siemens	SITRANS P_DS SITRANS P_ES	
SMAR	LD301 Rev3	TT3011
Yokogawa	EJA Diferential	YIA 110 and 310 REV1&2
Foxboro	1/A Rev T	RTT20/Eckara t120 REV T

表 1. ¹ 设备不支持传感器调整 (Sensor Trim)



- 在多回路(Multi-Drop)模式中,可以把几台 HART 仪器用总线连接起来。744 能搜索每一台设备,识别其使用的地址,并使您能够选择某一仪器以进行校准及相关的操作。
- 在突发(Burst)模式下,HART 仪器不等待主机讯问就发送数据串(bursts of data)。在测试或校准时,744 可以使变送器退出突发模式,并在以后再使其恢复到突发模式。

通讯装置还有用处吗?

使用一台 HART 仪器或者进行 744 不支持的修改 HART 变量的工作,需要使用通讯装置。744 的设计目的是完成您通常要使用一台单独的通讯设备来进行的大量的日常操作。744 的 HART 功能能力和 275 型 HART 通讯装置是可以相比拟的,只是没有 DD 解释器(DD interpreter)。DD 解释器使得 275 通讯装置能够读取任何 HART 供应商的命令集库,而这种功能远远地超出了日常 HART 仪器维护工作的一般要求。

HART 校准应用

下面的例子说明 744 怎样能有效地进行 HART 校准。使用 744 的 HART 电缆,744 可以很容易地进行设备连接,迅速获取最重要的 HART 数据,自动地转入适当的调节选择,自动地完成测试样板以及在调节(Trim)时自动地收取(fetching)和发送(sending)模拟读数。

例子 1

校准一台罗斯蒙特(Rosemount) 3051 HART 压力变送器

基本连接

这个例子假定变送器与过程隔离,并且在电气上不连到回路电源(100p power supply)。按照图 4 中的电路图进行 3051 的基本连接。HART 通讯连接的极性正反关系不大。由于 744 经过其 mA 插口已经在 24V 回路电源中串联了一个电阻器,所以不需要再单独使用 250Ω 电阻器。在此例子中 3051 设置为使用 psi 单位。

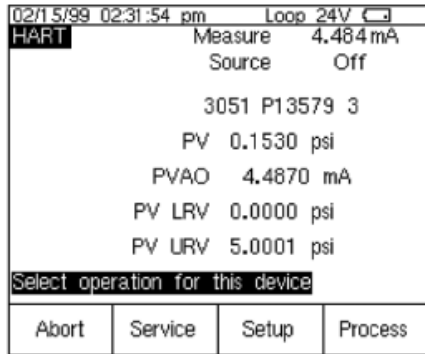


图.5

步骤

1. 接通福禄克公司 744 校准器。按红色的 键, 再按 LOOP POWER 软键。744 将显示 3051 的基本 HART 信息(图 5)。
2. 再按 键, 仪器将提示您选择 744 的设置(图 6)。选择 MEAS mA, SOURCE psi 将设置校准器测量模拟 mA 输出和同时加到变送器输入及压力模块上的压力。(选择 MEAS PV, SOURCE psi 将设置 744 评估来自变送器的数字 PV 输出。按 进行选择。

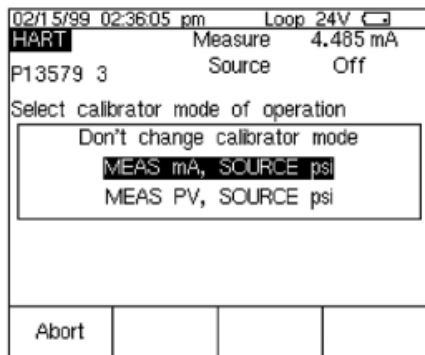


图.6

3. 打开压力管线(Vent the pressure line), 按 键, 对压力模块进行调零。按 AS FOUND(校前测试)软键, 再按 键, 选择 Instrument 以进行线性变送器校准。(如果 3051 设置为平方根输出, 则选择 Instrument)。注意, 除误差外校准参数设置会自动完成。填入适当的测试误差值, 然后按 Done。
4. 按 Manual Test 软键, 开始校准。按照 SOURCE 屏幕上的指令施加输入压力。当对每个点加上正确的压力时, 按 Accept Point 软键。测试完成以后, 显示误差一览表(图 7)。超过误差的测试误差用加亮方式显示出来。查看完此一览表以后, 按 Done 软键。再按 Done 软键, 以接受该结果, 或者按 键以修改标签(tag)、序列号(serial number)或 ID 域(ID field)。

02/15/99 03:00:51 pm		Loop 24V
SOURCE	MEASURE	ERROR %
0.000 psi	4.487 mA	3.04
2.502 psi	12.382 mA	2.35
5.000 psi	20.268 mA	1.68
Abort	Prev. Page	Next Page Done

图.7

5. 如果 AS Found 叫试失败(即在误差一览表中有加亮误差显示), 则需要调节。按 Adjust 软键。选择 sensor Trim, 并按 。(不要选择 Pressure Zero Trim。它和在零点调节传感器低点是一样的,

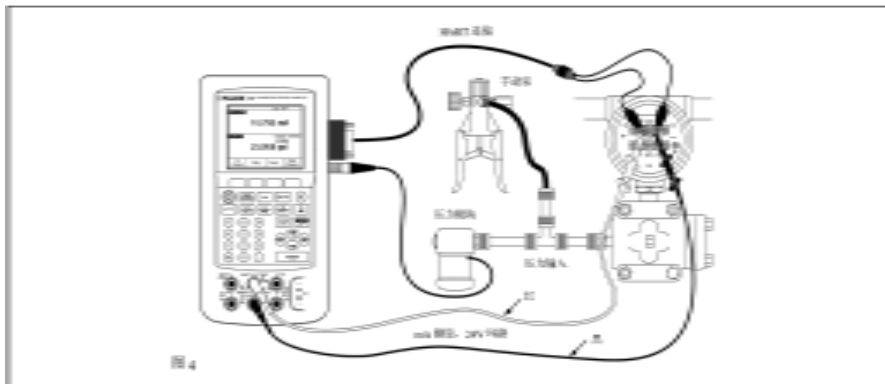


图.4

这对于不提供传感器调节的压力变送器是有用的)。744 的屏幕看起来应像图 8 所示。

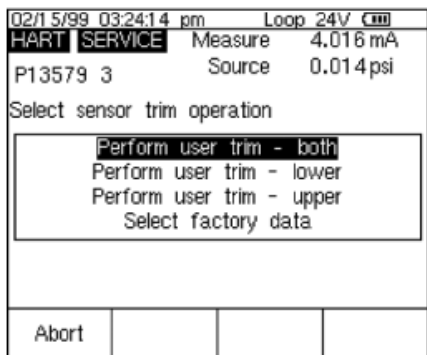


图 8

6. 选择 Perform user trim-both, 并按 。按 对压力模块进行调零 (接到大气 - vented to atmosphere)。按 continue 软键, 仪器将提示您输入低调节值 (Lower Trim value)。为取得最好的效果, 施加 LRV 压力并按 Fetch 以装入由压力模块确定的被测值。按 Trim。然后按 continue 以转向高端调节 (Upper Trim)。和上面一样, 施加 URV 压力, 按 Fetch, 再按 Trim。如果 3051 使用的是数字 PV 输出, 则跳到第 8 步, 进行 As Left test (剩余测试)。如果过程中使用的是 4-20mA 的模拟输出, 则继续进行第 7 步。

7. 选择 Output Trim, 并按 键。主变量 (PVAO) 的数值将出现在显示屏的右上角。这通常是一个 4mA 的信号。福禄克公司 744 当前测量的 mA 值 (一个不断变化的值) 出现在屏幕的中心位置。按 Fetch 软键以装入被测的 mA 数值。按 send 将该值发送给 3051, 以便按 4mA 的数值来调节其输出部分。按 Continue 以进行 20mA 的调节, 并重复上述步骤。

8. 完成输出调节以后, 按 Done 软键, 并进行校准后验证测试 (As Left Verification test)。按 As Left 软键, 按 Done, 然后再按 Manual Test。加入需要的压力, 当读数稳定时, 再按 Accept Point。这些步骤完成以后, 仪器将显示一个

误差一览表。如果其中没有误差出现加亮状态 (图 9), 3051 就通过了校准测试。如果屏幕上有加亮的误差显示, 则测试失败, 并需要进行进一步的调节。返回第 5 步对 3051 再进行调节。

02/15/99 03:58:40 pm Loop 24V

SOURCE	MEASURE	ERROR %
0.001 psi	3.999 mA	-0.03
2.500 psi	11.997 mA	-0.02
5.000 psi	19.998 mA	-0.01

Abort Prev. Page Next Page Done

图 9

例子 2

校准一台罗斯蒙特(Rosemount) 3051 HART 温度变送器

基本连接

这个例子假定变送器与过程隔离, 并且在电气上不连到回路电源 (loop power supply)。按照图 10 中的电路图进行 3144 的基本连接。HART 通讯连接的极性正反关系不大。由于 744 经过其 mA 插口已经在 24V 回路电源中串联了一个电阻器, 所以不需要再单独使用 250Ω 电阻器。在此例子中 3144 设置为配合 0~300℃ 满量程值 (span) 的 K 型热偶传感器使用。

步骤

1. 接通福禄克公司 744 校准器。按红色的

键, 再按 LOOP POWER 软键。按 键以跳过警告屏幕 (warning screen), 744 将显示 3144 的基本 HART 信息 (图 11)。

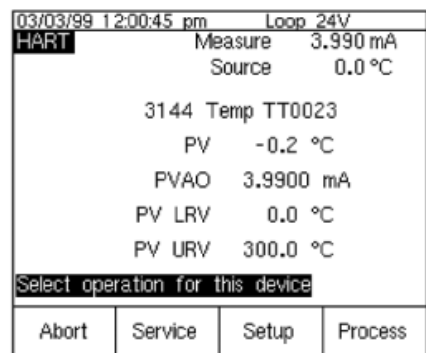


图 11

2. 再按 键, 仪器将提示您选择 744 的设置 (图 12)。选择 MEAS mA, SOURCE T/C type K 将设置校准器测量变送器的模拟 mA 输出, 并对 3144 的输入端送出正确的温度激励值。(选择 MEAS PV, SOURCE T/C type K 将设置 744 评估来自变送器的数字 PV 输出)。按 进行选择。

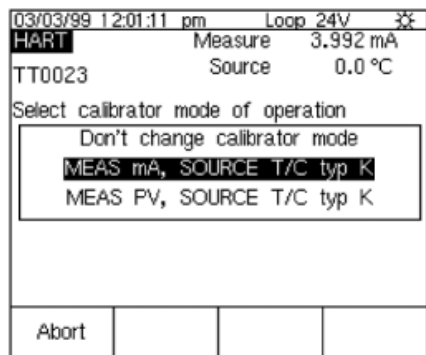


图 12

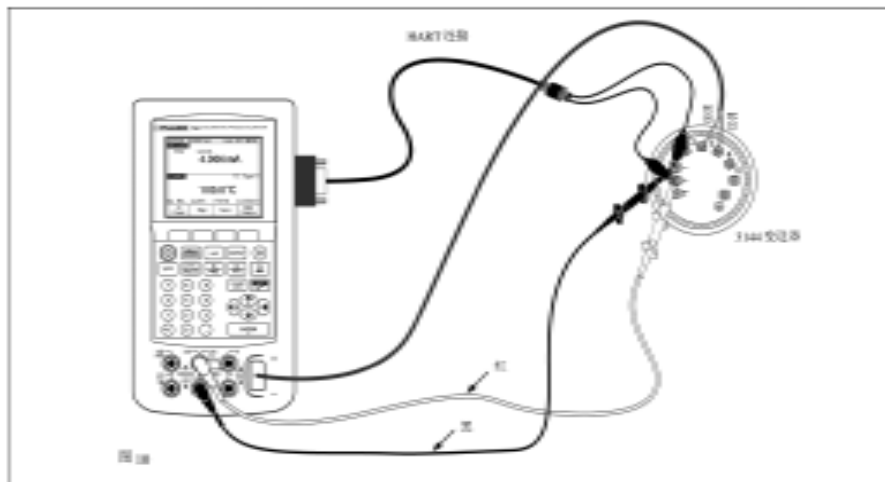


图 10

- 按 As Found 软键，再按  键，选择 Instrument 以进行线性变送器校准。注意，除误差外校准设置自动完成。填入适当的测试容许误差，然后按 Done。
- 按 Auto Test 软键，开始校准。测试完成以后，显示误差一览表（图 13）。超过误差的测试误差用加亮方式显示出来。查看完此一览表以后，按 Done 软键。再按 Done 软键，以接受该结果，或者按 ENTER 键以修改标签、序列号或 ID 域。

02/17/99 04:27:38 pm Loop 24V C m		
SOURCE	MEASURE	ERROR %
0.0°C	3.948mA	-0.33
150.0°C	11.972mA	-0.17
300.0°C	20.000mA	0.00
Abort	Prev. Page	Next Page
Done		

图 13

- 如果 AS Found 测试失败（即在误差一览表中加亮误差显示），则需要进行调整。按 Adjust 软键。选择 Sensor Trim，并按 ENTER。选择 Perform user trim-both，并按 ENTER。744 的屏幕看起来应像图 14 所示。

02/17/99 04:45:23 pm Loop 24V C m		
HART SERVICE	PV	0.0 °C
Last Trim -25.8 °C		
744 Source 0.0 °C		
ENTER value in the range:		
-180.0 to 1372.0 °C		
Lower Trim: 0 °C		
Abort	LRV	Trim

图 14

- 为取得最好的效果，按 LRV 键，为低调节值（Lower Trim value）施加 LRV。按 Trim，再按 Continue 以转向高端调节（Upper Trim）。按 URV 键，按 Trim 键，然后再按 Done 软键。如果 3144 使用的是数字 PV 输出，则跳到第 8 步，进

行 As Left test（校后测试）。如果过程中使用的是 4-20mA 的模拟输出，则继续进行第 7 步。

- 选择 Output，Trim，并按 ENTER 键。主变量（PVAO）的数值将出现在显示屏的右上角（图 18）。这通常是一个 4mA 的信号。福禄克公司 744 正在测量的 mA 值（一个不断变化的值）出现在屏幕的中心位置。按 Fetch 软键以装入被测的 mA 数值。按 Send 将该值发送给 3144，以便按 4mA 来调节其输出部分。按 Continue 以进行 20mA 的调节，并重复上述步骤。

02/17/99 04:49:14 pm Loop 24V C m		
HART SERVICE	PVAO	4.0000 mA
744 Measure 3.961 mA		
Fetch or ENTER value		
Trim Current: ???????? mA		
Abort	Fetch	Send

图 15

02/17/99 04:54:25 pm Loop 24V C m		
SOURCE	MEASURE	ERROR %
0.0°C	3.988mA	-0.08
150.0°C	11.995mA	-0.03
300.0°C	20.006mA	0.04
Abort	Prev. Page	Next Page
Done		

图 16

- 完成输出调节以后，按 Done 软键，并进行校准后验证测试（As Left Verification test）。按 As Left 软键，按 Done，然后再按 Auto Test。这些步骤完成以后，仪器将显示一个误差一览表。如果屏幕上有加亮的误差，则测试失败，并进行进一步的调节。返回第 5 步对 3144 再进行调节。

例子 3

使用基本命令（universal command）校准 HART 仪器

由于 744 支持传感器调节（sensor trim），因此 744 可以支持大多数已经安装的 HART 变送器工作负荷（见表 1）。传感器调节的方法使用了对于特定的仪器独有的设备专用命令（device-specific command）。那么您怎样来校准 744 不支持的那些仪器呢？

对这个问题的简单回答就是：744 支持大量的基本 HART 命令（universal HART command）和常见的一般 HART 命令（common practice HART command）。744 实际上可以和任何 HART 仪器进行通讯，并且在大多数的情况下，能够完成校准工作（除对其不支持的仪器的传感器调节之外）。

这个例子应用于在模拟模式（4-20mA）之下使用的仪器。如果仪器工作于数字模式之下，也就是说，使用其 PV 来作为控制用的输出变量的话，那么所需要的校准就只是输入部分的校准。在调节时需要进行传感器调节（sensor Trim）（见图 17）。这就是说，对于 744 不支持的仪器来说，您将同时需要使用一台 744（进行 As Found

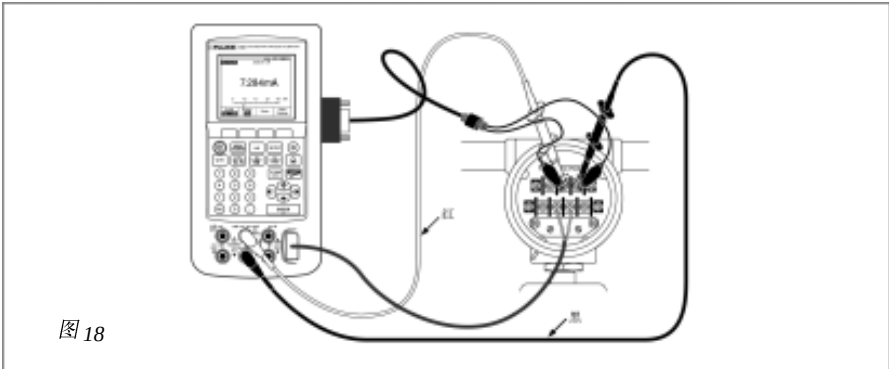


图 18

和 As Left 测试并记录测试结果) 和一台通讯装置 (进行传感器调节)。

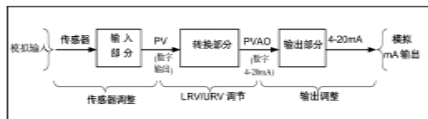


图 17

对于用在模拟模式的仪器 (即使用 4-20mA 模拟输出来进行控制) 来说, 可以使用 744 来进行校准。进行了 As Found 测试, 并确定需要进行调节以后, 这个例子首先进行输出调节, 把仪器调到其误差范围之内。如果调节失败, 这个例子则进行低、高量程值 (LRV 和 URV) 调节, 以补偿输入部分的误差。

注: 附录 A 说明这种调节不构成恰当的 HART 校准。虽然如此, 如果误差修正不太大时, 对于工作在 4-20mA 模拟模式的仪器来说, 这种调节方法是一种实际的校准替代方法。

如何确定仪器处在数字或模拟状态?

如果仪器的 HART 点名地址 (HART Poll Address) 设置在 1 到 15 之间, 则变送器处于数字模式。若该地址为 0 (零), 则仪器设置在 4-20mA 模拟输出状态。744 将自动地在 0 地址连接设备; 如果找不到 0 地址, 744 将开始查询地址 1 到 15。在基本 HART 信息中, 744 也将显示出非零的地址。

基本连接

这个例子假定变送器与过程隔离, 并且在电气上不连到回路电源。按照图 18 中的电路图进行变送器的基本连接。HART 通讯连接的极性正反关系不大。由于 744 经过其 mA 插口已经在 24V 回路电源中串联了一个电阻器, 所以不需要再单独使用 250Ω 电阻器。在此例子中采用一个 K 型热偶变送器, 其输入量程为 0-100℃, 4-20mA 输出, 测试误差为 0.25%。

步骤

1. 接通福禄克公司 744 校准器。按 键和 LOOP POWER 软键 (如果尚未供给

回路电源)。按 键使所有设备警告消息消失, 744 将显示基本的 HART 信息 (图 19)。

02/09/99 11:45:23 am	Loop 24V
HART	Measure 21.503 mA
	Source Off
644 Temp TT-644-K	
PV 1465.1 °C	
PVAO 21.5000 mA	
PV LRV 0.0 °C	
PV URV 100.0 °C	
Select operation for this device	
Abort	Service
Setup	Process

图 19

2. 再按 键, 仪器将提示您选择 744 的设置 (图 20)。将光标移到 MEASmA, SOURCE T/C type K, 按 。(如果您要校验数字 PV 而不是校验 mA 输出, 即变送器的 HART 查询地址不为 0, 则您应当选择 MEAS PV, SOURCE T/C type K)。

05/30/01 04:29:49 pm	Loop 24V
HART	Measure 20.002 mA
TT-644-K	Source 300.0 °C
Select calibrator mode of operation	
Don't change calibrator mode	
MEAS mA, SOURCE T/C typ K	
MEAS PV, SOURCE T/C typ K	
Abort	

图 20

3. 按 As Found 软键, 再按 键, 以选择 Instrument 校准。将光标移到 Tolerance, 并输入适当的测试误差值 (在这个例子中为 0.25%)。验证 0% Value 和 100% Value 都是变送器的正确的标称工作值 (proper, nominal operating value) (在这个例子中为 0.0℃-100.0℃, 见图 21)。如果以前为了进行校准, 曾经修改过低量程值 (0%-LRV) 和高量程值 (100%-URV), 您需要输入其标称值。例如, 如果上次校准时曾修改 URV 为 100.2℃, 那么您需要手工地为 100% Value 输入 100.0℃。输入标称的零点和满量程 (span) 数值保证误差计算正确。

02/16/99 05:00:09 pm	Loop 24V
MEASURE	
0% Value	4.000 mA
100% Value	20.000 mA
Tolerance	0.25 %
Delay	10 s
SOURCE	TC Type K
0% Value	0.0 °C
100% Value	100.0 °C
Test Strategy	3 ↑
Abort	User Value
Custom Units	Done

图 21

4. 按 Done, 然后再按 Auto Test 键。测试完成以后, 显示误差一览表 (图 22)。超过误差的测试用加亮方式显示出来。如果测试通过, 即没有加亮的误差显示, 则不需要进行调节。如果有加亮的误差, 就需要进行输出调节的工作。按 Done 软键退出测试结果屏幕, 根据需要编辑标签、序列号或 ID 域, 然后再按 Done 键。

02/09/99 11:59:25 am		Loop 24V 	
SOURCE	MEASURE	ERROR %	
0.0°C	3.950 mA	-0.31	
50.0°C	11.952 mA	-0.30	
100.0°C	19.962 mA	-0.24	
Abort	Prev. Page	Next Page	Done

图 22

5. 按 Adjust 软键, 选择 Output Trim, 并按 ENTER。主变量 (PVAO) 的数值就显示在屏幕的右上角 (图 23)。这通常是一个 4mA 的信号。福禄克公司 744 正在测量的实时 mA 值出现在屏幕的中心位置。按 Fetch 软键以装入被测的 mA 数值。按 Send 软键将该值发送给变送器, 以便按 4mA 的数值来调节其输出部分。按 Continue 以进行 20mA 的调节, 并重复上述步骤。

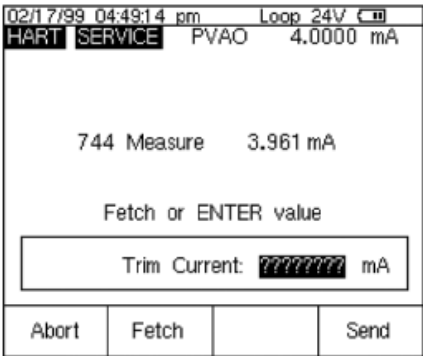


图 23

6. 现在进行 As left test (校后测试)。按 As Left, 按 Done, 然后再按 Auto Test。测试完成以后, 显示误差一览表。如果有加亮的误差显示, 则测试失败, 就需要进行进一步的调节工作。

注: 如果测试失败时误差很大, 则可能需要用通讯装置进行传感器调节。然而, 744 常常可以用修改 LRV (低量程值) 和 URV (高量程值) 的方法, 补偿输入部分的误差, 来完成调节工作。

7. 在具有机上零点和满量程调节按钮 (on-board Zero and Span adjustment buttons) 的压力变送器的情况下, 校准是很容易的。只要简单地加入校准源的 LRV 和 URV 值, 并分别按变送器上的零点和满量程按钮。然后按照第 6 步进行 As Left 测试, 对变送器的状况进行校验。很多 HART 变送器都没有实际的调节机构, 并需要使用一台通讯装置或一台福禄克公司的 744 来调节 LRV 和 URV 的值。对于这些情况, 则转到第 8 步。

8. 误差一览表 (第 6 步中显示出) 提供了修改 LRV 和 URV 数值所需要的数据。记下失败的 0% 和 100% 测试点的误差 % 数值。(如果误差一览表已不再显示, 您可以使用 Review Memory 软键调出 As Left 数据)。按 Done 软键三次, 使 744 返回到正常的 Measure/Source 屏幕, 显示出 As Left 软键。

9. 用误差百分数乘以满量程值, 并将其加到原来的数值上去, 计算出新的 LRV 或 URV 数值。如果我们的例子中

标称的源数值、误差和原来的 LRV 或 URV 值如下:

	源	误差 %	原来的 LRV/URV
0% 值	0.0°C	0.84%	0.4°C
100 值	100.0°C	-2.41%	102.0°C

计算新的 LRV 和 URV 数值如下:

$$LRV_{new} = LRV_{old} + (\text{Span} \times \text{Error}_{0\%})$$

$$LRV_{new} = 0.4^{\circ}\text{C} + (100.0^{\circ}\text{C} \times 0.84\%)$$

$$LRV_{new} = 0.4^{\circ}\text{C} + (100.0^{\circ}\text{C} \times 0.0084)$$

$$LRV_{new} = 0.4^{\circ}\text{C} + 0.8^{\circ}\text{C}$$

$$LRV_{new} = 1.2^{\circ}\text{C}$$

$$URV_{new} = URV_{old} + (\text{Span} \times \text{Error}_{100\%})$$

$$URV_{new} = 102.0^{\circ}\text{C} + (100.0^{\circ}\text{C} \times -2.41\%)$$

$$URV_{new} = 102.0^{\circ}\text{C} + (100.0^{\circ}\text{C} \times -0.0241\%)$$

$$URV_{new} = 102.0^{\circ}\text{C} + (100.0^{\circ}\text{C} \times -2.4\%)$$

$$URV_{new} = 99.6^{\circ}\text{C}$$

10. 按 键, 再按 setup 软键。从菜单中选择 Basic, 并按 以显示图 24 所示的基本设置参数。为输入新的 LRV, 将光标移至 Lower Range Value, 并按 。打入新的 LRV 值, 并按 。同样, 打入新的 URV 值, 并按 。按 Send 软键。



图 24

11. 现在按 Done, 然后按 Abort 三次。按 As Found 进行新的 As Found 测试。(记住, 应确认 0% Value 和 100% Value 显示的是原始的、标称的零点值和满量程值)。按 Done, 然后再按 Auto Test。测试完成以后, 显示误差一览表。如果有加亮的误差显示, 则测试失败—应当使用一台通讯装置重复调节工作或调节传感器部分。

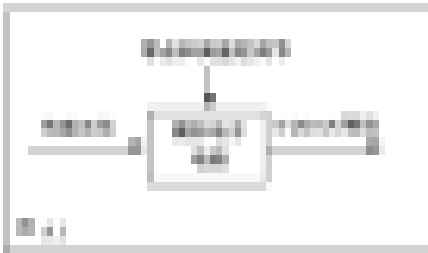
附录 A

校准 HART 变送器

Kenneth L.Holladay.P.E.

校准一台常规的仪器

对于常规的 4-20mA 的仪器来说, 多点测试—即对输入进行激励并测量其输出一就足以确定变送器的总准确度的特性。通常的校准调节只涉及零点值和满度点值的设置, 因为在其输入和输出之间只有一个有效的调节操作, 见下面的图 A1。

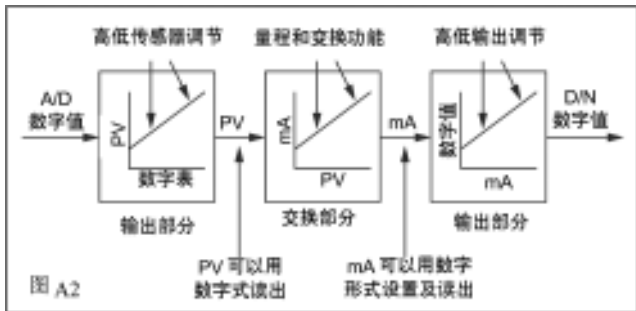


这种步骤通常称为零点校准和满量程校准。如果仪器的输入、输出量程之间的关系不是线性的, 那么您必须知道这两者之间的传递函数, 才能对每一个输入值计算出希望的输出值。如果不知道期望的输出值, 您就不能计算其性能的误差。

校准一台 HART 仪器

对于一台 HART 仪器来说, 在输入和输出之间的多点测试不能对变送器的工作情况作出准确的表示。就像常规的变送器一样, 测量过程是从把物理量变成电信号的技术开始的。然而, 两者的类似性也就到此结束了。在输入量和产生的 4-20mA 输出信号之间, 除了纯机械的和电学的通路之外, HART 变送器还具有微处理器对输入的数据进行运算操作。如图 A2 所示, 这其中通常涉及三个计算部分, 每一个部分都可以单独进行测试和调节。

就在第一个方框之前, 仪器的微处理器对受到我们感兴趣的过程变量影响的某些电学性质进行测量。测量的值可能是毫伏电压、电容、阻抗、电感、频率或者某些其它的性质。但是, 在微处理器可以使用这些量之前, 必须由模拟—数字变换器把它们变成数字值。



在第一个方框中，微处理器必须依靠某种形式的方程式或者数据表，来把电学测量的原始数字值和我们感兴趣的实际性质（PV—主变量），如温度、压力或流量等联系起来。这种数据表的基本形式通常是由制造厂家建立的，但是大多数 HART 仪器都备有若干命令，可以对其进行现场调节。这一工作通常称为传感器调节（sensor trim）。第一个方框的输出就是过程变量的数字表示。当您使用通讯装置（communicator）读取过程变量时，您所看到的数值就是这些量。

第二个方框是一种严格的数学变换，它把过程变量变成等效的毫安表示。使用仪器的量程值（与零点值和满量程值有关）和传递函数一起来计算这个值。虽然线性传递函数是最常见的，但是压力变送器常常具有平方根选项。其它特殊的仪器还可能具有常见的数学变换或者用户定义的断点表（break point table）。第二个方框的输出是我们希望的仪器输出的数字表示。当您使用通讯装置读取回路电流时，您所看到的数值就是这些量。很多 HART 仪器都支持一条命令，可以使仪器进入一种固定的输出测试模式。这一操作作用一个特定的输出值取代了第二方框的正常输出值。

第三个方框是输出部分，它把计算出的输出值变换为可以装入数—模变换器的数字值。这就产生了实际的模拟电信号。同样，微处理器也必须依赖某些内部的校准因子来使该输出值正确。调节这些因子常常称为电流回路调节（current loop trim）或 4-20mA 调节。

HART 校准要求

基于上述的分析，您可以看到为什么

正确的 HART 仪器校准步骤和常规仪器的校准步骤相比有重大的区别。其特定的校准要求取决于具体的应用情况。

如果在应用项目中使用过程变量的数字表示来进行监视和控制，那么就必须对传感器输入部分单独进行测试和调节。注意此读数和毫安输出是完全独立的，并且和零点设置及满量程设置没有关系。当通过 HART 通讯来读取 PV 时，其数值即使处在设定的输出范围之外，也仍然是准确的。例如，一台量程 2（range 2）的罗斯蒙特（Rosemount）3051C 的传感器极限范围为 -250 到 +250 英寸水柱。如果您将量程设置为 0 到 100 英寸水柱，然后加以 150 英寸水柱的压力，则其模拟输出就会在刚刚大于 20mA 时饱和。然而，一台通讯装置却仍然能够读取正确的压力值。

如果不使用电流环输出（current loop output）（即把变送器只当作一个数字设备），那么输入部分的校准就是全部的校准要求。如果应用项目中使用毫安输出，那么必须对输出部分单独进行测试和校准。注意此项校准和输入部分是完全独立的，并且也和零点设置及满量程设置没有关系。

校准输入部分

这时，使用相同的基本多点测试和调节技术，但是对输出则采用新的定义。为运行测试，使用一台校准器测量所加的输入，但使用一台通讯装置来读取有关的输出（PV）。由于输入和输出之间总是存在着线性的关系，并且两者都采用相同的工程单位来记录，所以其误差的计算是很简单的。一般地说，这项测试期望的准确度就是制造厂家所规定的准确度技术指标。

如果测试不能通过，则应按照制造厂家建议的步骤来调节输入部分。可以将这种调节称为传感器调节，并且一般涉及一或二个调节点。压力变送器常常还具有零点调节，这时，应调节输入以读到准确的零（不是低量程值）。不要把这种调节（trim）和任何形式的重新调整量程（re-ranging）或者任何涉及使用零点和满量程按钮的其它操作步骤混淆起来。

校准输出部分

同样，这时也是使用相同的基本多点测试和调节技术，但是对输入采用新的定义。为运行测试，用一台通讯装置使变送器进入一种固定的电流输出模式。测试的输入值是您指令变送器产生的 mA 值。其输出值是使用一台校准器测量获得的电流值。这项测试也意味着输入和输出之间存在着线性关系，并且二者都用相同的工程单位（mA）来记录。这项测试所期望的准确度也应当反映制造厂家的准确度技术指标。

如果测试不能通过，则应按照制造厂家建议的步骤来调节输出部分。可以将这种调节称为 4-20mA 调节、电流环调节（current loop trim）或 D/A 调节。此调节步骤应当需要在接近或者刚刚超出 4-20mA 处的两个调节点。不要把这种调节（trim）和任何形式的重新调整量程或者任何涉及使用零点和满量程按钮其它操作步骤混淆起来。

测试总的性能

对输入部分和输出部分都进行校准以后，一台 HART 变送器就应当正确工作。图 A2 里中间的方框只涉及计算的问题。这就是为什么您可以改变量程、单位和变送功能而无须影响校准的原因。还要注意，即使仪器具有某一不寻常的变送功能，它只是进行把输入值变换成毫安输出值的工作，因而不涉及其输入或输出部分的测试或校准。

如果希望验证 HART 变送器的总的性能，则只要像常规仪器那样运行零点测试和满量程测试。然而，正如下面您将看到的那样，通过这种测试并不一定表明该变送器工作正确。

阻尼对测试性能的影响

很多 HART 仪器支持一个称为阻尼 (damping) 的参量。如果此参量不设置为零, 那么它将对测试和调节起相反的影响。阻尼在仪器的输入发生变化和在仪器输入读数的数字值及相应的仪器输出值中探测到这种变化之间引入延迟。这种由阻尼引入的延迟可能超过其测试和校准中使用的建立时间。建立时间是进行测试和校准时在设置输入和读取得到的结果之间等待的时间量。建议在进行测试或调节时, 将仪器的阻尼值调为零。进行校准以后, 再确认将该阻尼常数调回到所需要的数值。

不能进行正确校准的操作

数字量程的变化

人们常常有一种错误的概念, 即使使用通讯装置改变 HART 仪器的量程, 就会对仪器进行校准。应当记住, 真正的校准需要使用一台参考标准 (其形式通常是一台或多台的校准设备) 来提供输入信号, 并测量得到的输出值。这样, 由于改变量程并不参照任何外部的校准标准, 所以它实际上只是设置结构的变化, 而不是校准。注意, 在 HART 变送器的方框图 (图 2) 中, 改变量程只影响第二个方框, 对通讯装置读取的数字过程变量没有影响。

零点和满量程调节

只使用零点和满量程调节来校准 HART 变送器 (这是常规变送器的标准作法) 常常会扰乱其内部的数字读数。如果您从来没有使用通讯装置来读取量程或数字过程的数据的话, 您可能不会注意到这

一点。如图 2 所示, 这里要考虑的输出不只有一个。和模拟电流环 (analog current loop) 一样, 由通讯装置读取的数字 PV 和毫安数值也是输出。

考虑使用外部的零点和满量程按钮来调节 HART 仪器时会发生什么情况。设想一个仪表技术人员安装和测试一台差动压力变送器的情况。该变送器在工厂中原来设置为 0-100 英寸水柱压力的量程。测试该变送器时发现, 现在变送器具有 1 英寸水柱的零点偏差。这样, 在两个口都打开 (vent) 的情况下, 其输出为 4.16mA 而不是 4.00mA。当加上 100 英寸水柱的压力时, 其输出为 20.16mA 而不是 20.00mA。为了解决这个问题, 技术人员将两个口都打开, 并按变送器上的零点按钮。输出变成 4.00mA, 于是看起来调节成功了。

然而, 如果他现在用通讯装置来检查变送器, 他将发现变送器的量程为 1 到 101 英寸水柱, 并且这时的 PV 为 1 英寸水柱而不是 0。零点和量程按钮改变 (第二个方框) 的量程。这是在此条件下仪器所能采取的唯一措施, 因为仪器不知道参考输入的实际数值。只有使用能够传达参考值的数字命令, 仪器才能进行正确的内部调节。

校正零点偏差状态的正确方法是使用零点调节 (zero trim)。这种方法将调节仪器的输入方框, 使得数字 PV 和校准标准一致。如果您打算要使用数字过程值来进行趋势监测、统计计算或者维护跟踪, 那么, 您应当把外部零点和满量程按钮关掉, 完全避免使用这些按钮。

环路电流调节

我们看到的仪表技术人员中间出现的另一个实际操作问题是, 他们常常使用一个手持式装置来调节电流环 (current loop), 使得仪器准确的输入和环路中的某些显示设备一致。如果您使用的是一台罗斯蒙特 268 型通讯装置, 则这时使用的功能为 “用其它标尺进行电流环路调节 (current loop trim using other scale)”。同样参考前面介绍的按零点按钮调节零点偏差的例子。假定在环路中还有一个数字指示器, 在 4mA 时显示 0.0, 而在 20mA 时显示 100.0。在测试时, 当两个口都打开的情况下, 读数为 1.0, 若加入 100 英寸水柱的压力, 其读数为 101.0。技术人员使用该通讯装置来进行电流环路调节, 使得显示读数在 0 和 100 两点正确, 这样就把两点的输出分别校正到 4mA 和 20mA。

虽然看起来这也是成功的, 但是这种步骤存在一个基本的问题。首先, 通讯装置将显示出, 在这两个测试点的 PV 读数仍然为 1 和 101 英寸水柱; 虽然其实际电流输出为 4mA 和 20mA, 而其毫安输出的数字读数仍然为 4.16mA 和 20.16mA。输入部分的校准问题由于在输出部分引入的补偿误差而被隐藏了起来, 因此这两个数字读数都与校准标准不一致。

刊登于 1996 年 5 月的 Intech 杂志, 及 1998 年 7 月的 HART Book 8, 经作者允许重印。

测量结果的文件编制

您的校准工作中的校准周期、校准步骤生成、文件编制等工作都可以通过使用下述若干仪器管理软件包变得很方便:

Honeywell DocuMint™

beamex™



On Time Support™

Fluke DPC/TRACK™

福禄克在中国



航空航天



石油化工



国防军工



电力



交通运输

- 福禄克在中国北京、上海、广州、成都、西安等五城市设有办事处；七个联络处分别位于深圳、沈阳、重庆、武汉、济南、南京、乌鲁木齐；福禄克的店面及行业分销网络覆盖三十一个省和直辖市，我们的客户可以以最便捷的途径买到福禄克产品。
- 继北京福禄克世禄仪器维修和服务有限公司之后，福禄克公司又成立了上海维修中心和深圳第一特约维修点。通过增加维修站点为中国客户提供更为快捷、更为便利的售后服务。兑现福禄克“立足中国，服务中国”的承诺。
- 福禄克在上海外高桥保税区成立了福禄克测试仪器（上海）有限公司，为代理商和客户提供更顺畅的物流保证。
- 福禄克为中国客户开辟中文网站 www.fluke.com.cn，提供产品信息、应用文章，虚拟演示等各种服务，让您更快更全面地了解公司的产品和最新动态。

福禄克，助您与时代同步！

美国福禄克公司 中文网址: www.fluke.com.cn
英文网址: www.fluke.com

福禄克中国客户服务中心热线: 400-810-3435

北京办事处

地址: 北京建国门外大街22号, 赛特大厦2301室 邮编: 100004
电话: (010)65123435 传真: (010)65123437

上海办事处

地址: 上海市长宁区临虹路280弄6号楼3楼 邮编: 200335
电话: (021)61286200 传真: (021)61286222 61286221

成都办事处

地址: 成都市人民南路四段19号威斯顿联邦大厦17楼K-N座 邮编: 610041
电话: (028)85268810 传真: (028)85268988

西安办事处

地址: 西安市二环南路西段88号老三届世纪星大厦20层K座 邮编: 710065
电话: (029)88376090 传真: (029)88376199

深圳办事处

地址: 深圳市福田区南园路68号上步大厦21楼A.K.L室 邮编: 518031
电话: (0755)83680030, 83663530 传真: (0755)83680040, 83663532

重庆联络处

地址: 重庆市渝北区北部新区星光大道62号海王星科技大厦B区6楼3号 邮编: 401121
电话: (023)86859655 传真: (023)86238685-9699

乌鲁木齐联络处

地址: 新疆乌鲁木齐市北京南路26号美克大厦905室 邮编: 830011
电话: (0991)3628551, 3628552 传真: (0991)3628550

武汉联络处

地址: 中国武汉建设大道518号招银大厦1611室 邮编: 430022
电话: (027)85743386, 85743557, 85743397 传真: (027)85743561

济南联络处

地址: 济南市历源大街229号金龙中心主楼19L 邮编: 250012
电话: (0531)86121727, 86121729 传真: (0531)86121767

沈阳联络处

地址: 沈阳市和平区和平大街69号总统大厦C座1301室 邮编: 110003
电话: (024)22813668/9/0, 23286038 传真: (024)22813667

南京联络处

地址: 南京市汉中中路120号青华大厦A2904室 邮编: 210029
电话: (025)84731286, 84731287 传真: (025)84731285

广州分公司

地址: 广州体育西路109号, 高盛大厦15楼B1座 邮编: 510620
电话: (020)38795800, 38795811 传真: (020)38791137

北京维修站

地址: 北京市建国门外大街22号赛特大厦401室 邮编: 100004
电话: 400-810-3435 传真: (010)65286307 邮箱: serviceinfo@fluke.com.cn

上海维修中心

地址: 上海市闵行区虹梅南路2638弄139号2幢606室 邮编: 201108
电话: (021)54402301, 54401908分机269 传真: (021)54405546 邮箱: serviceinfo@fluke.com.cn

深圳第一特约维修点

地址: 深圳市南山区华侨城东部工业区B4栋5楼西 邮编: 518053
电话: (0755)86337229 传真: (0755)83680733

若产品参数更新, 恕不另行通知, 请订货时确认。