

FLUKE®

Calibration

FLUKE®

Calibration

福禄克，计量校准专家

精密温度测量全面解决方案



福禄克公司 中文网址: www.flukecal.com.cn
 计量校准部 英文网址: www.fluke.com

福禄克中国客户服务中心热线: 400-810-3435

福禄克测试仪器(上海)有限公司北京分公司
 地址: 北京建国门外大街22号赛特大厦19层
 邮编: 100004

电话: (010)57351300 传真: (010)65123437

福禄克测试仪器(上海)有限公司上海分公司
 地址: 上海市长宁区临江路280弄6号楼3楼
 邮编: 200335

电话: (021)61286200 传真: (021)61286222

福禄克测试仪器(上海)有限公司广州分公司
 地址: 广州体育西路109号高厦大厦15楼B1座
 邮编: 510620

电话: (020)38795800 传真: (020)38791137

福禄克测试仪器(上海)有限公司成都分公司
 地址: 成都市锦江区创意产业商务区三色路38号博瑞创意成都写字楼B座16F-05/06单元
 邮编: 610063

电话: (028)65304800 传真: (028)86761718

福禄克测试仪器(上海)有限公司西安分公司
 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

福禄克测试仪器(上海)有限公司沈阳分公司
 地址: 沈阳市和平区和平北大街69号总统大厦C座1301室
 邮编: 110003

电话: (024)23286038 传真: (024)22813667

福禄克测试仪器(上海)有限公司重庆分公司
 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

福禄克测试仪器(上海)有限公司深圳分公司
 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)83680050 传真: (0755)83680040

福禄克测试仪器(上海)有限公司武汉分公司
 地址: 武汉市解放大道686号世贸大厦1806室
 邮编: 430022

电话: (027)85515021 传真: (027)85743561

福禄克测试仪器(上海)有限公司合肥分公司
 地址: 合肥市政务区东流路999号你流路与潜山路交叉口新城国际A座912室
 邮编: 230022

电话: (0551)3516411 传真: (0551)3516409

北京福禄克世禄仪器维修服务有限公司
 地址: 北京市海淀区花园路4号通恒大厦1楼101室
 邮编: 100088

电话: 400-810-3435 转3 传真: 010-65286307, 010-62388721

有关产品说明及技术指标以英文资料为准。如有更改, 恕不另行通知。

201205TCALCAT



提供以下产品:

快速解决方案推荐表

恒温槽系列

干体式温度校准器(计量炉)

红外校准系列

测温仪系列

工业级温度传感器系列

温湿度系列

温度自动检定系统

福禄克公司计量校准部

www.flukecal.com.cn

索引

快速解决方案推荐表

页码 5



测温仪系列

页码 47



恒温槽系列

页码 22



工业级温度传感器
系列

页码 60



干体式温度校准器

页码 33



温湿度系列

页码 62



红外校准系列

页码 43



温度自动检定系统

页码 66



福禄克公司——

计量校准专家

福禄克公司是世界著名的电子测试仪器公司之一，其计量校准技术和仪器在全球享有声誉。近几年，福禄克公司先后收购了以温度计量和校准著名的HART公司，以及以压力计量和校准而著名的DHI公司。从而使福禄克公司的计量和校准技术和产品覆盖了电学，温度以及压力，成为提供计量和校准最全面的公司。福禄克公司的计量校准技术和产品被广泛应用于世界各地的校准实验室，这些实验室包括国家级的基准实验室，国防军事的计量校准实验室。也包括各种企业的计量实验室。福禄克公司精密测试仪器部（计量校准部）在美国和英国都设有研发和生产工厂，其技术和产品都在不断地推动着计量和校准技术向前发展。同时我们还在不断地扩展产品类别，向更加宽的范围延伸，引领计量和校准的前沿技术和产品。福禄克公司还在全球设立了维修机构，以保障用户得到及时的技术支持和维修服务。

福禄克计量校准仪器所采用的技术能够保证您现在和未来的各种需求，每一个产品都融汇了准确、坚固和可靠的性能，帮助计量校准以及精密测量专业人士完成工作所需，使他们的能力与时代同步，在业界树立了计量校准专家的专业形象。

温度计量校准

福禄克公司几年前收购了以温度计量校准而著名的美国哈特公司



(Hart Scientific),将福禄克的计量校准领域扩展到了温度领域。目前福禄克已经是世界上最大的温度计量校准产品的研发和制造的厂家，也是世界最高水平温度计量设备的主要供应商。其产品涵盖了温度基准、高等级数字温度计、恒温槽、工业用温度校准器，各类温度测量探头以及校准软件等。我们的温度校准实验室获美国NVLAP认证，所提供的计量校准产品都可以根据用户需要提供高等级的证书。我们的温度计量校准产品广泛应用于国家级计量单位，各类等级的温度实验室，以及厂矿企业的实验室以及现场的计量校准。

电学计量校准

电学计量校准以及精密测量产品是福禄克公司最传统的技术和产品，能够完成覆盖各种工作



负荷的校准工作。其技术和产品包括包含了众多的电学基准标准器，校准器、示波器校准器，高精度数字多用表、数据采集器、波形及函数发生器及校准软件等。

压力计量校准

福禄克公司在增加温度计量校准的部门后，又收购了以压力计量校准而著称于世的美国DHI公司，从而使福禄克的计量进一步延伸到了压力领域。



这样，福禄克公司已经是世界上提供计量校准技术和设备的最全面的公司，成为名符其实的计量校准专家。福禄克公司的压力计量校准技术和产品，目前是世界最高等级的压力校准产品，包括了各种活塞压力计，从绝压，负压，直至超低压等。此外其电子控制的活塞式压力计是其独特的技术。福禄克的压力计量和校准产品还包括数字压力控制器，压力监控器。这些压力计量产品除了广泛地应用于国家级高等级的压力实验室之外，也广泛地应用于各种与压力相关的企业。此外我们还提供高精度的气体微流量计量校准系统等。

福禄克计量学院

随着中国经济的快速发展，企业及政府计量部门对计量校准的需求日益发展变化，要求越来越高。科学技术的发展进步，导致新技术、新方法、新规程的不断涌现，从而使计量知识和技术不断更新。而随着行业规模的逐渐扩大，从事计量校准工作的专业技术人员大量增加，他们对学习和了解计量校准知识和技能的需求也随之增加。基于这些变化和需求，福禄克公司设立计量学院，希望能够通过这一平台为用户提供与计量校准相关的技术培训及知识讲座。目前，我们的课程将主要采取网络教学方式，目前所有课程免费，用户只需通过网络接入课程，即可享受专业的培训。

了解课程安排，免费注册课程，请访问 www.flukecal.com.cn/academy.html。



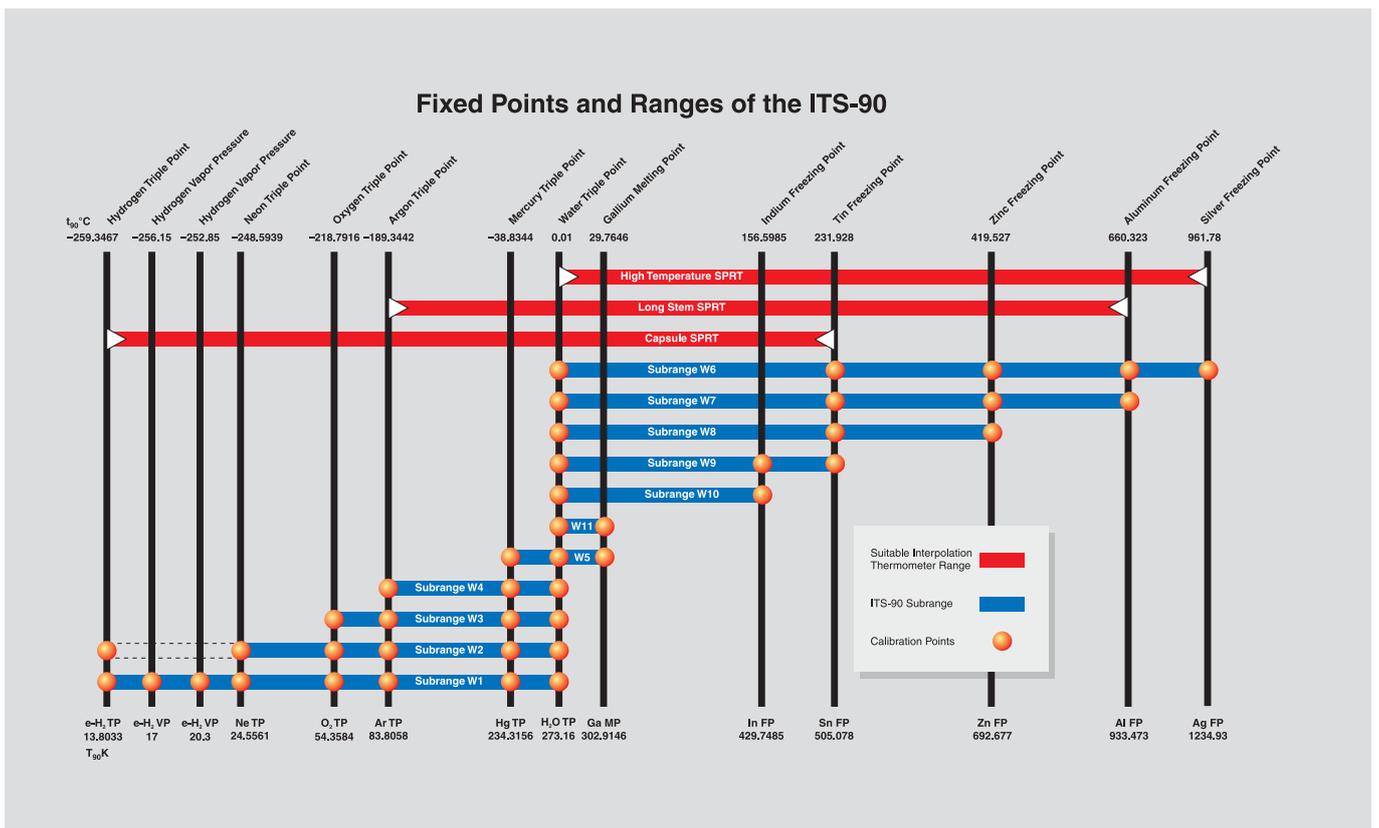
一、快速解决方案推荐表	
综述	5
固定点装置快速选购指南	6
传统固定点 59XX 系列	7
水三相点瓶 5901X 系列	8
液氮比较器 LN ₂	9
大型水三相点保存装置	10
传统固定点复现保存装置 911X 系列	11
小型固定点 59XX 系列	12
小型固定点复现保存装置 92XX 系列	13
标准铂电阻温度计 56XX 系列	15
退火炉 9117	18
标准热敏电阻及标准热电偶 56XX 系列	19
“棒式”标准温度计 155X 系列	20
二、恒温槽系列	
特点综述	22
中低温 7000 系列	24
中高温 6000 系列	28
用户定制系列	30
恒温槽介质	31
三、干体式温度校准器（计量炉）	
高精度计量炉 917X 系列	33
多功能计量炉 914X 系列	36
手持式干式炉 910X 系列	39
普通干式炉 91XX/90XX 系列	40
表面温度校准器 3125	42
四、红外校准系列	
大平面面源 418X 系列	43
便携式红外温度校准器 913X 系列	45
五、测温仪系列	
超级精密电阻测温仪 1595A/1594A	47
堆栈式温度巡检系统 1560	49
多路温度采集器(数据采集系统) 26XX 系列	52
便携式测温仪 1529/150X	56
手持式参考测温仪 1523/1524	58
六、工业级温度传感器	
60	
七、温湿度系列	
温湿度记录仪 1620A	62
温度 / 压力校准器 525B	65
八、温度自动检定系统	
铂电阻热电偶检定系统	66
工业铂电阻检定系统	71
电力变压器温包检定系统	74
用户自定义型	78
九、温度校准软件	
79	
附录一——技术术语	81
附录二——应用文章	85
附录三——产品型号速查表	105

一、快速解决方案推荐表——综述

高质量的温度基标准是成功实现高精度温度校准的关键因素。如果基标准的性能不能达到应有的水平，校准工作必然要受损失。建立温度基标准不是一件简单的工作，必须要考虑到温度范围、不确定度要求、标准器类型、标准器制造商的情况等多方面因素，而最终结果将决定你的实验室可信度。

福禄克的温度基标准设备广泛应用于世界各个国家实验室，其领先的技术、优异的不确定度水平、可靠耐用的性能为福禄克赢得盛誉。

- 性能卓越的 ITS-90 温标金属固定点和三相点，传统标准尺寸和小型尺寸
- 极其稳定的固定点复现和保存装置，助您实现更稳、更长、更可靠、更方便的温坪
- 超高稳定度的石英和金属护套标准铂电阻温度计，覆盖温度范围 -260℃~1070℃



一、快速解决方案推荐表——固定点装置快速选购指南

进行固定点装置选型时可按照以下步骤进行：

1. 选择固定点容器
2. 选择固定点对应的复现保存装置和配套附件

说明：表中的选件为建议选件，更多产品和选件请查看产品资料或咨询福禄克公司。

类别	固定点容器		复现保存装置及建议的选件
	型号	描述	
传统固定点	5900E	汞点	7341：恒温槽 2027-DCBM：汞点支架，配套 7341 使用
	5901A-x	水三相点	7312：恒温槽（可保存 2 个水三相点瓶） 或 7012 恒温槽（可保存 4 个水三相点瓶） 2031A：水三相点快速冻制器 2027-5901：水三相点支撑架，配套 7102 时选此项 INSU-5901：水三相点一年保险
	5901C-x		
	5901D-x		
	5943	镓点	9230：小型固定点复现及保存装置
	5904	镉点	9114：固定点复现保存装置，三段加热炉
	5905	锡点	
	5906	锌点	
	5907	铝点	
	5908	银点	9115A：固定点复现保存装置，热管炉
	5909	铜点	9116A：固定点复现保存装置，热管炉
	5924	镉点	9114：固定点复现保存装置，三段加热炉
	5925	锡点	
	5926	锌点	
	5927A-L	铝点	
	5927A-S		
	5928	银点	9115A：固定点复现保存装置，热管炉
	5929	铜点	9116A：固定点复现保存装置，热管炉
小型固定点	5901B-G	水三相点	9210：小型水三相点复现保存装置
	5943	镓点	9230：小型固定点复现及保存装置
	5944	镉点	9260-M：用于金属外壳的小型固定点复现保存装置
	5945	锡点	
	5946	锌点	
	5947	铝点	
	5914A	镉点	9260-Q：用于石英外壳的小型固定点复现保存装置
	5915A	锡点	
	5916A	锌点	
	5917A	铝点	
	5918A	银点	9115A：固定点复现保存装置，热管炉 2941：用于保存小型固定点容器的支架
	5919A	铜点	9116A：固定点复现保存装置，热管炉 2942：用于保存小型固定点容器的支架

一、快速解决方案推荐表——传统固定点59XX系列



主要特点

- 高纯度金属
- 特殊的制作工艺
- 卓越的性能指标
- 全面的固定点系列

高纯度金属

福禄克的金属固定点由高纯度金属制成，纯度达到99.9999%（6个9），而铯熔点容器中的金属纯度高达7个9。

特殊的制作工艺

福禄克的金属固定点采用非常质密，高纯度的石墨加工成坩埚，里面封装纯金属样品。这些坩埚密封在石英或硼硅玻璃容器中。在装入金属之前，所有用来制造容器的零件都要经受高温和高真空的特殊处理。装配之后，将容器抽成真空，保持若干天。在密封之前还要用高纯

净的氩气做多次净化处理。此外我们使用一种特殊技术在该固定点温度将容器密封。用这种方法，可以在固定点温度测量和记录容器中氩气的压力，使得压力修正达到最小误差。这种特殊的制造固定点容器的技术是基于福禄克公司20多年的长期积累，是非常可靠和稳定的。

卓越的性能指标

福禄克的固定点系列性能优异，为各国的温度校准实验室提供了温度基准。其不确定度为当前世界顶级水平，其优异的不确定度和长期稳定性经过了多年的验证。

全面的固定点系列

福禄克的金属固定点覆盖了从汞点到铜点之间的所有固定点，同时可定制氩三相点系统，您可以构建世界上最完整的温度校准实验室。

开口容器与密封容器使用同样的材料及技术。它包含一个高质量的阀门，可以连接到实验室的压力处理系统。固定点瓶可以用高纯惰性气体多次充气，排气和净化，使得固定点瓶内的压力达到标准的压力水平。由于开口容器内的压力可以测量，因此由压力修正带来的测量不确定度就会被最小化。

传统固定点系列技术指标及选购指南（配置表参见6页选型表）

型式	型号**	固定点	封装材料	温度值 (°C)	外径 (mm)	总高 (mm)	内径 (mm)	深度 *(mm)	固定点不确定度 (mK, k=2)	哈特实验室校准不确定度(mK, k=2)
密封容器 ***	5900E	汞点	不锈钢	-38.8344	31	470	8.2	200	0.2	0.25
	5943	铯点	不锈钢	29.7646	38.1	250	8.2	168	0.1	0.1
	5904	铟点	石英玻璃	156.5985	48	285	8	195	0.7	0.7
	5905	锡点	石英玻璃	231.928	48	285	8	195	0.5	0.8
	5906	锌点	石英玻璃	419.527	48	285	8	195	0.9	1.0
	5907	铝点	石英玻璃	660.323	48	285	8	195	1.3	1.8
	5908	银点	石英玻璃	961.78	48	285	8	195	2.4	4.5
	5909	铜点	石英玻璃	1084.62	48	285	8	195	10.1	12.0
开口容器 ***	5924	铟点	石英玻璃	156.5985	50	596	8	195	0.7	0.7
	5925	锡点	石英玻璃	231.928	50	596	8	195	0.5	0.8
	5926	锌点	石英玻璃	419.527	50	596	8	195	0.9	1.0
	5927A-L	铝点	石英玻璃(长)	660.323	50	696	8	195	1.3	1.8
	5927A-S	铝点	石英玻璃(短)	660.323	50	596	8	195	1.3	1.8
	5928	银点	石英玻璃	961.78	50	696	8	195	2.4	4.5
	5929	铜点	石英玻璃	1084.62	50	696	8	195	10	12.0

*深度为中心井底部到内部材料的顶部。

** 可选附件：2068-D固定点容器支撑架。

*** 开口容器与密封容器使用同样的材料及技术。它包含一个高质量的阀门，可以连接到实验室的压力处理系统。固定点瓶可以用高纯惰性气体多次充气，排气和净化，使得固定点瓶内的压力达到标准的压力水平。由于开口容器内的压力可以测量，由于压力修正带来的测量不确定度就被最小化了。

一、快速解决方案推荐表——水三相点瓶5901X系列



主要特点

- 纯度极高，不确定度极低
- 多种尺寸，多种选择
- 优异的同位素水平
- 特殊应用的小型水三相点

引言

水三相点 (TPW) 是唯一一个同时被热力学温标和国际温标定义的温度固定点。热力学温度的单位，开尔文，被定义为水三相点热力学温度的 $1/273.16$ 。它也是1990年国际温标 (ITS-90) 的定义固定点。

因此水三相点温度是最重要、最准确、最易于使用的温度标准。福禄克的水三相点瓶以小于 $0.0001\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的扩展不确定度实现 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度。如果您拥有标准铂电阻温度计SPRT,就必须有一个高质量的水三相点瓶。

纯度极高，不确定度极低

福禄克公司的水三相点瓶内是经过精心多次蒸馏的海洋水，并经过严格抽真空和密封，其同位素几乎等同于国际标准——“维也纳标准平均海水”或“VSMOW”。由于水杂质引起的潜在误差甚至高于同位素产生的误差。福禄克的容器经过多次蒸馏处理，并利用特殊技术来维持水的纯度。尤其是我们基标准专家可以直接将石英容器连接到玻璃蒸馏系统，而无需采用可能会引起污染的对接硬件。福禄克的绝大多数水三相点瓶的外壳为硼硅玻璃或石英。玻璃比石英要便宜，但也更容易渗透。随着时间的推移，会有杂质渗透。研究表明，玻璃容器每年的漂移通常为 $0.000006\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，而石英容器则小得多，因此需要根据具体情况来选择。

多种尺寸，多种选择

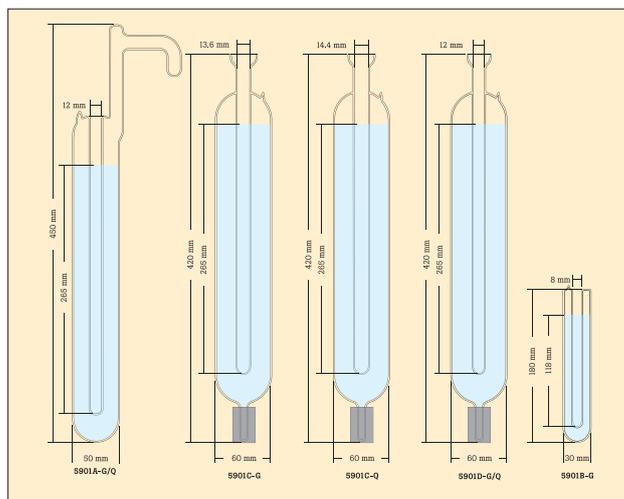
福禄克的水三相点瓶具有4种常用的尺寸。5901A、5901C和5901D均提供石英或玻璃外壳，并且提供265 mm的插入深度。这些型号之间的主要不同（除5901A上的支架外）是探头井的内部直径。5901A容器包括一个支架，可作为手柄、挂钩，或者作为McLeod真空计来证明在容器内残留了多少空气。

优异的同位素水平

大多数水中的氧原子主要是由8个质子和8个中子(^{16}O)组成的，但是一些氧原子额外多一个(^{17}O)或两个(^{18}O)中子。相类似，水中的氢原子通常仅含有一个质子(^1H)，但是有时还会有一个中子(^2H)，从而形成“重水”。这些同位素以不同的比例共存于海洋水、极化水和大陆水中，其中海洋水是最重的。ITS-90温标建议使用“具有与海水同位素基本一致的”水制造水三相点瓶。研究表明，同位素引起的TPW误差最大可达 $0.00025\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在福禄克容器中，由于偏离VSMOW而产生的不确定度低于 $0.000007\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。也就是仅有 $7\text{ }\mu\text{K}$ ！

特殊应用的小型水三相点

众所周知，SPRT价格非常昂贵。SPRT使用一段时间后会产生产生漂移，如果发现其产生的漂移量超过正常范围并及时退火，仍能够恢复其正常性能。据统计，永久性损坏的SPRT中有40%是由于漂移过量未及时退火而造成的。因此，及时监测SPRT的漂移量是十分必要的。福禄克公司提供的小型水三相点可以方便快捷地检查SPRT在水三相点的漂移量，帮助您判断其是否超差，并及时采取措施，延长其使用寿命。数据证明，延长两支到八支SPRT的使用寿命，就可收回购买小型水三相点的投资。

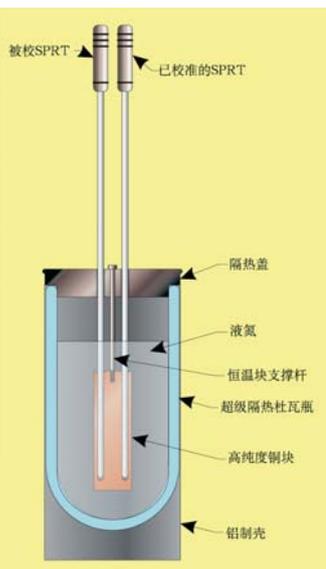


各种水三相点瓶的外形尺寸

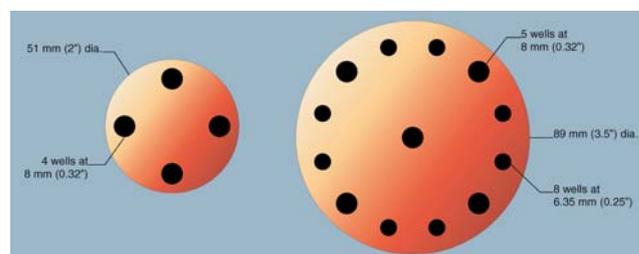
水三相点瓶技术指标及选购指南

型号	5901A-G	5901A-Q	5901C-G	5901C-Q	5901D-G	5901D-Q	5901B-G
扩展不确定度(k=2)	<0.0001 °C						<0.0002 °C
复现性	0.00002 °C						0.00005 °C
外径×总高(mm)	50 × 450		60 × 420		60 × 420		30 × 180
内径(mm)	12		13.6		14.4		8
浸入深度(水表面到井底部)	265						118
封装材料	硼硅玻璃	石英	硼硅玻璃	石英	硼硅玻璃	石英	硼硅玻璃
水源	海洋						
δ D ^{VSMOW}	± 10‰ (± 1%)						± 20‰
δ ¹⁸ O ^{VSMOW}	± 1.5‰ (± 0.15%)						± 3‰
与VSMOW偏差的影响	± 7 μK						± 14 μK
可选附件	2031A: 水三相点瓶快速冻制器 2067-D: 用于冻制水三相点瓶的支撑架 1904-TPW: 与认可的水三相点瓶的比对证书 5901-ITST: TPW 同位素分析报告 5901-SMPL: TPW 水样(封装玻璃安瓿中) 3901-11: 5901A/D 使用的中心管内的衬管, 至 7.5mm 3901-12: 5901A/D 使用的中心管内的衬管, 至 5.56mm 3901-13: 5901A/D 使用的中心管内的衬管, 至 6.35mm 3901-21: 5901C 使用的中心管内的衬管, 至 7.5mm 3901-22: 5901C 使用的中心管内的衬管, 至 5.56mm 3901-23: 5901C 使用的中心管内的衬管, 至 6.35mm 2028: 杜瓦瓶 (水三相点冰槽使用) INSU-5901: 水三相点一年保险						其他信息参考小型固定点容器部分

一、快速解决方案推荐表——液氮比较器LN₂



福禄克的LN₂液氮比较器由超级隔热杜瓦瓶, 高纯度铜块和一个精确的隔热盖组成。使用时只需将杜瓦瓶内装入适量液氮, 并且将恒温块悬在其中(如图), 大约30分钟后, 就可以进行您的校验工作。我们可以提供两种规格的LN₂比较校验器供大家选择, 7196-4型包括4个直径8mm的孔, 7196-13有5个8mm的孔和8个6.35mm的孔, 不论哪种规格其稳定性均优于2mK/20min, 孔与孔之间的温差小于0.4mK。



技术指标	
温度	根据环境压力, 标称温度为 -196 °C
热井	7196-4: 四个内径为 8 mm (0.32") 的井, 7196-13: 五个内径为 8 mm (0.32") 的井, 八个内径为 6.35 mm (0.25") 的井 均热铜块: 从盖顶至井底的浸没深度为 275 mm, 浸入铜块内的浸没深度为 150 mm
尺寸	180 mm 外径 x 385 mm 高度
温度均匀性	优于 2 mK
容积	3.5 L 液态氮

一、快速解决方案推荐表——大型水三相点保存装置



主要特点

- 专为保存水三相点设计
- 应用范围广

专为保存水三相点设计

哈特的水三相点恒温槽是用来保存传统尺寸的水三相点，它具有极高的温度稳定性，且具有过温/欠温保护功能，因此保存时间长，至少可保存8周。其中7312可以保存2个水三相点瓶，7012和7037可以保存4个。

应用范围广

哈特可以提供多种水三相点瓶恒温槽，稳定性好，温度范围宽，不仅可以用来保存水三相点，同时可以保存铯点，并可在比较法检定时使用。

大型水三相点保存装置技术指标及选购指南

型号	7312	7012
温度范围	-5℃~110℃	-10℃~110℃
稳定性	± 0.001℃@0℃ (乙醇和水的混合物) ± 0.004℃@30℃ (乙醇和水的混合物)	± 0.0008℃ at 0℃ (酒精) ± 0.0008℃ at 25℃ (水) ± 0.003℃ at 100℃ (硅油 5012)
均匀性	± 0.003℃@0℃ (乙醇和水的混合物) ± 0.006℃@30℃ (乙醇和水的混合物)	± 0.003℃ at 0℃ (酒精) ± 0.002℃ at 25℃ (水) ± 0.004℃ at 100℃ (硅油 5012)
设定点准确度	± 0.05℃@0℃	N/A
设定点重复性	± 0.01℃	± 0.005℃
显示分辨率	0.01℃	0.01℃
设定点分辨率	± 0.002℃； ± 0.000003℃ (高分辨率设定模式)	± 0.002℃； ± 0.00003℃ (高分辨率设定模式)
开口尺寸	121 × 97mm	162 × 292 mm
浸入深度	496mm	457 mm
体积	19L	42L
通讯接口	RS-232	RS-232
外形尺寸	819(H) × 305(W) × 622(D)	762(H) × 686(W) × 401(D) mm
重量	34 Kg	68Kg
包装清单	内置放在恒温槽内部的支撑架	不含水三相点支撑架
可选附件	2031A: 水三相点瓶冻制器 2067-D: 冻制时使用的水三相点瓶支撑架	2027-5901: 水三相点支撑架 2031A: 水三相点瓶冻制器 2067-D: 冻制时使用的水三相点瓶支撑架

一、快速解决方案推荐表——传统固定点复现保存装置911X系列



主要特点

- 最佳的稳定性
- 最佳的垂直温场
- 最佳的温坪

引言

对于固定点来说，复现保存装置与固定点容器配套使用来提供固定点的温度，而复现保存装置的性能会直接影响固定点的性能及使用便利性等。

最佳的稳定性

保存固定点容器需要高稳定性并具有严格的温度梯度控制的仪器，以保证长时间的温坪。所有福禄克保存装置，包括计量炉和液体恒温槽，都是使用福

克专利的温度控制器。这些控制器具有卓越的稳定性并实现了优异的温度控制。福禄克复现保存装置可以提供更长时间的温坪和更小的温度梯度。

最佳的垂直温场

对于金属固定点容器，可选择三个加热区或热管炉保存，从而保证了最佳的垂直温场。另外还可以选择平衡块放入炉中进行铂电阻温度计的退火或比较法校准。

最佳的温坪

温坪的长度最能反映炉子的稳定性和均匀性。福禄克提供了三种复现保存装置，它们与固定点容器配合使用时能够得到最长的温坪。一般情况下，福禄克的复现保存装置和固定点容器能够建立20小时到40小时甚至更长的温坪。

传统固定点复现保存装置技术指标及选购指南

型号	9114	9115A	9116A
应用	用于钢，锡，锌和铝点	用于铝和银点	用于铝点，铜点和银点
加热方式	三段加热炉	热管炉	热管炉
温度范围	100℃~680℃	550℃~1000℃	400℃~1100℃
温度稳定性	± 0.03℃	± 0.25℃	± 0.5℃
温度均匀性	± 0.05℃ (预热孔中± 0.1℃)	+0.1℃	< +0.5℃
加热功率	主加热区：1500W 其他加热区：1000W	2500W	主加热区：900W 其他加热区：800W
重量	92Kg	82Kg	68 kg
外形尺寸	838(H) × 610(W) × 406(D) (mm)		
电源要求	230VAC(± 10%)，50/60Hz，单相，最大 12A		
包装清单	内置 RS232 接口；(炉子内部) 固定点容器的支撑架及其相应的附件		
可选附件	2940-911X 额外的固定点支撑架 (放置在固定点炉内) 2941 用于保存小型固定点容器的固定点支撑架 (放置在固定点炉内) 2127-911X 当固定点炉用作退火炉使用时的防污染块 2126 当固定点炉用于比较校准时的金属恒温块 (限 9114) 2125 IEEE-488 接口 (限 9114)		2940-9116 铝固定点支撑架，保存装置外使用 2127-9116 氧化铝插块，可用至 1100 度，3 个插孔，可进行比较法检定

2127-911X 技术指标			
尺寸	2127-9114: 54mm × 510mm	2127-9115: 62mm × 510mm	2127-9116: 54mm × 510mm
井	3 孔，8mm 内径 × 488mm		
插入保护	末端 156mm 在氧化铝内		
井-井均匀性	10mK@660℃ 9114 中		
温度范围	最高至 1100℃		

一、快速解决方案推荐表——小型固定点59XX系列



主要特点

- 高纯度金属
- 更高的工作效率
- 最优的性价比
- 可选金属封装，经久耐用

引言

传统的固定点主要用于复现国际温标，分度标准铂电阻温度计、标准热电偶等高准确度温度计。福禄克的新一代小型固定点装置，可以胜任检定各种温度传感器，包括二等铂电阻温度计、工业热电阻、各种标准热电偶和工业热电偶、以及热敏电阻温度计等（包括长度较短的温度计）。

高纯度金属

福禄克的金属固定点由高纯度金属制成，纯度达到99.9999%（6个9），而铱熔点容器中的金属纯度高达7个9。

更高的工作效率

小型金属固定点容器的直径最大为

43mm，长度最大为250mm。采用小型固定点容器和便携式定点炉检定二级或工业温度计，其不确定度至少比比较检定法改善了一个数量级。此外，这种新的定点检定方法，不需要使用标准温度计，提高了检定的可靠性。这种新方法还具有使用方便，长期稳定性好等许多优点。300mm长的短温度计也能用这种新方法检定。这些固定点的温坪通常长于8小时，单一温坪曲线可检定大量温度计。如果在检定范围内建立几个固定点，一支温度计依次插入各个固定点进行检定，一天内便完成了检定的全过程，提高了工作效率。

最优的性价比

新一代固定点装置，除了保留不确

定度较小，复现性好等传统固定点的优点外，具有使用方便，成本低，效率高的特点并且工作可靠。这种新一代固定点装置，可以胜任检定各种各样的温度传感器，包括二级铂电阻温度计，各种工业热电阻，各种标准热电偶和工业热电偶，以及热敏电阻温度计等（包括长度较短的温度计）。因此这种小型固定点装置具有最优的性价比。

可选金属封装，经久耐用

小型固定点可选金属或石英玻璃封装，金属封装的固定点相比石英玻璃封装，更经久耐用，而且方便使用及运输，不用担心固定点瓶破裂的危险。

小型固定点系列技术指标及选购指南

型号	固定点	封装材料	温度值 (°C)	外径 (mm)	总高 (mm)	内径 (mm)	深度 *(mm)	固定点不确定度 (mK,k=2)	简单复现不确定度 (mK,k=2)
5901B-G	水三相点	硼硅玻璃	0.01	30	170	8	117	0.2	0.5
5943	铱点	不锈钢	29.7646	38.1	250	8.2	168	0.1	0.1
5944	钢点	不锈钢	156.5985	41.3	222	7.8	156	0.7	1.4
5945	锡点	不锈钢	231.928	41.3	222	7.8	156	0.8	1.6
5946	锌点	不锈钢	419.527	41.3	222	7.8	156	1.0	2.0
5947	铝点	不锈钢	660.323	41.3	222	7.8	156	2.0	4.0
5914A	钢点	石英玻璃	156.5985	43	214	8	140	1.0	2.0
5915A	锡点	石英玻璃	231.928	43	214	8	140	1.4	3.0
5916A	锌点	石英玻璃	419.527	43	214	8	140	1.6	4.0
5917A	铝点	石英玻璃	660.323	43	214	8	140	4.0	10.0
5918A	银点	石英玻璃	961.78	43	214	8	140	7.0	n/a
5919A	铜点	石英玻璃	1084.62	43	214	8	140	15.0	n/a

说明：1.上述小型固定点容器无须其他附件

2.上述小型固定点容器均可在传统固定点炉中使用（需要另购相应的安装在传统固定点炉内的适配器）

*插入深度为中心井底部到内部材料的顶部，固定点不确定度指用传统复现方法并保存在大型固定点保存装置中的扩展不确定度，简单复现不确定度指用小型固定点复现保存装置复现固定点温度的扩展不确定度。

一、快速解决方案推荐表——小型固定点复现保存装置92XX系列



主要特点

- 小巧，便携
- 最佳的稳定性及均匀性
- 自动程序，易于使用

小巧，便携

小型固定点复现保存装置尺寸比传统的定点炉小得多，高度约为489mm，直径约209mm，重量仅为17kg左右，小巧，便携。

最佳的稳定性及均匀性

小型固定点炉内有三组加热器：主加热器和上下两组辅助加热器。用软件可设置三组加热器功率的比率，以获得最佳垂直温场。该定点炉的垂直温场在固定点容器范围内仅为 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

自动程序，易于使用

福禄克的固定点复现操作步骤已经写入定点炉的菜单中。操作时，只需调用相应的内置程序即可，自动复现固定点温度。用户也可自行设置操作参数。

小型固定点系统配置说明

小型固定点系统由小型固定点瓶及小型固定点复现保存装置组成。以下三张图片即为配置实例。



小型水三相点系统



锡熔点系统



其它小型金属固定点系统

小型固定点复现保存装置技术指标及选购指南

型号	9210	9230	9260
温度范围	-10℃~125℃	15℃~35℃	50℃~680℃
使用温度	5℃~45℃	18℃~28℃	5℃~45℃
稳定性	± 0.02℃	± 0.02℃	± 0.03℃ (至 300℃) ± 0.05℃ (高于 300℃)
垂直温场	± 0.05℃ (在 0℃ 时从底部的 100mm 范围内)	<0.03℃ (在保存容器时, 从底部的 152mm 范围内)	顶部和底部可调
温坪持续时间	6~10 小时	5 天	6~10 小时
均匀性*	± 0.02℃	—	± 0.02℃
分辨率	0.01℃ 0.001℃ (在编程模式)	0.01℃ 0.001℃ (在编程模式)	0.01℃
浸入深度	171mm (使用比较块时)	220mm (在镓容器内)	229mm
稳定时间	15 分钟	程序预置	15 分钟
预热孔	3 个 (可插入直径为 φ3.18mm, φ6.35mm, φ7.01mm 的传感器)	2 个	2 个
显示准确度	± 0.25℃	± 0.05℃ @29.76℃	± 0.2℃ (至 300℃) ± 0.3℃ (至 450℃) ± 0.5℃ (至 680℃)
加热时间	45 分钟 (从室温至 100℃)	程序预置	1.25 小时 (从室温至 680℃)
制冷时间	25 分钟 (从室温至 -5℃)	程序预置	10.5 小时 (从 680℃ 至 100℃)
通讯接口	内置 RS232 接口	内置 RS232 接口	内置 RS232 接口
故障保护	可调的温度切断保护	加热/制冷速率切断保护	过温保护、传感器开路、短路保护
外形尺寸	489(H) × 222(W) × 260(D) (mm)	489(H) × 222(W) × 260(D) (mm)	489(H) × 222(W) × 260(D) (mm)
重量	7 Kg (含插块)	8.2 Kg (不含容器)	20.5 Kg (含比较块)
电源	230VAC(± 10%), 50Hz, 0.75A, 170W	230VAC(± 10%), 50Hz, 0.65A, 175W	6A
比较块	三种多孔比较块; 空白比较块 和用户定制比较块	联系哈特	两种多孔比较块; 空白比较块 和用户定制比较块
可选附件	1904-TPW: 与标准瓶的比对证书 3110-1: 空白比较块 3110-2: A 型比较块 (孔径为: φ1.6mm, φ3.2mm, φ4.76mm, φ6.35mm, φ9.5mm, φ12.7mm) 3110-3: B 型比较块 (孔径为: 2 × φ4.76mm, 2 × φ6.35mm, 2 × φ9.5mm) 3110-4: C 型比较块 (孔径为: 6 × φ6.35mm) 3110-Y: 客户定制插块	1904-Ga: 与标准容器的比对证书	1904-X: 与标准瓶的比对证书 2940-9260: 额外的石英玻璃容 器支撑架 (放在 9260 内部) 2942-9260: 额外的金属容器支 撑架 (放在 9260 内部) 3160-1: 空白比较块 3160-2: 孔径为: 7 × φ6.35mm 3160-3: 孔径为: 2 × φ3.2mm, 2 × φ4.76mm, 2 × φ6.35mm, 2 × φ9.5mm, 2 × φ9mm) 3160-CST: 客户定制插块
应用	用于实现水三相点和比较校准	用于实现镓熔点 (基标准装置)	用于实现铜、锡、锌、铝点和比较校准

* 均匀性是指使用比较块时孔与孔之间的温度梯度

一、快速解决方案推荐表——标准铂电阻温度计 56XX 系列



主要特点

- 特殊设计，精密制作，可靠耐用
- 性能稳定
- 适合各种应用

特殊设计，精密制作，可靠耐用

福禄克有世界上最有经验的标准铂电阻设计制造团队。福禄克生产的石英套管标准铂电阻温度计（SPRT）具有所有 SPRT 最优秀的品质：镀金的接线片、可释放应力的连接方式、避免对流的隔片、精细的石英玻璃、去光泽的套管和当前最高纯度的金属铂。专门消除应力的传感器设计使得在温度变化时不会伸长或缩短，获得了无可比拟的稳定性。福禄克的科学家开发出了一种完善的方法来密封铂引出导线和周围的石英管，这种方法能够在各种温度下均衡铂丝和石英玻璃的不同膨胀率。此外，我们使用纯石英做十字骨架、隔片和套管，而不使用云母或陶瓷，以获得最佳性能。我们还采用一种特殊的玻璃处理工艺来增加石英的电阻和钝化，并且用特殊的清洁工艺消除管内不纯的物质。福禄克的科学家还研究了套管中氩气与氧气平衡的最佳比率。一定量的氧气是必要的，它可以把高温条件下外来金属对于铂的污染的

危险降到最低。但是，在 500℃ 的温度以下，过多的氧气会加速氧化过程。福禄克的准确设计可以保证实现保护铂的最佳平衡状态。

性能稳定

以上所有这些细小环节都有助于实现更小的不确定度和更低的漂移。由于这些特殊设计，福禄克的标准铂电阻温度计可以防止气体泄漏和杂质污染至少 20 年。温度计的年漂移量通常小于 0.001℃。

适合各种应用

根据不同应用的需要，福禄克设计了不同种类的标准铂电阻温度计。包括：高性能金属护杆的 5699，-200~670℃；性能卓越的石英套管 5681，-200~670℃；超稳定的石英套管 5683，-200~480℃；最佳性价比的 5698，-200~670℃；小套管超稳定的 5686，-260~232℃ 和 5695，-200~500℃；应用于高温的 5684 和 5685，0~1070℃。

各种探头的引线端子选择指南：

- S： 铲状端子。可与 2560，1575，2575，1590，2590 一起使用
- L： 小型铲状端子。一般与 1529 的热阻通道一起使用
- B： 裸线。可与 1529，2560，2565，数据采集器一起使用
- Din： 5 端子 DIN 插头。一般与 1502 A 一起使用
- I： INFO-CON 插头。可与 1521，1522 一起使用
- G： 镀金端子
- J： 香蕉插头。可与 2560 一起使用
- M： 小型香蕉插头。可与 的热阻通道一起使用
- A： 6 端子 DIN 插头，可与 914X-P 一起使用
- P： INFO-CON 插头，可与 1523/1524 一起使用

标准铂电阻温度计技术指标及选购指南

型号	说明	图片	套管类型	温度范围	标称电阻	特征参数	最小插入深度	校准不确定度 (K=2)	套管尺寸	备注	主要特点	主要应用
5608-9	经济型短支二等标准 PRT		镍铬铁合金	-200°C~500°C	100Ω ± 0.5Ω	0.003925 (W(Ga) ≥ 1.11807)	80mm	5608 可选 1922-4-R 5609 可选 1923-4-7 或 1924-4-7 (5609-9BND 只能选 1924-4-7)	φ 3.2 × 229 mm	可选 NVLAP 认可的校准证书, 也可在国内定等级	最优的性价比, 价格接近国产同类产品。温度覆盖范围宽, 金属外壳, 经久耐用。	作为二等标准铂电阻温度计, 检定和校准各类工业用温度传感器; 精密测温。
5608-12				φ 3.2 × 305 mm								
5609-12				φ 6.4 × 305 mm								
5609-15				φ 6.4 × 381 mm								
5609-300				φ 6 × 300 mm								
5609-400				φ 6 × 400 mm								
5609-20				φ 6.4 × 508 mm								
5609-500	φ 6 × 500 mm											
5609-9BND	直角二等标准 PRT							φ 6.4 × 229 mm (金属套管全长 381mm)		直角二等标准铂电阻温度计, 亦可定制弯管长度。	特别适合与干式计量炉配合, 进行现场校准; 精密测温。	
5626-20	标准长度二等标准 PRT		镍铬铁合金	-200°C~661°C	100Ω ± 1Ω	± 0.0006@-200°C ± 0.004@0°C ± 0.009@420°C ± 0.014@661°C	127mm	四线制输出 NVLAP 认可的校准证书	φ 6.4 × 508 mm	5626/5628 作为二等标准铂电阻温度计, 用于检定和校准各类工业用温度传感器; 5615 用于精密测温。		
5628-20				25.5Ω ± 0.5Ω								
5626-15				100Ω ± 1Ω								
5628-15				25.5Ω ± 0.5Ω								
5626-12	短支二等标准 PRT		镍铬铁合金	-200°C~661°C	100Ω ± 1Ω	± 0.0006@-200°C ± 0.004@0°C ± 0.009@420°C ± 0.014@661°C	127mm	四线制输出 NVLAP 认可的校准证书	φ 6.4 × 381 mm			
5628-12				25.5Ω ± 0.5Ω								
5615-6				100Ω ± 1Ω								
5615-9	短支二等标准 PRT		镍铬铁合金	-200°C~300°C	100Ω ± 0.1Ω	± 0.024@-196°C ± 0.011@-38°C ± 0.010@0°C ± 0.018@200°C ± 0.029@420°C (5615-6 只校准到 300°C)	102mm @0°C	四线制输出 NVLAP 认可的校准证书	φ 4.8 × 152 mm			
5615-12				-200°C~420°C	100Ω ± 0.1Ω				φ 4.8 × 229 mm			
				-200°C~420°C					φ 6.4 × 305 mm			

备注: 1. 铂电阻系列不含检定证书, 可以在国内检定。2. 可以选择带 NVLAP 证书的铂电阻温度计

标准铂电阻可选校准

1922-4-R	1923-4-7	1924-4-7
± 0.010°C @ -197°C	± 0.025°C @ -197°C	± 0.025°C @ -197°C
± 0.009°C @ 0°C	± 0.025°C @ 0°C	± 0.025°C @ 0°C
± 0.025°C @ 420°C	± 0.035°C @ 420°C	± 0.045°C @ 420°C
± 0.025°C @ 500°C	± 0.050°C @ 660°C	± 0.050°C @ 660°C



5699



5681/5683



5698



5686



5684/5685

标准铂电阻温度计技术指标及选购指南 (续)

型号	5699	5681	5683	5698	5686	5684	5685
名称	高性能金属套杆标准铂电阻温度计	性能卓越的标准铂电阻温度计	超稳定标准铂电阻温度计	最佳性价比的标准铂电阻温度计	小套管超稳定标准铂电阻温度计	高温铂电阻温度计	
温度范围	-200℃~670℃	-200℃~670℃	-200℃~480℃	-200℃~670℃	-260℃~232℃	0℃~1070℃	
R _{TPW} 值	25.5 ± 0.5 Ω					0.25 Ω	2.5 Ω
激励电流	1mA					14.14mA	5mA
电阻比	W(302.9146K) ≥ 1.11807 且 W(234.3156K) ≤ 0.844235					W(302.9146K) ≥ 1.11807 且 W(1234.93K) ≥ 4.2844	
灵敏度	0.1Ω/℃					0.001Ω/℃	0.01Ω/℃
漂移速率	<0.008℃/每年 (典型值<0.003℃/每年)	<0.002℃/100小时在661℃ (典型值<0.001℃/每年)	<0.001℃/100小时在480℃ (典型值<0.0005℃/每年)	<0.006℃/100小时在661℃ (典型值<0.003℃/每年)	<0.005℃/每年 (全温范围内)	<0.003℃/100小时在1070℃ (典型值<0.001℃/每年)	
TPW的自热	<0.001℃在1mA时	<0.002℃在1mA时	<0.002℃在1mA时	<0.002℃在1mA时	<0.002℃在1mA时	<0.002℃在1mA时	<0.002℃在10mA时
热循环后R _{TPW} 漂移	<0.001℃	<0.00075℃	<0.0005℃	<0.001℃	<0.001℃	<0.001℃	<0.001℃
复现性	± 0.001℃或更好	± 0.001℃或更好	± 0.00075℃或更好	± 0.0015℃或更好	± 0.001℃或更好	± 0.0015℃或更好	
铂丝直径	0.07mm	0.07mm	0.07mm	0.07mm		0.4mm	0.2mm
套管类型	镍铬铁合金	石英	石英	石英	玻璃 (内充氦气)	石英	石英
套管尺寸(mm)	φ5.56 × 482	φ7 × 520	φ7 × 520	φ7 × 485	φ5.8 × 56	φ7 × 680	φ7 × 680
说明:	1.上述产品均含有木制携带箱。 2.上述产品不包括检定证书。可根据客户指定的温度范围进行标定。						

一、快速解决方案推荐表——退火炉9117



主要特点

- 保护标准铂电阻温度计退火时不受污染
- 专利的模数混合温度控制技术
- 优秀的温度均匀性

引言

标准铂电阻温度计不仅是 ITS-90 温标内插仪器，也是各个温度检定实验室的标准仪器。在周期检定或日常使用过程中，标准铂电阻温度计需要经常退火，以维护温度计的稳定性，原因如下：

- 无论您如何小心地使用温度计，使用期间的各种冲击、振动或任何其它形式的加速度都可能使感温丝产生应力，导致温度-电阻特性的改变。退火可以消除温度计感温元件的应力，使温度计的水三相点值恢复到产生应力前的数值。
- 感温铂丝在 -40℃~500℃ 的温度范围内会发生铂氧化作用，导致温度计水三相点值的上升。在 500℃ 以上对温度计进行退火，可以完全消除铂的氧化效应，使温度计的水三相点值恢复到产生氧化效应前的数值。

● 温度计使用期间的热淬火可以导致感温铂丝产生应力，导致温度计水三相点值的漂移。适当的退火可以消除感温元件的应力，使温度计的水三相点值恢复到热淬火前的数值。

机械振动，热淬火，和感温铂丝的氧化，都是铂电阻温度计检定和使用过程中不可避免的现象。由此造成的漂移大部分是可以通过退火来消除的。退火期间要注意保护铂电阻温度计不受外界廉金属的污染，铂电阻温度计很容易在高温下被廉金属污染，使得标准铂电阻温度不再满足 ITS-90 温标的要求。因此，为了保持标准铂电阻温度计的长期稳定性，延长使用寿命，避免退火时对温度计元件造成污染，正确选择并拥有一台性能可靠的退火炉是非常重要的。

保护铂电阻不受污染

福禄克设计生产的9117退火炉，采用氧化铝均热块及石英保护套管，在退火过程中可以保护铂电阻温度计不受污染。

专利的数字温度控制技术

9117 退火炉采用专利的模数混合温度控制技术，使得退火炉可以在最短的时间内获得最佳的温度稳定性。

优秀的温度均匀性

退火炉必须具有很好的垂直温度梯度，规程要求在放置感温元件处60mm内的垂直温度梯度不超过 1℃。Fluke 9117 退火炉的垂直梯度从底部开始的 76mm 范围内达到 ± 0.5℃ @ 670℃。

退火炉技术指标及选购指南

型号	9117
温度范围	300℃-1100℃
稳定性	± 0.5℃
均匀性	± 0.5℃ @ 670℃ (从底部开始 76mm 的范围内)
显示分辨率	0.1℃ (<1000℃) ; 1℃ (>1000℃)
插孔	5个, Φ 8mm × 480mm(长)
外形尺寸	863 (H) × 343 (W) × 343 (D) (mm)
重量	28Kg
备注:	9117 退火炉内置 RS232 接口, 且不需要额外附件。

一、快速解决方案推荐表——标准热敏电阻及标准热电偶56XX系列



标准热敏电阻



工业校准用标准热偶

主要特点

- 优异的准确度及稳定性
- 多种类型，多种应用
- 可溯源至 NIST (美国国家标准技术研究院)

优异的准确度及稳定性

福禄克生产的传感器具有优异的准确度及稳定性。标准热敏电阻的准确度高达 $\pm 0.001^\circ\text{C}$ ，价格低于 SPRT，在 0 到 100°C 范围内是最具性价比的选择。标准热电偶的校准不确定度在 0 到 962°C 范围内仅为 0.15°C 。

多种类型，多种应用

热敏电阻分为铠装，珠状和特氟龙封装三种形式，适合不同的使用场合。其中铠装用于大部分场合，珠状适用于需要精密点测温的情况，而特氟龙封装适用于需要耐腐蚀的场合。标准热电偶分为带参考端和不带参考端两种类型，带参考端的标准热电偶将参考端封装于不锈钢套管中，以铜导线接出，方便用户使用。

可溯源至 NIST (美国国家标准技术研究院)

标准热敏电阻包含可溯源至 NIST 的校准报告，也可选福禄克 NVLAP 认可实验室校准证书。标准热电偶可提供可选的校准证书。

标准热敏电阻技术指标及选购指南

说明	型号	图片	套管类型	温度范围	标称电阻	准确度	长期漂移	套管尺寸	备注
标准热敏电阻	5640		不锈钢	$0^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$	$4.4\text{K}\Omega @ 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.0015^\circ\text{C}$	$\pm 0.005^\circ\text{C}$	$\phi 6.4 \times 229\text{mm}$	四线制输出 溯源至 NIST 的校准证书
	5641				$5\text{K}\Omega @ 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.001^\circ\text{C}$	$\pm 0.002^\circ\text{C}$	$\phi 3.2 \times 114\text{mm}$	
	5642				$4\text{K}\Omega @ 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.001^\circ\text{C}$	$\pm 0.002^\circ\text{C}$	$\phi 3.2 \times 229\text{mm}$	
	5643			$0^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$	$10\text{K}\Omega @ 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.0015^\circ\text{C} (0-60^\circ\text{C})$	$\pm 0.005^\circ\text{C}$	$\phi 3.2 \times 114\text{mm}$	
	5644					$\pm 0.0025^\circ\text{C} (>60^\circ\text{C})$	$\pm 0.005^\circ\text{C}$	$\phi 3.2 \times 229\text{mm}$	
二级参考热敏电阻	5610-6		不锈钢	$0^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$	$10\text{K}\Omega @ 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.01^\circ\text{C}$	$\leq \pm 0.01^\circ\text{C}$	$\phi 3.2 \times 114\text{mm}$	四线制输出 (5610、5665 为两线制输出) 溯源至 NIST 的校准证书 可选的 NVLAP 认可的校准证书: 1925A 系统联校证书: 1935A
	5610-9							$\phi 3.2 \times 229\text{mm}$	
	5665							$\phi 3.2 \times 76.3\text{mm}$	
	5611A-11							$\phi 1.5 \times 2.54\text{mm}$	
	5611T		特富龙封装 $\phi 3 \times 13\text{mm}$						

标准热电偶及高温铂电阻技术指标及选购指南

说明	型号	图片	套管类型	温度范围	特征参数	最小插入深度	校准不确定度 ($k=2$)	稳定性	套管尺寸	备注
R 型热电偶	5649-20/25		氧化铝	$0^\circ\text{C} \sim 1450^\circ\text{C}$	材料纯度 5 个 9	152mm	$\pm 0.5^\circ\text{C} @ 1100^\circ\text{C}$	$\pm 0.5^\circ\text{C} @ 1100^\circ\text{C}$	$\phi 6.4 \times 508/635\text{mm}$	不含校准证书 (只提供符合该型号允差的证书) 可选的校准证书: 1918-B
R 型热电偶 (带参考端)	5649-20C/25C		测量端: 氧化铝 参考端: 镍铬铁合金	$0^\circ\text{C} \sim 1450^\circ\text{C}$	材料纯度 5 个 9	152mm	$\pm 0.5^\circ\text{C} @ 1100^\circ\text{C}$	$\pm 0.5^\circ\text{C} @ 1100^\circ\text{C}$	测量端: $\phi 6.4 \times 508/635\text{mm}$ 参考端: $\phi 4.8 \times 210\text{mm}$	不含校准证书 (只提供符合该型号允差的证书) 可选的校准证书: 1918-B
S 型热电偶	5650-20/25		氧化铝	$0^\circ\text{C} \sim 1450^\circ\text{C}$	材料纯度 5 个 9	152mm	$\pm 0.5^\circ\text{C} @ 1100^\circ\text{C}$	$\pm 0.5^\circ\text{C} @ 1100^\circ\text{C}$	$\phi 6.4 \times 508/635\text{mm}$	不含校准证书 (只提供符合该型号允差的证书) 可选的校准证书: 1918-B
S 型热电偶 (带参考端)	5650-20C/25C		测量端: 氧化铝 参考端: 镍铬铁合金	$0^\circ\text{C} \sim 1450^\circ\text{C}$	材料纯度 5 个 9	152mm	$\pm 0.5^\circ\text{C} @ 1100^\circ\text{C}$	$\pm 0.5^\circ\text{C} @ 1100^\circ\text{C}$	测量端: $\phi 6.4 \times 508/635\text{mm}$ 参考端: $\phi 4.8 \times 210\text{mm}$	不含校准证书 (只提供符合该型号允差的证书) 可选的校准证书: 1918-B
高温铂电阻温度计	5624-20		氧化铝陶瓷	$0^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$	$10\Omega \pm 1\Omega$	153mm @ 700°C	$\pm 0.05^\circ\text{C} @ 962^\circ\text{C}$	$\pm 0.005^\circ\text{C}$	$\phi 6.4 \times 508\text{mm}$	四线制输出 NVLAP 认可的校准证书

备注: 1918-B 为固定点法校准, 校准后热电偶不确定度为 $\pm 0.15^\circ\text{C} (<962^\circ\text{C})$; $\pm 0.25^\circ\text{C} (962^\circ\text{C} \sim 1100^\circ\text{C})$; $\pm 2.0^\circ\text{C} @ 1450^\circ\text{C}$ 。

一、快速解决方案推荐表——“棒式”标准温度计 155X 系列



温度范围：-50°C~160°C 或 -80°C~300°C
准确度（一年）：± 0.05°C

主要特点

- 安全环保
- 准确可靠
- 数据记录
- 智能实用
- 两种型号可选
- 超长使用时间
- 本安型设计
- NVLAP 认证，NIST 可溯源校准

安全环保

水银温度计作为校准工业测温仪表的参考标准，广泛用于各种过程行业和计量部门。但水银温度计破碎将对人身健康和环境安全带来潜在的危险，全球范围内的许多政府机构要么禁用，要么建议企业寻求其他方法代替水银温度计。福禄克 155X “棒式”标准温度计正是适合这个新市场趋势的最佳产品，它不仅具有优秀的测量准确度和稳定性指标，同时杜绝使用水银，是高准确度测温最安全环保的选择。

准确可靠

155X “棒式”标准温度计的传感器采用福禄克标准铂电阻设计技术，确保其优异的准确度指标；传感器内置于不锈钢护套中并且和温度测量装置集成在一起，合成为一个精密的温度测量仪器，比普通的标准铂电阻探头更不容易受机械冲击的影响，更加适合于现场工作。155X 的综合准确度指标高达 ± 0.05°C，其中包含了长达一年的稳定性指标。

数据记录

155X “棒式”标准温度计可选择带存储的功能，它可以存储 10,000 个带时标的测量结果。而记录的时间间隔可以根据

需要在 2 秒至 60 分钟之间选择，因此它又是一个温度记录仪。存储在仪器内部的数据可通过软件和数据线传输到计算机内，为用户提供最大便利。

智能实用

155X 具有诸多智能实用的功能，如温度稳定/温度趋势指示功能：用户可清楚地观察到被测温度的变化趋势，升高还是降低，以及何时达到足够稳定，减小了可能由于温度不稳导致的测量误差；最大/最小值功能：利用键盘上最大值/最小值按钮，用户可切换显示最大值、最小值，以及 1 分钟趋势值；平滑功能：利用平滑功能读取读数的平均值，可过滤“嘈杂”的温度源。

两种型号可选

155X “棒式”标准温度计有两种型号的温度范围可选，-50°C~160°C 或 -80°C~300°C，两种型号均能在其全温度范围内达到 ± 0.05°C 的一年期准确度，方便用户根据需求选择。

超长使用时间

155X 使用电池供电，高达 300 小时的超长工作时间给用户使用带来极大方便。同时，仪器可查看剩余电量并具低电

提示功能，当电池电量过低时仪器将自动停止测量，防止造成的错误测量结果。使用 3 节 AAA 电池，更换方便。

本安型设计

155X “棒式”标准温度计为本安型产品，完全满足国际防爆安全规定 (ATEX)，可在存在爆炸性气体的环境安全可靠地使用。

NVLAP 认证，NIST 可溯源校准

155X “棒式”标准温度计随机带有符合 NVLAP 认证，可溯源到 NIST 的校准证书，各项技术指标值得信赖。



1551A Ex/1552A Ex 技术指标

技术指标	1551A Ex	1552A Ex
温度量程	-50 °C ~ 160 °C	-80 °C ~ 300 °C
准确度(1 年)	± 0.05 °C	
显示单位	°C、°F	
探头温度系数	0.00385 Ω/Ω/°C, 标称值	
传感器长度	≤ 10 mm	≤ 30 mm
传感器位置(自护套末梢)	3 mm	
最小置入深度 ¹	7 cm	12 cm
探头护套材料	不锈钢	
响应时间	4.8 mm 直径探头: 14 秒 6.35 mm 直径探头: 21 秒	
探头迟滞	± 0.01 °C	
温度分辨率	可选: 0.1、0.01、0.001 (默认 0.01)	
采样率	可选: 0.5 秒、1 秒、2 秒(默认 1 秒)	
读数装置工作温度范围	-10 °C ~ 50 °C	
储存温度	-20 °C ~ 60 °C 0% ~ 95% RH, 无凝结	
可选数据记录 ²	内部存储器中保存多达 10,000 个带时标读数	
记录间隔 ²	2 秒、5 秒、10 秒、30 秒或 60 秒; 2 分钟、5 分钟、10 分钟、30 分钟或 60 分钟	
平滑	对最新的 2 至 10 个读数进行移动平均 (开/关、2、5、10)	
通信	RS-232 立体声插孔	
交流电源	无	
直流电源	3 节 AAA 型电池, 电池寿命典型为 300 小时 不使用 LCD 背光照明	
EMC 兼容性	EN61326:2006 Annex C; CISPR II Edition 5.0-2009; Class "B"	
防护等级	IP50	
电子部分尺寸(高 x 宽 x 深)	114 mm x 57 mm x 25 mm	
重量	196 g	
校准(已含)	NVLAP 认证, NIST 可溯源	
标定	CVD	ITS-90

¹ 符合 ASTM E 644

² 关于可选数据记录配置的信息请参见订购信息

订购信息

型号	说明
1551A Ex	
1551A-9	温度计, -50 °C ~ 160 °C, 4.8 mm x 229 mm
1551A-12	温度计, -50 °C ~ 160 °C, 6.35 mm x 305 mm
1551A-20	温度计, -50 °C ~ 160 °C, 6.35 mm x 508 mm
1551A-9-DL	温度计, -50 °C ~ 160 °C, 4.8 mm x 229 mm, 带数据存储
1551A-12-DL	温度计, -50 °C ~ 160 °C, 6.35 mm x 305 mm, 带数据存储
1551A-20-DL	温度计, -50 °C ~ 160 °C, 6.35 mm x 508 mm, 带数据存储
1552A Ex	
1552A-12	温度计, -80 °C ~ 300 °C, 6.35 mm x 305 mm
1552A-12-DL	温度计, -80 °C ~ 300 °C, 6.35 mm x 305 mm, 带数据存储
选配附件	
1551-CASE	便携包
1551-CBL	RS-232 通讯电缆

标配附件包括: NVLAP 认证校准报告、CD-ROM 版用户指南、3 节 AAA 型电池

注: 附带有 -9、-12、-20 的型号表示探头护套长度, 单位为英寸。全部探头直径为 6.35 mm (1/4 in), 1551A-9 型除外, 其直径为 4.8 mm (3/16 in)。

二、恒温槽系列——特点综述



主要特点

- 独特的加热和温控技术
- 过温过压双重保护，安全可靠
- 含特为中国定制型号
- 提供多种测试附件

引言

实验室认可机构NVLAP颁布的认可指导规定，液体恒温槽的温度稳定性和均匀性应该至少优于被校准传感器技术指标 10 倍以上。例如，被测传感器的技术指标在整个量程内为 $\pm 0.05^\circ\text{C}$ ，那么，恒温槽的稳定性和均匀性必须为 $\pm 0.005^\circ\text{C}$ 以上。在选择恒温槽时要考虑稳定性和均匀性。

稳定性是由控制系统决定的，用来衡量恒温槽维持恒温性能的一个指标。如果恒温槽的温度在测量期间发生变化，则不能获得可靠的校准结果。恒温槽短期稳定性指标至少为 15 分钟。长期稳定性（几个小时、几天、几周）是一个涉及使用方便性的问题。如果您的工作需要一个精确值或绝对值，比如说 25.000°C ，而恒温槽存在长期漂移，则必须在每次使用前调整控制设置点，并等待得到平衡，这样就给工作带来不便。恒温槽液体也会影响到稳定性。液体的黏度越高，其热容量就越小，对稳定性的影响就越大。选择恒温槽时，除了要了解温度指标外，还要了解所使用的介质。

均匀性主要依赖于液体恒温槽的搅拌系统。恒温槽有可能具有好的稳定性，但是均匀性很差。恒温槽的整个测试区域内必须具有非常好的温度均匀性，从而保证将两支以上的温度计进行比较测试时，具有相同的温度。

福禄克用于温度校准的恒温槽销量位居世界第一。之所以能达到这样高的客户认同，依赖的是福禄克长年的经验积累，专利技术，以及卓越的产品性能。下面介绍的恒温槽都是专门用于校准工作的。

独特的加热和温控技术

评价一个恒温槽的第一步是考察它的温度控制器。福禄克专利的控制器能够给出 $\pm 0.0001^\circ\text{C}$ 的温度稳定性。每个控制器都可以存贮 8 个常用温度设置点，可以迅速地完成对恒温槽的设置。恒温槽控制器具有的超高分辨力设置模式可以使温度设定点达到小数点后 5 位的高精度，用来精确调整恒温槽的温度值。福禄克的恒温槽都配备有高稳定的铂电阻 PRT 或其他温度传感器，以分别用来实

现对恒温槽的温度控制和自动保护功能。控制器使用特殊的噪声抑制电路，因此能够检测出高稳定性恒温槽所要求的微小的电阻变化。仪器内部使用交流电桥测量温度来减小热电势。定制的、高精度、低温度系数的电阻保证了温度设定点的短期和长期稳定性。先进的滤波技术克服了电源噪声干扰和杂散的电磁干扰和无线电干扰。采用比例积分控制功能来控制供给恒温槽加热器的功率，精密的工厂调试几乎消除了过冲的影响，使得恒温槽能够在到达温度设定点之后迅速达到其最高的温度稳定性。福禄克恒温槽性能卓越的一个关键因素在于我们的热端口技术。它将制冷螺旋管和加热器呈夹层形安装在恒温槽不锈钢筒的外面，钢筒的底部变成了热交换端口，大部分热量通过这个端口进出恒温槽。钢筒周围良好的绝缘设计最大限度地减少了热量泄露。

为了混合恒温槽内的液体介质，福禄克设计了一种平衡的搅拌机构。螺旋桨的数目和桨叶的间距都经过精心设计，使液体介质充分地混合，从而消除

了水平方向和垂直方向的温度梯度。设计中未采用循环泵的设计方案。因为在这种设计中，循环泵管的入口和出口产生的热流会带来不必要的温度梯度。福禄克的新式混合方案以及经过精心设计的槽筒等结合在一起，赋予了产品极好的性能。

过温过压双重保护，安全可靠

福禄克特别注重恒温槽的安全性能，采取了过温过压双重保护功能。一旦超过极限温度或是电源电压，就会启动自动断电保护，保证其长期不间断可靠运行。

含特为中国定制型号

为了满足中国客户的需要，同时，满足中国计量检定规程的要求，福禄克在广泛征求了中国客户意见的同时，经过两年多的努力，推出了新型的深井台式恒温槽系列产品。这个系列的产品在继承了福禄克标准恒温槽性能优势的基础

上，还增加了许多新功能，使这种恒温槽的应用范围更广，使用更方便。福禄克的深井台式恒温槽系列不仅能为中国客户提供优异的性能价格比，同时可以满足中国计量检定规程的要求。新推出的深井台式恒温槽系列产品其温度范围覆盖 $-80^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ ；而且，升降温速度很快，一般可在1~2个小时内完成，平衡时间大致为10~20分钟；液位深度为457mm；当与液位提升器一起使用时，其液位深度可达到482mm，可以满足检定玻璃液体温度计（LIG）时对液面高度的要求；深井台式恒温槽系列产品充分考虑了中国客户的要求，在结构上增加了溢流孔设计，解除了恒温槽在宽温度范围工作时液体膨胀带来的诸多不便；同时，在设计上，增加了许多新功能，比如：温度扫描功能、上升和保持功能及自动大功率加热/制冷控制功能等。温度扫描功能可以对升降温速度进行控制，非常适合对温度开关性能的检验和测试；上升和保持

功能可以对上升时间和保持时间进行设定，增加了恒温槽在使用上的灵活性；为了适应不同客户的需要，深井台式恒温槽系列产品可以实现加热/制冷的智能控制，即恒温槽本身可以根据情况自动开启和关闭大功率加热/制冷功能，同时，也可以关闭这种自动控制模式，以适应不同领域客户的要求。

当使用9938自动检定软件（MET TEMP II）构成自动检定系统时，可通过计算机完成对恒温槽所有功能的设定，并实现对恒温槽的控制。

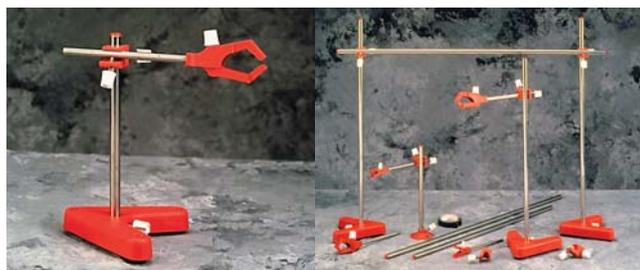
提供多种测试附件

在使用恒温槽进行测试过程中，需要各种各样的辅助设备。例如，读数放大器、也为提升器、恒温槽支架，恒温槽盖板等。这些附件可以帮助您提高实验室的工作效率，便于进行测试操作。

恒温槽附件



读数放大镜 2069



各种不同型号的夹具，便于使用



二、恒温槽系列——中低温7000系列

标准系列技术指标及选购指南

描述	图片	型号	温度范围	稳定性	均匀性	设置点分辨率 (普通模式)	设置点分辨率 (高分辨率模式)
标准 恒温槽		7008	-5℃~110℃	± 0.0007℃@25℃(水) ± 0.001℃@25℃(5011矿物油)	± 0.003℃@25℃(水) ± 0.004℃@25℃(5011矿物油)	0.002℃	0.00003℃
		7011	-10℃~110℃	± 0.0008℃@0℃(乙醇) ± 0.0008℃@25℃(水)	± 0.003℃@0℃(乙醇) ± 0.002℃@25℃(水)		
		7012		± 0.003℃@100℃(5012硅油)	± 0.004℃@100℃(5012硅油)		
		7037		-40℃~110℃	± 0.002℃@-40℃(乙醇) ± 0.0015℃@25℃(水)		
		7040	± 0.003℃@100℃(5012硅油)		± 0.004℃@100℃(5012硅油)		
		7060	-60℃~110℃	± 0.0025℃@-60℃(甲醇) ± 0.002℃@0℃(甲醇) ± 0.0015℃@25℃(水) ± 0.003℃@100℃(5012硅油)	± 0.005℃@-60℃(甲醇) ± 0.005℃@0℃(甲醇) ± 0.003℃@25℃(水) ± 0.005℃@100℃(5012硅油)	0.01℃	0.00007℃
		7080	-80℃~110℃	± 0.0025℃@-80℃(甲醇) ± 0.0015℃@0℃(甲醇) ± 0.0015℃@25℃(水) ± 0.003℃@100℃(5012硅油)	± 0.007℃@-80℃(甲醇) ± 0.005℃@0℃(甲醇) ± 0.003℃@25℃(水) ± 0.005℃@100℃(5012硅油)		
		7007	-5℃~110℃	± 0.001℃@0℃(乙醇) ± 0.003℃@100℃(5012硅油)	± 0.004℃@0℃(乙醇) ± 0.007℃@100℃(5012硅油)	0.002℃	0.00003℃

中国定制系列技术指标及选购指南

描述	图片	型号	温度范围	稳定性	均匀性	设置点分辨率 (普通模式)	设置点分辨率 (高分辨率模式)
深井 台式 恒温槽		7321	-20℃~150℃	± 0.005℃@-20℃(乙醇) ± 0.005℃@25℃(水) ± 0.007℃@150℃(5012硅油)	± 0.007℃@-20℃(乙醇) ± 0.007℃@25℃(水) ± 0.010℃@150℃(5012硅油)	0.01℃	0.00018℃
		7341	-45℃~150℃	± 0.005℃@-45℃(乙醇) ± 0.005℃@25℃(水) ± 0.007℃@150℃(5012硅油)	± 0.007℃@-45℃(乙醇) ± 0.007℃@25℃(水) ± 0.010℃@150℃(5012硅油)		
		7381	-80℃~110℃	± 0.006℃@-80℃(乙醇) ± 0.005℃@0℃(乙醇) ± 0.005℃@100℃(5012硅油)	± 0.007℃@-80℃(乙醇) ± 0.007℃@0℃(乙醇) ± 0.007℃@100℃(5012硅油)		

台式系列技术指标及选购指南

描述	图片	型号	温度范围	稳定性	均匀性	设置点分辨率 (普通模式)	设置点分辨率 (高分辨率模式)
台式 恒温槽		7320	-20℃~150℃	± 0.005℃@-20℃(乙醇) ± 0.005℃@25℃(水) ± 0.007℃@150℃(5012硅油)	± 0.005℃@-20℃(乙醇) ± 0.005℃@25℃(水) ± 0.010℃@150℃(5012硅油)	0.01℃	0.00018℃
		7340	-40℃~150℃	± 0.005℃@-40℃(乙醇) ± 0.005℃@25℃(水) ± 0.007℃@150℃(5012硅油)	± 0.006℃@-40℃(乙醇) ± 0.005℃@25℃(水) ± 0.010℃@150℃(5012硅油)		
		7380	-80℃~100℃	± 0.006℃@-80℃(乙醇) ± 0.010℃@0℃(乙醇) ± 0.010℃@100℃(5012硅油)	± 0.008℃@-80℃(乙醇) ± 0.012℃@0℃(乙醇) ± 0.012℃@100℃(5012硅油)		

除 7011 恒温槽外，所有恒温槽都带 RS232 接口。

开口尺寸 (mm)	液位高度 (mm)	容积	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选件	选购指南
324 × 184	331	42L	610(H) × 775(W) × 483(D)	61Kg	8A	一年	恒温槽 控制探头 一个开口盖 一个排液阀组合 一个填充孔盖 恒温槽用户使用手册 电源线 串口线(除7011) 测试报告	恒温介质: 5011矿物油或5012硅油 IEEE-488 接口: 2001-IEEE 不锈钢开口盖: 2007 (7011, 7040) 聚酯开口盖: 2010 (7011, 7040), 2010-5 (7037), 2011 (7008) 液位提升器: 2016-7008, 2016-7011, 2016-7012, 2016-7037, 2016-7040 恒温槽推车: 2071 (7011, 7012); 2073 (7008, 7037, 7040) 水三相点支撑架: 2027-5901 (7012, 7037) 8 倍望远镜: 2069 黑体槽, 可安装黑体腔: 7008IR 锥形黑体腔 (NIST 设计): 2033	主要用于校准和检定高精度的温度传感器, 极高的稳定性及均匀性足以满足您的任何需求
127 × 254	305	27L	559(H) × 686(W) × 401(D)	56.7Kg	7A				
162 × 292	457	42L	762(H) × 686(W) × 401(D)	68Kg	9A				
			775(H) × 768(W) × 483(D)		9A				
127 × 254	305	27L	622(H) × 768(W) × 483(D)	63.5Kg	9A				
127 × 254	305	27L	1168(H) × 775(W) × 483(D)	159Kg	13A	一年	恒温槽 控制探头 一个开口盖 一个排液阀组合 填充孔盖 恒温槽用户使用手册 电源线 测试报告	恒温介质: 5012 硅油 IEEE-488 接口: 2001-IEEE 聚酯开口盖: 2010 不锈钢开口盖: 2007 液位提升器: 2016-7060, 2016-7080, 2019-7100 8 倍望远镜: 2069 快速制冷器: 2031	低温系列标准恒温槽为低温校准提供最小不确定度, 温度下限达到 -100°C
φ178	610	42L	914(H) × 775(W) × 470(D)	70Kg	14A	一年	恒温槽 控制探头 用户手册 电源线 测试报告	IEEE-488 接口: 2001-IEEE 8 倍望远镜: 2069	深井标准中温槽, 圆形大尺寸开口, 深度更深, 适合校准长尺寸传感器, 玻璃温度计

开口尺寸 (mm)	液位高度 (mm)	容积	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选件	选购指南
120 × 172	457/482	16L	1067(H) × 356(W) × 788(D)	47Kg	7A	一年	恒温槽 控制探头 一个开口盖 一个排液阀组合 恒温槽用户使用手册 RS232 串口 接口软件 9930 及其使用手册 串口线 电源线 测试报告	IEEE-488 接口 2001-IEEE 塑胶开口盖: 2012-DCB (7321, 7341, 7381) 玻璃温度计检定套件 (包括液位提升器及带孔盖板): 2019-DCB 8 倍望远镜: 2069 水三相点支架: 2027-DCBW (7321, 7341, 7381) 汞三相点支架: 2027-DCBM (7341)	为中国用户定制的深井台式恒温槽, 满足规程要求, 开口大, 用油少, 是最经济的选择
				48Kg	8A				
				76Kg	10A				

开口尺寸 (mm)	液位高度 (mm)	容积	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选件	选购指南
172 × 94	234	9.2L	584(H) × 305(W) × 622(D) (无支撑支架)	35.4Kg	8A	一年	恒温槽 控制探头 一个开口盖 一个排液阀组合 恒温槽用户使用手册 RS232 串口 接口软件 9930 及其使用手册 串口线 电源线 测试报告	IEEE-488 接口: 2001-IEEE 金属开口盖: 2020-7320 (7320, 7340) 台式槽推车: 2076-7320 (7320, 7340) 金属开口盖: 2020-7380 (7380) 转换器 (RS232 转 IEEE488): 2125-C	台式恒温槽体积小, 结构紧凑, 用油少, 适合校准短支温度传感器
			584(H) × 305(W) × 622(D) (无支撑支架)	35.4Kg	8A				
114 × 86	178	4L	762(H) × 305(W) × 610(D)	52Kg	8A				

微型系列技术指标及选购指南

描述	图片	型号	温度范围	准确度	稳定性	均匀性	升温时间	降温时间
微型恒温槽		7102	-5°C~125°C	± 0.25°C	± 0.015°C @ -5°C (5010 硅油) ± 0.03°C @ 121°C (5010 硅油)	± 0.02°C	30 min (25°C至 100°C)	30 min (25°C至 0°C)
		7103	-30°C~125°C		± 0.03°C @ -25°C (5010 硅油) ± 0.05°C @ 125°C (5010 硅油)		35 min (25°C至 100°C)	45 min (25°C至 -20°C)

电阻恒温槽技术指标及选购指南

描述	图片	型号	温度范围	稳定性	均匀性	设置点分辨率 (普通模式)	设置点分辨率 (高分辨率模式)
电阻恒温槽		7008	-5°C~110°C	± 0.0007°C @ 25°C (水) ± 0.001°C @ 25°C (5011 矿物油)	± 0.003°C @ 25°C (水) ± 0.004°C @ 25°C (5011 矿物油)	0.002°C	0.00003°C
		7009	0°C~50°C		± 0.003°C @ 25°C (水) ± 0.005°C @ 25°C (5011 矿物油)		
		7015	0°C~50°C				
		7108	20°C~30°C		± 0.002°C @ 25°C (水) ± 0.004°C @ 25°C (5011 矿物油)		

开口尺寸 (mm)	液位高度 (mm)	容积	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选件	选购指南
φ48 mm	140 mm	0.75 L	180(W) × 310(H) × 240(D)	6.8 Kg (含液体)	0.9A	一年	微型恒温槽 运输使用的密封盖 测试盖: 2082-M(6102) 2082-P(7102) 2085(7103) 搅拌棒 电源线 校准报告 RS232 接口及串口线 9930 接口软件 用户使用手册	2082-P: 额外的测试盖 2083: 76 mm 液位提升器 (会影响稳定性, 均匀性指标) 5010-1L: 1 升硅油 (范围: -40 °C ~ 130 °C) 9311: 携带箱 3320: 额外的搅拌棒	微型恒温槽轻巧便携, 内置温度开关测试功能, 特别适合双金属温度计, 玻璃温度计等的现场测试
		1 L	230(W) × 340(H) × 260(D)	9.8 Kg (含液体)	1.8A			2085: 额外的测试盖 5010-1L: 1 升硅油 (范围: -40 °C ~ 130 °C) 9317: 携带箱 3320: 额外的搅拌棒	

开口尺寸 (mm)	液位高度 (mm)	容积	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选件	选购指南
324 × 184	331	42L	610(H) × 775(W) × 483(D)	61Kg	8A	一年	恒温槽 控制探头 一个开口孔盖 一个排液阀组合 电阻支架(7108) 用户手册 电源线 测试报告 RS232 接口	2001-IEEE: IEEE-488 接口 2007: 不锈钢开口盖 (7011, 7040) 2010: 聚酯开口盖 (7011, 7040) 2010-5: 聚酯开口盖 (7037) 2011: 聚酯开口盖 (7008) 2016-7008: 液位提升器 (7008) 2071: 恒温槽推车 (7011, 7012) 2073: 恒温槽推车 (7008, 7037, 7040) 7008IR: 黑体槽, 可安装黑体腔 2033: 锥形黑体腔(NIST 设计) 5011-18.9L: 矿物油, 18.9 L 5011-3.8L: 矿物油, 3.8 L	超高的稳定性及均匀性, 专为保存标准电阻设计
669 × 559		167L	1092(H) × 1130(W) × 864(D)	150Kg	12A				
669 × 279		95L	1219(H) × 1118(W) × 559(D)	141Kg	8A				
356 × 356		203	51L	489(H) × 413(W) × 559(D)	35Kg				

二、恒温槽系列——中高温6000系列

标准系列技术指标及选购指南

描述	图片	型号	温度范围	稳定性	均匀性	设置点分辨率 (普通模式)	设置点分辨率 (高分辨率模式)
标准 恒温槽		6020	40°C~300°C	± 0.001°C @40°C(水) ± 0.003°C @100°C(5012 硅油) ± 0.005°C @300°C(5017 硅油)	± 0.002°C @40°C(水) ± 0.004°C @100°C(5012 硅油) ± 0.012°C @300°C(5017 硅油)	0.01°C	0.00018°C
		6022					
		6024					
		6050H	180°C~550°C	± 0.002°C @200°C(低熔点盐) ± 0.004°C @300°C(低熔点盐) ± 0.008°C @550°C(低熔点盐)	± 0.005°C @200°C(低熔点盐) ± 0.020°C @550°C(低熔点盐)	0.01°C	0.00018°C
		6054	50°C~300°C	± 0.003°C @100°C(5012 硅油) ± 0.005°C @300°C(5017 硅油)	± 0.007°C @100°C(5012 硅油) ± 0.015°C @300°C(5017 硅油)	0.01°C	0.00018°C
		6055	200°C~550°C	± 0.003°C @200°C(低熔点盐) ± 0.010°C @550°C(低熔点盐)	± 0.005°C @200°C(低熔点盐) ± 0.010°C @550°C(低熔点盐)		

中国定制系列技术指标及选购指南

描述	图片	型号	温度范围	稳定性	均匀性	设置点分辨率 (普通模式)	设置点分辨率 (高分辨率模式)
深井 台式 恒温槽		6331	35°C~300°C	± 0.007°C @100°C(5012 硅油) ± 0.010°C @200°C(5017 硅油) ± 0.015°C @300°C(5017 硅油)	± 0.007°C @100°C(5012 硅油) ± 0.017°C @200°C(5017 硅油) ± 0.025°C @300°C(5017 硅油)	0.01°C	0.00018°C

台式系列技术指标及选购指南

描述	图片	型号	温度范围	稳定性	均匀性	设置点分辨率 (普通模式)	设置点分辨率 (高分辨率模式)
台式 恒温槽		6330	35°C~300°C	± 0.005°C @100°C(5012 硅油) ± 0.010°C @200°C(5017 硅油) ± 0.015°C @300°C(5017 硅油)	± 0.007°C @100°C(5012 硅油) ± 0.015°C @200°C(5017 硅油) ± 0.020°C @300°C(5017 硅油)	0.01°C	0.00018°C

微型系列技术指标及选购指南

描述	图片	型号	温度范围	准确度	稳定性	均匀性	升温时间	降温时间
微型 恒温槽		6102	35°C~200°C	± 0.25°C	± 0.02°C @100°C(5013 硅油) ± 0.03°C @200°C(5013 硅油)	± 0.02°C	40 min (25°C至200°C)	35 min (200°C至100°C)

开口尺寸 (mm)	液位高度 (mm)	容积	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选件	选购指南
127 × 254	305	27L	648(H) × 406(W) × 508(D)	32Kg	5A	二年	恒温槽 控制探头 一个开口盖 恒温槽用户使用手册 电源线 测试报告	2001-IEEE: IEEE-488 接口 2007: 金属开口盖 (6020, 6022) 2009: 不锈钢开口盖 (6024) 2070: 恒温槽推车 (6020, 6022) 2072-2450: 恒温槽推车 (6024) 2023: 快速加热器 (6022) 2069: 8 倍望远镜	主要用于校准和检定高准确度的温度传感器, 极高的稳定性和均匀性足以满足您的任何需求
127 × 254	464	42L	813(H) × 406(W) × 508(D)	36Kg					
184 × 324	337	42L	699(H) × 483(W) × 584(D)						
127 × 254	305	27L	724(H) × 518(W) × 622(D)	82Kg	10A	一年	恒温槽 控制探头 一个开口盖 恒温槽用户使用手册 电源线 测试报告	2001-IEEE: IEEE-488 接口 2014: 额外的开口盖 2196: 传感器支架 (支持 13 支传感器) 5001: 盐, 56.8 kg (125 lb.) 2023: 快速加热器 2069: 8 倍望远镜	标准高温盐槽适用于 300 °C 以上的校准, 容积大, 开口大, 适合校准多支传感器
φ196	610	50L	1219(H) × 762(W) × 572(D)	73Kg	11A	一年	恒温槽 控制探头 快速加热器(6055) 用户手册 电源线 测试报告	2001-IEEE: IEEE-488 接口 2018: LIG 支撑架 (6055) 2069: 8 倍望远镜	深井高温盐槽适用于 300 °C 以上的校准, 容积小, 圆形开口, 深度更深, 适合校准长尺寸传感器
φ107	432	20L	1219(H) × 775(W) × 572(D)	82Kg					

开口尺寸 (mm)	液位高度 (mm)	容积	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选件	选购指南
120 × 172	457/482	16L	1067(H) × 356(W) × 788(D)	33Kg	8A	一年	恒温槽 控制探头 一个开口盖 一个排液阀组合 恒温槽用户使用手册 RS232 串口 接口软件 9930 及其使用手册 串口线 电源线 测试报告	2001-IEEE: IEEE-488 接口 2020-6331: 不锈钢开口盖 (6331) 2019-DCB: LIG 检定套件(包含液位提升器和带孔盖板) 2069: 8 倍望远镜	为中国用户定制的深井台式恒温槽, 满足规程要求, 开口大, 用油少, 是最经济的选择

开口尺寸 (mm)	液位高度 (mm)	容积	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选件	选购指南
172 × 94	234	9.2L	470(H) × 305(W) × 546(D) (无支撑支架)	19Kg	4A	一年	恒温槽 控制探头 一个开口盖 一个排液阀组合 恒温槽用户使用手册 RS232 串口 接口软件 9930 及其使用手册 串口线 电源线 测试报告	2020-6330: 金属开口盖 (6330) 2076-6330: 恒温槽推车 (6330) 2001-IEEE: IEEE-488 接口	台式恒温槽体积小, 结构紧凑, 用油少, 适合校准短支温度传感器

开口尺寸 (mm)	液位高度 (mm)	容积	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选件	选购指南
φ48 mm	140 mm	0.75 L	140(W) × 260(H) × 200(D)	4.5 Kg (含液体)	1.1A	一年	微型恒温槽 运输使用的密封盖 测试盖: 2082-M(6102) 搅拌棒, 电源线, 校准报告 RS232 接口及串口线 9930 接口软件 用户使用手册	2082-M: 额外的测试盖 2083: 76 mm 液位提升器 (影响性能) 5013-1L: 硅油, 1 升 (可用范围: 10 °C ~ 230 °C) 9310: 携带箱 3320: 额外的搅拌棒	微型恒温槽轻巧便携, 内置温度开关测试功能, 特别适合双金属温度计, 玻璃温度计等的现场测试

二、恒温槽系列——用户定制系列

如果您对恒温槽有特殊的要求，可以联系我们，我们将与您具体探讨您的需求，并根据您的需求定制相应的恒温槽。



用于检定红外探头的恒温槽



可观察内部状态的恒温槽

二、恒温槽系列——恒温槽介质



主要特点

- 单一介质，温度覆盖范围宽
- 使用寿命长，降低成本
- 安全，油烟少

引言

您的温度校准恒温槽所需要的每一个部件都可以从福禄克得到。我们备有覆盖-100℃到550℃温度范围的全系列恒温槽介质。从超低温的卤化碳 (HALOCARBON 0.8) 到中温范围的硅油、矿物油及高温槽用的盐，我们可以为您的工作推荐具有最好的粘度、热特性和其它特性的恒温槽介质，并按您需要的数量供货。

单一介质，温度覆盖范围宽

使用单一介质覆盖较宽的温度范围，从而可避免频繁更换介质，方便用户，提高效率。如硅油5012，覆盖-30℃到160℃的温度范围，是检定工业铂电阻的首选介质。

安全，油烟少

福禄克的恒温介质安全无害，油烟少，更加环保，减少对人体的损害，可放心使用。

使用寿命长，降低成本

福禄克提供的恒温介质使用寿命长，无需频繁更换，节省费用。

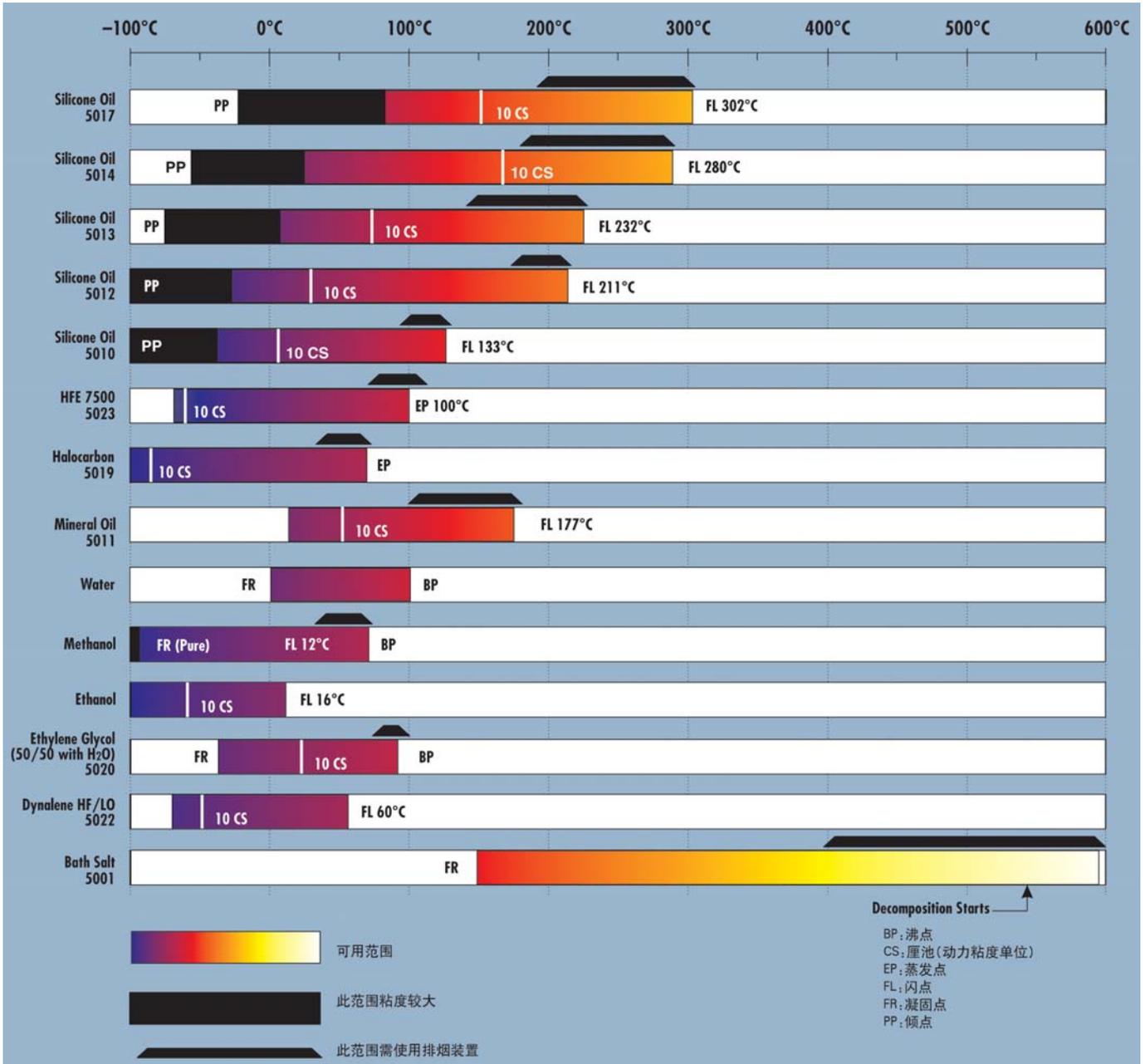
恒温槽介质技术指标及选购指南

型号	液体介质	使用温度范围	闪点
5019-1 升/3.8 升/18.9 升	Halocarbon 0.8 Cold Bath Fluid	-100℃ ~ 70℃	n/a
5022-1 升/3.8 升/18.9 升	Dynalene HF/LO	-65℃ ~ 58℃	60℃
5023-1 升/3.8 升/18.9 升	HFE Cold Bath Fluid	-75℃ ~ 100℃	n/a
5020-1 升/3.8 升/18.9 升	Ethylene Glycol (Mix 1:1 with water)	-30℃ ~ 90℃	n/a
5010-1 升/3.8 升/18.9 升	Silicone Oil Type 200.05 (硅油)	-40℃ ~ 130℃	133℃
5012-1 升/3.8 升/18.9 升	Silicone Oil Type 200.10 (硅油)	-30℃ ~ 160℃	163℃
5013-1 升/3.8 升/18.9 升	Silicone Oil Type 200.20 (硅油)	10℃ ~ 230℃	232℃
5014-1 升/3.8 升/18.9 升	Silicone Oil Type 200.50 (硅油)	30℃ ~ 278℃	280℃
5017-1 升/3.8 升/18.9 升	Silicone Oil Type 710 (硅油)	80℃ ~ 300℃	302℃
5011-1 升/3.8 升/18.9 升	Mineral Oil (矿物油)	10℃ ~ 175℃	177℃
5001	Bath Salt, 125 lb. (低熔点盐, 可填充 30 升) *	180℃ ~ 550℃	n/a

* 备注：低熔点盐的主要成分：硝酸钾 53%，亚硝酸钠 40%，硝酸钠 7%。

125lb 盐(常温下是粉末状固体)可以填充 7.9 加仑(30 升, 1 加仑 = 3.785 升)的容量。

恒温介质使用图示



图释

以5012为例，左边黑色部分表示此范围的粘度较大，不能使用，紫色开始是可用温度范围，色彩代表粘度，温度越高，颜色越淡，粘度也越小。白色的竖线表示在此温度点，粘度为10CS。可用温度范围右端上方，为黑色梯形图案，代表此温度范围内，油烟较大，需使用排烟装置。右端的FL表示硅油的闪点为211°C。

三、干体式温度校准器(计量炉)——高精度计量炉 917X 系列



主要特点

- 最新的技术
- 最符合规程要求
- 最简单的操作
- 最高的精度
- 最详尽的技术指标

革命性的 917X 系列高精度干式计量炉

干井炉是早期最传统的现场热源。而福禄克最早开发的干式计量炉，其不确定度要远远小于干井炉的不确定度。不确定度越低，客户就越有能力校准准确度更高的传感器。通过使用外部参考探头，即可大大改善不确定度。

干式计量炉提供了接近恒温槽的性能，但是却不需要昂贵的恒温槽液体。干式计量炉达到预定温度点并且稳定的时间比恒温槽快5到10倍，这样即可节省技术人员的工作时间，提高检定速度。

干式计量炉的便携性使其能够到现场进行校准的工作，从而解决了恒温槽在运输上的困难。

最新的技术

917X 系列高精度干式计量炉首次使用了双段控温的技术。传统的炉子在轴向（垂直方向）的温度场很难做到均匀，越接近炉口温度变化就越大。所谓双段控温就是在垂直方向上使用上下两层双路控温的方式，这种新型的模拟和数字控制技术提供了高达 $\pm 0.005^\circ\text{C}$ 的稳定性。而且利用两段控温技术，轴向（垂直方向）的均匀性在 60 mm 区域内可达到 $\pm 0.02^\circ\text{C}$ 。这是一个革命性的突破。目前世界上只有这个系列的产品能够达到这个精度。而且如此优越的性能除了液体恒温槽之外都无法达到。

最符合规程要求

内置的参考级测温仪（选件），符合规程中关于标准铂电阻温度计读数装置准确度的要求，兼容所有厂家的（标准）铂电阻温度计，可接受 10 欧，25 欧，100 欧的（标准）铂电阻温度计。读取温度探头的准确度可达 -200°C 下的 $\pm 0.006^\circ\text{C}$ 到 661°C 下的 $\pm 0.027^\circ\text{C}$ （不包括探头的误差），并通过一个 DIN 连接头连接至干式计量炉。

内置的单通道测温仪 1502 A (Tweener) 电路和许多干井炉中内置的测量电路有两个明显的不同之处。第一，它可接受参考温度计 ITS-90 特征系数，这样就能够充分利用这些温度计的准确度；第二，随设备提供可溯源的、已认可的校准证书，使您对其测量的完整性充满信心。

最简单的操作

计量炉采用大 LCD 显示屏、通过中文菜单和数字键盘进行操作，这些特征使干式计量炉的操作非常方便，而且显示直观。显示屏还能显示恒温块温度、内置参考测温仪温度、切断温度、稳定性要求以及温度变化速率。如此丰富的信息显示为操作提供了便利。

最高的准确度

干式计量炉大大改善了现有干井炉的性能，其温度梯度、负载影响和迟滞等指标都达到了最好的水平，使其显示更

加具有意义。我们使用可溯源的、经认可的 PRT 来校准干式计量炉，并且我们拥有专利的电子技术保证显示准确度的重复性优于所列的技术指标 10 倍以上，其显示准确度的范围从最常用温度下的 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 到 661°C 下的 $\pm 0.25^\circ\text{C}$ 。

如果需要更好的准确度，则可以订购内置参考级测温仪的干式计量炉。内置的参考级测温仪具有 ITS-90 特性，接受 ITS-90 特性的能力不仅改善了与可现有标准的兼容性，而且使参考探头的测量误差达到了最小。

最详尽的技术指标

欧洲计量组织针对干式炉制定了专门的校准指南，称为 EURAMET/cg-13/v.01 (EA-10/13)。为了充分衡量干式炉的计量性能，该指南中提出了六项技术参数，包括显示准确度，稳定度，轴向均匀性，径向均匀性，负载影响和迟滞。只有哈特的计量炉能提供这六项技术参数。其具体数值为：显示准确度： $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ；稳定度： $\pm 0.005^\circ\text{C}$ ；轴向均匀性： $\pm 0.02^\circ\text{C}$ ；径向均匀性： $\pm 0.01^\circ\text{C}$ ；负载影响： $\pm 0.005^\circ\text{C}$ ；迟滞： $\pm 0.025^\circ\text{C}$ 。

其他关键性能

917X 的所有型号都配备有 RS-232 串行接口和 9930 Interface-it 软件。所有的型号均和自动检定软件 9938 MET/TEMP II 软件相兼容，可实现 RTD、热

电偶和热敏电阻校准的完全自动化。

即使在没有 PC 的情况下，干式计量炉内置的四个不同可编程校准程序，最多可有 10 个温度设置点，每个设置点均可设

置“上升和保持”时间。还有一种自动化的“开关测试”协议，主要针对的是热敏开关的“死区”。利用专用的 °C/°F 切换按钮，可以方便地切换温度的单位。

可以随每一种型号从 6 种标准插块任意选择订购，以适应各种公制和英制尺寸的探头直径。并且干式计量炉很小、很轻，可以搬运到任何地方。

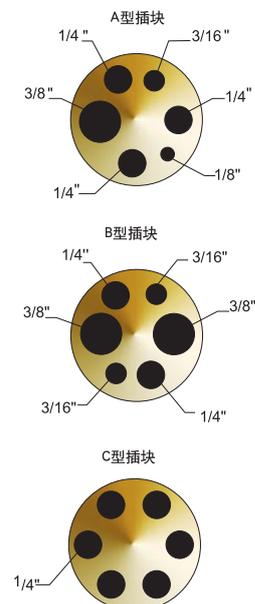
917X 系列计量炉技术指标

技术指标	9170	9171	9172	9173
温度范围 (环境温度 23°C 时)	-45°C ~ 140°C	-30°C ~ 155°C	35°C ~ 425°C	50°C ~ 700°C
显示准确度	± 0.1°C (全温范围)		± 0.1°C @ 100°C ± 0.15°C @ 225°C ± 0.2°C @ 425°C	± 0.2°C @ 425°C ± 0.25°C @ 660°C
稳定性	± 0.005°C (全温范围)		± 0.005°C (至 100°C) ± 0.008°C (至 225°C) ± 0.01°C (至 425°C)	± 0.005°C (至 100°C) ± 0.01°C (至 425°C) ± 0.03°C (至 700°C)
轴向均匀性 (60 mm 内)	± 0.1°C @ -45°C ± 0.04°C @ -35°C ± 0.02°C @ 0°C ± 0.07°C @ 140°C	± 0.025°C @ -30°C ± 0.02°C @ 0°C ± 0.07°C @ 155°C	± 0.05°C @ 100°C ± 0.1°C @ 225°C ± 0.2°C @ 425°C	± 0.1°C @ 100°C ± 0.25°C @ 425°C ± 0.4°C @ 700°C
径身均匀性	± 0.01°C (全温范围)		± 0.01°C @ 100°C ± 0.02°C @ 225°C ± 0.025°C @ 425°C	± 0.01°C @ 100°C ± 0.025°C @ 425°C ± 0.04°C @ 700°C
负载影响 (参考温度计和三支被测，直径均为 6.4mm)	± 0.02°C @ -45°C ± 0.005°C @ -35°C ± 0.01°C @ 140°C	± 0.005°C @ -30°C ± 0.005°C @ 0°C ± 0.01°C @ 155°C	± 0.01°C (全温范围)	± 0.02°C @ 425°C ± 0.04°C @ 700°C
迟滞	0.025°C		0.04°C	0.07°C
井深	160mm		203mm	
插块直径	32mm			
分辨率	0.001°C			
显示	LCD, °C 或 °F 用户可选			
键盘	十个数字键和 +/- 键, 功能键, 菜单键和 °C 或 °F 键			
降温时间	44 min: 23°C 降至 -45°C 19 min: 23°C 降至 -30°C 19 min: 140°C 降至 23°C	30 min: 23°C 降至 -30°C 25 min: 155°C 降至 23°C	220 min: 425°C 降至 35°C 100 min: 425°C 降至 100°C	235 min: 700°C 降至 50°C 153 min: 700°C 降至 100°C
升温时间	32 min: 23°C 升至 140°C 45 min: -45°C 升至 140°C	44 min: 23°C 升至 155°C 56 min: -30°C 升至 155°C	27 min: 35°C 升至 425°C	46 min: 50°C 升至 700°C
外形尺寸 (高 × 宽 × 深)	366 × 203 × 323 mm			
重量	15 kg	15 kg	13.2 kg	15 kg
电源	230 VAC (± 10%), 3.15 A		230 VAC (± 10%), 5 A	
校准点 (可溯源至 NIST)	-45°C, 0°C, 50°C, 100°C, 140°C	-30°C, 0°C, 50°C, 100°C, 155°C	100°C, 150°C, 250°C, 350°C, 425°C	100°C, 200°C, 350°C, 500°C, 660°C
技术指标	内置参考测温仪			
温度范围	-200°C ~ 962°C			
电阻范围	0Ω ~ 400Ω			
特性系数	标准温度计: ITS-90 子范围 4,6,7,8,9,10,11; 工业铂电阻温度计 (CVD): R ₀ , α, β, δ			
电阻准确度	0.0005Ω (0Ω 至 20Ω) 25ppm (20Ω 至 400Ω)			
温度准确度 (不含探头不确定度)	10Ω PRTs: ± 0.013°C @ 0°C ± 0.014°C @ 155°C ± 0.019°C @ 425°C ± 0.028°C @ 700°C		25Ω 和 100Ω PRTs: ± 0.007°C @ -100°C ± 0.006°C @ 0°C ± 0.011°C @ 155°C ± 0.013°C @ 225°C ± 0.019°C @ 425°C ± 0.027°C @ 661°C	
电阻分辨率	0.0001Ω: (0Ω 至 20Ω) 0.001Ω: (20Ω 至 400Ω)			
测量周期	1 秒			
探头连接	四端子外加屏蔽端; 5 针 DIN 连接插座			
校准	NVLAP 认可 (限内部参考测温仪), 提供可溯源至 NIST 的校准证书			

917X 系列计量炉订购信息

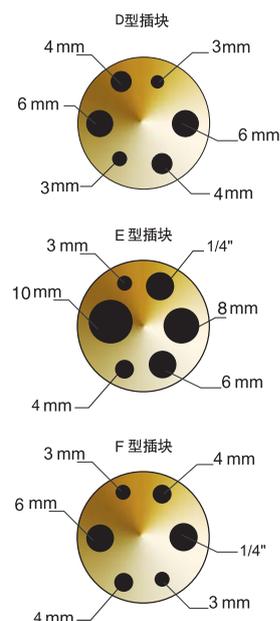
9170 干式计量炉及可选附件	
9170-X-256	干式计量炉, -45℃~140℃, 含一个插块, 230V, 50~60Hz
9170-X-R-256	干式计量炉, -45℃~140℃, 内置参考温度计输入选件, 含一个插块, 230V, 50~60Hz
9170-INSA	A 型插块
9170-INSB	B 型插块
9170-INSC	C 型插块
9170-INSD	D 型插块
9170-INSE	E 型插块
9170-INSF	F 型插块
9170-INSZ	空白插块
9170-INSY	用户定制插块
9170-CASE	携带箱
5626-12-D	二等标准温度计
5615-12-D	参考温度计

9172 干式计量炉及可选附件	
9172-X-256	干式计量炉, 35℃~425℃, 含一个插块, 230V, 50~60Hz
9172-X-R-256	干式计量炉, 35℃~425℃, 内置参考温度计输入选件, 含一个插块, 230V, 50~60Hz
9172-INSA	A 型插块
9172-INSB	B 型插块
9172-INSC	C 型插块
9172-INSD	D 型插块
9172-INSE	E 型插块
9172-INSF	F 型插块
9172-INSZ	空白插块
9172-INSY	用户定制插块
9170-CASE	携带箱
5626-12-D	二等标准温度计
5615-12-D	参考温度计



9171 干式计量炉及可选附件	
9171-X-256	干式计量炉, -30℃~155℃, 含一个插块, 230V, 50~60Hz
9171-X-R-256	干式计量炉, -30℃~155℃, 内置参考温度计输入选件, 含一个插块, 230V, 50~60Hz
9171-INSA	A 型插块
9171-INSB	B 型插块
9171-INSC	C 型插块
9171-INSD	D 型插块
9171-INSE	E 型插块
9171-INSF	F 型插块
9171-INSZ	空白插块
9171-INSY	用户定制插块
9170-CASE	携带箱
5626-12-D	二等标准温度计
5615-12-D	参考温度计

9173 干式计量炉及可选附件	
9173-X-256	干式计量炉, 50℃~700℃, 含一个插块, 230V, 50~60Hz
9173-X-R-256	干式计量炉, 50℃~700℃, 内置参考温度计输入选件, 含一个插块, 230V, 50~60Hz
9173-INSA	A 型插块
9173-INSB	B 型插块
9173-INSC	C 型插块
9173-INSD	D 型插块
9173-INSE	E 型插块
9173-INSF	F 型插块
9173-INSZ	空白插块
9173-INSY	用户定制插块
9170-CASE	携带箱
5626-12-D	二等标准温度计
5615-12-D	参考温度计



X 为 A, B, C, D, E, F 中任意一种插块

917X 系列计量炉系统	
917x/56xx	917X-R 计量炉配 56xx 铂电阻
917x/56xx/1502	917X-R 计量炉配单通道测温仪及 56xx 铂电阻
917x/56xx/1529/9939-CM	917X-R 计量炉配四通道测温仪、56xx 二等铂电阻及自动校准软件

备注:

1. 铂电阻可以选择标准型, 带证书型以及不同长度和直角型等不同型号, 建议型号为 5609-12, 5609-20, 5609-9BND, 5626-12, 5626-20, 5628-12, 5628-20



计量炉 917X, 数字温度计 1529, PRT 以及软件构成的现场温度计量系统

三、干体式温度校准器(计量炉)——多功能计量炉914X系列



主要特点

- 最新的新技术
- 最多样化的功能
- 最适合工业现场使用
- 全面的现场解决方案

最新一代的多功能现场计量炉 – 将温度计量实验室搬到了现场

福禄克在推出创新的可在现场使用的高精度干式计量炉 917X 系列之后，又成功开发了功能更多，使用更方便的多功能干式计量炉 914X 系列，将计量炉的产品形成不同系列以满足各种用户的不同应用。在几乎没有降低任何计量性能之上，将高性能延伸到了工业过程环境。914X 系列非常适合于进行变送器环路校准、比对校准，或者简单地检查热电偶传感器。在选装了“过程”选件之后，现场计量时无需再携带任何其它工具，一台现场计量炉足以应付各种计量之需。这也就意味着将实验实计量全部搬到了现场。

最新的新技术

除了沿用 917X 系列上的双段控温技术使得 914X 计量炉垂直均匀性达到 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 之外，它还采用了更新的控制装置，在控制炉温升降和保持时改善了稳定性的控制。并且能对电源电压进行补偿，使计量炉运行时更稳定，不受外界电源波动的干扰。

无论电源是否接通，只要恒温插块温度超过 50°C ，计量炉会有红色警示灯提示，防止烫伤。新的 914X 的系列现场计量炉体积更小，更加便于携带到现场使用，其温度控制的速度更快，功能更多，这些新的技术都使得它是目前工业现场计量炉的巅峰之作。此外 914X

还提供了专用智能连接件，内置存储芯片可保存参考标准铂电阻的 ITS-90 温标系数。

最多样化的功能(Process – 过程型号)

914X 系列提供了一个过程型号(选件)，该型号内置了双通道测温仪，可读取标准铂电阻、工业铂电阻、热电偶，它还可以测量 4-20 mA 温度变送器输出电流。它还能提供 24 伏的温度变送器环路电压。它还有自动的开关测试功能，当温度达到预定值的时候就可以启动开关。真正的参考温度计测量装置，准确度达 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 板载自动化测试功能还能存储数据。显示准确度、稳定度、均匀性和负载影响均达到计量性能。无论您需要校准 4-20 mA 变送器还是简单的温度开关，现场计量炉都能完全胜任。三款型号覆盖了 $-25^{\circ}\text{C} \sim 660^{\circ}\text{C}$ 的温度范围，该系列计量炉可校准各种各样类型的传感器。可选的“过程”版本(914X-X-P 型)内置了双通道测温仪，可测量 PRT、RTD、热电偶及采用 24 V 环路电压供电的 4-20mA 温度变送器。

每一“过程”版本均可连接 ITS-90 标准(参考)铂电阻温度计。内置双通道测温仪的准确度范围为 $\pm 0.01^{\circ}\text{C} \sim \pm 0.07^{\circ}\text{C}$ ，取决于被测温度。现场计量炉的标准(参考)铂电阻温度计包含独立的校准常数，被储存在传感器护套内部的存储芯片内，所以传感器可互换使用。第二通道为用户

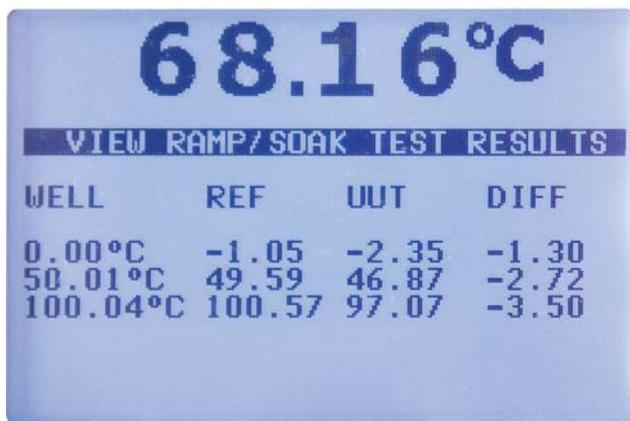
可选，可用于测量 2、3 或 4 线 RTD、热电偶或 4-20 mA 变送器。对于比对校准，则不必携带多台仪器到现场。一台现场计量炉足以应付。

最适合工业现场使用

现场计量炉是专门针对工业过程环境设计的。其重量不足 8.2 kg，体积小，使其非常容易搬运。现场计量炉特别优化了速度性能，可以在 15 分钟内降温至 -25° ，以及在 15 分钟内加热至 660°C 。这样的功能为您的现场计量节省了大量的宝贵时间，其带来的经济效益显而易见。

现场环境的条件通常是不稳定的，会有非常大的温度波动。每款 914X 现场计量炉都内置有专利的梯度温度补偿功能，它可以调节控制特性，从而确保在不稳定的环境下获得稳定的性能。给出的所有技术指标在 $13^{\circ}\text{C} \sim 33^{\circ}\text{C}$ 范围内都可以得到保证。

现场计量炉的“过程”版本内置有非易失存储器，可存档多达 20 项测试。可记录现场测试时的显示温度、参考温度、被测单元的读数、误差、日期和时间。每项测试均可通过前面板查看，或者利用随机赠送的 9930 Interface-it 软件导出。利用 Interface-it 软件，您可以将原始数据填充到校准报告或 ASCII 文件中。这些功能都大大简化了现场计量时手工记录的工作量以及手工记录可能造成的遗漏或差错。



现场计量炉的“过程 914X-P”版本可保存多达 20 项不同的测试。

914X 系列计量炉技术指标

	9142	9143	9144
23°C 下的温度范围	-25°C ~ 150°C	33°C ~ 350°C	50°C ~ 660°C
显示准确度	± 0.2°C, 全温范围	± 0.2°C, 全温范围	± 0.35°C @ 50°C ± 0.35°C @ 420°C ± 0.5°C @ 660°C
稳定性	± 0.01°C, 全温范围	± 0.02°C @ 33°C ± 0.02°C @ 200°C ± 0.03°C @ 350°C	± 0.03°C @ 50°C ± 0.05°C @ 420°C ± 0.05°C @ 660°C
40 mm 内的轴向均匀性	± 0.05°C, 全温范围	± 0.04°C @ 33°C ± 0.1°C @ 200°C ± 0.2°C @ 350°C	± 0.05°C @ 50°C ± 0.35°C @ 420°C ± 0.5°C @ 660°C
径向均匀性	± 0.01°C, 全温范围	± 0.01°C @ 33°C ± 0.015°C @ 200°C ± 0.02°C @ 350°C	± 0.02°C @ 50°C ± 0.05°C @ 420°C ± 0.1°C @ 660°C
负载影响 (使用一支 6.35 mm 的参考探头和 3 支 6.35 mm 的被测探头)	± 0.006°C, 全温范围	± 0.015°C, 全温范围	± 0.015°C @ 50°C ± 0.025°C @ 420°C ± 0.035°C @ 660°C
迟滞	0.025	0.03	0.1
工作条件	0°C ~ 50°C, 0% ~ 90% RH (无凝结)		
环境条件 (满足温度范围之外的所有技术指标)	13°C ~ 33°C		
插入深度 (井深)	150 mm		
插块直径	30 mm	25.3 mm	24.4 mm
升温时间	16 分钟: 23°C ~ 140°C 23 分钟: 23°C ~ 150°C 25 分钟: -25°C ~ 150°C	5 分钟: 33°C ~ 350°C	15 分钟: 50°C ~ 660°C
降温时间	15 分钟: 23°C ~ -25°C 25 分钟: 150°C ~ -23°C	32 分钟: 350°C ~ 33°C 14 分钟: 350°C ~ 100°C	35 分钟: 660°C ~ 50°C 25 分钟: 660°C ~ 100°C
分辨率	0.01°		
显示	LCD, °C 或 °F 用户可选		
尺寸 (高×宽×深)	290 mm × 185 mm × 295 mm		
重量	8.16 kg	7.3 kg	7.7 kg
电源要求	110V - 115V(± 10%) 50/60 Hz, 635 W 230 V (± 10%) 50/60Hz, 575 W	110V - 115V(± 10%), 50/60 Hz, 1400 W 230 V (± 10%), 50/60 Hz, 1800 W	
计算机接口	包括 RS-232 和 9930 Interface-it 控制软件		

过程型号(914X-P)技术指标

内置参考测温仪准确度 (4 线参考探头)†	± 0.01 3°C @ -25°C ± 0.015°C @ 0°C ± 0.020°C @ 50°C ± 0.025°C @ 150°C ± 0.030°C @ 200°C ± 0.040°C @ 350°C ± 0.050°C @ 420°C ± 0.070°C @ 660°C
参考电阻范围	0 Ω ~ 400 Ω
参考电阻准确度‡	0 Ω ~ 42 Ω: ± 0.0025 Ω 42 Ω ~ 400 Ω: ± 60 ppm 读数
参考特性	ITS-90、CVD、IEC-751、电阻
参考测量功能	4 线
参考探头连接	6 针 DIN, 采用 Infocon(记忆芯片)技术
内置热电阻测温仪准确度	NI-120: ± 0.015°C @ 0°C PT-100 (385): ± 0.02°C @ 0°C PT-100 (3926): ± 0.02°C @ 0°C PT-100 (JIS): ± 0.02°C @ 0°C
热电阻电阻范围	0 Ω ~ 400 Ω
电阻准确度‡	0 Ω ~ 25 Ω: ± 0.002Ω 25 Ω ~ 400 Ω: ± 80 ppm 读数
热电阻特性	PT-100 (385)、(JIS)、(3926)、NI-120、电阻
热电阻测量功能	4 线 RTD (含跳线的 2、3 线 RTD)
热电阻连接	4 端输入
内置热偶测温仪准确度	J 型: ± 0.7°C @ 660°C K 型: ± 0.8°C @ 660°C T 型: ± 0.8°C @ 400°C E 型: ± 0.7°C @ 660°C R 型: ± 1.4°C @ 660°C S 型: ± 1.5°C @ 660°C M 型: ± 0.6°C @ 660°C L 型: ± 0.7°C @ 660°C U 型: ± 0.75°C @ 600°C N 型: ± 0.9°C @ 660°C C 型: ± 1.1°C @ 660°C
热偶毫伏范围	-10 mV ~ 75 mV
电压准确度	0.025% 读数 + 0.01 mV
内部冷端补偿准确度	± 0.35°C (环境温度 13-33°C)
热偶连接	小型热偶插头
内置 mA 测量准确度	0.02% 读数 + 0.002 mA
mA 范围	校准 4-22 mA, 指标 4-24 mA
mA 连接	2 端输入
环路电源功能	24V 直流环路电源
内置电子器件温度系数 (0°C ~ 13°C, 33°C ~ 50°C)	± 0.005% 量程 /°C

† 温度范围可能会受到连接到测温仪的参考探头的限制。内置参考准确度不包括传感器探头的准确度。也不包括探头的不确定度或探头的特征误差。

‡ 测量准确度技术指标适用于工作范围之内, 并假设为 4 线铂电阻温度计。在使用 3 线热电阻时, 测量准确度增加 0.05 Ω, 再加上测试线电阻之间的最大可能差。

914X 系列计量炉订购信息

9142 订购信息	
9142-X	现场计量炉, -25℃ ~ 150℃, 含 9142-INSX
9142-X-P	现场计量炉, -25℃ ~ 150℃, 含 9142-INSX 和“过程-P”选项
9142-INS A	A 型插块, 英制各种插孔
9142-INS B	B 型插块, 英制对称插孔
9142-INS C	C 型插块, 0.25 英寸插孔
9142-INS D	D 型插块, 公制对称插孔
9142-INS E	E 型插块, 公制插孔和 0.25 英寸插孔
9142-INS F	F 型插块, 公制对称插孔和 0.25 英寸插孔
9142-INS Z	Z 型插块, 空白插块
9142-INS Y	定制插块
9143 订购信息	
9143-X	现场计量炉, 33℃ ~ 350℃, 含 9143-INSX
9143-X-P	现场计量炉, 33℃ ~ 350℃, 含 9143-INSX 和“过程-P”选项
9143-INS A	A 型插块, 英制各种插孔
9143-INS B	B 型插块, 英制对称插孔
9143-INS C	C 型插块, 0.25 英寸插孔
9143-INS D	D 型插块, 公制对称插孔
9143-INS E	E 型插块, 公制各种插孔和 0.25 英寸插孔
9143-INS F	F 型插孔, 公制对称插孔和 0.25 英寸插孔
9143-INS Z	Z 型插孔, 空白插块
9143-INS Y	定制插块
9144 订购信息	
9144-X	现场计量炉, 50℃ ~ 660℃, 含 9144-INSX
9144-X-P	现场计量炉, 50℃ ~ 660℃, 含 9144-INSX 和“过程-P”选项
9144-INS A	A 型插块, 英制各种插孔
9144-INS B	B 型插块, 英制对称插孔
9144-INS C	C 型插块, 0.25 英寸插孔
9144-INS D	D 型插块, 公制对称插孔
9144-INS E	E 型插块, 公制各种插孔和 0.25 英寸插孔
9144-INS F	F 型插块, 公制对称插孔和 0.25 英寸插孔
9144-INS Z	Z 型插孔, 空白插块
9144-INS Y	定制插块
适用于所有现场计量炉的订购信息	
9142-CASE	仪器箱, 9142-4 现场计量炉

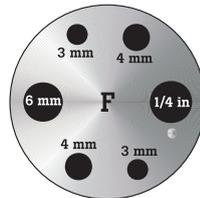
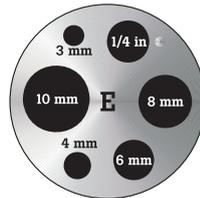
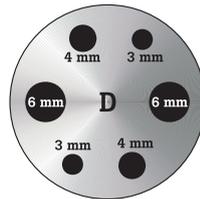
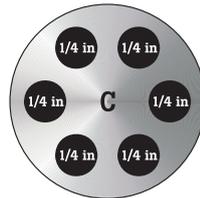
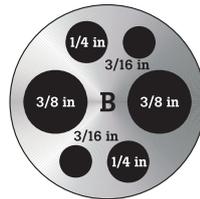
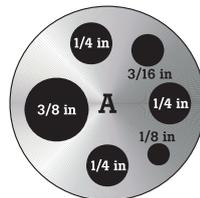
以上型号中的“X”可替代为 A、B、C、D、E 或 F，表示相应的插块。请参见插块示意图及下方的清单。

计量炉系统型号	说明
914x/56xx	914X-P 计量炉配 56xx 铂电阻
914x/56xx/1502	914X-P 计量炉配单通道测温仪及 56xx 铂电阻
914x/56xx/1529/9939-CM	914X-P 计量炉配四通道测温仪、56xx 二等铂电阻及自动校准软件

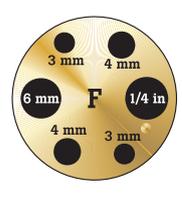
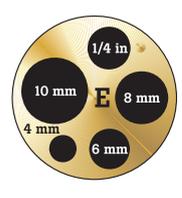
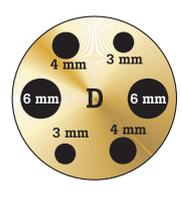
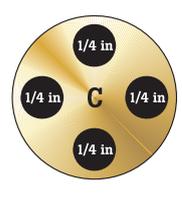
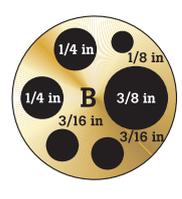
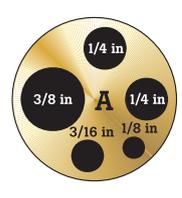
备注:

- 铂电阻可以选择标准型, 带证书型以及不同长度和直角型等不同型号, 建议型号为 5609-12, 5609-20, 5609-9BND, 5626-12, 5626-20, 5628-12, 5628-20
- 914X 型号为过程选项型号: 9142-P, 9143-P, 9144-P

9142 插块



9143/9144 插块



计量炉 914X, 数字温度计 1529, PRT 以及软件构成的现场温度计量系统

三、干体式温度校准器(计量炉)——手持式干式炉910X系列



主要特点

- 世界上最小的手持式干式炉
- 小巧轻便，适合现场使用
- 可电池供电

世界上最小的手持式干式炉

福禄克的手持式系列干式炉是世界上最小，最轻，最便携的干式炉。自从推出了第一款真正的手持式干式炉以后，许多厂商开始效仿。尽管只有 57mm 高，127mm 宽，重量也很轻，但是福禄克的手持式干式炉确是同类产品中性能最好的。

小巧轻便，适合现场使用

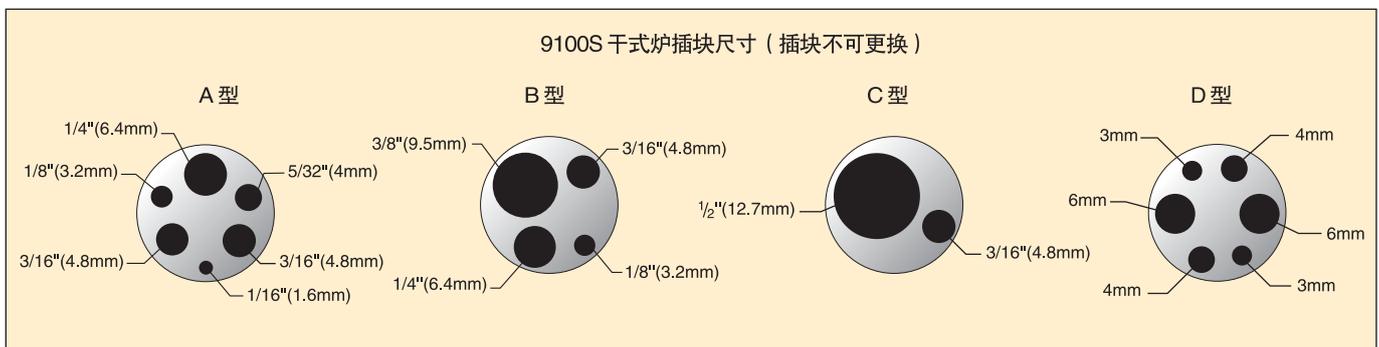
手持式干式炉不但小巧轻便，功能更是简单易用，任何人都可以在几分钟内学会使用。用它来测试铂电阻，热电偶和小型双金属温度计是完美的选择。

可电池供电

9102S 有电池包选件，可提供大约 4 小时的电力。

手持式干式炉技术指标及选购指南

型号	温度范围	准确度	稳定性	均匀性	升温时间	降温时间	稳定时间	可更换插块直径 (mm)	井深 (mm)	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选附件
9100S	35°C ~ 375°C	± 0.25°C @ 50°C ± 0.25°C @ 100°C ± 0.5°C @ 375°C	± 0.07°C @ 50°C ± 0.1°C @ 100°C ± 0.3°C @ 375°C	± 0.2°C (两个相近尺寸的插孔在等深时)	9.5min (室温至 375°C)	16min (375°C 至 100°C)	5min	不可更换	102 (1.6 mm 孔深 89 mm)	57(H) × 125(W) × 150(D)	1Kg	0.8A	二年	RS232 接口及串口线 9930 接口软件 溯源证书 金属插块的移动工具 用户手册 电源线	9300 硬质携带箱
9102S	-10°C ~ 122°C	± 0.25°C	± 0.05°C	± 0.2°C (两个相近尺寸的插孔在等深时)	10min (室温至 100°C)	10min (室温至 0°C)	7min	Φ13	102	99(H) × 140(W) × 175(D)	1.8Kg	0.5A	二年	RS232 接口及串口线 9930 接口软件 溯源证书 金属插块的移动工具 用户手册 电源线 3102-3 孔径 4.8mm 的插块 3102-4 孔径 6.4mm 的插块	3102-0 空白插块 3102-1 孔径 1.6mm 的插块 3102-2 孔径 3.2mm 的插块 3102-3 孔径 4.8mm 的插块 3102-4 孔径 6.4mm 的插块 3102-5 孔径 7.9mm 的插块 3102-6 孔径 9.5mm 的插块 3102-7 孔径 11.1mm 的插块 3102-8 孔径 4mm 的插块 9320A 9102S 使用的电池包 9308 9102S 使用的携带箱



三、干体式温度校准器(计量炉)——普通干式炉 91XX/90XX 系列

选择干式炉需要了解两方面的问题，一是具体的需求，二是干式炉的性能和指标。

具体的需求包括：具体应用，在实验室使用还是在现场环境，温度范围，升温速度和容量，被测传感器的准确度，被测传感器长度等。

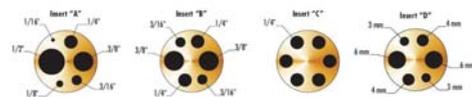
干式炉的性能和指标包括：温度范围，可靠性，准确度，稳定性，轴向均匀性，径向均匀性，负载效应，迟滞，插入深度，功能等。

此外，还要考虑是否符合有关计量规程和规范的要求。

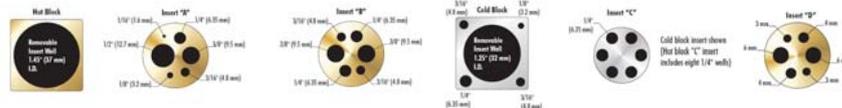
普通干式炉技术指标及选购指南

描述	特点及典型应用	图片	型号	温度范围	准确度	稳定性	均匀性	升温时间	降温时间
现场用干式炉	温度范围宽，升、降温时间短，重量轻，便于携带，适合现场校准或测试各种温度计（内置温度开关测试功能）。		9103	-25℃ ~ 140℃	± 0.25℃	± 0.02℃ @ -25℃ ± 0.04℃ @ 140℃	± 0.1℃ (两个相近尺寸的插孔)	18min (室温至 140℃)	20min (室温至 -25℃)
			9140	35℃ ~ 350℃	± 0.5℃ ± 1℃ (孔径大于 6.35 吋)	± 0.03℃ @ 50℃ ± 0.05℃ @ 350℃		12min (室温至 350℃)	15min (350℃ 至 100℃)
			9141	50℃ ~ 650℃	± 0.5℃ (至 400℃) ± 1℃ (400℃-650℃) ± 2℃ (400℃-650℃, 孔径大于 6.35 吋)	± 0.05℃ @ 100℃ ± 0.12℃ @ 500℃ ± 0.12℃ @ 650℃	± 0.1℃ (低于 400℃, 两个相近尺寸的插孔) ± 0.5℃ (高于 400℃, 两个相近尺寸的插孔)	12min (室温至 650℃)	25min (650℃ 至 100℃)
双体炉	便携式双体炉。高温端和低温端集成在一起。适合现场批量校准（内置温度开关测试功能）。		9009	50℃ ~ 350℃	± 0.6℃	± 0.05℃	± 0.1℃	10min (室温至 350℃)	30min (350℃ 至 100℃)
				-15℃ ~ 110℃	± 0.2℃			15min (室温至 110℃)	16min (室温至 -15℃)
	高准确度双体炉。高温端和低温端独立工作。可同时进行多温度点的大批量测试（内置温度开关测试功能）。		9011	-30℃ ~ 140℃	± 0.25℃ @ 插块孔 ± 0.65℃ @ 固定孔	± 0.02℃ @ -30℃ ± 0.04℃ @ 140℃	± 0.05℃ @ 插块孔 ± 0.25℃ @ 固定孔	15min (室温至 140℃)	30min (140℃ 至 -30℃)
50℃ ~ 670℃	± 0.2℃ @ 50℃ ± 0.4℃ @ 400℃ ± 0.65℃ @ 600℃			± 0.02℃ @ 100℃ ± 0.06℃ @ 600℃	± 0.2℃ (典型值: ± 0.05℃)	30min (室温至 670℃)	120min (660℃ 至 100℃)		
热电偶干式炉	温度达 1200℃，用于校验各种热电偶。9150 特别适合现场使用。恒温块材料使用高温陶瓷，不易氧化。		9150	150℃ ~ 1200℃	± 5℃	± 0.5℃	± 2.5℃ (C 型插块 @ 1200℃)	35min (室温至 1200℃)	140min
冰点温度校验器	快速实现 0℃，准备时间短，不须制冰。		9101	0℃	± 0.02℃	± 0.005℃	—	—	—

9103/9140/9141/9150 插块



9011 插块



稳定时间	可更换插块直径 (mm)	井深 (mm)	外形尺寸 (mm)	重量	功耗	保修期	包装清单	可选附件
7min	φ31.8	124	261(H) × 143(W) × 245(D)	5.7Kg	0.7A	一年	干式炉,含一个插块(A,B,C,D 任选一种) RS232 接口及串口线 9930 接口软件 溯源证书 金属插块的移动工具 用户手册 电源线	3103-1 空白插块 3103-2 A 型插块 3103-3 B 型插块 3103-4 C 型插块 3103-6 D 型插块 3103-Y 客户定制插块 9316 9103 携带箱
			86(H) × 152(W) × 197(D)	2.7Kg	2.2A			3140-1 空白插块 3140-2 A 型插块 3140-3 B 型插块 3140-4 C 型插块 3140-6 D 型插块 3140-Y 客户定制插块 9308 9140 携带箱
	φ28.5	236(H) × 109(W) × 185(D)	3.6Kg	4.4A	3141-1 空白插块 3141-2 A 型插块 3141-3 B 型插块 3141-4 C 型插块 3141-6 D 型插块 3141-Y 客户定制插块 9309 9141 携带箱			
8min	φ13	102	178(H) × 267(W) × 248(D)	4.5Kg	2A	一年	干式炉 -X(X 为壳体颜色,B:黑色; Y:黄色) RS232 接口及串口线 9930 接口软件 溯源证书 金属插块的移动工具 用户手册 电源线 3102-3 孔径 4.8mm 的插块(2 个) 3102-4 孔径 6.4mm 的插块(2 个)	3102-0 空白插块 3102-1 孔径 1.6mm 的插块 3102-2 孔径 3.2mm 的插块 3102-3 孔径 4.8mm 的插块 3102-4 孔径 6.4mm 的插块 3102-5 孔径 7.9mm 的插块 3102-6 孔径 9.5mm 的插块 3102-7 孔径 11.1mm 的插块 3102-8 孔径 4mm 的插块
-	φ31.8	124	292(H) × 394(W) × 267(D)	16.4Kg	4.4A	一年	双体炉 RS232 接口及串口线 9930 接口软件 溯源证书 金属插块的移动工具 用户手册 电源线 两个同类型插块(A,B,C,D 任选一种)	2125-C IEEE-488 接口 3103-1 空白插块 3103-2 A 型插块 3103-3 B 型插块 3103-4 C 型插块 3103-6 D 型插块 3103-Y 客户定制插块 3109-0 空白插块 3109-1 A 型插块 3109-2 B 型插块 3109-3 C 型插块 3109-4 D 型插块 3109-Y 客户定制插块 9319 9011 携带箱
								φ37
20min	32	140	315(H) × 208(W) × 315(D)	13Kg	5.2A	一年	干式炉 RS232 接口及串口线 9930 接口软件 溯源证书 金属插块的移动工具 用户手册 电源线 一个插块(A,B,C,D 任选一种)	3150-2 A 型插块 3150-3 B 型插块 3150-4 C 型插块 3150-6 D 型插块 3150-Y 客户定制插块 9315 9150 硬质携带箱
30min	2 × 6.35 1 × 7.1	152	311(H) × 216(W) × 150(D)	5.4Kg	0.5A	二年	冰点器 提供一套变径套管(即: 2130)	9101-Y:用户定制插孔冰点器 9325 9101 硬质携带箱 2130 额外的变径套管

三、干体式温度校准器(计量炉)——表面温度校准器 3125



主要特点

- 校准平面直径达到96毫米,可用于校准各种尺寸的表面温度传感器
- 校准平面的温度均匀性和表面光洁度极佳
- 校准温度可达400℃,升降温速度极快
- 可使用外置参考铂电阻温度计,减小校准不确定度

校准平面直径达到96毫米,可用于校准各种尺寸的表面温度传感器

3125 表面温度校准器平面直径达到96mm,足够校准各种尺寸及类型的表面传感器,如热敏电阻,薄膜传感器,表面电阻温度计,带状传感器,表面热电偶等。而且可以达到400℃的高温。

校准平面的温度均匀性和表面光洁度极佳

表面传感器通常难以校准,这是因为很难找到一个平坦,均匀的表面温

度源。3125 表面温度校准器利用高光洁度的铝质材料作为表面,光洁度高达0.0008mm,可以保证被校准的传感器与表面温度校准器接触良好,达到最小的校准不确定度。

校准温度可达400℃,升降温速度极快

3125 表面温度校准器具有最优的升降温速度,从室温升至400℃,只需22分钟,从400℃降至室温,只需65分钟,提高了工作效率。

可使用外置参考铂电阻温度计,减小校准不确定度

为了达到最高的校准精度,设计工程师特意在铝质表面的底部预留了温度计插口,可以插入一根直径为4.76mm的铂电阻温度计作为标准器,进行比较校准,大大提高了校准精度。

表面温度校准器 3125 技术指标及选购指南

指标	
温度范围	35 °C ~ 400 °C (95 °F ~ 752 °F)
显示准确度	± 0.5 °C ~ 200 °C ± 1.0 °C ~ 400 °C
稳定性	± 0.2 °C ~ 300 °C ± 0.3 °C ~ 400 °C
分辨率	0.01 °
均匀性	± 0.3 °C at 100 °C ± 0.6 °C at 200 °C ± 0.9 °C at 300 °C ± 1.4 °C at 400 °C
加热时间	25 °C ~ 400 °C: 22 minutes
降温时间	400 °C ~ 100 °C: 65 minutes
稳定时间	8 minutes
控制器	Hart Model 2200, microprocessor based, with RS-232
读数单位	°C 或 °F, 可切换
传感器	RTD, 100 Ω
加热器	325-瓦, 固态控制加热器
表面盘	6061 铝; 表面光洁度 0.0008 mm (0.000032 in), 表面直径 96 mm (3.8 in)
电源	115 VAC (± 10 %), 2.8 A 或 230 VAC (± 10 %), 1.4 A, specify, 50/60 Hz, 325 W
重量	3.2 kg (7 lb.) 含 2200 控制器
可溯源至 NIST 的校准	提供 50 °C, 120 °C, 190 °C, 260 °C, 330 °C, 和 400 °C 的数据
推荐参考测温选件	5615-9-D 二等铂电阻, 1502 单通道测温仪

四、红外校准系列——大平面面源 418X 系列



主要特点

- 大尺寸面源提高校准精度
- 轻巧便携，操作简单
- 大范围温度覆盖
- 最新科技成果，引领最新的发展趋势

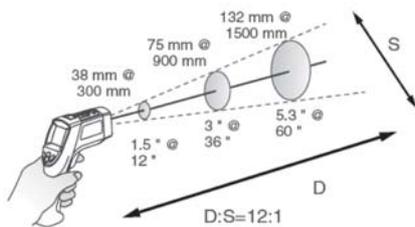
引言

随着科学技术的发展，新型的温度测试仪器，例如红外温度测试仪 (RI) 以及热成像仪 (TI) 越来越多被各个行业所使用。例如食品，医药，电力，交通运输，安全等。其最大的优势是非接触式的测量技术使得这些行业的温度测试从不可能变为可能，从被动式转为主动式。这些先进仪器的大量使用带来了一个新的问题，就是这些仪器所测量的温度是否准确可信？如果测试的数值不准确，其测试结果就失去了意义。和其他的电子测试仪器一样，这些仪器是需要定期地进行校准，从而确保其测量数值的准确性和可信性。



对于这类仪器的检定或者校准，大都是使用黑腔体进行。而目前的黑腔体的面积都很小，一般在 10 公分以内。不论是红外温度计还是热成像仪，其被测量的物体都是一个面，而不是一个点。因此在校准这类仪器时，如果校准源的面积过小就会有相当一部分测试仪所辐射的区域没有在此范围内，因此就会导致测量的误差。而对于热成像仪需要校准多次来覆盖整个成像仪的面积。如图所示，这就使得校准的工作很麻烦。

福禄克最新推出的 418X 系列红外温度校准器就是为了解决这个问题，满足用户校准红外温度计和热成像仪的需要研制出来的新技术和新产品。



大尺寸面源提高校准精度

418X 系列的面源为 152mm，是目前市场上面源尺寸最大的红外校准器。由于其超大尺寸的面源，能够最大程度地覆盖红外温度计和热成像仪的辐射范围，因此提高了校准的精度，同时由于可以覆盖热成像仪的辐射面积，也使得校准简单化了。同时大尺寸的面源的温度一致性和稳定性也非常好，从而保证了校准的可靠性。

轻巧便携，操作简单

418X 的体积很小，携带或运输都很方便。因此既可以在实验室使用，也可以携带到现场使用。从而方便于那些红外温度计和热像仪的校准检定工作。仪器的菜单结构操作界面，全中文菜单都使得仪器的使用非常简单。

大范围温度覆盖

418X 有两个型号，4180 的温度范围是 -15°C 至 120°C ，4181 是 35°C 至 500°C 。您可以根据自己的应用选择所需要的温度范围。您也可以选择两台仪器覆盖最大的温度范围。 -15°C 至 500°C 的温度范围几乎覆盖了校准红外温度计和热像仪所需要的所有温度范围。

最新科技成果，引领最新的发展趋势

大尺寸的校准面源是校准红外温度计和热像仪的理想热源，但是研制大面积的面源，而且要确保其均匀性和稳定性是一个难题。此外，大尺寸的面源如何溯源也是一个技术难题。福禄克的技术人员通过数年的研究和反复地试验，已经攻克这一技术难题，并最终研发出来了大尺寸的面源。目前这是全球唯一最大的面源，其技术和应用可以满足目前以及今后对于红外温度计和热像仪校准的需求。

主要技术指标

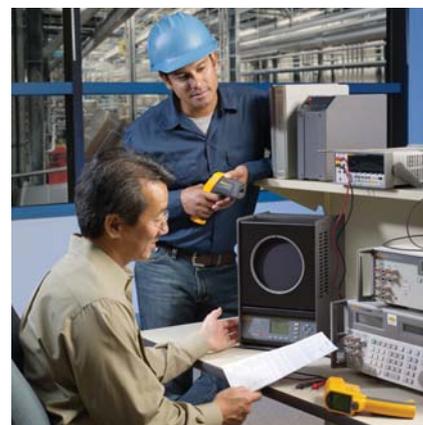
特性	4180	4181
温度范围 (@23℃环境温度, 0.95 发射率)	-15℃ ~ 120℃	35℃ ~ 500℃
显示准确度†	± 0.4℃ @ -15℃ ± 0.4℃ @ 0℃ ± 0.5℃ @ 50℃ ± 0.5℃ @ 100℃ ± 0.55℃ @ 120℃	± 0.35℃ @ 35℃ ± 0.5℃ @ 100℃ ± 0.7℃ @ 200℃ ± 1.2℃ @ 350℃ ± 1.6℃ @ 500℃
稳定度	± 0.1℃ @ -15℃ ± 0.05℃ @ 0℃ ± 0.1℃ @ 120℃	± 0.05℃ @ 35℃ ± 0.2℃ @ 200℃ ± 0.4℃ @ 500℃
一致性 (目标中心的 5.0 英寸直径区域)	± 0.15℃ @ -15℃ ± 0.1℃ @ 0℃ ± 0.25℃ @ 120℃	± 0.1℃ @ 35℃ ± 0.5℃ @ 200℃ ± 1.0℃ @ 500℃
一致性 (目标中心的 2.0 英寸直径区域)	± 0.1℃ @ -15℃ ± 0.1℃ @ 0℃ ± 0.2℃ @ 120℃	± 0.1℃ @ 35℃ ± 0.25℃ @ 200℃ ± 0.5℃ @ 500℃
标注	均匀性指标是指不同点尺寸的红外温度计都对准靶面中心测量同一温度时候的差值	
升温时间	15 分钟: -15℃ ~ 120℃ 14 分钟: 23℃ ~ 120℃	20 分钟: 35℃ ~ 500℃
降温时间	15 min: 120℃ ~ 23℃ 20 min: 23℃ ~ -15℃	100 min: 500℃ ~ 35℃ 40 min: 500℃ ~ 100℃
稳定时间 ‡	10 分钟	10 分钟
标称发射率	0.95	0.95
温度计发射率补偿	0.9 ~ 1.0	
目标直径	152.4 mm (6 in)	
计算机接口	RS-232	
电源	交流 115 V (± 10%), 6.3 A, 50/60 Hz, 630 W 交流 230 V (± 10%), 3.15 A, 50/60 Hz, 630 W	交流 115 V (± 10%), 10 A, 50/60 Hz, 1000 W 交流 230 V (± 10%), 5 A, 50/60 Hz, 1000 W
保险丝	交流 115 V, 6.3 A, 250 V, 慢熔 交流 230 V, 3.15 A, 250 V, T	交流 115 V, 10 A, 250 V, 快熔 交流 230 V, 5 A, 250 V, F
尺寸 (高×宽×深)	356 mm × 241 mm × 216 mm (14 in × 9.5 in × 8.5 in)	356 mm × 241 mm × 216 mm (14 in × 9.5 in × 8.5 in)
重量	9.1 kg (20 lb)	9.5 kg (21 lb)
安全	EN 61010-1: 2001, CAN/CSA C22.2 No.61010.1-04	
†	8 mm~14 mm 谱带温度计, 发射率设置 0.9~1.0。	
‡	目标标称发射率为 0.95, 但是仪器经过辐射校准, 将发射率相关不确定度降至最小。	

订购信息

型号	说明
4180	精密红外校准器, -15℃ ~ 120℃
4181	精密红外校准器, 35℃ ~ 500℃
4180-CASE	携带箱, 4180 或 4181
4180-APRT	2" 孔径, 4180 或 4181
4181-DCAS	仪器箱, 带脚轮运输箱, 4180 或 4181

标配附件

公认的辐射校准报告、目标盖、用户手册、快速入门指南, 以及红外设置程序指南



四、红外校准系列——便携式红外温度校准器 913X 系列



主要特点

- 温度范围宽，精度高
- 大目标面源，减小误差
- 高精度 RTD 参考标准温度
- 小巧便携，简单易用

温度范围宽，精度高

不论您使用的是手持式还是在线式的红外温度测试仪，都需要对他们进行定期的校准。我们的 9132 和 9133 便携式红外温度校准器可以提供非接触式的校准。他们覆盖了从 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。目标面源的发射率可以设置为 0.95 ($\pm 0.02\%$)，温度可以控制在 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内设定温度的 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

大目标面源，减小误差

红外温度校准器提供的黑体目标源的尺寸是 57mm，大尺寸的面源减小了校准的误差，使得校准时更加方便。

高精度 RTD 参考温度标准

为了确保非常高的精度，在黑体表面的背后安装了一支高精度铂电阻，通过接触的方式进行比较校准，来保证面源的准确度。

小巧便携，简单易用

红外温度校准器非常简单易用，校准的过程简称为“对准并发射”。通过仪器的前面板按键设置好所需要的温度，等待几分钟的平衡，将红外温度计对准

目标发射即可。黑体辐射出来的能量被红外温度计所测量。直接将测量的读数和校准器显示的数值进行比较就可以完成校准。9132/9133 体积很小，可以方便地携带到现场直接对红外温度计进行现场校准，使得校准的工作非常方便。

9132

对于高于常温的红外温度计的校准，9132 提供了稳定的可达 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的黑体目标源。其精度可达 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，其稳定性可达 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。这样的性能可以满足校准绝大多数的红外温度计的要求。快速升降温的特性可以节省大量的等待时间。从室温升至 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，只需要不到 30 分钟的时间。

9133

如果需要在低温段校准红外温度计，那么 9133 是最适合的。通过固态制冷的特殊技术，9133 在常温状态下的温度可以达到 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在仪器目标靶前端有个盖子，可以很方便的通入干燥空气，避免冰在靶面凝结。9133 可以提供最高 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的稳定温度。在常温下，9133 在 15 分钟就可以达到你所需要的温度，使你在抵达

现场后可以立即开始工作。通过在工厂的严格校准，其精度为 $\pm 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。直接将红外温度计的测量值和显示值比较就可迅速地完成校准工作。



大尺寸目标靶可校准各类红外温度计



9133 含一个安装在仪器前部、可拆卸的盖子，可连接干燥空气进行吹洗，防止目标靶结冰

便携式红外温度校准器 9132/9133 技术指标及选购指南

指标	9133	9132
温度范围	-30 °C ~ 150 °C at 23 °C ambient (-22 °F ~ 302 °F at 73 °F ambient)	50 °C ~ 500 °C (122 °F ~ 932 °F)
准确度 (不包含发射率)	± 0.4 °C (± 0.72 °F)	± 0.5 °C at 100 °C (± 0.9 °F at 212 °F) ± 0.8 °C at 500 °C (± 1.4 °F at 932 °F)
稳定性	± 0.1 °C (± 0.18 °F)	± 0.1 °C at 100 °C (± 0.18 °F at 212 °F) ± 0.3 °C at 500 °C (± 0.54 °F at 932 °F)
目标靶尺寸	57 mm (2.25 in)	
目标靶发射率	0.95 (± 0.02 从 8 到 14 μm)	
分辨率	0.1 °	
加热时间	15 分钟 (25 °C ~ 150 °C)	30 分钟 (50 °C ~ 500 °C)
降温时间	15 分钟 (25 °C ~ -20 °C)	30 分钟 (500 °C ~ 100 °C)
计算机接口	RS-232, 赠送 9930 软件	
电源	115 VAC (± 10 %), 1.5 A 或 230 VAC (± 10 %), 1.0 A, 50/60 Hz, 200 W	115 VAC (± 10 %), 3 A 或 230 VAC (± 10 %), 1.5 A, 50/60 Hz, 340 W
尺寸 (H × W × D)	152 × 286 × 267 mm (6 × 11.25 × 10.5 in)	102 × 152 × 178 mm (4 × 6 × 7 in)
重量	4.6 kg (10 lb)	1.8 kg (4 lb)
溯源至 NIST 的接触式校准	提供 -30 °C, 0 °C, 25 °C, 75 °C, 100 °C, 125 °C 和 150 °C 的数据	提供 50 °C, 100 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C, 400 °C 和 500 °C 的数据

订购信息

型号	说明
9132	便携式红外校准器 (500 °C)
9308	用于 9132 的坚固运输箱
9133	便携式红外校准器 (-30 °C)
9302	用于 9133 的坚固运输箱

五、测温仪系列——超级精密电阻测温仪 1595A/1594A



主要特点

- 出类拔萃的准确度
- 专利的比率自校准功能
- 高达 1 秒 / 次的测量速度
- 内置恒温参考电阻
- 大屏幕中文菜单

早在 15 年之前，福禄克公司就推出了突破性的“超级测温仪”系列产品，以传统电阻电桥一半的价格实现了 0.00025 °C 的温度测量准确度。并且利用超级测温仪内置的所有温度相关特性，使精密温度测量变得前所未有的轻松、简单。超级测温仪在性能和易用性方面的声誉使其成为全球许多校准实验室、研究机构乃至国家级计量机构的奠基设备。

如今 Fluke 公司又推出了新一代的超级精密电阻测温仪——1595A/1594A。1595A/1594A 进一步改善了准确度，足以抗衡那些更复杂、更昂贵的传统电桥，正在续写超级测温仪的历史。

出类拔萃的准确度

1595A 的测量准确度在典型的测温学比例 (0.25 到 4.0) 范围内，可以达到 0.2ppm 甚至更高。当电阻比在 0.95~1.05 范围内，1595A 电阻比准确度可以达到

0.06ppm。您可以获得传统电阻电桥一样的线性度，并且更容易使用。

专利的比率自校准功能

1595A/1594A 的专利的比率自校准功能可以完成比率准确度和线性度自校准功能，不需要外部设备，30 分钟内就可以完成测试。由于是自动校准，所以不会发生手动测试时误操作的情况。

高达 1 秒 / 次的测量速度

超级精密电阻测温仪 1595A/1594A 最快可以达到 1 秒 1 次的测量速度 (达到最高准确度的测量仅需 2 秒一次)。您可以用更少的时间完成您的测试，更准确地跟踪温度的变化。

内置恒温参考电阻

测温电桥测量绝对电阻有多准，依赖于电桥的比率准确度，还有长期稳定

性和内部参考电阻的校准准确度。为了确保电阻稳定性，消除环境条件变化带来的误差，超级精密电阻测温仪 1595A/1594A 内部的参考电阻被放置于一个温度为 30 度，稳定性为 ± 0.010 °C 的恒温箱内。这些精密电阻被保存的非常好，24 小时内电阻变化不超过 0.25ppm (相当于 0.00006 °C)。

大屏幕中文菜单

超级精密电阻测温仪 1595A/1594A 拥有一个宽大、明亮的 640 × 480 全彩色 VGA 显示屏，在任何视角都可清晰显示。实测温度以大号突出显示在显示屏窗口顶部，在整个实验室范围内都清晰可见。能够以 °C、°F、K 或 Ω 为单位查看测量结果。

测温仪内置多种语言菜单，含中文，英文，法语，西班牙语等 7 种语言。菜单结构清晰，界面简洁易用，操作者可以很容易学会。

1594A/1595A 指标

1594A/1595A 技术指标		
电阻测量范围	0 ~ 500 k Ω	
比率测量范围	0 ~ 10	
外部参考电阻范围	1 Ω ~ 10 k Ω	
内部参考电阻	1 Ω, 10 Ω, 25 Ω, 100 Ω, and 10 k Ω	
显示单位	比率 (RX/RS), K, °C, °F, Ω	
显示分辨率	0.1 ~ 0.000001	
前面板通道	四路 PRT/ 热敏电阻通道 (通道 2 和 4 既可以接被测电阻又能接参考电阻)	
后面板通道	2 路参考电阻专用通道	
存储能力	80,000 个带日期时间的读数 (约 6 MB)	
计算机通讯接口	RS-232, USB, IEEE-488, 以太网	
电阻比准确度, 95% 置信概率, 1 年	1594A	1595A
比率: 0.95 ~ 1.05	0.24 ppm	0.06 ppm
比率: 0.5 ~ 0.95, 1.05 ~ 2.0	0.64 ppm	0.16 ppm
比率: 0.25 ~ 0.5, 2.0 ~ 4.0	0.8 ppm	0.2 ppm
比率: 0.0 ~ 0.25	2.0×10^{-7}	5.0×10^{-8}
比率: 4.0 ~ 10.0	2.0 ppm	0.5 ppm
1594A/1595A 绝对电阻准确度, 95% 置信概率, 1 年		
电阻量程 (参考电阻 / 激励电流)		
0 Ω ~ 1.2 Ω (1 Ω, 10 mA)	40 ppm 或 0.000012 Ω 取大者	
0 Ω ~ 12 Ω (10 Ω, 3 mA)	10 ppm 或 0.000024 Ω 取大者	
0 Ω ~ 120 Ω (25 Ω, 1 mA)	5 ppm 或 0.000024 Ω 取大者	
0 Ω ~ 400 Ω (100 Ω, 1 mA)	4 ppm 或 0.00008 Ω 取大者	
0 k Ω ~ 10 k Ω (10 k Ω, 10 μA)	5 ppm 或 0.000012 Ω 取大者	
10 k Ω ~ 40 k Ω (10 k Ω, 10 μA)	8 ppm	
40 k Ω ~ 100 k Ω (10 k Ω, 2 μA)	20 ppm	
100 k Ω ~ 500 k Ω (10 k Ω, 1 μA)	80 ppm	
1594A/1595A 外型尺寸		
重量	7.5 kg (16.5 lbs)	
外部宽 × 高 × 长	432 × 153 × 432 mm (17 × 6 × 17 英寸)	
1594A/1595A 通用技术指标		
交流电源	100 V ~ 230 V ± 10%, 50/60 Hz	
操作海拔	3000 米	
保修期	1 年	
校准报告 ²	NVLAP 认可	
1 达到最高准确度需要 2 秒每次		
2 标准校准报告包含从 1 Ω ~ 100 k Ω 的电阻数据。如果需要 100 k Ω ~ 500 k Ω 的电阻数据, 需要额外订购证书, 型号为 1994 和 1995		

订购信息

型号	说明
1594A	超级精密电阻测温仪, 0.8 ppm
1595A	超级精密电阻测温仪, 0.2 ppm
每台超级精密电阻测温仪, 随仪器有 NVLAP 认可的校准证书, 光盘用户手册 (英语, 西班牙语, 法语, 德语, 中文和日文), 光盘技术指南 (英语), RS232 转 USB 连接线缆, 电源线	

可选附件

型号	说明
1594-CASE	1594/95 携带箱
1594-MUXCBL	2590 多路开关线缆
1594-MUXINPUT	2590 扫描开关通道输入线缆
2590	10 通道自动扫描开关。具有通道独立待机电流功能
5430-x	恒温油槽参考电阻, 稳定性 2ppm/年 “x” 为可选阻值, 包含 1 Ω, 10 Ω, 25 Ω, 100 Ω, 1k Ω
7008	超稳定电阻恒温槽 (7008 可选件见对应介绍部分)

传感器适配器

型号	说明
2571	适配器, DWF 转铲形, 1 通道
2572-1	适配器, 5 针(母) 转铲形
2373	适配器, INFO-CON 转铲形头
2373-DIN	适配器, 圆形 INFO-CON 转铲形头 (914x)
2373-LSP	适配器, Lemo 转铲形头

校准选件

型号	说明
CAL-1594A	1594 再校准
CAL-1595A	1595 再校准
1994	扩展量程校准 100-500 k Ω, 1594A
1995	扩展量程校准 100-500 k Ω, 1595A
1960	标准电阻的校准

五、测温仪系列——堆栈式温度巡检系统 1560



主要特点

- 配置灵活，即插即用
- 内置90温标公式，直观显示温度、电压、电阻等
- 测试范围广（PRT，TC，热敏电阻）
- 图形功能，统计功能，存储功能

配置灵活，即插即用

堆栈式测温仪有10种可选模块，可以任意组合8个模块。使用时，每个模块都可直接堆放在前一个模块的后面，无须任何操作，系统即可自动识别新增模块，在不改变原有配置的前提下，对新的模块进行设置，即插即用。

内置90温标公式，直观显示温度、电压、电阻等

福禄克的所有测温仪内部均有ITS-90温标，IPTS-68温标，Callendar Van Dusen（工业铂电阻），RTD多项式，Steinhart-Hart热敏电阻多项式和各类热电偶B、E、J、K、N、R、S、T、Pt-Au的转换公

式，便于直接转换成温度进行显示而无须人工计算。也可以直接显示电阻、电压等数值。

测试范围广（PRT，TC，热敏电阻）

1560具有多种不同模块，支持标准铂阻，精密级铂阻，工业热电阻，标准热偶，工业级热偶，热敏电阻等各种类型温度传感器，几乎覆盖了所有常用的各类温度传感器。

图形功能，统计功能，存储功能

1560内部可存贮1000个数据。大屏幕不仅可以实时显示各种测量数据，包

括通道间差值，标准偏差，均值，最大值，最小值等；同时，还可以图形化显示这些参数，用于实时监视温度变化过程。

配置示例

需求：检定工业热电阻和廉金属热电偶。

配置：1560主机；8通道PRT模块2562；12通道TC模块2566。

需求：温场测试，恒温槽温场及热偶检定炉温场。

配置：1560主机；2通道SPRT模块2560；2通道精密热偶模块2565。

堆栈式测温仪技术指标及选购指南

型号	描述	应用范围	通道数	电阻输入范围	电阻准确度	电阻分辨率
1560	堆栈式测温仪	堆栈式测温仪主机，必须与下列模块一起使用。用于提供电源，数据输入，通道选择，数据显示，				
3560	扩展通讯模块	提供扩展通讯功能。模块包括 GPIB(IEEE-488)接口，打印机接口，并具有模拟输出功能。				
2560	SPRT 模块	读取 25Ω, 100Ω 四线的标准铂电阻温度计 (SPRT) 的输出	2	0Ω~400Ω	0~25Ω: 0.0005Ω 25~400Ω: 读数的 20ppm	0.0001Ω
2561	高温 SPRT 模块	读取 2.5Ω, 0.25Ω, 10Ω 四线高温铂电阻温度计的输出	2	0Ω~25Ω	0~2Ω: 0.0001Ω 2~25Ω: 读数的 50ppm	0.00001Ω
2562	PRT 多路扫描模块	读取 8 路两线, 三线或四线的 100Ω/25Ω 的铂电阻温度计或热电阻 RTD 的输出	8	0Ω~400Ω	0~25Ω: 0.001Ω 25~400Ω: 读数的 40ppm	0.0001Ω
2563	标准热敏电阻模块	读取低漂移的两线, 四线热敏电阻的输出	2	0Ω~1MΩ	0~2KΩ: 0.1Ω 2K~100KΩ: 读数的 50ppm 100K~1MΩ: 读数的 200ppm	0.1Ω
2564	热敏电阻多路扫描模块	读取 8 路两线, 三线或四线的热敏电阻的输出	8	0Ω~1MΩ	0~2KΩ: 0.2Ω 2K~100KΩ: 读数的 100ppm 100K~1MΩ: 读数的 300ppm	0.1Ω
2567	精密高阻 PRT 模块	读取 500Ω, 1000Ω 两线、四线精密铂电阻温度计的输出	2	0Ω~4KΩ	0~250Ω: 0.00625Ω 250~4000Ω: 读数的 25ppm	0.001Ω
2568	高阻 PRT 多路扫描模块	读取 8 路两线, 三线或四线的 500Ω, 1000Ω 铂电阻温度计和热电阻 RTD 的输出	8	0Ω~4KΩ	0~250Ω: 0.01Ω 250~4000Ω: 读数的 40ppm	0.001Ω
型号	描述	应用范围	通道数	电压输入范围	电压准确度	电压分辨率
2565	精密热电偶模块	读取各类标准热电偶的输出	2	-10~100mV	0~50mV: 0.002mV 50mV~100mV: 读数的 40ppm	0.0001mV
2566	热电偶多路扫描模块	读取 12 路各类热电偶的输出	12	-10~100mV	0~50mV: 0.004mV 50mV~100mV: 读数的 80ppm	0.0001mV

可选件: 9302 包装箱 (1560 和 5 个模块); 2382 RTD/热敏电阻连接件 (8 个); 2381-X 普通型各类热电偶连接插头 (12 个);

温度范围	温度准确度 (长期)	温度分辨率	激励电流	端子型式	最大引线电阻	保修期	重量 (Kg)
显示屏对比度调整等, 并实现与计算机通讯。							2Kg
							1.1Kg
-260℃~962℃	± 0.003℃@-100℃ ± 0.005℃@0℃ ± 0.007℃@100℃ ± 0.010℃@200℃ ± 0.012℃@300℃ ± 0.014℃@400℃ ± 0.017℃@500℃ ± 0.020℃@600℃	0.0001℃	1mA, 1.4mA; 1 Hz	DWF 专利端子	100Ω	两年	0.9Kg
0℃~1200℃	± 0.013℃@0℃ ± 0.035℃@400℃ ± 0.060℃@800℃ ± 0.090℃@1200℃	0.001℃	3mA, 5mA; 1 Hz	DWF 专利端子	10Ω		0.9Kg
-200℃~850℃	± 0.006℃@-100℃ ± 0.010℃@0℃ ± 0.014℃@100℃ ± 0.020℃@200℃ ± 0.024℃@300℃ ± 0.028℃@400℃ ± 0.034℃@500℃ ± 0.040℃@600℃	0.0001℃	1mA, 1.4mA; 1 Hz	5 端子连接件 (2382)	100Ω		1.1Kg
-60℃~260℃	± 0.0013℃@0℃ ± 0.0013℃@25℃ ± 0.0013℃@50℃ ± 0.0015℃@75℃ ± 0.0030℃@100℃	0.0001℃	2μA, 10μA; 自动选择; 1 Hz	DWF 专利端子	100Ω		0.9Kg
-60℃~260℃	± 0.0025℃@0℃ ± 0.0025℃@25℃ ± 0.0025℃@50℃ ± 0.003℃@75℃ ± 0.006℃@100℃	0.0001℃	2μA, 10μA; 自动选择; 1 Hz	5 端子连接件 (2382)	100Ω		1.1Kg
-260℃~962℃	± 0.004℃@-100℃ ± 0.006℃@0℃ ± 0.009℃@100℃ ± 0.012℃@200℃ ± 0.015℃@300℃ ± 0.018℃@400℃ ± 0.021℃@500℃ ± 0.025℃@600℃	0.0001℃	0.1mA, 0.05mA; 1 Hz	DWF 专利端子	100Ω		0.9Kg
-200℃~850℃	± 0.006℃@-100℃ ± 0.010℃@0℃ ± 0.014℃@100℃ ± 0.020℃@200℃ ± 0.024℃@300℃ ± 0.028℃@400℃ ± 0.034℃@500℃ ± 0.040℃@600℃	0.0001℃	0.1mA, 0.05mA; 1 Hz	5 端子连接件 (2382)	100Ω		1.1Kg
温度范围	温度准确度 (长期)	温度分辨率	温度计连接方式		保修期		重量 (Kg)
-270℃~1800℃	外部 CJC/内部 CJC ± 0.025℃/ ± 0.065℃@800℃(E) ± 0.039℃/ ± 0.083℃@1000℃(J) ± 0.055℃/ ± 0.10℃@1200℃(K) ± 0.054℃/ ± 0.090℃@1200℃(N) ± 0.17℃/ ± 0.19℃@1400℃(S) ± 0.035℃/ ± 0.07℃@300℃(T) ± 0.078℃/ ± 0.092℃@1000℃(Au/Pt)	0.001℃	DWF 专利端子		两年	1.1Kg	
-270℃~1800℃	外部 CJC/内部 CJC ± 0.05℃/ ± 0.21℃@800℃(E) ± 0.08℃/ ± 0.25℃@1000℃(J) ± 0.11℃/ ± 0.33℃@1200℃(K) ± 0.11℃/ ± 0.26℃@1200℃(N) ± 0.33℃/ ± 0.43℃@1400℃(S) ± 0.07℃/ ± 0.21℃@300℃(T)	0.001℃	导线直接接入或采用 2381 或 2380 热偶专用插头			1.1Kg	

2380-X 小型各类热电偶连接插头 (12 个) (X 为热偶类型) 头 (12 个) (X 为热偶类型)

五、测温仪系列——多路温度采集器(数据采集系统) 26XX 系列

2620A/2625A/2635A 多路温度采集器



主要特点

- 功能众多，包括软件
- 测量温度准确度最高
- 适应环境范围宽
- 独特的通用输入接线盒

功能众多，包括软件

2620A/2625A/2635A 便携式数据采集器有 21 个测量通道，能够直接测量交直流电压、电阻、频率，配用 2620A-1-1 分流器套件可以测量交直流电流，配用热电偶或热电阻可以测量温度。它有八路数字输入/输出通道，还有专用的报警输出以及一路计数通道。随仪器还提供控制软件，可以通过软件设置和控制数据采集器，可以满足多种不同应用工作的需要。2620A 数据采集单元是一个和计算机配合使用的紧凑的前端设备。便携式的 2625A 数据采集器的特点是带有非易失性存储器，可以贮存 42000 个以上的读数，适合独立工作的应用场合。2635A 数据采集器具有可插入的存储器卡，可以贮存数据和设置参数，是功能最灵活的型号，是远地监测应用工作的理想选择。

主要技术指标

输入	量程或范围	分辨率	最优年指标
直流电压	90mV 到 150/300V	1μV 到 10mV	0.024%+6mV
交流电压	300mV 到 150/300V 20Hz 到 100kHz	10μV 到 10mV	0.13%+0.25mV
电阻	300Ω 到 10MΩ	10mΩ 到 1kΩ	0.014%+2mΩ
频率	15Hz 到 1MHz	0.01Hz 到 100Hz	0.05%+0.02Hz
热电阻 (Pt100)	-200℃ 到 600℃	0.02℃	0.09℃
热电偶*			
J	-100℃ 到 760℃	0.1℃	0.39℃
K	-100℃ 到 1372℃	0.1℃	0.44℃
T	-150℃ 到 400℃	0.1℃	0.46℃
Hydra 2635A 存储器卡容量—扫描数			
存储器卡容量	4 通道扫描	10 通道扫描	20 通道扫描
256KB	8900	4800	2710
1MB	36860	19860	11210
2MB	74110	39910	22550
4MB	149039	80251	45359

* 其它可配用热电偶型号 R, S, B, C, E, N

独特的通用输入接线盒

应用众多福禄克专利技术的输入接线盒有完善的电磁屏蔽和温度均衡设计。可以由仪器的微处理器对各个通道的各种热电偶实现准确的参考端温度补偿。输入接线盒可以带着输入接线脱机保存，使用时插入仪器就可以立即开始工作。为用户在恶劣环境和多场地工作提供了方便。

订购信息

型号	说明
2620A/08	Hydra 数据采集器，带中文软件
2620A/05/08	Hydra 数据采集器，带 IEEE-488 接口，带中文软件
2625A/08	Hydra 数据采集器，带内部缓冲存储器，带中文软件
2635A/08	Hydra 数据采集器 (256KB 存储器卡)，带中文软件
2635A/08-1MB	Hydra 数据采集器 (1MB 存储器卡)，带中文软件
2635A/08-2MB	Hydra 数据采集器 (2MB 存储器卡)，带中文软件
2635A/08-4MB	Hydra 数据采集器 (4MB 存储器卡)，带中文软件
选件	
2600A-101	PRT 探头，100Ω，带探头软包
2620A-100	额外的通用接线盒，包括数字 I/O 和报警输出连接器
2620A-101	分流器套件 (12 个)，10Ω，± 0.1%
软件	
2635A-901	Hydra Logger 数据采集软件随机提供
2635A-902	带 Trend Link 的 Hydra Logger 数据采集软件

五、测温仪系列——多路温度采集器(数据采集系统) 26XX 系列

2640A/2645A 多路温度采集器



主要特点

- 测量速度更快，准确度更高
- 各类功能众多
- 测量温度准确度最高
- 适应环境范围宽
- 最独特的通用输入接线盒
- 分布式数据采集，20-400通道灵活配置

测量速度更快，准确度更高

2640A 可以实现 100 通道 / 秒的测量速度，2645A 可以实现 1000 通道 / 秒的高速扫描。测量准确度比便携式数据采集器更高。

各类功能众多

2640A/2645A 网络型数据采集器有 20 个测量通道，能够直接测量交直流电压、电阻、频率，配用 2620A-1-1 分流器套件可以测量交直流电流，配用热电偶或热电阻可以测量温度。它有八路数字输入 / 输出通道，还有专用的报警输出以及一路计数通道。随仪器还提供控制软件，可以通过软件设置和控制数据采集器，可以满足多种不同应用工作的需要。

测量温度准确度最高

温度是工业测量中需求最多的物理量。2640A/2645A 网络型数据采集器配备有高精度的热电偶参考段温度补偿电路和二 / 四线电阻测量方式，测量温度准确度远优于同类型其他产品。

适应环境范围宽

2640A/2645A 是目前适应环境能力最强的数据采集器。二种型号的数据采集器都具有良好的电磁兼容能力，可以在 -20℃ ~ 60℃ 温度范围可靠工作，并给出在此范围的详细指标。

最独特的通用输入接线盒

应用众多福禄克专利技术的输入接

线盒有完善的电磁屏蔽和温度均衡设计。可以由仪器的微处理器对各个通道的各种热电偶实现准确的参考端温度补偿。输入接线盒可以带着输入接线脱机保存，使用时插入仪器就可以立即开始工作。为用户在恶劣环境和多场地工作提供了方便。

分布式数据采集，20-400通道灵活配置

2640A/2645A 网络数据采集器可以把 1 到 20 个采集单元组合到一个集成的系统中，使之具有多达 400 个通道。它把功能强大的测量设备和控制软件完美地结合起来，既可以在独立网络系统工作，也可以直接在已有的网络中传送数据。用户可以从系统的任何地方实时地观察他们所需要的信息。

主要技术指标

输入	量程或范围	分辨率	最优年指标
NetDAQ 2640A			
直流电压	90mV 到 150/300V	0.3μV 到 1mV	0.013%+8μV
交流电压	300mV 到 150/300V 20Hz 到 100kHz	10μV 到 10mV	0.3%+0.25mV
电阻	300Ω 到 3MΩ	1mΩ 到 10Ω	0.02%+50mΩ
频率	15Hz 到 1MHz	0.01Hz 到 100Hz	0.05%+0.02Hz
热电阻 (Pt100)	-200℃ 到 600℃	0.003℃	0.09℃
热电偶*			
J	-100℃ 到 760℃	0.02℃	0.5℃
K	-100℃ 到 1372℃	0.03℃	0.5℃
T	-150℃ 到 400℃	0.02℃	0.4℃
NetDAQ 2645A			
直流电压	90mV 到 50V	3μV 到 10mV	0.013%+23μV
交流电压	300mV 到 30V 20Hz 到 100kHz	10μV 到 1mV	0.3%+0.25mV
电阻	300Ω 到 3MΩ	10mΩ 到 100Ω	0.02%+0.1Ω
频率	15Hz 到 1MHz	0.01Hz 到 100Hz	0.05%+0.02Hz
热电阻 (Pt100)	-200℃ 到 600℃	0.03℃	0.25℃
热电偶*			
J	-100℃ 到 760℃	0.2℃	0.8℃
K	-100℃ 到 1372℃	0.3℃	0.9℃
T	-150℃ 到 400℃	0.2℃	0.8℃

* 其它可配用热电偶型号 R, S, B, C, E, N

订购信息

型号	说明
2640A/08	NetDAQ 数据采集单元 (100 读数 / 秒) 带中文软件
2645A/08	NetDAQ 数据采集单元 (1000 读数 / 秒) 带中文软件
选件	说明
2620A-100	额外的通用接线盒，包括数字 I/O 和报警输出连接器
2620A-101	分流器套件 (12 个)，10Ω，± 0.1%
Y2641	19 英寸机架套件，单 / 双
Y2643	4 米以太网电缆套件
软件	说明
2640A-904	福禄克公司 Trend Link 软件
2640A-911	Windows 平台使用的 NetDAQ 数据采集器软件
2640A-912	NetDAQ 数据采集器软件带 Trend Link
264XA-903	软件开发工具包

五、测温仪系列——多路温度采集器(数据采集系统) 26XX 系列

2680A/2686A 多路温度采集器



主要特点

- 20-2000 通道可灵活配置
- 各类功能众多
- 测量温度准确度最高
- 适应环境范围宽
- 最独特的通用输入接线盒

20-2000 通道可灵活配置

2680A/2686A网络型数据采集器为一丝不苟的实验室测量工作提供了必须的准确度，又具备足够的灵活性，满足各种工业技术领域中不断变化的需求。2680A/2686A网络型数据采集器都具有6个插槽。其中5个插槽可供各种20通道的模拟输入插件任意组合使用。第6个插槽保留供一个数字I/O和继电器，以增加系统的控制能力，或者供再附加一个模拟输入插件使用。

您可以运行一个具有20到120个通用通道的独立型数据采集系统，也可以在LAN网络上把几台数据采集系统连在一起，形成2000个通道以上的大系统。2680A数据采集系统是一种前端式的机箱，供需要可靠的以太网通信的多通道应用场合使用。2686A数据记录系统则将数据写到存储器卡中，这对于遥远场地或流动的应用场合或者无计算机控制的数据记录应用场合极为理想。

各类功能众多

2680A/2686A网络型数据采集器能够直接测量交直流电压、电阻、频率，配用2620A-1-1分流器套件可以测量交直流电流，配用热电偶或热电阻可以测量温度。DIO有20路输入模块有数字输入/输出通道，8路1A继电器，还有专用的报警输出以及一路计数通道。随仪器还提供控制软件，可以通过软件设置和控制数据采集器，可以满足多种不同应用工作的需要。

测量温度准确度最高

温度是工业测量中需求最多的物理量。2680A/2686A网络型数据采集器的模拟输入模块配备有高精度的热电偶参考段温度补偿电路和二/四线电阻测量方式，测量温度准确度远优于同类型其他产品。

适应环境范围宽

2680A/2686A是目前适应环境能力最强的数据采集器。二种型号的数据采集器都具有良好的电磁兼容能力，可以在



福禄克公司的 DAQ 软件：实时显示和历史趋势显示

-20℃~60℃温度范围可靠工作，并给出在此范围的详细指标。

最独特的通用输入接线盒

应用众多福禄克专利技术的输入接线盒有完善的电磁屏蔽和温度均衡设计。可以由仪器的微处理器独个通道的各种热电偶实现准确的参考端温度补偿。输入接线盒可以带着输入接线脱机保存，使用时插入仪器就可以立即开始工作，为用户在恶劣环境和多场地工作提供了方便。

主要技术指标

通道	模拟通道 / 机箱	存储器	PC 接口
2680A	120*	1MB (缓存器)	以太网 10/100 BaseT
2686A	120*	PC ATA 闪存卡: 到 1GB +1MB (缓存器)	以太网 10/100 BaseT
模块	读数 / 秒 (最大)	通道数 / 类型	隔离 (直流)
2680A-FAI	1000	20 路通用模拟	50 V
2680A-PAI	100	20 路通用模拟	150V/300V
2680A-DIO**		20 路数字; 8 路继电器	30V

* 当使用 2680A-DIO 模块时为 100

** 每个 2680 系列机箱 1 个 - 在第 6 槽

输入	量程或范围	分辨率	最优年指标
2680A-PAI			
直流电压	90mV 到 150/300V	0.3μV 到 1mV	0.013%+8μV
交流电压	300mV 到 150/300V 20Hz 到 100kHz	10μV 到 10mV	0.3%+0.25mV
电阻	300Ω 到 3MΩ	1mΩ 到 10Ω	0.02%+50mΩ
频率	15Hz 到 1MHz	0.01Hz 到 100Hz	0.05%+0.02Hz
热电阻 (Pt100)	-200 到 600°C	0.003°C	0.06°C
热敏电阻	-40 到 150°C	0.003°C	0.4°C
热电偶 *			
J	-100°C 到 760°C	0.02°C	0.5°C
K	-100°C 到 1372°C	0.03°C	0.5°C
T	-100°C 到 400°C	0.02°C	0.4°C
2680A-FAI			
直流电压	90mV 到 50V	3μV 到 10mV	0.013%+23μV
交流电压	300mV 到 30V 20Hz 到 100kHz	10μV 到 1mV	0.3%+0.25mV
电阻	300Ω 到 3MΩ	10mΩ 到 100Ω	0.02%+0.1Ω
频率	15Hz 到 1MHz	0.01Hz 到 100Hz	0.05%+0.02Hz
热电阻 (Pt100)	-200°C 到 600°C	0.03°C	0.25°C
热敏电阻	-40°C 到 150°C	0.03°C	0.4°C
热电偶 *			
J	-100°C 到 760°C	0.2°C	0.8°C
K	-100°C 到 1372°C	0.3°C	0.9°C
T	-100°C 到 400°C	0.2°C	0.8°C

* 其它可配用热电偶类型: R,S,B,C,E,N,L,U

订购信息

型号	
2680A	数据采集系统机箱, 6 个插槽
2686A	数据记录系统机箱, 带 ATA 闪烁存储器驱动器, 包括 16MB 存储器卡
2680A-FAI	快速模拟输入模块
2680A-PAI	精密模拟输入模块
2680A-DIO	数字 I/O 及继电器模块
软件	
2680A-904	带 2680A-OPC 软件的制图分析软件
2680A-APSW	福禄克公司 2680 系列用的 DAQ 配置软件
2680A-DLL	2680 系列用的 DLL 程序库
2680A-OPC	2680 系列用的 OPC 软件
选件	
2680A-180	额外的通用输入接线盒
2680A-102	2680A-DIO 连接器模块
2620A-101	分流器电阻套件 (每套 12 个), 10Ω, ± 0.1%
2686A-800	2686A 用的 16MB ATA 闪烁存储器卡
2686A-801	2686A 用的 128MB ATA 闪烁存储器卡
2686A-802	2686A 用的 256MB ATA 闪烁存储器卡
2686A-805	2686A 用的 512MB ATA 闪烁存储器卡
2686A-810	2686A 用的 1GB ATA 闪烁存储器卡
Y2680	2680 系列用的机架安装套件

五、测温仪系列——便携式测温仪 1529/150X



1529 四通道测温仪



1502A/1504 测温仪

主要特点

- 体积小，精度高
- 内置90温标公式，直观显示温度、电阻、电压等
- 多种统计功能（1529）
- 电池供电，现场使用，可选软件

体积小，精度高

便携式测温仪 1529/150X 重量轻，体积小，而且准确度跟堆栈式测温仪相比毫不逊色。其中 1502/1504 单通道测温仪是工业界最小的标准级数字温度计，其准确度达到 $\pm 0.006^{\circ}\text{C}$ ，并可溯源至 NIST 的国家标准。

内置90温标公式，直观显示温度、电阻、电压等

福禄克的所有测温仪内部均有 ITS-90 温标，IPTS-68 温标，Callendar Van Dusen（工业铂电阻），RTD 多项式，

Steinhart-Hart 热敏电阻多项式 和各类热电偶 B, E, J, K, N, R, S, T, Pt-Au 的转换公式，便于直接转换成温度进行显示而无须人工计算。也可以直接显示电阻，电压等数值。

多种统计功能（1529）

1529 四通道测温仪内置四个采样通道，因此，采样速度快，最快采样时间为 0.1s；在显示方面，1529 既可以四通道同时显示，也可以巡回显示，并可以显示其他运算结果，例如：通道间差值，最大值，最小值等；在存储能力方面，1529 本机

可以存储 8K 数据；存储的数据可以通过相应的软件下载到计算机中，以便进行后续数据处理。

电池供电现场使用，可选软件

1529 内置镍氢充电电池，方便携带至现场使用，不开背景灯，可使用 8 小时，3 小时充电时间，充电次数 500 次。150X 系列可选 9320A 外部电池包，方便用户便携使用。可选 9934 或 9935 软件用于下载数据，并可在线使用，实时监控温度变化过程。9934 用于单通道数字测温仪；9935 用于多通道数字测温仪。

150X 单通道便携式测温仪技术指标及选购指南

型号	应用范围	输入范围	温度范围	温度准确度(长期)	探头连接方式	保修期	包装清单
1502A	单通道数字测温仪。工业界最小的标准级数字温度计。可连接25Ω至100Ω RTD和SPRT。	0Ω~400Ω	-200℃~962℃	± 0.004℃@-100℃ ± 0.006℃@0℃ ± 0.009℃@100℃ ± 0.012℃@200℃ ± 0.015℃@300℃ ± 0.018℃@400℃ ± 0.021℃@500℃ ± 0.024℃@600℃	5端DIN连接	三年	数字温度计 DIN型插头 电源线 使用手册 串口线 检定报告
1504	单通道高阻数字测温仪。用于热敏电阻和1KΩ PRT。	0Ω~1MΩ	由热敏电阻决定	± 0.002℃@0℃ ± 0.002℃@25℃ ± 0.004℃@50℃ ± 0.010℃@75℃ ± 0.020℃@100℃	5端DIN连接		
可选附件							
2505 DIN 探头连接件	9934 数据下载软件	9301 携带箱(可同时放置150X和305mm长探头)		1930 系统检定报告(PRT)		1935 系统检定报告(热敏电阻)	
2506 IEEE 选件	9320A 外部电池包(115VAC或12VDC)	9301 携带箱(可同时放置150X和305mm长探头)		1930 系统检定报告(PRT)		9938 自动检定软件	
2508 串口线缆套包							

1529 四通道便携式测温仪技术指标及选购指南

型号	应用范围	输入范围	温度范围	温度准确度(长期)	探头连接方式	保修期	包装清单
1529	可电池供电的便携式四通道数字测温仪。可连接PRT, RTD, 热敏电阻和各种热电偶。适用于精密测量或在实验室和(或)现场进行小批量测试。内部可存储达8160个读数。内置四个采样通道。在扫描模式, 采样速率最高可达0.1s, 在同步模式, 采样速率为1s。测量结果可采用扫描和同步的方式显示, 同时可显示通道间的计算结果, 最大值, 最小值, 平均值等信息。	0~400Ω	-189℃~960℃	± 0.004℃@-100℃ ± 0.006℃@0℃ ± 0.009℃@100℃ ± 0.012℃@200℃ ± 0.018℃@400℃ ± 0.024℃@600℃	DWF专利端子	两年	测温仪(内置电池出厂时已被充电) 充电器及电源线 使用手册 检定报告 串口线
		0~500KΩ	-50℃~150℃	± 0.0025℃@0℃ ± 0.0025℃@25℃ ± 0.004℃@50℃ ± 0.010℃@75℃ ± 0.025℃@100℃			
		-10mV~100mV	-270℃~1800℃	外部RJC/内部RJC ± 0.6℃/ ± 0.6℃@1000℃(B) ± 0.07℃/ ± 0.25℃@600℃(E) ± 0.1℃/ ± 0.35℃@600℃(J) ± 0.15℃/ ± 0.4℃@600℃(K) ± 0.15℃/ ± 0.3℃@600℃(N) ± 0.4℃/ ± 0.5℃@1000℃(R) ± 0.5℃/ ± 0.6℃@1000℃(S) ± 0.1℃/ ± 0.3℃@200℃(T)			
可选附件							
2513-1529 机柜安装附件	2380 小型热电偶连接器(12个)	9322 硬质携带箱(可放置1529和四支305mm长探头)		9935 数据下载软件		9938 自动检定软件	
2506-1529 IEEE 接口	2381 标准型热电偶连接器(12个)						
2362 额外的 AC 适配器 15V	9320A 外部电池包(115VAC或12VDC)						

五、测温仪系列——手持式参考测温仪 1523/1524



主要特点

- 支持多种传感器
- 高精度，简单易用
- 集测量，绘图，记录于一身

支持多种传感器

152X 系列支持铂电阻，热敏电阻及热电偶。

高精度，简单易用

152X 系列手持式参考测温仪，采用高端仪器才会使用的电流反向技术，消除了热电动势的影响，使用环境温度范围宽，-10 到 60 度。

集测量，绘图，记录于一身

152X 集测量，绘图和数据记录于一身，是当今最便携易用的现场工具，可选的磁性悬挂选件，方便用户将 152X 悬挂于测试现场自动测试及记录数据。

可选附件

多种可选附件，帮助您提高生产率，以下为一些常用必备附件。



被校准温度传感器



TPAK 磁性挂钩



探头和读数装置



通用热偶适配器



通用 RTD 适配器

可选附件

5610-9-P	热敏电阻，不锈钢套管，3.18 mm x 228.6 mm，0 °C ~ 100 °C，可溯源至 NIST
5615-6-P	铂电阻，100 欧，4.76 mm x 152.4 mm，- 200 °C ~ 300 °C，含证书
5609-9BND-P	铂电阻，100 欧，6.35 mm x 381 mm，9 英寸处 90 度弯曲，- 200 °C ~ 660 °C，不含证书
FLK80P1	80PK-1，探头加转接头(2373-LTC)，热电偶，测量端为珠状，K 型，- 40 ~ 260 °C
FLK80P3	80PK-3A，套头加转接头(2373-LTC)，表面热电偶，K 型，0 ~ 260 °C
9935-S	LogWare II 软件，单用户版
1523-CASE	携带箱，可装入 1523 或 1524 以及传感器，见上图左三
FLUKETPAK	TPAK 套件，仪表悬挂套件，见上图左 2
2373-LPRT	转接头，Lemo 转 Mini Grabbers (4 线)，见上图右一
2373-LTC	转接头，Lemo 转 Universal TC (热电偶)，见上图右二
2373-L21	转接头，Lemo 转 INFO-CON (使 1523/1524 可连接带 1521/1522 INFO-CON 接头的传感器)
2384-P	铂电阻 INFO-CON 转接头，(灰色帽子)，备用件
2384-T	热电偶 INFO-CON 转接头，(蓝色帽子)，备用件
2525-156	Isolator，RS-232 Optical 12 V dc (1523/1524)，115 V
2523-256	Isolator，RS-232 Optical 12 V dc (1523/1524)，230 V
2373-LSP	转接器。将 INFO-CON 智能插头的传感器转为铲形插头。适于校准应用

152X 手持式参考测温仪技术指标及选购指南

	1523	1524
输入通道*	1	2
分辨率	铂电阻和热敏电阻: 0.001° 热电偶: 0.01°	
记录	25 个读数	屏幕显示 25 个读数, 15,000 个带时间日期标记的数据
采样间隔 (标准)	1 秒	1 秒(双通道同时测量)
典型采样间隔 (快速模式)**	0.3 秒	
传感器类型	PRTs, RTDs, 热敏电阻, 热电偶	
热电偶类型	C, E, J, K, L, M, N, T, U, B, R, S	
统计	最大值, 最小值, 平均值, 标准偏差	
趋势绘图	标尺: $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (18 °F), $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1.8 °F), $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (0.18 °F), $\pm 0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ (0.018 °F), 10 分钟实时数据	
电源要求	3 AA 碱性电池, 12 V 直流通用电源	
尺寸 (H × W × D)	96 mm × 200 mm × 47 mm (3.75 in × 7.9 in × 1.86 in)	
重量	0.65 kg (1.4 lb)	
电脑接口	RS-232, 9940 免费软件	
安全性	EN61010-1:2001, CAN/CSA C22.2 No. 61010.1-04	
最佳准确度的使用环境: 13 °C ~ 33 °C (55.4 °F ~ 91.4 °F)		
毫伏量程及准确度	-10 mV ~ 75 mV, $\pm (0.005\% + 5\text{ }\mu\text{V})$	
内部补偿准确度	$\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.36\text{ }^{\circ}\text{F}$)	
电阻量程及准确度	0 Ω ~ 400 Ω $\pm (0.004\% + 0.002\text{ }\Omega)$ 200 Ω ~ 50 k Ω $\pm (0.01\% + 0.5\text{ }\Omega)$ 50 k Ω ~ 500 k Ω $\pm (0.03\%)$	
温度系数, 电压 -10 °C ~ 13 °C, +33 °C ~ 60 °C (14 °F ~ 55.4 °F, 91.4 °F ~ 140 °F)	$\pm (0.001\% / ^{\circ}\text{C} + 1\text{ mV}/^{\circ}\text{C})$	
温度系数, 电阻 -10 °C ~ 13 °C, +33 °C ~ 60 °C (14 °F ~ 55.4 °F, 91.4 °F ~ 140 °F)	0.0008 %/°C + 0.0004 Ω (0 Ω ~ 400 Ω) 0.002 %/°C + 0.1 Ω (0 Ω ~ 50 k Ω) 0.06 %/°C + 0.1 Ω (50 k Ω ~ 500 k Ω)	
激励电流, 电阻	1 mA (0 Ω ~ 400 Ω) 10 μA (0 Ω ~ 50 k Ω) 2 μA (50 k Ω ~ 500 k Ω)	
* 1524 的第 2 通道不用于测量热电偶		
** 传感器类型不同, 采样时间也不同, 详见技术手册		

测温仪 / 传感器的组合不确定度 ($\pm\text{ }^{\circ}\text{C}$)				
温度	5616-12	5615-6	5627A-12	5610-9
-200 °C (-328 °F)	0.014	0.025	0.027	n/a
0 °C (32 °F)	0.021	0.021	0.049	0.009
100 °C (212 °F)	0.027	0.028	0.065	0.009
300 °C (572 °F)	0.040	0.043	0.103	n/a
420 °C (788 °F)	0.050	n/a	0.130	n/a
包含测温仪准确度, 传感器校准不确定度和传感器漂移量				

热电偶		
类型	量程	测量准确度
K	-200 °C ~ 0 °C (-328 °F ~ 32 °F)	$\pm 0.61\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.10\text{ }^{\circ}\text{F}$)
	0 °C ~ 1370 °C (32 °F ~ 2498 °F)	$\pm 0.24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.43\text{ }^{\circ}\text{F}$)
R	-20 °C ~ 0 °C (4 °F ~ 32 °F)	$\pm 1.09\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.96\text{ }^{\circ}\text{F}$)
	0 °C ~ 500 °C (32 °F ~ 932 °F)	$\pm 0.97\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.71\text{ }^{\circ}\text{F}$)
	500 °C ~ 1750 °C (932 °F ~ 3182 °F)	$\pm 0.49\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.88\text{ }^{\circ}\text{F}$)
S	-20 °C ~ 0 °C (4 °F ~ 32 °F)	$\pm 1.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.89\text{ }^{\circ}\text{F}$)
	0 °C ~ 500 °C (32 °F ~ 932 °F)	$\pm 0.95\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.71\text{ }^{\circ}\text{F}$)
	500 °C ~ 1750 °C (932 °F ~ 3182 °F)	$\pm 0.56\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.01\text{ }^{\circ}\text{F}$)
以上是使用内部补偿时的准确度指标, 使用外部补偿时的技术指标详见技术手册		

RTD 量程和准确度 (ITS-90)	
准确度 $\pm\text{ }^{\circ}\text{C}$ 4 线传感器	
± 0.011	at -100 °C
± 0.015	at 0 °C
± 0.019	at 100 °C
± 0.023	at 200 °C
± 0.031	at 400 °C
± 0.039	at 600 °C
分辨率: 0.001 °C (0.001 °F)	

热敏电阻	
准确度 $\pm\text{ }^{\circ}\text{C}$	
± 0.002	at 0 °C
± 0.003	at 25 °C
± 0.006	at 50 °C
± 0.014	at 75 °C
± 0.030	at 100 °C
分辨率: 0.001 °C (0.001 °F)	

六、工业级温度传感器



主要特点

- 不同尺寸，不同应用
- 稳定、可靠、耐用

不同尺寸，不同应用

福禄克的工业级温度传感器，包括了不同长度、不同直径的传感器。另外，还有具备快速时间响应的铂电阻，最短响应时间仅为0.4秒，可用于需要快速测温的场合。

稳定、可靠、耐用

工业级的温度传感器也是基于标准铂电阻的技术，精心设计和制造的，具有长期的稳定性和可靠性，经久耐用。被广大工业用户所采用。

工业级温度传感器技术指标及选购指南

说明	型号	图片	套管类型	温度范围	标称电阻	特征参数	最小插入深度	传感器准确度(°C)	套管尺寸	备注
小直径工业铂电阻温度计	5618B-6		不锈钢	-200~300°C	100Ω ± 1Ω	0.003923	-	± 0.05°C	φ3.2 × 152mm	四线制输出 NVLAP认可的校准证书，包含电阻-温度对照表，1°C间隔
	5618B-9			-200~500°C					φ3.2 × 229mm	
	5618B-12			-200~500°C					φ3.2 × 305mm	
精密(工业)铂电阻温度计	5623B-6		镍铬铁合金	-100~156°C	100Ω ± 0.1Ω	0.003925	-	± 0.05°C	φ6.4 × 152mm	四线制输出 NVLAP认可的校准证书，包含电阻-温度对照表，1°C间隔
	5627A-6		不锈钢	-200~300°C	100Ω ± 1Ω	0.00385	100mm	± 0.05°C @ -196°C	φ4.8 × 152mm	
	5627A-9		(导线及连接过渡部件 耐温范围 0-150°C)	-200~300°C				± 0.05°C @ 0°C	φ4.8 × 229mm	
	5627A-12		-200~420°C	± 0.051°C @ 200°C				φ6.4 × 305mm		
快速响应铂电阻温度计	5622-5		不锈钢	-200~350°C	100Ω ± 1Ω	0.00385	10mm	± 0.04°C @ -196°C	φ0.5 × 100mm	不含校准证书，可选的校准证书：1923-4-N
	5622-10						20mm	± 0.04°C @ 0°C	φ1.0 × 100mm	
	5622-16						32mm	± 0.09°C @ 200°C	φ1.6 × 200mm	
	5622-32						64mm	± 0.09°C @ 300°C	φ3.2 × 200mm	

各种探头的引线端子选择指南：

- S： 铲状端子。可与 2560， 1575， 2575， 1590， 2590 一起使用
- L： 小型铲状端子。一般与 1529 的热阻通道一起使用
- B： 裸线。可与 1529， 2560， 2565， 数据采集器一起使用

- Din： 5 端子 DIN 插头。一般与 1502 A 一起使用
- I： INFO - CON 插头。可与 1521， 1522 一起使用
- G： 镀金端子
- J： 香蕉插头。可与 2560 一起使用

- M： 小型香蕉插头。可与 的热阻通道一起使用
- A： 6 端子 DIN 插头， 可与 914X-P 一起使用
- P： INFO-CON 插头， 可与 1523/ 1524 一起使用



主要特点

- 全浸式 PRT
- 防水 / 导线耐高温

全浸式 PRT

5606(-200~160℃)和5607(0~450℃)全浸式PRT设计用于极端环境,在这种环境下,无论是转接头还是引线都需要能够承受探头的整个温度范围内的温度。需要将探头、转接头和引线“全浸没”的应用包括校准或检测实验室的传感器或生物冷藏箱、冷藏间、高压蒸汽灭菌锅、烘箱、稳定性试验箱、高温炉或培养箱所使用的传感器。其它应用还包括安装确认/操作确认/性能确认资格审查程序、温度测绘,或者温度受控的空间或环境舱内的数据记录。

防水 / 导线耐高温

5606只有50 mm(2英寸)长,护套直径为3.1 mm(1/8英寸)。由于该PRT可完全浸没到整个温度范围,所以用户无需担心计算最小浸没深度——只要在-200℃~160℃范围内,无论是非腐蚀性液体或干燥介质,只需将整个探头、转接头和引线完全浸入即可。100Ω精密传感元件($\alpha = 0.00385$)经过特殊处理,既能防止湿气进入,又达到了 ± 0.05 ℃的校准准确度。引线由单根漆包铜线制成,避免了通常采用的多股铜丝会产生的毛细作用,防止湿气进入。引线的直径不超过0.2 mm,所

以非常容易通过冰箱门引线至测温仪或变送器,而能量损耗为零。5606已经在常见的传热介质中经过验证,例如硅油、矿物油、乙醇,甚至是液氮,转接头密封情况和引线绝缘性能都不会下降。

5607专为干燥介质设计,探头整体甚至导线可完全浸没在0℃~450℃温度范围内。市场上没有其它哪款PRT能够完全浸没在这一温度范围并且还能够维持如此稳定和准确(± 0.055 ℃)。5607的引线带有不锈钢编织护套,通过一个减压弹簧连接到转接头。特别适合校准和检验烘箱或高温炉所用传感器的准确度。

技术指标及选购指南

技术指标	5606	5607
温度范围	-200℃~160℃	0℃~450℃
0.01℃时的标称电阻	100Ω ± 0.1Ω	
温度系数	0.00385 Ω / Ω / °C	
准确度 ^[1]	± 0.04℃, 0.01℃时 ± 0.06℃, 160℃时	± 0.04℃, 0.01℃时 ± 0.07℃, 450℃时
短期稳定性 ^[2]	± 0.03℃, 0.01℃时 ± 0.04℃, 160℃时	± 0.020℃, 0.01℃时 ± 0.035℃, 450℃时
漂移 ^[3]	± 0.03℃, 0.01℃时 ± 0.04℃, 160℃时	± 0.02℃, 0.01℃时 ± 0.04℃, 450℃时
迟滞	± 0.015℃	
护套长度	50 mm ± 5 mm (2 in ± 0.2 in)	40 mm ± 5 mm (1.6 in ± 0.2 in)
护套直径	3.1 mm ± 0.1 mm (1/8 in ± 0.004 in)	
转接头直径	无	35 mm x 7 mm (1.4 in x 0.3 in)
传感器长度	30 mm ± 3mm	(1.2 in ± 0.1 in)
响应时间 ^[4]	12 s, 典型值	9 s, 典型值
引线类型	漆包铜线	不锈钢编织护套
引线长度	2.4 米 (8 ft)	
引线温度范围	160℃	450℃
校准	不含校准。可提供 NVLAP 认可校准。参见订购信息。	

[1] 含校准不确定度和 100 小时漂移(k = 2)。

[2] 从最低至最高温度三次热循环, 含迟滞, 95% 置信度(k = 2)。

[3] 在最高温度下经过 100 个小时, 95% 置信度(k = 2)。

[4] 复合 ASTM E 644。

订购信息

5606-50-X+	传感器, 全浸式 PRT, 50 mm, - 200 ~ 160℃
5607-75-X+	传感器, 高温全浸式 PRT, 75mm, 0 ~ 450℃
1924-4-10	铂电阻校准证书, - 200 ~ 157℃, NVLAP 认可
1924-5-10	铂电阻校准证书, - 40 ~ 157℃, NVLAP 认可
1924-P	铂电阻校准证书, 0 ~ 450℃, NVLAP 认可
1930-4-10	比较法, 系统校准, - 200 ~ 157℃, NVLAP 认可
1930-5-10	比较法, 系统校准, - 40 ~ 157℃, NVLAP 认可
1930-P	比较法, 系统校准, 0 ~ 450℃, NVLAP 认可
2603	小型传感器携带盒

七、温湿度系列——温湿度记录仪 1620A



主要特点

- 高准确度的测试能力
- 丰富的显示能力
- 多种远程通讯控制能力
- 运算和统计能力
- 报警和保护能力
- 强大的数据存储、记录和分析能力

引言

对于那些高等级的实验室,例如计量实验室,医学科研实验室,半导体实验室,航空航天实验室等,温度湿度的实时监测和报警、数据的记录等至关重要。不仅如此,那些对温湿度控制要求非常高的环境,例如医院、博物馆、特殊物品储藏场所等,对温度湿度的实时监测和报警、数据的记录等也是非常重要的。

传统的实验室温湿度监测都是那些纸带式记录仪。这种纸带式温湿度记录仪虽然有结构简单,使用方便等优点,但是其机械式的结构本身带来了很多的限制和不便。例如精度不高(取决于实验室需要监测的温湿度精度),温湿度显示不可能是明显的数字显示,不可能设置温湿度超限制及其报警,不可能实现远程实时监测,长期的记录只能保留在纸上,检查非常困难。同时需要不断购买纸,墨等耗材。

划时代的温湿度记录仪

福禄克深刻了解目前实验室对温湿度监测的需要,特别研制出最新一代的数字式温湿度仪 162X 系列。1620A 系列温湿度仪的推出对实验室以及高等级温湿度控制环境的监测产生了革命性的影响,

它具有六大突出功能:

- 高准确度的测试能力
- 丰富的显示能力
- 多种远程通讯控制能力
- 运算和统计能力
- 报警和备用电池
- 强大的数据存储,记录和数据分析能力

高准确度的测试能力

162X 系列有两种精度的传感器可供选择。

标准准确度的传感器 (“S” 型号) 在 15°C ~ 35°C 的校准范围内可获得 ± 0.25 °C 的准确度,相对湿度读数在 20% ~ 70% 范围内为 ± 2 %RH。

如果您的实验室需要更高准确度的监测,可以选择高精度的传感器 (“H” 型号),它可以在 16°C ~ 24°C 的校准范围内获得 ± 0.125 °C 的温度。在 20% ~ 70% 相对湿度范围内,相对湿度读数为 ± 1.5 %RH。

我们提供的所有传感器都提供有 NVLAP 认可的温度和湿度校准证书、完整的数据和 NIST 溯源性。

这两款传感器均可测量低于及高于其被校准范围的温度,可以使用在低至 0°C,高至 50°C 的范围,典型准确度为 ± 0.5 °C。相对湿度读数在 0 %RH ~ 20 %RH 和 70%RH~100%RH 范围内典型准确度为 ± 3 %。

每个传感器出厂前都对温度和湿度进行了校准。传感器的校准参数保存在传感器内部的存储芯片中,因此传感器可用于不同的记录仪,在校准传感器时无需使用记录仪。传感器还被分配有一个唯一的识别符(最长 16 个字符),利于将传感器标识符和收集的数据相匹配来保存记录。

记录仪具有两路传感器输入,每路输入均可测量温度和相对湿度。这样一台记录仪可以同时监测两个位置的

温湿度。两个传感器均可通过延长电缆安装在远至 100 英尺的地方,从而实现两个地点的温湿度监测,也可以用于温湿度的比较。您也可以直接将传感器直接安装在记录仪的顶部。

丰富的显示能力

福禄克的温湿度记录仪的显示屏可以显示丰富的数据信息,能为您提供多种显示方式,您可以订制数据的显示形式。您是希望以数字方式显示温度和湿度?还是要以图形或统计量方式显示,或者以两种形式显示数据?如果是使用双通道的传感器,还可以同时观察两路温度和两路相对湿度输入的数据。总之您可以按照自己的意愿观察数据。可以显示一个或多个输入温度和湿度的图形数据和统计数据。修改任何标准屏幕都非常容易,因此您可以得到想要的数据显示。记录仪可以让用户设置和保存多达 16 组不同的显示方式,只需要利用单个按钮即可调用。全部 16 组设置均可方便地进行修改,准确地获得您想要的数

多种远程通讯控制能力

1620 系列温湿度记录仪是目前世界上接口最丰富的记录仪。它有传统的 RS232 接口,有以太网接口以及无线连接能力。如果实验室有以太网的接口,您就可以直接将记录仪连接至网络中。如果没有以太网接口或者从天花板和墙壁上拉电缆不方便,也可以通过 RF 调制解调

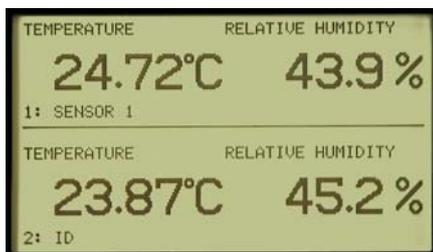


图 1.双通道温湿度显示

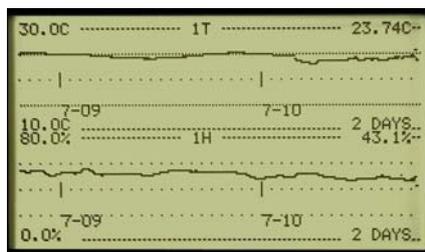


图 3.曲线显示方式

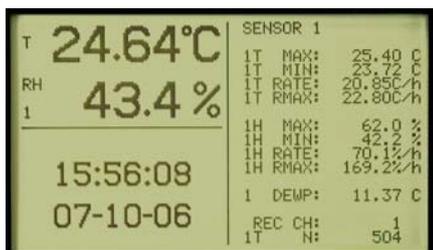


图 2.单通道综合显示及时间、日期标记



图 4.报警显示

软件的统计参数包括最小值、最大值、延展和标准偏差函数，并且打印的报告可跟踪超出容差范围的温度和湿度测量值的数量。

如果您希望从记录仪获得更多信息，那么 LogWare III 软件可以提供很多的帮助。它可以远程监测及记录不受限制的事件，将其保存至同一个数据库中。这意味着可以通过以太网、RS-232 或无线连接实时管理来自多台记录仪的数据。软件可以自定义图形轨迹的颜色、报警和统计参数。用户可以从计算机上启动/停止记录任务，以及修改采样间隔。软件支持“热插拔”，用户可以断开并更换传感器，而无需关闭记录任务。软件还支持管理员账号以及保密功能，例如用户或组/团队密码保护。

器连接计算机，距离可远达 100 英尺，而无需乱如麻的电缆。最后，如果您需要硬拷贝，则可以通过 RS-232 接口实时地将数据发送到打印机。

我们提供 LogWare III 软件，它可以从在一屏幕上监测多个记录仪。以太网接口还提供了互联网远程连接的可能，从而能够从远程监测实验室的温湿度。

运算和统计能力

1620A 除了测试和记录温度和湿度外，还可以计算露点，热指数，以及温度和湿度的变化速率。这些功能在主机上就可以完成而无需购买额外的软件。它可以在屏幕上显示测量的最小值、最大值以及其它各种统计参数。仪器内部可以保存最近 60 天的日统计参数，包括最小值、最大值和最大变化速率。

报警和保护能力

1620A 系列可以根据温度、湿度变化速率等值设置报警。警报方式可以是蜂鸣声、闪烁指示灯等。报警的设置也可以在 LogWare III 软件中完成。记录仪还同时提供 0-12V 报警输出信号。在电源发生故障时，记录仪会自动关闭显示屏以节省电源，这样备用电池会保持继续测量 16 小时。

用户还可以定义报警后的设置，例如可以在发生事件时向指定的接收者发送邮件，包括移动电话和 PDA。比如：当记录任务开始、结束或被终止时；当记录仪电量低时；当达到传感器的校准期时；或者当超过温度/湿度报警门限时等等，都会发出报警。如果不能通过邮件通知您，则可以利用网页通知。记录仪中保存的数据可以被导入到软件，当网络由于断电造成不能使用时，该项功能是非常有用的。

强大的数据存储、记录和分析能力

1620 内置存储器足以保存 400,000 个数据以及时间标记。如果每 10 分钟读取一个数据，可以存储两个传感器两年的数据。您是否需要记录的数据进行深入分析呢？LogWare III 软件给你了强大的数据分析功能。你可以按照传感器（型号/序列号）位置或记录任务观察历史数据，并且以电子表格的样式进行显示。记录的数据还可以被导出到 HTML, RTF 或 ASCII 文本，以方便在分析软件中使用，或者仅仅打印输入历史数据和图表。LogWare III 中的自定义图形可进行缩放，它是历史数据分析最方便的工具。对于需要解释的数据点可以被突出显示、注释以便随后参考。

- 综上所述，软件可以完成的功能包括：
- 温湿度的远程设置：传感器，报警，启动和停止测量，采样间隔
 - 同时显示多个记录仪的数据或曲线
 - 数据的存储和导出
 - 数据的分析：缩放，统计，报告的格式，打印等

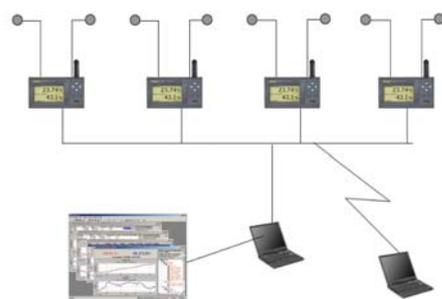


图 5. 通过网络连接的温湿度监测系统



图 6. LogWare III 软件的数据记录和分析屏幕

温湿度记录仪技术指标

工作范围	0°C~50°C; 0%RH~100%RH
已校准温度准确度(H型)	± 0.125°C (16°C~24°C)
已校准温度准确度(S型)	± 0.25°C (15°C~35°C)
已校准相对湿度准确度(H型)	± 1.5%RH (20%RH~70%RH)
已校准相对湿度准确度(S型)	± 2%RH (20%RH~70%RH)
预计外推性能(未校准)	± 0.5°C, 校准范围之外 ± 3%RH, 校准范围之外
温度变化准确度	± 0.025°C(对于 15°C~35°C 范围内 ± 1° 的变化时)
温度分辨率	用户在前面板显示屏上可选择至 0.001°C(记录为 0.01°)
湿度变化准确度	± 1.0%RH(对于 20%RH~70%RH 范围内 ± 5% 的变化)
相对湿度分辨率	用户在前面板显示屏上可选择至 0.01%(记录为 0.1%)
输入	最多两个传感器, 测量温度和相对湿度, 可分离, 电缆可延长、可互换, 本身储存校准常数, 可被分配以一个最长 16 字符的识别符
显示屏	240 × 128 点黑白图形 LCD, 以图形、数字及统计参数显示密码保护的湿度/温度数据(1 或 2 通道); 16 组预定义的、用户可修改的屏幕设置
存储器	400,000 个独立数据/时间标签读数
报警	密码保护的声、光报警和外部报警: 温度、温度变化速率、相对湿度、相对湿度变化速率, 以及故障条件。
报警端口输出	2.5 mm 两芯微型插头, 0V 正常, 11~12V 被激活, 可输出 20 mA
连接	以太网、RS-232、RF (可选)
以太网	RJ45 插孔, 10 Base-T 或 100 Base-TX; 静态或动态 (DHCP 客户端) 分配 IP 地址
网页	嵌入式网页接口功能: 仪器识别、测量值, 密码保护的终端网页。可禁用
无线选件	需要无线调制解调器。工作在 2.4 GHz, 1 mW 发送功率, 30m(100ft)无遮挡范围。可禁用
安装	墙式安装 (包括了硬件) 或放置于桌面
电源	12 V DC, 内置 100~240 V dc 电源
备用电池	标准 9V 电池, 在断电期间可继续测量
尺寸(DewK)(高×宽×深)	125 mm × 211mm × 51mm
尺寸(传感器)(长×直径)	79mm × 19mm
重量	0.7kg
校准	可溯源至 NIST 的校准证书, NVLAP 认可的温度和湿度校准。在三个温度点和三个湿度点 (均在 20°C) 提供 As Found (校准前校准)和 As Left (校准后校准) 数据。符合 NCSL/ISO/IEC 17025:2000 和 ANSI/NCSL Z540-1-1994 标准
LogWare III(可选软件)	要求: Microsoft® Windows® 2000(SP4)或 XP(SP2)操作系统, IBM 兼容的 Intel Pentium® IV 1 GHz PC 处理器或更高, 512 Mb RAM(推荐 1Gb 或更高), 200 Mb 硬盘安装空间(存储数据需要更多的空间), 安装时需要 CD-ROM

温湿度记录仪订购信息

型号	
1620A-S	标准温湿度记录仪, 包括一个标准准确度传感器, 墙壁安装架和 RS-232 电缆
1621A-S	标准温湿度记录仪套包, 包括 1620A-S, 备用标准传感器 (2627-S), LogWare III 单机版软件 (9936A)
1622A-S	标准温湿度记录仪无线套包, 包括 1621A-S, 无线选件 (2633-RF), USB 转无线调制解调器 (2633-USB)
1620A-H	高准确度温湿度记录仪, 包括一个高准确度传感器、墙壁安装架和 RS-232 电缆
1621A-H	高准确度温湿度记录仪套件, 包括 1620A-H, 备用高准确度传感器 (2627-H), LogWare III 单机版软件 (9936A)
1622A-H	高准确度温湿度记录仪无线套包, 包括 1621A-H, 无线选件 (2633-RF), USB 转无线调制解调器 (2633-USB)
传感器	
2626-S	标准准确度备用传感器
2627-S	标准备用传感器套包, 包括标准准确度传感器, 传感器罩, 墙壁安装架, 7.6m 延长电缆
2626-H	高准确度备用传感器
2627-H	高精度备用传感器套件, 包括高准确度传感器, 传感器罩, 墙壁安装架, 7.6m 延长电缆)
选件	
2633-RF	无线选件 (需要无线调制解调器)
2633-USB	USB 转无线调制解调器
2633-232	RS-232 转无线调制解调器
2628	传感器延长线 7.6m
2629	传感器延长线, 15.2m
9328	1620A 及两个传感器的防护套
2607	备用传感器防护套
2361	备用电源, 100~240Vac
9936A	单机版 LogWare III 软件
9936A-L1	1-Pack 许可证, LogWare III 软件
9936A-L5	5-Pack 许可证, LogWare III 软件
9936A-L10	10-Pack 许可证, LogWare III 软件
9936A-LST	站点许可证, LogWare III 软件
9936A-UPG	从 V1.x 升级至 9936A

七、温湿度系列——温度 / 压力校准器 525B

主要特点

- 众多功能集于一身
- 支持 Fluke 700 系列和 PXX 系列压力模块
- 输出直流电压、电流和电阻
- GPIB 和 RS232C 标准接口



众多功能集于一身

福禄克公司的 525B 温度/压力校准器为您的温度和压力测量仪器的校准工作提供了高准确度和多功能性俱佳的校准设备。525B 既能输出，又能测量各种类型的热偶、RTD 和热敏电阻温度计。在配用铂电阻温度计时，在 630°C 范围，误差不大于 0.046°C。525B 的直流电压和电流技术指标能够校准其它过程校准器和范围宽广的其它各种仪器。525B 小巧紧凑，经济实惠，是一台性价比极高的校准器。

支持 Fluke 700 系列和 PXX 系列压力模块

使用福禄克公司的 700 系列和高精度的 525A-PXX 系列压力模块，它还可以测量压力，能够覆盖从 1 英寸水柱 (6900 巴) 直到 10,000 PSI (69 兆巴) 的一般压力范围，测量准确度达 0.02%/年。可以校准准确度较高的压力传感器和压力测量仪表。

GPIB 和 RS-232C 标准接口

525B 既有 GPIB 接口，也有 RS-232C 接口，可以方便地进行自动化的校准工作。为各种校准实验室、仪器修理部门和 ATE 的应用场合提供了宽广工作负荷的覆盖能力。



Fluke 700 系列压力模块选件

主要技术指标

功能	范围	最优的 1 年技术指标
源功能		
电压 (1mA 最大负载)	0 到 100V	30ppm 输出 +3μV
电流 (10V 顺从电压)	0 到 100mA	50ppm 输出 +1μA
电阻	5-4000Ω	0.015Ω
热偶 (B,C,E,J,K,L,N,R,S,T,U 型)	标准热偶范围	0.14°C (E 型)
RTD (pt 100,200,500,1000); (0.00385 和 0.00392 TCR)	-200°C 到 800°C	0.04°C (pt 100) 0.007°C (pt 100)
Ni 120, Cu 10, YSI 400 热敏电阻		
测量功能		
电阻	5-4000Ω	20ppm 读数 + 0.004Ω
热偶 (B,C,E,J,K,L,N,R,S,T,U 型)	标准热偶范围	0.14°C (E 型)
RTD (pt 100,200,500,1000); (0.00385 和 0.00392 TCR)	-200°C 到 800°C	0.006°C (pt 100)
Ni 120	-800°C 到 100°C	0.01°C
Cu 10	-100°C 到 260°C	0.069°C
热敏电阻 2.5kΩ 到 10kΩ	-15°C 到 50°C	0.007°C
SPRT 100Ω	-200°C 到 660°C	0.06°C
700 系列压力模块	-103kPa 到 69 MPa	0.05%
525A-PXX 系列精密压力模块	-103kPa 到 20.7 MPa	0.02%

订购信息

型号	
525B	温度 / 压力校准器
选件	
5520A-525A/Leads	热偶和测试线组件
Y525	19 英寸机架安装套件
Fluke 700 系列压力模块	各种类型的压力模块
525A-PXX 系列精密压力模块系列	各种类型的精密压力模块
软件	
MET/CAL® 软件	自动校准和计量管理
5500/CAL® 管理软件	经济型自动校准和计量

八、温度自动检定系统——铂电阻热电偶检定系统



主要特点

- 中文界面，简单方便
- 支持所有国内外热源
- 易于扩展，最多 96 通道
- 可生成 ITS-90 温度系数及分度表
- 可生成符合中国规程的中文报告

引言

温度检定套包系列由热源、温度测量仪以及软件构成。它能实现对温度源、测温仪的自动控制，从而完成对热电偶、铂电阻的自动检定。目前我们提供的套包包括 7321 及 6331 两种型号，主要是针对不同的温度范围。此外，还可根据用户的实际需求自行组合成各种温度自动检定系统。

中文界面，简单方便

自动检定系统使用的软件具有中文界面，设置步骤按提示操作即可，简单方便。

支持所有国内外热源

所有不同厂家的热源，包括恒温槽，微型槽，干式炉，卧式炉等都可以添加至系统中，构成检定系统，配合这些热源都可以完成手动和半自动的校准。

易于扩展，最多 96 通道

自动检定系统使用堆栈式测温仪作为测温仪器，易于扩展，最大可扩展至 96 通道，使工作效率最大化。在使用扩展模块时，即插即用，使升级过程最简化。

可生成 ITS-90 温度系数及分度表

可以根据检定或校准结果，计算温度计系数，也可以打印温度—电阻，温度—电阻比或温度—热电动势分度表。

可生成符合中国规程的中文报告

可生成符合中国规程的中文检定证书，可选校准证书，或测试报告。也可打印温场测试报告或不确定度分析报告。

系统特点

- 具有极佳的性能价格比
- 中文操作界面，并输出符合国内规程要求的中文报告
- 检定过程中不需要更换热源，实现完全的自动检定，提高检定效率，减少劳动强度
- 充分利用仪器的资源，降低了投资成本。低温槽即可用来检定铂电阻，同时还用来实现热偶的外部冷端补偿
- 系统可同时连接 8 支热阻（含标准铂电阻温度计）和 12 支各种热偶（含标准 S 型热偶）；同时系统还具有测试通道扩展（最多 96 个通道）和热源扩展（最多 4 个各种热源，含其他公司的热源）的能力。热源扩展时只需将热源的串口线连接到多路转换开关；通道扩展时只需将模块安装到测温仪主机上，无须其他人工操作和设定
- 系统和测温仪可直接显示℃和其他各种单位，并可实现对过程的监控
- 具有昼夜工作不关机的各种安全保护措施（例如：过压/欠压保护，过温断电保护等）
- 系统通过随机提供的 RS232 电缆连接，无须其他附件，且无须对硬件进行配置
- 系统对计算机没有特殊要求（串口或 USB 接口均可。提供 RS232 串口线和 USB - RS232 转接线。）

1. 标准型热电偶热电阻自动检定系统——6331-WGQK

系统组成

序号	型号	描述
1	6331-256	深井台式恒温槽，~300℃
2	9112B-B-25	卧式检定炉，300~1100℃，孔径 1×Φ7.1mm，4×Φ6.4mm，插入到底部的深度为 406mm
2.1	3112A-3	与 9112B 热偶炉一起使用的 40mm 直径大孔插块
3	1560-256	堆栈式测温仪主机
3.1	2562	铂电阻模块（8 个通道）
3.1.1	2382	与 2562 配套使用的热阻连接件（8 个）
3.2	2566	热电偶模块（12 个通道）
3.2.1	2381-U	使用外部冷端补偿时与 2566 配套使用的热偶连接件（12 个）
3.2.2	2381-E	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 E 型热偶连接件（12 个）
3.2.3	2381-K	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 K 型热偶连接件（12 个）
3.2.4	2381-R/S	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 S 型热偶连接件（1 个）
4	7911A2-25	0℃冰点槽，自动搅拌（用户需要自己制冰）
5	9938-25	MET/TEMP II 中文界面的自动检定软件
5.1	RPC-9938	MET/TEMP II 中文报告

2. 经济型热电偶热电阻自动检定系统——6331-WGQL

系统组成

序号	型号	描述
1	6331-256	深井台式恒温槽, ~300℃
2	9112B-B-25	卧式检定炉, 300~1100℃, 孔径 1 × Φ 7.1mm, 4 × Φ 6.4mm, 插入到底部的深度为 406mm
3	1560-256	堆栈式测温仪主机
3.1	2562	铂电阻模块 (8 个通道)
3.1.1	2382	与 2562 配套使用的热阻连接件 (8 个)
3.2	2566	热电偶模块 (12 个通道)
3.2.1	2381-U	使用外部冷端补偿时与 2566 配套使用的热偶连接件 (12 个)
3.2.2	2381-E	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 E 型热偶连接件 (12 个)
3.2.3	2381-K	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 K 型热偶连接件 (12 个)
3.2.4	2381-R/S	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 S 型热偶连接件 (1 个)
4	9939-CB	MET/TEMP-CB 中文自动检定软件

3. 经济型热电偶热电阻自动检定系统——7321-WGQL

系统组成

序号	型号	描述
1	7321-256	深井台式恒温槽, -20~150℃
2	9112B-B-25	卧式检定炉, 300~1100℃, 孔径 1 × Φ 7.1mm, 4 × Φ 6.4mm, 插入到底部的深度为 406mm
3	1560-256	堆栈式测温仪主机
3.1	2562	铂电阻模块 (8 个通道)
3.1.1	2382	与 2562 配套使用的热阻连接件 (8 个)
3.2	2566	热电偶模块 (12 个通道)
3.2.1	2381-U	使用外部冷端补偿时与 2566 配套使用的热偶连接件 (12 个)
3.2.2	2381-E	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 E 型热偶连接件 (12 个)
3.2.3	2381-K	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 K 型热偶连接件 (12 个)
3.2.4	2381-R/S	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 S 型热偶连接件 (1 个)
4	9939-CB	MET/TEMP-CB 中文自动检定软件

4. 热电偶自动检定系统——9112B-WGQK

系统组成

序号	型号	描述
1	9112B-B-25	卧式检定炉，300~1100℃，孔径 1 × Φ 7.1mm，4 × Φ 6.4mm，插入到底部的深度为 406mm
2	1560-256	堆栈式测温仪主机
2.1	2566	热电偶模块（12 个通道）
2.1.1	2381-U	使用外部冷端补偿时与 2566 配套使用的热偶连接件（12 个）
2.1.2	2381-E	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 E 型热偶连接件（12 个）
2.1.3	2381-K	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 K 型热偶连接件（12 个）
2.1.4	2381-R/S	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的 S 型热偶连接件（1 个）
3	9939-CB	MET/TEMP-CB 中文自动检定软件
4	7911A2-25	0℃冰点槽，自动搅拌（用户需要自己制冰）

5. 可选附件

序号	型号	描述
1	5017-18.9L	适用 6331 恒温槽的高温硅油（80~300℃）
2	5012-18.9L	适用 7321 恒温槽的硅油（-30~160℃）
3	5609-500	经济型二等标准铂电阻温度计，Φ 6 × 500mm (R _{tp} =100 欧姆)(不含校准证书)
4	5626-20	标准型二等标准铂电阻温度计，Φ 6.4 × 508mm (R _{tp} =100 欧姆)(含校准证书)
5	5628-20	标准型二等标准铂电阻温度计，Φ 6.4 × 508mm (R _{tp} =25 欧姆)(含校准证书)
6	5650-25C	带冷端的 S 型标准热偶（不含检定证书）
7	6331-256	深井台式恒温槽，40~300℃
8	7321-256	深井台式恒温槽，-20~150℃
9	2069	用于检定玻璃管温度计的读数放大镜
10	3112A-3	与 9112B 热偶炉一起使用的 40mm 直径大孔插块
11	3112A-2-Y	与 9112B 热偶炉一起使用的客户定制插孔尺寸的恒温块
12	2560	高准确度铂电阻测量模块（2 个通道），增加于 1560 主机上
13	2565	高准确度热电偶测量模块（2 个通道），增加于 1560 主机上
14	2382	额外的与 2562 配套使用的热阻连接件（每包 8 个）
15	2380-X	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的各种迷你型热偶连接件（每包 12 个）。X 代表热偶类型 E,J,K,N,R,S,T
16	2381-X	使用内部冷端补偿时与 2566 配套使用的各种普通型热偶连接件（每包 12 个）。X 代表热偶类型 E,J,K,N,R,S,T
17	7911A2	0℃冰点槽，自动搅拌（用户需要自己制冰）

热电偶检定炉 9112B 技术指标

型号	9112B-B
温度范围	300℃ ~ 1100℃
稳定性	± 0.05℃ @ 300℃ ± 0.1℃ @ 700℃ ± 0.1℃ @ 1100℃
均匀性	± 0.1℃ @ 300℃ ± 0.2℃ @ 700℃ ± 0.3℃ @ 1100℃
升降温时间	升温时间: 35min(至 900℃), 900℃-1100℃: 180min
插孔直径	4 × 6.35mm 1 × 7.1mm
插入深度 (mm)	406
外形尺寸 (mm)	457(H) × 337(W) × 660(D)
重量	33kg
功耗	16A
保修期	一年
可选件	3112A-3: 直径为 40mm, 深度为 406mm 的一个大孔的插块 3112A-2-Y: 客户订制插块

八、温度自动检定系统——工业铂电阻检定系统



主要特点

- 完全符合国家最新JJG229-2010工业铂铜热电阻检定规程
- 配套完整，可靠耐用
- 操作简单，配置灵活
- 多种方案，满足多种需求

一、引言

由全国温度计量技术委员会主持起草的新的工业铂铜热电阻检定规程，即JJG229-2010已经正式发布。这个新的规程是用来替代原来的JJG229-98规程。新规程的发布显然会带来检定方法，手段等方面的变化。会对整个工业铂电阻的检定带来不小的影响。(参见图一)



图一

二、新规程的要点简介

和原来的检定规程相比，新的检定规程JJG229-2010肯定会有不少更新。但是最主要的更新有下面几个方面。

首先，原来的规程只有A、B两个等级的工业铂电阻。A级的精度是0.15℃，B级是0.3℃。在新的规程中，在A级前面增加了AA级工业铂电阻，其精度是0.1℃，并在后面增加了C级，其精度是0.6℃。

其次是工业铂电阻的检定方法。原来的规程规定使用二等标准铂电阻作为标准器来检定A、B级铂电阻。而二等铂电阻只要送检，符合要求即可。检定时只需要将送检的二等铂电阻的参数输入到公式进行计算。而在新的规程中，这种方法做了重大的调整。作为标准器的二等铂电阻除了要定期的送检之外，在实际对工业铂电阻进行检定前，还必须实际测试其水三相点值，并且其数值是要参与工业铂电阻检定时的误差计算。也就

注：检定AA级热电阻时， R_{10}^0 的电阻值必须在三相点瓶中用电测仪器重新测量，有利于改善测量不确定度（检定A级热电阻时如果使用0.02级的测量仪器，必须重测 R_{10}^0 才能满足测量不确定度的要求）。检定其他等级的热电阻时如果对该电阻值没有异议，可直接从标准铂电阻的检定证书中获得。

图二

是说，不能够实用送检时的参数，而必须实用水三相点的实测值。(参见图二)

第三，对于所使用的温度测量仪器，具体说也就是电阻测量的仪器，其准确度提出了更高的要求。AA级和A级需要的准确度是0.005级，B级和C级是0.02级。(参见图三)

2	电测仪器 (电桥或可测量电阻的数字多用表)	A级及以上用0.005级及以上等级 B级及以下用0.02级及以上等级 测量范围应与标准铂电阻、被检热电阻的电阻值范围相适应 保证标准器和被检热电阻的分辨力换算成温度后不低于0.001℃ 如测量Pt100的分辨力不低于0.1mΩ
---	--------------------------	---

图三

三、新规程对关于铂电阻检定带来的影响

基于我们对新规程的理解，工业铂电阻的检定会产生如下的变化和影响。

第一，如果希望检定AA以及A级工业铂电阻，必要的条件就是要有水三相点，需要实测二等铂电阻的水三相点值。该数值要参与接下来的误差计算。因此没有水三相点设备的计量单位，今后就不能再检定AA级和A级工业铂电阻了。

第二，由于要测试二等铂电阻标准器的水三相点值，以及要测试AA以及A级铂电阻，其准确度要求比以前要高，新规程规定是50ppm。照这个要求，目前市场上典型的台式数字表很难满足这个要求。几乎包括目前市场所有的六位半和七位半数字表。因此测温的仪器也需要

相应的更新。

关于温度测量仪表的准确度问题，请参考我们的技术文章来了解测试仪表指标的分析。

四、福禄克提供的解决方案

福禄克公司在温度计量方面可以提供从企业，地市级计量所，省院一直到国家级计量单位的各种温度计量设备。针对新的工业铂电阻检定规程，福禄克也提供了集中方案供不同的用户来选择。

方案一：初级方案CPRB1529

中级方案由小型水三相点和四通道测温仪1529构成。小型水三相点包括9210水三相点保存装置以及5901B-G水三相点瓶。该方案除了可以实现对二等铂电阻标准器的水三相点值进行实测。也可以利用另外的三个通道完成对后续铂电阻的检定。(参见图四)



图四

方案二：升级方案CPRB2560

该方案主要是针对用户已经有福禄克的1560堆栈式测温仪。为了满足新规程的要求，增加了一个小型水三相点。同时为了满足二等铂电阻测温的要求，增加了一个2560的双通道模块来测量标准二等铂电阻。而1560上原来的2562铂电

阻模块可以支持八个通道关于铂电阻的测量。因此,该系统可以完成八通道铂电阻的计量校准,也包括了一个通道的二等标准的测量。

如果用户还没有 1560 堆栈式测温仪,则需要先选择 1560 测温仪以及 2562 模块。1560 加上一个 2562 模块可以完成对 8 支工业铂电阻的检定,额外再增加一个 2562 模块可以在扩展 8 支,最多至 5 个模块。(参见图五)

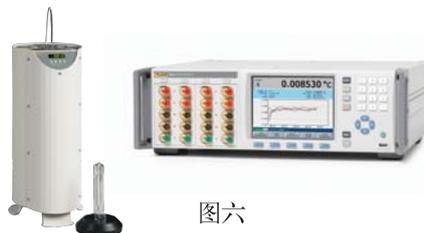


图五

方案三: 高级方案 CPRB1594

这个方案包括了小型水三相点 9210 和 5901B-G 水三相点瓶。而测温仪选择了 1594 超级测温仪。该测温仪的性能和高

性能的测温电桥非常接近。但是测量速度快,操作简单。可以完成线性度自校准。并且还有四个通道。因此对于高精度的温度测量,不论其功能,方便性,日常使用的频度以及性能价格比等都远优于传统的电桥。因在这个方案中,之所以配备了这样高等级的测温仪主要是考虑用户对高等级温度标准的建立。建立这样高等级的标准后,都可以维持很多年的需要。因此,一次投资,受益终身。(参见图六)



图六

方案四: 自选组合方案

福禄克公司在温度计量和校准方面有很多其他的选择。例如,水三相点可以

选择保存时间更长,体型更大的大型水三相点。在校准工业铂电阻是还可以选择稳定性更好的恒温槽,例如-25℃至150℃的 7321 恒温槽。由此可以构成性能更高,更加自动的铂电阻检定方案。直至检定一等铂电阻,二等铂电阻的固定点方案。



关于方案中的每个产品的技术指标,例如 1529、1560、9210 等,可以参考本样本中对应的产品指标。这里仅列出简单的技术指标和功能:

型号	描述	主要技术指标*	说明
9210	小型水三相点自动冻制/保存装置	温度范围: -10℃~125℃ 稳定性: ± 0.02℃ 垂直温场: ± 0.05℃(0℃时从底部的 100mm 范围内) 温坪持续时间: 6~10 小时	控温速度快,稳定性高 快速获得水三相点,随用随冻 操作简便
5901B-G	小型水三相点瓶	扩展不确定度(k=2): < 0.0002℃ 复现性: 0.00005℃ 外径×总高(mm): 30 × 180 内径(mm): 8 浸入深度: 118mm(水表面到井阱底部) 与 VSMOW 偏差的影响 ± 14 μK	纯度极高,不确定度极低 优异的同位素水平 使用方便
1529	四通道铂电阻测温仪	电阻量程: 0 ~ 400 Ω 电阻测量不确定度: 读数的 25ppm 测量通道: 4 通道铂电阻	体积小,精度高 内置 90 温标公式,直观显示温度、电阻 多种统计功能 电池供电,现场使用 DWF 专利接线端子,方便易用
2560	双通道标准铂电阻测温模块	电阻量程: 0 ~ 400 Ω 电阻测量不确定度: 读数的 20ppm 测量通道: 2 通道铂电阻	需配合 1560 测温仪主机使用 配置灵活,即插即用 模块化设计,经济 DWF 专利接线端子,方便易用

1594A	超级精密电阻测温仪	电阻比准确度, 95% 置信概率, 1 年: 比率: 0.95~1.05: 0.24 ppm 比率: 0.5~0.95, 1.05~2.0: 0.64 ppm 比率: 0.25~0.5, 2.0~4.0: 0.8 ppm 绝对电阻准确度, 95% 置信概率, 1 年: 0 ~ 400 Ω : 4 ppm 读数或 0.00008 Ω 取大者 内部参考电阻: 1 Ω, 10 Ω, 25 Ω, 100 Ω, 10 k Ω 前面板通道: 4 路 PRT/ 热敏电阻通道 后面板通道: 2 路参考电阻专用通道	出类拔萃的准确度 专利的比率自校准功能 最高测量速度达 1 秒/次 内置恒温参考电阻 彩色大屏幕中文界面 DWF 专利接线端子, 方便易用
-------	-----------	---	--

*注: 详细技术指标请参见对应产品介绍部分

可选件:

型号	描述	主要技术指标*	说明
5609-20-S	经济型二等标准铂电阻温度计	温度范围: -200℃~670℃ 标称电阻: 100 Ω ± 0.5 Ω 特征参数: 0.003925, W(Ga) ≥ 1.11807 尺寸 (直径×长度): 6.35mm x 508mm 套管材质: 镍铬铁合金 接线端子形式: 铲形端子	100 Ω 金属套管标准铂电阻温度计 价格经济 随机不含原厂校准证书, 需在国内校准
5626-20-S	标准型二等标准铂电阻温度计	温度范围: -200℃~660℃ 标称电阻: 100 Ω ± 1 Ω 特征参数: 0.003925, W(Ga) ≥ 1.11807 套管材质: 镍铬铁合金 尺寸 (直径×长度): 6.35mm x 508mm 接线端子形式: 铲形端子	100 Ω 金属套管标准铂电阻温度计 性能更优 随机包含原厂校准证书
5628-20-S	标准型二等标准铂电阻温度计	温度范围: -200℃~660℃ 标称电阻: 25.5 Ω ± 0.5 Ω 特征参数: 0.003925, W(Ga) ≥ 1.11807 套管材质: 镍铬铁合金 尺寸 (直径×长度): 6.35mm x 508mm 接线端子形式: 铲形端子	20 Ω 金属套管标准铂电阻温度计 性能更优 随机包含原厂校准证书

订货信息:

型号	说明	特点
CPRB1529	9210+5901B-G+1509A 小型水三相点系统加四通道测温仪	多个测量特点
CPRB2560	9210+5901B-G+2560 小型水三相点系统加两通道测温仪	适合原有 1560
CPRB1594	9210+5901B-G+1594 小型水三相点系统加四通道超级电阻测温仪	高性能

最新工业铂铜热电阻检定规程解决方案

八、温度自动检定系统——电力变压器温包检定系统



主要特点

- 为电力变压器测温装置系统定制的温度检定系统
- 配以高性能的检定设备，可靠耐用
- 中文软件，人性化用户界面
- 完全符合国家和行业规程
- 准自动化检定，方便高效

概述

温包检定系统是集计算机技术、电子技术、自动测试技术于一体的自动化检定系统，是福禄克公司专门为电力系统校准变压器测温装置而定制的温度检定系统。电力的输变电系统中大量使用各种变压器，在大部分变压器尤其是高压变压器中都配有测温装置。该测温装置用于监测变压器的温度，当变压器温度过高则会产生报警或自动切断电力，确保输变电的安全。为了可靠安全地工作，根据有关的行业规范，这些测温装置需要定期进行检定。为此，福禄克特别推出了针对此类检定要求的温包检定系统套包以满足用户的应用需要，而非电力的用户也可以通过这个检定系统来测试或者检定类似的测温系统。

目前本检定系统的软件可支持检定 PT10/PT50/PT100/PT500/PT1000/CU50/CU100 等铂电阻以及不同厂家的温包装

置，如MESSKO，科宏，华立等。可同时支持多个温包的检定，大大提高了检定效率并减轻了检定人员的劳动强度，同时有效地避免可能的人为误差从而更好地保证检定结果的准确性。

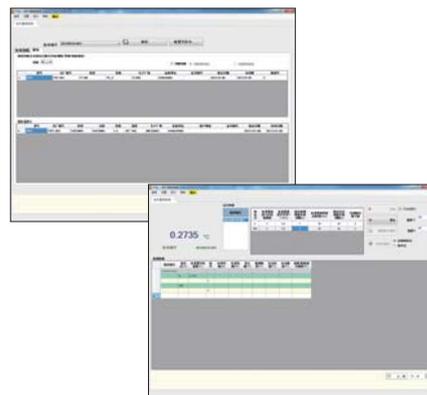
功能描述

为校准电力变压器测温装置系统度身定制的温度检定系统

遵照有关的技术规范，此套检定系统完全满足电力系统对油浸式变压器测温装置的校准要求，符合规范中规定的方法，检定步骤，温度范围，判定规则并且实现最后报告的生成。

软件功能及特点

- 中文软件，人性化用户界面
- 软件安装简单，使用方便，采用中文界面及最大限度的客户化参数设置，让用户更好地根据自身需要控制检定过程；



- 自动化程度高
- 整个检定过程除需要检定员将温包接线以及指针表读数人工输入外，其余均由计算机自动控温，自动检定，自动进行数据处理，自动计算误差并判断检定结果是否合格，自动按规程要求生成检定记录和检定证书。检定记录和检定证书格式也可根据用户自己需求进行自定义；
- 支持同时进行多个温包检定，以提高工作效率；

校准证书 Calibration Certification	
证书编号:	0
委托方名称: Customer:	SHAOJING
委托方地址: Address:	ZHEJIANG
装置名称: Name of Sample:	THERMO
型号: Model Type:	THERMO
测量范围: Measurement Range:	-20°-120
装置编号: No of Sample:	THERMO-001
制造单位: Manufacturer:	MESSKO
发证单位(专用章) Issued by (Stamp)	
校准日期: Calibration date	2012 年 2 月 10 日 Year Mon Day
批准 Approver	_____ 检验 Checker
	_____ 校准 Calibrator
地址 (Add):	0
电话 (Tel):	0
邮政编码 (Post Code):	0
网址 (Add):	0
传真 (Fax):	0
E-mail:	0

开口尺寸, 容积等请见详细的产品资料。由于 7321/7320 的体积较大, 更适合于实验室的环境使用。

7102 为微型恒温槽, 更适合于现场使用。其温度范围是 -5°C 至 125°C 。稳定性为 0.015°C 。关于 7102 微型恒温槽的其他详细信息, 包括深度, 开口尺寸, 容积等请见详细的产品资料。

与系统配套的测温仪有两种, 四通道测温仪 1529 和堆栈式测温仪 1560。对于使用 1529 测温仪的温包检定系统, 四通道铂电阻型为标准的配置。1529 可以使用电池操作, 便携性好, 因此既可以在实验室使用也可以到现场使用。如果希望配置更多的通道, 可以选择堆栈式测温仪 1560, 其通道数量从几个到几十个, 可以根据应用来灵活配置。1560 测温仪可配套各种铂电阻测量模块、热电偶测量模块一起使用。对于温包检定的应用, 建议配置基础模块再配一块 2562 模块, 如果需要更多的或其他的配置, 可以根据具体需要选择。

- 温度控制和温度检测点设定支持自动和手动两种方式;
- 系统配置福禄克相关恒温设备, 可在同一个恒温设备中完成所有温度点的测量检定;
- 若需要多个恒温设备配合才能完成所有温度点的测量检定时, 软件也可通过相应配置实现所有点的测量检定; 若恒温设备支持串口通讯, 理论上都可实现自动控制温度升降;
- 对可检定的温度点个数没有限制, 用户可根据需要自行设置;
- 软件具备自模拟功能, 无需实际连接任何设备即可模拟演示整个检定过程;
- 对于非正常的断电或者人为的强制中断检定过程, 软件可恢复所有检定数据并继续上一次未完成的检定;
- 当检定工作量非常大时, 可同时配置多

个恒温设备, 软件可支持多个恒温设备并行检定, 且检定互不干扰。

硬件组成及特点



温包检定系统的硬件设备包括福禄克公司的高性能台式恒温槽 7321/7320/7102 或计量炉 9171, 高精度测温仪 1529/1560 以及其他辅助适配器, 可选的夹具等。

台式恒温槽 7321/7320 为适合实验室使用的高性能恒温槽。温度范围是 -20°C 至 150°C , 温度稳定性为 0.007°C 。关于 7321/7320 的其他详细信息, 包括深度,

技术指标

恒温槽技术指标			
型号 / 名称	 7321 深井台式恒温槽	 7320 台式恒温槽	 7102 微型恒温槽
温度范围	-20℃~150℃	-20℃~150℃	-5℃~125℃
稳定性	± 0.005℃ @ -20℃ (乙醇) ± 0.005℃ @ 25℃ (水) ± 0.007℃ @ 150℃ (5012 硅油)	± 0.005℃ @ -20℃ (乙醇) ± 0.005℃ @ 25℃ (水) ± 0.007℃ @ 150℃ (5012 硅油)	± 0.015℃ @ -5℃ (5010 硅油) ± 0.03℃ @ 121℃ (5010 硅油)
均匀性	± 0.007℃ @ -20℃ (乙醇) ± 0.007℃ @ 25℃ (水) ± 0.010℃ @ 150℃ (5012 硅油)	± 0.007℃ @ -20℃ (乙醇) ± 0.007℃ @ 25℃ (水) ± 0.010℃ @ 150℃ (5012 硅油)	± 0.02℃
设置点分辨率 (普通模式)	0.01℃	0.01℃	0.01℃
设置点分辨率 (高分辨率模式)	0.00018℃	0.00018℃	/
开口尺寸 (mm)	120 × 172	172 × 94	Φ 48
液位高度 (mm)	457	234	140
容积	16L	9.2L	0.75L
外形尺寸 (mm)	1067(H) × 356(W) × 788(D)	584(H) × 305(W) × 622(D)	180(H) × 310(W) × 240(D)
重量	47kg	35.4kg	6.8kg
功耗	7A	8A	0.9A

9171 计量炉技术指标

温度范围 (环境温度 23℃ 时)	 -30℃~155℃
显示准确度	± 0.1℃ (全温范围)
稳定性	± 0.005℃ (全温范围)
轴向均匀性 (60 mm 内)	± 0.025℃ @ -30℃ ± 0.02℃ @ 0℃ ± 0.07℃ @ 155℃
径身均匀性	± 0.01℃ (全温范围)
负载影响(参考温度 计和三支被测, 直 径均为 6.4mm)	± 0.005℃ @ -30℃ ± 0.005℃ @ 0℃ ± 0.01℃ @ 155℃
迟滞	0.025℃
井深	203mm
插块直径	32mm
分辨率	0.001℃
显示	LCD, °C 或 °F 用户可选
降温时间	30 min: 23℃ 降至 -30℃ 25 min: 155℃ 降至 23℃
升温时间	44 min: 23℃ 升至 155℃ 56 min: -30℃ 升至 155℃
外形尺寸(高×宽×深)	366 × 203 × 323 mm
重量	15 kg
电源	230 VAC(± 10%), 3.15 A

9171 计量炉内置参考测温仪技术指标

温度范围	-200℃~962℃
电阻范围	0Ω~400Ω
特性系数	标准温度计: ITS-90 子范围 4,6,7,8,9, 10,11; 工业铂电阻温度计(CVD): R0, α, β, δ
电阻准确度	0.0005Ω (0Ω 至 20Ω) 25ppm (20Ω 至 400Ω)
温度准确度 (不含探头不确定度)	10Ω PRTs: ± 0.013℃ @ 0℃ ± 0.014℃ @ 155℃ ± 0.019℃ @ 425℃ ± 0.028℃ @ 700℃
电阻分辨率	0.0001Ω: (0Ω 至 20Ω) 0.001Ω: (20Ω 至 400Ω)
测量周期	1 秒
探头连接	5 针 DIN 连接插座 购买 Fluke 推荐探头或配插头

高精度测温仪技术指标

		
型号/名称	1560 (配 2562 模块)	1529 (四通道铂电阻型)
通道数	8	4
测温范围	-200℃ ~ 850℃	-189℃ ~ 960℃
电阻测试范围	0 ~ 400Ω	0 ~ 400Ω
温度测试准确度	± 0.01℃ @ 0℃ ± 0.014℃ @ 100℃	± 0.006℃ @ 0℃ ± 0.009℃ @ 100℃
温度分辨率	0.0001℃	0.001℃
电阻测试准确度	0 ~ 25Ω: 0.001Ω 20 ~ 400Ω: 读数的 40 ppm	0 ~ 20Ω: ± 0.0005Ω 20 ~ 400Ω: 读数的 ± 25ppm
电阻分辨率	0.0001Ω	0.0001Ω
探头接线方式	5 端子连接	DWF 专利端子
通讯接口	RS-232	RS-232
重量	3.1kg (主机加 2562 模块)	2kg

订购信息

	产品型号	型号配置
温包检定软件包	9939-CWB	温包检定软件 智能串口连接盒
实验室温包检定套包	7320-CWB-1529	测温仪 1529-R-256 台式恒温槽 7320 温包检定软件包 9939-CWB
	7320-CWB-2562	测温仪 1560 with 2562 module 台式恒温槽 7320 温包检定软件包 9939-CWB
	7321-CWB-1529	测温仪 1529-R-256 台式恒温槽 7321 温包检定软件包 9939-CWB
	7321-CWB-2562	测温仪 1560 with 2562 module 台式恒温槽 7321 温包检定软件包 9939-CWB
现场温包检定套包	7102-CWB-1529	测温仪 1529-R-256 微型恒温槽 7102 温包检定软件包 9939-CWB
	9171DW-CWB-1529	测温仪 1529-R-256 计量炉 9171-DW 温包检定软件包 9939-CWB
	9171DWR-CWB	测温仪 1529-R-256 计量炉 9171-R-DW 温包检定软件包 9939-CWB

八、温度自动检定系统——用户自定义型

引言

福禄克的温度设备最大的特点就是可以自由组合，构成各种你想要的自动检定系统。无论是热源，测温仪还是测温传感器，都可以任意选择，配合 MET/TEMP-CM 或 9938 Mettemp II 软件实现自动检定或校准。恒温热源既可以是液体恒温槽，也可以是干式炉，计量炉，或其他公司热源，或几种热源并存。

1. 现场铂电阻自动校准系统

特点

- 中文操作界面，操作简单、方便
- 可最多控制四个恒温热源
- 升降温速度快，重量轻，携带方便
- 通道最多可扩展至 64 个
- 独特的直角二等标准铂电阻温度计，特别适合校准铠装热阻
- 可实现对干式炉的校准和自动调整
- 可生成温度计的温度—电阻分度表，并提供多种其他形式的报告
- 可实现数据库管理
- 打印中文报告（报告格式符合国内相关规程的要求）

建议配置

一、9142-P（或 9171-R），1529，5609-9BND，MET/TEMP-CM
该系统功能多样化，能校准铂电阻，热电偶，温度变送器，温度开关，自动存储测试数据，可以脱离电脑，独立运行自动程序，是现场校准的最佳组合。

2. 现场热电偶自动校准系统

特点

- 覆盖温度范围宽
- 测量速度快，性价比高
- 批量检定，效率高

建议配置

9150，HYDRA，可选 9938



建议配置图

二、7320，1529，5626，9938

这套系统便携性不如配置一，但是由于使用了台式液体恒温槽，不但可以校准工业铂阻，还可以现场校准多种类型，各种尺寸的温度计，如双金属，压力式温度计等。

3. 现场环路自动校准系统

特点

- 升降温速度快，重量轻，携带方便

建议配置

914X，744



九、温度校准软件



主要特点

- 中文界面，简单易用
- 功能实用，界面简洁、
- 自动生成符合国内规程要求的报告

引言

针对中国温度计量校准的行业特点和用户使用习惯，福禄克公司基于先进的温度校准技术和丰富的软件经验，专为中国用户开发了适合实验室温度自动检定系统的MET/TEMP-CB软件和适合便携式检定系统的MET/TEMP-CM软件，以满足国内广大温度用户的使用需求，力求给您的工作带来最大程度的便利。

本手册中仅对MET/TEMP-CM软件和MET/TEMP-CB软件进行了介绍，福禄克公司更多简单易用、功能强大的温度校准软件请咨询福禄克公司。

MET/TEMP-CB

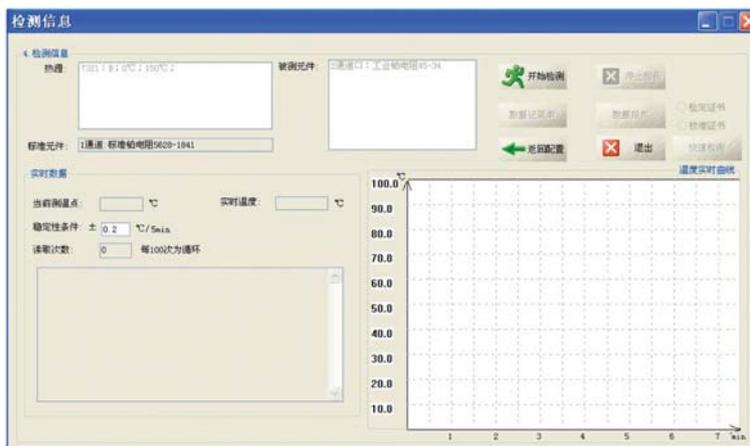
MET/TEMP-CB是温度传感器自动检定、校准软件，可配合福禄克温度自动检定系统使用。它将标准温度计、多通道测温仪、热源和铂电阻、热电偶以及其他类型探头和温度计进行比较法检定和校准。本软件能够在多达6个温度设定点下完成多个传感器的自动测试，并支持多个测试设备的配置。本软件还包含建标相关测试功能，为实验室建标提供数据支撑。主要包括“恒温槽温场测试”、“热偶炉温场测试”、“热电阻重复性测试”、“热电偶重复性测试”、“热电阻不确定度

分析”、“热电偶不确定度分析”六大测试功能。

目前软件支持的福禄克公司的热源和测温仪设备包括：6331 恒温槽（40~300℃）、7321 恒温槽（-20~150℃）、7381（-80~110℃）恒温槽、9112B 热偶炉（300~1100℃）、1560 堆栈式测温仪。软件也可支持其他公司生产的热源设备，配合实现手动或半自动校准。



MET/TEMP-CB 软件主界面



MET/TEMP-CB 测试界面

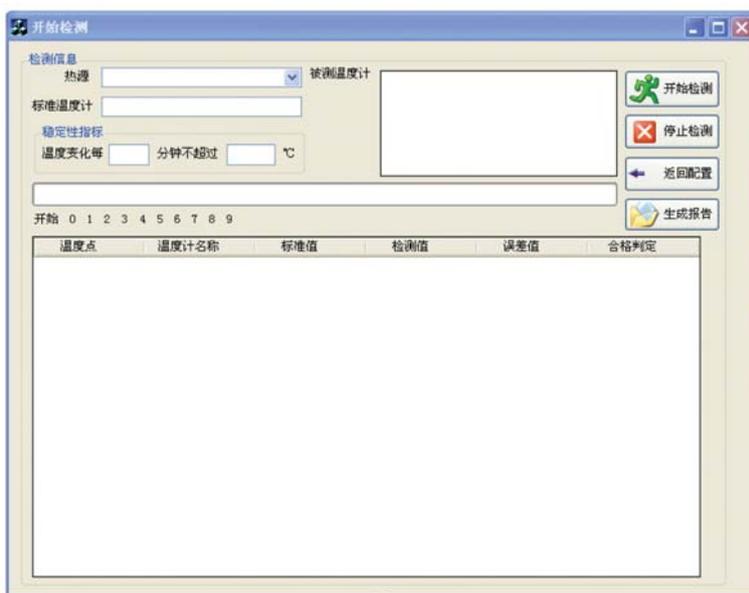
MET/TEMP-CM

MET/TEMP-CM 是与福禄克公司的计量炉配套使用的一套传感器测温 and 校准的软件。该软件支持的设备型号包括 914X 系列测温仪 (9142、9143、9144) 和 917X 系列测温仪 (9170、9171、9172、9173)。测量和校准的温度传感器可以是

热电偶、热电阻 (包括铂电阻和铜电阻)。该软件可以同时自动测量多个温度传感器和多台测温仪, 并且可以同时支持外置测温 (需要外置设备 1529)、内置测温 and 测温仪读数三种测量和校准模式。

本软件可以控制测温仪的温度点设

置、温度升降控制、标准相关参数的读写、标准和被测传感器的温度值、电阻值、电压值的读取和计算和校准并可以生成最终的 Excel 格式的测量报告。本软件可以同时支持最多 3 台测温仪测温, 一次可以测量的温度点个数最多为 10 个。



MET/TEMP-CM 检测界面

附录——技术术语

热平衡 thermal equilibrium

均匀系之间的热交换的平衡，是一种动态平衡。

注：热交换是能量传递的一种方式。

温度 temperature

温度表征物体的冷热程度。温度是决定一系统是否与其他系统处于热平衡的物理量，一切互为热平衡的物体都具有相同的温度。

温度与分子的平均动能相联系，它标志着物体内部分子无规则运动的剧烈程度。

热力学温度 thermodynamic temperature

按热力学原理所确定的温度，其符号为 T。

开尔文 Kelvin

开尔文是热力学温度单位，定义为水三相点热力学温度的 1/273.16。符号为 K。

摄氏温度 Celsius temperature

摄氏温度 t 与热力学温度 T 之间的数值关系为：

$$t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273.15$$

摄氏度 degree Celsius

摄氏温度的单位，符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。它的大小等于开尔文。

温标 temperature scale

温度的数值表示法。

经验温标 experimental temperature scale

借助于物质的某种物理参量与温度的关系，用实验方法或经验公式构成的温标。

国际[实用]温标 international [practical] temperature scale

由国际协议而采用的易于高精度复现，并在当时知识和技术水平范围内尽可能接近热力学温度的经验温标。

注：现行的国际实用温标是“1990国际温标”，

它包括17个定义固定点，规定了标准仪器和温度与相应物理量的函数关系。

极限温度 limiting temperature

温度计的最高使用温度和最低使用温度。其中最高使用温度称为上限温度，最低使用温度称为下限温度。

相 phase

物理化学性质完全相同，且成分相同的均匀物质的聚集态称为相。

注：热力学系统中的一种化学组分称为一个组元。如果系统仅由一种化学组分组成称为单元系。

相变 phase transition

一种相转换为另一种相的过程，称为相变。

注：对于单元系，体积发生变化，并伴有相变潜热的相变称为一级相变。例如：固体熔化为液体，液体汽化为气体，固体升华为气体；体积不发生变化，也没有相变潜热，只是热容量、热膨胀系数、等温压缩系数三者发生突变的相变称为二级相变。例如：液体氦 I 和氦 II 间的转换，超导体由正常态转变为超导态均属于此类相变。

固定点 fixed point

同一物质不同相之间的可复现的平衡温度。

定义固定点 defining fixed point

国际温标中所规定的固定点。

三相点 triple point

指一种纯物质在固、液、气三个相平衡共存时的温度

注：例如水三相点，氦三相点，镓三相点等。

水三相点 triple point of water

水的固、液、汽三相平衡共存时的温度，其值为 273.16K(0.01 $^{\circ}\text{C}$)。

注：水三相点为测温学中最基本的固定点。

凝固点 freezing point

晶体物质从液相向固相转变时的平衡温度。

熔点 melting point

晶体物质从固相向液相转变时的平衡温度。

温坪 plateau

利用某种物质相变的特性，获得的一段温度稳定不变的均匀温度环境。比如三相点温坪、纯金属凝固温坪。

露点 dew point

在给定的气体混合物中开始有液滴形成的最高温度。

导热 heat conduction

指物体各部分无相对位移或不同物体直接接触时，依靠物质分子、原子及自由电子等微观粒子热运动进行的热量传递。

对流 convection

依靠流体的宏观运动进行的热量传递。

热辐射 heat radiation

依靠物质的分子、原子、离子和电子的热运动激发产生的电磁辐射进行的热量传递。

热导率 thermal conductivity

在单位时间、单位温度梯度、单位面积所通过的热量。

注：热导率又称导热系数，是表征物质热传导性能的物理参量。单位为 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

温度梯度 temperature gradient

在温度升高的方向上，单位距离内温度升高的数值。

温度场 temperature field

同一瞬间温度的空间分布。

等温面 isothermal surface

物体内部或空间中温度相同的点的集介所构成的面。

退火 annealing

将材料加热至某特定温度、保温后缓慢

冷却的过程。

应变 strain

物体由于受力、温度变化、内在缺陷等导致其形状、尺寸所发生的相对变化。

接触测温法 contact thermometry

温度计与被测对象热接触并达到热平衡的测温方法。

注：常用的接触测温法有：热电偶测温法、电阻测温法等。

铂纯度 platinum purity

在测温学中铂纯度通常指铂电阻温度计铂丝的纯度，以电阻比 $W(100^{\circ}\text{C})$ 表示：

$$W(100^{\circ}\text{C}) = \frac{R(100^{\circ}\text{C})}{R(0^{\circ}\text{C})}$$

式中： $R(100^{\circ}\text{C})$ —— 100°C 时的电阻值；

$R(0^{\circ}\text{C})$ —— 0°C 时的电阻值。

电阻率 specific resistance

导线在单位长度和单位横截面积的电阻值。

注：当导线温度不变时，其电阻与导线内的电流大小无关，但电阻与导线的长度 L 成正比，与其截面积 A 成反比，即 $R = \rho \frac{L}{A}$ 。式中，比例常数 ρ 是该导体的电阻率。

电阻温度系数 temperature coefficient of resistance

单位温度变化引起电阻值的相对变化。

接触电阻 contact resistance

导体间的接点接触所产生的电阻。

电阻温度计 resistance thermometer

利用导体或半导体的电阻随温度变化的特性测量温度的元件或仪器。

注：常用的电阻材料为铂、钢、镍及半导体材料等。

铂电阻温度计 platinum resistance thermometer

利用铂的电阻随温度变化的特性测量温度的仪器。

标准铂电阻温度计 standard platinum resistance thermometer

ITS-90国际温标在温区13.8033K—660.323℃内作为内插仪器。温度计的电阻丝必须是无应力的退过火的铂丝制成。其电阻比 $W(T_{90})$ 定义为：

$$W(T_{90}) = \frac{R(T_{90})}{R(273.16\text{K})}$$

式中， R 是电阻。在 ITS-90 中应满足 $W(29.7646^{\circ}\text{C}) \geq 1.11807$ 或 $W(-38.8344^{\circ}\text{C}) \leq 0.844235$ 。

高温铂电阻温度计 high temperature platinum resistance thermometer

ITS-90国际温标在温区 $0^{\circ}\text{C} \sim 961.78^{\circ}\text{C}$ 内作内插仪器。温度计的电阻丝必须是无应力的退过火的铂丝制成。其电阻比 $W(T_{90})$ 定义为：

$$W(T_{90}) = \frac{R(T_{90})}{R(273.16\text{K})}$$

式中， R 是电阻。在 ITS-90 中应满足 $W(29.7646^{\circ}\text{C}) \geq 1.11807$ 或 $W(961.78^{\circ}\text{C}) \geq 4.2844$ 。

标准套管铂电阻温度计 capsule platinum resistance thermometer

ITS-90国际温标在温区13.8033k~273.16k内作内插仪器。温度计的电阻丝必须是无应力的退过火的铂丝制成。其电阻比 $W(T_{90})$ 定义为：

$$W(T_{90}) = \frac{R(T_{90})}{R(273.16\text{K})}$$

式中， R 是电阻。在 ITS-90 中应满足 $W(29.7646^{\circ}\text{C}) \leq 0.844235$ 。

工业铂热电阻温度计 industrial platinum resistance thermometer

带有引线和保护外壳、由一个或多个感温铂电阻构成的温度计。工业铂电阻温度计的 $W(100^{\circ}\text{C})$ 值应满足有关标准的规定：

$$W(100^{\circ}\text{C}) = \frac{R(100^{\circ}\text{C})}{R(0^{\circ}\text{C})}$$

式中， $R(100^{\circ}\text{C})$ 、 $R(0^{\circ}\text{C})$ 分别为温度计在 100°C 、 0°C 的电阻值。

表面温度计 surface thermometer

用于测量物体的表面温度的温度计。

铑铁电阻温度计 rhodium-iron resistance thermometer

一种含铁量约为0.5%原子百分比的铑铁合金丝绕制成的温度计。

负温度系数电阻温度计 negative sensitivity resistance thermometer

在某温度范围内其电阻值随温度降低而增大的温度计。

注：这类电阻包括碳电阻、锗电阻、热敏电阻等。

电阻温度计的自热效应 self-heating effect of resistance thermometer

测量电流流过电阻温度计时，产生焦耳热使温度计示值升高的效应。

塞贝克效应 Seebeck effect

在由两段不同金属导体或半导体组成的一个闭合回路中，当两个接点的温度不同时，回路中将有电流产生；即当回路中两接点间存在温度差时，在回路中存在温差电动势。

注：也称温差电现象。

接触电动势 contact electromotive force

两种金属紧密接触时，由于电子迁移平衡在接触面产生的电动势。

热电偶 thermocouple

基于塞贝克效应测温，由一对不同材料的导线构成的温度计。

注：目前国际上采用8种“标准化热电偶”，它们是：

B型——铂铑30-铂铑6热电阻；

E型——镍铬-康铜热电偶；

J型——铁-康铜热电偶；

K型——镍铬-镍硅热电偶；

N型——镍铬硅-镍硅热电偶；

R型——铂铑-铂热电阻；

S型——铂铑-铂热电阻；

T型——铜-康铜热电偶。

其中：B型、R型、S型为贵金属热电偶，其他热电偶为廉金属热电偶。

贵金属热电偶 noble metal thermocouple
由贵金属材料制成的热电偶。

铂铑10 – 铂热电偶 platinum rhodium 10%/platinum thermocouple
S型热电偶，热电偶的正极（SP）为标称值含10%的铑和90%的铂（按质量）的铂铑合金，负极（SN）为纯铂。

铂铑30 – 铂铑6热电偶 platinum rhodium 30%/platinum rhodium 6% thermocouple
B型热电偶，热电偶的正极（BP）为名义值含30%的铑和70%的铂（按质量）的铂铑合金，负极（BN）为名义值含6%的铑和94%的铂（按质量）的铂铑合金。

铂铑13 – 铂热电偶 platinum rhodium 13%/platinum thermocouple
R型热电偶，热电偶的正极（RP）为标称值含13%的铑和87%的铂（按质量）的铂铑合金，负极（RN）为纯铂。

金 – 铂热电偶 gold/platinum[Au/Pt] thermocouple
热电偶的正极（AP）为纯金，负极（AN）为纯铂。

铂 – 钯热电偶 platinum/platinum[Pt/Pd] thermocouple
热电偶的正极为纯铂，负极为纯钯。

廉金属热电偶 base metal thermocouple
由廉金属材料制成的热电偶。

铠装热电偶 sheathed thermocouple cable
用铠装热电偶电缆制成的热电偶。

可拆卸的工业热电偶 industrial thermocouple assembly
热电偶组件可以从保护管中取出的工业热电偶。

延长型导线 extension cables

在一定温度范围内，具有与所匹配的热电偶的热电动势的标称值相同的一对带有绝缘层的导线。其合金丝的名义化学成分及热电动势标称值与所配用热电偶偶丝相同，它用字母“X”附加在热电偶分度号之后表示，例如“EX”。

补偿型导线 compensating cables

在一定温度范围内，具有与所匹配的热电偶的热电动势的标称值相同的一对带有绝缘层的导线。其合金丝的名义化学成分及热电动势标称值与所配用热电偶偶丝不同，但其热电动势值在（0~100）℃或（0~200）℃时与所配用的热电偶的热电动势的标称值相同，它用字母“C”附加在热电偶分度号之后表示，例如“KC”，不同合金丝可用于同种型号（分度号）的热电偶，并用附加字母予以区别，例如KCA和KCB。

热电偶的测量端 measuring junction of thermocouple
感受被测温度的热电偶连接端。

热电偶的参考端 reference junction of thermocouple
已知温度的热电偶连接端。

热敏电阻温度计 thermistor thermometer
是根据热敏电阻随温度变化的特性来测定温度的、并由热敏电阻感温器和显示仪表组成的温度计。
注：又称半导体点温计。

电子体温计 clinical electrical thermometer
利用传感器和电路测量体温的温度计。

双金属温度计 bimetallic thermometer
利用两种膨胀系数不同的金属构成双金属元件测量温度的温度计。

压力式温度计 filled system thermometer
依据封闭系统内部工作介质的压力随温

度变化的原理制成的温度计。

固定点容器 fixed point cell
装有特定物质并可实现固定点温度的容器。
注：可分为开口容器和密封容器。

固定点炉 fixed points furnace
用于实现固定点的温度可控制并能达到一定稳定和均匀程度的装置。
注：介质可以是水、油、酒精等。

盐槽 salt bath
以硝酸钾和亚硝酸钠的混合物为介质，温度可控制并能达到一定稳定程度的装置。

低浊恒温器 cryostat
具有均匀稳定温场，用于低温温度计比对、校准的实验装置。常以液氮和液氩作为冷源多用于-70℃以下温区。

热管 heat pipe
依靠自身内部工作介质的汽-液相变循环实现高效传热的器件。
注：在温度计量中常用作等温热管。

温度指示控制仪 temperature indication controller
由测温、控制两部分组成。测温部分是根据测温传感器随温度变化而变化的特性，经相应电路处理后，由仪表指示（显示）出相应的温度。控温部分由设定电路、相应的信号处理电路及比较电路、控制电路组成。

温度巡回检测仪 temperature itinerant detecting instrument
由传感器和显示、记录仪表构成。由多个传感器的输出电参数（电压、电阻、电流或PN结电压等）随温度的变化而变化，输出并转换成统一规格的电信号，由多路自动开关逐路选通，以采样、量化、编码和必要的辅助运算方法将模拟量转换成数字量。再经相应电路处理后，输出至驱动显示器和记录机构，周期性地采集被测信号。

温度变送器 temperature transmitter

将温度变量转换成可传送的标准化直流信号的组件。

非接触测温法 non-contact thermometry

温度计不与被测对象热接触的测温方法。

注：常用的非接触测温法有：辐射测温法、光谱测温法等。

[绝对]黑体 [absolute] blackbody

对任意入射方向、波长和偏振状态的入射辐射都能全部吸收的理想热辐射体。

注：又称普朗克辐射体或完全辐射体。其发射率等于1。

灰体 greybody

光谱发射率小于1且不随波长变化的热辐射体。

发射率 emissivity

热辐射体的辐射出射度与处于相同温度的黑体的辐射出射度之比。

光谱发射率 spectrum emissivity

热辐射体的光谱辐射出射度与处于相同温度的黑体的光谱辐射出射度之比。

有效发射率 effective emissivity

热辐射体的有效辐射出射度与处于相同温度的黑体的辐射出射度之比。

辐射测温法 radiation thermometer

以黑体辐射基本定律为基础，根据热辐射体辐射特性与温度之间的函数关系测量温度的方法。

辐射温度计 radiation thermometer

采用辐射测温法的温度计。

例：光学高温计、光电温度计、红外温度计、亮度温度计等。

辐射温度 radiation temperature

热辐射体与黑体在波长范围内的辐射亮度相等时，称黑体的温度为热辐射体的辐射温度。

表观[视在]温度 apparent temperature

辐射温度计测量热辐射体（非黑体）时的温度示值。

红外温度计 infra-red thermometer

利用热辐射体在红外波段的辐射通量来测量温度的仪表。

热像仪 thermal imager

是指通过红外光学系统、红外探测器及电子处理系统，将物体表面红外辐射分布转换成可见图像的设备。它通常具有测温功能，具备定量绘出物体表面温度分布的特点，将灰度图像进行伪彩色编码。

距离系数 distance ratio

工作距离（热辐射体表面到辐射温度计物镜的距离）与辐射温度计在该距离所需热辐射体最小有效直径之比。

辐射源尺寸效应 size-of-source effect (SSE)

由于光学系统不理想，当测量距离一定时，辐射温度计输出依赖于被测物大小的效应。

附录二——应用文章：正确使用及维护 SPRT

根据 SPRT 重新校准结果的调查，发现大多数 SPRT 在几年内是相当稳定的。但是，我们确实发现许多参考温度计在两次校准之间，尽管在水三相点 (R_{tpw}) 的电阻值明显不同，但“坏”的参考温度计已经被作为标准用于校准工作。对许多用户来说，观察和跟踪参考温度计在校准间隔之间的漂移是非常困难的。如果参考温度计在校准间隔期间的漂移超过了可接受的极限，就会危及过程不确定度，必须重新进行校准工作。为保持 SPRT 的长期稳定性，必须考虑以下几个问题：

氧化

在上世纪 70 年代，Berry 发现在 -40°C ~ 500°C 的温度范围内会发生铂氧化作用。在大约 300°C ~ 500°C 温度范围内，氧气 (O_2) 低达 5 kPa 时，就会在温热的清洁铂丝上产生三维 (3D) 形式的二氧化铂 (PtO_2)；在大约 -40 ~ 300°C 温度范围内， O_2 低达 0.1 kPa 时，就会产生二维 (2D) 形式的铂氧化物。由于铂丝的部分横截面被氧化薄膜所取代，因此其电阻就会增大。在较低温度范围内的漂移主要是由铂氧化物引起的。

氧化使得 SPRT 的 R_{tpw} 增大，电阻比 W 在任意凝固点的变化都很小。 W 是按公式 $W=R(t)/R_{tpw}$ 计算的。由于氧化造成的 SPRT 漂移可以通过退火消除。

污染

如果 SPRT 被污染，SPRT 的 R_{tpw} 将会增加，任何凝固点的电阻比 W 都会下降。 R_{tpw} 和 W 通常不能完全通过退火处理恢复。被污染之后，SPRT 可能就不再满足 ITS-90 温标的要求。石英护管 SPRT 和金属护管 SPRT 污染之间的不同在于金属护管 SPRT 在非常短时间内的漂移非常明显，而石英护管 SPRT 的漂移有个逐渐的过程。

为防止污染，建议将石英护管 SPRT 在石墨块或 660°C 以上的氧化铝块中进行退火。

机械冲击

SPRT 属于精密仪器。冲击、振动或任何其它形式的加速度都可能引起管腔弯曲并围绕其支架变形，产生的应力会改变其温度-电阻特性。铂电阻上的应力通常会增大电阻值，并降低 0.01°C 以上的 W 值（或增大 0.01°C 以下的 W 值）。

在退火处理中，铂丝变得非常软。由于铂传感器非常脆弱，因此要特别小心地对待 SPRT。根据调查，如果机械冲击不是太明显，也就是说机械冲击造成的漂移不是太大，那么机械冲击造成的 R_{tpw} 和电阻比 W 漂移可以通过退火处理来消除。但是，如果铂丝被物理损坏，例如在铂丝上有小的伤口或者铂丝成竹结构，则不能通过退火恢复 R_{tpw} 和 W 。

通过 R_{tpw} 和 W 漂移评估 SPRT

1. 如果 R_{tpw} 稍微增大，而 W 保持不变或变化非常小，则可能是 SPRT 被氧化，或者受到了轻微的机械冲击。可以通过退火处理来恢复。
2. 如果 R_{tpw} 明显增大，而 W 保持不变或变化非常小，在可能是 SPRT 被氧化或传感器金属丝被物理损坏。如果在退火后 R_{tpw} 恢复，则说明 SPRT 被氧化了。如果在退火后 R_{tpw} 仍然没有变好，则可能是 SPRT 的传感器金属丝被物理损坏。
3. 如果 R_{tpw} 稍微增大， W 稍微降低，则可能是 SPRT 受到了机械冲击或轻微污染。在退火之后，如果 R_{tpw} 恢复，则说明原因是机械冲击，否则就是污染。
4. 如果 R_{tpw} 明显增大， W 稍微降低，则可能是 SPRT 受到了明显的机械冲击。可以通过退火在一定程度上恢复 R_{tpw} 。

5. 如果 R_{tpw} 明显增大， W 也明显增大，则可能是 SPRT 受到了明显污染。退火将无济于事，或者 R_{tpw} 会更糟。
6. 如果 R_{tpw} 稍微下降， W 保持不变或变化很小，则可以认为属于正常。
7. 如果 R_{tpw} 明显下降， W 增大，则可能是 SPRT 的护管密封不严（潮气进入了护管）。
8. 如果 R_{tpw} 明显下降，并且不稳定，则可能是 SPRT 的传感器短路。
9. 如果在退火过程中 R_{tpw} 连续下降，则可能是由于传感器铂的颗粒增长造成的。

提高温度校准实验室可靠性的方法——采用水三相点系统

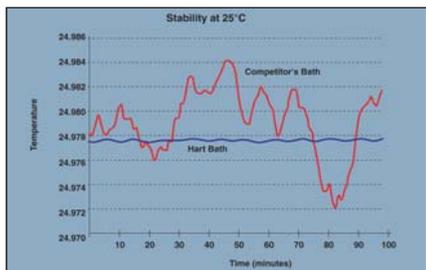
在我们为客户提供校准和服务时，发现会由于不同的原因（例如机械冲击和过热）造成某些参考温度计明显漂移。大多数用户在更高级别的温度实验室进行重新校准之前并未发现漂移，或者由于参考温度计不能再工作才发现漂移。如果在日常校准是使用了“坏”的 SPRT，则会危及过程不确定度，并需要重复进行校准工作。为了发现“坏”的参考温度计，并提高校准可靠性，介绍两种简单的方法。为了避免当参考温度计已经超出允许极限时仍被作为标准用于校准工作，并保证温度校准实验室的可靠性，在校准间隔期间，应该采用传统的水三相点容器检查参考温度计在水三相点的电阻值。如果二级实验室达不到这个条件，那么小型水三相点系统则是控制其过程的一种非常好的简单设备。这样就可以绘制一个控制图表，说明什么时间应该将参考温度计送到上级温度校准实验室进行重新校准。此外，强烈建议采用电阻比 $W(t)$ 和最新的 R_{tpw} 来减小校准不确定度。

附录二——应用文章：液体恒温槽指标解读

实验室认可

NVLAP颁布的认可指导规定，液体恒温槽的温度稳定性和均匀性应该至少优于被校准传感器技术指标10倍以上。如果被测传感器的保守技术指标在整个量程内为 $\pm 0.1^\circ\text{F}$ ，则恒温槽的的稳定性和均匀性必须为 $\pm 0.01^\circ\text{F}$ 以上。换算为摄氏度，则为 $\pm 0.005^\circ\text{C}$ ，您会发现对于每个必须测量的温度点来说，都需要恒温槽的性能指标能精确到小数点后三位。在选择恒温槽时要考虑以下几个事项，并且每一项都会影响到校准。

稳定性



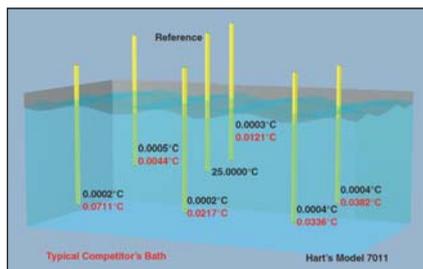
稳定性是由控制系统决定的，用来衡量恒温槽维持恒温性能的一个指标。短期稳定性通常被看作是围绕控制点的波动，其峰值以“ $2\cdot\sigma$ ”或“ \pm ”表示。如果恒温槽的温度在测量期间发生变化，则不能获得可靠的校准结果。因此，短期稳定性是绝对必要的。要询问清楚短期稳定性指标，并且短期的定义为至少15分钟。事实证明，如果短于该时间，则会让您失望。

长期稳定性(几个小时、几天、几周)属于一个方便性的问题。如果您的工作需要一个精确值或绝对值，比如说 25.000°C ，而恒温槽存在长期漂移，则必须在每次使用前调整控制设置点，并等待得到平衡。因此，在确定恒温槽是否满足要求时，必须首先了解短期和长期稳定性。长期不稳定性通常表现为单方向的漂移，

但是在某些恒温槽内也可被看作是长期振荡。

恒温槽的稳定性在不同温度下是变化的。大多数恒温槽在接近环境温度下表现最佳。设置点越低或越高，就越不稳定。请了解恒温槽在你感兴趣的整个范围内的稳定性指标。

恒温槽液体也会影响到稳定性。液体的黏度越高，其热容量就越小，对稳定性的影响就越大。除了要了解温度外，还要了解获得给出的技术指标时所使用的液体。例如，在 37°C 下，使用水作为介质的恒温槽就更稳定。如果您要使用油，不稳定性则会稍微增大。如果您使用的油在 37°C 下的黏度很高，稳定性则会有比较大的下降。



均匀性

均匀性主要依赖于液体恒温槽的搅拌系统。恒温槽有可能具有好的稳定性，但是均匀性很差。恒温槽的整个测试区域内(将用来进行比对测量)必须具有非常好的温度均匀性。在将两支或多支温度计放入液体时，它们在测量期间应该具有相同的温度。均匀性指标定义了这一误差源的峰值。测试的探头越多，测试区域就越大，均匀性就显得越重要。

平衡块

恒温槽内使用金属平衡块可以提高恒温槽的短期稳定性。但是，平衡块可能

很不方便。插孔的位置和直径都是固定的，从而失去了利用恒温槽校准任何尺寸或形状温度计的灵活性。每种类型的探头都需要一个新的平衡块。与将探头直接插入到液体相比，先将探头插入到插块，然后再将插块放入到恒温槽多少有些不便。插块也容易氧化，并且硅油会变稠并粘结到插孔底部。为了维持性能，需要进行定期的清洁。如果您同时测试多个探头，可能仅仅一个插块是不够的。很难制造一个插块可以同时测试20个温度计。

应该评估直接在恒温槽液中测得的技术指标。如果厂家提供了一份性能曲线，则需要了解是否使用了插块。您在实验室时可能对于最严格的测量才使用平衡块。谨记：不使用插块时具有最佳性能的恒温槽在使用插块时也能提供最好的性能指标。

温度范围

宣传资料中的恒温槽温度范围不一定是实际可用的温度范围。例如，某个恒温槽给出的温度范围为 $-80^\circ\text{C}\sim 150^\circ\text{C}$ ，这多少令人费解。恒温槽有可能可以在该温度范围下工作，但是目前尚没有什么液体可以匹配整个范围。在 -80°C 下具有最佳性能的液体在达到 100°C 之前就会很快蒸发，更别说 150°C 了。

温度范围达 $35^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$ 的油槽会受到您所使用的硅油的限制。在 300°C 下具有良好表现的油在大约 80°C 时黏度就会太高，难以获得良好的性能，所以利用这种液体时，恒温槽的温度范围实际是 $80^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$ 。

附录二——应用文章：采用干式计量炉时的不确定度分析

概述

干式炉是过程和实验室环境中用来校准温度传感器的稳定热源。由于机械设计和热力学性质的原因，所有热源都会引入测量误差。通过确定热源引起的测量不确定度，即可量化这些影响。福禄克公司哈特子公司研制了干式计量炉来减小通常在使用干式炉时产生的误差。干式计量炉配置有一支经过校准的控制传感器，并且提供内置测温仪选件。干式计量炉的不确定度会随使用模式发生明显的变化。本文讨论了与每一种使用方法相关的不确定度。

使用干式计量炉及其内置参考测温仪时的不确定度

在把干式计量炉作为稳定热源，并且有一个外部参考温度计或可选的内置参考测温仪作为参考标准时，通常能够获得最佳性能（请参考例1和例2）。一般而言，不确定度的主要原因是存在缺陷的轴向和径向均匀性、负载、不稳定性、径向传导、参考温度计的准确度，以及被测温度的特性。

轴向均匀性

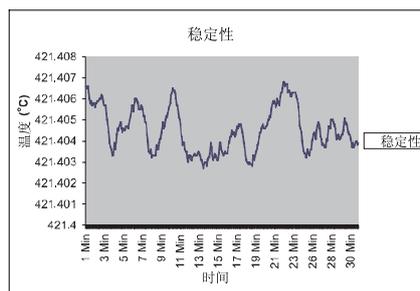
每一干式计量炉的恒温插块（有几个钻孔的可拔出的套筒）其顶端都被暴露于周围环境之下，其整个长度范围内都处于受控的温度下。恒温插块内的垂直梯度用专业名词讲就是“轴向均匀性”。由于温度感测元件在构造和长度上存在差异性，因此就必须考虑干式计量炉的轴向均匀性。

径向均匀性

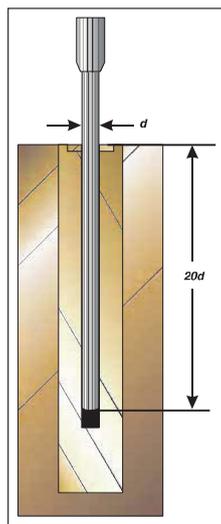
从一个插孔到另一插孔的温度梯度被称为径向均匀性。径向均匀性不好引起的测量误差可归结为插孔和加热器之间的距离、恒温插块的热力学性质，以及由于非均衡负载引起的不均匀热分布的影响。

负载效应

插入到干式计量炉的探头数量影响着从干式计量炉中带走或带入到干式计量炉中的热量。这种影响被称为负载效应。将探头插入到干式计量炉，并计算参考读数的变化，即可测得负载效应。干式计量炉的设计特性，例如 203 mm (8 in) 的插入深度和双温区控制，能够使负载效应最小化。



干式计量炉的显示可以帮助用户确定什么时间达到了稳定，但是更好的办法是依赖具有更高分辨率的参考标准的显示。



推荐的探头插入深度

稳定性

随时间变化的稳定度影响着校准。EURAMET/cg-13/v.01(EA-10/13)将稳定度定义为“在 30 分钟的周期内”的温度变化。干式计量炉显示可以帮助用户确定什么时间达到了稳定，但是在稳定期间，

实际温度和显示的温度会有明显的差异。更好的方法是依赖于具有更高分辨率的温度计的显示。

径向传导误差

径向传导是指沿温度计护杆的热量。径向传导同时影响参考温度计和 UUT。推荐的探头插入深度是按以下方法计算的： $[20 \times \text{探头直径}] + [\text{敏感元件的长度}]$ 。由于干式计量炉的插入深度很深（160 mm 至 203 mm），因此径向传导造成的误差对总不确定的影响非常小。

参考探头、测温仪和 UUT

在使用参考探头、参考测温仪、UUT，以及这些仪器的读出装置时，还要考虑它们引起的其它很多不确定度来源。这些误差包括参考探头和测温仪的校准不确定度或准确度、参考探头漂移和迟滞、参考探头自热、UUT 短期漂移和迟滞，以及 UUT 读出装置的准确度。

使用干式计量炉及其经校准的控制传感器时的不确定度

干式计量炉控制传感器带有可溯源校准证书，可以将其显示作为一个参考标准。以这种方式使用干式计量许多测量误差都炉时，会影响到不确定度。

轴向均匀性

当利用经校准的控制传感器作为参考标准时，干式计量炉的垂直梯度要比使用外部参考温度计时更加明显。这是因为在实际中往往不能将控制传感器（被固定在恒温块中）的敏感元件与 UUT 对齐。

径向均匀性

经校准的控制传感器被固定在插块中，并且往往与 UUT 到加热器的距离不相等。因此，径向均匀性就成为一项必须要考虑的因素。

负载影响

当使用控制传感器作为参考标准时，由于控制传感器在插块中是孤立的并且不能补偿插块中的负载影响，因此相对于使用外部参考探头来说，负载引起的误差一般要大得多。

短期和长期漂移

每一个干式计量炉控制传感器都存在与其使用方法相关联的短期和长期漂移。漂移与干式计量炉使用方法及维护的关系都非常大。通过定期校准或在固定的温度下进行中间检查，即可确定传感器的漂移。

迟滞

迟滞指的是当干式计量炉温度从一个方向接近某个温度点时，干式计量炉实际温度和该点的温度差。在干式计量炉温度范围的中间点，迟滞是最大的。

控制传感器校准

干式计量炉控制传感器是经过校准的，并且带有可溯源至NIST的校准报告。控制传感器的准确度可能在 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 到 $\pm 0.25^\circ\text{C}$ 的范围内变化。当6.35 mm的钻孔插有UUT时，将读数与显示温度进行比较，使用经校准的显示方式就变得非常有用。

其它注意事项

短期漂移、迟滞和UUT的读数准确度引起的误差，与采用外部参考使用干式计量炉时的影响是相同的。

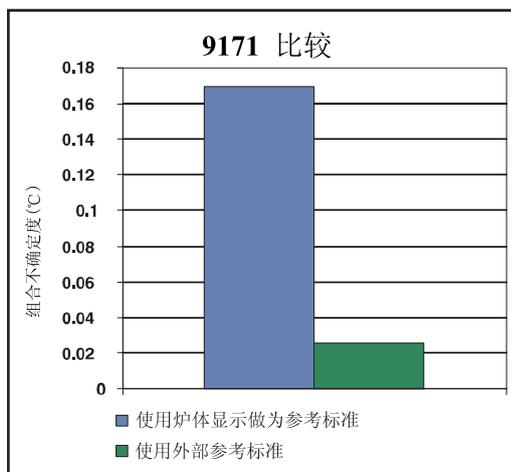
例 1、使用外部参考标准时干式计量炉的不确定度计算
使用仪器：9171-B-R 和 5626-15-D 在 0°C 时

	技术指标 (mK)	概率分布	不确定度 (mK)
轴向均匀性	20	均匀分布	11.55
径向均匀性	10	均匀分布	5.77
负载影响	5	均匀分布	2.89
稳定性	5	均匀分布	2.89
参考探头校准	4	均匀分布	2.31
参考探头漂移, 含迟滞	3	均匀分布	1.73
参考探头径向传导	2	均匀分布	1.15
测温仪的准确度	6	均匀分布	3.46
组合标准不确定度 (RSS)			14.32
扩展不确定度 (k=2)			28.64

例 2、使用炉体显示作为参考标准时，干式计量炉的不确定度的计算
使用仪器：9171-B 在 0°C 时

	技术指标 (mK)	概率分布	不确定度 (mK)
轴向均匀性	20	均匀分布	11.55
径向均匀性	10	均匀分布	5.77
负载影响	5	均匀分布	2.89
稳定性	5	均匀分布	2.89
短期漂移	5	均匀分布	2.89
迟滞	25	均匀分布	14.43
控制传感器准确度	100	均匀分布	57.74
长期漂移	100	均匀分布	57.74
组合标准不确定度 (RSS)			84.06
扩展不确定度 (k=2)			168.13

说明：关于例 1 和例 2 的注意事项：根据均匀分布，用 $\sqrt{3}$ 去除所列的技术指标，获得一个“标准偏差”作为标准不确定度。合成不确定度采用方和根方法，并假设每项标准不确定度是不相关的。



当使用一个外部温度计作为参考标准时，合成不确定度明显降低

附录二——应用文章：消除环路校准中的传感器误差

校准一个环路不仅仅是 4mA 到 20 mA – 消除环路校准中的传感器误差

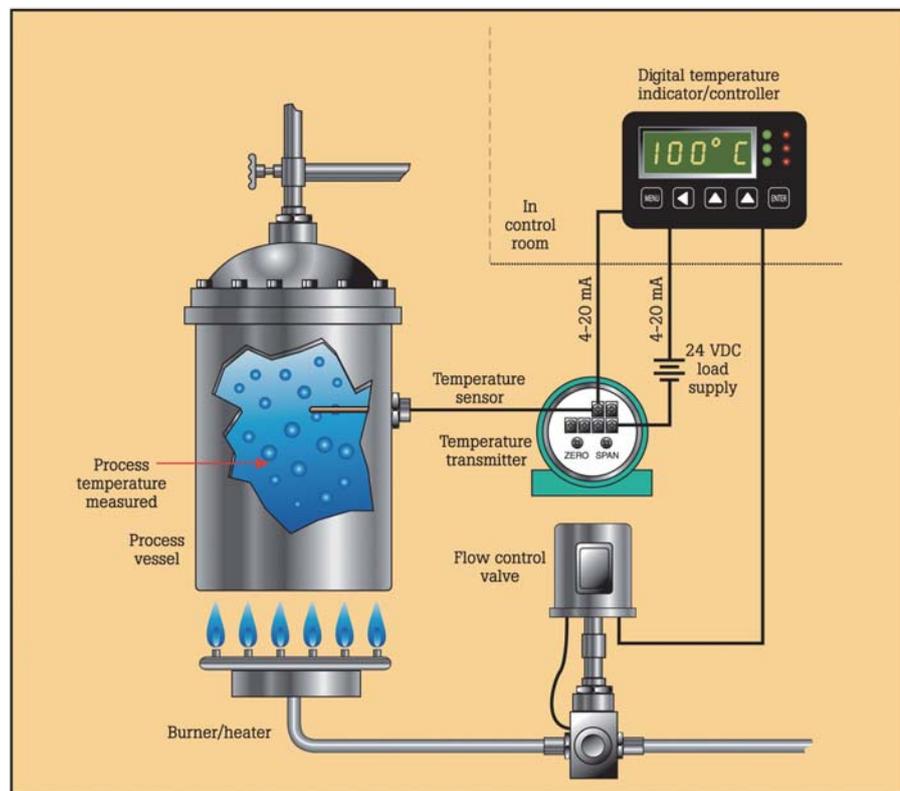


图. 典型的过程温度测量系统的图解

在许多工业和商业过程中，温度扮演着重要的角色。这种应用覆盖从制药公司的消毒到太空应用中保证强度的金属热处理，以及在冷藏库中的温度检定和大气与海洋研究。在所有的温度测量应用中，传感器严重影响着结果。

大多数过程的温度测量是利用连接至变送器的敏感元件完成的。图1所示的是一种常见配置的图解。



图 1. Fluke 744 和 Fluke 9141 校准 4–20mA 变送器 and 温度传感器

在许多应用中，独立的检定测量系统的元件是很普遍的。单独对元件进行检定或校准的理由之一就是往往认为它更加有效。利用热电偶 (TC) 或热电阻 (RTD) 仿真器，可以快速、简便的完成测量元件的检定。这种方法并不检定相关的温度探头的性能，并且假设所有的探头是相同的，并且严格符合相关标准。在实际应用中，没有哪两个探头是完全相同的；它们不会完全符合理想的标准，并且随着时间和使用方法，它们的特性也会变化。充分理解探头如何偏离理想状态，将有助于优化测量系统，使其达到最佳的性能。

Rosemount Inc. 使用下面的例子作为其 644H 型智能温度变送器在使用不同方法校准的传感器时可能得到的性能改善。表 1 给出了 644H 型智能温度变送器使用相同的 IEC751 Pt100 传感器在校准方法不同时两者之间的测量误差。一种方法

是通用的校准方法；另一种方法是通过校准给出这支探头的特性系数。

将 Fluke 744 过程认证校准器与 Fluke 干式炉和微型槽的相组合，就可以测试整个环路。下列是一些例子，介绍如何使用这些设备优化测量系统的性能。

通过串行 RS-232 接口电缆 (部件号 211108) 将 Fluke 744 连接至 Fluke 的干式炉或微型槽。通过一次按键 Fluke 744 将控制干式炉或微型槽。图 2 给出了连接图

校准或调试 4mA–20mA 环路

在许多过程应用中，使用的温度测量仪表是可以输出 4-20mA 信号的温度变送器。为测试这种类型的环路，将传感器从过程中取出放入干式炉中。4-20mA 的变送器输出直接连到 Fluke 744。图 2 给出了这种测试的例子。

一旦完成连接，即可获得变送器的配置 (如果变送器具有 Fluke 通信功能的话)、设置测试参数、配置校准器进行 mA 测量、将干式炉作为热源参数控制。

当规定了测试方法之后，Fluke 744 将接收并运行测试，记录所提供的温度、测得的以 mA 为单位的变送器输出。在测试的最后，将在屏幕上显示结果，使技术人员评估结果，如有必要的话采取正确的行动。下列是一个结果的例子。

使用检定的传感器和校准常数校准和调节测量系统

降低不确定度和优化温度测量系统的另一种方法是仔细的校准温度传感器，计算特性系数，并将这些特性系数输入到测量设备。这就是前面 Rosemount 644H 所使用的方法。这种方法能有效降低测量系统中来自传感器的误差。例如，铂电阻温度计一般使用 Callendar-Van Dusen (CVD) 方程线性化传感器的输出。经校准的传感器将提供特有的 CVD 系数，系数可以被输入到变送器，使其转换算法更加匹配传感器的特有特征。

和干式炉相连接的 Fluke 744 可以帮助您收集被校传感器的必要信息，但是接收该数据并产生新的 CVD 系数还需要其它软件和资源。例如，所需的软件包括 Fluke 的 TableWare (型号: 9933) 或 MET/TEMP II (型号: 9938)。

校准温度探头的方法与以上的过程相类似，但是它不测量变送器的输出，传感器的输出被直接连接到 Fluke 744。以下所示的是 Fluke 744 所收集的温度传感器的数据。

利用图4中的屏幕，可以将类似这样的数据输入到 Fluke 的 TableWare (型号: 9933) 或 MET/TEMP II (型号: 9938) 软件，然后输入所计算的探头特有的 CVD 系数。

这些系数可以被输入到适当的测量设备，使其线性化与探头的特性相匹配。

总结

使用干式炉和过程校准器的组合，可以校准和调整测量系统，优化测量性能。通过校准整个测量系统，敏感元件所特有的特性可以和测量仪器相联合，使测量误差最小。这样能明显降低测量误差。Fluke 744 过程认证校准器与 Fluke 干式炉将组合，能使这个过程更快、更简便。

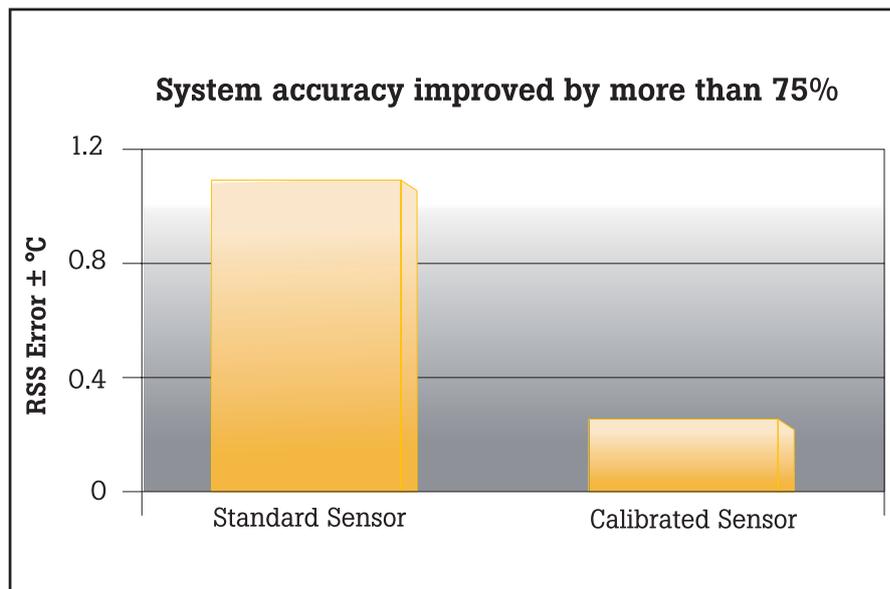
SOURCE	MEASURE	ERROR %
50.0 °C	49.87C	-0.13
75.1 °C	75.58C	0.48
100.0 °C	100.55C	0.55
125.2 °C	126.50C	1.30
150.0 °C	151.50C	1.50

图 3

SOURCE	MEASURE	ERROR %
-25.0 °C	91.1 Ω	2.33
0.0 °C	101.0 Ω	2.91
25.0 °C	110.6 Ω	3.23
50.0 °C	120.6 Ω	3.55
75.0 °C	130.2 Ω	3.36

图 4

图 5



附录二——应用文章：如何减少径向传导误差对校准的影响？

径向传导是指沿温度计护杆长度方向的热传导。当热源的温度与温度计手柄或电缆末端的温度不同时，就会发生径向传导。这种差异会造成传感器的读数不同于实际的热源温度。并排处在相同热源中的两个温度计，若温度计护杆的材料不同，则温度读数也可能不同。

下表中的数据说明了径向传导效应。在 80°C 下的液体槽中测试了 5 种不同的、但均为高质量的温度计。在测试时，将每个温度计均插入到特定的深度。由于每种温度计或探头的设计不同，包括传感器的长度和直径，因此根据这些变量调整插入深度。

插入深度 = 敏感元件长度 + 20 × 探头直径
温度被转换为插入深度。

结果显示温度计 1 和 2 的读数在每一深度下的温度值都几乎相同，而温度计 3、4 和 5 的温度读数在较浅的插入深度时变化非常大。这说明存在径向传导效应。这简单的测试能够说明实际工作中的许多问题。对于您的传感器，需要多深的插入深度呢？

影响径向传导误差的因素

热传导公式：

$$Q = (K \times A \times \Delta T) / d$$

Q = 热量，K = 热传导因子，A = 横截面面积， ΔT 为传感器和环境之间的

温度差，d 为插入深度。已知 Q 增大将导致测量误差增大，分析该公式中的每一项。

热传导因子

高热阻（低导率）有助于阻止温度传感器将热量传导至环境空气中（反之亦然）。测量导线的材料类型和直径、护杆厚度以及结构材料等全部是影响热传导的因素。T 型热电偶的铜线在一定的线径下无疑是一种良热导体，需要以一定的方式进行补偿。

我们试验中使用的探头 5 具有很厚的护套。这种护套上的热传导会影响到误差。对于石英护套来说，影响因素为光管效应。

横截面面积

无论温度计护杆的热传导系数如何，它的横截面面积越大，热传导就越明显，误差也就越大。通过直径来确定插入深度有利于对这种误差进行补偿。但是，若要对温度计护杆直径不同的两个温度计进行比对，就需要较小温度计和较大温度计插入相同的深度，从而使两个热敏感元件处于相同的温度下。需要校准短而粗的温度计的实验室会发现，由于径向传导的影响占支配地位，因此非常难以获得高准确度的校准。

ΔT

ΔT 是指热源和环境温度之间的温度差。通常需要在很宽的温度范围下进行校准。从公式中可以看出，径向传导误差随该温度差的增大而直接增大。

深度

有许多因素都影响着与径向传导相关的误差，但是很少有像控制深度这么简单直接的。从公式可以看出，通过提高插入深度可以有效降低其它因素的影响。应该尽可能地将温度计插入到热源中，并尽量保持所有的被测温度计和参考温度计足够靠近。请勿浸没温度计的连接线或手柄末端。

在我们的例子中，使用的热源为液体槽。如果您使用的是干式（计量）炉，径向传导误差会更大、更难以控制。

本文中给出的公式、对径向传导的简单讨论可以被作为确定插入深度时的经验方法。您应该利用自己的传感器做一些试验来确定其径向传导误差。具有低径向传导误差的温度计可以作为检查热源一致性的良好参考。

在 80 °C 时径向传导引起的温度误差，单位为 °C

深度	探头1	探头2	探头3	探头4	探头5
	SPRT, 镍合金护套 直径 5.5 mm 敏感元件长度 50 mm	SPRT, 石英护套 直径 7 mm 敏感元件长度 29 mm	SPRT, 镍合金护套 直径 6.35 mm 敏感元件长度 29 mm	次级, 镍合金护套 直径 6.35 mm 敏感元件长度 41 mm	次级, 镍合金护套 直径 6.35 mm 敏感元件长度 38 mm
SL+20D	0	0	0	0	0
SL+17.5D	0	0	-0.001	-0.002	-0.002
SL+15D	0	0	-0.005	-0.003	-0.003
SL+12.5D	-0.002	-0.002	-0.010	-0.005	-0.005
SL+10D	-0.002	-0.001	-0.015	-0.010	-0.050
SL+7.5D	-0.004	-0.003	-0.020	-0.050	-0.100
SL+5D	-0.007	-0.005	-0.050	-0.130	-0.430

* SL = 敏感元件长度

附录二——应用文章：如何正确选择测温仪？

在进行温度校准时，为参考探头和被测设备选择正确的读出装置是非常关键的。需要考虑以下因素：

准确度

电阻温度计的许多读出装置提供了 ppm、欧姆和/或温度技术指标。从欧姆或 ppm 向温度的转换取决于所使用的温度计。对于在 0℃ 时为 100Ω 的探头，0.001Ω (1 mΩ) 等于 0.0025℃ 或 2.5 mK。1 ppm 也相当于 0.1mΩ 或 0.25 mK。还需要注意技术指标是否为“读数”或“量程”。例如，“1 ppm 读数”在 100Ω 时为 0.1mΩ，而“1 ppm 量程”，当满量程为 400Ω 时，则为 0.4mΩ。差别非常大！

在检查准确度技术指标时，要记住，读数不确定度对校准系统总不确定度的影响很小，购买最低不确定度的读出装置并不总是具有经济意义。“电桥—超级电阻测温仪”分析方法是很好的例子。

测量误差

在进行高准确度电阻测量时，要确保读数装置能够消除测量系统中不同金属连接处产生的热电势误差。一种常见的消除热电动势误差的技术是采用开关式直流或低频交流电流源。

分辨率

对此项指标要小心。某些读数装置厂家混淆了分辨率和准确度。0.001℃ 的

分辨率并不意味着准确度为 0.001℃。一般而言，准确度为 0.001℃ 的读出装置的分辨率至少应为 0.001℃。在探测小的温度变化时，显示分辨率是非常重要的——例如，当监测固定点容器的凝固曲线时，或者检查校准槽的稳定度时。

线性度

大多数读数装置制造商提供了在一个温度（一般为 0℃）下的准确度技术指标。这很有用，但是您通常要测量很宽的温度范围，因此解读数装置在工作范围内的准确度是非常重要的。如果读数装置的线性非常好，那么在其整个温度范围内，其准确度指标都是相同的。但是，所有的读数装置都具有一定程度的非线性，并不是完全线性的。请确保制造商提供了工作范围内的准确度技术指标，或者提供了您在计算不确定度时所使用的线性度技术指标。

稳定性

由于要在很宽的环境条件下和各种时间长度内进行测量，因此读数稳定性就非常重要。确保检查温度系数和长期稳定性指标。确保环境条件的变化不会影响到读数装置的准确度。长期稳定性指标有时和准确度指标结合在一起——例如，“1ppm, 1年”或“0.01℃, 90天”。每 90 天进行校准是困难的，因此要计算 1 年指标并用于不确定度分析。

校准

有些读数装置是技术指标规定“无需重新校准”。但是，根据最新版的 ISO 指南，所有测量设备都需要进行校准。有些读数装置比其它装置更容易重新校准。要使用无需特殊软件即可通过其前面板进行校准的读数装置。有些旧型的读数装置将校准数据保存在 EPROM 存储器中，利用定制软件进行编程。这就意味着必须将读数装置发送到厂家进行重新校准——也许在国外！由于重新校准非常花费时间和费用，因此要避免使用仍然采用手动分压计进行调整的读数装置。大多数直流读数装置是采用一组高稳定度的直流标准电阻进行校准的。校准交流读数装置或电桥则更加复杂，需要一个参考感应式分压器和精密交流标准电阻。

溯源性

测量溯源性是另外一个概念。通过良好的直流电阻标准，直流读数装置的溯源性是非常简单的。交流读数装置和电桥的溯源性则更加复杂。许多国家仍然没有已经确定的交流电阻溯源性。

便利性

为提高生产力所做的努力是永无止境的。因此，您需要采用尽可能节约时间的读数装置。

不确定度来源——PRT的比对校准196°C ~ 420°C

SPRT	0.001000°C	0.001000°C
1-ppm超级电阻测温仪 (1 ppm)	0.000250°C	N/A
0.1-ppm电桥	N/A	0.000025°C
恒温槽的均匀性/稳定度	0.005000°C	0.005000°C
估算的总不确定度(k=2)*	0.005105°C	0.005099°C
*RSS, 假设不确定分量是静态估算的		

附录二——应用文章：超级电阻测温仪工作原理

超级电阻测温仪(超级电阻测温仪 1575A 和 1590 型) 要求具有一个独特的电路设计, 以取得必要的准确度并同时符合尺寸、重量、成本和速度的限制。本文介绍了这些仪器所使用的测量技术, 并讨论了与性能有关的问题。

测量技术

超级电阻测温仪基本上是通过在电流相等时比较两个电阻的电压来测量电阻比。图 1 是简化的示意图, 它显示出测量电路的基本元件。参考电阻与传感器串联连接, 电流同时流过。电流在每个元件上产生一个与其电阻成正比的电压。电压用放大器和 ADC (模数转换器) 进行测量。因为一次只能测量其中的一个电压, 必须使用继电器在各个元件间切换。

每个电阻上的电压要测量两次: 在两个电流方向上各测量一次。将这两个电压测量值相减可以消除偏移电压 (包括那些源于热电动势的电压), 因为这些偏移是固定的。总之, 一个比值测量需要 4 个电压样本值:

1. 传感器、正向电流 (VX1)
2. 传感器、反向电流 (VX2)
3. 参考、正向电流 (VR1)
4. 参考、反向电流 (VR2)

$$r = \frac{V_{X1} - V_{X2}}{V_{R1} - V_{R2}} = \frac{R_X}{R_R}$$

将电压样本值相减并相除, 就可以产生传感器电阻与参考电阻的比值: 用这种方法可以避免由于驱动电流不精确、电压偏移和放大器及 ADC 的不准确而造成的误差, 因为这些因素都以同等程度对电压造成影响。

测量每个电压样本值需要 0.5 秒。(需要 0.15 秒来设定电流和继电器并留出时间让电压稳定, 0.35 秒用于让 ADC 进行测量并将结果发送到 CPU。) 由于需要 4 个样本点, 所以整个比率测量要用 2 秒钟。

根据测量定时的设定方法, 一个测量可以拥有一个以上的原始比值样本。使用数字滤波可以消除测量中的噪声。然后, CPU 通过将测量得到的电阻比与参考电阻的已知电阻值相乘计算出传感器的电阻。温度是通过使用内置的转换

算法从电阻计算出来的。最后, 统计值被重新计算以将最新的测量值包括进去。右面的图 2 这一工作顺序。

性能问题

不确定度接近 1 mK 或更佳的温度测量是一种严峻的挑战。电阻温度测量所固有的各种误差来源使取得这种准确程度变得十分困难。例如在某些情况下, 导线电阻可能会引起十分之几度的误差。问题还可能来自热电动势、电抗和泄漏等方面。超级电阻测温仪可以达到这样的准确度。下面将介绍我们是如何处理这些因素的影响。

引线电阻

使用电子传感器测量可能会受到连接导线的电阻的影响。电阻也存在于连接器中和导线与连接器的接头中。在常用的 2 线或 3 线测量电路中, 这些电阻及其变化造成 0.1°C 至 1.0°C 的误差。

超级电阻测温仪使用一种 4 线电路, 它可以完全消除导线电阻的影响。在这种电路 (通常称为 Kelvin 电路) 中, 传感器被来自一组导线的电流所驱动, 所得到的电动势用另外一组导线进行感测。

信号被输入到一个具有很高输入阻抗的放大器中, 该放大器从传感器吸收的电流可忽略不计。结果, 导线就不会形成可测的电压。超级电阻测温仪即使在导线电阻高达 10 Ω 时, 也可准确测量传感器电阻。

杂散热电动势

PRT 等传感器包含几个不同金属导线间的接头。它们的行为像是热电偶, 可以产生被称为热电动势的微小电压。除非以某种方式得到抑制, 否则, 这些热电动势可能会干扰传感器电动势并使测量的准确度降低。有 3 种不同的技术可用于消除热电动势。

一些电阻电桥只应用 AC 驱动电流并使用只检测 AC 信号而抑制 DC 电动

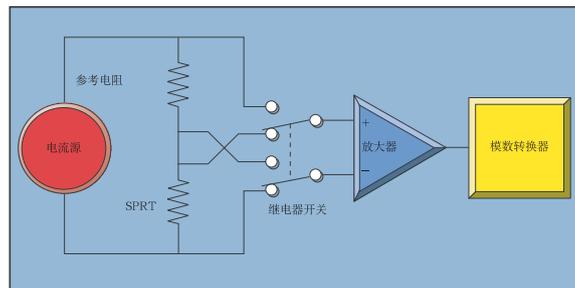


图 1 测量电路的简化示意图

势的测量电路。这种技术对于消除热电动势非常有效, 但会导致其他误差。电抗、泄漏和涡流在使用 AC 电流时变得非常显著。有时在 DMM 中使用的另外一种技术可以定时切断传感器的电流, 并直接测量热电动势。这种技术的问题是, 它会因传感器在电流变化时温度升高或降低而导致自加热误差。

超级电阻测温仪使用了第三种技术。分别进行两个单独的测量, 在第二次测量时, 只是简单地将驱动电流的方向反转。热电动势在两次测量造成的误差是相反的。实际上, 将这两个测量结果进行平均, 即可将误差消除。这种技术对于消除热电动势误差并同时避免其他方法中的 AC 相关误差和自加热问题非常有效。事实上, 这种方法非常有效, 在超级电阻测温仪的测量中不会发现由热电动势所造成的可观误差。

电抗

使用 AC 驱动电流经常会在电阻测量中产生误差, 因为传感器及其导线都会存在感抗和容抗, 它们是无法完全消除的。要获得准确的温度测量, AC 仪器必须使用具有较小感抗和容抗的传感器和导线。它们必须还使用正交平衡技术以尽可能消除电抗。

超级电阻测温仪使用的 DC 电路使得所有这些要求没有必要。实际上, 任何类型的传感器都可以结合超级电阻测温仪使用, 即使该传感器的容抗和感抗非常高。超级电阻测温仪可以在开始测量一个样本之前, 允许留出充足的时间让电流和电压稳定。如果必要, 可以进一步增加延迟时间。

泄漏

电阻传感器对导线及感测元件周围绝缘材料的电泄漏非常敏感。泄漏通常在较低或较高温度下较为显著，因为在较低温度下，绝缘层会从空气中吸收湿气，而在较高温度下，绝缘材料的电导会相对较高。泄漏和其他一些影响（如介电吸收和涡流）在 AC 时比在 DC 时更加显著。通过使用 DC 驱动电流，超级电阻测温仪在很宽的条件范围内获得了优异的准确度。

自热效应

“自热效应”来源于通过驱动电流耗散到传感器中的功率。它会造成传感器温度比其应该具有的温度要高。超级电阻测温仪使用可将自加热作用最小化的小电流（对 PRT 为 1 mA；对热敏电阻为 10 μ A）来取得非常高的准确度。电流可在很宽的范围内、以很高的分辨率进行设定。能够将电流设定为精确的数值，就可以控制并消除自加热误差。

元件漂移

典型电阻测量仪器的准确度受到电子元件的准确度以及电子元件缺乏的严重限制。

超级电阻测温仪的设计消除了对元件变化的敏感性，而这些元件变化是因老化或每次测量中重新自校准产生的温度所引起的。驱动电流的漂移、放大器偏置电流、放大器偏置电压、放大器增益、ADC 偏移和 ADC 定标对测量没有影响。

超级电阻测温仪测量电阻的准确度只受到一个元件漂移的影响：参考电阻。4 个内置的电阻是优质、密封型、低温系数金属膜电阻，它们得到温度控制以获得优异的稳定性。如果使用外部标准电阻并将它们浸入精确控制的恒温槽中，则可以达到更高的稳定性。

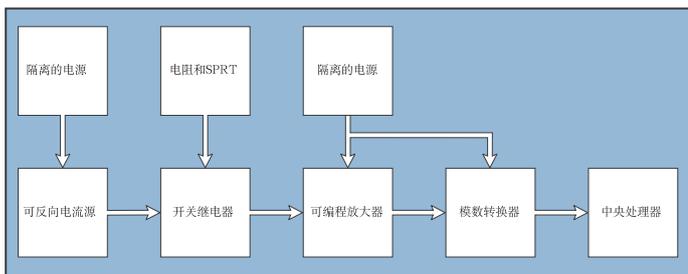


图 2 测量处理操作

噪声和分辨率

任何电子电路中都会存在电噪声，噪声是不可避免的。过量噪声在测量中随时间以随机变化的形式出现。这样就无法检测被测参数的微小的真实变化。换言之，噪声限制了测量仪器的有效分辨率。

超级电阻测温仪中的电噪声产生自多种来源。小量噪声由测量电路中的电阻和半导体器件所产生。一些噪声（量化噪声）来源于 ADC 的有限分辨率。内部或外部来源的电干扰或电磁干扰也可以引入噪声。虽然不可能完全消除所有噪声，但可以采取一些步骤将噪声减小。

超级电阻测温仪中选用的元件可产生最低噪声。ADC 的选用部分是其优异的分辨率（24 位）。屏蔽层用于阻断电磁干扰到达敏感电路。为了进一步降低噪声，超级电阻测温仪在整个电路中使用了滤波和电磁干扰抑制器件。（由于使用 DC 驱动电流，来自 50/60 Hz 交流电源的干扰被有效抑制。AC 仪器更加易于受到这种干扰。）最后，CPU 使用数字滤波来去除大部分剩余噪声。最终结果是，仪器能够以 0.25 ppm 的有效分辨率进行测量。

数字滤波的一个可能缺点是，仪器对被测量的电阻或温度的反应要迟缓一些。超级电阻测温仪允许用户对数字滤波器进行调节以取得分辨率和响应之间的适宜平衡。

非线性度

在其他所有误差来源得到控制之后，剩下的只有非线性度了。请观察实际电阻比和由超级电阻测温仪测量得到的电阻比之间的关系曲线中的弯曲部分的非线性度。它是模数转换器的不完美的结果，在较小程度上也是电源和放大器不完美的结果。

为了将超级电阻测温仪中的非线性度降到最低，已经采取了三个步骤。首先，选择了可以获得的最佳元件。例如，ADC 为双斜率积分型，其线

性度至少优于其他积分型或 sigma-delta 型 ADC 10 倍。

其次，所使用的测量技术本身就可以抑制大部分非线性度。由于具有相反极性的样本值被减去，因此非线性度的零次误差（偏移）、二次误差和所有较高偶次成分均得以消除。剩下的是三次和较高奇次成分，级次越高，其降低的幅度越大。

第三步是对三次非线性度的数学校正。这正是“ADC”校准参数的目的所在。此参数在校准中被调整，以取得最佳线性度。

测量速度

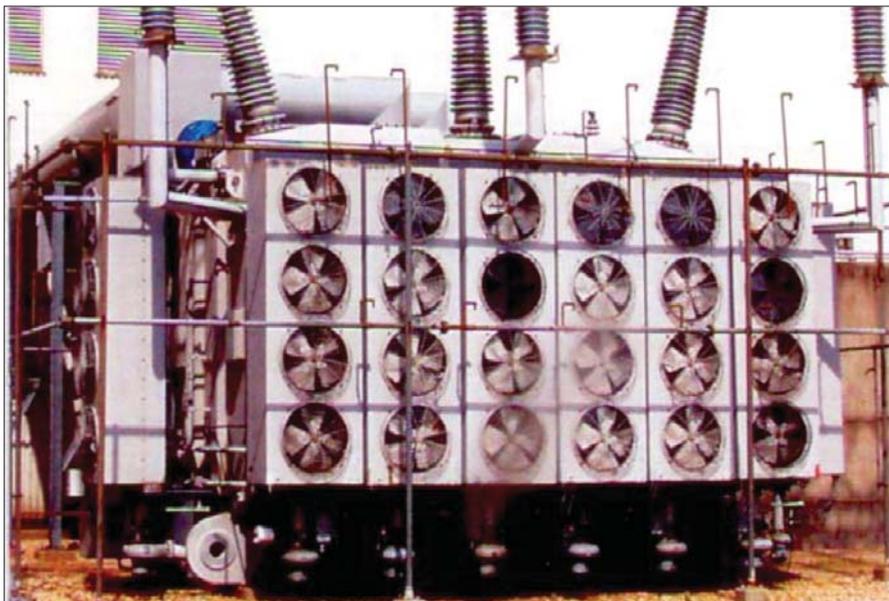
超级电阻测温仪使用的测量技术使这种仪器拥有同类仪器中所不具备的优点。其中之一就是速度。超级电阻测温仪可以在大约 2 秒钟内完成一次新的测量。即使正在轮流测量多个传感器，每个传感器的测量时间仍仅为 2 秒钟。而一个典型的电阻电桥在连接了传感器之后，要花费 30 到 60 秒钟时间进行第一次测量。

超级电阻测温仪的测量速度使其可以在涉及大量传感器的批量校准过程中取得更高的效率和更好的准确度。将超级电阻测温仪与其多路转换器（2575 或 2590 型）结合起来，其能力更为加强，拥有了 10 个输入通道（对于 1590，拥有 50 个），超级电阻测温仪的测量速度使其能够用于其他应用，例如跟踪快速变化的温度、测量温度差或评价热响应时间。

固态电路设计

其他的优势来源于超级电阻测温仪所采用的固态电路方法。与需要使用大而重的精密比率变压器和几十个继电器的电桥不同，该仪器使用了半导体电路。这就使其具有更高的可靠性、更小的尺寸和重量以及更低的成本。通过降低测量电路的尺寸和成本，更多的资源可专门用于其他重要的功能，如智能用户接口和系统控制电路、一个图形显示和一个内置的磁盘驱动器，所有这些使得超级电阻测温仪成为如此众多的测量人员所依靠的功能多样的实用图 测量处理操作工具。

附录二——应用文章：利用计量炉测试温度开关



客户背景

电力配电站是电力系统的分配网络，负责将来自于电厂的电压传递和路由至用户。由于非常多的器件都在不断老化，并且更换这些器件又非常昂贵，因此经常地维护变电站就特别关键。

电力器件的损坏会造成数以千计用户的电力中断，以及数十万美金的损失。为了适当地维护这些器件，系统操作者就需要可靠、自动地测试安装在每一变电站的监控系统。

变压器通常是变电站内最大的装置。变压器重达几吨，费用达数百万美金。许多变压器都填充有热传递液体，用来维持工作效率和安全性。变压器在安全工作状态下能够带动的负载大小很大程度上依赖于冷却系统的效率，并且正确地确定冷却设备的规格能够获得明显的工作增益。

价值数百万美金的变压器过热将会缩短其寿命，浪费公共事业维护预算。

增加一个辅助热交换器来更多地散发发热变压器油中的热量，是一种具有成本效率的延长寿命、增大变压器容量的方法。所有的热交换器均具有简单但可

靠的监测系统来控制热交换器。大多数情况下，该控制系统都采用一个机械式恒温开关。这些装置虽然是可靠的机械式装置，但是会有明显的漂移，并且如果不进行测试的话，会造成变压器的老化加速，或者在高需求条件下进一步恶化、发生故障。稳妥可靠的维护程序都要求对控制热交换器的恒温开关进行定期的测试。

基本的开关操作

温度开关是一种感测温度并根据温度值使触点闭合的装置。使开关闭合的温度点被称为设置点，该点是在测试时

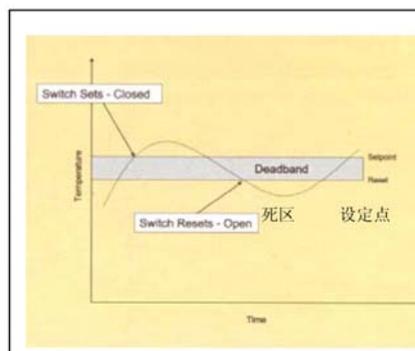


图1 温度开关随温度变化闭合和打开的死区示意图。

需要检查的一个重要值。另一个关键值被称为死区，它决定了在设置点附近输出有效或无效的范围（参见图1）。测试和确定死区值是正常和安全地工作所必需的。

利用计量炉自动测试开关

9170 系列计量炉具有内置的程序，可以配置为自动测试温度开关。在存储器中能够预置和保存 4 个独立的测试程序，可以快速、方便地调用。这些程序针对并为设置点和死区值提供实际的测量。

首先，将恒温开关连接到计量炉前面板的 DWF 连接器（参见图2），并将开关插入到井内。

按箭头键左边的菜单（Menu）按钮，调出开关测试菜单，然后按“程序”（F3），然后按“开关菜单”（F4），接着再按“设置”（F2）。

在“开关测试设置”菜单中（参见图3），用户可以对4个可用的测试程序进行配置和自定义。以下介绍开关设置菜单中参数。

测试

用户可以利用该参数从4个程序中选择要配置的测试程序。

低温设定点

该参数为计量炉开始第一个测试循环的初始温度。低温设定点的值必须低于高温设定点的值。

高温设定点

该参数值为计量炉在第一次测试循环中开始进行冷却的初始温度。高温设定点的值必须高于低温设定点的值。

逼近温度

逼近温度参数被用来修改计量炉逼近开关的设置点时加热或冷却速率的一

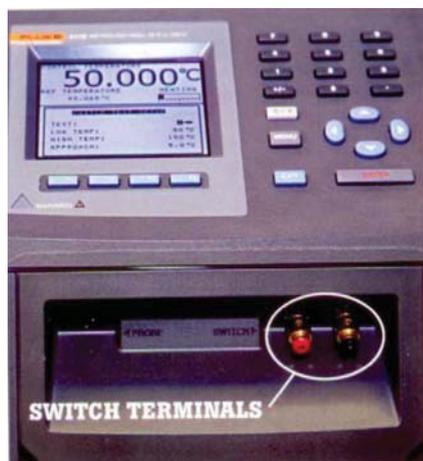


图2 计量炉上开关连接器的位置



图3 “开关测试设定”菜单

个温度值。该值被用来降低计量炉的温度变化速率，使得开关温度能够与恒温快温度达到热平衡。一般情况下，可接受的逼近温度为 $3\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

速率

速率是计量炉达到逼近温度点时加热或冷却的速率。由于在开关温度和恒温块温度之间存在一个滞后时间，因此该参数是非常有用的。

循环

该参数决定了测试期间加热和冷却的循环次数。多个循环有助于计量炉获得实际的设置点和死区值。初始循环使用配置的高温值和低温值。在第一个循环之后，计量炉即根据前一个循环的测量值重置高温值和低温值。

开关测试的例子

下例中的温度开关的设置点为 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。高于该温度时，输出触点即闭合，打开热交换器。死区需要至少为 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，但不得高于 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。以下为本例中计量炉编程的参数：

- 低温设定点： $28\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 高温设定点： $42\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 逼近温度： $3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 升降温速率： $0.25\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$
- 循环： 3

所选的低温设定点和高温设定点值用来围绕实际期望设置点提供一个窗口。有些开关可能需要更宽的窗口。所选的窗口为仪器提供了开关打开或关闭的一个近似值。如果窗口太窄，则可能会在确定开关特性之前即中断测试。

图4所示为测试过程示意图。计量炉将其设置点设置为配置中的高温设定值，并且以系统扫描速度对干井进行加热，直到开关被激活闭合；然后，计量炉会将设置点改为低温设定值，并按系统扫描速度进行冷却，直到开关复位和开路。到此即结束了第一个循环。

在第二个循环，计量炉将其设置点修改为在第一个循环中测得的开关动作点，

并开始加热。当开关动作时，计量炉即将设置点修改为第一个循环中测得的开关复位温度点，并开始冷却。

当计量炉在第三个循环中加热时，达到了逼近温度点（HIGH TEMP 3-逼近温度值），仪器即将其设置的扫描速率升降温（本例中为 $0.25\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ ）。当开关动作时，仪器将其设置点设置为在第二个循环中测得的复位温度点，然后开始冷却。当仪器温度达到逼近温度点（LOW TEMP 3+ 逼近温度值）时，扫描速度将以预置的升降温速率进行降温。

当开关复位时，即完成测试，仪器即会显示开关打开、开关闭合、开关死区的值，供用户记录。

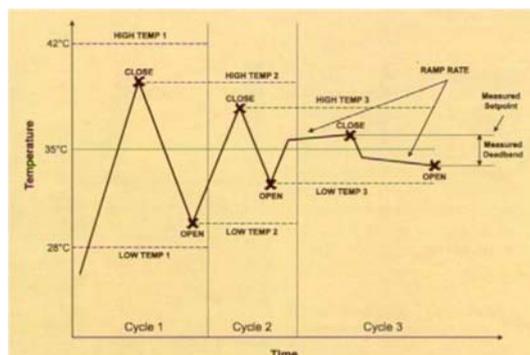


图4 三个循环开关测试的步骤

所需设备

福禄克的所有计量炉均能提供这种应用。

附录二——应用文章：干式计量炉性能解析

摘要：干式计量炉的典型技术指标并不能提供用户需要了解的全部不确定度信息。本文说明了使用干井式或“干块”校准器对温度计进行准确校准的其他重要指标，包括稳定度、径向均匀性、轴向均匀性、迟滞、插入深度、负载影响、使用外部参考，等等。文中还提供了例子，以及如何进行测量和使用的信息。

概述

干井是一种广泛用于多种行业的温度计校准工具，覆盖了从医药到电子、能源、食品加工的各个行业。其功能是根据可溯源温度标准对温度传感器进行校准，以提高生产力，并满足现场和实验室应用的规范要求。干井通常带有实用特性和附件，可以提高其在现场或实验室应用时的生产力。本文着重阐述干式计量炉的热特性。

以下讨论覆盖了干式计量炉的几项热特性，这些特性都会影响到干井向被测单元 (UUT) 传递校准的准确度。其中许多特性都取决于如何使用校准器。文中提供了测试这些特性的方法。最后，这些测试数据和所涉及仪器的测试数据一起被考虑到了误差计算之中。由此便可评估干井的不同特性 (以及使用模式) 的影响。

干式计量炉的使用模式

干式计量炉通常可以实现两个功能。它既可作为等温源又可作为可溯源温度参考。当作为等温源时，其目标是提供一个均匀的恒温环境，用于将温度数据从可溯源温度参考标准传递给 UUT；作为温度标准，校准器本身已经过校准。

本文涉及了干式计量炉的这两种使用模式。直接模式将干式计量炉作为温度参考标准 (请参见图 1)。该模式减少了所需仪器的数量，有助于降低成本，并且明显方便了现场应用。

间接模式将干式计量炉作为等温源，依赖于外部温度计 (及读出装置) 作为参考标准 (请参见图 2)。需要说明的是，一些干式计量炉内置独立于校准器控制电路和传感器的读出装置。这种参考采用了独立的探头，将其插入到干井的插孔中，就和 UUT 一样。该传感器及其相关

的测量电子器件可被校准，并提供与完整的外部系统相同的功能。

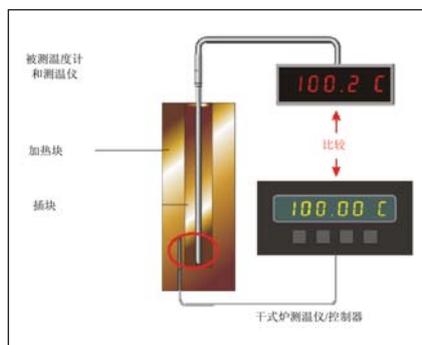


图1. 干式计量炉可经过校准，直接提供可溯源校准比对，而不必使用外部温度计 (直接模式)

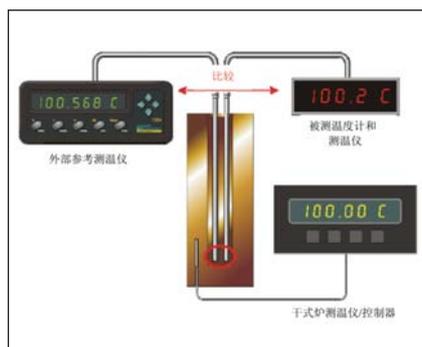


图2. 干式计量炉仅作为等温源使用。为达到溯源性，可将UUT读出装置与外部参考温度计的温度进行比对 (间接模式)

干式计量炉的特性及测量

干井式包括一个温度控制物块，通常是一个金属块，它为比对测量提供了一个等温环境。由于通过固体块的热传输被减小，因此固体块比搅拌的液槽更容易受到温度梯度的影响。因此，如果通过插块的热损失模式发生变化，这些梯度就更容易受到这种转换的影响。在插块上提供有插孔或井，用于插入温度计。(为了满足不同尺寸的温度计，通常提供具有不同尺寸插孔的插块。) 为方便插入

和拔出，在温度计和井之间 (以及护管和插块之间) 要留出一定的空隙。这一空隙会产生热阻抗，阻止其间的热传输。带着这些问题，我们将讨论一些影响使用干井时的准确度的特性。这些特性包括温度稳定度、温度均匀性、热负载、温度迟滞和插入深度。

本文中的测量例子采用了一个或两个输入温度计读出装置。它们可以快速地以数字方式记录数据，以提供良好的分析。采集的数据已经被导入到 Excel 电子表格中，并进行了数学操作和绘图。

温度稳定度

温度稳定度是影响干式计量炉性能的最基本和常见的测量限制之一。使用温度计和具有足够灵敏度和分辨率的读出装置测量温度区的控制波动，从而测得温度稳定度。响应时间与典型 UUT 非常相像的温度计是非常有用的。在任意指定温度下，干井稳定度测量的典型时间周期为 30 分钟。根据使用校准器的方式不同，可能适用其它的时间周期。温度稳定度在不同的温度下可能会有所不同。应该在其范围内对仪器进行特征定义，通常进行 3 组稳定度测量就足够了。对于仅进行加热的校准器 (即不使用制冷系统获得低于环境的温度)，在其范围的最大、最小温度和中间点进行测量。对于低温干式计量炉的稳定性，除了在其最大和最小温度测量外，还要对接近室温的温度点进行测量。同时可对用户感兴趣的特定温度点进行测量。

稳定度用来衡量温度控制达到稳定后在测量周期内的温度偏移。可以通过两种方式查看稳定度数据 (请参见图 3)。所谓的“峰值”稳定度通常定义为正/负 (\pm) 数据组最大值和最小值差值的一半：

$$\text{峰值稳定度} = \pm (T_{\max} - T_{\min}) / 2$$

所谓的“ 2σ ”稳定度，是数据组标准偏差的两倍：

$$2\sigma \text{ 稳定度} = \pm (2 \times \text{标准偏差})$$

2σ 方法被认为可以更准确地描述稳定性，因为通常的温度起伏服从正态概率分布。其结果对温度观察周期的依赖性更小。

由于参考温度和UUT值的测量之间存在时间差，因此稳定度就是一个关键参数。可以通过获得尽可能高的稳定度来减少由此产生的不确定度。减少参考和UUT测量之间的时间差也会有帮助。

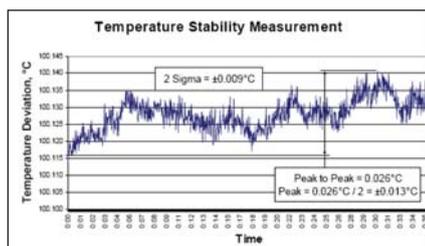


图3 两种确定稳定度的方法如图所示。 2σ 方法的置信度为95%

温度均匀性

为了使温度区内不同位置的传感器具有相同的温度，温度区内的温度在轴向和径向应该是均匀的或一致的。

所有干式计量炉都有一定程度的温度不均匀或不一致性。被插入到不同井中进行比对的不同温度计及不同类型的温度计感受到的温度会稍有不同。由井的长度产生的温度差异称为轴向梯度；不同井之间的温度差异称为径向梯度。可以对梯度进行测定，并画出其曲线。根据这些曲线可以估算出不确定度，并计入总不确定度。

轴向均匀性

干式计量炉顶端和底部散热速率与中心不同。这将产生延井的轴向温度梯度。干式计量炉的设计对梯度进行了补偿，其方法是热量分布延温区方向而不同。这些技术还不算完美。延井深方向仍然存在径向梯度。温度计的感温区深度不尽相同，或者与相比对的温度计有不

同的敏感元件长度。例如，PRT传感器的长度可能不同，或者在护管内的位置也有差异，因此所感测的就是温度区内不同轴向位置的温度。比对不同类型的传感器（例如将敏感元件长度短的电热偶或热敏电阻与长敏感元件的标准铂电阻参考温度计—SPRT相比对）就会产生明显的轴向位置差异，因此这种比对就非常容易受到轴向梯度的影响。

可以对轴向梯度进行测量，来评估它对总不确定度的影响。有两个温度计的温度读出装置是十分理想的。其中一个温度计可以为典型的参考标准，例如二级参考标准或PRT。但是梯度温度计需要有特殊的特性。需要具有较短敏感元件的温度计——建议敏感元件长度为5mm或更短。直径也应尽可能小——小于6mm。同时应对梯度温度计进行测试以验证其具有相对较低的散热效应。用于设计的传感器可以是PRT、热敏电阻或贵金属热电偶，它应具有足够的温度范围能够覆盖干井的温度范围。由于廉金属热偶的同质性不好，因此廉金属热偶不适合这样的测量。建议在实际应用中采用PRT而不是贵金属热电偶。温度计的稳定度不是特别关键，只要在测量期间足够稳定，可以进行准确的温度差异测量即可[1]。

测量可以在任何温度下进行，但是当干式计量炉的温度与环境差别过大时，温度偏差通常会增加。对于干式计量炉在其全部温度范围内进行评估是有益的，通常要在低温、中温和高温下进行测量。

从井内最深处（0mm）开始测量然后以最小20mm的增量逐渐抽出梯度温度计。每次测量必须留出井内重新建立温度平衡和稳定的时间。覆盖的深度范围应当包含将在校准器内校准的温度计的感温长度涵盖的范围。一些SPRT和二级参考温度计的敏感元件长度可能为40~60mm。通常的测量点可能包括0mm（井的底部）、20mm、40mm和60mm，然后返回0mm以确认井没有漂移。当梯度温度计在井内上下移动时，参考温度计

始终在另一个井的底部。两个温度读数的差异即提供了所需的梯度数据，该数据不受干井控制传感器和控制器件不稳定的影响。

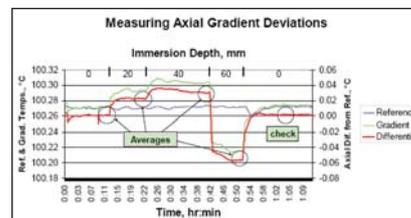


图4 参考探头和梯度探头的测量刻度在左侧；由深度引起的轴向偏差的刻度在右侧。数据基准点为0mm深度，此时偏差为 0°C 。在干式计量炉稳定后，偏差由平均数据决定。将最后的0mm读数与第一个读数比较以确定是否发生偏移。

梯度曲线如图5所示。平滑的梯度曲线说明温度和深度测量准确。

由轴向梯度引起的不确定度极限，可以通过计算在被测敏感元件的最大长度范围内的最大温度变化来进行评估。图4所示例子中的最大误差为 0.032°C ，除以2后得到峰值为 $\pm 0.016^{\circ}\text{C}$ 。

这是从最小的传感器（梯度测试探头为5mm）到所选的40mm最大传感器之间的误差范围，条件是：全部插入井中。

如果知道确切的梯度曲线和敏感元件长度，可在一定程度上改进不确定度。图5中的例子还显示出了40mm参考温度计和20mmUUT之间的误差。其各自温度值由梯度曲线积分得到。注意使用设计和长度基本相同的元件，可以消除轴向均匀性误差的影响。

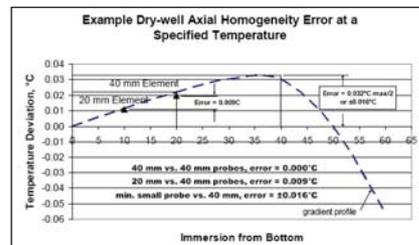


图5. 把从图4的微分曲线得到的测量数据单独绘制，可以建立梯度曲线。对20mm和40mm传感器的长度进行积分，得到各自的温度值。两者之间的误差比采用40mm测量的最大可能误差小。注意相同长度的传感器测得的井温度相同。

轴向均匀性误差是误差计算中最明显的不确定度因素之一。如果知道温度计的构造,便可使用一项减少此类误差的技术。图6显示为具有大温度变化的梯度曲线的干式计量炉。根据参考传感器的位置和长度,可对其检测温度进行估算。采用对插入深度的曲线进行分段、对偏差或误差值进行平均的简单积分方法进行估算。也可以对具有相同插入深度的20mmUUT传感器进行评估,并确定相对误差。如果移动较短的传感器,使得两传感器的中心并排放置,可以明显地减小误差,如图所示[2]。

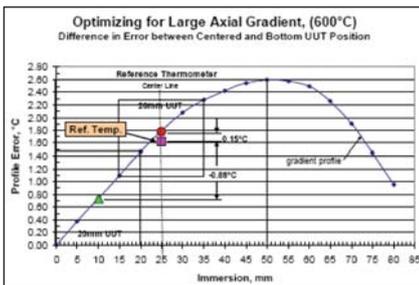


图6 此图形表示了具有大温度变化的梯度曲线。从井的底部对曲线进行积分,得到参考温度计和20mmUUT的值。将UUT和参考温度计的中线对齐,得到第二个温度值。可以看到误差明显地减少。如果知道传感器长度和位置时,采用此技术可以减少轴向梯度误差。

径向均匀性

径向均匀性是指干块或井之间的温度差异。这种不均匀性受干块和环境温度之间的差异的影响非常大。与环境温度的差异越大,造成的潜在温度校准误差就越大。所以,应在仪器温度范围内的极值(相对于环境温度)条件下,进行径向不均匀测量。

测量径向均匀性要求稳定的温度计和读出装置。采用二级标准或SPRT的效果最好。测试必须在适于所用温度计的等直径井内进行。最简单的方法是,使用同一个温度计对各个井进行测量。在每次记录测量前,应该是干式计量炉得到稳定。

最准确的方法是使用两个温度计进行封闭校准。使用一个温度计作为参考,在整个测试过程中,保持其在同一个井

内。另一个温度计在各井之间转移,确保在每一处都有足够的时间使校准器恢复稳定。使用这种方法,可以消除大部分的控制不稳定性和漂移,所以仅剩井间的温度差异。具有很多井的干式计量炉至少应对三个井进行均匀性分布测量。注意井间温度差异。测量井之间的最大偏差是潜在误差值。最大误差除2得到峰值误差(±)。若对所有井进行测量时,这些井必须是相同大小的。应至少对两个井进行测量。(请参见图7)

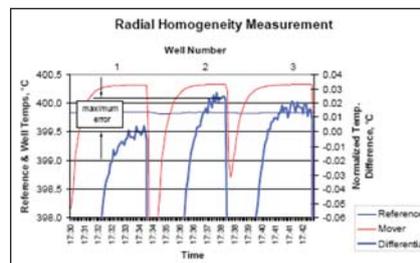


图7 参考井温度计(“参考”)与另一个在各井之间转移、进行相对温度测量的温度计(“转移”)进行比对。可以从右侧的轴上读出标准化的温度差异。由此确定最大偏差和最小偏差之间的相对温度差异。

对少于四个井的干式计量炉而言,有必要通过循环交替测量确定差异。使用两个温度计时,两个井之间的差异可由下列方程计算得到:

$$\text{温度差异} = |(P1W1 - P1W2) + (P2W1 - P2W2)| / 2$$

注意: P1为探头1; W1为井1; 以此类推。P1W1是井1中探头1的读数。

负载误差

当温区内的温度计数量和(或)型号增加或减少时,会引起热量的损失或增加,从而发生温度梯度的变化,因此就产生了负载误差。当采用直接校准模式而不是间接校准模式时,这一问题尤为显著。在直接校准模式下,校准器控制传感器根据温区内独立的参考温度计进行校准。在随后的校准过程中,对UUT进行校准。如果井内装有其他温度计,增加的热能损耗会改变温区内的温度分布。影响温度计温度,而干式计量炉显示的温度保持不变。这种变化被称为负载误差。

如上所述,在井内将参考温度计与UUT并排使用,可以大幅减小此误差,由此便可以消除负载引起的均匀性误差。

通过在插块的井内插入一支监测温度计,对其在一段时间的温度进行记录,可以测定温区内的负载误差。在温度场建立后,按每次一个的速度增加温度计,同时观察校准器显示的变化、监测温度计温度。没有必要频繁地对新增的温度计进行测量,但应简单地对增加温度计的热负载进行模拟。在扰动之后,干式计量炉显示总会返回设置点温度。每增加一个负载,参考温度计读出装置将显示一个温度变化。取出显示稳定的温度计使这一过程逆转,以保证恢复到原温度。测量数据的例子如图8。采用这种方式,可以确定常见的温区负载误差,并且在不确定度计算中考虑相应的温区负载误差。

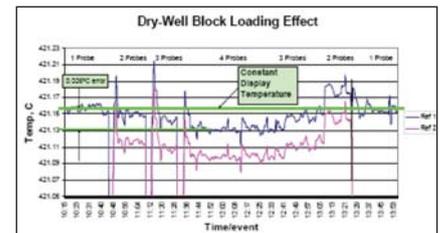


图8 利用参考探头(Ref 1)确定温区温度,同时在初始平均值处划线。逐渐增加的温度计提供热负载,最终温区温度变化趋向环境温度。校准器控制器始终显示原温度。

给温区添加二级参考(如图8中的“Ref 2”)可以提供用于测试负载对间接测量模式产生的影响的数据。对两条曲线进行计算得到的微分值,如图9所示。与直接校准模式相比,这种校准方式的变化较小。

温度迟滞

用于控制校准器温度的工业铂电阻温度计(IPRT)的应力变化,会使干式计量炉产生迟滞现象。尽管这种模式具有很好的可重复性,但它随当前温度循环的范围而变化。当校准器在最小和最大设置点温度间循环时,范围中点处的实际测量温度变化最大。误差方向取决于

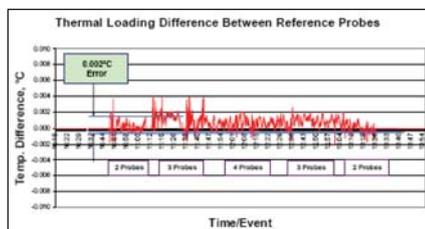


图9 对图8中R1和R2的数据变化之间的差异进行标准化并作图,表明热负载条件的间接模式下参考温度计和UUT之间的潜在改变。这些改变很小,大概在测量噪声的范围内。

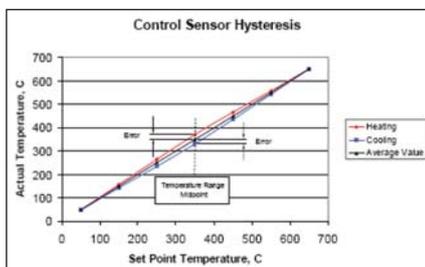


图10 当温度计在一定温度范围内上下循环时,干式计量炉会出现迟滞。控制传感器PRT器件的应力引起了此误差。最大误差出现在范围的中点处。

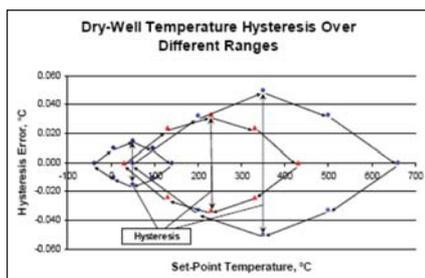


图 11 任意给定传感器的迟滞量级取决于温度偏移范围。偏移越小产生的迟滞越小。

设备处于升温过程还是降温过程。通常,IPRT阻值在升温过程中较低,而在降温过程中较高。当IPRT安装在干式计量炉中,作温度控制传感器使用时,控制器将其探测值颠倒,设置点温度在升温过程中较高,在降温过程较低。在范围中点处最小和最大温度差异为零到十分之一摄氏度。IPRT的设计差异或甚至是相同设计的不同元件都对中点处的迟滞误差产生影响。干式计量炉的量化迟滞误差将计入仪器偏移范围中点处的参考温度计测得的最小温度和最大温度之间的差异中。(如图10所示)。

通过对无迟滞参考温度计在校准器最大温度和最小温度间的多次循环值进

行记录,可以对迟滞情况进行测量。注意越小的偏移范围造成的误差越小。实际上可能存在一个几乎没有迟滞现象偏移范围 [3] [4](如图11)。

插入误差

温度计的插入误差是护杆散热引起的(散热效应)。温度计的护杆是温度计探头上位于传感器和导线之间的部分。当传感器热流沿温度计的护杆到达周围环境时,便产生了散热效应。如果传感器插入等温区内足够深,以至于传感器上方的一部分护杆与温区温度相同,那么便没有热流通过传感器。当这样的情况发生在参考温度计和UUT之间时,它们会达到相同的平衡温度。

散热效应是温度计的特性,而不是校准器的特性,而插入深度则是校准器的特性。理想的情况是,所有温度计都在温区内部插入深度都足够深,从而散热效应可以忽略不计。然后问题的关键是让参考温度计和UUT有足够的插入深度,以克服这一问题。

为了确定散热效应影响是否明显,应当采用同样的温度源。如果对某个校准器进行轴向梯度测量,发现其满足需求,那么可以将其用于散热效应测量。如果校准器有明显的轴向梯度,将很难区分轴向梯度影响和散热效应的影响。显著的温度梯度导致测量结果无效。

简单的散热效应测试与轴向梯度测试相同。使用适当的读出装置对参考温度计和测试温度计进行监测。这两个温度计被置于尺寸合适的井内。校准器设置为所需温度,同时温度计达到平衡。注意温度值的差异,被测温度计上升10mm,并达到平衡。再次注意两个传感器之间的差异,并对两个差异进行评估。温度变化趋于周围环境,通常是散热效应引起的。没有明显的变化表明散热效应很小。

图12绘制了无梯度校准器中不同温度计的插入曲线。如果参考温度计和测试温度计构造相同,而热量损耗/增益也相同,那么可以减少散热效应。

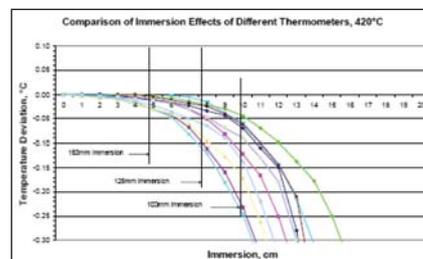


图12 此图显示了在无梯度温区中若干探头以1cm间隔测量的插入曲线。0cm位置的井深是20cm。所有曲线都趋于环境温度,说明发生了散热效应。这里显示了一些常见的校准器插入深度。对特定深度的不同探头的显示温度进行比较,能够说明它们之间的散热效应。

不确定度计算

为了估算使用校准器的校准过程中的不确定度,首先必须对所有误差极限进行量化。校准器中的每一温度测量过程都应该建立在可量化的范围或不确定度范围之内。

根据校准中所使用仪器的应用和用法,对仪器的个体不确定度源进行统计集合就是不确定度计算。下面提供了两个例子。第一个例子适用于校准器的直接模式(也就是采用干井的显示温度作为参考温度);第二个例子适用于间接模式,采用了外部校准参考温度计和读出装置。

下面为普通的干井校准器建立了一个不确定度清单。根据所用干式计量炉的具体模式不同,有些项不一定适用于所有情形。对例子中各项的适用模式进行了说明。为每一类型选择了概率分布。根据分布类型和 k 因子的不同,还应用了不同的除数。假设各不确定度均不相关,在表格底部对所列出的不确定度,按照方和根的方法进行了计算。例子选取了200°C时,40mm测量区域内典型不确定度。为便于计算,对这些例子中的一些不确定度进行了组合。为方便起见,根据数据假设选取了相应的概率分布。用户应采用自己的概率分部估算。

不确定度应用描述

参考的电子测量装置:根据制造商提供的技术指标和使用方法,已经确定

了用于测量和显示温度的电子设备的
不确定度： $\pm 0.012^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)，其中包括温
度计的自加热。这适用于间接模式而不
适用于直接模式。

参考温度计：作为校准参考的电阻
温度计 (SPRT) 的校准在 200°C 时的扩展
不确定度： $\pm 0.010^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)。这适用于
间接模式，不适用于直接模式。

参考温度计长期漂移：例子中的
SPRT 漂移指标为： $\pm 0.010^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)。这
适用于间接模式，不适用于直接模式。

干式计量炉准确度：制造商规定的
总准确度为： $\pm 0.300^{\circ}\text{C}$ 。这适用于直接
模式，不适用于间接模式。

干式计量炉长期漂移：校准记录显
示仪器的长期偏移在 $\pm 0.100^{\circ}\text{C}$ 内。这适
用于直接模式，不适用于间接模式。

轴向均匀性：测量区域的误差范围
是 0.300°C ，峰值： $\pm 0.150^{\circ}\text{C}$ 。对于间接
模式，增加的梯度不确定度为： ± 0.070 ，
(来自 SPRT)。

径向均匀性：校准设置点的井间最
大差异估算为 0.140°C ，峰值为 ± 0.070
 $^{\circ}\text{C}$ 。对于间接测量模式，增加 $\pm 0.070^{\circ}\text{C}$
的径向梯度不确定度 (对 SPRT)，已经
对其长度和位置进行了评估。

显示分辨率：干式计量炉的温度指
示器分辨率为 0.01°C ，产生的温度分辨率
极限为 $\pm 0.005^{\circ}\text{C}$ 。

温度稳定度：在 30 分钟内，干式
计量炉在设置温度下的温度稳定度约
 $\pm 0.030^{\circ}\text{C}$ (采用 2σ 方法)

热负载：直接校准模式下，干式计
量炉热负载的最大影响是 0.200°C 或
 $\pm 0.100^{\circ}\text{C}$ 。间接模式为 $\pm 0.002^{\circ}\text{C}$ 。

迟滞：加热循环和制冷循环产生的
最大温度误差估计在 0.050°C 或 ± 0.025
 $^{\circ}\text{C}$ 内。

散热效应或插入误差：处于特定插
入深度的温度计的散热效应约为 0.050°C 。

下列表格显示了，直接模式和间接
模式下，合成标准不确定度和合成扩展
不确定度的计算。

直接测量的例子：

不确定度来源	概率分布	不确定度 $\pm^{\circ}\text{C}$	除数	影响 $\pm^{\circ}\text{C}$
电子测量器件	正态分布	0.012	2	NA
参考温度计 (SPRT)	正态分布	0.010	2	NA
长期偏移 SPRT	正态分布	0.010	2	NA
干井准确度	矩形分布	0.300	$\sqrt{3}$	0.173
干井长期偏移	正态分布	0.100	2	0.050
轴向均匀性	矩形分布	0.150	$\sqrt{3}$	0.087
径向均匀性	矩形分布	0.070	$\sqrt{3}$	0.040
显示器分辨率	矩形分布	0.005	$\sqrt{3}$	0.003
温度稳定度	正态分布	0.030	2	0.015
热负载 (直接)	矩形分布	0.100	$\sqrt{3}$	0.058
迟滞	矩形分布	0.025	$\sqrt{3}$	0.014
散热效应	斜线分布	0.050	1	0.050
合成标准不确定度： $\pm^{\circ}\text{C}$ ($k=1$)		0.219		
合成扩展不确定度： $\pm^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)		0.438		

间接测量的例子：

不确定度来源	概率分布	不确定度 $\pm^{\circ}\text{C}$	除数	影响 $\pm^{\circ}\text{C}$
电子测量	正态分布	0.012	2	0.006
参考温度计 (SPRT)	正态分布	0.010	2	0.005
SPRT, 长期漂移	正态分布	0.010	2	0.005
校准器准确度	矩形分布	0.300	$\sqrt{3}$	NA
干井长期偏移	正态分布	0.100	2	NA
轴向均匀性	矩形分布	0.150	$\sqrt{3}$	0.087
轴向均匀性 (SPRT*)	矩形分布	0.070	$\sqrt{3}$	0.040
径向均匀性	矩形分布	0.070	$\sqrt{3}$	0.040
径向均匀性 (SPRT*)	矩形分布	0.070	$\sqrt{3}$	0.040
指示器分辨率	矩形分布	0.005	$\sqrt{3}$	NA
温度稳定度	正态分布	0.030	2	0.015
热负载 (间接)	矩形分布	0.002	$\sqrt{3}$	0.001
迟滞	矩形分布	0.025	$\sqrt{3}$	NA
散热效应	斜线分布	0.050	1	0.050
合成标准不确定度： $\pm^{\circ}\text{C}$ ($k=1$)		0.123		
合成扩展不确定度： $\pm^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)		0.247		

注意：*轴向不确定度和径向不确定度应已计入 SPRT 间接模式的例子中。此不确定度在校准器直接模式下被计入干井准确度的不确定度。

结论

所有干式计量炉的一些固有特性，
会造成温度校准过程的不准确。利用本
文提供的技术，能够以不确定度的方式
来估算这种不准确性。校准器的不同使
用模式也会对不准确度产生影响。然后
对这些不确定度进行合成，即为给定干
式计量炉内温度计的校准提供了总不确
定度。

参考文献

- [1] EA Guidelines on the Calibration of Temperature Block Calibrators, 2000, EA Publication Reference, EA 10/13.
- [2] Mingjian Zhao, Hart Scientific Internal Technical Report on Improvements of Use of Dry-Well Block Calibrators.
- [3] D.J. Curtis, Temperature, Its Measurement and Control in Science and Industry (American Institute of Physics, New York), 1982, Vol.5, p. 803.
- [4] J.V. Nicolas and D.R. White, Traceable Temperatures; An Introduction to Temperature Measurement and Calibration, New York: John Wiley & Sons, 1994, pp. 173

附录二—应用文章：最新工业铂电阻检定规程，标准水银温度计检定规程解读

2010年9月6日，新的JJG229-2010工业铂、铜热电阻检定规程正式公布，同时，新的JJG161-2010标准水银温度计检定规程也正式公布。这两个规程于2011年3月6日开始正式实施。

这两个新的检定规程和旧的规程相比有哪些变化，对我们的检定工作究竟有哪些实际的影响，下面的文章将对此做一个简单的介绍和分析。

一、新规程变化的要点

首先说一下新的JJG229-2010工业铂铜热电阻检定规程。新的规程和旧的规程相比，主要有下面的几点变化。



第一，等级的划分。

旧版规程中只有A、B两个等级的工业铂电阻。A级的允差是±(0.15+0.002|t|)℃。随着工业的发展，对温度测量的准确度要求有了提高。因此在新的规程里，在A级前面增加了AA级工业铂电阻，允差是±(0.1+0.0017|t|)℃。

热电阻名称		分度号	0℃时标称电阻值 (Ω)	E _t (℃)
铂热电阻	A级	Pt10	10	±(0.15+0.002 t)
		Pt100	100	
	B级	Pt10	10	±(0.30+0.005 t)
		Pt100	100	
铜热电阻		Cu50	50	±(0.30+0.006 t)
		Cu100	100	

JJG229-1998版

热电阻类型	允差等级	有效测量范围/℃		允差值
		线型元件	膜式元件	
PRT	AA	-50~+250	0~+150	±(0.100℃+0.0017 t)
	A	-100~+450	-30~+300	±(0.150℃+0.002 t)
	B	-196~+600	-50~+500	±(0.30℃+0.005 t)
	C	-196~+600	-50~+600	±(0.6℃+0.010 t)
CRT	—	-50~+150	—	±(0.30℃+0.006 t)

注：1. 在400℃到850℃范围的允差由制造商在技术条件中确定。
2. |t|为温度的绝对值，单位为℃。

JJG229-2010版

第二，水三相点值的测量。

对于工业铂电阻的检定，旧的规程规定使用二等标准铂电阻作为标准器来检定A级和B级工业铂电阻，二等标准铂

电阻只要送检，符合要求即可，在误差计算中直接使用证书上提供的水三相点值。而在新的规程中，这一点做了很大的修改。作为标准器的二等铂电阻除了需要送检合格之外，在检定工业铂电阻之前，用户必须实测二等铂电阻的水三相点值，而这个实测值要参与最后的数据计算。

$$\Delta R_t = \left(\frac{R_{t0}^* - W_t}{R_{t0}^*} \right) (dW_t/dt)_{t=0} \quad (1)$$

式中：R_t、R_{t0}^{*}——标准铂电阻在冰点槽和水三相点测得的电阻值，Ω；W_t = R_{t0}^{*}；W_{t0}，(dW_t/dt)_{t=0}——标准铂电阻0℃时的电阻值和电阻值对温度的变化率。

注：检定AA级热电阻时，R_{t0}^{*}的电阻值必须在三相点池中用铂电阻器重新测量，有利于改善测量不确定度（检定A级热电阻时如果使用0.02级的测量仪器，必须重新R_{t0}^{*}才能满足测量不确定度的要求）。检定其他等级的热电阻时如果对该电阻值没有异议，可直接从标准铂电阻的检定证书中获得。

JJG229-2010 规程第7页

第三，这个新的要求只涉及AA级和A级（使用0.02级测温仪表）铂电阻的检定，而B和C不适用。所以对于只检定B和C级铂电阻的用户，新的规程没有什么影响。

第四，测温仪表的指标。

由于需要在用户计量实验室直接测量二等铂电阻的水三相点值，同时AA级铂电阻的准确度要求也比较高。因此要求测温仪的准确度更高。

按照规程的要求，A级和AA级要使用0.005级及以上测温仪，也就是50ppm！由于实际测量的是电阻值，因此应该理解为电阻的测量准确度。目前很多用户使用的是通用六位半和七位半台式数字表。这些数字表给出的最佳准确度实际上是直流电压的测量准确度，而其电阻准确度往往会大于这个值。例如市面上常见的六位半数字表，虽然其直流电压准确度可高达24ppm，但是其一年期的电阻准确度却只有100ppm。显然不满足规程的要求。对于市面上常见的七位半数字表，其一年期的电阻准确度指标为56ppm读数+7ppm量程，也同样不能满足规程0.005级（也就是50ppm）的要求。因此必须要选择准确度等级更高的电测仪器。

A级及以上用0.005级及以上等级
B级及以下用0.02级及以上等级
测量范围应与标准铂电阻、被检热电阻的电阻值范围相适应
保证标准器和被检热电阻的分辨力换算成温度后不低于0.001℃
如测量Pt100的分辨力不低于0.1mΩ

JJG229-2010规程第4页

第五，结果的计算和评价。

1998年版工业铂电阻规程中，对于R₀和R₁₀₀的计算，大量使用了电阻相对于温度的微分值，如dR/dt，算法显得繁琐。2010版中，使用电阻比W值来描述，公式更加准确和简单。用户可以直接从二等铂电阻的检定证书中插到W₀和W₁₀₀的值，计算更加方便。这里值得一提的是，公式的修改给部分用户造成迷惑，以为计算方法变了，计算结果也不同了。实际上，虽然计算公式的形式上有所改变，但前后两版的公式实际上是可以互相推导出来的，计算得到的结果是相同的。

在对计算结果的评价上，对于α值的评价，以前只给出范围，新规程给出了与0度相关的计算公式。

接下来，我们再来看一下，水银温度计规程的一些修改

第一，等级合并，统一标准。

JJG161-2010标准水银温度计检定规程替代了原有的一等和二等标准水银温度计规程，将二者合为一体，并进行了修订。在旧的规程中，标准水银温度计分为一等标准和二等标准，而在新的规程中，取消了一等和二等的划分，合并称为标准水银温度计。检定标准器统一为二等标准铂电阻温度计。



原一等标准水银温度计及二等标准水银温度计分级取消，合并为标准水银温度计。

JJG161-2010 规程第1页

设备名称	技术规格	用途
标准器	二等标准铂电阻温度计	检定铂电阻

JJG161-2010 规程第4页

第二，电测设备准确度的要求有所提高。

对于电测仪器测量相对误差的要求从原版规程的1×10⁻⁴提高到3×10⁻⁵，也就是30ppm，因为电测设备是用来检测二等标准铂电阻的水三相点值，因此同样

要理解成电阻测量的准确度。

设备名称	技术标准	用途
标准器	二等铂电阻温度计	检定用标准器
电阻设备	相对误差 $\leq 3 \times 10^{-4}$	标准铂电阻温度计配套测量显示仪器

JJG161-2010 规程第 4 页

第三,测量标准铂电阻的水三相点值新版水银温度计规程要求必须配备水三相点测量装置观察标准铂电阻的 R_{tp} 值,并且要求用新测得的 R_{tp} 计算实际温度。

7.3.4 检定注意事项
7.3.4.1 标准铂电阻温度计插入测温槽内的高度应不小于 250 mm。通过标准铂电阻温度计的电流应为 1 mA。必须经常测量标准铂电阻温度计在水三相点的电阻值 R_{tp} ，用新测得的 R_{tp} 计算实际温度。

JJG161-2010 规程第 5 页

二、新规程对用户,对设备和仪表产生的影响

关于下面的内容,是我们基于对规程的理解进行的说明和建议。

第一,遇到的首要问题就是如果希望检定 AA 级以及 A 级工业铂电阻,首要的条件就是需要有水三相点,需要现场检测二等铂电阻的水三相点值。该数值要参与接下来的误差计算。因此现在没有水三相点设备的计量单位,今后就不能检定 AA 级和 A 级工业铂电阻了。

第二,由于要测试二等铂电阻标准器的水三相点值,这两个规程对电测仪器的准确度要求要比以前要高很多。除了准确度要求之外,工业铂电阻规程中还对测温仪表的量程分辨率做出了要求。首先,在量程上要求测量范围应与标准铂电阻、被检热电阻的电阻值范围相适应。通常测温用的电阻量程为 0~400 Ω ,而一般数字表的量程,在 200 Ω 以上,就是 2k Ω 或 1k Ω ,与测

A 级及以上用 0.005 级及以上等级
B 级及以下用 0.02 级及以上等级
测量范围应与标准铂电阻、被检热电阻的电阻值范围相适应
保证标准器和被检热电阻的分辨率换算成温度后不低于 0.001 $^{\circ}\text{C}$
如测量 Pt100 的分辨率不低于 0.1 m Ω

JJG229-2010 规程第 4 页

后不低于 0.001 $^{\circ}\text{C}$ 。这里分别以 Pt100 的温度计和 25 Ω 的标准铂电阻温度计为例分析一下其电阻分辨率的要求:

对于 Pt100 型铂电阻,其电阻随温度

的变化率约为 0.4 $\Omega/^{\circ}\text{C}$,则 0.001 $^{\circ}\text{C}$ 对应的电阻值约为:

$$0.001^{\circ}\text{C} \times 0.4\Omega/^{\circ}\text{C} = 0.4\text{m}\Omega$$

对于 25 Ω 的标准铂电阻温度计,其电阻随温度的变化率约为 0.1 $\Omega/^{\circ}\text{C}$,则 0.001 $^{\circ}\text{C}$ 对应的电阻值约为:

$$0.001^{\circ}\text{C} \times 0.1\Omega/^{\circ}\text{C} = 0.1\text{m}\Omega$$

所以,应该理解为检定 Pt100 型铂电阻时,电测仪表的电阻分辨率能达到为 0.1m Ω ,而不是 Pt100 型铂电阻 0.001 $^{\circ}\text{C}$ 对应 0.1m Ω 。

在这里,我们必须特别小心的是,如果使用数字表,要分辨到 0.1m Ω 的电阻值,则必须要使用七位半以上的表。但是,分辨率达到七位半,不代表其电阻测量准确度能达到 0.005 级(即 50ppm)的水平。所以,评价测温仪表是否满足要求的核心,必须要看其对应电阻量程的一年期电阻准确度指标。

第三,对于水银温度计,由于取消了一等和二等的划分,就必须全部使用二等标准铂电阻作为标准器来对水银温度计进行检定,而二等铂电阻的水三相点值同样需要实测并参与最后的误差计算,因此,检定标准水银温度计同样需要水三相点。新规程对电测仪表准确度的要求是 30ppm,这显然也是指电阻测量的准确度,这个指标相比检定 AA 级工业铂电阻的要求还要高。

设备名称	技术标准	用途
标准器	二等铂电阻温度计	检定用标准器
电阻设备	相对误差 $\leq 3 \times 10^{-4}$	标准铂电阻温度计配套测量显示仪器
测量范围	温度均匀性	温度波动性
-60 $^{\circ}\text{C}$ ~ 5 $^{\circ}\text{C}$	(10 分钟)	0.025 $^{\circ}\text{C}$
5 $^{\circ}\text{C}$ ~ 95 $^{\circ}\text{C}$	0.030 $^{\circ}\text{C}$	0.020 $^{\circ}\text{C}$
90 $^{\circ}\text{C}$ ~ 300 $^{\circ}\text{C}$		0.025 $^{\circ}\text{C}$
水三相点	扩展不确定度优于 0.001 $^{\circ}\text{C}$ (k=2)	检定标准水银温度计及测量标准铂电阻温度计水三相点电阻值

JJG161-2010 规程第 4 页

基于规程中的这些要求,目前市场上的六位半、七位半台式数字表都无法满足要求。因此用户需要更新测温仪器。测温的仪器无非就是两个选择,一个是八位半的数字表,例如福禄克的 8508A。另外就是专业的测温仪,例如福禄克的 1595/94,1560,1529 等。

综上所述,如果用户希望建标,建立可以检定 AA 级, A 级工业铂电阻和标准

水银温度计的标准,不可避免的就是购置水三相点和升级测温仪。除非自己的计量实验室已经有了满足新规程要求的设备和仪表。

三、设备仪表选型的注意事项

下面谈一下水三相点和测温仪的选择,以便让不了解这些设备和仪表的新用户了解有关的注意事项。

先说水三相点。

水三相点通常是由两部分组成,水三相点瓶,以及保存装置瓶子是用来冻制水三相点,冻制好了以后放入保存装置保存。

从体积来说,水三相点分为大型和小型之分。大型水三相点插入深度深,保存的时间相对长,主要用于一等铂电阻和二等铂电阻的检定。通常体积大,只能在实验室使用,价格相对比较贵。小型的水三相点体积小,瓶子也相对小,保存时间短,使用方便,可以带到现场使用,价格相对便宜。



关于水三相点的制作过程可以有手动和自动。手动就是将液氮或干冰慢慢一点一点的倒入瓶子中心孔,逐步的由下至上的冻制。冻制过程中,需要在瓶子中产生冰,但是冰又不能膨胀至瓶子的壁,否则可能会由于冰体的膨胀导致瓶子爆裂。因此手工冻制的过程还是相对麻烦的。自动的冻制是将水三相点瓶放到零下 5 度左右的温度冷冻,然后通过扰动使瓶子中产生冰水混合物。一般小型的水三相点使用自动的冻制过程,例如福禄克的小型水三相点。而大型水三相点由于瓶子体积太大,从冻制器中取出摇动时容易造成瓶子的破损。

下面说一下保存装置。水三相点瓶冻制好以后,需要放到一个略低于零度的环境进行保存。一些用户使用冰水混合物放置在保温瓶中作为水三相点瓶的保存装置。这种做法简单,但是保存的时间很短,而且很难随时确认水三相点瓶中的状

态是否已经融化了。由于温度的测量需要一段时间,因此保存装置需要确保三相点瓶在一段时间内是在三相点的状态。对于大型水三相点,在冻制以后需要等到24小时以后,三相点瓶的温度平衡以后才能够测量。因此,大型三相点瓶都是需要恒温槽进行保存的。例如福禄克的大型水三相点可以保存的时间长达一个月。即使是小型水三相点,由于测量的工作比较慢,也需要相对长的保存时间。福禄克小型水三相点的典型保存时间是6至8小时。足够满足一天工作的需要。

接下来说一下测温仪的选择。根据新的规程,目前市场上的六位半数字表,甚至七位半的数字表,其电阻的测量准确度都不能满足新规程的要求。而只能重新考虑测温仪表。同时不少用户也借此机会更新一下他们的测温仪表。

关于测温仪表总体有三种选择:

一是继续选择通用型的数字表。由于新规程的要求比较高,因此可以选择的数字表最好是在八位半的台式表,例如福禄克的8508A。这个表除了精度高,足以满足新规程的要求,同时该数字表还内置了很多专门用于铂电阻温度测试的功能。但是该数字表的价格相对比较贵。



二是选择专用的测温仪,例如福禄克的1595/94, 1529, 1560等。这些仪表是专门为温度测量所设计,准确度,显示,测量的数据要求等都完全满足规程的要求。这些仪表之间的主要区别就是通道数量的多少,是否有数据存储,曲线绘制等。



三是选择准确度更高的测温仪表,包括电桥和最新的超级测温仪。这类的仪表通常都超出了新规程的需要。对于电桥而言,价格昂贵的高精度测温电桥可以支持二等以及一等铂电阻测温的要求。但电桥价格相对昂贵,操作复杂,测量的速度很慢。对于这次新规程的要求,并非性能价格比最好的选择。福禄克的超级测温仪采用了最新一代的测温技术,其测温的准确度几乎和电桥相当。但是其操作简单,测量速度快,其性能价格比更高。



四、推荐的几种方案

针对最新的规程,我们特别定制了几个方案,可以供不同的用户根据自己的工作性质,工作量以及经费进行选择。

水三相点瓶	保存装置	测温仪
5901B-G	9210	1529
5901B-G	9210	1560 配合 2560 模块
5901B-G	9210	1594



以上三种方案均采用小型水三相点瓶,其特点是自动冻制,随用随冻,且插入深度足够,测温仪表携带方便,可以在现场检定。

如果需要更高的准确度,可以选择大型水三相点瓶和相应的保存装置,测温仪可以选择1594/1595 超级电阻测温仪。



附录三——产品型号速查表

1502A 便携式测温仪 (铂电阻)	57	2568 堆栈式测温仪高阻 PRT 多路扫描模块	50	525B 温度/压力校准器	65
1504 便携式测温仪 (热敏电阻)	57	2607 温湿度记录仪备用传感器保护套	64	5606 工业级温度传感器	61
1523 手持式参考测温仪 (单通道)	58	2620A 通用温度巡检仪	52	5607 工业级温度传感器	61
1524 手持式参考测温仪 (双通道)	58	2625A 通用温度巡检仪	52	5608-9 二等参考 PRT	16
1529 便携式测温仪 (通用传感器)	56	2626-H 温湿度记录仪高准确度备用传感器	64	5608-12 二等参考 PRT	16
1551A 棒式标准温度计	21	2626-S 温湿度记录仪标准准确度备用传感器	64	5609-500 二等标准 PRT	16,69
1552A 棒式标准温度计	21	2627-H 温湿度记录仪高准确度备用传感器套件	64	5609-12 二等标准 PRT	16
1560 堆栈式温度巡检系统	49,67,68,69	2627-S 温湿度记录仪标准准确度备用传感器套件	64	5609-15 二等标准 PRT	16
1594 超级精密电阻测温仪	47	2628 温湿度记录仪 7.6 米传感器延长线	64	5609-20 二等标准 PRT	16
1595 超级精密电阻测温仪	47	2629 温湿度记录仪 15.2 米传感器延长线	64	5609-300 二等标准 PRT	16
1620A 温湿度记录仪	62	2633-RF 温湿度记录仪无线选件	64	5609-400 二等标准 PRT	16
1620A-S 温湿度记录仪 (标准型)	64	2633-USB 温湿度记录仪无线调制解调器, USB 转无线	64	5609-9BND 二等标准 PRT	16
1621A-S 温湿度记录仪 (标准型)	64	2633-232 温湿度记录仪无线调制解调器, RS-232 转无线	64	5610-6 热敏电阻探头	19
1622A-S 温湿度记录仪 (标准型)	64	2635A 通用温度巡检仪	52	5610-9 热敏电阻探头	19
1620A-H 温湿度记录仪 (高精度型)	64	2640A 通用温度巡检仪	53	5611A-11 热敏电阻探头	19
1621A-H 温湿度记录仪 (高精度型)	64	2645A 通用温度巡检仪	53	5611T 热敏电阻探头	19
1622A-H 温湿度记录仪 (高精度型)	64	2680A 通用温度巡检仪	54	5615-6 二等参考 PRT	16
1922-4-R 铂电阻校准服务	16	2686A 通用温度巡检仪	54	5615-9 二等参考 PRT	16
1923-4-7 铂电阻校准服务	16	2940 固定点瓶容器	11	5615-12 二等参考 PRT	16
1924-4-7 铂电阻校准服务	16	3112A-3 热偶检定炉大孔插块	67,69	5616-12 二等参考 PRT	16
2019 液位提升器	23	3125 表面温度校准器	42	5618B-12 小直径 PRT 探头	60
2069 8 倍读数望远镜	25,29	3560 扩展通讯模块	50	5618B-6 小直径 PRT 探头	60
2127 氧化铝插块	11	4180 大平面面源	43	5618B-9 小直径 PRT 探头	60
2361 1620A 温湿度记录仪备用电源	64	4181 大平面面源	43	5622-05 快速响应 PRT	60
2380X 堆栈式测温仪小型热电偶接插件	69	5001 盐槽用盐	31	5622-10 快速响应 PRT	60
2381U 堆栈式测温仪 U 型热电偶接插件	67,68,69	5010 硅油	31	5622-16 快速响应 PRT	60
2381E 堆栈式测温仪 E 型热电偶接插件	67,68,69	5011 矿物油	31	5622-32 快速响应 PRT	60
2381K 堆栈式测温仪 K 型热电偶接插件	67,68,69	5012 硅油	31,69	5623B-6 高精度 PRT	60
2381-R/S 堆栈式测温仪 S 型热电偶接插件	67,68,69	5013 硅油	31	5624-20 高温 PRT	19
2382 堆栈式测温仪铂电阻/热敏电阻接插件	67,68,69	5014 硅油	31	5626-12 二等标准 PRT	16
2560 堆栈式测温仪 SPRT 模块	50,69	5017 硅油	31,69	5626-15 二等标准 PRT	16
2561 堆栈式测温仪高温 SPRT 模块	50	5019 低温槽介质	31	5626-20 二等标准 PRT	16,69
2562 堆栈式测温仪 PRT 多路扫描模块	50,67,68	5020 低温槽介质	31	5627A-12 二等参考 PRT	60
2563 堆栈式测温仪标准热敏电阻模块	50	5022 低温槽介质	31	5627A-6 二等参考 PRT	60
2564 堆栈式测温仪热敏电阻多路扫描模块	50	5023 低温槽介质	31	5627A-9 二等参考 PRT	60
2565 堆栈式测温仪精密热电偶模块	50,69			5628-12 二等标准 PRT	16
2566 堆栈式测温仪热电偶多路扫描模块	50,67,68,69			5628-15 二等标准 PRT	16
2567 堆栈式测温仪精密高阻 PRT 模块	50			5628-20 二等标准 PRT	16,69
				5640 标准热敏电阻	19
				5641 标准热敏电阻	19
				5642 标准热敏电阻	19
				5643 标准热敏电阻	19
				5644 标准热敏电阻	19
				5649-20C R 型标准热电偶	19

5649-20 R 型标准热电偶	19	5945 小型金属封装锡点瓶	12	9009 工业双体干井炉	40
5649-25C R 型标准热电偶	19	5946 小型金属封装锌点瓶	12	9011 高精度双体干井炉	40
5649-25 R 型标准热电偶	19	5947 小型金属封装铝点瓶	12	9100S 手持式干井炉	39
5650-20C S 型标准热电偶	19	6020 标准恒温槽 (40 °C - 300 °C, 27L) ...	28	9101 冰点干井炉	40
5650-20 S 型标准热电偶	19	6022 标准恒温槽 (40 °C - 300 °C, 42L) ...	28	9102S 手持式干井炉	38
5650-25C S 型标准热电偶	19,69	6024 标准恒温槽 (40 °C - 300 °C, 42L) ...	28	9103 干井炉	40
5665 二等参考热敏电阻	19	6050H 标准盐槽 (180 °C - 550 °C)	28	9112B-25 卧式热偶检定炉	67,68,69
5681 一等标准 PRT	17	6054 中温深井恒温槽	28	9112B-WGQK 热电偶自动检定系统	69
5683 一等标准 PRT	17	6055 高温深井恒温槽	28	9114 固定点保存装置	11
5684 高温一等 PRT	17	6102 微型恒温槽 (35 °C - 200 °C)	28	9115A 固定点保存装置	11
5685 高温一等 PRT	17	6330 台式恒温槽 (35 °C - 300 °C)	28	9116A 固定点保存装置	11
5686 小套管超稳定标准 PRT	17	6331 深井台式恒温槽 (40 °C - 300 °C)	28,67,68,69	9117 退火炉	18
5695 小套管超稳定标准 PRT	17	6331-WGQK 标准型热电偶热电阻自动检定系统	67	9132 便携式红外温度校准器 (50-500 °C) ...	45
5698 一等标准 PRT	17	6331-WGQL 经济型热电偶热电阻自动检定系统	68	9133 便携式红外温度校准器 (-30 - 150 °C)	45
5699 金属套管一等标准 PRT	17	7007 低温深井恒温槽 (-5 °C - 110 °C) ...	24	9140 干井炉	40
5900E 金属封装汞点瓶	7	7008 大容量标准恒温槽 (-5 °C - 110 °C) ..	24,26	9141 干井炉	40
5901A-G 玻璃水三相点瓶	9	7009 大容积电阻恒温槽 (0 °C - 50 °C) ..	26	9142-X 多功能计量炉 (-25 °C - 150 °C) 37	
5901A-Q 石英水三相点瓶	9	7011 标准恒温槽 (-10 °C - 110 °C)	24	9142-X-P 多功能计量炉 (带过程选项) 37	
5901B-G 玻璃小型水三相点瓶	9,12	7012 标准深井恒温槽 (-10 °C - 110 °C) ...	24	9142-CASE 计量炉便携箱	38
5901C-G 玻璃水三相点瓶	9	7012 水三相点保存装置	24	9142-INSA 计量炉插块	38
5901C-Q 石英水三相点瓶	9	7015 电阻恒温槽 (0 °C - 50 °C)	26	9142-INSB 计量炉插块	38
5901D-G 玻璃水三相点瓶	9	7037 标准恒温槽 (-40 °C - 110 °C)	24	9142-INSC 计量炉插块	38
5901D-Q 石英水三相点瓶	9	7040 标准恒温槽 (-40 °C - 110 °C)	24	9142-INSD 计量炉插块	38
5904 传统石英钢点瓶	7	7060 标准恒温槽 (-60 °C - 110 °C)	24	9142-INSE 计量炉插块	38
5905 传统石英锡点瓶	7	7080 标准恒温槽 (-80 °C - 110 °C)	24	9142-INSF 计量炉插块	38
5906 传统石英锌点瓶	7	7100 标准恒温槽 (-100 °C - 110 °C)	24	9142-INSZ 计量炉插块	38
5907 传统石英铝点瓶	7	7102 微型恒温槽 (-5 °C - 125 °C)	26	9142-INSY 计量炉定制插块	38
5908 传统石英银点瓶	7	7103 微型恒温槽 (-30 °C - 125 °C)	26	9143-X 多功能计量炉 (33 °C - 350 °C) ...	37
5909 传统石英铜点瓶	7	7108 电阻恒温槽 (20 °C - 30 °C)	26	9143-X-P 多功能计量炉 (带过程选项) 37	
5914A 小型石英钢点瓶	12	7196-4 4 孔液氮比较器	9	9143-INSA 计量炉插块	38
5915A 小型石英锡点瓶	12	7196-13 13 孔液氮比较器	9	9143-INSB 计量炉插块	38
5916A 小型石英锌点瓶	12	7312 大型水三相点保存装置	10	9143-INSC 计量炉插块	38
5917A 小型石英铝点瓶	12	7320 台式恒温槽 (-20 °C - 150 °C)	24	9143-INSD 计量炉插块	38
5918A 小型石英银点瓶	12	7321 深井台式恒温槽 (-20 °C - 150 °C)	24,68,69	9143-INSE 计量炉插块	38
5919A 小型石英铜点瓶	12	7321-WGQL 经济型热电偶热电阻自动检定系统	68	9143-INSF 计量炉插块	38
5924 开口石英钢点瓶	7	7340 台式恒温槽 (-40 °C - 150 °C)	24	9143-INSZ 计量炉插块	38
5925 开口石英锡点瓶	7	7341 深井台式恒温槽 (-45 °C - 150 °C) ...	24	9143-INSY 计量炉定制插块	38
5926 开口石英锌点瓶	7	7380 台式恒温槽 (-80 °C - 100 °C)	24	9144-X 多功能计量炉 (50 °C - 660 °C) ..	37
5927A-L 开口石英铝点长瓶	7	7381 深井台式恒温槽 (-80 °C - 110 °C) ...	24	9144-X-P 多功能计量炉 (带过程选项) 37	
5927A-S 开口石英铝点短瓶	7			9144-INSA 计量炉插块	38
5928 开口石英银点瓶	7			9144-INSB 计量炉插块	38
5929 开口石英铜点瓶	7			9144-INSC 计量炉插块	38
5943 小型金属封装镓点瓶	7,12				
5944 小型金属封装钢点瓶	12				

9144-INSD 计量炉插块	38	9171-INSF 计量炉插块	35	9173-INSE 计量炉插块	35
9144-INSE 计量炉插块	38	9171-INSY 计量炉定制插块	35	9173-INSF 计量炉插块	35
9144-INSF 计量炉插块	38	9171-INSZ 计量炉插块	35	9173-INSY 计量炉定制插块	35
9144-INSY 计量炉定制插块	38	9171-X-256 高精度计量炉 (-30 °C - 155 °C)	34	9173-INSZ 计量炉插块	35
9150 热电偶干井炉	40	9171-X-R-256 高精度计量炉(-30 °C - 155 °C, 内置参考测温仪)	34	9173-X-256 高精度计量炉 (50 °C - 700 °C)	34
9170-CASE 917X 计量炉便携箱	35	9172-INSA 计量炉插块	35	9173-X-R-256 高精度计量炉(50 °C - 700 °C, 内置参考测温仪)	34
9170-INSA 计量炉插块	35	9172-INSB 计量炉插块	35	9210 小型水三相点复现保存装置	14
9170-INSB 计量炉插块	35	9172-INSC 计量炉插块	35	9230 镓点复现保存装置	14
9170-INSC 计量炉插块	35	9172-INSD 计量炉插块	35	9260 小型固定点复现保存装置	14
9170-INSD 计量炉插块	35	9172-INSE 计量炉插块	35	9328 1620A 温湿度记录仪便携箱	64
9170-INSE 计量炉插块	35	9172-INSF 计量炉插块	35	9936A LogWare III 软件 (软件及 1 个许可证)	64
9170-INSF 计量炉插块	35	9172-INSY 计量炉定制插块	35	9936A-L1 LogWare III 软件 (1 个许可证)	64
9170-INSY 计量炉定制插块	35	9172-INSZ 计量炉插块	35	9936A-L5 LogWare III Software (5 个许可证)	64
9170-INSZ 计量炉插块	35	9172-X-256 高精度计量炉 (35 °C - 425 °C)	34	9936A-L10 LogWare III Software (10 个许可证)	64
9170-X-256 高精度计量炉 (-45 °C - 140 °C)	34	9172-X-R-256 高精度计量炉(35 °C - 425 °C, 内置参考测温仪)	34	9936A-LST LogWare III 软件 (站点许可)	64
9170-X-R-256 高精度计量炉(-45 °C - 140 °C, 内置参考测温仪)	34	9173-INSA 计量炉插块	35	9936A-UPG 9936A 软件升级包	64
9171-INSA 计量炉插块	35	9173-INSB 计量炉插块	35		
9171-INSB 计量炉插块	35	9173-INSC 计量炉插块	35		
9171-INSC 计量炉插块	35	9173-INSZ 计量炉插块	35		
9171-INSD 计量炉插块	35				
9171-INSE 计量炉插块	35				

注：该速查表仅供产品查询，有关产品具体订货号请咨询福禄克相关销售人员。