

# 1594A/1595A 超级测温电桥

**FLUKE**®

Calibration

全球公认的易用性  
值得信赖的准确度



# 独一无二的性价比

福禄克 1594A 和 1595A 超级测温电桥既具有复杂、昂贵传统电桥的准确度，同时又具有许多创新的特性，简化了测量过程。两者都非常适合用于 SPRT, PRT, 和热敏电阻的校准。对于基标准实验室来说，它们足够准确，对于二级实验室来说，又非常经济。您完全可以对您的测量充满信心。

## 电阻比测量或绝对电阻测量任您选择：

当您的目的是得到最高可能的准确度时，你最可能采用的方法是测量电阻比  $R_X/R_S$ 。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。

**例 1：**使用 1 支 25 欧 SPRT，参考电阻 25 欧，测量水三相点温度时，1595A 电阻比准确度为 0.06ppm ( $R_X/R_S$  约等于 1)。这是非常重要的，因为水三相点的测量不确定度会影响整个 ITS-90 温标范围内温度的测量。

**例 2：**直接比较法测量被测 SPRT，把一支校准过的 SPRT 当成是参考电阻  $R_S$ 。因为电阻比  $R_X/R_S$  在整个温度校准量程内都约等于 1，那么 1595A 对于总体测量不确定度的不确定度分量不超过 0.06ppm。考虑到其他可能的影响，总的测量不确定度可以达到零点几 mK 的级别。

尽管比例测量可以得到最准确的结果，但是它并不总是最方便的测量方法。使用温度受控的内部参考电阻，超级测温电桥可以将绝对电阻测量值转换成摄氏，华氏，开尔文或者是欧姆。每台超级测温电桥包括 1 欧，10 欧，25 欧，100 欧和 10 千欧的内部电阻，可以测量各种 PRT, RTD 和热敏电阻。

## 超级测温电桥特性一览

- 读取 SPRT, PRT, RTD 和热敏电阻 (0 到 500 k $\Omega$ )
- 准确度可达 0.06ppm (0.000015 $^{\circ}$ C)
- 比值自校准功能，验证和校准电阻比准确度
- 自动零功率测量功能计算温度传感器自热效应
- 内部温度受控的参考电阻
- 经校准的激励电流降低了仪器总体不确定度
- 前面板四通道输入可接被测传感器或外部参考
- 后面板两路专用的外部参考输入通道
- 待机电流消除了扫描通道切换时的瞬时影响



- 通道选择键可以一键打开或关闭测量模式
- 采样率高达一秒一次
- USB 数据存储和电脑 USB 接口控制
- 通过互联网远程数据查看和仪器控制
- 与 MET/TEMP II 自动校准软件以及 Logware II 多通道实时数据采集软件兼容



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，1594A/1595A 超级测温电桥内部的参考电阻被放置于一个温度为 30 度，稳定性为  $\pm 0.010^{\circ}\text{C}$  的恒温箱内。事实上，这些精密电阻保存的非常好，24 小时内电阻变化不超过 0.25ppm（相当于  $0.00006^{\circ}\text{C}$ ）。超级测温电桥使用 100 欧 PRT 时的 1 年绝对电阻准确度为 4ppm（相当于 0.001 度）。

在评定自热效应产生的不确定度时，测量电流准确度是很重要的。测量 25 欧或 100 欧 PRT 时，使用典型的激励电流，电流源准确度为 0.2%。

### 低测量噪声

测量噪声是由电子噪声和其他随机误差造成的，会影响测量准确度。新专利设计降低了测量噪声，并将超级测温电桥的干扰降低到空前水准。

两个同样的放大器/采样模块同时测量  $R_x$  和  $R_s$ 。电流反向后，将两次结果取平均，消除了杂散热电势带来的误差，恒流源不稳定性和电噪声。为了更大程度消除测量噪声，采用两路并行的放大器/采样模块。利用有源滤波器和无源滤波器来消除主要的电噪声和干扰。在一个典型的温度校准应用中，超级测温电桥的测量噪声可低至  $0.00002^{\circ}\text{C}$ 。在类似的测量参数条件下，超级测温电桥的噪声水平可以达到甚至超过传统的，昂贵得多的电阻电桥同样的水平。

### 空前的测量速度

超级测温电桥最快可以达到 1 秒 1 次的测量速度（最高精度的测量需 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，甚至可以评价传感器的热响应时间。当需要以最高等级准确度和最低等级噪声来测量固定点温度时，您可以改变测量时间来满足您的需求。

# 超级测温电桥，信心的保证

## 比率自校准特性一览

- 自动测试或校准超级测温电桥的电阻比率线性度，无需昂贵的外部设备
- 预先检测可能出现的设备故障
- 无需对操作者进行特殊培训
- 大约 30 分钟完成测试
- 扩展校准周期的间隔

## 利用比率自校准功能检验比率准确度

1594A 和 1595A 专利的“比率自校准”功能使您可以定期地，容易地测试准确度或者校准测量电路的电阻比率线性度，无需外部设备和特殊培训。超级测温电桥通过自动组合和切换内部电阻来组成电阻分压网络。用电阻分压器来替代  $R_x$  和  $R_s$ ，超级测温电桥可以完成 8 个电阻比的测试，可以计算出线性度误差并验证准确度。图 1 和图 2 是校准结果的报告。

现在你可以在三十分钟内，一键自动验证准确度和性能。尽管可能性不大，测量电路的缺陷也将自动检测和报告出来。通过一个密码保护的程序，您可以选择是否将校准程序生成的补偿值写入到超级测温电桥中。市场上没有其他温度测量仪器可以允许操作者验证并维持仪器的性能。

## 校准内部参考电阻，快速，简单

您可以用电阻校准功能来校准超级测温电桥的内部电阻。这个过程需要一个外部标准电阻，阻值与内部的待校准电阻接近。

超级测温电桥用一个易于使用的设置单元来帮助你完成校准。只需先指定校准哪个内部电阻，已校准过的标准电阻的阻值，标准电阻连接到哪个通道。超级测温电桥配置好激励电流，停止滤波器，将定时参数设置为“精密”，得到一致的结果。

一旦校准完成，超级测温电桥在屏幕上显示结果，并让你选择存储结果至 USB 存储卡。你也可以选择是否将内部参考电阻的校准参数保存，只需要按一个由密码保护的电阻调整功能按键即可完成。



VIEW REPORT				
RATIO CALIBRATION REPORT				
TEST	TOLERANCE (E-6)	ERROR (E-6)	% OF TOL	SE (E-6)
1	0.07	-0.02	31 %	0.008
2	0.07	0.00	3 %	0.009
3	0.25	0.04	16 %	0.033
4	0.25	0.06	24 %	0.033
5	0.25	0.02	8 %	0.042
6	0.25	-0.03	12 %	0.040
7	0.25	-0.09	36 %	0.041
8	0.21	-0.01	5 %	0.025

TEST TIME: 09:23:36  
TEST DATE: 2010-03-03

WRITE FILE    ADJUST PARAMETERS

图1. 比率自校准报告

ADJUST PARAMETERS		
UPDATE THE CALIBRATION PARAMETERS?		
PARAMETER	PREVIOUS	NEW
LINEARITY C1	-0.04	-2.23
LINEARITY C2	-0.03	-1.26
LINEARITY C3	0.09	-0.40
LINEARITY C4	0.00	0.00

YES    NO

图2. 比率自校准功能产生的线性度补偿值

# 用户界面简单易用，高性能，高效率

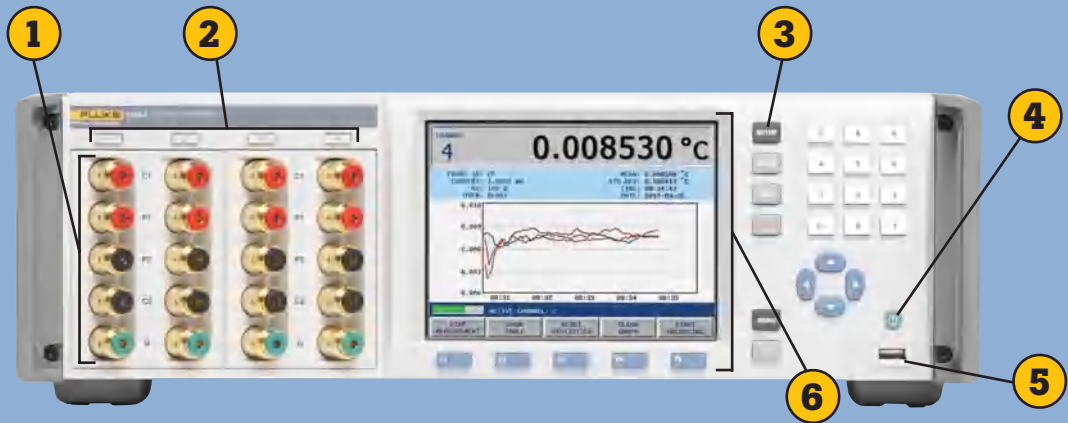


图3. 1594A 和 1595A 超级测温电桥的前面板



图4. 1594A 和 1595A 超级测温电桥的后面板

- 1 前面板四输入通道，采用镀金碲铜 DWF 接线端子。这些专利的接线端子以 55 度倾斜，防止相邻的传感器接线端短路在一起。每个通道的五路接线端垂直对齐，因此你可以很容易地连接一根传感器，并快速识别它所在的通道。通道间轮流扫描时，连续可调的待机电流可以最小化自热效应对测温造成的影响。
- 2 通道选择键在四路输入通道上方。按任意一个通道键可以改变按键的颜色。绿色表示激活该通道，用于测量。黄色代表待机状态，透明键显示该通道未激活。您一眼就可以看出每个通道的状态。



图 5. 通道选择键显示通道测量模式

3 按下专用的 setup 键和通道设置菜单，你可以查看或滚动到任何可用的通道(包括多路扫描开关的通道)。从传感器数据库中分配一支传感器给一个通道或创建一个新的传感器配置，可以容易地对测量通道进行配置。每通道可以独立设置输入类型，选择参考电阻，激励电流和测量显示方式（比率，欧姆或者温度）。

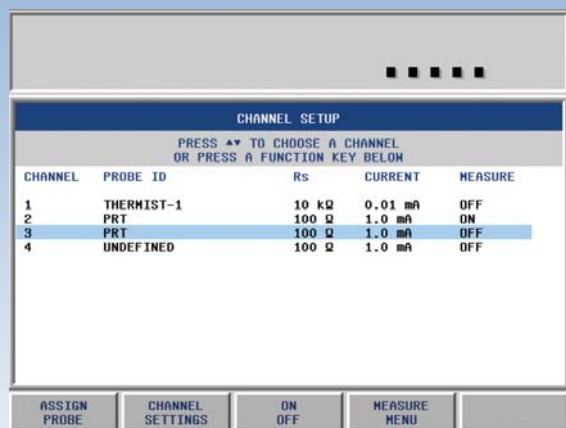


图 6. 通道设置菜单

4 电源待机键可以让你关掉显示屏，锁定前面板按键，但是不会关闭内部参考电阻的恒温器电源。这样可以允许您在待机模式转换回来后立刻测量，不必再花费 30 分钟等待保存电阻的恒温器达到稳定。

5 可将带时间日期标记的测量数据记录到前面板 USB 存储设备中。你也可以将有用的信息，比如比率，电阻，平均值和标准偏差等数据一起保存。您可以读取 USB 存储设备中保存的传感器信息，参考电阻信息，或超级测温电桥的配置，也可以将这些信息写入 USB 存储设备。超级测温电桥可以保存 80000 个测量读数或传感器信息及超级测温电桥配置，内存约 6M。

6 菜单结构简单直接，通过功能键和导航键，您可以很容易就开始使用。绝大多数技术工程师和计量学家都能在首次开机后，几分钟后就进行测试。

7 后面板两输入通道是用于连接外部参考电阻。外部电阻通常是固定设备，连接在前面板可能会碍手碍脚，不方便测试。当然，您想把参考电阻接到前面板，也没有任何问题。有了总共六路输入通道，您可能不必再花钱购买多路转换开关了。

8 超级测温电桥可以由 USB 接口，RS232 串口，IEEE488 并口进行控制。您也可以通过以太网远程查看和控制超级测温电桥。如果觉得超级测温电桥屏幕不够大，您也可以连接一台标准的 VGA 显示器。您还可以连接 2590 多路转换开关来扩展通道。



图 7. 图形模式

按测量顺序浏览所有通道

切换回图形模式，不损失测量数据

CHANNEL 2

0.01018 °C

PROBE ID: 5268\_2  
CURRENT: 1.0000 mA  
Rs: 25 Ω  
OVEN: READY

MEAN: 0.010177 °C  
STD DEV: 0.000154 °C  
SE OF MEAN: 0.0001895 °C  
N: 44

CHANNEL	MEASUREMENT	MEAN	STD DEV	Ω
2	0.01018 °C	0.010177	0.000154	23.9999674
3	0.01036 °C	0.010260	0.000299	23.9999842
4	0.01057 °C	0.010286	0.000577	24.0000043

ACTIVE CHANNEL: 3

STOP MEASUREMENT SHOW GRAPH RESET STATISTICS START RECORDING

图 8. 表格模式



## 为什么超级测温电桥比传统电阻电桥表现突出？

### 零功率功能计算自热效应

当电流流过PRT，功率分配在感温元件上，导致传感器发热。这就给温度测量带来了微小温度误差。在指定的温度下，对传感器通入两种不同激励电流，名义电流和1.4142倍名义电流，通过测量电阻值，可以估算出此误差。通过线性推算到零功率，可以估算出没有电流流过感温元件时的传感器电阻值。由自热产生的温度误差可以被有效的消除。

手动计算零功率需要时间并且会有计算误差。超级测温电桥的零功率测量功能可以设置电流值，自动采集测量数据，自动计算零功率测量值。您可以完全控制整个过程，比如设置稳定时间，测量时间，并记录结果。

### 以图形或者数据表的形式浏览关键测量数据，多通道同时进行

假设您想同时观察多个通道。超级测温电桥包括两种查看模式，图形和表格模式。选择图形模式，可显示单通道或同时显示多通道；设置图形窗时间长度；选择自动对中心；或者在纵坐标上设定某个固定值。可以任你设置适合您应用的配置。而表格模式，所有通道的测量值，平均值，标准偏差可以同时显示在一个数据表格中。简单地按下功能切换键，即可在图形和表格模式间转换。

1595A 在电阻比接近 1:1 时的电阻比率准确度 0.06ppm，电阻比达到 4:1 时，电阻比率准确度为 0.2ppm。而传统电阻电桥，仅在有限的电阻测量范围内指标比 1595 有微小的提高，特别是再考虑到超级测温电桥测量速度，指标验证，自校准等功能，因此传统电阻电桥的性价比远不如 1595。

- 典型的传统电阻电桥只测量电阻比率，而温度的计算必须由操作者去完成。超级测温电桥可以直接测量比率 ( $R_x/R_s$ )，电阻， $^{\circ}\text{C}$ ，华氏度或开尔文，无须软件或计算机去完成温度转换。别忘了，超级测温电桥的图形功能，可以让你同时观看多通道的测量结果。而传统电桥的 LED 显示器并不能完成。
- 为了确保测温电桥的准确度和性能，需要有专业的技术人员定期使用昂贵的外部设备测试。或者将电桥外送校准，但是代价就是停止工作，工作流程被中断。超级测温电桥的比率自校准功能的优点就是您可以不用外部设备或接受特殊培训，在实验室内就可以定期，容易地进行准确度校准。
- 超级测温电桥准确地测量 0 到 500K $\Omega$  电阻，支持 SPRT，高温 SPRT，PRT 和几乎所有热敏电阻。而典型电阻电桥电阻测量范围不足以支持所有的精密传感器类型，特别是需要测量热敏电阻时就受限了。
- 超级测温电桥可以准确地测量电阻比达到 10:1。一些电桥只能测量到 3:1，因此限制了被测传感器的类型，或是需要额外的参考电阻来覆盖更宽的温度范围。
- 完成一次能达到其准确度指标的测量，电桥需要 20 秒之多的测量时间。然而超级测温电桥只需 2 秒。采样率最快能达到 1 秒每次，您可以检查传感器的响应时间或者更准确地跟踪温度的变化。

# 1594A/1595A 指标

1594A/1595A 通用指标		
测量能力	4 线 PRT, 热敏电阻, 电阻, 电阻比	
输入电阻范围	0~500K $\Omega$	
比率范围	0~10	
外部参考电阻范围	1 $\Omega$ ~10K $\Omega$	
内部参考电阻	1 $\Omega$ , 10 $\Omega$ , 25 $\Omega$ , 100 $\Omega$ 和 10K $\Omega$	
PRT 转换公式	ITS-90, PT100, CVD-ABC, CVD-ALPHA, 多项式	
热敏电阻转换公式	R(T)多项式, T(R)多项式	
显示单位	比率 (Rx/Rs), K, $^{\circ}$ C, $^{\circ}$ F, $\Omega$	
显示分辨率	0.1~0.000001	
采样周期 (秒) <sup>1</sup>	1, 2, 5, 和 10	
统计数据	平均值, 标准偏差, 平均值的标准误差, 最大值, 最小值, 峰峰值, delta, 样本数	
前面板通道	4 通道 PRT/ 热敏电阻, (2,4 通道既可以接 Rx, 又能接 Rs)	
后面板通道	两路专用的参考电阻通道 (Rs)	
输入接线端	DWF 连接端子, 金碲铜	
数据记录到内存	80000 个带时间日期标记的读数 (约 6M)	
内部实时时钟	有	
计算机通讯	RS-232, USB, IEEE-488, 以太网	
显示类型	VGA, LCD	
语言	英语, 法语, 西班牙语, 德语, 俄罗斯语, 中文, 日语	
<b>电阻比率准确度, 95% 置信度, 1 年指标</b>	<b>1594A</b>	<b>1595A</b>
比率: 0.95~1.05	0.24ppm	0.06ppm
比率: 0.5~0.95, 1.05~2.0	0.64ppm	0.16ppm
比率: 0.25~0.5, 2.0~4.0	0.8ppm	0.2ppm
比率: 0.0~0.25	$2.0 \times 10^{-7}$	$5.0 \times 10^{-8}$
比率: 4.0~10.0	2.0ppm	0.5ppm
<b>1594A/1595A 绝对电阻准确度, 95% 置信度, 1 年指标</b>		
电阻范围 (Rs/ 激励电流)		
0 $\Omega$ ~1.2 $\Omega$ (1 $\Omega$ , 10mA)	40ppm 或 0.000012 $\Omega$ 取大者	
0 $\Omega$ ~12 $\Omega$ (10 $\Omega$ , 3mA)	10ppm 或 0.000024 $\Omega$ 取大者	
0 $\Omega$ ~120 $\Omega$ (25 $\Omega$ , 1mA)	5ppm 或 0.000024 $\Omega$ 取大者	
0 $\Omega$ ~400 $\Omega$ (100 $\Omega$ , 1mA)	4ppm 或 0.00008 $\Omega$ 取大者	
0k $\Omega$ ~10k $\Omega$ (10k $\Omega$ , 10uA)	5ppm 或 0.000012 $\Omega$ 取大者	
10k $\Omega$ ~40k $\Omega$ (10k $\Omega$ , 10uA)	8ppm	
40k $\Omega$ ~100k $\Omega$ (10k $\Omega$ , 2uA)	20ppm	
100k $\Omega$ ~500k $\Omega$ (10k $\Omega$ , 1uA)	80ppm	

1594A/1595A 内部电阻准确度	24 小时	30 天
1Ω	5ppm	10ppm
10Ω	0.5ppm	2ppm
25Ω	0.25ppm	1ppm
100Ω	0.2ppm	1ppm
10kΩ	0.25ppm	1ppm
1594A/1595A 温度测量噪声 - 典型指标 (平均值的标准误差, °C) <sup>2</sup>		
25Ω SPRT @ 0°C	0.00002	
25Ω SPRT @ 420°C	0.00006	
100Ω SPRT @ 0°C	0.00001	
100Ω SPRT @ 420°C	0.00003	
热敏电阻 @ 25°C	0.000003	
1594A/1595A 测量电流准确度 (自热)		
0.001mA~0.005mA	0.00005mA	
0.005mA~0.02mA	1%	
0.02mA~0.2mA	0.5%	
0.2mA~2mA	0.2%	
2mA~20mA	0.5%	
1594A/1595A 外形尺寸		
重量	7.5kg (16.5lbs)	
外部 宽×高×长	432 × 153 × 432mm (17 × 6 × 17 英寸)	
1594A/1595A 技术要求		
交流电源要求	100V~230V ± 10%, 50/60Hz	
操作环境温度	15°C~30°C	
最大操作温度	5°C~40°C	
储藏温度	0°C~40°C	
相对湿度, 5°C~30°C	10%~70%	
相对湿度, 30°C~40°C	10%~50%	
储藏湿度	0%~95%, 不结露	
操作海拔	3000 米	
保修期	1 年	
校准报告 <sup>3</sup>	NVLAP 认可	

1 达到最高精度需要两秒采样时间

2 由于测量噪声受外界影响, 这个指标不保证能达到

3 标准的校准报告包括 1Ω~100kΩ 的电阻数据。如果需要 100kΩ~500kΩ 的电阻数据, 必须订购校准报告。

(见订购信息表中型号 1994 和 1995)



## 订购信息

### 型号

1594A	超级测温电桥, 0.8ppm
1595A	超级测温电桥, 0.2ppm

每台超级测温电桥含 NVLAP 认可的校准证书, 光盘含用户手册 (英语, 西班牙语, 法语, 德语, 中文, 日语), 技术手册 (仅英文), RS232 到 USB 转换线缆, 电源线

### 附件

1594-CASE	1594/95 携带箱
1594-HNDL	前后面板携带把手
1594-SIDEHNDL	1594/95 侧面携带把手套件
1594-HNDLCVR	把手, 套子
Y159X	1594/95 安装架套件
1594-MUXCBL	2590 多路开关, 线缆
1594-MUXINPUT	2590 扫描器通道输入, 线缆
2383-1	串口转 USB 转换器, 线缆

### 传感器适配器

2571	适配器, DWF 转铲形连接头, 单通道
2572-1	适配器, 5 针 DIN 转铲形连接头
2373	适配器, INFO-CON 转铲形连接头
2373-DIN	适配器, 圆形 INFO-CON 转铲形行头 (914X)
2373-LSP	适配器, 母 lemo 接头转铲形连接头

### 标准电阻

5430-25	电阻, AC/DC 标准, 带校准证书, 25Ω, 1 年稳定性, 2ppm
5430-100	电阻, AC/DC 标准, 带校准证书, 100Ω, 1 年稳定性, 2ppm
742A-25	电阻, DC 标准, 25Ω, 1 年稳定性, 8ppm
742A-100	电阻, DC 标准, 100Ω, 1 年稳定性, 6ppm

更多信息见目录或网站

### 软件

9938	Met/Temp II 软件
9935-S	LogWare II 软件, 多通道, 单用户
9935-M	LogWare II 软件, 多通道, 多用户

### 校准选件

CAL-1594A	再校准
CAL-1595A	再校准
1994	1594A, 100kΩ~500kΩ 量程校准
1995	1595A, 100kΩ~500kΩ 量程校准
1960	标准 AC/DC 电阻 校准

### 总体校准解决方案

福禄克计量校准部提供最广泛范围的电学, 温度, 压力, 射频, 和流量专业的校准器和标准器, 软件, 服务, 支持和培训。请访问 [cn.flukecal.com](http://cn.flukecal.com) 查看更多福禄克计量校准解决方案。

#### 福禄克公司 计量校准部

中文网址: [cn.flukecal.com](http://cn.flukecal.com)

福禄克中国客户服务中心热线: 400-810-3435

##### 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

##### 上海分公司

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

##### 广州分公司

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

##### 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

##### 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 24 层 H 座  
邮编: 710065 电话: (029)88376090

##### 沈阳分公司

地址: 沈阳市和平区和平北大街 69 号, 总统大厦 A 座 808 室  
邮编: 110003 电话: (024)22812055

##### 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)89038590

##### 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)83042340

##### 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)85743386

##### 合肥分公司

地址: 合肥市政务区东流路 999 号 (靠近潜山路) 新城国际 A 座 912 室  
邮编: 230022 电话: (0551)63516411

##### 北京福禄克世禄仪器维修和服务有限公司

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 2

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。