

Fluke 561 “二合一” 测温仪 HVAC/R 应用

技术应用文章



测量工具：
561 HVACPro

测量项目：
接触式和非接触式测温技术

Fluke 561 二合一专业测温仪是专门为 HVACR（采暖、通风、空调和制冷系统）行业的专业技术人员量身定做的第一款福禄克红外测温仪，其特点是光学性能更高、测量精确而且具有专业级质量。鉴于目前市场上绝大多数红外测温仪都属于低端产品，功能比较简单，这样一款产品的出现将是对该市场的有力补充。它融合一流的接触式和非接触式测温技术，红外非接触式测温技术具有快速性、方便性、灵活性、部分情况下还具有安全性等特点。K型热电偶测温可提供金属物体重要温度测量、内部温度测量以及环境温度测量所需的准确度和灵活性，并有多种探头样式可供选择，能胜任您身边的各种测量任务。它在这两种测量世界中都是最棒的，但这两种测量世界确实存在不同，因而充分理解它们之间的差别非常重要。

采用接触式测温技术时，测量设备与所接触的测量物体相互之间传递热量，直到其各自微观粒子的运动状态相同，即二者温度相同为止。这种测量技术简单、灵敏、直观。

所有物质都有寻求温度平衡的特性，热量通过传导、对流和辐射三种方式传递。其中，传导通过微观粒子接触的方式进行热传递，对流通通过不同流体（气体或液体）的混合进行热传递，辐射通过介质或空间进行热传递。红外测温仪所检测和报告的不可见的红外辐射特性，进而测量辐射源表面温度。

尽管一切高于绝对零度的物质都会发射红



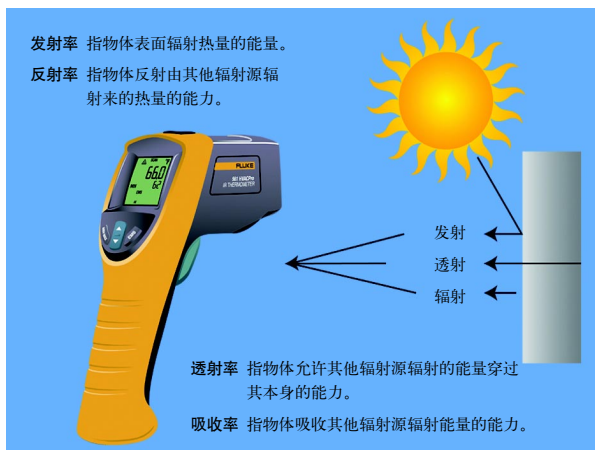
测量冷却泵电机轴承和机壳温度

外能量，但是，在测量物体辐射热量的过程中，有三种主要因素将对测量的准确性起到决定性作用，它们是：发射率、反射率和透射率。

红外线(IR)辐射

红外线辐射无处不在而且永无休止，物体之间的温差越大，辐射现象就越明显。真空可将太阳发出的红外线辐射能量通过9300万英里的时空传送到地球，被我们吸收，为我们带来温暖。当我们站在商场的食品冷藏柜前时，我们身体发出的红外辐射热量被冷藏食品吸收，令我们感到非常凉爽。这两个例子中辐射效果都非常明显，我们可以明显感觉到其中的变化并感觉到它的存在。

当我们需要对红外辐射的效果进行量化时，我们就需要测量红外辐射的温度，此时就要用到红外测温仪。材料不同，所表现出的红外辐射特性也不同。在使用红外测温仪读取温度之前，我们首先要了解红外辐射测量的基本原理和具体被测材料的红外辐射特性。



Fluke 561 二合一专业测温仪有三种发射率设置：高(0.95)、中 (0.7)和 (0.4)。提供三种发射率确定方法：方法一是通过列有各种材料的发射率表确定；方法二将一块黑色绝缘胶带贴于被测物体表面，然后比较贴有黑胶带表面的温度和没有贴胶带的表面的温度，直到二者温度相同或接近；方法三是将 K 型热电偶插于 Fluke 561 二合一专业测温仪测量表面温度并同时读取红外线测量温度，然后调整发射率直至红外线测量温度读数于 KTC 温度读数极为接近为止。

举例：

- 表面经抛光的铜 0.03
- 氧化后的铜 0.61
- 表面抛光但粗糙的铜 0.07
- 氧化变黑的铜 0.78
- 黑色油漆 0.96
- 商用铝板 0.09
- 氧化后的铅 0.43
- 生锈的铁 0.78
- 有机 / 涂有油漆的材料 0.95

红外辐射率 = 吸收率 + 反射率 + 透射率

无论何种红外辐射，一旦发出都将被吸收，因此吸收率=发射率。红外测试仪所读取的正是物体表面发出的红外辐射能量，红外辐射仪无法读取空气中散失的红外辐射能量，因此在实际测量工作中我们可以忽略透射率不计，这样我们就得到一个基本的红外辐射测量公式：

红外辐射率 = 发射率 - 反射率

反射率与发射率成反比，物体反射红外辐射的能力越强，其本身红外辐射的能力就越弱。通常采用目测的方法可大致判断物体的反射率大小，新铜的反射率较高而发射率较低(0.07-0.2)，被氧化的铜的反射率较低而发射率较高(0.6-0.7)。

因重度氧化而变黑的铜的反射率甚至更低，而发射率则相应会更高(0.88)。绝大多数涂有油漆的表面发射率都非常高(0.9-0.95)，而反射率则可以忽略不计。

对于绝大多数红外测温仪来说，唯一需要设置的就是被测材料的额定发射率，该值通常预设 为 0.95，这对于测量有机材料或涂有油漆的表面就足够了。

通过调整测温仪发射率，可以补偿部分材料表面红外辐射能量不足的问题，尤其是金属材料。只有被测物体表面附近存在并反射高温红外辐射源时才需要考虑反射率对测量的影响。

红外线或接触式测温：

选择方法

如果测量时测量速度、方便性、需要在比较狭小的空间内测量、安全性、运行情况判定、测量表面温度或进行温度比较是主要考虑的因素，那么可以使用红外线温度测量功能。

如果测量时首先考虑的是需要测量内部温度、环境温度或金属物体关键温度，那么可以使用接触式热电偶测量功能。如果主要测量物体表面温度(IR)和空气温度(KTC)之差或需要调整红外发射率设置时，可两者同时使用。

IR 测量的优势

与接触式测温相比，IR 测量的主要优点是快速、方便、可在空间比较狭小、不容易进入的地方使用。只需不到50毫秒的时间即可显示 IR 温度。采用接触式测温时，探

头必须与被测表面接触良好，而且被测表面必须清洁，探头必须留出散热时间并达到与被测表面相同的温度，通常要花费几分钟时间，被测表面必须容易接近并能安全进行测量。而获得 IR 温度读数的时间比花在清洁被测表面、连接探头和等待温度变相同的时间要少。

HVACR 行业中需要测量的许多温度值都属于质量性而非数量性的。“质量性”指相对的 / 比较性的温度而“数量性”指具体的、准确的温度)。



熔断器和电气连接温度测量。

再者，绝大多数的被测表面的 IR 温度测量结果都是高度精确的，也是您需要重点测量的，这不包括过热和过冷等临界温度和空气温度，这些温度 IR 测温仪不能直接读取。

不使用热电偶的情况下进行温度扫描时，Fluke 561 二合一专业测温仪可以记录温度的最大值、最小值和温度差，并可通过副显示屏逐个读取这些温度值。扫描过程中或扫描完成之后，可使用仪器上的翘板开关浏览这些数值，重新松开并扣动扳机可开始保存新的温度值。

- 使用 IR 测温仪在走动过程中即可测量建筑物的内表面或外表面温度，可非常方便的测量高处和远处的温度，不用爬上爬下。它可以扫描建筑围护结构表面温度，查找防水层或保温层问题，扫描踢脚线和门窗周围，检查建筑围护结构的整体效果。
- 可从比较随意的位置和距离轻松快速的确定空气格栅、空气扩散器和送风口的排气温度。IR 测温仪不直接测量空气温度，而是通过测量附近与空气气流有相

同温度的物体表面来间接测量空气温度。通过扫描天花板和墙壁表面，可以确定风口送风效果和查找空气流动效果不好的区域。

- 扫描管道系统，快速查找漏气或保温层质量问题。管道保温层表面温度应高出环境最高露点温度至少 5°F (-15°C) 以上，否则会出现结露现象。管道保温层表面的相对湿度应保持在 60% 以下，以防止发生霉变，扫描地下室或天花板上方的管道系统时同样应注意这些问题。Fluke 971 温湿度测量仪是 Fluke 561 二合一专业测温仪检查发霉、变质条件的必备工具。971 可显示空气温度、湿球温度、露点温度和相对湿度等值。
- IR 测温仪是设备整体运行温度检查的理想工具，检测的内容包括扫描压缩机排气管和吸气管温度、压缩机前后端盖温度、制冷性能控制操作。
- 比较电机或风机轴承的运行温度是否相同，扫描皮带轮轮毂和周边，检查温度是否一致。如果皮带轮周边温度升高，说明皮带存在打滑现象。(这种检测使用接触式测温仪探头是无法完成的)。

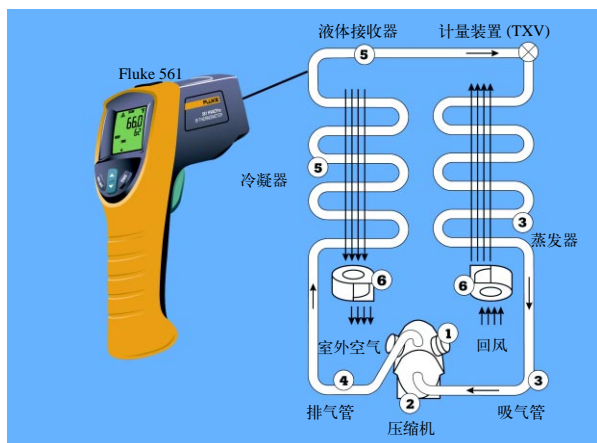
- 扫描蒸发器或冷凝器发丝状夹、U 型弯头、分流管或储液干燥器，检查液路流动不畅故障。
- 扫描反向阀指示管，检查排气或吸气是否正常。
- 扫描蒸气管和疏水器工作是否正常，或者扫描指示装置查找问题根源。

通过扫描确定供液和回液回路之间的温差以及整个锅炉供水管路和回水管路的温升。

- 通过扫描查找保温存在问题的管路。
- 扫描能量再生轮的效率。
- 扫描库房高处单体式供暖机组的排气温度。
- 扫描室内温控器箱温度，与温控器的显示温度进行比较。

IR 测温仪允许带电检查采用接触式测温仪测量时比较困难或危险的电路周围温度。电路连接松动或接触不良必然会导致故障发生，有时甚至引发灾难性事故。电路接触不良将导致电阻增大，从而引起温度升高。通过及时发现温度异常，可引导检修人员对设备进行深入检查。通过测量继电器和接触器满负荷运行时的温升数据，可帮助确定它们是否在规定的参数范围内运行。

- 扫描继电器或启动器的固定或活动触点以及连接片连接处的温升。检查各极之间是否存在温差，在相同负载下，各极的温度应保持相同。如果某一极与其他极相比温度偏高，则说明该极存在问题。
- 扫描继电器连接和外壳，检查温度是否偏高。



需要进行压缩机排气管路检修时，可使用 IR 测温仪检查压缩机前后端盖温度、压缩机油槽温度、蒸发器盘管和吸气管温度、排气管温度、冷凝器盘管和液管一家风扇电机温度。



压缩机液态管出口的接触式温度测量。

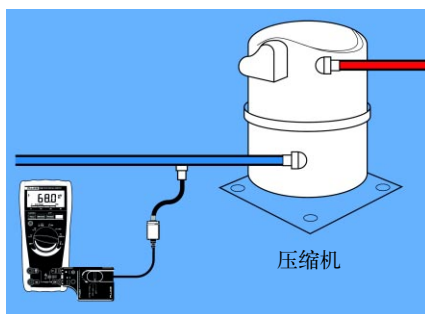
- 扫描是否存在连接脱落，母线连接和熔断器温度是否偏高，检查各极温度是否相同。请记住用纸遮盖后的熔断器的发射率比无遮盖的、裸露的导体的发射率要高。
- 扫描导线压接螺丝或线扣的温度是否出现异常。
- 扫描导线不同部位的绝缘外皮温度是否一致。

测量时请务必注意遵守电气安全操作归程，电压越高，其寻找接地路径的能力就越强，不要让自己变成它的接地路径。

接触式测温

接触式测温也有不可替代的时候，过热和过冷等临界温度对接触式测量的要求比较高，这样才能获得所需的准度和精度。采用固定式节流测量装置的系统的吸气管过热温度已经成为衡量能效的重要指标之一。

四十前之前，液态管允许过冷温度一般为20°F (-6°C)，对某些设备来说甚至更高。今



使用万用表和压力模块可以非常快速、准确的测量吸气压力。

天，尤其随着13SEER（季节性能效比）对于所有单相制冷空调和5吨或5吨以下热泵在能效方面的最低要求的进一步提高，热膨胀阀设备的液态管过冷温度成为衡量能效的关键温度指标。对于现代配备TXV（热力膨胀阀）的系统来说，10°F (-12°C)的过冷温度已经不能满足需要，越来越多的过冷设备要求过冷温度值要低于10°F，过冷值有时标注为1度目标值的十分之一，有些容量更小的设备甚至注明过冷值仅为3°F (-16°C)。因此，现在即使是过冷值也已经成为衡量空调性能好坏的重要指标。IR 测温仪无法测量直接测量空气温度，如果遇到这种情况需要采用接触式测温法。

测量锅炉整体温升时还需要在管道系统中插入探头。使用热电偶探头可以准确的测量空调空间或室外空气温度。对于质量较小的锅炉，为提高测量准确度，可以采用接触式热电偶进行测量。

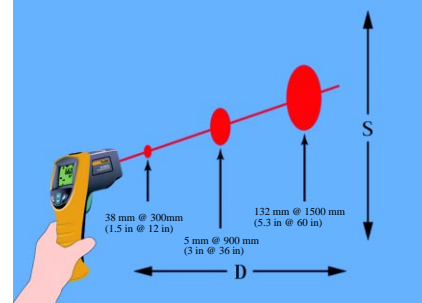
如果不希望测量红外温度，可以使用热电偶探头以提高测量的准确度。通常暖通技术人员很少仅凭某一种测量或某一个读数就否定一个过程，而是倾其“百宝箱”之所有技巧对自己的诊断结果进行验证。如果将两种温度测量技术集中到一件工具上，并可同时显示两种温度，那技术人员的“百宝箱”将无形之中又扩大了。

Fluke 561 二合一专业测温仪配备有 K 型热电偶，并带有 Velcro 背带，测量时可系在管道上。如果您已经有了其他型号的 K 型热电偶，只要带有标准小型连接器，也同样可以使用。尽管珠形热电偶用途广泛而且便于携带，它们也有自己的局限性。

红外测温仪的技术规格

根据具体应用的不同，可选择具有各种不同特点的红外测温仪产品型号。产品设计中的变量包括测量距离与目标直径比、视野大小、焦点和焦距大小、红外辐射波波长以及工作环境条件。

D:S = 12:1 焦点位置



测量较小物体时，Fluke 561 与被测目标之间的距离应在 6 ft (1.75 m) 以内。被测面积大小随测量距离的增加而增加（被测面积大小约为测量距离除以 12）。



快速红外检测加热器和管道是否有有泄漏和温度不均衡情况。



通过这种快速扫描方式可以发现不同部位温度的显著差别，从而发现是否存在保温层泄漏问题。但是，为保证读数准确，必须首先根据保温材料的发射率和反射率调整仪器的发射率。

Fluke 80PK-8 管夹式热电偶可为管道系统、过冷和过热、供水等的温度测量提供快速理想的解决方案。The 80PK-26 多功能锥形探头的插入深度可达8英寸(约为20厘米)，尖端部分外壳质量很轻，非常适合进行快速空气温度和表面接触温度测量。如果需要同时测量空气、表面或液体内部温度，可使用8英寸长带有尖头的80PK-25 刺穿式探头作为完成此类测量的主要工具之一。

Fluke 561 二合一专业测温仪的两种温度测量要求是互相矛盾的，氧化后的铜的IR 温度读数更为准确，而接触式测温则要求铜的表面必须洁净，因为氧化物作为绝缘层将阻碍热量以传导的形式进行传递。

- 过热温度是采用固定节流测量装置的设备测量的主要温度指标。如果设备制造商没有提供具体的建议，可从距离压缩机吸气管接头6英寸(约为15厘米)的地方进行测量。过热温度等于吸气管温度减去蒸发器温度。尽管 TXV 可以持续调节制冷剂的流量以保持蒸发器出口处预先设定好的过热量，固定节流系统的过热仍然取决于几个变量，这几个变量可被分成两种：蒸发器得到热量的多少和冷凝温度。绝大多数过热表规定每吨送风量为 400 cfm 作为系统继续运行的标准。当通过蒸发器和冷凝器的风量大小合适、而且蒸发器和冷凝器都洁净时，过热则取决于冷凝单元处回风的湿球温度和室外环境温度(为避免太阳辐射热影响，空气温度应在阴凉处测量)。由于过热温度的热表或计算尺，可以使用其他设重要性，因此没有好的办法可以代替对它的测量。如果设备制造商过

备制造商的。请记住一名优秀的技术人员不会仅仅根据一种测量方法就简单的肯定或否定一个过程。

过热检查是测量的最后一步,在此之前要首先检查盘管、过滤器、风机、气流、电气设备等的洁净度,并要知道最后一步才是过热调整。过热指蒸发器内所有制冷剂全部被“煮”成蒸气后所加的可感知的热量。添加制冷剂将降低过热温度,通过制冷剂的再利用可以增加过热温度。吸入压力低并不一定意味着制冷剂充入量过少,充入新的制冷剂之前应首先检查蒸发器和过滤器是否洁净、气流大小是否合适以及吸气管温度。

- 测量过冷温度时应该采用接触式测温仪探头。于2006年1月开始生效的NAECA(美国电器节能法)13 SEER中规定的5吨或5吨以下的单相设备的过冷值比我们平常所习惯的数值要低。而其中对于热膨胀阀的控制要求、冷凝器和蒸发器电机的效率和盘管的热传递性能要求却提高了。由于热膨胀阀可以控制过热温度,因此通过调节液态管过冷温度可以进一步调整制冷剂的充入量,通过改变制冷剂输入多少来调节过冷值之前,应首先保证气流大小、盘管和过滤器的洁净度、机械和电路部分都处于正常状态。

通过测量过冷温度,可以知道处于冷凝温度以下的制冷剂的多少。为了将制冷剂冷却至其冷凝温度以下,必须使制冷剂长时间接触冷凝介质,这样才能充分的降低其本身温度。在风冷式冷凝器中,返回的制冷剂将被空气冷却到冷凝温度以下。如果返回到冷凝器的制冷剂过多,将导致制冷剂过多而使过冷温度明显降低。

制冷剂过少则会导致过冷不足。过冷温度等于冷凝温度减去液态管温度,部分制造商可能会用“近似”温度代替过冷温度值,二者的区别是过冷温度用来比较液态管温度和冷凝温度,而近似温度则用来比较液态管温度和室外环境温度。制造商所给出的近似温度是根据达到所需的过冷测温仪算出来的,有了近似值,技术人员无需使用压力表就可以判断制冷剂的多少。如果接近温度OK而且经检查其他一切正常,那么就没有必要再连接压力表。

结论

优异的光学性能、更高的测量准确度以及专业级质量是您选择Fluke 561二合一专业测温仪的充分理由。加之可单手操作、高-中-低三档发射率调整、珠形热电偶和Velcro系带,所有这些优点加在一起构成了一件功能完善、测量高度精确的测量工具。它配备了标准的K型热电偶小型连接器插口,并提供多种通用和特殊功能探头,可以代替所提供的Velcro管道探头热电偶使用。除此之外,供货产品中所附的用户手册还对本文中所提到的各种应用操作进行了详细介绍。

测量距离与被测区域之比

(D:S)可方便的根据测温仪和被测目标之间的距离确定被测物体上被测区域的大小。当D:S等于12:1时,如果目标距离为36英寸,则被测区域直径大小为3英寸;或者如果目标距离为12英尺时,被测区域直径大小将略大于1英尺。当目标距离一定时,D:S比值越大,被测区域则越小。如果红外测温仪的D:S为90:1,当距离被测目标为8(2.4米)英尺时,被测区域大小为1-1/16英寸(0.027米)。

而12:1的红外测温仪当目标距离为8英尺(2.4米)时,被测区域大小约为8英寸(约为0.2米)。激光点仅用于测量瞄准,它与红外测量的区域的大小无关。

视野

指被测区域相对于被测表面的大小,被测区域大小应以需要测量的区域为中心,大小不超过被测目标表面的周边范围。当被测表面直径至少为测量区域直径的2倍时,测量结果最为准确。绝大多数红外测温仪的焦点都预设为无穷大。

最小焦距

指被测区域最小时测温仪与被测目标之间的距离。Fluke 561 二合一专业测温仪的最小焦距为36英寸。随着测温仪与被测目标距离的或大或小,测量区域的大小也将增加。

环境条件

调整周期指影响测温仪工作的因素。工作环境的温度范围(F 561的工作温度)应在32°F到120°F之间,相对湿度为0%到90% RH,条件是空气中的水分不会在测温仪上产生凝结。如果超出这些条件,测温仪的测量准确度将会降低。在温度为30°F的车厢内存放了一整夜的测温仪如果拿到70°F、25% RH (32°F DPT)的环境中,由于测温仪表面温度较低,将会使空气中的水分凝结在其表面上。测温仪的存放温度范围为-4°F到150°F,为了保持测温仪在新的环境条件下的测量准确度,如果周围温度突然变化10°F或10°F以上,测量前需要给测温仪留出调整时间。测温仪和被测目标之间的空

气颗粒(例如蒸气、灰尘、烟气)将会对测量读数的准确性产生影响。

其他基本的技术规格包括温度测量范围、准确度和响应时间。对于8到14微米的红外波长,Fluke 561 二合一专业测温仪的温度测量范围为-40°F到1022°F,响应时间低于500毫秒。Fluke 561 二合一专业测温仪的K型热电偶的温度测量范围为-32°F到212 °F。

这款测温仪其他令人心动的规格和性能包括可实时记录所测量红外温度的最大值、最小值和相关值;可单手进行操作,测量时只要瞄准并顺着激光束路线用食指扣动扳机即可;在测量的同时还可利用拇指按动翘板按钮浏览温度变量。

