

接触式温度计与非接触温度计的优点比较

简介

在广泛的工业领域应用范围，理解接触式温度计和非接触温度计的区别对于健康、安全和质量等问题都是非常要种的。温度是除时间外，我们关注最频繁的物理量；使用温度计测量温度是非常常见的应用。包括民用、机械、医疗、制造、质量控制、维修等的众多领域都对精确的温度测量有着强烈的需求。在很多情况下，温度可以提供很多重要的信息，例如：确定机器的运行状态、冰箱或空调的控制、检查有无结冰现在存在等等。精确的监控温度可以保证工作程序在适宜的环境下正在运行，进而可以提高产品质量、加强程序的安全性、提高生产效率和降低停机时间。

温度计大体上可以分为两大类：接触式温度计和非接触式温度计。接触式温度计的探头监控自身的温度，并利用温度的传导效应进行温度测试。接触式温度计要求温度探头与被测物体接触，利用温度传导获取被测物体的温度。非接触式温度计使用红外线传感器，读取被测物的红外线放射量，从而获取被测物的温度。

接触式温度计

根据探头的类型，接触式温度可以分为三大类：热电偶、铂电阻和热敏电阻。选用合适的探头类型将是重要的一步，这依赖于测试的应用和其他很多因素例如尺寸、成本和精度等。大多数测试应用都有明确的测量范围、精度要求和物理尺寸的限制。热电偶是非常常见的温度探头，它的成本低、测试温度范围广。例如高温物体表面温度测量、昆虫害虫检查、食品肉类加工等都不要求很高的测试精度，这时热电偶温度计是非常好的选择。常见的探头形式有气体型、表面型、通用型、穿透型等等（如图1），可以根据应用灵活选择。

而很多应用例如医疗卫生、流体温度测试或者医学实验则要求较高的测试精度，这时就需要使用铂电阻或热敏电阻式温度探头。铂电阻或热敏电阻具有比热电偶更高的测试精度，同时比热电偶成本高；但不具有热电偶一样宽的温度测试范围。其中铂电阻具有最高的测试精度，测量不确定度可达到小于 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。最常见的铂电阻类型是 $100\ \Omega$ 铂电阻。



图1: 不同的温度探头类型

非接触式温度计

非接触式温度计，又称为红外线温度计，可以测试一定距离以外的被测物的温度。任何自身温度高于绝对零度的被测物都会辐射红外线，其红外线的辐射量与其自身温度成正比。这种现象称为热辐射。通过测试被测物红外线的发射量和发射率，可以计算出被测物体的自身温度。热辐射率是与物体表面能辐射能量的能力相关的。红外线温度计通过测量被测物表面辐射的红外线的幅度，进而计算出被测物的温度(如图 2)。

当代的技术革新已经降低的非接触温度计的制造成本，并提高了其可靠性，因为接触式温度计在更多的领域得到应用。在选择非接触式温度计的时候，需要考虑四个主要因素：应用、测试精度、可靠性和成本。

最常见的红外线温度计有以下几类：红外点温仪、红外扫描系统和红外成像系统；其中后两种类型更加复杂，成本较高，且主要应用于大型生产流程的质量控制。这里我们主要讨论红外线点温仪。

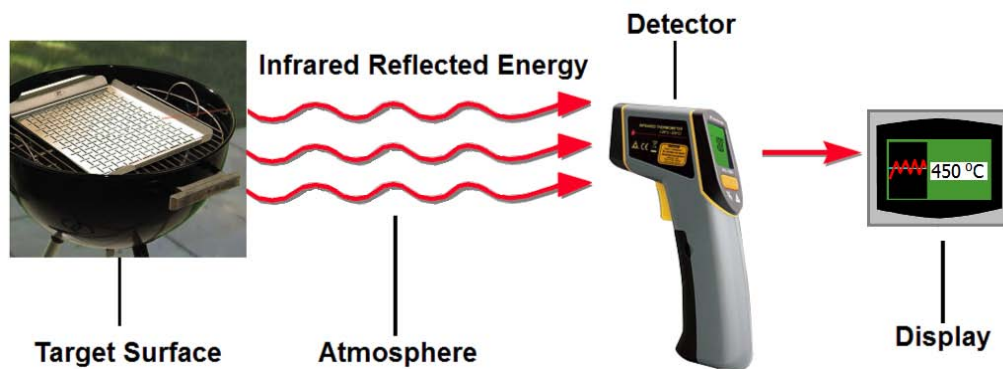


图 2: 典型的红外线点温仪测试

比较

在选用正确的温度计类型的时候，需要考虑以下主要因素：

- 应用 – 对于具体的测试应用，由很多因素共同决定温度测量仪器的选择，包括：
 - 被测物的温度范围.
 - 被测物的材料.
 - 被测物的尺寸.
 - 被测物的距离.
 - 干扰测试的气体.
 - 被测物周围的温度.

红外线温度计善于测试运动物体的温度，可以不用判断是否适合靠近正在工作的机器就能测试机器的温度。没有污染的威胁，也不会对被测物表面产生机械影响。一些应用要求测试温度的同时不影响设备的正常运行，这时非接触式温度计更加适用。但是，需要注意的是，红外线测温仪测试的仅仅是物体表面的温度。

食品加工行业的温度测量，例如测试食品内部的温度（如图3所示）、加热房内多个点的温度、闭合容器或烤箱的温度等，这类应用采用非接触式温度测量不能精确的得到其温度值。其他需要测试温度比较高的应用，例如虫害防治，其测试温度可能高达150-160 °F，可以放置一个接触式温度探头，长时间监控温度变化。在某些应用领域，需要长期监控温度变化，并做数据采集，这时就需要接触式温度测量。又例如，带蓝牙或WiFi功能的温度计可以记录测试数据，并且随时发送给电脑或手机的终端，方便做进一步的数据分析。



图 3: 刺入式温度探头测量食品内部的温度

- 可实现性 – 使用非接触式温度计可以测试危险物体和不可靠近物体的温度。发动机和轴承等的环境温度都可以用非接触式温度计来实现温度测试。但是非接触式温度计不能测试发动机和轴承的内部温度，此时需要使用浸入式的热电偶或者铂电阻温度计进行测量。
- 精度 – 测试精度是保证产品产能和品质的一个重要因素。接触式温度计的典型精度一般高于非接触式温度计。部分高精度的红外线温度计，是其性价比远远不及接触式温度计 (如表 1)。

	接触式温度计			非接触式温度计	
	热电偶	铂电阻	热敏电阻		
典型精度	± 1.3 °F	± 0.4 °F	± 0.8 °F	± 2 °F	± 1.5 °F
温度范围	-300 to 2200 °F	-100 to 1100 °F	-40 to 300 °F	-20 to 930 °F	-25 to 1600 °F
平均成本	\$125	\$299	\$199	\$99	\$925

表 1: 接触式温度计和非接触式温度计的比较

红外线温度计读取整个覆盖范围内的红外线数据，但是其覆盖范围内的其他物质例如火焰、气体或者其他障碍物将有可能影响测试的准确度。被测物周围的其他物体都可以辐射红外线能量，这部分能量经过传输或者反射，有可能进入红外线温度计的测试范围，从而影响红外线温度及的测试。红外线温度计对准一个圆形范围，读取该范围内的红外线能量数据。这就要求被测物必须是视觉上可见的，而且尺寸要大于红外线温度计的覆盖范围。空气中的灰尘、冷凝水和烟雾都将影响测试的精度。被测物必须填满整个测试范围，否则红外线温度计将会计入其覆盖范围内其他物体的温度，继而影响测试精度。

测量距离和测量区域的比值是另一个需要考虑的重要因素，它表征的是红外线温度计的测量覆盖范围与其测试距离的关系。通常来说，如果测试距离增大，红外线温度计的测试范围也就相应的增大。这个参数会对测试精度产生很大的影响。例如，被测物的尺寸是5英寸，测试用的红外线温度计的距离和区域比值是8:1，那么要得到准确测量结果此时的测试距离就不能超过40英尺(如图4)。如果超过这个距离，红外温度计不仅测试被测物的红外线辐射，被测物周围所有物体的红外线能量辐射都被温度计计算在内。也就是说，如果被测物温度较高，而周围环境的温度相对较低，那么超过最大距离的测试就会计入较低的环境温度，从而使测试结果偏低。

接触式温度计不需要考虑测试范围和测试距离的影响，这是接触式温度计的重要优点。

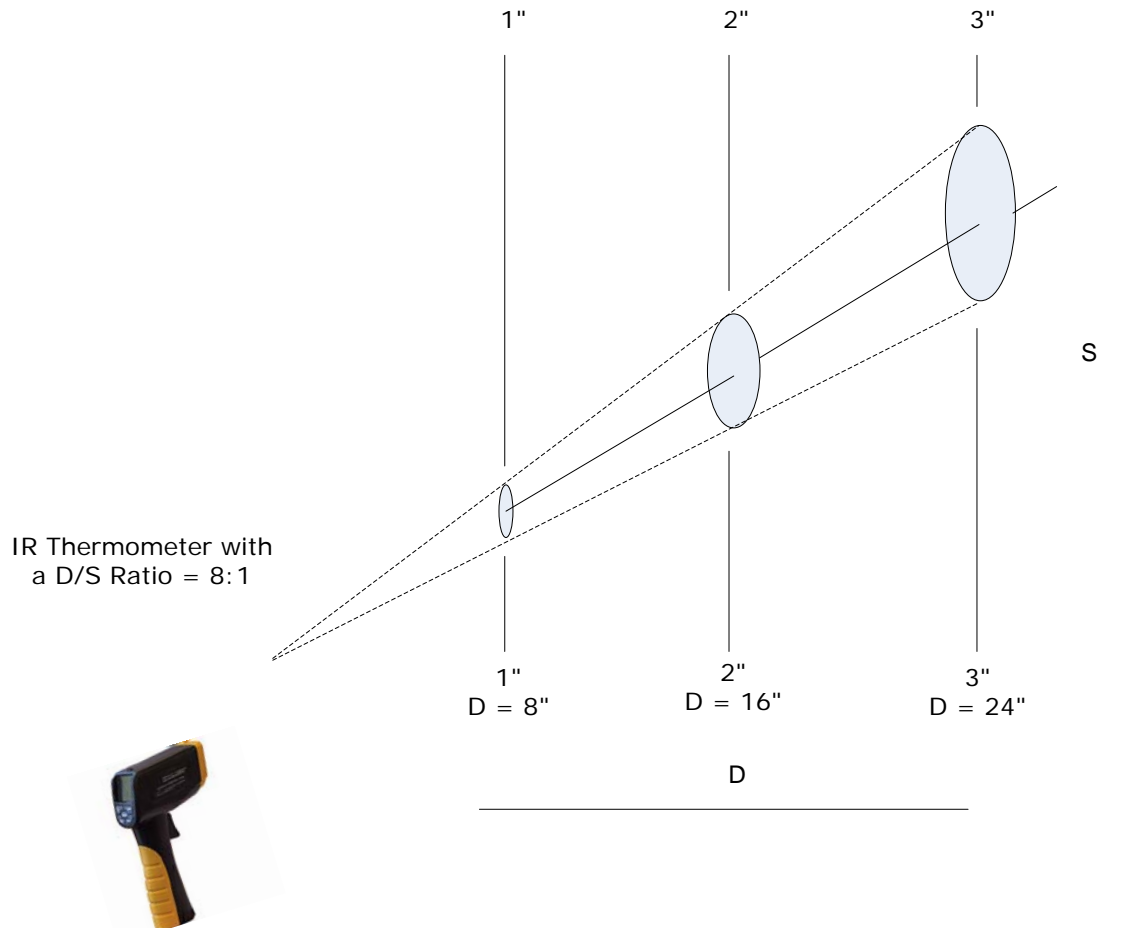


图 4：测量距离和测量区域比

- 相应时间— 红外线温度计的相应时间一般在毫秒级，满足快速测试的要求。而接触式温度探头的相应会延长整个测试过程的时间。温度计的微控制器读取探头的信号，然后显示读数，这个过程大约需要1-2秒。
- 温度范围 – 红外线温度计的典型温度范围(-4 to 500 °F)小于非接触式温度计。热电偶接触式温度计的测试范围最高可达2700 °F。宽温度范围的红外线温度计其成本都是极其昂贵的，在测试温度较高或者较低时，热电偶温度计将会是非常好的选择。

- 使用寿命 – 红外线温度计使用过程中不需要与被测物发生接触，但是需要注意的是必须非常小心保护其内部的红外线探头，为保证其使用寿命必须严格做好防尘防水的工作。
接触式温度计测试过程中需要接触被测物，这是其前端的接触式探头需要定期的保养或者更换。

表2通过几个关键的因素来帮助确定哪种温度计的类型较为适用。

	选择接触式温度计	选择非接触式温度计
表面温度的测试	✓	✗
被测物的尺寸非常小或者距离非常远	✓	✗
测试精度要求小于 1 °F	✓	✗
要求反应时间在毫秒级	✗	✓
测试温度很高 (>1000°F) 或很低 (< -4 °F)	✓	✗

表 2: 温度计选用指南

TEGAM公司产品

TEGAM 公司提供一系列的手持数字式温度计和校准器产品，包括热电偶式、热敏电阻式和铂电阻式，可以兼容众多不同的温度探头类型，以满足不同温度范围的环境控制需求。

例如，TEGAM 公司 819A 型单通道 K,J,T 型热电偶温度计，基本精度 0.1%，可以选择°F 和 °C，具有 0.1°和 1°两种分辨率选择。821A 型是双通道热电偶温度计，同样具备基本精度 0.1%，可以选择°F 和 °C，具有 0.1°和 1°两种分辨率选择，还带有最高温度/最低温度记录功能。这两款仪表具有精度高、测试简便等特点，同时其坚固的外壳防水防尘。配合键盘保护膜，以及可选的仪表外套，819A 型和 821A 型温度计可以提供价格最好、耐久性最强、精度最高的测试方案。

TEGAM 公司 874F, 874C, 875F 和 875C 是紧凑的、坚固的经济型一键开关式数字热电偶温度计。TEGAM 公司 865 (如图 5) 和 866 是一键开关式热敏电阻温度。这几款温度计都以操作简单、测试精度高和影响时间快为主要特点。在选购温度计时，您需要说明探头类型和温度显示类型(°F/°C)，而在您操作时只需要选择合适的分辨率即可进行测试。



图 5: TEGAM 819A 和 865

TEGAM 公司 891A 或 875F 系列热电偶温度计配合 8052 热电偶切换开关，可以组成一个快速而简单的六路温度测试系统（如图 6）。该方案成本低于其他同类测试方案，而且便于使用，是众多食品加工行业和制药行业的。



图 6: TEGAM 温度监控系统 (819A + 8052)

TEGAM 公司帮助您在众多温度测试产品中选择最适合您的一款产品。