

目录

- 红外成像原理1
- 红外热成像用处1
- 辐射率1
- 温度分辨率与绝对精度.....2
- 探测距离2

红外成像原理

自然界中的物体，除了具有我们所熟悉的可见光图像外，还具有一种红外热辐射图像，但人的肉眼看不到红外热辐射，这是因为它所发出的是红外线，为不可见光。物体温度越高时它所发出的红外线强度越强，通过探测、接收物体向外界发散的红外线强度即可计算出温度，进而人为的将温度值转变为不同的颜色显示出来，当探测红外线的传感器足够多足够密时，就可生成用颜色表示温度的热像图。

红外成像是将人眼看不见的另一个用温度（热量）表达的世界人为转换为颜色图像的技术。

红外热成像用处

军事：从第二次世界大战开始，热成像技术就已应用在军事上。由于这种仪器是靠热辐射来工作的（与可见光无关，与环境亮度无关），它能够透过漆黑的战场让士兵们清楚地看到敌方的行踪。又由于它为无源性接收系统，比无线电雷达等可见光装置更安全、隐蔽。

医学：例如：当某一部位出现炎症时，体温会升高，测量体温或者验血能够判断有无炎症，但不能确定炎症的具体位置，而热像仪可以直观给出人体温度场分布图，将病变的热图与正常热图比较，就可以找到病变的部位。再如：当血液流经刚刚被安置的人造血管时，热像仪上的动脉管的颜色由灰变白，而在通常情况下，肉眼是很难观察到血管是否畅通无阻的。

工业：配电柜、电器部件、变速箱、电路板、发动机等出现故障，也可以用热像仪直接观测检查，避免故障带来的损失。可以用于空调、暖气施工及效果检查。热像仪也可以用于地质调查，地热探查，森林植被分布、防火，大气与海洋监测，火灾的发现与救援。热像仪可以帮助救援者发现那些被浓烟和黑暗隐僻住的遇难者，从而救出他们（生命探测仪）。

辐射率

辐射率是描述面辐射源特性的物理量。它表示某物体的单位面积辐射的热量和黑体在相同温度、相同条件下的辐射热量之比。

即：辐射率通俗的说就是某物体会将自身温度转换为辐射扩散出去的能力，1表示可以将自身温度转换为 100%的辐射，0.9表示可以将自身温度的 90%转换为热辐射扩散出去。实际上辐射率为 1 的物质（黑体）是不存在的，所以任何材料的辐射率均是 0~1 之间的数值。

任何物体在高于绝对零度（-273.15℃）的时候，其物体表面就会有红外能量也就是红外线发射出来，温度越高，发射的红外能量越强。红外线测温仪和红外热像仪就是根据这个特点来测量物体表面的温度的，因为红外线测温仪和红外热像仪是测量物体表面的温度，所以在测量时会被物体表面的光洁度所影响。实验证明：物体表面越接近于镜面（反射越强），其表面所发出的红外能量衰减越厉害，就需要对不同物体的表面对红外能量的衰减情况做出补偿，即设置一个补偿系数，这个补偿系数就是辐射率。

温度分辨率与绝对精度

噪声等效温差（NETD）是指红外探测器能探测到的最小温差，即：当被测物体的温度变化多少时红外探测器可以探测出来。衡量红外探测器性能的主要指标之一。

热探测器的噪声等效温差在 100mK 左右（0.1℃）。

第二代光探测器在 20mK 左右（0.02℃）。

第三代探测器目标在 1mK（0.001℃）。

红外探测计算出的绝对温度值与被测物体的辐射率参数有直接关系，不同材料的辐射率值是不同的，更为严重的是即便是同种材料，表面光洁度、含水率、温度高低等因素的影响也会直接改变辐射率，这就导致了红外探测绝对温度无法绝对准确，问题不在于红外探测器的对辐射量的感知准确度而在于材料的辐射率是随时在小范围变化的。所以，衡量红外探测器的性能指标一般不能用绝对温度，而应该用温度灵敏度，即：噪声等效温差（NETD）。这也可以得出一个结论，红外热成像仪的主要作用是尽量区分出不同区域的温度差异，用数字表现出来，进而展示为带有颜色的图像，只有温度区分开以后，图像才会细致分明。

探测距离

红外热成像仪是用光学镜头来收集被测物体的热辐射能量的，故此探测距离会受镜头视场角和热成像像素分辨率有关。

假如某成像仪的成像分辨率为 32*32 像素，视场角为 75 度，则可以理解为从镜头发射出 32*32=1024 条激光来探测 1024 个点的温度（32 行*32 列），每行 32 个点，每列 32 个点。则每相邻两条激光线的夹角为 $75/31=2.4193^\circ$ 发散出去。随着距离的增长，两条激光线的间距会变大，当被测物体足够小时，有可能处于两条激光线之间未被探测到，这就是探测距离的问题。

即：当成像仪的像素数量和视场角一定时，它的有效探测距离就与被测物体的大小有关。

当被测物体尺寸已知时，对其进行探测的理论最远距离为：

$$S = \frac{D}{2 \times \tan \alpha}$$
$$D = 2 \times S \times \tan \alpha$$
$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{D}{2 \times S} \right)$$

上式中：

S：探测距离

D：被测物体尺寸

α ：相邻探测线之间的夹角

例 1：被测物体尺寸为 0.5 米，线夹角为 2.4193° ，则理论上的最远探测距离为：

$$S = \frac{D}{2 \times \tan \alpha} = \frac{0.5}{2 \times \tan 2.4193} = \frac{0.5}{0.0845} = 5.92 \text{ 米}$$

例 2：探测距离为 10 米，线夹角为 2.4193° ，则理论上可探测到最小的物体尺寸为：

$$D = 2 \times S \times \tan \alpha = 2 \times 10 \times \tan 2.4193 = 0.845 \text{ 米}$$

例 3：希望探测到 100 米外的一辆小汽车（长 2 米），需要的测线夹角为：

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{D}{2 \times S} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{2}{2 \times 100} \right) = \tan^{-1}(0.01) = 0.573 \text{ 度}$$

由于线夹角=视场角/(行或者列像素-1)，为了得到小的线夹角，要么减少视场角度，要么增大像素数，或两者兼有。比如：视场角不变，选择 160*160 点阵的成像仪，则测线夹角为：

$$\alpha = \frac{75}{(160 - 1)} = 0.472^{\circ}$$