



远距离监测用制冷式与非制冷式热像仪比较

在低亮度或完全黑暗的环境中进行远距离监测，是热成像技术的一种完美应用。这种监测常用于大多数威胁发生在夜间的边境地带或宽阔的场地。市场上推出的用于中远距离监测的热成像仪为用户提供了多种选择。用户经常会问：我应该使用制冷式还是非制冷式热成像系统？哪一种系统最具成本效益？



PTZ-35x140 MS：带有两个非制冷式微测辐射热计探测器，用于中远距离监测的热成像仪。

安防行业市场对价格非常敏感而且竞争特别激烈。在购买任何昂贵的中远距离监测用热成像仪系统时，都需要具体分析情况。当市场上有其它功能相当、成本更低的系统时，更需如此。本篇技术说明介绍了当今市场上提供的两种远距离热成像仪系统：制冷式和非制冷式系统。这两种系统的组件成本存在相当大的差异，因此对于决定选择哪一种系统具有极为重要的意义。

制冷式热成像仪

现代化制冷式热成像仪的成像传感器中集成了一个低温制冷器。这种装置可以给传感器降温度。降低探测器温度，是为了使热噪声的信号低于成像信号。

低温制冷器的活动部件的机械公差极小，会随着时间磨损，而且氦气也会慢慢泄露。在使用时间达到 8,000-10,000 小时之后，就必须重新换置低温制冷器。



低温制冷器

制冷式热成像仪是对场景中的细小温度差异最为敏感的一种热像仪。它们可以探测到物体之间最细小的温度差异。这种热像仪能够在中波红外或者说光谱中的中波红外波段进行成像，而这个波段的热对比度高度依赖于黑体物理学。热对比度是由目标温度变化而引起的信号变化。热对比度越高，就越容易探测到与背景温度差别不太大的目标。

一般而言，中波红外热像仪在夜间成像的对比度要比其他波段的红外热像仪的图像更鲜明。制冷式热成像仪也可以设计为在长波红外或 LWIR 波段下工作。

非制冷热成像仪

非制冷红外热成像仪的成像传感器不需要低温制冷。它采用的探测器通常是以微测辐射热计为基础，这种探测器由温度系数极大的小型氧化钒电阻与硅元件结合而成，具有面积大、低热能和热绝缘性能良好等特点。场景温度的变化会引起辐射热计温度的变化，这些变化将被转化为电子信号，随后被处理成图像。非制冷传感器设计为在长波红外或波长为 7 至 14 微米的 LWIR 波段中工作。在这种环境下，陆地温度目标会散发出绝大部分的红外能。



完全黑暗环境中的远距离监测是热成像技术的一种完美应用。



非制冷热像仪一般比制冷红外热像仪的价格更低廉，其传感器的制造步骤比制冷传感器少，产量更高，真空包装成本也更便宜。此外，非制冷热像仪不需要低温制冷器这种昂贵的装置。

非制冷热像仪带有更少的运动组件，在相同操作条件下，其使用寿命比制冷热像仪更长。在安防应用中，通常需要热像仪连续不断的工作，以避免遗漏任何威胁。制冷热像仪一般在使用 1 至 2 年时间后就需要进行维修，而非制冷热像仪却可以连续工作多年。

选择制冷还是非制冷热像仪？

在非制冷热像仪的所有这些优点面前，人们会提出一个问题：在什么情况下适合使用制冷热像仪？答案是：当监测范围达到 5km 以上时，使用基于制冷热像仪的热成像系统会更具成本效益。

在这里，需要注意强调“系统”这个词。热像仪只是成像“系统”的一个组件。在远距离热成像系统中，最昂贵的一种组件是镜头。随着有效范围要求的增加，非制冷热像仪系统的镜头会变得很庞大，并且价格很昂贵。这样，采用相同焦距的镜头的制冷式热像仪就显得更实惠。



HRC-S 是采用制冷碲化镉 (InSb) 探测器的热成像仪的一个示例。

在短焦距环境中，由于镜头的成本只占系统成本的一小部分，因此制冷式系统的成本就显得较高。随着焦距变大，制冷系统的成本不会迅速增加，但非制冷系统却会。这种成本差异是由镜头引起的，在迅速发展的全球红外光学市场上，其交叉点也在不断变化（当前对于一般系统而言，交叉点是在 350mm）。

长焦距环境中非制冷系统的镜头为什

么会如此昂贵？

这涉及到另一个极为重要的镜头参数，f 数。f 数决定着镜头的聚光能力，因此对热像仪系统的敏感度有重大影响。镜头焦距增大时，前端镜头的直径必须增大，以保持系统 f 数不变。

非制冷热像仪必须在较低 f 数（通常为 1.4 至 2）下运行，才能获得与制冷热像仪相当的敏感度。更高的 f 数会降低非制冷热像仪的敏感度，而且没办法弥补镜头光信号的减少。

光学系统的 f 数是镜头焦距与前端镜头直径的比率。焦距为 500mm 的 f/2 镜头，必须采用直径为 250mm 的前端镜头。这样的前端镜头元件非常昂贵，并且已经达到用锗金属制造的极限，部分原因在于很难用原始的锗材料生产出足够大的光学毛坯件。

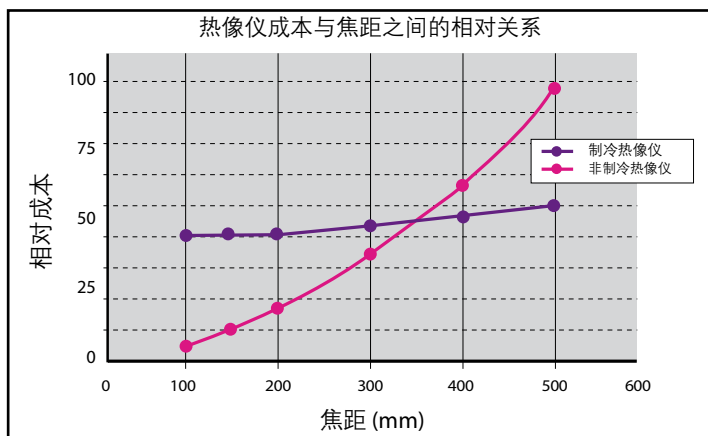
相比之下，制冷热像仪系统可以在光圈数为 f/4 甚至更高的情况下操作，而不会对系统的敏感度造成重大影响。这是因为制冷热像仪可以增大曝光时间或积分时间来弥补光吞吐量的减少。

采用 f/5 镜头时，其需要的积分时间少于 10 毫秒，即可产生 50/60Hz 甚至更高的视频帧速，因此可以达到安防行业的标准。非制冷热像仪无法增大积分时间，它会连续不断地整合来自场景的红外光线。焦距为 500mm 的 f/4 镜头只需要直径为 125mm 前端镜头元件，这比 250mm 前端镜头元件要便宜得多。目前，商用做到制冷系统可以做到焦距更长的 f/4 镜头（最大焦距可达 1000mm），极远焦距（几米甚至更远）的 f/7.5 镜头也已经问世。

结论：

远距离热红外监测需要使用长焦距镜头，非制冷热像仪系统的镜头成本会随着焦距的增大而迅速增加，制冷热像仪系统的成本相对而言增加较慢。

因此，虽然制冷热像仪机芯的成本比非制冷热像仪的机芯要高出很多，当焦距达到 350mm 以上时，非制冷系统的系统成本（机芯加镜头）会超过制冷式系统。要在数公里的范围内获得人类大小的目标的图像，热像仪镜头的焦距必须超过 350mm。因此，在这种应用条件下，使用制冷热像仪系统



冷却式和非冷却式摄像机（包括镜头）的成本模型

会更具成本效益，至少初始系统成本会更低。

系统设计师在构建成本模型时必须考虑低温制冷器的使用寿命为 8,000-10,000 小时这一因素，以获得最佳解决方案。如果低温制冷器每 2 年需要进行一次维修，每次维修的费用是系统整体费用的 10%，则在 4 年当中使用制冷系统的成本即为初始系统成本的 1.2 倍。由于 FLIR Systems 在热成像仪领域已拥有 50 余年的专业经验，并可同时生产制冷和非制冷系统，因此我们可以始终为您提供必需的信息，帮助您针对特定的应用目的做出明智的决策。

特此感谢 Dr. Austin Richards 博士撰写此文，并感谢 Pierre Boulanger 先生所做的贡献。

如需更多信息，请联系：

FLIR 商业视觉系统中国办公室
地址：北京市朝阳区建外 SOHO A 座 2308
邮编：100022
电话：+86 10 5869 8762 / 9786
传真：+86 10 5869 8763
电子邮件：flir@flir.com