

Entender la visualización óptica de imágenes de gas refrigerada con respecto a la no refrigerada

Ventajas de cada tecnología para aplicaciones específicas en toda la industria



Ventajas de cada tecnología para aplicaciones específicas en toda la industria

Por Craig O'Neill y Ron Lucierr

Durante más de una década, FLIR Systems ha fabricado cámaras infrarrojas (IR) para visualizar fugas de gas de varios tipos. Estas cámaras de visualización óptica de imágenes de gas (OGI, Optical Gas Imaging) están desarrolladas para "ver" una variedad de gases, incluidos hidrocarburos, dióxido de carbono, hexafluoruro de azufre, refrigerantes, monóxido de carbono, amoníaco y más. Estas cámaras se utilizan para muchas aplicaciones en diversas industrias, entre las que se incluyen mitigar emisiones, aumentar la eficiencia de producción y garantizar entornos de trabajo seguros. Una gran ventaja de las cámaras OGI en comparación con otras tecnologías de inspección es la velocidad con la que la tecnología puede localizar componentes con fugas sin interrumpir el proceso industrial.

Históricamente, las cámaras OGI se han diseñado con detectores IR refrigerados que ofrecen varias ventajas sobre los detectores no refrigerados, pero a menudo tienen un coste mayor. Avances en la tecnología de los detectores no refrigerados han permitido que los fabricantes de cámaras OGI, como FLIR, diseñen y desarrollen soluciones OGI de menor coste para estas industrias. Aunque tienen un coste más bajo, existen algunas limitaciones para las cámaras con detectores sin refrigeración con respecto a aquellas con detectores refrigerados.

La ciencia que hay detrás de la visualización óptica de imágenes de gas

Antes de abordar la cuestión de un detector refrigerado o no refrigerado en una cámara OGI, podemos explicar la teoría en la que se basa esta tecnología. La visualización óptica de imágenes de gas se puede comparar con mirar a través de una cámara de video normal, pero el operador ve una columna de gas que parece humo saliendo. Sin una cámara OGI, esto sería completamente invisible a simple vista. Para que pueda ver esta columna de gas, una cámara OGI utiliza un método exclusivo de filtrado espectral (dependiente de la longitud de onda) que le permite detectar un compuesto de gas específico. En un detector refrigerado, el filtro restringe las longitudes de onda de la radiación que se permite pasar al detector para una banda muy estrecha llamada paso de banda. Esta técnica se llama adaptación espectral (ver Figura 1).

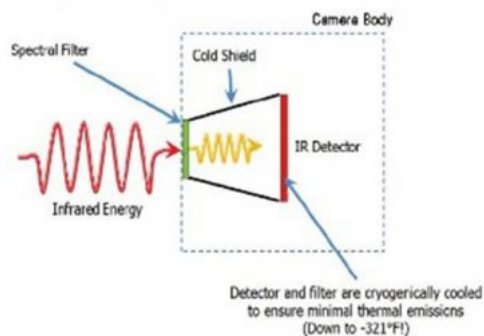


Figura 1

Las cámaras OGI aprovechan la naturaleza absorbente de ciertas moléculas para visualizarlas en su entorno nativo. Las matrices de plano focal de la cámara (FPA, focal plane array) y los sistemas ópticos están específicamente ajustados a márgenes espectrales muy estrechos, a menudo del orden de cientos de nanómetros y, por lo tanto, son ultraselectivos. Solamente se pueden detectar gases que se absorben en la región infrarroja que está delimitada por un filtro de paso de banda estrecho. Las características de absorción infrarroja dependen de la longitud de onda para la mayoría de los compuestos. Gases como el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno no se pueden visualizar directamente.

La región amarilla en la Figura 2 muestra un filtro espectral diseñado para corresponder al margen de longitud de onda donde la mayor parte de la energía infrarroja de fondo sería absorbida por el metano.

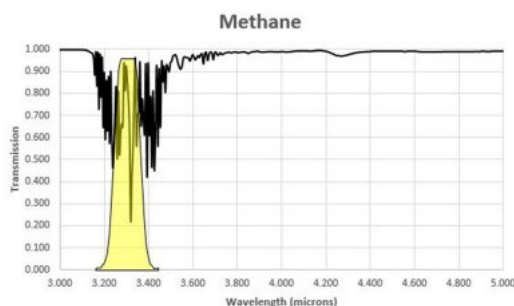


Figura 2

Si la cámara se dirige a una escena sin fuga de gas, los objetos en el campo de visión emitirán y reflejarán radiación infrarroja a través de la lente y el filtro de la cámara. Si existe una nube de gas entre los objetos y la cámara, y ese gas absorbe radiación en el margen de paso de banda del filtro, se reducirá la cantidad de radiación que pasa a través de la nube hacia el detector. Para ver la nube en relación con el fondo, debe haber un contraste radiante entre la nube y el fondo.

En resumen, las claves para hacer visible la nube son: el gas debe absorber la radiación infrarroja en la banda de onda que ve la cámara; la nube de gas debe tener un contraste radiante con el fondo; y la temperatura aparente de la nube debe ser diferente a la del fondo. Además, el movimiento hace que la nube sea más fácil de visualizar.

Entender las longitudes de onda relacionadas con la visualización óptica de imágenes de gas

Para abordar el desafío de comprender las cámaras de visualización óptica de imágenes de gas "refrigeradas frente a las no refrigeradas", se debe comprender las longitudes de onda relacionadas con la visualización óptica de imágenes de gas y los detectores utilizados en estas cámaras. Las dos longitudes de onda principales de las cámaras OGI se conocen comúnmente como onda media, que oscila entre 3 y 5 micrómetros (μm), y onda larga, que oscila entre 7 y 12 μm . En el mundo de la visualización las imágenes de gases, estos también pueden denominarse "región funcional" y "región de huellas dactilares", respectivamente. En la región funcional, una cámara puede ver más gases de una sola categoría, mientras que muchos gases individuales tienen características de absorción específicas en la región de la huella digital. Por ejemplo, casi todos los gases de hidrocarburos absorben energía en la región filtrada del GF320 (resaltada en amarillo), pero tienen varias características de absorción en la región de onda larga o huella dactilar (resaltada en azul) (consulte la Figura 3).

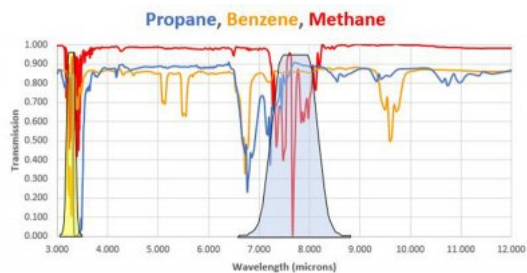


Figura 3

Si bien muchos gases tienen características de absorción tanto en las regiones de onda media como de onda larga, también hay gases que emiten en una sola banda de onda IR. Algunos gases emiten en el espectro de onda media y no en el de onda larga (p. ej., monóxido de carbono/CO) y otros que emiten únicamente en el espectro de onda larga (p. ej., hexafluoruro de azufre/SF₆). Estos no son gases que caerían en la huella dactilar o región funcional que a menudo se refiere a los gases de hidrocarburo. A continuación se muestran gráficos de espectros IR para gases CO y SF₆.

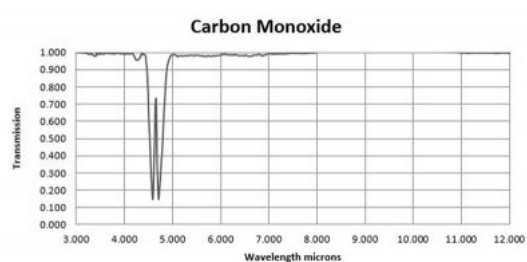


Figura 4

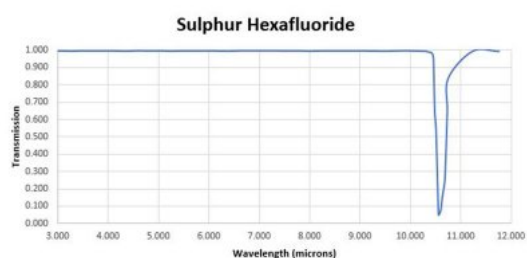


Figura 5

Detectores refrigerados frente a no refrigerados

Las cámaras OGI refrigeradas usan detectores cuánticos que requieren refrigeración a temperaturas criogénicas (alrededor de 77 K o -321 °F) y pueden ser detectores de onda media o larga. Las cámaras de onda media que detectan gases de hidrocarburo en la región funcional, como el metano, suelen funcionar en el margen de 3 a 5 μm y utilizan un detector de antimonio de indio (InSb). Las cámaras de onda larga refrigeradas que detectan gases como el SF₆ funcionan en el margen de 8 a 12 μm y pueden usar un fotodetector infrarrojo de pozo cuántico (QWIP: Quantum Well Infrared Photodetector).

Una cámara OGI refrigerada tiene un sensor de imágenes que está integrado con un refrigerador criogénico que reduce la temperatura del sensor a temperaturas criogénicas. Esta reducción de la temperatura del sensor es necesaria para reducir el ruido a un nivel inferior al de la señal de la escena que se está fotografiando. Los crioenfriadores tienen piezas móviles fabricadas con tolerancias mecánicas extremadamente estrechas que se desgastan con el tiempo, así como gas helio que se abre paso lentamente a través de las juntas de gas. Eventualmente, se requiere una reconstrucción del enfriador criogénico después de 10 000 a 13 000 horas de funcionamiento.

Las cámaras con detectores refrigerados tienen un filtro que se adjunta al detector. Este diseño evita cualquier intercambio de radiación perdida entre el filtro y el detector, lo que permite una mejor sensibilidad de la imagen. Este aumento en la sensibilidad de la imagen podría hacer que la cámara visualice ciertos gases de manera más efectiva e incluso permitir que la cámara OGI cumpla con los estándares regulatorios

como el OOOOa de la EPA (Environmental Protection Agency: Agencia de protección ambiental) de EE. UU. u otros requisitos.

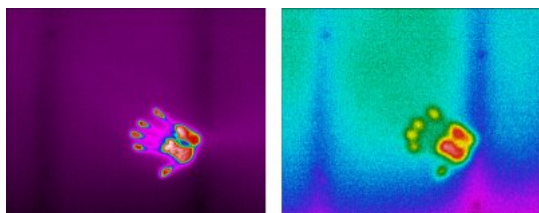


Figura 6: Imágenes de una huella de mano en una pared tomadas con una cámara termográfica refrigerada y nuevamente después de dos minutos

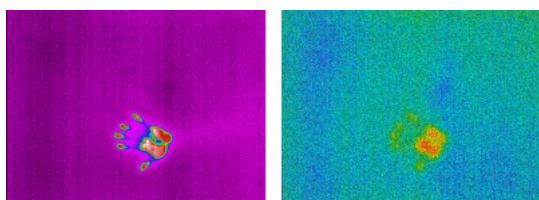


Figura 7: Imágenes de la huella de una mano en una pared tomadas con una cámara termográfica no refrigerada y nuevamente después de dos minutos.

Las cámaras OGI no refrigeradas utilizan un detector de microbolómetro que no requiere las piezas adicionales necesarias para refrigerar un detector. Estos a menudo están hechos de óxido de vanadio (VOx) o silicón amorfo (a-Si) y responden en el margen de 7-14 μm . Son mucho más fáciles de fabricar que las cámaras refrigeradas, pero carecen de sensibilidad o diferencia de temperatura equivalente al ruido (NETD, Noise Equivalent Temperature Difference), lo que dificulta la visualización de fugas de gas más pequeñas. NETD es una figura (o cifra) de mérito que representa la diferencia de temperatura mínima que una cámara puede resolver. La Figura 6 muestra los efectos de la sensibilidad para detectores refrigerados y no refrigerados. Una mejor NETD daría como resultado que una cámara OGI refrigerada detecte gas al menos cinco veces mejor que sin refrigerar. Un estándar similar utilizado para determinar qué tan bien una cámara OGI puede detectar gas es la longitud de concentración equivalente de ruido (NECL), que determina cuánto gas se puede detectar en una trayectoria definida. Como ejemplo, el NECL de una cámara OGI refrigerada FLIR GF320 (detector de 3-5 μm) para la detección de metano es inferior a 20 ppm*m mientras que el NECL de una solución no refrigerada (detector de 7-14 μm) es superior a 100 ppm* metro.

Otra consideración con las cámaras OGI sin refrigeración es el filtro. Algunas cámaras no se filtran en los espectros de onda larga, lo que significa que son solo un detector abierto que solo utiliza análisis para visualizar un gas. El modo de alta sensibilidad (HSM) patentado de FLIR es un ejemplo de una cámara que utiliza software y análisis para mejorar la visualización del gas. Algunas cámaras tienen filtros más específicos integrados en el sistema de la cámara. Estos podrían estar asociados con la lente, entre la cámara y la lente, o diseñados de varias maneras.

Con el filtrado no refrigerado, se pierde sensibilidad térmica debido a la limitación de la radiación que llega al detector de la cámara. Esto daría como resultado una NETD más alta, pero podría presentar una mejor imagen relacionada con visualización óptica de imágenes de gas. A medida que el ancho del filtro espectral se estrecha para enfocarse en gases específicos, la radiación que procede de la escena disminuye mientras que el ruido del detector permanece igual y la radiación reflejada que viene del filtro aumenta. Esto da como resultado la creación de una imagen de mucha mayor calidad relacionada con visualización óptica de imágenes de gas, pero disminuye la sensibilidad térmica de la cámara para la medición de temperatura (radiometría). Cuando se tiene un filtro refrigerado, como en una cámara OGI refrigerada, este fenómeno se evita ya que hay muy pocas radiaciones procedentes de reflejos.

Cómo elegir una cámara OGI refrigerada o no refrigerada

Al elegir qué cámara se requiere para sus necesidades de visualización óptica de imágenes de gas OGI (Optical Gas Imaging), el primer factor a considerar es asegurarse de que la cámara en cuestión pueda visualizar su gas. Después de haber hecho eso, la decisión puede no ser siempre sencilla y no debería basarse únicamente en el precio.

Si bien pueden tener un precio más alto, existen ventajas considerables de una cámara OGI refrigerada. Como se mencionó anteriormente, estas cámaras caen en la región funcional de los gases de hidrocarburos, lo que significa que solo sería necesaria una cámara para visualizar una amplia variedad de gases. En algunos casos, se necesitarían varias cámaras en la región de la huella digital para lograr los mismos resultados. Otra ventaja de las cámaras de onda media es la falta de interferencia de los vapores de agua. Como se ve en la Figura 7, el vapor de agua tiene una fuerte absorción en la región de onda larga o huella dactilar, lo que podría causar incertidumbre en la imagen cuando se usa una cámara sin refrigerar.

El aumento de la sensibilidad y la calidad de imagen son factores importantes a tener en cuenta al elegir una cámara OGI. Esto no solo afecta la capacidad de visualizar pequeñas fugas, sino que también puede ser un factor considerable cuando se trata de cumplir con los estándares normativos.

También hay consideraciones de prestaciones beneficiosas al elegir una cámara OGI refrigerada. Las únicas cámaras OGI portátiles certificadas para ubicaciones peligrosas del mercado son las cámaras detectoras refrigeradas. Si necesita o desea poder cuantificar su fuga de gas, esto solo lo puede hacer con una cámara OGI en el espectro de onda media, como la GF320, y el software patentado que se encuentra en la solución cuantitativa FLIR QL320.

La cámara de de visualización óptica de imágenes de gas refrigerada FLIR GF620 y la cámara de visualización óptica de imágenes de gas no refrigerada FLIR GF77

La introducción de cámaras OGI no refrigeradas en el mercado hace patentes las ventajas de esta nueva tecnología. Lo primero y principal, el coste de fabricación de una cámara sin refrigeración es considerablemente más bajo, lo que se traduce en un precio de mercado más bajo. También cuestan menos de mantener debido a la simplicidad en el diseño sin necesidad de refrigerador, lo que potencialmente los hace más apropiadas para aplicaciones de operación continua las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Ya sea si se busca ahorrar dinero, cumplir con los estándares regulatorios, aumentar la seguridad de los trabajadores o simplemente ser un buen administrador ambiental, las opciones son más grandes que nunca y, a veces, pueden ser confusas. Muchos factores pueden influir en la decisión de elegir una cámara OGI más allá del precio. FLIR ofrece la más amplia selección y variedad de cámaras OGI del mercado y puede ayudarlo en su proceso de selección.

Acerca de FLIR Systems, Inc.

Fundada en 1978, FLIR Systems es una empresa de tecnología industrial líder en el mundo dedicada a la creación de soluciones de detección inteligente para aplicaciones de defensa, industriales y comerciales. El objetivo de FLIR Systems es ser «The World's Sixth Sense», creando tecnologías que ayuden a los profesionales a tomar decisiones más informadas que salven vidas y medios de vida». Para obtener más información, visite www.flir.com y siganos en @flir.