



ANÁLISE DAS IMAGENS ÓPTICAS DE GÁS REFRIGERADO E NÃO REFRIGERADO

IMAGENS ÓPTICAS DE GÁS

VANTAGENS DE CADA TECNOLOGIA PARA APLICAÇÕES ESPECÍFICAS DO SETOR

Craig O'Neill e Ron Lucier

Há mais de uma década que a FLIR Systems fabrica câmeras de infravermelho (IV) para visualizar vazamentos de gás de diversos tipos. Essas câmeras de imagens ópticas de gás (OGI) foram desenvolvidas para “ver” uma variedade de gases, inclusive hidrocarbonetos, dióxido de carbono, hexafluoreto de enxofre, refrigerantes, monóxido de carbono, amônia, entre outros. Esses geradores de imagens são usados para muitas aplicações em diferentes setores, incluindo a redução de emissões, aumento da eficiência da produção e garantia da segurança no ambiente de trabalho. Uma grande vantagem das câmeras OGI em relação a outras tecnologias de inspeção é a velocidade com que elas conseguem localizar componentes com vazamento sem interromper o processo industrial.

Historicamente, as câmeras OGI foram concebidas com detectores de IV refrigerados que oferecem diversas vantagens sobre os detectores não refrigerados, mas eles geralmente são mais caros. Avanços tecnológicos em detectores não refrigerados permitiram aos fabricantes de câmeras OGI, como a FLIR, criarem e desenvolverem soluções OGI com um custo mais baixo para esses setores. Apesar do menor custo, há algumas limitações para câmeras com detectores não refrigerados em relação a câmeras com detectores refrigerados.

A CIÊNCIA POR TRÁS DAS IMAGENS ÓPTICAS DE GÁS

Antes de abordarmos a questão de um detector refrigerado ou não refrigerado em uma câmera OGI, devemos explicar a teoria por trás dessa tecnologia. Em uma câmera de vídeo normal, as imagens ópticas de gás são vistas pelo operador como uma pluma de gás parecida com uma nuvem de fumaça sendo soprada. Sem uma câmera OGI, isso seria completamente invisível a olho nu. Para poder ver essa pluma de gás, uma câmera OGI usa um método de filtragem espectral especial (dependente do comprimento de onda) que permite detectar um composto de gás específico. Num detector refrigerado, o filtro restringe os comprimentos de onda de radiação que podem passar para o detector através de uma faixa bastante estreita chamada passa-faixa. Essa técnica é chamada adaptação espectral (ver Figura 1).

As câmeras OGI aproveitam a natureza absorvente de certas moléculas para visualizá-las em seus ambientes nativos. As matrizes de plano focal (FPAs) e os sistemas ópticos da câmera são especificamente ajustados para faixas espectrais bastante estreitas, muitas vezes na ordem de centenas de nanômetros, ou seja, ultrasseletivas. Só os gases absorventes na região infravermelha delimitada por um filtro passa-faixa estreita podem ser detectados. As características de absorção infravermelha são dependentes do comprimento de onda para a maioria dos compostos. Gases nobres como hidrogênio, oxigênio e nitrogênio não podem ser fotografados diretamente.

A região amarela na Figura 2 mostra um filtro espectral projetado para corresponder à faixa de comprimento de onda onde a maioria da energia infravermelha de fundo seria absorvida pelo metano. Se a câmera for direcionada para uma cena sem vazamento de gás, os objetos no campo de visão emitirão e refletirão radiação infravermelha através da lente e do filtro da câmera. Se houver nuvem de gás entre os objetos e a câmera e esse gás absorver radiação no filtro passa-faixa, a quantidade de radiação que passa pela nuvem até o detector será reduzida. Para ver a nuvem em relação ao fundo, deve haver um contraste radiante entre a nuvem e o fundo.



Imagens ópticas de gás (OGI)

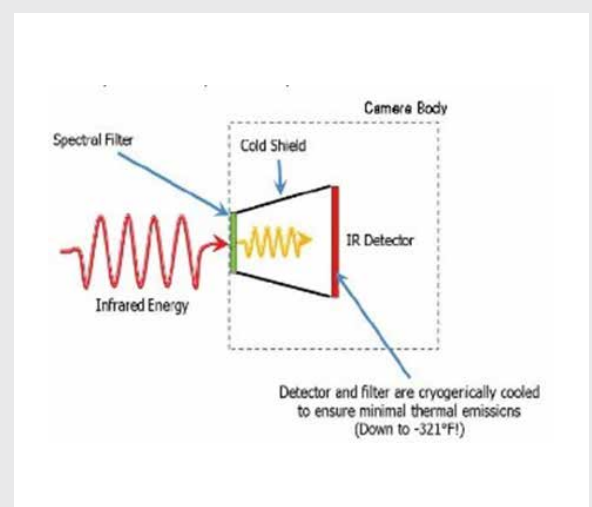


Figura 1

Resumindo, as características fundamentais para tornar a nuvem visível são: o gás deve absorver a radiação infravermelha na faixa de ondas que a câmera detecta; a nuvem de gás deve ter contraste radiante com o fundo e a temperatura aparente da nuvem deve ser diferente da do fundo. Além disso, o movimento facilita a visualização da nuvem.

ANÁLISE DOS COMPRIMENTOS DE ONDA RELACIONADOS ÀS IMAGENS ÓPTICAS DE GÁS

Para abordar o desafio de entender as câmeras de imagens ópticas de gás refrigerado e não refrigerado, primeiro é preciso compreender os comprimentos de onda relacionados às imagens ópticas de gás e aos detectores usados nessas câmeras. Os dois principais comprimentos de onda das câmeras OGI são geralmente a onda média de 3–5 micrômetros (μm) e a onda longa de 7–12 μm . No mundo das imagens de gás, eles também são conhecidos por “região funcional” e “região de impressão digital”, respectivamente. Na região funcional, mais gases de uma única categoria podem ser vistos por uma câmera enquanto que vários gases individuais têm características específicas de absorção na região de impressão digital. Por exemplo, quase todos os gases de hidrocarbonetos absorvem energia na região filtrada do GF320 (destacada em amarelo), mas têm várias características de absorção na região de ondas longas ou na região de impressão digital (destacada em azul) (ver Figura 3).

Embora muitos gases tenham características de absorção nas regiões de ondas médias e longas, também há gases que são emitidos somente em uma faixa de ondas IV. Alguns gases são emitidos no espectro de onda média e não de onda longa (por exemplo, monóxido de carbono/CO) e outros são emitidos exclusivamente no espectro de onda longa (por exemplo, hexafluoreto de enxofre/SF₆). Esses gases não se enquadrariam na região de impressão digital ou na região funcional que, geralmente, diz respeito a gases de hidrocarbonetos. À direita, estão os gráficos de espectro IV para os gases de CO e SF₆.

COOLED VS. DETECTORES REFRIGERADOS VS. NÃO REFRIGERADOS

As câmeras OGI refrigeradas usam detectores quânticos que requerem refrigeração a temperaturas criogênicas (em torno de 77 K ou -321 °F) e que podem ser detectores de ondas médias ou longas. Câmeras de onda média que detectam gases de hidrocarbonetos na região funcional, como o metano, geralmente operam em uma faixa de 3–5 μm e usam um detector de antimônio de índio (InSb). Câmeras de onda longa refrigeradas que detectam gases como SF₆ operam em uma faixa de 8–12 μm e podem usar um fotodetector infravermelho baseado em poços quânticos (QWIP).

Uma câmera OGI refrigerada possui um sensor de imagens que está integrado em um resfriador criogênico que reduz a temperatura do sensor para temperaturas criogênicas. Esta redução na temperatura do sensor é necessária para diminuir o ruído para um nível inferior ao do sinal da cena fotografada. Os resfriadores criogênicos têm peças móveis com uma construção próxima das tolerâncias mecânicas que se desgastam com o tempo, assim como o gás hélio que lentamente passa pelas vedações de gás. Por fim, o resfriador criogênico terá que passar por uma reconstrução após 10.000-13.000 horas de operação.

Câmeras com detectores refrigerados têm um filtro integrado ao detector. Esse design evita dispersão na troca de radiação entre o filtro e o detector, possibilitando melhor sensibilidade de imagem. Essa melhora pode fazer com que o gerador de imagens visualize certos gases com mais eficiência e até mesmo permita que a câmera OGI atenda a padrões regulamentares como o EPA OOOOa ou outras normas.

Câmeras OGI não refrigeradas usam um detector de microbolômetro que não requer as peças adicionais necessárias para refrigerar um detector. Geralmente, são compostas de óxido de vanádio (VOx) ou silício amorfo (a-Si) e responsivas na faixa de 7–14 μm . Elas são muito mais fáceis de fabricar que as câmeras refrigeradas, mas são menos sensíveis ou apresentam menos diferença de temperatura equivalente de ruído (NETD), o que dificulta a visualização de pequenos vazamentos de gás. A NETD é um coeficiente de mérito que representa a diferença mínima de temperatura que uma câmera pode resolver. A Figura 6 mostra os efeitos de sensibilidade para detectores refrigerados e não refrigerados. Uma NETD melhor resultaria em uma câmera OGI refrigerada capaz de

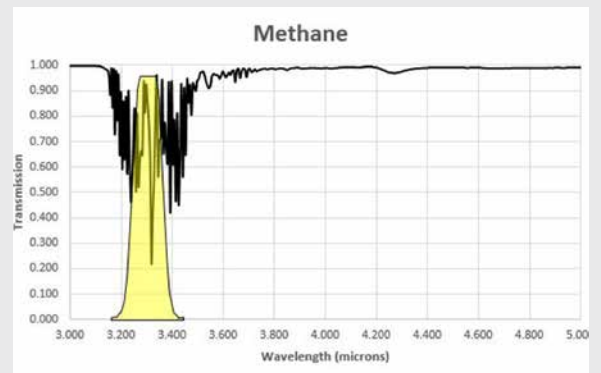


Figura 2

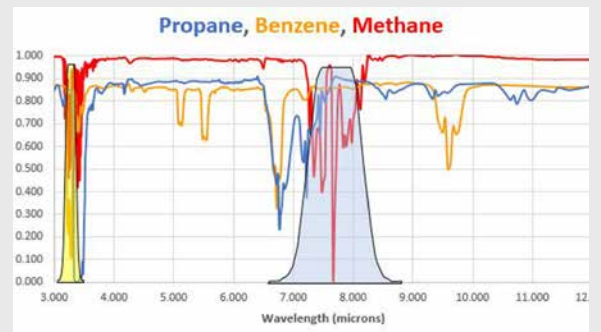


Figura 3

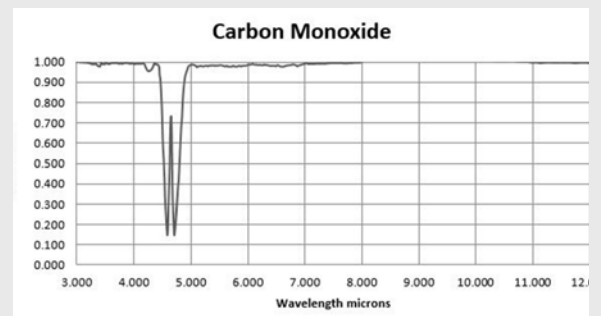


Figura 4

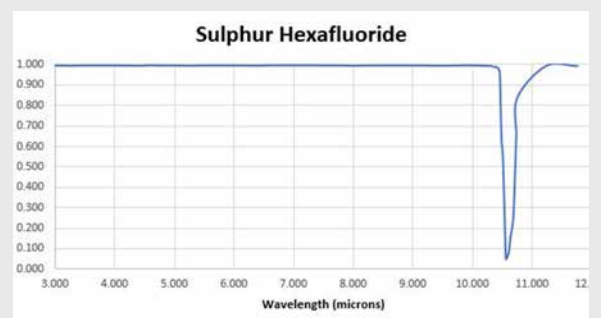


Figura 5

detectar gases no mínimo cinco vezes melhor do que uma câmera não refrigerada. Comprimento de concentração equivalente de ruído (NECL) é um padrão similar usado para determinar quão bem uma câmera OGI pode detectar gases e que determina a quantidade de gás detectável em um comprimento de percurso definido. Por exemplo, o NECL de uma câmera OGI refrigerada FLIR GF320 (detector de 3–5 μm) para detecção de metano é menor que 20 ppm*m, enquanto o NECL de uma solução não refrigerada (detector de 7–14 μm) é maior que 100 ppm*m. Outra consideração em relação às câmeras OGI não refrigeradas é o filtro. Algumas câmeras não são filtradas no espectro de onda longa, ou seja, elas são só um detector abrangente usando análises únicas para visualizar um gás. O Modo de Alta Sensibilidade (HSM) patenteado da FLIR é o exemplo de uma câmera que utiliza software e análises para melhorar a visualização de gases. Algumas câmeras têm filtros mais direcionados integrados ao sistema da câmera. Estes podem ser associados à lente, entre a câmera e a lente, ou podem ser projetados de diversas maneiras.

Com filtragem não refrigerada, perde-se sensibilidade térmica devido à limitação de radiação que atinge o detector da câmera. Isso resultaria em uma NETD mais alta, mas poderia apresentar uma imagem de gás melhor. À medida que a largura do filtro espectral é diminuída para focar em gases específicos, a radiação da cena diminui, o ruído do detector permanece inalterado e a radiação refletida do filtro aumenta. Isso resulta na criação de uma imagem de gás de muito melhor qualidade, mas diminui a sensibilidade térmica da câmera para medição de temperatura (radiometria). Quando se tem um filtro frio, como acontece em uma câmera OGI refrigerada, esse fenômeno é evitado porque há pouca quantidade de radiação resultante de reflexões.

COMO ESCOLHER UMA CÂMERA OGI REFRIGERADA OU NÃO REFRIGERADA

Ao escolher qual câmera você precisa para suas necessidades de OGI, o primeiro fator a considerar é a certeza de que a câmera em questão possa visualizar seu gás. Depois disso, a decisão pode nem sempre ser simples e não deve se basear exclusivamente no preço. Embora possam custar mais, as câmeras OGI refrigeradas têm vantagens consideráveis. Como mencionado acima, elas se enquadram na região funcional de gases de hidrocarbonetos, ou seja, só uma câmera seria necessária para visualizar uma vasta variedade de gases. Em alguns casos, várias câmeras seriam necessárias na região de impressão digital para atingir os mesmos resultados. Outra vantagem de uma câmera de onda média é o fato de não haver interferência de vapores de água. Conforme visto na Figura 7, o vapor de água apresenta uma alta taxa de absorção na região de onda longa ou na região de impressão digital, o que causaria incerteza na imagem ao usar uma câmera.

Sensibilidade aumentada e qualidade da imagem são fatores importantes a considerar ao escolher uma câmera OGI. Além de impactarem a capacidade de visualizar pequenos vazamentos, esses fatores também podem ser essenciais para o cumprimento dos padrões regulamentares.

Há também considerações importantes em termos de recursos que fazem da câmera OGI refrigerada uma escolha benéfica. As únicas câmeras OGI portáteis certificadas para locais de risco no mercado são as câmeras com detector refrigerado. Se você precisa ou quer quantificar seu vazamento de gás, isso só é feito com uma câmera OGI no espectro de onda média, como a GF320, e software proprietário presente na solução quantitativa QL320 da Providence Photonics.

Com a introdução de câmeras OGI não refrigeradas no mercado, é importante conhecer as vantagens dessa nova tecnologia. Primeiramente, o custo para fabricar uma câmera não refrigerada é consideravelmente menor, o que significa um preço de venda mais baixo. O custo de manutenção também é reduzido por conta da simplicidade do design sem refrigerador, o que torna a câmera não refrigerada potencialmente mais adequada para aplicações operacionais 24 horas por dia.

Se você quer economizar dinheiro, atender aos padrões regulamentares, aumentar a segurança do trabalhador ou simplesmente procura uma boa gestão ambiental, a grande diversidade de opções pode gerar confusão. Além do preço, muitos fatores podem contribuir para a decisão de escolher uma câmera OGI. A FLIR fornece a maior seleção e variedade de câmeras OGI do mercado e está à disposição para ajudar você no processo de seleção.

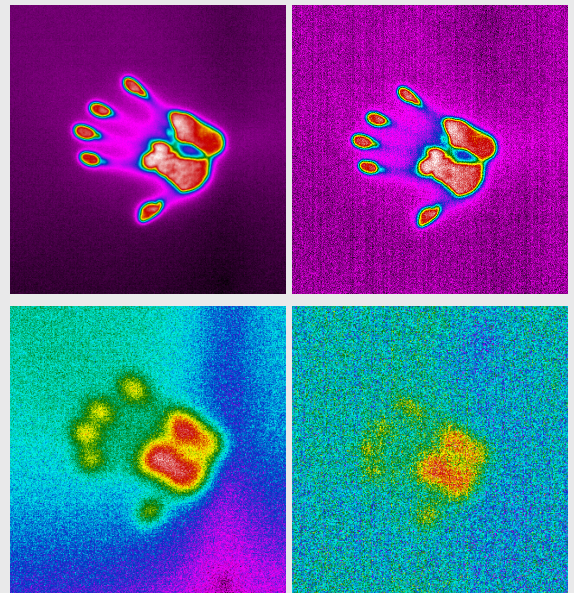


Figura 6

Imagens da impressão de uma mão em uma parede tiradas com uma câmera termográfica não refrigerada e novamente após dois minutos.

Imagens da impressão de uma mão em uma parede tiradas com uma câmera termográfica refrigerada e novamente após dois minutos.

Sobre os autores

Craig O'Neill é Gerente de Desenvolvimento de Negócios Estratégicos da linha de Imagens Ópticas de Gás na FLIR Systems, Inc. Ele juntou-se à FLIR em 2002 como Gerente Distrital de Vendas Sênior e está diretamente envolvido no mercado de OGI desde a introdução dos Geradores de Imagens Ópticas de Gás em maio de 2005.

Ron Lucier, ASNT NDT Nível III (Termografia/IV), é Engenheiro-Chefe e Instrutor Sênior do Curso de Termografia no Centro de Treinamento de Infravermelho da FLIR em Nashua, New Hampshire, EUA. Ron juntou-se à FLIR em 1999 e tem mais de 40 anos de experiência como engenheiro, dos quais 35 foram dedicados principalmente à termografia de infravermelho.

Para saber mais informações, visite:
www.flir.com/ogi

CORPORATE HEADQUARTERS

FLIR Systems, Inc.
27700 SW Parkway Ave.
Wilsonville, OR 97070
PH: +1 877.773.3547

O equipamento aqui descrito está sujeito aos regulamentos de exportação dos EUA e pode exigir uma licença prévia de exportação. Vendas contrárias às leis dos EUA são proibidas.
©2019 FLIR Systems, Inc. Todos os direitos reservados. 18-2846_PPM-A4-PTBR Rev 11/19

