

白皮书

# 监控中运用的红外技术

日夜两用型摄像机和OptimizedIR

7月 2026

## 概述

日夜两用型摄像机能够适应不断变化的光线条件，提供全天候不间断监控。白天，红外滤光片阻挡红外光，确保摄像机传感器呈现准确、自然的色彩。随着环境光线变暗，摄像机机械移除该滤光片，使传感器能够同时捕捉可见光和近红外光。这种转换可实现高质量灰度视频，即使在几乎完全黑暗的环境中也能保持清晰度。需要注意的是，日夜两用型摄像机与热成像摄像机不同，后者侦测热量特征，而非光线。

某些专用型号还采用红外通滤光片，可分离红外光，从而在交通监视或长距离监控等特定应用中提升性能。

为了使日夜两用型摄像机能够在漆黑环境中正常工作，采用了红外LED照明技术。对于远距离照明需求，可以使用独立照明器，但内置LED则提供了一种便捷的一体化解决方案。

Axis OptimizedIR结合了摄像机智能与精密LED技术，将这一方案又向前推进了一步。OptimizedIR并非提供静态红外光束，而是自动调整照明的强度和角度，以适应摄像机的视野。这样可以避免出现热点现象（靠近摄像机的目标出现过曝光）并确保整个场景的光线分布均匀。

# 目录

|     |                   |    |
|-----|-------------------|----|
| 1   | 引言                | 4  |
| 2   | 感光性和电磁波谱          | 4  |
| 3   | 红外成像和红外照明         | 5  |
| 3.1 | 日夜两用型摄像机          | 5  |
| 3.2 | 配备红外通滤光片的摄像机      | 7  |
| 3.3 | 为何使用红外成像代替热成像摄像机? | 8  |
| 3.4 | 为何使用红外照明代替可见光照明?  | 9  |
| 3.5 | 红外线补偿镜头           | 9  |
| 4   | 摄像机集成式还是独立式红外照明?  | 9  |
| 4.1 | 一般红外照明器要求         | 9  |
| 4.2 | 集成式照明器            | 10 |
| 4.3 | 独立式照明器            | 10 |
| 5   | Axis OptimizedIR  | 10 |
| 5.1 | 灵活的照明角度           | 10 |
| 5.2 | 可调光线强度            | 11 |
| 5.3 | 电源效率和耐用性          | 11 |
| 5.4 | PTZ摄像机定制          | 11 |
| 6   | 集成红外照明摄像机中的反射现象   | 11 |
| 6.1 | 有效减少红外线反射的摄像机设计   | 12 |
| 6.2 | 有效减少红外线反射的安装方案    | 12 |
| 7   | 安讯士红外设备安全性        | 12 |

# 1 引言

大多数摄像机都可以利用可见光和近红外光来生成图像或视频。通过在场景中增加人工红外照明，即使在大多数情况下漆黑的环境中也能够获得高质量的视频。

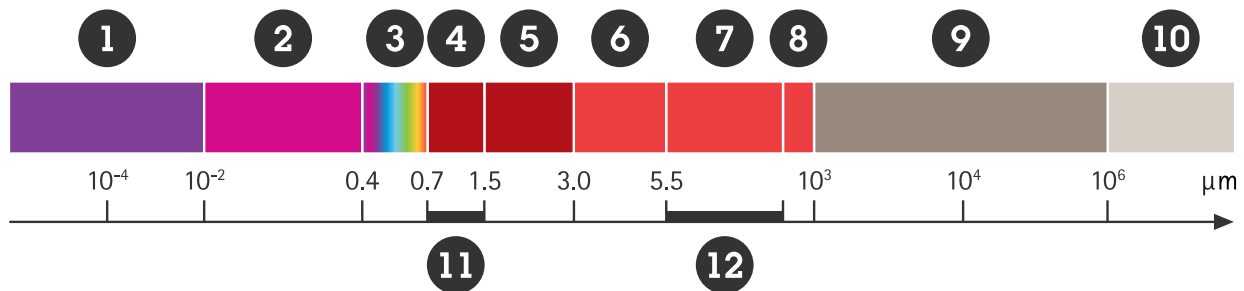
本白皮书介绍了红外照明广泛运用于监控中的原因，还讨论了摄像机集成式和独立式照明器，以及被贴上Axis OptimizedIR标签的红外解决方案的特殊组合。

## 2 感光性和电磁波谱

光由离散的能量束（称为光子）组成。摄像机中的图像传感器含有数百万个感光点，即像素，可侦测入射光子的数量。摄像机使用此信息创建图像。

光还具有不同的能量，或不同的波长。摄像机传感器侦测光子的能力取决于其波长。一般而言，可侦测波长在0.4微米到0.7微米之间的可见光光子，但传感器通常还能在电磁波谱的近红外部分侦测到更长波长（0.7–1.5微米）的光子。这种光在自然界很普遍，例如在日光下，但也可以利用人造光源添加这种光。

在光谱的LWIR（长波红外）部分中，波长更长的光子可被热成像摄像机的传感器探测到。LWIR光是由生命体和无生命体自然发出的热辐射。在热成像摄像机的图像中，温度较高的目标（如人和动物）从通常温度较低的背景中突显出来。



电磁辐射谱。红外照明器的工作区域为近红外区域 (11)，热成像摄像机的工作区域为长波红外区域 (12)。

1. X射线
2. 紫外线
3. 可见光
4. 近红外 (NIR) 辐射 (波长约0.7–1.5微米)
5. 短波红外 (SWIR) 辐射 (波长1.5–3微米)
6. 中波红外 (MWIR) 辐射 (波长3–5微米)
7. 长波红外 (LWIR) 辐射 (波长8–14微米)
8. 远红外 (FIR) 辐射 (波长约15–1,000微米)
9. 微波辐射
10. 广播/电视波段
11. 红外照明
12. 安讯士热成像摄像机

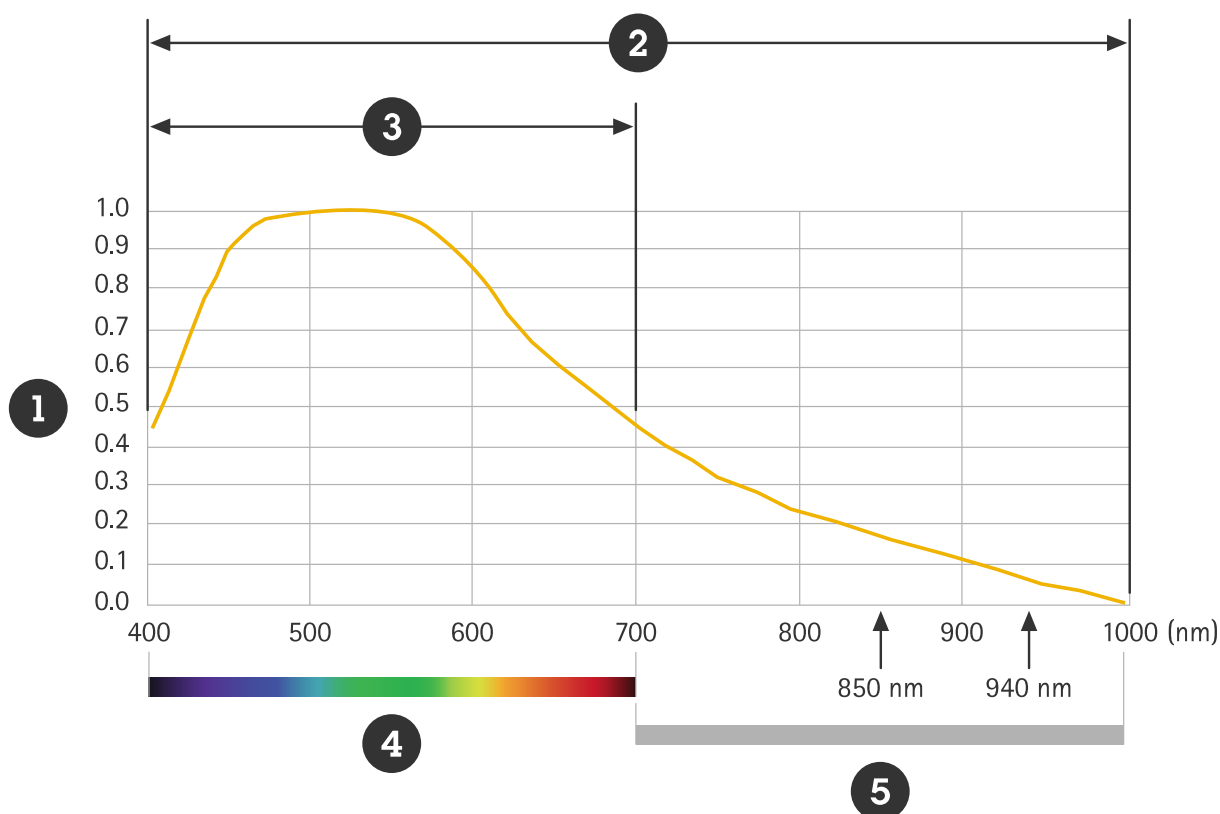
在光线较暗的情况下，可以到达摄像机传感器的可用光子数量较少。得益于传感器、镜头和微调图像处理的均衡组合，采用Axis Lightfinder技术的摄像机具有极高的感光性，使摄像机能够利用少量的光子创建彩色图像。然而，当场景过暗时，可见光光子的数量过少，导致传感器无法以足够高的帧速进行记录，从而无法满足视频监控的需求。在这种极低照度场景中，必须放弃可见光（及彩色成像），并将光谱范围扩展至近红外波长（使用日夜型摄像机）。作为替代方案，可以使用长波红外热成像摄像机在全黑环境中进行侦测。

### 3 红外成像和红外照明

使用红外LED照明是一种既省电又隐蔽的方式，能够在黑暗中进行监控。为了在全黑条件下清晰成像，必须使用独立式或摄像机集成式红外照明器添加红外光。

可利用红外光成像的摄像机具有所谓的 *日夜转换功能*，或者也称为 *日夜型摄像机*。它们可以运用如月光等自然红外光，也可以是来自白炽灯泡或专用红外光源的人造光。内置红外照明的摄像机均为日夜型摄像机，但是日夜型摄像机不一定都有内置照明。带有集成式红外照明器的安讯士摄像机可通过其产品扩展名“-L”加以区分，L代表LED（发光二极管）。

摄像机集成式和独立式照明通常使用波长为850纳米的红外光。红外LED的光波长非常接近可见光波长，可能产生可见的淡红色光。红外LED也可发射940纳米波长的光，这就降低了产生可见光的风险。然而，摄像机传感器对该波长的敏感度略低。



图像传感器对可见光和近红外光的响应。

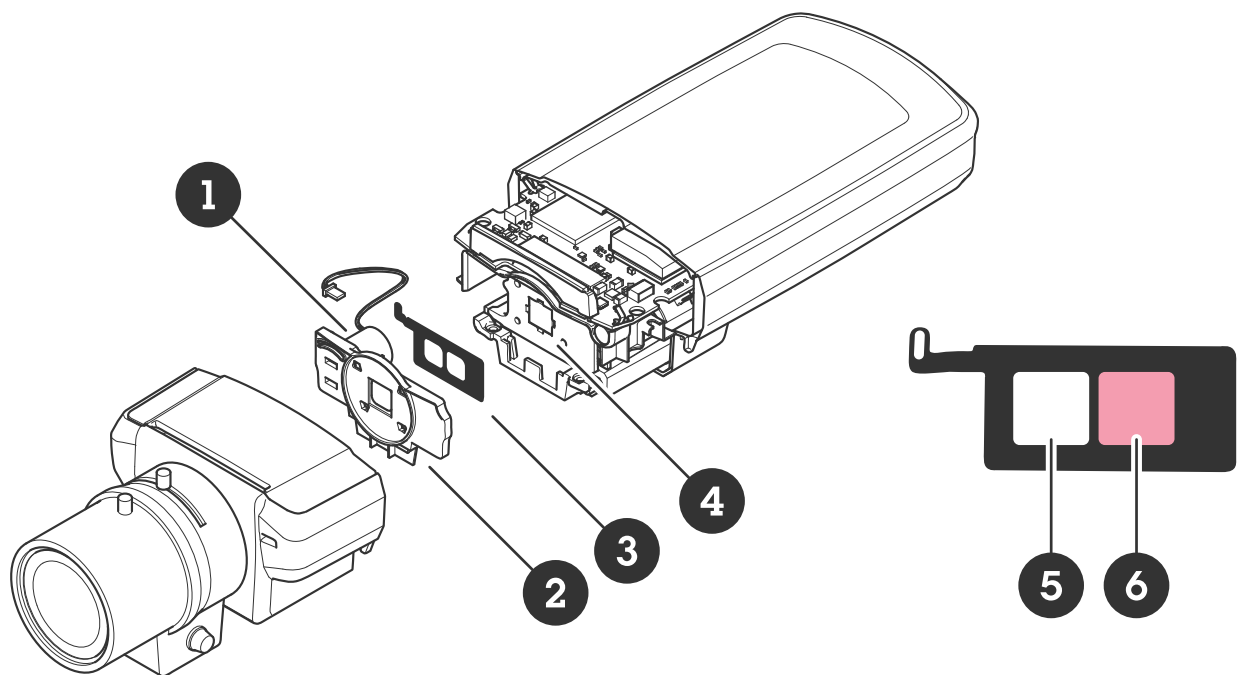
- 1 相对传感器灵敏度
- 2 夜间模式使用的波长
- 3 白天模式使用的波长
- 4 可见光
- 5 近红外光

Axis Lightfinder技术适用于红外光和可见光。采用“觅光者”技术的摄像机可以使红外照明范围覆盖更广，并使场景中的自然红外光更加清晰可见。

#### 3.1 日夜两用型摄像机

日夜两用型摄像机通常可以在两种模式之间切换：白天模式和夜间模式。在白天模式下，摄像机使用可见光，并提供彩色视频。当光线强度降低到一定程度时，摄像机会自动切换到夜间模式，在这种模式下，可见光和近红外光均能接收，并可提供高质量的灰度视频。

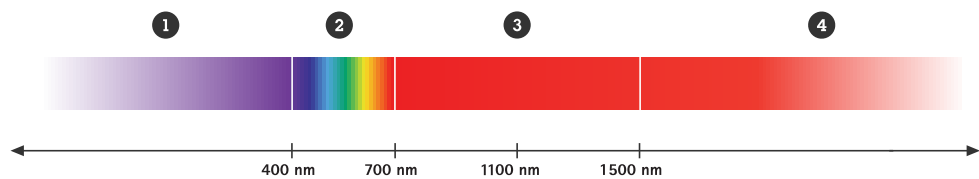
通过可机械移除的红外滤光片可以完成白天模式和夜间模式之间的切换。



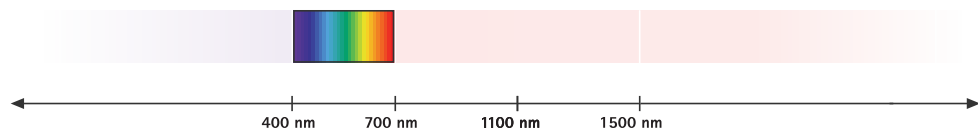
此摄像机中光学支架上的红外截止（日/夜）滤光片滑向侧面。在白天使用红色滤光片，阻止红外光到达摄像机传感器。透明部分在夜间使用。

- 1 螺线管
- 2 前挡板
- 3 光学镜座
- 4 图像传感器
- 5 夜间滤光片
- 6 白天滤光片

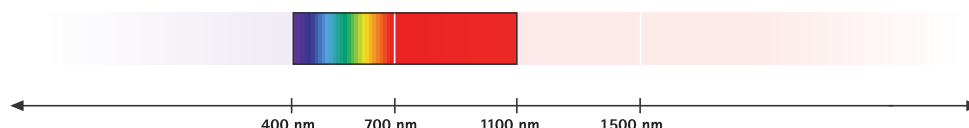
在白天模式下，滤光片可以阻止自然产生的红外光到达摄像机传感器，以免视频颜色失真。在夜间模式下，则取下滤光片，通过允许红外光射入传感器来增加摄像机的感光性。



电磁波谱的各个部分，包括紫外线 (1)、可见光 (2)、近红外 (NIR) 光 (3) 和红外光 (4)。



白天模式仅使用可见光。

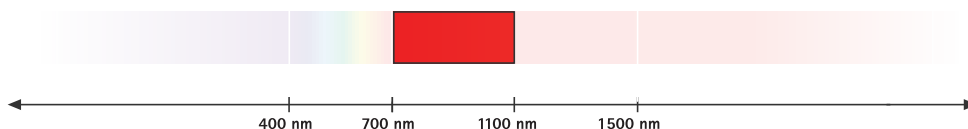


夜间模式既利用可见光，也利用波长最接近的近红外光区域。

由于红外光透过传感器上的RGB三色滤光片，夜间模式下的颜色信息会丢失，因此摄像机将无法再提供彩色图像。在夜间模式下提供的灰度视频可适应人眼无法看到的红外光。但具有特定反射性能的材料有时可能会呈现出意想不到的灰度色调。例如，一件深色夹克看起来可能会显得色调要浅得多，反之亦然。

### 3.2 配备红外通滤光片的摄像机

一些日夜型摄像机配备额外的滤光片。该红外通滤光片会阻挡可见光，仅允许近红外 (NIR) 光透过并到达图像传感器。在某些用例中，尽管画面会呈现出灰度，但该滤光片能使摄像机拍摄出细节更清晰且具有更高取证价值的视频。



红外通滤光片仅允许近红外光通过（图中显示近红外光谱，但实际允许通过的波长范围因产品而异）。

红外通滤光片的有效性取决于场景的具体条件，包括距离、天气状况以及场景中是否存在水体或植被。该滤光片可提升图像质量，例如在远距离监控和夜间交通监视等场景中。

**远距离监控。**近红外光比可见光更能穿透雾霾。这是因为红外光的波长较长，因此不易受到水滴或灰尘等大气颗粒的散射。红外成像的另一个显著特点是植被的可见度更高，因为在这个光谱范围内叶绿素的高反射率使植物和树木看起来比在可见光下要明亮得多。借助红外通滤光片，这两种效果都能有助于增强远距离的可见度和对比度，从而更便于发现烟雾或正在发生的森林火灾等。



白天模式下的远距离抓拍（左）和使用红外通滤光片的抓拍（右）。红外通滤光片增强了风力涡轮机（距离10公里，约6英里）和背景山丘（距离20公里，约12英里）的对比度和可见度，田野中的植被也显得更加明亮。使用AXIS Q6355-LE PTZ Camera拍摄。

交通监视。红外通滤光片在配合红外照明使用时，可提高夜间牌照的对比度。尽管牌照对红外光具有极佳的反射效果，但前照灯发出的强光仍会产生眩光和光晕，从而影响能见度。大多数汽车前照灯主要发射可见光波长，这意味着红外通滤光片将消除这些干扰光。



夜间模式下的抓拍（左）和使用红外通滤光片的抓拍（右）。这两张抓拍均由AXIS Q6355-LE PTZ Camera拍摄，拍摄距离为50米（55码），使用7倍光学变焦。

### 3.3 为何使用红外成像代替热成像摄像机？

热成像摄像机可以在全黑环境下提供可用视频，带有红外照明的感光摄像机也能提供。热成像摄像机无需光源，因为它们仅侦测目标自然发出的热辐射。



日夜型摄像机和热成像摄像机的图像比较（均拍摄于黑暗环境）。

左：由集成红外照明的日夜型摄像机拍摄的图像。

右：由被动探测热辐射的热成像摄像机拍摄的图像。

这两种摄像机技术通常用于不同目的：热成像摄像机主要侦测目标是否存在，而红外摄像机可以根据不同环境条件来验证或识别目标。因此，内置红外功能的摄像机可用于完全独立的监控，但也可集成到更大型的多样化监控系统中。另一方面，热成像摄像机可以很好地与监控系统互为补充，但不能取代它；通常需要在系统的某个位置使用感光摄像机帮助进行识别。

热成像摄像机侦测范围极为广泛，以公里为单位计算，但购买成本很高。带红外照明功能的感光摄像机的侦测范围取决于摄像机的分辨率以及光照距离。对于安讯士红外产品，其产品说明提供了有关照明范围的信息，通过在夜间对真实场景中的真实目标进行室外评估而得出。

热成像摄像机不能穿透玻璃，但带红外照明功能的感光摄像机可以。这方面的效果取决于具体情况和监控目的。例如，使用热成像摄像机会有利于室内监控，因为它可以防止意外拍摄窗外的景象，而这可能不是允许的监控范围。

有关热成像摄像机技术的详情，请参见：[www.axis.com/technologies/thermal-imaging](http://www.axis.com/technologies/thermal-imaging)

### 3.4 为何使用红外照明代替可见光照明？

在人造白光照明受到限制的地方，或者在极易侵入的环境中，红外照明提供了一种可行的监控方式。

除不会增加一般光污染之外，红外线还有助于实现不引人注目的监控，在许多场合都具有非常重要的战略意义。然而，可见光照明器的威慑作用通常都是监控首选。

如果不需要捕获颜色信息，则可以使用红外照明。而且，灰度视频的比特率也比彩色视频更低，这意味着可以降低带宽和存储需求。

带红外照明功能的日夜两用型摄像机可提供卓越的对比度和低噪声水平，这也使其特别适用于视频分析和夜间高速目标监控，如上面提到的交通监控。车牌识别 (LPR) 是一种视频分析应用，在某些情况下，它受益于红外照明。车牌比图像中任何其他目标反射更多的红外光，使LPR算法能够针对车牌（而不是其他目标）做出反应。也很容易就能发现对车牌所做的未经授权的修改。

### 3.5 红外线补偿镜头

为了充分利用红外照明的优势，光学系统必须在可见光和近红外 (NIR) 光谱范围内保持稳定的性能。传统镜头通常会出现跑焦，即当摄像机在可见光和近红外光之间切换时，焦平面会发生移动。这种影响是由光学玻璃的波长依赖性折射率引起的，这会导致对焦位置发生微小变化，当摄像机依赖红外照明时，可能会导致锐度下降。

红外校正镜头可以缓解这一问题。通过采用专用的玻璃材料和光学设计，它们在不同波长下最大限度地减少了色差引起的焦点偏移并稳定了成像面。这确保了在照明变化时保持一致的锐度，启用动态红外调节，并在黑暗环境中实现可靠、高质量的图像捕捉。

## 4 摄像机集成式还是独立式红外照明？

人工红外照明既可由独立式红外照明器提供，也可以集成到摄像机中。同时采用这两种照明类型将使监控应用受益匪浅。独立照明器通常功能更强大，并且可以覆盖更广的范围，但摄像机集成的照明器可能更适合近距离使用，这是因为它们具有特殊的适应性，并可根据摄像机的具体功能、变焦级别等进行调整。

### 4.1 一般红外照明器要求

无论是摄像机集成式还是独立式，红外照明器都应在摄像机的整个视野内提供均匀的光场。它应具有较远的光照距离，但也应避免导致摄像机过度曝光附近的物体。这通常需要一台具有超宽动态功能的摄像机。

红外照明器应集成可见光探测器，并且能够自动关闭，以便在白天或光源提供充足光线时节省电力。还必须避免LED过热，从而延长LED的使用寿命。

## 4.2 集成式照明器

摄像机和照明集成到一台设备中，整机安装有着更好的隐蔽性。这对于监控古老或列入文物保护单位名录的建筑物尤其重要，例如博物馆和历史建筑。

内置红外功能的安讯士摄像机易于安装和集成。它们不需要外部线缆或额外的电源，因为它们的低功率红外LED是采用以太网供电 (PoE) 技术通过摄像机来供电的。采用摄像机集成式照明的系统也会更便宜，安装所需的组件更少，因此需要执行维修及其他维护的组件也更少。

## 4.3 独立式照明器



相比摄像机集成式红外照明，与日夜两用型摄像机一起使用的独立式红外照明器通常可提供更广的照明范围，因为它们使用的LED数量更多，能够带来更多光线。可以使用更多照明器，并将其自由放置在目标区域内，从而显著扩大照明覆盖范围。它们还使摄像机能够更自由的瞄准。

由于使用独立式照明器时，光线和摄像机镜头实际上是隔开的，因此与摄像机集成式红外照明相比，自然吸引到光线中的昆虫和灰尘不会与镜头过近以至于对视频产生负面影响。

使用独立式照明器时，应确保照明条件与场景相匹配。过于狭窄的照明区域会导致场景中间出现变白或眩光，而其它区域得不到适当的照明。另一方面，照明区域过于广泛，不仅会减少前方的光线照射范围，还会对关注区域外的目标提供不必要的照明。

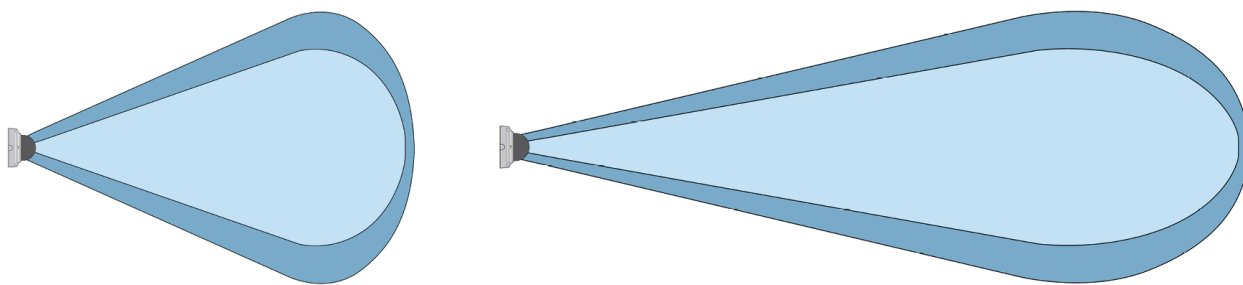
安讯士独立式照明器带有可更换的发散透镜，从而可根据场景实现不同的照明角度和距离。由于照明器的调整必须在现场手动完成，所以独立式照明器更适合用于保持相当恒定的变焦级别和视野的摄像机。

# 5 Axis OptimizedIR

搭载OptimizedIR技术的安讯士摄像机不仅新颖，而且功能强大，采用安讯士先进的摄像机集成式红外解决方案，集摄像机智能与先进的LED技术于一体。例如，它们包括采用可确保摄像机可变视野内实现一致、均匀照明的专利技术，提供非常高效的热量管理，以及使用可针对摄像机进行自动微调的高质量远距离LED。OptimizedIR可针对各款摄像机进行定制，根据摄像机特定的先决条件和功能，为您打造不同的解决方案。OptimizedIR目前也在持续开发中，并定期添加新的先进功能。

## 5.1 灵活的照明角度

用于精选远程变焦摄像机的OptimizedIR的其中一个特点是，其可根据变焦级别调整照明角度。使用高精度定制透镜，红外LED可提供跟随摄像机变焦动作的照明角度，始终为图像提供合适的光量。即使在漆黑环境下，整个视野也得到均匀照明，从而生成曝光良好、高质量、低噪点的视频。



在某些摄像机中，OptimizedIR控制红外照明角度，以适配摄像机视野的调整。

左：红外照明角度略大于摄像机视野，可保证摄像机视野范围内（浅蓝色）的均匀照明。

右：如果摄像机视野减小，红外照明角度也会自动减小。

## 5.2 可调光线强度

在安讯士一些最先进的解决方案中，可以手动或自动调整摄像机集成式LED的强度。如需实现更佳的图像质量，可以通过网页界面远程调暗或关闭具体光线。

摄像机会自动调节曝光以获得最佳图像质量。安装在靠近墙壁或角落的位置时，摄像机也可自动调暗距墙壁或角落最近的LED，以避免产生可能会使图像部分饱和的反射。

根据安装环境和摄像机周围的条件（如场景中的外部光源）手动调节各个LED的强度也非常有用，可用于定制红外照明。

## 5.3 电源效率和耐用性

OptimizedIR基于非常节能的LED。通过PoE供电，无需额外的电源线。

这些LED质量高且耐用，并且由于发热量低，进一步延长了其使用寿命。在较低的工作温度下，LED的使用寿命更长。同时，OptimizedIR也是一种高效节能技术，因为它能给整个场景提供均匀的照明，并最大限度地减少视野外的光量。这是通过使用少量LED和优化的机械设计来实现的。

## 5.4 PTZ摄像机定制

凭借先进的热量管理解决方案和精密的摄像机功能，安讯士还在精选的水平转动/垂直转动/变焦（PTZ）摄像机中提供OptimizedIR。使用具有不同透镜和可变光线强度的多个LED，可对视野和变焦倍数进行最佳调整。无论摄像机是在水平转动、垂直转动还是变焦缩放，这种动态红外光束控制都能根据摄像机视图无缝调节红外光。

对于迷你型PTZ摄像机的设计，集成式LED必须位于图像传感器附近，且不连接至外部散热器。这使LED的冷却变得至关重要。

采用OptimizedIR的安讯士PTZ摄像机使用热管来传导LED产生的热量，给传感器和LED散热，从而保持适当的工作温度。这使传感器能够生成高质量、低噪点的图像，并确保较长的LED使用寿命。热量管理解决方案还可以实现紧凑和各方向隐蔽的半球设计，与OptimizedIR的近红外照明一起提供完全隐蔽的监控。

# 6 集成红外照明摄像机中的反射现象

集成红外照明摄像机有时会出现反射现象。部分红外光可能直接泄漏到镜头中，也可能反射回镜头中。这种反射光通常来自附近的目标或表面（如墙壁、屋檐或天花板）。此外，球型罩表面的杂物（如灰尘、蜘蛛网、水滴或积雪）也会产生反射光。此类反射最终会降低图像质量，导致图像出现雾化效应，或使球型罩内部产生镜面畸变效应。

## 6.1 有效减少红外线反射的摄像机设计

优化摄像机设计能够有效地将红外线LED与摄像机镜头隔离。这可以通过全面的三部分屏蔽方法来实现。

- 内部黑色隔板在镜头与红外LED之间形成一道物理屏障。
- 球型罩的塑料部件中集成了一个黑色遮光罩，可防止红外光隔间与镜头隔间之间产生光干扰。
- 球型罩外侧突出的边缘旨在防止雨滴沿表面将光线导向镜头区域。

对于不具备这些集成隔离功能的摄像机，外部防风雨罩可作为替代方案，有助于遮挡雨雪，保持球型罩免受影响。



左：这款内置红外LED的摄像机采用上述三种屏蔽方法，以防止红外线反射。

右：这款集成红外LED的摄像机在镜头与LED之间设有一块内部隔板，并配有风雨罩。

Axis OptimizedIR可有效防止附近目标产生反射现象。该技术能够有效减少超出摄像机视野范围的光线，显著降低红外光束投向相邻表面导致反射光的风险。此外，OptimizedIR还提供灵活调节红外LED亮度的功能，从而进一步减少潜在的反射光。

另一种减轻反射现象的方法是使用轻微着色的半烟灰色球型罩。不过，必须注意，半烟灰色球型罩也会降低摄像机的整体感光性。

## 6.2 有效减少红外线反射的安装方案

为了进一步防止和减少反射现象，您可以将摄像机安装在能抵御恶劣天气影响的位置。如果灰尘或污垢导致反光，可定期清洁球型罩。

在调整摄像机位置和对准目标时，确保红外光束远离附近的墙壁、立柱、天花板、窗户或其他高反射目标。必须认识到，仅凭视频图像未必始终能够准确判断目标是否位于红外光束的路径范围内。这是因为摄像机的红外照明角度可能比其视角更宽，特别是未配备OptimizedIR的型号。

## 7 安讯士红外设备安全性

安讯士摄像机使用安全，符合欧洲标准EN 62471（基于国际标准IEC 62471）。符合此标准即表示摄像机及其内置红外照明对直视摄像机的眼睛无害。



## 关于安讯士 (Axis Communications)

安讯士通过打造各种解决方案，提高安全水平和企业效益，旨在创建一个高度智能、更加安全的世界。作为一家网络技术公司和行业领导者，安讯士致力于推出视频监控、访问控制、内部通信和音频系统解决方案。安讯士通过智能分析应用程序增强解决方案，并提供高质量培训支持。

安讯士在全球50多个国家和地区设有办事机构，拥有超过5,000名尽职的员工，并与遍布世界各地的技术和系统集成合作伙伴携手并进，为客户带来高价值的解决方案。安讯士创立于1984年，总部位于瑞典。