

## 白皮书相机选择 -

### 我应如何为我的图像处理系统寻找合适的相机？

欢迎回到 Basler 图像处理系统入门课程系列！在 Basler 白皮书系列的第一本白皮书中，我们深入探讨了图像处理系统的基本概念。现在是为设计真实系统做出第一个具体决定的时候，您到底需要的是哪一款相机。

实际上自我评估将会是您最好的起点。首先，您必须问自己希望利用相机拍摄何种图像？一旦搞清楚这点，您就可以继续至下个阶段：我的相机必须具有哪些特性才能够拍摄我想要的图像？解开这两个问题将为您的整个设计流程打好坚实的基础。

接下来将选择感光芯片、快门类型和接口。与我们一同探索 Basler 白皮书系列的第二本白皮书，逐步了解这些因素以及在做出整体决定时所需考虑的其他因素。在完整了解白皮书后，您将会对各种相机型号拥有一个总体的认识，同时也会充分了解到图像处理系统的各个关键因素。

### 内容

1. 网络相机还是工业相机？面阵相机还是线阵相机？ .....	1
2. 黑白相机还是彩色相机？ .....	2
3. 感光芯片类型、快门技术、帧速率 .....	2
4. 分辨率、感光芯片尺寸、像素尺寸 .....	4
5. 接口与外壳尺寸 .....	5
6. 合理的相机功能 .....	6
7. Basler 相机选型助手 .....	6
8. 总结与展望 .....	6

除非您已大概知道自己需要何种相机，否则翻阅相机制造商的产品目录可能会使您望而生畏。相机类型、相关特性、助手功能以及潜

#### 1. 网络相机还是工业相机？

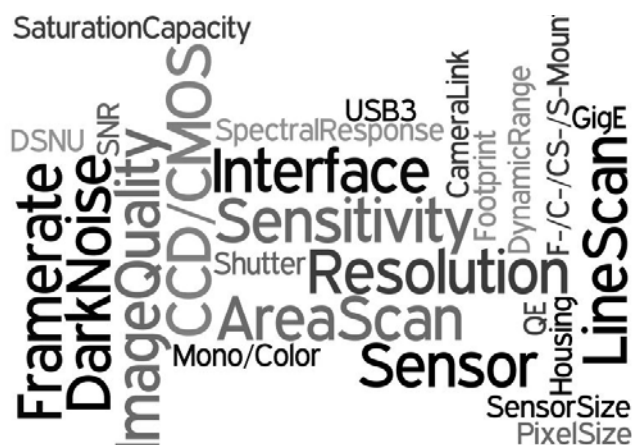
图像处理系统相机可分类为工业/机器视觉（MV）或网络/IP（网络协议）相机。

**网络相机**，也称为 IP（网络协议）相机，可用于录制视频。网络相机广泛使用于典型监控应用中，同时也可与工业相机结合使用。网络相机一般上会由坚硬的外壳所保护，而该外壳具有抗震功能，并能适应任何天气变化，使相机适用于室内与室外环境中。各种功能（包括日间/夜间模式）以及特别设计的红外滤光片（截止或带通滤光片）使相机能够提供卓越的图像质量，即使周遭环境的灯光不足或是在不良天气情况下。网络相机将会把图像拍摄下并加以压缩。这将会降低数据的大小，使所有数据均可存储在相机内。从理论上来说，将相机连接至网络可让无限数量的用户能够访问该相机。

相比之下，**工业相机**会以未经压缩（‘原’）数据的形式将图像直接传输至 PC；然后 PC 负责处理相当大量的数据。该方法的优势在于不会在整个拍摄过程中丢失任何图像信息。

工业相机界中还拥有另外两个分部：面阵与线阵相机这两类相机的主要不同之处在于捕捉图像的形式。图像是由特定数量的行所组成。面阵相机装配了长方形芯片，而其配有多个可同时被曝光的像素行。图像数据因此可在单一步骤中被捕捉，同时也可一并处理。

相比之下，线阵相机则使用一款备有 1、2 或 3 行像素的芯片。图像数据将被依行捕捉，而独立的像素行将在处理阶段中重新组成完整的图像。应选择面阵相机或线阵相机，就必须依您的应用和应用要求而定。



在应用的各种资料令人不知应如何着手开始。您真正需要的是种筛选系统。让我们从最合理的起点开始：您的应用。

是否要加入图像处理系统一般是依实际需求而定。工业机器视觉领域主要使用两款不同的相机技术，而您的系统的基本要求已决定了将会使用这两款主要技术中的哪一款：



#### 面阵相机

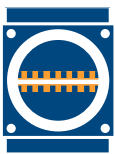
广泛适用于工业领域中的多种不同应用：

- 在汽车工业中可用于检测个别零件，在控制工程与机器人技术中可用于组件定位以及代码识别。图像处理系统可在整个供应链中发挥其功效：从制造商至供应商至车间。

- 在电子工业中可用于检测组件（例如电路板），焊接检查以及拾取与放置流程。
- 在制药与包装工业中可用于检查生产步骤与检测完整性、确认尺寸要求的合规性以及检测材料缺陷，同时也可用于评估条形码、文本码或矩阵码。
- 在光伏产业中可用于检测几何形状与锯痕，或用于检测太阳能电池、太阳能带和太阳能模块上的电致发光。
- 在机器人技术中可用于拾取与放置应用，在制造流程中协助进行固定与定位（例如机械工程）。
- 在体育界中可用于动作与技术分析，同时也可支持各种治疗方案。
- 在工业显微镜中可用于详细材料检查、微观结构以及焊缝。

除了工业用途，面阵相机也适用于其他方面的任务：

- 生物医学显微镜、医药与医疗生命科学、医疗设备（例如牙科扫描仪、眼底检测）和诸多实验室应用。
- 在交通和运输领域中，相机可在多种智能交通系统中成为最佳眼睛，协助控制交通流，监视收费系统以及监控交通。
- 在安全与监视应用方面，从旁辅助网络相机。



在检测传送带上以极快速度运送的产品时必定会使用到**线阵相机**。典型应用包括

- 检查报纸与杂志印刷中的印刷版图形，而这些印刷产品的移动速度可高达每小时 100km。
- 物流公司的分拣设施每日处理数以万计的信件与包裹。线阵相机会以迅雷不及掩耳的速度为每份货物进行识别与分拣以确保货物能够快速及顺利地交付。
- 在食品业中，线阵相机可用于检测食品的几何形状、探测受损区域以及异物。线阵相机也可以检测包装，同时检查瓶子上的密封与封盖。
- 线阵相机能够检测各种材料的表面（塑料薄膜、纸张、钢铁及纺织品等），甚至是电子与光伏产业行业所使用的晶片与镀膜表面。



### 网络相机

可用于各种监视任务，包括航运企业与包装系统中的流程控制，以及建筑物与交通的监视系统。使用的场所就包括

- 银行
- 赌场
- 公司总部以及公共建筑物（体育场、火车站、机场、集装箱港口）
- 物流与运输业（货运中心、通路或出入口管制）

欲知更多信息以及特定应用的相机推荐，请访问 [Basler 网站](http://Basler.com)。

## 2. 黑白相机还是彩色相机？

选择非常简单。这完全依赖于需要图像处理的应用的性质而定。在准确地指出您想要从相机系统中取得什么效果的同时，您也间接决定了所拍摄的图像是否需要颜色才能够进行所需的分析/处理，或者说黑白图像就已足够。若并非绝对要使用到彩色图像，那么一般上来说黑白相机是较好的选择。原因在于黑白相机无需彩色滤光片，同时也比彩色相机较为灵敏，因此能够提供较高分辨率的图像。多种应用（例如智能交通系统）经常会将黑白相机与彩色相机结合使用以符合特定国家对于证据级图像的法律要求。

## 3. 感光芯片类型、快门技术、帧速率

下一个重要的步骤涉及选择一款CMOS 或 CCD技术的合适芯片。在这阶段也需考虑到快门类型的选择。快门方面也拥有两种主要的选项：全局快门或滚动快门，一旦决定了芯片类型以及快门，接下来就需考虑到帧速率，即相机需在每秒中所提供的图像数量，以便能够无缝地完成任务。虽然这课题乍看之下似乎非常复杂，但是在了解图像处理系统的要求后，就能够非常清楚地做出决定。

### 感光芯片类型

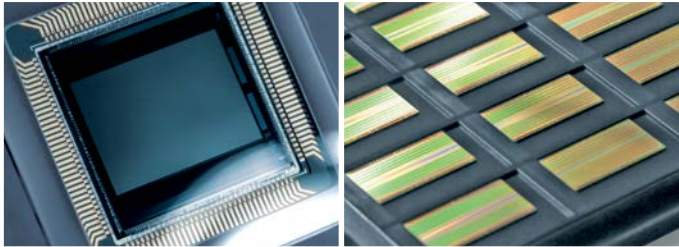
两种不同的芯片技术的基本差别在于其技术结构。

在 CMOS（互补金属氧化物半导体）芯片中，将光能（具体而言是指光子）转化成电信号（电子）的电子元件直接集成在芯片表面。因此电子元件能够更快速地读取成像数据，用户能够更灵活地调整成像范围，使CMOS 芯片能够更快速地拍摄图像。CMOS 芯片在消费者市场上被广泛使用（例如 SLR 相机）。

优势：

- 出众的性价比
- 高速成像（成像速度）
- 高分辨率（高像素数）
- 低功耗
- 高量子效率

这些特性让 CMOS 芯片在 CCD 芯片以往独占鳌头的领域中取得了立足之地。CMOS 芯片技术在近年来不断地改进，如今已适用于几乎任何一种图像处理应用。高成像速度与出众的图像质量的结合是当代 CMOS 芯片的强力卖点之一。



CMOS 面阵芯片

CCD 芯片

与 CMOS 芯片不同的是，CCD（电荷耦合器件）芯片中的像素使用完整的芯片表面以捕捉光线，并且无需在芯片表面上安装任何转化电子元件。这使表面拥有较多的像素空间，亦代表着能够捕捉的光线将更多。因此这类芯片对于光线特别灵敏，特别适用于弱光条件的应用（例如天文学）。CCD 芯片能够在速度较慢的应用中提供卓越图像质量，虽然该芯片的结构以及其传输与处理图像数据的方式已逐渐将成像速度提高至极限。

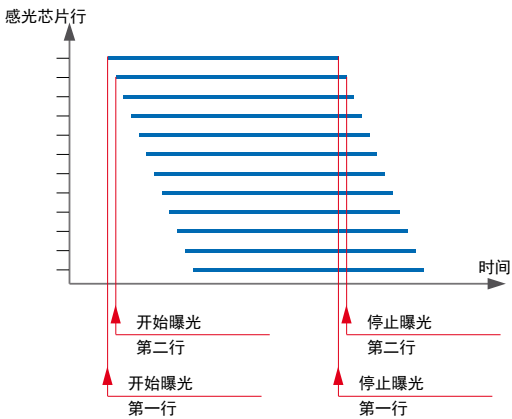
鉴于近年来的众多技术改进，芯片市场的趋势已逐渐趋向 CMOS 技术。

快门

在选择芯片时，快门类型起初可能看似不怎么重要，但是千万别轻忽这点：快门类型与应用相符合也是至关重要的。两款主要的快门选项包括全局快门以及滚动快门。快门能够保护相机内部的芯片不受入射光线的影响，并只有在曝光时才会打开。所选的快门或曝光时间将会确保像素接收适当数量的光子，并决定快门维持打开状态的时间。两款快门的差别在于吸收光线的方式：

全局快门会打开并让光线一次性地接触整个芯片表面。依帧速率（通常用 fps 表示）而定，移动中的目标会快速地被连续拍摄到。全局快门是需要拍摄快速移动目标的应用的首选，例如交通与运输领域，物流领域以及印刷材料的检测。

相比之下，滚动快门 则是依行拍摄图像。简单地说，每张图像都是由水平行所组成。每一行则由像素所形成。像素的种类依分辨率而定（欲知此方面的信息，请参阅《分辨率、感光芯片与像素尺寸》章节）。简言之：高分辨率 = 高像素量，低分辨率 = 低像素量。依行曝光会分阶段进行。



滚动快门的曝光时间不会同时开始与结束，而是按行进行：图解显示了各行对相片的逐行曝光。

一旦图像 1 的最后一行已拍摄完毕，下张图像的拍摄将从第一行重新开始。依所选取的曝光时间以及目标的移动速度而定，在曝光流程中拍摄移动目标可能会导致图像失真。因此，该方法可能不适用于某些应用。当个别拍摄的行线被重组为单一图像则会引起失真，此效应也被称为滚动快门效应。

CCD 芯片只使用全局快门，而 CMOS 芯片则提供全局快门与滚动快门的两种选项。就如在《芯片类型》部分中所提到，两种芯片技术均有利与弊。在做出决定时应考虑到这些要点。在多数情况中，滚动快门效应相关的问题可通过正确配置曝光时间外加使用外部闪光灯来规避。换言之，无需因为目标正在移动而排除使用滚动快门的可能性。

以下示例将使用 Basler ace 系列的相机型号阐释这点：

Basler ace acA2500-14gm 具有 1944 行。两行之间的延时为 35  $\mu$ s，或 0.000035 s。芯片需要 70 毫秒的时间以便一次性地捕捉所有行线，即 1944 行。将此数字应用在移动目标的速度上就可清楚了解到 1/14 秒的快门速度将足以避免滚动快门效应。只要目标没有在这 70 毫秒内显著移动，滚动快门技术将能够提供与全局快门相同的高质图像。



全局快门

滚动快门

欲知更多信息以及该课题的额外详细技术信息，请参阅我们的白皮书 “《两种曝光方式（全局快门和滚动快门）的功能与特点。》”



## 帧速率

此专业术语与‘每秒多少帧图像’或‘fps’拥有相同含义；线阵相机所使用的帧速率专业术语则是‘行频’或‘行频率’。该术语描述芯片可在每秒钟拍摄与传输的图像数量。

帧速率越高，芯片的速度则越快，也就是说每秒能够拍摄更多图像，传输更高的数据量。至于 Basler ace 此类的面阵相机，图像数量与数据量在很大程度上是依使用的接口而定。这同时也取决于所使用的帧速率是否为 10 fps 的低速还是 340 fps 的高（快）速。所能够使用的帧速率或是所需使用的帧速率全都依图像处理系统内的相机所需拍摄的目标而定。至于快速移动的应用（例如印刷版图形的检测），报纸将会快速与相机检测点擦身而过，而相机必须能够在毫秒内进行‘拍摄’。这和那些通常只需低帧速率的医药与工业领域的显微镜检测相差甚远。

## 4. 分辨率、感光芯片与像素尺寸

我们已在此白皮书系列的第一本白皮书中深入探索这三种因素之间的关系。以下是各个要点的概述：

### 分辨率

实际上，分辨率是指两行或两点之间的最小距离，使位于图像内的行或点能够被视为两个分别的个体。所以当您在参阅相机规格表并看到“2048x1088”时，这代表着什么？此数字指的是每行的像素（形成图像的点）数量，而在以上例子中亦指每条水平行拥有 2048 个像素，每条垂直行则拥有 1088 个像素。将两个数字相乘就会取得分辨率，即 2,228,224 或 220 万像素（百万像素或简称‘MP’）。

您可使用一种简单的方程式来决定应用需要的是哪种分辨率：

$$\text{分辨率} = \frac{\text{目标尺寸}}{\text{所需检测的细节的尺寸}}$$

虽然乍看之下看似深奥，但其实非常容易理解：

### 示例 1：

您想要拍摄某人眼睛的精确彩色图像，而该人士身高 2m 并站立在一个特定的位置上：

$$\text{分辨率} = \frac{\text{分辨率}}{\text{眼睛细节}} = \frac{2 \text{ m}}{1 \text{ mm}} = 2,000 \text{ px (x;y)} = 4 \text{ MP}$$

→ 若要清楚辨认出 1mm 大的眼睛细节则需要 4 百万像素的分辨率。



### 示例 2：

您的应用需要识别出车辆上的牌照。您需要至少 200 万像素才能够清楚识别出牌照。

$$\begin{aligned} \text{分辨率} &= \frac{\text{车道宽度}}{\text{牌照宽度}} = \frac{4\text{m}}{0.4\text{m}} * 200 \\ &= 2,000\text{px (x)} \times 1,000\text{px (y)} \\ &= 2 \text{ MP} \end{aligned}$$

→ 因此您需要 200 万像素的分辨率以便能够清楚识别出牌照。



感光芯片与像素尺寸

芯片与个别像素上的表面积越大，则能够提供更多的空间以捕捉入射光线。芯片使用光线作为生成与处理图像数据的信号。可使用的表面积越大，信噪比（SNR）就越高，尤其是那些尺寸为 3.5 μm 或更大的大型像素。SNR 越高，图像质量就越好，而 42 dB 的信噪比就是个不错的比例。

较大尺寸的芯片拥有另一优势，即较大的空间可容纳较多的像素，因而提供较高的分辨率。其实大型芯片的真正优势在于个别像素的尺寸仍足以确保能够取得较好的信噪比——较小的芯片所能够使用的空间不多，因此需要使用尺寸较小的像素。

但是大型芯片以及大量的大型像素若没搭配合适的光学元件，则无法达到理想效果。只有在结合能够描述如此高分辨率的合适镜头时，大型芯片与大型像素才能够充分发挥其作用。大型芯片的成本也较昂贵，因为较大的空间所需使用的硅就更多。

5. 接口与外壳尺寸

在设计一款图像处理系统时必定会遇到另外两个课题。我们将为每个课题提供简略概述：

接口

完成图像处理系统的下个步骤就是选择合适的接口。此阶段的目标为在各种不同因素之间做出比对并在性能、成本与可靠性之间找出最佳的平衡点。

接口是相机与 PC 之间的联系点，将来自相机芯片的图像数据传输至负责处理图像的组件，即硬件与软件。接口选择广泛，包括各种广泛可用的现代技术

- Camera Link (CL) 
- 千兆网 (GigE) 
- USB 3.0 
- USB 2.0 与 
- FireWire。 

依据您的应用对于各方面的要求（线材长度、带宽、即插即用、每台系统的相机数量、实时性以及预算），您可选择使用 Camera Link、GigE 或是 USB 3.0 接口，从中寻找最佳的特性组合，以便能够快速、简洁及安全地将图像数据从相机传输至 PC。

接口	线材长度	最大带宽 (MB/s)	多相机	线材成本	“实时”性	“即插即用”
USB 2.0	5m	40	■	■	■	■
FireWire	4.5m	64	■	■	■	■
GigE Vision	100 m	100	■	■	■	■
USB 3 Vision	8 m	350	■	■	■	■
Camera Link	10 m	850	■	■	■	■


接口比较

Camera Link 是一款高性能接口，可轻易和安全地与各性能级别的工业相机搭配使用。通用性是该款接口的明显特征：同时适用于超紧凑型格式相机以及百万像素分辨率型相机，甚至是备有几百 fps 帧速率的高帧速率相机。

不过，Camera Link 必然需要使用到图像采集卡，因此系统成本总会比较高。在多数案例中，该组件就比相机本身更加昂贵。虽然如此，Camera Link 仍然是需要高数据率的应用的首选接口。

相比之下，GigE 与 USB 3.0 接口则能够与现有的 PC 技术搭配使用。这不仅能够降低系统成本，其即插即用也使配置过程简易许多。

GigE 与 USB 3.0 接口也各自拥有 GigE Vision 以及 USB3 Vision 支持，因此属于工业认证标准。该接口能够确保相机与标准配件组合使用时，所有组件均可顺利结合使用。



若您不确定某款相机接口是否适用于您的应用，请在做出选择时采用 Basler 的[数据接口选择助手](#)寻求支持。

对于那些有兴趣全面了解该主题的人士，欢迎阅读 Basler 白皮书《工业机器视觉中最常见数字接口技术的对比。》，深入了解个别接口的利与弊。请单击[此处](#)下载阅读！

## 外壳尺寸

相机外壳尺寸与接口的选择息息相关。虽然不是选择相机时的核心条件之一，但是外壳尺寸仍会影响系统的整体集成。在某些应用中，多台相机会并排安装（称为多相机系统）以便能够更好地拍摄下物体表面的整个宽度，因为每一毫米都丝毫不可错过。



外壳尺寸在多相机系统中扮演着关键的角色。

Basler 的相机型号产品线就包括了 29 mm x 29 mm 的 Basler ace 系列相机至尺寸较大且配有极大（线阵）芯片的相机（例如 Basler sprint 系列相机）。



各种相机外壳的尺寸选择极为广泛。

## 6. 合理的相机功能

所有 Basler 相机均配有一组助手功能以改善图像质量，更有效地评估图像数据以及较精确地控制流程。该白皮书内并无包括每款相机型号的全面功能清单；我们的[功能清单](#)提供了较有序的评论。

考虑到这三种功能对于您的图像处理系统设计的重要性，让我们以这三种功能为例：

### AOI（感兴趣区域）

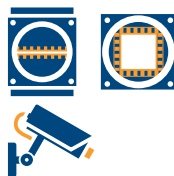
Basler 相机让用户能够选择在帧内选取特定的个别感兴趣区域，或同时选取多个不同的 AOI。帧内的那些部分，即被选取的那些部分，将会经处理并输出。优势在于仅有那些与图像评估相关的帧部分才会经处理。除此之外，个别 AOI 可用于更快速地读出相机数据，因为较低的数据量将形成较高的帧速率。

### “自动功能”

Basler 相机提供了一系列的“自动功能”。例如自动曝光调整与自动增益，而两者结合使用时将确保曝光时间与增益参数会随着不断改变的周围条件自动适应，保持极为一致的图像亮度。

## 定序功能

定序功能可用于读出特定图像的序列。这代表着各种 AOI 可经编程，然后由定序功能自动按序列读出。



## 7. Basler 相机选型助手

您现在已知道哪些重要的因素有助于决定您的图像处理系统以便满足您的应用的具体要求。您也已了解有关各种芯片类型、帧速率以及各种分辨率之间的关系，同时也明白了不同接口之间的利与弊。现在就差寻找合适的相机！您应如何将您刚学到的知识应用在选择合适的相机型号上？

其实非常简单，适用于面阵、线阵与网络相机的 Basler [相机选型助手](#)可使用特定的选择标准（包括分辨率或帧速率/行频）进行筛选，为您寻找出最符合您的要求的相机。

## 8. 总结与展望

选择相机是设计整体系统的第一步。我们的白皮书系列中的首两本白皮书已让您拥有很好的开始。您可从多种产品线中随心选择，包括具有不同分辨率、帧速率以及芯片技术的黑白或彩色相机型号。

所有 Basler 相机均拥有标准接口，适用于多种应用，同时也可在与图像处理系统集成时为您提供最大的灵活性。

在接下来的系列中，我们将会深入探索各种课题，包括图像质量、镜头选择、光源、硬件与软件以及关键的相机功能。

## Basler AG

Basler 是面向工业、视频监控、医疗设备以及交通系统应用的全球领先的数字相机制造商。其产品完全符合工业设计要求，且具有易于集成、尺寸紧凑、成像质量卓越、性价比出众等特点。Basler 成立于 1988 年，在视觉技术领域拥有超过 25 年的经验。公司员工总数超过 400 人，总部位于德国阿伦斯堡，并在美国、新加坡、中国、中国台湾、日本和韩国均设有子公司和办事处。



## 作者



**Michael Schwaer**  
高级产品经理

Michael Schwaer 是定制项目领域的高级产品经理，负责多个大型国际客户。他于 1996 年加入本公司，在项目工程部内负责软件开发，于在机器视觉领域中担任项目总监职务多年。他在 2007 年时转换部门，担任营销部的项目经理一职，负责管理数个相机产品线。



**Daniel Toth**  
产品经理

Daniel Toth 是定制项目领域的产品经理，负责为大型国际客户提供支持。他于 2004 年加入 Basler 成为研发领域中的系统开发员兼项目工程师，过后在显示器检测领域中担任产品经理一职。现在他已转换到支持部门，专为大型国际客户提供支持。

## 联系方式

Michael Schwaer - 高级产品经理

电话 +49 4102 463 324  
传真 +49 4102 463 46324  
电子邮件地址 michael.schwaer@baslerweb.com

Basler AG  
An der Strusbek 60-62  
22926 Ahrensburg  
Germany

## 联系方式

Daniel Toth - 产品经理

电话 +49 4102 463 380  
传真 +49 4102 463 46 380  
电子邮件地址 daniel.toth@baslerweb.com

有关免责声明和隐私权声明的详细信息，请访问 [www.baslerweb.com/disclaimer-cn](http://www.baslerweb.com/disclaimer-cn)

©Basler AG, 08/2014

### Basler AG

#### 德国总部

电话: +49 4102 463 500  
传真: +49 4102 463 599  
sales.europe@baslerweb.com  
[www.baslerweb.com](http://www.baslerweb.com)

#### 美国

电话: +1 610 280 0171  
传真: +1 610 280 7608  
sales.usa@baslerweb.com

#### 亚洲

电话: +65 6367 1355  
传真: +65 6367 1255  
sales.asia@baslerweb.com

**BASLER**  
the power of sight