

# SICK AG 白皮书

## 识别技术概览

### 作者

**Tobias Hofmann 博士**  
内部物流技术部经理  
瓦尔德基尔希市(德国)SICK AG 公司

### 总结

几乎所有的自动识别 (Auto-ID) 领域的应用都面临着一个根本问题,那就是合适的识别技术。多年来,三种识别技术占据市场:即无线射频识别、激光和图像原理的识别。随着技术不断进步和深入发展,能为当前识别任务提供越来越好的解决方案并推展到其他的应用领域。

由于每种技术都具备不同优势且应用范围与要求极为多样,所以没有一种技术能百分百应对所有 Auto-ID 应用。针对特定应用的最优识别技术越来越贴合技术和一般经济条件。不论使用何种技术,跨技术和应用的统一设备平台亦能积极影响性价比。

## 目录

从应用到合适的识别技术.....	3
无线射频识别 (RFID) .....	6
条码扫描器 .....	8
基于图像的读码器 .....	10
非技术标准 .....	12
结语 .....	12

## 从应用到合适的识别技术

如需在物体识别领域寻求应用解决方案,则应先明确应用的具体要求,然后再详细考虑当前的框架条件。只有这样,才能确保解决方案满足客户的所有要求且不会尺寸错误。

根本问题在于确定达到何种自动化程度?应集中还是远程保存数据?数据存放的安全级别应为多少?是开放还是封闭式循环?需要识别离散物体还是堆积物体?是否应按照特定标准实施?是否需要分析和进一步的读取结果处理,例如统计读取率数据?如果是,那么该软件是否需要在应用、流水线、工厂或企业层面上记录读取数据?

除了这些和更多识别目标的问题,还需要了解待识别物体的特性和技术要求。关键信息包括例如物体的形状、尺寸、速度以及材质、编码的类型、位置和朝向、读取距离、是否需要在物体多侧进行读取以及每个时段的最大物体和条码数量。

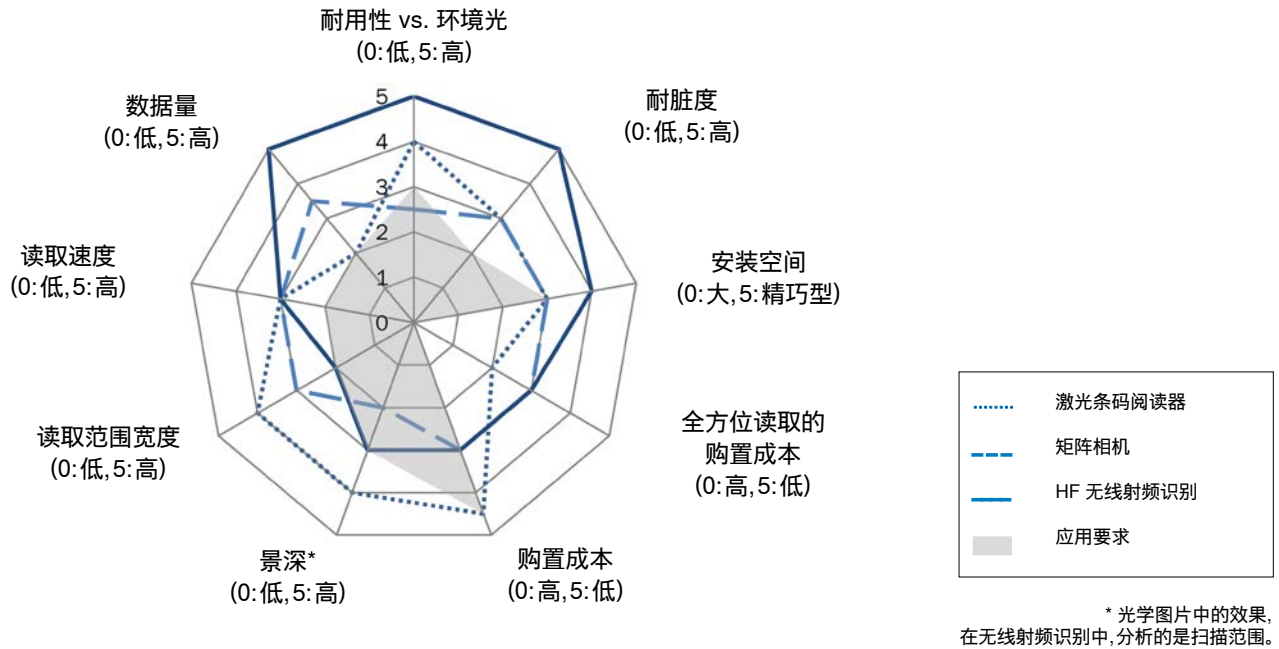
如果回答了上述所有问题并明确了即将解决的任务,则可开始选择合适的识别技术。表格 1 概括了三种最常见的识别技术:基于无线射频识别、激光和图像的识别。

	无线射频识别	激光	图像 线性/矩阵扫描
一维条码	☐	✓	✓
二维码	☐	☐	✓
电子标签	✓	☐	☐
对视	不需要	需要	需要
标签费用	> 0.05 欧	< 0.005 欧(标签)	< 0.005 欧(标签)
购置标签	采购	采购、在标准打印机上印刷标签	采购、在标准打印机上印刷标签
签条最大存储量	高	低	中等
最大读取宽度范围	极大	大	大   中等
景深*	数值孔径	高	低   中等
全方位读取	极为适合	至少需要 2 台设备	很适合
最快物体速度	2 m/s 至 20 m/s, 视应用而定	5 m/s	6 m/s
环境光干扰	无影响	极为轻微	轻微
脏污和磨损影响	轻微	中等	中等
周围金属/液体	有影响	无影响	无影响

\* 光学图片中的效果

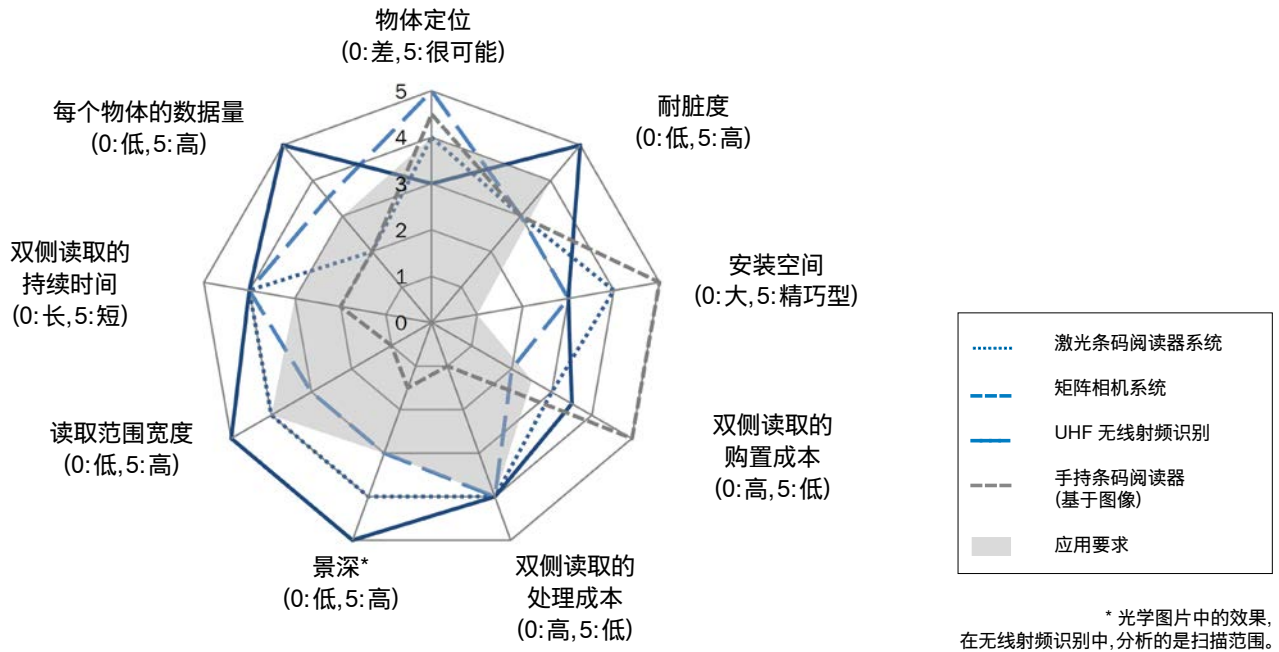
表格 1:概括不同识别技术在工业应用中的特点。特定数值和分类是工业自动识别领域应用的典型数据,根据特定应用要求可能有所不同。

## 1A: 容器识别领域的应用示例



图示 1A: 根据容器识别领域的应用示例对比性能  
 识别滚筒输送机(每侧间隙 2 cm)上的塑料制小容量货架 (SLC), 即将在仓库内分拣前未堆积输送货物。SLC 将在分拣后再次输送至仓库, 无需批量读取。侧面可用空间达 15 cm。已知条码位置及其朝向(通过双侧打标或在无线射频识别中、底部标记和从下读取时)且始终一致。因此无需全方位读取。不过需对视。条码上保存了少量数据, 因此不得复写。SLC 至少间隔 15 cm, 以小于 2 m/s 的输送速度运输。仓库有窗户, 因此应考虑到平均强度的环境光影响。脏污与磨损风险比较低。

## 1B: 装载校验领域的应用示例



图示 1B: 进货与出货区域的 Europool 托盘装载校验  
 这些托盘装有 1.5 m 高的纸箱, 纸箱侧面与托盘边缘严丝合缝(例如未伸出)。须在托盘两侧识别纸箱侧面粘贴的条码, 此时无需全方位读取。这需要对视, 然而签条的脏污风险相对较高。在无阳光直射的室内进行检测。装载托盘以 0.3 m/s 的速度经过读取站, 托盘侧面的位置精确到  $\pm 10$  cm。系统安装空间不受限制。每日托盘处理量极高, 因此读取性能十分关键。纸箱不含或仅含少量液体和金属。

如表格所示, 识别技术在技术指标和环境影响敏感度方面各有所长。因此需要为每种应用分别选择相应技术, 并结合经济因素为用户提供最佳解决方案。在两个应用示例中, 图示 1A 和 1B 展示每种技术典型应用之间的性能对比。目标是选出最具性价比的识别技术, 其中性能体现在

- 最佳读取率上。
- 减少后续处理
- 尽可能减少集成、维护和维修工作
- 最大处理量
- 高度的数据可用性和透明度
- 实时图像或检查条码质量等功能带来额外优势。

正如技术选择一样, 应在具体应用下考虑各项因素的比重。

某些应用也可从不同技术组合中受益, 例如机场的自助行李托运和行李分拣系统(图 1)。同时使用条形码和无线射频识别技术可提升航空行李识别率, 从而减少重复分拣的人工耗费。



图 1: 无线射频识别与激光扫描仪技术的组合用于例如机场行李分拣(左侧)和自助行李托运(右侧)的行李识别系统。

后三节详细介绍了每一种识别技术。然后, 最后一段探讨非技术方面的选择标准。

不同的识别技术相辅相成, 让用户发现最具技术与经济效益的应用解决方案。

## 无线射频识别 (RFID)

无线射频识别具备多项独特卖点:

- 全方位读取
- 读取周期短且能批量检测
- 标签的可复写性和高存储容量
- 无需与 RFID 电子标签对视
- 读取位置与物体的间距大
- 不惧恶劣的环境条件

基于无线射频识别的多数识别解决方案配备无源电子标签(图 2), 因此以下章节仅考虑这些系统。与触发感应距离超过百米的有源应答器不同, 无源电子标签无自带电源, 因此价格更低。RFID 电子标签系统根据所用无线电波频率分为近场技术(例如低频(LF) 和 高频 (HF)) 和远场技术(例如超高频 (UHF))。近场与远场技术在能量和数据传输的运行方式方面有着本质区别, 原因在于其物理效应会随着发射频率而变化。



图 2: 形状各异的无源 HF 和 UHF RFID 电子标签减轻物体加装作业并可充当身份证。UHF 和 HF 标签的天线和芯片设计由于能量和数据传输运行方式不同而有着显著区别(最右侧标签: UHF, 其余: HF)。

LF (30–300 kHz) 和 HF (3–30 MHz) 电子标签系统具备数厘米至 1 米不等的检测范围。HF 电子标签具备高达 8 kB 的高存储容量。它主要用于工厂自动化、生产和出入口控制系统。小扫描范围适合诸多应用, 因为其可有效防止识别到测量范围之外的电子标签。相反, 远场技术 UHF(通常 866 – 928 Mhz) 能实现六米的工作距离。由于高数据传输率和批量检测功能, 尤其适合汽车工业和物流自动化, 另外也适用于纺织和服装行业。基于上述原因以及全球统一的无线电和数据标准, UHF 无线射频识别是物流自动化行业中应用最广的无线射频识别技术。例如, 进出货流水线的 UHF 读写装置能通过识别托盘上装备的电子标签(图 3), 提升处理速度。每秒高达 300 张标签的非对视式批量检测功能省去物体拆分步骤。其中, 最大输送速度取决于不同因素, 其中包括阅读区域尺寸、内置电子标签数量和传输的数据量。由于天线的射束特性, RFID 电子标签之间须保持指定的最小距离。此外根据所用电子标签, 可能需要电子标签天线与读取天线对齐或需要使用两个或多个读取装置。

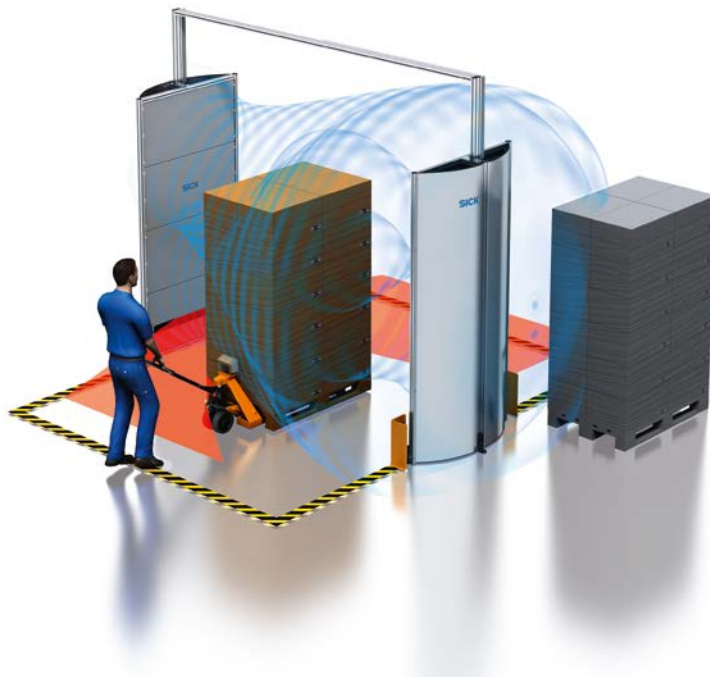


图 3: SICK RFID Gate(RFGS Pro)在货物穿过门架时识别托盘上带有无线射频识别标记的物体。可靠筛除超出测量范围的标签。

可复写的高存储容量标签开启分散式数据保存可能:可随时在电子标签上保存、更新与调出特定物体信息,无需连接高级系统。因此,可在物流或生产环节全程追踪配备 RFID 电子标签的物体。例如可定位和追溯通常大批量周转的货架,从而确保找到返回自有库存的路径。此外可确保遵循特定质量标准,例如完成所有工序或不超过温度和空气湿度最高值。

即便处于恶劣的环境条件(例如温度零下 40 °C 和结冰)或是待检测物体的机械载荷重,亦可使用无线射频识别。光学类技术始终需要对视条码,因此相比基于无线射频识别的系统更容易磨损或脏污,也需要更多维护。

即便售价大幅降低,RFID 电子标签仍比客户自行打印的一维/二维码的简单条码昂贵。尽管 RFID 电子标签能重复使用且极其耐用,这笔额外费用通常仅在封闭式循环或跨公司应用技术时才能发挥作用。

基于无线电波的物理特性,须在设计系统时考虑处于阅读区域的液体和金属:液体会吸收 UHF 频率的射线,金属会干扰无线电波并加以反射(UHF)或抑制(HF)。在许多情况下,经过调整的天线和系统设计可抵消干扰因素,即便在不利环境下也能实现高读取率,但需要技术或规划方面的额外花费。

关于内部物流无线射频识别主题的更多信息可参见白皮书“借助无线射频识别技术实现内部物流的过程优化”

(R. Schittenhelm, V. Glöckle)。→ [www.sick.de/whitepaper\\_rfid](http://www.sick.de/whitepaper_rfid)

## 条码扫描器

基于激光的读码器优势主要在于:

- 出色的景深
- 大读取范围宽度
- 对环境光不敏感
- 无需额外的照明
- 在物体静止和加速时顺利读取条码
- 成本低

激光扫描仪具备出色景深, 因此能顺利识别高度不同的物体条形码。通过高达 60° 的大视野, 一台设备即可覆盖大部分输送带宽度。因此, 激光扫描仪尤其适用于速递、快递和包裹寄送服务或仓储和传送技术(图 4 和 5)。



图 4: 即使在光线不佳的情况下, 摆镜型条码阅读器也能读取指定范围内的条形码。

激光条码阅读器仅读取一维码, 得益于成熟算法亦可识别受损或脏污的条码。若条形码与条形码移动方向平行(黑条横放)或垂直(黑条竖放), 则单台激光扫描仪即可读取条码。线性条码阅读器沿着一条平行线偏转激光束而光栅扫描仪沿着多条平行线偏转激光束, 并检测由条形码浅色和深色元素反射的激光束强度。线性条码阅读器利用条形码移动实现修正型读取, 主要用于黑条横放的条码。

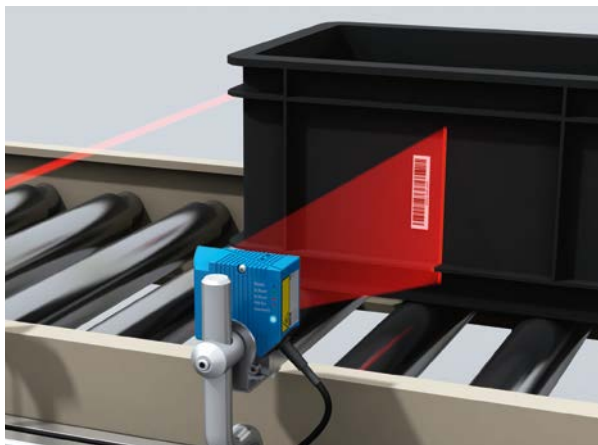


图 5: 激光条码阅读器在仓库中应用极广, 因为其在侧面安装于输送系统时能可靠识别货物条码。图片显示由光电传感器启用的线性条码阅读器。



此外,光栅型条码阅读器在识别黑条竖放的条码中具备高度冗余性。第三类激光条码阅读器(摆镜型)扫描指定范围,并由此可检测位置不固定的多个条形码。为可靠检测所有朝向的条码需要交叉安装多个条码阅读器,一般为呈 90° 夹角的两台扫描仪。

红色或不可见红外线激光在常用黑白色条形码中确保极佳对比度。基于激光束的高强度,环境照明条件不会对激光条码阅读器读取性能带来负面影响。得益于不依赖外部照明的特性可实现简易安装,使其能可靠识别条形码。

多达 1.2 kHz 的高扫描频率即使在 5 m/s 的物体高速下也能识别条形码。与线性扫描摄像机不同,激光条码阅读器在加速阶段也可扫描条码,例如在接近输送带时无需获得速度信息。

每台激光条码阅读器的成本一般低于相应摄像机替代品。但全方位读取条形码的成本与基于图像的系统造价差不多,毕竟需要数量更多的各种设备。工业激光条码阅读器和摄像机的平均使用寿命相同,因此成本方面无影响。在许多系统中,设备能十多年不间断地可靠运行。

条形码标签广泛用于众多应用范围,因为相比 RFID 应答器购置成本较低而且全球统一标准。条形码的普遍优势当然也适用于基于激光和图像的读码器。标签几乎可安置在每个物体上。此外,条码也可直接安置在材料上,例如借助激光标记或点刻。如果物体上空间有限制则可使用降低黑条高度的条形码或二维码。

与一维码相比,二维码具备更高数据密度,因此在同等数据量下需要的面积明显更小。如需读取二维码,则无需再考虑基于激光的读码器解决方案,必须使用基于图像的系统。

## 基于图像的读码器

基于图像的识别技术凭借下列优势从其他识别技术中脱颖而出:

- 灵活读取条码(一维码、二维码和明文)
- 实时影像和图片存储,用于分析或数据记录
- 仅需一台设备即可实现全方位读取
- 读取质量不佳的条码
- 使用大尺寸的模块

基于图像的读码器以条码类型选择灵活而出众。除了一维码,它可通过不同图片处理算法识别明文和二维码,例如常用 Data Matrix、QR 码或 Maxi Code(图 6)。因此可轻松从一维码更换至二维码。



图 6: 包裹寄送服务通常组合使用一维码和二维码(图中为 Maxi Code)。

若条码的朝向无法准确定义且在应用中多变,那么一台基于图像的个性化读码器即能可靠检测所有条码,不受朝向影响。尤其有助于读取黑条较短的条码,此时即便是两台基于激光的读取装置都无法与基于图像的读码器达到同等读取率。对于条码质量不佳的应用(例如由于对比度弱或局部损坏),基于图像的读码器借助修正型图像处理算法能得到可靠的读取结果。这样可减少所需的人工后续处理工作。

基于图像的读码器的另一优势在于实时图像和保存图像功能,这可用于更多流程,实现例如文本识别或视频编码。借助拍摄可轻松了解、分析无法读取的原因,所获得的信息最后用于优化流程。图像处理算法按照典型的、特定的错误类型分类进行区分,例如条码大面积损坏、无条码或印刷质量下降。通常会保存所拍摄图像并用于记录用途,例如改善质保情况处理。

基于图像的大部分读码器基于线性扫描或矩阵摄像机。线性扫描摄像机仅具备一行感光芯片,由高达 17000 个线性排列的像素组成。因此,为拍摄二维图像物体须从摄像机下方经过或是摄像机随着物体移动(图 7)。线性扫描摄像机的优势主要在于扫描频率极高(高达 70 kHz 左右),这使输送速度快和视域更大(同矩阵摄像机相比)。但在激光条码阅读器中,固定检测角度也要求精密计算,以便尽可能减少反射情况出现。物体和摄像机之间相对移动的速度在计算全图时要加以考量,否则图像可能失真。与激光条码阅读器与矩阵摄像机相比,线性扫描摄像机在拥有大视域宽度的同时具备最高分辨率,但由于尺寸需要更大安装空间。

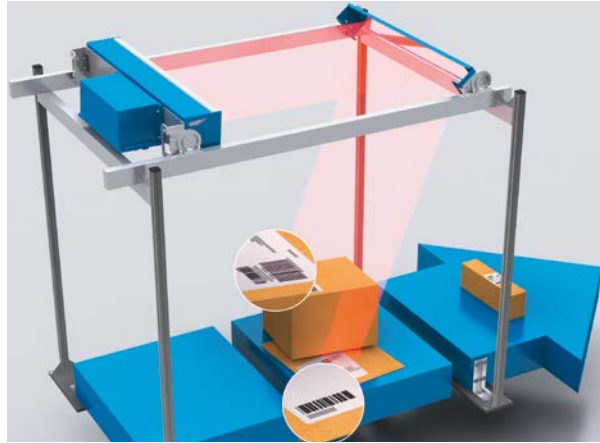


图 7: 线性扫描摄像机识别不同高度物体上的一维码和二维码, 物体由输送带运送, 穿过摄像机的读取区域。

矩阵摄像机的运行方式与以摄影著称的数码摄像机类似(图 8)。物体将在平面传感器上重现并保存二维图像, 然后从其中检测条码。用于自动识别的工业摄像机通常采用 25 - 100 Hz 数量级的摄像频率。除了景深更大, 相比线性扫描摄像机的另一关键优势在于当条码质量不佳和反射时能提升读取稳定性。提升秘诀在于从不同拍摄角度连续拍摄一个和相同物体区域。相比线性扫描摄像机, 即使在物体静止或启动/停止情况下亦能实现条码识别。

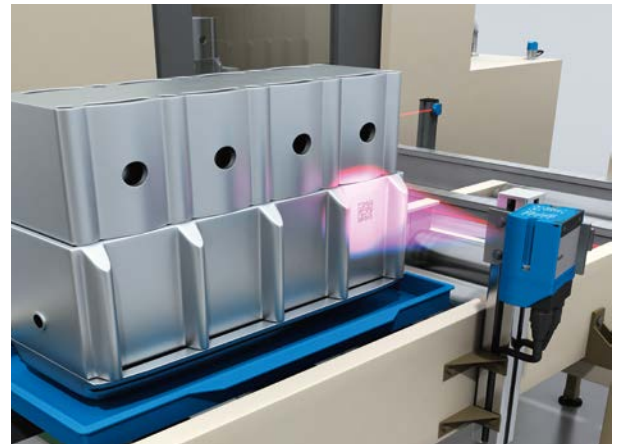


图 8: 矩阵摄像机读取印制或直接标记的一维码和二维码, 例如在分拣小包裹流程(左侧)或在制造流程中明确识别发动机缸体等部件(右侧)。

视应用而定, 线性扫描摄像机或矩阵摄像机将更适用于二维码, 因此需要分别考虑。尤其是环境光对矩阵摄像机而言是一大挑战, 必须通过卓越技术和良好规划加以克服。

基于图像和激光的读码器属于光学手段, 因此必须对视。脏污和其他干扰视野的影响(例如镜头结冰), 可利用特殊镜头涂层、自动清洁单元、更大镜头和加热装置消除。精密结构可将维护耗时降至最低。

## 非技术标准

选择最佳识别技术时,除了技术要求,经济因素同样发挥重要作用。硬性因素和软性因素,例如集成和维护花费、控制与可视化选项、灵活选择组件与维修服务等都有助于确保投资和未来安全,从而实现设备采购盈利。

跨技术和应用的统一设备平台对此类标准大有裨益,该平台不依赖于所用技术,使用相同的连接技术、参数设置与可视化选项。

统一平台以灵活性发挥优势:尤其是在规划阶段,此时尚未最终确定技术要求因此可能变换或扩充技术;或是公司内部使用多项识别技术。例如,优化流程或流程要求变化时便需要后续更换或额外采用识别技术。特别是在仓库中,因为供应商和客户参与规定了进货与出货时所用的技术和包装。若相关要求发生变化,则须相应调整仓库所用的识别技术。问题通常在于如何改换为新技术,例如无线射频识别。同样地,变换不同的条形码类型、条形码位置、物件高度和物件表面可能造成问题。无论是完整更换还是升级为复合系统,统一的设备平台均可在上述两种情况下轻松实现技术变换。

若仅需解决要求明确的单独应用,而且公司内不存在识别技术,那么统一平台的优势会受到限制。

## 结语

由于应用范围广泛,所以没有一种识别技术能百分百适合所有应用。适合特定应用的最优技术应在技术和经济要求存在各种矛盾时拥有最佳性价比。因此在选择初期,应综合所有识别技术并根据待解决任务逐步排除。

完美技术并不存在,但几乎每种 Auto-ID 应用都拥有合适解决方案。

#### 相关链接

白皮书“借助无线射频识别技术实现内部物流的过程优化”: → [www.sick.de/whitepaper\\_rfid](http://www.sick.de/whitepaper_rfid)

4Dpro 视频: → [www.sick.de/4Dpro\\_video](http://www.sick.de/4Dpro_video)

关于 4Dpro 的更多信息: → [www.sick-4Dpro.de](http://www.sick-4Dpro.de)

关于无线射频识别的更多信息: → [www.sick.de/rfid](http://www.sick.de/rfid)

关于条码扫描器的更多信息: → [www.sick.de/barcodescanner](http://www.sick.de/barcodescanner)

关于基于图像的读码器的更多信息: → [www.sick.de/kamerabasierte\\_codeleser](http://www.sick.de/kamerabasierte_codeleser)