

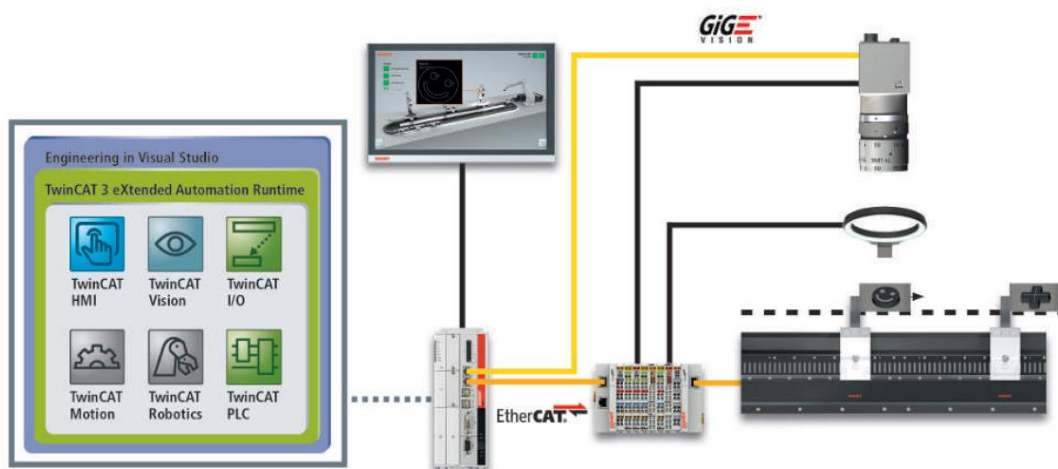
# TwinCAT Vision 机器视觉

—— BEKCHOFF China Automation 产品经理 梁霄

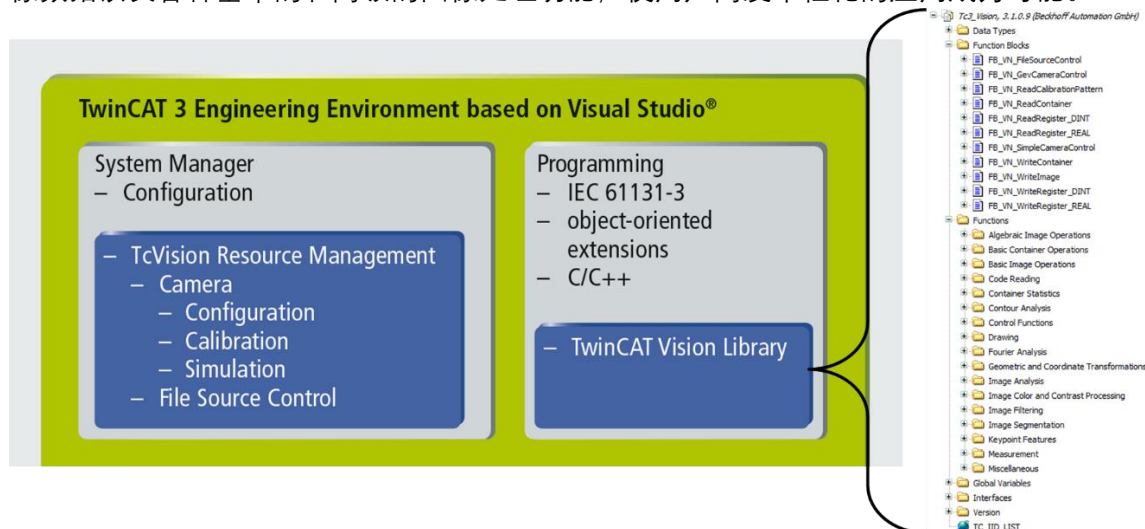
## TwinCAT Vision 基础介绍

### 1. TwinCAT Vision 机器视觉简介

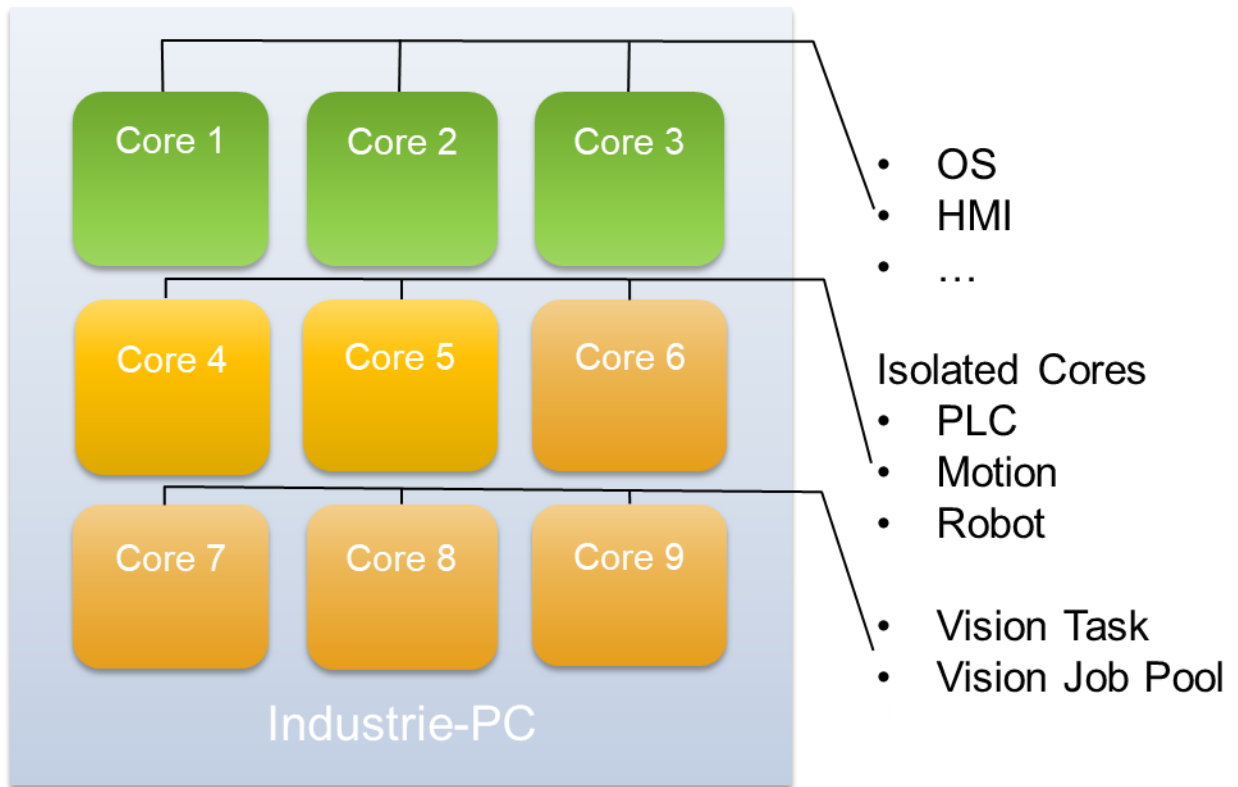
TwinCAT Vision 是用于工业图像处理的 TwinCAT 3 功能。TwinCAT Vision 机器视觉可以实现诸如直接在 PLC 实时内核中处理检测物体的识别或测量等。倍福通过将图像处理整合到 TwinCAT 3 平台中，使 TwinCAT Vision 能轻松实现多控制任务间的同步，并且整体响应速度更快，也避免了通讯带来的延迟和不稳定。另外，TwinCAT Vision 配合大量已有的 TwinCAT 功能，例如 TwinCAT PLC，TwinCAT NC，TwinCAT 机器人，TwinCAT HMI 等都可以极大地方便客户开发各种视觉项目。



用户使用 Tc3\_Vision 算法函数库直接在 PLC 代码中以 IEC61131-3 语言对图像处理进行编程。也可以使用内置的图像显示工具直接检查图像处理的中间结果。由于直接访问图像数据以及各种基本的和高级的图像处理功能，使用户高度个性化的应用成为可能。



TwinCAT Vision 具有实时性，因为图像处理算法直接在 TwinCAT 3 实时内核中与控制器其他任务同步执行。此外，视觉算法可以在多个内核上自动并行运行，提高整体运行效率，发挥更多的硬件潜能。

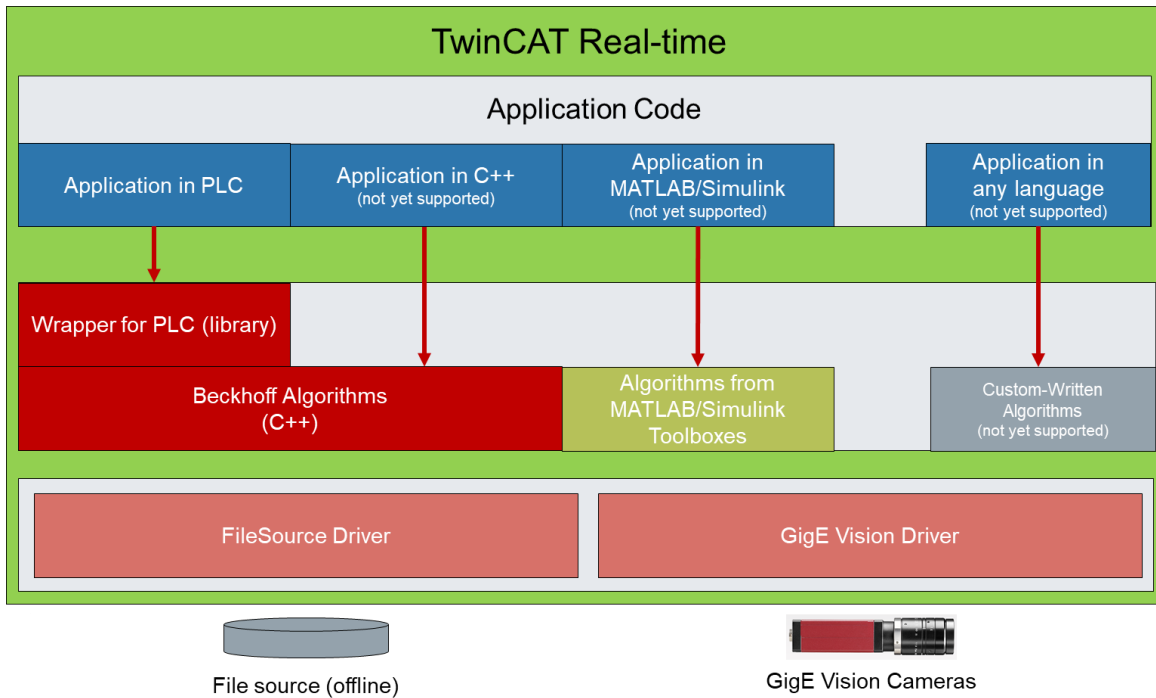


TwinCAT Vision 通过 GigE Vision 接口连接各种品牌，各种类型的工业相机。熟悉的 TwinCAT 开发环境也可以用来调试和校准各个品牌的相机。

**GIG**<sup>®</sup>  
VISION



## 2. TwinCAT Vision 软件结构



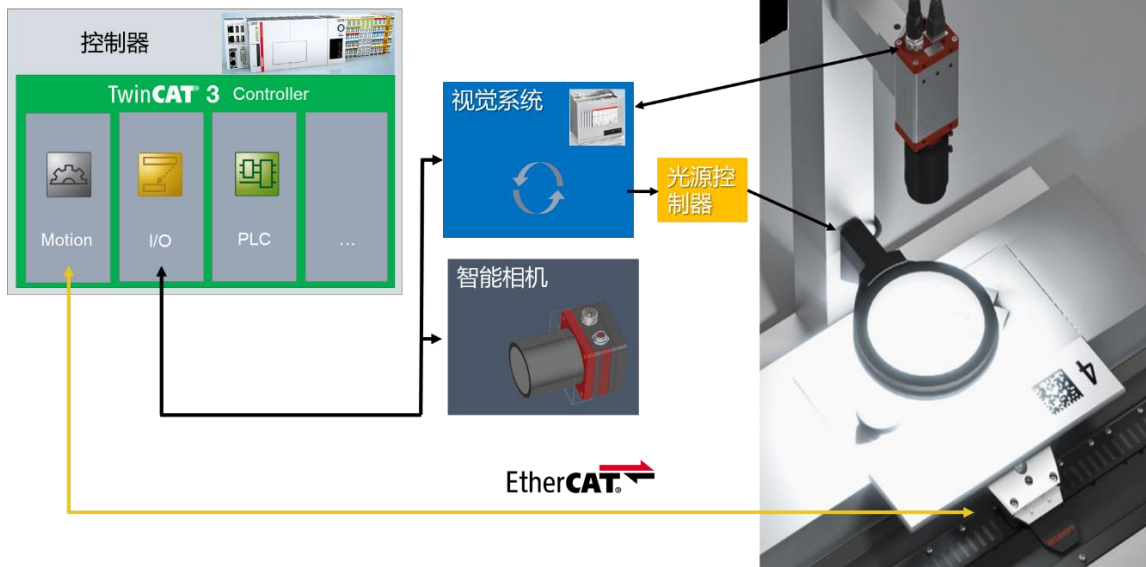
TwinCAT Vision 支持链接外部 GigE 协议的工业相机进行实时在线图像采集，也支持离线图片分析。

在 TwinCAT 3 软件平台下，用户可以使用基于 IEC 61131-3 的 PLC 语言，包括 ST 结构化文本、LD 梯形图、SFC 顺序功能图等方式进行视觉代码的开发。后续倍福还会陆续推出基于 TwinCAT C++，MATLAB/Simulink 等语言的视觉算法来满足不同客户的开发需求。

由于用户编写的视觉算法都在实时内核中进行演算，并且运算结果都直接存放在内存中，所以完全避免了以往通讯带来的延迟和处理时间的不稳定性。

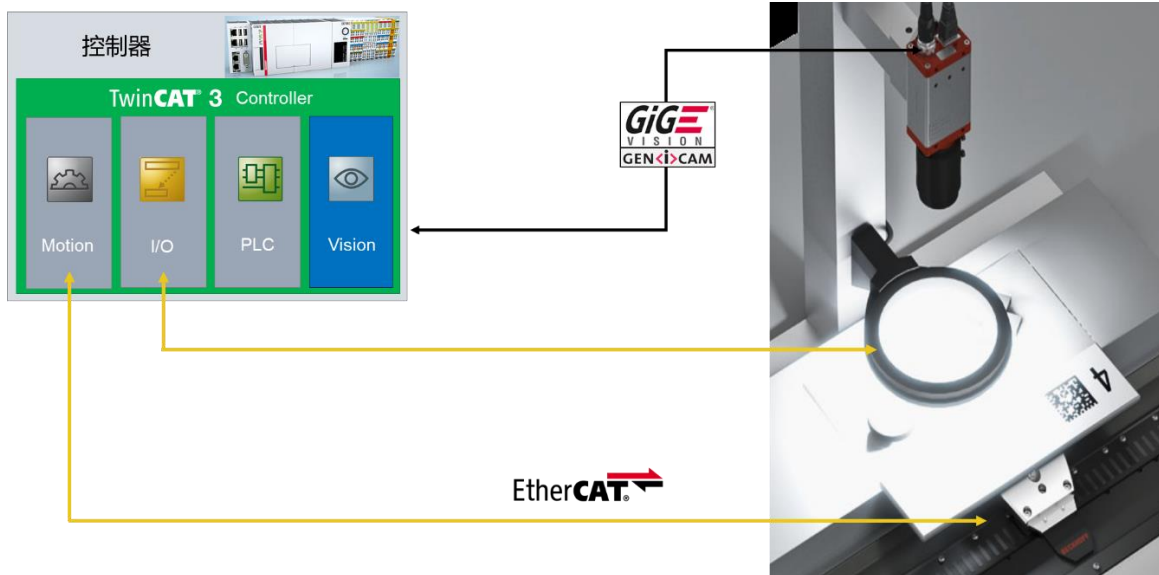
### 3. TwinCAT Vision 和传统机器视觉方案比较

传统机器视觉方案硬件结构:



- 需额外添加视觉系统处理器，光源控制器或智能相机进行图像处理，增加硬件成本
- 采用非实时通讯（例如 TCP、UDP、ADS 等）传输视觉处理结果，造成通讯延迟和不稳定
- 非实时系统抖动带来不确定的运算处理时间，拖慢设备节拍
- 不同品牌系统需要掌握不同的编辑开发软件，增加人员开发成本
- 产线变更检测物体或者内容时，操作人员需停机并重新编辑流程，无法适应柔性生产需求
- 无法将工艺流程控制 HMI 与视觉 HMI 进行结合，调机和生产环节存在诸多不便，用户体验较差

倍福 TwinCAT Vision 方案硬件结构:



- ✓ 已有控制器中可集成视觉内核，外部直接连接工业相机，有效降低硬件成本，简化系统结构
- ✓ 视觉处理结果直接放在内存中供 PLC 任务、运动控制任务等进行调用，省去通讯环节，提高系统稳定性
- ✓ 与其他控制任务一样，视觉算法运行在实时内核中，稳定快速的响应处理时间进一步提升设备生产节拍
- ✓ 对不同品牌相机采用统一的调试平台，使用标准的 IEC 61131-3 电气 PLC 语言进行视觉代码开发，缩短软件开发周期，降低人力成本
- ✓ 可采用 PLC 编程中常用的配方功能等，协助现场操作人员快速在线切换检测内容，大幅减少停机时间，提高生产效率
- ✓ 支持各种高级语言或 TwinCAT HMI，方便将视觉拍摄画面直接嵌入到已有工艺控制 HMI 中，提升用户操作体验

倍福 TwinCAT Vision，自动化行业独立无二的创意和最新理念得到全球专业机器视觉组织的认可和肯定：



#### 4. TwinCAT Vision 软件功能概览：

倍福推出的 TwinCAT Vision 机器视觉函数库已经包含超过 550 种算法函数，满足客户从图像预处理，图像分析，结果输出等各个环节的需求。

TwinCAT Vision 相比于传统的视觉算法，诸如 OPENCV，HALCON 等，侧重点在于算法简化，更适合普通电气工程师使用 PLC 语言进行视觉项目的开发。现有算法已经可以满足 80%以上客户的需求，并且倍福德国也表示后续会不断升级算法部分，会尝试融入更多如 HALCON 等的相关优秀算法。

目前 TwinCAT Vision 软件功能，简单做了以下整理：

##### 可以实现/已经做的：

- 测量：测量长度，角度，面积，圆度等从而来进行质量监控、瑕疵检测，支持高精度标定板定标
- 定位：通过轮廓、模板、中心、边缘等进行定位或判断，同时支持像素坐标转换为空间物理坐标
- 读码：二维码，条形码，或自动识别码种类
- 其他：读取轮廓数据，配合 XFC 软硬件进行飞拍等

##### 暂时无法实现的：

- 3D 检测
- OCR 字符读取

另外，由于视觉项目相对比较灵活，运用场景丰富，参数指标较多，所以用户还是要以具体项目展开讨论。敬请联系倍福各办事处客户经理。

##### 常见问答：

Q：TwinCAT Vision 如何配合标准机器人快速使用？

A：机器人常用 9 点标定法（如康耐视等），TwinCAT Vision 现有软件已经支持，并且使用简单，几个函数即可实现。

此外，TwinCAT Vision 还支持简易的平面 3 点定标和高精度的标定板定标，满足不同客户需求。

## 5. TwinCAT Vision 视觉授权及选型举例

TF700x TwinCAT Vision 相机连接授权:

TF7000 (必选项)	GigE 相机连接基础驱动 已包含 2 台相机的可连接数量
TF7001 (可选项)	GigE 相机连接数量额外拓展 2 个
TF7002 (可选项)	GigE 相机连接数量额外拓展 4 个
TF7003 (可选项)	GigE 相机连接数量额外拓展 8 个

**注意:** 目前 TwinCAT Vision 最多 1 台控制器可连接 16 台 GigE 相机

TF7100-TF7300 TwinCAT Vision 视觉算法授权:

TF7100 (必选项)	Tc3_Vision 基础算法函数 主要包括: 图像采集, 图像预处理, 直方图获取, ROI 操作, 轮廓查找, Blob 特质检测, 中心坐标获取, 面积获取, 空间像素坐标转换, 结果画面输出, 绘制图形等
TF7200 (可选项)	TwinCAT Vision 2D 匹配算法函数 主要包括: 轮廓匹配, 模板匹配, 关键点查找等
TF7250 (可选项)	TwinCAT Vision 读码算法函数 主要包括: 条形码读取, 二维码读取
TF7300 (可选项)	TwinCAT Vision 测量算法函数 主要包括: 边缘测量, 基于标定板的标定和空间转换

**注意:** TF7100-TF7300 算法授权与相机连接个数没有关系, 如需要该授权, 选型数量为 1

### 选型举例:

Q: 设备 A 使用 50 级别 TwinCAT 3 控制器, 连接 1 台 GigE 相机, 实现简单的检测标记并定位中心坐标, 该如何选型?

A: 视觉相关授权如下:

TF7000-0050\*1: TwinCAT Vision 基础相机驱动, 并已经包含 2 个可连接相机数量

TF7100-0050\*1: TwinCAT Vision 基础算法授权

Q: 设备 B 使用 50 级别 TwinCAT 3 控制器, 连接 2 台 GigE 相机, 需要实现模板匹配和读二维码功能, 该如何选型?

A: 视觉相关授权如下:

TF7000-0050\*1: TwinCAT Vision 基础相机驱动, 并已经包含 2 个可连接相机数量

TF7100-0050\*1: TwinCAT Vision 基础算法授权

TF7200-0050\*1: TwinCAT Vision 2D 匹配算法

TF7250-0050\*1: TwinCAT Vision 读码算法

Q: 设备 C 使用 60 级别 TwinCAT 3 控制器，连接 5 台 GigE 相机，其中 2 台相机实现轮廓匹配，并且为了满足高精度测量要求，需要使用标定板消除镜头带来的畸变，该如何选型？

A: 视觉相关授权如下：

TF7000-0060\*1: TwinCAT Vision 基础相机驱动，并已经包含 2 个可连接相机数量

TF7002-0060\*1 或 TF7001-0060\*2: 额外扩展 4 台可连接数量 (2+4≥5)

TF7100-0060\*1: TwinCAT Vision 基础算法授权

TF7200-0060\*1: TwinCAT Vision 2D 匹配算法

TF7300-0060\*1: TwinCAT Vision 测量算法 (基于标定板的高精度测量)

### 常见问答：

Q: 7 天测试授权和正式永久授权功能上是否存在差别？

A: TwinCAT Vision 的 7 天授权和永久授权功能上完全一致，除了时间限制外，没有任何差别。

Q: 如何确定某个功能函数属于哪个算法授权？

A: TwinCAT 3 软件会根据实际所使用的功能函数，自动选择对应的软件授权。

同时，也可以在资料中查看某个功能函数的所需授权：

例如：F\_VN\_DetectBlobsExp 仅需要 TC3 Vision Base 授权

#### 6.5.12.1.3 F\_VN\_DetectBlobsExp

```
F_VN_DetectBlobsExp
— ipSrcImage ITcVnImage HRESULT F_VN_DetectBlobsExp
— ipBlobContours Reference To ITcVnContainer
— stParams Reference To TcVnParamsBlobDetection
— aOffset Reference To TcVnPoint
— hrPrev HRESULT
```

Detects blob-contours. Applies a threshold, a contour search and offers several options for filtering the found contours. Provides easy setup for multiple thresholds and combination of results. (expert function)  
Can use available TwinCAT Job Tasks for executing parallel code regions.  
Can return partial results when canceled by Watchdog.

#### Required License

TC3 Vision Base

例如：F\_VN\_MatchContours 需要额外的 TC3 Vision Matching 授权

#### 6.5.7.21 F\_VN\_MatchContours

```
F_VN_MatchContours
— ipContour1 ITcVnContainer HRESULT F_VN_MatchContours
— ipContour2 ITcVnContainer
— eComparisonMethod ETcVnContoursMatchComparisonMethod
— fDissimilarity Reference To LREAL
— hrPrev HRESULT
```

Compare contours using the Hu moment invariants. In case of multiple contours in each container, the best matches are found and the average dissimilarity over all matched contours is returned.

#### Required License

TC3 Vision Matching



## 6. TwinCAT Vision 硬件平台

### 最低配置:

Windows 7/8/10

x64 操作系统

PL 50 级别 TwinCAT 3 控制器

TwinCAT 3.1.4024.7 版本以上

Intel 千兆网卡列表:

[https://infosys.beckhoff.com/content/1033/tcssystemmanager/reference/ethercat/html/ethercat\\_supnetworkcontroller.htm?id=6285396967978691100](https://infosys.beckhoff.com/content/1033/tcssystemmanager/reference/ethercat/html/ethercat_supnetworkcontroller.htm?id=6285396967978691100)

### 建议配置:

OS: Win 10 x64

CPU: 多核 Inter Core-i5/i7 2GHz 或以上

RAM: 4GB 或以上

存储: SSD 64 GB 及以上

### 常用控制器及升级推荐:

C6017-0010+C9900-C583+ C9900-E302

#### C6017



### 性能简介:

CPU: Atom® E3845, 1.91 GHz, 4 cores (TC3: 50)

RAM: 4 GB DDR3L RAM

SSD: 40 GB M.2 SSD, 3D flash, extended temperature range

网口: 4 \*100/1000BASE-T 网口

OS: 最高可选配 WIN10 x64 系统

C6030-0060+ C9900-C613

**C6030**



性能简介:

CPU: 6th Generation Intel® Core™ i5-6500, 3.2 GHz, 4 cores (TC3: 70)

RAM: 4 GB DDR4 RAM

SSD: 40 GB M.2 SSD, 3D flash, extended temperature range

网口: 4 \*100/1000BASE-T 网口

OS: 最高可选配 WIN10 x64 系统

CX5140+ CX2900-0026



性能简介:

CPU: Intel Atom® E3845, 1.91 GHz, 4 cores (TC3: 50)

RAM: 4 GB DDR3 RAM

SSD: 20 GB CFAST card, 3D flash, extended temperature range

网口：2 \*100/1000BASE-T 网口  
OS：最高可选配 WIN10 x64 系统

### 常见问答：

Q：TwinCAT 2 控制器和 WIN CE 系统控制器是否可以支持 TwinCAT Vision ？

A：不可以，TwinCAT Vision 暂时只支持 TwinCAT 3 WIN7/WIN8/WIN10。

Q：单张照片从拍照到分析出结果最短时间可达多少：

A：从拍摄到出结果，其中环节主要包括了**曝光成像**，**图像帧传输**和**算法处理** 3 个环节。

曝光成像：可以通过强照明，降低相机参数内的曝光时间，来实现缩短；

图像帧传输：由相机像素决定，时间基本固定，详见《GigE 相机分辨率与帧率 fps 和图像传输时间参考表》章节；

算法处理：TwinCAT Vision 可以通过 Job Task 功能实现**多核并行处理**功能，运算速度可以接近行业最高的 GPU 加速；

根据目前实际项目经验，总体速度优于同类型智能相机 20%~30%。

Q：是否可以使用第三方的工控机搭载 TwinCAT Vision 使用？

A：理论上可以，但第三方工控机的软件平台为 90 或 90 以上，相关软件授权会十分昂贵，并且第三方工控机的稳定性和系统的抖动无法保障，所以首选使用倍福的工控机。

Q：一台控制器可以带多少个相机？

A：

CPU 性能和内存大小决定了运算速度的快慢，所以我们更推荐多核大内存的控制器：例如 C6015, C6030, CX5140 等。

相机连接数量取决于网口数量和相机占用带宽，TwinCAT 软件层面目前限制最多 16 台。

相机带宽计算工具详见以下链接：

<https://www.vision-doctor.com/en/interface-calculations/data-rate-area-scan-camera.html>

例如：

Resolution of camera/ megapixels:	5 megapixels
Data format of the camera:	Mono 8 Bit
Number of frames per second from all cameras:	5
<hr/>	
Calculated net data rate per second:	25 MByte
	<input type="button" value="Reset"/>

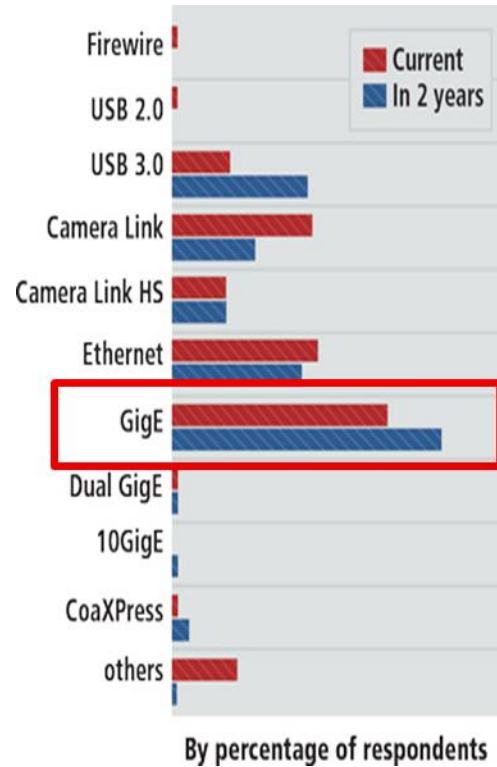
单个千兆网口的理论带宽为 125Mbyte/S (1000Mbit/s)，如果使用一台 500 万像素的黑白相机，并且每秒拍摄 5 张图像，通过计算可得所需带宽为 25Mbyte。那么理论上 1 个千兆网口可以带 5 个这样的相机。实际现场一般都会留有余量，例如 2 台或 3 台。

## 7. TwinCAT Vision 支持相机简介

TwinCAT Vision 支持 GigE 接口的相机，并且通过 AIA (Automated Imaging Association) 组织相关认证，能够连接所有符合 GigE-Vision 标准的工业相机。

### GigE 具有以下特点和优势：

- GigE 接口相机市场占有率相比 USB 3.0，Camera Link 等更高，用户可以选择不同厂家品牌、不同分辨率、不同类型的相机，满足不同的工艺要求和成本需求
- GigE 基于千兆以太网，画面传输最远 100 米
- 倍福控制器标配千兆网口，使用标准产品即可实现相机连接
- 多台 GigE 相机可以通过千兆交换机实现 1 个网口连接多台相机
- GigE 相机参数基于 GenICam 标准制定，可在配置工具中设定所有相机参数
- GigE 有效带宽 1Gbit/s，也可扩展到 10Gbit/s



### 常用国产相机品牌：

- ◆ 海康
- ◆ 大华

.....

### 常用国外相机品牌：

- ◆ 巴斯勒 Basler
- ◆ AVT
- ◆ 堡盟
- ◆ 映美景

.....

## 1 GigE 相机分辨率与帧率 fps 和图像传输时间参考表

相机分辨率 (Megapixel 百万像素)	最大帧率 (Fps 每秒拍摄帧数)	图像传输时间 (Ms 毫秒)
12.4	9.7	103.1
8.9	13.4	74.6
5.0	23.8	42.1
3.1	38.1	26.2
1.6	75.8	13.2
1.0	117.2	8.5
0.5	250.0	4.0
0.3	390.6	2.6

### 常见问答：

Q：TwinCAT Vision 支持哪些种类 GigE 相机？

A：TwinCAT Vision 支持市面所有 GigE 接口相机，包括黑白/彩色相机，线阵/面阵，30 万~2 千万或更高像素相机。

Q：使用第三方 GigE 相机，是否需要安装第三方相机厂家提供的相机网口驱动？

A：TwinCAT Vision 已集成通用 GigE-Vision 协议，并支持 GenICam 标准，无需安装任何相机厂家提供任何软件或开发包。

Q：TwinCAT Vision 是否支持最新的 10GigE 相机？

A：支持，硬件方面可选择：

**CX20x2 / CX20x3 众核控制器+CX20x2 / CX20x3-N067 2 x 10G Ethernet interface (wired, 2 x RJ45)**

**注意：**采购时请联系倍福各办事处客户经理进行确认

Q：TwinCAT Vision 目前支持最高多少万的相机

A：理论上没有限制，目前中国国内实际项目使用过 900 万像素相机，德国测试过 1200 万像素相机。