

机器人视觉系统实训平台(双机版) (AUBO-IMT-MVTP2)



遨博方源(北京)科技有限公司

2021-04-15

目录

1.产品概述.....	1
2.功能特征.....	1
2.1 整机参数.....	1
2.2 产品特点.....	2
3.主要功能模块.....	3
3.1 协作机器人.....	3
3.2 机器人工作台.....	5
3.3 旋转仓储模块.....	6
3.4 轨迹标定模块.....	6
3.5 快换工具模块.....	6
3.6 平面仓储模块.....	7
3.7 视觉分拣模块.....	7
3.8 中央协作滑台.....	10
3.9 PLC 电气实训单元.....	10
4.产品配置参数.....	11
5.实训项目.....	17

1.产品概述



机器人视觉系统实训平台（双机版）基于遨博协作机器人与海康机器视觉产品构成，面向机器人视觉系统应用而开发设计，产品涵盖机器人系统、工业视觉系统、自动化控制系统、计算机编程技术等实训内容于一体，可以在一台设备上进行多种与机器人应用技术相关的学习和实训。平台结构紧凑、拆卸搬运方便，便于应用，模块化的功能模块可以针对教学和实际应用需求进行定制开发。具有灵活的扩展接口，支持二次开发集成应用设计，是一个综合性较强的机器人视觉系统实训设备。

2.功能特征

2.1 整机参数

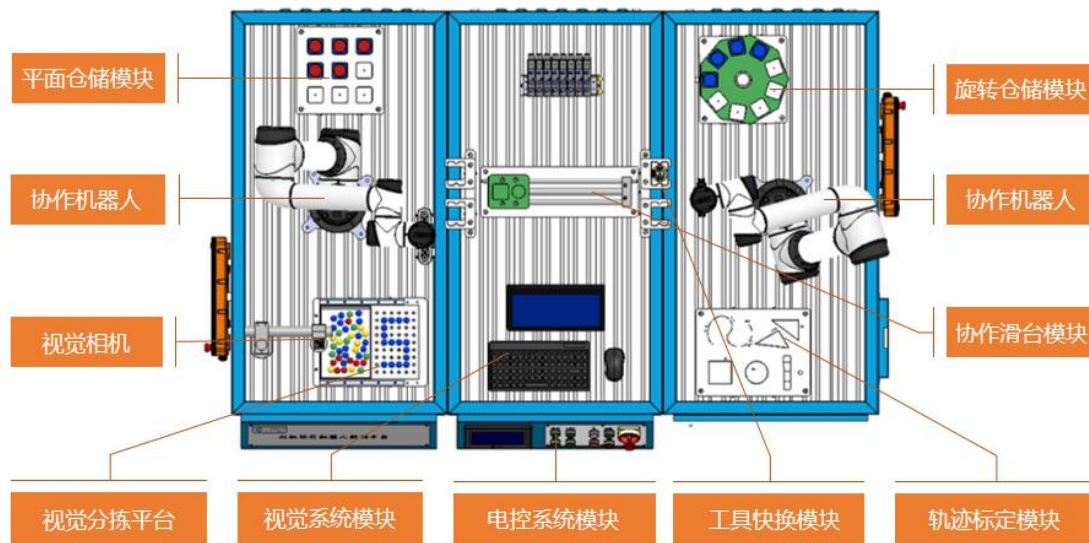
输入电源：单相三线 \sim 220V \pm 10% 50Hz

工作环境：温度-10 $^{\circ}$ C \sim +40 $^{\circ}$ C 相对湿度 \leq 85%（25 $^{\circ}$ C） 海拔 $<$ 4000m

装置容量： $<$ 1.5kVA

平台尺寸：1920mm \times 1300mm \times 855mm

安全保护：具有漏电保护，安全符合国家标准



平台布局图

2.2 产品特点

机器人视觉系统实训平台（双机版）以模块化设计为思想，以安全、实用为原则，充分考虑教学实训的实际需求，既能够保证学生学习过程中的安全，又能够充分学习机器人在工业生产中的主要应用环节。平台设有旋转仓储、轨迹标定、多种快换工具、平面仓储、中央协作滑台、视觉分拣应用等多种功能模块，可实现机器人搬运，码垛，装配，视觉分拣，激光焊接，激光雕刻等实训功能。平台更具特色的是拥有双机器人配置，可实现完成双机器人协作功能的实训任务。

工作台整体由三个基础台拼接而成，更具空间灵活多变，拆拼搬运的特点。七大功能模块及两台机器人，合理分布在工作台面上，实现了不同的功能需要：

（1）轨迹标定：

设计有 TCP 点标定尖端和各种平面及立体轨迹轮廓，用于对机器人基础操作和手动控制示教。其中，TCP 点标定给人直观展示了机器人的工作精度，各种轨迹轮廓侧重体现了机器人工作路径的灵活多样性。

（2）旋转仓储：

由高精度交流电机驱动，仓储设计有上下两层，分别存放不同种类演示物料。旋转仓储机械结构新颖，节省空间，方便灵活，具有送料点固定，示教抓取简单等特点。学生可以通过该平台应用对 PLC 电机控制方面进行实操训练。

（3）快换工具：

设计有机器人手爪库，包含多种机器人手爪工具：电动夹爪、气动软体夹爪、吸盘手爪、红点激光等。机器人执行末端和手爪上分别配有精密气动快换组件，可以实现机器人自行完成手爪的快速切换，以实现不同工位的工作需要。

（4）码垛装配：

设计有平面仓储，可完成两种演示工件的按压装配和码垛的应用实训。学生可通过该平台掌握机器人码垛、装配方面的编程原理及应用方法。

（5）中央协作滑台：

通过中央协作滑台，两台协作机器人可以进行协作应用，完成物料传递，实现双机通讯协同作业的功能

(6) 视觉分拣:

设有彩色视觉相机识别系统，机器人可通过视觉系统完成对彩色小球的分拣，拼图的快速摆放，体现工业机器视觉常见主流应用。

(7) PLC 控制实训:

实训平台配套了一套高性能 PLC 和彩色触摸屏，提供了多种类型输入输出接口和总线通信接口，可以更加直观的体现和实训 PLC 的电气方面的综合应用。PLC 采用 24VDC 供电，提供晶体管类型输入输出接口，彩色触摸屏作为人机交互界面，用来切换操作模式和监控实训工作台相关参数，提高工作站的易用性，也为工作站的个性化定制和二次开发提供平台和接口。

3.主要功能模块

3.1 协作机器人



智能协作机器人系统

产品特点:

(1) 协作安全

具有灵敏的力度反馈特性，特有的碰撞监测功能，工作中一旦与人发生碰撞，便会立刻自动停止，无需安装防护栏，在保障人身安全的前提下，实现人与机器人的协同作业。



人机协作安全

(2) 高精度与灵敏度

机器人的重复定位精度可达±0.02mm，适用于各种自动化中对精度有高度要求的工作。轻质量小型化的身材，面对不同的应用场景，也能快速部署和设置。



机器人重复定位测试

(3) 单易操作

用户可直接通过手动拖拽来设置机器人的运行轨迹。可视化的图形操作界面，让非专业用户也能快速掌握。



机器人拖拽示教

(4) 模块化

机器人的额定使用寿命为 25000 小时，即便是在工作超负荷，环境恶劣的情况下，也可正常运行，模块化的设计理念，让机器人的维修与保养更加快速与便捷。关节模块一旦出现故障，用户可在极短的时间内进行更换。

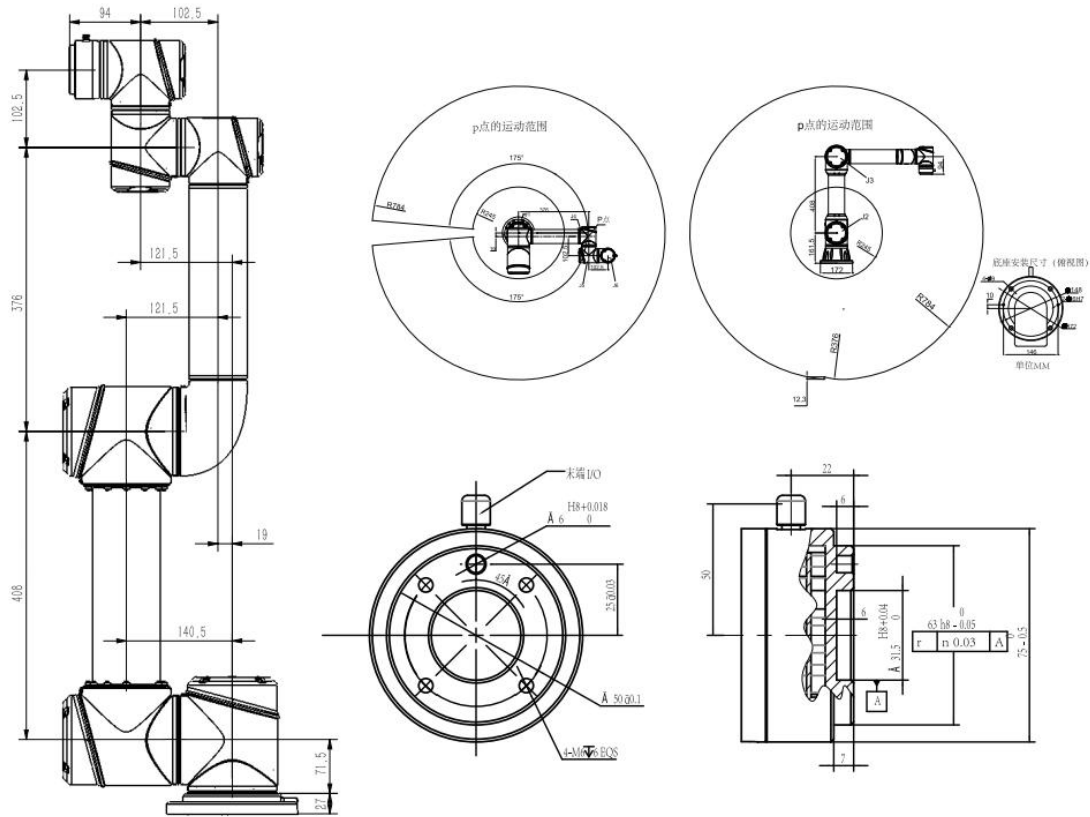
(5) 实用性

包含了工业机器人搬运、上下料、码垛等常用工艺，集成了 IO 通信和 PLC 配合控制以及视觉跟踪等高端技能，便于技术人员熟悉了解其他应用方式工业机器人工作站的配置和操作，有助于提高技术人员综合实践能力。

(6) 智能与开放

系统支持多种形式的应用编程接口，提供多种平台 SDK 开发包，支持 Linux 下 C/C++编程、Lua 脚本语言编程、Windows VC++、Python 脚本编程、QT 跨平台编程开发。

外形尺寸及工作范围：



机器人尺寸及工作范围

3.2 机器人工作台

机器人工作台是机器人与功能模块安装固定的平台，台面采用铝合金型材搭建，机器人及各功能模块可以灵活的在工作台上安装固定，可以根据教学和实训课程要求，在工作台上安装不同的功能模块。

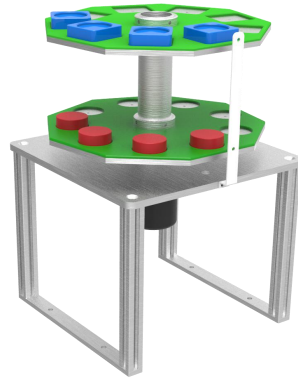


机器人工作台效果图

机器人工作由 3 个小平台拼接而成，平台采用铝合金型材和钣金搭建，台面采用标准 4080 铝型材，模块采用手拧螺栓加梯形螺母固定方式，安装位置可柔性变动。工作台尺寸满足机器人的臂展工作范围，高度适合操作和观看。平台内部设有独立空间，放置空气压缩机和控制系统，使工作站为一整体。台面开有穿线孔，便于台面气路和电路的穿插走线。底部安装优质称重福马轮，方便搬运固定。

3.3 旋转仓储模块

仓储由高精度电机驱动，具有旋转功能，铝合金材质主体，分上下两层，配有 2×9 共18个货位，可存放不同种类物料。卡环结构，可更换定位板，实现易拆卸，拼装结构，柔性扩展了可换存放物料的种类。设有位置检测传感器及物料有无传感器，仓储控制更加智能，功能更加全面。



旋转仓储模块

3.4 轨迹标定模块

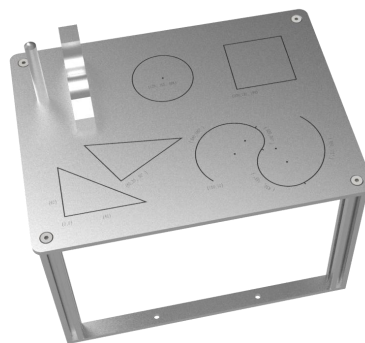
此功能模块配合模拟焊枪工具实训，可实现机器人模拟焊接功能的学习功能，对工件进行模拟切割焊接，可以模拟平面方形、圆形、三角形、圆弧等不同形状的不同平面的运动轨迹，对协作机器人的操作和使用有着一定的指导作用。轨迹示教模块展示了协作机器人功能如下：

作业平面：水平面、垂直面、任意倾斜面；

运动轨迹：轨迹运动、直线运动、圆运动、圆弧运动、曲线运动等；

运动方式：坐标平移、坐标旋转；

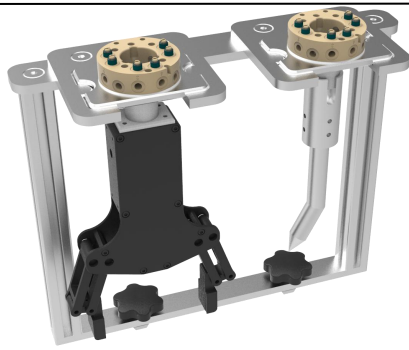
标定方式：TCP 标定。



轨迹标定模块

3.5 快换工具模块

两台协作机器人分别配置了一个快换工具模块，送料机器人末端工具包含电动夹爪和激光雕刻模拟器，分拣码垛机器人末端工具包含气动夹爪和吸盘手爪。快换工具模块采用日本高精度快换连接机构，包括：机器人侧和工具侧，机器人侧用来安装在机器人末端法兰上，工具侧用来安装在末端执行工具上，快换模块实现协作机器人自动更换不同的末端执行工具，使本实训台中的机器人功能更具柔性。



机器人快换工具模块



快换工具模块



气动软体夹爪



电动夹爪

3.6 平面仓储模块

平面仓储可用来进行机器人码盘/码垛工艺、装配工艺学习，共包含 9 个仓位，每个仓位具有光电传感器，实时反馈储物状态。

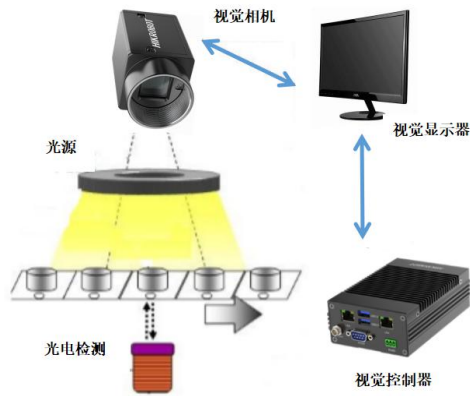


平面仓储模块

3.7 视觉分拣模块

配备一套视觉系统，采用 PC-base 工业相机控制方案，由视觉控制器、显示器、相机、镜头和光源等组成。视觉相机、镜头及光源固定安装在相机支架上，用于物品形状、颜色、位置识别，视觉控制器通过 I/O 电缆和以太网连接到 PLC 或机器人控制器，对识别结果数据进行传输。控制器内置 Windows 系统和相机编程驱动软件，用户可以通过控制器直接对相机进行编程算法编写。

分拣模块通过视觉相机识别彩色小球位置及颜色，引导机器人进行定位抓取，并进行下一步的数字拼接摆放，通过该模块，学生可充分了解工业相机的算法及与机器人的应用。



视觉系统组成



分拣模块

(1) 视觉控制器:



视觉系统

功能特性:

板载的 Intel E3845 SoC, 1.91GHz CPU

4GB DDR3L 内存, 搭载高可靠性 SSD 存储

3 个 Intel 芯片千兆网口, 增强的防浪涌设计, 保证机器视觉相机稳定运行

支持多路光耦隔离输入和输出功能

可通过光源接口控制光源开关及亮度

2 个 HDMI 接口, 支持独立显示

(2) 工业相机:



工业相机

功能特性:

支持自动或手动调节增益、曝光时间、LUT、Gamma 校正等

采用千兆网接口, 无中继情况下, 最大传输距离可到 100m

128MB 板上缓存, 可缓存多张图片, 用于突发传输或图像重传

兼容 GigE Vision 1.2 协议及 GenICam 标准, 无缝接入第三方软件平台

(3) 镜头:



镜头

功能特性:

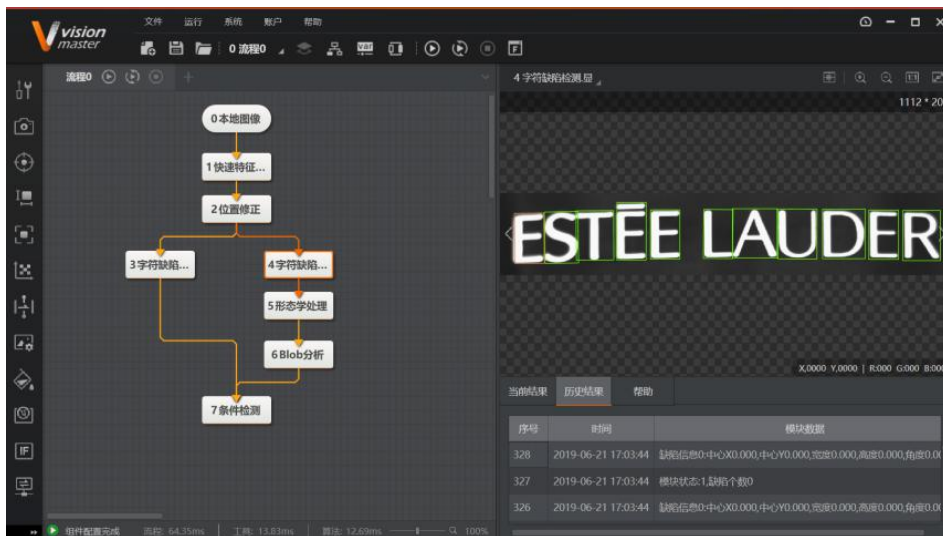
高分辨率，画面清晰度均匀性高

超低畸变，高周边光亮比

最大靶面 1/1.8"

支持超短工作距，在不同物距下均保持出色光学特性

(4) 视觉算法平台:



视觉算法软件

功能特性:

- 由近千个完全自主研发的图像处理算子和多种交互式开发工具组成，支持多种操作系统和图像采集硬件设备，能够满足机器视觉应用领域中定位、测量、识别、检测等需求
- 完全图形化交互界面，功能图标直观易懂，拖拽式操作能快速搭架视觉方案
- 用户可以根据需求创建视觉方案，还可以自定义运行界面，并在运行界面上集成背景图像或自己的 logo，满足客户个性化需求
- 兼容 GigE Vision 和 USB3 Vision 协议标准，可以接入多种品牌的相机，支持本地图像处理和相机数据图像处理

机器视觉算法平台集成机器视觉多种算法组件，适用多种应用场景，可快速组合算法，实现对工件或被测物的查找、测量、缺陷检测等。

算法平台拥有强大的视觉分析工具库，可简单灵活的搭建机器视觉应用方案，无需编程。满足视觉定

位、测量、检测和识别等视觉应用需求。具有功能丰富、性能稳定、用户操作界面友好的特点。

SDK 二次开发

机器视觉算法平台 SDK 提供了基础接口、展现接口、平台数据接口、平台控制接口，使用该 SDK 您可以对接算法平台，灵活地开发和扩展机器视觉应用。

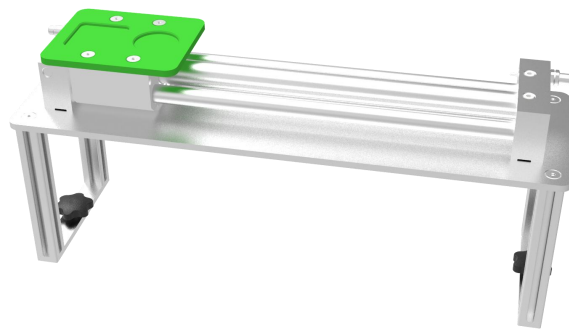
SDK 提供两套接口：C/C++接口和 C#接口。我们分别为 C/C++接口和 C#接口提供了 Demo，可以参考 Demo 查看接口的使用方法。



视觉二次开发

3.8 中央协作滑台

两台机器人之间设有中央滑台模块，实现物料传送动作。机器人通过 PLC 共同控制通过滑台，可实现两台机器人协同作业过程



中央协作滑台模块

3.9 PLC 电气实训单元

整套工作站的电控系统主要采用西门子 1511-1 系列 PLC，以及威纶通 7 寸 HMI 触摸屏。PLC 和触摸屏是工作站控制部分的核心组件，除机器人控制外的所有电气控制均由此模块完成。在教学实训中学生可以学习掌握 PLC 控制及编程，HMI 人机交互模块的使用等最常用的工业自动化技术。

4.产品配置参数

序号	名称	参数	数量
1	协作机器人	协作机器人本体： 最大负载：5kg 机械臂重量：24kg 自重负载比：<4.8 自由度：6 自由度 重复定位精度：±0.02mm 工作半径：880mm 工具端线速度：≤2.8m/s 通讯接口：CAN 总线接口 连接控制柜电缆长度：5m 供电电源：48VDC 功耗：普通功耗下约为 960W 外壳材料：铝合金 工作环境温度：0~40℃ 工作环境湿度：25~85%（无冷凝） 防护等级：IP54 J1 轴运动范围：±175° J2 轴运动范围：±175° J3 轴运动范围：±175° J4 轴运动范围：±175° J5 轴运动范围：±175° J6 轴运动范围：±175° J1-J3 最大速度：150° /s J4-J6 最大速度：180° /s 工具端数字量输入：4 路（可配） 工具端数字量输出：4 路（可配） 工具端模拟量输入：2 路 工具端电源输出：0V/12V/24V（可配） 工具端电流输出：0.8A 控制器： 尺寸（长宽高）：380mm×350mm×240mm 重量：20kg 示教器连接电缆长度：4m 通讯接口：以太网，ModBus-RS485，TCP 供电电源：100~240VAC，50~60Hz 防护等级：IP43	2 套

		<p>数字量输入：24 路 数字量输出：16 路 模拟量输入：3 路 模拟量输出：4 路 电源输出：24V 电流输出：3A</p> <p>示教器： 尺寸（长宽高）：355mm×235mm×54mm 重量：1.8kg 显示屏：12' 电阻式液晶触控屏，彩色 功能按钮：开关机按钮、紧急停止按钮、力控按钮 防护等级：IP43</p> <p>机器人功能： 可通过示教器对机器人动作进行示教和在线编程，同时支持拖动示教； 具有碰撞防护功能，提供 10 个等级的碰撞防护等级，机器人检测到碰撞后自动停止； 支持多种平台 SDK 二次开发，支持 Linux 下 C++编程、Lua 脚本语言编程、Windows VC++、Python 脚本编程、QT 跨平台编程开发；</p>	
2	机器人工作台	<p>整体尺寸：1920mm×1300mm×855mm 拆分尺寸：640mm×1300mm×855mm 结构：前后开门，便于设备安装和展示 材料：2080 铝型材台面和钣金主体 颜色：蓝/白喷漆 地脚：福马轮×12 功能：人机交互控制触摸屏 按钮控制面板（包含各设备启动，停止、急停等） 柔性平台面，支持各模块自定义位置、可以进行快速拆装固定</p>	1 套
3	轨迹示教模块	<p>尺寸：340mm×260mm×192mm 材料：铝合金和 2020 铝型材 表面处理：铝合金银白氧化处理 功能：工具标定尖端、进行工具坐标系建立 直线、曲线、圆弧等平面轨迹示教功能 曲面，斜面等立体轨迹示教功能 工作坐标系建立，平移旋转功能</p>	1 套
4	旋转仓储模块	<p>尺寸：260mm×260mm×380mm</p>	1 套

		<p>材料：铝合金、尼龙、2020 铝型材</p> <p>表面处理：铝合金银白氧化处理</p> <p>货位数量：上下两层，共 18 个。</p> <p>定位方式：仿形定位，卡扣设计，可更换定位板，扩展适用多种物料</p> <p>旋转动力：低速交流电机</p> <p>电机电压：220V 50HZ</p> <p>电机功率：14W</p> <p>电机速度：5r/min</p> <p>电机最大扭力：34N.M</p> <p>演示物料：两种，PA 材质</p> <p>具有仓储位置感应器和物料有无感应器，实现实时控制和监控仓储状态</p>	
5	快换工具模块	<p>工具支架：</p> <p>数量：1 个</p> <p>材质：铝合金、2020 铝型材</p> <p>表面处理：铝合金银白氧化处理</p> <p>承载快换数量：3 个</p> <p>快换工具装置：</p> <p>类型：自动气动型</p> <p>机器人侧：</p> <p>数量：1 个</p> <p>承载重量：5kg (max)</p> <p>气源通路：6 路</p> <p>通讯接口：12 路</p> <p>重量：250g</p> <p>夹具侧：</p> <p>规格：</p> <p>数量：4 个</p> <p>承载重量：5kg (max)</p> <p>气源通路：6 路</p> <p>通讯接口：12 路</p> <p>重量：115g</p> <p>电动夹爪末端：</p> <p>数量：1 套</p> <p>型号：EG2-4B</p> <p>控制接口：RS232</p>	1 套

		<p>开口尺寸: 70mm 夹持力: 0N - 15N 自重: 223g 力控精度: $\pm 1N$ 夹持力分辨率: 0.5N 重复精度: $\pm 0.5mm$ 最大速度: 97mm/S 工作电压: 6-8.4V 最大电流: 1.5A 外形尺寸: 158mm\times114mm\times18mm 模拟激光雕刻末端: 数量: 1 套 激光器外形尺寸: 12\times35mm 光源类型: 点光源, 大小可调 光源最大距离: 2.5m 电源规格: DC2.8-5.2V 支持扩展模拟焊枪, 书写笔等多种末端</p> <p>气动软体夹爪末端: 材质: 特质耐磨硅橡胶 直径范围: 0-40mm 最大负载: 250g 长度: 46mm 通讯接口: IO/RS232</p> <p>真空吸盘手爪末端: 吸盘数量: 1 个 吸盘类型: $\phi 13mm$, 风琴式 吸盘杆: 不可旋转, 缓冲行程 6mm, 头部可安装 10mm、13mm、16mm 不同规格吸盘</p>	
6	平面仓储模块	<p>尺寸: 260mm\times260mm\times192mm 材料: 铝合金、2020 铝型材 表面处理: 铝合金银白氧化处理 货位: 9 个, 每个货位带有光电感应器</p>	1 套
7	视觉系统	<p>工业相机: 类型: 600 万彩色 传感器类型: CMOS, 卷帘快门 分辨率: 3072\times2048 快门模式: 支持自动曝光、手动曝光、一键曝光模式 黑白/彩色: 彩色</p>	2 套

镜像：支持水平镜像
 缓存容量：128MB
 数据接口：GigE
 数字 I/O：
 6-pin Hirose 接头提供供电和 I/O
 供电：电压范围 5~15VDC，支持 PoE 供电
 功耗：<3.5W@12VDC
 镜头接口：C-Mount
 重量：约 68g

镜头：
 焦距：16mm
 F 数：F2.8~F16
 像面尺寸：Φ9mm(1/1.8")
 最近摄距：0.1m
 光圈操作方式：手动（锁紧结构）
 聚焦操作方式：手动（锁紧结构）
 接口：C-Mount
 外形尺寸：Φ29×33.12mm
 重量：53g
 工作温度：-10~50℃

控制器：
 处理器：Intel E3845，4 核 1.91GHz
 内存：4GB DDR3L-1333
 存储：128GB SSD
 操作系统：Windows7/10
 视频输出：2 个 HDMI 端口，支持独立的显示输出，最大分辨率 2560×1600
 光源接口：1 路压控，输出电压 0-24VDC，最大功率 24W
 网络接口：3 个标准 RJ45 Intel I210 千兆网口
 USB 接口：1 个 USB3.0 接口，3 个 USB2.0 接口，支持扩展 1 个内置 USB2.0 接口
 串口：1 路半双工 RS-485，1 路 RS-232
 供电：24VDC/2.5A
 功耗：≤34W
 外形尺寸：134.8mm×91mm×45mm
 重量：约 650g
 光源：100mm×40mm×22mm，24 工业接口

视觉算法平台：

		<p>集成机器视觉多种算法组件,适用多种应用场景,可快速组合算法,实现对工件或被测物的查找、测量、缺陷检测等。</p> <p>拥有强大的视觉分析工具库,包括采集、定位、测量、识别、标定、图像处理、颜色处理、缺陷检测、逻辑工具和通信等工具可简单灵活的搭建机器视觉应用方案。</p> <p>采集:分为相机数据采集、本地图像采集和存储图像。</p> <p>定位、测量、识别、深度学习、标定、图像处理、颜色处理、缺陷检测、逻辑工具等模块都属于视觉处理工具,可以依据方案需求来选择相应的算法模块组合使用。</p> <p>通信:有 IO 通信、ModBus 协议通信和 PLC 通信,IO 通信仅支持我司视觉控制器使用。通过通信管理、数据队列等可以接受、发送信息。支持 TCP 客户端、TCP 服务端、UDP、串口</p> <p>功能丰富、性能稳定、用户操作界面友好。</p>	
8	分拣模块	<p>尺寸: 340mm×260mm×192mm</p> <p>材料: 铝合金、2020 铝型材</p> <p>表面处理: 铝合金银白氧化处理</p> <p>功能区域: 分拣区, 摆图区, 自动擦涂装置</p> <p>自动擦涂装置驱动气缸: 缸径 16mm, 行程 150mm, 附有双位检测感应器, 两端设有行程微调, 缓冲装置</p> <p>演示彩色小球:</p> <p>材质: 亚克力</p> <p>颜色: 红、绿、蓝、黄四种颜色各 25 个 (5 个备用)</p>	1 套
9	协作滑台模块	<p>尺寸: 700mm×160mm×192mm</p> <p>材料: 铝合金、2020 铝型材</p> <p>表面处理: 铝合金银白氧化处理</p> <p>承载托盘: 双料位, 可更换扩展</p> <p>驱动气缸: 缸径 20mm, 行程 300mm, 附有双位检测感应器, 两端设有行程微调, 缓冲装置</p>	1 套
10	电气控制单元	<p>继电器板: 650mm×525mm, 厚 1.5mm</p> <p>电磁阀: 两位五通双控 3 个, 两位五通单控 2 个</p> <p>直流电源 2 个:24VDC, 2.2A/4.5A</p> <p>带有安全断路器:10A/6A</p> <p>PLC 可编程控制器:</p> <p>型号: 西门子 1511-1 系列</p> <p>输入点数: 32 个</p> <p>输出点数: 32 个</p>	1 套

		装载存储器内存: 4MB 编程语言: LAD, FBD, STL, SCL, GRAPH 额定电源电压: DC 24V (DC 19.2 ... 28.8 V) 集成 PROFINET 接口, 用于编程、HMI 通信和 PLC 间的通信; 提供 10/100Mbit/s 的数据传输速率, 支持 TCP/IP 通信 扩展通信模块 CM/CP 数量 (DP、PN、以太网): 4 个 触摸屏 尺寸: 7 寸 分辨率: 1024×600 触摸屏: 电阻式 输入电压: 24±20%VDC 内存: 128M 背光灯: LED 串行接口: COM1(RS232), COM2(RS485) 面板尺寸: 200.3×146.3mm 机柜开孔: 192×138mm 工作温度: 0-45℃ 工作湿度: 5-90% 产品认证: CE/FCC 防护等级: IP65 (前面板) 电磁兼容 (工业三级)	
11	空气压缩机	小型静音空气压缩机 匹配功率: 800W 额定压力: 0.7Mpa 储气容量: 30L 容积流量: 60L/min 整机重量: 19kg 外形尺寸: 54cm×29cm×57cm	1 套
12	实训教学资源	提供机器人技术课程资源及真实项目案例包, 教学大纲, 教学 PPT, 教学实训指导手册	1 套

5.实训项目

第一章 平台概述
第二章 机器人基础实训
实训一: 机器人硬件认知与安装
实训二: 机器人程序管理
实训三: 机器人点位示教
实训四: 机器人 IO 控制

实训五：协作机器人末端工具控制
实训六：协作机器人在线指令编程
实训七：协作机器人仿真编程
第三章 机器人脚本编程与二次开发
实训一：机器人脚本编程开发
实训二：python 编程与机器人控制
实训三：基于 SDK 的 C 编程机器人运动控制
实训四：机器人状态信息远程采集与运维监控
第四章 视觉基础实训
实训一：认知视觉实训硬件和软件
实训二：图像采集
实训三：二维码与条形码识别
实训四：字符定位与识别
实训五：几何测量
实训六：视觉定位
实训七：视觉标定
第五章 电气基础实训
实训一：PLC 信号编程与控制
实训二：人机接口可视化组态编程
实训三：传感器实训
实训四：气缸与电磁阀实训
实训五：电机与编程控制
第六章 综合实训案例
实训一：PLC 与机器人电气控制系统连接
实训二：机器人轨迹规划编程
实训三：搬运码垛应用案例
实训四：机器人与视觉系统通讯
实训五：基于视觉的工件分拣行业案例
实训六：双机器人协作上下料搬运综合案例实训