

2022世界机器人大赛—机器人应用大赛

工业视觉编程与应用赛项规程

一、赛项名称

赛项名称：工业视觉编程与应用赛项

赛项组别：中职组，高职组，本科组

二、竞赛目的

工业视觉系统是工业机器人的眼睛。工业视觉系统将被摄取目标转换成图像信号，传送给专用的图像处理系统，得到被摄目标的形态信息，根据像素分布和亮度、颜色、深度等信息，转变成数字化信号；图像处理系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征，进而根据判别的结果来控制工业现场的机器人进行操作。此外，视觉系统收集的各种生产数据是智能化生产的基础，在制造业向自动化、智能化和数字化转型升级的趋势下，工业视觉在制造业中的地位从“可选”逐步向“必选”迈进，制造业及制造服务业急需机器视觉领域技术技能人才！

本赛项基于工业视觉在工业、生活、商业等多个领域的应用，实现基于工业视觉的定位、测量、识别、检测、手眼标定与运动控制等多种技术融合的场景。赛项以先进制造及智能化装备发展趋势为目标，结合工业机器人的智能化、柔性化应用，更好的服务于产业升级发展。

本赛项将工业视觉的模式识别、视觉定位、尺寸测量和外观检测四大类功能，与工业机器人、精密机械模组控制单元、运动控制、

人工智能机器学习等多种技术融合，面向非标自动化设备行业、标准设备制造行业、半导体及电子制造行业、3C 电子集成行业、汽车制造行业、包装印刷行业、医药制造行业、纺织制造行业、食品加工行业及相关行业培养先进制造现场工程师。通过赛项进一步推动和深化“岗课赛证”综合育人的改革，提高各大院校学生对机器视觉系统的集成应用能力，推动各大院校机器人、自动化类、电子信息相关专业人才在培养目标、课程体系、教学条件、考核评价、师资队伍建设上的改革。

三、竞赛内容、形式和成绩计算

（一）竞赛形式

中职组，高职组，本科组

（二）竞赛内容

选拔赛：各组别参赛队伍报名后，根据报名情况分区域进行选拔；选拔出的参赛队伍最后参加总决赛。选拔赛为基于竞赛技术平台的实操考核。

总决赛：分为中职组、高职组、本科组，由各组别区域选拔赛出线队伍参加，比赛内容为基于竞赛技术平台的实操考核。

（三）参赛对象

各学校开设机器人、自动化类、电子信息类相关专业课程的全日制在校学生。

（四）报名条件

1. 思想品德优秀，具备良好的职业操守；
2. 有较好的电气自动化基础知识；
3. 学习能力较强，身体及心理素质较好；

四、竞赛内容及大赛平台

（一）竞赛内容

本赛项以工业视觉编程与应用实训平台作为竞赛平台。每支参赛队的 2 名参赛选手根据给定的任务书完成对应的工作内容。本赛项主要竞赛内容为：

1. 相机的选型、安装、接线和控制：选手根据应用场景要求，选择与任务相匹配的相机，然后根据视野范围与工作距离的要求，确定安装位置，并给出选型计算过程；
2. 镜头的选型、安装：选手根据选型的相机，以及任务给定的视野范围、工作距离等参数要求，选择合适的镜头，完成镜头安装，调试好其光圈与聚焦并锁定，并给出选型计算过程；
3. 光源的选型、安装、接线和控制：选手根据应用场景要求，选择与任务匹配的光源，然后根据在合理位置完成光源安装，并将合理布置光源走线，记录光源选型过程；
4. 机械安装和电气接线：治具、样品、末端夹爪等其他配件也需要选手自行完成安装固定；
5. 2D/3D 相机标定及手眼标定：选手根据平台提供的标定板检查视野是否合理后，按照提供标定流程完成相机标定，因竞赛任务需要机械臂的

配合，因此必须要完成机械臂与相机坐标统一的手眼标定；

6. PLC 通讯、I/O 及运动参数设定：机台PC端的机器视觉应用编程软件与PLC可通过协议进行通讯，从而通过PLC 对运动平台进行控制，需要设置好来料信号、光源点亮、相机拍照等系列I/O设定，并完成传送系统的运动控制；

7. 机器人编程与调试：竞赛平台中包含一台四轴机器人，参赛选手需要就该机器人完成夹具安装、轨迹规划、手眼标定、视觉引导、视觉系统通讯设置等内容；

8. 综合检测应用：综合检测应用涵盖了机器视觉应用中的识别、定位、测量和检测等功能的综合编程，根据具体综合检测应用任务，选择与具体竞赛任务匹配的功能进行组合编程；

9. 运行效率、结果输出：任务流程的运行耗时是一个重要的评价内容；此外，任务书会指定输出任务结果，如图片、测量数据等；

10. 职业素养与安全意识：竞赛现场考察参赛队组织管理、团队协作、工作效率、操作规范、收纳整理及安全意识等职业素养；

（二）竞赛平台

比赛设备有深圳市物新智能科技有限公司提供；其中，中职组、高职组竞赛平台采用了模块化装调，分段式设计；结合了机器视觉、工业机器人、运动控制、PLC控制等关键技术，体现了现代3C、汽车、机械、生物、食品等行业的物品装配、智能检测、性能测试、包装等智能产线的特点。本科组竞赛平台采用了桌面式视觉运动控制系统，结合了机器视觉、运动

控制编程、界面编写等技术要点。具体设备的组成见附件。

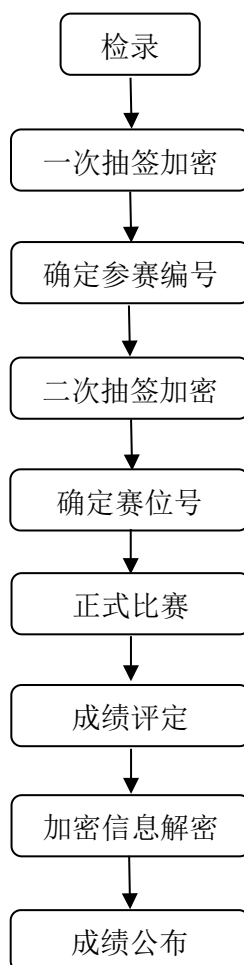
五、总决赛安排与流程

（一）比赛流程

参赛选手报道--参赛选手赛前熟悉场地；领队会--开幕式--正式比赛--比赛结束--成绩评定--大赛技术点评；颁奖仪式；闭幕式。

（二）竞赛流程

竞赛过程中，参赛选手、裁判、工作人员等严禁私自携带通讯及拍照设备，竞赛流程如下图所示：



（三）时间安排

比赛时间预期为3天，具体以竞赛指南的日程安排为准。

六、大赛评分标准

（一）评分标准制定原则

依据参赛选手完成的情况实施综合评定，采取裁判组与参赛选手在竞赛结束后面对面的公开评分方式。评定依据结合国家及行业的相关标准和规范，全面评价参赛选手职业能力的要求，本着“科学严谨、公正公平、可操作性强”的原则制定评分标准。

（二）评分标准

根据赛题的竞赛内容设置评分标准，主要考察选手的基本知识、职业技能和职业素养等，不同组别评分标准有所差异，具体见表1-评分标准和竞赛内容，详细的评分以最终的赛题评分标准为准。

表1-评分标准和竞赛内容

组别	序号	竞赛内容	配分	评分方式
中职组	1	相机的安装、接线和调试	6分	结果评分
	2	镜头安装和调试	4分	结果评分
	3	光源的安装、接线和调试	5分	结果评分
	4	机械安装和电气接线及调试	25分	结果评分
	5	2D/3D 相机标定及手眼标定	10分	结果评分
	6	PLC 通讯、I/O 及运动参数调	5分	结果评分
	7	机器人安装与调试	10分	结果评分
	8	视觉检测程序调试	25分	结果评分
	9	职业素养与安全意识	10分	过程评分
	1	相机的选型、安装、接线和控	5分	结果评分

高职组	2	镜头的选型和安装	4分	结果评分
	3	光源的选型、安装、接线和控	4分	结果评分
	4	机械安装和电气接线	10分	结果评分
	5	2D/3D 相机标定及手眼标定	7分	结果评分
	6	PLC编程、I/O设定及运动控制	20分	结果评分
	7	工业机器人编程	10分	结果评分
	7	工业机器人视觉软件应用	20分	结果评分
	8	运行效率、结果输出	10分	结果评分
	9	职业素养与安全意识	10分	过程评分
本科组	1	相机、镜头、光源的调试和控	10分	结果评分
	2	电气系统调试	10分	结果评分
	3	2D相机标定及手眼标定	5分	结果评分
	4	I/O设定及运动控制编程	15分	结果评分
	5	机器视觉算法工具开发编程	20分	结果评分
	6	综合视觉软件编程	20分	结果评分
	7	运行效率与结果输出	10分	结果评分
	8	职业素养与安全意识	10分	过程评分

（三）评分方式

1. 成绩评分与产生方法

（1）具体的评分细则由专家组成员依据竞赛任务书制定，满分100分。

（2）裁判结合器件选型、安装工艺等按照评分表进行各评价项目进行评分，职业素养部分进行全过程评分。

（3）在竞赛时段，参赛选手有不服从裁判、扰乱赛场秩序等行为情节严重的，取消参赛队评奖资格。有作弊行为的，取消参赛队评奖资格。裁判宣布竞赛时间到，选手仍强行操作的，扣职业素养分。

(4) 选手有下列情形，需从比赛成绩中扣分：

①违反比赛规定，提前进行操作或比赛终止仍继续操作的，由现场裁判员负责记录，并酌情扣 1-5 分。

②在竞赛过程中，违反赛场纪律，由裁判员现场记录参赛选手违纪情节，依据情节扣 1-5 分。

③在完成竞赛任务的过程中违反操作规程或因操作不当，造成设备损坏或影响其他选手比赛的，扣 5-10 分；因操作不当导致人身或设备安全事故，扣 10-20 分，情况严重者由裁判长宣布终止该选手的比赛。

④损坏赛场提供的设备、浪费材料、污染赛场环境在赛场等不符合职业规范的行为，视情节扣 5-10 分。

2. 判分方法与统分方法

(1) 过程评分是根据参赛选手在操作过程中的规范性、合理性以及完成质量等，评分裁判依据评分标准给分；参赛队伍按比赛要求进行操作，评分裁判对照评分表即时评分。

(2) 结果评分是评分裁判对参赛队伍完成的竞赛任务，依据赛项评价标准判分。

七、赛场预案

1. 竞赛过程中出现设备掉电、故障等意外时，现场裁判需及时确认情况，联系现场技术支持人员进行处理，现场裁判登记详细情况，填写补时登记表，报裁判长批准后，方可安排延长补足相应选手的比

赛时间。

2. 比赛现场预留备用设备，当出现非选手个人原因造成设备严重故障或损坏，导致设备无法正常使用，经现场裁判认可，裁判长确认，在赛场技术支持人员的支持和裁判的监督下，参赛选手将相关资料转移至备用设备，继续完成竞赛任务。

3. 本赛项竞赛时为各参赛队独立作业，如竞赛时某赛位参赛队出现意外境况不会影响其它赛位正常比赛，不会由此对成绩产生影响。

4. 赛场提供备用电源，设有防疫点、应急医疗点。

八、赛项安全

赛事安全是技能竞赛一切工作顺利开展的先决条件，是赛事筹备和运行工作必须考虑的核心问题。为保证赛项顺利进行，制定相应制度文件，保证大赛期间参赛选手、指导教师、裁判员、工作人员及观众的人身安全。

（一）比赛环境

1. 比赛现场、住宿场所和交通应提前勘察，并落实安全工作责任制。赛场的布置，赛场内的器材、设备，应符合国家有关安全规定。如有必要，也可进行赛场仿真模拟测试，以发现可能出现的问题。承办单位赛前须按照要求排除安全隐患。

2. 赛场周围要设立警戒线，要求所有参赛人员必须凭有效证件进入场地，防止无关人员进入发生意外事件。比赛现场内应参照相关职业岗位要求为选手提供必要的劳动保护。在具有危险性的操

作环节，裁判员要严防选手出现错误操作。

3. 承办单位应提供保证应急预案实施的条件。对于比赛内容涉及高空作业、可能有坠物、大用电量、易发生火灾等情况的赛项，必须明确制度和预案，并配备急救人员与设施。

4. 严格控制与参赛无关的易燃易爆以及各类危险品进入比赛场地，不许随便携带书包进入赛场。

5. 配备先进的仪器，防止有人利用电磁波干扰比赛秩序。大赛现场需对赛场进行网络安全控制，以免场内外信息交互，充分体现大赛的严肃、公平和公正性。

6. 在新冠防疫期间，严格按照比赛承办方所在地的防疫要求做好相关的防疫措施，配备专门的体温测量装备与消毒物资。

7. 大赛期间，承办单位须在赛场管理的关键岗位，增加力量，建立安全管理日志。

（二）组队责任

1. 各学校组织代表队时，须安排为参赛选手购买大赛期间的人身意外伤害保险。

2. 各学校代表队组成后，须制定相关管理制度，并对所有选手、指导教师进行安全教育。

3. 各参赛队伍须加强对参与比赛人员的安全管理，实现与赛场安全管理的对接。

（三）处罚措施

1. 因参赛队伍原因造成重大安全事故的，取消其获奖资格。

2. 参赛队伍有发生重大安全事故隐患，经赛场工作人员提示、警告无效的，可取消其继续比赛的资格。

3. 在赛事期间，领队及参赛队其他成员不得私自接触裁判，凡发现有不当行为的，取消其参赛资格，成绩无效。

九、参赛须知

（一）参赛队须知

1. 参赛队员在报名获得审核确认后，原则上不再更换，如筹备过程中，队员因故不能参赛，应出具书面申请及说明，并按相关规定补充人员并接受审核；竞赛开始后，参赛队不得更换参赛队员，允许队员缺席比赛。

2. 参赛队按照大赛赛程安排，凭参赛证和有效身份证件参加比赛及相关活动。

3. 参赛队员着装须符合安全生产及竞赛要求。

4. 参赛队员应自觉遵守赛场纪律，服从裁判、听从指挥、文明竞赛；持证进入赛场，禁止将通讯工具、自编电子或文字资料带入赛场。

5. 比赛过程中，参赛选手须严格遵守操作过程和相关准则，保证设备及人身安全，并接受裁判员的监督和警示；若因设备故障导致选手中断或终止比赛，由大赛裁判长视具体情况做出裁决。

6. 在比赛过程中，参赛选手由于操作失误导致设备不能正常工作，或造成安全事故不能进行比赛的，将被终止比赛。

7. 在比赛过程中，各参赛选手限定在自己的工作区域和岗位完成比赛任务。

8. 若参赛队欲提前结束比赛，应向裁判员举手示意，比赛终止时间由裁判员记录，参赛队结束比赛后不得再进行任何操作。

（二）指导教师须知

1. 各参赛代表队指导教师要发扬良好道德风尚，听从指挥，服从裁判，不弄虚作假。指导教师经报名、审核后确定，一经确定不得更换。如发现弄虚作假者，取消参赛资格，名次无效。

2. 在比赛阶段，不允许指导教师上场指导，禁止使用通讯工具。

3. 各代表队指导教师和领队要坚决执行比赛的各项规定，加强对参赛人员的管理，做好赛前准备工作，督促选手带好证件和允许自带的各种工具等。

4. 参赛选手对裁判等工作人员的工作有异议时，必须在比赛结束 2 小时内由领队提出书面报告送交仲裁委员会。口头报告或其他人员要求解释处理，仲裁委员会不予受理。

5. 对申诉的仲裁结果，领队和指导教师应带头服从和执行，还应说服选手服从和执行。

6. 指导教师应认真研究和掌握本赛项比赛的技术规则和赛场要求，指导选手做好赛前的一切技术准备和应试准备。

7. 领队和指导教师应在赛后做好技术总结和工作总结。

（三）参赛选手须知

1. 严格遵守技能竞赛规则、技能竞赛纪律和安全操作规程，尊重

裁判和赛场工作人员，自觉维护赛场秩序。

2. 佩带参赛证件及着工装进入比赛场地，并接受裁判的检查。
3. 进入赛场前须将手机等通讯工具交赛场相关人员妥善保管。
4. 严格遵守赛事时间规定，准时抵达检录区，在开赛 15 分钟后不准入场，开赛后未经允许不得擅自离开赛场。
5. 竞赛结束时间到，应立即停止一切竞赛内容操作，不得拖延竞赛时间。
6. 竞赛完成后必须按裁判要求迅速离开赛场，不得在赛场内滞留。
7. 爱护竞赛场所的设备、仪器等，不得人为损坏竞赛用仪器设备。

（四）工作人员须知

1. 检查选手证件，选手凭有效证件，按时参加检录和竞赛，如不能按时参赛以自动弃权处理。
2. 严格时间管理，选手在开赛信号发出后才能进行技能竞赛，竞赛过程中，选手休息、饮水或去洗手间等所用时间，一律计算在比赛时间内，饮用水由赛场统一准备，认真做好服务工作。
3. 不允许选手将通讯工具带入赛场，如私自带入者，一经发现取消其竞赛资格。
4. 赛场内保持安静，不准吸烟，负责各自赛位的裁判员和工作人员不得随意进入其它赛位。
5. 如果选手提前结束竞赛，应向裁判员示意，竞赛终止时间由裁判员记录在案。
6. 竞赛终了信号发出后，监督选手听从裁判员指挥，待裁判允

许后方可离开赛场。

7. 所有工作人员必须统一佩戴相应证件，着装整齐，赛场除现场工作人员以外，其他人员未经允许不得进入赛场。

8. 新闻媒体等进入赛场必须经过允许，并且听从现场工作人员的安排和管理，不能影响竞赛进行。

9. 各参赛队的领队、指导教师以及其他无关人员未经允许一律不得进入赛场；经允许进入赛场的人员，应遵从赛场相关工作人员安排，同时遵守赛场规定和维护赛场秩序，若违反有关规定或影响选手竞赛的，工作人员有权将其请出，并给予通报批评。

十、申诉和仲裁

1. 本赛项在比赛过程中若出现有失公正或有关人员违规等现象，代表队领队可在比赛结束后 2 小时之内向监督仲裁组提出书面申诉，超时申述不予受理、。

2. 书面申诉应对申诉事件的现象、发生时间、涉及人员、申诉依据等进行充分、实事求是的叙述，并由领队亲笔签名。非书面申诉不予受理。

3. 赛项监督仲裁工作组在接到申诉报告后的2小时内组织复议，并及时将复议结果以书面形式告知申诉方。

4. 仲裁结果由申诉人签收，不能代收，如在约定时间和地点申诉人离开，视为自行放弃申诉。申诉方可随时提出放弃申诉。

5. 申诉方不得以任何理由采取过激行为扰乱赛场秩序。

十一、比赛观摩

大赛期间赛场开放，设置观摩区域，与赛项相关的企业、单位、学院、行业协会等专家技术人员和领导可以对比赛进行观摩。

（一）观摩对象

与赛项相关的企业、单位、学院、行业协会等专家、技术人员、教师等。

（二）观摩方法

观摩人员可在规定时间，以小组为单位，在赛场引导员的引导下，有序进入赛场观摩。

（三）观摩纪律

1. 观摩人员必须佩带观摩证；
2. 观摩时不得议论、交谈，并严禁与选手进行交流；
3. 观摩时不得在赛位前停留，以免影响选手比赛；
4. 观摩时不准向场内裁判及工作人员提问；
5. 观摩时禁止拍照；

凡违反以上规定者，立即取消观摩资格。

工业视觉编程与应用赛项规程附件

1. 比赛设备名称：工业视觉编程与应用实训平台
2. 中职组、高职组比赛设备组成和说明：

(1) 设备整体描述

本平台采用了分站组合式设计，由上料模组、传送模组、视觉检测单元、执行单元等模块组成，能够开展机器视觉、工业机器人、运动控制、PLC控制等相关实训或考核，让学生在实训中学习工业视觉系统的开发技术以及实现方式，激发其创新潜力。

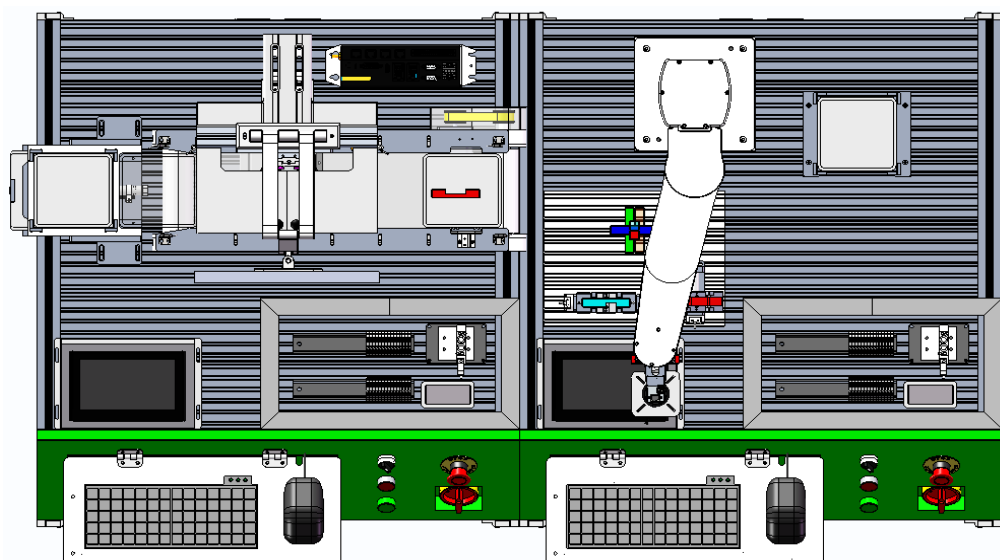
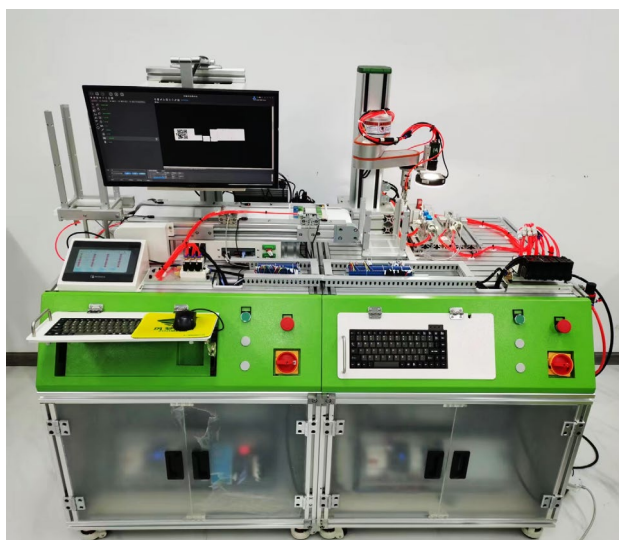
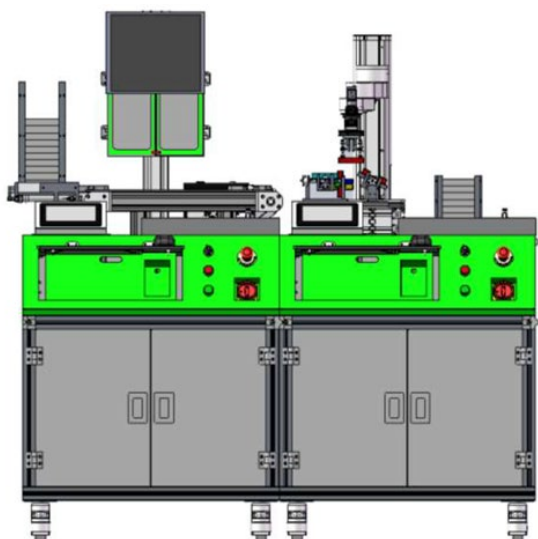


图1 设备整体外观

(2) 单元底座

- a. 标准底座，功能模块安装平台，型材桌面，模块安装调整便捷；
- b. 带轮脚杯，移动方便，放置稳固；
- c. 配备独立电源及气源处理装置，以及控制开关、键盘鼠标等外设，为功能模组提供支持；

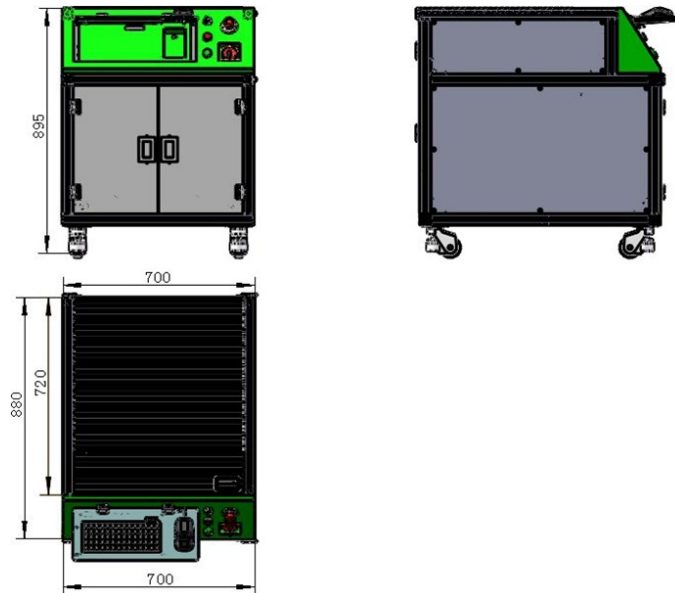


图2 设备底座样式

(3) 视觉单元

- a. 自动上料，在线视觉检测（2D、3D兼容），高精度定位；
- b. 配备独立控制及图像处理系统，可单机运行，可选配多通道分拣剔除模块，也可多机串联（IO或协议通讯）；
- c. 模块化流道，步进电机控制，带编码器位置反馈白色皮带内有背光照明，可带多组触发传感器和制动气缸；

d. 图像采集模块多维度可调，兼容性安装设计，可适应多型号相机及光源；

e. 运动状态及识别图像可视化，结果更加一目了然；

f. 自带丰富外设，开发、测试更方便；

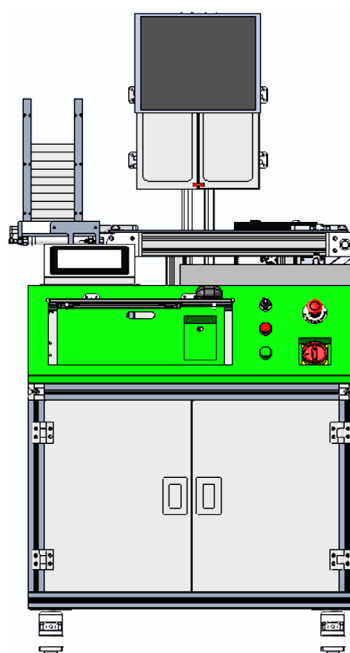


图3 视觉检测工作站

(4) 执行单元（四轴机器人）：

a. 配合前段视觉进行分拣、组装；

b. 高精度四轴机器人，配备视觉定位，手眼一体，可应对各类场景需求；

c. 型材底板，搭载各类治具安装便捷；

d. 自带丰富外设，开发、测试更方便；

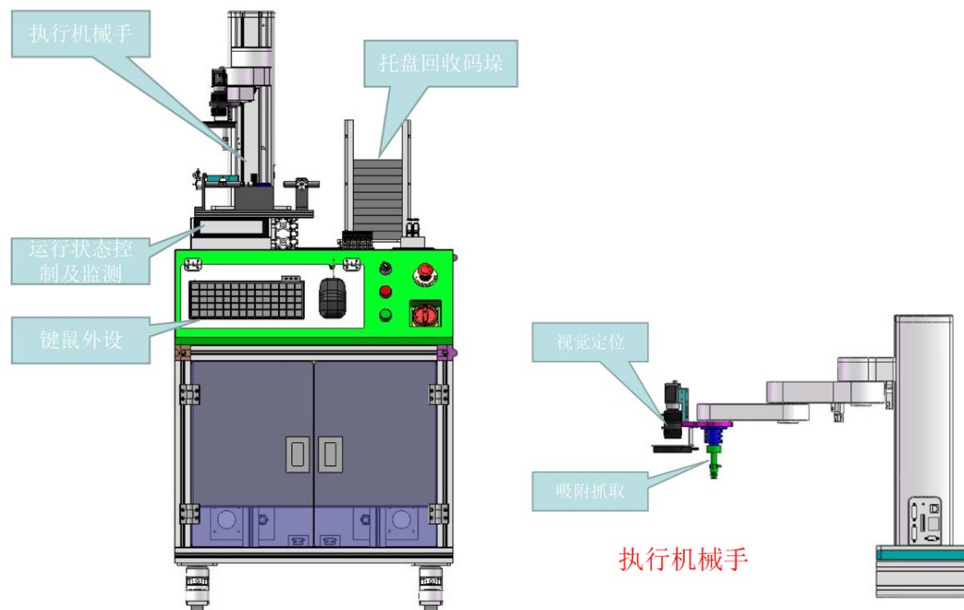


图4 执行单元与四轴机器人

(5) KVision Box机器视觉应用模块：

- a. 可以同时支持两路USB3.0 相机和四路PoE GigE相机同时采集；
 - b. 自带光耦隔离GPIO（8IN、80OUT）、两路RS232/485接口；
 - c. 支持TCP/IP、EtherCAT等网络协议，支持运动控制及分布式IO扩展；
 - d. 支持四路光源控制，可以外触发；
 - e. 采用可视化拖拽式编程软件KImage，具备完全自主知识产权；
- 强逻辑，弱编程；

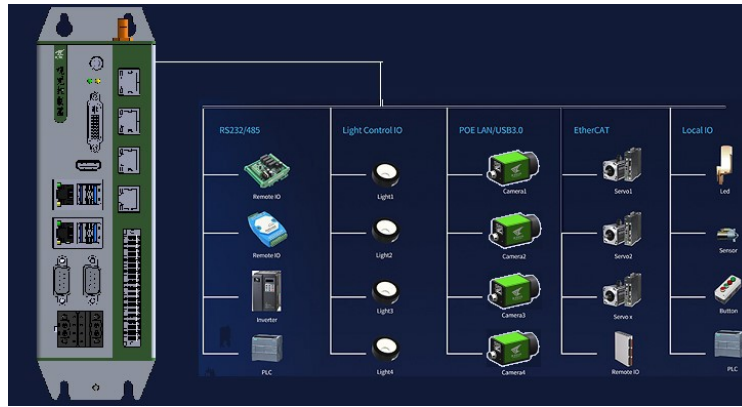


图5 Kvision Box视觉应用模块

3. 本科组比赛设备组成和说明：

本科组竞赛平台采用了桌面式视觉运动控制系统，结合了机器视觉、运动控制编程、执行界面编写等技术要点，本实训平台，图像处理、运动控制一体化，可以让学生把所学校到的理论知识和实际相结合，设备具体形状如下：

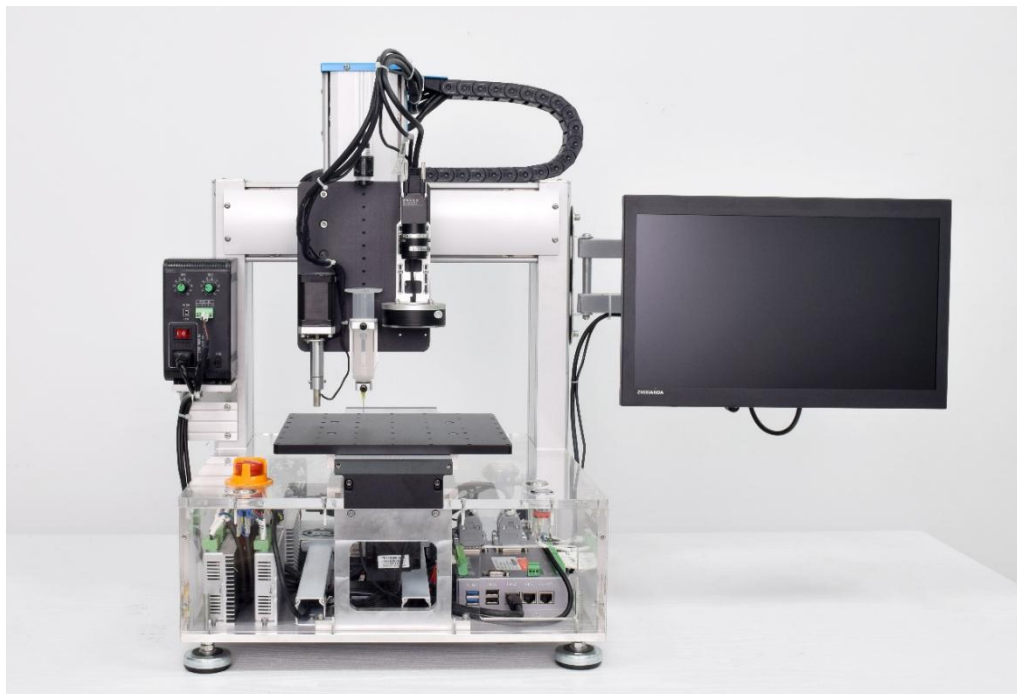


图6 设备外观

(1) VPLC532E控制单元

- a. 集成了3个千兆以太网口、两个USB3.0相机接口和2个USB2.0接口可接鼠标键盘；
- b. HDMI接口可接高清显示器；
- c. 可以实现多电机的控制；
- d. 支持多种视觉功能和复杂的运动控制功能，完美替代PC+Windows+机器视觉+运动控制卡；
- e. 灵敏度高，可以实现曲线运动；
- f. 板载16点数字输入和输出、6路高速脉冲输出和6路高速编码器反馈接口；
- g. 32轴EtherCAT总线运动控制，EtherCAT刷新周期1ms；

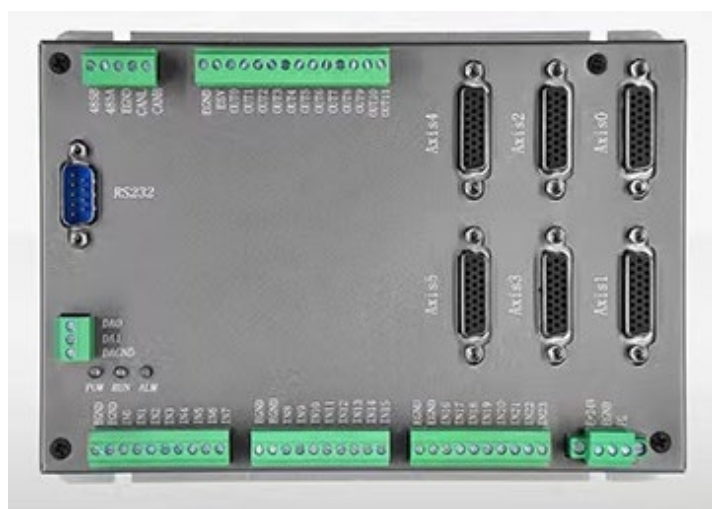


图7 VPLC532E功能

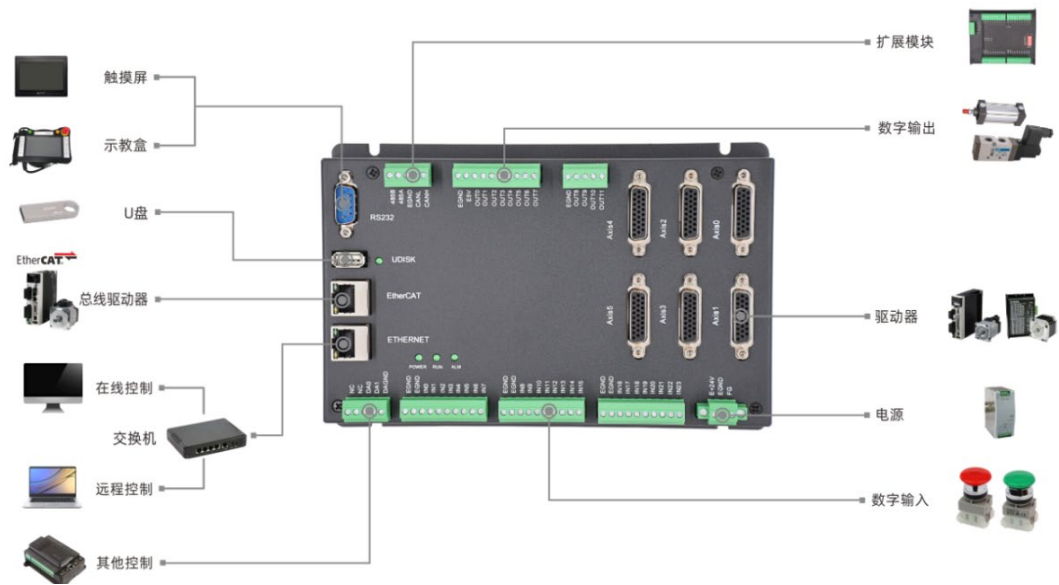


图8 扩展功能

(2) 运动单元

- a. 驱动器是用来控制电机的运动，而步进电机自带编码器无需外加；
- b. 步进电机没有累积误差，运动更加精准；
- c. 步进电机外表允许最高温度，电机的力矩会跟随转速的升高而降低更好的保护电机的使用寿命；
- d. 步进电机是视觉执行运动单元，根据视觉处理，从而进行搬运和分拣。

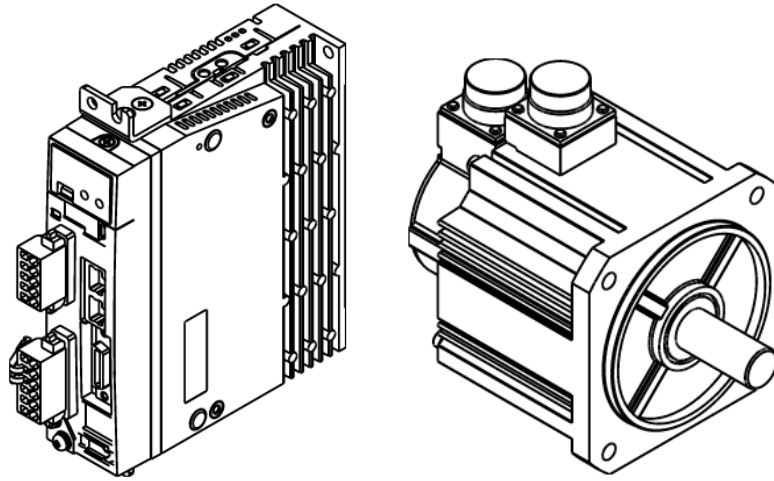


图9 驱动器和电机

(3) 视觉器件

a. 相机是采集部分，由镜头和相机组成；

b. 光源系统配合相机采集图像，主要由控制器和光源组成，控制器可以进行光源亮度的调节；



图10 相机和光源

(4) 支撑单元

a. 底座采用四个支撑架，减少滚动；

b. 底面采用绝缘钣金件，用于支撑设备，同时也避免漏电；

c. 轴的支撑采用绝缘钣金件，使其更加稳固；

(5) 视觉处理软件平台

设备配套的机器视觉编程软件可提供图形化编程和代码编程两种编程模式，图形化编程采用拖拽式流程图定义任务流程，所见即所得，方便快捷入门；代码编程可以支持VB.net、C#等多种语言；

软件平台（所见即所得图形化编程，方便快捷入门）



图11 视觉处理软件平台

视觉软件常用工具如下表2所示：

类型	工具
系统类	服务器客户端通讯工具、串口工具、PLC 读写工具、机器人控制工具、信号源工具
图像源类	图像源工具、相机工具、保存图片工具
定位类	仿射变换工具、斑点分析工具、找圆工具、找线工具、边缘点查找工具、形状匹配工具、灰度匹配工具
测量类	圆卡尺工具、夹角工具、边缘卡尺工具、线交点工具、线间距工具、点间距工具、矩形卡尺工具、点线距离工具、坐标转换工具、标定工具
图像处理类	图像转换工具、通道分离工具、颜色提取工具、图像剪切工具、图像处理工具、阈值化工具、轮廓提取工具
识别类	2 维码工具、字符识别工具、条码检测工具、缺陷检测工具
对位类	位移计算工具、坐标计算工具、对位平台工具
数据处理类	累加工具、分类工具、保存表格工具、格式转换工具、列表工具、逻辑运算工具、字符串截取工具、用户变量工具

(6) 视觉处理软件工具的二次开发

在设备附带的电脑上提供以下编程工具和图像处理库：

- a. Microsoft Visual Studio 2015 编程软件，使用C#编程；
- b. 基于C#的OpenCV 图像处理库OpenCvSharp；
- c. 二次开发说明文档，二次开发说明文档目录如下：

目录

目录.....	2
第一部分 KImage 工具开发说明.....	4
1.1 简述.....	4
1.2 编程环境.....	4
1.3 开发说明.....	4
1.3.1 简述.....	4
1.3.2 引用说明.....	4
1.3.3 继承关系.....	5
1.3.4 虚函数.....	6
1.3.5 事件.....	7
1.3.6 参数.....	7
1.3.7 兴趣域.....	7
第二部分 工具开发例程说明.....	9
2.1 模板匹配.....	9
2.1.1 实现原理.....	9
2.1.2 系统环境.....	11
2.1.3 开发说明.....	11
2.1.4 注意事项.....	24
2.2 找线.....	25
2.2.1 实现原理.....	25
2.2.2 系统环境.....	29
2.2.3 开发说明.....	29
2.2.4 注意事项.....	40
2.3 找圆.....	40
2.3.1 实现原理.....	40
2.3.2 系统环境.....	44
2.3.3 开发说明.....	44
2.3.4 注意事项.....	54

2.4	读码	55
2.4.1	实现原理	55
2.4.2	系统环境	58
2.4.3	开发说明	58
2.4.4	注意事项	67
2.5	颜色提取	68
2.5.1	实现原理	68
2.5.2	系统环境	71
2.5.3	开发说明	71
2.5.4	注意事项	79
2.6	斑点检测	80
2.6.1	实现原理	80
2.6.2	系统环境	82
2.6.3	开发说明	82
2.6.4	注意事项	90
2.7	矩形卡尺	91
2.7.1	实现原理	91
2.7.2	系统环境	92
2.7.3	开发说明	92
2.7.4	注意事项	107
2.8	图像裁剪	108
2.8.1	实现原理	108
2.8.2	系统环境	109
2.8.3	开发说明	109
2.8.4	注意事项	119
2.9	数学计算	119
2.9.1	实现原理	119
2.9.2	系统环境	122
2.9.3	开发说明	123
2.9.4	注意事项	140
2.10	图像预处理	140
2.10.1	实现原理	140
2.10.2	系统环境	146
2.10.3	开发说明	146
2.10.4	注意事项	157
2.11	Mat 类函数	157
2.11.1	实现原理	157
2.11.2	系统环境	169
2.11.3	开发说明	170
2.11.4	注意事项	175
2.12	图像的矩阵操作	175
2.12.1	实现原理	175
2.12.2	系统环境	182
2.12.3	开发说明	182
2.12.4	注意事项	187
2.13	添加形状及文字	187
2.13.1	实现原理	187
2.13.2	系统环境	197
2.13.3	开发说明	197
2.13.4	注意事项	203
2.14	直方图	204
2.14.1	实现原理	204
2.14.2	系统环境	205
2.14.3	开发说明	205
2.14.4	注意事项	217
第三部分	附件	218

图12 二次开发说明文档目录

```

对象浏览器 KiChinaSkillsTool.cs* x KOpenCVHelper.cs KChinaSkillsTool KCalibPlaneTool KLineFinder1.c
KChinaSkillsTool.KiChinaSkillsTool

static double sinFun1Param2;
/// <summary>
/// 功能: 实现Canny边缘检测算子, 并开放参数手动调试, 实时反馈结果图像。
/// </summary>
/// <param name="inMat">输入图像</param>
/// <param name="inFun1Param1">参数1</param>
/// <param name="inFun1Param2">参数2</param>
public void Function1(Mat inMat, double inFun1Param1, double inFun1Param2)
{
    //选手在此处添加代码
    if (inMat.Channels() != 1)
    {
        Cv2.CvtColor(inMat, inMat, ColorConversionCodes.BGR2GRAY);
    }
    Mat cannyMat = new Mat();
    Cv2.Canny(inMat, cannyMat, inFun1Param1, inFun1Param2);
    Cv2.NamedWindow("Fuction1", WindowMode.Normal);

    Cv2.ImShow("Fuction1", cannyMat);
    CvTrackbar cvTrackbarHighThr = new CvTrackbar("HighThr", "Fuction1", 0, 1000, HighThrTrack, inMat);
    CvTrackbar cvTrackbarLowThr = new CvTrackbar("LowThr", "Fuction1", 0, 1000, LowThrTrack, inMat);

    sinFun1Param1 = inFun1Param1;
    sinFun1Param2 = inFun1Param2;
}
/// <summary>
/// 功能: 图像直方图统计算法实现, 显示直方图统计图表
/// </summary>
/// <param name="inMat">输入图像</param>
/// <param name="inFun2Param1">参数1</param>
/// <param name="inFun2Param2">参数2</param>
public void Function2(Mat inMat, double inFun2Param1, double inFun2Param2)
{
    //选手在此处添加代码
    Mat lena = inMat; // Cv2.ImRead("lena.jpg");
    if (inMat.Channels() == 1)
    {
        Cv2.CvtColor(lena, lena, ColorConversionCodes.GRAY2BGR);
    }
    Mat[] mats = Cv2.Split(lena); //一张图片, 将lena拆分成3个图片装进mat
    Mat[] mats0 = new Mat[] { mats[0] }; //B
    Mat[] mats1 = new Mat[] { mats[1] }; //G
    Mat[] mats2 = new Mat[] { mats[2] }; //R
    Mat[] hist = new Mat[] { new Mat(), new Mat(), new Mat() }; //一个矩阵数组, 用来接收直方图, 记得全部初始化
    int[] channels = new int[] { 0 }; //一个通道, 初始化为通道0
    int[] histsize = new int[] { 256 }; //初始化为256箱子
    Range[] range = new Range[] { }; //一个通道, 范围
    range[0] = new Range(0, 256); //从0开始(含), 到256结束(不含)
    Mat mask = new Mat(); //不做掩码
    Cv2.CalcHist(mats0, channels, mask, hist[0], 1, histsize, range); //对被拆分的图片单独进行计算
    Cv2.CalcHist(mats1, channels, mask, hist[1], 1, histsize, range); //对被拆分的图片单独进行计算
}

```

图13 部分工程代码示例