

全国职业院校技能大赛 赛项规程

一、赛项名称

赛项编号：GZ-2021024

赛项名称：机器视觉系统应用

英文名称：Application of Machine Vision System

赛项组别：高职组

赛项归属产业：制造业/电子信息产业

二、竞赛目的

本赛项涉及机器视觉系统是工业自动化关键技术。作为“新基建”的核心领域之一，“智能+”的发展有目共睹，尤其是机器视觉系统在nizhe认真落实党中央、国务院决策部署，本赛项拟以信息技术与制造技术深度融合为主线，推动新一代人工智能技术的产业化与集成应用，加快构建高等职业院校新一代人工智能领域人才培养体系和创新体系，提升高职院校人工智能与自动化、电子信息融合的人才培养、社会服务、应用研究、创新创业的能力。

本赛项主要基于机器视觉的模式识别、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，与 1+X 证书衔接，培养从事机器视觉系统的安装、调试、编程、

维护等工作岗位急需的高素质技术技能人才。通过赛项项目，能进一步深化产学研融合，提高参赛选手对现有机器视觉技术产品的集成应用能力，推进“人工智能+”下高职院校专业人才培养目标、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

本赛项以机器视觉系统工作站作为竞赛平台，2名参赛选手首先根据视觉系统应用场景和分辨率要求，完成相机、镜头的选择并合理安装完成满足视野和工作距离要求；其次根据检测内容选择合理的光源系统并安装，并应用据需要对光源进行频闪或亮度颜色的调节控制；接着在完成硬件选择、安装、接线和参数设置之后，依次完成针对工作面的单视野相机标定和与运动平台关联的手眼标定工作（手眼标定之前需要完成PC端软件平台与PLC的通讯交互）；最后根据任务书及被检测试品的要求，完成读码、定位、测量、缺陷检测等综合应用的编程，以及与执行机构配合完成多区域检测、装配、分拣、轨迹跟踪、3D搬运等综合任务。

参赛选手在规定时间内（连续不断的8小时）内，以现场操作的方式，根据赛场提供的有关资料和赛项任务书，完成基本赛项任务及综合赛项任务，具体的竞赛内容和成绩占比如下：

（一）相机、镜头的选择、安装和接线（8%）

选手根据应用场景和分辨率要求来选择与比赛相匹配的相机，然后根据视野、工作距离和景深要求来选择镜头焦距和安装位置，部分应用可能有几种安装方式均可以实现，最终我们计算检测效果和效率

作为考核评分项之一。

相机的引脚定义在任务书和设备说明书附录均会列出，参赛选手要正确的接通电源，外触发和相机自带 I/O 不强制要求应用，如果应用了作为加分项。

（二）光源选择、接线和软件控制（8%）

选手首先能够根据应用要求，选择正确的光源类型并安装接线。

所有的竞赛项目均要求光源进行频闪控制（未检测时光源常闭），同时通过 RS232 通讯协议完成光源的颜色和亮度的设定。

（三）机械安装和电气接线（8%）

除了相机、镜头、光源的安装接线外，产品治具、样品、放置或剔除区（部分竞赛项有）、旋转轴（部分竞赛项有）、吸盘（部分竞赛项有）、夹爪（部分竞赛项有）等很多其他项目也需要选手自行完成安装固定。注意对于任务书内安装接线相对简单的项目会适当增加综合检测的难度。

（四）2D/3D 单视野相机标定（8%）

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，并保存标定结果在指定目录。

（五）PLC 通讯、I/O 及运动参数设定（8%）

PC 端的软件平台要控制运动平台必须要通过 PLC，因此在手眼标定之前，需要完成 PLC 的通讯设置，并通过 PLC 设置平台的 I/O 参数（包含电磁阀控制、触发信号、报警信号等）和运动参数（包含原点、运动模式、运动方向、速度、加速度等）。

（六）手眼标定（10%）

所有的竞赛项都需要运动平台的配合，因此必须要完成平台与相机坐标统一的手眼标定，手眼标定首先要设置好软件平台与 PLC 的通讯协议，完成运动参数的设定；再次通过标定板或载物台上的特征点等完成相机与运动平台的坐标统一。

（七）路径规划（5%）

所有的竞赛项目都需要运动平台的配合，因此为了连续检测参赛选手必须自行选择视野和检测路径，路径规划不当可能会漏掉检测区域，同时对检测的效率也有一定影响。

（八）综合检测应用（25%）

所有的竞赛综合项目基本涵盖了机器视觉的识别、定位、测量和检测，但是不同的应用侧重点不一样，部分项目要求是识别分类的可靠性，部分项目强调精密的标定和装配，部分项目要求精密测量，部分项目强调是对产品缺陷的检测，也有部分项目是针对 3D 定位或 3D 测量的应用。

（九）运行效率、结果输出（10%）

所有竞赛项目在做完整体的配置文件之后，会按配置文件从头运行来记录整个工程的耗时和效率，这将作为一个评分的内容；此外每个项目要求检测的结果将通过 I/O 指示灯和文本的形式保存在本机上的指定目录，这个也是评分的重要内容；最后对于有能力的学生，可以完成本机的检测结果输出到另外一台电脑。

（十）职业素养与安全意识（10%）

竞赛现场考察参赛队组织管理、团队协作、工作效率、质量与成本控制、收纳卫生及安全意识等职业素养。

四、竞赛方式

(一) 竞赛采用团体赛方式，不计选手个人成绩，统计参赛队的总成绩进行排序。

(二) 竞赛队伍组成：每支参赛队由 2 名比赛选手组成，性别不限，2 名选手须为同校在籍学生，其中队长 1 名。每队可配 2 名指导教师。本科院校中高职类全日制在籍学生可报名参赛。五年制高职学生报名参赛的，必须是四、五年级的在籍学生。

(三) 组织机构：在全国职业院校技能大赛组委会与执委会的指导下，在赛区组委会与执委会的领导下，成立 2021 年全国职业院校技能大赛机器视觉系统编程与应用赛项执委会，设赛项专家组、裁判组、监督仲裁组和组织保障工作组。

(四) 竞赛均各自采取多场次进行，由赛项执委会按照竞赛流程组织各领队参加公开抽签，确定各队参赛场次。参赛队按照抽签确定的参赛时段分批次进入比赛场地参赛。

(五) 赛场的赛位统一编制赛位号，参赛队比赛前 30 分钟到赛项指定地点接受检录，进场前 15 分钟抽签决定赛位号，抽签结束后，随即按照抽取的赛位号进场，然后在对应的赛位上完成竞赛规定的赛项任务。赛位号由参赛选手抽取，抽取赛位号的步骤：

1. 抽签由赛场加密裁判主持；
2. 参赛选手随机抽取赛位号，并在赛位记录单上签名确认；

3. 赛位号不对外公布，抽签结果由赛项办公室密封后统一保管，在评分结束后开封统计成绩。

五、竞赛流程

具体的竞赛日期，由全国职业院校技能大赛执委会及赛区执委会统一规定，本赛项竞赛 2 天，选手第一天上午报到，下午召开赛前说明会和场次抽签活动、并安排选手熟悉赛场；第二天进行正式比赛。第三天举行赛后闭幕式、颁发获奖证书。竞赛日程表如表 1 所示；各参赛队按照竞赛流程图完成竞赛，竞赛流程如下图 1 所示。

表 1 竞赛日程表

日期	时间	内容
赛前第一天	8:00-14:00	报到、酒店入住、赛事相关资料领取
	15:00-16:00	1. 赛前说明会（领队及指导老师必须参加） 2. 参赛队伍分组及比赛场次抽签
	16:00-17:00	参赛队伍前往比赛场地熟悉环境
	16:00-17:00	裁判会议
比赛当天	8:00-8:15	赛前准备（参赛队伍检录）
	8:15-8:30	参赛队伍检查比赛设备
	8:30-16:30	上午比赛时间；专家、裁判组评分
	16:30-18:00	参赛队伍 2 小时内向裁判长提交申诉和仲裁，监督仲裁组需在 1 小时内复议最终结果
闭幕式	9:30-10:30	闭幕式
	15:00-17:00	返程

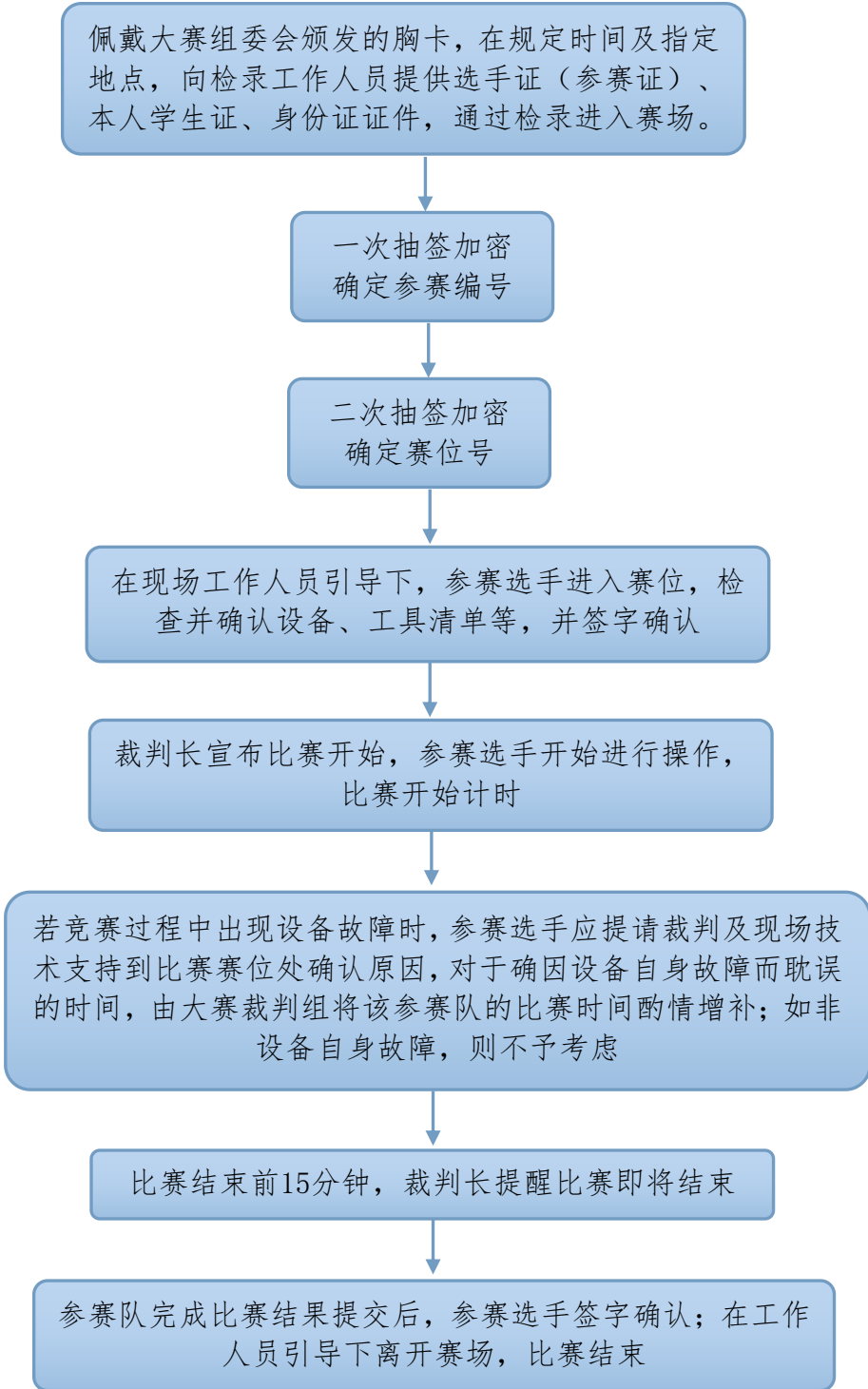


图 1 竞赛流程

六、竞赛赛卷

本赛项为项目综合式命题，采取赛题库公开形式，赛项于开赛1个月前，在大赛网络信息发布平台上（www.chinaskills-jsw.org）发布赛卷或赛题库。

样卷在题型、所覆盖的知识点和技能点、知识点和技能点的配分比例、自由创意型内容占比、卷面排版等方面应与赛卷保持一致，并与赛项规程同时公布。

本赛项建立赛卷库，赛卷数量原则上不少于10套，各套赛卷的重复率不得超过50%。

正式赛卷于比赛前三天内，把赛卷随机排序后，在监督仲裁组的监督下，由裁判长指定相关人员抽取正式赛卷与备用赛卷。

赛项比赛结束后一周内，正式赛卷（包括评分标准）通过大赛网络信息发布平台（www.chinaskills-jsw.org）公布。

赛项的样卷见附件二。

七、竞赛规则

（一）报名资格

本项赛事采用团体参赛的形式报名，其中参赛选手2名，指导教师2名。参赛名额按一省一队。参赛选手须为高等学校全日制在籍专科学生；本科院校中高职类全日制在籍学生可报名参加高职组比赛。高职组参赛选手年龄须不超过25周岁（截止时间以2021年5月1日为准）。凡在往届全国职业院校技能大赛中获一等奖的选手，不再参加同一项目同一组别的赛项。

（二）报名要求

参赛选手和指导教师报名获得确认后不得随意更换。如备赛过程

中参赛选手和指导教师因故无法参赛，须由省级教育行政部门于相应赛项开赛 10 个工作日之前出具书面说明，经大赛执委会办公室核实后予以更换。竞赛开始后，参赛队不得更换参赛队员，允许队员缺席比赛。

（三）赛前准备

1. 熟悉场地：比赛日前一天下午 16: 00-17: 00 放赛场，熟悉场地。

2. 领队会议：比赛日前一天下午 15: 00-16: 00 召开领队会议，由各参赛队伍的领队和指导教师参加，会议讲解竞赛注意事项并进行赛前答疑，并抽取参赛场次。

3. 抽签仪式：领队会议上确定分批抽签，比赛前 20 分钟内参赛队赛位抽签，通过抽签确定各参赛队的赛次工位。

4. 参赛队入场：参赛选手应提前 30 分钟到达赛场，接受工作人员对选手身份、资格和有关证件的核验，赛位由抽签确定，不得擅自变更、调整；选手在竞赛过程中不得擅自离开赛场，如有特殊情况，须经裁判人员同意。选手不得将手机、无线上网卡、移动存储设备、资料等与竞赛无关的物品带入赛场。

（四）比赛期间

1. 各参赛队伍进入工位，检查设备和材料清单，由裁判长宣布比赛开始，各参赛队伍开始竞赛。

2. 竞赛过程中，如有疑问，参赛选手应持“咨询”示意牌示意，项目裁判长应按照有关要求及时予以答疑。如遇设备或软件等故障，参赛选手应持“故障”示意牌示意。项目裁判长、技术人员等应及时予以解决。确因计算机软件或硬件故障，致使操作无法继续的，经项

目裁判长确认，予以启用备用设备。如遇身体不适，参赛选手应持“医务”示意牌示意，现场医务人员按应急预案救治。

（五）成绩评定及公布

1. 组织分工

（1）裁判组共 25 人，实行“裁判长负责制”，其中：设裁判长 1 名，全面负责赛项的裁判管理工作并处理比赛中出现有争议的一切问题；同时设加密、解密裁判 2 名，现场裁判 6 名，评分裁判 16 名。

（2）裁判员根据比赛需要分为检录裁判、加密裁判、现场裁判和评分裁判。

检录裁判负责对参赛队伍（选手）进行点名登记、身份核对等工作；加密裁判负责组织参赛队伍（选手）抽签，对参赛队信息、抽签代码等进行加密；现场裁判按规定做好赛场记录，维护赛场纪律，评定参赛队的现场得分；评分裁判负责对参赛队伍（选手）的比赛作品、比赛表现按赛项评分标准进行评定。

2. 成绩管理基本程序

按照《全国职业院校技能大赛成绩管理办法》的明确要求，参赛队伍的成绩评定与管理按照严密的程序进行，见图 2。

严禁参赛选手、赛项裁判、工作人员私自携带通讯、摄录设备进入比赛场地。如有需要，由赛场统一配置、统一管理。赛场可根据需要配置安检设备，对进入赛场重要部位的人员进行安检，在赛场相关区域安置无线信息屏蔽设备。评分裁判应在检录前与参赛选手隔离。

3. 检录加密

（1）检录。由检录工作人员依照检录表进行点名核对，并检查确定无误后向裁判长递交检录单。

（2）加密。所有比赛项目在比赛的当天进行两次加密，加密后

参赛选手中途不得擅自离开赛场。分别由两组加密裁判组织实施加密工作，管理加密结果。监督员全程监督加密过程。

第一组加密裁判，组织参赛选手进行第一次抽签，产生参赛编号，替换选手参赛证等个人身份信息，在《全国职业院校技能大赛一次加密记录表》中填写一次加密记录表后，连同选手参赛证等个人身份信息证件，当即装入一次加密结果密封袋中单独保管。

第二组加密裁判，组织参赛选手进行第二次抽签，确定赛位号，替换选手参赛编号，在《全国职业院校技能大赛二次加密记录表》中填写二次加密记录表后，连同选手参赛编号，当即装入二次加密结果密封袋中单独保管。

所有加密结果密封袋的封条均需相应的加密裁判和监督仲裁人员签字。密封袋在监督仲裁人员监督下由加密裁判放置于保密室的保险柜中保存。

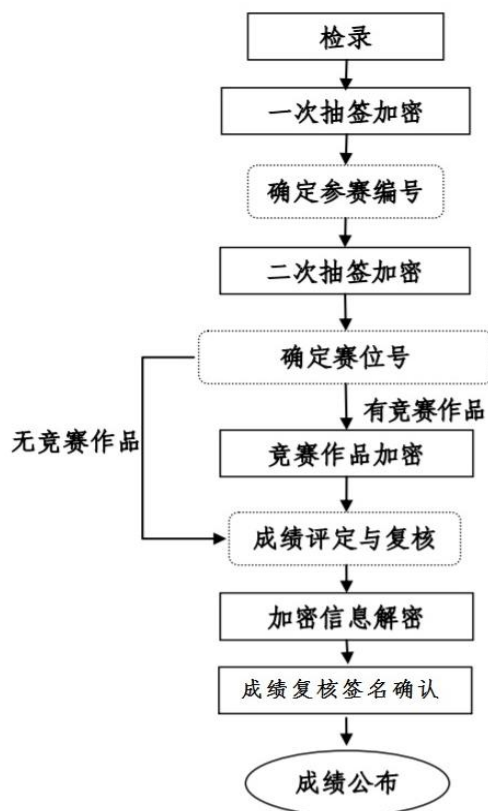


图2 成绩管理流程图

(3) 引导。参赛选手凭赛位号进入赛场，不得携带其他显示个人身份信息和违规的物品。现场裁判负责引导参赛队伍（选手）至赛位前等待竞赛指令。比赛开始前，在没有裁判允许的情况下，严禁随意触碰竞赛设施和阅读赛卷内容。比赛中途不得离开赛场。

4. 成绩评定

(1) 现场评分

过程评分是指根据参赛队伍(选手)在分步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按步给分并加权汇总的评分方法。流程如下：①参赛队伍（选手）按比赛要求进行操作，评分裁判对照评分表即时判分。评分裁判不得少于 2 人，对于专业性强、操作复杂、赛程较长的步骤，需适当增加裁判人数；②两名记分员在监督仲裁人员的现场监督下，对参赛队伍（选手）的评分结果进行分步汇总并计算平均分，以所有步骤成绩的加权汇总值作为该参赛队伍（选手）的最后得分；③裁判长当天提交赛位评分结果，经复核无误，由裁判长签字确认。

(2) 结果评分

对参赛选手提交的竞赛成果，依据赛项评价标准进行评价与评分。

5. 解密

裁判长正式提交赛位评分结果并复核无误后，加密裁判在监督人员监督下对加密结果进行逐层解密。赛项可根据需要采取正向解密或逆向解密。

以逆向解密为例：无竞赛作品的，先根据二次加密记录表，以赛位号从小到大为序，确定其对应的参赛编号，再根据一次加密记录表，

确定对应的参赛队伍（选手）。

表二

赛位号	参赛编号	参赛队伍（选手）
1		
2		
3		
4		
5		

6. 成绩公布

记分员将解密后的各参赛队伍（选手）成绩汇总成比赛成绩，经裁判长、监督仲裁长组签字后，公布比赛结果（赛项指南中明确公布方式）。公布 2 小时无异议后，将赛项总成绩的最终结果录入赛务管理系统，经裁判长、监督仲裁长在系统导出成绩单上审核签字后，在闭赛式上宣布并颁发证书。

八、竞赛环境

1. 竞赛场地平整、明亮、通风良好，场地面积要求在 800m² 以上，场地净高不低于 4m。同时，提供与竞赛现场空间相关联的裁判团队工作室、技术支持团队及配件备件准备室、参赛队指导教师休息区。

2. 赛场给每个赛位提供 380V 三相五线、220V 单相三线两种电压的交流电源（总功率不小于 2.0 KW），供电系统有必要的安全保护措施，提供独立的电源保护装置和安全保护措施；给计算机提供 UPS 电源（UPS 电源功率不小于 0.5 KW/10Ah）。

3. 竞赛赛位：每个赛位占地 20m²，且标明赛位号，布置实训台、工作准备台各 1 张、凳子 2 张，电脑 2 台。竞赛场地加装赛位隔离带，便于有序组织人员观摩。

4. 每个竞赛赛位提供性能完好的计算机 2 台，并安装编程软件和相关技术手册。

5. 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，进场选手和相关的赛事工作人员必须进行体温测量，并全程佩戴口罩。

九、技术规范

赛项参考制造大类自动化技术类、电子信息大类电子信息类相关专业的教学标准和专业课程标准，对接教学实施内容。

（一）相关知识与技能

参赛选手应具有与机器视觉相关的知识，包括机器视觉系统的一般组成，能够根据任务合理选择相机、镜头、光源，掌握机器视觉处理软件的编程与应用，同时具有机械电气自动化领域相关的基础知识与技能。主要包括：

1. 机械结构与电气调试
2. 软件工程技术
3. 1+X证书：工业视觉系统运维
4. 1+X证书：机器视觉系统应用

（二）技术标准

GB/T 29298-2012 数字（码）照相机通用规范

GB/T 20224-2006 数码相机曝光指数、ISO感光度值、标准输出灵敏度和推荐曝光指数的确定

GB4943.1-2011 信息技术设备安全第1部分：通用要求

GB 11291.2-2013 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求

第2部分：机器人系统与集成

GB/T 4205-2010人机界面、标志标识的基本和安全规则、操作规则

JB/T8248.5照相镜头焦距的测量方法

JB/T8248.6照相镜头照相分辨率测定方法

十、技术平台

（一）硬件要求：

1. 平台架构要求

1.1 硬件核心由四轴运动平台（XYZ θ ）+可方便拆卸的机器视觉组件两大部分组成。

1.2 设备要求结构紧凑，高集成度，占地面积小，平台行行程：XY轴不小于200mm，Z轴不小于50mm，Z轴可以连续回转，并带原点。

1.3 平台的运动精度高，XY轴的电机须采用闭环电机，Z轴的电机需要带刹车，XYZ重复精度优于 $\pm 0.05\text{mm}$ ， θ 轴优于 $\pm 0.1^\circ$ 。

1.4 平台能够快速装配多种类型的相机，包含面阵相机、线阵相机、双目3D相机、线激光3D相机等；也能够快速装配平台配套的多种类型的光源，包含多角度的环形光源、同轴光源和背光源等。

1.5 平台可以提供PLC和运动控制卡两种硬件进行运动控制，使用者可以方便切换控制方式，支持任意曲线插补，并支持无线通讯模块扩展。

1.6 相机可以固定在Z轴上，也可以固定在运动轴之外，相机具有侧视、斜视和上视等多种安装方式；

1.7 Z轴安装需要具有高度的灵活性，能够安装可拆卸的旋转轴（旋转轴末端可以配套吸盘或气抓），能够安装可拆卸相机和光源，也能够安装其他可拆卸的执行装置。

1.8 所有实验需要的调节及输入输出接口均布置在平台上层方便操作的面板上，包含指示灯、按钮、摇杆、光源控制、旋转轴电机信号、相机供电、USB3.0 及 GigE 相机输出、位置比较输出、通用 I/O 等；

1.9 下方收纳柜需要按物品形状一一对应设计，放置区需要粘贴对应的物品的编号或名称，并确保与机台对应。

1.10 电控柜功能分区，包含透明窗口的电气柜、工控机柜、键鼠抽屉、储物抽屉，其中储物抽屉采用多层设计，对待用的器材、安装件、样品、工具分仓放置，每个器件的收纳位置采用海绵成型，并有名称标签对应；

2. 光源系统要求

2.1 学生通过实验能够理解光源的类型、颜色、角度安装位置对视觉应用打光的影响，能够根据应用需要选用合适的光源；

2.2 光源包含背光、环形（两种以上的角度，或者能够组合成一个 AOI 光源）、同轴、和圆顶无影光源等多种常见形式；

2.3 除环形光源和背光以外，均采用 RGB 形式，可以切换不同颜色；

2.4 光源的亮度可以手动调节，也可以软件编程控制。

3. 相机要求

3.1 学生通过实验能够理解常见相机的芯片的种类，可以根据项目要求，选择合适的彩色/黑白、分辨率、帧率、曝光时间等参数）

3.2 平台包含 2 台 2D 相机和 1 台 3D 相机，相机接口包含 USB3.0 和 GigE 两种类型；

3.3 2D 相机的分辨率不低于 500 万像素；

3.4 3D 相机结构小巧，适合近距离成像；

3.5 相机可以进行软件或硬件触发模式；

3.6 相机芯片包含滚动（rolling）和全局（global）模式，能够通过实验来对比两者的区别。

4. 镜头要求

4.1 学生通过实验能够理解常见镜头基本参数，包含镜头类型、分辨率、焦距、光圈、支持最大成像圈、最小工作距离等参数，区别远心镜头与 FA 镜头的区别，同时了解滤镜、反射镜等在视觉应用中的作用；

4.2 配置 3 个不同焦距的定焦镜头，其中 1 个镜头支持的成像圆要小于相机芯片尺寸；

4.3 配置 1 个远心镜头，倍率在 0.3X 左右；

4.4 配套一组与镜头匹配的滤色镜、偏振镜和转向棱镜。

5. 工控机要求

5.1 性能不低于 i5 四核 CPU、8G 内存和 500G 硬盘；

5.2 自带不少于 4 个千兆网口，支持 POE；

5.3 自带不少于 4 个 USB3.0 口；

5.4 自带 PCI 或 PCIe 的扩展槽，能够安装运动控制卡。

（二）软件要求：

1. 设备配套的软件提供图形化编程和代码编程两种编程模式，图形化编程要求通俗易懂，采用拖拽式流程框图定义流程；代码编程支持基于 VB.net\C#或 python 多种语言；

2. 支持多项目同步运行，支持多用户模式，软件可以在独立的笔记本运行，网络端用户可以获取对应 IP 地址机台上的图片。

3. 机器视觉编程软件包含常用图像处理、运动控制和外部通讯工具，包括 3D 标定、3D 定位、3D 测量、AOI 检测、红外相机检测、深

度学习、传送带跟踪计数等多种高级算子，提供 API，支持二次开发；

4. 2D 相机的处理软件工具包含有无/正反检测、颜色/位置判断、定位、尺寸测量、ID 识别、字符识别、缺陷检测等工具；

5. 3D 相机的处理软件工具支持多种不同类型 3D 相机(包含 TOF、线激光、双目结构光、扫描振镜等)，软件工具包含 3D 标定、3D 定位、3D 测量等，可实现三维测量和三维点云计算并配套相应的教学程序；

6. 软件除了支持常见品牌的 2D 相机和 3D 相机之外，也具有外部接口，支持常见品牌的 PLC、运动控制卡和工业机器人，也支持常见的激光振镜控制。

7. 软件支持单相机及多相机对位，支持 XY θ 、XYY、UVW、SCARA 等多种平台类型。

8. 软件功能有：支持资源、算法自主扩展、通用 TCP/IP, 串口通讯、自定义寄存器、用户权限管理、系统指令、快捷键方式、逻辑流程图、多模块同步异步运行处理、模块信号源触发、图像自定义多窗口绑定显示、数据任意拖拽绑定显示、自定义变量、变量赋值、变量批量编辑、变量自由转换、参数灵活引用、数据自定义公式计算器、脚本功能等。

9. 软件主要算法工具有：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、图像源工具、相机工具、保存图片工具、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、ROI 边缘生成工具、圆拟合工具、圆弧卡尺工具、圆卡尺工具、经夹角工具、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、畸变标定工具、N 点标定工具、XY 标定工具、

图像转换工具、图形计算工具、通道分离工具、颜色提取工具、颜色分离工具、图像剪切工具、图像融合工具、图像运算工具、图像处理工具、阈值化工具、形态学工具、ROI 转图像工具、2 维码工具、字符识别工具、条码检测工具、缺陷检测工具、轮廓提取工具、自动标定工具、位移计算工具、坐标计算工具、对位平台工具、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。

十一、成绩评定

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。

（一）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，具体评分细则见表 3 所示；详细的评分以最终的赛题评分标准为准。

表 3 评分表

竞赛内容	评分内容	配分	知识、技能点	评分方式
相机、镜头的选择、安装和接线（8%）	相机选型	1 分	相机的关键参数：颜色、分辨率、帧率、曝光方式和输出	结果评分
	视野确定	1 分	分辨率公式的应用	结果评分
	镜头选型	2 分	焦距公式的应用	结果评分
	相机安装方式	2 分	相机在运动平台与执行机构同轴/旁轴/斜轴/轴外安装的区别	结果评分
	相机接线	2 分	相机的供电、触发和软件接入	结果评分

光源选择、接线和软件控制 (8%)	光源选型	1分	根据应用要求完成光源类型选择并在正确位置安装	结果评分
	光源及控制器接线	2分	重点是频闪控制的接线和设置	结果评分
	通讯协议设置	2分	完成光源软件通讯	结果评分
	频闪控制及亮度控制	3分	频闪的用途和软件设置,同时编程实现亮度的设定和保存	结果评分
机械安装和电气接线 (8%)	治具的固定	1分	用于固定样品或同时固定光源	结果评分
	样品放置	1分	要求一定的随机性	过程评分
	放置或剔除区的固定	1分	需要放置位置合理	结果评分
	选转轴的固定和接线	2分	用于需要调整 θ 轴的应用	结果评分
	气动元件的连接和接线	2分	用于抓取物料	结果评分
	报警灯接线	1分	单步检测过程的结果输出	结果评分
2D/3D 单视野相机标定 (8%)	标定板与视野的匹配度	1分	标定板与是否视野匹配	结果评分
	标定板图案与检测面贴合度	1分	标定面要求与真实的检测面位置度尽可能重合	结果评分
	标定的区域完整性	1分	是否完成了整视野的标定	结果评分
	标定的图像效果	2分	相机、镜头、光源设置是否获得良好的图像质量	结果评分
	标定参数设置	2分	标定板的参数录入是否正确	结果评分
	标定的结果保存	1分	标定结果是否保存并是否在指定目录	结果评分
PLC 通讯、I/O 及运动参数设定 (8%)	PLC 的通讯设置	2分	了解 PLC 程序的通讯协议,完成上下位机的通讯	结果评分
	I/O 参数	3分	包含电磁阀控制、触发信号、报警信号等正确设定	结果评分
	运动参数设定	3分	包含原点、运动模式、运动方向、速度、加速度等正确设定	结果评分
手眼标定 (10%)	标定工具的选用	2分	根据应用要求选择的手眼标定工具和方法	结果评分
	标定特征的选用	2分	特征点的选用是否合理	结果评分
	标定过程	3分	是否理解了手眼标定的目的,同时标定过程是否熟练	过程评分

	标定效果	3分	标定的结果是否精准	结果评分	
路径规划 (5%)	设定参数的效率	2分	设定的运动路径优化	结果评分	
	区域完整	3分	确定是否可能漏掉检测区域或重叠区域过多	结果评分	
综合检测应用 (25%)	流程图	2分	工具选用是否合理	过程评分	
		2分	流程是否正确和完整	结果评分	
		1分	绘制是否标准	结果评分	
	识别	1分	感兴趣区域设置是否正确	结果评分	
		1分	工具参数是否合理	结果评分	
		3分	识别结果是否符合标准	结果评分	
	定位	1分	感兴趣区域设置是否正确	结果评分	
		1分	工具参数是否合理	结果评分	
		3分	定位结果是否符合标准	结果评分	
	测量	1分	感兴趣区域设置是否正确	结果评分	
		1分	工具参数是否合理	结果评分	
		3分	测量结果是否符合标准	结果评分	
	功能完成情况	5分	与抽选的竞赛内容有关, 比如缺陷、颜色识别、3D匹配、运动协调	结果评分	
	运行效率、结果输出 (10%)	整个程序的运行时间	6分	按配置文件从头运行来记录整个工程的耗时及效率	结果评分
		I/O指示灯输出	1分	检测过程的OK/NG报警	结果评分
文本本地输出		1分	最终检测结果通过文本保存在本机上的指定目录	结果评分	
与非本地电脑通讯		2分	将检测结果输出到另外一台电脑	结果评分	
职业素养与安全意识 (10%)	安全	4分	现场操作安全保护符合安全操作规程、穿戴符合职业岗位要求;	过程评分	
	规范	2分	工具比赛过程中和赛后未摆放整齐。	过程评分	
	纪律	2分	团队有分工有合作, 遵守竞赛纪律, 尊重裁判员、工作人员等。	过程评分	

	绿色生产	2分	爱惜赛场的设备和器材，保持赛位的整洁。	过程评分
--	------	----	---------------------	------

具体的评分细则由专家组成员依据竞赛任务书制定，满分为100分，各竞赛内容的配分、标准及评分方式如下：

（二）评分方式

1. 裁判组成

裁判组由25人组成，裁判长1名，加密、解密裁判2名，现场裁判6名，评分裁判16名。

2. 成绩评分与产生方法

（1）竞赛项目满分为100分。具体的评分细则由专家组成员依据竞赛任务书制定，其中相机、镜头的选择、安装和接线（8%）、光源选择、接线和软件控制、机械安装和电气接线（8%）、2D/3D单视野相机标定（8%）、PLC通讯、I/O及运动参数设定（8%）、手眼标定（10%）、路径规划（5%）、综合检测应用（25%）、运行效率、结果输出（10%）、职业素养与安全意识、（10%）。

（2）选手与裁判共同对功能实现部分和故障检修部分的评价项目进行评分。

（3）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。

（4）在竞赛时段，参赛选手有不服从裁判及监考、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，取消参赛队奖项评比资格。

（5）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，情况严重者报竞赛执委会批准，由裁判长宣布终止该选手的比赛，竞赛成绩以 0 分计算。

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

⑤在完成竞赛任务后，出现电路短路故障扣 15 分。

⑥损坏赛场提供的设备，污染赛场环境等不符合职业规范的行为，视情节扣 5-10 分。

3. 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；两名记分员在监督人员的现场监督下，对参赛队伍的评分结果进行汇总并计算平均分；

(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。两名记分员在监督人员的现场监督下负责计分，对于客观评分取两名评分裁判的平均分作为该参赛队伍的得分；对于主观评分，去掉一个最高分和一个最低分，其余得分的算术平均值作为参赛队伍的得分；

(三) 成绩复核

为保障成绩评判的准确性，监督组将对赛项总成绩排名前 30%的所有参赛队伍（选手）的成绩进行复核；对其余成绩进行抽检复核，

抽检覆盖率不得低于 15%。如发现成绩错误以书面方式及时告知裁判长，由裁判长更正成绩并签字确认。复核、抽检错误率超过 5%的，裁判组将对所有成绩进行复核。

（四）最终成绩

计分员将解密后的各参赛队伍（选手）成绩汇总成最终成绩单，经裁判长、监督组签字后进行公示，公示时间为 2 小时。成绩公示无异议后，由仲裁员在成绩单上签字，并在闭赛式上公布成绩。

裁判人员具体需求

序号	专业技术方向	知识能力要求	执裁、教学、工作经历	专业技术职称（职业资格等级）	人数
1	电子信息技术、自动化技术	掌握视觉图形处理、运动控制、自动化相关知识和技能	有省级以上执裁经历，5 年以上工作经验	副高以上	25
裁判总人数	25 人				

十二、奖项设定

赛项设团体一、二、三等奖。以赛项实际参赛队总数为基数，一、二、三等奖获奖比例分别为 10%、20%、30%（小数点后四舍五入）。获得一等奖的参赛队的指导教师授予“优秀指导教师奖”。

十三、赛场预案

按照《全国职业院校技能大赛制度汇编》中相关制度执行。

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 3 套完整的备用设备，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. 赛场双路供电和备用电源，设有应急医疗点，120 急救车和供电车场馆外等候。

5. 比赛期间发生大规模意外事故和安全问题，发现者应第一时间报告赛项执委会，赛项执委会应采取中止比赛、快速疏散人群等措施避免事态扩大，并第一时间报告赛区执委会。赛项出现重大安全问题可以停赛，是否停赛由赛区执委会决定。事后，赛区执委会应向大赛执委会报告详细情况。

十四、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。赛项执委会采取切实有效措施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. 执委会须在赛前组织专人对比赛现场、住宿场所和交通保障进行考察，并对安全工作提出明确要求。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执委会要求排除

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执委会印发的有效证件进入场地，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的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. 执委会须会同承办单位制定开放赛场和体验区的人员疏导方案。赛场环境中存在人员密集、车流人流交错的区域，除了设置齐全的指示标志外，须增加引导人员，并开辟备用通道。

7. 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。

8. 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）生活条件

1. 比赛期间，原则上由执委会统一安排参赛选手和指导教师食

宿。承办单位须尊重少数民族的信仰及文化，根据国家相关的民族政策，安排好少数民族选手和教师的饮食起居。

2. 比赛期间安排的住宿地应具有宾馆/住宿经营许可资质。以学校宿舍作为住宿地的，大赛期间的住宿、卫生、饮食安全、防疫要求等由执委会和提供宿舍的学校共同负责。

3. 大赛期间有组织的参观和观摩活动的交通安全由执委会负责。执委会和承办单位须保证比赛期间选手、指导教师和裁判员、工作人员的交通安全。

4. 各赛项的安全管理，除了可以采取必要的安全隔离措施外，应严格遵守国家相关法律法规，保护个人隐私和人身自由。

（三）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。

（四）应急处理

比赛期间发生意外事故，发现者应第一时间报告执委会，同时采取措施避免事态扩大。执委会应立即启动预案予以解决并报告组委会。赛项出现重大安全问题可以停赛，是否停赛由执委会决定。事后，执委会应向组委会报告详细情况。

（五）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. 赛事工作人员违规的，按照相应的制度追究责任。情节恶劣并造成重大安全事故的，由司法机关追究相应法律责任。

十五、竞赛须知

（一）参赛队须知

1. 参赛队名称统一使用规定的地区代表队名称，不使用学校或其他组织、团体名称。
2. 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，所在省教育主管部门需出具书面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。
3. 参赛队按照大赛赛程安排，凭赛项组委会颁发的参赛证和有效身份证件参加比赛及相关活动。
4. 参赛队员统一着装，须符合安全生产及竞赛要求。
5. 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。
6. 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。

7. 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。

8. 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。

9. 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 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. 竞赛的任务 1、任务 2、任务 3 等三个任务，在各自完成后，可以申请裁判评分，若裁判在其他组评分而未及时进行评分，选手可以进行后续竞赛任务的执行，待流动裁判时间空余时，进行相关任务的评判。

6. 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。

7. 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。

8. 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，一律计算在操作时间内，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. 选手提问，经允许后，可以提问不清楚的问题，裁判人员须正面回答。

5. 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。

6. 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。

7. 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。

8. 所有工作人员必须统一佩戴由大赛组委会签发的相应证件，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。

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

10. 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。

十六、申诉与仲裁

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，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。大赛采取两级仲裁机制。各赛区设赛区仲裁委员会，各赛项设赛项监督仲裁工作组。赛区仲裁委员会在大赛执委会领导下开展工作，并对赛区执委会负责。赛项监督仲裁工作组在赛项执委会领导下开展工作，并对赛项执委会负责。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。申诉方对复议结果仍有异议，可由省（市）领队向赛区仲裁委员会提出申诉。赛区仲裁委员会的仲裁结果为最终结果。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。申诉方不得以任何理由采取过激行为扰乱赛场秩序。

十七、竞赛观摩

竞赛现场设置相关技术展示角，展示高等职业教育教学改革成果；

（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、指导教师等。

（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，以免影响考生比赛；
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。

十八、竞赛直播

1. 直播方式：赛场内部署无盲点录像设备，实时录制并播送赛场情况；赛场外设大屏幕或投影，同步显示赛场内竞赛状况；适当使用网上直播系统。

2. 直播安排：开、闭幕式安排专人完成采访及拍摄工作，竞赛过程中安排专人保障竞赛过程直播正常运行。

3. 直播内容：多机位拍摄开闭幕式，制作优秀选手采访、优秀指导教师采访、裁判专家点评和企业人士采访视频资料，突出赛项的技能重点与优势特色。为宣传、仲裁、资源转化提供全面的信息资料。

十九、资源转化

参照《全国职业院校技能大赛赛项资源转化工作办法》的有关要求，制定赛项赛后教学资源转化方案。在大赛执委会的领导与监督下，赛后 30 日内向大赛执委会办公室提交资源转化方案，在计划时间内完成资源转化工作。

（一）资源转化的主要内容

1. 竞赛样题、试题库；
2. 竞赛技能考核评分规则；
3. 考核环境描述；

4. 竞赛过程视频记录;
5. 裁判、专家点评;
6. 优秀选手、指导教师访谈;
7. 企业人士采访;
8. 竞赛设备相关技术资料;
9. 竞赛教学用手册、课件等资源。

(二) 资源转化基本方案与呈现形式

资源转化成果按照行业标准、契合课程标准、突出技能特色、展现竞赛优势,形成满足职业教育教学需求、体现先进教学模式、反映职业教育先进水平的共享性职业教育教学资源。资源转化成果包含基本资源和拓展资源,充分体现本赛项技能考核特点。

1. 基本资源

基本资源按照风采展示、技能概要、教学单元、教学整体资源四大模块设置:

1) 风采展示。向大赛执委会提供专家点评视频、优秀选手/指导教师访谈视频。向大赛执委会提供竞赛过程的全套音视频素材。赛后即时制作画面精美、伴音动听、播放流畅、时长 15 分钟左右的赛项宣传片,以及时长 10 分钟左右的获奖代表队(选手)的风采展示片。供有影响力的媒体进行播放。

2) 技能概要。包括技能介绍、训练大纲、技能要点、评价指标等。

3) 教学单元。按任务模块或技能模块组织设置,包括演示文稿、操作流程演示视频等。

2. 拓展资源

在原有竞赛资源转化的基础上,再增加并形成以下成果拓展资

源，拓展资源以反映技能特色为主，应用于各教学与训练环节，支持技能教学和学习过程，较为成熟的多样性辅助资源，具体再增加并形成以下成果内容：

1) 建立竞赛样题及试题题库、配分表、评分表，为各学校开展项目实训提供参考。

2) 针对大赛所涉及到的技术技能点，及竞赛过程，邀请企业专家进行针对性的点评和辅导，指导学生技能培养及相关专业课程的建设。

（三）资源的转化的方法

将该竞赛项目竞赛内容、竞赛过程及竞赛指导教学等资料，通过文本、课件、视频等形式，转化成相关资源，在大赛办指定网站上进行发布，在全国职业院校中进行共享。

（四）预期成果

预期成果见附件一。

（五）资源的技术标准

资源转化成果以文本文档、演示文稿、视频文件、图形/图像素材和网页型资源等形式呈现，技术标准按照《全国职业院校技能大赛赛项资源转化工作办法》规定执行。

（六）资源转化的预计完成时间

本赛项资源转化工作由本赛项执委会与赛项承办校负责，于赛后30日内向大赛执委会办公室提交资源转化方案，半年内完成资源转化工作。

（七）资源的提交方式与版权

各赛项执委会组织的公开技能比赛，其赛项资源转化成果的版权由技能大赛执委会和赛项执委会共享。

二十、其他

附件一

大赛资源成果转化方案

赛项名称：机器视觉系统应用

服务专业：机械制造与自动化、工业机器人技术、机电一体化技术、电气自动化技术、工业过程自动化技术、工业网络技术、自动化生产设备应用、机电设备安装技术

承办单位：

资源名称		表现形式	资源数量	资源要求	完成时间	
基本资源	风采展示	赛项宣传片	视频	1	15 分钟以上	2021 年 11 月 30 日前
		风采展示片	视频	1	10 分钟以上	2021 年 11 月 30 日前
	技能概要	技能介绍 技能要点 评价指标	文本、ppt、视频	2	视频 10 分钟以上， 文本、ppt 格式规范	2021 年 11 月 30 日前
	教学资源	竞赛设备技术手册	文本	1	格式规范	2021 年 11 月 30 日前
		竞赛教学文档、ppt	文本、ppt	1 套	格式规范，能覆盖设备所涉及到的技术技能点	2021 年 11 月 30 日前
		学生竞赛成果展示	视频	1	能完整展示编程、调试完成后，设备运行的完整过程	2021 年 11 月 30 日前
拓展资源	赛题库		文本	1 套	样题、赛题、测试要求等	2021 年 11 月 30 日前
	优秀选手访谈		视频	1	获奖选手采访	2021 年 11 月 30 日前
	优秀指导教师访谈		视频	1	获奖队伍指导教师采访	2021 年 11 月 30 日前
	企业人士访谈		视频	1	企业专业人士采访	2021 年 11 月 30 日前

注：1. 衍生成果：是指基于本赛项而申报的专利、软件制作权等。

2. 表现形式包含文本文档、演示文稿、视频文件、Flash 文件、图形/图像素材和网页型资源。

3. 风采展示、技能概要为必须完成项。其他可以根据各赛项不同自行确定转化项目。

附件二

2021 年全国职业院校技能大赛

机器视觉系统应用

——机械件平面尺寸综合测量

(总时间：480 分钟)

工 作 任 务 书

场次号： _____ 工位号： _____

注意事项

一、本任务书共 19 页，另附机器视觉组件清单、样品清单和工具清单、接线定义和下位机协议。如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，进行任务书的更换。

二、在比赛前务必对各机器视觉组件和图形化编程软件平台熟悉，比赛的熟练程度都将计入评分标准。

三、在完成工作任务的全过程中，严格遵守光学或电气组件的相关操作要求，接线前一定要看清引脚定义和电压要求。

四、不得擅自更改设备已有器件位置和线路，若现场设备安装调试有疑问，须经设计人员（赛场裁判）同意后方可修改。

五、竞赛过程中，参赛选手认定竞赛设备的器件有故障，可提出更换，器件经现场裁判测定完好属参赛选手误判时，每次扣参赛队 1 分；若因人为操作损坏器件，酌情扣 5-10 分；后果严重者（如导致相机、光源、PLC 等烧坏），本次竞赛成绩计 0 分。

六、所编的机器视觉程序必须保存到本机的“D:\场次号-工位号”文件夹下，场次号和工位号以现场抽签为准。

七、参赛选手在完成工作任务的过程中，不得在任何地方标注学校名称、选手姓名等信息。

八、比赛结束后，参赛选手需要将任务书以及现场发放的图纸、资料、草稿纸等材料一并上交，不得带离赛场，同时元器件要按最开始的摆放要求还原。

请按要求在 8 个小时内完成以下工作任务：

一、根据本任务提供的相机分辨率（默认为检测精度）要求，从设备提供的一组机器视觉相机、镜头和光源中选择合适的型号，完成选型并在合理的位置完成安装和接线。

二、根据样品的尺寸和检测区域要求完成视野调焦和镜头对焦的选择（对焦方式可以选择调节镜头的对焦环，也可以控制 Z 轴完成整体工作距离的调节

三、在开始配置测量流程前创建配置文件名称：\场次号-工位号

四、选择合适的标定工具，完成相机标定，并保存标定结果。（注意：前期如果规划视野没有考虑标定板的尺寸，可能前期的视野设置不合理需要重新调整视野大小）

五、完成 PLC 控制运动平台运动，试校四个相机拍照位置，并保存位置信息到配置文件。

六、选择合适的视觉工具配置测量流程，并完成测量参数的设置。

七、本次配置程序必须包含模板定位及建立坐标仿射跟随功能。

八、测量内容：提供 4 个同类型的产品，每个产品有二维码或字符编号，数据与编号对应，测量指定的数据：包含直径、角度、间距、点到线、圆到圆、平均齿宽等。

九、求每个数据的最大值、最小值、平均值和方差，并根据设定的标准值和上下限（该值在任务书里给出），找出产品里有问题的尺寸。

十、完成数据分析生成测试数据报表，并通过网络通讯工具发送

给客户端，客户端收到测试数据后重新生成测试数据报表。

注 1：本次工作任务请在机器视觉应用设备上完成，比赛前要熟练设备使用说明书和软件用户手册。操作过程中，须遵守安全操作规程和职业素养要求的相关规定。

注 2：考试过程中不允许带入 U 盘或其他可储存设备。

注 3：程序复杂的情况下每完成部分编程需要记得先保存配置。

竞赛工作任务说明书

一、平台硬件、软件组成说明

竞赛任务平台的硬软件说明详见平台技术说明书及视觉软件使用说明。这里的硬件只包含了为完成本工作任务所需要的硬件，所有硬件都包含在工作台设备内。为完成本次工作任务，所有涉及到硬件都在本工作台设备内选择。

（一）工控机

设备提供一台工控机，比赛所需的软件和驱动均已经提前预装，用于通讯接收的电脑由赛会提供。

（二）视觉硬件

1、相机

相机规格有：**130 万**和**500 万像素**的彩色、黑白相机共**3 个**，具体参数见附录一。

依据被测件的实际大小、测量精度要求选择合适分辨率的相机。

相机有连续拍摄、软件触发和硬件触发模式，依据测试流程要求需要设置相机为触发模式。

2、镜头

镜头型号规格有：焦距**12cm**，**25cm,35cm**的定焦镜头和**0.3X**

的远心镜头，具体参数见附录一。

依据被测件实际尺寸、相机安装的位置配合，在满足工作距离，视野，分辨率等要求下选择适合的镜头。

3、光源

光源型号规格有：背光，环形光（三个环形可以组合成 AOI 光源），同轴光等光源，具体参数见附录一。

依据拼接、测量和二维码读取要求分别选择最合适的光源，选择标准是可满足拼接、测量精度要求，也可满足二维码识别读取的要求。

依据拼接、检测的需要，在安装方式和安装空间位置允许的情况下可以多个光源同时组使用。

4、标定板

依据相机工作距离和视野选择合适尺寸的标定板，具体参数见附录一；

依据检测需求选择标定方式，选择标定板；

为满足检测要激，可能需要选择多种标定方式和标定板组合使用，完成系统的标定要求。

（三）线缆

相机线缆：分别有数据线、电源线和信号控制线是同一根线；

光源线缆、触发线；（RS232 通讯线默认已经与 PC 连接）；

网络通讯线缆；

注意：各类型线缆在设备上都有专用的接口，需要提前分配好对应的物理接口。

(四) 运动控制硬件

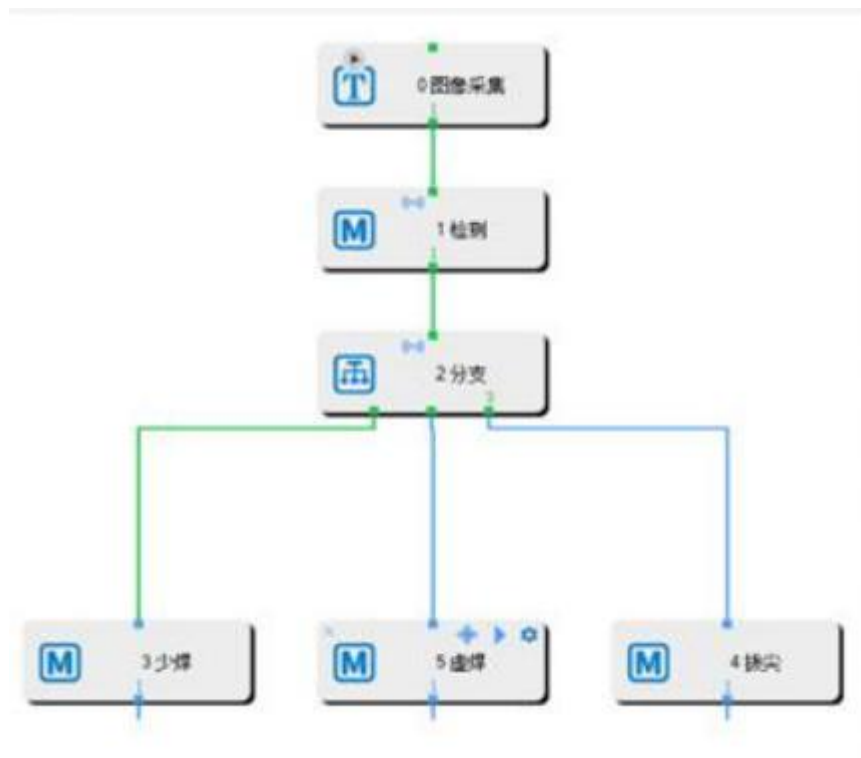
PLC: 控制运动平台运动，并可指定 I/O 输出点位，完成相机触发拍照光源频闪；

运动平台，X 轴、Y 轴、Z 轴、 θ 轴。

二、软件功能及编程说明

在视觉编程软件中，请参赛选手采用图形化编程软件，需要学员根据检测要求完成软件流程的设计。

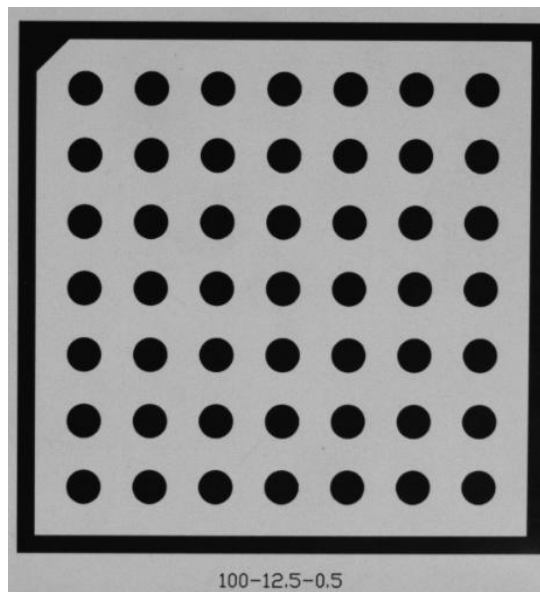
图形化编程首先需要根据需求完成成工具的选择，基本的流程如下图所示，注意为了主程序的流程相对简洁，下图的 3、4、5 工具均是采用工具组模式，里面包含了多个工具。如果打包工具组参考软件使用手册。



主要的工具列表：

	支持多用户模式、工具组
	有无/正反检测、颜色/位置判断、定位、2D 尺寸测量、ID 识别、字符识别
	模式匹配、特征匹配、圆查找、Blob、卡尺工具、边缘查找、边缘交点等
	点线测量、线圆测量、线线测量、圆拟合、直线拟合、像素统计、直方图工具、组合工具等
	点阵标定、N 点标定、棋盘标定等
	支持单相机及多相机对位，支持 XYθ、XYY、UVW、SCARA 等多种平台类型
	转灰度图、图形计算、通道分离、颜色提取、颜色分离、图像融合、图像预处理、形态学、阈值化等
	条件检测、格式化、字符比较、点集、耗时统计等
	OCR、条码识别、二维码识别等
	支持 Modbus、TCP/IP、RS232/485、4G/5G 模块等

三、标定说明及运动位置校准



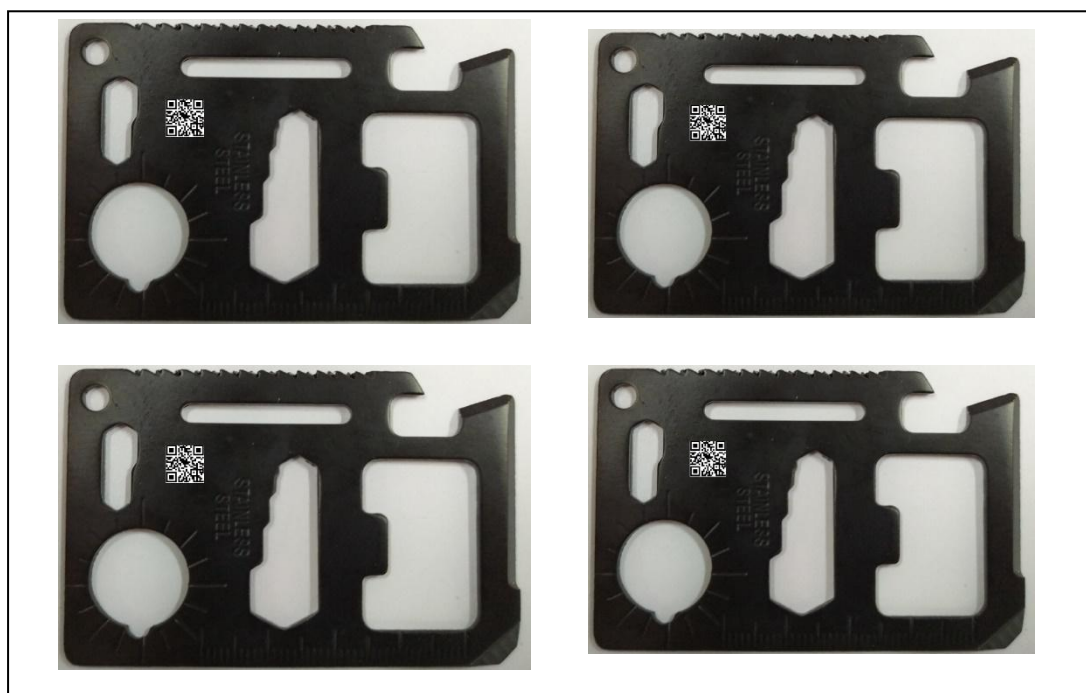
标定板

选择合适的标定工具，使用 N 点标定方式，对相机进行标定，把图像坐标转成设备坐标系统，并得出像素当量；

选择合适的手眼标定工具，统一设备坐标系统与相机坐标系统。

四、竞赛任务-----机械零件平面尺寸综合测量

本次竞赛完成机械零件平面尺寸综合测量，机械零件 4 个，料盘数量 1 套，机械零件规格：大小：7cm x 5cm；平台料盘总尺寸长:18cm，宽：15cm，视野要求 8cm*6cm，4 个机械零件分 4 次测量，具体如下图：



(一) 测量任务

机械零件初始位置由参赛选手随意放置在检测区；检测区机械零件的放置规则：互相不能重叠，不超出检测区域范围。检测任务为：

1. 有圆，矩形，斜角，锯齿等多组测量位置。

圆直径：大图直径，小圆直径；

圆心距离：如标记 a, 标记 b;

点线距离：如标记 l, 标记 h;

线边距离：如标记 c, 标记 d, 标记 e;

角度：标记 g,标记 f;

平均齿距：标记 K。



ih

2. 在被测件正面，贴有二维码，码的信息包括各级被测试尺寸标准数值。

(二) 测量任务

对测量数据进行分析统计并生成数据报表，报表文件保存到：

D:/场次-工号/机械测量/测量数据.csv.

依据二维码信息中标准尺寸数据判断被测件是良品还是不良品。

把的测量数据通过网络通讯工具发送到客户端，客户端生成数据报表，报表文件保存到：D:/场次-工号/机械测量/测量数据.csv.

数据报表格式需要包括测量实际数据，最大值，最小值，平均值，方差。

五、竞赛任务流程步骤参考

(一) 主要步骤

1、硬件选型安装接线

相机、镜头、光源安装位置合适，安装稳固；镜尖对焦环，光圈环顶丝锁紧不松动，无错装漏装现象；

走线正确规范、整洁、牢固；物理接口选择正确。

输出选型计算报告，绘制系统原理图和接线图，记录参数设置、安装结果。

2、视觉软件的 PLC 控制工具运行测试

控制 X,Y,Z 轴移动料盘，设置合适的检测区拍照位置；

控制 X,Y,Z 轴移动料盘，试教摆放区机械零件摆放位置，试教位置与机械零件的摆放图案相关，可能需要试教多个位置；

输出 I/O 电信号正常。

3、光源控制工具运行测试

连接光源控制器正常，能控制多个光源亮灭；

能设置各个光源不同的亮度值；

配合 PLC 工具，实现光源频闪功能正常。

4、相机工具运行测试

测试相机能正常连接，配合 PLC 工具切换软件触、外部 I/O 触发模式能正常采集图像；

图像对焦清晰（机械零件边缘清晰，正面颜色清晰可见），视野大小合适；

与光源控制工具配置，设置合适的相机参数（包括曝光，增益等参数）。

5、相机标定工具运行测试

把标定板放置到合适位置，设置合适的标定参数，完成相机标定；

保存标定数据结果到配置文件；

正确移动及摆放标定板，完成手眼标定过程，保存标定数据到配置文件。

6、模板匹配工具运行测试

设置合适的参数创建模板并保存模板；

设置合适的参数查找模板。

7、测量类工具运行测试

设置找线工具参数并正确找到直线；

设置线交点工具参数并正确计算两点距离；

设置距离工具参数并正确计算两点距离。

8、数据分析工具运行测试

设置数据分析工具参数，并生成数据分析结果。

9、数据处理类运行测试

设置数据表格工具参数，并生机械零件综合测量报表；

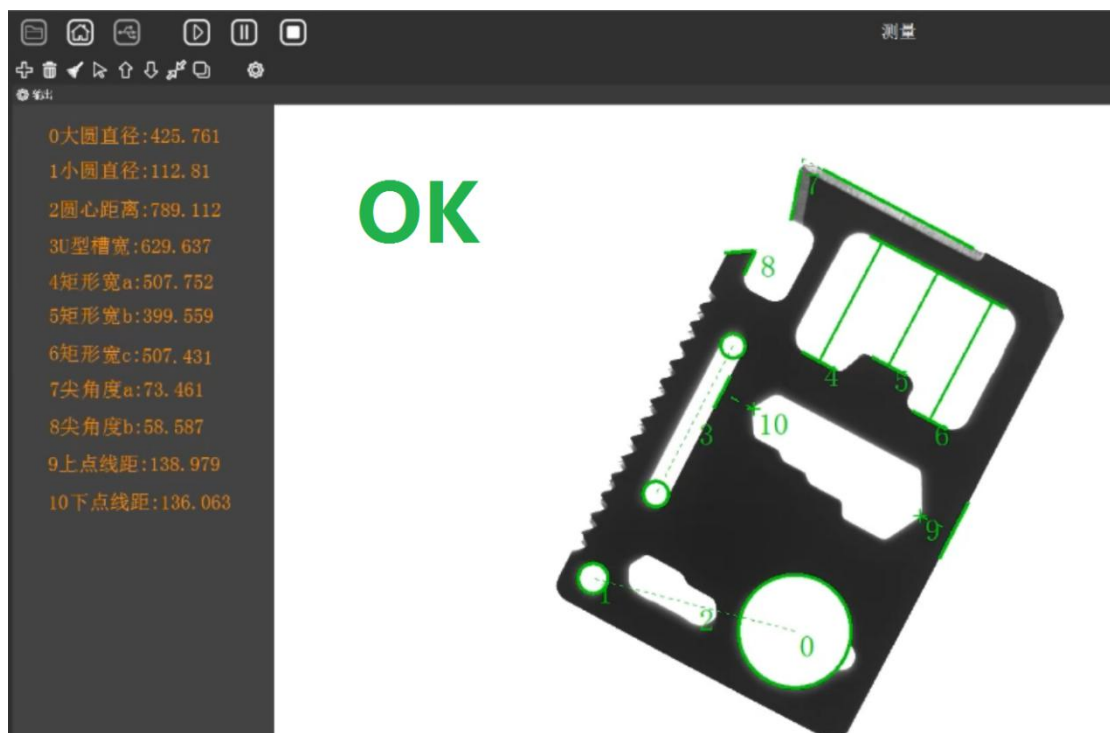
保存边长测量报表文件到：**D:\场次号-工位号\机械零件综合测量数据.csv**。

10、界面布局及数据显示

界面主窗口显示当前相机采集图像；

测量标记标线和结果显示到图像上；

测试数据在界面左侧显示。



(二) 视觉程序主要流程说明

1、编写视觉程序流程前主要准备工作

相机镜头已安装调试完成，相机可在外触发模式下正常采集到图像，工作距离合理、相机视野合适可覆盖检测区内的 1 个机械零件；图像清晰，曝光设置合理；

组合光源安装调试完成，光源开关，亮度可调；

X,Y,Z 各轴可正常控制，速度合理，拍照检测区位置试教合理；

相机标定，手眼标定已完成。

2、机械零件综合测量流程

在主要准备工作完成后，开始机械零件综合测量流程，主要流程如下：

1)、选手把机械零件放置到检测区，机械零件各块的位置随机、不重叠，每块机械零件不超出检测区的视野范围；

2) X,Y 平台运动到拍照位 1，PLC 发送拍照信号，触发光源点亮，同时触发相机拍照；

3) 识别二维码信息；

4) 尺寸综合测量；

5) 测试数据分析比较，生成测试数据报表，发送测试数据客户

端；

6) X,Y 平台运动到拍照位 2，完成上述流程，直到 4 个机械零件检测完毕；

六、评分标准

竞赛内容	评分内容	配分	知识、技能点	评分方式
相机、镜头的选择、安装和接线 (10分)	相机选型	2分	相机的关键参数：颜色、分辨率、帧率、曝光方式和输出	结果评分
	视野范围及镜头选型	2分	分辨率与视野范围关系，焦距公式的计算应用	结果评分
	相机安装方式	2分	相机是否运动平台与执行机构同轴/旁轴/斜轴/轴外安装	结果评分
	相机接线	2分	相机的供电、触发和软件接入	结果评分
	相机的程序接入	2分	IP 设置，软件打开	结果评分
光源选择、接线和软件控制 (8分)	光源选型	2分	根据应用要求完成光源类型选型	结果评分
	光源及控制器接线	2分	重点是频闪控制的接线和设置	结果评分
	RS232 通讯协议设置	2分	通过 RS232 协议完成光源软件通讯控制	结果评分
	频闪控制及亮度控制	2分	频闪的用途和软件设置，同时编程实现亮度的设定和保存	结果评分
机械安装和电气接线 (8分)	治具的固定	1分	用于固定样品或同时固定光源	结果评分
	样品放置	1分	要求一定的随机性	过程评分
	选转轴的固定和接线	2分	用于需要调整 θ 轴的应用	结果评分
	气动元件的连接和接线	2分	用于抓取物料	结果评分
	报警灯接线	2分	单步检测过程的结果输出	过程评分
2D/3D 单视野相机标定 (6分)	标定板的选择	2分	对各种标定板的理解	结果评分
	标定参数设置	2分	标定板的参数录入是否正确	结果评分
	标定的结果保存	2分	标定结果是否保存并是否在指定目录	结果评分
PLC 通	PLC 的通讯设置	2分	了解 PLC 程序的通讯协议，完	结果评分

讯、I/O 及运动 参数设 定（8 分）			成上下位机的通讯		
	I/O 参数	3 分	包含电磁阀控制、触发信号、报警信号等正确设定	结果评分	
	运动参数设定	3 分	包含原点、运动模式、运动方向、速度、加速度等正确设定	结果评分	
手眼标 定（6 分）	标定工具的选用	3 分	根据应用要求选择的手眼标定工具和方法	结果评分	
	标定参数设置	3 分	标定板的参数录入是否正确	过程评分	
路径规 划（4）	设定参数的效率	2 分	设定的运动路径优化	结果评分	
	区域完整	2 分	确定是否可能漏掉检测区域或重叠区域过多	结果评分	
综合检 测应用 （28 分）	综合 应用	流程图	5 分	流程是否标准正确和完整	结果评分
		识别	2 分	感兴趣区域设置是否正确	
			2 分	识别结果是否符合标准	
		定位	2 分	感兴趣区域设置是否正确	
			2 分	定位结果是否符合标准	
		测量	2 分	感兴趣区域设置是否正确	
			5 分	测量结果是否符合标准	
			5 分	测量项目是否完成	
界面图形显 示	2 分	界面布局是否合规，主要有显示窗口布局，数据列表布局			
	1 分	测试结果信息图形、标记、标线理否合理、准确。			
结果输 出（12 分）	完成输出	3 分	所有的任务完成结果输出	结果评分	
	整个程序的运行 时间	5 分	配置文件从头运行来记录整个工程的耗时统计，全部参赛的排名统计打分	结果评分	
	I/O 指示灯输出	2 分	检测过程的 OK/NG 报警	过程评分	
	文本本地输出	2 分	最终检测结果通过文本保存在本机上的指定目录	结果评分	
职业素 养与安全 意识 （10 分）	安全	4 分	现场操作安全保护符合安全操作规程、穿戴符合职业岗位要求；	过程评分	
	规范	2 分	工具比赛过程中和赛后未摆放整齐、	过程评分	
	纪律	2 分	爱惜赛场的设备和器材，保持赛位的整洁。团队有分工有合作，遵守竞赛纪律，尊重裁判员、工作人员等。	过程评分	
	绿色生产	2 分	节约使用耗材；	结果评分	

七、附录

附录一、视觉硬件及参数列表

工业相机

类别	暂命名	分辨率	帧率 FPS	曝光模式	颜色	芯片大小	接口
2D 相机	相机 A	1280x960	>90	全局	黑白	1/2"	USB3.0
2D 相机	相机 B	2500x1944	>10	滚动	黑白	1/2.5"	GigE
2D 相机	相机 C	2448x2048	>20	全局	彩色	2/3"	GigE
3D 相机	3D 相机	1920x1080x2	>10	滚动	彩色	2/3"	USB3.0

工业镜头

类别	暂命名	支持分辨率 (优于)	焦距/倍率	最大光圈	工作距离	支持芯片大小
工业镜头	镜头 A	500 万像素	12mm	F2.0	>100mm	1/1.8"
工业镜头	镜头 B	500 万像素	25mm	F2.0	>200mm	2/3"
工业镜头	镜头 C	500 万像素	35mm	F2.0	>200mm	2/3"
远心镜头	远心镜头	500 万像素	0.3X	F5.4	110m	2/3"
镜头接圈	0.5mm、1mm、2mm、5mm、10mm、20mm、40mm 一组					

LED 光源

类别	暂命名	主要参数	颜色	备注
环形光源	环形光源 A	直射环形, 发光面外径 80, 内径 40mm	RGB	三者可以合并成 AOI 光源
环形光源	环形光源 B	45 度环形, 发光面外径 120, 内径 80mm	G	
环形光源	环形光源 C	低角度环形, 发光面外径 160, 内径 120mm	B	
同轴光源	同轴光源	发光面积 60x60mm	RGB	
背光源	背光源	发光面积 169x145mm	W	

注: R=红色、G=绿色、B=蓝色、W=白色

标定板

类别	暂命名	外框尺寸 mm	图案尺寸 mm	点间距 mm	点直径 mm	精度
标定板	标定板 A	100x100	80x80	10	5	±0.01mm
标定板	标定板 B	50x50	40x40	5	2.5	±0.01mm
标定板	标定板 C	25x25	20x20	2.5	1.25	±0.01mm

附录二、相机的接线定义

一、USB3.0 相机（注意 **USB3.0** 通过 **USB** 线供电，不要另外插电源，否则会烧相机）

I/O接口说明 I/O Interface Instruction

引脚	描述	功能
1	Line3	GPIO（非隔离软件可配置输入/输出）
2	Line1	光耦隔离输入
3	Line2	GPIO（非隔离软件可配置输入/输出）
4	Line0	光耦隔离输出
5	Opto I/O Ground	光耦隔离信号地（ISO_GND）
6	GPIO Ground	GPIO信号地（GND）

二、GigE 相机

I/O接口说明 I/O Interface Instruction

管脚	信号	说明
1	Power	+6V~26V 直流电源
2	Line1	光耦隔离输入
3	Line2	可配置IO输入/输出口
4	Line0	光耦隔离输出
5	IO GND	光耦隔离地
6	GND	直流电源地

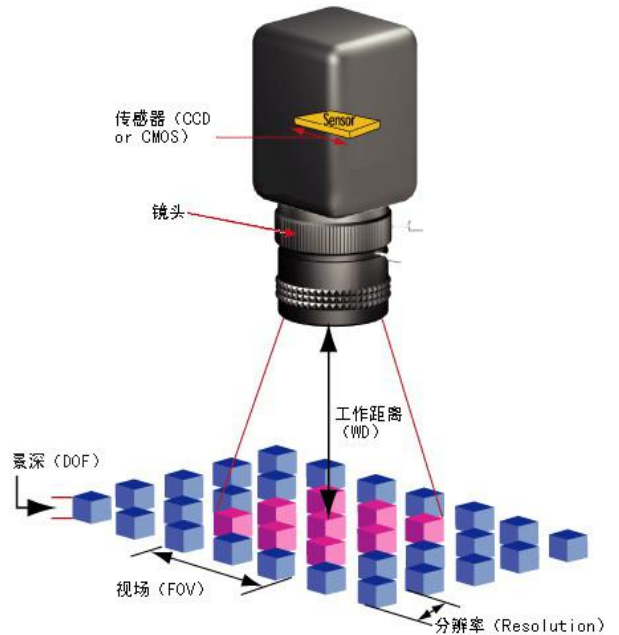
附录三、分辨率及焦距计算公式

简单视觉系统的计算，主要包括视场（FOV）、分辨率（Resolution）、工作距离（WD）和景深（DOF）等。

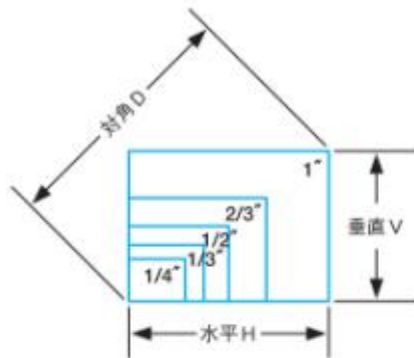
分辨率我们通常指的是像素分辨率，（默认选用的镜头分辨率高于相机的分辨率）。因此

分辨率就等于视野 FOV/相机的像素数，假如我们 FOV 尺寸是 16mmx12mm，选用的相机是 200 万像素（1600x1200），那么像素分辨率就是 16mm/1600 or 12mm/1200=0.01mm。

下表分别是我们的英制的芯片尺寸，真实的芯片大小和焦距的计算公式。



影像大小



每一款监控摄像机 CCD 的靶面大小不同，但通常使用的 CCD 摄像机的规格均为 4:3 (H:V)。

型号	CCD 尺寸	图像尺寸 (mm)		
		水平 : H	垂直 : V	对角 : D
C	1"	12.8	9.6	16.0
H, A	2/3"	8.8	6.6	11.0
D, S	1/2"	6.4	4.8	8.0
Y, T	1/3"	4.8	3.6	6.0
Q	1/4"	3.6	2.7	4.5
35mm 照相机镜头 (参考)	35mm 胶卷	36.0	24.0	43.3

视野计算

在物距确定的情况下，视野便能通过下述方程式计算出来。

$$Y = Y' \cdot \frac{L}{f}$$

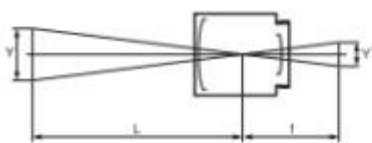
Y : 物体尺寸 L : 物距
Y' : 图像尺寸 f : 焦距

例如：到物体的距离为 5m 时，用 1/2" 焦距为 12.5mm 的镜头和 1/2" 摄像机，监视器上所显示的尺寸为：

$$Y' : 6.4$$

$$L : 5000 \quad Y = 6.4 \times \frac{5000}{12.5} = 2560\text{mm}$$

$$f : 12.5$$



接口种类

通常的监控摄像机镜头拥有 C 接口和 CS 接口两种。

规格

	C 接口	CS 接口
后基距 (mm)	17.526 *1	12.5 *1
直径 (mm)	1-32UNF	

互换性

	C 接口摄像机	CS 接口摄像机
C 接口镜头	○	○*2
CS 接口镜头	×	○

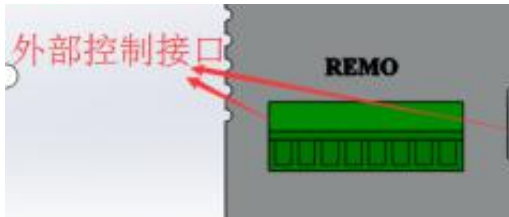
*1 空气换算长度。

*2 在 C 接口镜头与 CS 接口的摄像机配合使用的情况下，需使用 C-CS 接口适配环 (5mm)。

附录四、光源控制的接线说明

硬件触发：用户可以通过 PLC、相机的输出外部触发信号来控制每一路输出的开关。需要外部触发功能时需将外部触发信号线连接到“REMO”端子上。触发信号高电平时打开，低电平时关闭。

软件触发：用户也可用软件实现触发功能，即使用串口对各输出通道进行控制，使各输出通道按照预先的设置打开或关闭其输出。



REMO 端子 引脚号	信号名称	信号定义
1	TR1+	1 通道触发信号+
2	TR1-	1 通道触发信号-
3	TR2+	2 通道触发信号+
4	TR2-	2 通道触发信号-
5	TR3+	3 通道触发信号+
6	TR3-	3 通道触发信号-
7	TR4+	4 通道触发信号+
8	TR4-	4 通道触发信号-

附录五、光源控制器通讯协议

硬件规范

波特率：9600 bps

每帧字节数：8 字节

每帧数据格式

1 字节	1 字节	1 字节	3 字节	2 字节
特征字	指令字	通道字	数据	异或和校验字

注：所有通讯字节都采用 ASCII 码

- ◇ 特征字 = \$
- ◇ 指令字 = 1, 2, 3, 4, 分别定义为：
 - 1: 打开对应通道电源
 - 2: 关闭对应通道电源
 - 3: 设置对应通道电源参数
 - 4: 读出对应通道电源参数

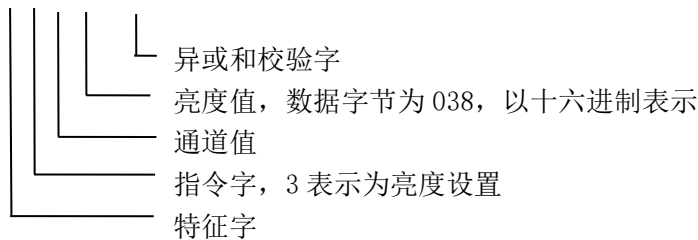
当指令字为 1, 2, 3 时，如控制器接收指令成功，则返回特征字\$；如控制器接收指令失败，则返回&。

当指令字为 4 时，如控制器接收指令成功，则返回对应通道的电源设置参数（返回格式跟发送格式相同）；如控制器接收指令失败，则返回&。

- ◇ 通道字 = 1, 2, 3, 4。分别代表 4 个通道。
- ◇ 数据 = 0XX (XX 为 00~FF 内的任一数值)，对应通道电源的设置参数，高位在前，低位在后。
- ◇ 异或和校验字 = 除校验字外的字节（包括：特征字，指令字，通道字和数据）的异或校验和，校验和的高 4 位 ASCII 码在前，低 4 位 ASCII 码在后。

例：将第2通道亮度设为56，则以ASCII码向下写“\$320381E”

\$ 3 2 0381E



异或校验字运算过程如下：

	字符串	ASCII 码	ASCII 码以十六进制表示	将高 4 位和低 4 位分别以 8421 码表示
特征字	\$	36	24	0010 0100
指令字	3	51	33	0011 0011
通道字	2	50	32	0011 0010
数据	0	48	30	0011 0000
	3	51	33	0011 0011
	8	56	38	0011 1000

异或和		0001 1110
异或校验字		1 E

注：打开对应通道电源、关闭对应通道电源和读出对应通道电源参数 3 个功能的异或校验字的运算过程中，数据的 3 个字节的值对异或结果无影响，保证格式为 0XX（XX=00~FF 内的任一数值）即可。

以下为几组指令数据

关闭 2 通道：\$220381F

	字符串	ASCII 码	ASCII 码以十六进制表示	将高半字节和低半字节分别以 8421 码表示
特征字	\$	36	24	0010 0100
指令字	2	50	32	0011 0010
通道字	2	50	32	0011 0010
数据	0	48	30	0011 0000
	3	51	33	0011 0011
	8	56	38	0011 1000
异或和				0001 1111
异或校验字				1 f

打开 2 通道：\$120381C

	字符串	ASCII 码	ASCII 码以十六进制表示	将高半字节和低半字节分别以 8421 码表示
特征字	\$	36	24	0010 0100
指令字	1	49	31	0011 0001
通道字	2	50	32	0011 0010
数据	0	48	30	0011 0000
	3	51	33	0011 0011
	8	56	38	0011 1000
异或和				0001 1100
异或校验字				1 C

读取 2 通道电源参数：\$4200012

字符串	ASCII 码	ASCII 码以十六进制表示	将高半字节和低半字节分别以 8421 码表示	
特征字	\$	36	24	0010 0100