

“巴渝工匠杯”重庆市 2022 年职业院校技能大赛 赛项规程

一、赛项名称

赛项编号：CQGZ-2022020

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近年来的发展极为迅猛，让越来越多的设备拥有了感知物理世界的能力，因而就被广泛应用于智能制造、智慧农业、智慧城市、智慧交通、智慧安防等诸多领域，是“新基建”赛道上先行者。机器视觉系统市场空间快速增长，对经济性和质效的追求是推动机器视觉代替人的基础动力，机器视觉行业应对外部环境的挑战，把握疫情催生加速的新需求新趋势，借力智能化和数字化转型升级战略，使得机器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！

为贯彻落实党的十九大精神，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，按照“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局，认真

落实习近平对职业教育工作作出的重要指示，为了加快构建现代职业教育体系，培养更多高素质技术技能人才、能工巧匠、大国工匠，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，能进一步推荐和深化“岗课赛证”综合育人的改革，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

本赛项以机器视觉系统应用实训平台作为竞赛平台，根据给定的任务书，每支参赛队的 2 名参赛选手首先按视觉系统应用场景和分辨率的要求，完成相机、镜头的选择并按视野和工作距离的要求合理安装；其次根据检测内容选择合理的光源系统并安装，根据应用需求对

光源进行频闪、亮度或颜色的调节控制；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相机标定和与运动平台关联的手眼标定工作；最后根据任务书及被检测试品的要求，完成识别、定位、测量、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、3D 搬运等综合任务。

参赛选手在规定的 480 分钟（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%）

选手根据应用场景要求来进行视野、工作距离和景深计算，选择与赛题相匹配的相机，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。

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。

（二）光源选择、接线和软件控制（5%）

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），同时通过光源控制面板或 RS232 通讯协议完成光源的颜色和亮度的设定。（注意：需要采用合适光源和亮度来降低现场环境光的干扰）

（三）机械安装和电气接线（8%）

除了相机、镜头、光源的安装接线和走线外，产品治具、测试样品、放置或剔除区、旋转轴、吸盘等很多其他配件也需要选手自行完

成安装固定。

（四）2D/3D 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%）

本任务不需要进行 PLC 编程，PC 端的机器视觉应用编程软件与 PLC 通过协议进行通讯，从而通过 PLC 对运动平台进行控制，因此需要在 PC 端的机器视觉应用编程软件里设置平台的 I/O 参数（包含电磁阀控制、触发信号、报警灯信号等）和运动参数（包含原点、速度等）。

（六）手眼标定（8%）

竞赛任务需要运动平台的配合，因此必须要完成运动平台与相机坐标统一的手眼标定，手眼标定首先要设置好机器视觉应用编程软件的运动参数；再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%）

竞赛任务需要对运动平台进行路径规划编程，连续检测时参赛选手必须选择合适的视野和检测路径，路径规划不当则会遗漏或重叠较多检测区域。

（八）综合检测应用（30%）

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。

（九）运行效率、结果输出（10%）

选手在完成了竞赛任务的编程之后，需要在指定目录保存项目的配置文件，其单次运行的耗时是一个重要的评价内容；此外任务书会指定机器视觉系统应用编程的结果通过 I/O(报警灯输出产品好坏或动作完成)和文本（保存在本机的指定目录）输出；最后本机检测结果需要通过网络通讯线输出到另外一台电脑的客户端软件上。

（十）职业素养与安全意识（10%）

弘扬工匠精神，推动智能装备的高质量发展。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。

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：每校最多 2 支参赛队伍，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：成立 2022 年重庆职业院校技能大赛机器视觉系统应用赛项执委会，设赛项专家组、裁判组、监督仲裁组和组织保障工作组。

（四）根据参赛队伍数量竞赛采取多场次进行，参赛队按照确定的参赛场次和比赛时段进入比赛场地参赛。

（五）赛场的赛位统一编制赛位号，当场次的参赛队比赛前 15 分钟到赛项指定地点接受检录并抽取参赛编号并进行一次加密；进场前 15 分钟抽签决定赛位号并进行二次加密；抽签结束后，参赛选手在现场工作人员的引导下进入比赛场地，在对应的赛位上完成竞赛规定的赛项任务。

五、竞赛流程

具体的竞赛日期，由重庆职业院校技能大赛执委会统一规定，本赛项竞赛 3 天，第一天上午选手报到，下午召开领队会和安排选手熟悉赛场；第二天、第三天进行正式比赛。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	地 点	人 员
赛前第一天	8:00-14:00	报到、酒店入住、赛事相关资料领取	住宿酒店	参赛队
	14:30-15:30	领队会（领队或者指导老师参加）	东区图书馆	领队、专家组长、裁判、监督长
	15:30-16:00	比赛场次抽签	东区图书馆	领队、专家组长、裁判、监督长
	16:00-17:00	参赛队伍前往比赛场地熟悉环境	竞赛场地	裁判、参赛队
	17:00	封闭赛场	竞赛场地	裁判、监督长
比赛一天	8:00-8:15	竞赛相关人员到达竞赛场地并完成参赛队检录（一次加密）	竞赛场地	一次加密裁判、工作人员、监督
	8:15-8:30	竞赛队伍抽签（二次加密）赛前准备	竞赛场地	二次加密裁判、工作人员、监督
	8:30-12:00	正式比赛	竞赛场地	裁判长、裁判、技术人员、监督
	12:00-13:00	参赛队午餐及休息	竞赛场地	
	13:00-16:30	正式比赛	竞赛场地	裁判长、裁判、技术人员、监督
	16:30-18:00	裁判评分	竞赛场地	裁判长、裁判、监督、仲裁
比赛二天	8:00-8:15	竞赛相关人员到达竞赛场地并完成参赛队检录（一次加密）	竞赛场地	一次加密裁判、工作人员、监督
	8:15-8:30	竞赛队伍抽签（二次加密）赛前准备	竞赛场地	二次加密裁判、工作人员、监督
	8:30-12:00	正式比赛	竞赛场地	裁判长、裁判、技术人员、监督
	12:00-13:00	参赛队午餐及休息	竞赛场地	
	13:00-16:30	正式比赛	竞赛场地	裁判长、裁判、技术人员、监督
	16:30-18:00	裁判评分	竞赛场地	裁判长、裁判、监督、仲裁

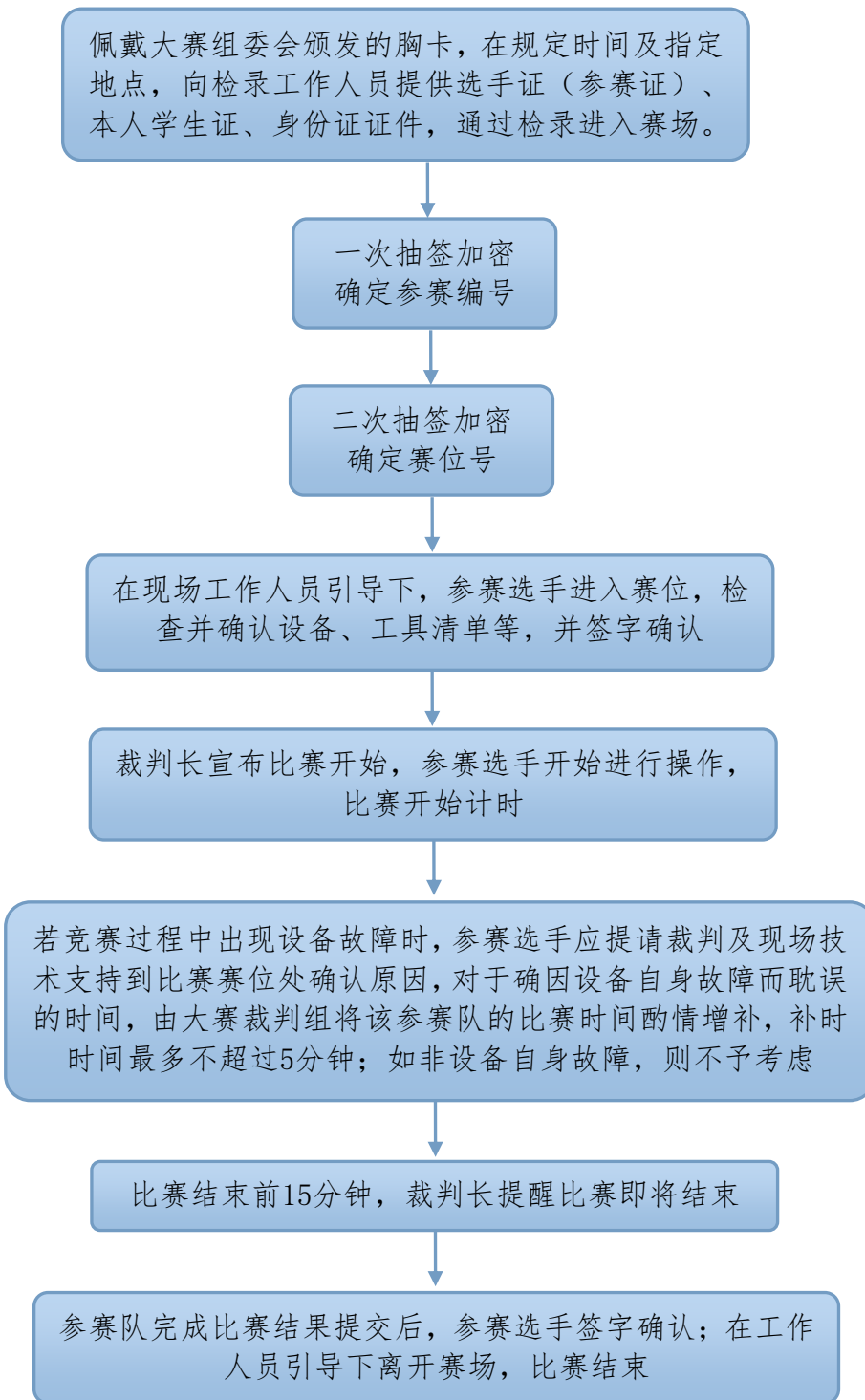


图 1 竞赛流程

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，在大赛指定网络信息发布平台上发布赛卷或赛题库。

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5套，各套赛卷的重复率不得超过50%。

正式赛卷与赛题库在题型、所覆盖的知识点和技能点、知识点和技能点的配分比例、卷面排版等方面保持一致，正式比赛赛卷有别于赛题库的内容，占比不高于30%，并于比赛前三天内，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公布。

赛项的样卷见附件。

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，每校最多可报名2支参赛队伍，每支队伍参赛选手2名，指导教师2名。参赛选手须为高等职业学校专科、高等职业学校本科全日制在籍学生。五年制高职学生只允

许四、五年级学生报名参加比赛。原则上参赛选手经过各级选拔产生。凡在往届全国职业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比赛。

（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。如比赛前参赛选手和指导教师因故无法参赛，经大赛执委会办公室同意后方可更换。如发现实际参赛选手与报名信息不符的情况，均不得入场。

（三）赛前准备

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

2. 领队会议：比赛日前一天下午 14:30-15:30 召开领队会议，由各参赛队伍的领队或指导教师参加，会议讲解竞赛注意事项。

3. 参赛场次抽签：比赛日前一天下午 15:30-16:00 进行参赛场次抽签，各参赛队伍的领队或指导教师参加。

4. 参赛队入场：比赛当天当场次参赛选手应提前 15 分钟到达赛场检录，接受工作人员对选手身份、资格和有关证件的核验，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。

5. 抽签加密：比赛前参赛队二次加密，通过抽签确定当场次各参赛队的赛位。选手参赛编号和赛位由抽签确定，不得擅自变更、调整。

6. 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。

（四）参赛要求

所有参赛人员应该树立正确的参赛观，严格遵守大赛制度，熟悉赛项规程的相关要求，具体要求如下：

1. 参赛领队

(1) 领队应与其所在学校进行相关制度培训。

(2) 领队须按时参加赛前领队会议，不得无故缺席。

(3) 领队负责组织参赛队参加各项赛事活动。

(4) 领队应积极做好参赛队的服务工作，协调参赛队与赛项组织机构及承办院校的对接工作。

(5) 领队负责申诉工作。参赛队认为存在不符合竞赛规定的设备、工具、软件，有失公正的评判、奖励，以及工作人员的违规行为等情况时，须由领队在赛项竞赛结束后 2 小时内，向赛项监督仲裁组提交书面申诉材料。

(6) 领队应积极做好参赛队文明参赛的教育与培训，引导和教育本省市参赛指导教师和学生正确对待参赛工作，积极配合赛项组织机构的工作。明确要求指导教师和参赛选手按制度规定的程序处理比赛过程中出现的争议问题，不得利用比赛相关的微信群、QQ 群发表虚假信息和不当言论。

2. 指导教师

(1) 指导教师应该根据专业教学计划和赛项规程合理制定训练方案，认真指导选手训练，培养选手的综合职业能力和良好的职

业素养，克服功利化思想，避免为赛而学、以赛代学。

(2) 指导教师应该根据赛项规程要求做好参赛选手保险办理工作，并积极做好选手的安全教育。

(3) 指导教师参加赛项观摩等活动，不得违反赛项规定进入赛场，干扰比赛正常进行。

(4) 指导教师应自觉遵守大赛各项制度，尊重专家、裁判、监督仲裁及赛项承办单位工作人员。要引导和教育参赛选手对于认为有影响个人比赛成绩的裁判行为或设备故障，按照赛项指南规定和大赛制度与裁判、工作人员进行充分沟通或赛后提出申诉，不得在网络、微信群等各种媒体发表、传播有待核实信息和过激言论。对比赛过程中的争议问题，要按大赛制度规定程序处理，不得采取过激行为。

3. 参赛选手

(1) 参赛选手应该文明参赛，服从裁判统一指挥，尊重赛场工作人员，自觉维护赛场秩序。如参赛选手因对裁判不服从而停止比赛，则以弃权处理。

(2) 参赛选手须严格遵守竞赛规程规定的安全操作流程，防止发生安全事故。

(3) 参赛选手应该爱护赛场使用的设备、仪器等，不得人为损坏比赛所使用的仪器设备。

(4) 参赛选手须严格按照规定时间进入比赛场地，不允许携带任何竞赛规程禁止使用的电子产品及通讯工具，以及其它与竞赛有关的

资料和书籍，不得以任何方式泄露参赛院校、选手姓名等涉及竞赛场上应该保密的信息。

(5) 参赛选手对于认为有影响个人比赛成绩的裁判行为或设备故障等，应向指导老师反映，由指导老师按大赛制度规定进行申诉。参赛选手不得利用比赛相关的微信群、QQ 群发表虚假信息和不当言论。

(五) 比赛期间

1. 各参赛队伍进入赛位，检查设备和材料清单并签字确认，然后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，或遇设备或软件等故障，参赛选手应示意。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，参赛选手及时示意，现场医务人员按应急预案救治。

(六) 成绩评定及公布

1. 组织分工

(1) 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。

(2) 裁判员根据比赛需要分为加密裁判、解密裁判、现场裁判和评分裁判。

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）的比赛结果

按赛项评分标准进行评定。

2. 成绩管理基本程序

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。

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递交检录单。

(2) 加密。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《重庆市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《重庆市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。

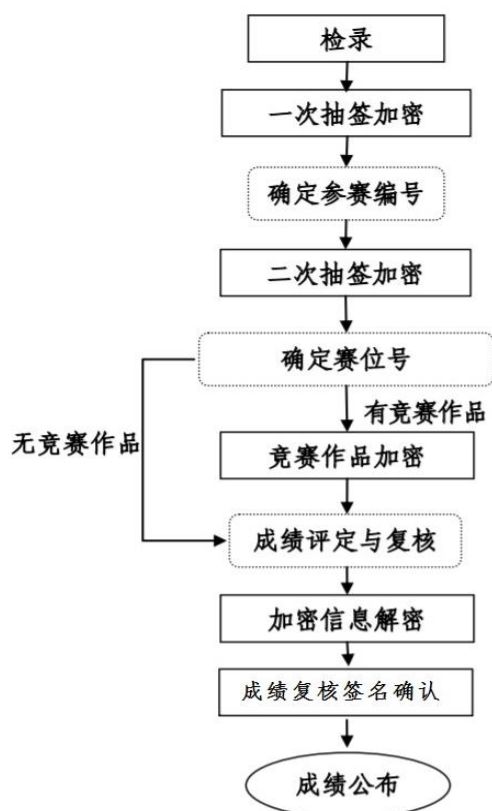


图2 成绩管理流程图

(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。

4. 成绩评定

(1) 过程评分

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。

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，予以宣布。

八、竞赛环境

（一）竞赛场地平整、明亮、通风良好，场地净高不低于 2.5m。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。

（二）赛场给每个赛位提供 220V 单相电压的交流电源（每个赛位总功率不小于 1.0 KW），供电系统有必要的的安全保护措施，提供独立的电源保护装置和安全保护措施；提供 UPS 电源（UPS 电源功率不小于 0.5 KW/10Ah）。

（三）竞赛赛位：每个赛位占地约 6m²，且标明赛位号，布置机器视觉系统应用实训平台 1 台（内包含工控机 1 套和机器视觉系统应用图像化编程软件 kimage.exe 一套）、工作台 1 张、凳子 2 张。竞赛场地加装赛位隔离带，便于有序组织人员观摩。

（四）每个竞赛赛位提供性能完好的客户端计算机 1 台，并安装好客户端编程软件和相关技术手册。

(五) 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

(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/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

技术平台采用武汉筑梦科技有限公司生产的机器视觉系统应用实训平台（型号：LX-VS-2021-AI01）。平台主要由实训机台、电控板、XYZ 三轴运动模组、外置 θ 轴、报警灯、按钮盒、视觉安装夹具、产品托盘、光幕保护传感器、工控机、显示器、机器视觉器件箱、机器视觉工具箱等组成。设备外观图和设备组成图分别如图 3 和图 4。

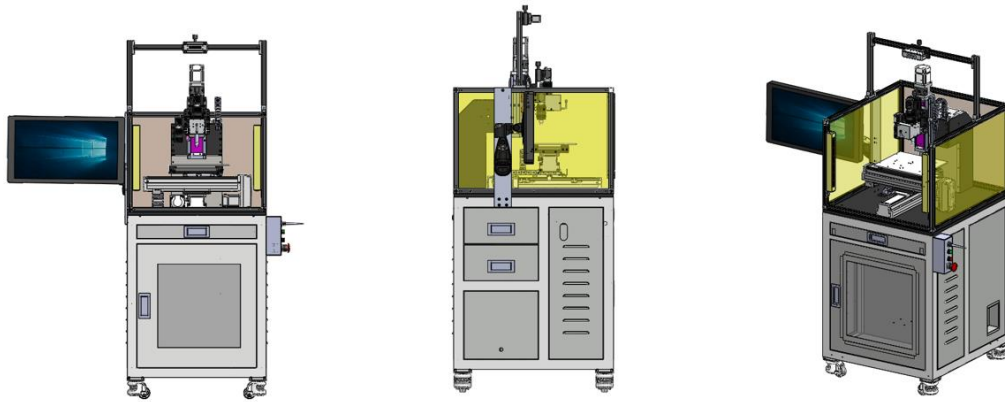


图 3 设备外观图

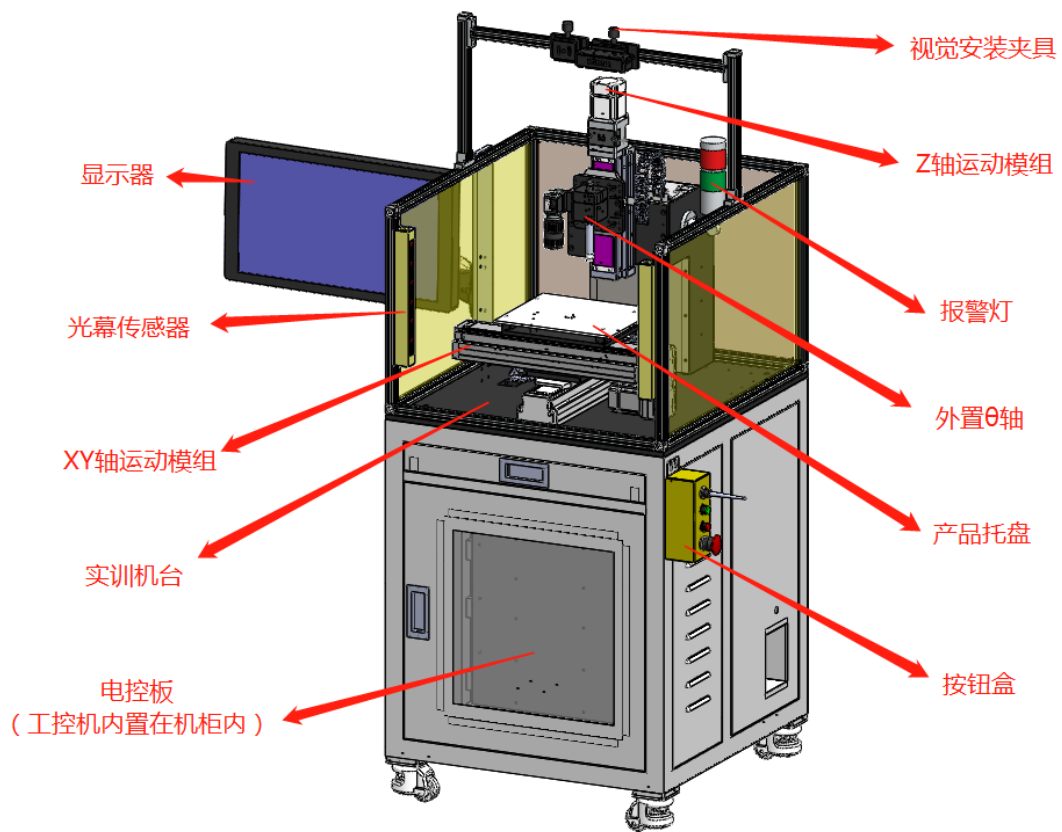


图 4 设备组成图

机器视觉器件箱、机器视觉工具箱分别用于收纳和放置本实训台需要的机器视觉元器件以及实训需要的治具和工具。它们的内部布局图如下：

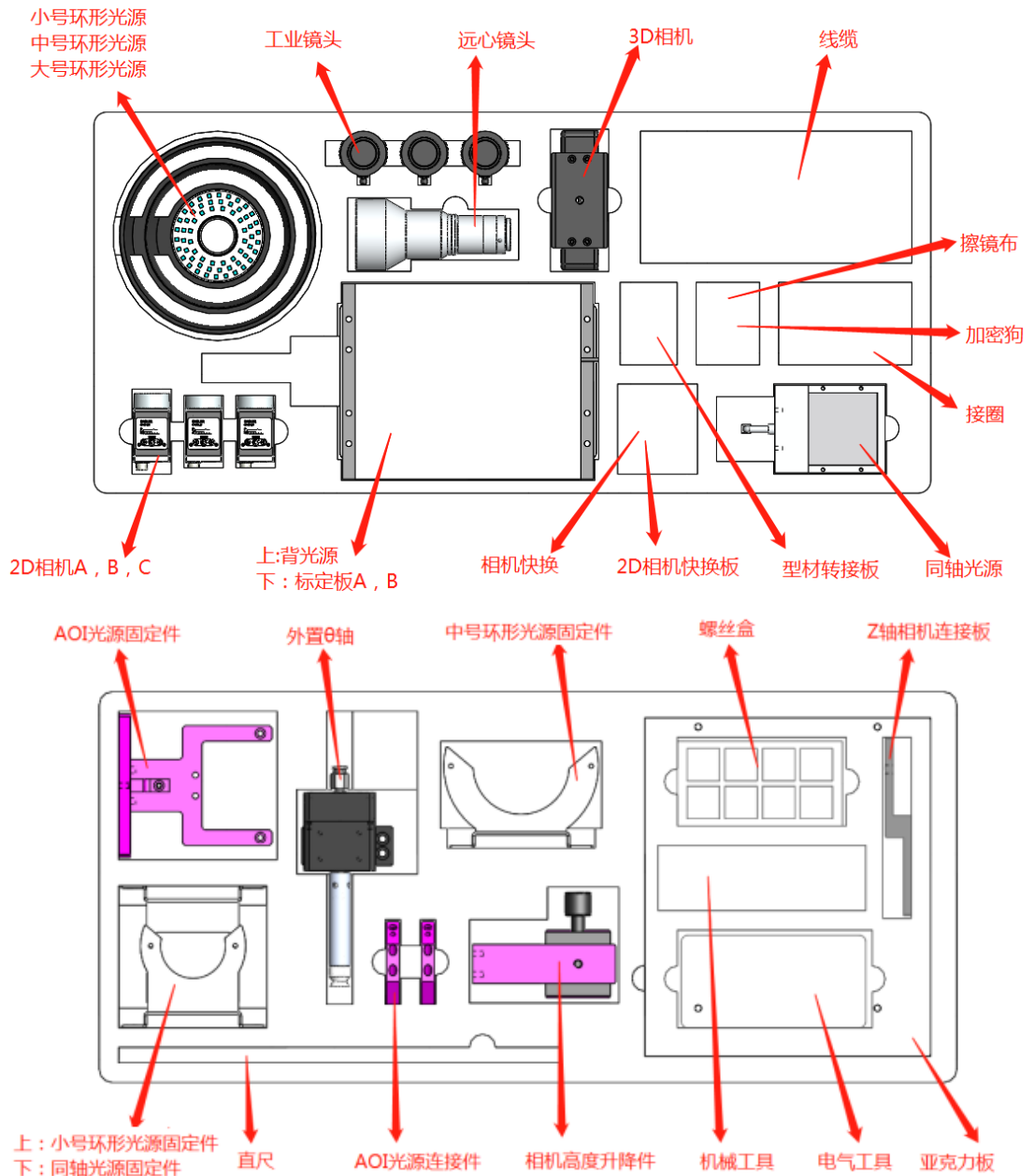


图5 机器视觉器件箱、工具箱内部布局

(一) 平台主要参数

1. 实训平台主要包含由运动平台 (X、Y、Z、 θ 轴) + 机器视觉套件两大部分组成。
2. 设备要求结构紧凑，高集成度，占地面积小，平台行程：XY 轴 200mm，Z 轴 50mm， θ 轴可以连续回转。
3. 平台的运动精度高，X、Y、Z 轴的电机采用闭环电机，Z 轴的电机带刹车，X、Y、Z 轴重复精度优于 $\pm 0.01\text{mm}$ ， θ 轴重复精度优

于 $\pm 0.5^\circ$ 。

4. 平台能持多种相机类型，包含面阵相机、线阵相机、双目 3D 相机、线激光 3D 相机等；也能够支持多种光源类型，包含多种角度的环形光源、同轴光源和背光源等。如图 6 所示。

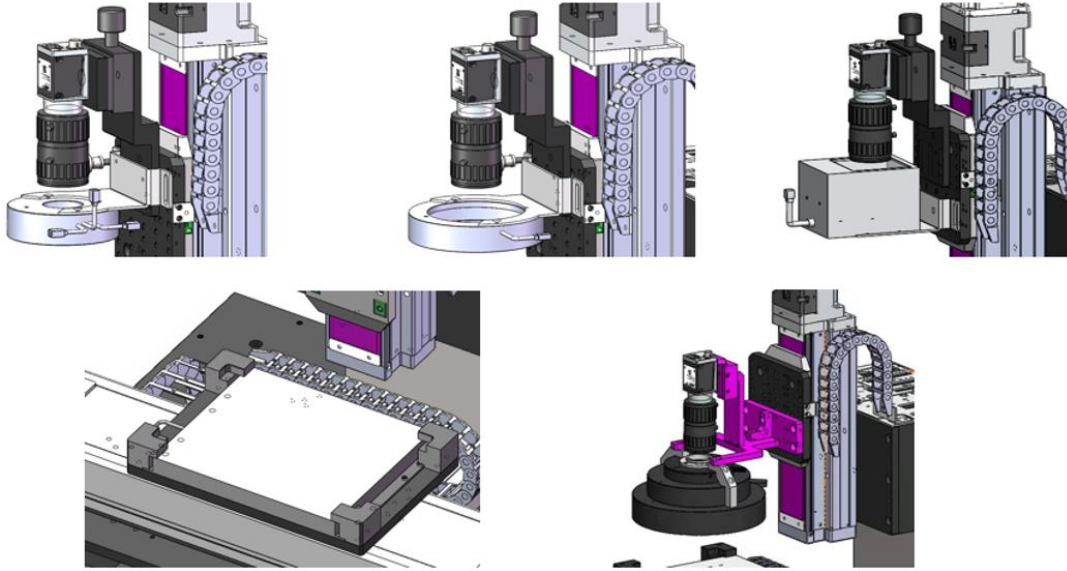


图 6 相机、光源安装类型示例

5. 平台采用 PLC 进行运动控制，可支持多种插补。

6. 相机可以固定在 Z 轴上，也可以固定在 Z 轴之外，相机可具有多种安装方式，如图 7 所示。

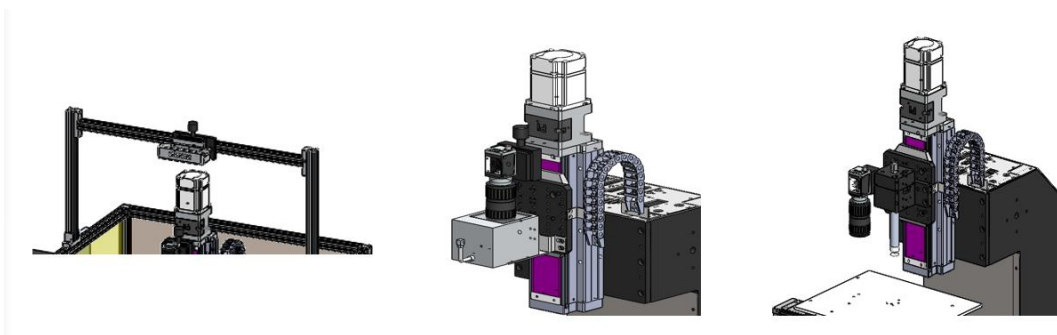


图 7 相机安装位置示例

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），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。

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，包含报警灯、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；设备自带按钮盒，包含启动按钮、急停按钮、摇杆使能开关和 XY 手动控制摇杆。

9. 本平台配套的机器视觉器件箱和机器视觉工具箱收纳位置采用海绵成型、按物品形状一一对应设计，收纳盒内需要有摆放的物品和位置的说明，视觉器件需要编号确保与机台对应。

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。

（二）光源主要参数

通过机器视觉系统应用实训平台使用能够让使用者理解光源的类型、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，光源包含背光、环形（三种角度光源，能够组合成一个 AOI 光源）、同轴等多种常见光源形式，光源的亮度可以手动调节，也可以软件编程控制。平台配置的光源参数和数量如下表 3。

表 3

类别	编号	主要参数	颜色	数量	备注
环形光源	小号环形光源	直射环形，发光面外径 80，内径 40mm	RGB	1 个	三者可以合并成 AOI 光源
环形光源	中号环形光源	45 度环形，发光面外径 120，内径 80mm	G	1 个	
环形光源	大号环形光源	低角度环形，发光面外径 160，内径 120mm	B	1 个	
同轴光源	同轴光源	发光面积 60x60mm	RGB	1 个	
背光源	背光源	发光面积 169x145mm	W	1 个	

注：R 表示红色、G 表示绿色、B 表示蓝色、W 表示白色、RGB 表示全彩色。

（三）相机主要参数

通过机器视觉系统应用实训平台使用能够让使用者理解常见相机种类，最终目的是让使用者能够可以根据项目要求，选择合适的彩色/黑白、分辨率、帧率、曝光时间等参数。本实训平台提供了 3 台 2D 相机和 1 台 3D 相机，相机接口包含 USB3.0 和 GigE 两种类型，

主要的参数如下表 4。

表 4

类别	编号	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	>1/3"	USB3.0
2D 相机	相机 B	2448x2048	>20	全局	黑白	2/3"	GigE
2D 相机	相机 C	2592x1944	>10	滚动	彩色	1/2.5"	GigE
3D 相机	3D 相机	1920x1080x2	>10	滚动	/	2/3"	USB3.0

* 涉及相机的接线和使用请参考设备使用说明书。

(四) 镜头主要参数

通过机器视觉系统应用实训平台使用能够让使用者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，同时理解滤镜、接圈等光学配件在视觉应用中的作用；

配置 3 个不同焦距（12mm、25mm 和 35mm）的定焦镜头，配置 1 个远心镜头，并配套一组与镜头匹配镜头接圈。主要的参数如下表 5。

表 5

类别	编号	分辨率	焦距/倍率	最大光圈	工作距离	支持芯片大小
工业镜头	12mm 镜头	600 万像素	12mm	F2.0	>100mm	2/3"
工业镜头	25mm 镜头	600 万像素	25mm	F2.0	>200mm	2/3"
工业镜头	35mm 镜头	600 万像素	35mm	F2.0	>200mm	2/3"
远心镜头	远心镜头	600 万像素	0.3X	F5.4	110m	2/3"
镜头接圈	0.5mm、1mm、2mm、5mm、10mm、20mm、40mm 一组					

(五) 标定板主要参数

标定板（Calibration Target）在机器视觉、图像测量、摄影测量、三维重建等应用中，为校正镜头畸变；确定物理尺寸和像素间的换算关系；以及确定空间物体表面某点的三维几何位置与其在图像中对应点之间的相互关系，需要建立相机成像的几何模型。本平台共配备两张标定板，其中标定 A 包含 3 个图案见图 8，规格尺寸见表 6。标定 B 包含 1 个图案见图 9，规格尺寸见表 7。

表 6

类别	外框尺寸 mm	圆/格间距 mm	外圆环直径 mm	内圆环直径 mm	精度 mm
标定板 A	100x100	20	5	3	±0.01
	50x50	10	2.5	1.5	±0.01
	20x20	4	1	0.6	±0.01

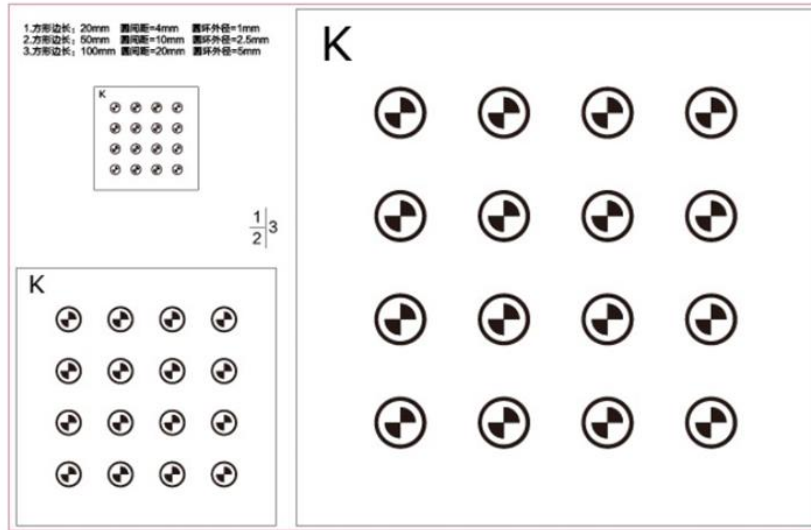


图 8 标定板 A 图案

表 7

类别	外框尺寸 mm	方格边长 mm	方格数量	精度 mm
标定板 B	180x120	15	11x7	±0.01

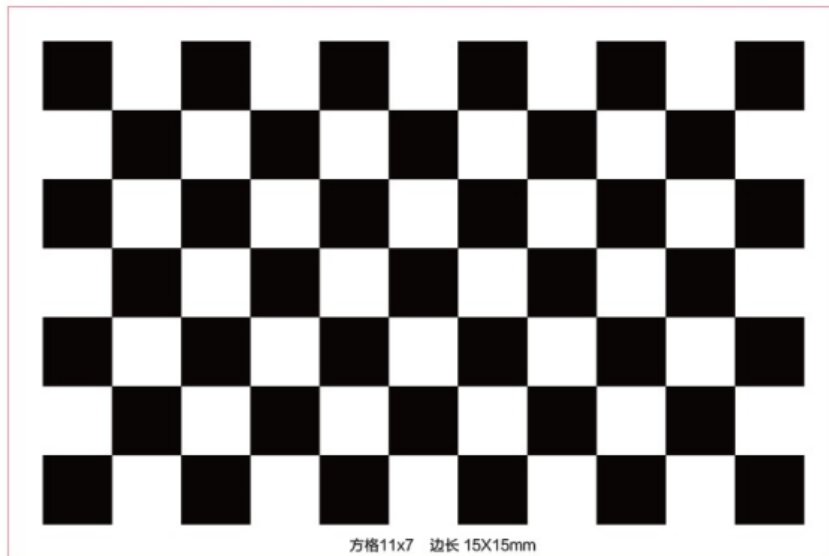


图 9 标定板 B 图案

(六) 电控板主要参数

电控板主要包含过载保护空开、交流接触器、直流电源、PLC、

继电器和电机驱动器等，如下图 10 所示。

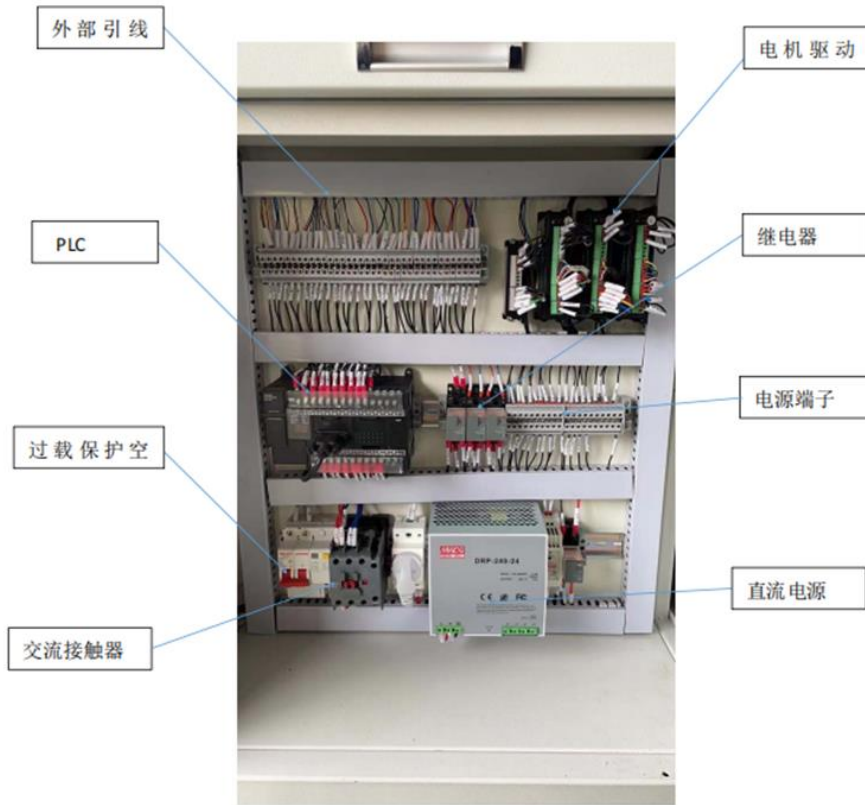


图 10 电控板布局图

运动平台 X、Y、Z 轴均采用编码器反馈的步进电机，带限位开关和编码器信号输出，所有实验需要的调节及输入输出接口均集中布置在运动平台上层的面板之中，方便用户接线。运动控制采用欧姆龙 PLC（型号：CP1H-X40DT-D），上位机与 PLC 通过 RS232 通讯模块（型号：CP1W-CIF01）连接从而实现运动控制指令。通讯协议详见设备使用说明书。

（七）工控机主要参数

平台采用研华品牌工控机 1 台（型号：CM-21B2），CPU 为 i5 CPU，内存 8G，硬盘 128G SSD。输出接口包括 VGA*1，COM*10，RJ45*4，扩展接口包括 PCI（1 个）、PCIe（3 个）、USB2.0（8 个）、USB3.0（6 个），输入设备包含有线鼠标，有线小尺寸键盘，22 寸

液晶显示器，安装操作系统为 Windows 7 旗舰版（64 位）。

* 更详细的资料请参考设备配套的使用说明书。

（八） 机器视觉应用编程软件主要参数

1. 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 图形化编程

2. 支持多工位和多任务同步运行，支持多用户模式，支持客户端和服务器之间传输图片、消息和数据；

拖拽式流程图、多线程管理

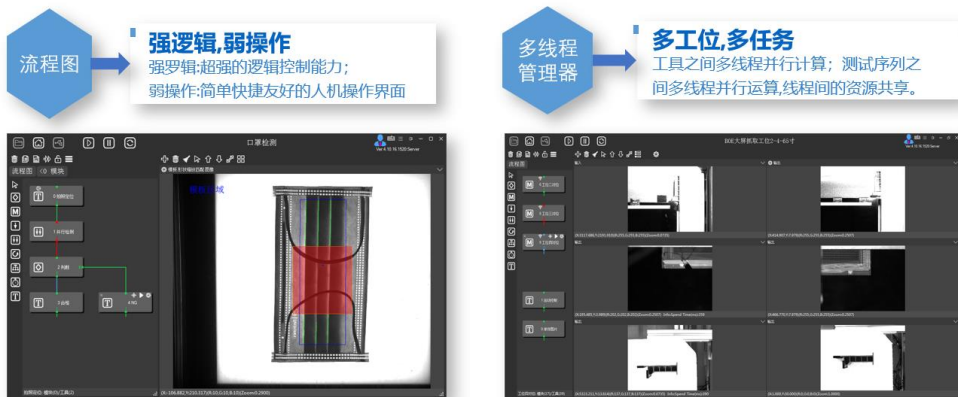


图 12 图形化编程操作特点

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、红外相机检测等多种高级算子，提供 API 函数，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. 软件支持常见品牌的 2D 相机和 3D 相机，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 XYθ、XYY、UVW、SCARA 等多种平台类型；

8. 常用软件功能包含：支持资源、算法自主扩展、TCP/IP 通讯，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。软件常用的工具列表见表 8。

表 8 软件常用的工具列表

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

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 9 所示；详细的评分以最终的赛题评分标准为准。

表 9 评分细则表

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	相机选型、分辨率公式	结果评分
	镜头选型	1 分	焦距计算	结果评分
	镜头安装	2 分	镜头与相机结合，镜头光圈及聚焦环顶丝调节	结果评分
	相机安装	2 分	相机安装方式	结果评分
	相机接线	2 分	相机接线规范	结果评分
光源选择、接线和软件控	光源选型	2 分	光源选项和安装	结果评分
	光源接线	1 分	光源接线和走线规范	结果评分

制 (5%)	亮度和频闪 设置	2分	光源控制及频闪控制	结果评分
机械安装 和电气接 线 (8%)	选转轴的固 定和接线	3分	旋转轴机械安装和接线	结果评分
	治具和物料 安装	2分	按任务书要求摆放	结果评分
	气动元件的 连接和接线	3分	吸盘选择和气动元件连接	结果评分
2D/3D 相 机标定 (8%)	标定过程和 效果	3分	标定工具使用和获得的标定数据 效果	结果评分
	标定参数设 置	3分	标定板的参数设置	结果评分
	标定的结果 保存	2分	标定结果保存(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	包含气阀控制、报警信号等设定	结果评分
	运动参数设 定	3分	包含原点、速度等正确设定	结果评分
手眼标定 (8%)	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	2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	2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 (30%)	流程图	2分	工具选用是否合理	结果评分
		3分	流程是否正确和完整	结果评分
	识别	2分	感兴趣区域和工具参数设置	结果评分
		3分	识别结果是否符合标准	结果评分
	定位	2分	感兴趣区域和工具参数设置	结果评分
		3分	定位结果是否符合标准	结果评分
	测量	2分	感兴趣区域和工具参数设置	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	10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	结果评分	

			调	
运行效率、结果输出 (10%)	整个程序的运行时间	5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	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
	与客户端计算机通讯	2分	将检测结果输出到客户端计算机	结果评分
职业素养与安全意识 (10%)	安全	2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
	整理	2分	器材及工具比赛过程中放弃随意或赛后未归还原位或摆放整齐。	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. 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 (5%)、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 (8%)、路径规划 (5%)、综合检测应用 (30%)、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、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。

(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。

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；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、监督组签字后进行比赛结果公布，公布 2 小时无异议后，予以宣布。

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）。分数相同时，参照国赛要求，排名取奖按完成赛项任务时间多少来确认优先级。不因排名相同而多取奖，严格按照大赛文件取奖比例取奖。获得一等奖参赛队的指导教师由大赛组委会颁发证书。

十三、赛场预案

（一）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。

（二）比赛现场预留 1 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。

（三）本赛项竞赛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。

（四）赛场双路供电和备用电源，设有应急医疗点。

（五）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，并第一时间报告执委会。赛项出现重大安全问题可以停赛，是否停赛由执委会决定。

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，原则上由参赛学校自行安排参赛学生和指导教师

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. 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。
4. 对于有碍比赛公正和比赛正常进行的参赛队，视其情节轻重，按照《重庆职业院校技能大赛奖惩办法》给予警告、取消比赛成绩、通报批评等处理。其中，对于比赛过程及有关活动造成恶劣影响的，以适当方式通告参赛院校或其所属地区的教育行政主管部门依据有关规定给予行政或纪律处分。涉及刑事犯罪的移交司法机关处理。

十五、竞赛须知

（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，所在学校需出具书面说明；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。
3. 参赛队员统一着装，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，待裁判员允许后方可离开赛场。

7. 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。

8. 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。

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。

十六、申诉与仲裁

（一）各参赛队对不符合赛项规程规定的设备、工具、材料、计算机软硬件、竞赛执裁、赛场管理及工作人员的不规范行为等，可向赛项仲裁工作组提出申诉。

(二) 申诉主体为参赛队领队。

(三) 申诉启动时，参赛队以该队领队亲笔签字同意的书面报告的形式递交赛项仲裁工作组。报告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。非书面申诉不予受理。

(四) 提出申诉应在赛项比赛结束后 2 小时内提出。超过 2 小时不予受理。

(五) 赛项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，可由领队向大赛组委会办公室提出申诉。大赛组委会办公室的仲裁结果为最终结果。

(六) 申诉方不得以任何理由拒绝接收仲裁结果；不得以任何理由采取过激行为扰乱赛场秩序；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。

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、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。

十八、竞赛直播

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。

附件“巴渝工匠杯”重庆市 2022 年职业院校技能大赛机器视觉系统应用——机械零件平面尺寸综合测量任务书

附件

“巴渝工匠杯”重庆市 2022 年职业院校技能大赛

机器视觉系统应用

——机械零件平面尺寸综合测量

(总时间：480 分钟)

工作任务书

日期： _____

赛位号： _____

注意事项

一、本任务书共 24 页，包括附录共七项（分别为视觉硬件及参数列表，相机的接线定义，分辨率及焦距计算公式，光源控制的接线说明，光源控制器通讯协议，旋转轴的安装及接线说明，相机、镜头、光源的选型计算报告）。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。

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。

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，更换下的器件将由裁判组进行现场测试。若器件经现场测试是功能齐全，且没有故障的情况下，每次扣参赛队 1 分。若因人为操作损坏器件，酌情扣 5-10 分。

六、所编的机器视觉程序必须保存到本机的“C:\重庆市职业院校技能大赛\KImage\Product\日期（年月日）-赛位号”文件夹下，赛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。

请按要求在 8 个小时内完成以下工作任务：

一、根据本任务提供的视野大小要求、工作距离要求、被测物的检测要求，从设备提供的一组机器视觉相机、镜头和光源中选择型号，完成选型并在合理的位置完成安装和接线。完成选型设计报告，并记载安装结果。

二、根据机械件样品的尺寸和初始状态的区域要求完成视野调焦和镜头对焦。

三、在开始配置测量流程前，创建配置文件名称：“日期（年月日）-赛位号”。

四、通过标定板，完成单幅视野的标定，并保存标定结果。

五、完成 PLC 控制运动平台运动，示教相机的四个拍照位置，并保存位置信息到配置文件。

六、选择合适的视觉工具，并配置测量流程，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，数据与编号对应，测量指定的数据：包含直径、角度、线间距、点到线距离、圆心距。

九、求每个数据的平均值和方差，并根据设定的标准值和上下限（该值在任务书里给出），找出产品中问题的尺寸数据。

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在窗口指定位置显示。

注 1.本次工作任务请在机器视觉应用设备上完成,比赛前要熟悉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手册。完成竞赛工作任务书所需的全部硬件,都包含在工作台所提供设备内,选手要使用的全部器件,只能在本工作台提供的设备内选择。

(一) 工控机

设备中已经包含一台工控机,另有一台用于接收通讯数据的客户端计算机由承办单位提供,比赛所需的软件和驱动均已经提前预装。

(二) 视觉硬件

1. 相机

可选择的相机共四个,编号分别为相机 A、相机 B、相机 C、3D 相机,3D 相机工作距离要求大于 350mm,具体参数见附录一。依据竞赛任务的要求选择好相机。

2. 镜头

可选择的镜头共四个,编号分别为:12mm 镜头、25mm 镜头、35mm 镜头和远心镜头。定焦镜头焦距分别是 12、25 和 35mm。远心镜头放大倍率为 0.3X,具体参数见附录一。

依据被测物尺寸、相机安装位置,在满足工作距离,视野范围,

分辨率的要求选择合适镜头。

3.光源

可选择的光源共五个，编号分别为：小号环形光源、中号环形光源、大号环形光源、同轴光源、背光光源。注意，三个环形光源可以组合成 AOI 光源。具体参数见附录一。

依据任务书的需要，在安装方式和安装空间位置允许的情况下，可根据实际需要，选择多个光源同时组合使用。

4.标定板

可选择的标定板共两个，依据相机视野范围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；

为满足检测要求，可以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（共 6 根）：2D 相机 USB 数据线一根、3D 相机数据线一根、GigE 电源线（含触发和输出信号）一根、千兆网相机通讯线一根（带锁）、网络通讯线一根（3 米扁线）、光源延长线一根；

（注意：RS232 通讯线默认已经与 PC 连接）；

（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。（注意：旋转轴 θ 是扩展

轴，未安装前放在机器视觉工具箱中，需要选手按附录六：旋转轴的安装及接线说明完成平台的搭建)

(五) 气动硬件

提供三种吸嘴，规格为：SP-06、SP-08、SP-10，根据实验需求正确选择吸嘴。

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，需要选手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工具的选择，基本的流程如下图所示，为了使配置的流程相对简洁采用了子模块、工具组模块多模块组合的配置方法，具体流程配置方法详见《视觉软件使用手册》(说明：本流程示意图图 1 仅说明视觉软件的流程设计编程方式，与本任务书描述的具体任务无直接关系)。

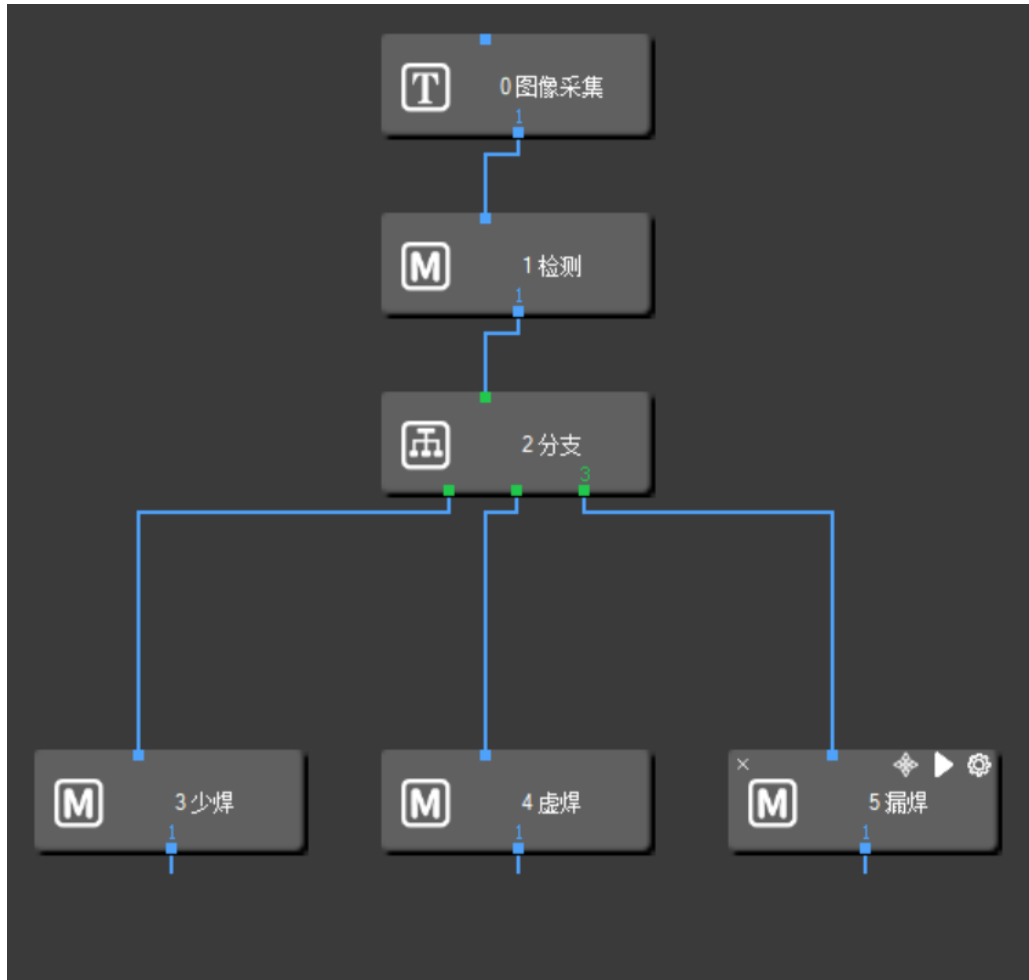


图 1 流程示意图

主要的工具列表：

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

三、标定说明及运动位置校准

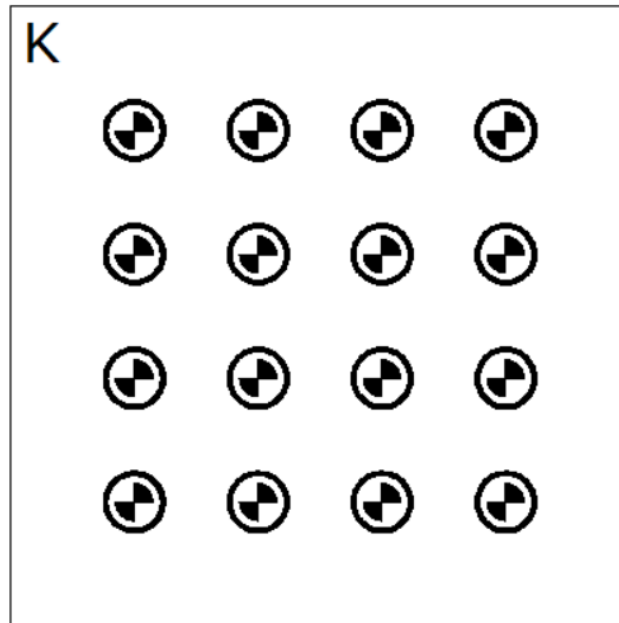


图 2 图像标定板

选择合适的标定工具，使用多点标定方式，对相机进行标定，把图像坐标转成世界坐标，并得出 X、Y 方向的像素当量；

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、竞赛任务描述-----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：70mm x 50mm；平台料盘总尺寸长：200mm，宽：120mm，视野要求 80mm x 60mm（视野范围允许一定正向偏差，最大不得超过 10mm），工作距离 >200mm，但不得超过 250mm，使用黑白相机并要求单个像素精度 <0.05mm/pix，示教 4 个拍照位置，4 个机械零件分别测量一次，具体如下图 3：

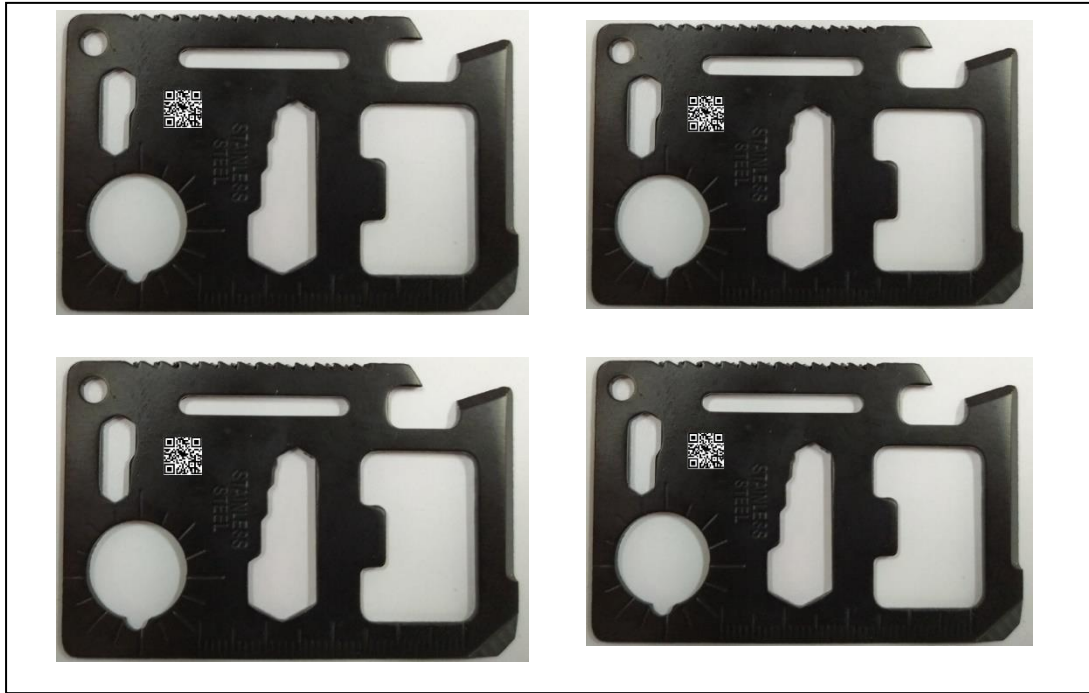


图3 4个机械零件摆放参考图

(一) 测量任务

机械零件初始位置随机放置在治具内检测区；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：

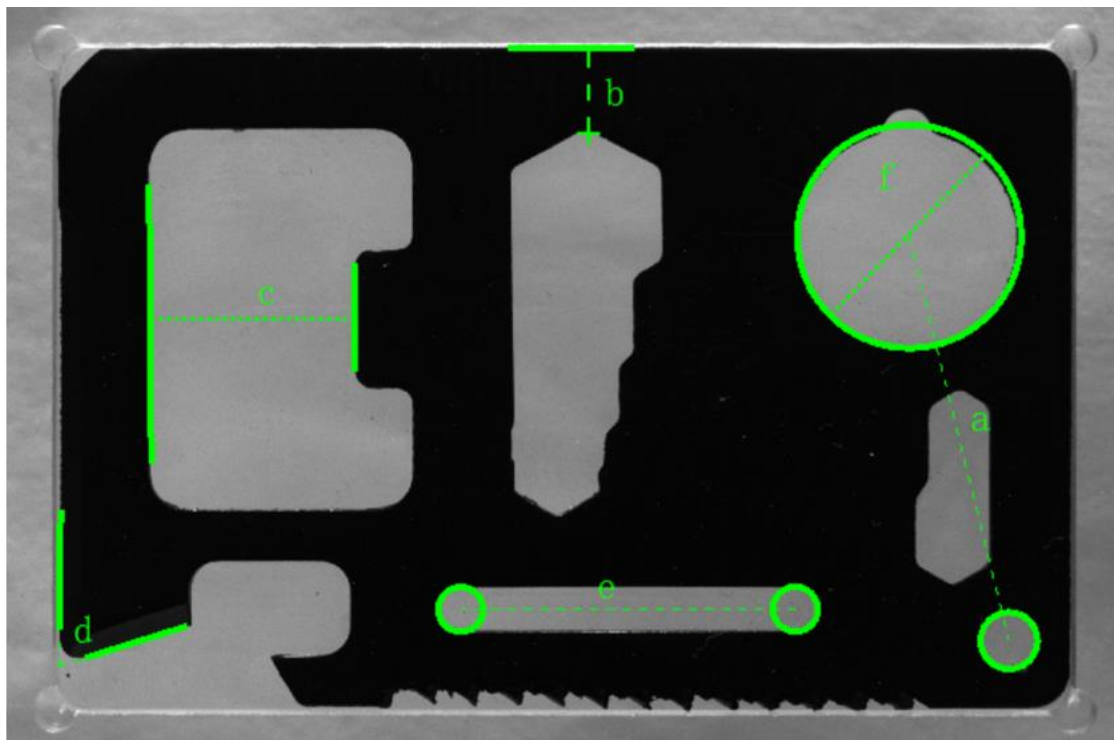


图 4 机械零件测量说明

1. 圆直径、角度、线间距、点到线距离、圆心距等多组测量项目，机械零件测量说明见图 4。

大圆直径：如标记 f （公差 ± 0.5 毫米）；

大圆-中圆圆心距：如标记 a （公差 ± 0.5 毫米）；

小圆-小圆圆心距：如标记 e （公差 ± 0.5 毫米）；

点线距离：如标记 b （公差 ± 0.5 毫米）；

线边距离：如标记 c （公差 ± 0.5 毫米）；

角度：标记 d （公差 ± 0.5 度）；

2. 在被测件正面贴有二维码，二维码的信息包括各类测量尺寸的标准数值。

第一个数据代表大圆直径 f 标准值；

第二个数据代表大圆-中圆圆心距 a 标准值；

第三个数据代表小圆-小圆圆心距 e 标准值；

第四个数据代表点线距离 b 标准值；

第五个数据代表线边距离 c 标准值；

第六个数据代表角度 d 标准值；

四个零件的 6 个测量数据分别存放 C:\重庆市职业院校技能大赛\日期-赛位号\下，命名分别为“测量数据 1.csv”、“测量数据 2.csv”、“测量数据 3.csv”、“测量数据 4.csv”。

（二）测量结果处理

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：C:\重庆市职业院校技能大赛\日期-赛位号\测量数据.csv，需要保存的数据为四个机械零件的大圆直径平均值、大圆直径方差、大圆-中圆圆心距平均值、大圆-中圆圆心距方差、小圆-小圆圆心距平均值、小圆-小圆圆心距方差、点线距离平均值、点线距离方差、线边距离平均值、线边距离方差、线夹角平均值和线夹角方差。

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。

把测量的数据通过网络通讯工具发送到客户端，并显示在指定的窗口位置上，数据包括大圆直径平均值、大圆直径方差、大圆-中圆圆心距平均值、大圆-中圆圆心距方差、小圆-小圆圆心距平均值、小圆-小圆圆心距方差、点线距离平均值、点线距离方差、线边距离平均值、线边距离方差、线夹角平均值和线夹角方差。

五、竞赛任务工作要求

（一）硬件选型安装接线

完成相机、镜头、光源的选型，输出选型计算报告。

将相机、镜头、光源、治具等在合理位置安装（注意工作距离），保证安装稳固，镜头与相机连接螺纹圈须拧紧；镜头调试好之后，用顶丝锁紧对焦环及光圈环；记录硬件的安装参数等结果。

完成相机、光源、旋转轴、通讯网络等电路接线，完成气路的连接，走线正确规范、整洁、牢固；物理接口选择正确。

（二）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，示教摆放区机械零件摆放位置，需要示教四个位置；

输出 I/O 电信号正常。

（三）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；

实现光源频闪功能正常。

（四）相机工具运行测试

相机能正常连接，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；

协同光源控制器的光源调节功能，设置合适的相机参数（包括曝光，增益等参数）。

(五) 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;

(六) 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。

(七) 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;

四个零件测量结果分别存放 C:\重庆市职业院校技能大赛\日期-
赛位号\下,命名分别为“测量数据 1.csv”、“测量数据 2.csv”、“测量数
据 3.csv”、“测量数据 4.csv”。

(八) 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。

(九) 数据处理运行测试

设置数据表格工具参数,并生机械零件综合测量报表;

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:
C:\重庆市职业院校技能大赛\日期-赛位号\测量数据.csv,需要保存的
数据为四个机械零件的大圆直径平均值、大圆直径方差、大圆-中圆
圆心距平均值、大圆-中圆圆心距方差、小圆-小圆圆心距平均值、小
圆-小圆圆心距方差、点线距离平均值、点线距离方差、线边距离平

均值、线边距离方差、线夹角平均值和线夹角方差。

(十) 界面布局及数据显示

设计测量结果及分析界面主窗口，参考如下图 5，需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；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，并以“OK”、“NG”在图中显示。



图 5 测量结果及分析界面参考

把测量的数据通过网络通讯工具发送到客户端，并实时显示在指定的窗口位置上，数据包括大圆直径平均值、大圆直径方差、大圆-中圆圆心距平均值、大圆-中圆圆心距方差、小圆-小圆圆心距平均值、小圆-小圆圆心距方差、点线距离平均值、点线距离方差、线边距离平均值、线边距离方差、线夹角平均值和线夹角方差。

客户端接收的数据的显示格式如下图 6。

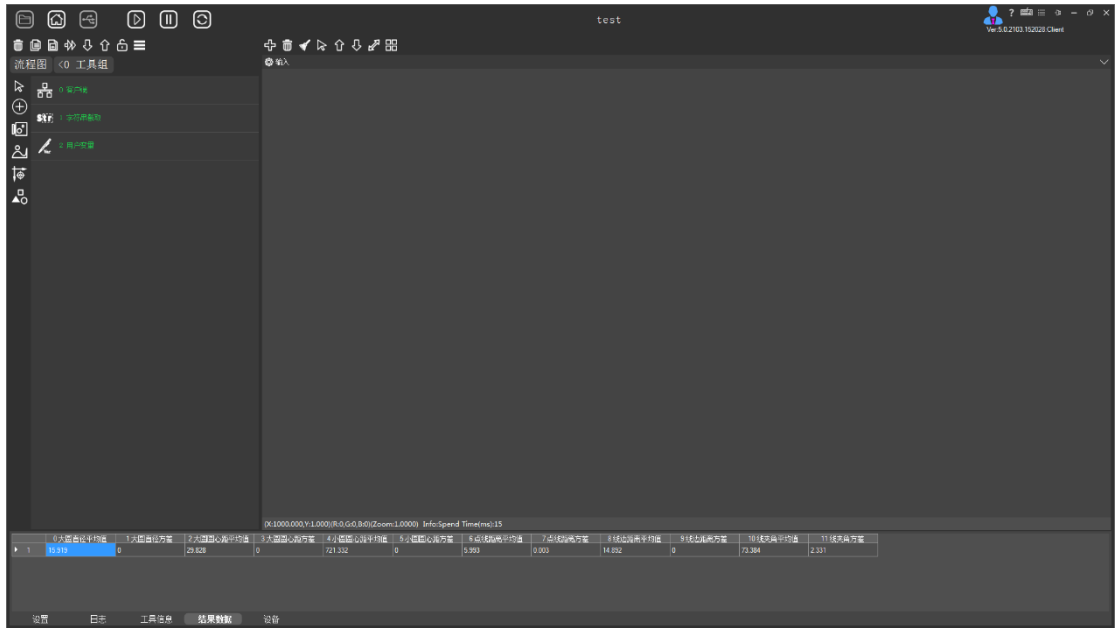


图 6 客户端接收界面参考

六、工作流程参考

(一) 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，相机可在正常采集到图像，工作距离符合要求、相机视野合适，视野范围覆盖检测区内的 1 个机械零件；图像清晰，曝光设置合理；

光源安装调试完成，光源开关，亮度调好；

X,Y,Z 各轴可正常控制，速度合理，拍照检测区位置示教合理；

相机标定，手眼标定已完成。

(二) 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. 选手把机械零件随机放置到检测区，每块机械零件不重叠、不超出检测区的范围；
2. X,Y 平台运动到拍照位 1，触发上方环形光源点亮，同时触

发相机拍照，识别读取二维码信息；

3. 触发背光光源点亮，同时触发相机拍照，完成尺寸综合测量；

4. 测量数据分析比较，生成测量数据报表，发送测量数据到客户端；

5. 控制 X,Y 平台运动到拍照位 2，重复步骤 2、步骤 3、步骤 4 中工作内容，直到 4 个机械零件检测完毕。

七、附录

附录一、视觉硬件及参数列表

工业相机

类别	编号	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	2448x2048	>20	全局	黑白	2/3"	GigE
2D 相机	相机 C	2592x1944	>10	滚动	彩色	1/2.5"	GigE
3D 相机	3D 相机	1920x1080x2	>10	滚动	彩色	2/3"	USB3.0

工业镜头

类别	编号	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	12mm 镜头	500 万像素	12mm	F2.0	>100mm	1/1.8"
工业镜头	25mm 镜头	500 万像素	25mm	F2.0	>200mm	2/3"
工业镜头	35mm 镜头	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	编号	主要参数	颜色	备注
环形光源	小号环形光源	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	中号环形光源	45 度环形, 发光面外径 120, 内径 80mm	G	
环形光源	大号环形光源	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	外框尺寸 mm	圆/格间距 mm	外圆环直径 mm	内圆环直径 mm	精度 mm
标定板 A	100x100	20	5	3	±0.01
	50x50	10	2.5	1.5	±0.01
	20x20	4	1	0.6	±0.01

类别	外框尺寸 mm	方格边长 mm	方格数量	精度 mm
标定板 B	180x120	15	11x7	±0.01

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。

下表分别表示的是英制的芯片尺寸，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：

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

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

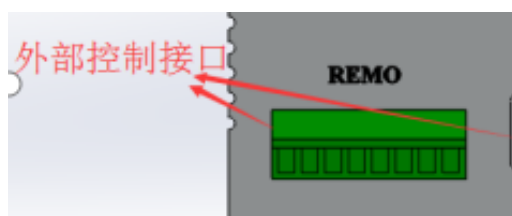
	C 接口摄像机	CS 接口摄像机
C 接口镜头	○	○*2
CS 接口镜头	×	○

*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&。

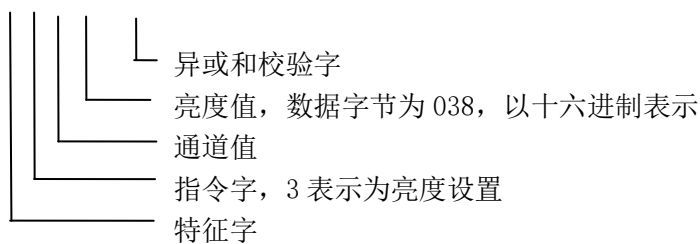
◇ 通道字 = 1, 2, 3, 4。分别代表 4 个通道。

◇ 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 I 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	562	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 I 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

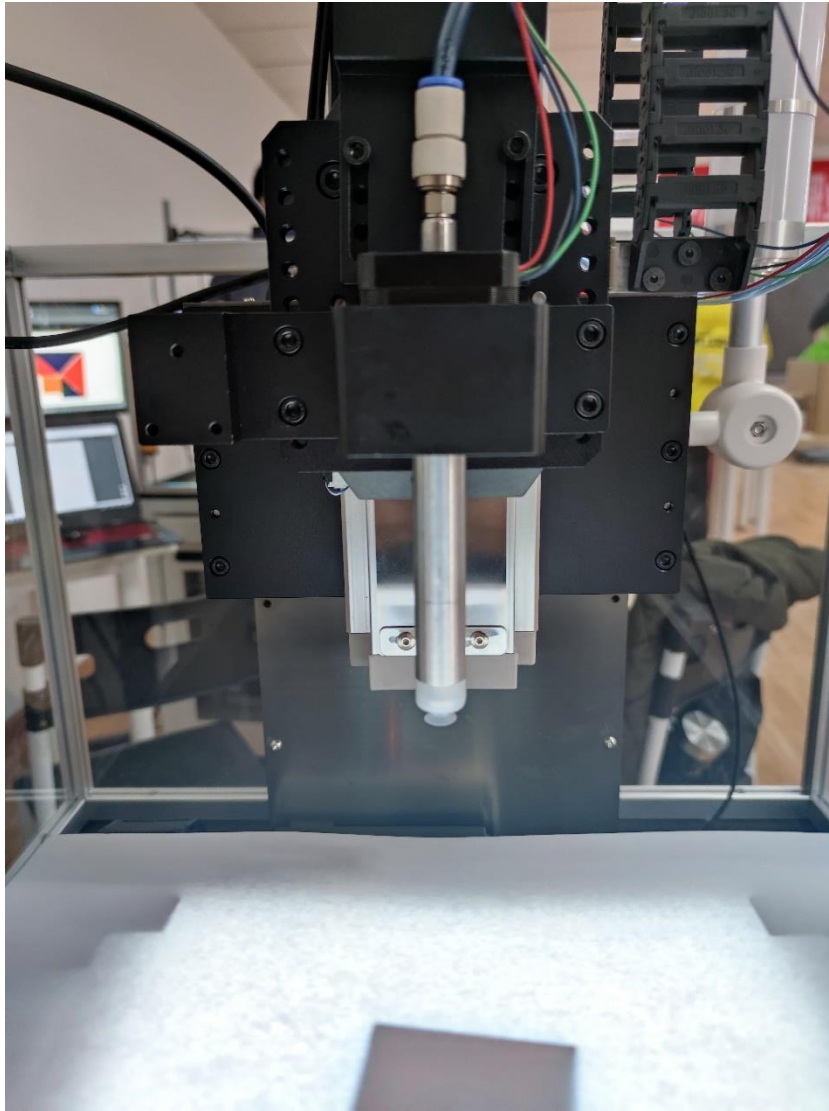
打开 2 通道：\$120381C

	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

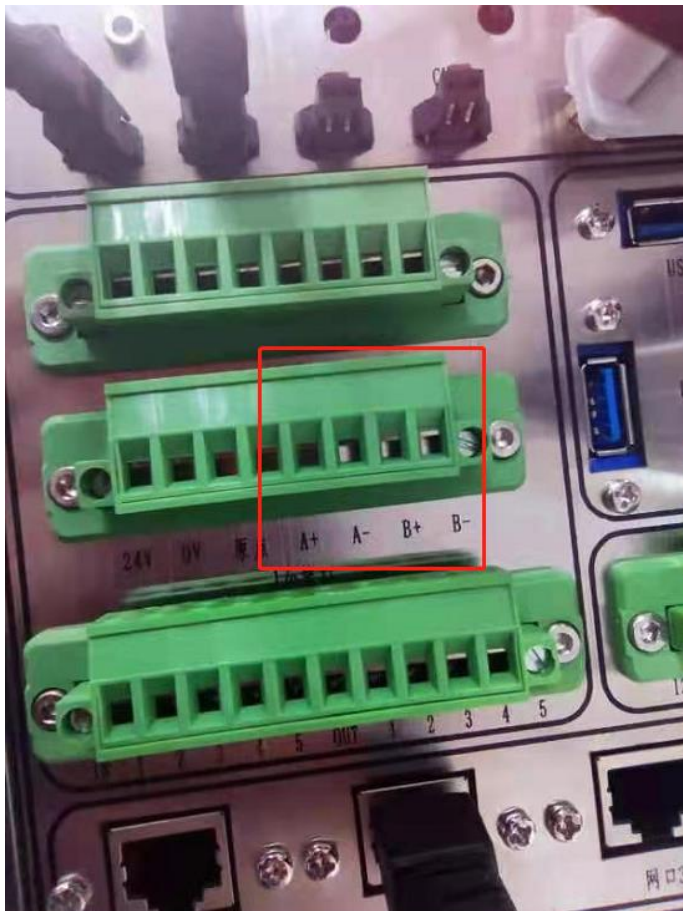
附录六、旋转轴的安装及接线说明



θ 轴如上图所示，共有四根线需要接入控制面板。



接线分别为 A+ A- B+ B-，将对应接线端子接入到控制面板上。



附录七

相机、镜头、光源的选型计算报告

赛位号_____

