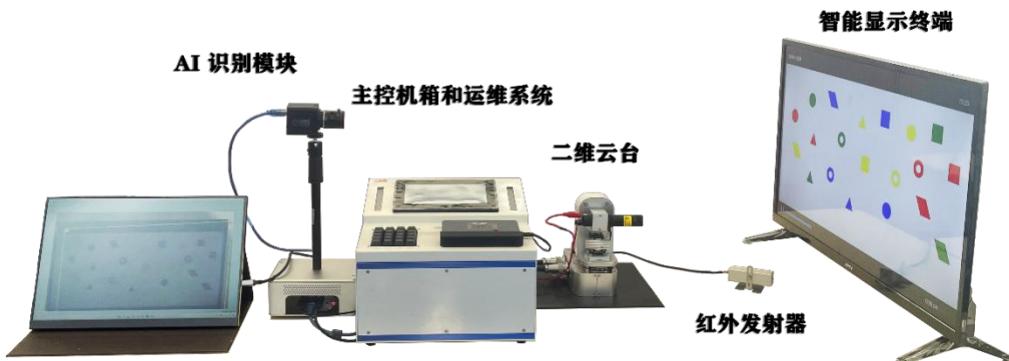


# 2024 年上海高职院校学生技能大赛

“GZ029 智能电子产品设计与开发” 赛项试卷

题目：模拟工业传送带物品检测系统的设计与开发



北京杰创永恒科技有限公司研发的模拟工业传送带物品检测系统主要由智能显示终端、AI识别模组、二维云台、主控机箱和运维系统等模块组成。其中AI识别模组主要由高清摄像头、图像处理与识别主机（安装有图像识别软件）组成，主控机箱主要由口袋机（主控板）、键盘、运维系统（触摸屏），以及机箱中的多个功能电路板组成。当使用智能电视机播放模拟传送带视频时，通过AI识别模组从电视屏幕上检测指定的物品，当发现符合特征的物品时，将物品坐标发送给主控机箱上的主控板，主控板控制红外发射器发射红外信号控制视频暂停播放同时二维云台带动激光笔指示屏幕上的物品，并进行语音播报，同时将各种信息发送给运维系统。

## 1 竞赛任务

在智能电视机上播放工业传送带传输物品视频，模拟工业传送带物品检测系统（以下简称物品检测系统）通过摄像模块观察检测传送带上传输的物品，当发现符合指定特征的物品时，语音播报示意，并同时用云台控制激光笔照射在所发现的物品上。

按赛题要求，学习所发的技术资料，利用现场配备的元器件、模块、设备、器材，以及自带的部分电路模块，完成物品检测系统的系统配置、电路设计、软件仿真、电路焊接、故障修复、微处理器应用软件设计、软硬件调试、系统测试等工作，完成这一智能系统的设计与开发。竞赛期间所有需要提交的文件根据现场要求命名，存放到指定目录。

1. 1. 根据本赛题及所给 U 盘中的技术资料，分析物品检测系统的工作原理和功能要求。
1. 2. 系统中有一指定功能电路，在任务书中描述了功能及性能指标要求；利用电路仿真软件（Multisim）完成电路设计，包括器件选型及参数设置。
1. 3. 利用电路仿真软件（Multisim）进行指定功能电路的仿真运行，并使用软件中的虚拟仪器实现对指定功能电路的信号特征（波形、频率、幅度）进行测量。
1. 4. 根据赛题提供的某处理器控制板的纸质原理图，在相应软件中绘制原理图，并按照印刷电路板约束条件要求，将其绘制成印制电路板（在下发的 U 盘中提供原理图封装库和 PCB 封装库）。

1. 5. 典型电路分析及故障排除。现场提供某典型故障电路板，参赛队员根据原理图分析其功能及性能指标，测量分析电路板中存在故障，完成对电路板的故障维修任务；撰写描述故障现象、成因分析、维修方法的电子文档，保存到 U 盘，并用微处理器主控板对修复的电路进行测试，并在设备 LCD 显示器上显示测试结果。
1. 6. 现场下发焊接套件（包括空的 PCB 板和电路板上的元件），根据电路原理图和丝印位号图将 PCB 板焊接好，同时根据下发资料中的描述将 PCB 板上存在的故障使用飞线等方式修复好，然后将下发的 U 盘中的测试程序烧录到口袋机对 PCB 板进行测试，使其能够实现任务中描述的功能。
1. 7. 改造现场提供的激光笔，使之通断可控；激光笔固定在云台上，激光笔最前端到智能电视机屏幕垂直距离  $50 \pm 2\text{cm}$  内，系统控制云台用激光笔光束指向某几个指定的位置；位置可通过键盘设置。
1. 8. 根据系统要求，将现场提供的简易机箱、AI 视觉模块、二维云台、智能电视机等设备摆放到合适的位置，并完成电气连接和系统组装。必须将包含物品传送带模拟视频的 U 盘插入智能电视机提供的接口，并确保系统中的各个模块与智能电视机不存在物理连接。
1. 9. 完成 STM32F407 处理器的应用软件设计，使物品检测系统达到规定的功能要求。在播放视频时，系统检测的形状、颜色

由裁判现场抽取的编号确定；发现特征物品时，以语音播报、激光笔指示等方式展示检测结果。模拟工业传送带的视频有静止、低速和高速度三种不同难度状态。所编写的软件程序代码需保存到 U 盘中。

1.10. 系统工作时，需要在系统内的 LCD 显示器上显示检测到的物品信息，显示信息满屏后自动向上滚动。

1.11. 物品检测系统以 RS-485 通信方式(通信协议在 U 盘中提供)向运维系统发送检测结果。物品检测系统在工作中，每发现符合特征条件的物品时，通过 RS-485 通讯接口，向运行维护系统发送报文；在检测工作结束时，发送不同难度状态下物品检测统计数据。（报文的具体格式和要求详见任务书）

## 2 竞赛时间

竞赛时间为 4 小时。

## 3 工作要求

用 32 英寸智能电视机播放工业传送带传输物品的视频，模拟工业传送带传输物品。物品检测系统用摄像模块观察检测传送带上传输的物品，在发现符合指定特征（形状、颜色等）的物品时，用语音播报示意，并同时用安装在云台上的激光笔光束照射在所发现的物品上指示。

激光笔需要在现场加以改造后使用，即未发现物品时激光笔不得开启；发现特征物品后指示时，激光笔方能开启，并使光斑持续1s以上稳定照射在物品中心。

在动态检测条件下，物品检测系统在检测分析特征物品时，可使电视机暂停播放，待检测指示完成后，再控制电视机恢复播放视频；连续播放时间累计15s，检测到物品每次暂停播放时间不超过10s。

云台的控制方式及参数详见U盘提供的数据资料，可选择使用现场配备的驱动电路板控制云台。

1.10-1.11所述功能需在系统自主运行情况下完成，工作期间不得人为干预。

#### 4 功能实现

参赛队需完成器件选型、电路设计、仿真测试、PCB设计、电路焊接、电路障诊断与维修、系统应用软件设计、系统联调、工作运维等多项任务。

物品检测系统由多个功能模块组成，在竞赛中，首先确保微处理器能够正常运行，能够下载更新软件；测试自带或现场提供电路板模块、电气部件等，确保都能够正常工作；根据赛题要求对部分部件进行改装、安装；测试分析故障电路，在排除故障后测试性能；在微处理器模块的支持下，对人机交互、图像检测、云台控制、通信联络等功能进行单独测试或调试，最终进行系统联调。

## 4.1 电子电路设计

电子电路设计包括器件选型、电路设计、仿真测试和印刷电路板图设计两部分竞赛内容。

### 4.1.1 器件选型与电路设计仿真

针对指定功能电路，利用电子电路仿真软件（Multisim）进行器件选型、电路设计、参数设置等设计工作，电路图应正确且紧凑、美观。

电路应能够仿真运行，选择配置虚拟仪器，测试输出信号的波形、频率、幅度，设计表格记录上述参数。然后绘制指定功能电路的原理图和 PCB 图。

参赛队所绘制的原理图、仿真测试结果文件均需保存到 U 盘。

### 4.1.2 印刷电路板设计

印制电路板设计需利用嘉立创 EDA 或 Altium Designer 软件绘制电路的印刷电路板图。

根据赛题指定的某处理器控制板的纸质原理图，绘制原理图，并按照印刷电路板约束条件要求，将其绘制成印制电路板，将工程文件保存到 U 盘中，将 U 盘上交给裁判。

## 4.2 典型故障电路板功能分析及故障排除

典型故障电路板包括但不限于信号发生电路、波形变换电路、信号放大电路等。参赛队员对原理图进行分析，描述电路板的功能及性能指标；对电路板测试，根据故障现象分析故障原因，完

成对电路板的故障维修任务，使电路板能够正常运行工作；运用微处理器主控板对电路板的输出进行采样，并显示信号及参数。

### 4.3 物品检测系统的装调

#### 4.3.1 物品检测系统构成

物品检测系统中应该包含的模块与部件如下：

- 1) 微处理器主控板
- 2) 液晶显示和键盘电路板
- 3) 电源模块
- 4) 云台与激光笔
- 5) 功率驱动板
- 6) 摄像模块（及支架）
- 7) 语音模块
- 8) RS-485 通信板
- 9) 电气连接件
- 10) 智能电视机

#### 4.3.2 物品检测系统的安装与调试

构成系统的部分电路模块需要现场装调或改装。

1) 改装现场提供的激光笔，使之通断可控；将激光笔固定在云台上。系统可以由键盘设置目标位置，设计微处理器软件，通过功率驱动板控制云台，可控制激光笔光束指向某指定的目标位置。

参赛队需自行完成物品检测系统的结构安装、电气连接和调试测试工作。需要时可利用现场提供的加工条件，在指定区域对机箱进行适当加工改造。

#### 4. 3. 3 物品检测系统的功能实现和运维

##### 1) 系统软件设计

根据所选择的微处理器，进行系统软件设计。其中包含键盘及显示器等人机交互软件，摄像模块通信及图像分析软件，云台控制软件，工作运维信息通信软件等。

##### 2) 物品检测功能实现

根据现场选题，决定需检测物品的特征，如物品的形状与颜色。

采用插入 U 盘方式在智能电视机上播放视频，模拟物品检测传送带场景，播放的视频有以下三种不同难度等级，

电视机上以静止图片方式，连续播放 3 幅图片，每幅图片停留 10 秒；

电视机上以低速（ $6\sim10\text{cm/s}$ ）播放连续视频，播放 15s；

电视机上以高速（ $10\sim30\text{cm/s}$ ）播放连续视频，播放 15s；

系统检测到待测物品时，先以语音播报提示，然后用激光笔照射检测到的物品。

##### 3) 物品检测系统运维

物品检测系统在工作中，每当发现符合特征条件的物品时，通过 RS-485 通讯接口，向运行维护系统发送一条报文，通信协议在下发的 U 盘中提供；在检测工作结束时，将在不同检测难度条

件下检测到的物品统计数据发送一组报文给运行维护系统。运维管理由触摸屏实现，触摸屏已配备软件，可显示接收到的报文。上述检测结果，也需要在系统内的 LCD 显示器上显示，显示信息满屏后自动向上滚动；测试结束后，可采用翻页方式显示已以往的显示信息。LCD 显示格式要求由 U 盘提供。详细的报文格式和内容参见任务书。

参赛选手在编写程序时将反映物品检测系统工作状态的数据按规定的通信协议传输到触摸屏。

#### 4.3.4 人机交互要求

##### 1) 键盘定义

键盘的布局及定义如下图 1 所示，由 0~9 数字键，“上”、“下”、“左”、“右”显示控制键，F1~F4 功能键，“D”、“E”备用键等构成。

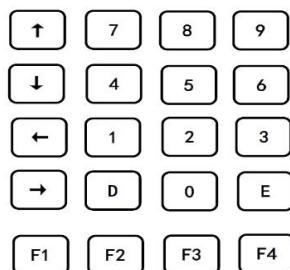


图 1 系统键盘定义图

- “0~9” 数字键可供输入数字。
- F4 定义为键盘设置目标坐标，控制激光笔指向目标的工作模式的启动与停止。
- F1~F3 分别为三种物品检测难度条件工作模式的启动与停止。

##### 2) LCD 显示器工作要求

系统上电启动后，处于待命工作状态，显示器上显示指定信息。

在 F1~F4 四种工作模式下，分别显示表征各自工作模式的文字，也可包含数字。同时还需要工作计时、特征物品静止位置坐标等信息。

3) 系统工作中 LCD 显示器上显示的内容与格式、位置及灰度(或颜色)等项要求，根据任务书中的要求确定。

#### 4.4 职业素养

职业素养包括安全用电、操作规范、环境整洁、文明比赛，团队合作与职业道德等方面的内容，要求选手在竞赛过程中模范遵守。同时还要通过作品考察参赛队员的工程能力、工艺水平及作品美观性。

### 5 技术文件要求

技术文件包括提供给参赛队的资料文件与指令文件，以及需要参赛队完成的技术文件。

#### 5.1 提供给参赛队的技术文件

需提供给参赛队的文件包括但不限于：

- 物品检测调试视频
- 物品检测测试视频
- 微处理器主控板原理图
- 典型故障电路板原理图
- LCD 显示器显示格式要求
- RS-485 通信协议
- 云台、语音模块等模块部件的数据手册
- 参赛队提交文件命名要求

## 5.2 参赛队完成并提交的技术文件

参赛队提交的电子文件均采用 U 盘保存后提交，技术文件包括但不限于：

- 指定功能电路原理图及仿真运行测试截图
- 某微处理器主控板 PCB 图
- 典型故障电路板故障测试及修复方法
- 物品检测系统实现任务与功能所编写的源程序

各队完成的全部文件存放在“XXX 提交文件”目录中（XXX 为参赛队的工位号）。

因保密要求，在电路原理图和 PCB 图文件中不得出现学校名称、参赛选手姓名等信息；提交的电子文件按照指定规则命名，不得以其它名称命名电子文件。电子文件名称如不符合命名规则，体现出参赛队信息的，该队该项竞赛成绩将被取消。

## 5.3 技术文件上交方式

原理图、线路板图及源程序等工程文件均需提交电子文档，采用 U 盘保存。