

2018 年全国职业院校技能大赛高职组
“GZ-2018084 电子产品设计及制作”赛项赛卷十
题目：水果采摘机器人控制器设计及制作

1 竞赛任务

按赛题要求，利用所发的技术资料、元器件及器材完成水果采摘机器人控制器的设计和装调任务，进行 Cortex-M3 系列 STM32F103ZET6（LQFP144）处理器或 STC 单片机 IAP15W4K61S4（LQFP64S）的软件设计，完成该控制器的设计及制作。

- 1.1 根据本赛题及所给光盘中的技术资料分析水果采摘机器人控制器的工作原理和功能要求；
- 1.2 根据赛题所给的机器人控制器原理图和印刷电路板约束条件，利用 Altium Designer 软件绘制印刷电路板图；
- 1.3 完成赛项所提供印刷线路板的焊接任务；
- 1.4 利用赛项提供的机器人控制器机箱及套件完成结构设计和整机安装，包括开关、电源、电路板、插座的安装及机箱内走线的规划；
- 1.5 完成机器人控制器的功能调试，使其达到规定的技术指标，实现水果采摘机器人的正常工作；
- 1.6 完成 STM32F103 或 IAP15W4K61S4 处理器软件的编写，使水果采摘机器人达到规定的功能要求。

2 竞赛时间

竞赛时间为 8 小时（9:00-17:00）。

3 功能要求与技术指标

3.1 原理说明

水果采摘机器人为三自由度机器人，可以对摄像头的图像识别，实现对成熟水果的自动采摘，其机构如图 1 所示。

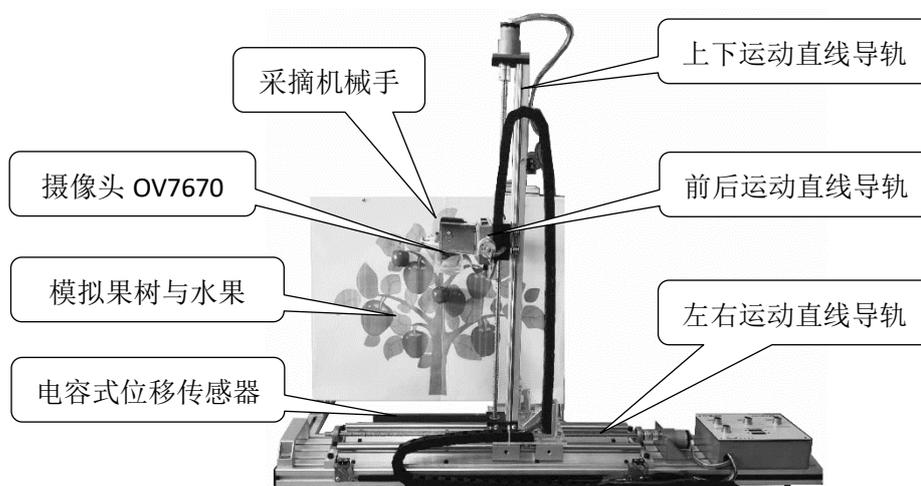


图 1 水果采摘机器人

水果采摘机器人由三个直线导轨分别控制采摘机械手的左右、上下和前后运动，实现对模拟果树上成熟水果的自动采摘。左右运动导轨的驱动为带编码器的直流减速电机，并安装电容式位移传感器，在导轨的两端安装防撞的行程开关；上下运动导轨的驱动为带编码器的直流减速电机，在导轨的两端安装防撞的行程开关；前后运动导轨的驱动为直流减速电机，在导轨的两端安装防撞的行程开关；采摘机械手的驱动为舵机；在机械手夹持板的一边内侧安装力传感器，可以检测夹持水果的力度，在机械手的下方安装摄像头，用于识别成熟红色水果，实现自动采摘。水果采摘机器人还配有摇杆电位器控制板，与控制器有线连接，可手动控制采摘机器人的工作。

3.2 功能实现

水果采摘机器人要求能实现对模拟果树上成熟水果的手动控制采摘或自动控制采摘。水果采摘机器人控制器由微处理器(STM32 或 51)电路，显示与键盘电路，传感器测量电路，A/D 转换电路，电机驱动电路和电源电路等部分组成。

参赛队需完成水果采摘机器人控制器的印刷电路板绘制，线路板的焊接与调试，控制器的安装与调试，控制器指定功能的软件编程与调试等多项竞赛任务。

3.2.1 印刷线路板的绘制

根据赛题所指定的水果采摘机器人控制器原理图和印刷电路板约束条件，利用 Altium Designer 软件绘制该控制器的印刷电路板图。

控制器原理图由 CPU 电路单元、人机接口电路单元、传感器测量电路单元、A/D 电路单元、功率输出电路单元、电源电路单元等几部分组成，每一单元电路都有若干种选择，印刷线路板的外形结构也有若干种选择。根据不同的组合组成 10 号赛卷的线路板绘制抽取方案，由裁判长指定相关人员在比赛前三天内按该方案随机抽取各单元电路和外形结构，组成完整的控制器原理图和外形结构。

线路板约束规则要求：双层印刷线路板，最小间距 10mil（集成电路引脚间距不受此约束），最小线宽 10mil，过孔最小孔径 15mil，过孔最小直径 30mil，敷铜最小间距 10mil。

参赛队所绘制的水果采摘机器人控制器原理图和印刷电路板图电子稿采用光盘刻录的形式上交。

3.2.2 印刷线路板焊接与调试

微处理器核心板(DCP-401 或 DCP-301)，功率 H 桥 PWM 输出电路板(DCP-218)和多功能万用板(DCP-226)为散件，需参赛队自己焊接和调试。

3.2.3 水果采摘机器人控制器的安装与调试

水果采摘机器人控制器的装调工作要求在如图 2 所示的机箱中完成。安装套件包括机箱、开关电源、前面板、后面板、安装底板、微处理器核心板(STM32 或 51 单片机)、人机接口电路板、传感器测量电路板、A/D 转换电路板、功率输出电路板以及必要的电气附件。

其中左右运动导轨的位置测量采用直流减速电机上的编码器测量，不采用电容式位移传感器测量。



图 2 水果采摘机器人控制器机箱图

水果采摘机器人控制器的具体线路板构成如下：

- 1) DCP-401 或 DCP301 微处理器核心板；
- 2) DCP-202 数码管显示和键盘电路板；
- 3) DCP-208 ADS1118 串行 A/D 转换电路板；
- 4) DCP-216 功率运放输出电路板；
- 5) DCP-218 功率 H 桥 PWM 输出电路板；
- 6) DCP-226 多功能万用板。

参赛队需自行完成水果采摘机器人控制器机箱内的结构设计和装调工作。以上线路板的原理图、印刷线路板元件布置图、元件清单均在电子文件“水果采摘机器人控制器装调”文件夹中。

水果采摘机器人控制器的前面板安装微处理器核心板 DCP-202 数码管显示和键盘电路板、摇杆电位器接口和电源开关。前面板的布置如图 3 所示：

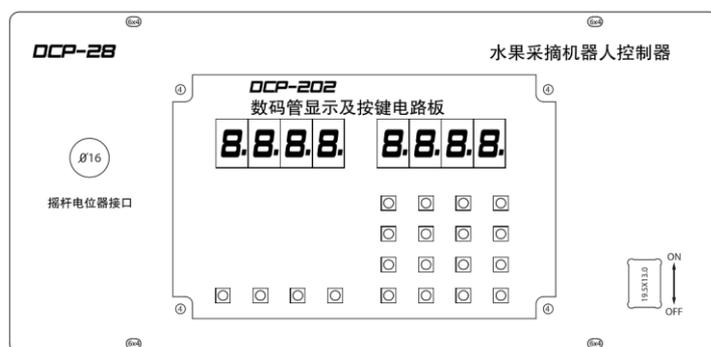


图 3 水果采摘机器人控制器前面板图

水果采摘机器人控制器的后面板的布置如图 4 所示，安装有三个接线插座和带保险丝的电源插座。其中端口 1 连接左右运动导轨电机及编码器、电容式位

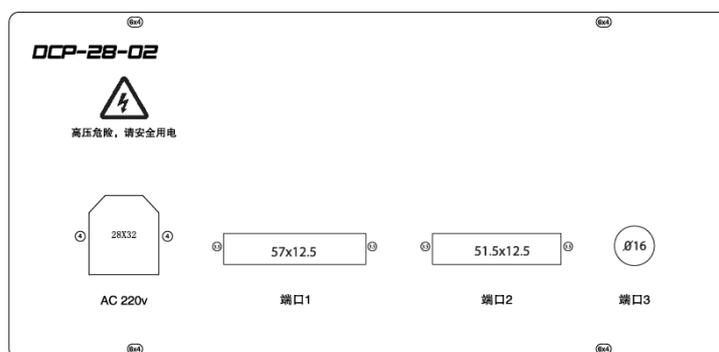


图 4 水果采摘机器人控制器后面板图

移传感器的信号，端口 2 连接上下运动导轨电机及编码器、前后运动导轨电机的信号，端口 3 连接机械手舵机、摄像头和力传感器的信号。

控制器整机的安装工艺评分和印刷线路板的焊接工艺评分将在比赛结束、整机功能测试后集中进行，比赛过程中不对印刷线路板的焊接工艺单独评分。

3.2.4 水果采摘机器人的功能要求

水果采摘机器人控制器前面板的按键功能定义如图 5 所示：

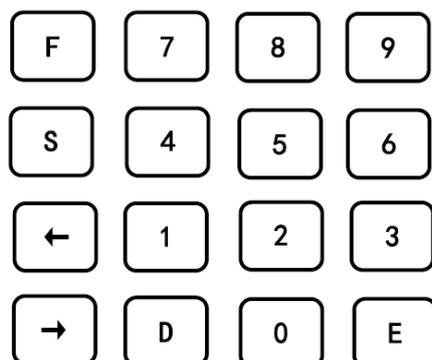


图 5 控制器按键定义图

通过控制器前面板的数码管显示和按键，可以实现水果采摘机器人的参数设定、手动模式采摘和自动模式采摘。

- ◎ 要求系统通电后核心板上蜂鸣器鸣叫 1 秒，数码管显示“8765 4321”八个数字，并以 1 秒的速率循环右移。
- ◎ 圆形区域设定：按键设定采摘时采摘机械手查询和采摘的区域。区域设定为圆形，圆心坐标和查询圆半径可通过按键设定，在模拟果树的平面上绘有坐标刻度，坐标值的单位为 mm。自动采摘时只采摘区域内的成熟水果。设定过程如下：

S01 ; S01 为圆心坐标，按 E 键确定。
 ↓
 □□□□x□□□□ ; 输入圆心坐标值，按 E 键或 S02 确定。
 ↓
 S02 ; S02 为圆的半径，按 E 键确定。
 ↓
 □□□□ ; 输入圆的半径值，按 E 键确定。

- ◎ 夹持力控制功能：对机械手的夹持力的大小进行控制。通过前面板的按键在前 4 位数码管上设置给定夹持力的大小，以力传感器的输出电压显示。按 D 键后机械手舵机夹紧水果，要求在后 4 位数码管上显示实际夹持力达到给定值并保持 5 秒后放松，或再按 D 键后机械手舵机放松。设定过程如下：

S03 ; S03 为夹持力控制功能选择，按 E 键确定。
 ↓
 □□□□x□□□□ ; 前 4 位输入给定夹持力，后 4 位显示实际夹持

力,保持5秒后或再按D键后机械手舵机放松。

- ◎ 手动清理子功能：对变质的水果进行清理。手动清理由摇杆电位器控制板控制，两个电位器控制机械手的左右运动和上下运动，按键按下时机械手往前运动，到位后机械手夹紧清理，按键放开后机械手退后，到位后机械手放开水果落下。
- ◎ 自动采摘模式：按下D键后开始自动采摘，采摘区域为参数设定所界定的区域。控制器需读取摄像头的图像结果，找出水果的具体位置实施采摘。要求在采摘过程中数码管交替显示机械手的位置坐标值、力传感器上的输出电压和累计采摘数量。当机械手在运动过程中，数码管显示坐标值；当机械手夹持有水果时，数码管显示力传感器的输出电压；当水果释放后3秒内显示累计采摘数量。
- ◎ 自动采摘结果查询：自动采摘完毕后，可以对采摘结果进行查询，查询过程如下：



- ◎ 在自动采摘时，若机械手的夹持力过大，会触发机械手下方线路板上蜂鸣器，提示采摘水果破损，判定为采摘失败。

3.3 功能的分步实现

本赛题包含印刷电路板设计、印刷电路板焊接和调试、水果采摘机器人控制器的装调、控制器软件的编写几方面内容，参赛队在设计及制作时可分步完成以上各项内容。

在参赛队自己焊接的微处理器核心板 DCP-401 或 DCP301 不能正常工作时，可以采用训练板 DCP-401 或 DCP-301 代替，DCP-218 功率 H 桥 PWM 输出电路板不能正常工作时可以采用训练板 DCP-218 电路板代替，但会影响参赛队的得分。

4 技术文件要求

各队完成的全部文件存放在“2018QG××”（××为2位数字，即竞赛队工位号）文件夹中，提交的电子文件采用统一命名规则（类型名+工位号），

