

2022 年全国职业院校技能大赛高职组
“GZ-2022029 电子产品设计及制作”赛项赛卷五
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装调和测试任务，进行 Cortex-M3 系列 STM32F103ZET6（LQFP144）处理器或 51 系列 STC 单片机 IAP15W4K61S4（LQFP64S）的软件设计，完成该控制器的整机设计及制作。

- 1.1 根据本赛题及所给 U 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，并将线路板用于机器人控制器中；
- 1.4 完成某一成品线路板的故障排除任务，该线路板将用于机器人控制器中；
- 1.5 利用赛项提供的水果采摘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；
- 1.6 完成水果采摘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；
- 1.7 完成 STM32F103 或 IAP15W4K61S4 处理器控制软件的编写，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执行机构，在 Z 轴安装有摄像头和机械手，通过对摄像头获取的图像识别，实现对水果的手动或自动采摘。其机构如图 1 所示：

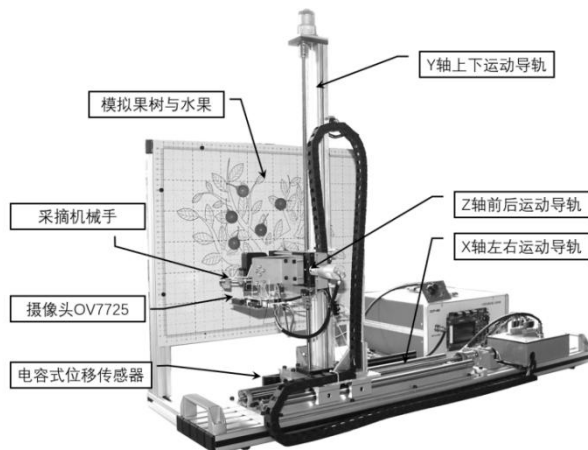


图 1 水果采摘机器人

水果采摘机器人由三个直线导轨分别控制机械手的左右、上下和前后运动，实现对模拟果树上水果的采摘。X 轴左右运动导轨的驱动电机有三种，分别为带编码器的直流减速电机、直流无刷电机和步进电机，可根据赛题要求更换，并安装有电容式位移传感器、红外测距传感器和激光测距传感器，在导轨的两端安装有防撞行程开关；Y 轴上下运动导轨的驱动为带编码器的直流减速电机，在导轨的两端安装有防撞行程开关；Z 轴前后运动导轨的驱动为直流减速电机，在导轨的两端安装有防撞行程开关；安装在 Z 轴上采摘机械手的驱动源为舵机；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，用于识别水果的颜色，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，可手动控制水果采摘机器人的各种动作。

3.2 功能实现

水果采摘机器人要求能实现对模拟果树板上不同水果的识别和采摘，采摘模式有手动采摘与自动采摘两种。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线路板绘制、线路板的焊接与调试、某一线路板的故障排除、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线路板约束条件，利用 Altium Designer 软件绘制该控制器的印刷线路板图。要求所用元器件均采用 3D 模型，其中某一个元器件需要参数队自行建模，所绘制的印刷线路板可以进行三维展示。

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，印刷线路板外形结构和自行建模元器件也有若干种选择。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、外形结构和自行建模元器件，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线路板图电子稿采用两个 U 盘拷贝相同内容，一式两份上交。

3.2.2 印刷线路板焊接与调试

功率 H 桥 PWM 输出电路板（DCP-218），直流无刷电机驱动板（DCP-229）为散件，需参赛队自己焊接和调试。若焊接的线路板不能正常工作，可以采用成品线路板替代，但将扣除线路板调试部分任务的分数。

3.2.3 某一线路板的故障排除

排除 DCP-28-1-PAIGU.PCB 线路板上的故障，并填写线路板故障维修记录表，在该线路板功能正常后，用于控制器的组装。若未能正常工作，可采用成品线路板 DCP-28-1.PCB 替代，但将扣除未能排除相应故障的分数。

3.2.4 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驱动电机采用直流无刷电机，位置测量采用直流无刷电机上的霍尔信号测量，不采用电容式位移传感器、红外测距传感器和激光测距传感器测量。



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前面板安装 DCP-204 液晶显示和键盘电路板、摇杆电位器接口和电源开关。前面板的布置如图 3 所示：

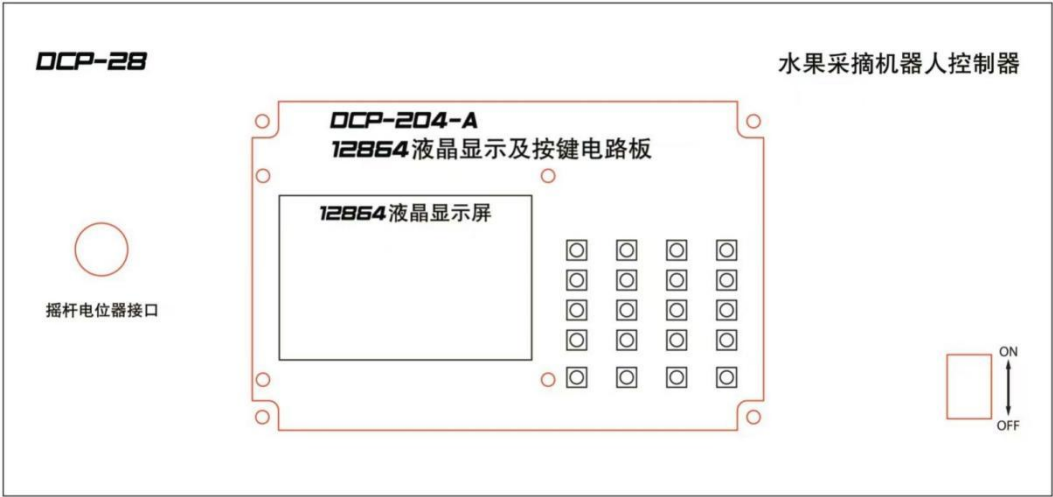


图 3 水果采摘机器人控制器前面板图

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 7 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，其余 4 个接线插座的定

义在后面板已用文字表明。参赛队根据赛题的硬件要求选用对应的接线插座接线。

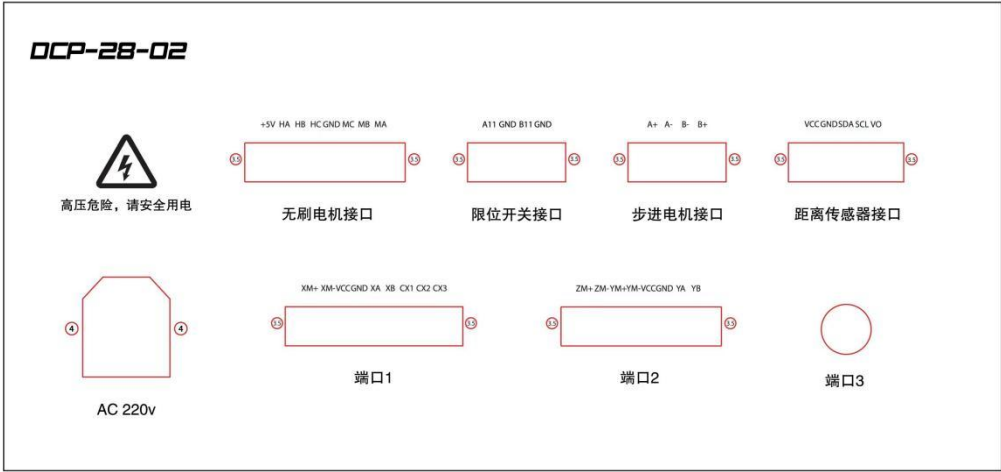


图 4 水果采摘机器人控制器后面板图

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-204 液晶显示和键盘电路板；
- 3) DCP-206 ADS7950 串行 A/D 转换电路板；
- 4) DCP-218 功率 H 桥 PWM 输出电路板；
- 5) DCP-28-1-PAIGU 信号调理电路板；
- 6) DCP-229 直流无刷电机驱动板。

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。

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。

3.2.5 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：

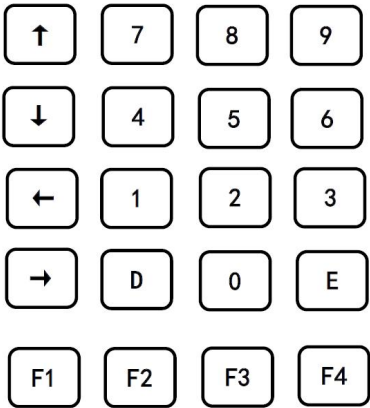


图 5 控制器按键定义图

通过控制器前面板的液晶显示屏和按键，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。

© 要求系统通电后显示界面一如图 6 所示，显示参赛队自己的工位号，核

心板上蜂鸣器鸣叫 1 秒，界面底部“按 E 键进入主界面”每隔 1 秒闪烁一次，按下面板上的 E 键，进入主界面。

采摘机器人控制器
工位号：□□

按 E 键进入主界面

图 6 界面一

◎ 主界面如图 7 所示，通过前面板的按键上相应的数字键选择进入对应的子功能界面。

1、区域设定
2、区域巡边
3、存放位置设定
4、自动采摘

图 7 主界面

◎ 区域设定子功能界面如图 8 所示，通过前面板的按键设定采摘时采摘机械手查询的区域。区域设定为三角形，三角形三个顶点的坐标可通过按键设定，设定方法自拟。在模拟果树的平面上绘有坐标刻度，坐标值的单位为 mm。该界面退出后返回主界面。

三角形坐标点：
□□□X□□□
→□□□X□□□
□□□X□□□

图 8 区域设定功能界面

机械手坐标：
□□□X□□□
巡边时间：
□□.□S

图 9 区域巡边子功能界面

◎ 区域巡边子功能界面如图 9 所示，要求机械手沿区域边界运动一周，运动起始点为三角形区域设定的第一个坐标点，随后运动至第二个坐标点、第三个坐标点，最终至第一个坐标点。按 D 键后开始区域巡边，机械手坐标实时显示机械手的当前位置，巡边时间动态显示巡边时间，从巡边起始点开始计时，至巡边结束停止计时。该界面退出后返回主界面。

◎ 存放位置设定子功能界面如图 10 所示，可以将采摘后的水果存放到模拟果树板上设定的适当位置。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，当运动到某个适当的位置时按下按键，

机械手坐标：
□□□X□□□
第 N 个存放位置：
□□□X□□□

图 10 存放位置设定子功能界面

则设定此位置为第 1 个水果存放位置。同样方法可设定最多 6 个存放位置。界面中机械手坐标显示机械手的实时坐标值，“N”为数值 1-6，可由键盘直接输入。该界面退出后返回主界面。

- ◎ 自动采摘子功能界面如图 11 所示，通过前面板的按键上相应的数字键选择进入对应的子功能界面。该界面退出后返回主界面。

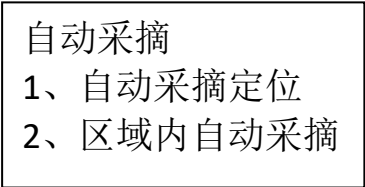


图 11 自动采摘子功能界面

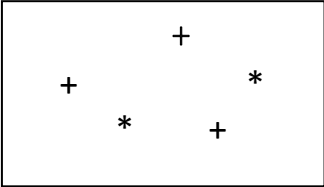


图 12 自动采摘定位子功能界面

- ◎ 自动采摘定位子界面如图 12 所示，将模拟果树整体映射到显示屏上，由安装在机械手上的摄像头对区域设定三角形内的区域进行扫描，根据摄像头的图像结果定位成熟(红色)水果的坐标值，在显示屏上相应位置用“+”标注，对于还没有成熟(绿色)水果，则在显示屏上相应位置用“*”标注。该界面退出后返回自动采摘界面。
- ◎ 区域内自动采摘子界面如图 13 所示，按 D 键后只执行对区域设定三角形内的成熟(红色)水果进行采集，并将成熟的水果依次存放到已经设定的存放位置上。机械手坐标实时显示机械手的坐标值；数量动态显示采摘的个数，每采摘一个成熟的水果则累计加 1，进入界面时清零；时间显示采摘耗时，按 D 键开始采摘时清零并计时，至采摘完毕后停止计时，保持最终时间。采摘完后等待，按 E 键界面退出后返回自动采摘界面。

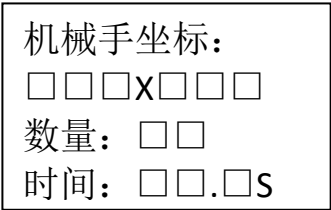


图 13 区域内自动采摘子界面

- ◎ 在手动和自动采摘时，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。

4 技术文件要求

各队完成的全部文件存放在“2022QG××”(××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)，不得以其它名称命名电子文件。因保密要求，在电路原理图和线路板图文件中不得出现学校名称、参赛选手姓名、工位号等信息；电子文件名称如不符合命名规则，体现参赛队信息的，该队该项竞赛成绩将被取消。

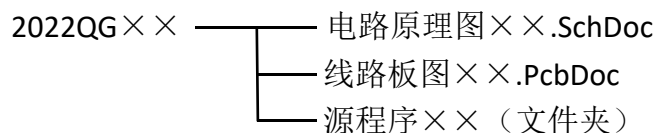
4.1 提交的技术文件

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：

- 1、电子设计工艺任务模块所绘制的印刷线路板原理图和线路板图；
- 2、水果采摘机器人任务与功能验证任务模块所编写的源程序；

4.2 文件命名要求

电子文件列表如下：



4.3 技术文件上交方式

原理图、线路板图及源程序均需提交电子文档，采用 U 盘保存，两个 U 盘拷贝相同内容，一式两份上交，上交时间为比赛结束时（17:00）。

5 评分标准

序号	评分项目	知识、技能点	分值
1	安全操作规范	操作规范、环境清洁、安全用电团队合作、符合职业岗位要求和企业生产“5S”原则。	8
2	电子设计工艺	按赛卷要求完成印刷线路板绘制	17
3	电子装调工艺	印刷线路板焊接、机器人控制器安装布局与接线工艺及故障诊断与维修。	45
4	任务与功能验证	根据竞赛任务书要求，完成某一特定功能机器人的任务与功能实现。	30
5	扣分项	超过规定时间补领元器件、更换功能电路板、竞赛平台故障及其他违纪扣分项。	
6	总计	100	