



苏州农业职业技术学院
Suzhou Polytechnic Institute of Agriculture

毕业论文（设计）

| | |
|------|--|
| 课题名称 | 基于 PLC 及触摸屏的乒乓球智能捡球机设计 |
| 课题类型 | <input checked="" type="checkbox"/> 毕业设计 <input type="checkbox"/> 毕业论文 |
| 二级院系 | 智慧农业学院 |
| 专业班级 | 机电 14-1 |
| 学 号 | 140219106 |
| 姓 名 | 王治国 |
| 指导老师 | 夏春风 |

2017 年 5 月 8 日

诚信承诺书

本人谨此承诺，本人所写毕业设计（论文）均由本人独立撰写，无任何抄袭行为。凡涉及他人的观点材料，均作了注释。如出现抄袭或侵犯他人知识产权的情况，愿承担由此引起的任何责任，并接受相应的处分。

学生签名：王治园

2017年5月8日

摘要

摘 要：针对人工捡拾乒乓球耗时耗力等问题，设计了一款集 PLC 控制和触摸屏操作于一体的乒乓球智能捡球机，本设计首先根据乒乓球智能捡球机的控制要求，制定了详细的设计思路；其次根据控制要求和设计思路设计了乒乓球智能捡球机的主电路和控制电路；然后根据设计的主电路和控制电路选择了相关的电器元件，选择的主要电器元件有激光传感器、直流电源、离心风机、逆变器、触摸屏、PLC、蜂鸣器和按钮等；接着根据选择的 PLC 和触摸屏设计了乒乓球智能捡球机的 PLC 控制系统，其主要包括 PLC 输入输出点的分配、PLC 外部接线原理图设计、PLC 程序设计和触摸屏人机界面设计；再接着设计和制作了乒乓球智能捡球机的外壳框架，并将电器元件按设计的主电路和控制电路进行连线组装。最后将组装完成的乒乓球智能捡球机进行调试和实地试用，实地试用发现：该捡球机捡球效果良好，使用单管吸球平均每分钟可捡拾乒乓球 88 个，使用双管吸球平均每分钟可捡拾乒乓球 163 个，双管捡球效率成倍增加。

关键词：乒乓球 PLC 触摸屏 程序 捡球机

ABSTRACT

ABSTRACT: Aiming at the production of picking table tennis spent a lot of time and labor, the machine for intelligent picking table tennis based on PLC control and touch screen operation was designed. The first, the detailed design ideas was developed according to the control requirements of intelligent picking table tennis machine. Secondly, the drawing of main circuit and control circuit were designed according to the control requirements and design ideas. Third, the related electrical components were selected according to the design of the main circuit and control circuit. The related electrical components were Laser sensor, DC power supply, centrifugal fan, inverter, touch screen, PLC, buzzer and button, etc. Forth, the PLC control system of table tennis intelligent picking machine was designed according to the selected PLC and touch screen. It included the distribution of PLC input and output points, the design of external wiring schematic of PLC, the design of PLC programming and touch screen man-machine interface. Then, the shell frame of the table tennis intelligent picking machine was designed and produced. The electrical components were assembled according to the design of the main circuit and control circuit. Finally, the assembled table tennis intelligent picking machine was debugged and tested. The test shows that the table tennis intelligent picking machines works well and averagely picks up table tennis up to 88 per minute using a single tube and picks up table tennis up to 163 per minute using double-tube, the double tube picking up the table tennis efficiency doubled.

KEYWORDS: Table tennis PLC Touch screen Program Picking machine

目录

| | |
|-----------------------------|----|
| 摘要..... | I |
| ABSTRACT..... | II |
| 1 绪论..... | 1 |
| 2 乒乓球智能捡球机的控制要求及设计思路..... | 3 |
| 2.1 乒乓球智能捡球机的控制要求..... | 3 |
| 2.2 乒乓球智能捡球机的设计思路..... | 4 |
| 3 乒乓球智能捡球机电气控制线路设计..... | 5 |
| 3.1 乒乓球智能捡球机主电路设计..... | 6 |
| 3.2 乒乓球智能捡球机控制电路设计..... | 7 |
| 4 乒乓球智能捡球机电器元件选型..... | 9 |
| 4.1 激光传感器的选择..... | 9 |
| 4.2 直流电源的选择..... | 10 |
| 4.3 离心风机和逆变器的选择..... | 10 |
| 4.4 触摸屏的选择..... | 11 |
| 4.5 PLC 的选择..... | 12 |
| 4.6 蜂鸣器和按钮的选择..... | 13 |
| 5 乒乓球智能捡球机PLC控制系统设计..... | 14 |
| 5.1 PLC 输入输出点(I/O)的分配..... | 14 |
| 5.2 乒乓球智能捡球机的PLC控制程序设计..... | 15 |
| 5.3 乒乓球智能捡球机触摸屏人机界面设计..... | 17 |
| 6 乒乓球智能捡球机组装调试与实现..... | 21 |
| 6.1 乒乓球智能捡球机的外壳框架设计与制作..... | 21 |
| 6.2 乒乓球智能捡球机的组装调试与功能实现..... | 23 |
| 7 乒乓球智能捡球机操作使用说明..... | 28 |
| 8 总结..... | 31 |
| 谢辞..... | 33 |
| 参考文献..... | 34 |

1 绪论

乒乓球运动是我国普及的一项体育运动,许多人都喜欢打乒乓球,每个城市的学校、乒乓球训练馆和个别企业均有乒乓球训练场地。乒乓球在中国,不仅仅是竞技项目和健身手段,还孕育出“输球不输人”、“祖国荣誉高于一切”等崇高的体育精神,1971年著名的“乒乓外交”事件为中国的外交事业做出了不可磨灭的历史性贡献^[1]。乒乓球也是校园和生活中最受欢迎的运动项目之一。在乒乓球集训中,一般利用发球机快速发球来锻炼运动员的接球,但球发出去后,无法自动收回来。更重要的是乒乓球被发出后,大多散落在训练场的各个位置,容易被运动员踩到造成球的损坏和人员的受伤。同时,每捡一次球都要弯一次腰,有时候还要弯几次腰,十分麻烦。至今许多乒乓球训练馆或场地内仍采用人工捡球,人工捡球既浪费时间又很耗体力,且造成捡球效率低、工作量大等弊端^[2]。尤其在人工成本日益昂贵的当今,人工捡球之法并非是持久之法。

目前市场上已有的简易乒乓球捡球器实物图如图 1.1 所示,因其构造简单,实用性不够高,其使用受到一定的限制。另外市场上一些复杂一点的乒乓球捡球器也存在一定的缺点,还有许多问题有待解决,例如:抽风机力量的控制、机器各个部件的连接及正常运作、设备的结构是否够简洁、操作是否够方便等^[3]。同时,已有的捡球机绝大部分体积都很大,滚落在桌底下和角落的乒乓球还需要动用别的东西来捡拾。作为一名乒乓球爱好者,有责任有义务去改善乒乓球运动中存在的不足,以提高乒乓球运动乐趣。



图 1.1 简易乒乓球捡球器实物图

随着信息时代的到来及自动化技术的高速发展,简单、单一、重复的人工操作模式已被自动化的设备所取代。自动化的核心设备之一是可编程控制器,简称 PLC,它具有以下特点:

- (1) 可靠性高,抗干扰能力强。
- (2) 编程简单,易学易用,深受工程技术人员欢迎。
- (3) 配套齐全,功能完善,适用性强,与其他设备配合方便且灵活。
- (4) 系统设计、建造工作量小,编程、调试、维护和改造方便^[4]。
- (5) 体积小,重量轻,能耗低。

为使 PLC 的应用更加灵活并实现可视化,将 PLC 与触摸屏组合控制是现代工业控制中的一种新方法。触摸屏是一种连接人和机器的人机界面,它代替了原始的控制台和显示器,可用于数据显示和参数设置,并且可以用动态曲线的形式描述系统的控制过程,其不仅能够解决 PLC 人机交互功能较差的问题,还可减少按钮、开关、仪表等仪器的使用^[5]。

本文根据 PLC 的上述特点,借助触摸屏的优点,结合乒乓球训练场地环境及控制要求,设计了一款轻便的乒乓球智能捡球机,以便训练时方便、轻松地捡拾乒乓球,提升乒乓球运动乐趣。

2 乒乓球智能捡球机的控制要求及设计思路

把乒乓球作为“国球”的中国,拥有大量的乒乓球运动业余爱好者及专业训练人员。乒乓球运动是一项集健身、竞技和娱乐为一体的运动,其在室内室外都可以进行,运动量可大可小,不同年龄、性别和身体条件的人都可以参加,是一项非常普遍的老少皆宜运动之一。

乒乓球运动是用木制球拍和一个乒乓球来进行的一种桌上球类运动,其主要由两名球员各自站在乒乓球桌两边,各自用球拍击打乒乓球,乒乓球落在对方台面有效,落地则无效。比赛方式主要以五局三胜或七局四胜制为主。

乒乓球的直径为40mm,重量约为2.7g,制作材料主要以塑料和赛璐珞为主。由于乒乓球体积较小、重量较轻^[6],特别容易散落于地,并散布在整个场地的任意位置。平时乒乓球运动过程中,大多是以打完一球捡一球。由于乒乓球体重较轻,捡球时,若球拍击打乒乓球力度稍大,散落于地的乒乓球很容易被击跑的很远,来回捡球很是费力。

另外,配备发球机的乒乓球专业训练,往往是定向练球,发球机源源不断发球,运动员以指定方向快速击球以达到训练要求,而散落下来的乒乓球根本没有时间去捡,都是每场训练结束后集中捡拾。但是在训练过程中,散落于地的乒乓球很容易被踩踏损坏,甚至造成人员的受伤,所以在乒乓球运动中,非常需要一款简便高效的捡球装置来帮助捡拾散落于地的乒乓球。

2.1 乒乓球智能捡球机的控制要求

乒乓球运动场地一般为坚实不滑的地面,如平坦的硬土地面、水泥地面和木板地面等。乒乓球标准比赛场地地面需采用体育运动木地板或合成材料,地面不应呈淡颜色或明显反光、打滑等。

乒乓球智能捡球机主要应用于乒乓球训练场所,以轻便和捡球为目的,根据乒乓球运动场地环境及自身运动特性等,乒乓球智能捡球机的控制要求汇总如下:

(1) 捡球机能捡拾散落于地的乒乓球,捡拾乒乓球时尽量避免弯腰,能人工操作也可,能自动化操作更好。

(2) 捡球机在捡球过程中不能损坏乒乓球,且能有效记录乒乓球的数量。

- (3) 捡球机的捡球效率要大大高于人工捡球，既能省时又能省力。
- (4) 捡球机操作界面简便，便于操作人员高效工作。
- (5) 捡球机重量不能太重，并能处理好各个部件的平衡关系。
- (6) 捡球机捡球设备便于运行、清洗、维修和后期保养，且取球方便。

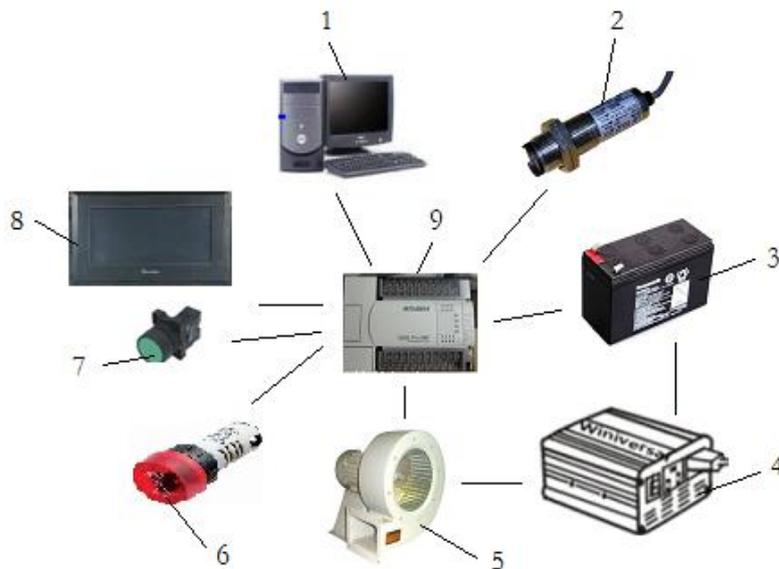
2.2 乒乓球智能捡球机的设计思路

根据乒乓球运动场地环境、乒乓球自身运动特性及乒乓球智能捡球机控制要求，乒乓球智能捡球机的主要设计思路如下：

- (1) 捡球机要轻便，手推或自动走过去就能捡拾散落于地的乒乓球。
- (2) 捡球机捡球效率要高，移动中就能自动捡拾乒乓球。
- (3) 为便于收集归位，捡球机能有效计数并显示捡拾的乒乓球数量。
- (4) 捡拾的乒乓球达到一定数量后能自动提示取走乒乓球。

(5) 从“收割机式”捡球方案、“吹风机式”捡球方案、“吸尘器式”捡球方案和“爪式”捡球方案中选择“吸尘器式”捡球方案。

根据乒乓球智能捡球机的控制要求及设计思路，设计的乒乓球智能捡球机的结构组成示意图如图 2.1 所示，其主要包括激光传感器、直流电源、逆变器、离心风机、蜂鸣器、按钮、触摸屏和 PLC。



1. 电脑 2. 激光传感器 3. 直流电源 4. 逆变器
5. 离心风机 6. 蜂鸣器 7. 按钮 8. 触摸屏 9. PLC

图 2.1 乒乓球智能捡球机结构组成示意图

3 乒乓球智能捡球机电气控制线路设计

电气控制线路设计是电气控制工作中的重要环节,它对机电设备整个系统是否能够健康、稳定、安全运转具有重要意义,同时,电气控制线路设计的好与坏,严重影响到机电设备后期的使用和维修管理。因此,做好电气控制线路的设计工作是保障电气控制系统安全运行、准确无误的关键环节。电气控制线路设计应遵循以下基本原则:

- (1) 应最大限度地满足机电设备对电气控制线路的控制要求和保护要求。
- (2) 在满足要求的前提下,力求使控制线路简单、经济、合理,便于操作。
- (3) 保证设备控制的安全性和可靠性,维护和维修方便。
- (4) 电器元件选用合理、正确,使机电设备能正常工作。为适应设备的改进,设备能力应留有一定的余量^[7]。

一般情况下,一个完整的电气控制线路包括电源电路、主电路、控制电路和辅助电路四个部分。电源电路主要是供给电能。主电路是给用电器(如电动机等)供电的电路,其在电器设备或电力系统中直接承担电能的交换或控制任务,主电路是否运行受控制电路控制。控制电路是通过主令电器发出指令来间接控制主电路及辅助电路,以完成各种操纵指令的电路,其主要用于控制机电设备的启停。辅助电路是电路中用于照明、仪表指示或是信号反馈之类的电路^[8]。

电源电路主要用于供给电能,其有整流电源、逆变电源和变频器三种。常见的机电设备中多数要用到整流电源,尤其是直流电源,而直流电源最简单的供电方式是采用电池。因此,根据乒乓球智能捡球机的控制要求,结合其设计思路,设计的乒乓球智能捡球机电源主要采用 24V 直流电源,并选用常用的 24V 超威电池。24V 直流电源经逆变电路转变成 220V 交流电源,给离心电机及 PLC 交流端提供电能。由于设计的乒乓球智能捡球机需用触摸屏、传感器和报警器等,此类设备需要的电压相对较为稳定,因此,还需采用 24V 开关电源,以方便触摸屏、传感器和报警器等稳定工作。

主电路和控制电路是机电设备的核心,其设计的好与坏,直接关系到机电设备的正常运行、使用效率、后期维护和维修等。电气控制线路设计顺序一般是先设计主电路,再设计控制电路和照明及信号等辅助电路。因为乒乓球智能捡球机

只需用信号显示辅助电路,所以,其信号显示辅助电路设计归入控制电路一起设计。下面根据乒乓球智能捡球机的控制要求及设计思路,详细阐述乒乓球智能捡球机电气控制线路主电路和控制电路的设计。

3.1 乒乓球智能捡球机主电路设计

由乒乓球智能捡球机(简称捡球机)设计思路可知,捡球机主要选用激光传感器、直流电源、逆变器、离心风机、蜂鸣器、按钮、触摸屏和 PLC 等电器元件。因此,与乒乓球智能捡球机电气控制线路主电路相关的主要电器元件为直流电源、逆变器、离心风机和 PLC 等,其中直流电源作为整个捡球机的供电装置,逆变器作为直流与交流的转换装置,离心风机作为整个捡球机的动力装置,PLC 作为整个捡球机的控制装置。

根据乒乓球自身运动特性及捡球机控制要求,为提高捡球机的可靠性,降低故障率,采用电气控制线路经验设计法设计的乒乓球智能捡球机主电路如图 3.1 所示。

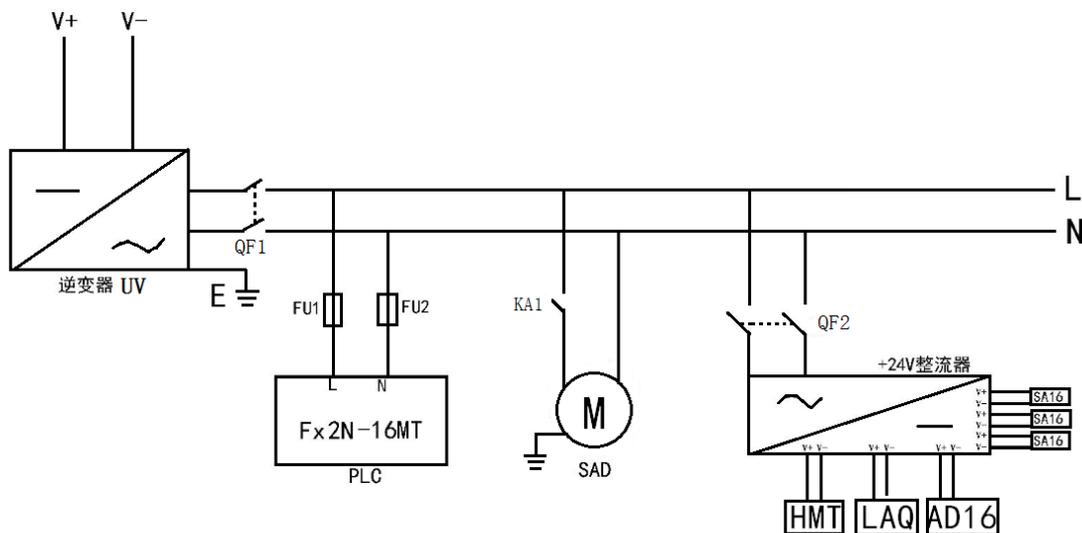


图 3.1 乒乓球智能捡球机主电路图

乒乓球智能捡球机电气控制线路主电路设计思路如下:

由超威电池提供的 24V 直流电源 V+、V-经逆变器 UV 将 24V 直流电源转换成 220V 交流电源。当合上空气开关 QF1,经逆变器转换后的 220V 交流电源分别供给 PLC 的 L、N 交流端和离心风机电源端,使整个捡球机处于供电状态。此时,若按下乒乓球智能捡球机的启动按钮,就可由 PLC 控制捡球机开始工作。当打开

空气开关 QF1 和 QF2 时, 则对超威电池 24V 直流电源进行充电, 此时乒乓球智能捡球机处于充电状态, 不能进行捡球工作。

3.2 乒乓球智能捡球机控制电路设计

控制电路是通过主令电器发出指令来间接控制主电路及辅助电路, 以完成各种操纵指令的电路^[8]。乒乓球智能捡球机电气控制系统除直流电源、PLC 和离心风机外, 还选用了按钮、蜂鸣器、触摸屏和传感器等, 这些电器元件的功能和作用只有通过控制电路来实现。

通过对乒乓球智能捡球机各控制环节相互关系的研究, 考虑必要的联锁、短护与安全保护, 以尽量减少电器与不必要的触点, 尽量简化线路、降低故障率和提高可靠性等^[7], 采用电气控制线路经验设计法设计的乒乓球智能捡球机控制电路如图 3.2 所示。

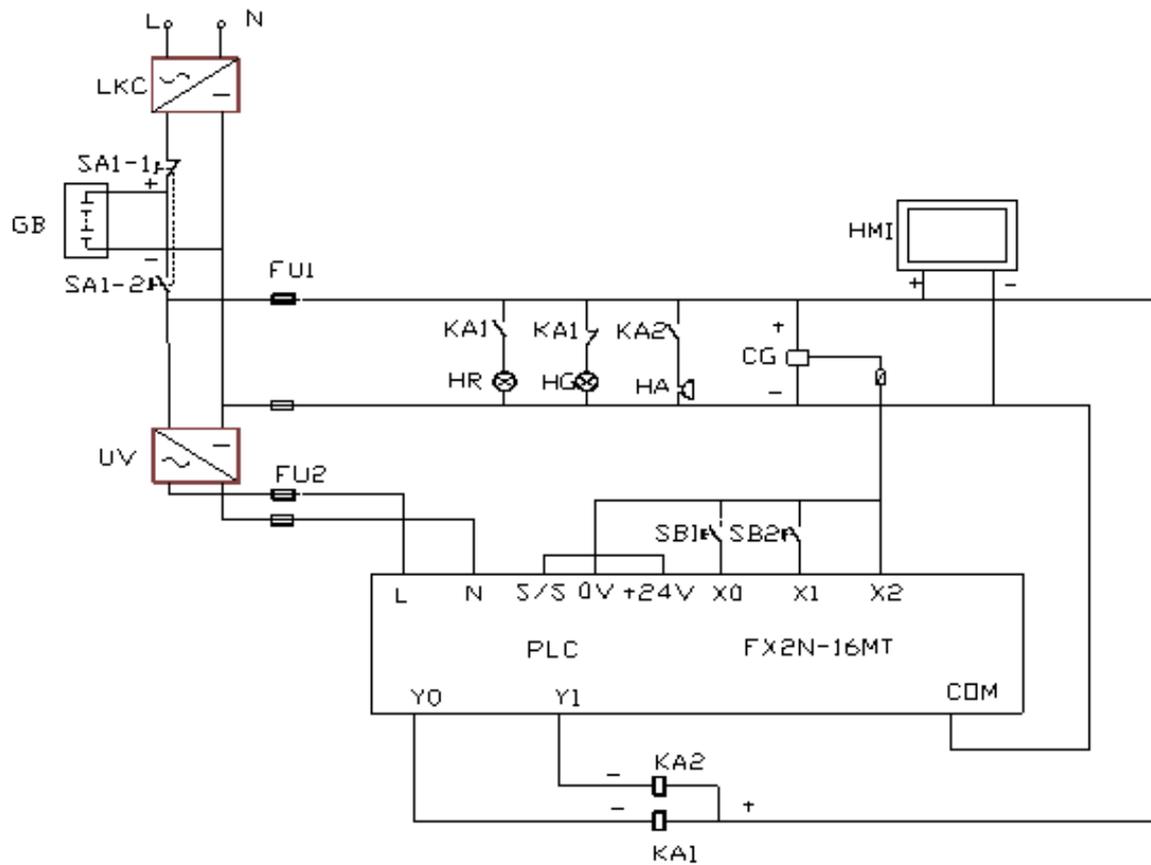


图 3.2 乒乓球智能捡球机电气控制线路控制电路图

乒乓球智能捡球机控制电路的设计思路如下:

捡球机不工作时，转换开关 SA1 旋在常闭上，便于电池 GB 随时充电。捡球机工作时，则把转换开关 SA1 常开触点合上；然后按下触摸屏 HMI 上的启动按钮或操作面板上的 SB1 按钮，则 PLC 控制程序工作，并把输出 Y0 传到继电器 KA1 线圈上，使 KA1 线圈得电；同时，KA1 常开触点闭合，离心风机开始工作，红色指示灯 HR 亮起；KA1 常闭触点断开，绿色指示灯 HG 熄灭。

当有乒乓球被吸入时，激光传感器 CG 开始工作，并把来球信号 X2 传给 PLC，PLC 控制程序计数一次。当吸入的球达到所设定的数量后，PLC 控制程序把输出 Y1 传到继电器 KA2 线圈上，使 KA2 线圈得电；同时，KA2 常开触点闭合，蜂鸣器 HA 开始工作，发出报警声，提醒人将乒乓球移走。当不需捡拾乒乓球时，则按下触摸屏 HMI 上的停止按钮或操作面板上的 SB2 按钮，捡球机停止工作。

4 乒乓球智能捡球机电器元件选型

一个电气控制系统的实现主要靠电器元件来完成, 电器元件选择的好与坏将严重影响电气控制系统性能的实现及机电设备工作的可靠性。根据乒乓球智能捡球机电气控制线路主电路和控制电路的设计, 结合乒乓球智能捡球机的设计思路, 下面详细阐述乒乓球智能捡球机电气控制系统各个电器元件的选型, 其电器元件主要包括激光传感器、直流电源、离心风机、逆变器、触摸屏、PLC、蜂鸣器和按钮等。

4.1 激光传感器的选择

传感器是捡球机中重要的一个电器元件, 其主要起计数作用。在乒乓球运动中, 球的飞行速度可达 5 m/s 以上^[9], 因此, 要求所选的传感器灵敏度较高且能起到精确计数作用。乒乓球智能捡球机第一次选用的传感器是一款基恩士 PZ-G42N 红外传感器, 测试时, 发现红外传感器感应快速度的乒乓球或当乒乓球较为集中吸入时, 会出现计数偏差等现象; 只有当乒乓球速度非常慢的时候, 红外传感器才能正确感应到吸入的乒乓球。也就是说基恩士 PZ-G42N 红外传感器灵敏度不够高, 被吸入的乒乓球不能被红外传感器正确感应到, 从而造成乒乓球计数不准, 影响捡球机的正常运行。

经过各种传感器的性能比较和参数分析, 再根据乒乓球的运行速度, 重新选用了洞头博特尼电气厂生产的 LAQ-SM2M30N1 激光传感器, 其实物图如图 4.1 所示。把该激光传感器装入捡球机测试, 发现测试情况较好, 激光传感器能够准确无误感应每一个吸入的乒乓球, 特别当乒乓球高速运行时, 计数依然很准确, 故选用博特尼 LAQ-SM2M30N1 激光传感器作为计数传感器, 并选用 NPN 输出型。



图 4.1 博特尼 LAQ-SM2M30N1 激光传感器实物图

4.2 直流电源的选择

乒乓球智能捡球机需要在训练场馆里到处吸球,若采用轻便的交流电,则需拖一根长长的交流电源线,此不便于捡球机工作,故采用直流电源代替交流电源,从而使捡球机脱线工作,加上触摸屏及 PLC 等电器元件均需要 24V 直流电源,因此,乒乓球智能捡球机选用了 1 组 24V 的超威电池作为直流电源,超威 24V 直流电源实物图如图 4.2 所示。24V 直流电源主要负责给 PLC、触摸屏、蜂鸣器、激光传感器和逆变器等电器元件供电。

在实际使用过程中,我们发现 24V 直流电源直接为需要 24V 供电的电器元件供电时,这些电器元件并不能正常工作,因为直接用直流电源不能给予电器元件稳定的电压,特别是激光传感器等电器元件,如果电压不稳定,激光传感器将不能准确无误的工作,因此我们为需要 24V 直流电源供电的电器元件搭配了一个明纬 220/24V 开关电源,其实物图如图 4.3 所示。

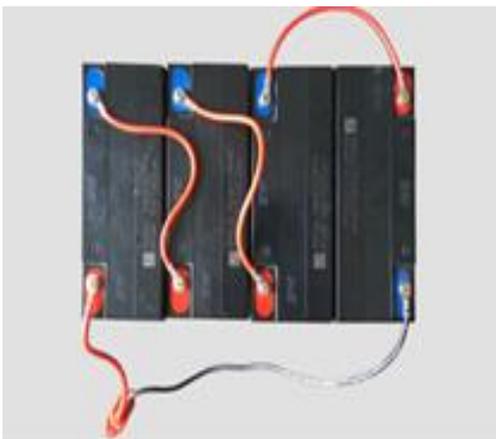


图 4.2 超威 24V 直流电源实物图



图 4.3 明纬 220/24V 开关电源实物图

4.3 离心风机和逆变器的选择

离心风机是乒乓球智能捡球机的核心动力设备,选用时主要考虑其体积大小和吸力情况。根据乒乓球重量及乒乓球的训练场地情况,分别选用市场上可买到的功率为 450W、180W 和 120W 的鼎欣离心风机进行对比测试。对比测试发现,450W 和 180W 的离心风机虽然吸力大,但其体积大,占用空间多;体积小的 120W 离心风机吸力虽然没 450W 和 180W 离心风机吸力大,但其吸取乒乓球时吸力也足够,故选用吸力够用的鼎欣 120W 工频离心风机作为捡球机的动力设备,鼎欣 120W 工

频离心风机实物图如图 4.4 所示,其型号为 130FLJ5,电源电压为 220V,转速为 2600r/min,其具有体积小、吸力足够和性能稳定等优点。



(a) 侧面图

(b) 正面图

图 4.4 鼎欣 120W 工频离心风机实物图

因离心风机所用电压为 220V 的交流电,而捡球机供电电源是 24V 的直流电,故选用一只可 220V 与 24V 转换、功率为 500W 的科迈尔逆变器,科迈尔 500W24V 逆变器实物图如图 4.5 所示。逆变器的主要作用是将 24V 直流电转换成 220V 交流电,为离心风机提供所需的交流电源。



图 4.5 科迈尔 500W24V 逆变器实物图

4.4 触摸屏的选择

随着科技的发展,人机操作界面广泛地应用于各种机器的操作中。触摸屏技术凭借它直观、操作简单等优点引发了消费者的热烈追捧^[10]。触摸屏一改传统控

制中的键盘操作, 替代了传统控制的显示器以及控制台, 是一个集信息显示、处理、通信和控制于一体的综合信息系统^[11]。

为了操作的智能化和更好地控制与显示捡拾的乒乓球数量, 乒乓球智能捡球机选用了威纶 TK6070iP 的触摸屏, 其实物图如图 4.6 所示。威纶 TK6070iP 触摸屏采用 EB8000 组态软件, 其与别的种类触摸屏相比, 具有通信接口丰富, 能通过 RS232/485 接口与 PLC 通信。触摸屏控制程序编辑完成后, 可通过触摸屏窗口进行修改和设定, 为后期机电设备的更新升级奠定了基础。选用的触摸屏可同时显示捡拾的乒乓球数量、捡球机的工作状态和实时报警等。



图 4.6 威纶 TK6070iP 触摸屏实物图

4.5 PLC 的选择

PLC 是一台多功能的控制器, 其拥有可靠性高、抗干扰能力强、编程简单易学、调试和维护方便及性价比高等优点^[12]。因为 PLC 能够实现联网和用计算机通信来控制设备, 所以, 其在工业控制领域得到了十分广泛的应用^[13]。随着 PLC 技术的快速发展, PLC 的应用正不断地扩展到其它各个自动化领域。

市场上 PLC 产品的种类很多, 型号也不一样, 对应着其结构形式、性能、容量、指令系统、编程方式、价格等均各不相同, 适用的场合也差异较大。根据乒乓球智能捡球机的控制要求及功能要求, 整个捡球机控制系统需要 4 个输入和 5 个输出点, 4 个输入点分别是启动、停止、清零和传感器计数; 5 个输出点分别是涡流电机、蜂鸣器和三个指示灯。因此选择了三菱 FX2N-16MT 的 PLC, 其实物图如图 4.7 所示。FX2N-16MT PLC 具有通用性和适应性强、可靠性高、抗干扰能

力强、编程简单及性价比高等优点^[14]，且 PLC 与触摸屏配套使用，不仅可提升 PLC 的可视化和灵活性，还能够减少开关、按钮的使用，使整个控制更加形象、直观、简单和方便。



图 4.7 三菱 FX2N-16MT PLC 实物图

4.6 蜂鸣器和按钮的选择

蜂鸣器主要功能就是报警。当球数达到一定的数量，蜂鸣器发出报警信号提醒人将乒乓球移走。通过市场调研与产品对比，结合乒乓球智能捡球机的功能需求，最后选择了性价比较高的上海安普特电器生产的 AD16-16SM 蜂鸣器，其外形图如图 4.8 所示，AD16-16SM 蜂鸣器所用电源是 24V 直流电源。

按钮主要用于启动和停止捡球机，使用较为频繁，故选用质量较好且性价比较高的上海森奥电器厂生产的 SA16 按钮，其实物图如图 4.9 所示。SA16 按钮参数为：若用 30V 直流电，电流达 1A；若用 250V 交流电，电流达 3A。



图 4.8 安普特 AD16-16SM 蜂鸣器实物图



图 4.9 梅奥 SA16 按钮实物图

5 乒乓球智能捡球机 PLC 控制系统设计

乒乓球智能捡球机电气控制线路设计好,并选择好电气控制线路中的各个电器元件后,接下来就是设计捡球机 PLC 控制系统的控制环节,即 PLC 的输入输出点(I/O)分配、PLC 外部接线原理图的设计、PLC 控制程序的设计和触摸屏人机界面设计。

5.1 PLC 输入输出点(I/O)的分配

根据乒乓球智能捡球机的控制要求,捡球机 PLC 控制系统至少需用 4 个输入点和 5 个输出点,结合三菱 FX2N-16MT 的 PLC 特点,乒乓球智能捡球机的 PLC 输入和输出点的分配情况如表 5.1 所示。

表 5.1 PLC 输入和输出点分配表

| 输入继电器 | 作用 | 输出继电器 | 作用 |
|-------|----------|-------|-------|
| X0 | 启动按钮 SB1 | Y0 | 离心风机 |
| X1 | 停止按钮 SB2 | Y1 | 报警蜂鸣器 |
| X2 | 计数传感器 | Y2 | 工作指示灯 |
| X3 | 清零按钮 SB3 | Y3 | 停止指示灯 |
| | | Y4 | 清零指示灯 |

根据 PLC 输入和输出点的分配表,PLC 外部接线原理图设计如图 5.1 所示。

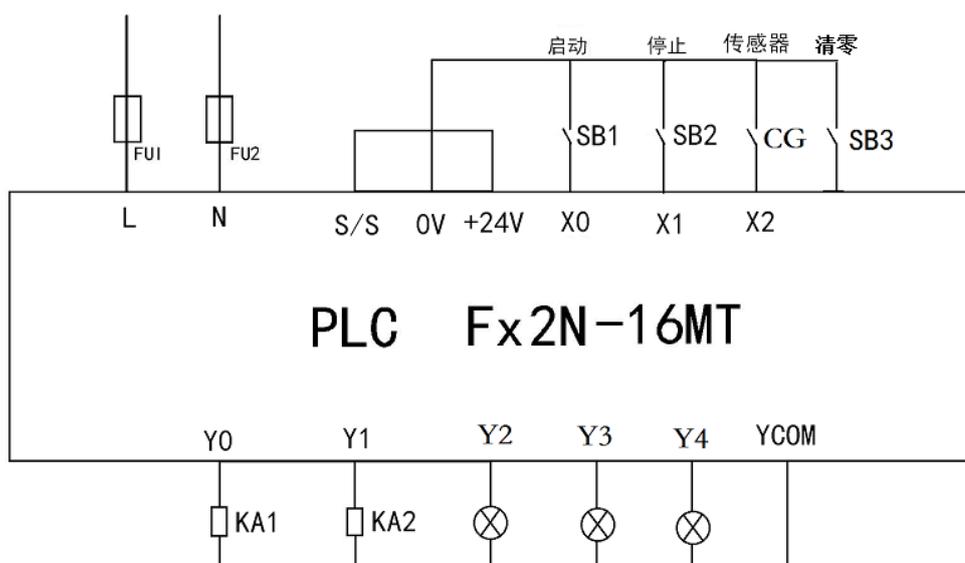


图 5.1 乒乓球智能捡球机 PLC 外部接线原理图

5.2 乒乓球智能捡球机的 PLC 控制程序设计

为使乒乓球智能捡球机能借助 PLC 控制程序高效运行,从而实现其功能需求,根据乒乓球智能捡球机控制要求及设计思路,编写了乒乓球智能捡球机 PLC 控制程序流程图,其图如图 5.2 所示。

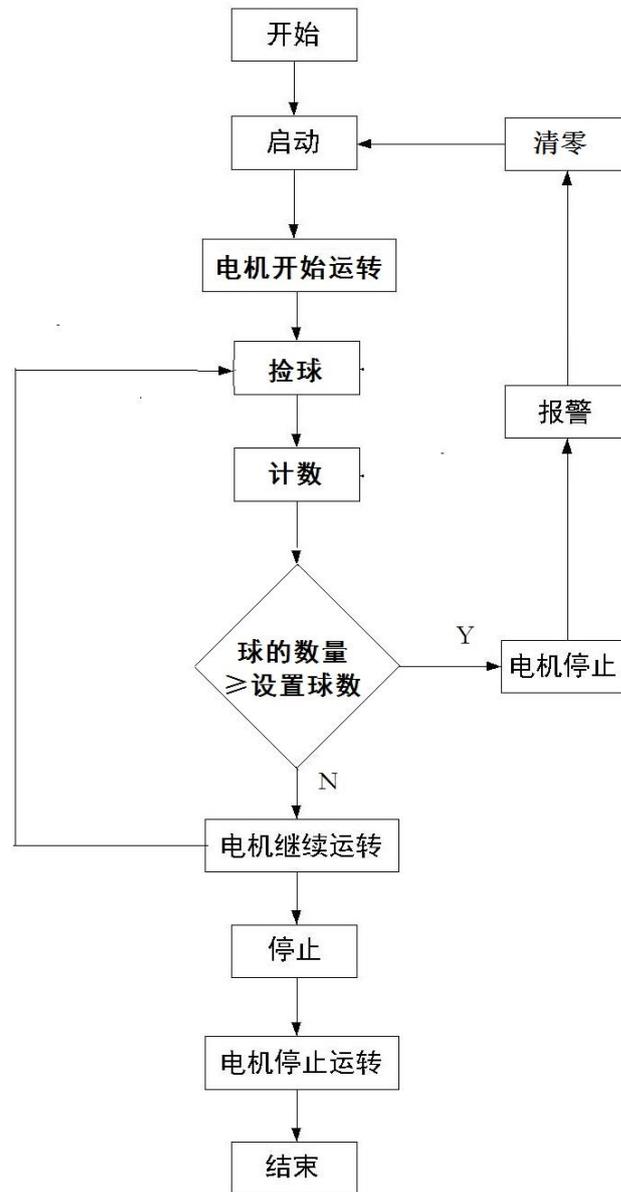


图 5.2 乒乓球智能捡球机 PLC 控制程序流程图

根据乒乓球智能捡球机的工作需求及 PLC 控制程序流程图,经过编写程序、测试,再由测试结果修改程序、再去测试,如此多次反复,最终确定的乒乓球智

能捡球机 PLC 控制程序如图 5.3 所示, PLC 控制程序设计工作过程图如图 5.4 所示。

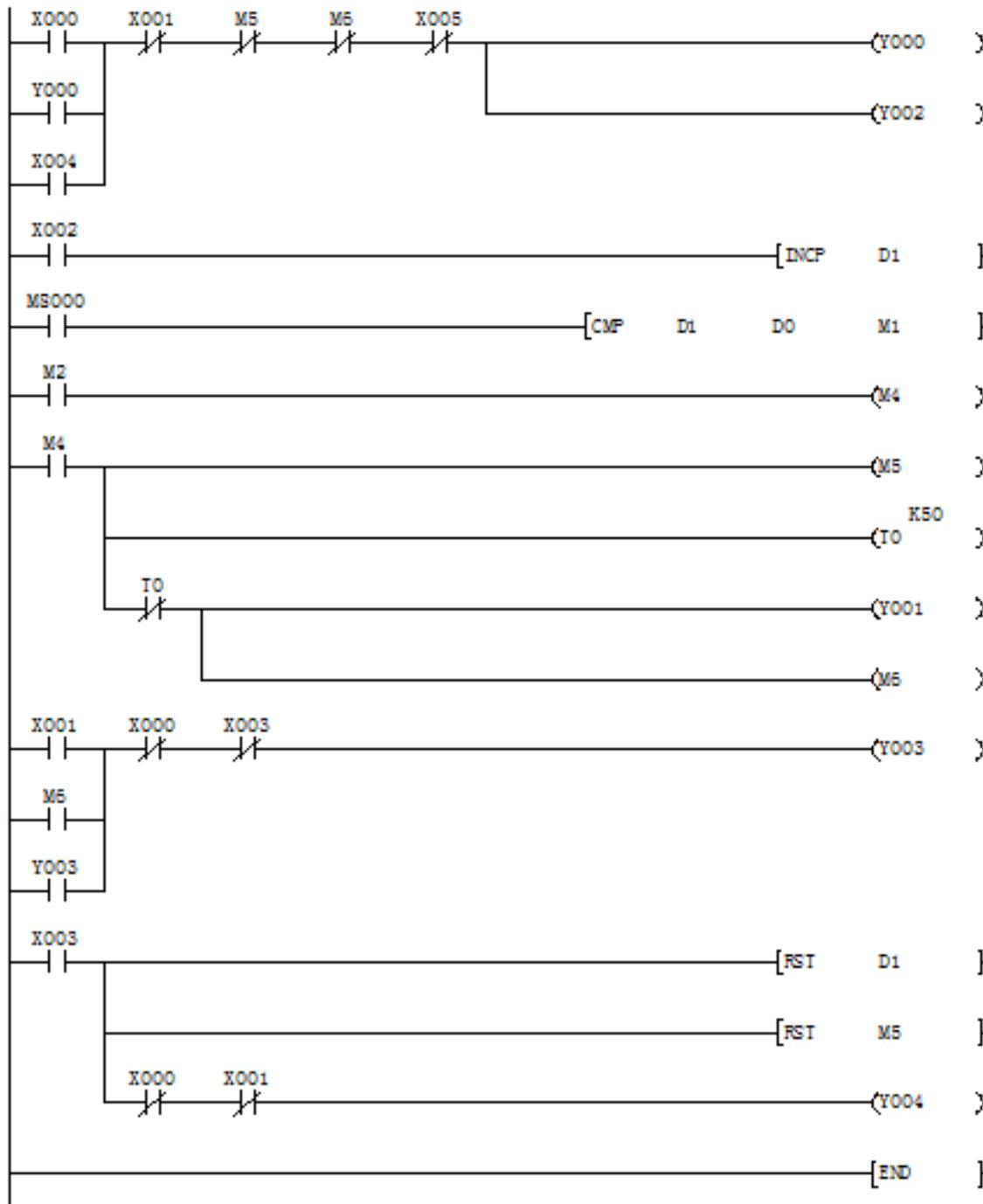


图 5.3 乒乓球智能捡球机 PLC 控制程序设计图

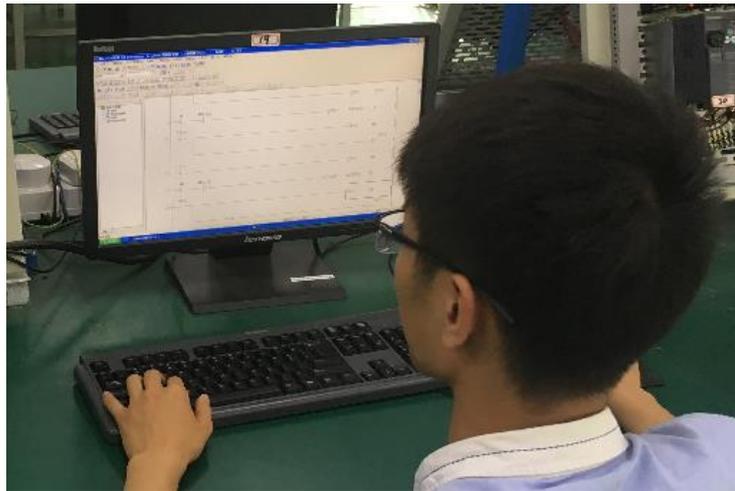


图 5.4 PLC 控制程序设计工作过程图

图 5.3 中,当按下启动按钮 X0,离心风机 Y0 运转并开始吸球,同时工作指示灯 Y2 亮起。当计数传感器 X2 接收到乒乓球吸入信号,就开始计数,此时计数器 D1 加 1,当计数器 D1 数量达到计数器 D0 预先设定值时,蜂鸣器 Y1 报警,提醒人取走乒乓球。当按下清零按钮 X3,清零指示灯 Y4 亮起,同时计数器 D1 自动清零,此时若按下启动按钮 X0 可重复开始吸球过程;当按下停止按钮 X1,停止指示灯 Y3 亮起,同时离心风机 Y0 停止运转,乒乓球智能捡球机停止吸球工作。

5.3 乒乓球智能捡球机触摸屏人机界面设计

触摸屏是“人”与“机”相互交流信息的窗口,使用者只要用手指轻轻地触碰屏幕上的图形或文字符号,就能实现对机器的控制和信息显示⁽¹⁵⁾。触摸屏一改传统控制中的键盘操作,替代了传统控制的显示器以及控制台,将检测装置上接受的触摸信息转换成触点坐标送到 CPU 运算处理后,再接受 CPU 发回的指令信号,并执行相应动作⁽¹⁶⁻¹⁷⁾。

为了更加智能、形象化地捡拾乒乓球,在乒乓球智能捡球机中设置了威纶 TK6070iP 触摸屏,使乒乓球智能捡球机的输入信息既可以用操作面板上的开关按钮实现,也可以用触摸屏上相应的触键实现。

触摸屏人机界面设计时,需选用与威纶 TK6070iP 触摸屏配套的组态软件 EB8000。设计时,需先对触摸屏人机界面程序进行系统参数设置,其具体操作步骤如下:

(1) 新建文件: 双击 EB8000 软件, 在出现的界面点击 EasyBuilder8000, 在文件菜单中选择“新建文件”, 然后选择触摸屏型号为“TK6070iP(800*480)”, 选择显示模式为“水平”, 点确定后进入“系统参数设置”界面。

(2) 系统参数设置: 在“系统参数设置”界面点击“新增”, 选择 PLC 类型为“FX3U/FX3G”, 接口类型为“RS-485 4W”, COM 口设置为“COM2”, PLC 预设站号为“0”, 然后点确定, 在出现的系统参数设置界面上点击确定, 完成 PLC 和触摸屏参数设置。

完成系统参数设置后, 进行触摸屏人机界面设计。在分析了乒乓球智能捡球机的控制要求, 再结合 PLC 控制程序, 确定触摸屏人机界面设计主要包括球数设置、按钮和指示灯等, 设计触摸屏人机界面详细过程如下:

(1) 设置和实际球数设计

为便于观看、显示和计数乒乓球, 乒乓球智能捡球机触摸屏人机界面要设计实际球数和设置球数, 其详细地设计步骤如下:

点击“数值”, 出现“新增数值元件”界面, 在出现的界面中选“一般属性”, PLC 名称选择“FX3U”, 设置球数地址选“D0”、实际球数地址选“D1”; 在“数值输入”界面中模式选“触控”, 键盘选“使用弹出键盘”; 在“数值格式”界面中显示资料格式选“16-bit Unsigned”, 数字位数选小数点以上“3”位; 在“图片”界面的向量图库中点击“System Frame”, 选择一个适合的数值元件类型; 在“字体”界面中字体选“Arial”, 尺寸选“120”, 颜色选“红色”, 对齐选“置中对齐”, 分别写入“设置球数”和“实际球数”文字, 点击确定, 将出现的光标放到界面合适处。设计好的设置球数和实际球数界面见设计的触摸屏人机界面图 5.5 所示。



图 5.5 设计的触摸屏人机界面图

(2) 启动、停止和清零按钮设计

乒乓球智能捡球机触摸屏人机界面需要设计的按钮有启动、停止和清零按钮,其详细地设计步骤如下:

点击“位状态设置”,出现“新增位状态设置元件”界面,在出现的界面中选“一般属性”,将 PLC 名称选择“FX3U”,启动按钮地址选择“X0”、停止按钮地址选择“X1”、清零按钮地址选择“X3”;开关类型选择“切换开关”;在“图片”界面的向量图库中点击“Button”,选择一个适合的按钮类型并点击确定,再将“启动”按钮状态“0”的背景色选为绿色、“停止”按钮状态“0”的背景色选为红色、“清零”按钮状态“0”的背景色选为浅黄色,“启动”按钮状态“1”的背景色选为红色、“停止”按钮状态“1”的背景色选为绿色、“清零”按钮状态“1”的背景色选为兰紫色,点击确定,将出现的光标放到界面合适处,在其下面分别写入“启动”、“停止”和“清零”文字。设计好的启动、停止和清零界面如图 5.5 所示。

(3) 报警和工作指示灯设计

乒乓球智能捡球机触摸屏人机界面需要设计的指示灯有报警和工作指示灯。其详细地设计步骤如下:

点击“位状态指示灯”,出现“新增位状态指示灯元件”界面,在出现的界面中选“一般属性”,将 PLC 名称选择“FX3U”,报警指示灯地址选“Y1”、工作指示灯地址选“Y2”;在“图片”界面的向量图库中点击“System Lamp”,选择一个适合的指示灯类型并点击确定;再将报警指示灯状态“0”的背景色选为红色、工作指示灯状态“0”的背景色选为绿色,报警指示灯状态“1”的背景色选为黄色、工作指示灯状态“1”的背景色选为兰色;点击确定,将出现的光标放到界面合适处,在其下面分别写入“报警”和“工作”文字。设计好的报警和工作界面如图 5.5 所示。

最后将设计好的触摸屏人机界面下载到触摸屏,并与 PLC 控制程序通信试验。下载到实际的触摸屏中显示的人机界面图如图 5.6 所示。

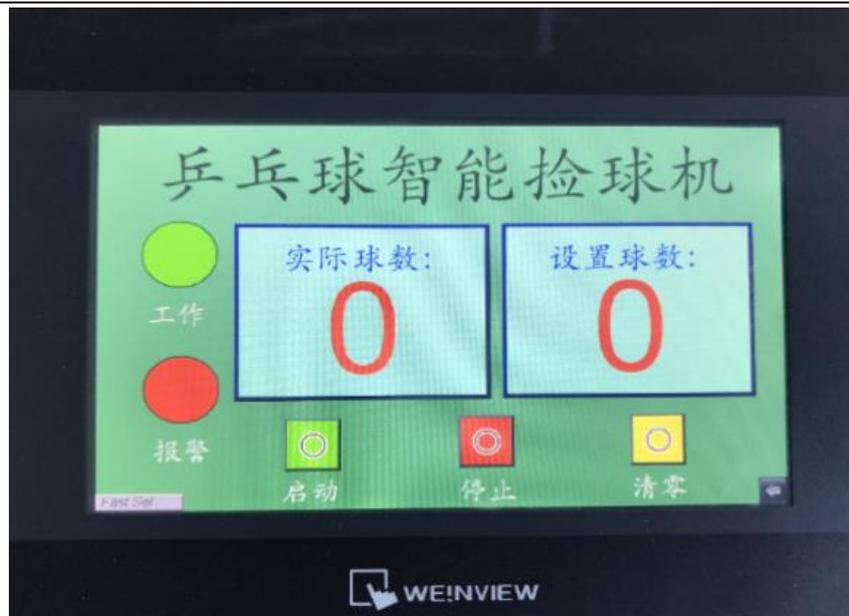


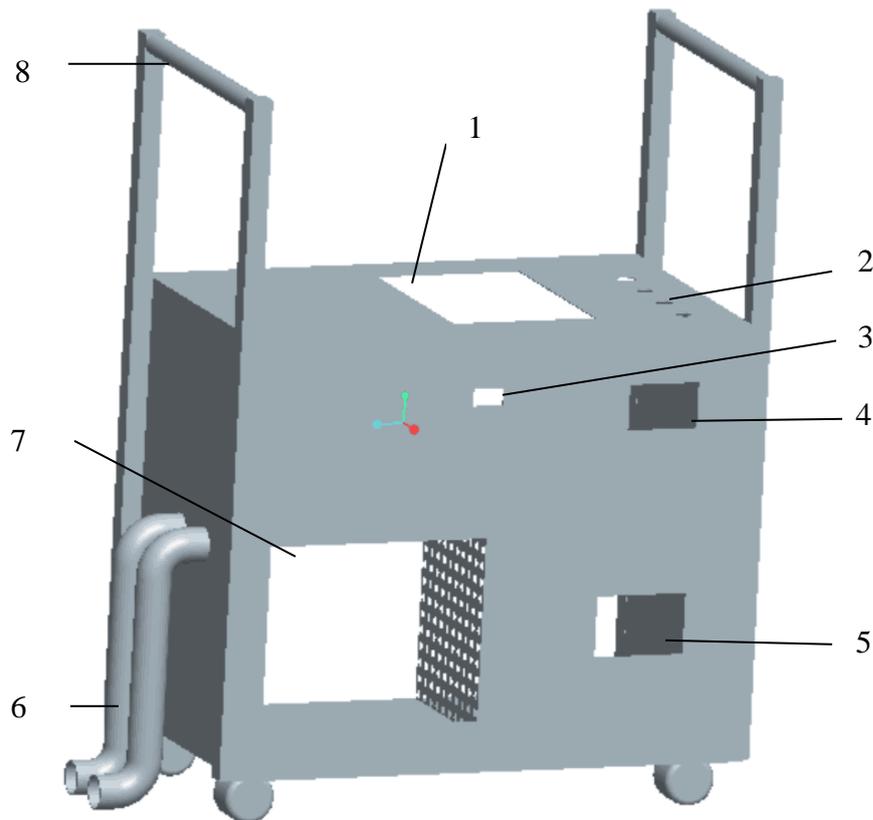
图 5.6 下载后的触摸屏人机界面图

6 乒乓球智能捡球机组装调试与实现

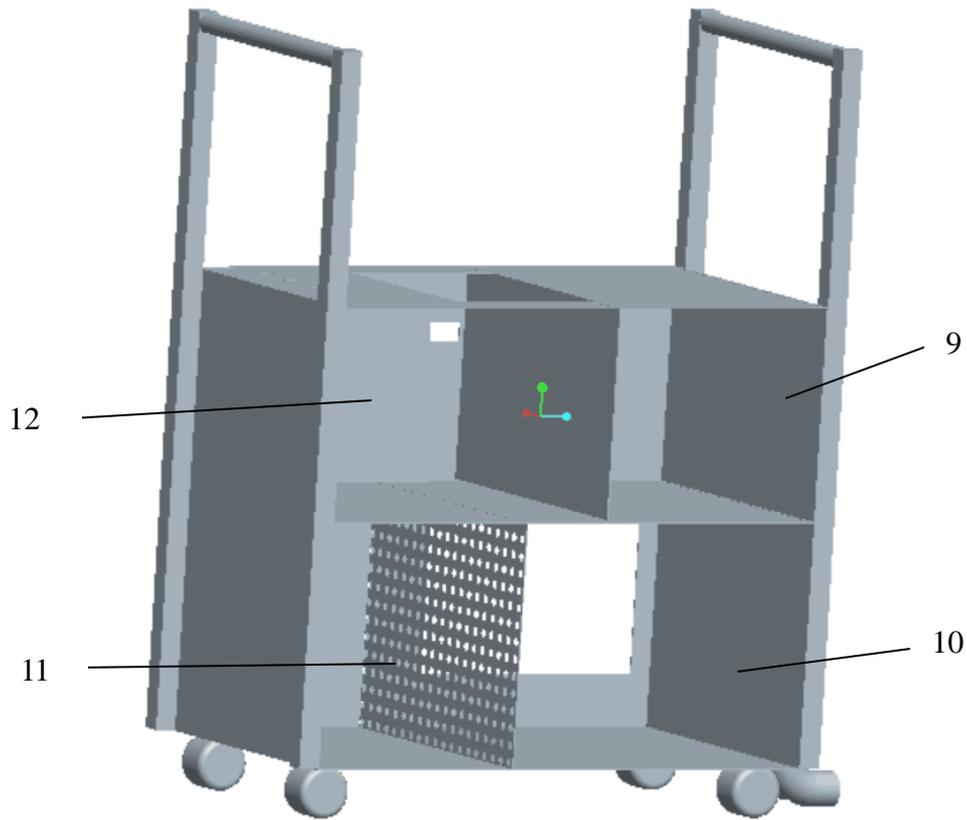
乒乓球智能捡球机电气控制线路设计好后,还需设计一个外壳框架机构,用来放置所选的电器元件,以便按设计的电气控制线路组装乒乓球智能捡球机,然后下载 PLC 控制程序和触摸屏人机界面程序,进行联机调试和测试,以实现乒乓球智能捡球机的控制要求和功能要求。

6.1 乒乓球智能捡球机的外壳框架设计与制作

乒乓球智能捡球机的外壳框架主要用来放置所选的电器元件,同时形成一个密封空间,使内外空间形成一定的负压,便于吸取乒乓球。由于 Pro-E 软件是三维建模软件领域的领头羊之一,其具有建模、曲面设计灵活,修改便捷,具有仿真、分析功能,且易于学习和使用等⁽¹⁸⁻¹⁹⁾,所以,捡球机外壳框架采用 Pro-E5.0 软件设计,设计的乒乓球智能捡球机外壳框架图如图 6.1 所示,所选的电器元件分别放在图 6.1 所示的相应位置。



(a)



(b)

1. 触摸屏 2. 带指示灯的操作按钮和蜂鸣器 3. 充电口
4. 空气开关安装口 5. 风机通风口 6. 吸管 7. 取球口
8. 握柄 9. PLC 10. 超威电池 11. 离心风机 12. 开关电源和逆变器

图 6.1 乒乓球智能捡球机外壳框架图

乒乓球智能捡球机外壳框架设计好后,因学校制作条件有限,只能到外面委外加工。经过多方商量和考察,选中一家能制作乒乓球智能捡球机外壳框架的五金加工厂。乒乓球智能捡球机外壳框架制作时,首先与加工厂师傅一起分析设计好的捡球机外壳框架图及配套相关图纸,然后再研究乒乓球智能捡球机制作的工艺、制作方法和取球口开门大小等。最后明确制作乒乓球智能捡球机的完整措施,包括制作乒乓球智能捡球机框架内部结构,如加工制作电线的走线线槽、走线孔、按钮安装孔、电器元件安装分割区域和密封空间的制作等。

密封空间除用来放置电器元件外,还能使乒乓球智能捡球机内外空间形成一定的负压,以便于吸取乒乓球。为了方便推动捡球机运动,我们还设计了一个握

柄和在捡球机外壳框架底部专门安置了 4 个可各种方向运动的万向轮, 以方便握持和推动捡球机运动, 万向轮实物图如图 6.2 所示。



图 6.2 万向轮实物图

6.2 乒乓球智能捡球机的组装调试与功能实现

乒乓球智能捡球机的外壳框架设计与制作好后, 首先对采购回来的电器元件进行逐一检测和简单试验, 以确保每一个电器元件的性能稳定和功能正常。然后再熟悉每一个电器元件的接线方法及使用方法, 并按外壳框架设计图把每一个电器元件放置到相应的电器元件区域进行组装, 最后进行调试与实地试验。

(1) 电器元件采购

根据乒乓球智能捡球机电器元件的选型, 电器元件采购清单如下表 6.1 所示。

表 6.1 电器元件采购清单表

| 名称 | 型号 | 名称 | 型号 |
|------|------------------------------------|------|-------------------|
| PLC | 三菱 FX2N-16MT | 触摸屏 | 威纶 TK6070iP |
| 传感器 | 博特尼 LAQ-SM2M30N1 | 蜂鸣器 | 安普特 AD16-16SM |
| 离心风机 | 鼎欣 130FLJ5-120W | 逆变器 | 科迈尔 220v/24v-500W |
| 直流电源 | 明纬 220V/24V 开关电源 | 按钮 | 森奥 SA16, 数量 3 个 |
| 电线 | 红色和蓝色 BVR0.5mm ² , 数量若干 | 接线端子 | 米兰 JX2-1012 |

(2) 乒乓球智能捡球机组装

乒乓球智能捡球机外壳框架制作好后, 采购的电器元件检测性能稳定正常, 就可把采购的电器元件按图 6.1 所示把相应的电器元件放置到相应的区域, 最后按电气控制线路主电路图 3.1 和控制电路图 3.2, 用导线或通信线逐一安装每一个电器元件。接线时, 严格按电气接线标准执行, 尽量做到横平竖直、条理清晰, 每根线均要套上编号的号码管, 且主电路和控制电路采用不同颜色的电线,

以方便日后的维护和维修。组装电器元件时要用相应的螺丝刀有效紧固各个接线点,以保证每一个触点连接牢固、且无松动、无压皮等现象。组装制作过程中的乒乓球智能捡球机如图 6.3 所示,组装完成的乒乓球智能捡球机实物图如图 6.4 所示。



图 6.3 乒乓球智能捡球机组装过程实物图



图 6.4 乒乓球智能捡球机组装完成实物图

(3) 功能实现

乒乓球智能捡球机的电器元件组装完成后,将 PLC 控制程序和触摸屏人机界面程序分别下载到 PLC 和触摸屏中。先在实训室,把购买的乒乓球抛洒在地面上,然后开启乒乓球智能捡球机进行前期调试,根据调试情况再去紧固相应的接线或修改 PLC 控制程序或修改触摸屏人机界面程序,直到乒乓球智能捡球机工作运转正常。乒乓球智能捡球机试验工作过程如图 6.5 所示。试验时,先设置捡拾 50 个乒乓球,然后开启捡球机进行捡拾乒乓球,当捡拾到 11 个乒乓球时捡球机触摸屏人机界面显示如图 6.6 所示。



图 6.5 乒乓球智能捡球机试验工作过程图



图 6.6 捡拾 11 个乒乓球时乒乓球智能捡球机触摸屏人机界面图

乒乓球智能捡球机实物试验成功后，为方便任何操作人员操作，应在捡球机的相应位置贴上提示标签，乒乓球智能捡球机贴上标签侧面图如图 6.7 所示。图 6.7 中，在相应的侧面位置贴上取球口、充电口和风机口；在空气开关下方贴上空气开关对应控制的电源，如 24V 和 220V；在空气开关上方写上操作过程：充电时，请关闭 QF1 ↓，关闭 QF2 ↓；工作时，请合上 QF1 ↑，合上 QF2 ↑。

另外，在乒乓球智能捡球机操作面板相应按钮位置分别贴上清零按钮、启动按钮、停止按钮和蜂鸣器报警等标签，贴上标签的乒乓球智能捡球机实物图如图 6.8 所示。

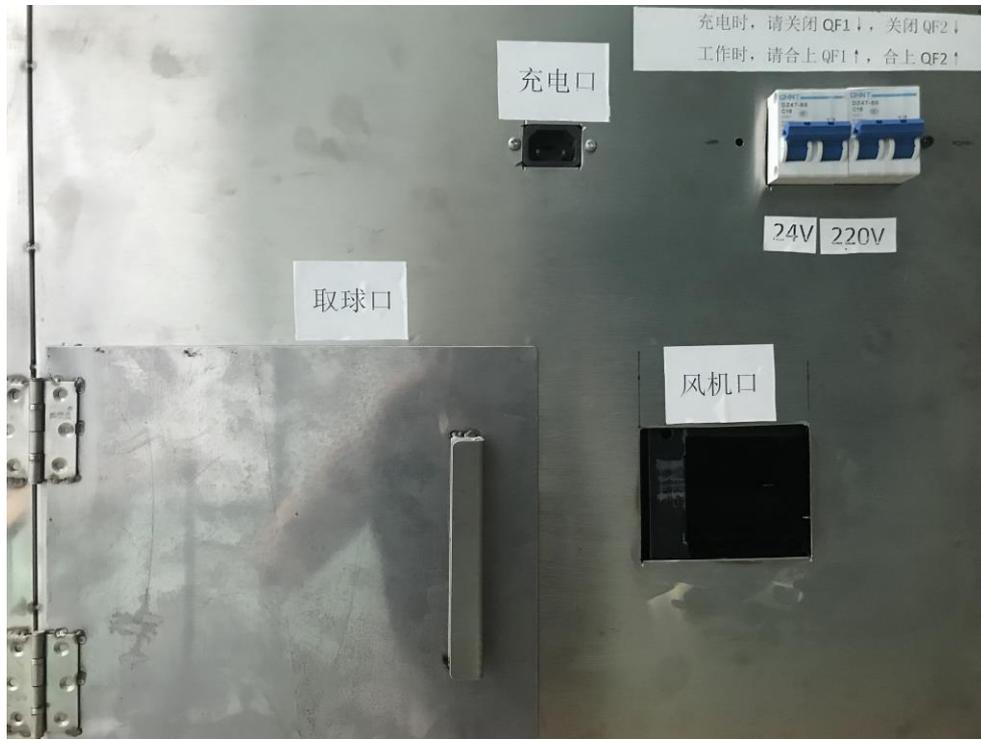


图 6.7 乒乓球智能捡球机贴上标签侧面图



图 6.8 贴上标签的乒乓球智能捡球机实物图

把工作运转正常的乒乓球智能捡球机带到体育馆或乒乓球训练场所进行实地试用。多次实地试用发现：捡球机捡球效果良好，使用单管吸球平均每分钟可捡乒乓球 88 个，使用双管吸球平均每分钟可捡乒乓球 163 个，双管捡球效率成倍增加。试用人员反馈：乒乓球智能捡球机手推或手拉就可实现前进或后退或转向捡球，捡球省力、省时间。特别是不用数乒乓球，就可随时查看捡拾的乒乓球数量。当捡拾的乒乓球达到设置球数上限后会自动报警，提醒人将乒乓球移走，此比较人性化和智能化。乒乓球智能捡球机使用触摸屏程序控制，不仅可靠性高，而且直观、方便，同时显得技术先进，有种高大上的感觉。

7 乒乓球智能捡球机操作使用说明

制作完成的乒乓球智能捡球机实物图如图 7.1 所示, 图 7.2 是乒乓球智能捡球机操作面板图。



图 7.1 制作完成的乒乓球智能捡球机实物图



图 7.2 乒乓球智能捡球机操作面板图

为方便操作和使用,乒乓球智能捡球机设计有两套操作系统,即面板按钮操作系统和触摸屏操作系统。面板按钮操作系统中包含清零按钮、启动按钮和停止按钮,面板按钮操作系统的报警由蜂鸣器来执行。触摸屏操作系统中包含启动触屏按键、停止触屏按键和清零触屏按键,触摸屏操作系统还包括工作指示灯、报警指示灯、设置球数和实际球数的显示。

乒乓球智能捡球机的使用操作过程如下:

(1) 开启电源: 向下关闭乒乓球智能捡球机侧面的“QF1”和“QF2”,把充电器一端插到“充电口”,另一端插到任意的 220V 交流插座上,先给乒乓球智能捡球机充足电能。当充电器显示电能充足后,从“充电口”和交流插座上拔下充电器,然后向上合上“QF1”和“QF2”,则乒乓球智能捡球机处于供电状态,随时可以开始工作。离心风机等电器元件电能的供给由捡球机内部逆变器提供,其他电器元件电能的供给由直流电源直接提供。

(2) 设置球数: 乒乓球智能捡球机开机得电后,操作面板上的触摸屏自动开机并显示清晰的人机界面。用手触碰触摸屏人机界面上的“设置球数”,在跳出的界面上输入需捡拾的乒乓球数量(例如“50”)。需捡拾的乒乓球捡球数量可在“设置球数”处任意设定,目前乒乓球智能捡球机“设置球数”范围为 0~999。若需设置更大的数值(例如 10000),只需更改触摸屏人机界面程序中的“设置球数”设计,将“数值格式”界面中数字位数选小数点以上“需要”的位数(例如选小数点以上“5”位),再重新将修改的人机界面程序下载到触摸屏中即可。

(3) 启动捡球: 用手触碰触摸屏人机界面上的“启动”触屏按键或按下面板按钮操作系统中的“启动按钮”,启动信号传入 PLC 控制程序。PLC 控制程序运行后,将结果直接输出给离心风机,离心风机工作并产生吸力,吸取散落于地的乒乓球。被吸入的乒乓球可通过激光传感器到达放球盒入口,然后凭借吸力和乒乓球自身重力落入放球盒。

(4) 乒乓球计数: 被吸入的乒乓球通过安装于洞口的激光传感器时,激光传感器将吸球信号传给 PLC 控制程序,由 PLC 控制程序进行自动计数,计数结果显示于触摸屏上的“实际球数”处,以方便操作者及时观看实际吸入的乒乓球数。

(5) 报警提醒: 当捡拾的乒乓球达到一定的数量,即实际吸入球数等于需捡拾的设置球数时,PLC 控制程序输出球满信号并将此信号传输给“蜂鸣器”和

“报警指示灯”，“蜂鸣器”收到球满信号后发出报警信号，“报警指示灯”收到球满信号后变为红色，提醒人将乒乓球移走。

(6) 停止和清零：当不想捡拾乒乓球或提示报警时，可用手触碰触摸屏上的“停止”触屏按键或按下面板按钮操作系统上的“停止按钮”，乒乓球智能捡球机就停止工作。当需捡球机再次工作或需清零时，可用手触碰触摸屏上的“清零”触屏按键或按下面板按钮操作系统上的“清零按钮”，PLC 控制程序中的计数器数据会自动清零恢复到初始状态，此时触摸屏上的“实际球数”处显示为“0”。

若需要再次捡拾乒乓球时，则需用手触碰触摸屏人机界面上的“启动”触屏按键或按下面板按钮操作系统中的“启动按钮”，再次进行使用操作过程中的第(3)启动捡球步骤，乒乓球智能捡球机又可以继续运行并捡拾乒乓球。

8 总结

在制作乒乓球智能捡球机的过程中,我充分将所学的专业知识与实践技能相结合,首先是与乒乓球训练场地的专业人员沟通,从而进行乒乓球智能捡球机的控制要求设计;其次是对乒乓球智能捡球机电气控制线路进行设计,其中主要包括电气控制线路的主电路设计和控制电路设计;紧接着对乒乓球智能捡球机电气控制线路中的电器元件进行了选型,其主要包括激光传感器、直流电源、离心风机、逆变器、触摸屏、PLC、蜂鸣器和按钮等;然后对乒乓球智能捡球机的 PLC 控制系统进行了设计,其中主要包括 PLC 输入输出点分配、PLC 外部接线原理图的设计、PLC 控制程序的设计和触摸屏人机界面设计。最后对乒乓球智能捡球机进行组装和调试,以实现电器元件各个功能,达到乒乓球智能捡球机的设计要求。乒乓球智能捡球机组装完成后,将其带到乒乓球训练场地进行实地试用。多次实地试用发现:捡球机捡球效果良好,使用单管吸球平均每分钟可捡乒乓球 88 个,使用双管吸球平均每分钟可捡乒乓球 163 个,双管捡球效率成倍增加。试用人员反馈:乒乓球智能捡球机手推或手拉就可实现前进或后退或转向捡球,且捡球省力省时间。特别是不用数乒乓球,就可随时查看捡拾的乒乓球数量。当捡拾的乒乓球达到设置球数上限后会自动报警,提醒人将乒乓球移走,此比较人性化和智能化,且直观和方便,能充分满足乒乓球训练中心捡球的工作需求。

在乒乓球智能捡球机设计制作中,我也体会到任何事物的创新,都需要经过坚持不懈的努力,克服一个又一个困难,才能将自己创新的一些想法实现出来。尤其是在自己亲手制作的过程中,经过大量的查阅资料,不断翻看以前的学习笔记,获得了很多宝贵的经验。特别在传感器的选择、PLC 控制程序设计、触摸屏人机界面程序设计和用 PROE 软件绘制捡球机外壳框架等方面有了很大的长进,也发现了学习中一些不足的地方。如在前期的红外传感器调试过程中,因为乒乓球是快速运行的,其对传感器的灵敏度要求非常高,整个传感器的选择和调试过程使我对市场上的大多数传感器有了一个清晰的认知。

在 PLC 控制程序和触摸屏人机界面程序设计时,我发现虽然学过很多指令,但却没有有效的结合实际运用,上课的时候只是一味的运用当时教的指令,而实际设计时却一时找不到头绪。在捡球机的外壳框架制作中,我虽用 PROE 软件设

计了捡球机外壳框架,但要真正的自己出图纸,寻找加工厂加工,确实花费了很多时间和精力,其不仅仅是上课时老师让画一个图就画一个图那么简单,没有经历从设计、出图到制作实物的完整过程。

在调试整台乒乓球智能捡球机时,我明白如果忽略各个电器元件的相互作用,哪怕是一个零件的细小尺寸、一根电线的细小接头都会使调试过程陷入僵局。通过调试,我明白设备的各个机构间运动是相互制约的,控制功能间也是相互协作的,其都需要通过系统性的安装调试,才能确保捡球机后期使用一切正常。

同时,我也体会到任何的创新发明,灵感只是一刹那的事情,但灵感的闪现与实物的成型存大很大的距离。在今后的学习中,一定要学会严格要求自己,注重细节,注重制作的完整性,不断发掘问题或困惑并及时解决,且善于思考和总结,将所学知识运用到实际生活当中。

通过此次乒乓球智能捡球机的研发、制作,我不仅对 PLC 技术、电机与电气控制技术及触摸屏技术等相关的学习内容进行了系统的巩固,也具备了小型机电一体化设备的研发经验,为以后直接进入机电相关企业工作打下了一定的基础。

另外,由于毕业实习时间的关系,设计和制作的乒乓球智能捡球机还不够完美,我还存在如下的一些构想:

(1) 外观方面:可由现在的长方体式改变成圆柱体式,以显示美观。另外,捡球机内部结构可高效利用,以减小捡球机的外观尺寸,同时,制作捡球机外壳的材料可由现在的不锈钢改为较轻便的塑料,以减轻捡球机的重量。

(2) 操作方面:在现在的乒乓球智能捡球机上加上语音功能,增加乐趣和语音提示。捡球机外壳框架下的万向轮改成远程驱动装置,并可通过手机操作,实现远程控制和自动控制。

(3) 吸球装置:加大离心风机功率,将圆形吸球孔改装成排式吸球装置,以成倍提高捡球效率。

谢辞

时间转瞬即逝,三年的青春都埋葬在了学习的校园,还记得那会懵懵懂懂进入大学校园的时光,伴随着毕业设计的结束,丰富多彩的大学生活即将与我挥手告别。时光匆匆而过,2014年入学的情景仿佛还在昨日,熟悉的教室却迎接了一波又一波的学弟学妹,朝夕相处的室友已各奔东西,心中终有万分不舍,却也只能说一句各自尊重。三年来,非常感谢各位老师们的悉心教导,同学室友们的互帮互助,我们在此共同成长,天下没有不散的宴席,毕业了,我们应以苏农为起点,各自追寻属于自己的梦想。

本毕业设计能够顺利完成,最要感谢的是我的指导老师夏春风。夏老师是我多门专业课的老师,无论是专业课程教育,还是毕业设计指导方面,夏老师都给予了非常大的帮助。每当遇到技术难题,夏老师总能给出正确的指导方向,并和我一起查阅相关资料,寻求问题的解决方法。在材料选购方面,夏老师带领我一起奔波于各类电子市场,熟悉产品型号和功能,选择合适的电器元件。在制作和调试的关键时期,夏老师指导我规范试验,督促我注意用电安全,经常给予宝贵的整改建议,使得乒乓球智能捡球机功能日益完善。在此,我献上最衷心的感谢,同时,我很自豪,在我的大学生涯中遇到了这样一位导师,她值得我感激与尊敬。

在乒乓球智能捡球机的制作和毕业设计写作过程中给予较大帮助的是我的室友朱文伟。他动手能力较强,做事认真负责,捡球机制作过程中的接线布局、Pro-E 图纸绘制都是他协助完成的。我俩有很多共同的爱好,经常早上一起去操场晨读英语,晚上在实训室做测试,捣鼓一些小设备及电子元器件,有时候我俩还一起在实训室忙到寝室关门才回宿舍。在此,我也一并感谢三年来朝夕相处,给我无微不至帮助与照顾的室友朱文伟。

最后要感谢的是我的父母,焉得谖草,言树之背,养育之恩,无以回报,你们是我最坚强的后盾与依靠,惟有持之以恒的奋斗,期待将来辉煌的事业让父母为之骄傲,我亦相信自己能达到这个目标。

参考文献

- [1] 李荣芝. 乒乓球运动的历史演进及跨文化传播研究[D]. 上海: 上海体育学院, 2012, 1-173.
- [2] 夏春风, 朱文伟, 高卫群等. 乒乓球捡球机电气控制线路设计[J]. 机电工程技术, 2016, 45(9):36-38, 77.
- [3] 朱建, 安必胜, 朱向楠. 乒乓球捡球机的创新设计及感悟[J]. 工程技术与应用, 2011, 8(1):34-36.
- [4] 谢克明, 夏路易. 可编程控制器原理与程序设计(第2版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
- [5] 李腾飞. PLC和触摸屏组合控制系统应用[J]. 无线互联科技, 2016(1):62-63.
- [6] 许东伟, 刘建群, 林淦. 乒乓球捡球机器人的设计与实现[J]. 机床与液压, 2014, 42(3):16-19.
- [7] 唐立伟, 付军, 贺应和. 电机与电气控制项目化教程[M]. 南京: 南京大学出版社, 2012.
- [8] 郭艳萍, 张海红. 电气控制与PLC应用(第2版)[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2013.
- [9] 章逸丰, 熊蓉. 乒乓球机器人的视觉伺服系统[J]. 中国科学, 2012, 42(9):1115-1129.
- [10] 杨保亮, 王庆阁. 触摸式无线点餐终端系统的设计[J]. 重庆文理学院学报(自然科学版), 2012, 31(1):76-79.
- [11] 王玉琳, 王运, 刘光复. 汽车动力转向油泵试验台触摸屏人-机界面设计[J]. 机床与液压, 2013, 41(4):1-5.
- [12] 陈忠平, 熊琦. 电气控制与PLC原理及应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.
- [13] 杨莹. PLC技术应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2016.
- [14] 史宜巧, 侍寿永. PLC技术应用项目教程(第2版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.

-
- [15] 黄冬泳. 触摸屏与 PLC 实现电动机正反转控制设计 [J]. 技术与市场, 2016(5):116, 118.
- [16] 张宝珍, 张方方, 樊军庆. 卸胶工序 PLC 电气操控系统的触摸屏设计 [J]. 装备制造技术, 2016(8):103-107.
- [17] 刘勇. 组态软件应用技术项目式教程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [18] 詹友刚. 《Pro/ENGINEER 中文野火版 5.0 工程图教程》 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [19] 汪超, 杜文忠, 徐安林. Pro/ENGINEER Wildfire 中文版基础教程 [M]. 北京: 中国原子能出版社, 2015.

附录

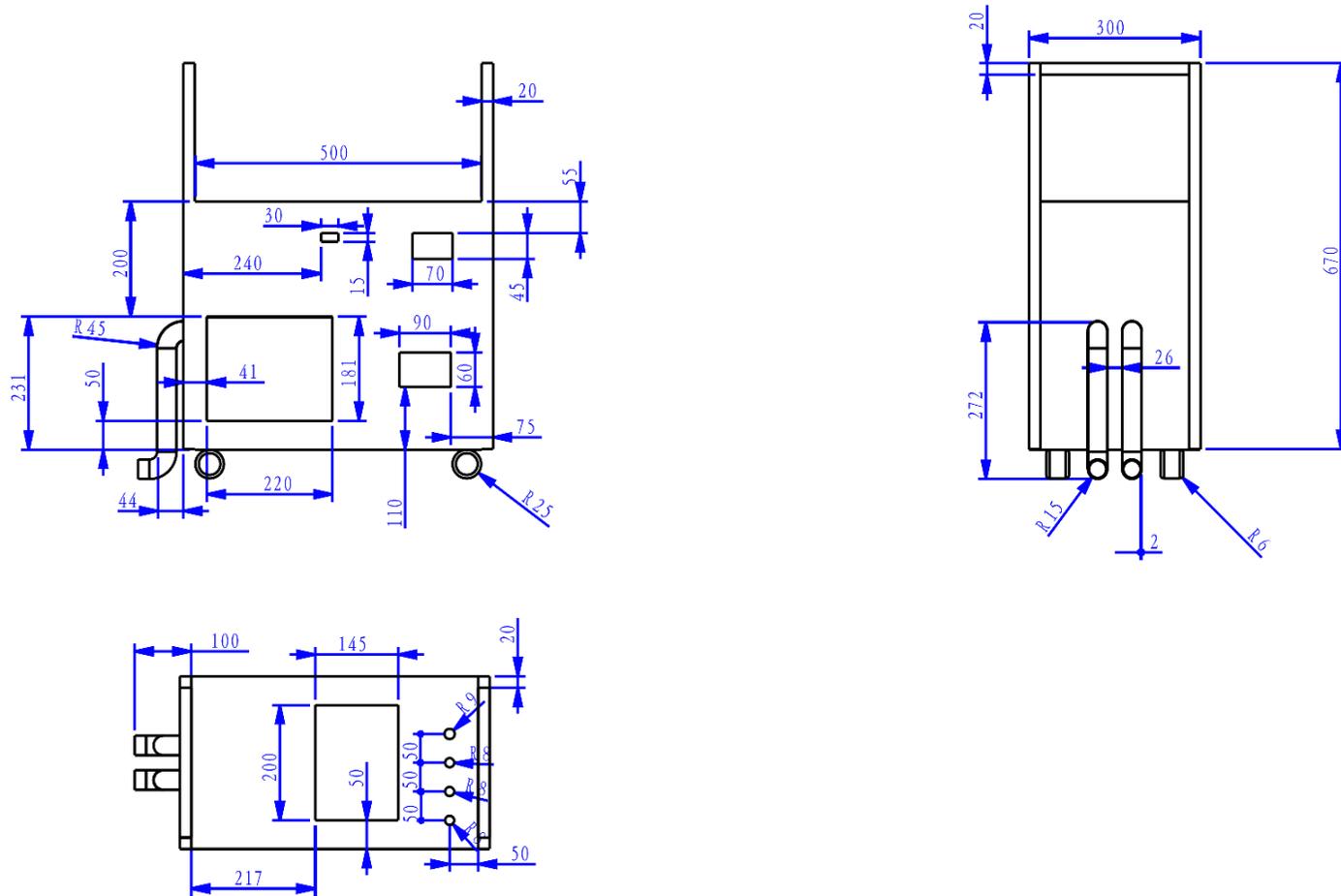


图1 乒乓球智能捡球机外壳框架二维平面图