



東南大學

实习报告

项目名称： 2017 年全国大学生电子设计竞赛

项目负责人： 李自强 （学号： 08014415）

项目参加者： 庄文林 （学号： 08014231）

胡鹏程 （学号： 08014211）

项目指导教师： 符影杰

项目验收时间 2017年8月15日

目 录

摘要	3
一、绪论.....	4
二、竞赛设计方案.....	5
2.1 竞赛准备.....	6
2.2 小球滚动测量控制系统.....	错误!未定义书签。
2.3 滚球控制系统.....	错误!未定义书签。
三、结论.....	错误!未定义书签。
参考文献.....	20
致 谢	21

摘要

2017 年 7 月 12 号到 2017 年 8 月 12 号期间,我们在东南大学电工电子楼进行了 2017 年全国大学生电子设计竞赛的校内培训和国赛题目的设计制作,参与了江苏省赛区的竞赛作品验收。该报告主要从竞赛的准备阶段,校赛培训,国赛三个阶段按时间轴展开。报告包括了校赛培训的四次题目和国赛题目作品的详细设计方案及实现。对于竞赛题目,首先简单阐述一下选题背景和研究现状,分析题目指标要求,经过分析总结得出自己的方案设计;然后介绍选题方案的具体实施和过程中遇到的困难及解决方案;最后附上选题指标的实现情况及实验结果。

竞赛准备阶段主要包括单片机的选型及学习,硬件模块的准备,传感器的准备及使用测试。单片机选择的是 STM32F103 和 STM32F429 系列。STM 系列单片机容易上手且有较高的处理速度,能够满足我们竞赛的需求。硬件模块包括开关电源、步进电机及驱动、直流电机及驱动、舵机等准备。传感器的准备主要测试了红外对管、超声测距等模块的性能指标。

校赛培训内容包括为期一周的理论课程和 4 次历届题目训练。理论课涵盖了模电数电等各种竞赛需要用到的理论知识。4 次训练的题目都是历年的国赛题目,每道题有 4 到 6 天时间来完成。

国赛从 8 月 9 号开始,一直持续到 8 月 12 号。从 9 号早上 8 点题目发布,到 12 号晚上 9 点封箱,我们在电工电子楼进行了 4 天 3 夜的紧张设计制作,最后成功完成了验收。

关键词:

2017 年全国大学生电子设计竞赛、STM32F103/429、校赛培训

2017 年全国大学生电子设计竞赛

一、绪论

全国大学生电子设计竞赛是教育部倡导的大学生学科竞赛之一，是面向大学生的群众性科技活动，目的在于推动高等学校促进信息与电子类学科课程体系和课程内容的改革，有助于高等学校实施素质教育，培养大学生的实践创新意识与基本能力、团队协作的人文精神和理论联系实际的学风；有助于学生工程实践素质的培养、提高学生针对实际问题进行电子设计制作的能力；有助于吸引、鼓励广大青年学生踊跃参加课外科技活动，为优秀人才的脱颖而出创造条件。

全国大学生电子设计竞赛的特点是与高等学校相关专业的课程体系和课程内容改革密切结合，以推动其课程教学、教学改革和实验室建设工作。竞赛的特色是与理论联系实际学风建设紧密结合，竞赛内容既有理论设计，又有实际制作，以全面检验和加强参赛学生的理论基础和实践创新能力。全国大学生电子设计竞赛的组织运行模式为：“政府主办、专家主导、学生主体、社会参与”十六字方针，以充分调动各方面的参与积极性。

全国大学生电子设计竞赛从 1997 年开始每二年举办一届，竞赛时间定于竞赛举办年度的 9 月份，赛期四天。全国大学生电子设计竞赛每逢单数年的 9 月份举办，赛期四天三夜（具体日期届时通知）。在双数的非竞赛年份，根据实际需要由全国竞赛组委会和有关赛区组织开展全国的专题性竞赛，同时积极鼓励各赛区和学校根据自身条件适时组织开展赛区和学校一级的大学生电子设计竞赛。

竞赛采用全国统一命题、分赛区组织的方式，竞赛采用“半封闭、相对集中”的组织方式进行。竞赛期间学生可以查阅有关纸介或网络技术资料，队内学生可以集体商讨设计思想，确定设计方案，分工负责、团结协作，以队为基本单位独立完成竞赛任务；竞赛期间不允许任何教师或其他人员进行任何形式的指导或引导；竞赛期间参赛队员不得与队外任何人员讨论商量。参赛学校应将参赛学生相对集中在实验室内进行竞赛，便于组织人员巡查。为保证竞赛工作，竞赛所需设备、元器件等均由各参赛学校负责提供。

二、竞赛设计方案

2.1 竞赛准备

1、陀螺仪 L3G4200

MEMS 惯性传感器目前在导航、定向、空间飞行器姿态控制、自平衡小车以及工业上机器转角测量等领域广泛使用，不同用途对姿态角测量的精度要求不同，高精度意味着对系统软硬件要求较高，成本也会上升，所以对不同使用场合应当选用合适的算法得到姿态角数据。

电子设计竞赛控制类题目对陀螺仪的使用需要有一定的掌握。MEMS 陀螺仪输出的是惯导组件运动的角速度信息，一般要通过积分才能得到角度信息。陀螺仪数据在短期积分获得的角度变化量较为可靠，但是陀螺仪数据中有随机漂移误差，误差随着累积而迅速增大，导致计算的角度信息不可靠。

在惯导组件无运动加速度时，利用 MEMS 加速度计的测量值可以直接求得载体的俯仰角和横滚角，如图 1 所示的三维空间的右手笛卡尔坐标中，载体的俯仰角 pitch 可由式(1)得到：

$$\text{pitch} = \arcsin(\text{acce} / g) \quad (1)$$

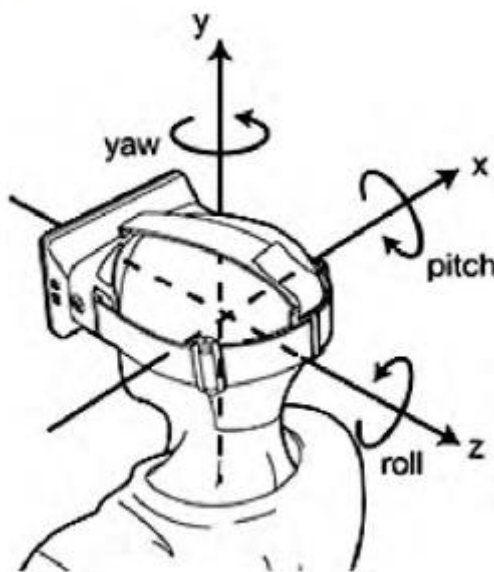


图 1 三维空间的右手笛卡尔坐标

2、红外对管

红外对管是红外线发射管与光敏接收管，或者红外线接收管，或者红外线接收头配合在一起使用时候的总称。

红外发射管是由红外发光二极管组成发光体，用红外辐射效率高的材料(常用砷化镓)制成 PN 结，正向偏压向 PN 结注入电流激发红外光，其光谱功率分布为中心波长 830~950nm。LED 是英文 Light Emitting Diode 的简称，表现是正温度系数，电流越大温度越高，温度越高电流越大，LED 红外灯的功率和电流大小有关，但正向电流超过最大额定值时，红外灯发射功率反而下降。

光敏接收管是一个具有光敏特征的 PN 结，属于光敏二极管，具有单向导电性，因此工

作时需加上反向电压。无光照时，有很小的饱和反向漏电流（暗电流）。此时光敏管不导通。当光照时，饱和反向漏电流马上增加，形成光电流，在一定的范围内它随入射光强度的变化而增大。

2.2 小球滚动测量控制系统

2.2.1 设计方案工作原理

1、预期实现目标定位

设计并制作导轨与小球及其测量控制系统。可移动支点 M、N 支撑 U 型导轨的两端产生竖直方向运动，从而改变导轨的水平倾角，控制小球完成规定的运动过程。

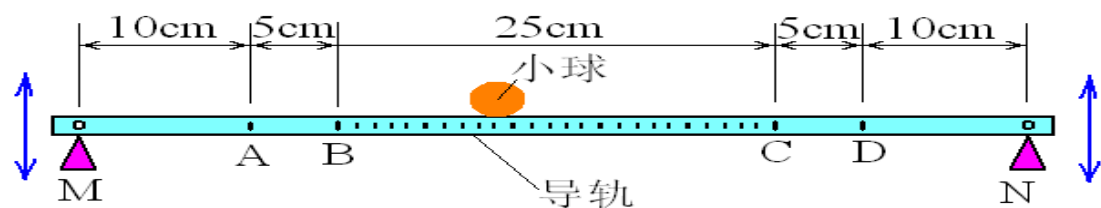


图 1 导轨示意图

2、技术方案分析比较

方案 1: 采用光电传感器进行小球位置检测，ADXL345 角度传感器进行导轨角度检测，通过步进电机两端吊线的方式实现 M、N 支点的竖直运动。光电传感器具有位置检测准确，反馈速度快的优点；角度传感器输出存在漂移和低频噪声，可用作辅助控制手段。两端吊线的导轨结构简单方便，但容易出现横向运动对小球造成干扰。

方案 2: 采用超声波传感器检测小球位置，两端采用丝杆电机支撑导轨上下移动。超声波测距频率高、波长短，但易受干扰、测距精度不高。两端都采用刚性丝杆，系统结构稳定，但装置整体更复杂，且导轨上下移动时，水平距离变化，容易导致导轨卡住或者丝杆倾斜。

方案 3: 采用 CMOS 摄像头采集小球位置坐标，导轨一端采用丝杆电机支撑，一段采用吊线方式控制支点 M、N 运动。摄像头采集数据丰富，经过处理可以同时得到位置和角度信息，使用方便灵活，但摄像头数据采集较慢，对光线的变化也比较敏感。一端顶，一端拉的导轨安装方法结合了上述方案的优点，导轨稳定性较高，控制灵活。

综合以上分析，且考虑到导轨上不允许安装传感器，我们最终选择方案 3。

3、系统结构工作原理

球杆系统是一个典型的非线性系统，包括死区，传动非线性，位置检测的不连续性，导轨表面的阻力不均匀等。最重要的是，它是一个开环不稳定的系统，所以我们必须通过闭环使其稳定。

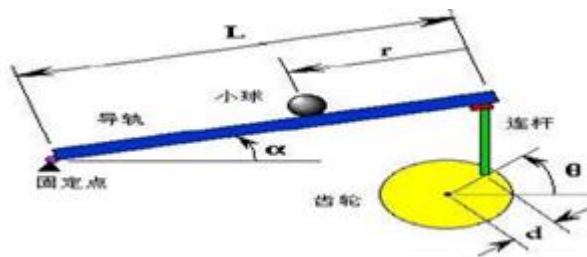


图 2 球杆系统执行机构原理图

采用常规 PID 控制对此类系统不能达到较好的控制效果，查阅文献后我们决定采用模糊 PID 控制算法进行小球位置的控制。球杆系统通过建立横杆倾角和电机角度之间的关系来实现对横杆倾角的控制，进而实现对小球位置的控制。电机角度控制环是由电机和驱动器组成的内闭环控制，其控制目的在于使伺服电机能够根据小球位置的参考输出迅速而准确的将横杆调整到指定的倾角。小球的位置控制是由球杆系统和根据需要所设计的控制器所组成的外闭环控制，其控制目的是使小球停留在目标位置。

系统采用 OV7670 摄像头采集小球位置。为了加快图像的处理速度，我们将摄像头安装在导轨的正上方，这样我们只需固定好摄像头，然后处理固定的几行就能得到小球的位置。由于导轨倾斜角度不会太大，所以由导轨倾斜引起的小球位置偏差可以忽略不计。

2.2.2 核心部件电路设计

1、关键器件性能分析

STM32F103ZET6

单片机选择意法半导体公司生产的 STM32F103ZET6 处理器，该芯片为 32 位基于 ARM 核心的带 512K 字节闪存的微控制器，最高 72MHz 工作频率。包含了 USB、CAN、11 个定时器、3 个 ADC、13 个通信接口。单片机处理速度和外设的数量都能满足我们的需求。

OV7670 摄像头

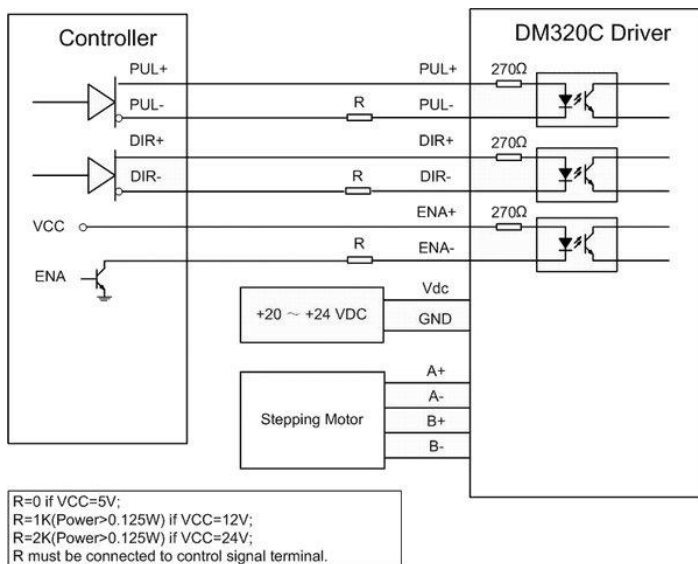
图像采集选择 OV 公司的 7670 系列传感器，该传感器具有体积小，工作电压低等优点。提供单片 VGA 摄像头和影像处理器的所有功能。标准的 SCCB 接口，兼容 IIC 接口；内置感光阵列，时序发生器，AD 转换器，模拟信号处理，数字信号处理器等。VGA 图像最高帧率可达 30 帧，在小球的速度下基本能得到实时位置。

57 系列步进电机

执行机构采用 57 系列步进电机，57 电机具有小体积，高转矩，低振动的优点，有较高的定位精度。绝缘电阻 100M Ω Min 500VDC，耐压 500V AC 1minute，径向跳动最大 0.02mm(450g 负载)，轴向跳动最大 0.08mm(450g 负载)。

2、关键电路驱动接口

Microstep Driver 电机驱动



步进电机驱动采用 H 桥双极恒相流驱动，最大 4.0A 的八种输出电流可选；最大 32 细分的 6 种细分模式可选；输入信号高速光电隔离。

2.2.3 系统软件设计分析

1、系统总体工作流程

系统采用两块单片机同时工作，一块用作实时图像采集和坐标计算，另一块用作控制器控制步进电机，以提高系统工作效率。

摄像头图像采集部分程序设计：

摄像头输出窗口大小设置为 320*40。开始采集后，对于小球，只识别横坐标在(15,290)区间内，纵坐标在(10,20)区间内的 R、G、B 值之和小于 40 的黑色像素点。对于标记物，只识别横坐标在(15,290)区间内，纵坐标在(30,35)区间内的 R、G、B 值之和小于 35 的黑色像素点。最后将识别到的所有像素点坐标求平均，再将 15-290 的像素坐标归一化为 0-220 的导轨坐标通过串口发送给控制单片机。

控制部分程序设计：

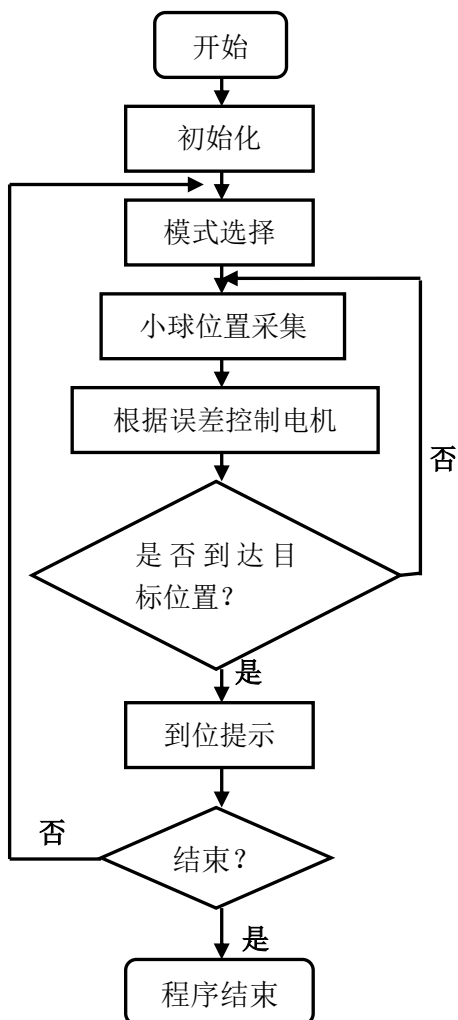
首先选择控制模式以实现不同功能，在不同模式下根据接收到的当前坐标和目的坐标计算偏差，然后通过增量式 PID 公式计算输出脉冲数，输出脉

冲控制步进电机转动。

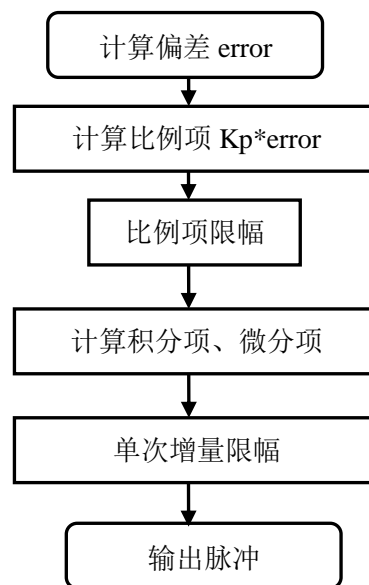
增量式 PID 计算公式如下：

$$\Delta u_k = u_k - u_{k-1} = K_p [e_k - e_{k-1} + \frac{T}{T_i} e_k + T_d \frac{e_k - 2e_{k-1} + e_{k-2}}{T}]$$

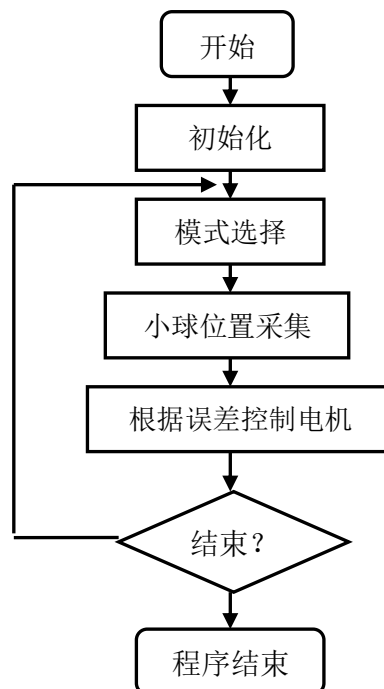
控制主程序流程



控制策略流程



摄像头处理流程



2.2.4 竞赛工作环境条件

软件开发环境采用 MDK5，固件库使用的是 ST 公司提供的标准库，标准外设库（Standard Peripherals Library）是对 STM32 芯片的一个完整的封装，包括所有标准器件外设的器件驱动器。它由程序、数据结构和宏组成，包括了微控制器所有外设的性能特征。该函数库还包括每一个外设的驱动描述和应用实例，为开发者访问底层硬件提供了一个中间 API，通过使用固件函数库，无需深入掌握底层硬件细节，开发者就可以轻松应用每一个外设。因此，使用固态函数库可以大大减少用户的程序编写时间，进而降低开发成本。

为了使装置能够移动，整个系统固定在一块木板上；主体结构采用铝制型材搭建，保证了系统结构的稳定性；导轨的制作是通过在木板上固定碳素杆来实现的，导轨铺上白纸防止对摄像头识别造成干扰。小球的选择一开始使用的是乒乓球，但因为乒乓球太轻导致控制效果不好，于是我们换成了 25mm 的实心金属小球。

2.2.5 作品成效总结分析

1、测试方案与测试结果

基本部分 2

起始状态下，按启动键，30 秒内（时间越短越好）控制小球完成顺序进入各段的运动过程：MA 段→CD 段→AB 段→DN 段，小球在各段停留时声光提示

测试次数	MA-CD 段	CD-AB 段	AB-DN 段	总时间/S
1	7	7	7.5	21.5
2	6.8	6.6	6.9	20.3
3	6.7	6.4	6.5	19.6

表 1

基本部分 3

在靠近导轨旁放置标记物；起始状态下，按启动键，30 秒内（时间越短越好）控制小球停在标记物指示的位置并保持静止状态，完成后声光提示

测试次数	标记物坐标/cm	总时间/S
1	20	6
2	35	7
3	40	8

表 2

发挥部分 2、3

小球静止于 AB 段，按启动键后 30 秒内完成：在导轨中点竖直上移 2cm 的同时使小球进入 CD 段，并保持导轨静止和小球静止（声光提示）；CD 到 AB 逆过程

测试次数	AB 到 CD/s	CD 到 AB/s
1	2.0	2.1
2	2.2	1.9
3	1.8	2.0

表 3

发挥部分 4

小球静止于 AB 段，按启动键后 60 秒内尽量多地自动连续循环完成发挥(2)和(3)

测试次数	循环次数
1	6
2	6
3	6

表 4

2、创新特色总结展望

该系统采用一端支撑，一端吊线的方式控制导轨上下移动。丝杆电机支撑的一端通过限位部件防止导轨左右抖动，保证了系统的稳定性，但由于丝杆的螺距只有 2mm，所以支撑的这一端上下移动速度不够快。为了保证系统的灵活性和快速性，该系统在导轨的另一端采用大半径同步轮吊线的方式控制，这样吊线端作为导轨控制的主要端，丝杆电机作为辅助控制，即保证了系统的平稳性，又具有较高的调节速度。

由于小球运动过程较快，为了防止小球位置采集不及时，该系统将摄像头装在导轨正上方。这样我们只需处理较少行即可得到小球位置，加快了图像处理速度。

图形界面显示和人机交互方面，该系统采用 TFT-LCD 实时显示小球位置，并画出了导轨示意图方便观看。为了便于使用，我们编写了一个手机 APP，通过滑动 APP 中滑块的位置控制小球目的坐标，控制小球到达。手机和单片机之间通过蓝牙通信，保证了坐标传递的快速性和准确性。

2.3 滚球控制系统

2.3.1 设计方案工作原理

1、预期目标及技术路线

在边长为 65cm 光滑的正方形平板上均匀分布着 9 个外径 3cm 的圆形区域，位置如图 1 所示。设计控制系统，通过控制平板的倾斜，使直径不大于 2.5cm 的小球能够按照要求完成指定的运动，动作开始计时并显示。平板倾角从 X、Y 轴两个方向调节，通过步进电机控制。

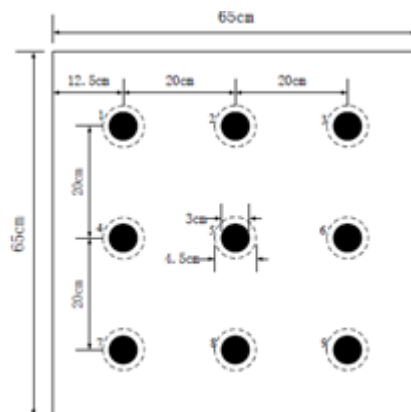


图 1 平板位置分布示意图

2、技术方案分析比较

2.1 核心控制模块论证与选择

方案 1: 选择 STM32 系列单片机作为控制核心，STM32 单片机应用广泛，主频可达 180MHz，运算能力强，该单片机体积小，功耗低，适合作为控制核心。

方案 2: 采用 FPGA 作为控制核心，处理数据速度快、程序编写容易、可利用 VHDL 语言进行编程开发并且具有资源丰富、开发周期短等优点。在控制上较单片机上有很大的优势。但 FPGA 结构较复杂，比较适用于在逻辑功能及数据处理速度两方面要求比较高的系统方案里。

考虑到开发时间和编程效率，选择方案 1。

2.2 支撑结构论证与选择

方案 1: 采用“顶”的方式控制平板倾角，用丝杆电机或者铰链结构支撑平板，支撑点和平板固定在一起，保证结构的刚性，防止平板旋转，但由于平

板两个方向的运动会有耦合关系，结构需要很高的灵活性，否则容易卡住。

方案 2：采用“拉”的方式控制平板倾角，用步进电机绕线的方式提拉平板两边中点。吊线方式的装置灵活性高，结构简单，但稳定性较低，会在平板所在平面产生旋转运动。

考虑到平板的二维运动需要较高的灵活性，选择方案 2。通过设置阻挡直杆解决平板旋转的问题。

2.3 位置检测传感器选择与安装

方案 1：采用电阻式触摸屏检测小球位置，电阻式触摸屏位置检测精度高，反馈及时快速。但是市场上采购不到大小合适的触摸屏，用多块拼装的话不能保证平面的光滑程度。

方案 2：采用正上方安装摄像头的方式，实时检测并反馈小球位置。摄像头安装使用简单，但对图像处理的速度要求较高，坐标需要经过仿射变换才能得到实际位置。

经过测试，摄像头基本能满足坐标检测要求，选择方案 2。

2.4 执行电机论证与选择

方案 1：选择直流电机控制平台倾斜。直流电机调速性能好，适合于运动控制，但位置控制精度不高，需要闭环反馈才能准确定位。

方案 2：采用舵机作为执行机构。舵机将 PWM 信号与滑动变阻器的电压相比对，通过硬件电路实现固定控制增益的位置控制。舵机结构紧凑，控制简单，但精度较低，位置镇定能力较差。

方案 3：采用步进电机作为执行机构。步进电机定位精度高，电机转角和脉冲数有比较精确的关系，无需传感器即可得到当前转角，控制简单。缺点是与同等功率的电机相比载荷较小。

综合以上因素，考虑到平板对电机的要求是低速、高精度，采用方案 3。

3、系统结构工作原理

小球平板控制系统是一个多变量、非线性控制平台，是球杆系统的二维扩展。其控制对象是具有两个相互垂直的旋转轴的平面板。平面板绕两个转轴的旋转可分别由两个电机驱动，通过摄像头采集小球位置坐标反馈给控制器，根据位置偏差采用 PID 控制算法控制平板在两个转轴方向的转角，实现对小球在板上定点和轨迹运动的控制。平板中心用万向节作支撑，X、Y 轴角度控制通过步进电机绕线方式提拉完成。摄像头通过三角架固定在平板正上

方。

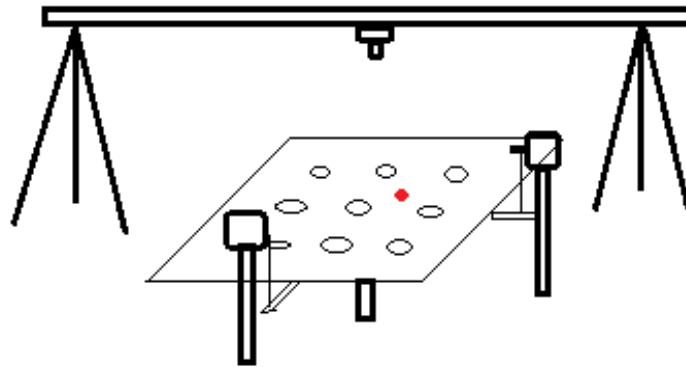


图 2 板球系统结构示意图

3、功能指标实现方法

3.1 小球位置检测

小球位置检测采用 ov7670 摄像头实现，摄像头输出窗口设置为 320*240 以保证图像不变形。图像处理取输出窗口中间的 240*240 像素点以提高处理速度。摄像头位置标定利用平板中的 9 个圆和预期位置之间的误差，手动调节。此种标定方法速度快，容易现场复原，且精度较高。

3.2 平板水平调整

经过试验我们发现，平板初始位置是否水平对小球运动轨迹有较大影响。仅采用水平仪并不能保证平板绝对水平，我们采用滚球方式调整平板水平位置，通过转动一端电机，调节另一端电机使小球滚直线即可。

2.3.2 核心部件电路设计

1、关键电路设计与参数计算

OV7670 摄像头

图像采集选择 OV 公司的 7670 系列传感器，该传感器具有体积小，工作电压低等优点。提供单片 VGA 摄像头和影像处理器的所有功能。标准的 SCCB 接口，兼容 IIC 接口；内置感光阵列，时序发生器，AD 转换器，模拟信号处理，数字信号处理器等。VGA 图像最高帧率可达 30 帧，在小球的速度下基本能得到实时位置。摄像头接口原理图见附图 1。

LED 驱动控制专用电路

TM1638 是带键盘扫描接口的 LED 驱动控制专用电路，内部集成有 MCU 数字接口、数据锁存器、LED 高压驱动、键盘扫描等电路。驱动控制电路见附图 2

57 系列步进电机

执行机构采用 57 系列步进电机，57 电机具有小体积，高转矩，低振动的优点，有较高的定位精度。绝缘电阻 100M Ω Min 500VDC，耐压 500V AC 1minute，

径向跳动最大 0.02mm(450g 负载), 轴向跳动最大 0.08mm(450g 负载)。负载能力满足要求。

2、关键电路驱动接口

Microstep Driver 电机驱动

步进电机驱动采用 H 桥双极恒相流驱动, 最大 4.0A 的八种输出电流可选; 最大 32 细分的 6 种细分模式可选; 输入信号高速光电隔离。驱动接口电路见附图 3。

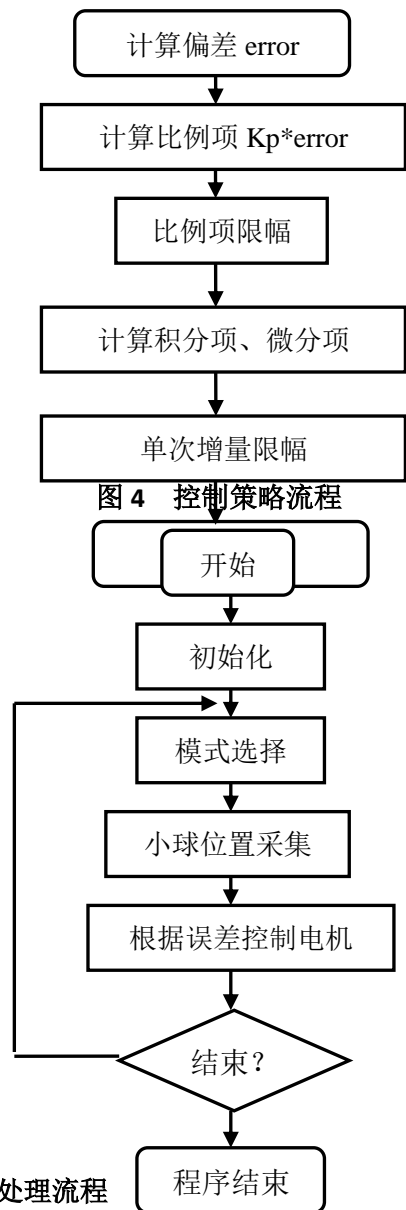
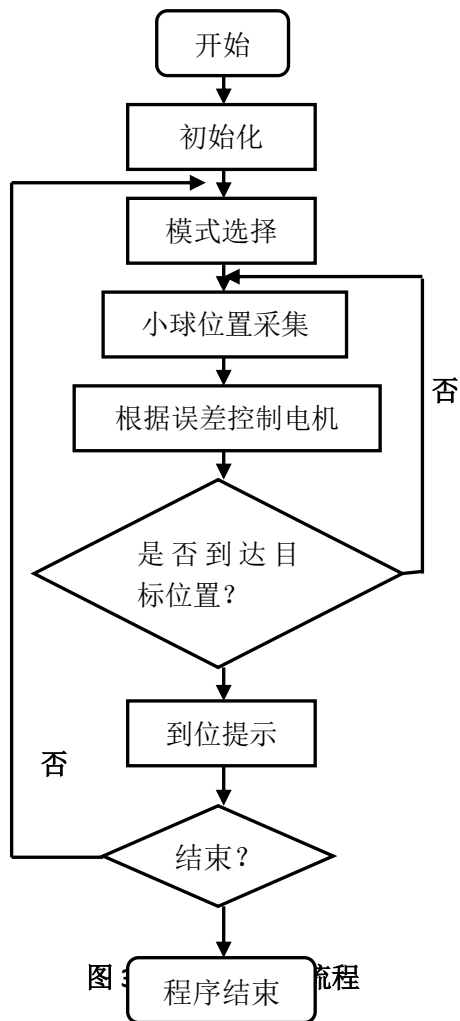
2.3.3 系统软件设计分析

1、系统总体工作流程

系统采用两块单片机同时工作, 一块用作实时图像采集和坐标计算, 另一块用作控制器控制步进电机, 以提高系统工作效率。

采用增量式 PID 计算脉冲个数, 公式如下:

$$\Delta U_k = U_k - U_{k-1} = K_P \left[e_k - e_{k-1} + \frac{T}{T_i} e_k + \frac{T_d}{T} (e_k - 2e_{k-1} + e_{k-2}) \right]$$



2.3.4 竞赛工作环境条件

4.1 设计分析软件环境

MDK5 集成开发环境，固件库使用的是 ST 公司提供的标准库

4.2 仪器设备硬件平台

单片机采用 STM32F103ZET6 芯片，摄像头采用 ov7670 摄像头，滚球平板采用 9mm 高密度板，底板采用的是 17mm 高密度板。

4.3 配套加工安装条件

电锯，万向节，三脚架，胶枪等。

2.3.5 作品成效总结分析

1、测试方案与测试结果

基本部分 2

（时间单位：秒）

在 15 秒内，控制小球从区域 1 进入区域 5，在区域 5 停留不少于 2 秒。

测试次数	总时间
1	7
2	6
3	7

基本部分 3

控制小球从区域 1 进入区域 4，在区域 4 停留不少于 2 秒；然后再进入区域 5，小球在区域 5 停留不少于 2 秒。完成以上两个动作总时间不超过 20 秒。

测试次数	区域 1-4	区域 4-5	总时间
1	5	6	11
2	6	6	12
3	9	7	16

基本部分 4

在 30 秒内，控制小球从区域 1 进入区域 9，且在区域 9 停留不少于 2 秒。

测试次数	总时间
1	18
2	17
3	16

发挥部分 1

在 40 秒内，控制小球从区域 1 出发，先后进入区域 2、区域 6，停止于区域 9。

测试次数	区域 1-2	区域 2-6	区域 6-9	总时间
1	5	6	5	16
2	6	7	7	20
3	7	9	7	23

发挥部分 2

在 40 秒内，控制小球经过随机设置的 A、B、C、D 四个区域。

区域设置	区域 A-B	区域 B-C	区域 C-D	总时间
------	--------	--------	--------	-----

1-2-5-6	10	11	11	32
2-5-9-6	12	13	13	38
1-9-4-2	16	15	10	41

发挥部分 3

小球从区域 4 出发，作环绕区域 5 的运动（不进入），运动不少于 3 周后停止于区域 9。

测试次数	总时间
1	58
2	60
3	61

测试结果分析：经测试，该系统能满足题目要求的各项指标，且运行结果比较一致，说明系统稳定性较高。

2、创新特色总结展望

该系统结构上采用中心点支撑，平板两边吊线提拉的方式控制平板倾角，具有较高的灵活性。

自主发挥部分我们设计并完成了激光跟踪功能，即使小球实时跟踪打在平板上的绿色激光点，具有较好的跟随性能和较高的精度。

图形界面显示，该系统采用 TFT-LCD 实时显示小球位置，并画出平板和圆形区域示意图。当小球滚动时，能在 LCD 上显示小球运动轨迹。

四、结论

从态度上，一些看似简单的事情，如果不是拥有相关方面的牢固的基础知识，想做好其实是很难的。想的再好再简单再全面，当实际动手去做时你会发现出现了各种各样意想不到的问题，你不断的处理这些意外这些问题，最后在处理各种遇到的问题的兴奋中勉强完成了作品。这些只说明了一个问题，你在这方面的基础知识远不如你想的牢固，事情也不像你想的那么简单。

成熟的技术人员或专家可以在几个小时内轻松完成你经过几天磕磕拌拌才完成的事情，并且远比你做的好，因为他们已经对做这些简单的事情中可能遇到的问题和意外了然于心，已经处理过大量这些意外和问题，所以在做时已经可以有意无意的避开引发意外和问题的处理办法，而使用他们已经遵循的可以使事情又快又好的完成的经验办法。假使遇到了问题也可以根据经验快速解决问题，其实这些经验就是做这些事情的基础知识，参加竞赛的一方面目的其实就是检验和积累我们的这些基础知识。

第二，像这种设计大赛，考验的是学生的创新性。竞赛举办方希望通过学生们还没有被成功经验固化的思维来探索更多的成功经验，获得更多的意料外的成果和方法。随便做做和用心研究思考得出的结果肯定是不同的，这点通过作品很容易就可以看出来。创新有时候看起来很简单，关键是你能想到能做出来。

最后，对于比赛重点，可以通过目的来确定重点。

竞赛举办方的竞赛目的：培养学生动手能力，增加学生的技能使用能力或使用他们预期技能的能力，为学生创新提供多一种渠道，提高学生整体素质，收获更多的行业方法和成果，促进行业发展。（对于竞赛的相关企业来说，收获有商业价值的成果，提升品牌影响力，提前接触他们的未来客户，是他们关注竞赛的出发点，有些还会直接招收毕业生或储备人才）

学生参加竞赛的目的：增强自己的动手能力（学的再好，想的再好，不如实际做出来的好），提升专业技能，多一种渠道与志同道合的同学交流，接触未来行业圈子（同你一起参加竞赛的可能就是未来的行业大牛，合作伙伴），偶尔冒出的灵感的火花还可能获得奖项、奖金，得到行业人士的关注与指导，最不济也可以了解当前专业内的前沿方向，发展动态，行业优势企业，为以后的努力方向做个参考。

综上，用心的完成比赛作品，把我们看来简单的事情做好，是比赛重点的最直接体现。

参考文献

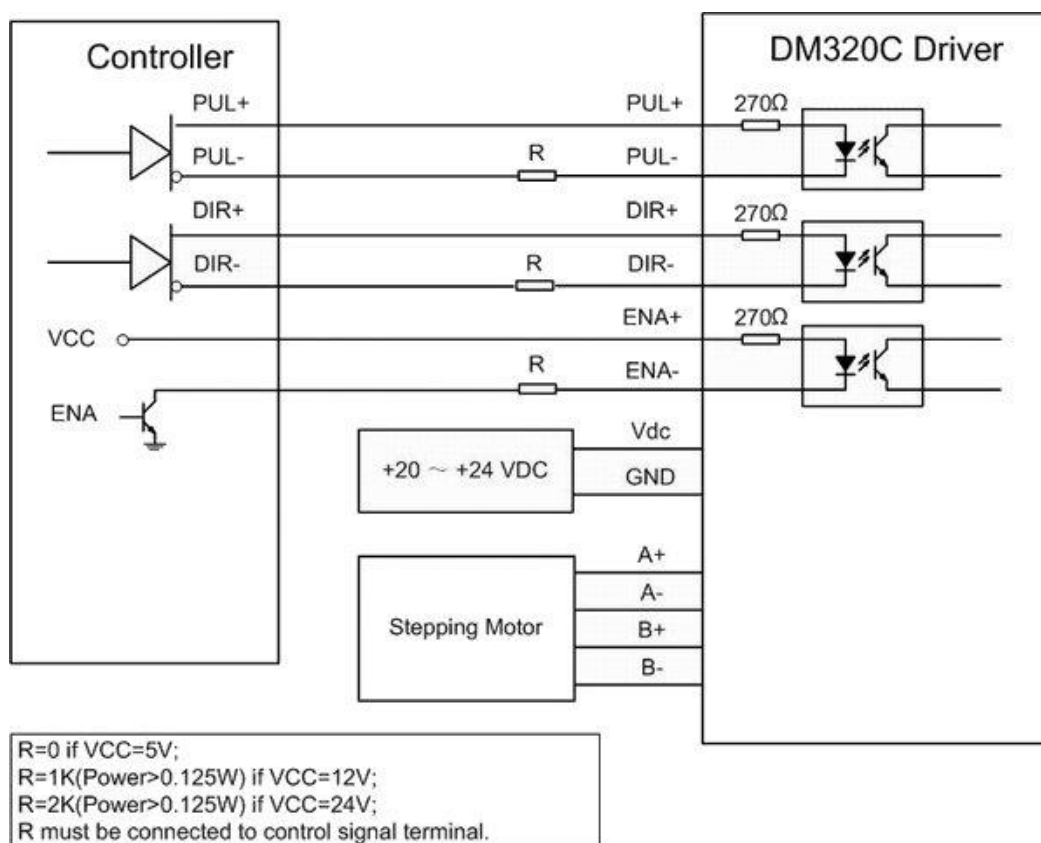
1. 《全国大学生电子设计竞赛技能训练》 ——黄智伟
2. 《电子电路设计与制作》 ——刘征宇
3. 《德州仪器高性能单片机和模拟器件在高校中的应用和选型指南》 ——黄争
4. 《小球滚动控制系统》 ——姜玉红
5. 《互补滤波器和 Kalman 滤波器在姿态角测量中研究》 ——蒋光峰

致 谢

历时近一个月时间的竞赛终于结束，在这段充满奋斗的历程中，带给我的学生生涯无限的激情和收获。在电子设计竞赛的过程中遇到了无数的困难和障碍，都在同学和老师的帮助下度过了。在电工电子楼查找资料的时候，培训的老师给我提供了很多方面的支持与帮助，尤其要强烈感谢我们院电子设计竞赛的指导老师一符影杰老师，没有他对我们的指导和帮助，无私的为我们进行调研与指证，就没有我们竞赛作品的最终完成。在此，我向指导和帮助过我的老师们表示最衷心的感谢！

同时，也要感谢本次竞赛的所有队员，如果没有大家挥汗如雨，通宵达旦的拼搏，我们也不可能完成这次竞赛。至此，我也要感谢我的朋友和同学，他们在我们竞赛的过程中给予我了很多鼓励，也在竞赛培训过程中提供热情的帮助！金无足赤，人无完人。由于我们的学术水平有限，完成的作品难免有不足之处，恳请各位老师和同学批评和指正！

附录 2



附图 3 步进电机驱动接口电路

程序清单

```
void Reset_System(); //初始化系统：按键控制电机
void Based1_RemainInRegion2(); //基础一：停留在区域2
void Based2_AccessRegion1To5(); //基础二：从区域1运动到区域5，并停留
void Based3_AccessRegion1To4And5(); //基础三：从区域1运动到区域4，然后到5
void Based4_AccessRegion1To9(); //基础四：从区域1运动到区域9，并停留

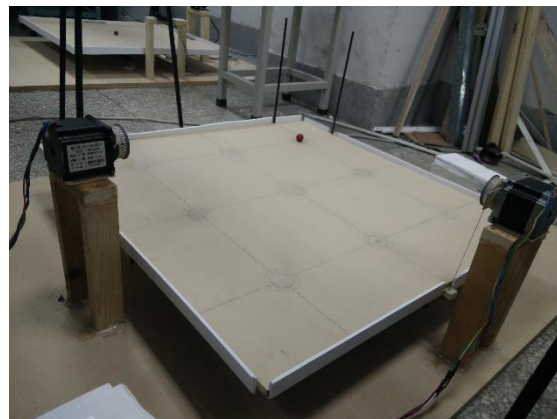
void Improve1_AccessRegion1269(); //提高一：依次1269
void Improve2_AccessRegionABCD(); //提高二：依次通过ABCD
void Improve3_From4Surround5(); //提高三：从4出发，环绕5
```

附录 3

作品实物



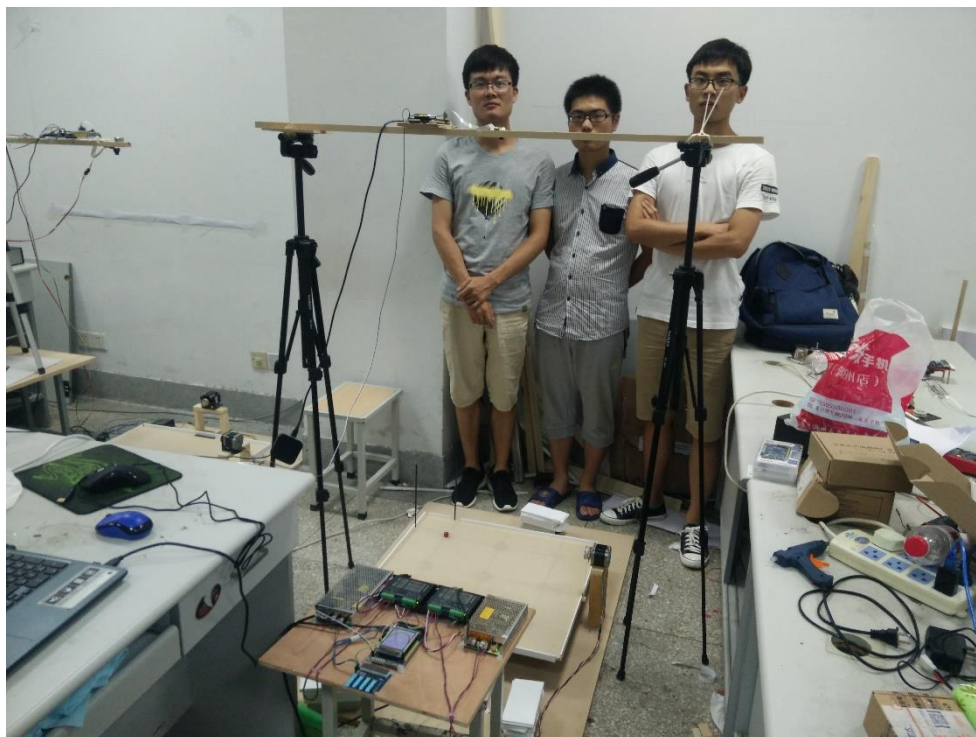
附图 4 装置整体结构图



附图 5 平板平面

图

作品合影



附图 6 作品合影