

基于单片机的人体反应速度测试仪设计

朱秋鹏

福州软件职业技术学院 福建 福州 350211

【摘要】：本文主要研究人体反应速度系统软硬件设计、产品结构设计等方面内容。利用单片机微处理器设计反应速度测试仪系统的解决方案，并对系统硬件和软件进行了设计，最终实现了基于单片机的人体反应速度测试仪设计。

【关键词】：红外线传感器；人体反应速度；单片机

DOI:10.12417/2811-0722.25.04.057

1 序言

精确测量人体反应时间对于某些行业是非常重要的，例如少年体育人才的选拔，运动员需要比一般人更快的反应速度，在运动比赛中几秒之差则有可能会与冠军失之交臂。对于一些要求动作敏捷行业来说，比如舞蹈，拳击，杂技以及魔术等也需要较快的速度。人体反应测速仪器可以给类似于这些行业的人才挑选培养提供科学数据。

2 总体设计

目标系统以 STC89C52RC 微控制器为核心，通过中断和定时器配合红外传感器进行反应速度测试，配合 DMA 的双缓存功能很好的实现了数据处理和传输的并行工作，提高了传输速度，从而提高刷新频率、降低延迟。

利用发光二极管（LED）作为视觉刺激源，通过单片机控制其点亮时刻，给测试者发出视觉信号。同时，也可配备蜂鸣器作为听觉刺激补充，实现多模态刺激，满足不同测试需求。单片机按照预设的随机时间间隔驱动刺激发生电路，确保每次测试的起始信号具有不可预测性，以更真实地反映测试者的反应能力。系统功能框图如图 1 所示。

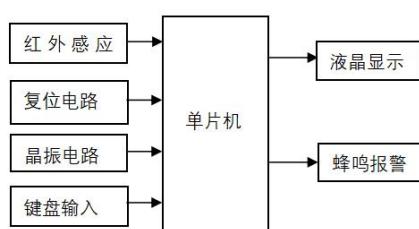


图 1 系统功能框图

3 主控电路设计

在本测试仪的设计中，经过全面且细致的考量，最终选用了 STC89C52 单片机。这款单片机以其极为丰富的片内资源而著称，它内置了 8KB 的 Flash 存储器，该存储器能够安全、稳定地存储大量程序代码，无论是复杂的算法程序，还是控制流程代码，都能轻松容纳，为测试仪的正常运行提供坚实的程序基础。同时，它配备了 256B 的 RAM，可高效地进行数据缓存与处理，能够及时响应并处理测试仪在运行过程中产生的各类数据，足以充分满足本测试仪对程序存储与数据处理的严

苛需求。

STC89C52 单片机在工作频率方面表现十分出色，其工作频率稳定可靠。这种稳定性使得单片机能够提供极为精准的计时功能，对于测试仪而言，精准计时关乎测量数据的准确性和可靠性，该单片机的这一特性无疑为测试仪的精准测量提供了有力保障。在本文中，我们将为您展示这些功能的实施方式，其具体的硬件系统架构如图 2 所示。

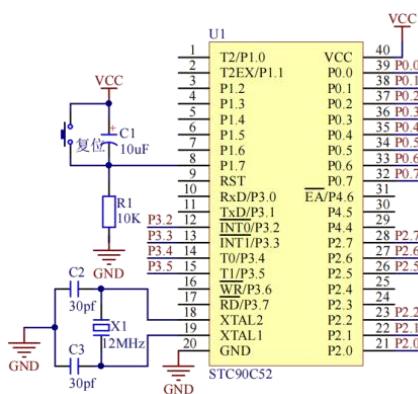


图 2 最小系统电路图

4 显示电路设计

各类系统设计中，LCD 液晶显示器凭借其低压、低功耗的突出特性，以及卓越的显示性能，脱颖而出，成为众多系统设计者的首选。与传统的数码管显示方式相比，LCD 具有明显优势。它不仅能够精准地呈现数据内容，还具备出色的显示字符和曲线绘制能力，这使得用户可以更清晰、更全面地掌握系统的运行状态和反应时间的显示。综合多方面因素考量，本设计最终选定 LCD1602 作为显示设备。其电路图如图 3 所示。

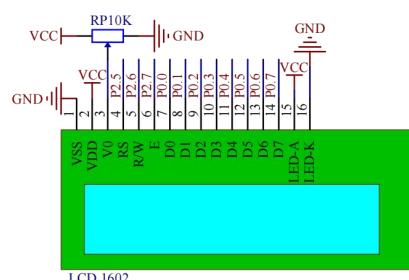


图 3 LCD1602 显示电路图

5 红外感应电路设计

红外发射二极管不断发射红外线，当发射出的红外线没有被反射回来或被反射回来但强度不够大时，光敏三极管一直处于关断状态，此时模块的输出端为低电平，指示二极管一直处于熄灭状态；被检测物体出现在检测范围内时，红外线被反射回来且强度足够大，光敏三极管饱和。本研究中所采用的红外反射式传感器乃是 TCRT5000 型产品，此款型号的光电传感器模块乃是基于 TCRT5000 型红外对射光敏元件所构筑，电路图如图 4 所示。

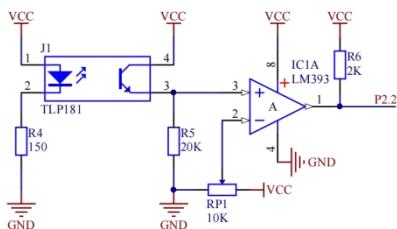


图 4 图像采集模块电路

6 声光提示电路

本设计采用的是声光提示电路，声光提示电路由单片机控制，为确保声光刺激的同步性与精准性，电路设计采用单片机的定时器功能。通过精确设置定时器的初始值与中断触发条件，实现对 LED 灯点亮、蜂鸣器发声的时序精确控制，误差控制在微秒级以内。当启动测试程序后，单片机依据预设指令，同时向 LED 灯与蜂鸣器驱动电路发送触发信号，二者紧密配合，瞬间释放强烈声光刺激，为后续精确测量反应时间营造理想起始条件，确保测试的有效性与稳定性。报警提示电路如图 5 所示。

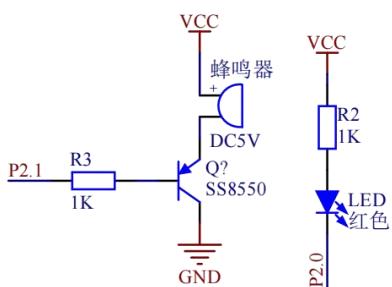


图 5 声光提示电路

7 目标系统 PCB 和程序设计

使用功能强大的 Altium Designer 软件，仔细绘制所有项目中用到的元器件符号，确保其精准无误，同时精心设计元器件封装，为后续实际安装做好准备。紧接着，通过该软件完成原理图的绘制，清晰展现电路的连接关系和设计思路，并进一步生成对应的 PCB 文件。

在程序编写方面，我们采用 Kile5 集成开发环境来配置微控制器，通过严谨的代码编写与调试，实现微控制器的各项功

能。

此外，为了更直观呈现 PCB 的设计成果，特别提供了 PCB 正面和背面的 3D 效果图。其中，PCB 正面 3D 效果图如图 6 所示，可清晰看到正面布局；PCB 背面 3D 效果图如图 7 所示，方便全方位了解 PCB 的整体设计。



左图 6 PCB 正面 3D 效果图；右图 7 PCB 背面 3D 效果图

软件功能模块划分，如图 8 所示。

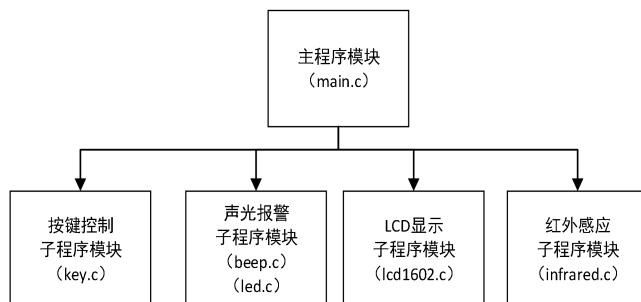


图 8 软件功能模块划分

8 综合调试

本设计采用分功能的调试测试方法，针对系统的每个功能模块设计相应的测试方案与检测方法。然后选择一个功能模块进行调试，通过发送控制指令及检测输出对该模块进行测试，直到它能够实现正常工作。完成一个功能模块的调试后，再选择下一个功能模块进行调试验证，同样测试其功能是否正常。这一过程重复进行，直到所有功能模块的单独工作都通过测试，系统的全部功能得以单独实现。

该人体反应速度测试仪精心设计了两大独特且科学的测试模式，为全面、精准地评估人体反应速度提供了多样化的途径。

其一为按钮操作测试模式。在这一模式下，测试参与者首先需轻轻按下启动按钮，随即测试仪内部系统会依据预设的随机算法，在一定时间区间内随机设定一个响应时段。这段时间是不可预测的，它模拟了日常生活中各种突发状况出现的随机性。在经过这个随机设定的响应时段后，参与者需要凭借自身的反应意识，快速意识到并放开启动按钮，紧接着迅速完成按下第二个按钮的操作。测试仪内部搭载的 STC89C52 单片机凭借其精准的计时功能，能够精确记录从参与者按下启动按钮

的那一刻起，到按下第二个按钮结束的这一整个过程的时间差，这个时间差便是本次测试的结果。这一结果能够直观反映出参与者在应对既定信号时的反应速度，在一定程度上体现了其神经传导以及肌肉响应的综合能力。

其二是红外线感应测试模式。在此模式中，测试人员需将特制的测试用笔小心放置于红外线感应器的中心位置。与前一模式类似，测试仪同样会在此时经过随机设定的响应时段，该时段的设置同样遵循随机算法，确保每次测试的不可预测性。当参与者反应意识到响应时段结束后，需迅速取走测试用笔。此时，测试仪基于 STC89C52 单片机稳定的工作频率和强大的数据处理能力，能够精准计算出从红外线感应器最初检测到测试用笔的存在开始，直至笔被参与者移除的这段时间差。这一测试模式主要考察参与者在视觉感知以及手部动作配合方面的反应速度，模拟了诸如抓取物品、躲避危险等实际生活场景中的反应情况。

为了更全面地了解不同年龄段人群的反应速度差异，我们对大量不同年龄段的人群进行了测试，并整理出了详细的数据。如下表 1 所示，该表涵盖了从青少年到老年各个年龄段的反应速度测试数据。通过对这些数据的分析，我们可以清晰地看到不同年龄段人群在人体反应速度测试仪两种模式下的平均反应时间、反应时间的波动范围等信息，这不仅有助于我们了解不同年龄段人体生理机能的变化对反应速度的影响，也能为后续的研究以及测试仪的进一步优化提供有力的数据支持。

表 1 不同年龄段的反应速度测试

序号	年龄	次数	反应时间/秒	序号	年龄	次数	反应时间/秒
1		1	0.278	11		1	0.345
2		2	0.265	12		2	0.368
3	16	3	0.296	13	40	3	0.343
4		4	0.263	14		4	0.387
5		5	0.198	15		5	0.375
6		1	0.267	16		1	0.396
7		2	0.278	17		2	0.421
8	23	3	0.279	18	55	3	0.499
9		4	0.286	19		4	0.491
10		5	0.283	20		5	0.467

本设计的核心目的在于借助以上两种测试模式，以提升和锻炼人类的反应速度与敏捷性。本设计所选用的硬件，都是市面上常见的电子元件，并运用单片机及其配套的外围设备来构建整个测试系统，将软件与硬件紧密结合，确保系统能够准确无误地进行计时工作。最终成功实现了预期的设计功能。

9 结论

通过对系统的硬件电路设计、软件编程以及整体调试与测试，达成了预期目标，在硬件方面，选用合适的单片机作为核心控制器，搭配精准的传感器模块来捕捉人体反应信号，光电传感器对光信号变化的灵敏检测，确保了能够快速且准确地获取反应起始与终止时刻的信息。软件设计上，基于单片机开发环境编写的程序，实现了对传感器数据的高效采集、处理与分析。采用合理的算法对采集到的数据进行去噪与优化处理，从而精准地计算出人体反应时间，并通过直观的显示模块将结果清晰呈现给用户。

参考文献：

- [1] 沈艺,孙瑶瑶,张海银.STEM 单元课程的特征及教学策略——以“设计人体反应速度测试仪”为例[J].中学生物教学,2018,(05):36-38.
- [2] 查艳.高校竞技健美操中组合动作力量训练法的应用研究[J].运动,2018,(18):20-21+2.
- [3] 蔡富佳.黄河巴彦淖尔流域水流信息监测系统设计[D].内蒙古大学,2020.
- [4] 郭玉良.基于 DW8051 的带硬件操作系统的 SoC 系统研究与设计[D].青岛大学,2018.