

一种气排球计分器的设计

王乔仪, 蔡昌友, 赵宇飞, 宋楠

辽宁科技大学电子与信息工程学院, 辽宁 鞍山

收稿日期: 2024年11月9日; 录用日期: 2024年12月2日; 发布日期: 2024年12月9日

摘要

气排球是一项融合排球和羽毛球特点的新兴运动, 随着它的普及, 对比赛管理和计分的要求不断提高。传统人工记分方式存在效率低下和易出错等问题, 影响比赛进程。为解决这些问题, 本研究设计了一种气排球计分器。通过深入市场调研和分析现有球类记分器, 针对高亮显示、远程控制、手势识别和响铃提示等需求, 采用模块化高亮LED灯组、NRF24L01无线传输模块、openMV摄像头和TDK压电扬声器等技术, 实现了一体化智能计分系统。该系统具备远程手势识别计分、比分直观显示、响铃提示等功能, 并通过独立按键设计实现比赛比分等参数的精确设定, 为气排球比赛提供了计分解决方案。

关键词

STM32, 气排球, OpenMV, 远程控制, LED

Design of an Air Volleyball Scorer

Qiaoyi Wang, Changyou Cai, Yufei Zhao, Nan Song

College of Electronic and Information Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan Liaoning

Received: Nov. 9th, 2024; accepted: Nov. 2nd, 2024; published: Dec. 9th, 2024

Abstract

Air volleyball is an emerging sport that combines the characteristics of volleyball and badminton. With its popularity, the requirements for game management and scoring are constantly increasing. The traditional manual scoring method has problems such as low efficiency and error-proneness, which affects the competition process. In order to solve these problems, this study designed an air volleyball scorer. Through in-depth market research and analysis of existing ball scorers, aiming at the requirements of highlight display, remote control, gesture recognition and ringing prompt, an integrated intelligent scoring system is realized by using modular highlight LED light group, NRF24L01 wireless transmission module, openMV camera and TDK piezoelectric loudspeaker. The system has

the functions of remote gesture recognition scoring, score visual display, ringing bell prompt, etc., and realizes the accurate setting of competition score and other parameters through independent key design, which provides a scoring solution for air volleyball competition.

Keywords

STM32, Air Volleyball, OpenMV, Long-Range Control, LED

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着体育科技的迅速发展，智能化设备在各类运动中的应用日益广泛。气排球作为一项新兴的群众体育运动，其比赛的公平性和观赏性越来越受到重视。然而，在群众自发的比赛中缺少随身的计分显示设备，当前纸板手动翻页计分器，落后且不美观，及时显示性也不好[1]。本文设计一种便携的气排球计分器，显示清晰以满足群众比赛的需求。相关研究表明，电子计分系统在篮球、排球等体育项目中的应用已取得显著成效。例如，基于单片机和传感器技术的篮球计时计分系统提高了比赛的准确性和效率[2][3]。此外，采用蓝牙技术的计分器设计不仅降低了成本，还便于人机交互界面的扩展[4][5]。这些研究为气排球计分器的设计提供了重要参考。本文将综合运用单片机技术、无线通信技术和传感器技术，设计与实现一种气排球计分器。该系统将实现自动计分、实时显示、数据存储等功能，并考虑与移动设备的连接，以满足现代气排球比赛的多样化需求。通过这一创新设计，旨在推动气排球运动的发展，为气排球运动的普及和推广提供技术支持。

2. 气排球计分器的功能

对系统所需要实现的功能进行分析，综合当前市场常见的各种球类记分器的功能，降低系统成本，采用 STM32F103C8T6 单片机作为核心控制器，系统主要完成四种功能。

(1) 高亮度 LED 点阵显示屏：采用自制的 LED 点阵显示屏来突出显示实时数字比分。这种显示技术因其高亮度和清晰度，适用于体育赛事、电子竞技比赛等需要实时计分的场合，确保在各种光照条件下的可读性。

(2) NRF24L01 无线通信模块：系统利用 NRF24L01 无线通信模块实现远程遥控计分功能。该模块支持高速数据传输和长距离通信，同时具备低功耗特性。人们可以在观众席的位置，通过遥控器实时更新比分，提高操作便利性并减少布线限制。

(3) OpenMV 摄像头与深度学习技术：系统运用 OpenMV 摄像头结合深度学习技术来识别手势，实现计分功能。如举手、挥动等，这些手势可用于表示得分或其他比赛动作，增加比赛的互动性和创新性。

(4) 语音提示功能：系统具备语音提示功能，能在比赛关键时刻，如单节结束、得分或比赛结束时，自动播放预录制的语音提示。这种功能为观众提供即时信息更新，并增强比赛氛围。

该系统通过集成 LED 显示技术、无线通信、图像识别和语音提示技术，提供了一种全面、多功能的计分解决方案。

3. 气排球计分器设计

本设计采用一个降压稳压电路来为整个系统提供电力,使用STM32F103C8T6单片机作为主控芯片,让主控芯片处理来自各个模块的信息,包括自制的多组 LED 显示模块通讯,控制显示屏的显示;通过无线传输模块接收外界的控制信号。系统的远程控制功能则是通过 2.4G 无线传输模块来实现的。在外部控制器通过多个独立按键,使用者可以通过按下不同的按键来发送不同的控制命令。为了增加系统的互动性和智能性,增加了 OpenMV 模块。它能够捕捉并分析摄像头视野内的手势动作。通过 OpenMV 与 MCU 主控单元的交互,从而实现智能手势识别的控制。为了使系统能够发出语音提示或反馈,集成了 TDK 压电扬声器,这个发声器能将电信号转换成声音信号,从而实现语音播放功能。

3.1. 硬件设计

(1) 主控芯片的选择。选择 STM32F103C8T6 这款处理器具备多种优势和特点,符合本设计对于储存容量、片内资源和处理速度的要求。它拥有 48 个引脚口,以及多个定时器、串口通信通道。它还具备了 512K 片内的 FLASH 和 64K 片内 RAM 的储存容量。该芯片的最小系统原理图如图 1 所示。

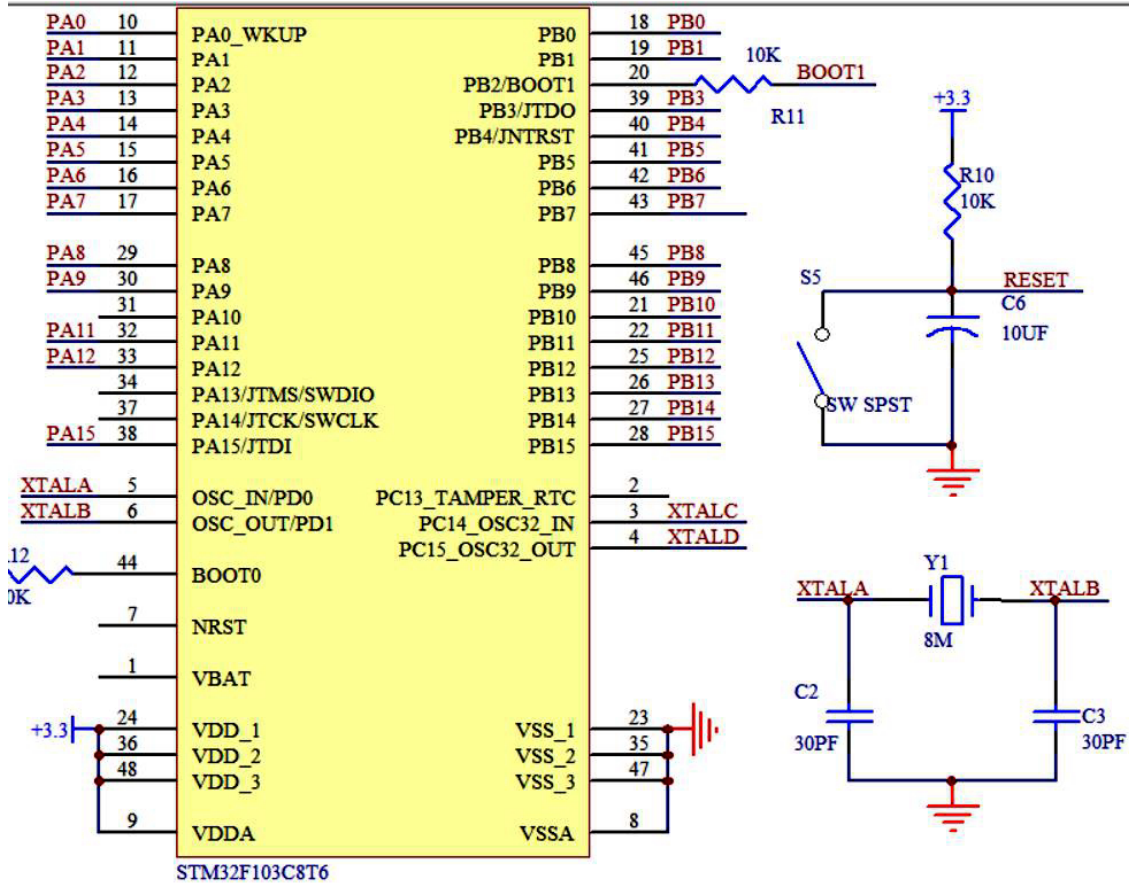


Figure 1. STM32 minimum system schematic
图 1. STM32 最小系统原理图

(2) 无线传输模块的选择。选择 NRF24L01 模块作为记分系统的无线通讯组件。它内部集成了频率合成器、功率放大器、调制器、晶体振荡器等部件。该芯片的运行频率定位于 2.4 GHz 到 2.5 GHz 的 ISM 频段。该芯片的系统原理图如图 2 所示。

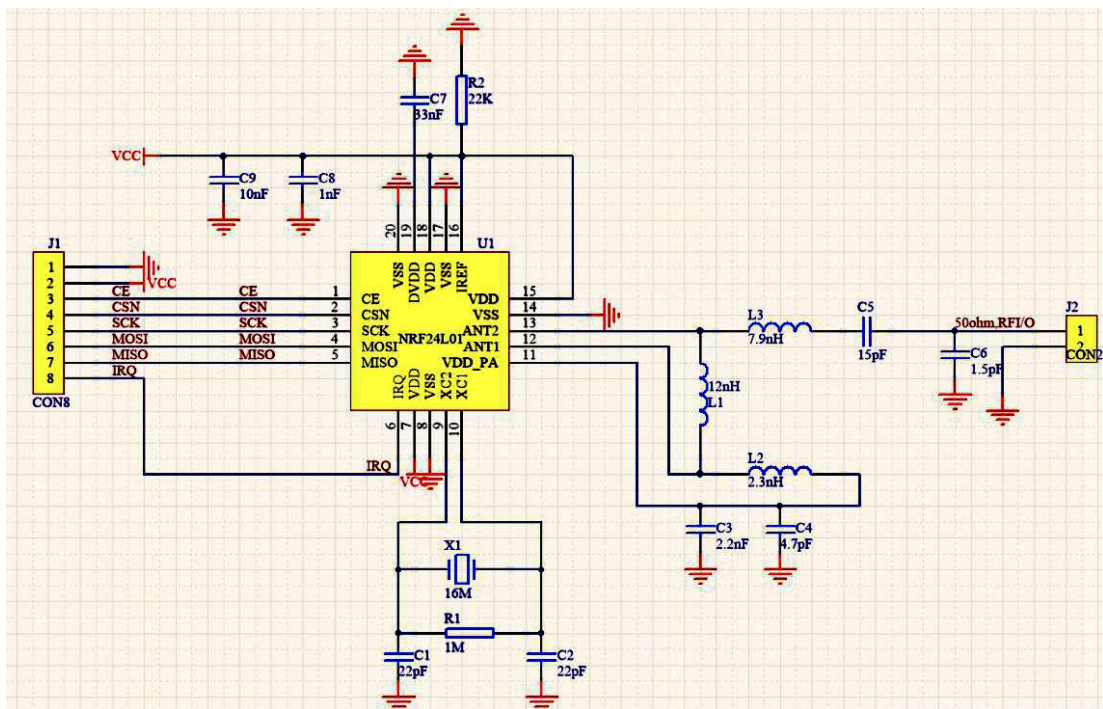


Figure 2. NRF24L01 module circuit schematic

图 2. NRF24L01 模块电路原理图

(3) 显示方案的选择。自己设计大小并制作 LED 点阵数字显示屏。显示电路原理图如下图 3 所示，使用电容符号代替 LED，使电路设计图看起来更加方便、简练。

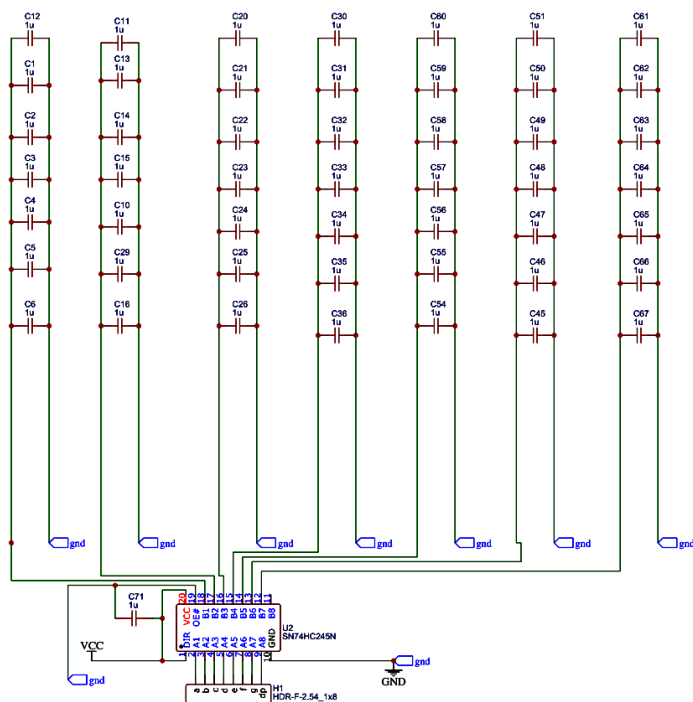


Figure 3. Shows the circuit schematic

图 3. 显示电路原理图

(4) 摄像头的选择。选择 OpenMV 摄像头实现抓拍。OpenMV 是一款基于 MicroPython 的开源机器视觉模块，能够在 32 位 ARM 内核上运行。拥有 400 万像素，可以实现手势抓拍，高速抓拍，在比赛时通过识别人员手势实现计分功能。

(5) 语音设计的选择。选择 TDK 的压电扬声器。它能提供高位移的压电效果。安装方便，可以贴到任何物体的表面，利用共振原理发出声音。工作频率范围是 400 Hz 到 20 kHz，能够很宽范围的频率特性和高声压。音质清晰，可以清楚地播报信息。

(6) 外壳的选择。外壳部分采用了三维打印技术进行制造，通过将多个 3D 打印的零件进行精确拼接，构建出一个结构坚固且外观独特的三棱柱外壳。将所有硬件巧妙地融入到三棱柱框架内如下图 4 所示。

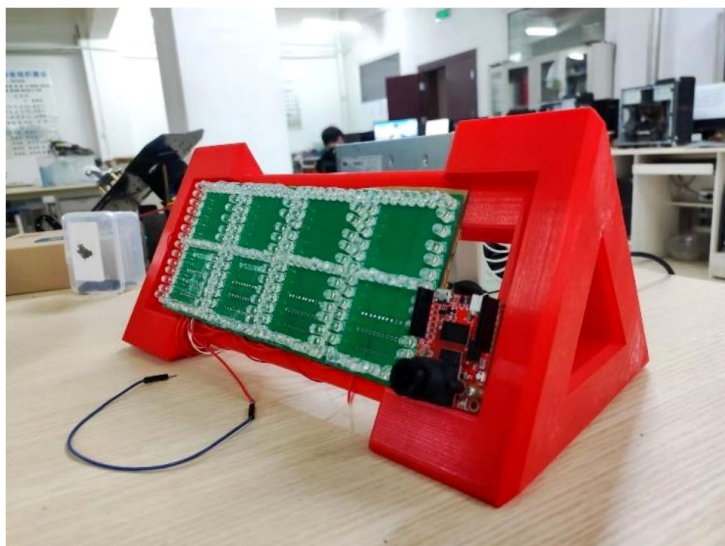


Figure 4. Actual picture of the score counter
图 4. 计分器实物图

3.2. 软件设计

本设计采用了 Keil uVision5 集成开发环境，并运用 C 语言进行软件开发。程序的核心构成包含主程序模块与 LED 显示模块，二者协同作用以保障系统的稳定运行及用户界面的直观性。

当遥控器和计分器上的 2.4G 模块成功建立连接后，主板上的指示灯会以每 500 毫秒一次的频率开始闪烁，向用户传达设备正在正常工作的信号。在这一状态下，用户可以通过操作遥控器上的按钮来控制计分。由微控制器驱动的 IO 口输出高低电平信号，精准地控制数码管上对应区域的光线显示，从而直观地展示出双方的得分情况。为了确保数码管的显示足够清晰和明亮，电信号会通过 74hc245 芯片进行放大处理，以便提供足够的电流来驱动数码管。在比赛进行中，如果需要将比分清零并记录当前对局的胜利次数，裁判只需按下遥控器上的上传键即可。这一操作不仅会清除当前的分数，还会在内部记录系统中增加一次胜利记录，方便后续的数据统计和分析。

在比赛开始前，操作人员需要对参赛的双方进行队伍分配，将一队分配到左边，二队分配到右边。计分器会根据这一分配自动显示两队的得分。在一局比赛结束后，计分器将自动进行换边操作，以便在下一局比赛中显示分数。当任意一方获得胜利时，计分器会通过蜂鸣器发出声音提示，并通过灯光效果来强调胜利的一刻。这些提示将持续十秒钟，确保所有在场的人员都能意识到比赛的结束。随后，计分器会将所有分数清零，恢复到比赛开始时的状态，为下一轮比赛或者下一场比赛做好准备。系统运行的

总流程图如图 5 所示。

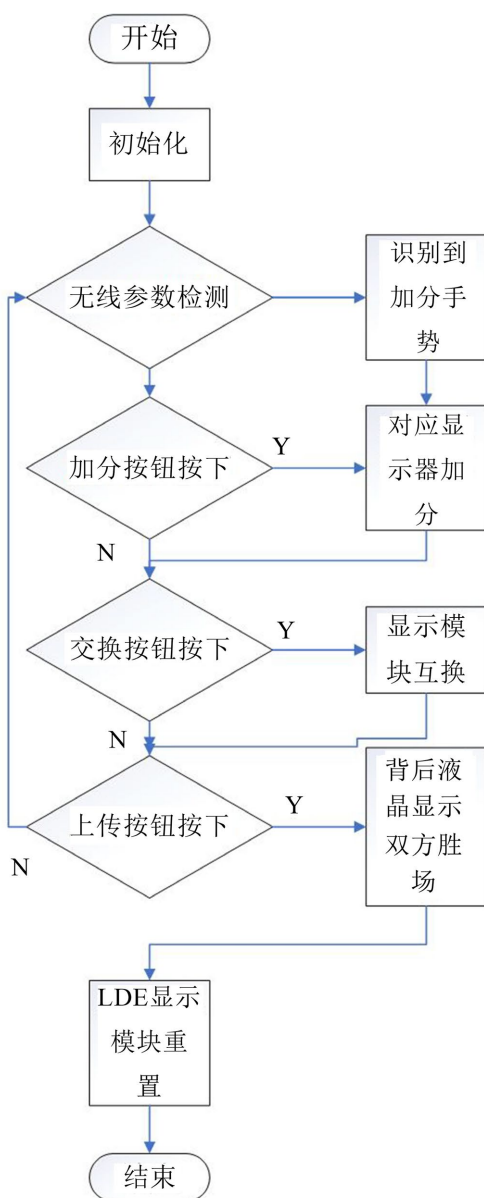


Figure 5. Overall program flow chart

图 5. 总程序流程图

3.3. 手势识别模型训练设计

本文使用 OpenMV 进行拍照提取数据，通过大量的手势图像作为训练数据。这些图像涵盖了各种不同环境和光照条件，来确保模型的泛化能力。然后对收集到的图像进行预处理，如灰度转换、滤波等过程，从而在减少计算量和噪声影响的同时保留关键特征。

通过 Edge Impulse 来进行数据模型的训练。Edge Impulse 是一个为边缘设备提供机器学习模型训练和部署的平台。将收集到的数据导入 Edge Impulse 的项目中。数据通常会以 CSV 格式上传。使用 Edge Impulse 中的预处理功能对数据进行数据处理。通过不同手势提取出不同数字信息，如图 6 所示。

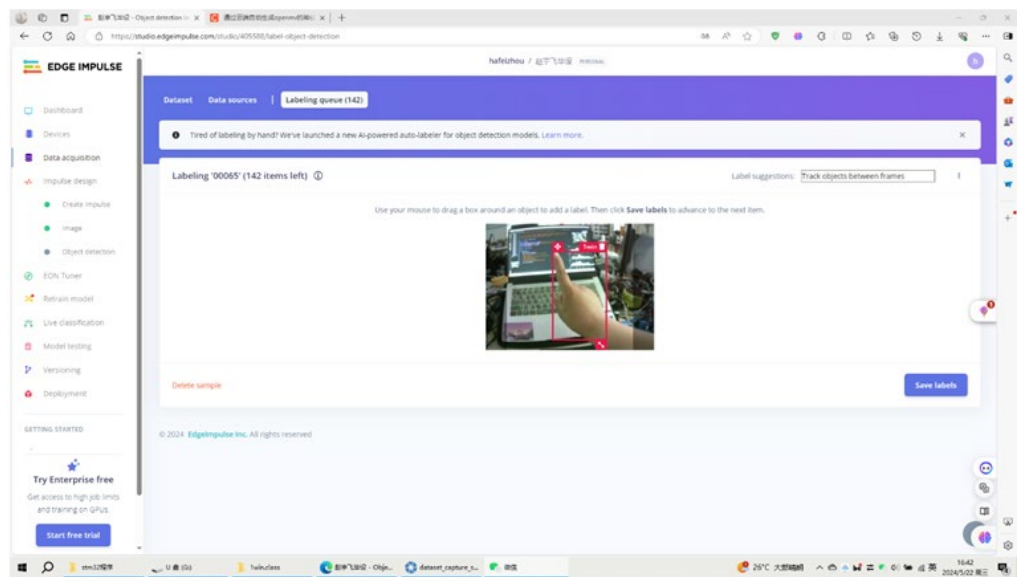


Figure 6. Different gesture recognition
图 6. 不同手势识别

4. 系统实现与测试

对各个功能所涉及的模块进行上电调试。先检查所有硬件设备是否正确连接，确保电源供应正常。之后上电进行初始化测试，可以观察到外部的电源指示灯正常地点亮，各个模块开始工作，我们对各个部分进行调试。调试成功后，开始进入正式计分模式。如果摆出不同的手势来给不同的队伍加分，或通过按键设定加分。当任意一方达到胜利分数之后，周围的 LED 灯会进行闪烁，语音合成模块会自动发出欢呼和恭喜语音。整体的功能测试图如图 7 所示。

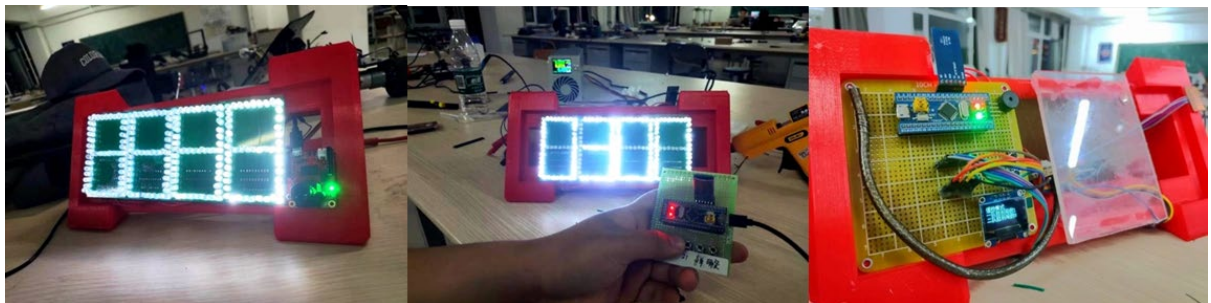


Figure 7. System test diagram
图 7. 系统测试图

5. 结论

本文设计了一种气排球计分器，提高气排球比赛的计分效率和准确性，为观众提供了更丰富的活动体验。系统设计采用 STM32F103C8T6 单片机作为核心，集成了 LED 显示、远程控制、手势识别和语音提示等功能，实现了多功能一体化。使用 OpenMV 摄像头结合深度学习技术，支持手势识别计分，增强了比赛的互动性。采用多块由相同部件拼装而成的计分器外壳，在美观耐用的同时提高了寿命与维护性。本设计系统成本较低，外观耐用，可以在各类比赛中推广使用。不仅适用于气排球，还可扩展到篮球、足球、羽毛球等多种球类运动。

参考文献

- [1] 张城铭, 秦菲. “健康中国 2030 ”背景下大众气排球运动的发展现状及纾解策略[J]. 体育科学进展, 2024, 12(1): 62-68.
- [2] 易淼, 易昌中, 金鸿宇. 基于 STM32 的球赛计时器系统[J]. 宜春学院学报, 2023, 45(6): 46-49.
- [3] 刘迷. 基于 STM32 的智能语音控制系统设计[J]. 工业仪表与自动化装置, 2022(4): 14-18.
- [4] 张燕凯, 章琳志, 张朋. 基于 STM32 的嵌入式系统综合实验设计[J]. 工业控制计算机, 2024, 37(3): 161-163.
- [5] 曾贵苓, 叶素娣, 王苹. 基于 STM32 单片机的智能手环设计[J]. 西安文理学院学报(自然科学版), 2023, 26(3): 72-76.