

附件：“工业美”智能制造创新创业大赛作品申报表

队伍编号	223240		选题	智能技术应用系	
产品名称	基于 stm32 的智能伴侣老年手环				
申报单位名称	(此处加盖院系公章)				
参赛队员	熊君庸、田兵、周晓慧				
指导教师	刘思思、赖健琼				
联系方式	联系人	熊君庸	电话	19735853618	
	手机	19735853618	邮箱	3294517856@qq. com	
产品简介	1. 开发背景				
	本设计基于 STM32 单片机开发的多功能智能手环，针对老年人及健康敏感人群的实际需求，集成了心率血氧监测、体温检测、计步、跌倒报警等多项功能。与市场上同类产品相比，该手环通过优化多传感器融合技术和算法，在保证监测精度的同时，有效降低了生产成本，在智慧养老和个人健康管理领域具有广阔的市场应用前景。				
	本智能手环系统以 STM32F103C8T6 单片机作为核心控制器，其 Cortex-M3 内核和 72MHz 的主频，能够高效处理各类复杂任务，并支持多路外设接口，为系统的功能扩展提供了有力保障。整个系统主要由以下几个模块组成：				
	核心模块	选型/型号	核心功能	与单片机连接方式	
	主控制器	STM32F103C8T6	数据处理、模块控制和逻辑判断	核心引脚分配	
	运动监测模块	ADXL345 加速度传感器	采集重力加速度、判断人体状态、实现计步	I2C 通信	
健康监测模块	MAX30102 心率血氧传感器	采集手指脉动信号，计算心率、血氧饱和度	I2C 通信		

	温度采集模块	DS18B20 温度传感器	测量环境/人体接触温度	单总线通信
	显示模块	0.96 寸 OLED 屏(SSD1306)	显示步数、心率、血氧、温度、时间	I2C 通信
	时钟模块	DS1302 时钟芯片	提供实时时间	串行通信
	无线传输模块	HC05 蓝牙模块	向手机 APP 传输监测数据	串口通信
	报警模块	5V 蜂鸣器	健康数据异常、里程达标时报警	三极管驱动
	交互模块	4 路独立按键	参数设置、步数清零、模式切换	低电平触发
	电源模块	USB 5V/2A 供电	为所有模块提供稳定电压	电源座+开关控制
	<p>2. 软件系统结构</p> <p>软件基于 Keil uVision5 开发，采用 C 语言编程，核心功能模块与流程如下：</p> <p>2.1 开发环境与工具</p> <p>（1）开发软件：Keil uVision5；下载工具：ST-LINK V2；</p> <p>（2）辅助工具：字模提取软件、串口调试助手。</p> <p>2.2 核心程序模块</p> <p>（1）主程序模块：系统上电后初始化各模块→ 循环采集传感器数据 → 处理数据并更新显示 / 传输 → 扫描按键操作 → 异常情况触发报警。</p> <p>（2）血氧采集模块：通过 I2C 初始化 MAX30102 → 读取 FIFO 缓冲器中的红光 / 红外光信号 → 基于 PPG 算法计算心率与血氧饱和度。</p> <p>（3）计步模块：初始化 ADXL345 → 采集 X/Y/Z 轴加速度数据 → 判断人体运动状态→ 累计步数并计算里程。</p> <p>（4）显示模块：初始化 OLED→ 写入显示指令与数据→ 分区域显示步数、健康数据、时间。</p> <p>（5）报警模块：设置心率、血氧阈值 → 数据超出阈值时，STM32 输出高电平驱动蜂鸣器报警。</p> <p>（6）蓝牙传输模块：初始化 HC05 蓝牙→ 将处理后的监测数据按固定格式通过串口发送至手机 APP。</p> <p>3、系统功能说明</p>			

	<p>3.1 核心功能</p> <p>3.1.1 健康监测功能</p> <p>心率监测，测量范围 40~180 次 / 分，精度 ± 2 次 / 分，支持实时显示与蓝牙传输；血氧监测，测量范围 80%~100%，精度 $\pm 2\%$，适用于日常血氧饱和度检测；体温监测，测量范围 -55°C~$+125^{\circ}\text{C}$，精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$，可实时反映人体接触温度。</p> <p>3.1.2 运动监测功能</p> <p>计步功能，基于 ADXL345 的加速度变化判断步行状态，累计步数范围 0~99999 步；里程计算，基于预设步距，通过 “步数 \times 步距” 计算运动里程，范围 0~99.99km。</p> <p>3.1.3 辅助功能</p> <p>时间显示，基于 DS1302 时钟芯片，显示年 / 月 / 日、时 / 分 / 秒，支持掉电走时；蓝牙数据同步，通过 HC05 模块与手机 APP 连接，同步历史监测数据；</p> <p>报警提醒，健康数据超出阈值或里程达标时，蜂鸣器发出声光提醒；按键操作，支持 4 路按键，实现个性化功能调整。</p> <p>3.2 功能优势</p> <p>(1) 低成本：核心器件总成本低于 50 元，适合批量开发；</p> <p>(2) 低功耗：STM32 支持休眠模式，OLED 正常工作功耗仅 0.04W，USB 供电可连续使用 8~12 小时；易操作，OLED 显示清晰（可视角度 $>160^{\circ}$），按键操作简单，手机 APP 可直观查看数据；高兼容性，支持与 51 单片机、MSP430 等其他平台对接，可扩展 GPS 定位、GSM 短信报警等功能。</p> <p>4. 使用说明</p> <p>4.1 准备工作</p> <p>4.1.1 硬件准备</p> <p>组装好的智能手环硬件；USB 数据线；手机。</p> <p>4.1.2 软件准备</p> <p>在 Keil uVision5 中打开手环项目工程，确认程序无编译错误；通过 ST-LINK V2 将程序烧录至 STM32 单片机；手机打开蓝牙，搜索并配对 HC05</p>
--	--

	<p>模块。</p> <p>4.2 操作步骤</p> <p>（1）开机与初始化</p> <p>连接 USB 5V/2A 电源，按下电源开关，OLED 屏点亮并显示初始化界面；初始化完成后，OLED 分区域显示：</p> <p>第一行：时间；</p> <p>第二行：心率、血氧；</p> <p>第三行：体温；</p> <p>第四行：步数、里程。</p> <p>（2）日常使用操作</p> <p>查看数据：直接通过 OLED 屏读取实时监测数据，或打开手机蓝牙 APP 查看同步数据；</p> <p>按键操作：</p> <p>按键 1：短按进入阈值设置模式；</p> <p>按键 2（数值加）：在设置模式下，增加阈值；</p> <p>按键 3（数值减）：在设置模式下，减少阈值；</p> <p>按键 4（清零）：短按清除当前步数与里程数据；</p> <p>报警处理：蜂鸣器报警时，查看 OLED 屏提示，确认数据异常原因，短按任意按键取消报警。</p> <p>（3）蓝牙数据同步</p> <p>（4）手机 APP 连接 HC05 模块后，自动接收手环发送的数据；APP 支持数据存储与曲线绘制，便于长期健康分析。</p>
设计说明	<p>1. 设计原理</p> <p>本设计以 STM32 单片机为核心，通过多模块协同实现健康监测、运动记录、数据显示与异常报警功能，各核心模块的工作原理如下：</p> <p>1.1 健康监测原理</p> <p>1.1.1 心率血氧监测（MAX30102 模块）</p> <p>基于光电容积法：人体动脉血管搏动时，血液中氧合血红蛋白与去氧血红蛋白对特定波长光的吸收率存在差异。MAX30102 集成红光 LED、红外</p>

	<p>LED、光电检测器及低噪声滤波电路：LED 发射光穿透手指 / 手腕皮肤后，光电检测器接收反射光并转换为电信号，通过 STM32 读取信号的 AC（脉动分量）与 DC（静态分量），计算红 / 红外信号比值，结合 PPG 周期峰值判断心率，再通过经验公式计算血氧饱和度。</p> <p>1.1.2 体温监测（DS18B20 传感器）</p> <p>采用单总线数字测温技术：DS18B20 内部集成半导体温敏器件、A/D 转换器与存储器，通过温度对内部振荡器频率的影响实现测温 —— 内部两个不同温度系数的振荡器，低温系数振荡器的时钟脉冲经高温系数振荡器的门周期计数，计数器预置 - 55℃ 基数值，计数至零则温度寄存器加 1，重复至门周期结束，最终温度以 16 位二进制补码形式存储，STM32 通过单总线读取数据后转换为十进制温度。</p> <p>1.2 运动监测原理（ADXL345 加速度传感器）</p> <p>基于三轴加速度感知：ADXL345 的 G-Cell 传感器由三块电容极板组成，中间极板随人体运动产生的加速度偏移，导致其与两端极板的电容值变化；电容变化经容压转换、增益放大、滤波后输出电压信号，STM32 通过 I2C 读取 X/Y/Z 三轴加速度数据，判断人体运动状态，累计步数并根据预设步距计算运动里程。</p> <p>1.3 时间与显示原理</p> <p>1.3.1 实时时间（DS1302 时钟芯片）</p> <p>DS1302 为专用实时时钟芯片，外接 32.768kHz 晶振，内置万年历逻辑与闰年补偿功能，支持对年 / 月 / 日 / 时 / 分 / 秒的计时；采用串行通信与 STM32 交互，且具备掉电走时能力，上电后无需重新校准时间。</p> <p>1.3.2 数据显示（OLED 屏）</p> <p>采用自发光技术，无需背光；STM32 通过 I2C 总线向 OLED 写入指令与数据，指令用于设置显示位置，数据为字模提取软件生成的点阵代码，最终在屏幕上分区域显示步数、心率、血氧、体温与时间，可视角度 > 160°，正常工作功耗仅 0.04W。</p> <p>1.4 报警与无线传输原理</p> <p>1.4.1 异常报警</p>
--	--

<p>通过 NPN 三极管驱动:STM32 的 PC14 引脚输出高电平时,三极管导通,将单片机输出的小电流放大,满足蜂鸣器的工作电流需求;当心率、血氧、体温超出设置阈值,或里程达标时,STM32 触发蜂鸣器声光提醒。</p> <p>1.4.2 蓝牙数据传输</p> <p>采用串口蓝牙通信:HC05 模块支持主/从模式,通过 TX/RX 引脚与 STM32 串口连接;STM32 将处理后的监测数据按固定格式发送至模块,手机安装蓝牙串口 APP,配对模块后即可接收并查看实时数据。</p> <p>2. 设计方案</p> <p>2.1 总体方案框架</p> <p>系统以 STM32F103C8T6 单片机为数据处理与控制核心,各功能模块通过指定接口与单片机连接,数据流逻辑如下:传感器模块→数据采集→STM32 处理→输出模块,同时通过 4 路独立按键实现参数设置与步数清零,电源采用 USB 5V/2A 供电,经 LDO 转换为 3.3V 给 STM32 及传感器供电。</p> <p>2.2 硬件系统设计</p> <p>2.2.1 核心器件选型(对比方案)</p> <table><tr><th>模块</th><th>选型</th><th>选型理由(对比其他方案)</th></tr><tr><td>主控制器</td><td>STM32F103C8T6</td><td>对比 CPLD(功能过剩、成本高)、STC89C52(8 位机,无 AD 转换、串口少):32 位 Cortex-M3 内核(72MHz 主频),集成 2 个 12 位 AD、5 路串口,低功耗、高集成,适配多传感器控制</td></tr><tr><td>显示模块</td><td>0.96 寸 OLED 屏(SSD1306)</td><td>对比 LED 数码管、点阵数码管:支持多数据显示,低功耗、宽视角, I2C 接口仅需 2 个 I/O 口</td></tr><tr><td>运动传感器</td><td>ADXL345</td><td>对比陀螺仪:13 位分辨率、±16g 测量范围,支持 I2C 通信,直接输出加速度数据,适配计步功能</td></tr><tr><td>心率血氧模块</td><td>MAX30102</td><td>对比压力传感器:集成光器件与环境光抑制电路,数据稳定,无需外部放大电路,适配 PPG 算法</td></tr></table>			模块	选型	选型理由(对比其他方案)	主控制器	STM32F103C8T6	对比 CPLD(功能过剩、成本高)、STC89C52(8 位机,无 AD 转换、串口少):32 位 Cortex-M3 内核(72MHz 主频),集成 2 个 12 位 AD、5 路串口,低功耗、高集成,适配多传感器控制	显示模块	0.96 寸 OLED 屏(SSD1306)	对比 LED 数码管、点阵数码管:支持多数据显示,低功耗、宽视角, I2C 接口仅需 2 个 I/O 口	运动传感器	ADXL345	对比陀螺仪:13 位分辨率、±16g 测量范围,支持 I2C 通信,直接输出加速度数据,适配计步功能	心率血氧模块	MAX30102	对比压力传感器:集成光器件与环境光抑制电路,数据稳定,无需外部放大电路,适配 PPG 算法
模块	选型	选型理由(对比其他方案)															
主控制器	STM32F103C8T6	对比 CPLD(功能过剩、成本高)、STC89C52(8 位机,无 AD 转换、串口少):32 位 Cortex-M3 内核(72MHz 主频),集成 2 个 12 位 AD、5 路串口,低功耗、高集成,适配多传感器控制															
显示模块	0.96 寸 OLED 屏(SSD1306)	对比 LED 数码管、点阵数码管:支持多数据显示,低功耗、宽视角, I2C 接口仅需 2 个 I/O 口															
运动传感器	ADXL345	对比陀螺仪:13 位分辨率、±16g 测量范围,支持 I2C 通信,直接输出加速度数据,适配计步功能															
心率血氧模块	MAX30102	对比压力传感器:集成光器件与环境光抑制电路,数据稳定,无需外部放大电路,适配 PPG 算法															

	温度传感器	DS18B20	对比 K 型热电偶:单总线通信，无需外部元件，测温精度高、量程宽，适配便携设备
	时钟模块	DS1302	对比 STM32 内部时钟:专用时钟芯片，支持万年历与闰年补偿，掉电数据不丢失
	无线传输	HC05 蓝牙模块	对比 NRF24L01:串口直连，手机 APP 可直接接收数据，传输稳定、成本低

产品特色	<p>1. 多健康指标一体化监测创新</p> <p>突破传统单一功能计步器的局限，整合四大核心健康与运动指标：通过 ADXL345 实现计步与里程计算、MAX30102 实现心率血氧同步监测、DS18B20 实现体温采集、DS1302 实现实时时间显示，形成“运动 + 健康 + 时间”的一体化监测体系。图表 2.2.1 选型方案明确对比了各模块的优势，确保多指标监测的稳定性与准确性。</p> <p>2. 低成本高精度技术整合创新</p> <p>在技术选型上，以“低成本实现高精度”为核心创新方向：选用 STM32F103C8T6 单片机作为核心，对比 CPLD、STC89C52，以 32 位内核、集成 AD 转换的优势；采用 MAX30102 集成红光 / 红外 LED 与环境光抑制电路；OLED 屏以 0.04W 超低功耗、128×64 点阵多数据显示，替代高成本点阵数码管，在控制成本的同时保障用户体验。</p> <p>3. 便捷交互与数据传输创新</p> <p>设计了“本地显示 + 无线传输 + 异常报警”的三层交互逻辑：本地通过 OLED 屏分区域直观展示数据，支持 160° 宽视角；通过 HC05 蓝牙模块实现手机 APP 直连；当健康指标异常或里程达标时，蜂鸣器通过三极管驱动报警，形成“监测 - 显示 - 传输 - 预警”的闭环，提升产品实用性。</p> <p>4. 产品可行性</p>
------	--

	<p>基于文档中硬件选型、软件设计、制作调试的详细方案，产品在技术实现、成本控制、制作难度上均具备高可行性：</p> <p>4.1 硬件可行性：低成本易获取，电路设计简化</p> <p>（1）器件选型可控：核心器件均为市场主流型号，成本低、供应链成熟，无稀缺或高成本器件；电源采用 USB 5V/2A 供电，无需定制电源模块，日常使用便捷。</p> <p>（2）电路设计简化：各模块接口标准化，如 ADXL345、MAX30102、OLED 均采用 I2C 通信，减少 STM32 引脚占用；DS18B20 采用单总线通信，无需额外元件，电路焊接难度低。</p> <p>4.2 软件可行性：成熟开发环境，流程清晰可实现</p> <p>开发环境成熟：采用 Keil uVision5 作为开发工具，支持 STM32 编译、调试，降低编程门槛；编程语言选用 C 语言，对比汇编语言无需了解指令集，且支持模块化编程，便于调试与迭代。</p>
--	---