

## 技术干货 | 晶华微 SD93F112 血氧仪方案

### 一、概述

血氧仪是一种监测人体血氧含量的仪器,采用无创式红外测量技术。通常通过测量手指、耳朵等部位检测,主要的测试指标为脉率、血氧饱和度及灌注指数。

### 二、血氧检测原理

在人体正常血液中存在四种血红蛋白:氧合血红蛋白( $\text{HbO}_2$ )、还原血红蛋白( $\text{Hb}$ )、碳氧血红蛋白( $\text{CoHb}$ )、高铁血红蛋白( $\text{MetHb}$ )。其中还原血红蛋白与氧气做可逆性结合,碳氧血红蛋白、高铁血红蛋白与氧气不结合。血氧饱和度指的是血液中氧合血红蛋白容量占可结合氧气的血红蛋白容量的百分比。因此,血氧饱和度的计算公式如下:

$$SaO_2 = \frac{C_{HbO_2}}{C_{HbO_2} + C_{Hb}}$$

其中  $C_{HbO_2}$ 、 $C_{Hb}$  分别表示血液中氧合血红蛋白和还原血红蛋白浓度,  $SaO_2$  表示血氧饱和度。

血氧仪的测量原理是根据氧合血红蛋白和还原血红蛋白在可见红光和不可见红外光的吸收光谱特性为依据。如下图 1 所示,氧合血红蛋白对这两种波长的吸收率与还原血红蛋白差别很大,利用这一特性可以测量计算出血氧饱和度。

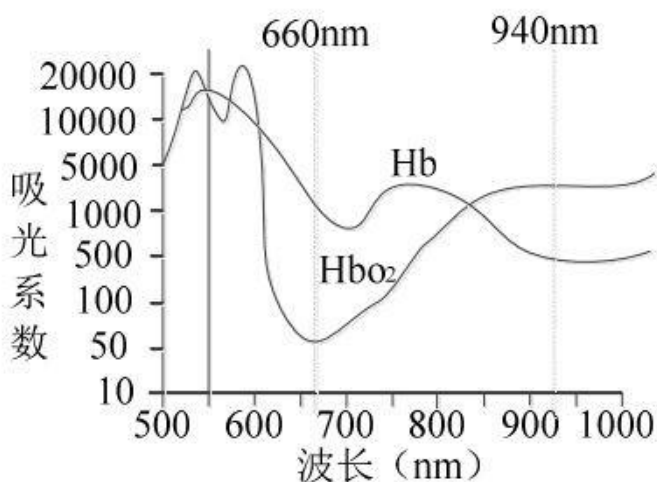


图 1 Hb 和  $\text{HbO}_2$  的吸收光谱

血氧探头是由两只发光管和一只光电管组成。其中一只发光管发出波长为 660nm 的可见红光,另外一只发光管发出波长为 920nm~950nm 之间的不可见红外光。按照所使用的传感器采样方式的不同,可以分为透射式和反射式两种,如下图 2 所示。

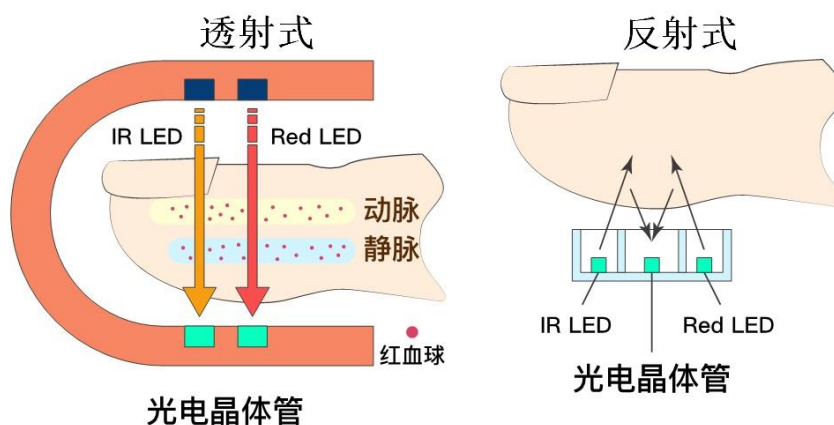


图 2 透射式和反射式血氧传感器

如下图 3 所示，采用了 H 桥驱动电路来驱动两个 LED，一个为可见红光 LED，另一个为不可见红外光 LED。P20 和 P21 分别是 SoC 芯片的通用 I/O 端口，按一定间隔时间交替输出驱动两路 LED 交替发光。运算放大器 OPA 控制通过 LED 的电流，改变 DAO2 电压从而控制其光输出强度。光电二极管接收到的光信号后转换为微弱的电信号，这个电流信号被运算放大器 OPB 转换成一个可供处理的电压信号。然后经过放大、滤波等处理使其转变成用于识别的电压信号，再通过模/数转换，成为 SoC 能够处理的数字信号。

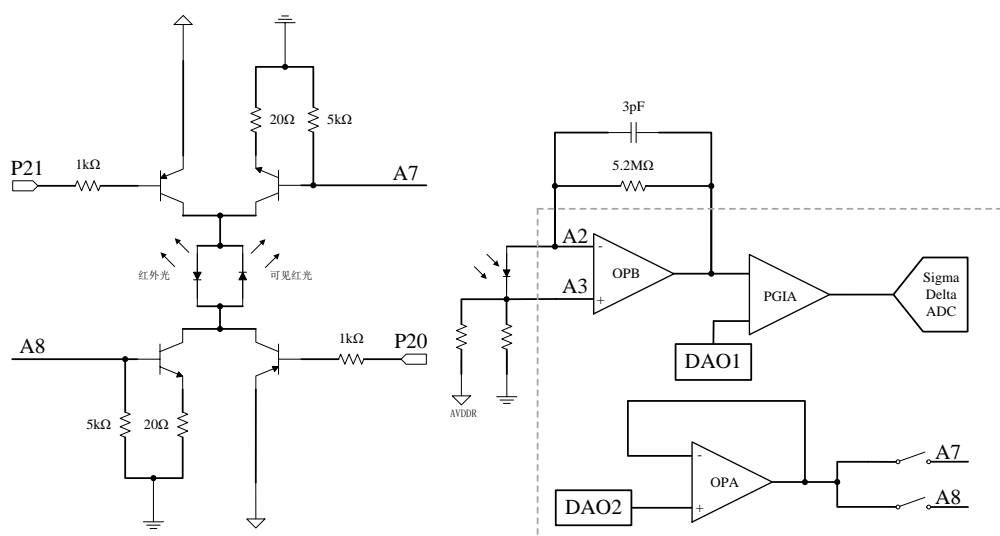


图 3 LED 驱动电路及信号转换

### 三、 基于 SD93F112 的血氧仪应用开发方案

本文将重点介绍基于晶华微 SD93F112 芯片的血氧仪应用。如图 4 所示，SD93F112 芯片资源丰富，具有 8bits DAC 产生不同电压；2 个 OP 作电流电压转换；13 通道高精度 ADC 能准确测量出电流信号；自带 LCD 驱动不需要专门的 LCD 驱动芯片便可实现血氧仪的显示；可分频的正弦波发生器；自带电压检测，不需要低压检测芯片便可实现电池电量检测功能，并且检测电压 2.0~5.3V 可调整；有 56k Bytes Flash 存储用户程序和数据，并且有额外 1k Bytes 的用户数据区，不需要外部的数据存储器件便可实现用户数据存储，非常契合血氧仪的方案。

硬件方面，只需要很少的外围元器件就可以实现血氧仪应用方案。软件方面，SD93F112 芯片可使用 C 语言进行软件开发，同时还提供完整的 SDK 和库函数，方便软件工程师开发，并且有强大的技术团队提供技术支持，有效降低产品研发门槛，可大大缩短项目开发周期。

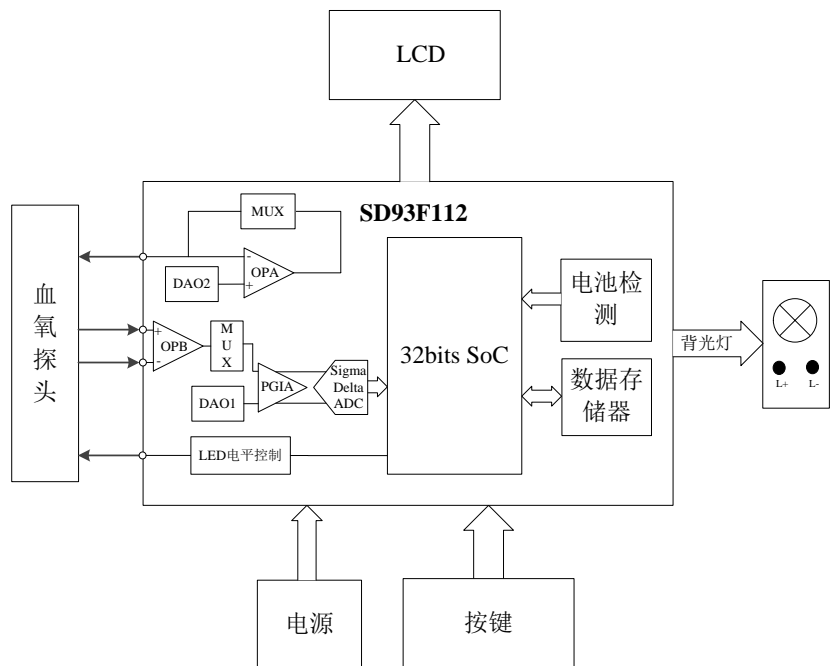


图 4 血氧仪方案框图

四、 基于 SD93F112 的血氧仪原理图

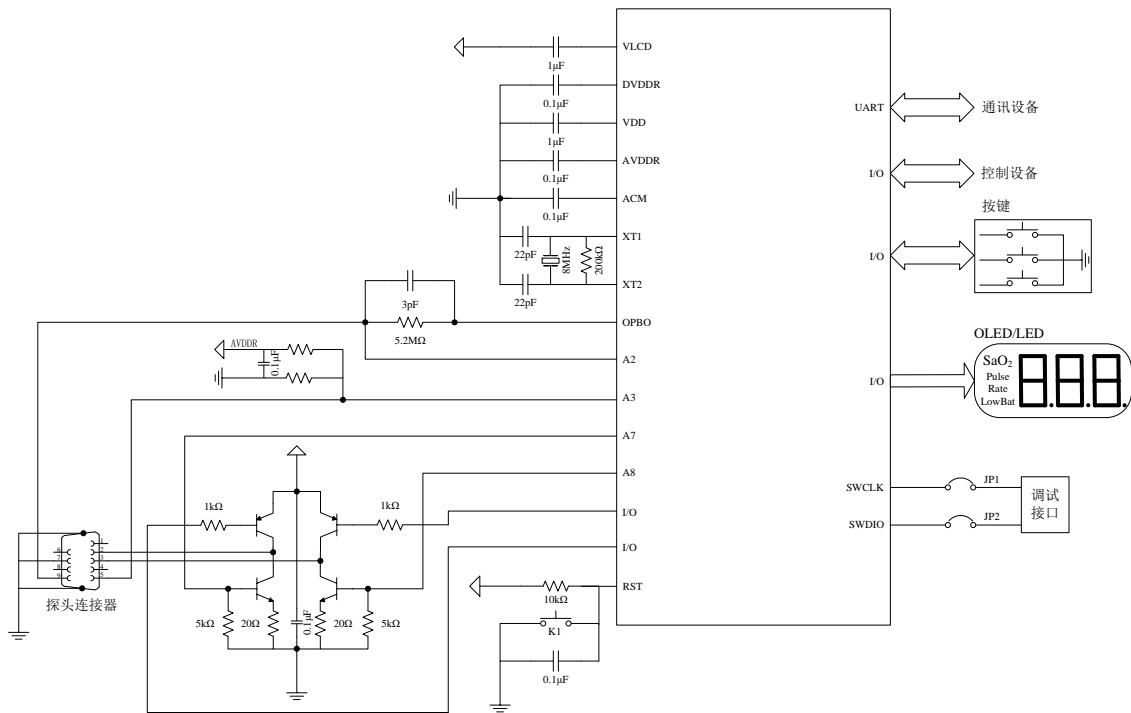


图 5 基于 SD93F112 的血氧仪原理图

## 五、 SD93F112 芯片性能特点

SD93F112 是由杭州晶华微推出的带有丰富外围资源的 32 位 SoC 芯片，主要应用于血压计、脂肪秤、血糖仪、血氧仪、红外测温等领域，有以下特点：

### ADC

- 高精度 ADC， $ENOB = 18.2\text{bits}@8\text{sps}$  ( $\text{Gain} = 256$ )，4 个差分通道或者 8 个单端通道。
- 低噪声高输入阻抗前置放大器，1、4、8、16、32、64、128 和 256 倍增益可选，带 offset 校正功能。

### 存储器

- 56k Bytes Flash，8k Bytes Boot，4k Bytes SRAM。

### 系统时钟

- 内置 16MHz 高频 RC 振荡器和 32kHz 低频 RC 振荡器，并且支持 8~16MHz 晶体振荡器做系统时钟。

### LCD 驱动

- 带 LCD 驱动模块，支持 4COM x 22SEG、6COM x 20SEG 和 8COM x 18SEG 三种驱动模式；具有超低功耗和大驱动能力设计，内含程控升压模块，可以在低压条件下维持高亮显示；驱动电压可选，2.7~5.2V。

### 正弦波发生器

- 内置正弦波发生器，输出频率可选：5kHz、50kHz、100kHz、200kHz，支持八电极 BIA 测脂。

### 电源管理系统

- 内置低压检测电路，包括一个 8bits DAC 和一个 rail to rail 输入的比较器，以实现灵活的电池检测和触摸按键检测等功能。电压检测范围 2.0~5.3V。
- 内置传感器激励输出，输出电压可选，2.4~4.5V，步长为 0.3V。

### 通信

- 内置 UART 通信接口，待机时 RXD 下降沿自动唤醒 MCU。
- 内置 1 路 I<sup>2</sup>C 通信接口。

### 温度传感器

- 内置硅温度传感器，可以单点校正，支持自动正反测。

### 低功耗

- 典型工作电流：400 $\mu$ A/MIPS@3.3V，休眠电流 3 $\mu$ A，待机状态下加 RTC 低于 6 $\mu$ A。

## 六、 结论

本文介绍的 SD93F112 型号 SoC，充分利用其丰富的内置硬件资源，可节省血氧仪大部分外围元器件，与其他通用 SoC 相比成本降低，充分利用芯片的低功耗模式，即使使用普通 3V 电压的电池，也能正常工作较长的时间。