

# ATK-MB020 模块用户手册

心率血氧模块

用户手册

正点原子

广州市星翼电子科技有限公司

## 修订历史

版本	日期	原因
V1.0	2024/11/01	第一次发布

## 目 录

1, 特性参数.....	1
2, 使用说明.....	2
2.1 模块引脚说明.....	2
2.2 模块工作原理.....	2
2.3 MAX30102 简介 .....	3
2.4 心率和血氧测量原理.....	5
2.5 MAX30102 寄存器介绍 .....	6
2.6 MAX30102 驱动流程 .....	8
3, 结构尺寸.....	9
4, 其他.....	10

## 1，特性参数

ATK-MB020 心率血氧模块是正点原子推出的一款高精度生物传感器模块。该模块采用了 Maxim 公司的 MAX30102 心率血氧传感器芯片作为核心，MAX30102 整合了 LED、光电探测器和低噪声模拟前端，可以通过 IIC 接口获取心率和血氧饱和度（SpO2）等生物数据。该模块广泛应用于可穿戴设备、健康监测设备等场景，能够实现对用户心率和血氧的实时监测。其小巧设计使其适合嵌入到多种便携式应用中，为开发者提供了极大的设计自由度和便利性。

ATK-MB020 心率血氧模块的各项基本参数，如下表所示：

项目	说明
接口特性	3.3V~5V
通信接口	IIC 接口
通信速率	400KHz（Max）
测量参数	心率、血氧、温度
超低待机电流	0.7uA
超低功耗	<1mW
工作温度	-20°C ~80°C
模块尺寸	20mm*20mm（不含排针）

表 1.1 ATK-MB020 心率血氧模块基本参数

## 2，使用说明

### 2.1 模块引脚说明

ATK-MB020 心率血氧模块通过 1\*5 排针（2.54mm 间距）与外部设备连接，方便用户安装到自己的设备中，模块的外观如下图所示：

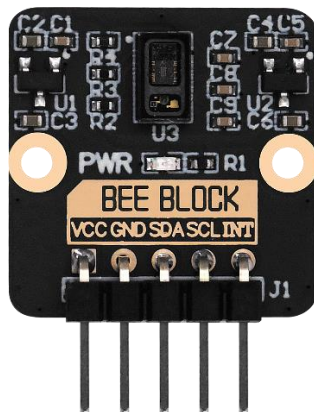


图 2.1.1 ATK-MB020 心率血氧模块实物图

ATK-MB020 心率血氧模块各引脚的描述，如下表所示：

序号	名称	说明
1	VCC	电源输入（3.3V~5V）
2	GND	电源地
3	SDA	IIC 通信数据线
4	SCL	IIC 通信时钟线
5	INT	中断信号线

表 2.1.1 ATK-MB020 心率血氧模块引脚说明

### 2.2 模块工作原理

ATK-MB020 心率血氧模块的原理图，如下图所示：

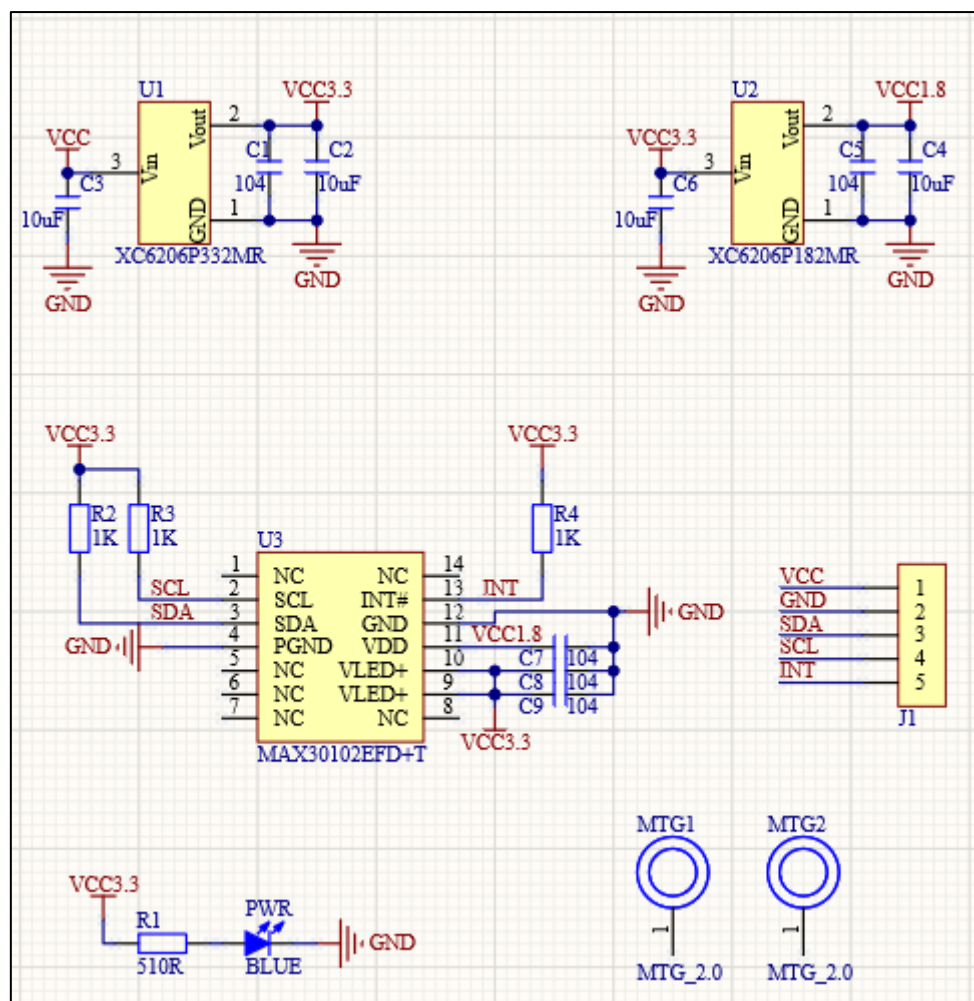


图 2.1.2 ATK-MB020 心率血氧模块原理图

从上图可以看出，模块内置了 3.3V 和 1.8V 的超低压差稳压芯片，其中 1.8V 为 MAX30102 心率血氧传感器提供供电，该电压由 3.3V 通过 LDO 转换得来。因此，外部输入电压可以是 3.3V 或 5V。模块通过 J1 排针与外部连接，提供 VCC、GND、SDA、SCL 和 INT 五个引脚。其中，SDA 和 SCL 引脚上已经接有 1K 的上拉电阻，无需外部再添加。模块采用 IIC 通信方式，IIC 从机地址为 0xAE。

## 2.3 MAX30102 简介

MAX30102 是一款高性能的心率和血氧传感器，具有低功耗和小尺寸的优点。该传感器能够通过 I2C 接口与单片机进行数据通信，传输速率可达 400kHz。MAX30102 集成了红光和红外 LED 以及光电探测器，能够准确测量心率和血氧饱和度。其工作电压范围为 1.8V 至 3.3V，使其适用于便携式设备和健康监测应用。MAX30102 广泛应用于可穿戴设备、智能手环、健康监测仪器等场景。

MAX30102 的特点包括：

- 1) 具有红光和红外 LED，支持心率和血氧饱和度的精准测量。
- 2) 低功耗设计，适合长时间佩戴和便携式设备
- 3) 集成光电探测器，具备高灵敏度和低噪声性能
- 4) 支持 I2C 接口，方便与单片机进行数据通信

5) 超小封装尺寸： 5.6mm x 3.3mm x 1.55mm (LGA)

MAX30102 心率血氧传感器的总体框图，如下图所示：

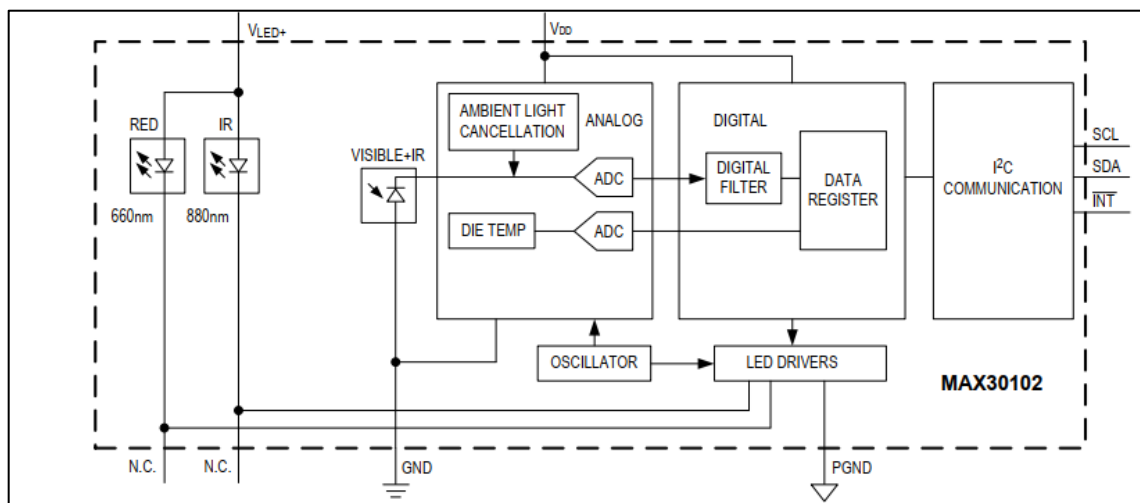


图 2.3.1 MAX30102 心率血氧传感器框图

可以看到，MAX30102 结构主要包括两个光电二极管（RED：即红光 LED，用于测量血氧饱和度（SpO<sub>2</sub>），IR：即红外 LED，用于监测心率变化）；集成的温度传感器用于监测环境温度、接收器、ADC 通道、数字滤波器、数据寄存器和 I2C 通信模块。

整体大致流程：心率血氧传感器通过发射可见红光（RED）和红外光（IR）来工作。光电探测器（包括可见光和红外光）会检测经过皮肤反射回来的光线，并将其转换为电信号，输入到模块内部的信号处理电路。该电路对反射光信号进行放大、环境光消除、模数转换和滤波处理。处理后的数据会被存储在 FIFO 数据寄存器中，主控通过 I2C 接口读取这些数据寄存器中的信息。

## 2.4 心率和血氧测量原理

MAX30102 心率血氧传感器的工作原理基于光电容积脉搏波（PPG）技术，通过发射和检测光信号来测量血氧饱和度和心率。以下是其基本原理的详细说明：

- 1, **光源发射**: MAX30102 配备了 LED 灯，通常包括红光（波长约为 660 nm）和红外光（波长约为 940 nm）发射器。这些光源通过皮肤照射到血液中。
- 2, **光信号的反射**: 血液中的氧合血红蛋白（HbO<sub>2</sub>）和脱氧血红蛋白（Hb）对不同波长的光有不同的吸收特性。氧合血红蛋白对红光的吸收较强，而脱氧血红蛋白对红外光的吸收较强。当 LED 光照射到皮肤时，部分光被皮肤、血管和血液反射回来。
- 3, **信号处理**: 模块内部的光电探测器会捕获反射回来的光信号，并将其转换为电信号。捕获的电信号经过放大和滤波，经过模数转换后，信号会被转换成数字信号，并存储在 FIFO 数据寄存器中，主控单元通过 I2C 接口读取数据，并进行算法处理，计算出心率和血氧饱和度（SpO<sub>2</sub>）。

总结如下：

**心率测量原理**: 当心脏跳动时，血液进入血管，导致血管扩张，反射光的强度增加；而当心脏放松时，血液流出，反射光强度减弱。光电探测器捕捉到反射光的变化，并将其转换为电信号。随着时间的推移，这些信号形成了脉搏波形。通过分析电信号的变化来计算出心率。

**血氧测量原理**: 血氧测量基于血红蛋白对不同波长光的吸收特性。血红蛋白在氧合状态和缺氧状态下对红光（RED）和红外光（IR）的吸收不同。当红光和红外光穿过血液时，光电探测器捕捉到反射回来的光信号，并将其转换为电信号。通过分析红光和红外光信号的比值，计算出血液中的血氧饱和度（SpO<sub>2</sub>）。

## 2.5 MAX30102 寄存器介绍

MAX30102 心率血氧传感器的寄存器主要包括三大部分：状态寄存器、设置寄存器、温度寄存器以及版本号和设备 ID 的寄存器，如下图。

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REG ADDR	POR STATE	R/W
STATUS											
Interrupt Status 1	A_FULL	PPG_RDY	ALC_OVF					PWR_RDY	0x00	0X00	R
Interrupt Status 2							DIE_TEMP_RDY		0x01	0x00	R
Interrupt Enable 1	A_FULL_EN	PPG_RDY_EN	ALC_OVF_EN						0x02	0X00	R/W
Interrupt Enable 2							DIE_TEMP_RDY_EN		0x03	0x00	R/W
FIFO											
FIFO Write Pointer				FIFO_WR_PTR[4:0]					0x04	0x00	R/W
Overflow Counter				OVF_COUNTER[4:0]					0x05	0x00	R/W
FIFO Read Pointer				FIFO_RD_PTR[4:0]					0x06	0x00	R/W
FIFO Data Register	FIFO_DATA[7:0]								0x07	0x00	R/W
CONFIGURATION											
FIFO Configuration	SMP_AVE[2:0]			FIFO_ROLL_OVER_EN	FIFO_A_FULL[3:0]				0x08	0x00	R/W
Mode Configuration	SHDN	RESET				MODE[2:0]			0x09	0x00	R/W
SpO <sub>2</sub> Configuration	0 (Reserved)	SPO2_ADC_RGE [1:0]		SPO2_SR[2:0]			LED_PW[1:0]		0x0A	0x00	R/W
RESERVED									0x0B	0x00	R/W
LED Pulse Amplitude	LED1_PA[7:0]								0x0C	0x00	R/W
	LED2_PA[7:0]								0x0D	0x00	R/W
RESERVED									0x0E	0x00	R/W
RESERVED									0x0F	0x00	R/W
Multi-LED Mode Control Registers		SLOT2[2:0]				SLOT1[2:0]			0x11	0x00	R/W
		SLOT4[2:0]				SLOT3[2:0]			0x12	0x00	R/W
RESERVED									0x13–0x17	0xFF	R/W
RESERVED									0x18–0x1E	0x00	R
DIE TEMPERATURE											
Die Temp Integer	TINT[7:0]								0x1F	0x00	R
Die Temp Fraction					TFRAC[3:0]				0x20	0x00	R
Die Temperature Config							TEMP_EN		0x21	0x00	R/W
RESERVED									0x22–0x2F	0x00	R/W
PART ID											
Revision ID	REV_ID[7:0]								0xFE	0xFF*	R
Part ID	PART_ID[7]								0xFF	0x15	R

图 2.5.1 MAX30102 寄存器



由于寄存器较多，就不一一介绍了，我们这里仅对我们重点关注的 FIFO 数据寄存器进行介绍。

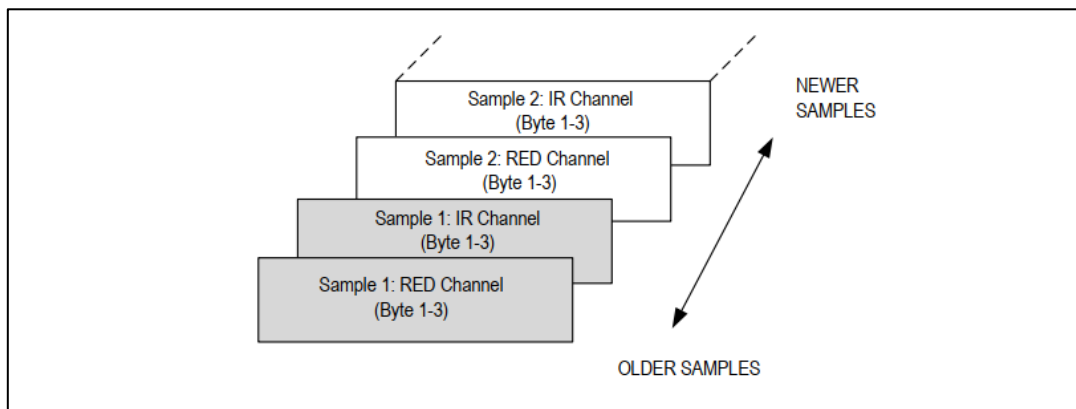


图 2.5.2 FIFO 数据寄存器的缓存图

MAX30102 芯片的 FIFO 数据寄存器可以存储 32 个数据样本。每个样本的大小取决于所配置的通道数量：

- 配置为 Heart Rate 模式时，每个样本包含一个红外（IR）通道的数据，大小为 3 个字节。
- 配置为 SpO2 模式时，每个样本包含 RED（红光）和 IR（红外）两个通道的数据，总共 6 个字节。前 3 个字节为 RED 通道数据，后 3 个字节为 IR 通道数据。

因此，FIFO 最多可以存储 192 字节的数据（32 个样本）。在读取 FIFO 数据寄存器时，I2C 寄存器地址不会自动递增，数据会从同一地址重复读取。

在 Heart Rate 模式下，每个样本 3 字节，因此需要通过 I2C 连续读取 3 次才能获取一个完整样本的数据；而 SpO2 模式下，每个样本 6 字节，所以需要连续读取 6 次才能获取一个完整样本数据。

BYTE 1							FIFO_DATA[17]	FIFO_DATA[16]
BYTE 2	FIFO_DATA[15]	FIFO_DATA[14]	FIFO_DATA[13]	FIFO_DATA[12]	FIFO_DATA[11]	FIFO_DATA[10]	FIFO_DATA[9]	FIFO_DATA[8]
BYTE 3	FIFO_DATA[7]	FIFO_DATA[6]	FIFO_DATA[5]	FIFO_DATA[4]	FIFO_DATA[3]	FIFO_DATA[2]	FIFO_DATA[1]	FIFO_DATA[0]

图 2.5.3 FIFO 数据存储格式示意图

上图是 18 位 ADC 采样一通道的数据示意图，显示了数据是如何填充到 FIFO\_DATA 寄存器的。数据从 FIFO\_DATA[17] 开始排列，其中 FIFO\_DATA[18]~[23] 并未使用到。

FIFO 中每个通道的数据占用 3 个字节，且数据为左对齐。这意味着无论 ADC 分辨率如何设置，最高位（MSB）始终在固定位置。而 FIFO\_DATA[2]~[0] 随 ADC 分辨率配置来决定使用。如下图所示：

ADC Resolution	MSB FIFO_DATA[17]	FIFO_DATA[16]	...	FIFO_DATA[12]	FIFO_DATA[11]	FIFO_DATA[10]	FIFO_DATA[9]	FIFO_DATA[8]	FIFO_DATA[7]	FIFO_DATA[6]	FIFO_DATA[5]	FIFO_DATA[4]	FIFO_DATA[3]	FIFO_DATA[2]	FIFO_DATA[1]	FIFO_DATA[0]
18-bit																
17-bit																
16-bit																
15-bit																

图 2.5.4 不同 ADC 分辨率的数据排布

## 2.6 MAX30102 驱动流程

- 1) **初始化 I2C 接口：**确保 MCU 和 MAX30102 之间的 I2C 通信已正确配置；
- 2) **芯片复位：**复位 MAX30102 心率血氧传感器；
- 3) **配置传感器模式（源码配置为 SpO2 模式）：**
  - 心率模式：仅使用 RED（红光）光通道；
  - SpO2 模式：使用 RED（红光）和 IR（红外）通道；
  - 多 LED 模式：允许用户选择不同的 LED 进行测量；
- 4) **设置采样率和分辨率：**通过配置 0x0A（SpO2 Configuration）寄存器，设置传感器的 LED 脉冲宽度、采样率和 ADC 分辨率。需根据实际应用调整：LED 脉冲宽度越长，信号越稳定。采样率应与测量要求匹配。ADC 分辨率决定数据的精度；
- 5) **设置 LED 驱动电流：**通过写入寄存器 0x0C 和 0x0D（LED Pulse Amplitude）配置红光和红外 LED 的驱动电流。一般推荐开始时设置为较低值，然后根据实际信号质量调整；
- 6) **启用 FIFO 寄存器：**设置 FIFO 存储的样本数量、FIFO 溢出标志以及读写指针，设置 FIFO 存储的样本数量、FIFO 溢出标志以及读写指针；
- 7) **读取数据：**当中断发生时，读取 FIFO 寄存器（0x07），获取 RED 和 IR 样本数据；
- 8) **处理数据：**处理获得的 RED 和 IR 样本数据，利用特定的算法计算出心率以及血氧浓度。

### 3，结构尺寸

ATK-MB020 心率血氧模块的尺寸结构，如下图所示：

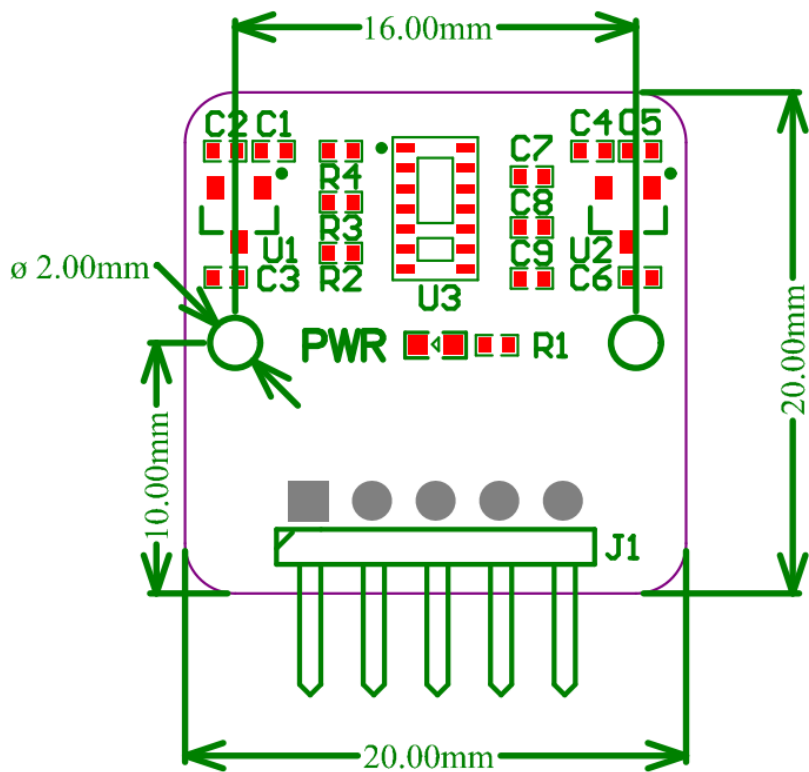


图 3.1 ATK-MB020 心率血氧模块尺寸图

## 4，其他

### 1、购买地址：

天猫：<https://zhengdianyuanzi.tmall.com>

淘宝：<https://openedv.taobao.com>

### 2、资料下载

模块资料下载地址：<http://www.openedv.com/docs/index.html>

### 3、技术支持

公司网址：[www.alientek.com](http://www.alientek.com)

技术论坛：<http://www.openedv.com/forum.php>

在线教学：[www.yuanzige.com](http://www.yuanzige.com)

B 站视频：<https://space.bilibili.com/394620890>

传真：020-36773971

电话：020-38271790

