

版本：V1.0



杭州暖芯迦电子科技有限公司

# **EPCM001 EEG 脑电多参数人体健康检测 模块用户手册**

批准日期:2022 年 10 月 27 日 实施日期:2022 年 10 月 30 日

## 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 1 概述 .....              | 3  |
| 2 特点 .....              | 3  |
| 3 应用范围 .....            | 4  |
| 4 电气特性 .....            | 4  |
| 5 协议架构 .....            | 6  |
| 5.1 控制命名部分 .....        | 6  |
| 5.2 数据回传部分 .....        | 6  |
| 6 串口命令定义 .....          | 7  |
| 6.1 控制命令部分（下发） .....    | 7  |
| 6.2 数据命令部分（上传） .....    | 7  |
| 7 蓝牙通讯 .....            | 10 |
| 7.1 广播规则 .....          | 10 |
| 7.2 蓝牙数据通信 .....        | 10 |
| 8 接口说明 .....            | 11 |
| 9 功能框图 .....            | 12 |
| 10 尺寸 .....             | 12 |
| 11 典型应用与使用注意事项 .....    | 13 |
| 12 测试小程序和 UART 使用 ..... | 13 |
| 12.1 测试小程序使用说明 .....    | 13 |
| 12.2 上位机使用说明 .....      | 13 |
| 13 模块控制流程图 .....        | 14 |

## 1 概述

EPCM001C 是一款可以测量脑电信号，并采用科学的算法对脑电信号进行处理，得出专注度指数的模块，可以通过有线（UART）或无线（BLE5.0）连接的方式从模块读取测量数据。模块可提供蓝牙通讯协议和串口通讯协议。



模块正面

模块背面

## 2 特点

外形尺寸： 28mm X 36.2mm

输入电压： DC5V

注：由于人体 EEG 信号非常微弱，易受市电干扰，使用直流电源供电，需要确保直流电源与市电完全隔离。

输入电流： 50mA

可测量参数：专注度指数。

### 3 应用范围

家庭医疗管理、健康智能硬件、健康管理平台、车载健康管理。

### 4 电气特性

| 环境要求   |             |
|--------|-------------|
| 工作环境温度 | -40℃ ~ +85℃ |
| 工作环境湿度 | 20% ~ 80%   |
| 存储环境温度 | -40℃ ~ +85℃ |
| 存储环境湿度 | 10% ~ 80%   |

串口波特率：115200

串口设置：N 8 1

流控：无

数据格式：二进制

| 符号    | 参数           | 测试条件    | 最小  | 典型     | 最大  | 单位   |
|-------|--------------|---------|-----|--------|-----|------|
| VIN   | 工作电压         | —       | 3.7 | 5      | 5.5 | V    |
| Ista  | 工作电流         | —       | —   | —      | 50  | mA   |
| VIL   | TX 引脚低电平输入电压 | —       | —   | —      | 0.8 | V    |
| VIH   | TX 引脚高电平输入电压 | —       | 2.8 | —      | 3.3 | V    |
| VOL   | RX 引脚低电平输出电压 | IOL=TBD | —   | —      | 0.4 | V    |
| VOH   | RX 引脚高电平输出电压 | IOL=TBD | 2.9 | —      | 3.3 | V    |
| tSST  | 系统启动时间       | —       | 500 | —      | —   | mS   |
| RRVDD | VDD 上升速率     | —       | TBD | —      | —   | V/ms |
| BRPON | 上电波特率        | —       | —   | 115200 | —   | Hz   |

BLE接收器特性

| 参数              | 条件                        | 最小  | 典型  | 最大 | 单位  |
|-----------------|---------------------------|-----|-----|----|-----|
| 灵敏度@0.1% BER    | —                         | —   | -98 | —  | dBm |
| 最大接收信号@0.1% BER | —                         | 0   | —   | —  | dBm |
| 共信道C/I          | —                         | —   | 10  | —  | dB  |
| 邻道选择性C/I        | $F = F_0 + 1 \text{ MHz}$ | —   | -5  | —  | dB  |
|                 | $F = F_0 - 1 \text{ MHz}$ | —   | -5  | —  | dB  |
|                 | $F = F_0 + 2 \text{ MHz}$ | —   | -25 | —  | dB  |
|                 | $F = F_0 - 2 \text{ MHz}$ | —   | -35 | —  | dB  |
|                 | $F = F_0 + 3 \text{ MHz}$ | —   | -25 | —  | dB  |
|                 | $F = F_0 - 3 \text{ MHz}$ | —   | -45 | —  | dB  |
| 抗带外阻塞性能         | 30 MHz - 2000 MHz         | -10 | —   | —  | dBm |
|                 | 2000MHz - 2400MHz         | -27 | —   | —  | dBm |
|                 | 2500MHz - 3000MHz         | -27 | —   | —  | dBm |
|                 | 3000MHz - 12.5GHz         | -10 | —   | —  | dBm |
| 互调性能            | —                         | -36 | —   | —  | dBm |

BLE 发射器特性

| 参数                              | 条件                          | 最小  | 典型    | 最大  | 单位             |
|---------------------------------|-----------------------------|-----|-------|-----|----------------|
| 射频发射功率                          | —                           | —   | 7.5   | 10  | dBm            |
| 射频功率控制范围                        | —                           | —   | 25    | —   | dB             |
| 邻道发射功率                          | $F = F_0 + 1 \text{ MHz}$   | —   | -14.6 | —   | dBm            |
|                                 | $F = F_0 - 1 \text{ MHz}$   | —   | -12.7 | —   | dBm            |
|                                 | $F = F_0 + 2 \text{ MHz}$   | —   | -44.3 | —   | dBm            |
|                                 | $F = F_0 - 2 \text{ MHz}$   | —   | -38.7 | —   | dBm            |
|                                 | $F = F_0 + 3 \text{ MHz}$   | —   | -29.2 | —   | dBm            |
|                                 | $F = F_0 - 3 \text{ MHz}$   | —   | -45   | —   | dBm            |
|                                 | $F = F_0 + > 3 \text{ MHz}$ | —   | -50   | —   | dBm            |
|                                 | $F = F_0 - > 3 \text{ MHz}$ | —   | -50   | —   | dBm            |
| $\Delta f_{avg}$                | —                           | —   | —     | 265 | kHz            |
| $\Delta f_{max}$                | —                           | 247 | —     | —   | dBm            |
| $\Delta f_{avg}/\Delta f_{avg}$ | —                           | —   | -0.92 | —   | dBm            |
| ICFT                            | —                           | —   | -10   | —   | kHz            |
| 频率漂移率                           | —                           | —   | 0.7   | —   | kHz/50 $\mu$ s |
| 频率漂移                            | —                           | —   | 2     | —   | kHz            |

## 5 协议架构

本协议中，如无特别说明，所有数值均表示十六进制格式。

### 5.1 控制命名部分

#### ◇ 数据包结构

| 数据头  | 数据功能位 | 校验和            | 数据尾  |
|------|-------|----------------|------|
| 1 字节 | 1 字节  | 前面累加取后两位(1 字节) | 0x0D |

#### ◇ 数据头类型

| 数据头  | 含义   |
|------|------|
| 0x22 | 采集状态 |

◇ 不同的数据头对应不同的数据功能位，，详见下一节详述。

◇ 相同的数据头下对应有不同的数据功能位以实现不同的功能，详见下一节描述。

### 5.2 数据回传部分

#### ◇ 数据包结构

|      | 数据头     | 有效载荷                  | 校验和               | 数据尾  |
|------|---------|-----------------------|-------------------|------|
| 数据上传 | 1 字节    | 根据数据种类变化，<br>不固定      | 前面累加取后两位(1<br>字节) | 0x0A |
| 命令回传 | 0x0A 10 | 收到的头+收到的命<br>令 (2 字节) | 前面累加取后两位(1<br>字节) | 0x0A |

(注意： MCU 在接收到的上位机发送的控制命令后会自动回传对应的数据包，这个数据包内包含了命令回传专用数据头 0x0A 10 和接收到的数据头的部分，经过校验求和后将校验位数据和和数据回传专用的数据尾 0x0A 一起打包发送给上位机。)

#### ◇ 数据头类型

| 数据头  | 含义         |
|------|------------|
| 0x25 | EEG 原始波形数据 |
| 0x29 | 专注度数据      |

## 6 串口命令定义

### 6.1 控制命令部分（下发）

#### ✧ 命令列表

| 数据头  | 数据位功能                      |
|------|----------------------------|
| 0x22 | 采集状态<br>0: 停止采集<br>1: 开始采集 |

#### ✧ 采集状态设置（0x22）

| 数据位功能 | 定义   |
|-------|------|
| 0     | 停止采集 |
| 1     | 开始采集 |

控制命令发送示例： 22 01 23 0D EPC001 开始采集

其中 22 表示要对采集状态进行设置；01 表示开始采集；23 为校验和；0D 为数据尾。

校验和：0x23 = (0x22 + 0x01) & 0xff

命令回传示例： 0A 10 22 01 3D 0A 用来告诉 MCU 开始采集，

其中 0A 10 是数据回传的数据头；22 01 是接收到的头；3D 校验和；0A 是回传数据的数据尾。

校验和：0x3D = (0x0A + 0x10 + 0x22 + 0x01) & 0xff

### 6.2 数据命令部分（上传）

#### 数据回传

| 头    | 数据位（说明）    | 校验和              | 尾    |
|------|------------|------------------|------|
| 0x25 | EEG 原始波形数据 | 前面累<br>加取后<br>两位 | 0x0a |
| 0x29 | 专注度数据      |                  |      |

#### ✧ EEG 采样值解析

命令回传示例：25 38 36 32 31 33 92 0A 返回的一个 EEG 测量值

其中 25 是数据回传的数据头；38 36 32 31 33 是接收到的 EEG 数据；92 校验和；0A 是回传数据的数据尾。

校验和：0x92 = (0x25 + 0x38 + 0x36 + 0x32 + 0x31 + 0x33) & 0xFF

EEG 数据：将 16 进制转换成 ASCII 码，即可得到数据。

38 36 32 31 33 对应的 ASCII 码为 86213。

ASCII 码对照表

| 16 进制<br>HEX | 符号<br>Symbol |
|--------------|--------------|
| 30           | 0            |
| 31           | 1            |
| 32           | 2            |
| 33           | 3            |
| 34           | 4            |
| 35           | 5            |
| 36           | 6            |
| 37           | 7            |
| 38           | 8            |
| 39           | 9            |

#### ✧ EEG 原始数值计算

设备上传的为根据 ECG 放大倍数对原始值放大后的 AD 采样值，若需要转换为单位为 mV 的数值，计算公式如下：

$$value = ad * Gain * factor$$

其中，ad 为设备上传的 AD 采样值，如 86213；

Gain 为增益，

$$Gain = \frac{2.3 * 1000}{120.0}$$

factor 为转换系数，



$$factor = \frac{1000 * 1.2 * 3.77}{2^{24}}$$

则转换结果为:

$$value = 86213 * 2.3 * 1000/120.0 * \frac{1000 * 1.2 * 3.77}{2^{24}} = 445.6\mu v$$

#### ◇ 专注度指数数据解析

脑电数据中，beta 波可反应注意力的集中度。Beta 波的频率范围为 13-30Hz，低振幅波，通常会对称地出现在大脑的两侧，且在大脑的前部最为明显，出现此频段的脑波时，人们往往注意力集中、逻辑思维活跃、情绪波动或警觉的状态。本模块采用科学的算法对脑电信号进行处理，得出专注度指数。

命令回传示例：29 31 32 30 BC 0A      返回的一个专注力值

其中 29 是数据回传的数据头；31 32 30 是接收到的专注力数据；BC 校验和；0A 是回传数据的数据尾。

校验和：0xBC= (0x29 + 0x31 + 0x32 + 0x30) & 0xFF

专注度数据：将 16 进制转换成 ASCII 码，即可得到数据。

31 32 30 对应的 ASCII 码分别为 1 2 0。

## 7 蓝牙通讯

### 7.1 广播规则

广播规则定义如下：

- 1、从机正常广播时间间隔设置为1.25s。
- 2、从机有充电功能时，充电状态广播时间间隔设置为 62.5ms。
- 3、蓝牙服务

在设计中使用自定义以下属性：

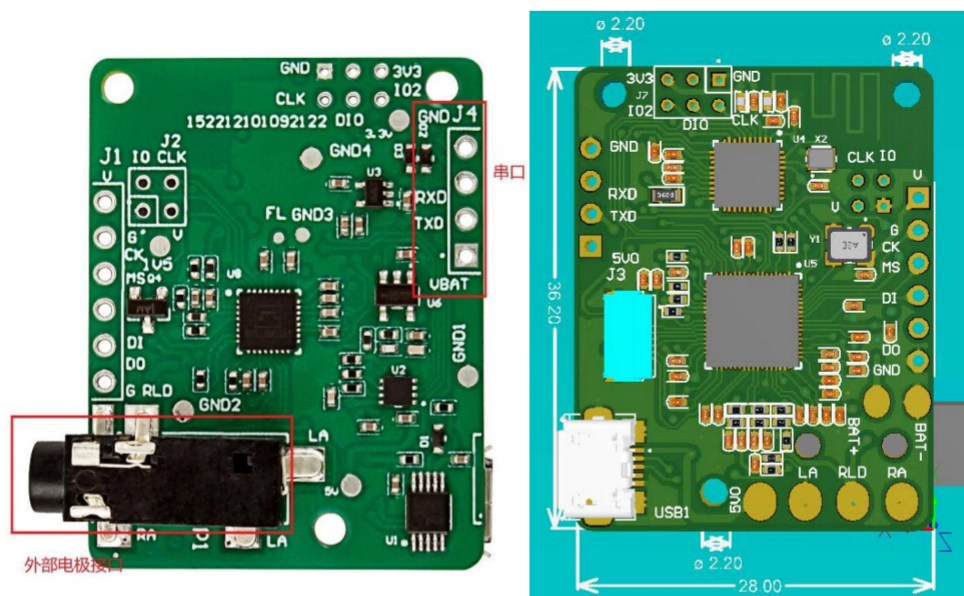
| 类型             | UUID                                 | 权限     |
|----------------|--------------------------------------|--------|
| Service        | a6ed0201-d344-460a-8075-b9e8ec90d71b | /      |
| Characteristic | a6ed0202-d344-460a-8075-b9e8ec90d71b | Notify |
| Characteristic | a6ed0203-d344-460a-8075-b9e8ec90d71b | Write  |

- 4、蓝牙广播名为 EEGModule。

### 7.2 蓝牙数据通信

主机和从机处于连接状态时，双方进入数据通信模式，通讯协议同串口命令。

## 8 接口说明



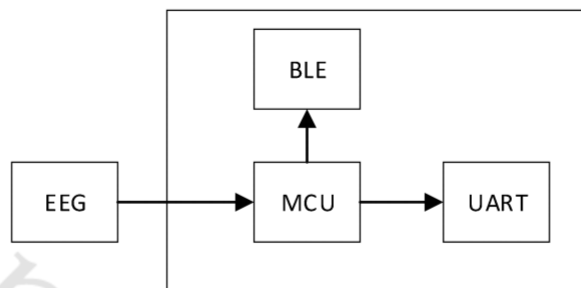
备注：电极连接口可选择 3.5mm 的专用导联线接口或者焊接到线路板上的对应焊盘上。

| J4 管脚序号(从上到下) | 信号名称 | 信号类型 | 备注            |
|---------------|------|------|---------------|
| 1             | GND  | IN   | 接外部设备的电源地     |
| 2             | RXD  | IN   | 接外部设备的串口发送信号  |
| 3             | TXD  | OUT  | 接外部设备的串口接收信号  |
| 4             | VBAT | IN   | 模块供电管脚， 5V 输入 |

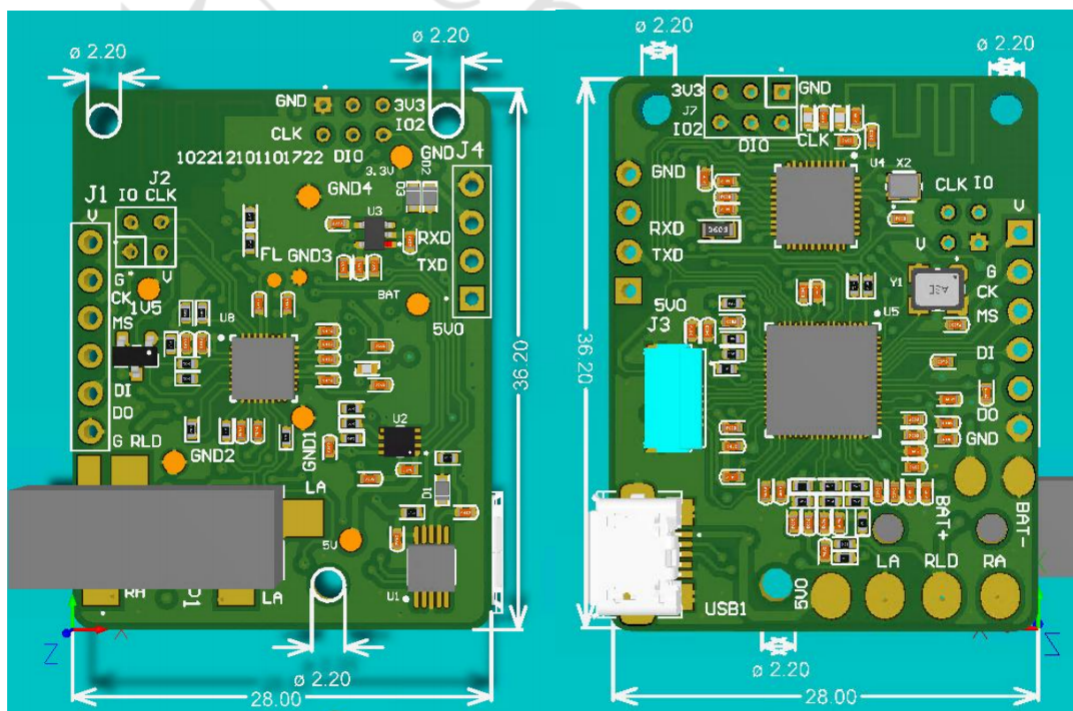
| 外接电极接口 | 信号名称 | 信号类型 | 备注                |
|--------|------|------|-------------------|
| 1      | LA   | IN   | 外接和人体左侧额头接触的电极片   |
| 2      | RA   | IN   | 外接和人体右侧额头接触的电极片   |
| 3      | RLD  | IN   | 外接和人体任意一侧耳垂接触的电极片 |

| USB1   | 连接类型            | 备注            |
|--------|-----------------|---------------|
| USB 插座 | 通过 USB 线与 PC 相连 | 通过 PC 上位机软件控制 |

## 9 功能框图

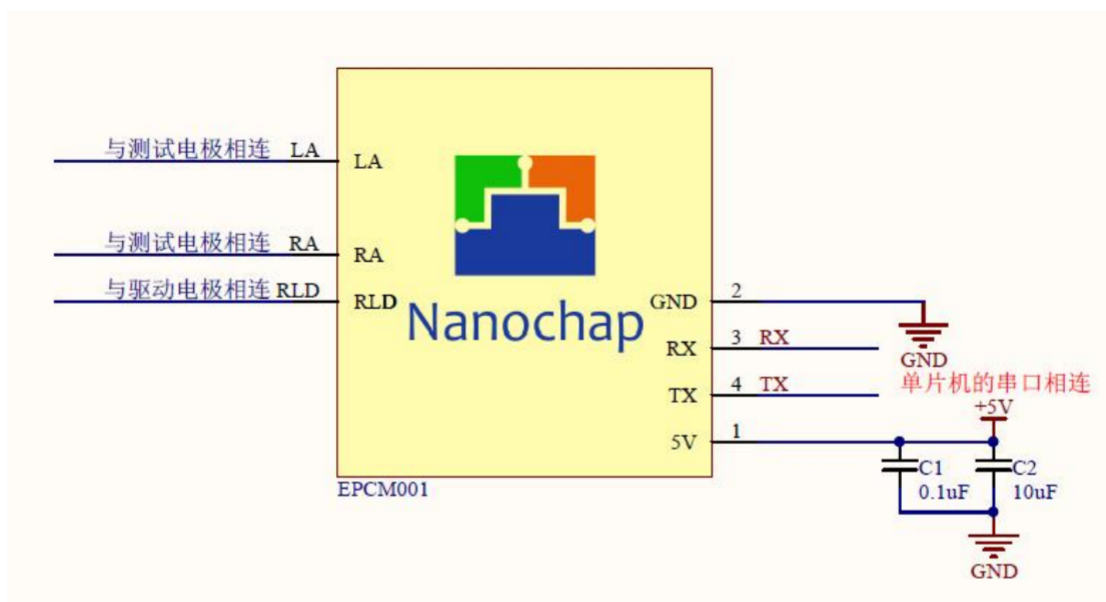


## 10 尺寸



具体尺寸如上图所示，单位均为毫米，模块有 3 个直径 2.2mm 的固定孔。

## 11 典型应用与使用注意事项



典型应用原理图

本模块使用了当前最先进的生物电信号测试原理，通过分析人体的生理信号特征得出人体参数。需要人体同时接触到 3 个电极才能出正确结果，如果安装了我司的上位机软件或使用我司小程序，则可见测得的 EEG 信号，开始测量后，请保持平静，避免大幅度动作产生，以免肌肉收缩产生的生物电信号影响到测量结果的准确性。

## 12 测试小程序和 UART 使用

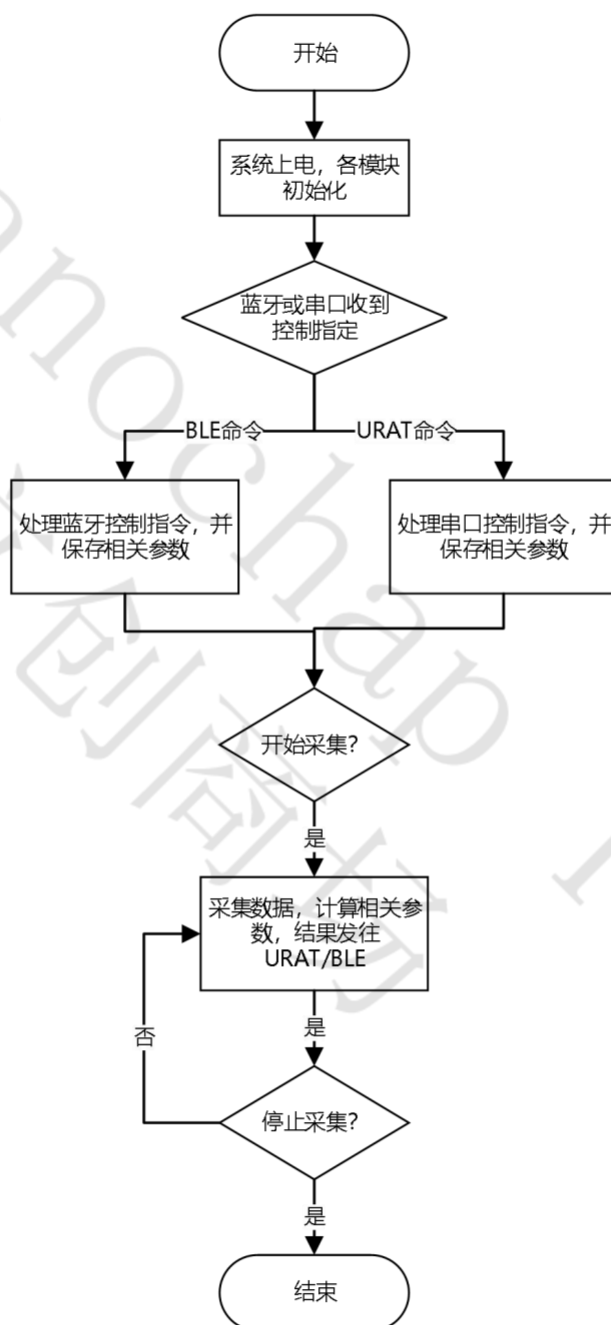
### 12.1 测试小程序使用说明

测试小程序请访问杭州暖芯迦电子科技有限公司微信公众号，使用方法见《EEG 小程序使用说明书》。

### 12.2 上位机使用说明

上位机使用方法见《EEG 软件使用说明书》。

## 13 模块控制流程图



Copyright© 2022 by Hangzhou Nanochap Electronics Co.,Ltd.

使用指南中所出现的信息在出版当时相信是正确的,然而暖芯迦对于说明书的使用不负任何责任。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明,暖芯迦不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的,也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。暖芯迦产品不授权使用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。暖芯迦拥有不事先通知而修改产品的权利,对于最新的信息,请参考我们的网址<http://www.nanochap.cn>或与我们直接联系。