

Raspberry Pi 处理器模块4

深度嵌入式应用的Raspberry Pi

版权记录

© 2020-2023 Raspberry Pi Ltd(formerly Raspberry Pi (Trading) Ltd.)

有关 Raspberry Pi 处理器模块 4 的文档已根据 Creative Commons Attribution 获得许可 - NoDerivatives 4.0 国际 (CC BY-ND)。

日期: 2023-03-09

版本: githash: ff2d02e-clean

法律免责声明

RASPBERRY PI产品的技术和可靠性数据(包括Datasheet)(下称“资源”)的修改由 RASPBERRY PI LTD(“RPL”)按“原样”提供, 拒绝任何明示或暗示的保证, 包括但不限于对适销性和特定用途适用性的暗示保证。在适用法律允许的最大范围内, RPL不对任何直接的、间接的、附带的、特殊的、惩戒性的或后果性的损害负责(包括但不限于购买替代商品或服务; 用途、数据或利润的损失; 或业务中断)以及任何责任理论, 无论是合同责任、严格责任还是因使用资源而产生的侵权行为(包括疏忽或其他), 即使已被告知此类损害的可能性。

RPL保留随时对资源或其中描述的任何产品进行任何增强、改进、更正或任何其他修改的权利, 恕不另行通知。

这些资源面向具有适当设计知识水平的熟练用户。用户自行负责选择和使用资源以及资源中描述的产品的任何应用。用户同意保障RPL免于承担因其使用资源而产生的所有责任、费用、损害或其他损失。

RPL允许用户仅将资源与Raspberry Pi产品结合使用。禁止将资源用于其他任何用途。没有向任何其他RPL或其他第三方知识产权授予许可。

高风险活动。 Raspberry Pi产品的设计、制造或设计目的不是用于需要故障安全性能的危险环境, 例如核设施、飞机导航或通信系统、空中交通管制、武器系统或安全关键应用(包括生命支持系统和其他医疗设备), 在这些环境中, 产品故障可能会直接导致死亡、人身伤害或严重的身体或环境损害(“高风险活动”)。RPL明确否认对高风险活动适用性的任何明示或暗示担保, 并且不接受在高风险活动中使用或包含Raspberry Pi产品的任何责任。

Raspberry Pi产品根据RPL的[标准条款](#)提供。RPL提供的资源不会扩大或以其他方式改变RPL的资源[标准条款](#)包括但不限于其中表达的免责声明和保证。

翻译记录

本文档由[上海晶珩电子科技有限公司](#)翻译。

上海晶珩电子科技有限公司(EDA Technology Co.,LTD)是Raspberry Pi的全球设计合作伙伴之一，致力成为全球领先的Raspberry Pi工业计算机制造商，为全球各种行业应用提供高质量、高可靠、极具性价比的Raspberry Pi工业计算机解决方案。

网站：<https://www.edatec.cn>

目录

| | |
|--------------------------------|----|
| Raspberry Pi处理器模块4 | 1 |
| 版权记录 | 2 |
| 法律免责声明 | 2 |
| 翻译记录 | 3 |
| 目录 | 4 |
| 第一章 简介 | 5 |
| 1.1. 简介 | 5 |
| 1.2. 特征 | 5 |
| 第二章 接口 | 7 |
| 2.1. 无线 | 7 |
| 2.1.1. WL_nDisable | 7 |
| 2.1.2. BT_nDisable | 7 |
| 2.2. 以太网 | 8 |
| 2.3. PCIe(Genx1) | 8 |
| 2.4. USB 2.0(高速) | 9 |
| 2.5. GPIO | 9 |
| 2.5.1.可供选择功能 | 8 |
| 2.6. 双HDMI 2.0 | 9 |
| 2.7. CSI-2 (MIPI系列摄像机) | 10 |
| 2.8. MIPI串口显示器 | 10 |
| 2.9. I2C (SDA0 SCL0) | 10 |
| 2.10.I2C (ID_SD ID_SC) | 10 |
| 2.11.SDIO/eMMC(仅CM4Lite) | 11 |
| 2.12.模拟信号IP0/IP1 | 11 |
| 2.13.Global_EN | 11 |
| 2.14.RUN_PG | 11 |
| 2.15.nRPI_BOOT | 12 |
| 2.16.模拟信号IP0/IP1 | 12 |
| 2.17.Global_EN | 12 |
| 2.18.RUN_PG | 12 |
| 2.19.nRPI_BOOT | 12 |
| 2.20.LED_nACT | 13 |
| 2.21.LED_nPWR | 13 |
| 2.22.EEPROM_nWP | 13 |
| 第三章 电气和机械 | 14 |
| 3.1. 机械 | 14 |
| 3.2. 散热 | 15 |
| 3.3. 电气特性 | 15 |
| 第四章 引脚引线图 | 18 |
| 4.1. 差分对 | 24 |
| 4.1.1. 100Ω差分对信号长度 | 24 |
| 4.1.2. 90Ω差分对信号长度 | 26 |
| 第五章 电源 | 27 |
| 5.1. 上电时序控制 | 27 |
| 5.2. 掉电序列 | 27 |
| 5.3. 功耗 | 27 |
| 5.4. 调节器输出 | 27 |
| 附录A: 故障排除 | 28 |
| 硬件清单 | 28 |
| 引导程序 | 28 |
| rpi-eeeprom更新 | 28 |
| EEPROM写保护 | 29 |
| 固件 | 29 |
| 内核 | 29 |
| 附录B: 可用性 | 30 |
| 支持 | 30 |
| 订购代码 | 30 |
| 包装 | 32 |

第一章 简介

1.1. 简介

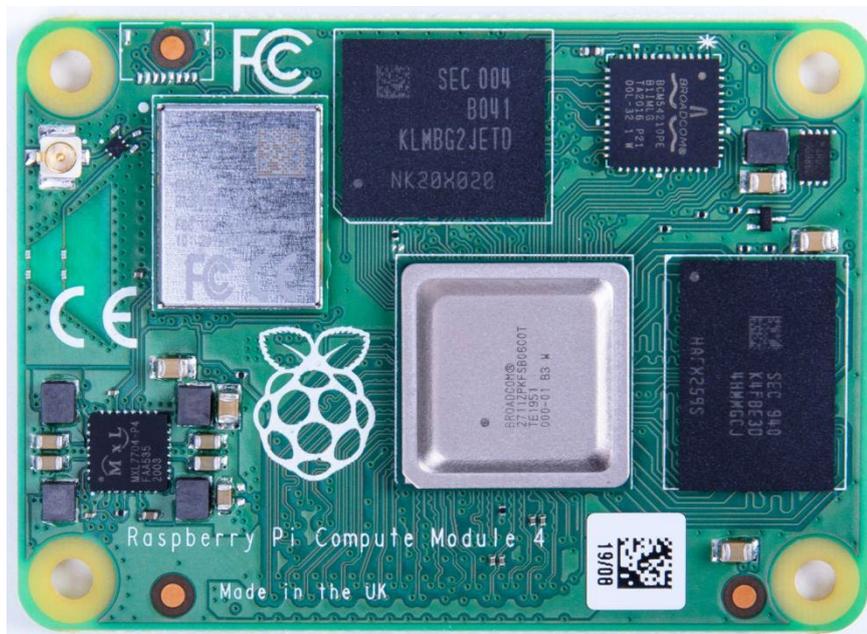


图 1 Raspberry Pi处理器模块4 (CM4)

Raspberry Pi处理器模块4 (CM4)是一个系统级模块(SoM)，包含处理器、内存、eMMC闪存和配套电源电路。这些模块允许设计人员将Raspberry Pi硬件和软件堆叠在自己的定制系统和外形中。这些模块还具有额外的IO接口，支持扩展Raspberry Pi板上的可用功能，为设计人员提供了更多的选择。

CM4的设计基于Raspberry Pi 4 Model B，对于由成本要求的应用，可以不选择eMMC；这个版本被称为Raspberry Pi处理器模块4 Lite (CM4Lite)。

前几代处理器模块都具有相同的DDR2-SODIMM-机械兼容的外形，新的CM4和CM4Lite是不同的。CM4的电气接口通过两个100-Pin高密度连接器实现，当此连接器被使用时，新的外形尺寸整体更小。

这种变化是因为增加了新的接口：额外的第二个HDMI、PCIe和以太网接口。这些新接口，尤其是PCIe口，在保留以前的外形尺寸上是不可能实现的。

i 注意

除非另有说明，本文件中的CM4也指CM4Lite。

1.2. 特征

CM4的主要特点如下：

- Broadcom BCM2711，四核Cortex-A72 (ARM v8) 64位1.5GHz SoC
- 55mm×40mm×4.7mm的小尺寸模块
 - 4 × M2.5安装孔

- H.265 (HEVC)(最高4Kp60解码), H.264(最高1080p60解码, 1080p30编码)
- OpenGL ES 3.0图形
- 可选择带ECC的1GB、2GB、4GB或8GB LPDDR4-3200 SDRAM(请参见订购代码)
- 可选择0GB (CM4Lite)、8GB、16GB或32GB eMMC闪存(请参见订购代码)
 - 峰值eMMC带宽100MBps(比以前的处理器模块快4倍)
- 可选(参见[订购代码](#))经过无线认证的无线模块, 支持:
 - 2.4 GHz、5.0 GHz IEEE 802.11 b/g/n/ac 无线通信协议
 - 蓝牙5.0, BLE无线通信协议
 - 板载电子开关, 用于选择PCB板载天线或外置天线
- 支持IEEE 1588协议的千兆以太网PHY
- 1 × PCIe单通道主机, 第二代(5Gbps)
- 1 × USB 2.0端口(高速)
- 28 × GPIO支持1.8V或3.3V信号和外设选项:
 - 最高5×UART
 - 最高5×I2C
 - 最高5×SPI
 - 1 × SDIO接口
 - 1 × DPI(并行RGB显示)
 - 1 × PCM
 - 最高2×PWM输出
 - 最高3×GPCLK输出
- 2 × HDMI 2.0接口(最高支持4Kp60)
- MIPI DSI:
 - 1 × 2通道MIPI DSI显示接口
 - 1 × 4通道MIPI DSI显示接口
- MIPI CSI-2:
 - 1 × 2通道MIPI CSI摄像机接口
 - 1 × 4通道MIPI CSI摄像机接口
- 1 × SDIO 2.0 (仅CM4Lite支持)
- 单路+5V PSU输入

第二章 接口

2.1. 无线

CM4可选择基于Cypress CYW43455的板载无线模块，同时支持以下两种功能：

- 2.4 GHz、5.0 GHz IEEE 802.11 b/g/n/ac 无线通信协议
- 蓝牙5.0, BLE无线通信协议

无线通信接口可以根据需要单独启用或禁用。例如在kiosk应用的情况下，服务工程师可以启用无线操作，然后在完成后禁用它。

CM4有一个板载天线。如果使用，应将其放置在产品中，使其不被金属包围，包括任何接地层(参见机械了解更多详情)。CM4模块上有一个标准的U.FL连接器，参见图 1，便于连接外置天线。

Raspberry Pi Ltd可提供一个天线套件，经认证可用于CM4。如果使用不同的天线，则需要单独的认证。

警告

Raspberry Pi Ltd无法协助第三方天线的认证。

系统启动时使用 `config.txt` 文件完成内置或外置天线的选择，且在运行期间不能更改。`config.txt`选项是 `dtparam=ant1` 为选择内置天线，或 `dtparam=ant2` 为选择外置天线。

2.1.1. WL_nDisable

该引脚具有如下功能：

1. 用于使能WLAN无线通信的功能，逻辑高表示WLAN功能被启用。
2. 该引脚被驱动或连接到低电平时，会禁止WLN模块上电，助于降低系统功耗，或者应用在需要从物理上禁用无线模块的应用中。该接口在被禁用后，如果再被重新启用，需要重新初始化WLAN驱动程序。

注意

在不带无线功能的CM4模块上，此引脚为预留引脚。

2.1.2. BT_nDisable

该引脚具有如下功能：

1. 用于使能蓝牙通信功能，逻辑高表示蓝牙功能被启用。
2. 当该引脚被驱动或连接到低电平时，会阻止蓝牙模块上电，有助于降低系统功耗，或者应用在需要从物理上确保蓝牙被禁用的应用中。该接口在禁用后，如果再被重新启用，需要重新初始化蓝牙驱动程序。

注意

在不带无线功能的CM4模块上，此引脚为预留引脚。

2.2. 以太网

CM4包含一个板载千兆以太网PHY芯片，型号为Broadcom BCM54210PE，该PHY芯片的一些主要特征包括：

- 兼容IEEE 1588-2008协议
- MDI交叉、线对偏斜和线对极性校正

为CM4提供以太网连接只需要一个标准的1:1 RJ45连接器，支持PoE并增加了ESD保护，如图2所示。

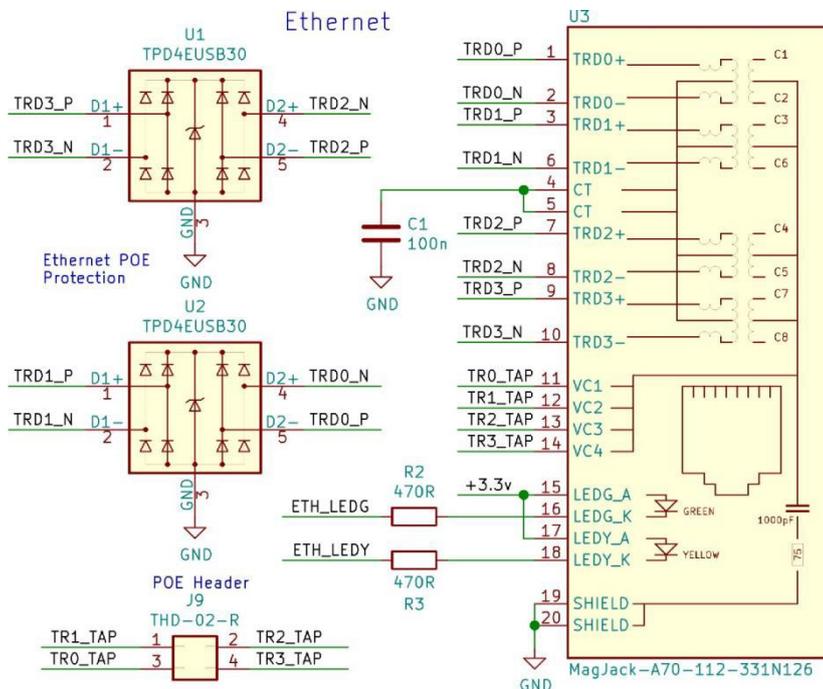


图2 Raspberry Pi处理器模块4的以太网原理图接口

以太网信号应以100Ω阻抗的差分对进行走线，并留有适当的间隙。差分对与对之间的长度差异应小于等于50mm，一般情况下差分对之间不需要等长处理。然而差分对对内的信号需要等长处理，差异要求小于或者等于0.15mm。

该以太网PHY还支持驱动高达3个LED指示灯，以便向用户提供各种状态反馈，这些LED指示灯驱动信号都是低电平有效。这些指示灯可实现一系列功能，可以查看你的操作系统驱动程序，以了解你的驱动程序支持哪些功能。

该以太网PHY还提供1.8V的SYNC_IN和SYNC_OUT信号来支持IEEE 1588-2008协议。

2.3. PCIe(Genx1)

CM4有一个内部PCIe 2.0 x1主机控制器。在Raspberry Pi 4 Model B上，其已被连接到USB 3.0主机控制器(使用Via Labs _VLI805)，但在CM4上，设计人员可以自由选择是否使能该功能。

警告

在制作产品原型机之前，你应该确保选择的任何主机控制器都有合适的操作系统驱动程序。

注意

板载PCIe主机控制器不支持来自ARM的64位访问，它们必须分成两个32位访问。

连接PCIe设备遵循标准的PCIe约定。CM4为PCIe **CLK**和**PCIe_TX**信号各增加了一个的板载交流耦合电容。然而**PCIe_RX**信号需要靠近驱动源(器件**TX**)的外部耦合电容，如果使用外部PCIe/NVMe卡，这些电容将在板上。PCIe的约定是，如果直接连接到IC，则需要交换**TX**和**RX**对(即**TX** → **RX**，**RX** → **TX**)。如果您要连接到一个连接器，从主机的角度来看，这通常是有标记的，因此不需要**TX/RX**交换。此外，**PCIe_CLK_nREQ**必须连接，以确保CM4产生时钟信号，**PCIe_nRST**也应连接，以确保设备在需要时正确复位。

PCIe信号以90Ω阻抗差分对进行走线，并留有适当的间隙。差分对之间不需要等长处理，差分对对内等长的信号需要等长处理，要求差异小于或等于0.1mm。

提示

5.10内核和更新版本增加了对MSI-X的支持。最多32个可用的IRQ。如果设备有中断问题，将**pci=noms**添加到**cmdline.txt**(并重新启动)可以解决问题。

2.4. USB 2.0(高速)

USB 2.0接口支持高达480Mbps的数据传输。USB2.0信号应以90Ω阻抗的差分对进行走线。差分对对内的P/N信号做等长处理，要求差异小于或者等于0.15mm。

提示

默认情况下，固件禁用USB接口以节省电能。在最新版本的Raspberry Pi OS (Bullseye)中，它在**config.txt**文件中的**otg_mode=1**设置自动启用。如果您使用的是不同的操作系统，或旧版本的Raspberry Pi操作系统，您需要将它添加到**config.txt**以启用USB接口。

注意

该端口能够用作真正的USB移动(OTG)端口。虽然没有官方文档，但一些用户已经成功地做到了这一点。**USB_OTG_ID**引脚用于在USB主机和通常连接到微型USB连接器ID引脚的设备之间进行选择。要使用此功能，必须在操作系统中启用。如果用作固定从机或固定主机，请将**USB_OTG_ID**引脚接地。

2.5. GPIO

通用I/O (GPIO)有28个引脚，对应Raspberry Pi 4 Module B 40个GPIO引脚。这些引脚可以访问内部外围设备：SMI、DPI、I2C、PWM、SPI和UART。[BCM2711 ARM设备手册](#)详细描述了这些功能，以及可用的多路复用选项。理想情况下，驱动强度和转换率设置的应尽可能低，以减少任何EMC问题。GPIO2和GPIO3具有1.8kΩ上拉电阻。

BCM2711 GPIO组由GPIO_VREF供电，可以连接到+1.8V，用于1.8V信号GPIO，或者+3.3V用于3.3V信号。需要确保28个GPIO引脚上的总负载保持在50mA以下。GPIO_VREF必须上电，CM4才能正确启动。

2.5.1.可供选择功能

支持6种功能可选，BCM2711 ARM设备手册详细说明了这些功能，表 1展示功能的概述。

表 1 GPIO引脚替代功能分配

| GPIO | PULL | ALT0 | ALT1 | ALT2 | ALT3 | ALT4 | ALT5 |
|--------|------|------------|-------------|-----------|---------------|------------|---------------|
| GPIO0 | High | SDA0 | SA5 | PCLK | SPI3_CE0_N | TXD2 | SDA6 |
| GPIO1 | High | SCL0 | SA4 | DE | SPI3_MISO | RXD2 | SCL6 |
| GPIO2 | High | SDA1 | SA3 | LCD_VSYNC | SPI3_MOSI | CTS2 | SDA3 |
| GPIO3 | High | SCL1 | SA2 | LCD_HSYNC | SPI3_SCLK | RTS2 | SCL3 |
| GPIO4 | High | GPCLK0 | SA1 | DPI_D0 | SPI4_CE0_N | TXD3 | SDA3 |
| GPIO5 | High | GPCLK1 | SA0 | DPI_D1 | SPI4_MISO | RXD3 | SCL3 |
| GPIO6 | High | GPCLK2 | SOE_N/SE | DPI_D2 | SPI4_MOSI | CTS3 | SDA4 |
| GPIO7 | High | SPI0_CE1_N | SWE_N/SRW_N | DPI_D3 | SPI4_SCLK | RTS3 | SCL4 |
| GPIO8 | High | SPI0_CE0_N | SD0 | DPI_D4 | BSCSLCE_N | TXD4 | SDA4 |
| GPIO9 | Low | SPI0_MISO | SD1 | DPI_D5 | BSCSLMISO | RXD4 | SCL4 |
| GPIO10 | Low | SPI0_MOSI | SD2 | DPI_D6 | BSCSLSDA_MOSI | CTS4 | SDA5 |
| GPIO11 | Low | SPI0_SCLK | SD3 | DPI_D7 | BSCSLSCL_SCLK | RTS4 | SCL5 |
| GPIO12 | Low | PWM0_0 | SD4 | DPI_D8 | SPI5_CE0_N | TXD5 | SDA5 |
| GPIO13 | Low | PWM0_1 | SD5 | DPI_D9 | SPI5_MISO | RXD5 | SCL5 |
| GPIO14 | Low | TXD0 | SD6 | DPI_D10 | SPI5_MOSI | CTS5 | TXD1 |
| GPIO15 | Low | RXD0 | SD7 | DPI_D11 | SPI5_SCLK | RTS5 | RXD1 |
| GPIO16 | Low | <reserved> | SD8 | DPI_D12 | CTS0 | SPI1_CE2_N | CTS1 |
| GPIO17 | Low | <reserved> | SD9 | DPI_D13 | RTS0 | SPI1_CE1_N | RTS1 |
| GPIO18 | Low | PCM_CLK | SD10 | DPI_D14 | SPI6_CE0_N | SPI1_CE0_N | PWM0_0 |
| GPIO19 | Low | PCM_FS | SD11 | DPI_D15 | SPI6_MISO | SPI1_MISO | PWM0_1 |
| GPIO20 | Low | PCM_DIN | SD12 | DPI_D16 | SPI6_MOSI | SPI1_MOSI | GPCLK0 |
| GPIO21 | Low | PCM_DOUT | SD13 | DPI_D17 | SPI6_SCLK | SPI1_SCLK | GPCLK1 |
| GPIO22 | Low | SD0_CLK | SD14 | DPI_D18 | SD1_CLK | ARM_TRST | SDA6 |
| GPIO23 | Low | SD0_CMD | SD15 | DPI_D19 | SD1_CMD | ARM_RTCK | SCL6 |
| GPIO24 | Low | SD0_DAT0 | SD16 | DPI_D20 | SD1_DAT0 | ARM_TDO | SPI3_CE1_N |
| GPIO25 | Low | SD0_DAT1 | SD17 | DPI_D21 | SD1_DAT1 | ARM_TCK | SPI4_CE1_N |
| GPIO26 | Low | SD0_DAT2 | <reserved> | DPI_D22 | SD1_DAT2 | ARM_TDI | SPI5_CE1_N |
| GPIO27 | Low | SD0_DAT3 | <reserved> | DPI_D23 | SD1_DAT3 | ARM_TMS | SPI6_CE1_N |
| GPIO44 | - | GPCLK1 | SDA0 | SDA1 | <reserved> | SPI0_CE1_N | SD_CARD_VOLT |
| GPIO45 | - | PWM0_1 | SCL0 | SCL1 | <reserved> | SPI0_CE2_N | SD_CARD_PW R0 |

特殊功能图例：

表 2 GPIO引脚替代功能图例

| 名称 | 功能 |
|----------------|---|
| SDA0 | BSC master 0 data line ^a |
| SCL0 | BSC master 0 clock line |
| SDAx | BSC master 1,3,4,5,6 data line ^b |
| SCLx | BSC master 1,3,4,5,6 clock line |
| GPCLKx | General purpose clock 0,1,2 |
| SPIx_CE2_N | SPI 0,3,4,5,6 chip select 2 |
| SPIx_CE1_N | SPI 0,3,4,5,6 chip select 1 |
| SPIx_CE0_N | SPI 0,3,4,5,6 chip select 0 |
| SPIx_MISO | SPI 0,3,4,5,6 MISO |
| SPIx_MOSI | SPI 0,3,4,5,6 MOSI |
| SPIx_SCLK | SPI 0,3,4,5,6 serial clock |
| PWMx_0 | PWM 0,1 channel 0 |
| PWMx_1 | PWM 0,1 channel 1 |
| TXDx | UART 0,2,3,4,5 transmit data |
| RXDx | UART 0,2,3,4,5 receive data |
| CTSx | UART 0,2,3,4,5 clear to send |
| RTSx | UART 0,2,3,4,5 request to send |
| PCM_CLK | PCM clock |
| PCM_FS | PCM frame sync |
| PCM_DIN | PCM data in |
| PCM_DOUT | PCM data out |
| SAx | Secondary mem address bus |
| SOE_N / SE | Secondary mem controls |
| SWE_N / SRW_N | Secondary mem controls |
| SDx | Secondary mem data bus |
| BSCSL_SDA/MOSI | BSC slave data, SPI slave MOSI |
| BSCSL_SCL/SCLK | BSC slave clock, SPI slave clock |
| BSCSL_MISO | BSC <not used>, SPI MISO |
| BSCSL_CSn | BSC <not used>, SPI CSn |
| SPI1_CE2_N | SPI 1 chip select 2 ^c |
| SPI1_CE1_N | SPI 1 chip select 1 |
| SPI1_CE0_N | SPI 1 chip select 0 |
| SPI1_MISO | SPI 1 MISO |
| SPI1_MOSI | SPI 1 MOSI |
| SPI1_SCLK | SPI 1 serial clock |
| TXD1 | UART 1 transmit data |
| RXD1 | UART 1 receive data |
| CTS1 | UART 1 clear to send |
| RTS1 | UART 1 clear to send |
| ARM_TRST | ARM JTAG reset |
| ARM_RTCK | ARM JTAG return clock |
| ARM_TDO | ARM JTAG data out |
| ARM_TCK | ARM JTAG clock |
| ARM_TDI | ARM JTAG data in |
| ARM_TMS | ARM JTAG mode select |
| PCLK | Display parallel interface |
| DE | Display parallel interface |
| LCD_VSYNC | Display parallel interface |
| LCD_HSYNC | Display parallel interface |
| DPI_Dx | Display parallel interface |

^a Broadcom串行控制总线是一种专有总线，与Philips®I2C总线/接口兼容。

^b 用户无法访问BSC主模块2和7。

^c 用户无法访问SPI 2。

2.6. 双HDMI 2.0

CM4支持两路HDMI 2.0接口，每路接口都支持4K图像。如果同时使用两路HDMI输出，则每个输出最高支持4Kp30；如果仅使用HDMI0输出，则最高支持4Kp60。

HDMI信号以100Ω阻抗的差分对进行走线。HDMI差分对之间不需要特别的等长处理，对之间的长度差异小于或者等于25mm即可。差分对对内信号需要等长处理，对内信号长度差异小于或者等于0.15mm。

支持CEC，内置一个27kΩ的上拉电阻。

CM4为HDMI的I2C EDID信号和CEC信号提供基本的板上ESD保护，提供内部上拉和下拉电阻。在Raspberry Pi 4 Model B上，HDMI信号无额外的ESD保护。根据具体应用，可能需要添加额外的ESD保护。

2.7. CSI-2 (MIPI系列摄像机)

CM4支持两路摄像头端口：**CAM0** (2通道)和**CAM1** (4通道)。CSI信号应以100Ω阻抗的差分对进行走线，差分对对内信号需要等长处理，对内信号长度差异小于或者等于0.15mm。

有关CSI接口的文档可以在[Raspberry Pi网站](#)，[Linux内核驱动程序](#)可以在GitHub上找到。

注意

官方的Raspberry Pi固件支持OmniVision OV5647、Sony IMX219、Sony IMX296、Sony IMX477和Sony IMX708相机传感器。在处理器模块设备上使用这些相机传感器，不需要安全设备。

2.8. MIPI串口显示器

CM4支持两路显示端口：DISP0 (2通道)和DISP1 (4通道)，每个通道支持1Gbps的最大数据速率。

尽管[Linux内核驱动程序](#)可用，但是DSI接口目前还没有文档。仅支持官方Raspberry Pi固件支持的DSI显示器。DSI信号应以100Ω阻抗的差分对进行走线；差分对对内信号需要等长处理，对内信号长度差异小于或者等于0.15mm。

注意

虽然仅支持官方的DSI显示器，但可以使用并行DPI接口添加其他显示器，该接口是GPIO的扩展功能。CM4最多支持HDMI、DSI和DPI 3种类型中的一种显示器。

2.9. I2C (SDA0 SCL0)

此内部I2C总线通常分配给CSI1和DSI1，这些设备由固件控制。如果CSI1和DSI1接口没有被使用，或者被固件控制，其可以被用作通用I2C总线。例如，`libcamera`运行在ARM上，如果CSI1和DSI1接口没有被使用，或者被固件控制；在这种情况下，可以使用CSI1和I2C总线。SDA0连接到BCM2711上的GPIO44，SCL0连接到GPIO45。

2.10. I2C (ID_SD ID_SC)

该I2C总线通常用于识别HATs和控制CSI0和DSI0设备。如果固件没有使用I2C总线，例如没有使用CSI0和DSI0，则这些引脚可以在需要时用作GPIO 0和GPIO 1。

注意

如果这些引脚用作GPIO引脚，则为了防止固件检查是否有HAT EEPROM可用，请将`force_eeprom_read=0`和`disable_poe_fan=1`添加到`config.txt`文件中。

2.11. SDIO/eMMC(仅CM4Lite)

CM4Lite不支持板载eMMC，eMMC信号可以在连接器上使用，因此可以使用外部eMMC或SD卡。

SD_PWR_ON信号用于使能外部电源开关，以打开SD卡的电源；对于eMMC，通常不使用。如果需从SD卡启动，则需要安装一个上拉电阻来默认打开电源开关。当**SD_VDD_OVERRIDE**为高电平(3.3V)时，会在SDIO接口上强制发送1.8V信号，通常与eMMC存储一起使用。

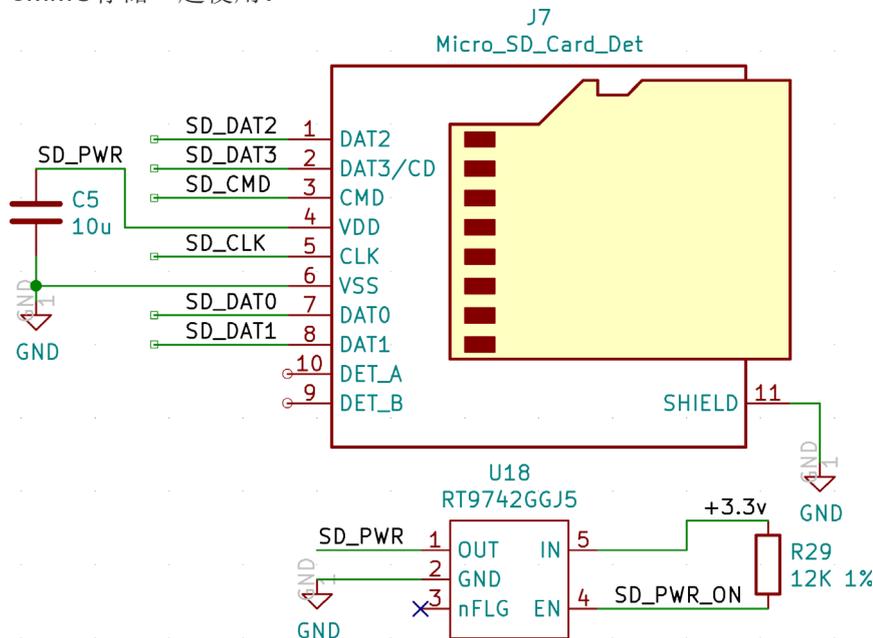


图 3 CM4Lite SD卡接口

2.12. 模拟信号IP0/IP1

这是MXL7704上的两个备用输入。如果要使用这些引脚，需要查看MXL7704 Datasheet。每个信号通过一个接地的100nF电容进行板载滤波。在Raspberry Pi 4 Module B上，这些连接到USB C连接器的CC1和CC2引脚。

2.13. Global_EN

拉低该引脚会使CM4处于最低断电状态。软件关闭后，Global_EN需要拉低1ms以上来重启CM4上的电源系统。

 提示

建议仅在操作系统关闭后拉低该引脚。

2.14. RUN_PG

该引脚为高电平时表示CM4已经启动。将此引脚拉低可复位模块。此操作需要谨慎，如果文件系统上的文件是打开的，其不会被关闭。

2.15. nRPI_BOOT

在启动过程中，如果此引脚为低电平，将停止从 eMMC 启动，会通过USB转移到 rpi 启动。

2.16. 模拟信号IP0/IP1

这是MXL7704上的两个备用输入。如果要使用这些引脚，需要查看MXL7704 Datasheet。每个信号通过一个接地的100nF电容进行板载滤波。在Raspberry Pi 4 Module B上，这些连接到USB C连接器的CC1和CC2引脚。

2.17. Global_EN

拉低该引脚会使CM4处于最低断电状态。软件关闭后，Global_EN需要拉低1ms以上来重启CM4上的电源系统。



建议仅在操作系统关闭后拉低此引脚。

2.18. RUN_PG

该引脚为高电平时表示CM4已经启动。将此引脚拉低可复位模块。此操作需要谨慎，如果文件系统上的文件是打开的，其不会被关闭。

2.19. nRPI_BOOT

在启动过程中，如果此引脚为低电平，将停止从 eMMC 启动，会通过USB转移到 rpi 启动。

2.20. LED_nACT

该引脚设计用于驱动一个LED来复制Raspberry Pi 4 Model B上的绿色LED。在Linux系统下，此引脚闪烁表示eMMC访问。如果在启动过程中出现任何错误，此LED将闪烁错误模式，可以在Raspberry网站上查找[解码表](#)。

2.21. LED_nPWR

该引脚需要缓冲以驱动LED。该信号用于复制Raspberry Pi 4 Model B上的红色电源LED。

2.22. EEPROM_nWP

建议将该引脚拉低，以防止最终用户改变板载EEPROM的内容。有关支持所需的软件设置的说明，请参见Raspberry Pi 4 Model B文档[EEPROM写保护](#)。

i 注意

由于成本和制造方面的考虑，组件在处理器模块上的位置和排列可能会随着时间的推移而略有变化；但最大元件高度和PCB厚度将保持不变。

CM4的step文件是CM4设计数据包的一部分。这仅供参考，可能会随着时间的推移因修订而发生变化。

3.2. 散热

CM4的功耗低于Raspberry Pi 4 Model B。CM4的PCB中包含的金属面积和连接器更少，故其比Raspberry Pi 4 Model B具有更少的被动散热。尽管其消耗的功率更少，但可能比Raspberry Pi 4 Model B运行得更热。

BCM2711会降低主时钟的工作频率，以控制芯片内部温度保持在85°C以下。故在高温环境下，主时钟的工作频率也可能会自动降低。如果BCM2711无法将其内部时钟降低到足以降低内部温度的程度，其金属外壳温度将升至85°C以上。选择的任何散热解决方案都要将CM4上其它硅器件的环境温度保持在工作温度范围内。

工作温度范围：-20°C-+85°C非冷凝。注意：最佳射频无线性能介于-20°C和+75°C之间。

3.3. 电气特性

警告

高于下表中所列的限度值可能会对设备造成永久性损坏。这只是一个压力等级，不暗示设备在这些或本规范操作部分所列条件之外的任何其他条件下的功能操作。长时间暴露在绝对最大额定值条件下可能会

表 3 绝对最大额定值

| 标志 | 参数 | 最低限度 | 最高限度 | 单位 |
|------------------------|----------|------|------------------------------|----|
| V _{IN} | 5V输入电压 | -0.5 | 6.0 | V |
| V _{GPIO_VREF} | GPIO电压 | -0.5 | 3.6 | V |
| V _{gpio} | GPIO输入电压 | -0.5 | V _{GPIO_VREF} + 0.5 | V |

i 注意

V_{GPIO_VREF}是GPIO组电压，必须连接到CM4的3.3V或1.8V供电。

表 4 DC特征

| 标志 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型的 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------|--------|-------------------------------|------------------------------|-----|------------------------|----|
| V _{IL(gpio)} | 输入低电压 | V _{GPIO_VREF} = 3.3V | 0 | - | 0.8 | V |
| V _{IH(gpio)} | 输入高电压 | V _{GPIO_VREF} = 3.3V | 2.0 | - | V _{GPIO_VREF} | V |
| I _{IL(gpio)} | 输入低电压 | V _{GPIO_VREF} = 1.8V | 0 | - | 0.35 | V |
| V _{IH(gpio)} | 输入高电压 | V _{GPIO_VREF} = 1.8V | 0.65 | - | V _{GPIO_VREF} | V |
| V _{IL(gpio)} | 输入泄漏电流 | - | - | - | 10 | μA |
| V _{OL(gpio)} | 输出低电压 | - | - | - | 0.4 | V |
| V _{OH(gpio)} | 输出高电压 | - | V _{GPIO_VREF} - 0.4 | - | - | V |
| I _{o(gpio)} | 输出电流 | 1mA | 0.87 | 1.3 | - | mA |
| I _{o(gpio)} | 输出电流 | 2mA | 1.75 | 2.6 | - | mA |
| I _{o(gpio)} | 输出电流 | 3mA | 2.63 | 3.9 | - | mA |
| I _{o(gpio)} | 输出电流 | 4mA 默认值 | 3.5 | 5.3 | - | mA |

| 标志 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型的 | 最大值 | 单位 |
|----------------|------|-------------------------|------|------|-----|------------|
| $I_{o(gpio)}$ | 输出电流 | 5mA | 4.39 | 6.6 | - | mA |
| $I_{o(gpio)}$ | 输出电流 | 6mA | 5.27 | 7.9 | - | mA |
| $I_{o(gpio)}$ | 输出电流 | 7mA | 6.15 | 9.2 | - | mA |
| $I_{o(gpio)}$ | 输出电流 | 8mA | 7.02 | 10.5 | - | mA |
| $R_{PU(gpio)}$ | 上拉电阻 | $V_{GPIO_VREF} = 3.3V$ | 33 | 47 | 73 | k Ω |
| $R_{PD(gpio)}$ | 下拉电阻 | $V_{GPIO_VREF} = 3.3V$ | 33 | 47 | 73 | k Ω |
| $R_{PU(gpio)}$ | 上拉电阻 | $V_{GPIO_VREF} = 1.8V$ | 18 | 47 | 73 | k Ω |
| $R_{PD(gpio)}$ | 下拉电阻 | $V_{GPIO_VREF} = 1.8V$ | 18 | 47 | 73 | k Ω |

请参考接口规格了解其他接口的电气规格详情。

表 5 功耗

| 标志 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型的 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------|------|----------------|-----|------|-----|---------------|
| I_{shutdown} | 关闭电流 | GLOBAL_EN = 0V | - | 15 | - | μA |
| I_{shutdown} | 关闭电流 | GLOBAL_EN > 2V | - | 8 | - | mA |
| I_{idle} | 空闲电流 | GLOBAL_EN > 2V | - | 400 | - | mA |
| I_{load} | 工作电流 | GLOBAL_EN > 2V | - | 1400 | - | mA |

i 注意

上表中的数值很大程度上取决于最终应用。

第四章 引脚引线图

表 6 Raspberry Pi处理器模块4引脚列表

| 引脚 | 信号 | 描述 |
|----|-------------------|---|
| 1 | GND | 接地(0V) |
| 2 | GND | 接地(0V) |
| 3 | Ethernet_Pair3_P | 以太网对3正极(连接到变压器或磁插孔) |
| 4 | Ethernet_Pair1_P | 以太网对1正极(连接到变压器或磁插孔) |
| 5 | Ethernet_Pair3_N | 以太网对3负极(连接到变压器或磁插孔) |
| 6 | Ethernet_Pair1_N | 以太网对1负极(连接到变压器或磁插孔) |
| 7 | GND | 接地(0V) |
| 8 | GND | 接地(0V) |
| 9 | Ethernet_Pair2_N | 以太网对2负极(连接到变压器或磁插孔) |
| 10 | Ethernet_Pair0_N | 以太网对0负极(连接到变压器或磁插孔) |
| 11 | Ethernet_Pair2_P | 以太网对2正极(连接到变压器或磁插孔) |
| 12 | Ethernet_Pair0_P | 以太网对0正极(连接到变压器或磁插孔) |
| 13 | GND | 接地(0V) |
| 14 | GND | 接地(0V) |
| 15 | Ethernet_nLED3 | 低电平有效以太网活动指示器(3.3V信号):通常绿色LED连接到此引脚。IOL = 8mA @ VOL < 0.4V |
| 16 | Ethernet_SYNC_IN | IEEE1588同步输入引脚(1.8V信号:IOL = 8mA @ VOL < 0.4V) |
| 17 | Ethernet_nLED2 | 低电平有效以太网速度指示器(3.3V信号):通常黄色LED连接到此引脚。低状态表示1gb或100Mbit链路:IOL = 8mA @ VOL < 0.4V |
| 18 | Ethernet_SYNC_OUT | IEEE1588同步输出引脚(1.8V信号:IOL = 8mA @ VOL < 0.4V) |
| 19 | Ethernet_nLED1 | 低电平有效以太网速度指示器(3.3V信号):通常黄色LED连接到此引脚。低状态表示1gb或10Mbit链路:IOL = 8mA @ VOL < 0.4V |
| 20 | EEPROM_nWP | 让浮动NB通过100kΩ在内部上拉至CM4_3.3V(VIL < 0.8V), 但可以接地以防止写入存储引导代码的片上EEPROM |
| 21 | Pi_nLED_Activity | 激活-低Pi激活LED。20mA最大5V容差(VOL < 0.4V)。(这是驱动Raspberry Pi 4 Model B上绿色LED的信号) |
| 22 | GND | 接地(0V) |
| 23 | GND | 接地(0V) |
| 24 | GPIO26 | GPIO:通常是3.3V信号, 但通过将GPIO_VREF连接到1.8V, 也可以是1.8V信号 |
| 25 | GPIO21 | GPIO:通常是3.3V信号, 但通过将GPIO_VREF连接到1.8V, 也可以是1.8V信号 |
| 26 | GPIO19 | GPIO:通常是3.3V信号, 但通过将GPIO_VREF连接到1.8V, 也可以是1.8V信号 |
| 27 | GPIO20 | GPIO:通常是3.3V信号, 但通过将GPIO_VREF连接到1.8V, 也可以是1.8V信号 |
| 28 | GPIO13 | GPIO:通常是3.3V信号, 但通过将GPIO_VREF连接到1.8V, 也可以是1.8V信号 |
| 29 | GPIO16 | GPIO:通常是3.3V信号, 但通过将GPIO_VREF连接到1.8V, 也可以是1.8V信号 |

| 引脚 | 信号 | 描述 |
|----|---------|--|
| 31 | GPIO12 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 32 | GND | 接地(0V) |
| 33 | GND | 接地(0V) |
| 34 | GPIO5 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 35 | ID_SC | (BCM2711 GPIO 1) GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 36 | ID_SD | (BCM2711 GPIO 0) GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 37 | GPIO7 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 38 | GPIO11 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 39 | GPIO8 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 40 | GPIO9 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 41 | GPIO25 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 42 | GND | 接地(0V) |
| 43 | GND | 接地(0V) |
| 44 | GPIO10 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 45 | GPIO24 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 46 | GPIO22 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 47 | GPIO23 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 48 | GPIO27 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 49 | GPIO18 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 50 | GPIO17 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 51 | GPIO15 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 52 | GND | 接地(0V) |
| 53 | GND | 接地(0V) |
| 54 | GPIO4 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 55 | GPIO14 | GPIO:通常是3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号 |
| 56 | GPIO3 | GPIO:通常为3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号。内部1.8kΩ上拉至GPIO_VREF |
| 57 | SD | SD卡时钟信号(仅适用于CM4Lite) |
| 58 | GPIO2 | GPIO:通常为3.3V信号,但通过将GPIO_VREF连接到1.8V,也可以是1.8V信号。内部1.8kΩ上拉至GPIO_VREF |
| 59 | GND | 接地(0V) |
| 60 | GND | 接地(0V) |
| 61 | SD_DAT3 | SD卡/eMMC数据3信号(仅适用于CM4Lite) |
| 62 | SD_CMD | SD卡/eMMC命令信号(仅在CM4Lite上可用) |
| 63 | SD_DAT0 | SD卡/eMMC数据0信号(仅适用于CM4Lite) |
| 64 | SD_DAT5 | SD卡/eMMC数据5信号(仅适用于CM4Lite) |

| 引脚 | 信号 | 描述 |
|----|-----------------|---|
| 65 | GND | 接地(0V) |
| 66 | GND | 接地(0V) |
| 67 | SD | SD卡/eMMC数据1信号(仅适用于CM4Lite) |
| 68 | SD_DAT4 | SD卡/eMMC数据4信号(仅适用于CM4Lite) |
| 69 | SD_DAT2 | SD卡/eMMC数据2信号(仅适用于CM4Lite) |
| 70 | SD_DAT7 | SD卡/eMMC数据7信号(仅适用于CM4Lite) |
| 71 | GND | 接地(0V) |
| 72 | SD_DAT6 | SD卡/eMMC数据6信号(仅适用于CM4Lite) |
| 73 | SD_VDD_OVERRIDE | 连接到CM4_3.3V以强制SD卡/eMMC接口为1.8V信号，而不是3.3V，否则保持不连接。通常仅在连接外部eMMC时使用。 |
| 74 | GND | 接地(0V) |
| 75 | SD_PWR_ON | 输出到SD卡的电源开关。CM4将此引脚设为高电平(3.3V)，表示SD卡的电源应该打开。如果需要从SD卡启动，那么也应该安装一个上拉开关，这样电源开关默认为on。(仅在CM4Lite上提供) |
| 76 | Reserved | 不要将任何东西连接到此引脚。 |
| 77 | +5V(输入) | 4.75V-5.25V。主电源输入 |
| 78 | GPIO_VREF | 对于3.3V GPIO，必须连接到CM4_3.3V(引脚84和86)，对于1.8V GPIO，必须连接到CM4_1.8V(引脚88和90)。此引脚不能悬空或接地。 |
| 79 | +5V(输入) | 4.75V-5.25V。主电源输入 |
| 80 | SCL0 | I2C时钟引脚(BCM2711 GPIO45):通常用于摄像头和显示器。内部1.8kΩ上拉至CM4_3.3V |
| 81 | +5V(输入) | 4.75V-5.25V。主电源输入 |
| 82 | SDA0 | I2C数据引脚(BCM2711 GPIO44):通常用于摄像头和显示器。内部1.8kΩ上拉至CM4_3.3V |
| 83 | +5V(输入) | 4.75V-5.25V。主电源输入 |
| 84 | CM4_3.3V(输出) | 3.3V 2.5%。每个引脚的最大功率输出为300毫安，总共为600毫安。这将在关断或GLOBAL_EN设为低电平期间关断 |
| 85 | +5V(输入) | 4.75V-5.25V。主电源输入 |
| 86 | CM4_3.3V(输出) | 3.3V 2.5%。每个引脚的最大功率输出为300毫安，总共为600毫安。这将在关断或GLOBAL_EN设为低电平期间关断 |
| 87 | +5V(输入) | 4.75V-5.25V。主电源输入 |
| 88 | CM4_1.8V(输出) | 1.8V 2.5%。每个引脚的最大功率输出为300毫安，总共为600毫安。这将在关断或GLOBAL_EN设为低电平期间关断 |
| 89 | WL_nDisable | 可以保持浮动；如果被拉低，无线接口将被禁用。通过1.8kΩ内部上拉至CM4_3.3V |
| 90 | CM4_1.8V(输出) | 1.8V 2.5%。每个引脚的最大功率输出为300毫安，总共为600毫安。这将在关断或GLOBAL_EN设为低电平期间关断 |
| 91 | BT_nDisable | 可以保持浮动；如果驱动为低电平，蓝牙接口将被禁用。通过1.8kΩ内部上拉至CM4_3.3V |

| 引脚 | 信号 | 描述 |
|-----|-------------|---|
| 92 | RUN_PG | 双向引脚。可以驱动至低电平(通过220Ω电阻)以复位CM4 CPU。作为输出, 高信号表示电源良好, CPU正在运行。通过10kΩ内部上拉至+3.3V |
| 93 | nRPIBOOT | 此引脚为低电平时, 会强制从RPI服务器(如PC或Raspberry Pi)启动; 如果不使用, 保持悬空。通过10kΩ内部上拉至+3.3V |
| 94 | AnalogIP1 | MXL7704的模拟输入:通常连接到C型电源连接器的CC引脚 |
| 95 | PI_LED_nPWR | 低电平有效输出驱动LED电源。该信号需要缓冲。 |
| 96 | AnalogIP0 | MXL7704的模拟输入:通常连接到C型电源连接器的CC引脚 |
| 97 | Camera_GPIO | 通常用于关闭相机以降低功耗。不建议将此引脚重新分配给其他功能。CM4_3.3V信号 |
| 98 | GND | 接地(0V) |
| 99 | GLOBAL_EN | 输入。驱动低电平以关断CM4。用100kΩ内部上拉至+5V |
| 100 | nEXTRST | 输出。复位期间被拉低; 一旦CM4 CPU开始启动, 就变为高电平(CM4_3.3V) |
| 101 | USB_OTG_ID | 输入(3.3V信号)USB OTG引脚。内部拉高。接地时, CM4成为USB主机, 但也需要使用正确的操作系统驱动程序 |
| 102 | CLK PCIe | 输入(3.3V信号)PCIe时钟请求引脚(低电平请求PCI时钟)。内部拉高 |
| 103 | USB_N | USB D- |
| 104 | Reserved | 不要将任何东西连接到此引脚。 |
| 105 | USB_P | USB D+ |
| 106 | Reserved | 不要将任何东西连接到此引脚。 |
| 107 | GND | 接地(0V) |
| 108 | GND | 接地(0V) |
| 109 | PCIe_nRST | 输出(+3.3V信号)PCIe复位低电平有效 |
| 110 | CLK PCIe | CM4内置PCIe时钟输出正(100MHz) NB交流耦合电容 |
| 111 | VDAC_COMP | 视频DAC输出(电视输出) |
| 112 | CLK PCIe | CM4内置PCIe时钟输出负(100MHz) NB交流耦合电容 |
| 113 | GND | 接地(0V) |
| 114 | GND | 接地(0V) |
| 115 | CAM1_D0_N | 输入摄像机1 D0负 |
| 116 | PCIe_RX_P | 需要输入PCIe EN 2 RX正NB外部交流耦合电容 |
| 117 | CAM1_D0_P | 输入摄像机1 D0正 |
| 118 | PCIe_RX_N | 需要输入PCIe EN 2 RX负NB外部交流耦合电容 |
| 119 | GND | 接地(0V) |
| 120 | GND | 接地(0V) |
| 121 | D1的CAM1 | 输入摄像机1 D1负 |
| 122 | PCIe_TX_P | CM4内置输出PCIe EN 2 TX正NB交流耦合电容 |
| 123 | CAM1_D1_P | 输入摄像机1 D1正 |
| 124 | PCIe_TX_N | CM4内置输出PCIe EN 2 TX正NB交流耦合电容 |

| 引脚 | 信号 | 描述 |
|-----|---------------|---|
| 125 | GND | 接地(0V) |
| 126 | GND | 接地(0V) |
| 127 | CAM1_C_N | 输入相机1时钟负 |
| 128 | CAM0_D0_N | 输入摄像机a0 D0负 |
| 129 | CAM1_C_P | 输入摄像头1时钟正 |
| 130 | CAM0_D0_P | 输入摄像机a0 D0正 |
| 131 | GND | 接地(0V) |
| 132 | GND | 接地(0V) |
| 133 | CAM1_D2_N | 输入摄像机1 D2负 |
| 134 | CAM0_D1_N | 输入摄像机0 D1负 |
| 135 | CAM1_D2_P | 输入摄像机1 D2正 |
| 136 | CAM0_D1_P | 输入摄像机0 D1正 |
| 137 | GND | 接地(0V) |
| 138 | GND | 接地(0V) |
| 139 | CAM1_D3_N | 输入摄像机1 D3负 |
| 140 | CAM0_C_N | 输入相机0时钟负 |
| 141 | CAM1_D3_P | 输入摄像头1 D3正 |
| 142 | CAM0_C_P | 输入摄像机0时钟正 |
| 143 | HDMI1_HOTPLUG | 输入HDMI1热插拔。内部用100kΩ下拉。5V容差。(可以直接连接一个HDMI接口；CM4通过板载HDMI05-CL02F3提供少量ESD保护) |
| 144 | GND | 接地(0V) |
| 145 | HDMI1_SDA | 双向HDMI1 SDA。内部用1.8kΩ上拉。5V容差。(可以直接连接一个HDMI接口；CM4通过板载HDMI05-CL02F3提供少量ESD保护) |
| 146 | HDMI1_TX2_P | 输出HDMI1 TX2正 |
| 147 | HDMI1 | 双向HDMI1 SCL。内部用1.8kΩ上拉。5V容差。(可以直接连接一个HDMI接口；CM4通过板载HDMI05-CL02F3提供少量ESD保护) |
| 148 | HDMI1_TX2_N | 输出HDMI1 TX2负 |
| 149 | HDMI1_CEC | 输入HDMI1 CEC。用27kΩ电阻内部上拉。5V容差。(可以直接连接一个HDMI接口；CM4通过板载HDMI05-CL02F3提供少量ESD保护) |
| 150 | GND | 接地(0V) |
| 151 | HDMI0_CEC | 输入HDMI0 CEC。用27kΩ电阻内部上拉。5V容差(可以直接连接到HDMI连接器；CM4通过板载HDMI05-CL02F3提供少量ESD保护) |
| 152 | HDMI1_TX1_P | 输出HDMI1 TX1正 |
| 153 | HDMI0_HOTPLUG | 输入HDMI0热插拔。内部下拉100kΩ。5V容差。(可以直接连接一个HDMI接口；CM4通过板载HDMI05-CL02F3提供少量ESD保护) |

| 引脚 | 信号 | 描述 |
|-----|-------------|--------------|
| 154 | HDMI1_TX1_N | 输出HDMI1 TX1负 |
| 155 | GND | 接地(0V) |
| 156 | GND | 接地(0V) |
| 157 | DSI0_D0_N | 输出显示0 D0负 |
| 158 | HDMI1_TX0_P | 输出HDMI1 TX0正 |
| 159 | DSI0_D0_P | 输出显示0 D0正 |
| 160 | HDMI1_TX0_N | 输出HDMI1 TX0负 |
| 161 | GND | 接地(0V) |
| 162 | GND | 接地(0V) |
| 163 | DSI0_D1_N | 输出显示0 D1负极 |
| 164 | HDMI1_CLK_P | 输出HDMI1时钟正 |
| 165 | DSI0_D1_P | 输出显示0 D1正极 |
| 166 | HDMI1_CLK_N | 输出HDMI1时钟负 |
| 167 | GND | 接地(0V) |
| 168 | GND | 接地(0V) |
| 169 | DSI0_C_N | 输出显示0时钟负 |
| 170 | HDMI0_TX2_P | 输出HDMI0 TX2正 |
| 171 | DSI0_C_P | 输出显示0时钟正 |
| 172 | HDMI0_TX2_N | 输出HDMI0 TX2负 |
| 173 | GND | 接地(0V) |
| 174 | GND | 接地(0V) |
| 175 | DSI1_D0_N | 输出显示1 D0负 |
| 176 | HDMI0_TX1_P | 输出HDMI0 TX1正 |
| 177 | DSI1_D0_P | 输出显示1 D0正 |
| 178 | HDMI0_TX1_N | 输出HDMI0 TX1负 |
| 179 | GND | 接地(0V) |
| 180 | GND | 接地(0V) |
| 181 | DSI1_D1_N | 输出显示1 D1负极 |
| 182 | HDMI0_TX0_P | 输出HDMI0 TX0正 |
| 183 | DSI1_D1_P | 输出显示1 D1正极 |
| 184 | HDMI0_TX0_N | 输出HDMI0 TX0负 |
| 185 | GND | 接地(0V) |
| 186 | GND | 接地(0V) |
| 187 | DSI1_C_N | 输出显示1时钟负 |
| 188 | HDMI0_CLK_P | 输出HDMI0时钟正 |
| 189 | DSI1_C_P | 输出显示1时钟正 |
| 190 | HDMI0_CLK_N | 输出HDMI0时钟负 |

| 引脚 | 信号 | 描述 |
|-----|-----------|--|
| 191 | GND | 接地(0V) |
| 192 | GND | 接地(0V) |
| 193 | DSI1_D2_N | 输出显示1 D2负极 |
| 194 | DSI1_D3_N | 输出显示1 D3负极 |
| 195 | DSI1_D2_P | 输出显示1 D2正极 |
| 196 | DSI1_D3_P | 输出显示1 D3正极 |
| 197 | GND | 接地(0V) |
| 198 | GND | 接地(0V) |
| 199 | HDMI0_SDA | 双向HDMI0 SDA。内部用1.8kΩ上拉。5V容差。(可以直接连接一个HDMI接口；CM4通过板载HDMI05-CL02F3提供少量ESD保护) |
| 200 | HDMI0_SCL | 双向HDMI0 SCL。内部用1.8kΩ上拉。5V容差。(可以直接连接一个HDMI接口；CM4通过板载HDMI05-CL02F3提供少量ESD保护) |

所有接地引脚都应连接。如果第二个连接器(引脚101至200)上的信号都没有使用，则可以节省该连接器以降低成本，但需要考虑机械稳定性。

如果使用+3.3V信号，GPIO引脚0-27上的电压不得超过**CM4_3.3V**；如果使用+1.8V信号，则不得超过**CM4_1.8V**。这些引脚与Raspberry Pi 4 Model B上的40引脚连接器相同。

如果**CM4_1.8V**供电轨用于为GPIO_VREF以外的其他器件供电，则应确保在CM4意外断电(例如+5V引脚低于+4.5V)的情况下，CM4_1.8V上的负载必须为零。

如果CM4_3.3V供电轨用于为GPIO_VREF之外的其它器件供电，则应确保在意外断电的情况下，CM4_3.3V供电轨不会低于CM4_1.8V供电轨。这是典型的情况，但是需要在设计中检查。如果其低于CM4_1.8V供电轨，则需要额外的电路来断开CM4_3.3V负载。

不得对任何引脚施加反向电压，否则可能会阻止上电；即在关断/断电期间，任何引脚都不能施加外部电压，否则可能会妨碍后续上电。

4.1. 差分对

建议任意差分对对内的P/N信号长度差异小于总和等于0.15mm，差分对与差分对之间的匹配并不重要。例如HDMI线差分对与差分对之间的长度差异应小于或者等于25mm，因此在典型电路板上不需要额外匹配。

4.1.1. 100Ω差分对信号长度

在CM4上，所有100Ω的差分对，其差分对对内的长度差异小于或者等于0.05mm(P/N信号)。

注意

建议在接口板上也匹配线对。

在CM4上，线对之间并不总是匹配的，因为许多接口不要求线对之间非常精确的匹配。下表记录每个组内的CM4磁道长度差异。(非零值表示与长度差为零的信号相比，轨道长度以mm为单位。)

表 7 100Ω差分对信号长度

| 信号 | 长度 |
|-----------|------|
| CAM0_C_N | 0.02 |
| CAM0_C_P | 0.02 |
| CAM0_D0_N | 0.06 |
| CAM0_D0_P | 0.07 |
| CAM0_D1_N | 0 |
| CAM0_D1_P | 0.01 |
| | |
| CAM1_C_N | 0.78 |
| CAM1_C_P | 0.78 |
| CAM1_D0_N | 0.02 |
| CAM1_D0_P | 0.01 |
| CAM1_D1_N | 0.4 |
| CAM1_D1_P | 0.4 |
| CAM1_D2_N | 0.05 |
| CAM1_D2_P | 0.04 |
| CAM1_D3_N | 0.01 |
| CAM1_D3_P | 0 |
| | |
| DSI0_C_N | 0 |
| DSI0_C_P | 0 |
| DSI0_D0_N | 0 |
| DSI0_D0_P | 0 |
| DSI0_D1_N | 0.01 |
| DSI0_D1_P | 0.01 |
| | |
| DSI1_C_N | 1.28 |
| DSI1_C_P | 1.28 |
| DSI1_D0_N | 0 |
| DSI1_D0_P | 0.01 |
| DSI1_D1_N | 1.06 |
| DSI1_D1_P | 1.06 |
| DSI1_D2_N | 0.83 |
| DSI1_D2_P | 0.84 |
| DSI1_D3_N | 3.78 |
| DSI1_D3_P | 3.79 |

| 信号 | 长度 |
|------------------|------|
| HDMI0_CLK_P | 3.25 |
| HDMI0_TX0_N | 1.76 |
| HDMI0_TX0_P | 1.76 |
| HDMI0_TX1_N | 0.62 |
| HDMI0_TX1_P | 0.62 |
| HDMI0_TX2_N | 0 |
| HDMI0_TX2_P | 0 |
| HDMI1_CLK_N | 2.47 |
| HDMI1_CLK_P | 2.46 |
| HDMI1_TX0_N | 1.51 |
| HDMI1_TX0_P | 1.51 |
| HDMI1_TX1_N | — |
| HDMI1_TX1_P | — |
| HDMI1_TX2_N | 0 |
| HDMI1_TX2_P | 0.01 |
| Ethernet_Pair0_P | 5.23 |
| Ethernet_Pair0_N | 5.23 |
| Ethernet_Pair1_P | 0 |
| Ethernet_Pair1_N | 0 |
| Ethernet_Pair2_P | 3.82 |
| Ethernet_Pair2_N | 3.82 |
| Ethernet_Pair3_P | 4.29 |
| Ethernet_Pair3_N | 4.29 |

4.1.2. 90Ω差分对信号长度

在CM4上，所有90Ω差分对，其差分对对内的长度差异小于或者等于0.05mm(P/N信号)。

注意

建议在接口板上也匹配线对。

线对之间并不总是匹配的，因为许多接口不要求线对之间非常精确的匹配。下表记录每个组内的CM4磁道长度差异。(非零值表示与长度差为零的信号相比，轨道长度以mm为单位)

表 8 90Ω差分对信号长度

| 信号 | 长度 |
|-----------|------|
| PCIe_TX_P | 0 |
| PCIe_TX_N | 0 |
| PCIe_RX_P | 0.23 |
| PCIe_RX_N | 0.23 |
| USB2_P | 0 |
| USB2_N | 0 |

第五章 电源

5.1. 上电时序控制

CM4需要单通道+5V电源，能以+3.3V和+1.8V向外提供高达600mA的电源。在+5V供电之前，所有引脚都不应加载任何电源。

如果要对EEPROM进行写保护，则EEPROM_nWP在上电前应处于低电平。

如果要使用USB启动CM4，则RPI_nBOOT需要在+5V上升的2ms内为低电平。

+5V应单调上升至4.75V，并在CM4的整个工作过程中保持在4.75V以上。

当+5V供电高于4.75V且GLOBAL_EN上升时，上电序列将开始。GLOBAL_EN具有内部RC延迟，因此其在+5V上升后上升。事件的顺序如下：

1. +5V上升
2. GLOBAL_EN上升
3. +3.3V上升
4. 在+3.3V后，+1.8V上升至少1ms
5. 在+1.8V后，RUN_PG上升至少10ms
6. EXT_nRESET在RUN_PG之后至少上升1s

5.2. 掉电序列

操作系统应在断电前关闭，以确保文件系统保持一致。如果做不到这一点，则应该考虑btrfs、f2fs或overlayfs(使用raspi-config来实现)这样的文件系统。

操作系统关闭后，可以移除+5V供电或拉低GLOBAL_EN引脚，使CM4进入最低功耗模式。

在关断序列期间，+1.8V将在+3.3V供电之前放电。

5.3. 功耗

CM4的确切功耗将在很大程度上取决于CM4上运行的任务。最低关断功耗模式是GLOBAL_EN驱动为低电平，典型值为15 μ A；GLOBAL_EN为高电平但软件关闭时，典型值为8mA。空闲功耗通常为400mA，但具体取决于操作系统。工作功耗典型值在1.4A左右，很大程度上取决于操作系统和正在执行的任务。

5.4. 调节器输出

为了更容易连接到CM4，板载稳压器(+3.3V和+1.8V)可以向连接到CM4的器件提供600mA电流。这些输出端的负载未计入功耗数据。

附录A：故障排除

在CPU启动之前，CM4有多个上电阶段。如果任何一个阶段出现错误，将停止上电。

硬件清单

1. +5V电源是否良好？将**GLOBAL_EN**拉低，并在+5V电源上添加一个外部2A负载。是否保持>+4.75V(包括噪声)？理想情况下，应保持在+4.9V以上，包括任何噪声。
2. 移除外部2A负载，但保持**GLOBAL_EN**拉低。
3. 检查CM4 +3.3V供电是否小于200mV。如果不是这种情况，则有一个外部电源路径直接或间接地反馈给CM4。这也可以通过数字引脚实现，例如以太网。
4. 仍然在**GLOBAL_EN**拉低的情况下，检查CM4 +1.8V供电是否小于200mV。如果+1.8V供电高于200mV，则有一个外部路径反馈给1.8V供电。(如果这些引脚没有连接任何东西，可以忽略此检查。)
5. 移除**GLOBAL_EN**上的下拉。
6. 检查 **GLOBAL_EN**为高电平(在CM4上被内部上拉)。
7. 检查+3.3V电源是否升至+3.15V以上。如果没有，则表明+3.3V供电上的负载过大。
8. 检查+1.8V供电轨是否达到+1.71V以上。如果没有，则表明+1.8V供电上的负载过大。
9. 检查**RUN_PG**是否变高。
10. 检查**ACT_LED**开始振荡表示开机；检查没有闪烁错误代码。

引导程序

1. 连接HDMI电缆，查看HDMI诊断屏幕是否出现。
2. 将USB串口线连接到GPIO引脚14和15。
详情请见：
<https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/configuration.html#configuring-uart5>
3. 将**nRPIBOOT**引脚短接至地，强制切换至USB启动模式。CM4IO板有一个**nRPIBOOT**跳线，可用于启用不同的启动模式(如网络)和使能UART日志。
详情请见：
<https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/compute-module.html#flashing-the-compute-module-emmc>

rpi-EEPROM更新

CM4不支持从EMMC(或CM4Lite上的SD卡)运行 **recovery.bin**，故更新引导加载程序EEPROM的唯一方法是通过**usbboot**或自我更新。

EEPROM写保护

通过将**EEPROM_nWP**短接至地，可以对板上EEPROM进行写保护。CM4IO板有一个跳线用于**EEPROM_nWP**。

详情请见：<https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html#raspberrypi-4-bootloader-configuration>

固件

1. 需要5.4或更新的内核和最新的固件版本。这些可以通过使用usbboot将EMMC作为USB MSD设备安装来更新。
2. 现在提供了包含**rpi-update**更新主固件+内核的夜间操作系统映像。CM4的错误修复通常会通过这些映像提供，除非需要测试/补丁二进制文件。

详情请见：<http://downloads.raspberrypi.org/nightlies/>

内核

更新后的操作系统映像使用新的Raspberry Pi处理器模块4设备树文件。如果没有找到，那么将使用Raspberry Pi 4 Model B设备树文件。

详情请见：<https://github.com/raspberrypi/linux/blob/rpi-5.4.y/arch/arm/boot/dts/bcm2711-rpi-cm4.dts>

附录B：可用性

Raspberry Pi Ltd保证CM4的可用性至少持续到2028年1月。

支持

有关文档，请参见[Raspberry Pi网站的计算模块硬件文档](#)。支持问题可以张贴到[Raspberry Pi论坛](#)。

订购代码

表 9 部件选择

| 型号 | 无线 | RAM LPDDR4 | eMMC存储 |
|------|-------|------------|------------------|
| CM4 | 0 = 否 | 01 = 1GB | 000 = 0GB (Lite) |
| | 1 = 是 | 02 = 2GB | 008 = 8GB |
| | | 04 = 4GB | 016 = 16GB |
| | | 08 = 8GB | 032 = 32GB |
| 部件示例 | | | |
| CM4 | 1 | 02 | 032 |

表 10 订购选项

| 无线 | RAM LPDDR4 | 存储eMMC | RPL# | 部件编码 | 订单倍数 | 建议零售价 |
|----|------------|--------|---------|-----------|--------|----------|
| - | 1GB | Lite | SC0695B | CM4001000 | 1+/散装 | \$ 30.00 |
| - | 1GB | 8GB | SC0696B | CM4001008 | 1+/散装 | \$ 35.00 |
| - | 1GB | 16GB | SC0697B | CM4001016 | 1+/散装 | \$ 40.00 |
| - | 1GB | 32GB | SC0698B | CM4001032 | 1+/散装 | \$ 45.00 |
| 是 | 1GB | Lite | SC0691B | CM4101000 | 1+/散装 | \$ 35.00 |
| 是 | 1GB | 8GB | SC0692B | CM4101008 | 1+/散装 | \$ 40.00 |
| 是 | 1GB | 16GB | SC0693B | CM4101016 | 1+/散装 | \$ 45.00 |
| 是 | 1GB | 32GB | SC0694B | CM4101032 | 1+/散装 | \$ 50.00 |
| - | 2GB | Lite | SC0679B | CM4002000 | 1+ /散装 | \$ 35.00 |
| - | 2GB | 8GB | SC0680B | CM4002008 | 1+/散装 | \$ 40.00 |
| - | 2GB | 16GB | SC0681B | CM4002016 | 1+/散装 | \$ 45.00 |
| - | 2GB | 32GB | SC0682B | CM4002032 | 1+/散装 | \$ 50.00 |
| 是 | 2GB | Lite | SC0667B | CM4102000 | 1+/散装 | \$ 40.00 |
| 是 | 2GB | 8GB | SC0668B | CM4102008 | 1+/散装 | \$ 45.00 |
| 是 | 2GB | 16GB | SC0669B | CM4102016 | 1+/散装 | \$ 50.00 |
| 是 | 2GB | 32GB | SC0670B | CM4102032 | 1+/散装 | \$ 55.00 |
| - | 4GB | Lite | SC0683B | CM4004000 | 1+/散装 | \$ 50.00 |
| - | 4GB | 8GB | SC0684B | CM4004008 | 1+/散装 | \$ 55.00 |
| - | 4GB | 16GB | SC0685B | CM4004016 | 1+ /散装 | \$ 60.00 |
| - | 4GB | 32GB | SC0686B | CM4004032 | 1+/散装 | \$ 65.00 |
| 是 | 4GB | Lite | SC0671B | CM4104000 | 1+/散装 | \$ 55.00 |
| 是 | 4GB | 8GB | SC0672B | CM4104008 | 1+/散装 | \$ 60.00 |
| 是 | 4GB | 16GB | SC0673B | CM4104016 | 1+/散装 | \$ 65.00 |
| 是 | 4GB | 32GB | SC0674B | CM4104032 | 1+/散装 | \$ 70.00 |
| - | 8GB | Lite | SC0687B | CM4008000 | 1+/散装 | \$ 75.00 |
| - | 8GB | 8GB | SC0688B | CM4008008 | 1+/散装 | \$ 80.00 |
| - | 8GB | 16GB | SC0689B | CM4008016 | 1+ /散装 | \$ 85.00 |
| - | 8GB | 32GB | SC0690B | CM4008032 | 1+/散装 | \$ 90.00 |
| 是 | 8GB | Lite | SC0675B | CM4108000 | 1+/散装 | \$ 80.00 |
| 是 | 8GB | 8GB | SC0676B | CM4108008 | 1+/散装 | \$ 85.00 |
| 是 | 8GB | 16GB | SC0677B | CM4108016 | 1+/散装 | \$ 90.00 |
| 是 | 8GB | 32GB | SC0678B | CM4108032 | 1+/散装 | \$ 95.00 |

i 注意

RRP在发布时是正确的，并且不含税。

包装

少量装在单独的纸板箱中。这些都有一个内部防静电涂层，因此不需要单独的防静电袋。这种包装是可回收的，减少了浪费。



Raspberry Pi is a trademark of Raspberry Pi Ltd