

# Rockchip RK3399

## 挖掘机

# 用户使用指南

发布版本:V3.0

日期:2019.03.05

# 前言

## 概述

本文档主要介绍 RK3399 挖掘机和蓝宝石基本功能特点和硬件特性、多功能硬件配置、软件调试操作使用方法，旨在帮助开发人员更快、更准确地使用 RK3399 开发板，熟悉 RK3399 芯片方案。

## 产品版本

本文档对应的产品版本如下：

产品名称	产品版本
Sapphire 蓝宝石	RK_SAPPHIRE_SOCBOARD_RK3399_LPDDR3D178P232SD8_V12_2 0161110
Excavator 挖掘机	RK_EXCAVATOR_MAIN_V13_20170911
eDP 显示屏 (iPADmini2 分辨率 1536 x 2048)	RK_EVB_ExtBoard_eDPDisplay_V10_20171013

## 适用对象

本文档主要适用于以下工程师：技术支持工程师、单板硬件开发工程师、嵌入式软件开发工程师、测试工程师。

## 修订记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。

版本	修改人	修改日期	修改说明	备注
V1.0	黄雄山	2016-08-29	Initial Release	
V2.0	黄雄山	2018-04-24	1、依据最新 EVB 硬件，更新图片。 2、增加 MIPI 接口的使用说明。 3、修改格式排版。	
V3.0	黄雄山	2019-03-05	1、修改笔误。	

# 缩略语

缩略语包括文档中常用词组的简称。

缩略词	英文描述	中文描述
eDP	Embedded DisplayPort	嵌入式数码音视讯传输接口
HDMI	High Definition Multimedia Interface	高清晰度多媒体接口
I <sup>2</sup> C	Inter-Integrated Circuit	内部整合电路(两线式串行通讯总线)
JTAG	Joint Test Action Group	联合测试行为组织定义的一种国际标准 测试协议 (IEEE 1149.1 兼容)
LDO	Low Drop Out Linear Regulator	低压差线性稳压器
MIPI	Mobile Industry Processor Interface	移动产业处理器接口
PMIC	Power Management IC	电源管理芯片
PMU	Power Management Unit	电源管理单元
RK	Rockchip Electronics Co., Ltd.	瑞芯微电子股份有限公司
SD Card	Secure Digital Memory Card	安全数码卡
SPDIF	Sony/Philips Digital Interface Format	SONY、PHILIPS 数字音频接口
TF Card	Micro SD Card(Trans-flash Card)	外置记忆卡
USB 2.0	Universal Serial Bus	通用串行总线
TYPE-C	Universal Serial Bus TYPE-C	通用串行总线
USB 3.0	Universal Serial Bus	通用串行总线
PCIE	Peripheral Component Interconnect Express	外围组件快速互连

# 目录

## 目录

用户使用指南 .....	I
前言 .....	2
目录 .....	4
插图目录 .....	VI
表格目录 .....	2
1 系统概述 .....	3
1.1 RK3399 芯片概述 .....	3
1.2 RK3399 芯片框图 .....	3
1.3 挖掘机系统框图 .....	4
1.3.1 RK3399 挖掘机系统框图 .....	4
1.3.2 功能概括 .....	4
1.3.3 PCB 功能接口: .....	6
1.3.4 功能模块布局: .....	7
1.4 挖掘机开发板组件 .....	8
1.5 挖掘机开关机和待机 .....	8
1.6 挖掘机驱动升级 .....	8
1.6.1 USB 驱动安装 .....	8
1.6.2 驱动升级方式 .....	9
1.7 串口调试 .....	11
1.7.1 SecureCRT 串口工具 .....	11
1.7.2 ADB 调试 .....	12
2 挖掘机硬件介绍 .....	14
2.1 整体效果图 .....	14
2.1.1 挖掘机主板实物图: .....	14
2.1.2 eDP 屏实物图: .....	15
2.1.3 整机组装图: .....	16
2.2 I2C 地址: .....	17
2.3 扩展连接座信息 .....	17
2.4 开发板参考图 .....	18
3 主板模块简述 .....	19
3.1 电源输入 .....	19
3.2 314PIN 显卡连接座 .....	20
3.3 存储器 .....	20
3.4 按键输入 .....	21
3.5 红外接收头 .....	22
3.6 重力传感器 .....	22
3.7 陀螺仪 .....	23
3.8 指南针 .....	23
3.9 霍尔传感器 .....	23

3.10	光感 .....	23
3.11	视频输出接口 .....	23
3.12	HDMI 输出 .....	27
3.13	音频输入输出 .....	27
3.14	SPDIF 输出 .....	28
3.15	USB OTG/HOST 接口 .....	28
3.16	以太网 .....	31
3.17	TF/SD Card 接口 .....	32
3.18	GPIO/I2C/SPI/CIF 扩展口 .....	32
3.19	WIFI+BT 模组 .....	34
3.20	UART Debug 调试口 .....	35
3.21	阵列 MIC .....	35
3.22	Pcie 接口 .....	36
3.23	MIPI Camera .....	37
4	注意事项 .....	41
4.1	注意事项 .....	41

# 插图目录

Figure 1-1 RK3399 芯片框图 .....	3
Figure 1-2 RK3399 挖掘机系统框图 .....	4
Figure 1-3 挖掘机功能接口分布图 .....	7
Figure 1-4 驱动安装成功示意图 .....	9
Figure 1-5 进入 Maskrom 烧写模式工具上示意图 .....	9
Figure 1-6 进入 Loader 烧写模式工具上示意图 .....	10
Figure 1-7 获取当前端口 COM 号 .....	11
Figure 1-8 串口工具 SecureCRT 界面 .....	11
Figure 1-9 配置串口信息 .....	12
Figure 1-10 配置串口工具选项 .....	12
Figure 1-11 ADB 连接正常 .....	13
Figure 2-1 挖掘机主板正面图 .....	14
Figure 2-2 eDP 显示屏全视图 .....	15
Figure 2-3 挖掘机组装完成全视图 .....	16
Figure 2-4 间距 0.5mm 立式双排 30PIN PCB 封装图 .....	18
Figure 3-1 充电 IC 和 DC12V 输入 .....	19
Figure 3-2 双节电池输入 .....	19
Figure 3-3 核心板和底板连接方式 .....	20
Figure 3-4 EMMC 和 LPDDR3 .....	21
Figure 3-5 进入 Maskrom 烧写模式按键 .....	21
Figure 3-6 系统按键示意图 .....	22
Figure 3-7 IR 接收头 .....	22
Figure 3-8 板载 Sensor 示意图 .....	23
Figure 3-9 视频输出接口 .....	24
Figure 3-10 HDMI OUT 输出 .....	27
Figure 3-11 音频输出和输入接口 .....	27
Figure 3-12 SPDIF 输出接口 .....	28
Figure 3-13 USB2.0 HOST 接口 .....	28
Figure 3-14 USB3.0 HOST 接口 .....	29
Figure 3-15 USB2.0 HOST 接口 .....	29
Figure 3-16 USB2.0 HOST 接口和 HDMI IN 输入接口 .....	30
Figure 3-17 USB TYPEC 接口 .....	31
Figure 3-18 RJ45 接口 .....	31
Figure 3-19 TF 卡接口 .....	32
Figure 3-20 GPIO/I2C/SPI/CIF 接口信号 .....	32
Figure 3-21 挖掘机和蓝宝石上接口位置图 .....	33
Figure 3-22 WIFI/BT 和 ANT .....	35
Figure 3-23 USB Debug 接口 .....	35
Figure 3-24 MIC ARRARY .....	36
Figure 3-25 PCIE 连接座 .....	36
Figure 3-26 跳帽选择 .....	37
Figure 3-27 MIPI_RX 和 MIPI_TX/RX .....	37

Figure 3-28 摄像头转接板接口 .....	38
Figure 3-29 摄像头连接示意图 .....	38
Figure 3-30 摄像头资料说明 .....	40

# 表格目录

Table 1-1 PCB 功能接口介绍 .....	6
Table 2-1 I2C 通道挂载的外设地址和 IO 电平值对应表.....	17
Table 3-1 MIPI_TX 信号定义图 .....	25
Table 3-2 MIPI_TX/RX 信号定义图.....	25
Table 3-3 Edp 信号定义图 .....	26
Table 3-4 USB TYPEC 信号顺序图.....	30
Table 3-5 USB TYPEC 做 DP 输出信号对应图.....	30
Table 3-6 信号复用信号图.....	33
Table 3-7 GPIO/I2C/SPI/CIF 信号定义 .....	34
Table 3-8 MIC ARRARY 信号定义顺序 .....	36
Table 3-9 MIPI RX 信号定义图 .....	39
Table 3-10 OV13850 摄像头管脚定义 .....	40

# 1 系统概述

## 1.1 RK3399 芯片概述

RK3399 为双核 Cortex-A72，四核 Cortex-A53 低功耗高性能的处理器，可应用于计算机、平板、个人移动互联网、数字多媒体设备、服务器和 AI 产品。

可以支持的多格式视频解码器：H.264/H.265/VP9 支持到 4Kx2K@60fps，特别是 H.264/H.265 解码器支持 10bits 的编码、H.264/MVC/VP8 解码器支持 1080p@30fps，高质量的 JPEG 编解码和特殊的图像预处理和后处理。嵌入式 3D GPU 使 RK3399 完全兼容 OpenGL ES1.1/2.0/3.0/3.1，OpenCL 和 DirectX 11.1。

RK3399 有高性能的双通道的外部存储器接口，保证系统高容量高稳定的运行内存带宽，支持 DDR3、DDR3L、LPDDR3、LPDDR4 等多种内存型号。

## 1.2 RK3399 芯片框图

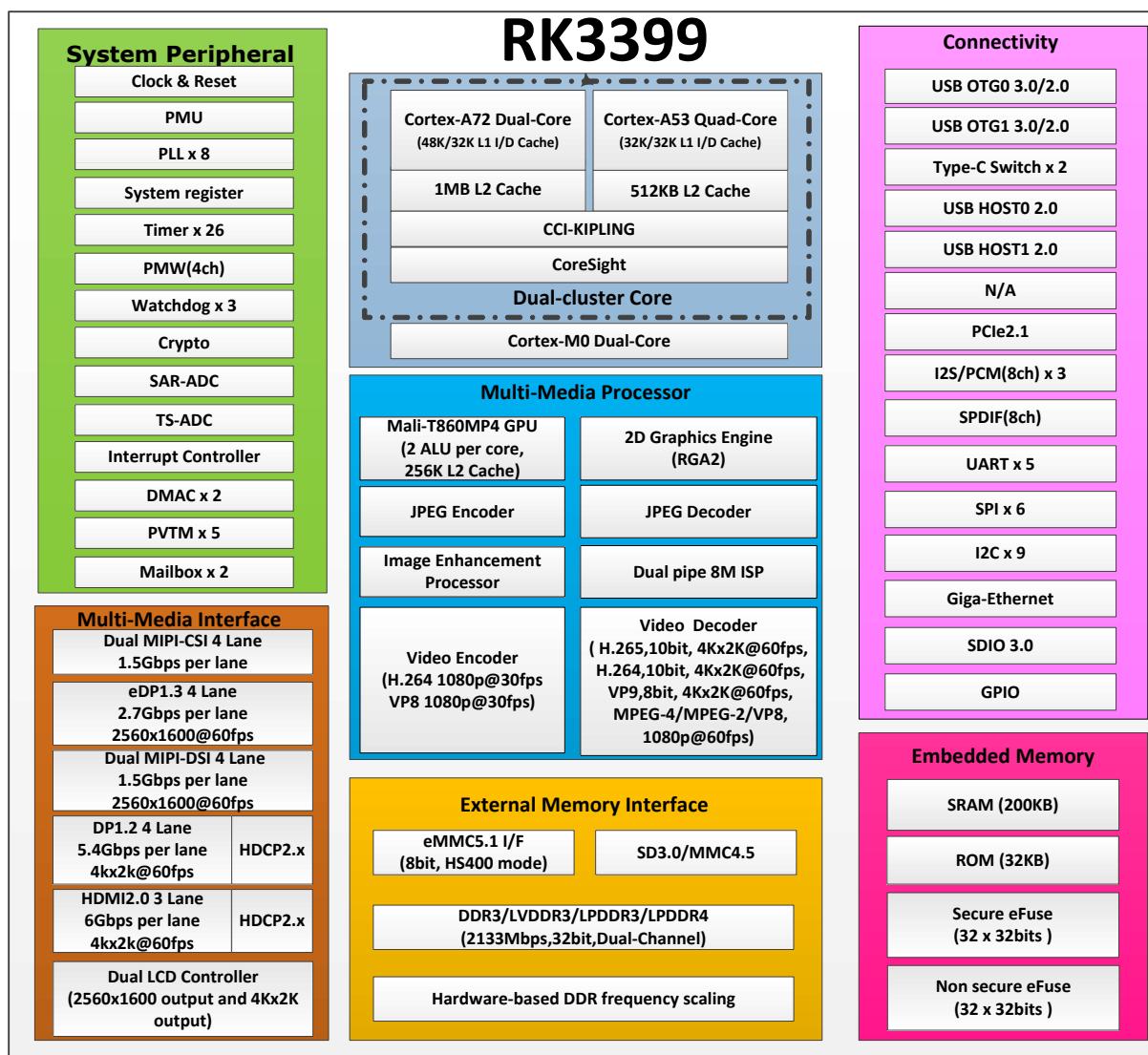


Figure 1-1 RK3399 芯片框图

## 1.3 挖掘机系统框图

### 1.3.1 RK3399 挖掘机系统框图

RK3399 挖掘机系统采用 RK3399 为系统核心芯片，采用 PMIC RK808 为电源管理芯片，加上外围的 BUCK 和 LDO 电源芯片，使用 LPDDR3、eMMC 和功能外设设备，集成了一个稳定的可量产化的方案。详细的框图如下：

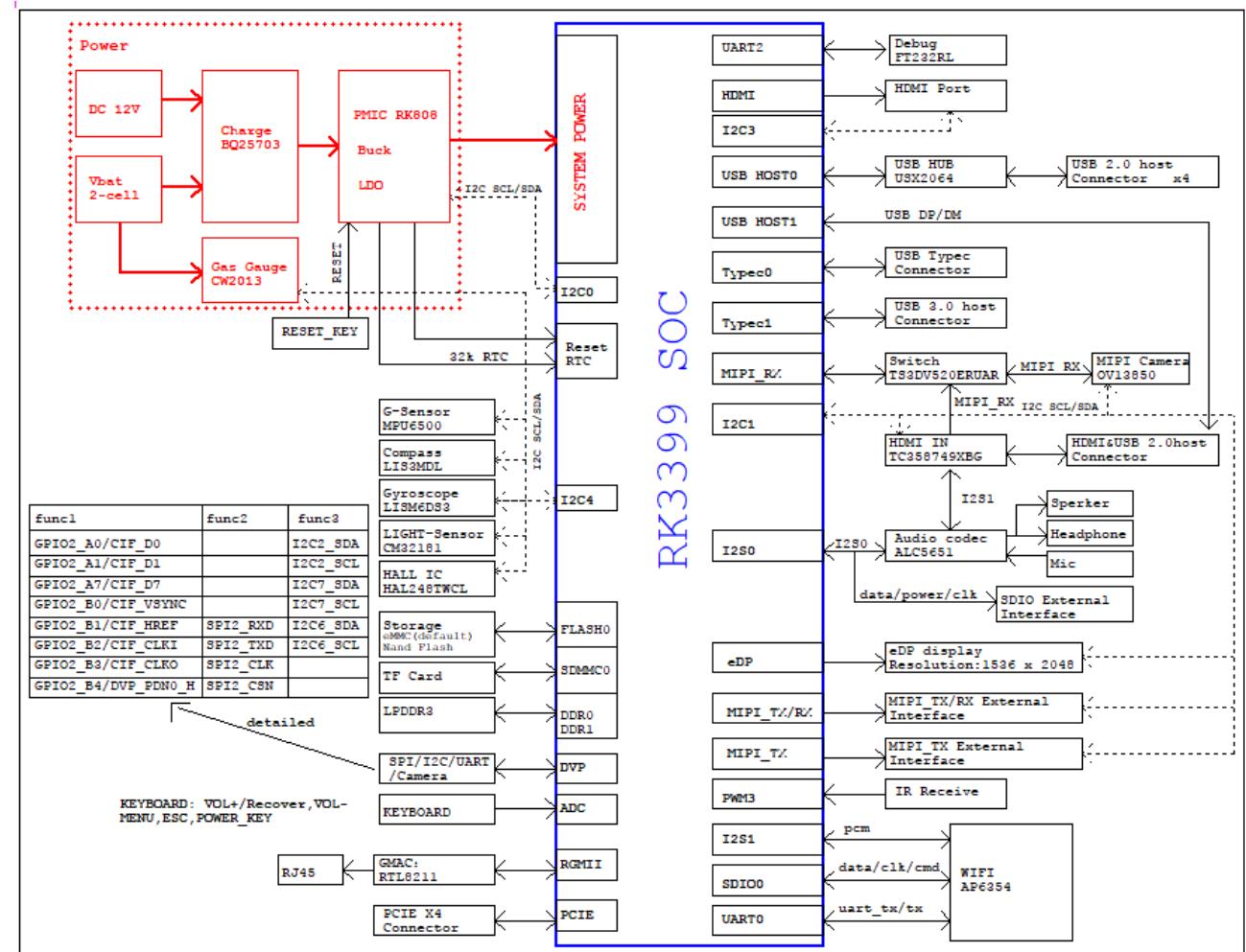


Figure 1-2 RK3399 挖掘机系统框图

### 1.3.2 功能概括

RK3399 挖掘机包含的功能如下：

- ✧ 三种 MIPI 通道：MIPI TX 外接 MIPI 显示屏、MIPI\_RX 外接 MIPI 摄像头、MIPI\_TX/RX 跟 MIPI\_TX 配合外接双 MIPI 显示屏或者接 MIPI 摄像头。
- ✧ GPIO/SPI/I2C/UART interface：接口定义顺序跟树莓派一致，给用户提供丰富的低速扩展接口，方便调试模块。
- ✧ MIC Array interface：I2S Signal，用户可以外接 MIC 阵列板，现在还没有对应的转接板，用户自行设计转接板。
- ✧ TF Card：可以外接 TF 卡，扩展系统存储容量。
- ✧ USB 3.0 HOST：可以接鼠标、U 盘、USB HUB 等设备。

- ◆ USB 2.0 HOST: 可以接鼠标、U 盘、USB HUB 等设备。
- ◆ eDP 1.3 (4 lanes with 10.8Gbps): 外接 eDP 显示屏，系统显示界面。
- ◆ TOUCH: 触摸 IC 类型为 GSL3673.
- ◆ HDMI OUT: 最大可支持 4K@60Hz 输出
- ◆ System Key: 包含 Power 键, 系统开机关机待机唤醒等、Menu 键、Esc 键、VOL+/Recovery 键, 系统 Loader 升级、VOL-键, Reset 键, 系统软启动复位、Maskrom 键。
- ◆ Ethernet: 支持 100M 和 1000M 以太网。
- ◆ Audio interface: 支持喇叭、耳机输出声音和 MIC 录音。
- ◆ FAN: 可以通过软件控制，打开或者关闭扇热片的风扇，提高散热效果。
- ◆ HDMI IN: 外置 HDMI TO MIPI\_CSI 转换 IC。信号通路是：转换 IC 接收 HDMI 信号，处理分析后输出的 MIPI\_CSI 信号送给 RK3399 处理，再通过 RK3399 的显示接口 eDP 或是 HDMI OUT 显示。
- ◆ SDIO Wifi(2x2 wifi&4.1 bt): WIFI 型号为 AP6354, 支持无线上网功能。
- ◆ PCIE interface: 支持用户扩展调试 PCIE SATA、PCIE WIFI 等设备。
- ◆ IR Receive: IR 遥控器输入。
- ◆ Uart Debug: 用户调试查看 LOG 信息使用。
- ◆ Sensor : 包含多种 sensor 设备 Light Sensor、Gyroscope、G-sensor、Compass、Hall IC
- ◆ USB TYPEC0 interface: 系统固件升级通道，也可以支持 DisplayPort 输出，接 DP 显示器。

### 1.3.3 PCB 功能接口：

sapphire 功能		Excavator 功能	
LPDDR3 (2x32bit 总容量 4G)	YES	HDMI IN	YES
EMMC (总容量 8G)	YES	系统按键	YES
扇热片	YES	Spdif out	YES
TF Card	YES	SDIO Wifi (2x2 wifi&bt 4.1)	YES
		Pcie interface	YES
		Audio out (ALC5651)	YES
		Mic IN	YES
		LIGHT-Sensor (CM32181)	YES
		Gyroscope (LSM6DS3)	YES
		HALL IC (HAL248TWCL)	YES
		G-sensor (MPU6500)	YES
		Compass (LIS3MDL)	YES
		eDP out (1536x204)	YES
		MIPI_TX interface	YES
		MIPI_RX interface	YES
		MIPI_TX/RX interface	YES
		UART Debug	YES
		Mic Array interface	YES
		IR Receive	YES
		CVBS out	NO

1、Sapphire 跟 Excavator 都有的功能接口，使用 sapphire 板的接口。

2、V13 版本的 Excavator，没使用的功能接口，不贴物料。

sapphire 功能		Excavator 功能	
树莓派兼容接口&CIF	YES	树莓派兼容接口&CIF	YES
usb2.0 host(1 Port)	YES	USB2.0 Host(5 Port)	YES
USB3.0 host(1 Port)	YES	USB3.0 host(1 Port)	NO
USB Type-C0&DP out	YES	USB Type-C0&DP out	NO
HDMI out	YES	HDMI out	NO
GMII 10M/100M/1000M	YES	GMII 10M/100M/1000M	NO

Table 1-1 PCB 功能接口介绍

注：YES 表示 pcb 上可用的功能接口，NO 表示 pcb 上不可用的功能接口。

### 1.3.4 功能模块布局：

挖掘机功能接口分布图：

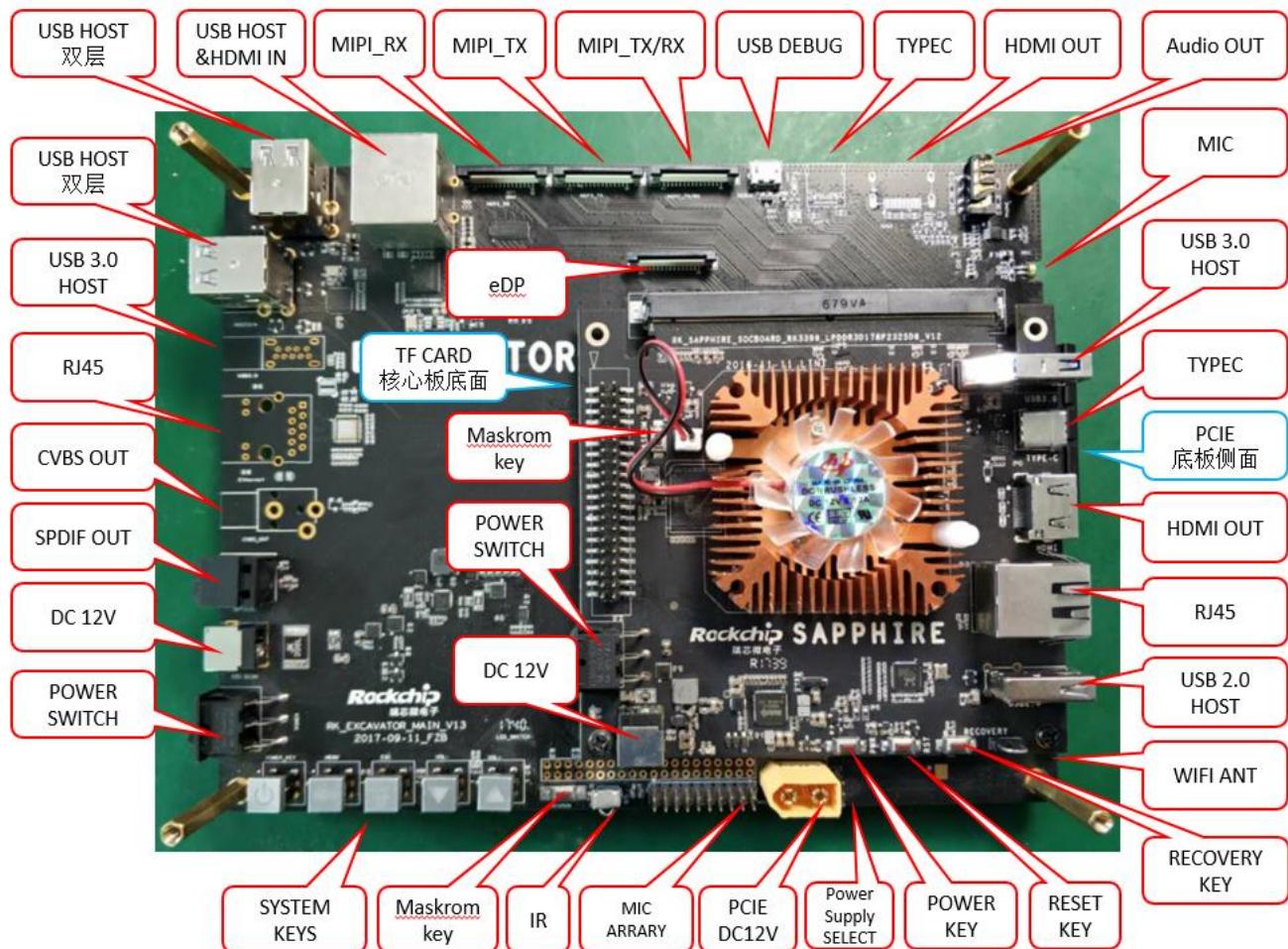


Figure 1-3 挖掘机功能接口分布图

## 1.4 挖掘机开发板组件

挖掘机开发板组件

挖掘机针对不同的用户，有如下三种配置：

- 1、开源用户&开发爱好者：Sapphire（蓝宝石）；
- 2、平板&VR 的用户：Sapphire（蓝宝石）、Excavator（挖掘机）、eDP 显示屏（iPADmini2 分辨率 1536 x 2048）；
- 3、BOX 的用户：Sapphire（蓝宝石）、Excavator（挖掘机）。

三种配置标配电源规格： 输入 100V AC~240V AC, 50Hz; 输出 12V DC, 2A。

## 1.5 挖掘机开关机和待机

挖掘机开机和关机方法介绍如下：

### 1、开机方法：

使用 DC 12v 供电，打开电源总开关，即可开机。

使用双节电池供电，需要按开机键 2s，才可以开机。

### 2、关机方法：

长按开机键 8s，系统关机。有接 DC 12v 适配器，会再次重启，这是正常现象。

### 3、待机的方法：

按下开机键，系统会进入一级待机状态。在没有接 USB OTG 情况下，没有其他的任何操作（比如按键操作），软件也没有 wake\_lock 源，大约 3S 后会从一级待机转入二级待机状态。

## 1.6 挖掘机驱动升级

### 1.6.1 USB 驱动安装

挖掘机驱动升级前需要先安装驱动，工具路径：

SDK\RKTools\windows\Release\_DriverAssitant， 打开“DriverInstall.exe”，点击“驱动安装”，提示安装驱动成功即可。

驱动文件基本涵盖了目前所以操作系统，都可以支持。



Figure 1-4 驱动安装成功示意图

### 1.6.2 驱动升级方式

RK3399 挖掘机驱动升级方式有两种：

进入 Maskrom 升级方式：

在系统上电前 EMMC\_CLKO 对地短路，使 eMMC 引导失败，从而进入 Maskrom 状态。

具体步骤如下：

- 1、连接 USB OTG 到电脑 PC 端，按住主板的 Maskrom 按键不放。
- 2、给 EVB 供电 12v，要是已经上电情况下，按下复位按键。
- 3、等待会儿烧写工具将显示发现一个 Maskrom 设备，释放 Maskrom 按键。需要注意的是在 Maskrom 状态下需要同时选择对应的 Loader 才能升级。
- 4、烧写工具对应选择 Loader、Parameter、Misc、Kernel、Resource、System 等文件。
- 5、点击执行，即进入升级状态，在工具的右侧有进度显示栏，显示下载与校验情况。

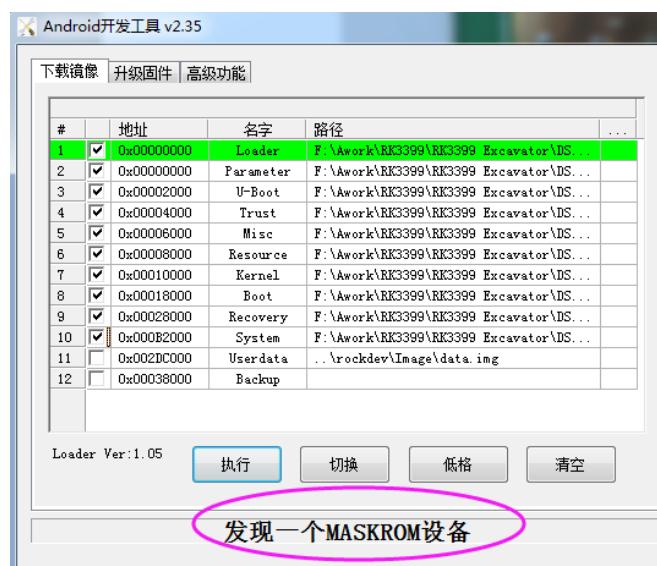


Figure 1-5 进入 Maskrom 烧写模式工具上示意图

进入 Loader 升级方式：

在系统上电前保证 ADKEY\_IN 是低电平，系统将进入 Loader 状态。

具体步骤如下：

- 1、连接 USB OTG 到电脑 PC 端，按住主板的 Vol+/RECOVER 按键不放。
- 2、给 EVB 供电 12v，要是已经上电情况下，按下复位按键。
- 3、等待会儿烧写工具将显示发现一个 Loader 设备，释放 Vol+/RECOVER 按键。
- 4、烧写工具对应选择 Loader、Parameter、Misc、Kernel、Resource、System 等文件。
- 5、点击执行，即进入升级状态，在工具的右侧有进度显示栏，显示下载与校验情况。

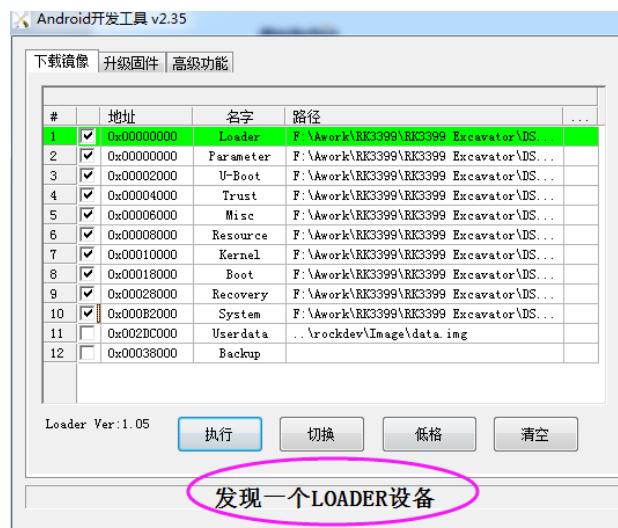


Figure 1-6 进入 Loader 烧写模式工具示意图

## 1.7 串口调试

### 1.7.1 SecureCRT 串口工具

连接 EVB 板的 USB Debug 到电脑 PC 端，在 PC 端设备管理器中得到当前端口 COM 号。



Figure 1-7 获取当前端口 COM 号

打开串口工具“SecureCRT”，点击“快速连接”按钮。

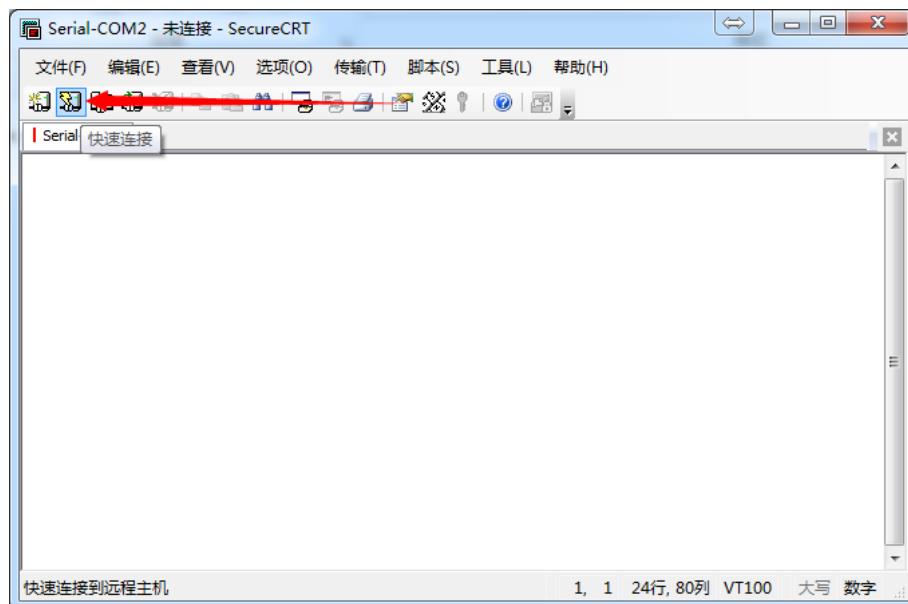


Figure 1-8 串口工具 SecureCRT 界面

配置串口信息，端口选择连接开发板的端口号（流控 RTS/CTS 不需勾选）。

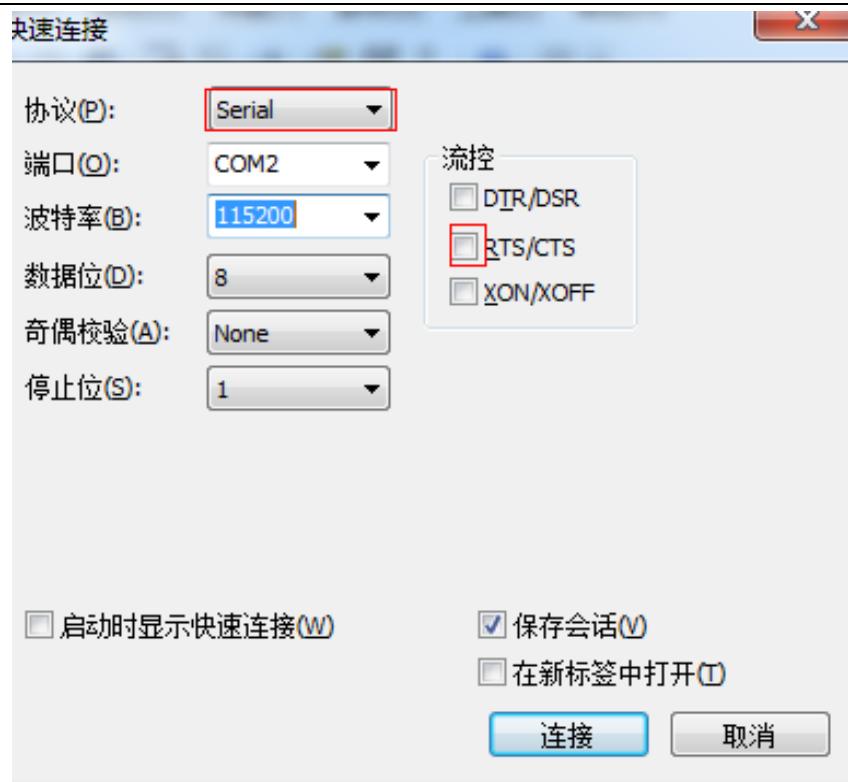


Figure 1-9 配置串口信息

点击连接，就能正常连接设备了。为方便调试，配置会话选项，点击工具栏“会话选项”，回滚缓冲区设置较大数，可以保存更多的 log 信息。

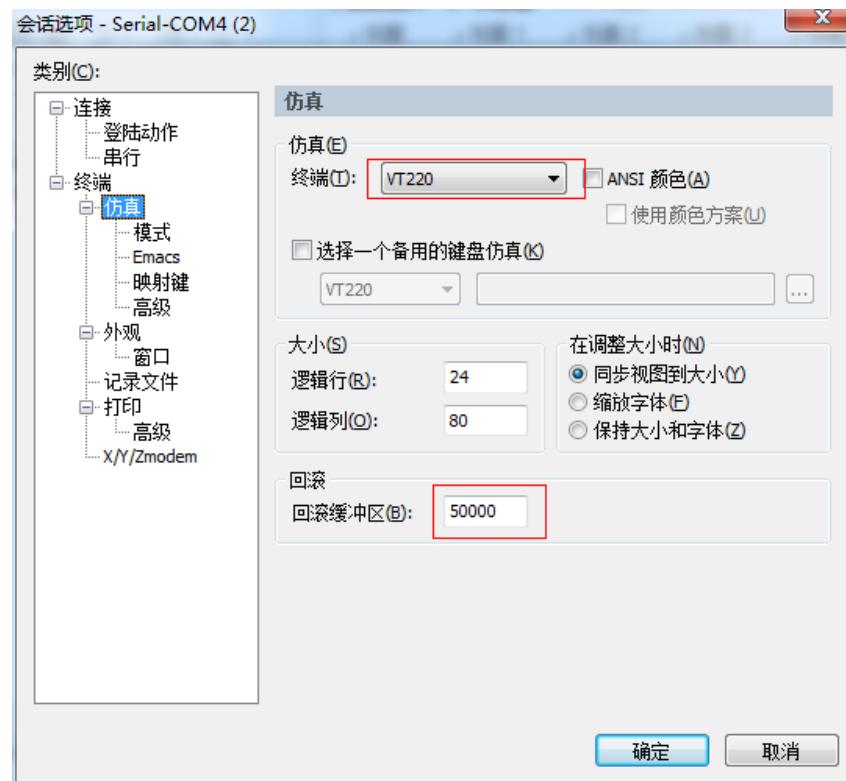


Figure 1-10 配置串口工具选项

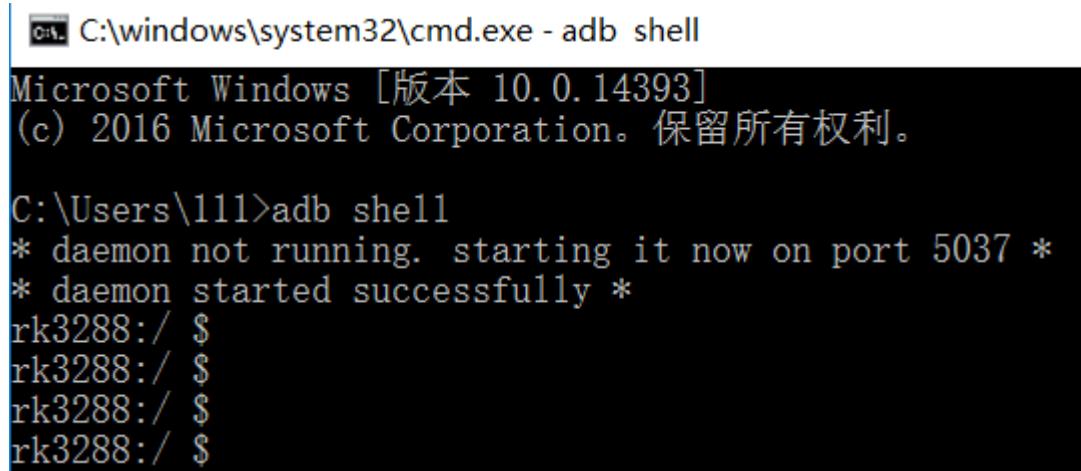
### 1.7.2 ADB 调试

- 确保驱动安装成功，PC 连接开发板的 USB OTG 口；

2. 开发板上电，开机进入系统，再进入 setting，选择“developer options”，勾选“USB debugging”。若为 BOX，需再勾选 setting-USB-Connect to PC；

3. 电脑 PC 端，开始---运行---cmd，进入 adb.exe 工具所在的目录，输入“adb devices”，可以查询到连接的设备，表示连接正常；

4. 输入“adb shell”，进入 ADB 调试。



The screenshot shows a Windows command prompt window titled 'C:\windows\system32\cmd.exe - adb shell'. The window displays the following text:

```
Microsoft Windows [版本 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\111>adb shell
* daemon not running. starting it now on port 5037 *
* daemon started successfully *
rk3288:/ $
```

Figure 1-11 ADB 连接正常

# 2 挖掘机硬件介绍

使用铝合金中框将 7.85 寸 eDP 屏和触摸板精准牢固的粘合在一起，采用定位柱将 eDP 显示屏和主板牢固的组合起来。实物图以及组装图如下：

## 2.1 整体效果图

### 2.1.1 挖掘机主板实物图：

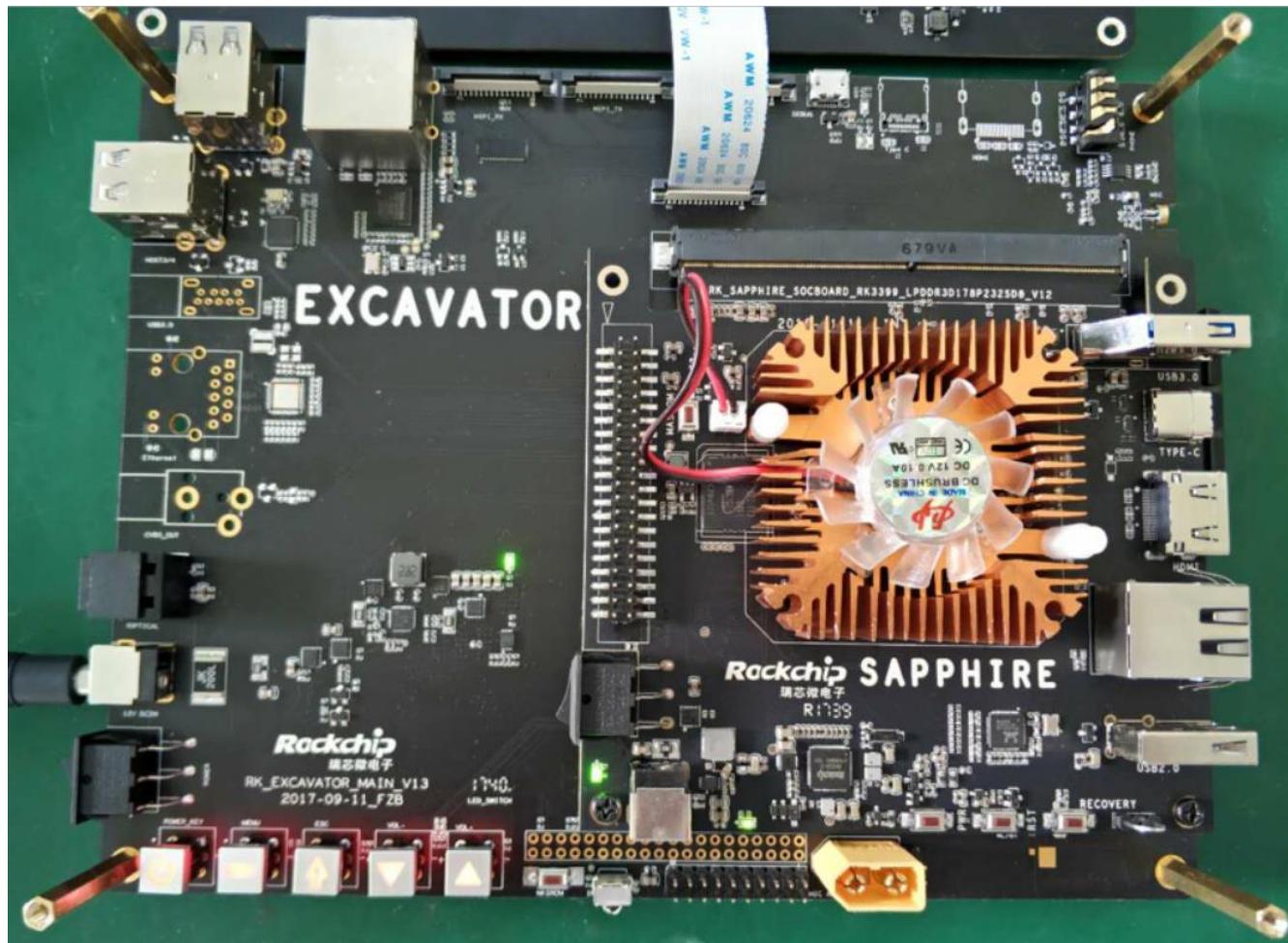


Figure 2-1 挖掘机主板正面图

## 2.1.2 eDP 屏实物图：

eDP 屏和触摸板同时连接到转接板，转接板上具有屏幕和触摸板工作需要的全部电路。转接板跟主板采用 30PIN 的 FPC 线连接。

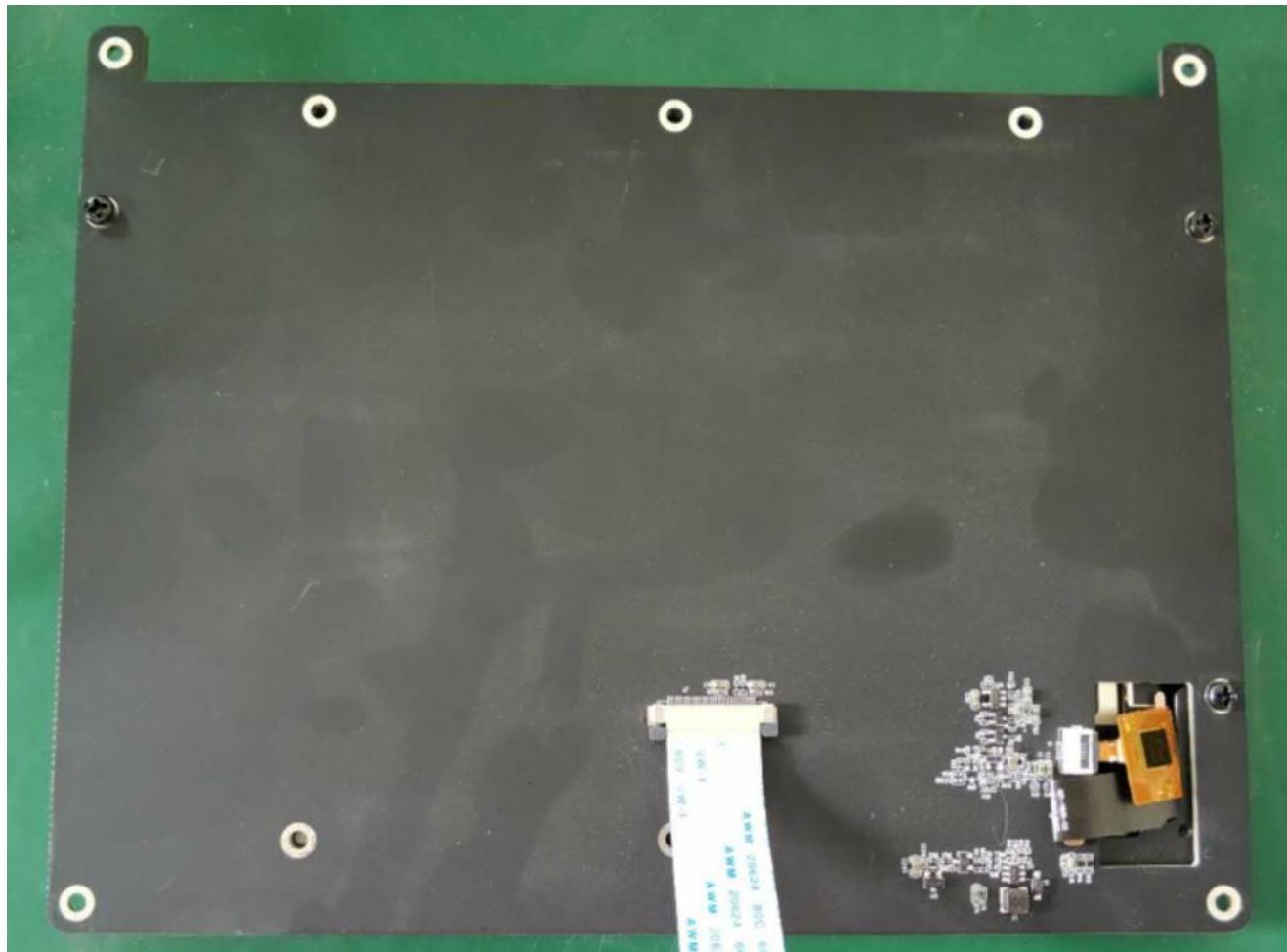


Figure 2-2 eDP 显示屏全视图

### 2.1.3 整机组装图：

挖掘机开发板有三块 PCBA :Sapphire( 蓝宝石 )、Excavator( 挖掘机 )、eDP 显示屏( 分辨率 1536 x 2048 )，实物图以及组装图如下：



Figure 2-3 挖掘机组装完成全视图

## 2.2 I2C 地址：

本开发板预留丰富的外围接口，用户调试 I2C 外设会涉及到 I2C 通道复用情况，所以这边给出现有的开发板器件对应的地址和电平值，避免地址冲突和电平不匹配。

I2C 通道	设备	I2C 地址	电源域
I2C0	RK808-D	0X1B	3.0V
I2C0	SYR838PKC	0X41	3.0V
I2C0	SYR837PKC	0X40	3.0V
I2C1	TC358749XBG	0X1F	1.8V
I2C1	GLS3673 (Touch IC)	0X40	1.8V
I2C1	ALC5651	0X1A	1.8V
I2C4	FUSB302MPX (CC IC)	0X44	3.3V
I2C4	MPU6500	0X68	3.3V
I2C4	LIS3MDL	0X36	3.3V
I2C4	LSM6DS3	0X23	3.3V
I2C4	CM32181	0X10	3.3V
I2C4	BQ25700	0X55	3.3V
I2C4	CW2013	0X62	3.3V

Table 2-1 I2C 通道挂载的外设地址和 IO 电平值对应表

注意：使用扩展板时，要保证板上 I2C 地址与开发板上 I2C 地址不冲突。

## 2.3 扩展连接座信息

在实际使用过程中，用户可能会制作扩展板，本开发板连接座型号有如下几种：

J4601, J4701, J4702, J5001 为 0.5mm 立式双排 30PIN，尺寸如下：

P数	A	B	C	D	P数	A	B	C	D
4	1.500	2.570	8.400	4.650	35	17.000	18.070	23.900	5.150
5	2.000	3.070	8.900	4.650	36	17.500	18.570	24.400	5.150
6	2.500	3.570	9.400	4.650	37	18.000	19.070	24.900	5.150
7	3.000	4.070	9.900	4.650	38	18.500	19.570	25.400	5.150
8	3.500	4.570	10.400	4.650	39	19.000	20.070	25.900	5.150
9	4.000	5.070	10.900	4.650	40	19.500	20.570	26.400	5.150
10	4.500	5.570	11.400	4.650	41	20.000	21.070	26.900	5.150
11	5.000	6.070	11.900	4.650	42	20.500	21.570	27.400	5.150
12	5.500	6.570	12.400	4.650	43	21.000	22.070	27.900	5.150
13	6.000	7.070	12.900	4.650	44	21.500	22.570	28.400	5.150
14	6.500	7.570	13.400	4.650	45	22.000	23.070	28.900	5.150
15	7.000	8.070	13.900	4.650	46	22.500	23.570	29.400	5.150
16	7.500	8.570	14.400	4.650	47	23.000	24.070	29.900	5.150
17	8.000	9.070	14.900	4.650	48	23.500	24.570	30.400	5.150
18	8.500	9.570	15.400	4.650	49	24.000	25.070	30.900	5.150
19	9.000	10.070	15.900	4.650	50	24.500	25.570	31.400	5.150
20	9.500	10.570	16.400	4.650	51	25.000	26.070	31.900	5.150
21	10.000	11.070	16.900	4.650	52	25.500	26.570	32.400	5.150
22	10.500	11.570	17.400	4.650	53	26.000	27.070	32.900	5.150
23	11.000	12.070	17.900	4.650	54	26.500	27.570	33.400	5.150
24	11.500	12.570	18.400	4.650	55	27.000	28.070	33.900	5.150
25	12.000	13.070	18.900	4.650	56	27.500	28.570	34.400	5.150
26	12.500	13.570	19.400	4.650	57	28.000	29.070	34.900	5.150
27	13.000	14.070	19.900	4.650	58	28.500	29.570	35.400	5.150
28	13.500	14.570	20.400	4.650	59	29.000	30.070	35.900	5.150
29	14.000	15.070	20.900	4.650	60	29.500	30.570	36.400	5.150
30	14.500	15.570	21.400	5.150	61	30.000	31.070	36.900	5.150
31	15.000	16.070	21.900	5.150	62	30.500	31.570	37.400	5.150
32	15.500	16.570	22.400	5.150	63	31.000	32.070	37.900	5.150
33	16.000	17.070	22.900	5.150	64	31.500	32.570	38.400	5.150
34	16.500	17.570	23.400	5.150					

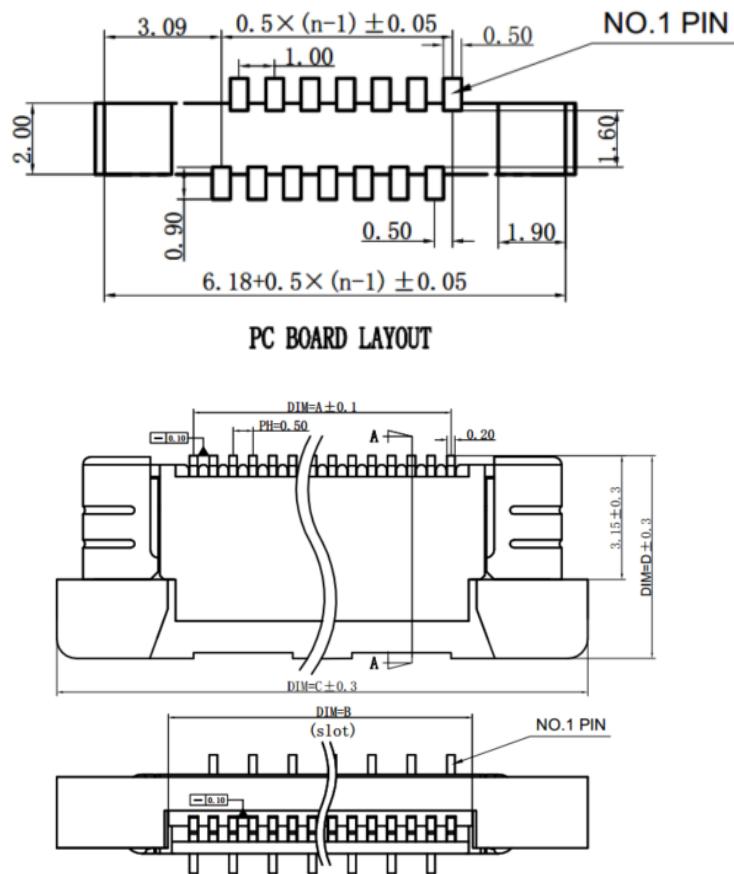


Figure 2-4 阴距 0.5mm 立式双排 30PIN PCB 封装图

## 2.4 开发板参考图

开发板对应的参考图 PCB 版本信息如下：

1、Sapphire（蓝宝石）：

RK\_SAPPHIRE\_SOCBOARD\_RK3399\_LPDDR3D178P232SD8\_V12\_20161109

RK\_SAPPHIRE\_SOCBOARD\_RK3399\_LPDDR3D178P232SD8\_V12\_20161110

2、Excavator（挖掘机）：

RK\_EXCAVATOR\_MAIN\_V13\_20190911

RK\_EXCAVATOR\_MAIN\_V13\_20170911

3、eDP 显示屏：

RK\_EVB\_ExtBoard\_eDPDisplay\_V10\_20171013.DSN

RK\_EVB\_ExtBoard\_eDPDisplay\_V10\_20171013.PCB

# 3 主板模块简述

## 3.1 电源输入

1. 电源适配器供电输入的 12V/2A 电源，通过充电 IC 处理后得到系统电源 VCC\_SYS，VCC\_SYS 提供给 RK808-D 等多路 DCDC、LDO、场管开关输出各组电压供系统使用。
2. 双节电池供电，从 VBAT 接口输入，通过充电 IC 切换回路后得到 VCC\_SYS 电压，VCC\_SYS 提供给 RK808-D 等多路 DCDC、LDO、场管开关输出各组电压供系统使用。
3. 挖掘机和蓝宝石都有 DC12 的输入电源座，在蓝宝石和挖掘机组合使用时，请使用挖掘机的 12V 输入电源座。蓝宝石单独使用时，则使用蓝宝石的 12V 输入电源座。

电源适配器输入口以及充电 IC：

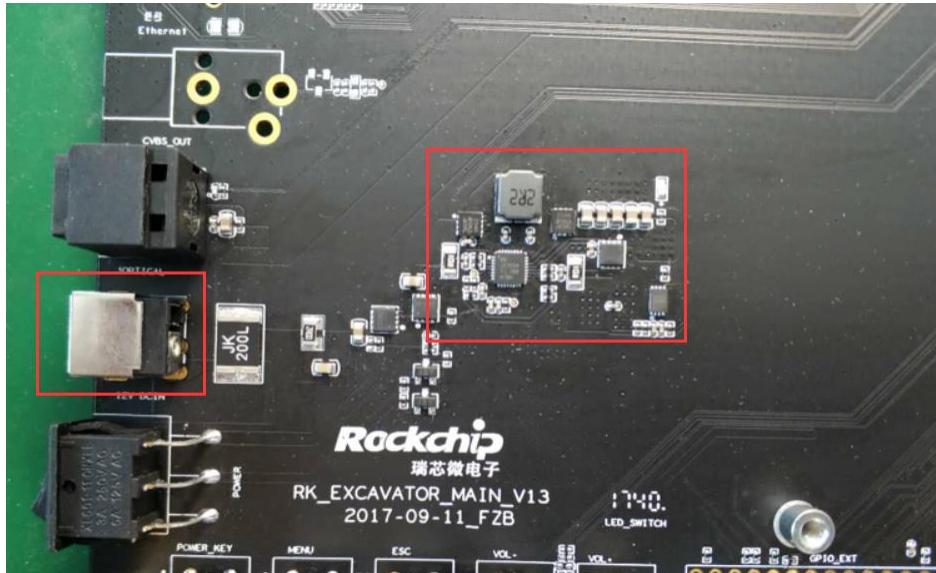


Figure 3-1 充电 IC 和 DC12V 输入

双节电池输入口

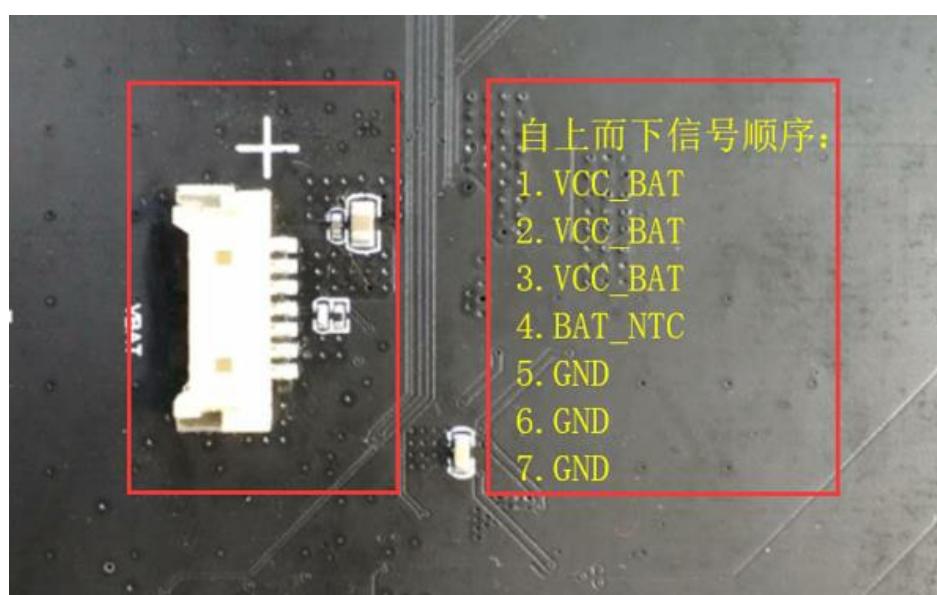


Figure 3-2 双节电池输入

## 3.2 314PIN 显卡连接座

Top Board 高速连接座，采用 314pin 标准显卡连接座，蓝宝石通过焊接螺母和 M3 的螺丝固定在挖掘机上。

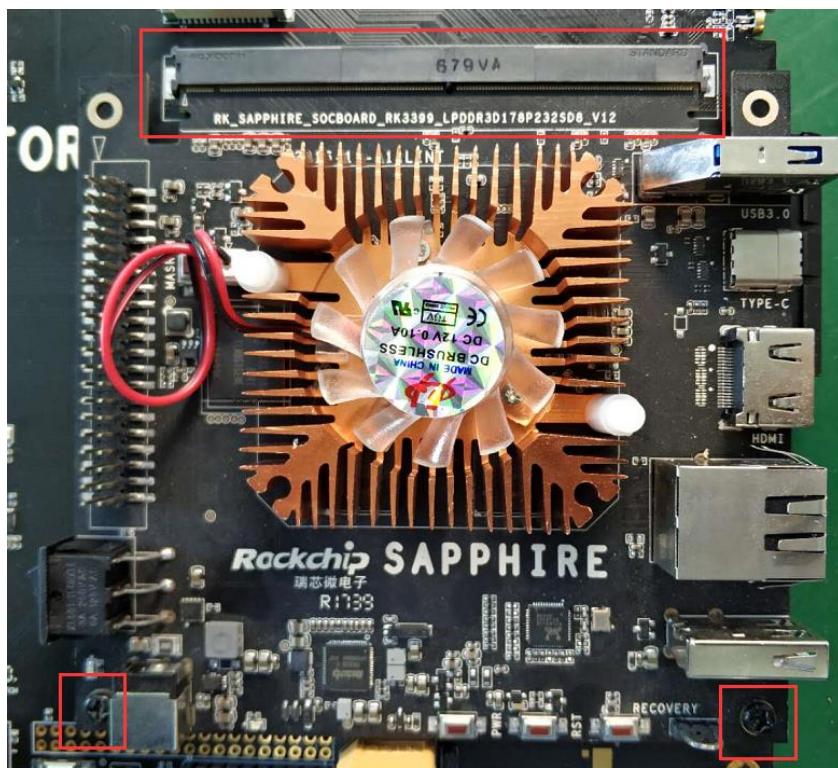


Figure 3-3 核心板和底板连接方式

## 3.3 存储器

### 3.3.1 EMMC:

1. 开发板上存储类型为 eMMC FLASH，默认使用的容量 8G。
2. 在挖掘机上有 Maskrom 按键，方便开发板进入 Maskrom 升级固件。

### 3.3.2 DDR

蓝宝石 DDR 采用 2x32bit LPDDR3，总容量 4G。

EMMC&LPDDR3:

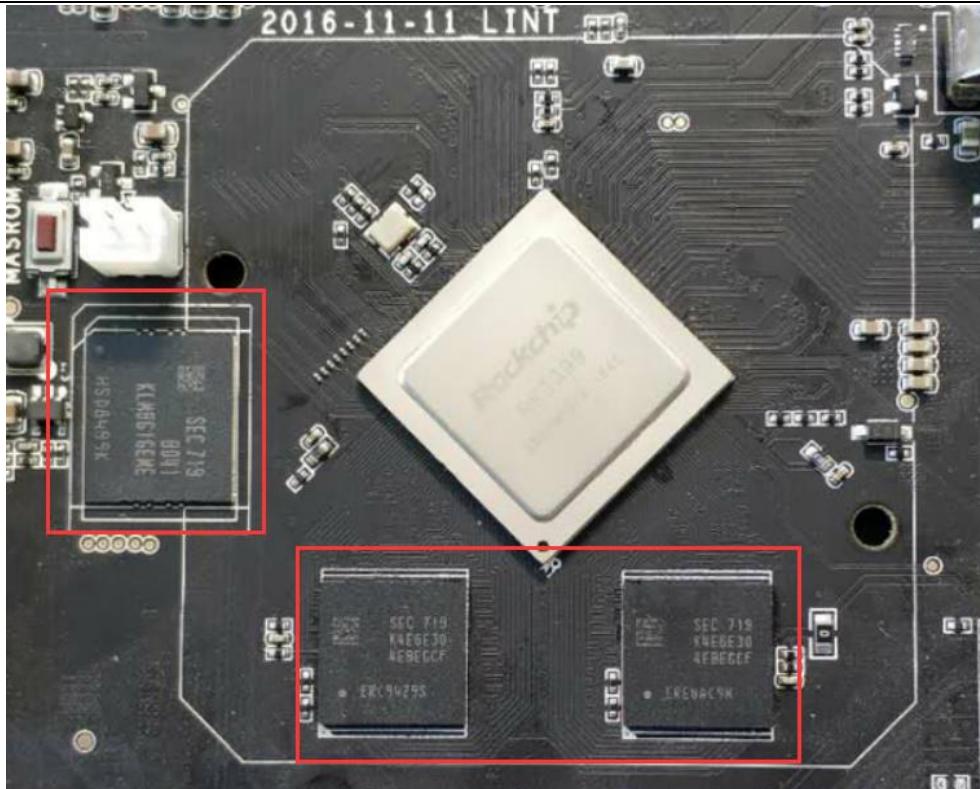


Figure 3-4 EMMC 和 LPDDR3

挖掘机 Maskrom 按键位置：

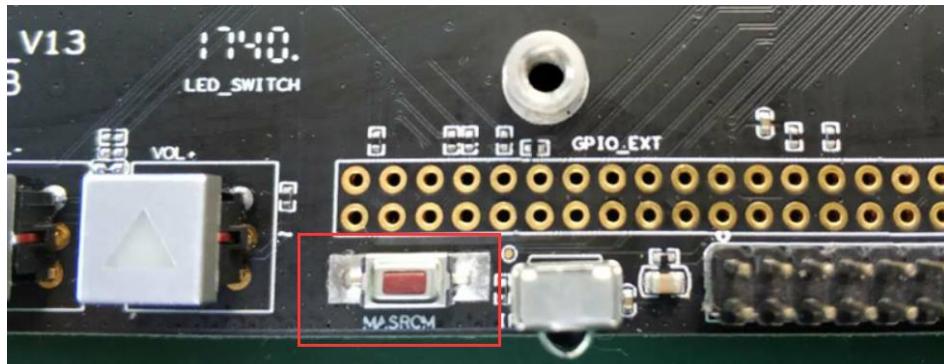


Figure 3-5 进入 Maskrom 烧写模式按键

### 3.4 按键输入

1. 开发板提供 ADC 检测作为按键组合应用，使用 RK3399 ADC\_IN1 作为检测口，支持 10 位分辨率。
2. 开发板上定义了常用的几个按键：VOL+/VOL-/MENU/ESC/POWER\_KEY。
3. VOL+和 Recovery 是复用的。
4. 本开发板使用的按键是带 led 提示灯的，方便在夜间模式下使用按键。

按键显示效果：



Figure 3-6 系统按键示意图

### 3.5 红外接收头

开发板所用的小型红外接收头，通用型号 FT-009 系列，中心频率 38KHz。

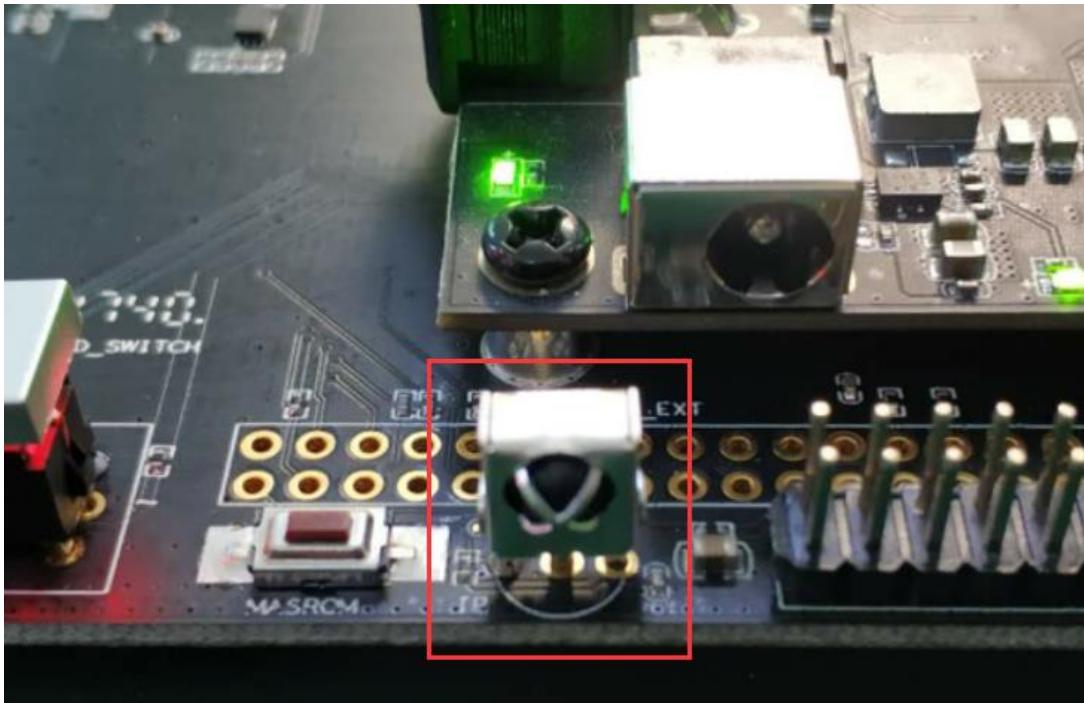


Figure 3-7 IR 接收头

### 3.6 重力传感器

开发板所用的重力加速度传感器为 3 轴数字加速度、3 轴陀螺仪二合一的传感器 MPU6500，与主控通信采用 I<sup>2</sup>C 方式。

### 3.7 陀螺仪

开发板所用的陀螺仪传感器为 LSM6DS3，与主控通信采用 I<sup>2</sup>C 方式。

### 3.8 指南针

开发板所用的指南针为 LIS3MDL，与主控通信采用 I<sup>2</sup>C 方式。

### 3.9 霍尔传感器

开发板所用的霍尔传感器为 HAL248TWCL，单极磁场输出。

### 3.10 光感

开发板所用的光线传感器为 CM32181，最大检测光强为 140K Lux，与主控通信采用 I<sup>2</sup>C 方式。

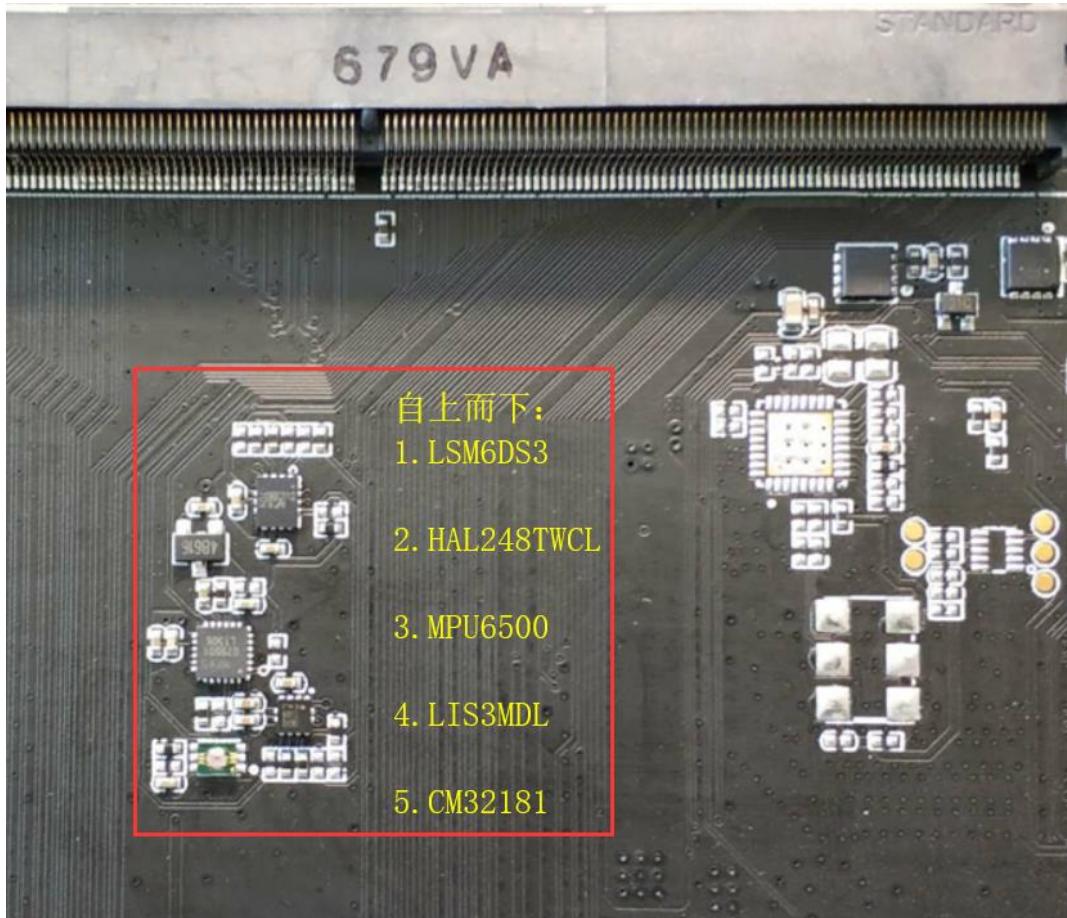


Figure 3-8 板载 Sensor 示意图

### 3.11 视频输出接口

开发板支持多种视频输出接口：

- eDP 输出；
- 单 MIPI 输出；
- 双 MIPI 输出；

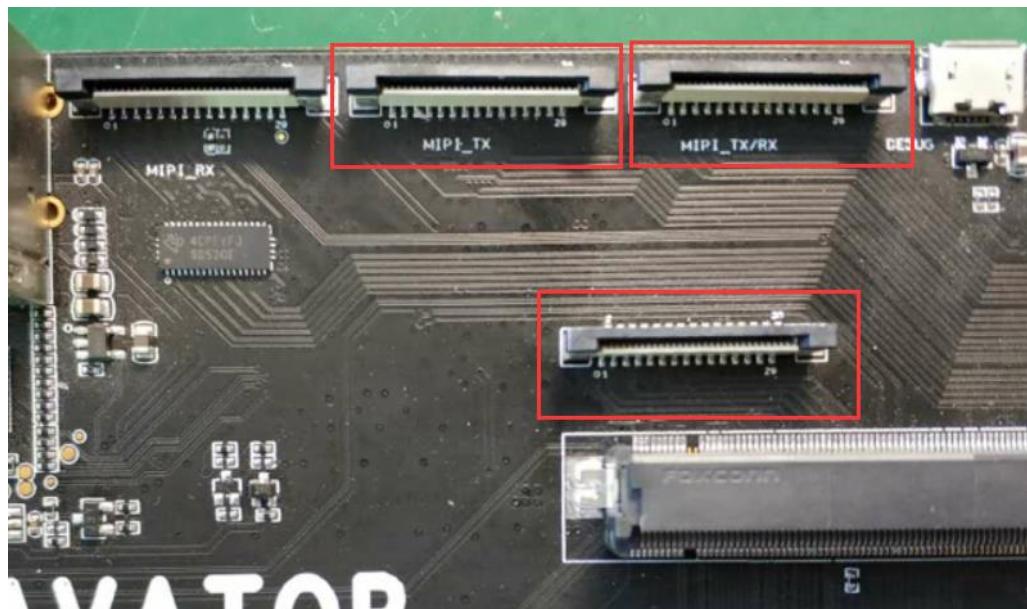


Figure 3-9 视频输出接口

间距 0.5mm 立式的连接座：

按照图上的连接座上下排位置对应到如下信号表格信号顺序：

#### **MIPI\_TX 两排的信号顺序如下：**

1	GND	
2		MIPI_TX0_D3N
3	MIPI_TX0_D3P	
4		GND
5	MIPI_TX0_D2N	
6		MIPI_TX0_D2P
7	GND	
8		MIPI_TX0_CLKN
9	MIPI_TX0_CLKP	
10		GND
11	MIPI_TX0_D1N	
12		MIPI_TX0_D1P
13	GND	
14		MIPI_TX0_D0N
15	MIPI_TX0_D0P	
16		GND
17	LCD_BL_PWM	
18		NC
19	VCC1V8_S3	
20		LCD_RST_H
21	CABC_EN	
22		LCD_EN_H
23	I2C_SCL_TP	
24		ISC_SDA_TP

25	TOUCH_INT_L	
26		TOUCH_RST_L
27	GND	
28		VCC5V0_SYS
29	VCC5V0_SYS	
30		VCC5V0_SYS

Table 3-1 MIPI\_TX 信号定义图

MIPI\_TX/RX 两排的信号顺序如下：

1	GND	
2		MIPI_TX1/RX1_D3N
3	MIPI_TX1/RX1_D3P	
4		GND
5	MIPI_TX1/RX1_D2N	
6		MIPI_TX1/RX1_D2P
7	GND	
8		MIPI_TX1/RX1_CLKN
9	MIPI_TX1/RX1_CLKP	
10		GND
11	MIPI_TX1/RX1_D1N	
12		MIPI_TX1/RX1_D1P
13	GND	
14		MIPI_TX1/RX1_D0N
15	MIPI_TX1/RX1_D0P	
16		GND
17	LCD_BL_PWM	
18		MIPI_MCLK_T2
19	VCC1V8_S3	
20		LCD_RST_H
21	CABC_EN	
22		LCD_EN_H
23	I2C_SCL_TP	
24		ISC_SDA_TP
25	TOUCH_INT_L	
26		TOUCH_RST_L
27	GND	
28		VCC5V0_SYS
29	VCC5V0_SYS	
30		VCC5V0_SYS

Table 3-2 MIPI\_TX/RX 信号定义图

eDP 两排的信号顺序如下：

1	GND	
2		EDP_TXON
3	EDP_TXOP	
4		GND
5	EDP_TX1N	
6		EDP_TX1P
7	GND	
8		EDP_AUXN
9	EDP_AUXP	
10		GND
11	EDP_TX2N	
12		EDP_TX2P
13	GND	
14		EDP_TX3N
15	EDP_TX3P	
16		GND
17	LCD_BL_PWM	
18		GND
19	VCC3V3_S3	
20		LCD_RST_H
21	CABC_EN	
22		LCD_EN_H
23	I2C_SCL_TP	
24		ISC_SDA_TP
25	TOUCH_INT_L	
26		TOUCH_RST_L
27	GND	
28		VCC5V0_SYS
29	VCC5V0_SYS	
30		VCC5V0_SYS

Table 3-3 Edp 信号定义图

## 3.12 HDMI 输出

开发板支持最新的 HDMI 2.0 协议，输出座采用 A 型接口。

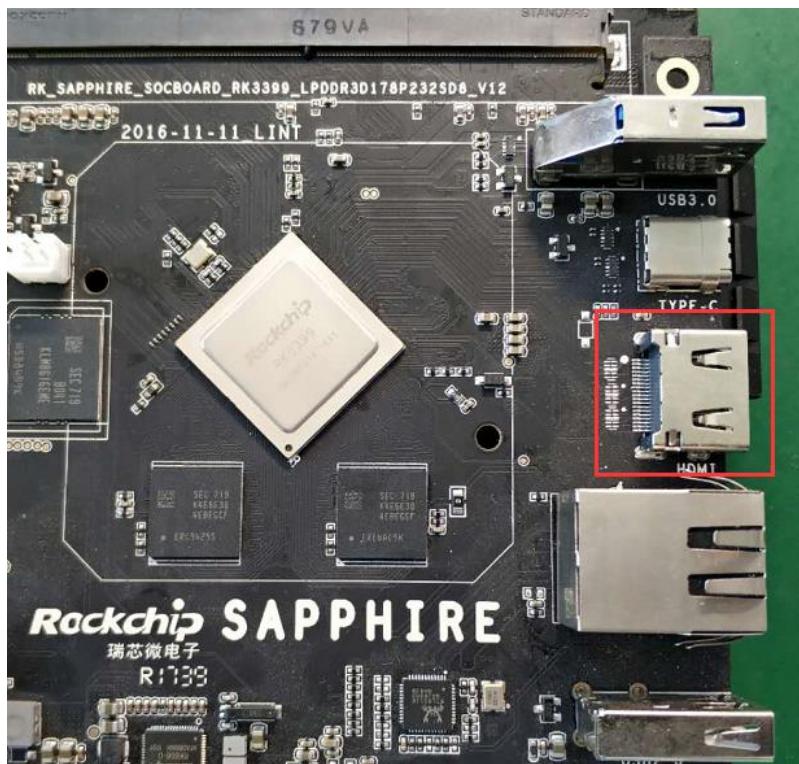


Figure 3-10 HDMI OUT 输出

## 3.13 音频输入输出

开发板音频 Codec 采用 Realtek ALC5651 芯片，其特性如下：

内置 Charge Pump，支持立体声耳机无电容耦合输出。

麦克风差分输入。

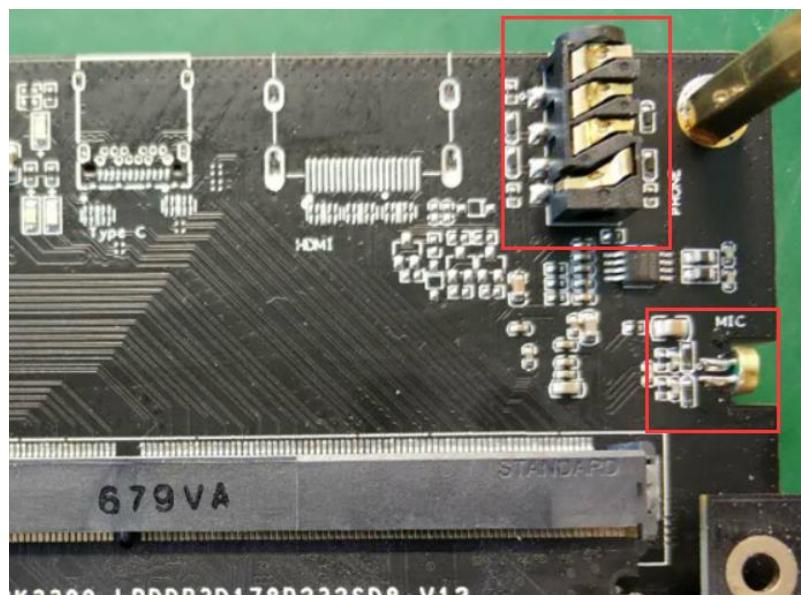


Figure 3-11 音频输出和输入接口

### 3.14 SPDIF 输出

开发板支持 SONY、PHILIPS 数字音频接口输出，传输硬件接口为光纤模式。

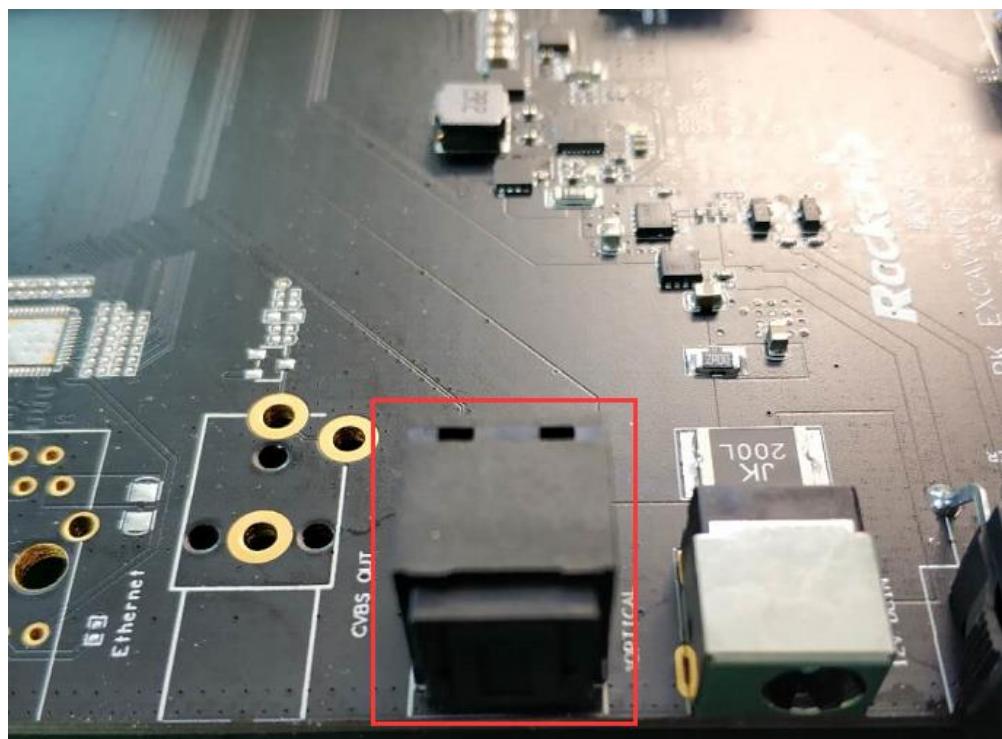


Figure 3-12 SPDIF 输出接口

### 3.15 USB OTG/HOST 接口

开发板带 USB OTG 及 USB HOST 接口：

- 挖掘机上采用 USB HUB，连接到主控的 HOST0，可以支持 4 个 USB2.0 HOST。



Figure 3-13 USB2.0 HOST 接口

- 蓝宝石上 USB HOST 3.0 接口，连接到主控的 TYPE-C1 的 DP/DM, 使用 USB 3.0 Standard-A 型接口，并向下兼容 USB 2.0 规范。

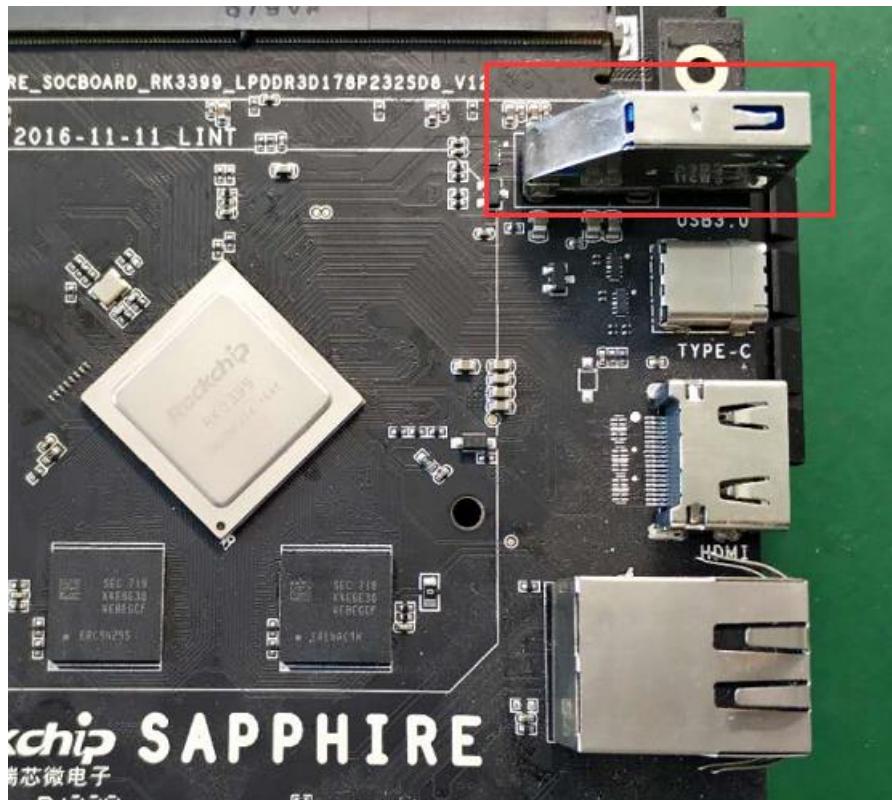


Figure 3-14 USB3.0 HOST 接口

- 蓝宝石也有一路 USB 2.0 接口，连接到主控的 HOST1，可以接 U 盘，鼠标等外设。

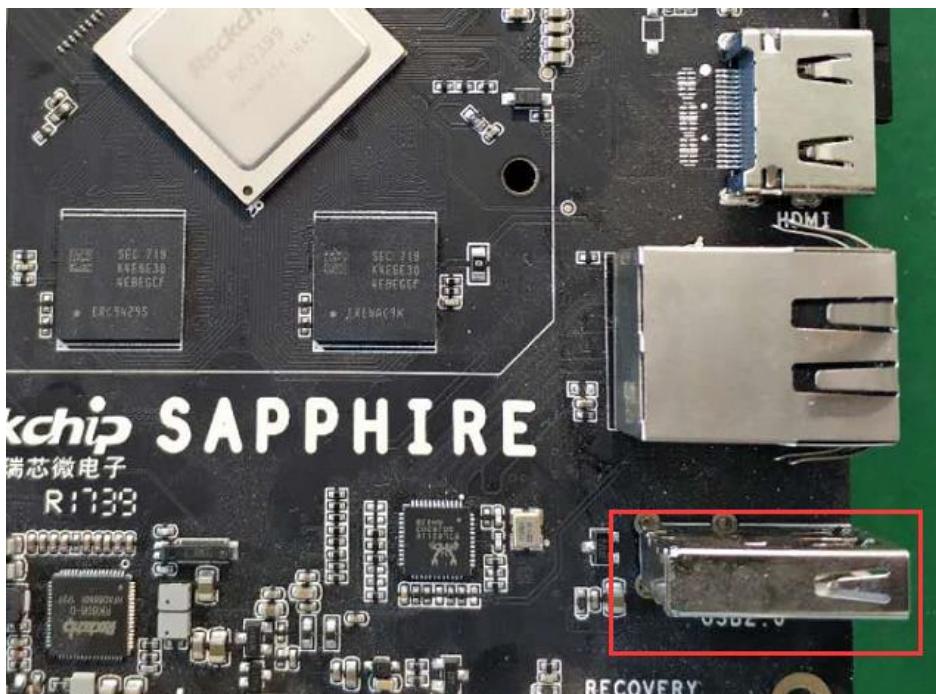


Figure 3-15 USB2.0 HOST 接口

- 挖掘机上跟 HDMI IN 复用的接口上，还有一路 USB Host2.0，连接到主控的 HOST1，采用 HDMI 接口跟 USB Host 复用的接口。

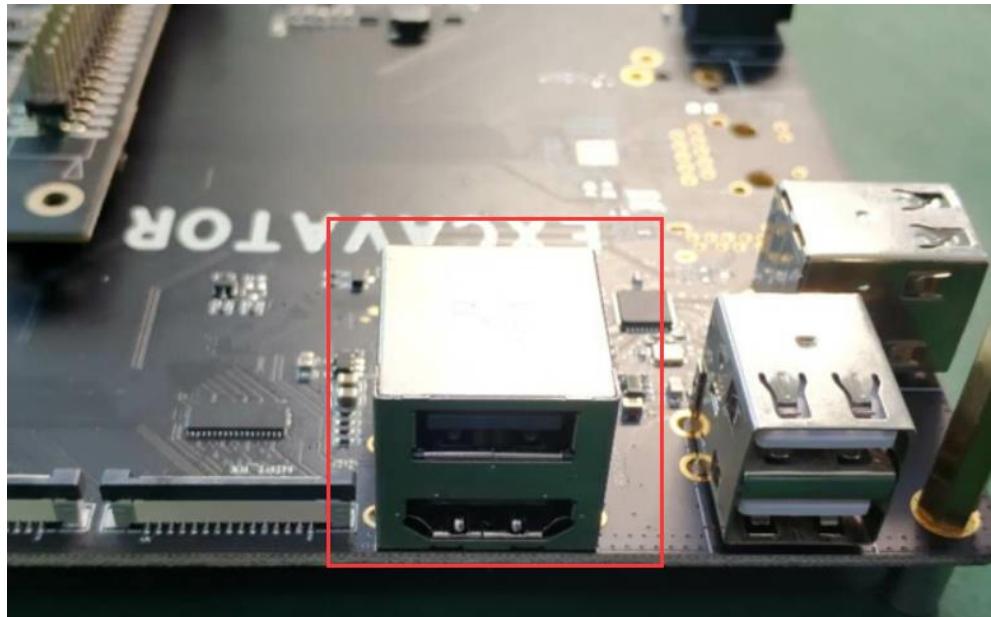


Figure 3-16 USB2.0 HOST 接口和 HDMI IN 输入接口

- RK3399 支持的 TYPE-C 接口，支持全功能的 TYPE-C 协议，可以输出 DP 信号，在 DP 显示器上显示。

TYPE-C 接口的信号顺序：

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
GND	TX1+	TX1-	VBUS	CC1	D+	D-	SBU1	VBUS	RX2-	RX2+	GND
GND	RX1+	RX1-	VBUS	SBU2	D-	D+	CC2	VBUS	TX2-	TX2+	GND
B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1

Table 3-4 USB TYPEC 信号顺序图

DP 信号对应到 TYPE-C 连接座的位置：

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	DP3+	DP3-	Vbus	CC1	D+	D-	auxN	Vbus	DP1-	DP1+	GND
GND	DP2+	DP2-	Vbus	auxP	D-	D+	CC2	Vbus	DP0-	DP0+	GND
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12

Table 3-5 USB TYPEC 做 DP 输出信号对应图

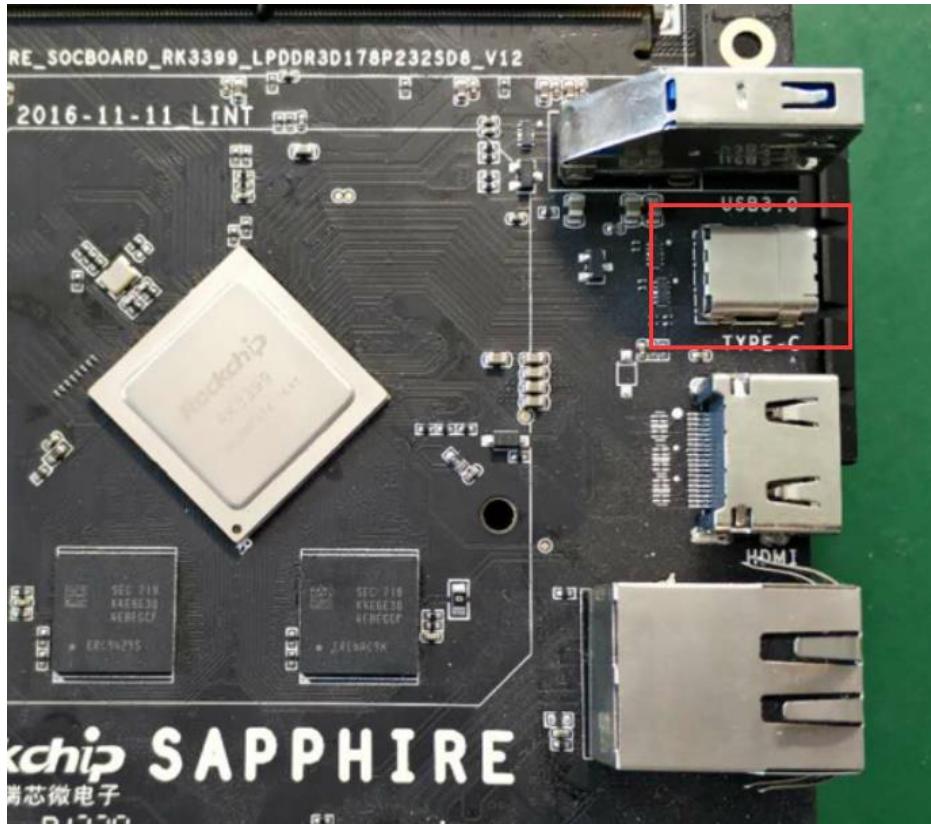


Figure 3-17 USB TYPEC 接口

### 3.16 以太网

开发板支持 RJ45 接口，可提供千兆以太网连接功能，选用 PHY 为 RTL8211E-VB-CG，其特性如下：

- 兼容 IEEE802.3 标准，支持全双工和半双工操作，支持交叉检测和自适应
- 支持 10/100/1000M 数据速率。
- 接口采用具有指示灯和隔离变压器的 RJ45 接口。

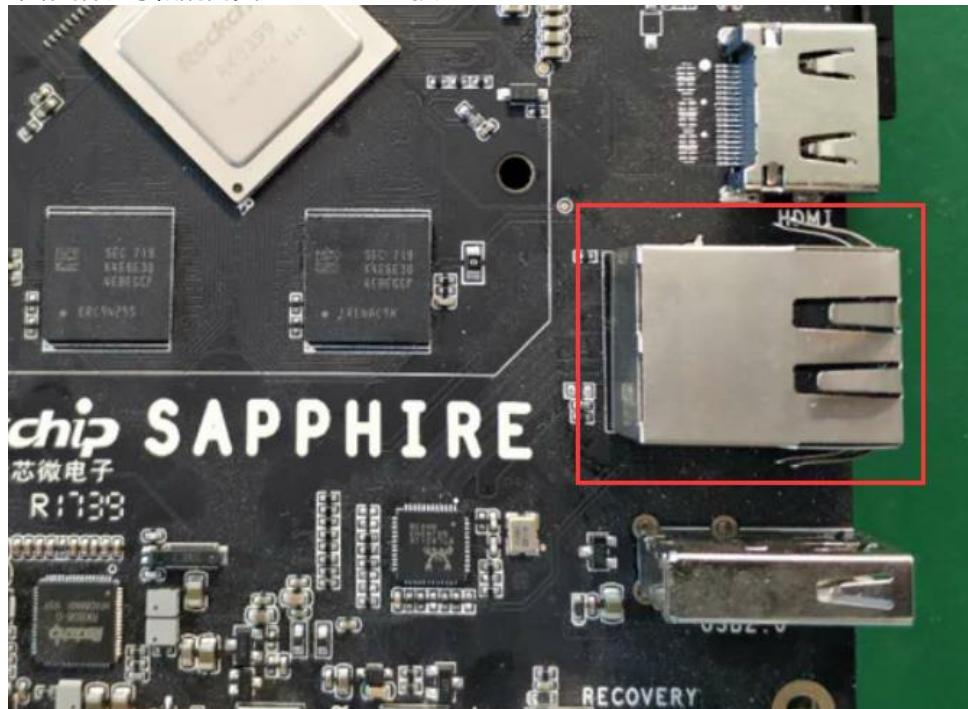


Figure 3-18 RJ45 接口

### 3.17 TF/SD Card 接口

使用 RK3399 SDMMC0 接口，数据总线宽度是 4bits，支持 SDMMC 3.0 协议。

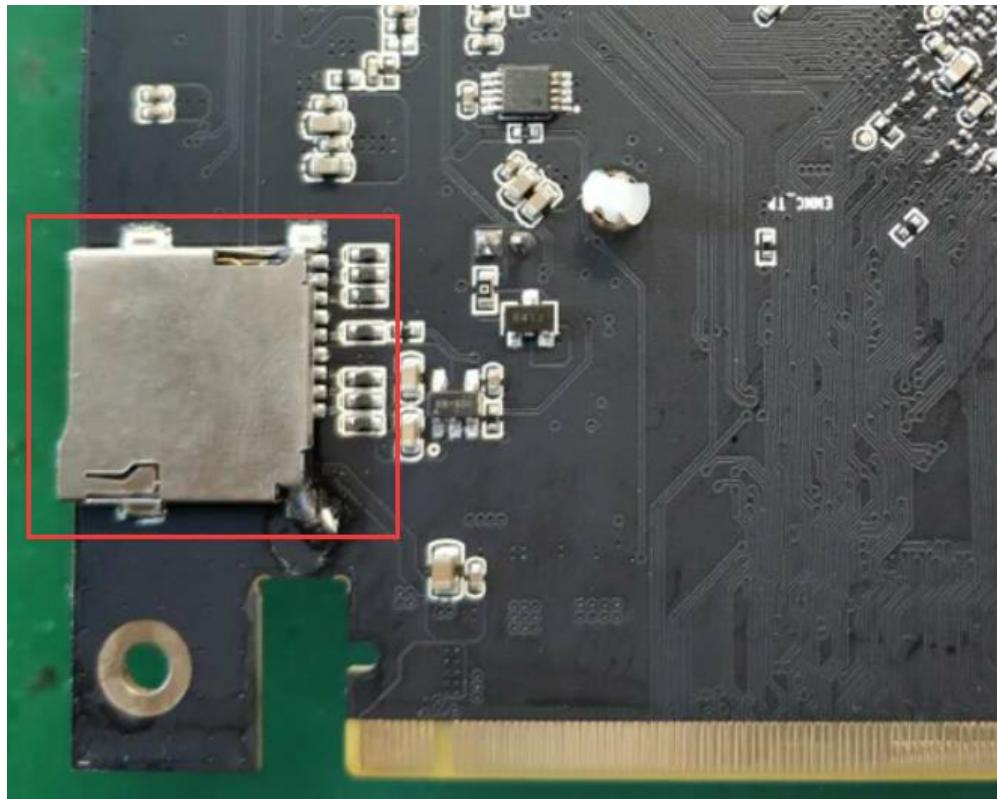


Figure 3-19 TF 卡接口

### 3.18 GPIO/I2C/SPI/CIF 扩展口

挖掘机扩展出多路 I2C、SPI、UART 等低速控制信号，方便用户调试外设。同时 RK3399 CIF 信号也复用到这个接口上，用户可以制作转接板调试 CIF Camera。

接口信号定义和顺序跟树莓派开发一致。

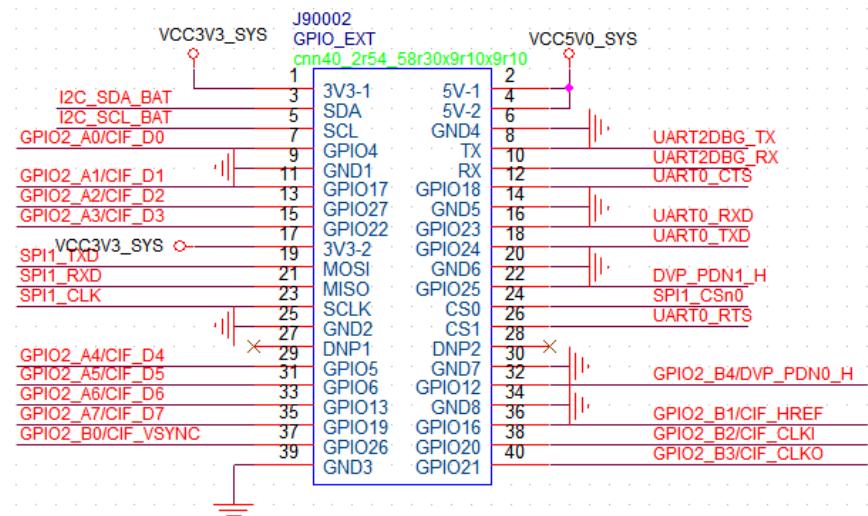


Figure 3-20 GPIO/I2C/SPI/CIF 接口信号

I2C/SPI/CIF/GPIO 复用对应的表格：

func1	func2	func3
GPIO2_A0/CIF_D0		I2C2_SDA
GPIO2_A1/CIF_D1		I2C2_SCL
GPIO2_A7/CIF_D7		I2C7_SDA
GPIO2_B0/CIF_VSYNC		I2C7_SCL
GPIO2_B1/CIF_HREF	SPI2_RXD	I2C6_SDA
GPIO2_B2/CIF_CLKI	SPI2_TXD	I2C6_SCL
GPIO2_B3/CIF_CLKO	SPI2_CLK	
GPIO2_B4/DVP_PDN0_H	SPI2_CS_N	

Table 3-6 信号复用信号图

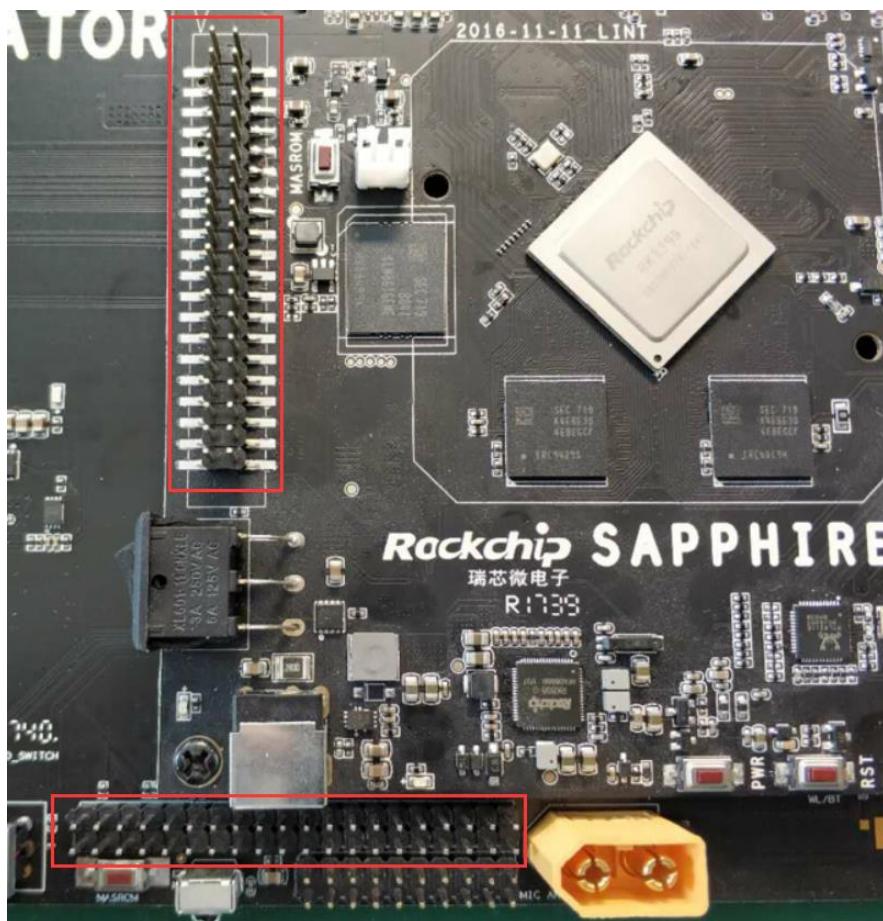


Figure 3-21 挖掘机和蓝宝石上接口位置图

为了方便用户查看相关信号，下图是对应 PCB 接口对应的信号顺序：

左列/上行	右列/下行
VCC3V3_SYS	VCC5V0_SYS
<b>I2C_SDA_BAT</b>	VCC5V0_SYS
<b>I2C_SCL_BAT</b>	GND
<b>GPIO2_A0/CIF_D0</b>	UART2DBG_TX
GND	UART2DBG_RX
<b>GPIO2_A1/CIF_D1</b>	UART0_CTS
<b>GPIO2_A2/CIF_D2</b>	GND
<b>GPIO2_A3/CIF_D3</b>	UART0_RXD
VCC3V3_SYS	UART0_TXD
SPI1_TXD	GND
SPI1_RXD	DVP_PDN1_H
SPI1_CLK	SPI1_CSn0
GND	UART0_RTS
空	空
<b>GPIO2_A4/CIF_D4</b>	GND
<b>GPIO2_A5/CIF_D5</b>	<b>GPIO2_B4/DVP_PDN0_H</b>
<b>GPIO2_A6/CIF_D6</b>	GND
<b>GPIO2_A7/CIF_D7</b>	<b>GPIO2_B1/CIF_HREF</b>
<b>GPIO2_B0/CIF_VSYNC</b>	<b>GPIO2_B2/CIF_CLKI</b>
GND	<b>GPIO2_B3/CIF_CLKO</b>

Table 3-7 GPIO/I2C/SPI/CIF 信号定义

当 Camera 功能的使用方法：

如上述所说的，这些信号是 RK3399 CIF 复用的，所以也是可以做 CIF 功能接 Camera 使用的。按照扩展口信号定义制作相应的摄像头扩展板即可，

蓝色粗体包含 I2C\_SDA/SCL、D0~D7, CIF\_CLKO/CLKI,CIF\_HREF/VSYNC 以及 CIF\_PDN，一共是 15 个信号。

扩展口的接口 PCB 封装为：双排 DIP 间距 2.54mm ( 常规的排针 ) 。

### 3.19 WIFI+BT 模组

开发板上 WIFI+BT 模组采用台湾正基的 AP6354，其特性如下：

- 支持 WIFI(2.4G and 5G , 802.11 ac)、BT4.1 功能。
- BT 数据采用 UART 通信方式。
- BT 语音连接主控 PCM 接口。
- WIFI 数据采用 4bits SDIO 数据总线。

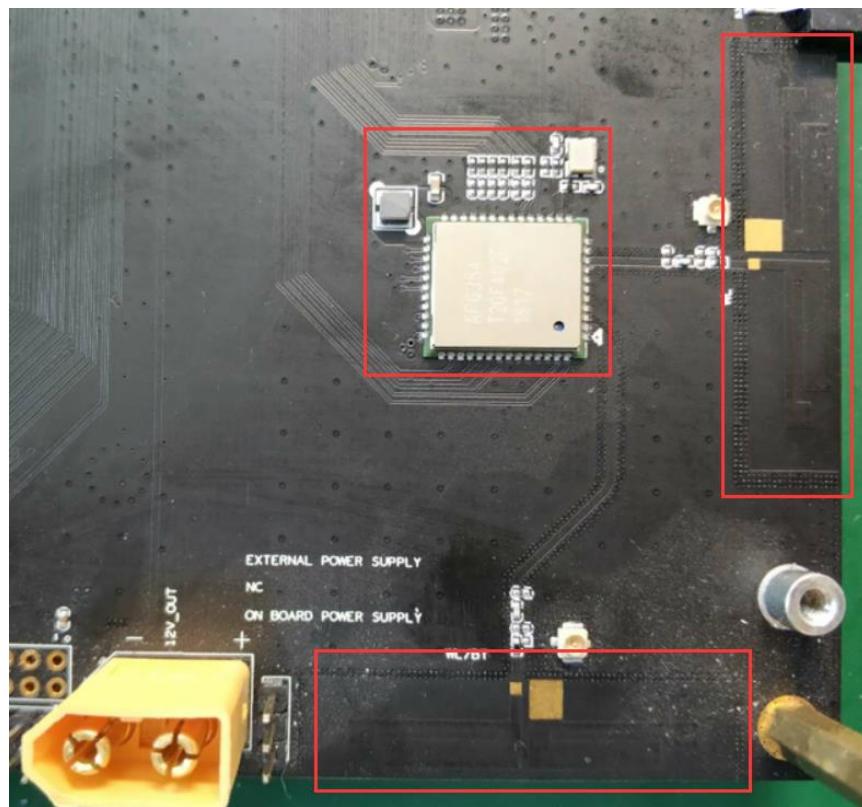


Figure 3-22 WIFI/BT 和 ANT

### 3.20 UART Debug 调试口

开发板提供串口供开发调试使用，默认连接为 Uart2。板上选用 FT232RL UART 转 USB 转换芯片，支持波特率选用 1.5M。

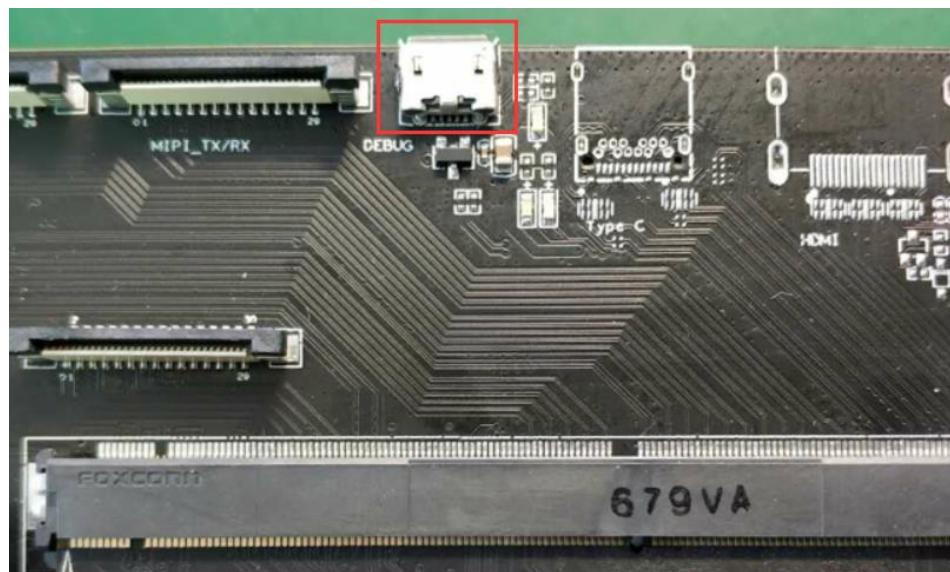


Figure 3-23 USB Debug 接口

### 3.21 阵列 MIC

此功能需要专门的 MIC array 小板才能使用，用户可以自行设计，连接座上信号顺序：

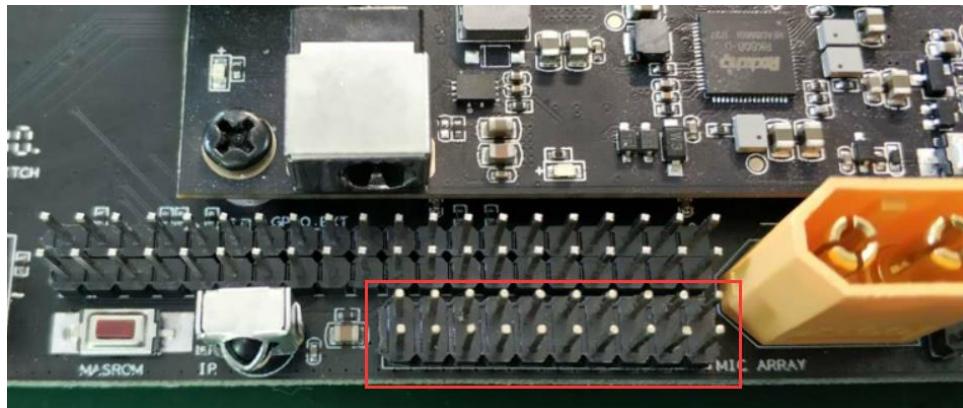


Figure 3-24 MIC ARRAY

按照 PCB 上的位置对应的信号顺序如下：

	下一行	上一行
从左到右	I2S_CLK	I2S0_SDIO
	I2S0_SCLK	I2S0_SD00
	I2S0_LRCK_TX	I2S0_SD01
	I2S0_LRCK_RX	ISO_SD02
	GND	I2S0_SDI1
	I2S_MUTE	GND
	I2S_RST	NC
	I2S_SDA_AUDIO	I2C_SCL_AUDIO
	GND	GND
	VCC5V0_SYS	VCC5V0_SYS

Table 3-8 MIC ARRAY 信号定义顺序

### 3.22 Pcie 接口

- RK3399 有一个 PCIE 接口，是标准的 PCI Express 2.1 版本的协议。
- 双工模式：Root Complex(RC)and End Point(EP)
- 链路最大可以支持 4 lane，双向通信方式。
- 支持 100Mhz 的差分信号输出。

开发板上使用夹板式的连接座，外部 PCIE 板卡从侧面接到挖掘机的挖掘机上进行 PCIE 的通信。

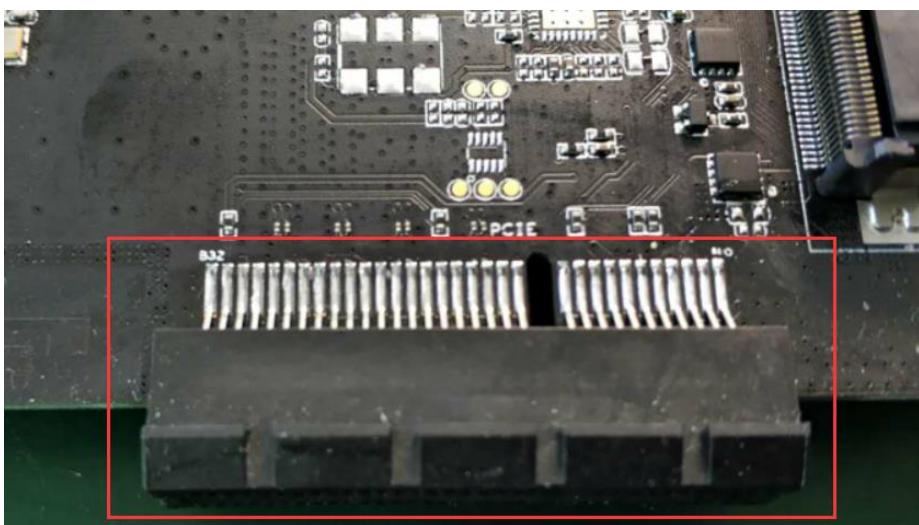


Figure 3-25 PCIE 连接座

由于接外部 PCIE 板卡电流将较大，所以 PCIE 12V 的供电两种来源。

外部输入 12V 与板上 12V 供电（默认），这两者的选择跳帽转换：

PCIE\_Switch = GND 板上 12V 供电；

PCIE\_Switch = VCC3V3\_SYS 外部输入 12v 电源，接到黄色的接口端口。

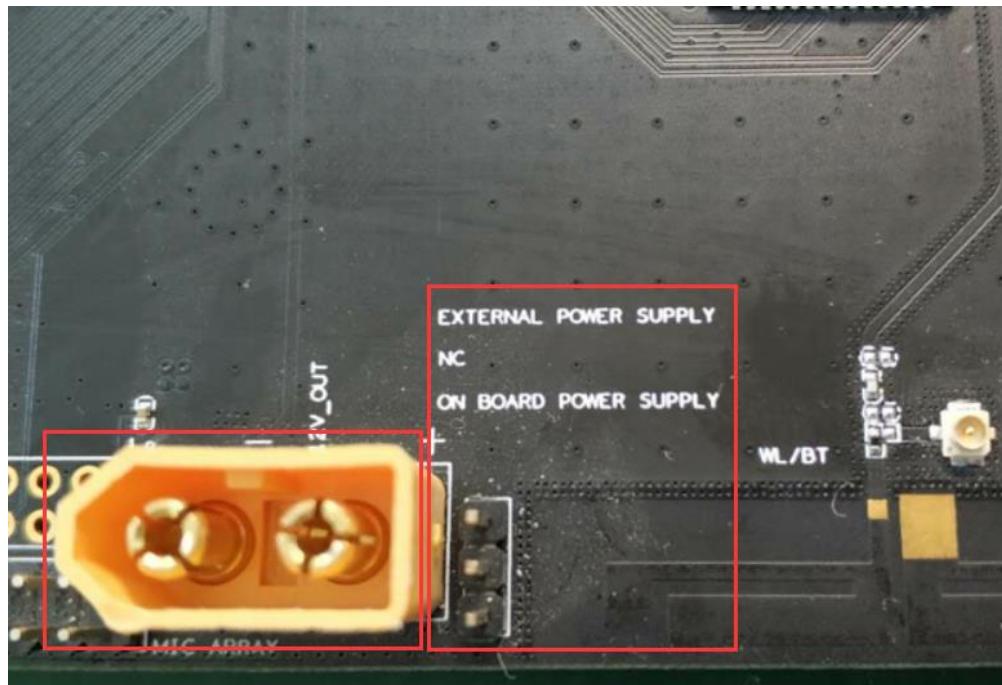


Figure 3-26 跳帽选择

### 3.23 MIPI Camera

挖掘机支持外接 MIPI Camera 扩展板，进行项目的前期评估。我司有对应的扩展板，摄像头型号为 ov13850，提供用户使用。

挖掘机底板上接口如下，扩展板可接到 MIPI\_RX 也可以接到 MIPI\_TX/RX 上，软件驱动对应匹配即可（驱动默认配置为 MIPI\_RX 通道）。

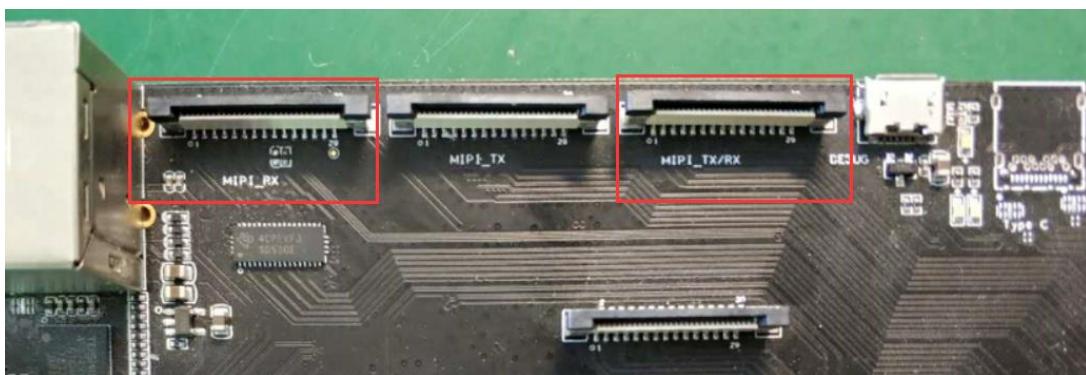


Figure 3-27 MIPI\_RX 和 MIPI\_TX/RX

转接板设计了 OV4689 和 OV13850 两种摄像头，主要关注摄像头接口位置和跟挖掘机连接的接口位置，转接板与挖掘机通过 30PIN 间距 0.5mm 的 FPC 线对连。具体接口对应如下：

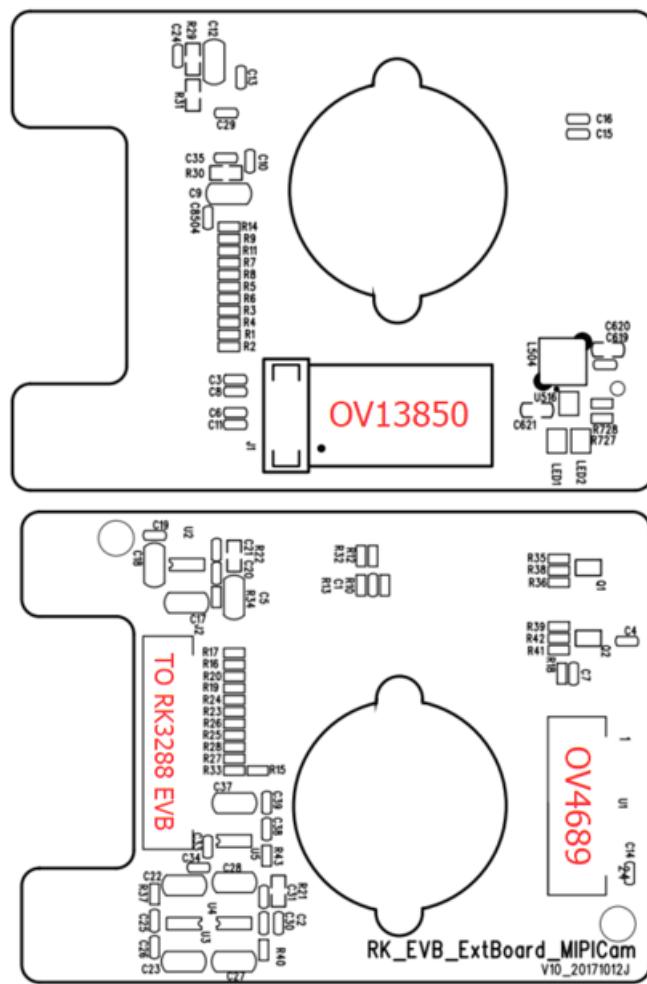


Figure 3-28 摄像头转接板接口

摄像头扩展板与挖掘机连接方式：

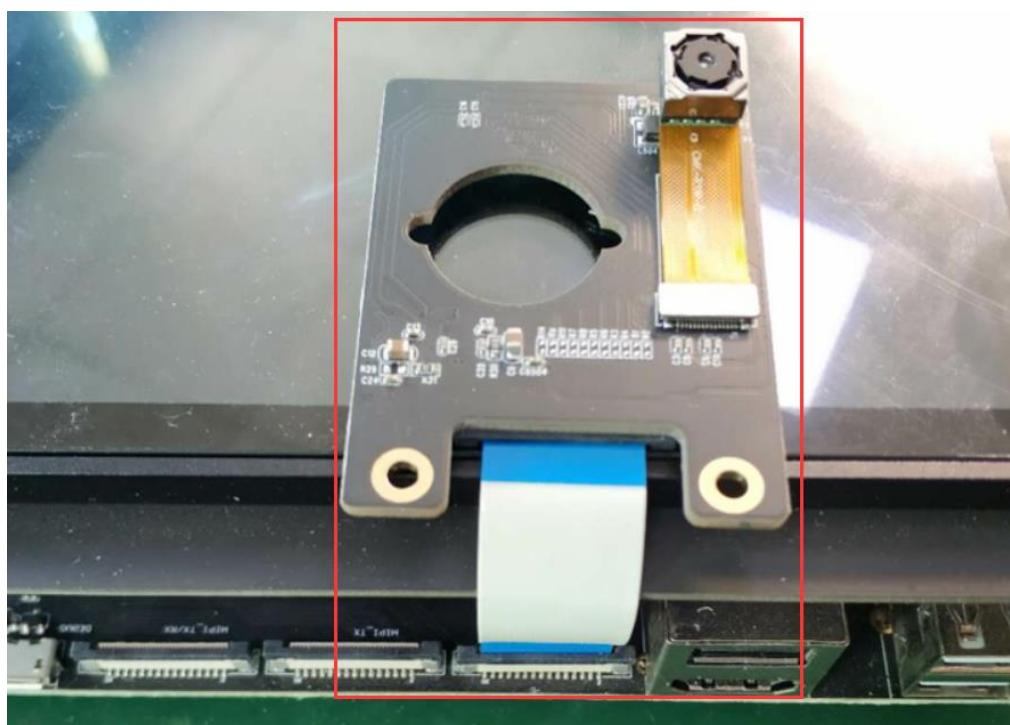


Figure 3-29 摄像头连接示意图

MIPI\_RX 连接座依据丝印信息 1、2、29、30 对应信号如下：

1	GND	
2		MIPI_RXO_D3N
3	MIPI_RXO_D3P	
4		GND
5	MIPI_RXO_D2N	
6		MIPI_RXO_D2P
7	GND	
8		MIPI_RXO_CLKN
9	MIPI_RXO_CLKP	
10		GND
11	MIPI_RXO_D1N	
12		MIPI_RXO_D1P
13	GND	
14		MIPI_RXO_D0N
15	MIPI_RXO_D0P	
16		GND
17	NC	
18		MIPI_MCLK
19	VCC3V3_S3	
20		LCD_RST_H
21	ISP_PRELIGHT_TRIG	
22		ISP_FLASHTIGOUT
23	I2C_SCL_CAM	
24		ISC_SDA_CAM
25	DVP_PDNO_H	
26		LECD_EN_H
27	NC	
28		VCC5V0_SYS
29	VCC5V0_SYS	
30		VCC5V0_SYS

Table 3-9 MIPI RX 信号定义图

摄像头模组规格：

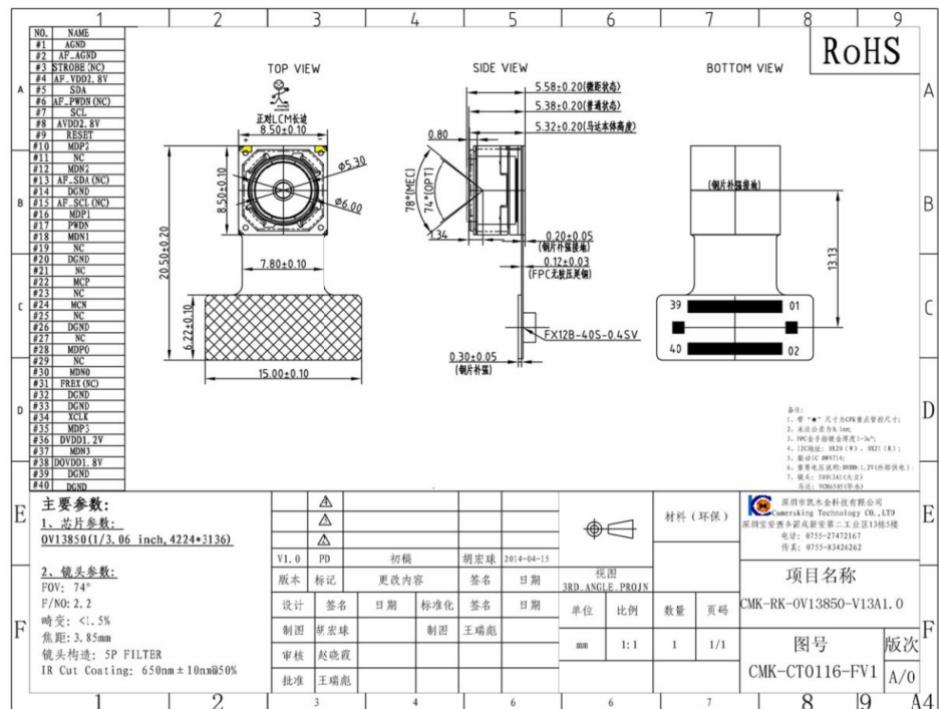


Figure 3-30 摄像头资料说明

OV13850 MIPI_RX Signals			
1	AGND	21	NC
2	AF_AGN	22	MCP
3	STROBE (NC)	23	NC
4	AF_VDD2.8V	24	MCN
5	SDA	25	NC
6	AF_PWDN (NC)	26	DGND
7	SCL	27	NC
8	AVDD2.8V	28	MDPO
9	RESET	29	NC
10	MDP2	30	MDNO
11	NC	31	FRBX (NC)
12	MDN2	32	DGND
13	AF_SDA (NC)	33	DGND
14	DGND	34	XCLK
15	AF_SCL (NC)	35	MDP3
16	MDP1	36	DVDD1.2V
17	PWDN	37	MDN3
18	MDN1	38	DOVDD1.8V
19	NC	39	DGND
20	DGND	40	DGND

Table 3-10 OV13850 摄像头管脚定义

# 4 注意事项

## 4.1 注意事项

RK3399 挖掘机适用于实验室或者工程开发环境，在开始操作之前，请先阅读以下注意事项：

- ◊ 任何情况下都不可以对开发板的电源板、屏幕接口及扩展板进行热插拔操作。
- ◊ 在拆封开发板包装和安装之前，为避免静电释放（ESD）对开发板硬件造成损伤，请采取必要的防静电措施。
- ◊ 手持开发板时请拿开发板的边沿，不要触碰到开发板上的外露金属部分，以免静电对开发板元器件造成损坏。
- ◊ 请将开发板放置于干燥的平面上，以保证它们远离热源、电磁干扰源与辐射源、电磁辐射敏感设备（如：医疗设备）等。