

AWC_C4 DVK

用户手册

产品版本 V1.0

文档版本 01

版权声明

版权所有©重庆海云捷迅科技有限公司 2023。保留一切权利。

未得到本公司的书面许可，任何人不得以任何方式或形式对本手册内的任何部分进行复制、摘录、备份、修改、传播、翻译成其他语言，将其全部或部分用于商业用途。

免责声明

本手册内容依据现有信息制作，由于产品版本升级或其他原因，其内容有可能变更。海云捷迅保留在没有任何通知或者提示的情况下对手册内容进行修改的权利。本手册仅作为使用指导，海云捷迅在编写本手册时已尽力保证其内容准确可靠，但并不确保手册内容完全没有错误或遗漏，本手册中的所有信息也不构成任何明示或暗示的担保。

重庆海云捷迅科技有限公司

地址：北京市海淀区知春路 106 号，太平洋国际大厦写字楼十一层 1101-1106 号房间，邮编：100086

网址：<https://www.awcloud.com>

邮箱：support@awcloud.com

电话：4000-365-805

传真：010-62625342

前言

读者对象

本手册适合下列人员阅读：

- 售前工程师
- 技术推广人员
- 产品用户

修改记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有版本文档的更新内容。

- 文档版本 01 (2023-03-20)
第一次正式发布。

目录

1	概述.....	1
2	部件名称及功能.....	3
3	详细功能定义.....	6
3.1	时钟电路	6
3.2	电源电路	6
3.2.1	5V DC 电源电路	7
3.2.2	5V 转 3.3V 和 2.5V 输出电路.....	7
3.2.3	3.3V 转 1.2V 输出电路.....	7
3.3	配置电路	8
3.4	示波器模块接口电路	8
3.5	USB HUB 电路.....	10
3.6	USB 转 UART 电路	10
3.7	USB BLASTER II 电路.....	11
3.8	千兆以太网接口电路	12
3.9	SDRAM 电路	13
3.10	VGA 接口电路.....	14
3.11	摄像头模块接口电路	16
3.12	7 段数码管电路	17
3.13	蜂鸣器电路	18
3.14	TF 卡接口电路.....	18
3.15	开关电路	19
3.16	按键电路	19
3.17	LED 电路.....	20
3.18	I2C 总线电路.....	21
3.18.1	OLED 模块接口电路.....	21
3.18.2	RTC 电路	21
3.18.3	EEPROM 电路	22
3.18.4	温湿度传感器电路.....	22
3.19	8x8 RGB 点阵电路	23
3.20	温度传感器电路	23

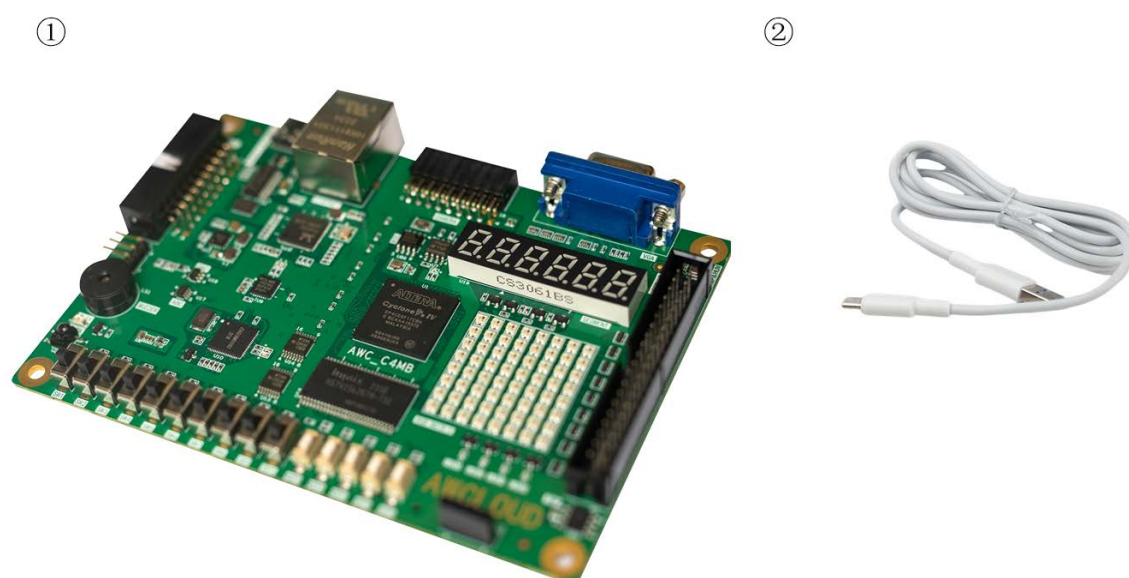
3.21	40-PIN IO 扩展接口电路.....	24
3.22	ADC 电路.....	25
3.23	DAC 电路.....	26
3.24	红外发射器电路	27
3.25	红外接收器电路	27

1 概述

AWC_C4 DVK 是由重庆海云捷迅科技有限公司围绕 Intel Cyclone IV E 系列 FPGA 研发的一款全面支持 FPGA 基础实验的高性价比开发套件。板卡设计以 FPGA 教学为基础，配备诸如 LED、按键、拨码开关、七段数码管等基础外设，用于 FPGA 入门级学习。同时为激发学生的学习兴趣，可以使用 RGB 三色发光二极管阵列、OLED、温湿度传感器、蜂鸣器等外设进行可视化、交互式的设计。另外，对于有创新能力较强的学生，还可使用 SDRAM、以太网接口、TF 卡接口、VGA 接口、摄像头接口、ADC/DAC、用户扩展 IO 等进行更为复杂的设计和开发。

此外，AWC_C4 DVK 板载 USB Blaster II 下载器，程序下载速率相对于上一代提升 4-5 倍。同时板卡采用亚克力玻璃板进行保护，用户扩展 IO 的 ESD 防护等级达到 $\pm 18/12\text{KV}$ ，可极大提高开发套件的使用寿命，适用于各种教学实验环境需求。并且还可配套 Intel FPGA 中国创新中心系列丛书《FPGA 设计与 Verilog HDL 实现》和《FPGA 设计与 VHDL 实现》进行更为系统性、整体性的学习。

图 1-1 AWC_C4 DVK 包装内容



AWC_C4 DVK 包装包括以下内容：

- ① 1 块 AWC_C4MB 开发板
- ② 1 根用于开发板供电、FPGA 程序下载以及 USB 转 UART 通信的 USB Type-C 连接线

图 1-2 AWC_C4MB 开发板实物图（正面）

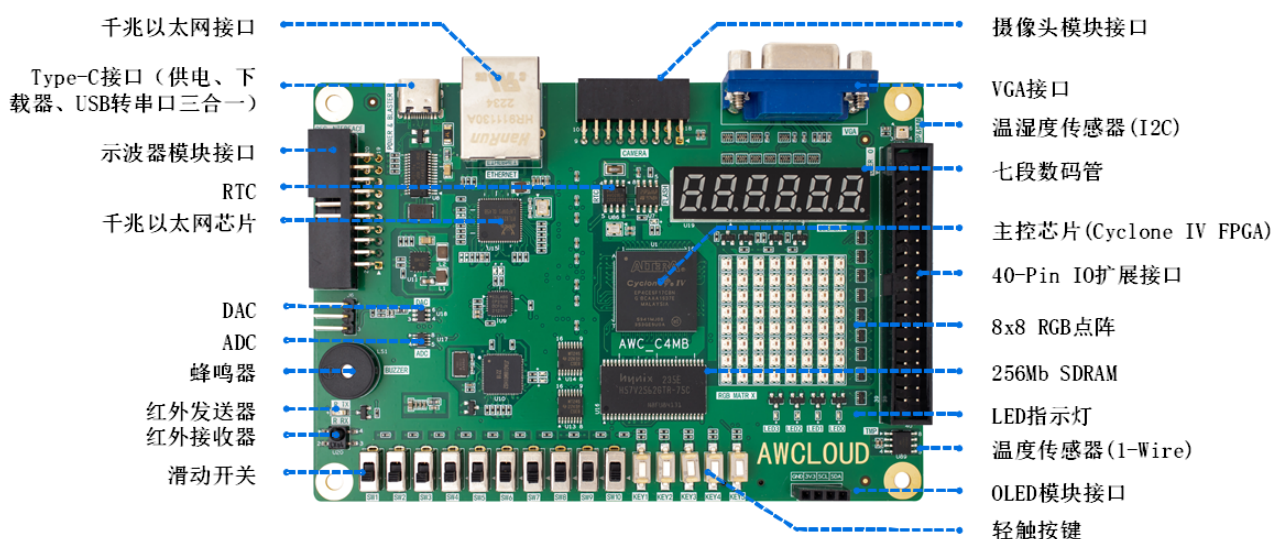
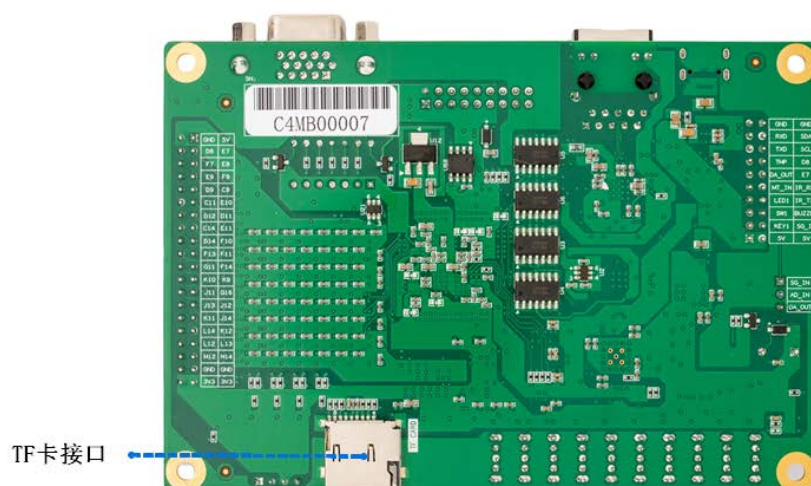


图 1-3 AWC_C4MB 开发板实物图（背面）



AWC_C4MB 开发板整体尺寸为 130x90mm，电气参数为 5V 额定电压以及 2A 最大工作电流。

2 部件名称及功能

图 2-1 AWC_C4MB 开发板 PCB 图（正面、带位号）

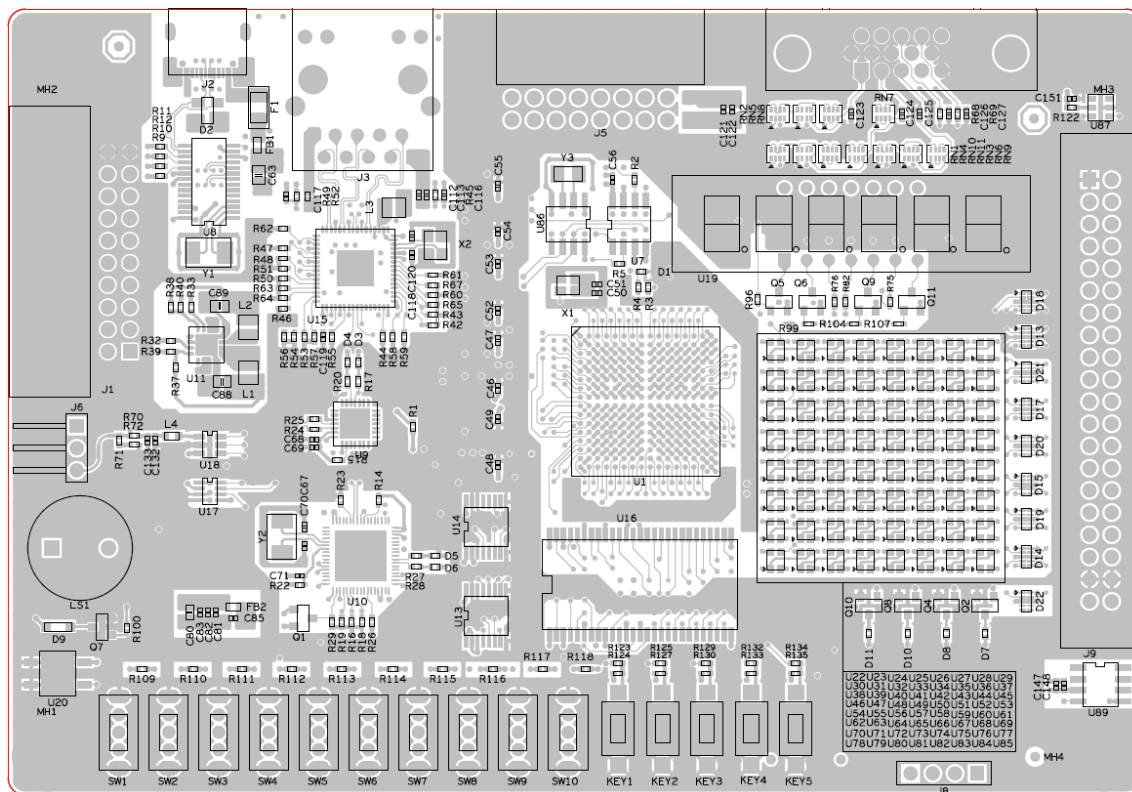


图 2-1 AWC_C4MB 开发板 PCB 图（背面、带位号）

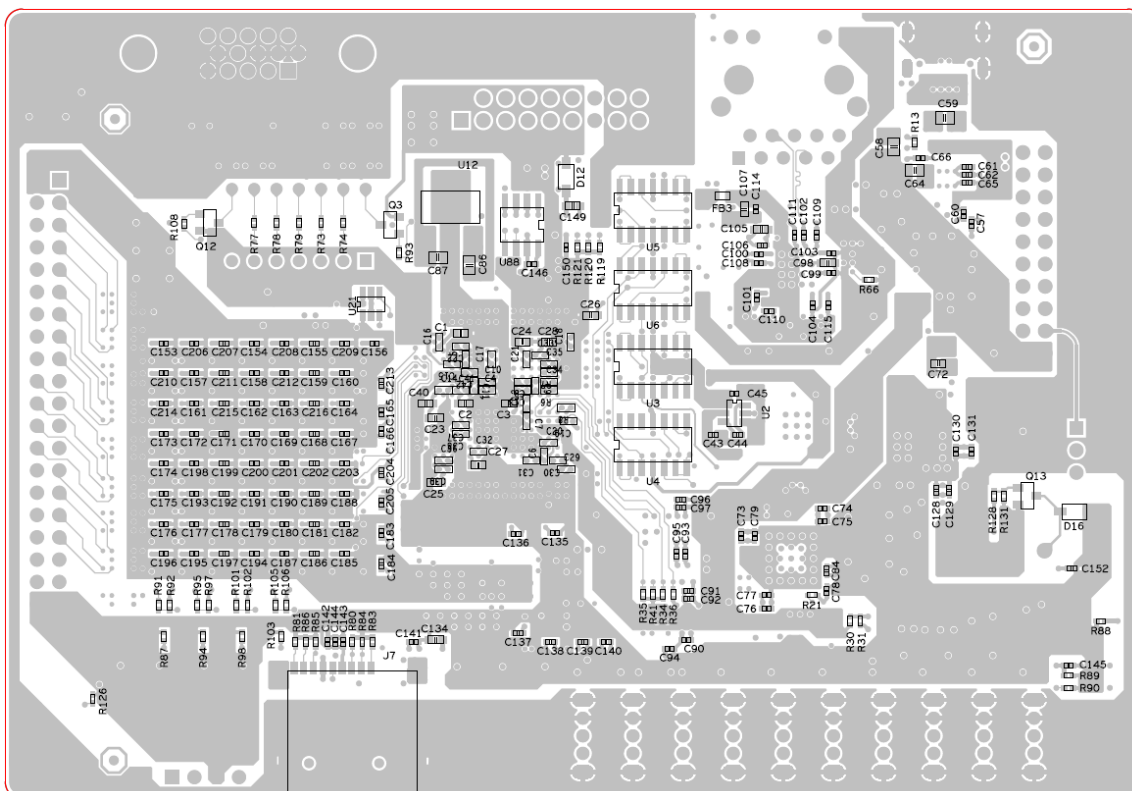
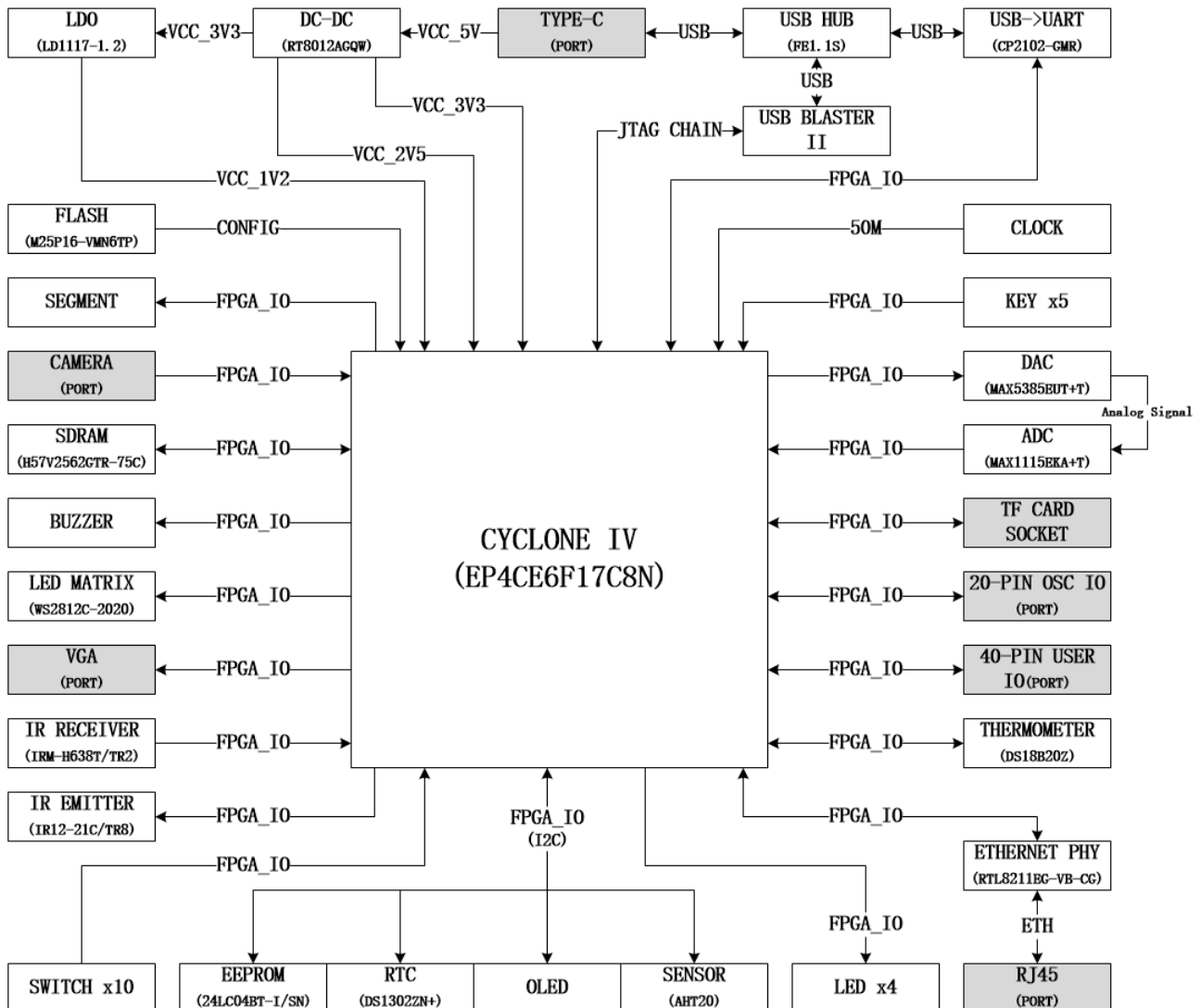


表 2-1 AWC_C4MB 开发板部件名称与功能

部件名称	器件编号	功能描述
主控芯片	U1	1 片可编程实现外设功能的 Intel Cyclone IV E 系列 FPGA 芯片
配置芯片	U7	1 片 16Mb 的串行闪存芯片
USB Hub 芯片	U8	1 片 4 口 USB 2.0 扩展芯片
USB 转 UART 芯片	U9	1 片用于桥接 USB 到 UART 的芯片
USB Blaster II 芯片	U10	1 片支持 USB Blaster 二代下载器的芯片
以太网芯片	U15	1 片高度集成的 10/100/1000M 自适应以太网收发器芯片
SDRAM 芯片	U16	1 片 256Mb 同步动态随机存储芯片
ADC 芯片	U17	1 片将 8-Bit 模拟信号转变为 8-Bit 数字信号的芯片
DAC 芯片	U18	1 片将 8-Bit 数字信号转变为 8-Bit 模拟信号的芯片
七段数码管	U19	1 个基于多个发光二极管封装且能显示 6 位数字的半导体发光器件
红外接收器	U20	1 个用于接收红外信号的器件
红外发射器	D9	1 个用于在一定范围内向外发射红外光线的器件
8x8 RGB 点阵	U22-U85	1 个由 64 个 RGB 三色发光二极管组成的 8x8 阵列
RTC 芯片	U86	1 片实时时钟芯片
温湿度传感器	U87	1 个基于 I2C 总线的温度和湿度传感器件
EEPROM 芯片	U88	1 片掉电后数据不丢失的存储芯片
温度传感器	U89	1 个基于 1-Wire 总线的温度传感器件
示波器模块接口	J1	1 个用于连接示波器模块的 IDC 连接器
Type-C 接口	J2	1 个用于开发板 5V 供电、FPGA 程序下载以及 USB 转 UART 通信的接口
千兆以太网接口	J3	1 个千兆以太网 RJ45 连接器
VGA 接口	J4	1 个用于连接 VGA 的接口
摄像头模块接口	J5	1 个用于连接摄像头模块的接口
TF 卡接口	J7	1 个用于插入微型 SD 卡的插槽，可用于数据存储与读取
OLED 模块接口	J8	1 个用于连接 OLED 模块的插座
40-Pin I/O 扩展接口	J9	1 个 2x20P 的 IDC 连接器
50MHz 时钟	X1	1 颗给开发板提供 50MHz 时钟的有源晶振
蜂鸣器	LS1	1 个采用外部驱动的电磁式发声器件
LED 指示灯	LED0-LED3	4 个黄绿色 LED 指示灯，可用于用户实验和测试
轻触按键	KEY1-KEY5	5 个轻触按键，可用于用户实验和测试
滑动开关	SW1-SW10	10 个滑动开关，可用于用户实验和测试

图 2-3 AWC_C4MB 开发板框图

AWC_C4MB Block Diagram



3 详细功能定义

3.1 时钟电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 50MHz 的有源晶体振荡器。该晶振直接连接到主控芯片的专用时钟输入管脚上，目的是为主控芯片提供参考时钟。此外，该参考时钟也可用作驱动锁相环（PLL）电路的源时钟。

图 3-1-1 时钟电路示意图

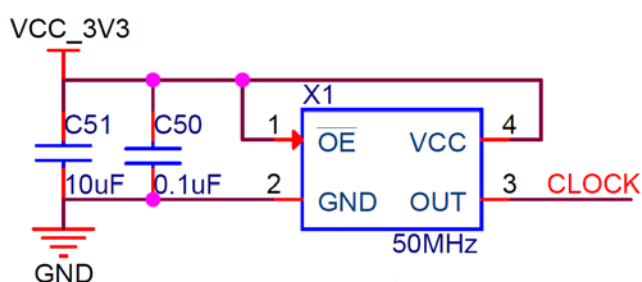


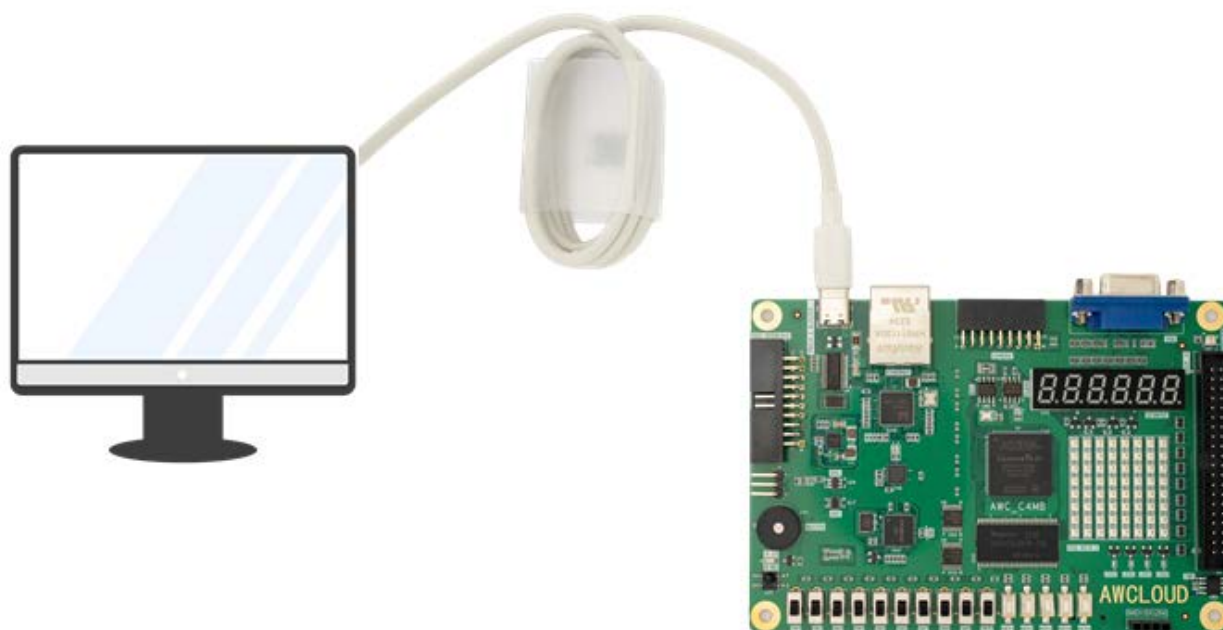
表 3-1-1 时钟电路引脚分配

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
CLOCK	E1	50MHz 时钟输入	3.3V

3.2 电源电路

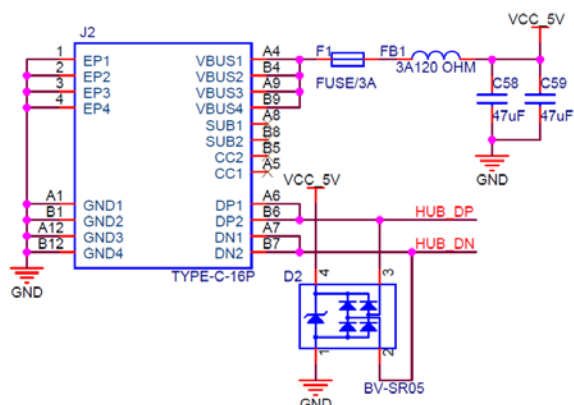
AWC_C4 DVK 的供电方式为依靠 USB Type-C 接口，可直接通过一根 USB Type-C 连接线连接电脑 PC 如下图所示进行供电，供电电压为 5V。

图 3-2-1 AWC_C4 DVK 供电连接方式示意图



3.2.1 5V DC 电源电路

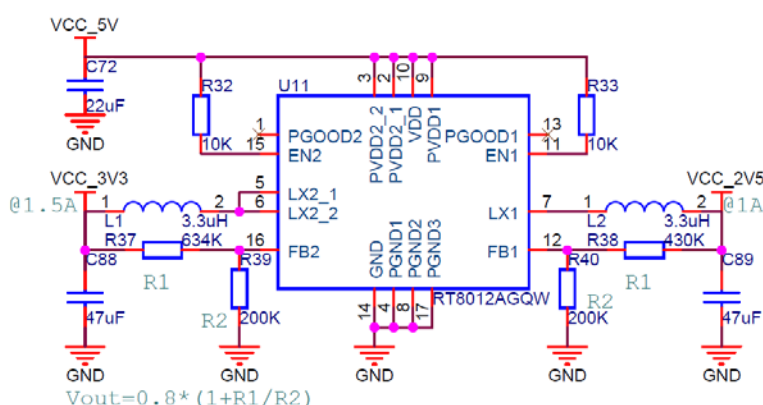
图 3-2-1-1 5V DC 电源电路示意图



上图描述的是完整的 5V DC 电源电路。当完成 AWC_C4 DVK 供电连接后，经过一系列提供稳压和保护的器件例如自恢复保险丝、磁珠以及电容，即可为 AWC_C4MB 开发板整体提供稳定的+5V 电压输入。

3.2.2 5V 转 3.3V 和 2.5V 输出电路

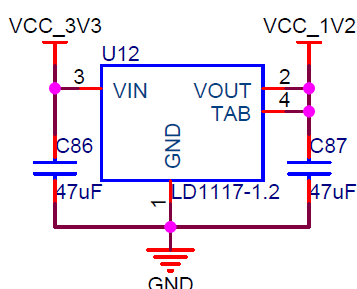
图 3-2-2-1 5V 转 3.3V 和 2.5V 输出电路示意图



上图描述的是完整的 5V 转 3.3V 和 2.5V 输出电压电路。输入的 5V 电压通过 RICHTEK 公司的 DC-DC 电源芯片 RT8012AGQW 可转换出 3.3V 和 2.5V 两路输出电压，其中 3.3V 的输出电流为 1.5A(MAX)，2.5V 的输出电流为 1A(MAX)。该芯片主要是通过调整 R1（如图 R37 和 R38）以及 R2（如图 R39 和 R40）的数值来达到期望的各路输出电压数值，公式为 $V_{out}=0.8*(1+R1/R2)$ 。

3.2.3 3.3V 转 1.2V 输出电路

图 3-2-3-1 3.3V 转 1.2V 输出电路示意图



上图描述的是完整的 3.3V 转 1.2V 输出电压电路。由 5V 电压转换出的 3.3V 电压通过能固定输出 1.2V 电压版本的线性稳压器 (LDO) 转换出一路 1.2V 输出电压, 输出电流为 1A(MAX)。

表 3-2-3-1 AWC C4 DVK 电源功能分配表

电源	供电功能
+5V	USB Hub 芯片、USB 转 UART 芯片、40-Pin I/O 扩展接口、示波器模块接口
+3.3V	主控芯片、配置芯片、USB Blaster II 芯片、以太网芯片、SDRAM 芯片、ADC 芯片、DAC 芯片、七段数码管、红外接收器、红外发射器、RGB 点阵、RTC 芯片、温湿度传感器、EEPROM 芯片、温度传感器、VGA 接口、摄像头接口、TF 卡接口、OLED 接口、40-Pin I/O 扩展接口、蜂鸣器、LED 指示灯、轻触按键、滑动开关
+2.5V	主控芯片
+1.2V	主控芯片

3.3 配置电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个配置电路，主要用于对主控芯片进行 AS 模式（主动串行）配置。在 AS（主动串行）模式下，配置芯片中存储的主控芯片配置数据将会在开发板上电后自动加载至主控芯片。配置芯片采用的是 MICRON 公司的串行闪存芯片，型号为 M25P16-VMN6TP。

图 3-3-1 配置电路示意图

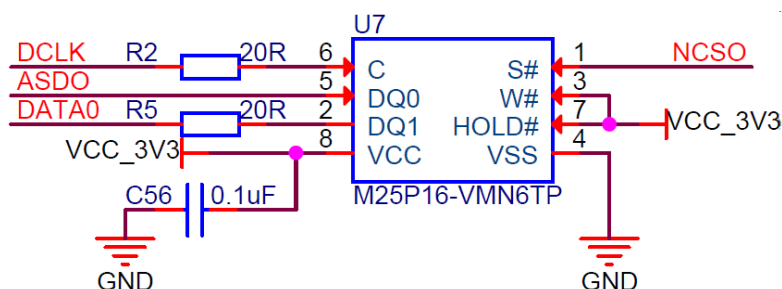


表 3-3-1 配置电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
DATA0	H2	串行数据输入	3.3V
DCLK	H1	串行时钟输出	3.3V
ASD0	C1	控制信号输出	3.3V
NCS0	D2	使能信号输出	3.3V

3.4 示波器模块接口电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个示波器模块接口, 主要用于连接示波器模块对板上关键信号进行抓取。其中关键信号 16 个, 外加 2 个 5V 电压以及 2 个 GND, 采用 2x10P 的 IDC 连接器引出。此外, 为能在示波器模块中更为清晰的观察到这些信号的波形, 需在引出前做增幅处理。增幅采用的是 GAIN SIL 公司的运算放大器芯片, 型号为 GS8094-SR。

图 3-4-1 示波器模块接口电路示意图

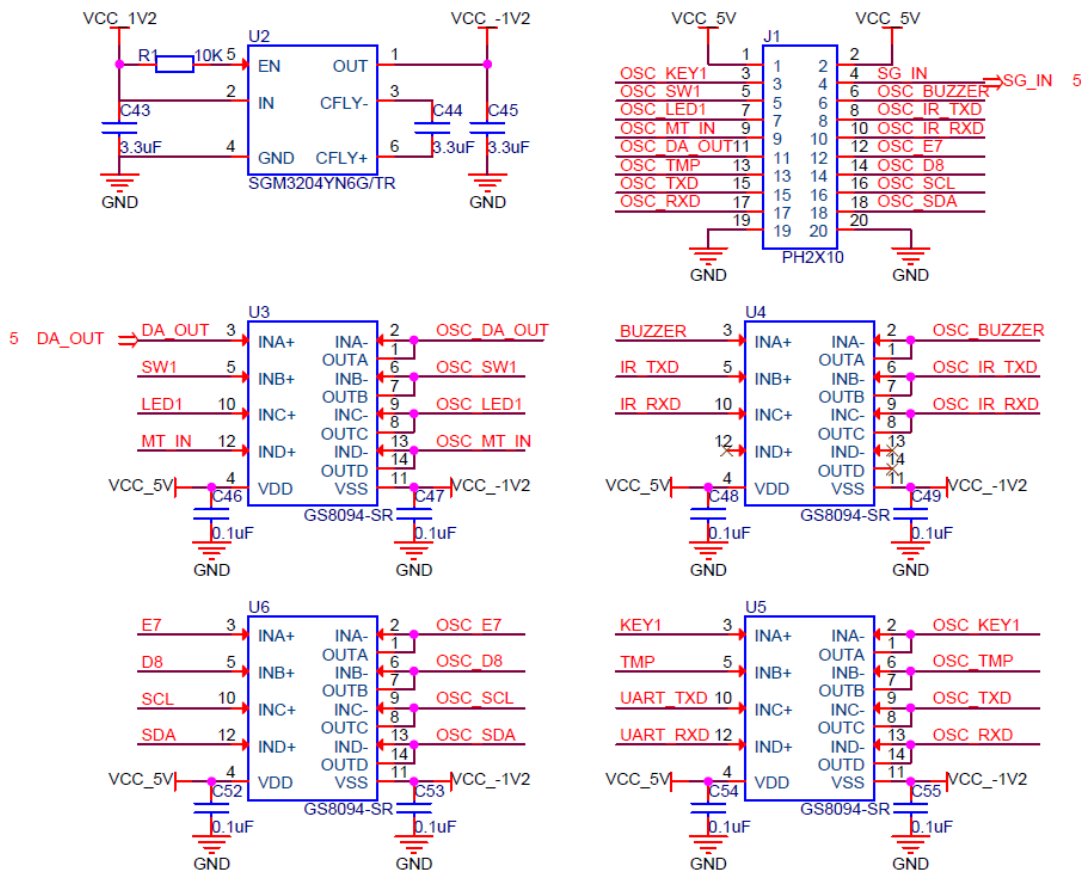


表 3-4-1 示波器模块接口电路引脚对应列表

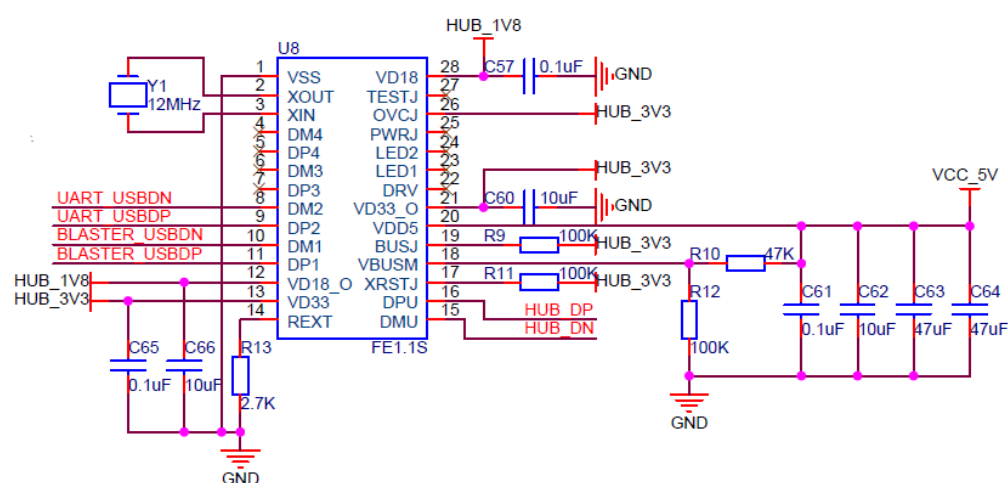
信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
VCC_5V	-	+5V 电压输出	-
VCC_5V	-	+5V 电压输出	-
OSC_KEY1	-	轻触按键输入 1（调试接口）	3.3V
OSC_SG_IN	-	ADC 数据输出（调试接口）	3.3V
OSC_SW1	-	滑动开关输出 1（调试接口）	3.3V
OSC_BUZZER	-	蜂鸣器输出（调试接口）	3.3V
OSC_LED1	-	LED 指示灯输入 1（调试接口）	3.3V
OSC_IR_TXD	-	红外信号输出（调试接口）	3.3V
OSC_MT_IN	-	8x8 RGB 点阵输出（调试接口）	3.3V
OSC_IR_RXD	-	红外信号输入（调试接口）	3.3V
OSC_DA_OUT	-	DAC 数据输入（调试接口）	3.3V
OSC_E7	-	GPIO E7（调试接口）	3.3V
OSC_TMP	-	温度传感器数据线（调试接口）	3.3V
OSC_D8	-	GPIO D8（调试接口）	3.3V
OSC_TXD	-	UART 数据输出（调试接口）	3.3V
OSC_SCL	-	I2C 时钟输出（调试接口）	3.3V

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
OSC_RXD	—	UART 数据输入（调试接口）	3.3V
OSC_SDA	—	I2C 数据线（调试接口）	3.3V
GND	—	接地	—
GND	—	接地	—

3.5 USB Hub 电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 USB Hub 电路, 主要用于扩展 USB 接口, 以便于减少板上 USB 连接器数量从而优化板卡结构及空间。该部分电路采用 TERMINUS 公司的 USB 芯片, 型号为 FE1.1S, 分出两路 USB 数据通道。其中一路用于串口通信, 另一路则为 USB Blaster II 下载器使用。

图 3-5-1 USB Hub 电路示意图



3.6 USB 转 UART 电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 USB 转 UART 电路, 主要用于串口通信。转换芯片采用的是 SILICON LABS 公司的 USB 芯片, 型号为 CP2102-GMR。

图 3-6-1 USB 转 UART 电路示意图

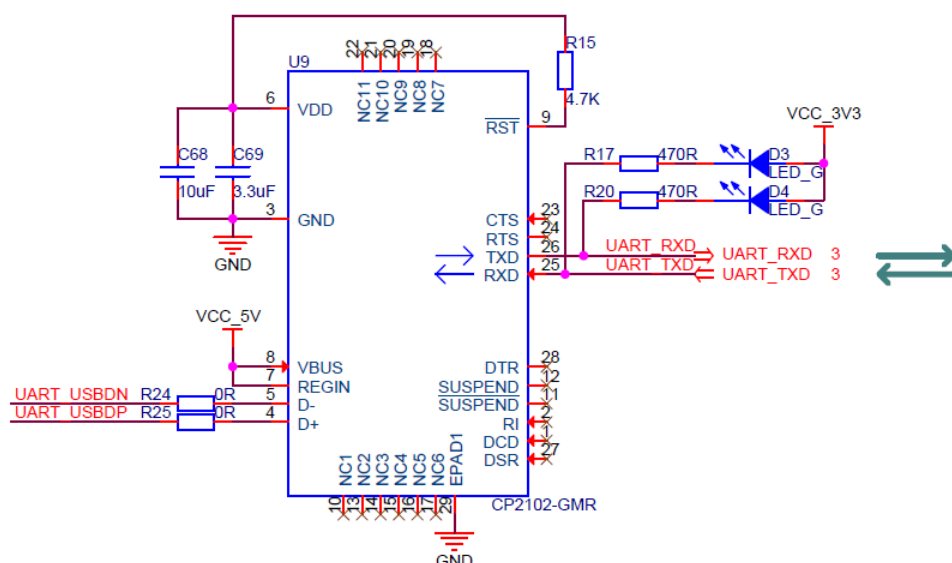


表 3-6-1 USB 转 UART 电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
UART_TXD	G1	UART 数据输出	3.3V
UART_RXD	M2	UART 数据输入	3.3V

3.7 USB Blaster II 电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 USB Blaster II 电路，主要用于主控芯片程序下载及调试。通常情况下，开发板上会设计有 1 个 JTAG 接口，可通过使用 USB Blaster 下载器连接电脑 PC 和该接口，即可下载程序到主控芯片或者固化程序到 Flash 后对系统进行调试与测试。但在本次设计中，不仅仅将 USB Blaster 下载器板载到开发板上节约成本，并且将其迭代至二代大大提升程序下载速率。USB Blaster 二代下载器芯片采用的是小梅哥的 JTAG 芯片，型号为 JTAG18M01HS2。此外，为匹配主控芯片上专用 JTAG 引脚电平要求（2.5V），采用 TI 公司的 4 位双电源总线收发器芯片进行配置电压转换，型号为 SN74AVC4T245PWR。

图 3-7-1 USB Blaster II 电路示意图

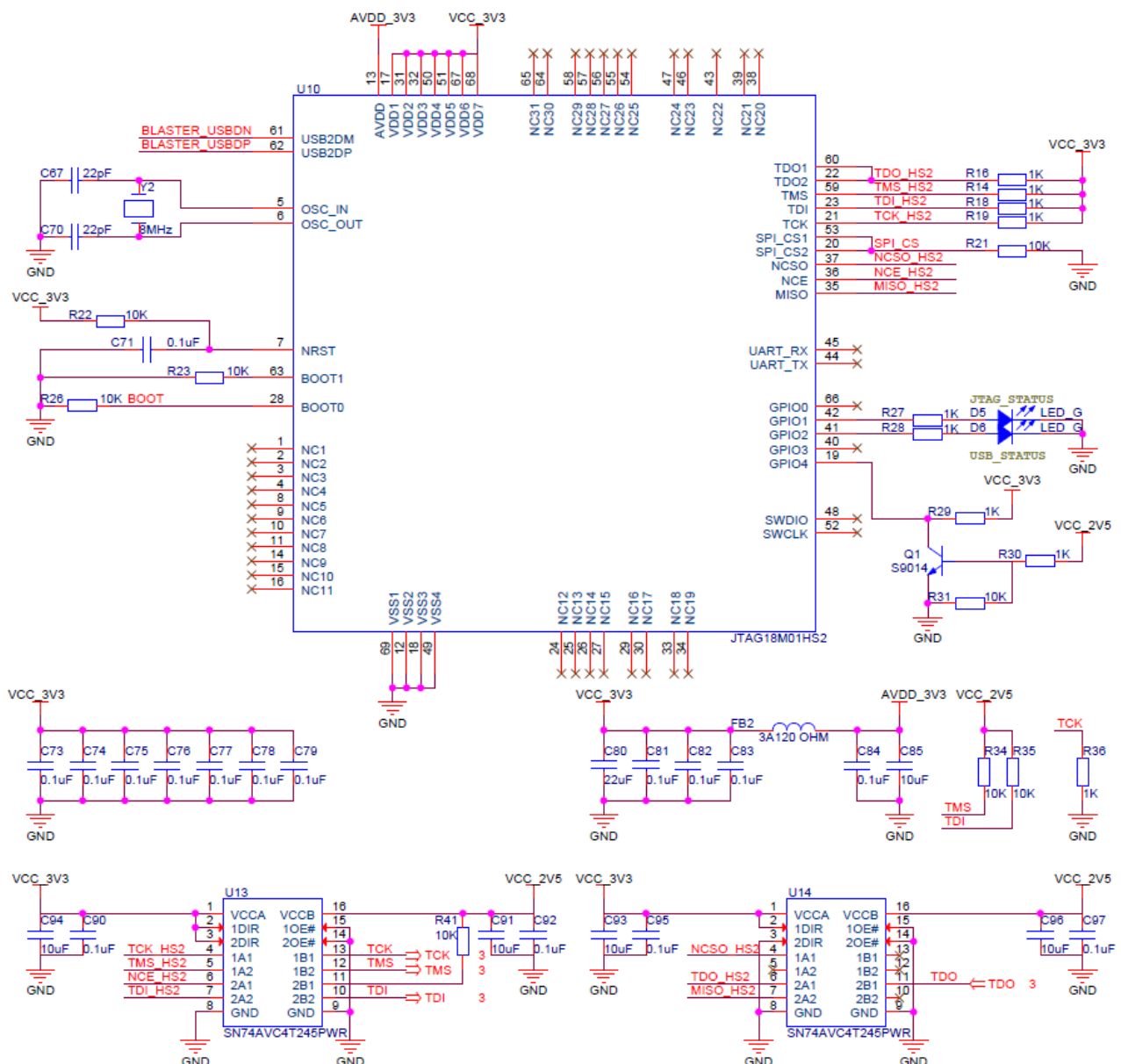


表 3-7-1 USB Blaster II 电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
TCK	H3	JTAG 时钟输入	2.5V
TMS	J5	JTAG 模式选择输入	2.5V
TDI	H4	JTAG 数据输入	2.5V
TDO	J4	JTAG 数据输出	2.5V

3.8 千兆以太网接口电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个千兆以太网接口，主要用于通过与主控芯片、以太网芯片进行千兆以太网传输。以太网芯片采用的是 REALTEK 公司的以太网收发器芯片，型号为 RTL8211EG-VB-CG。该芯片同时集成 10/100/1000M 以太网收发器，并支持 RGMII/GMII 接口，可为用户提供多种多样的网络通信服务。

图 3-8-1 千兆以太网接口电路示意图

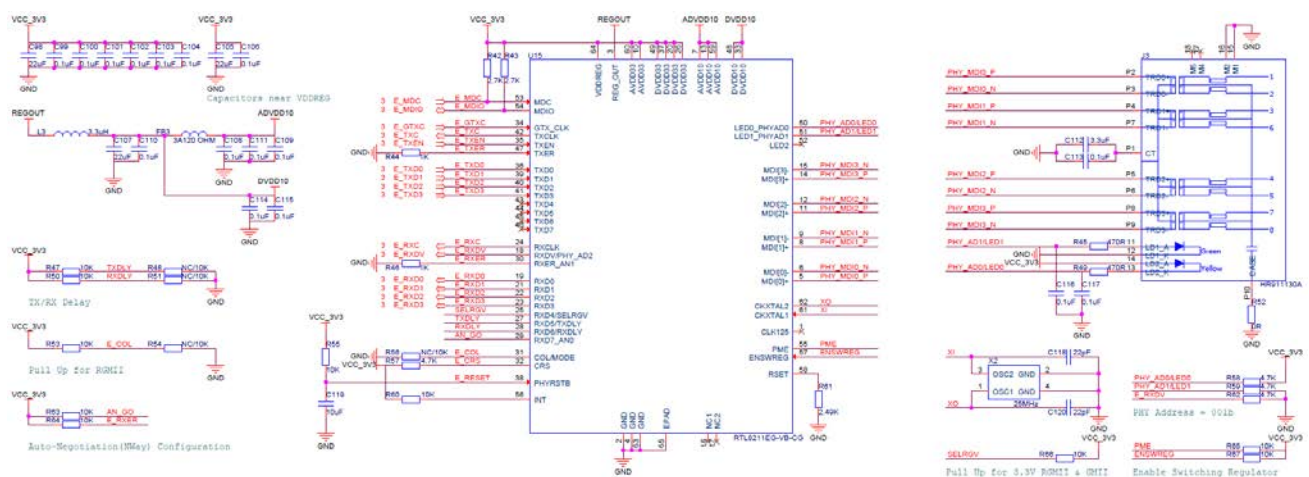


表 3-8-1 千兆以太网接口电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
E_MDC	J2	管理接口时钟输出	3.3V
E_MDIO	J6	管理接口数据线	3.3V
E_GTXC	K1	GMII 发送时钟输出	3.3V
E_TXC	L6	GMII 发送时钟输入	3.3V
E_TXEN	L7	GMII 发送使能输出	3.3V
E_TXD0	L8	GMII 发送数据输出 0	3.3V
E_TXD1	M6	GMII 发送数据输出 1	3.3V
E_TXD2	M7	GMII 发送数据输出 2	3.3V
E_TXD3	M8	GMII 发送数据输出 3	3.3V
E_RXC	N3	GMII 接收时钟输入	3.3V
E_RXDV	N5	GMII 接收使能输入	3.3V
E_RXD0	N6	GMII 接收数据输入 0	3.3V
E_RXD1	N8	GMII 接收数据输入 1	3.3V

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
E_RXD2	P3	GMI2 接收数据输入 2	3.3V
E_RXD3	P8	GMI2 接收数据输入 3	3.3V

3.9 SDRAM 电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 SDRAM 电路，主要用于协助主控芯片内部的命令发送以及数据传输等。其中 SDRAM 芯片采用的是 SK Hynix 公司的 256Mb（4Mx4Bankx16IO）同步动态随机存储器芯片。该芯片主要通过 16 位数据线、控制线和地址线与主控芯片相连，可满足对主控芯片的深度开发需求。

图 3-9-1 SDRAM 电路示意图

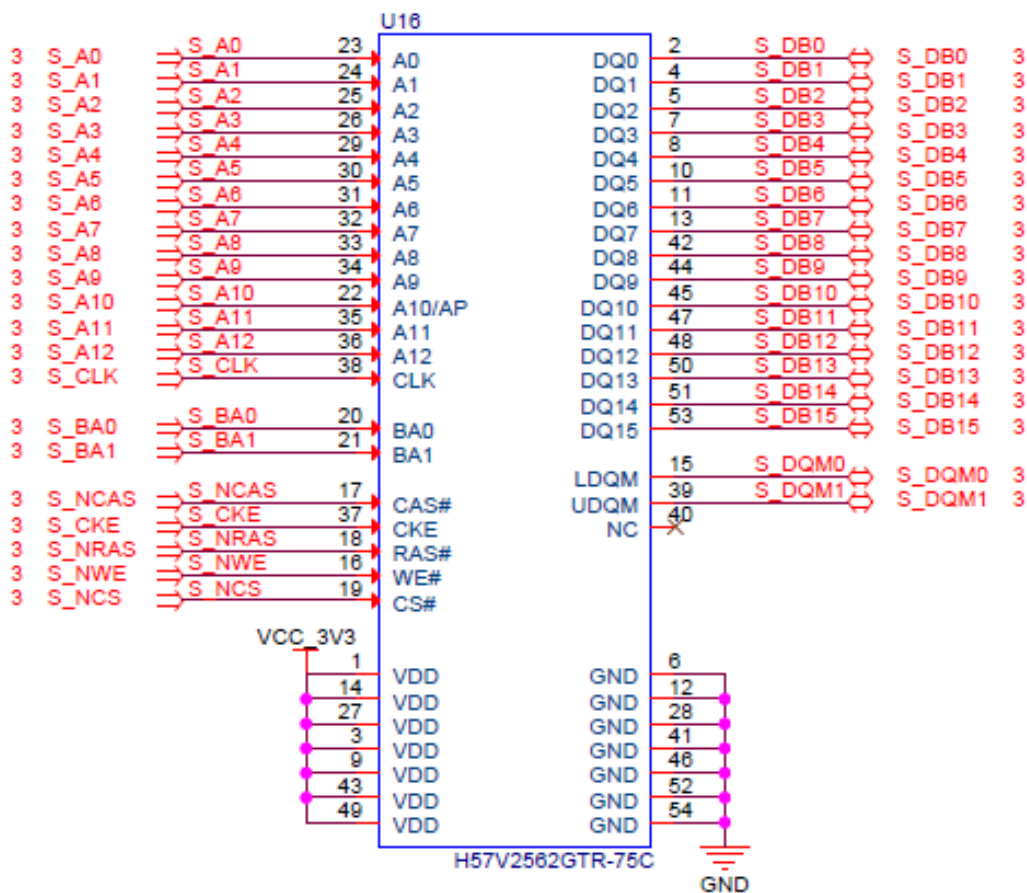


表 3-9-1 SDRAM 电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
S_DB0	R5	SDRAM 数据线 0	3.3V
S_DB1	T4	SDRAM 数据线 1	3.3V
S_DB2	T3	SDRAM 数据线 2	3.3V
S_DB3	R3	SDRAM 数据线 3	3.3V
S_DB4	T2	SDRAM 数据线 4	3.3V
S_DB5	R1	SDRAM 数据线 5	3.3V
S_DB6	P2	SDRAM 数据线 6	3.3V

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
S_DB7	P1	SDRAM 数据线 7	3.3V
S_DB8	R13	SDRAM 数据线 8	3.3V
S_DB9	T13	SDRAM 数据线 9	3.3V
S_DB10	R12	SDRAM 数据线 10	3.3V
S_DB11	T12	SDRAM 数据线 11	3.3V
S_DB12	T10	SDRAM 数据线 12	3.3V
S_DB13	R10	SDRAM 数据线 13	3.3V
S_DB14	T11	SDRAM 数据线 14	3.3V
S_DB15	R11	SDRAM 数据线 15	3.3V
S_DQM0	N2	SDRAM 数据掩码（低位）	3.3V
S_DQM1	T14	SDRAM 数据掩码（高位）	3.3V
S_A0	T8	SDRAM 地址输出 0	3.3V
S_A1	P9	SDRAM 地址输出 1	3.3V
S_A2	T9	SDRAM 地址输出 2	3.3V
S_A3	R9	SDRAM 地址输出 3	3.3V
S_A4	L16	SDRAM 地址输出 4	3.3V
S_A5	L15	SDRAM 地址输出 5	3.3V
S_A6	N16	SDRAM 地址输出 6	3.3V
S_A7	N15	SDRAM 地址输出 7	3.3V
S_A8	P16	SDRAM 地址输出 8	3.3V
S_A9	P15	SDRAM 地址输出 9	3.3V
S_A10	R8	SDRAM 地址输出 10	3.3V
S_A11	R16	SDRAM 地址输出 11	3.3V
S_A12	T15	SDRAM 地址输出 12	3.3V
S_CLK	R4	SDRAM 时钟输出	3.3V
S_BA0	R7	SDRAM Bank 地址输出 0	3.3V
S_BA1	T7	SDRAM Bank 地址输出 1	3.3V
S_NCAS	T5	SDRAM 列地址选通输出	3.3V
S_CKE	R14	SDRAM 时钟使能输出	3.3V
S_NRAS	R6	SDRAM 行地址选通输出	3.3V
S_NWE	N1	SDRAM 写使能输出	3.3V
S_NCS	T6	SDRAM 片选输出	3.3V

3.10 VGA 接口电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 15 针的 D-SUB 接口，主要用于 VGA 输出。本次设计采用的是 R-2R 电阻梯形网络模拟 DAC（数模转换器）的简易方案替换例如 ADV 系列的视频转换芯片，将数字信号转换为三种基色（红、绿、蓝）模拟信号，以此降低成本。输出图像目前能支持 1024*768、1280*1024 等分辨率。

图 3-10-1 VGA 接口电路示意图

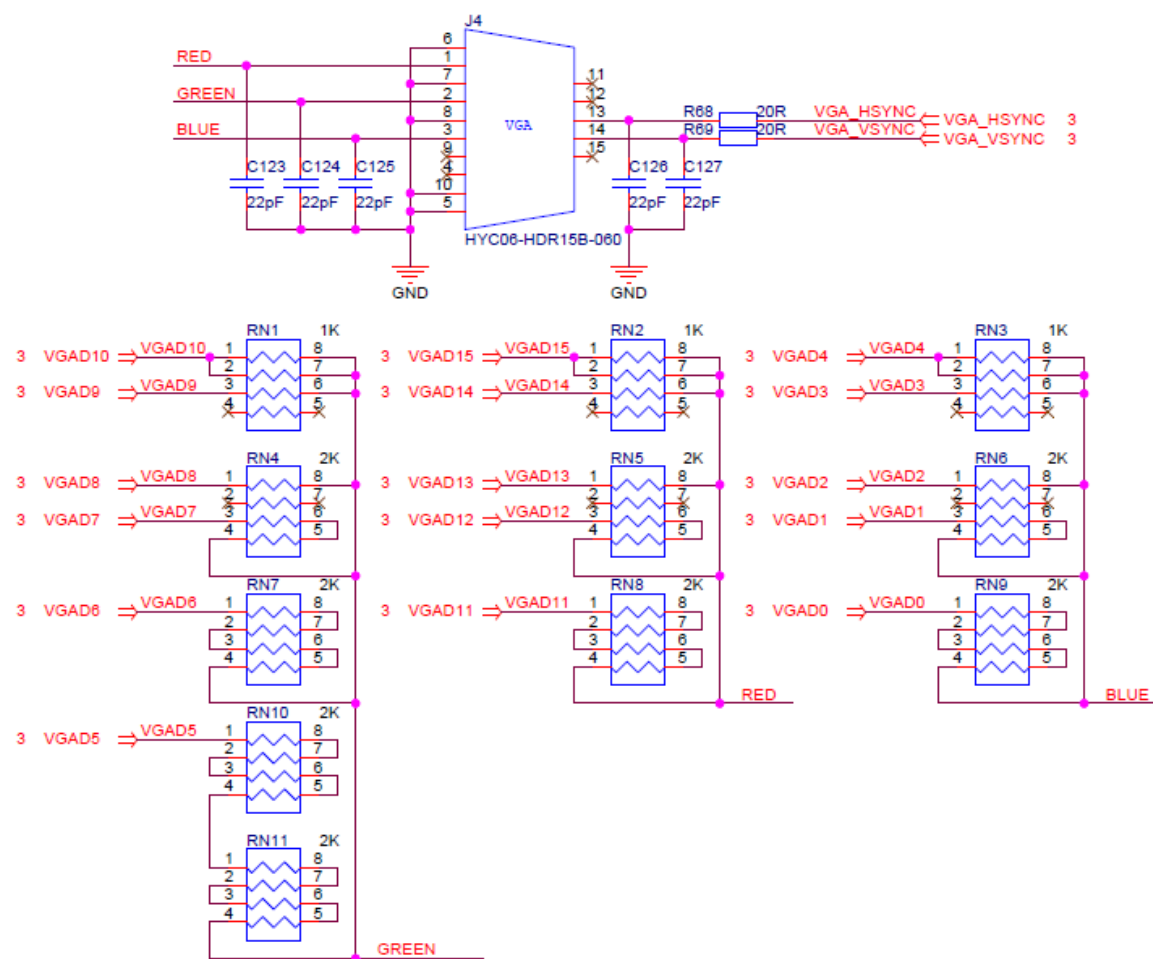


表 3-10-1 VGA 接口电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
VGAD0	C15	VGA 数据输出 0	3.3V
VGAD1	B16	VGA 数据输出 1	3.3V
VGAD2	A15	VGA 数据输出 2	3.3V
VGAD3	B14	VGA 数据输出 3	3.3V
VGAD4	A14	VGA 数据输出 4	3.3V
VGAD5	B13	VGA 数据输出 5	3.3V
VGAD6	A13	VGA 数据输出 6	3.3V
VGAD7	B12	VGA 数据输出 7	3.3V
VGAD8	A12	VGA 数据输出 8	3.3V
VGAD9	B11	VGA 数据输出 9	3.3V
VGAD10	A11	VGA 数据输出 10	3.3V
VGAD11	B10	VGA 数据输出 11	3.3V
VGAD12	A10	VGA 数据输出 12	3.3V
VGAD13	B9	VGA 数据输出 13	3.3V

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
VGAD14	A9	VGA 数据输出 14	3.3V
VGAD15	C8	VGA 数据输出 15	3.3V
VGA_HSYNC	C16	VGA 水平同步信号输出	3.3V
VGA_VSYNC	D15	VGA 垂直同步信号输出	3.3V

3.11 摄像头模块接口电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个摄像头模块接口，主要用于连接摄像头模块，并且可结合 VGA 接口进行图形图像处理相关功能的定制开发。

图 3-11-1 摄像头模块接口电路示意图

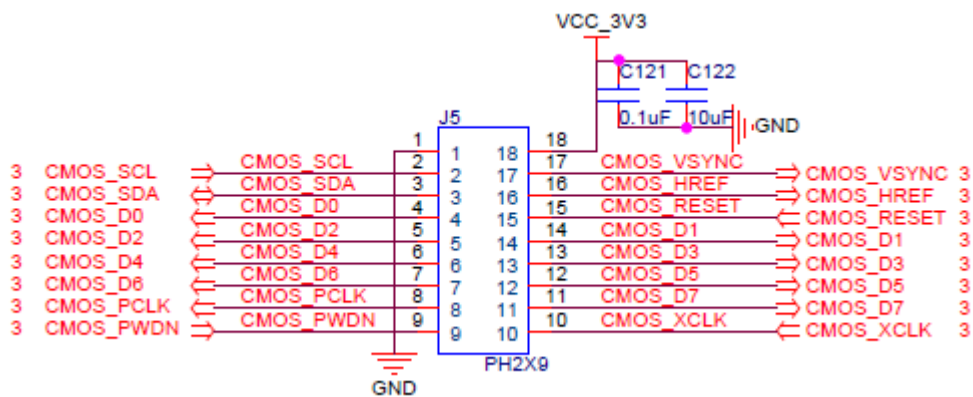


表 3-11-1 摄像头模块接口电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
CMOS_D0	F5	摄像头数据输入 0	3.3V
CMOS_D1	G5	摄像头数据输入 1	3.3V
CMOS_D2	D4	摄像头数据输入 2	3.3V
CMOS_D3	M1	摄像头数据输入 3	3.3V
CMOS_D4	F3	摄像头数据输入 4	3.3V
CMOS_D5	F2	摄像头数据输入 5	3.3V
CMOS_D6	E5	摄像头数据输入 6	3.3V
CMOS_D7	C3	摄像头数据输入 7	3.3V
CMOS_SCL	C6	摄像头 I2C 时钟输出	3.3V
CMOS_SDA	D6	摄像头 I2C 数据线	3.3V
CMOS_PWDN	G2	摄像头掉电使能输出	3.3V
CMOS_HREF	D1	摄像头行同步信号输入	3.3V
CMOS_VSYNC	F6	摄像头帧同步信号输入	3.3V
CMOS_RESET	F1	摄像头复位输出	3.3V
CMOS_XCLK	D3	摄像头驱动时钟输出	3.3V
CMOS_PCLK	D5	摄像头像素时钟输入	3.3V

3.12 7 段数码管电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 7 段共阳极数码管，主要用于显示字符和数字。这种半导体发光器件主要是由发光二极管（LED）组成的。该数码管每 1 位都由 8 个发光二极管组成，在这里被分别定义为：A，B，C，D，E，F，G，DP。驱动原理为通过改变每 1 个发光二极管为逻辑低电平时，即可使其发亮，反之则熄灭从而可以组合显示出理想的数字和字符。

图 3-12-1 7 段数码管电路示意图

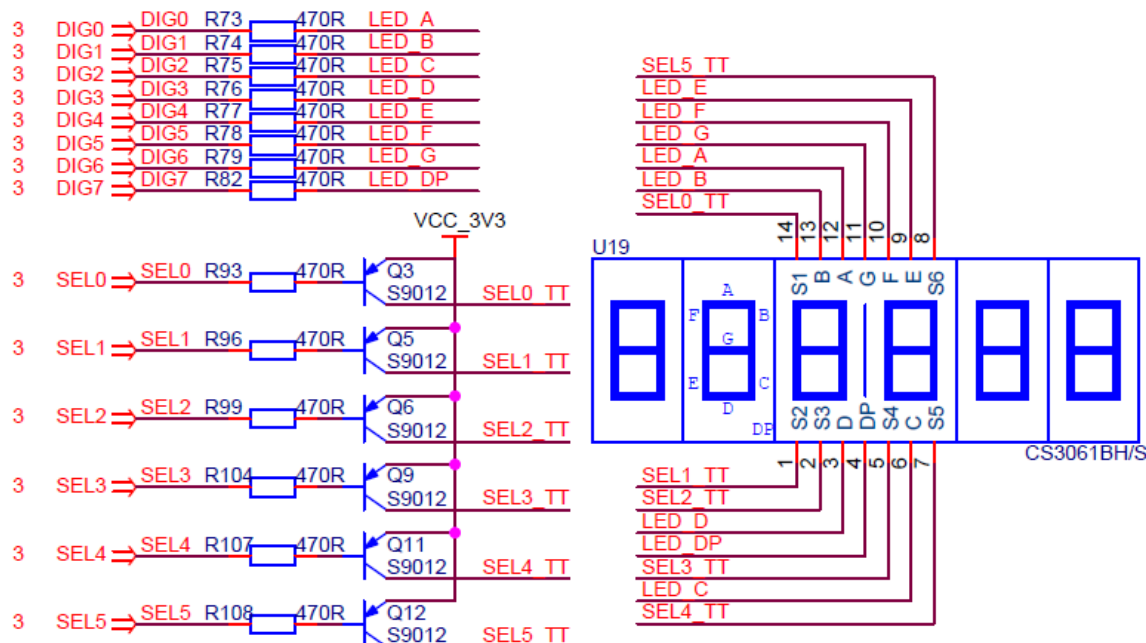


表 3-12-1 7 段数码管电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
SEL0	A4	发光二极管 S1 输出	3.3V
SEL1	B4	发光二极管 S2 输出	3.3V
SEL2	B3	发光二极管 S3 输出	3.3V
SEL3	A3	发光二极管 S4 输出	3.3V
SEL4	A2	发光二极管 S5 输出	3.3V
SEL5	B1	发光二极管 S6 输出	3.3V
DIG_0	B7	发光二极管 A 输出	3.3V
DIG_1	A8	发光二极管 B 输出	3.3V
DIG_2	A6	发光二极管 C 输出	3.3V
DIG_3	B5	发光二极管 D 输出	3.3V
DIG_4	B6	发光二极管 E 输出	3.3V
DIG_5	A7	发光二极管 F 输出	3.3V
DIG_6	B8	发光二极管 G 输出	3.3V
DIG_7	A5	发光二极管 DP 输出	3.3V

3.13 蜂鸣器电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个无源电磁式蜂鸣器，主要用于发声。工作原理为方波信号输入谐振装置转换为声音信号输出。由于是无源，所以需要外部驱动方式，即使用三极管放大电流进行驱动。

图 3-13-1 蜂鸣器电路示意图

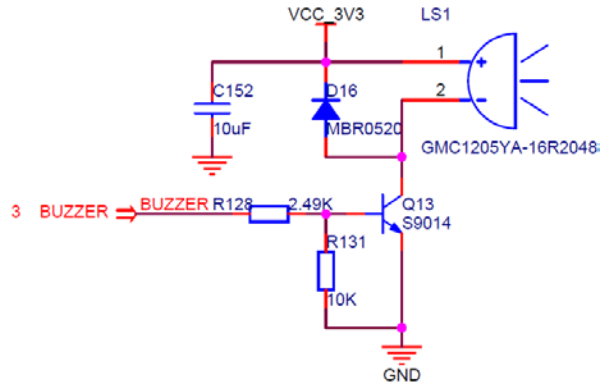


表 3-13-1 蜂鸣器电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
BUZZER	J1	蜂鸣器输出	3.3V

3.14 TF 卡接口电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 TF 卡接口，主要用于插入 1 张 TF 卡，为主控芯片提供外部存储。存储内容可包括需下载至主控芯片的程序、操作系统内核、文件系统以及其他的用户数据文件。

图 3-14-1 TF 卡接口电路示意图

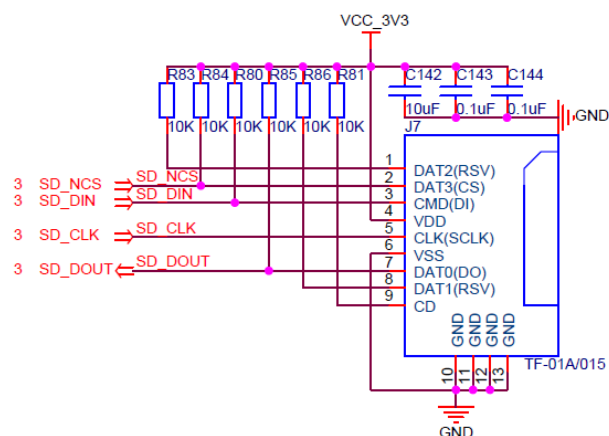


表 3-14-1 TF 卡接口电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
SD_NCS	K15	TF 卡片选输出	3.3V
SD_DIN	K16	TF 卡数据输出	3.3V
SD_CLK	J15	TF 卡时钟输出	3.3V
SD_DOUT	J16	TF 卡数据输入	3.3V

3.15 开关电路

AWC_C4 DVK 上设计有 10 个滑动开关，主要用于开关方面的实验和测试。这些滑动开关没有去抖动，可以用做电路的敏感电平数据输入。每一个滑动开关均为单刀双掷，即当任一滑动开关滑钮处于上方（远离开发板边缘）时输出低电平，反之处于下方（靠近开发板边缘）时输出高电平。

图 3-15-1 开关电路示意图

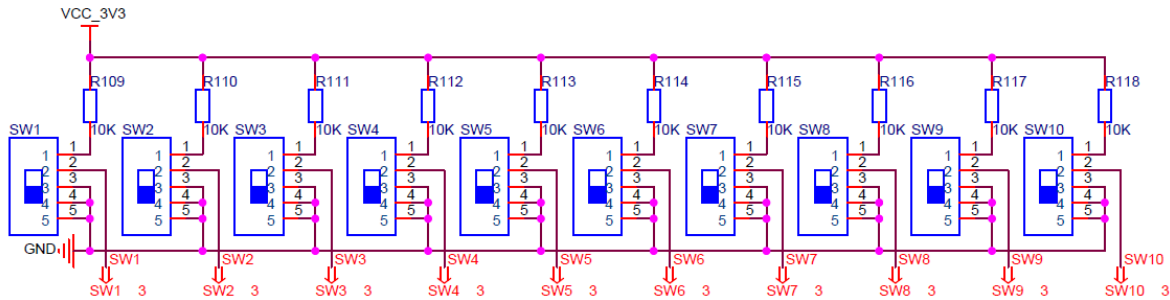


表 3-15-1 开关电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
SW1	M9	滑动开关输入 1	3.3V
SW2	N12	滑动开关输入 2	3.3V
SW3	N9	滑动开关输入 3	3.3V
SW4	P14	滑动开关输入 4	3.3V
SW5	P11	滑动开关输入 5	3.3V
SW6	P6	滑动开关输入 6	3.3V
SW7	L3	滑动开关输入 7	3.3V
SW8	N13	滑动开关输入 8	3.3V
SW9	M10	滑动开关输入 9	3.3V
SW10	N11	滑动开关输入 10	3.3V

3.16 按键电路

AWC_C4 DVK 上设计有 5 个轻触按键，主要用于按键方面的实验和测试。这些轻触按键均没有实现施密特触发，如果要用做去抖动按键或复位输入，需要配合消抖程序使用。每一个轻触按键均为单刀单掷，即当任一轻触按键按下时会输出低电平（低电平有效）。

图 3-16-1 按键电路示意图

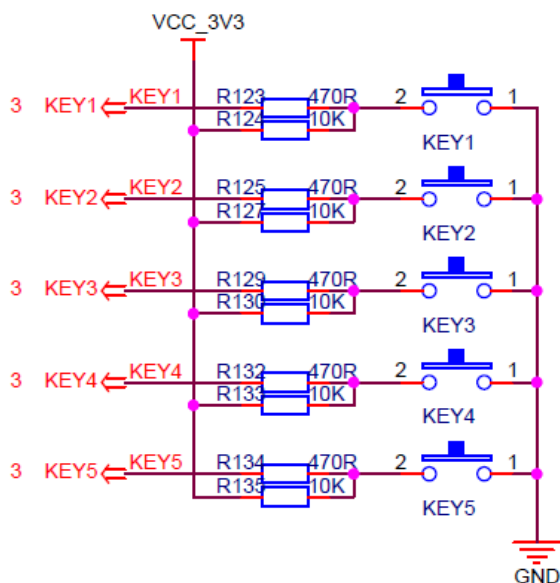


表 3-2-1 按键电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
KEY1	E15	轻触按键输入 1	3.3V
KEY2	E16	轻触按键输入 2	3.3V
KEY3	M15	轻触按键输入 3	3.3V
KEY4	M16	轻触按键输入 4	3.3V
KEY5	F8	轻触按键输入 5	3.3V

3.17 LED 电路

AWC_C4 DVK 上设计有 4 个 LED 指示灯，主要用于 LED 方面的实验和测试。每一个 LED 指示灯均为黄绿色，且均可以通过程序来控制亮与灭。当任一 LED 指示灯为逻辑高电平时，LED 指示灯点亮，反之则熄灭。

图 3-17-1 LED 电路示意图

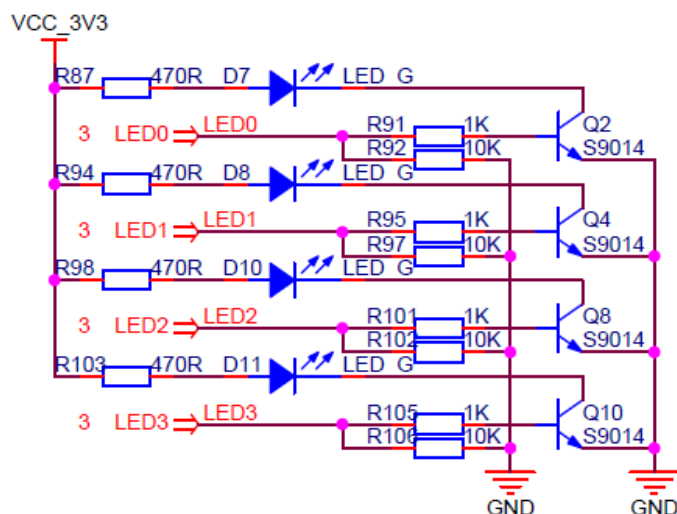


表 3-17-1 LED 电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
LED0	G15	LED 指示灯输出 0	3.3V
LED1	F16	LED 指示灯输出 1	3.3V
LED2	F15	LED 指示灯输出 2	3.3V
LED3	D16	LED 指示灯输出 3	3.3V

3.18 I2C 总线电路

I2C 总线是一种简单、双向二线制同步串行总线。它只需要两根线即可进行多个器件之间的通信。这两根线分别是 SDA（串行数据线）和 SCL（串行时钟线），它们都是双向 I/O 线。I2C 总线的优势主要在于简化硬件电路 PCB 布线，降低系统成本，提高系统可靠性。AWC_C4 DVK 上设计有 4 个电路涉及到 I2C 总线的运用，它们分别是：OLED 接口电路、RTC 电路、EEPROM 电路以及温湿度传感器电路。

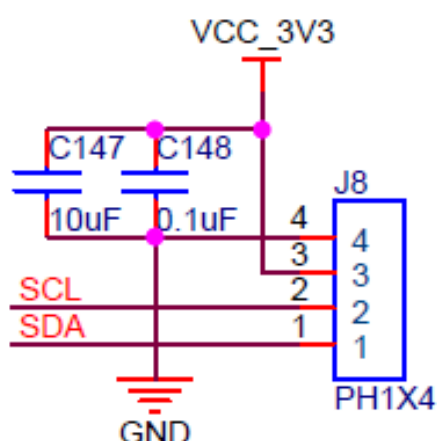
表 3-18-1 I2C 总线电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
SCL	L1	I2C 时钟输出	3.3V
SDA	L2	I2C 数据线	3.3V

3.18.1 OLED 模块接口电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 OLED 模块接口，主要用于连接 OLED 模块。OLED 模块是由有机发光二极管组成的屏幕以及驱动电路构成。有机材料发光强度与注入的电流成正比，且每个显示像素的电流可以单独控制。当电流通过时，不同的显示像素，在驱动信号的作用下，即可在屏幕上合成出各种字符、数字、图形以及图像。

图 3-18-1-1 OLED 模块接口电路示意图



3.18.2 RTC 电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 RTC 电路，主要用于为系统提供实时时钟以及精确的时间基准。RTC 芯片采用的是 MAXIM 公司的实时时钟芯片，型号为 DS1302ZN+。此外，该部分电路将原先的+3V 外部纽扣电池供电变更为使用大容量电容蓄电从而实现板卡掉电后芯片供电功能，以便于优化板卡接口及空间。

图 3-18-2-1 RTC 电路示意图

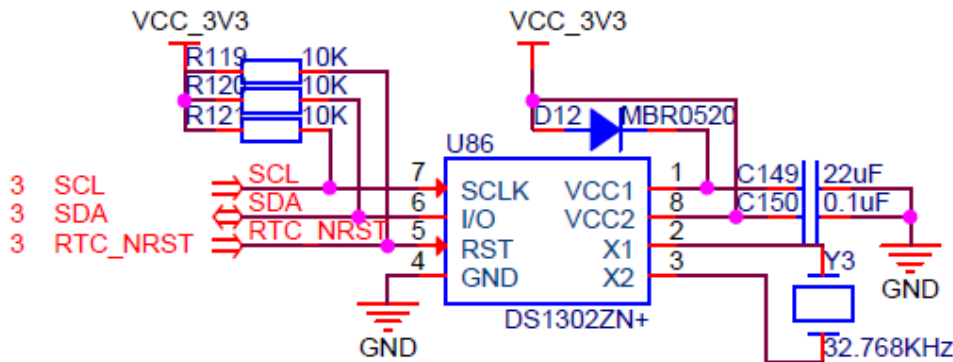


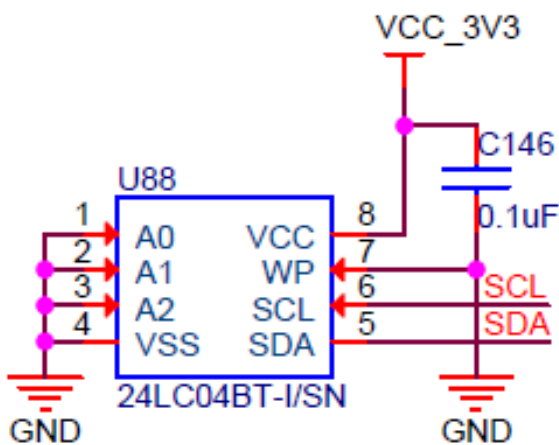
表 3-18-2-1 RTC 电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
RTC_Nrst	K2	RTC 复位输出	3.3V

3.18.3 EEPROM 电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 EEPROM 电路，主要用于保存系统数据防止系统掉电后数据丢失。EEPROM 芯片采用的是 MICROCHIP 公司的带电可擦可编程只读存储器芯片，型号为 24LC04BT-I/SN，存储容量为 4Kb。

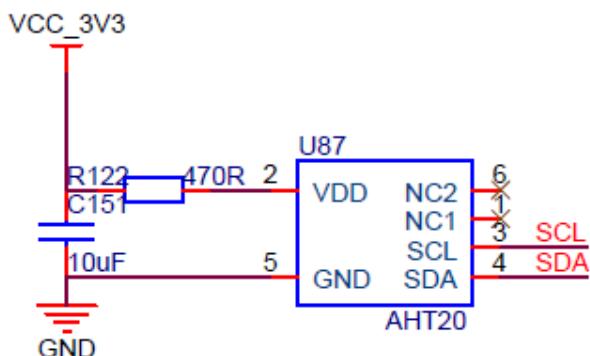
图 3-18-3-1 EEPROM 电路示意图



3.18.4 温湿度传感器电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个温湿度传感器电路，主要用于测量周围环境的温度、湿度数据。传感器芯片采用的是 ASAIR 公司的温湿度传感器芯片，型号为 AHT20。

图 3-18-4-1 温湿度传感器电路示意图



3.19 8x8 RGB 点阵电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 8x8 RGB 点阵电路，主要用于静态或动态显示彩色数字、字符以及特效等。该部分电路由 64 个 RGB 三色发光二极管采用串行级联的方式组成，仅通过一根信号线即可完成数据的接收与解码。RGB 三色发光二极管采用的是 WORLDSEMI 公司的发光二极管，型号为 WS2812C-2020。此外，由于信号线 IO 电平标准为 3.3V，为匹配 RGB 三色发光二极管的驱动电平要求（5V），采用 TI 公司的单位双电源总线收发器芯片进行配置电压转换，型号为 SN74LVC1T45DBVR。

图 3-19-1 8x8 RGB 点阵电路示意图

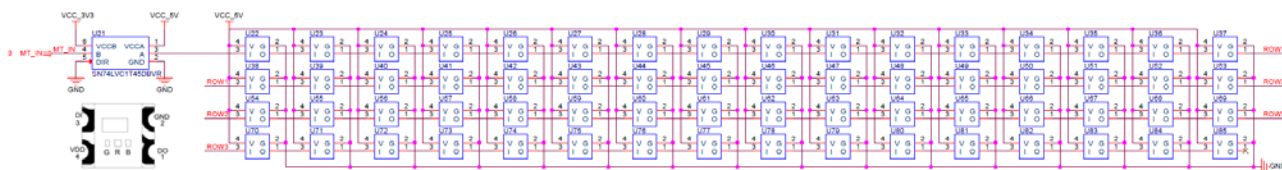


表 3-19-1 8x8 RGB 点阵电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
MT_IN	K6	8x8 RGB 点阵输出	3.3V

3.20 温度传感器电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个基于 1-Wire 总线的温度传感器电路，主要用于测量周围环境并提供 9-Bit 到 12-Bit 的摄氏温度丈量精度的温度数据。1-Wire 总线是一个简单的信号传输电路，可直接通过一根共用的数据线实现主控制器与一个或一个以上从器件之间的半双工双向通信。1-Wire 总线的优势在于可减少系统间的互联、节省 IO 资源、结构简单、成本低廉、便于总线扩展维护等。传感器芯片采用的是 UWM 公司的温度传感器芯片，型号为 DS18B20Z。

图 3-20-1 温度传感器电路示意图

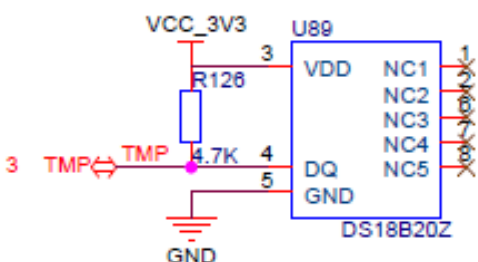


表 3-20-1 温度传感器电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
TMP	E6	温度传感器数据线	3.3V

3.21 40-Pin IO 扩展接口电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 40-Pin IO 扩展接口，主要用于连接其他外部设备。其中包含 34 个主控芯片 IO，剩余 6 个 IO 分别为 1 个+5V 电压输出管脚、2 个+3.3V 电压输出管脚以及 3 个 GND 接地管脚。此外，每个主控芯片 IO 均连接 ESD 防护器件，阻止静电的传导现象，从而防止电路的破坏以及增加板卡使用寿命。ESD 防护器件采用的是 ELECSUPER 公司的静电放电保护器件，型号为 RCLAMP0524P-ES。

图 3-21-1 40-Pin IO 扩展接口电路示意图

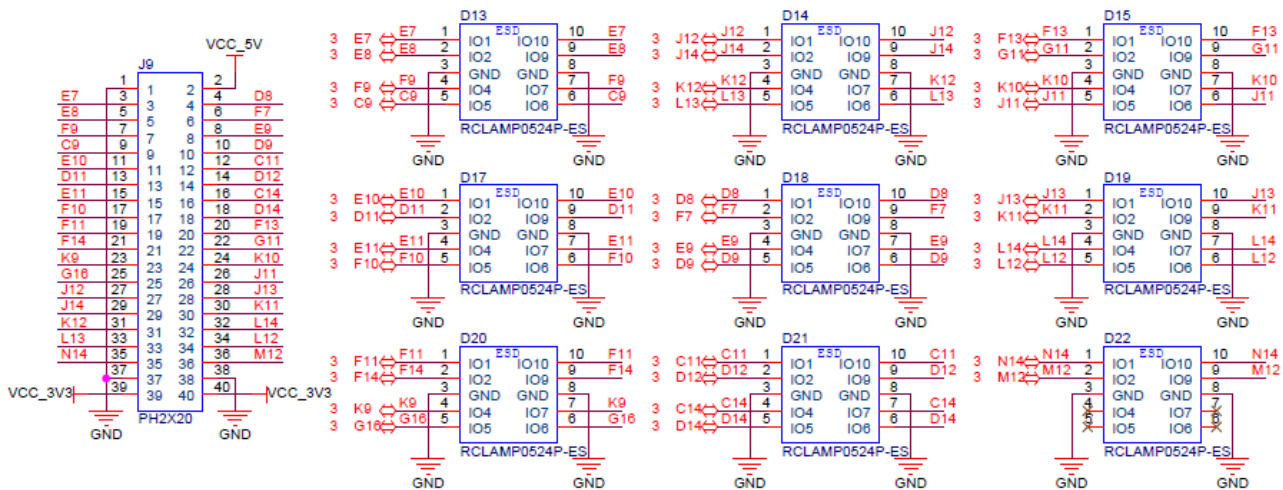


表 3-21-1 40-Pin IO 扩展接口电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
GND	—	接地	—
VCC_5V	—	+5V 电压输出	—
E7	E7	GPIO E7	3.3V
D8	D8	GPIO D8	3.3V
E8	E8	GPIO E8	3.3V
F7	F7	GPIO F7	3.3V
F9	F9	GPIO F9	3.3V
E9	E9	GPIO E9	3.3V
C9	C9	GPIO C9	3.3V
D9	D9	GPIO D9	3.3V
E10	E10	GPIO E10	3.3V
C11	C11	GPIO C11	3.3V
D11	D11	GPIO D11	3.3V
D12	D12	GPIO D12	3.3V
E11	E11	GPIO E11	3.3V

C14	C14	GPIO C14	3.3V
F10	F10	GPIO F10	3.3V
D14	D14	GPIO D14	3.3V
F11	F11	GPIO F11	3.3V
F13	F13	GPIO F13	3.3V
F14	F14	GPIO F14	3.3V
G11	G11	GPIO G11	3.3V
K9	K9	GPIO K9	3.3V
K10	K10	GPIO K10	3.3V
G16	G16	GPIO G16	3.3V
J11	J11	GPIO J11	3.3V
J12	J12	GPIO J12	3.3V
J13	J13	GPIO J13	3.3V
J14	J14	GPIO J14	3.3V
K11	K11	GPIO K11	3.3V
K12	K12	GPIO K12	3.3V
L14	L14	GPIO L14	3.3V
L13	L13	GPIO L13	3.3V
L12	L12	GPIO L12	3.3V
N14	N14	GPIO N14	3.3V
M12	M12	GPIO M12	3.3V
GND	—	接地	—
GND	—	接地	—
VCC_3V3	—	+3.3V 电压输出	—
VCC_3V3	—	+3.3V 电压输出	—

3.22 ADC 电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 ADC 电路，主要用于实现模数转换器功能。模数转换器顾名思义，就是可以将连续的模拟信号采样后，输出离散的数字信号（用“0”或者“1”两个单元来表示一个值并且也是主控芯片能识别的信号）。ADC 芯片采用的是 MAXIM 公司的低功耗、8 位模数转换器芯片，型号为 MAX1115EKA+T，采样率可达 100KHz。此外，在 AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 1x3P 排针，主要用于根据实际情况使用跳线帽选择单独输入模拟信号给 ADC 电路或者与 DAC 电路输出的模拟信号形成闭环。

[illegible]

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
AD_SEL	K8	ADC 片选输出	3.3V
AD_CLK	L10	ADC 时钟输出	3.3V
SG_IN	—	ADC 数据输出	3.3V
AD_OUT	C2	ADC 数据输入	3.3V

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 DAC 电路，主要用于实现数模转换器功能。数模转换器顾名思义，就是可以将二进制数字量形式的离散信号转换成以标准量（或参考量）为基准的模拟量的转换器件，一般由权电阻网络、运算放大器、基准电源和模拟开关 4 个部分组成。DAC 芯片采用的是 MAXIM 公司的低功耗、8 位、拥有三线（SPI、QSPI、MICROWIRE）串行接口的模数转换器芯片，型号为 MAX5385EUT+T，时钟可达 10MHz。此外，在 AWC_C4 DVK 上设计有 1 个 1x3P 排针，主要用于根据实际情况使用跳线帽选择单独输入模拟信号给 ADC 电路或者与 DAC 电路输出的模拟信号形成闭环。

[illegible]

表 3-23-1 DAC 电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
DA_SEL	L9	DAC 片选输出	3.3V
DA_CLK	L11	DAC 时钟输出	3.3V
DA_IN	M11	DAC 数据输出	3.3V
DA_OUT	—	DAC 数据输入	3.3V

3.24 红外发射器电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个红外发射器电路，主要用于红外通信。红外发射器是一种遥控设备，具有遥控功能，可在一定范围内向外发射光线，从而达到控制信号的作用。此外，通过匹配 AWC_C4 DVK 上的红外接收器，还能达成与其他系统通信的目的。红外发射器采用的是 EVERLIGHT 公司的贴片式红外发射管，型号为 IR12-21C/TR8，发射波长为 940nm，视角为 150° -160°。

图 3-24-1 红外发射器电路示意图

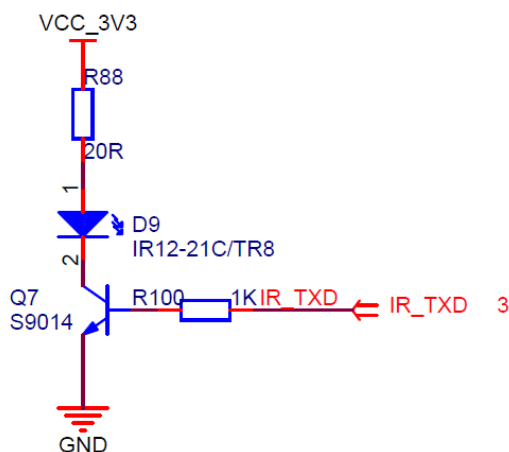


表 3-24-1 红外发射器电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
IR_TXD	L4	红外信号输出	3.3V

3.25 红外接收器电路

AWC_C4 DVK 上设计有 1 个红外接收器电路，主要用于红外通信。红外接收器是一种可以接收红外信号并能独立完成从红外线接收到输出与 TTL 电平信号兼容的器件。此外，通过匹配 AWC_C4 DVK 上的红外发射器，还能达成与其他系统通信的目的。红外接收器采用的是 EVERLIGHT 公司的红外遥控接收头，型号为 IRM-H638T/TR2，载波频率为 38KHz，接收波长为 940nm，接收角度为 45° @垂直和 45° @水平。

图 3-25-1 红外接收器电路示意图

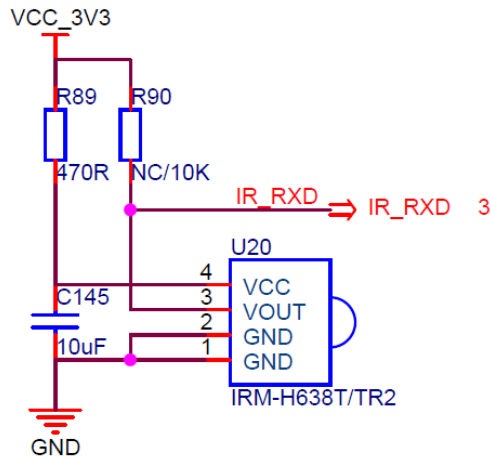


表 3-25-1 红外接收器电路引脚对应列表

信号名称	引脚号	描述（以主控芯片为参照）	I/O 标准
IR_RXD	K5	红外信号输入	3.3V