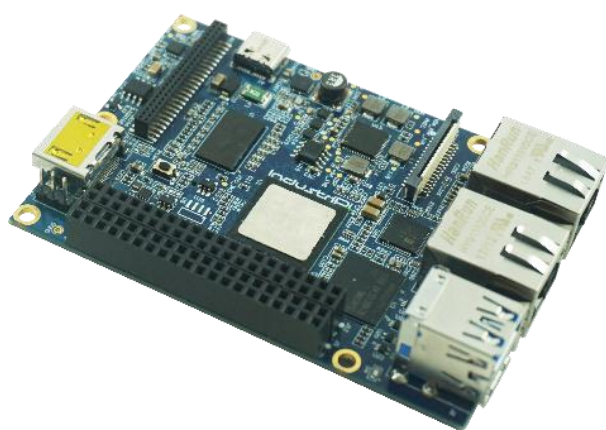


IndustriPi

硬件使用手册 v1.0



发布说明

修订历史记录:

日期	版本	说明	作者
2019.03.15	Version<1.0>	初始版本	Sheng.Yi

免责声明

本文中的信息，包括参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权公告

版权归©北京匠牛科技有限公司。保留所有权利。

目录

第 1 章 介绍	1
1.1 工业派介绍	1
1.2 工业派概述	1
1.3 字母缩写介绍	2
第 2 章 硬件与功能	3
2.1 工业派（ IndustriPi ）功能框图	3
2.2 工业派（ IndustriPi ）板卡硬件构成	3
2.3 工业派（ IndustriPi ）开发板的接口示意图	4
2.4 产品视图	5
第 3 章 电源	6
3.1 工业派（ IndustriPi ）电源介绍	6
3.2 TPS659162 PMIC	6
3.3 DVS/AVS control	7
3.4 其他电源	7
第 4 章 配置	9
4.1 引导配置	9
4.2 I2C 地址分配	9
4.3 序列号	9
第 5 章 存储支持	10
5.1 支持的存储类型	10
5.2 DDR3L SDRAM	10
5.3 eMMC NAND Flash	10
5.4 TF 卡槽	10
5.5 SPI Flash	10
5.6 加密存储	10
第 6 章 网络接口	12
6.1 网络接口介绍	12
6.2 PRU-ICSS 上的 100Mb 以太网端口	12
6.3 千兆（1000Mb）以太网端口	12
第 7 章 USB 接口	13

7.1 USB 端口介绍.....	13
7.2 处理器 USB 端口 1	13
7.3 处理器 USB 端口 2	13
第 8 章 视频输入和输出接口	14
8.1 视频输入和输出.....	14
8.2 VIN2A 视频输入.....	14
8.3 VIN1B 视频输出	15
8.4 CSI 视频输入.....	15
8.5 HDMI 视频输出.....	15
8.6 VOUT2 视频输入	15
第 9 章 工业接口	16
9.1 工业接口	16
9.2 DCAN1	16
9.3 PRU-ICSS	16
9.4 串口 uart3.....	16
第 10 章 连接器	18
10.1 40Pin-J12 扩展接口	18
10.2 40Pin-J5 扩展接口.....	18
10.3 50Pin-J9 扩展接口.....	19
10.4 CSI 连接器 J6.....	20
10.5 HDMI 连接器.....	20
10.6 USB 连接器	21
10.7 JTAG 连接器	21
10.8 千兆网口连接器	22
10.9 百兆网口连接器	22
10.10 电源输入接口.....	23
10.11 TF 接口	23
重要提醒.....	24

第 1 章 介绍

1.1 工业派介绍

本文主要介绍基于 TI AM5708 的工业派（**IndustriPi**）开发平台的硬件框架及构成。

1.2 工业派概述

工业派（**IndustriPi**）是一款基于美国德州仪器公司（TI）Sitara 系列产品 AM5708 异构多核处理器设计的[开源智能硬件开发平台](#)，主要面向工业互联网，智能制造，机器人，人工智能，边缘计算，智能人机交互等应用领域。由于其丰富的工业属性，尤其适用于工业控制，工业通讯，工业人机交互，工业数据采集与处理，实时控制等工业应用领域。工业派是一个软硬件完全开源的基础平台，开发者可以用于功能测试、算法验证、应用开发等。

工业派（**IndustriPi**）是一个基于 AM5708 的最小系统，

- 支持 1 路千兆以太网接口
- 支持 1 路百兆工业以太网接口（PRU）
- 支持 1 路 USB3.0 和 1 路 USB2.0 接口
- 支持标准 HDMI 输出接口
- 支持 CSI 高清摄像头接口
- 支持 130pin 接口扩展
- 支持 WiFi、蓝牙（可扩展）

工业派（**IndustriPi**）支持丰富的软件开发生态体系，提供支持 Processor Software Development Kit（SDK），可支持包括 Linux 和 RTOS 两个版本；支持 Ubuntu16.04 操作系统；支持 ROS 机器人操作系统；支持[深度学习架构](#)——TIDL，通过高度优化的 CNN / DNN 实现。支持 Caffe 和 TensorFlow-slim 框架训练的模型可以导入和转换。

1.3 字母缩写介绍

表 1 工业派（**IndustriPi**）开发板字母介绍

编号	字母缩写	描述
1	CAN	CAN是一种有效支持分布式控制或实时控制的串行通信网络。由于高性能和可靠性，CAN总线已被广泛应用于工业自动化、船舶、医疗设备、工业设备等方面。
2	PRU	可编程实时单元和工业用通信子系统
3	SPI	串行外设接口
4	I2C	集成线路总线
5	DDR	双倍速率同步动态随机存储器
6	eMMC	内嵌式存储器，在封装中集成了一个控制器，它提供标准接口并管理FLASH，存储数据
7	JTAG	Joint Test Action Group测试接口
8	HDMI	高清视频接口
9	RTOS	实时操作系统
10	MCASP	多声道音频串口
11	CSI	摄像机串行接口

第 2 章 硬件与功能

2.1 工业派（**IndustriPi**）功能框图

工业派（**IndustriPi**）开发板，是基于 AM5708 芯片的最小评估系统，支持 1GB DDR3 内存和 8GB eMMC 存储空间。支持 1 路千兆以太网接口，并同时支持 1 路工业以太网接口。支持 1 路 USB3.0 和 1 路 USB2.0 接口，丰富系统扩展的便捷性。支持摄像头 CSI 接口，可以选配 CSI 高清摄像机。支持 80pin 扩展接口，可灵活的对板卡接口进行扩展。

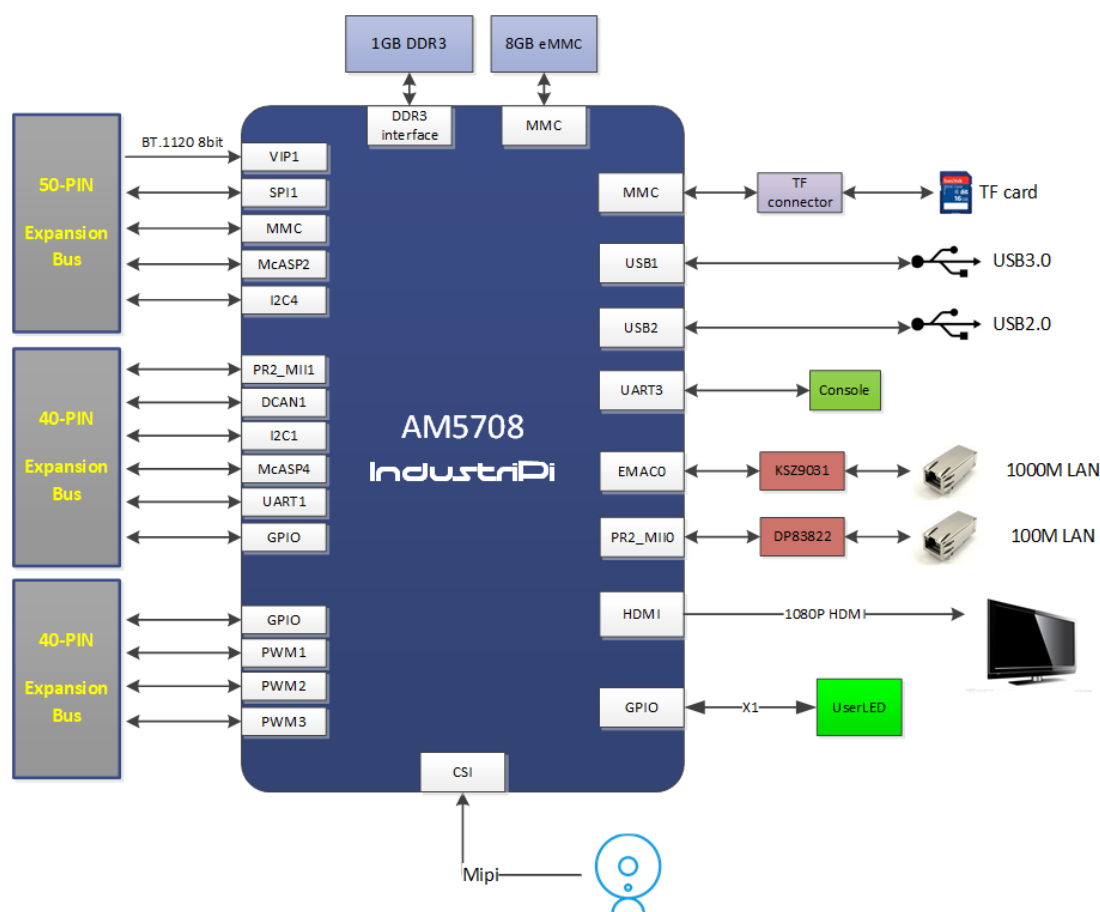


图 1 **IndustriPi** 功能框图

2.2 工业派（**IndustriPi**）板卡硬件构成

工业派（**IndustriPi**）开发板硬件组成：

- 主芯片采用 TI AM5708 芯片
- 2 片 DDR3L_SDRAM(低功耗)，每片 512MB，共 1GB

- 1 片 8GB eMMC
- 采用专用电源管理芯片 TPS659162
- Type c 电源输入接口（仅做电源输入接口用）
- 1 个复位按键
- 1 个 10M/100M/1000M 网络接口
- 1 个 10M/100M 工业网络接口（PRU）
- 1 个 TF 卡插槽
- 1 个 20pin 的 JTAG 调试接口（全功能）
- 1 个 USB 3.0+USB2.0 叠层接口
- 1 个标准 HDMI 视频输出接口（最高输出 1080p60 音视频输出）
- 1 个 CSI 视频输入接口
- 2 个 40PINx2.54 间距扩展接口
- 1 个 50PINx1.27 间距扩展接口（扩展 WiFi）

2.3 工业派（**IndustriPi**）开发板的接口示意图

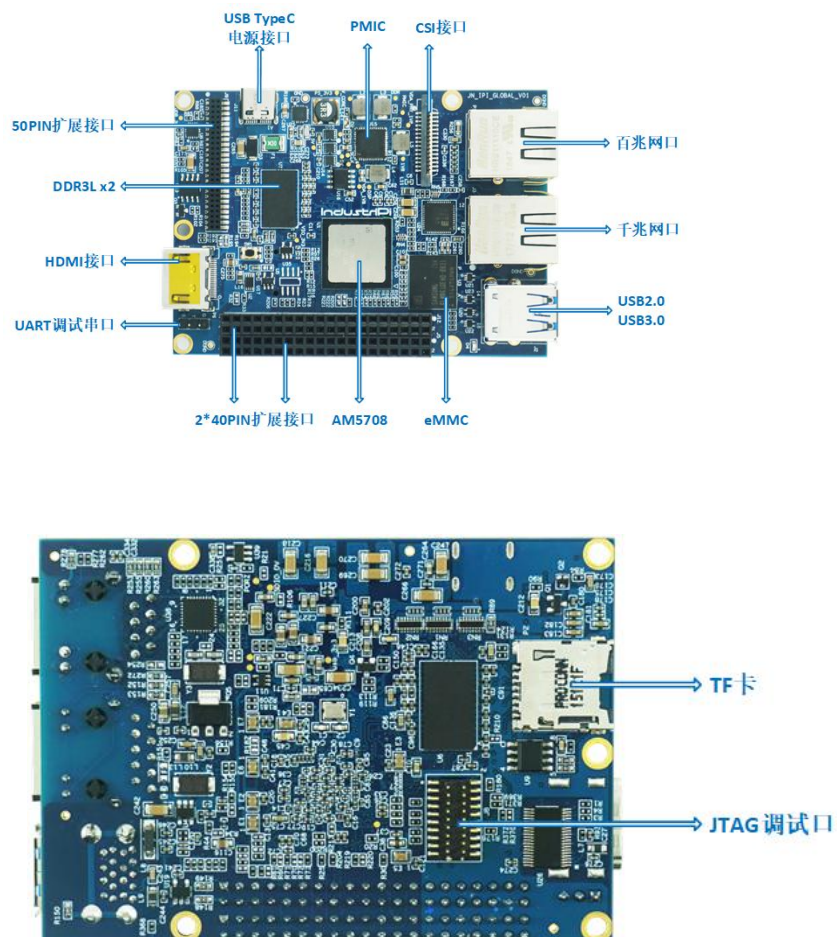


图2 **IndustriPi** 开发板接口示意图

2.4 产品视图

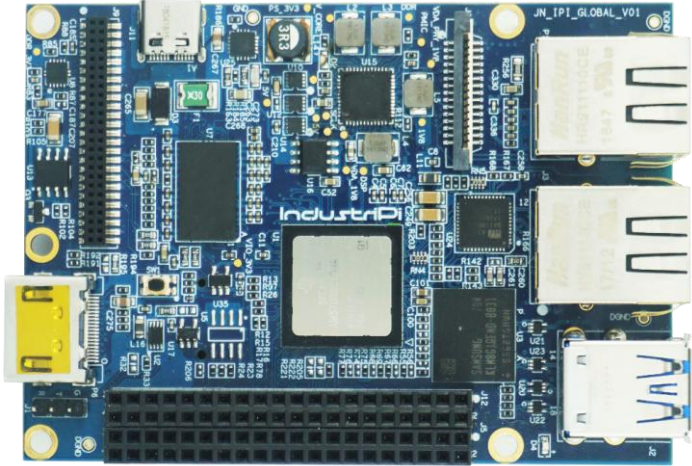


图 3 **IndustriPi** 开发板正面视图

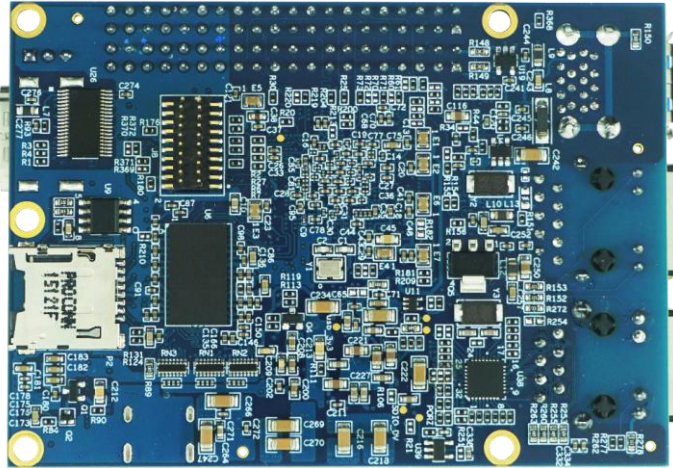


图 4 **IndustriPi** 开发板背面视图

第 3 章 电源

3.1 工业派（**IndustriPi**）电源介绍

工业派（**IndustriPi**）的开发板使用外部 5V 电源，外部电源由 USB – type C 口输入。在您的包装盒中，我们会给您配送一根 USB – type C 线，工业派（**IndustriPi**）开发板 5V 电源输入转换为不同的输入电压电平为 TI AM5708 处理器和其他电路提供电源输入。

其中 USB – type C 额定电压 30V，电流区间值为 0.25A-5A，Type c 地引脚电流最大 5A，信号引脚电流最小 0.25A。

工业派（**IndustriPi**）的 Type c 口为标准的 USB 3.1（USB 3.1 第 2 代，Superspeed+）插座，配接次数能达到 10000，触头镀层为金，外表屏蔽材料为不锈钢，材料可燃等级为 UL94 V-0，绝缘颜色为黑色。

工业派（**IndustriPi**）板卡电源输入时，注意使用 5V/2A 的，电流不能太小比如 1A 可能会造成板卡启动时候出现错误。通电时取下电源插头并重新插入可能会损坏电源插头 Type c 口或连接到电路板的其他设备，例如提供接地路径的仿真器。

3.2 TPS659162 PMIC

TPS659162 电源管理 IC（PMIC）充分满足 TI AM5708 处理器的电源各种时序要求。下图 5 显示了从 TPS659162 PMIC 到 TI AM5708 处理器的电源连接。如果您想了解工业派（**IndustriPi**）开发板所需电源电压和电源时序的更多信息，请登录我司匠牛社区官网：<http://www.jiang-niu.com>，了解其操作的详细信息。

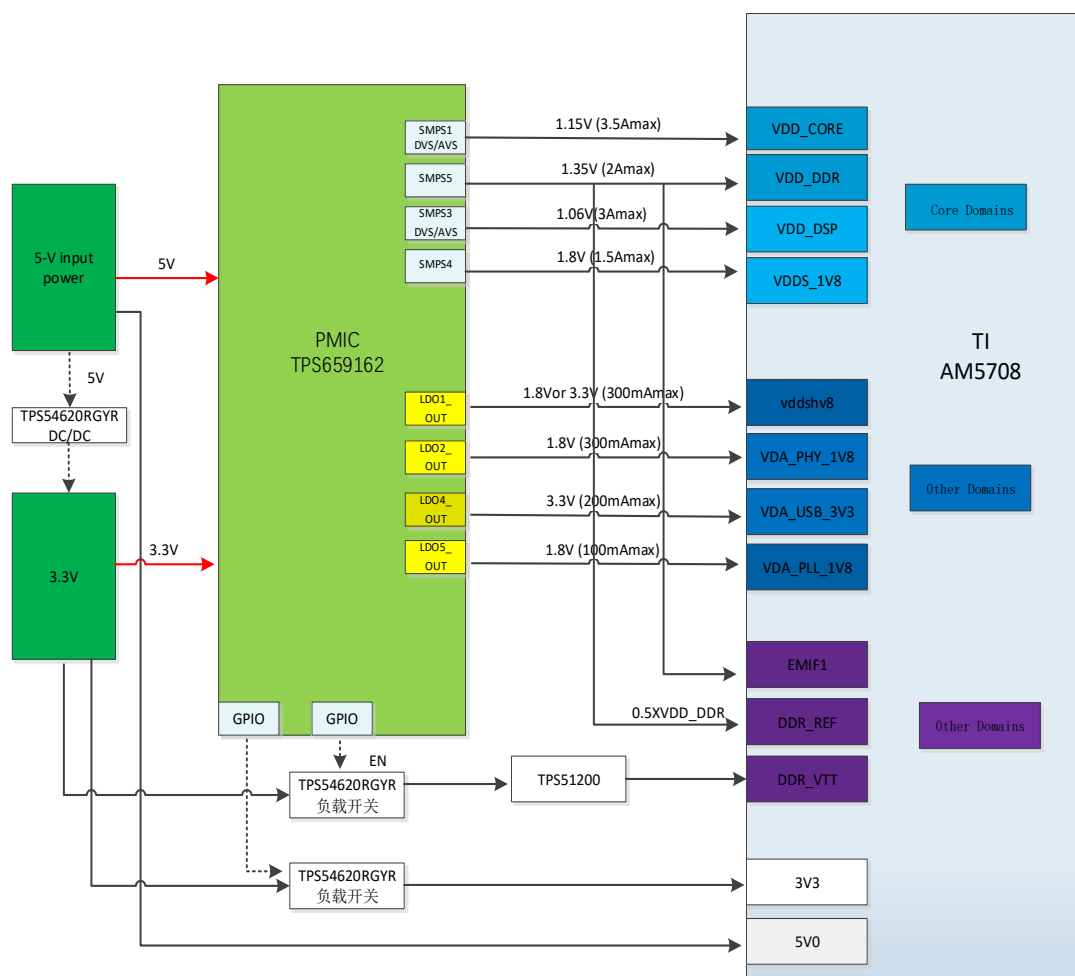


图 5 **IndustriPi** 开发板电源框图

3.3 DVS/AVS control

工业派（**IndustriPi**）开发板 AM5708 处理器在其核心逻辑中消耗大部分功率。因此，最小化电压提供给这个核心逻辑可以最小化功耗。DVS/AVS control 用于提供最优化的解决方案。通过这种方式，核心逻辑被分成多个段，每个段可以单独控制，在某些处理块中需要更高性能的应用程序可以以更高的性能运行，根据内部时钟频率与“工作负载”调节到最低与最高电压之间的任何电压值，性能可以在较低的电压下工作，从而进一步优化系统功耗。

TPS659162 PMIC 连接到 AM5708 处理器上的 I2C1。这允许应用程序用于单独控制 AVS/DVS 电源输出，它还允许应用程序控制电压由 LDO 产生，用于其他接口，工作电压为 1.8V 或 3.3V，具体取决于运作模式。但是我们一般不会动态控制，一般会在驱动程序中写死是多少伏特电压。

3.4 其他电源

工业派（IndustriPi）还包含其他的电源转换设备电路：

- TPS54620 降压转换器：该转换器从主电源输入产生 3.3V 电压,它将此电压提供给 2 个网口，TF

卡连接器和 JTAG 调试接口，CSI 接口；

- USB – type C 输入 5V 电源经过 PTC 自恢复保险丝，最大电压 6V 3A (6A Trip) ，表面贴装，它为 HDMI 接口电路和为 USB 接口电路提供电压；
- DDR 的电压由 TPS54620 降压转换器通过负载开关 TPS22965DSG 得到的，然后通过 DDR 终端稳压器输出得到 VTT 电压；

第 4 章 配置

4.1 引导配置

工业派（**IndustriPi**）可以使用 SYSBOOT [15:0]引脚上提供的上拉/下拉电阻组合设置各种引导启动配置，默认的启动配置是 100010，其中 sysboot[5:0]为主要控制模式的，其他位 SYSBOOT 是通过电阻可调的，其中工业派（**IndustriPi**） 默认的配置是 SD 启动,没有 SD 卡就是用 eMMC 启动。

4.2 I2C 地址分配

基于 TI AM5708 的工业派（**IndustriPi**）包含多个连接到处理器主端口的 I2C 总线。每条总线都包含一个或多个 I2C 从设备,这些设备必须具有唯一的地址以防止争用。下表列出了连接到总线 I2C1 和 I2C4 的器件移位后的地址：

表 2 工业派（**IndustriPi**）开发板 I2C1 器件移位后的地址

I2C Device	Address
TPS659162RGZR	0x58
J5	Undefind

表 3 工业派（**IndustriPi**）开发板 I2C4 器件移位后的地址

I2C Device	Address
ATSHA204A-SSHDA-T	0x64
J9	Undefind

4.3 序列号

目前工业派（**IndustriPi**）开发板每一个板卡都会贴有属于我司北京匠牛科技的一个唯一的标签，目前标签不可查询。如果您想了解工业派（**IndustriPi**）开发板序列号的更多信息，请登录匠牛社区官网：<http://www.jiang-niu.com>，了解其具体的详细信息。

第 5 章 存储支持

5.1 支持的存储类型

工业派（**IndustriPi**）支持板载存储器，包括 DDR3L SDRAM，eMMC NAND 闪存和加密存储，它还支持可以添加内存存储的 TF 卡插槽。

5.2 DDR3L SDRAM

工业派（**IndustriPi**）支持 1 组 DDR3L SDRAM，能连接到 TI AM5708 处理器上的独立 EMIF，EMIF 最高可支持 2GB。

工业派（**IndustriPi**）上的 EMIF 包含两个 DDR3L_SDRAM(低功耗)，每片 512MB，共 1GB，所使用的 DDR3L SDRAM 存储器的部件号为 MT41K256M16TW-107 M AIT:P，使用的封装是 96 球 TFBGA 封装。

5.3 eMMC NAND Flash

工业派（**IndustriPi**）上的 MMC2 端口支持 eMMC 存储设备，因为它有 8 条数据线。eMMC 占地面积符合 JEDEC / MMC 标准，工业派（**IndustriPi**）开发板已经组装完毕，使用 Micron Technology Inc 公司的 MTFC8GACAAAM-4M IT 成功通过测试，它是符合标准版本的 FLASH EMMC NAND 闪存。

5.4 TF 卡槽

工业派（**IndustriPi**）上的 SD / MMC 连接器是 MicroSD 连接器（制造商是 Proconn Technology，零件号 MSPN09-X0-4090）。这是标准的 SD / MMC 卡类型的连接器。它连接到 TI AM5708 处理器的 MMC1 端口，该端口针对此用途进行了优化。

5.5 SPI Flash

工业派（**IndustriPi**）开发板包含有 1 个 SPI Flash 接口，其中包括 SPI1_D0，SPI1_SCLK，SPI1_CS1，SPI1_CS0，SPI1_D1，用的 TTL 电平，低电平为 0(0V)，高电平为 1（3.3V），由 TI AM5708 处理器引出连接到 J9。

5.6 加密存储

工业派 (**IndustriPi**) 开发板上的 I2C 用的 TTL 电平, 低电平为 0(0V), 高电平为 1 (3.3V), 开发板上的 I2C4 支持加密验证, 工业派 (**IndustriPi**) 开发板上的加密芯片是 ATSHA204A-SSHDA-T, 制造商是 Microchip Technology, 它具有一流的 256 位密钥长度, 用于密钥和数据的 4.5 kb EEPROM, 最多可存储 16 个密钥, 封装是 8-SOIC。

第 6 章 网络接口

6.1 网络接口介绍

本节主要介绍基于 TI AM5708 的工业派 (**IndustriPi**) 开发平台的 2 种网络接口。工业派 (**IndustriPi**) 开发板包含有 1 路千兆以太网接口 (RGMII0)，1 路百兆工业以太网接口 (PR2-MII0)。

6.2 PRU-ICSS 上的 100Mb 以太网端口

工业派 (**IndustriPi**) 开发板支持 1 个 100Mb 以太网端口，连接到 PR2_MII0, 然后端口连接到工业 PHY /收发器 (DP83822IRHBT)，然后连接到工业级 RJ45 连接器，单口 10/100Base-TX 带变压器, 含 LED 灯，-40° C ~ 85° C。

对于 TI AM5708 处理器的 PORz 复位，收发器的复位驱动为低电平。每个收发器的复位也可以通过单独的 GPIO 信号单独驱动处理器。工业收发器 DP83822IRHBT 提供 25 MHz 时钟。

6.3 千兆 (1000Mb) 以太网端口

工业派 (**IndustriPi**) 开发板支持 1 个千兆位 (1000Mb) 以太网 PHY /收发器 (KSZ9031RN)，连接到 RGMII0。这个千兆以太网收发器是通过 RGMII0 连接到 TI AM5708 处理器内的以太网交换机模块。

工业派 (**IndustriPi**) 对于收发器的复位与 PORz 复位到 TI AM5708 处理器一致, KSZ9031RN 千兆位收发器提供 25 MHz 时钟。

第 7 章 USB 接口

7.1 USB 端口介绍

工业派（**IndustriPi**）开发板包含 1 个叠层的 USB 端口。两个端口分别连接 TI AM5708 处理器上的 USB 外设 USB1（2 层下边）和 USB2（2 层上边）。

7.2 处理器 USB 端口 1

工业派（**IndustriPi**）开发板 USB1 端口仅作为 USB 主机（master）实现。它支持 USB2.1（高速）和 USB3.0（超高速）数据速率。电路板上的连接器是 USB3.0 标准 A 型连接器。此 USB 端口上用于实现 ESD 的设备 TPD2E001DRL 是用于 DP 和 DM 线路和用于超高速线路。

由于工业派（**IndustriPi**）开发板 USB 端口 1 支持主机模式，因此它能够在 VBUS 引脚上驱动 5.0V 电源。为此，负载开关 TPS2065CDBVR 由 USB1_DRVVBUS 引脚控制。

7.3 处理器 USB 端口 2

工业派（**IndustriPi**）开发板 USB2 端口也仅作为实现为 USB 主机（master），它仅支持 USB2.0 数据速率。工业派（**IndustriPi**）开发板上的连接器也是 USB3.0 A 型连接器。此 USB 端口上实现的 ESD 设备也是 TPD2E001DR。

工业派（**IndustriPi**）开发板 USB2 端口通过 USB – type C 口输入 5V 电源给 USB2 接口电路供电。

第 8 章 视频输入和输出接口

8.1 视频输入和输出

工业派 (**IndustriPi**) 开发板除工业通信功能外, 工业派 (**IndustriPi**) 开发板还支持工业视频采集和显示。工业派 (**IndustriPi**) 开发板扩展接口中包含 2 个视频输入端口 VIN1B(8 位) 和 VIN2A (可配置为 24/16/8 位端口), 1 个视频输出 VOUT2 (可配置为 24/16/8 位端口), 同时工业派 (**IndustriPi**) 开发板还支持 CSI 视频输入和 HDMI 视频输出。

8.2 VIN2A 视频输入端口

工业派 (**IndustriPi**) 开发板的 PWM1,PWM2,PWM3 可以引脚复用为视频端口 VIN2A, 端口 VIN2A 可配置为 24/16/8 位端口,每个视频端口 A 可以作为具有时钟独立输入通道的端口 (具有交错或分离的 Y/C 数据输入) 操作。所有输入均支持嵌入式同步和外部同步模式配置。支持单个外部异步像素时钟,每端口高达 165MHz。端口 A 最多支持一个 24 位输入数据总线,包括用于 16 位和 24 位数据的 BT.1120 样式嵌入式同步,能为设备提供视频捕获功能,能直接内存访问 (VPDMA) 引擎,以各种格式存储传入视频。

8.3 VIN1B 视频输入端口

工业派 (**IndustriPi**) 开发板上包含有 VIN1B 端口, 端口 B 是固定的 8 位端口,支持 BT.1120 协议, 支持嵌入式同步和外部同步模式配置。工业派 (**IndustriPi**) 开发板上的 VIN1B 端口能为设备提供视频捕获功能,能直接内存访问 (VPDMA) 引擎,以各种格式存储传入视频。

8.4 CSI 视频输入

工业派 (**IndustriPi**) 开发板上的 CSI 端口符合 MIPI D-PHY RX 规范 v1.00.00 和 MIPI CSI-2 规范 v1.00, 在同步模式下具有 2 个数据差分通道和 1 个时钟差分通道, 双倍数据率, 每个通道的 1.5 Gbps (750 MHz)。工业派 (**IndustriPi**) 电路板上的连接器是 FFC/FPC 15 针 表贴垂直安装, 1mm 间距连接器, -20°C ~ 85°C。

8.5 HDMI 视频输出

工业派（**IndustriPi**）开发板支持从 TI AM5708 处理器上的 HDMI 端口驱动的 HDMI 连接器。电路板上的连接器是 HDMI 标准连接器，表贴 19 针。它是用 TPD12S521HDMI 专用保护芯片实现的，TPD12S521HDMI 该配套芯片提供 I2C 电平转换缓冲器，5V 负载开关和多通道 ESD 保护。

8.6 VOUT2 视频输出

工业派（**IndustriPi**）开发板支持视频显示子系统 VOUT2，开发板的 PWM1,PWM2,PWM3 可以引脚复用为视频端口 VOUT2，其中包括 24 位数据总线（数据[23: 0]），水平同步信号（HSYNC），垂直同步信号（VSYNC），数据启用（DE），字段 ID（FID）像素时钟（CLK）。我司北京匠牛科技有提供选配件包括 LCD 液晶屏和电容触摸屏，支持从 VOUT2 输出驱动 LCD 液晶屏和电容触摸屏。

第 9 章 工业接口

9.1 工业接口

工业派 (**IndustriPi**) 开发板上还有其他工业接口可以帮助展示工业派 (**IndustriPi**) 的灵活性。

9.2 DCAN1

工业派 (**IndustriPi**) 其包含 1 个控制器局域网 (CAN) 接口。控制器区域网络 (CAN) 是一种串行通信协议, 可有效支持分布式实时应用。CAN 具有很强的抗电气干扰能力, 能够自我诊断和修复数据错误。在 CAN 网络中, 许多短消息被广播到整个网络, 这提供了系统的每个节点中的数据一致性, 工业派 (**IndustriPi**) 开发板上的 DCAN 端口 1 从 TI AM5708 处理器引出连接到 J5, 其中 CAN Rx / Tx 引脚可配置为通用 IO 引脚。

9.3 PRU-ICSS

工业派 (**IndustriPi**) 开发板中的器件可编程实时单元和工业通信子系统 (PRU-ICSS) 由双 32 位加载/存储 RISC CPU 内核-可编程实时单元 PRU2, 共享数据和指令存储器, 内部外设组成模块和中断控制器 (PRU-ICSS_INTC)。PRU 的可编程特性, 以及对引脚, 事件和所有 SoC 资源的访问, 提供了实现快速实时响应, 专用数据处理操作, 客户外设接口以及来自其他处理器内核的卸载任务的系统级芯片 (SoC)。

工业派 (**IndustriPi**) 开发板包含有 1 个可编程实时单元 PRU2, 拥有一个以太网 MII_RT 模块 (PRU-ICSS_MII_RT), 带有两个 MII 端口和可配置的连接。PR2_MII0 端口通过工业 PHY / 收发器 (DP83822IRHBT), 然后连接到工业级 RJ45 连接器, PR2_MII1 端口通过 TI AM5708 处理器引出连接到扩展器 J5。

工业派 (**IndustriPi**) 开发板上的可编程实时单元 PRU2 拥有 1 个工业以太网外设 (IEP), 用于管理/生成工业以太网功能。1 x 16550 兼容 UART, 带有专用 192 MHz 时钟, 支持 12Mbps Profibus, 具有可编程优先级的集成交换中央资源, 所有记忆都支持奇偶校验控制。

9.4 串口 uart3

工业派（**IndustriPi**）开发板上的 UART 对从外围设备接收的数据执行串行到并行转换，并对从 CPU 接收的数据进行并行到串行转换，其中 UART3 支持 IrDA 功能。每个 UART 都可以用于配置和数据交换外围设备的数量或设备之间的处理器间通信，工业派（**IndustriPi**）开发板上包含有一个串口 UART3，用的 TTL 电平，低电平为 0(0V)，高电平为 1（3.3V），工业派（**IndustriPi**）开发板上的 uart 端口 3 从 TI AM5708 处理器引出连接到具有三态输出的双路缓冲器/驱动器 SN74LVC2G241，然后通过缓冲器连接到 J1,其中 J1 是 2.54MM 间距，3pin 单排插针。

第 10 章 连接器

10.1 40Pin -J12 扩展接口

工业派 (**IndustriPi**) 上的 J12 是板间连接器, 母座, 40POS DIP 封装, 2.54mm 间距, -65 ℃ ~ 125 ℃。具体的引脚定义如下表 4 所示:

表 4 工业派 (**IndustriPi**) 开发板扩展连接器 J12

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
1	PS_3V3	2	PS_5V
3	PS_3V3	4	PS_5V
5	PS_3V3	6	PS_5V
7	DGND	8	DGND
9	eQEP1_strobe	10	gpio4_30
11	ehrpwm1_synco	12	eQEP1B_in
13	eQEP1_index	14	ehrpwm1A
15	eQEP1A_in	16	eQEP2B_in
17	eCAP1_in_PWM1_out	18	ehrpwm1_tripzone_input
19	ehrpwm3B	20	eQEP2_index
21	eQEP2_strobe	22	ehrpwm3A
23	DGND	24	ehrpwm1_synci
25	eCAP2_in_PWM2_out	26	eCAP3_in_PWM3_out
27	eQEP2A_in	28	DGND
29	eQEP3_strobe	30	eQEP3_index
31	ehrpwm2_tripzone_input	32	ehrpwm1B
33	ehrpwm2B	34	ehrpwm2A
35	eQEP3A_in	36	eQEP3B_in
37	gpio4_31	38	DGND
39	ehrpwm3_tripzone_input	40	gpio4_29

10.2 40Pin - J5 扩展接口

工业派 (**IndustriPi**) 上的 J5 也是板间连接器, 规格和 J12 相同, 属于母座, 40POS DIP 封装, 2.54mm 间距, -65 ℃ ~ 125 ℃。具体的引脚定义如下表 5 所示:

表 5 工业派（**IndustriPi**）开发板扩展连接器 J5

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
1	PR2_MII1_RXD0	2	PR2_MII1_RXD1
3	PR2_MII_MR1_CLK	4	PR2_MII1_TXD0
5	PR2_MII1_TXD3	6	PR2_MII1_TXD1
7	PR2_MII1_RXDV	8	PR2_MII1_TXD2
9	PR2_MII1_TXEN	10	PR2_MII_MT1_CLK
11	PR2_MII1_RXD3	12	PR2_MII1_RXD2
13	PR2_MII1_RXER	14	PR2_MII1_RXLINK
15	PR2_MDIO_MDCLK	16	PR2_MDIO_DATA
17	PR2_MII1_CRS	18	PR2_MII1_COL
19	DGND	20	DGND
21	MCASP4_AXR1	22	MCASP4_AXR0
23	MCASP4_ACLKX	24	MCASP4_FSX
25	MCASP48_MCLK	26	MCASP37_MCLK
27	DGND	28	DGND
29	DCAN1_RX	30	DCAN1_TX
31	DGND	32	DGND
33	I2C1_SDA	34	I2C1_SCL
35	DGND	36	DGND
37	I2C3_SDA	38	I2C3_SCL
39	GPIO7_22	40	GPIO7_23

10.3 50Pin-J9 扩展接口

工业派（**IndustriPi**）上的 J9 是板间连接器，母座，50POS，表面贴装 1.27mm 间距，具体的引脚定义如下表 6 所示：

表 6 工业派（**IndustriPi**）开发板扩展连接器 J9

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
1	VIN1B_CLK	2	NC
3	VIN1B_D0	4	NC
5	VIN1B_D1	6	DGND
7	VIN1B_D2	8	PS_3V3
9	VIN1B_D3	10	PS_3V3
11	VIN1B_D4	12	PS_3V3
13	VIN1B_D5	14	DGND
15	VIN1B_D6	16	MMC4_CLK
17	VIN1B_D7	18	MMC4_CMD

19	NC	20	NC
21	SPI1_D0	22	MMC4_D0
23	SPI1_SCLK	24	MMC4_D1
25	SPI1_CS0	26	MMC4_D2
27	SPI1_CS1	28	MMC4_D3
29	SPI1_D1	30	NC
31	NC	32	DGND
33	NC	34	MCASP5_AXR1
35	DGND	36	MCASP5_AXR0
37	VIN1B_HS	38	DGND
39	VIN1B_VS	40	MCASP5_FSX
41	VIN1B_DE	42	MCASP5_ACLKX
43	VIN1B_FLD	44	DGND
45	DGND	46	PR2_MII1_COL
47	I2C4_SCL	48	DGND
49	I2C4_SDA	50	NC

10.4 CSI 连接器 J6

工业派（**IndustriPi**）上的 J6 是 CSI 连接器，FFC/FPC 15 针,表贴垂直安装，1mm 间距连接器，-20℃~85℃，具体的引脚定义如下表 7 所示：

表 7 工业派（**IndustriPi**）开发板 CSI 连接器 J6

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
2	CSI2_DX0	11	GPIO5_4
3	CSI2_DY0	12	GPIO5_5
5	CSI2_DX1	13	I2C3_SCL
6	CSI2_DY1	14	I2C3_SDA
8	CSI2_DX2	15	PS_3V3
9	CSI2_DY2	1、4、7、10	DGND

10.5 HDMI 连接器

工业派（**IndustriPi**）上的 P6 是 HDMI 接口插座，表面贴装，直角，通孔，19 针,制造商 FCI,制造商的编号是 10029449-001RLF，具体的引脚定义如下表 8 所示：

表 8 工业派（**IndustriPi**）开发板 HDMI 连接器 P6

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
1	D2+	11	CK SHIELD
2	D2 SHIELD	12	CK-

3	D2-	13	CE REMOTE
4	D1+	14	NC
5	D1 SHIELD	15	DDC CLK
6	D1-	16	DDC DATA
7	D0+	17	GND
8	D0 SHIELD	18	5V
9	D0-	19	HP DET
10	CK+		

10.6 USB 连接器

工业派(**IndustriPi**)上的 J2 是 1 个 USB 叠层接口,它是国产蓝色接口,长度偏短 17.5MM,高度 14.8MM 左右,宽 13MM,叠(双)层 USB3.0 A 型接口(usb1 3.0 接口在下边),直角水平安装,DIP,0° C-50°,具体的引脚定义如下表 9 所示:

表 9.1 工业派(**IndustriPi**)开发板 USB3.0 连接器 J2

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
1	VBUS	7	GND
2	D-	8	TX0-
3	D+	9	TX0+
4	GND	19	SHIELD
5	RX0-	20	SHIELD
6	RX0+		

表 9.2 工业派(**IndustriPi**)开发板 USB2.0 连接器 J2

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
11	D-	17	NC
12	D+	18	NC
13	GND	21	SHIELD
14	NC	22	SHIELD
15	NC		

10.7 JTAG 连接器

工业派(**IndustriPi**)上的 J8 是标准的 20PIN 10*2 间距 1.27mmJTAG 仿真接口,垂直安装,DIP 封装,具体的引脚定义如下表 10 所示:

表 10 工业派(**IndustriPi**)开发板 JTAG 连接器 J8

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
-----	-------------	-----	-------------

1	TMS	2	TRSTN
3	TDI	4	DGND
5	VDD	6	NC
7	TDO	8	DGND
9	PTCK	10	DGND
11	TCLK	12	DGND
13	EMU0	14	EMU1
15	EMU_RSTN	16	DGND
17	NC	18	NC
19	NC	20	DGND

10.8 千兆网口连接器

工业派（**IndustriPi**）上的千兆网口 J3 是标准的工业级 RJ45 单口连接模块，屏蔽，含 LED，1000 BASE-TX 内置网络变压器，-40° C ~ 85° C，其中具体的引脚定义如下表 11 所示：

表 11 工业派（**IndustriPi**）开发板千兆网口连接器 J3

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
1	VCC	9	T3-
2	T0+	10	SHIELD
3	T0-	11	VCC
4	T1+	12	GREEN LED CONTROL
5	T2+	13	VCC
6	T2-	14	YELLOW LED CONTROL
7	T1-	15	SHIELD
8	T3+	16	SHIELD

10.9 百兆网口连接器

工业派（**IndustriPi**）上的百兆网口 P1 是标准的工业级 RJ-45 接口，单口 10/100Base-TX 带变压器,含 LED 灯，-40° C ~ 85° C,其中具体的引脚定义如下表 12 所示：

表 12 工业派（**IndustriPi**）开发板百兆网口连接器 P1

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
1	TD+	9	VCC
2	TCT	10	GREEN LED CONTROL
3	TD-	11	YELLOW LED CONTROL
4	RD+	12	VCC

5	RCT	13	SHIELD
6	RD-	14	SHIELD
7	NC1		
8	NC2		

10.10 电源输入接口

工业派（**IndustriPi**）上的电源输入接口 J11 是标准的 USB3.1，TYPE C 插座,连接器 24 位，表面贴装，通孔，直角水平安装,其中具体的引脚定义如下表 13 所示:

表 13 工业派（**IndustriPi**）开发板电源输入接口连接器 J11

Pin	Signal Name
A4、A9、B4、B9	5V_IN
A1、A12、B1、B12	GND

10.11 TF 接口

工业派（**IndustriPi**）上的 TF 接口 P2 是标准 PUSH_PUSH 型 MicroSD 卡卡槽,其中具体的引脚定义如下表 14 所示:

表 14 工业派（**IndustriPi**）开发板 TF 接口连接器 P2

Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
1	DATA2	5	CLK
2	DATA3/CD	6	VSS
3	CMD	7	DATA0
4	VDD	8	DATA1

A. 1 在电源通电时拔下电源插头并重新插入可能会造成伤害

工业派（**IndustriPi**）开发板在电源通电时卸下电源插头并再次插入可能会损坏工业派（**IndustriPi**）或连接到电路板的其他设备，例如提供备用接地路径的仿真器。

A. 2 uart 串口插反，可能会造成伤害

工业派（**IndustriPi**）开发板的串口插反，容易把开发板损坏。

A. 3 电源使用小于 2A，可能会造成错误

工业派（**IndustriPi**）开发板的电源输入，注意使用 5V/2A 的。电流不能太小比如 1A 可能会造成板卡启动时候出现错误。

A. 4 散热片太小，可能会造成伤害

工业派（**IndustriPi**）开发板的散热片不能太小，可能会对开发板造成伤害。