

XJ549 是一颗集成片内 PMU 控制器和多路总线收发器的多协议的物理层芯片,片内使用 13 通道的单线和差分端口驱动器/接收器构成通用总线收发器,通道间具有极佳的匹配性能。每个端口具有独立可配置的上拉/下拉/端接等终端匹配电阻,广泛适用于各类协议对匹配电阻的要求。本应用笔记将从硬件和驱动设计两方面向用户介绍如何更好地使用 XJ549 芯片实现各类总线协议,实现最佳的产品性能。

1 硬件参考设计

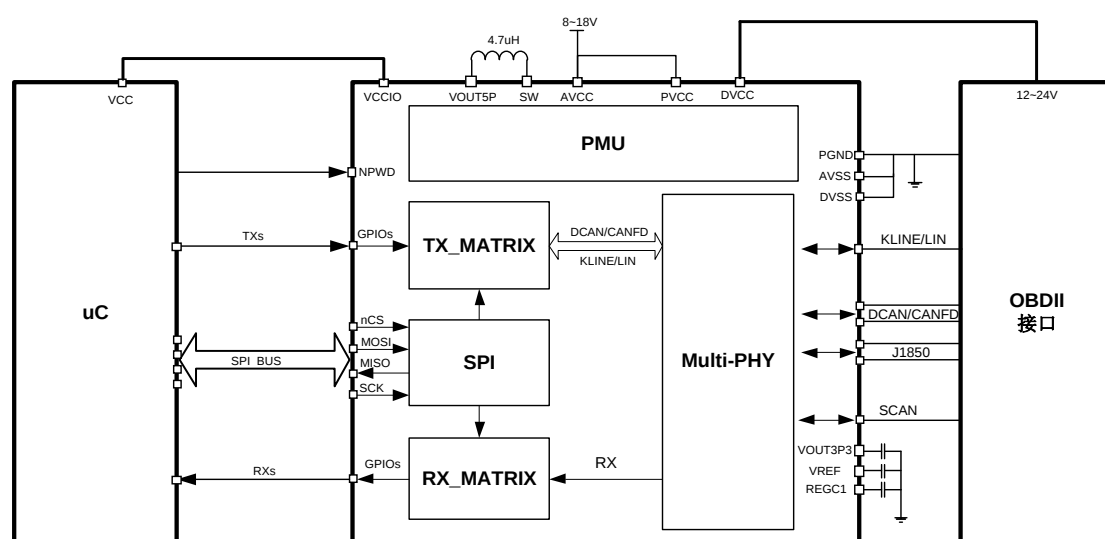


图 1 XJ549 典型应用电路

XJ549 仅需少量阻容元件、晶振以及功率电感等器件,通过单向 GPIO 与微控制器相连, OBD 侧通过外接少量保护器件即可直接与 OBD 接口连接。

1.1 电源供电

XJ549 内部集成多路电源,包括 LDO、VREF 以及 BUCK 转换器,部分转换器需要外部连接退耦电容,各电源具体功能如下:

PVCC/DVCC/AVCC

PVCC 和 PVSS 是内部 BUCK 和 VOUT3P3 的主要供电引脚;DVCC 为 OBD 收发器所需的供电电源;AVCC 为片上模拟线路供电电源。PVCC/DVCC/AVCC 三路电源可同时上电或 PVCC/AVCC 先上电, DVCC 在使用 OBD 功能时后上电,且各电源轨间无特殊电压限制。

当 PVCC/AVCC 电源正常供应后 MCU 可通过 SPI 正常读写芯片,因此部分带电池供电的应用,建议 PVCC/AVCC 采用内部电源供应, DVCC 采用 OBD16 脚供电方案,避免 PVCC/DVCC/AVCC 三路电源均来自 OBD16 脚导致设备未连接车辆时,设备无法正常驱动 XJ549

芯片。

以上 PVCC/DVCC/AVCC 供电引脚均可与 OBD16 脚电源直接相连，但应注意 XJ549BID 和 XJ549BIG 版本的 PVCC/AVCC/DVCC 电源正常工作条件下(如数据收发、AUX 测量)应小于 18V。在不跑协议的情况下，XJ549BIG 极限耐压应小于 20V，XJ549BID 极限耐压应小于 36V；XJ549CID 版本专用于 24V 系统没有此电压限制，PVCC/DVCC/AVCC 供电引脚均可达 36V。

REGC1

内部模拟线路供电 LDO 退耦引脚，外接 4.7uF 瓷片电容。REGC1 由 AVCC 引脚供电，当 AVCC 引脚上电，同时 npwd 使能脚为高电位时 REGC1 正常输出。REGC1 内部 LDO 未经严格修调，输出电压约为 $5.5V \pm 10\%$ 。XJ549 使用时需先确保 REGC1 有正常输出。

VREF

内部参考电压输出，外接 4.7uF 瓷片电容退耦。VREF 由 AVCC 引脚供电，主要用于 CAN/485 等差分收发器的参考电压。VREF 输出电压为 2.7V，只有在 HALF_VCC 寄存器置位时有输出，此电压影响差分收发器接收。

VOUT3P3

内部 LDO 电压输出，外接 4.7uF 瓷片电容退耦。由 VOUT5P 引脚供电，可对外提供 100~150mA 的 3.3V 电源供应。特别地 VOUT3P3 电压不能连接至 VCCIO 引脚，以免造成不正常的工作状态。

VCCIO

数字 GPIO 引脚供电电源，由外部提供。VCCIO 支持 1.8~5.5V 宽范围供电，且应与控制器 GPIO 引脚电源一致，以免造成数字输入输出不匹配。

以上退耦电容参数应按照推荐值合理选择，不合理的电容值可能造成内部 LDO 不稳定等异常，同时应尽量选择 ESR 较小的 X7R 材质电容最佳。

1.2 BUCK 转换器

XJ549 片内集成一个 COT 控制的 BUCK 转换器，开关频率最大约 1MHz，支持 8~36V 宽范围的输入，通过 PVCC 引脚为其提供电源。BUCK 控制输出电压固定为 $5V \pm 10\%$ ，无法通过片外电阻或软件调节。BUCK 转化器 SW 需外接 10uH 的功率电感，VOUT5P 引脚需外接 10uF 左右退耦电容。由于 BUCK 转换器为 COT 控制模式，因此 VOUT5P 引脚上退耦电容应具有一定的 ESR(推荐 50mOHM~100mOHM)，太小 ESR 的电容（如并联多个 10uF）会造成环路不稳定。

XJ549 片上集成的 BUCK 转换器需要外接一启动电阻实现 BUCK 的开启，BUCK 启动电阻 R306 连接 BUCK 转换器输出至 REGC1，阻值范围为 200-1200 欧姆。去掉启动电阻会造成 BUCK 转换器在部分电压情况下无法正常工作。由于启动电阻的存在导致 XJ549 在低电流消耗情况下 BUCK 转换器处于断续工作模式为正常现象，收发器正常使能后 BUCK 将退出断续工作模式。

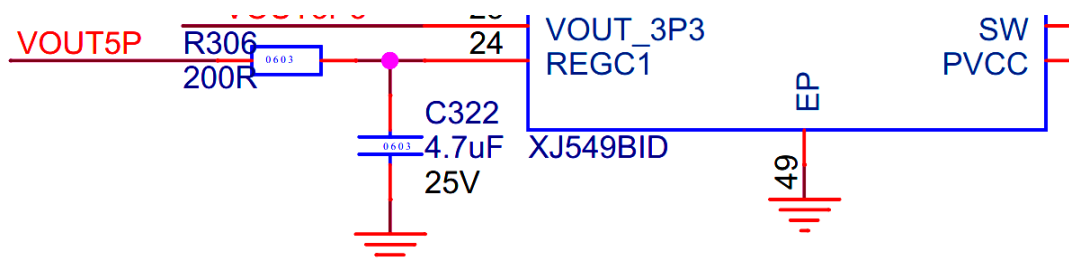


图 2 BUCK 启动电阻示意图

1.3 欠压复位

当用户设计采用 PVCC/DVCC/AVCC 统一供电方案，全部连接至外部 OBD16 脚电源时，外部设计欠压复位电路将尤为必要。应用中 OBD16 脚电压变化范围较宽或电源线上的瞬态跌落都将有可能导致内部电路出现不可预期的运行结果，为了避免电源异常导致的系统失效，可以将 OBD16 脚电压通过电阻分压后应用到 NPWD 管脚。NPWD 引脚具有 1.2V 左右的阈值门限，合理设置 R1、R2 参数能够保证系统在设定的电压范围内合理工作。除此外当控制器需要立即复位 XJ549 时，可通过 GPIO 驱动 NMOS 管拉低 NPWD 引脚实现外部复位。

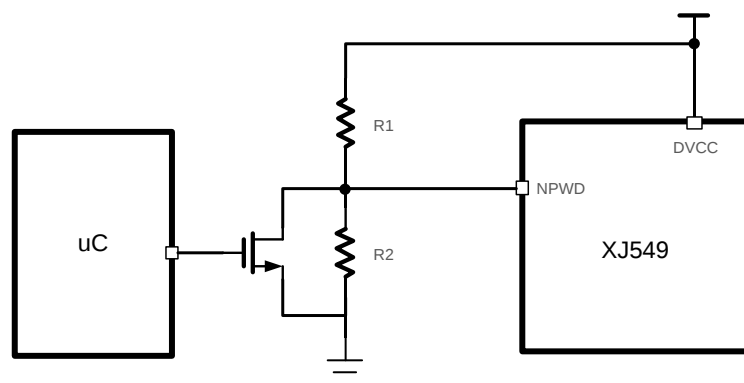


图 3 XJ549 欠压复位应用示意图

1.4 低功耗

部分 XJ549 应用具有低功耗要求，此时可以通过控制器拉低 NPWD 引脚实现 XJ549 深度睡眠的目的，此时 XJ549 依然会有数百微安的电流消耗。极致低功耗的情况下用户需要自行切断 PVCC/DVCC/AVCC 的供电路径，此时 VCCIO 依然需要保持和控制器 IO 电压一致的电源供应，否则可能出现 IO 漏电的风险，增加设备的暗电流消耗。

1.5 器件选型

为了满足不同应用需求 XJ549 提供了多种不同版本的器件和封装供客户选择，具体的器件差异详见下表 1。

型号	封装类型	内部集成 ESD	极限耐压	工作电压	是否支持 AUX 测量	推荐应用
XJ549BID	QFN48L	否	36	18	是	乘用车 12V 系统
XJ549BIG	LAE064-64	是	20	18	是	乘用车 12V 系统
XJ549CID	QFN48L	否	36	24	否	商用车 24V 系统
说明：3 种器件软件驱动一致，仅以上参数项有差别						

表 1 XJ549 不同器件功能选型参考

1.6 ESD 设计

ESD 和 EOS 事件始终是影响硅基半导体可靠性和寿命的主要诱因，良好的 ESD 设计是确保 XJ549 可靠工作的必要条件。采用 XJ549 设计的产品推荐整机满足 ISO10605 标准接触放电不低于 8KV，而 XJ549BIG 器件提供的 ESD 保护采用 IEC16000-4-2 HBM 标准为 4Kv,因此上述所有器件均有必要外置 ESD 器件以加强 ESD 的防护。

针对 XJ549 电源 PVCC/DVCC/AVCC 如有外部接触引脚推荐采用高功率 TVS 防护，针对乘用车 12V 应用 TVS 器件触发电压设置为 18~22V 为佳，钳位电压不低于 16V；针对商用车系统 TVS 器件钳位电压不低于 26V，触发电压不高于 30V。

针对 XJ549 OBD 外接引脚推荐采用 ESD 器件或低容值 TVS 器件，原则上 OBD 端口总寄生电容应小于 50pF，触发电压和钳位电压选择尽量与电源引脚一致。

1.7 热设计

原则上 XJ549 处于短时周期工作模式，且多为 2 通道及以下的应用，无需特殊考虑散热。但当 XJ549 应用于多通道模式，同时 DVCC 为高压 30V 时 XJ549 的耗散功率将极为可观。例如：每通道 CAN 协议 CANH 信号满载荷的耗散功率高达 100mA * （30V-3.5V）≈2.65W，而 XJ549BID 封装热阻约 60℃/W。因此用户可视产品工作情况合理选择必要的散热措施，通常情况下可通过合理设置敷铜和铜厚改善散热条件。

2 Layout 参考

XJ549 的 layout 设计并无特别要求，遵循以下布线规则有助于更好的使用 XJ549 器件。

- 1) 尽量减短 XJ549 芯片 GPIO 到 MCU 的走线，减小寄生电容。原则上走线长度不超过 100mm，寄生电容应小于 10pF。主要因为 CANFD 应用 PHY TX/RX 延迟对控制器时序有严重影响，过大的寄生会带来附加的 GPIO 传输延迟，影响 CANFD 的时序
- 2) OBD 走线区域尽量避开 buck 转换器 SW 引脚电感等功率地回路
- 3) PVSS 为 BUCK 功率地走线，不能和 AVSS 串行走线，但整体敷地情况下可以使用
- 4) PVCC/DVCC/AVCC 引脚退耦电容应尽量靠近引脚，禁止在 PVCC/DVCC/AVCC 无退耦情况下使用磁珠、电感等感性器件隔离，会造成严重 EOS 问题

3 AUX 测量功能

AUX 测量功能可用于检测 OBD 引脚电压，不同的 XJ549 器件在 AUX 电压测量上有些许差异。XJ549BID、XJ549BIG 两颗器件均支持 0~18V 的引脚电压测量，控制器通过 SPI 接口设置选通寄存器的值，将对应 OBD 引脚电压经内部分压比例为 1:0.2 的放大器衰减后输出至 AUX1~AUX4 引脚。控制器通过 ADC 测量 AUX1~AUX4 引脚电压计算出 OBD 引脚的真实电压值。特别地，当 OBD 引脚电压大于 15V 时，ADC 测量引脚电压将高于 3V，因此高压应用上为了确保电压测量的线性度，AUX1~AUX4 至 ADC 通道需要合理设置外部分压。AUX1~AUX4 输出的最大电压受限于 BUCK 控制器输出。XJ549CID 器件为满足 24V 高压应用，无法提供 AUX 测量功能。

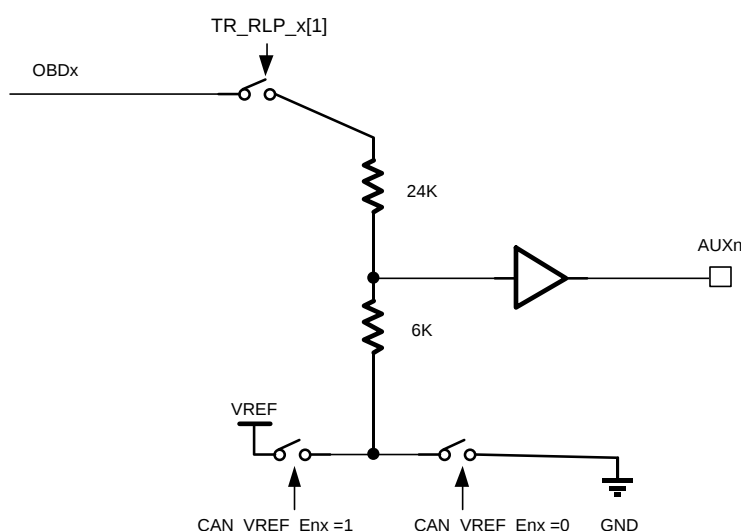


图 4 AUX 引脚测量功能原理示意图

根据上图原理，XJ549 内部寄存器 TR_RLP_x[1]、CAN_VREF_EN 等位将影响 AUX 功能电压测试结果，当选择 AUX 测量功能请务必设置 TR_RLP_x[1]置位。推荐使用官方提供的 XJ549 驱动代码中的 AUX 测量函数实现 OBD 引脚电压测量。

4 收发器使用

4.1 CAN 终端电阻

XJ549 设置有 CAN 终端电阻使能和禁用的功能，为了实现任意引脚的 CAN 终端电阻端接，XJ549 内部电路在每个 OBD 引脚上设置有 OBD PIN 至 VREF 参考电压的终端电阻和开关，用户可以根据总线情况合理选择终端电阻的开启和关闭，终端电阻的等效原理如下图 4 所示。

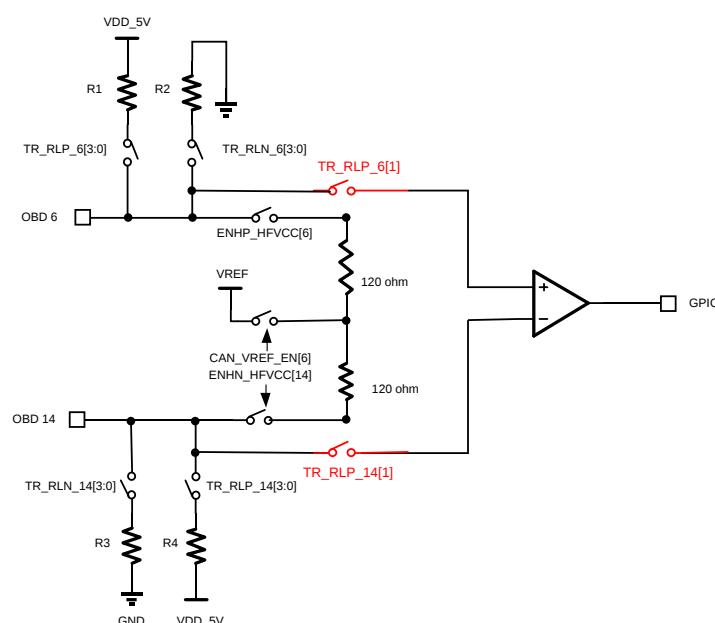


图 5 CAN 终端电阻原理示意图

通过配置 ENHP_HFVCC 和 ENHN_HFVCC 寄存器置位可以开启 CAN 收发器终端匹配电阻，同时 CAN_VREF_EN 位也应该置位，否则电阻功能无效。根据示意图可知，当终端电阻使能时用户无法通过直接方法测量 OBD 引脚之间的欧姆电阻值，只能通过 CAN 引脚显性态至隐性态的斜率判断终端电阻的状态。

特别地，当遇到 CAN 节点寄生电容过大，导致显性至隐形态切换延时较大时，尤其是低速 CAN 总线也可以通过设置 OBD 引脚上的上/下拉电阻加速显性电平回落，进而改善 CAN 波形。需要注意的正确的上下拉极性配置是 CANH 应设置下拉电阻，CANL 应设置上拉电阻。例如 CAN6 为 CANH，应设置 TR_RLN_6[3:0] 寄存器为 1010b；CAN14 为 CANL，应设置 TR_RLP_14[3:0] 寄存器为 1010b；上下拉均为 500 欧姆。

4.2 差分收发器

驱动软件版本 V1.0.6 及更早的版本均未设置 TR_RLPn[1] 位，导致差分收发器有较大的共模失调，详细参考图 5 中红色开关所示。此配置会影响 CAN/RS485/J1850/J1708 等协议的接收性能。新版本 V1.0.7 发布更新了此部分配置，差分收发器接收性能有较大提升。

4.3 CANFD 控制器时序配置

XJ549 片上提供的 CANFD 收发器符合 ISO11898-2: 2016 标准可与标准 CANFD 控制器兼容, 通常 CANFD 收发器的传输延迟受终端匹配电阻、寄生电容、PHY 驱动芯片传输延迟以及控制器接口延时等因素综合影响。尤其是终端匹配电阻和端口寄生, 应尽量避免选用寄生电容过大的端口保护器件, 端口总寄生应小于 100pF。除此以外, 当遇到 CANFD 接收失败但发送成功时, 应优先考虑 CANFD 控制器内的接收采样控制器时序, 保证接收采样窗口具有足够的裕量; 如遇 CANFD 发送不正常应优先考虑端接匹配电阻等是否合理设置。由于 PHY 层收发收发器和匹配差异, 存在由常规 PHY 芯片更换为 XJ549 后需要调整 CANFD 控制器时序的情况。遇此类问题请优先参考 CANFD 控制器相关的时序配置信息或联系厂商技术支持。

5 回流焊推荐

XJ549BIG 型号采用 LAE064-64 封装因内置 SMT 工艺的 TVS 器件，贴片过程中如回流焊接温度控制不当（温度过高）极易导致内部高温锡融化，致使封装开裂或 TVS 引脚短路等品质不良。为了避免以上问题，请严格按照如下步骤作业 LAE064-64 封装产品。

- 1) 上线贴片前，烘烤温度 60°，烘烤时间 12 个小时
- 2) 按照如下曲线控制回流焊温度

炉温的控制与 PCB 板厚、PCB 尺寸以及敷铜面积等因素密切相关，本温度曲线仅以 PCB 尺寸为 50mm*50mm*1.2mm (L*W*H) 为例说明，其他尺寸需合理调整。

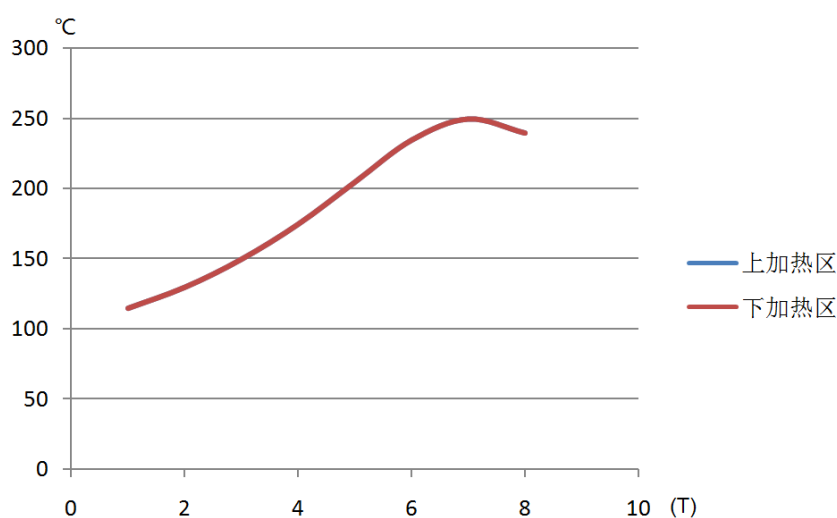


图 6 示例 PCB 板回流焊推荐炉温曲线

6 驱动软件

XJ549 芯片最新驱动软件位 V1.0.7 版本，主要更新差分协议（CAN/RS485/J1850/J1708）接收器配置，以解决接收器共模接收范围问题。详细参考 4.2 章节“差分收发器”相关内容。