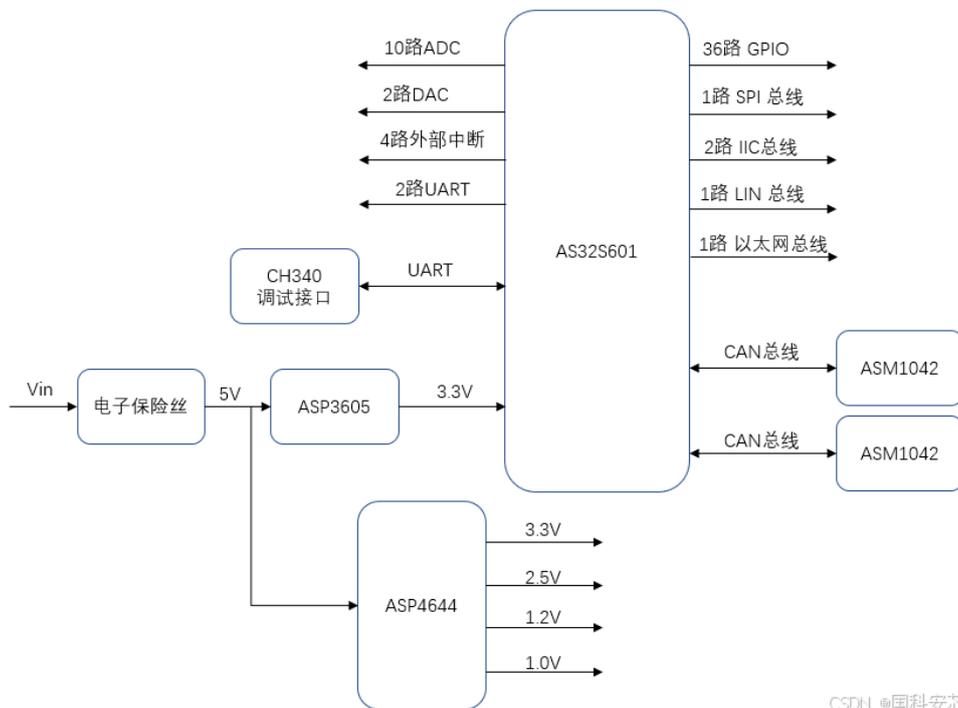


# 低成本抗辐照 MCU 控制板

在低轨航天器的外太空运行中，由于地磁偏角，在南大西洋靠近巴西的上方形成了一个反常区（SAA, south Atlantic Anomaly），在 SAA 这个区域，地磁场高度下降导致捕获质子带下降，从而导致低轨道航天器受到地球捕获质子带的辐照影响。同时预计 10 年后地球卫星数量将达到 10 万颗，卫星数量的急剧增加也加大了出问题的概率，出问题后的清理等成本很高，也让大家对低轨卫星安全可靠提出更高要求。目前越来越多的低轨卫星厂家提出抗辐照芯片需求，现有抗辐照 MCU、DCDC 等芯片成本比较高，传统高端宇航级抗辐照芯片价格在几万元人民币，对于商业航天来说无法接受该价格。多家商业航天公司在积极寻找调研一系列满足商业航天场景的芯片，该系列芯片既能满足商业航天抗辐照安全要求，价格又比传统宇航芯片显著便宜。

为了有效应对低轨航天器在外太空运行中可能遇到的单粒子效应（SEU）等挑战，国科环宇设计了一款 50mm×50mm 最小 MCU 控制板，该系统是为了在恶劣的太空环境中保持稳定运行而设计的。该系统采用高性能、高可靠性的主控芯片 AS32S601，搭配 ASP3605 和 ASP4644 电源管理芯片，以及 ASM1042 作为通信接口，确保了系统的稳定和可靠。



CSDN @国科安芯

图 1 系统框架图

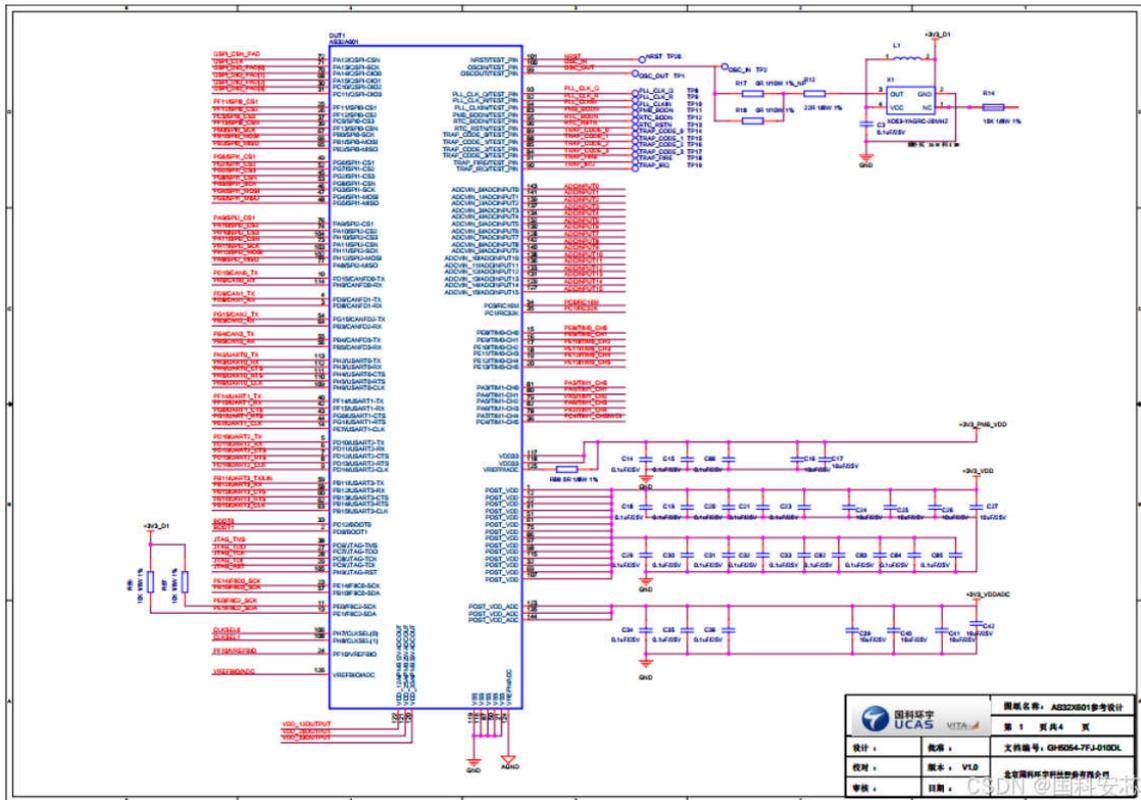


图 2: 控制板原理图

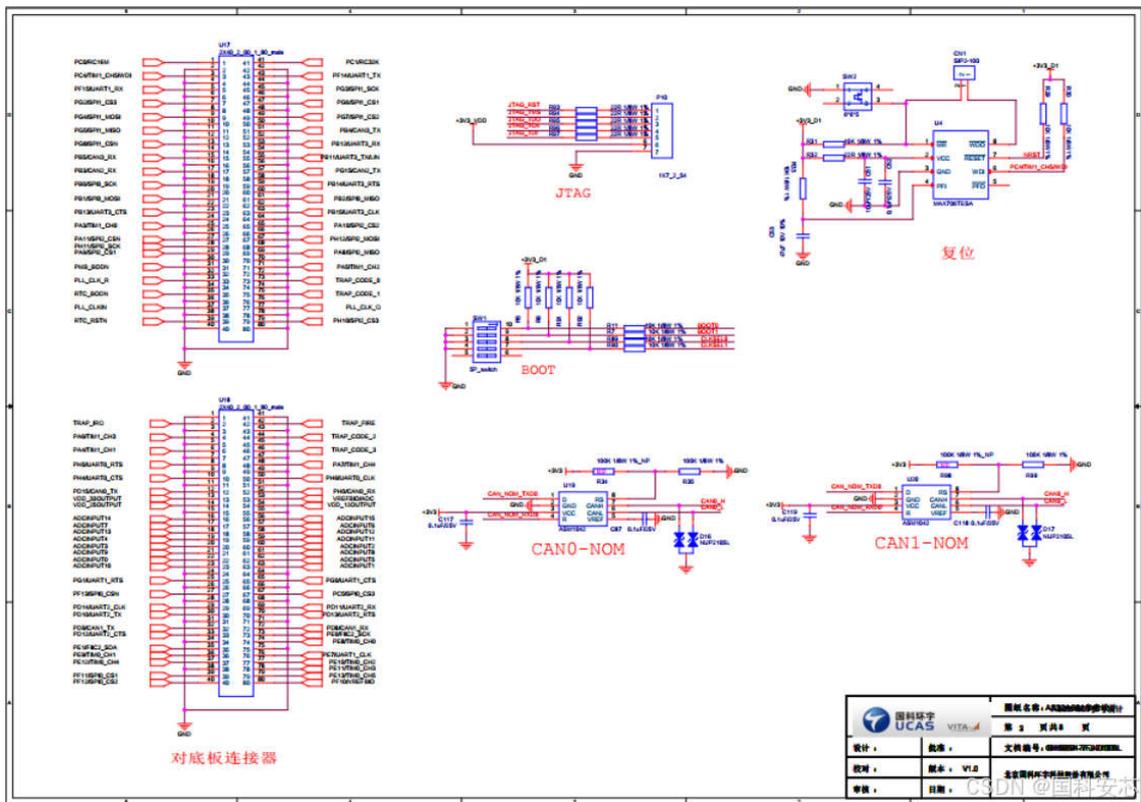


图 3: 控制板原理图

该 MCU 控制板主要芯片有 MCU 处理芯片 AS32S601、CANFD 通信芯片 ASM1042、DCDC 电源芯片 ASP4644 和 ASP3605，以上芯片完全自主可控并采用先进抗辐照加固工艺，以下是各芯片简介。

AS32S601 是国科环宇研制的一款基于 RISC-V 架构 MCU 芯片，具有完全自主可控、高安全、接口丰富等特点。支持双核锁步架构，支持 RV32IMAFDC 或者 RV32G 指令集，主频高达 180MHz，支持 CANFD、以太网、PWM、ADC、ACMP、DAC 等接口。通过 AEC-Q100 车规认证，满足 ASIL-B 功能安全等级，芯片设计、生产、封装、测试、认证等全流程国产化并提供国产化证明。采用先进抗辐照加固设计，可应用于商业航天、军工等高安全需求场景。

性能参数	产品特点
内核：32 位 RISC-V 双核锁步内核	抗辐照： TID ≥ 100krad(Si) SEU ≥ 75Mev.cm2/mg or 10 <sup>(-5)</sup> times/device.day SEL ≥ 75Mev.cm2/mg
指令集：支持 RV32IMAFDC 或 RV32G 指令集	
主频：180MHz	
存储：2MB Flash (ECC) 、512KB、SRAM (ECC)	
接口：CANFD、MIL-STD-1553B、以太网、LIN、ADC、DAC 等	功能安全等级：ASIL-B
供电：2.7V~5.5V 单电源供电	车规认证：AEC-Q100
工作温度：-55℃~125℃	国产化证明：广五所国产化证明

ASP3605S 是国科环宇研制的一款 DCDC 电源芯片，具有高效率、低纹波、大电流等特点。ASP3605S 典型效率 86.48%，常用场景纹波范围 4.17mV~10.67mV，输出电流 4A，该芯片支持 4V~15V 的输入电压，输出电压范围为 0.6V~5.5V。ASP3605S 采用先进抗辐照工艺设计，可应用于商业航天、军工等高安全需求场景。通过 AEC-Q100 车规认证，芯片设计、流片、生产、封装、测试等全流程国产化并提供国产化证明，和 LTC3605 完全兼容。

性能参数	产品特点
高效率：典型效率 86.48%	抗辐照： SEU ≥ 75Mev.cm2/mg or 10 <sup>(-5)</sup> times/device.day SEL ≥ 75Mev.cm2/mg
低纹波：4.17mV~10.67mV	
大电流：4A	
宽电压：输入 4V~15V，输出 0.6V~5.5V	车规认证：AEC-Q100
小体积：4mm*4mm	国产化证明：广五所国产化证明
工作温度：-55℃~125℃	

ASP4644S 是国科环宇研制的一款 DCDC 电源芯片，具有高效率、低纹波、大电流等特点。ASP4644S 典型效率 86.48%，常用场景纹波范围 4.17mV~10.67mV，单路输出电流 4A，并联四路输出电流高达 16A，该芯片支持 4V~14V 的输入电压，输出电压范围为 0.6V~5.5V，外部仅需输入和输出电容，节约布板空间。ASP4644S 采用先进抗辐照工艺设计，可应用于商业航天、军工等高安全需求场景。通过 AEC-Q100 车规认证，芯片设计、流片、生产、封装、测试等全流程国产化并提供国产化证明，和 LTM4644 完全兼容。

性能参数	产品特点
高效率：典型效率 86.48%	抗辐照： SEU $\geq$ 75Mev.cm <sup>2</sup> /mg or 10 <sup>^(-5)</sup> times/device.day SEL $\geq$ 75Mev.cm <sup>2</sup> /mg
低纹波：4.17mV~10.67mV	
大电流：单路 4A，4 路 16A	
宽电压：输入 4V~15V，输出 0.6V~5.5V	
小体积：9mm*15mm*4.46mm	车规认证：AEC-Q100
工作温度：-55℃~125℃	国产化证明：广五所国产化证明

ASM1042S 是国科环宇研制的一款 CANFD 通信接口芯片，具有高速率、高耐压、IO 兼容性强等特点。ASM1042S 速率达 5Mbps，共模输入电压 $\pm$ 30V，总线故障保护电压 $\pm$ 70V，支持 3.3V 和 5V MCU IO 接口。ASM1042S 采用先进抗辐照加固设计，可应用于商业航天、军工等高安全应用场景。通过 AEC-Q100 车规认证，芯片设计、生产、封装、测试等全流程国产化并提供国产化证明并，和 TJA1042、TCAN1042 完全兼容。

性能参数	产品特点
高效率：5Mbps	抗辐照： SEU $\geq$ 75Mev.cm <sup>2</sup> /mg or 10 <sup>^(-5)</sup> times/device.day SEL $\geq$ 75Mev.cm <sup>2</sup> /mg
高耐压：共模输入电压 $\pm$ 30V 总线故障保护电压 $\pm$ 70V	
IO 接口：兼容 3.3V 和 5V MCU IO 电平	
低功耗：支持唤醒和低功耗待机模式	车规认证：AEC-Q100
工作温度：-55℃~125℃	国产化证明：广五所国产化证明

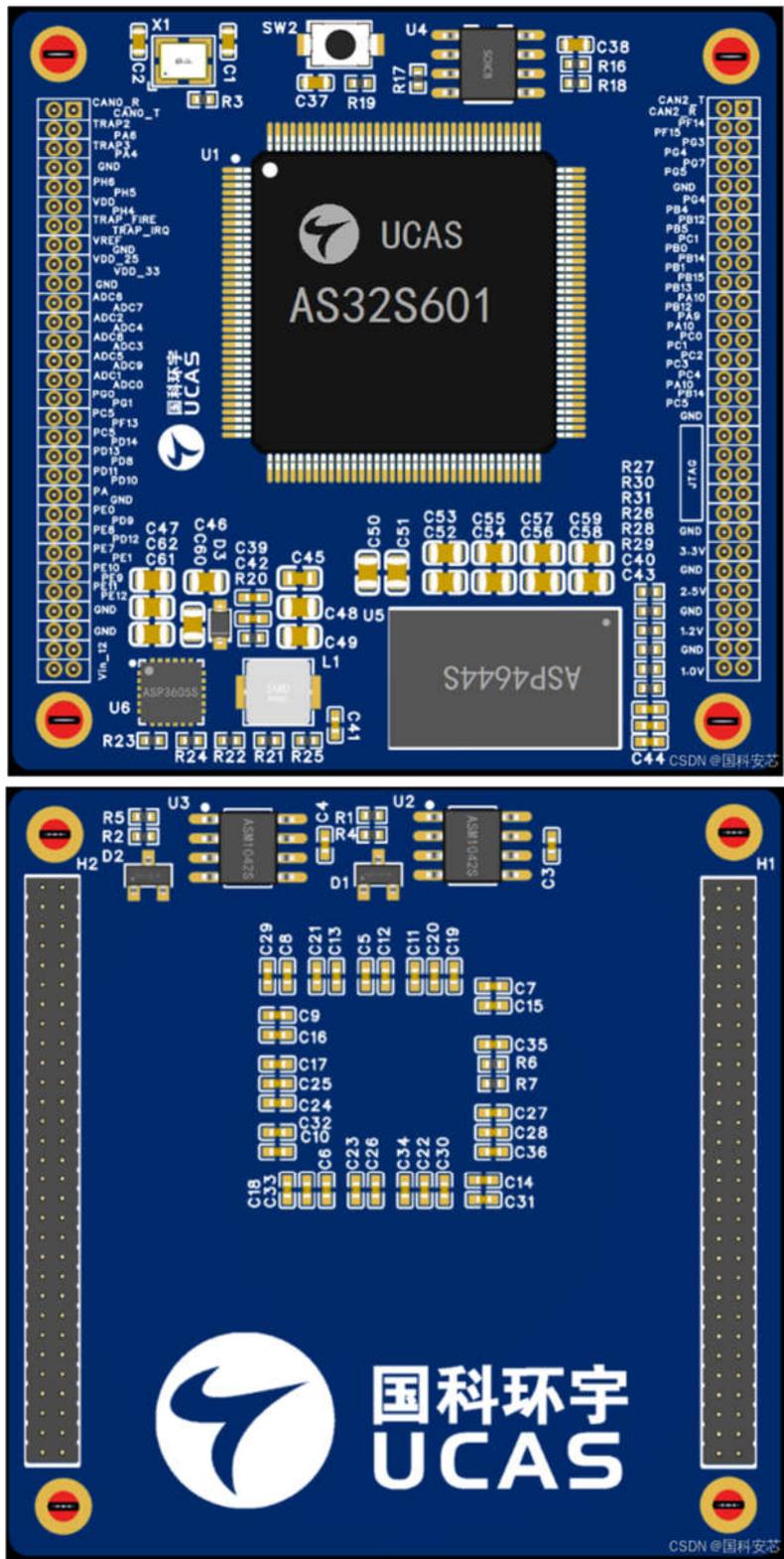


图 4 MCU 控制板仿真图 (尺寸 50mm\*50mm)

功能/特点	描述
主控芯片	AS32S601 (RISC-V 双核锁步架构, 180MHz 主频)
存储	2MB Flash (ECC) 、 512KB SRAM (ECC)
抗辐照指标	TID $\geq$ 100krad(Si) SEU $\geq$ 75Mev.cm <sup>2</sup> /mg or 10 <sup>(-5)</sup> times/device.day SEL $\geq$ 75Mev.cm <sup>2</sup> /mg
GPIO 口	36
通信接口	2 路 UART 1 路 SPI 总线 2 路 IIC 总线 1 路 LIN 总线 1 路以太网总线
通信接口芯片	ASM1042S (5Mbps 速率, 共模输入电压 $\pm$ 30V, 总线故障保护电压 $\pm$ 70V)
模拟接口	10 路 ADC (12bit) /2 路 DAC (8bit)
电源	12V~5.5V 单电源供电、典型功耗 400mw
工作温度范围	-55 $^{\circ}$ C~125 $^{\circ}$ C
输出电源	3.3V (4A) 、 2.5V (4A) 、 1.2V (4A) 、 1.0V (4A)
产品尺寸	50mm $\times$ 50mm

综上所述, 该 MCU 控制板所选器件完全自主可控, 控制板处理能力强, 通信接口丰富, 采用完全自主研发的抗辐照加固工艺, 具备优秀的抗单粒子特性, 能够有效应对低轨环境中的各种挑战, 确保低轨控制器的稳定运行, 同时整个方案成本比传统抗辐照方案显著降低, 是为商业航天准备的一套低成本抗辐照芯片方案。