

编号：2025-ZZ-BG-004

密级：非密

总页数：共 7 页

# ASM1042S2S 型 CANFD 质子单粒子效应试验报告

北京中科芯试验空间科技有限公司



---

## 前言

本报告规定了对 ASM1042S2S 型 CANFD 进行质子单粒子试验的流程与结果。

本报告起草单位：北京中科芯试验空间科技有限公司

本报告主要起草人：上官士鹏、王天文

本报告主要审查人：上官士鹏

## 1. 试验目的

本方案详细说明了 ASM1042S2S 型 CANFD 质子单粒子试验评估的具体要求, 试验目的是获得 ASM1042S2S 型 CANFD 在 100 MeV 质子能量  $10^{10}$  通量下的单粒子效应敏感度。

## 2. 适用范围

本报告适用于 ASM1042S2S 型 CANFD 的质子单粒子试验。

## 3. 引用标准及文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本方案的条款。凡注日期或版次的引用文件, 其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本方案, 但提倡使用本方案的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件, 其最新版本适用于本方案。

- (1) GJB 548B 微电子器件试验方法和程序
- (2) GJB 9397-2018 军用电子元器件中子辐射效应试验方法
- (3) GB/T 32304 航天电子产品静电防护要求
- (4) GJB 2712-1996 测量设备的质量保证要求计量确认体系
- (5) GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- (6) ASM1042S2S 型 CANFD 产品手册。

## 4. 器件特征

### 4.1 器件特征表

器件特征如下表 1 所示。

表 1 ASM1042S2S 型 CANFD 特征表

|        |           |      |                |
|--------|-----------|------|----------------|
| 样品名称   | CANFD 收发器 | 样品型号 | ASM1042S2S     |
| 生产批次   | /         | 生产单位 | 国科环宇           |
| 质量等级   | 商业航天级     | 样品工艺 | VIS 0.15um BCD |
| 封装形式   | SOP8L     | 电源电压 | 5V             |
| 器件总比特数 |           |      |                |

### 4.2 器件结构图

ASM1042S2S 型 CANFD 其结构示意图如下图所示。

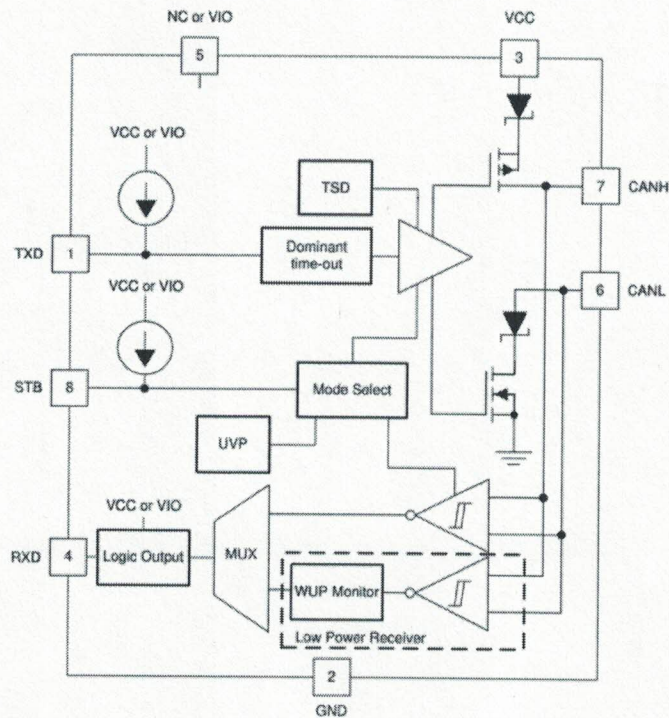


图 1 ASM1042S2S 型 CANFD 结构图

4.3 器件功能表

ASM1042S2S 型 CANFD 功能描述。

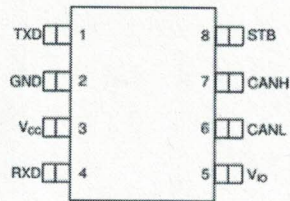


图 2. ASM1042S2S 引脚分布图

| 引脚序号 | 引脚名称 | 引脚功能             |
|------|------|------------------|
| 1    | TXD  | 发送器数据输入端         |
| 2    | GND  | 地                |
| 3    | VCC  | 收发器 5V 供电        |
| 4    | RXD  | 接收器输出端           |
| 5    | VIO  | 收发器 I/O 供电电源     |
| 6    | CANL | 低电位 CAN 电压输入输出端  |
| 7    | CANH | 高电位 CAN 电压输入输出端  |
| 8    | STB  | 待机模式控制端，高电平为待机模式 |

图 3. ASM1042S2S 型 CANFD 的引脚说明

4.4 电特性参数表

ASM1042S2S 型 CANFD 电特性参数如下表所示。

表 2 ASM1042S2S 型 CANFD 直流电特性参数表

| 特性                                                                                                                          | 符号                           | 极限/标准值 |                     |      | 单位      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|---------------------|------|---------|
|                                                                                                                             |                              | 最小     | 经典                  | 最大   |         |
| 显性功耗 (Normal mode),<br>TXD=0V, $R_L=60\Omega$ , $C_L=open$ ,<br>$R_{CM}=open$ , STB=0V, 负载条件如图<br>1 所示。                     | $I_{CC}$                     |        | 40                  | 70   | mA      |
| 总线故障显性功耗 (Normal<br>mode), TXD=0, $V_{CANH}=-12V$ ,<br>$R_L=open$ , $C_L=open$ , $R_{CM}=open$ , 负<br>载条件如图 1 所示。           |                              |        |                     | 110  |         |
| 隐性功耗 (Normal mode), TXD= $V_{CC}$<br>or $V_{I0}$ , $R_L=50\Omega$ , $C_L=open$ ,<br>$R_{CM}=open$ , STB=0V, 负载条件如图<br>1 所示。 |                              |        | 1.5                 | 2.5  |         |
| Standby mode 功耗, TXD= $V_{I0}$ ,<br>$R_L=50\Omega$ , $C_L=open$ , $R_{CM}=open$ ,<br>STB= $V_{I0}$ , 负载条件如图 1 所示。           |                              |        | 0.5                 | 5    | $\mu A$ |
| I/O 功耗 (Normal mode)                                                                                                        | $I_{I0}$                     |        | 90                  | 300  |         |
| I/O 功耗 (Standby mode)                                                                                                       |                              |        | 12                  | 17   |         |
| $V_{CC}$ 欠压保护上升阈值电压                                                                                                         | $UV_{CC}$                    |        | 4.2                 | 4.4  | V       |
| $V_{CC}$ 欠压保护下降阈值电压                                                                                                         |                              | 3.8    | 4.0                 | 4.25 |         |
| $U_{VCC}$ 滞回电压                                                                                                              | $V_{HYS}(UV_{VCC})$          |        | 200                 |      | mV      |
| 显性输出电压<br>(Normal mode)<br>$50\Omega \leq R_L \leq 65\Omega$ , $C_L=open$ ,<br>$R_{CM}=open$ , 负载条件如图 1 所示。                 | $V_{CANH}$                   | 2.75   |                     | 4.5  | V       |
|                                                                                                                             | $V_{CANL}$                   | 0.5    |                     | 2.25 |         |
|                                                                                                                             | $V_{CANH}-V_{CANL}$          | 1.5    |                     | 3    |         |
| 隐性输出电压<br>(Normal mode)<br>TXD= $V_{CC}$ , STB=0V, $R_L=open$ (no<br>load), $R_{CM}=open$ , 负载条件如图<br>1 所示。                 | $V_{CANH}$ and<br>$V_{CANL}$ | 2      | $0.5 \times V_{CC}$ | 3    | mV      |
|                                                                                                                             | $V_{CANH}-V_{CANL}$          | -50    |                     | 50   |         |
| 输出电压 (Standby mode)<br>STB= $V_{CC}$ , $R_L=open$ (no load),<br>$R_{CM}=open$ , 负载条件如图 3 所示。                                | $V_{CANH}$                   | -0.1   | 0                   | 0.1  | V       |
|                                                                                                                             | $V_{CANL}$                   | -0.1   | 0                   | 0.1  |         |

|                                                                                    |                     |      |     |     |         |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|-----|-----|---------|
|                                                                                    | $V_{CANH}-V_{CANL}$ | -0.2 | 0   | 0.2 |         |
| 输出电压对称性, $R_{TERM}=60\Omega$ , $C_{SPLIT}=4.7nF$ , 负载情况如图 1 所示。                    | $V_{SYM}$           | 0.9  |     | 1.1 | V/V     |
| 直流输出电压对称性, $R_L=60\Omega$ , $C_L=open$ , $R_{CM}=open$ , 负载情况如图 1 所示。              | $V_{SYM\_DC}$       | -0.4 |     | 0.4 | V       |
| 隐性短路输出电流 (Normal mode), $V_{BUS}=V_{CANH}=V_{CANL}$ , $-27V \leq V_{BUS} \leq 32V$ | $I_{OS(SS\_REC)}$   | -5   |     | 5   | mA      |
| 环路延时(隐性转显性), 负载情况如图 1 所示。                                                          | $t_{PROP(LOOP1)}$   |      | 100 | 160 | ns      |
| 环路延时(显性转隐性), 负载情况如图 1 所示。                                                          | $t_{PROP(LOOP2)}$   |      | 110 | 175 |         |
| Normal to Standby 模式切换时间                                                           | $t_{MODE}$          |      | 9   | 45  | $\mu s$ |
| 过滤唤醒模式时间                                                                           | $t_{WK\_FILTER}$    | 0.5  |     | 1.8 |         |
| 发送延时(隐性转显性), 负载情况如图 1 所示, $R_L=60\Omega$ , $C_L=100pF$ 。                           | $t_{pHR}$           |      | 55  |     | ns      |
| 发送延时(显性转隐性), 负载情况如图 1 所示, $R_L=60\Omega$ , $C_L=100pF$ 。                           | $t_{pLD}$           |      | 75  |     |         |
| 显性超时时间                                                                             | $t_{TXD\_DFO}$      | 1.2  |     | 3.8 | ms      |
| 发送延时(隐性转显性), 负载情况如图 1 所示, $C_{L\_RXD}=15pF$ 。                                      | $t_{pRH}$           |      | 65  |     | ns      |
| 发送延时(显性转隐性), 负载情况如图 1 所示, $C_{L\_RXD}=15pF$ 。                                      | $t_{pDL}$           |      | 50  |     |         |

## 5. 试验分析

辐照项目及要求如表所示。利用质子加速器对该器件的进行单粒子效应试验。

根据《宇航用半导体器件质子单粒子实验方法》的要求, 选择 100MeV 的质子对被测器件芯片开展质子单粒子效应试验。单粒子效应判定标准如表所示。

表 3 辐照试验项目表

| 试验项目 | 样品数量 | 试验源 | 测试地点 | 指标要求 |
|------|------|-----|------|------|
|------|------|-----|------|------|

|       |                      |    |                |   |
|-------|----------------------|----|----------------|---|
| 单粒子效应 | 2 只（1 只试验，<br>1 只参考） | 质子 | 中国原子能科学研<br>究院 | / |
|-------|----------------------|----|----------------|---|

表 4 单粒子效应判定标准

| 器件类型                  | 单粒子效应类型 | 测试项目  | 测试条件                | 单粒子效应判定标准 |
|-----------------------|---------|-------|---------------------|-----------|
| ASM1042S2S 型<br>CANFD | 单粒子锁定   | 单粒子效应 | 注量率 1e7<br>总注量 1e10 | 器件功能是否正常  |

6. 辐照试验要求

6.1 一般要求

质子单粒子效应辐照试验符合本试验方案的规定。

试验人员在辐射源区的操作应满足 GB 18871 的要求。经历过辐射环境的被试器件、试验板、测试仪器和电线电缆应按 GB 18871 和辐射实验室的相关规定进行处理和贮存。

6.2 试验样品选择和处置

试验样品总数按 5 辐照试验项目表要求。样品编号如表所示。

表 5 质子辐照试验样品编号

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| ASM1042S2S 型 CANFD | R2-1#（参照）<br>P2-1# |
|--------------------|--------------------|

样品试验前需进行常温测试，以确认试验样品参数、功能正常。

6.3 辐照源

质子辐照试验在中国原子能科学研究院 100MeV 质子回旋加速器上进行，质子加速器核心技术指标如表 6 所示。

表 6 核心技术指标

|      |                                             |
|------|---------------------------------------------|
| 质子能量 | 10-100MeV                                   |
| 注量率  | 5E5-5E9 P·cm <sup>-2</sup> ·S <sup>-1</sup> |
| 辐照面积 | 20cm×20cm                                   |

试验环境：

- (1) 温度：15℃~35℃
- (2) 相对湿度：20%~80%
- (3) 静电防护应满足 GB/T 32304 的要求

6.4 测试电路板

根据测试目的和技术要求进行测试电路板的定制开发或改造，进行辐照测试的电路

板由甲方提供。

## 6.5 单粒子效应测试系统

单粒子效应测试试验系统由质子加速器、电路板、程控电源、PC 等组成。靶室外测试仪器包括控制计算机，辐照试验在大气中开展。

### (1) 试验板和电缆

被试器件放在试验板上，试验板放置在试验环境中。试验板和电缆必须具备以下几个要求：

- a) 如果辐照试验板上采用了除被试器件外的其它元器件，应保证其它元器件的性能不受试验环境的影响；
- b) 试验板应具有良好的机械稳定性、可移动性和抗振动；
- c) 试验板和电缆应具有良好的抗电磁干扰能力。

## 7 试验程序及流程

试验过程中，被试器件吸收的电离总剂量不得超过其抗电离总剂量能力的 80%，。若质子产生的累积总剂量超过其抗辐照能力的 80%（包括抗电离总剂量能力和抗位移损伤能力），则应另换 1 只被试器件，继续进行试验，2 只器件的单粒子效应总数或累积注量达到要求的值。

## 8 辐照试验工序单

编制对应试验的试验工序单，并进行原始数据记录。

试验板号：#2     ； 能量：100 MeV；

表 7 质子辐照试验工序单

| 开始时间  | 结束时间  | 注 量<br>率 | 注量   | 电参数 | 测试程序 | 单粒子效应        | 数据记录文件名 | 备注 |
|-------|-------|----------|------|-----|------|--------------|---------|----|
| 11:11 | 11:24 | 1e7      | 1e10 | /   | Data | 未出现单粒<br>子效应 | /       | /  |

## 9 试验报告和结论

ASM1042S2S 型 CANFD 器件利用 100MeV 质子，注量率为 1e7，总注量为 1e10，试验后，器件功能正常，未出现单粒子效应，判定合格。

10 试验用主要仪器设备清单

表 8 辐照试验仪器设备清单

| 序号 | 设备名称      | 型号                                | 用途及主要指标                       | 校准有效期 |
|----|-----------|-----------------------------------|-------------------------------|-------|
| 1  | CANFD 分析仪 | USBCAN-FD<br>REV2.0<br>09/13/2024 | 接收 CANFD 数据，监<br>测 CANFD 工作状态 |       |