

编号：ZKX-TID-TP-006

密级：非密

总页数：共 10 页

AS32S601ZIT2 型 MCU

总剂量效应试验报告

北京中科芯试验空间科技有限公司



前言

本报告规定 AS32S601ZIT2 型 MCU 辐照试验的流程与结果。

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：王天文、林槟、田平

本报告主要审查人：上官士鹏

到
十
06

一、试验目的

本试验目的是通过地面评估试验,确定 AS32S601ZIT2 型 MCU 抗总剂量辐照能力。

二、试验依据

下列文件中的有关条款通过引用而成为本报告的条款。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报告,但提倡使用本报告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报告。

- (1) GJB 1649-1993 电子产品防静电放电控制大纲
- (2) GJB 2712-1996 测量设备的质量保证要求计量确认体系
- (3) GJB548C-2023 微电子器件试验方法和程序
- (4) GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- (5) QJ 10004A-2018 宇航用半导体器件总剂量辐照试验方法

三、试验样品

3.1 样品功能描述

AS32S601ZIT2 是一款基于 32 位 RISC-V 指令集 MCU 产品,产品具有丰富的 Flash 容量,按照 ASIL-B 功能安全等级设计,采用先进抗辐照加固技术,同时具有高安全、低失效、多 IO、低成本等特点,应用于商业航天、核电站等高安全需求场景。

图 1 AS32S601ZIT2 型 MCU 管脚分布

3.2 性能参数

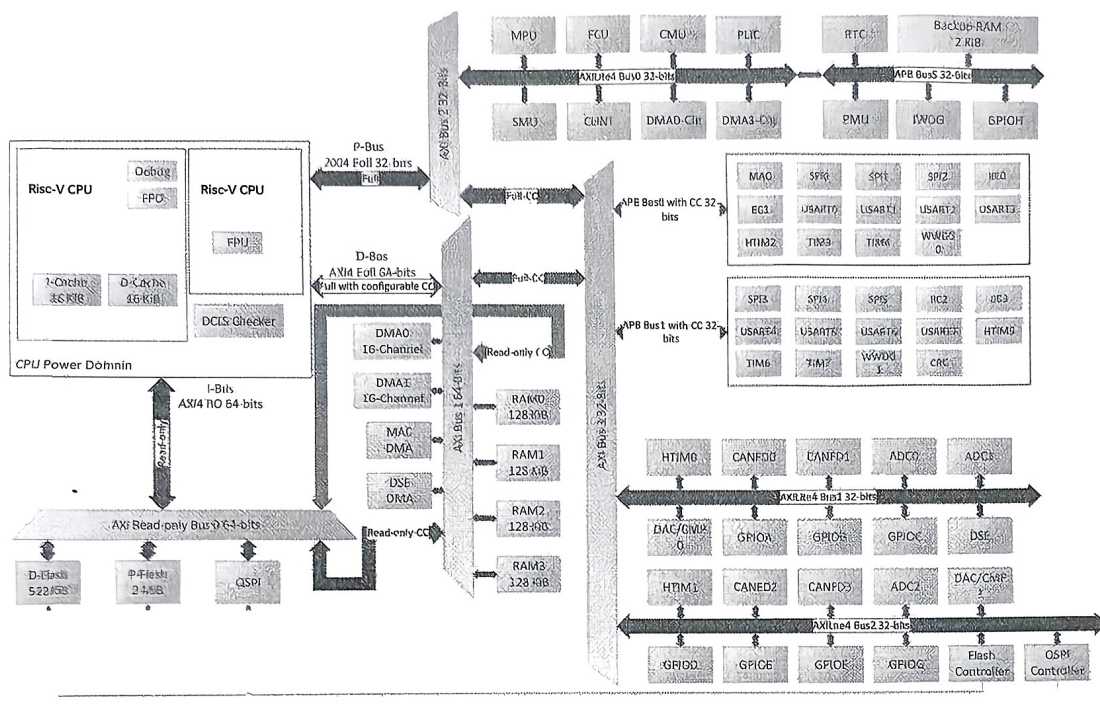


图 2 AS32S601ZIT2 型 MCU 架构图

- ◆ 工作频率高达 180MHz
- ◆ 工作输入电压支持：2.7V~5.5V
- ◆ 512KiB 内部 SRAM（带 ECC）
- ◆ 512KiB D-Flash（带 ECC）
- ◆ 2MiB P-Flash（带 ECC）
- ◆ 3 个 12 位的模数转换器（ADC），最多支持 48 通道模拟通路
- ◆ 2 个模拟比较器（ACMP）
- ◆ 2 个 8 位的数模转换器（DAC）
- ◆ 1 个温度传感器
- ◆ 6 路 SPI，支持主从模式标准 SPI 协议，速率最高可达 30MHz
- ◆ 4 路 CAN，支持 CANFD
- ◆ 4 路 USART 模块，支持 LIN 模式、同步串口模式
- ◆ 2 路 IIC，支持主从模式标准 IIC 协议
- ◆ 符合 AEC-Q100 grade1 认证标准
- ◆ 封装工艺：LQFP144

表 1 AS32S601ZIT2 型 MCU 芯片参数

器件名称	MCU	工程型号	/
生产单位	国科环宇	样品型号	AS32S601ZIT2
质量等级	商业航天级	封装	LQFP144
样品数量	1	工作温度	-55~+125℃

四、试验分析

AS32S601ZIT2 型 MCU 属于有源器件，在使用中存在总剂量风险，需要试验评估。辐照源为钴 60γ 射线源，辐射场在试验样品辐照面积内的不均匀性小于 10%。辐照剂量测试，可以是电离室、热释光剂量计或其它的测试系统，测量不确定度小于 5%。本项目在北京大学技术物理系的钴源平台上开展。

具体的辐照试验项目及失效判据如表 2、3 所示。

表 2 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
总剂量	1	钴源	北京大学	$\geq 100 \text{ krad(Si)}$

总剂量试验失效判据如表 3。辐照后器件性能出现表 3 中所条件，则认为器件失效。

表 3 辐照试验失效判据

试验项目	测试类型	失效判据
总剂量	电参数、外观测试	退火后外观、性能均合格

4.1 电离总剂量辐照试验要求

电离总剂量辐照试验应符合 QJ10004 和本试验报告的规定。

- 试验单位要求：

承担辐照试验的单位应有上级主管部门或本行业相关部门或用户认可的资质。

- 试验人员要求：

试验人员应掌握半导体器件的基础知识，了解辐射效应原理，具有辐照试验经验，持证上岗。

- 仪器与设备：

所使用的仪器和设备应按照 GJB2712-1996 中第 4 章的要求进行校准。

- 试验环境要求：

- a) 环境温度：24℃±6℃；
- b) 静电防护满足 GJB1649-1993 的规定。

- 辐射防护要求：

试验人员在辐照源的操作应按 GB18871-2002 中第 6 章的规定进行。对暴露于辐射环境的试验设备，必须进行充分的屏蔽，避免辐射损伤。

- 试验规范和试验报告：

试验前，应制定试验方案。试验后，应编写试验报告。

4.2 试验样品选择和处置

试验样品总数为 1，样品型号编号如表 4 所示。

表 4 总剂量辐照试验样品型号编号

AS32S601ZIT2 型 MCU	P1-1#
--------------------	-------

总剂量试验中样品不开盖，所有样品在试验前后进行常温下功能测试，具体见表 1 所示。

4.3 参数测试要求

总剂量辐照试验前后的测试采用移位测试，测试项目参照表 1 中的测试项目。辐照前后的测试项目的顺序和测试条件应保持不变。通常情况下辐照完毕到电参数和功能参数开始测试的时间间隔不超过 72 小时。

4.4 辐照环境

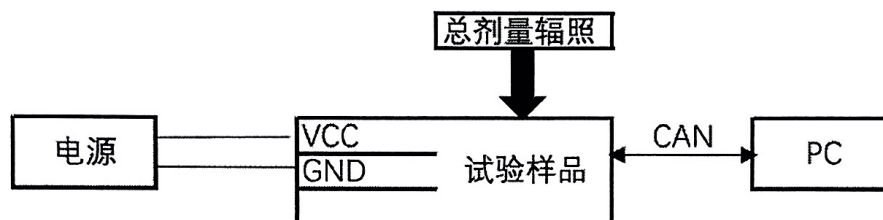
- 辐照在室温下进行，温度范围 24℃±6℃。
- 辐照剂量率选择 25rad(Si)/s，辐照的总剂量为 100krad(Si)，增加 0.5 倍过辐照后的剂量为 150krad(Si)。

4.5 测试系统

移位测试采用器件研制单位提供的自动参数测试系统。辐照时将多个测试器件放入辐照室辐照，辐照前后可测试参数和功能测试。

4.6 偏置和负载

样品需要加 3.3V 静态偏置直接接受辐照，测试电路图由供方提供。



4.7 总剂量试验流程

根据 QJ10004 总剂量试验标准，给出试验流程图如图 2 示。

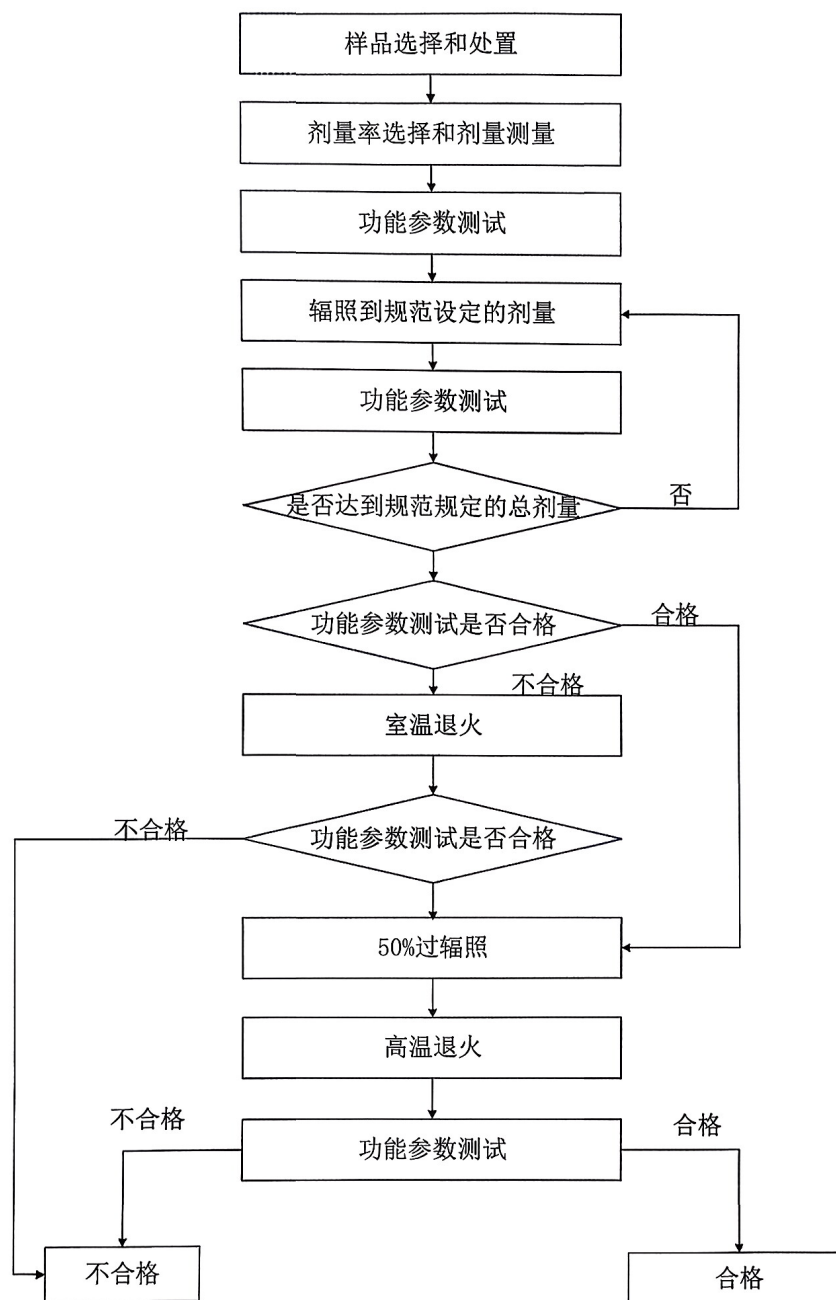


图 3 剂量辐照试验流程图

五、试验项目及主要数据

表 5 辐照试验数据

器 件 型号	AS32S601ZIT2 型 MCU	批次	2025			数 量	1	生 产 单 位	国科安芯
序号	试验项目及试验条件	试 验 数量	合 格 数量	功 能 失效	数 据 收发	工 作 电 流 (A)	操 作 人	试验日期	
1	器件编序列号	1	1	0	0	0.135	徐鹏	2025.07.17	
2	室温测试	1	1	0	0	0.135	徐鹏	2025.07.18	
3	50%过辐照	1	1	0	0	0.135	徐鹏	2025.07.18	
4	室温测量	1	1	0	0	0.135	徐鹏	2025.07.18	
5	高温退火, 时间: 168h	1	1	0	0	0.135	徐鹏	2025.07.25	
6	室温测量	1	1	0	0	0.135	徐鹏	2025.07.25	

六、试验结论

- 1、试验类别：总剂量效应。
- 2、AS32S601ZIT2 型 MCU 抗总剂量辐照指标大于 150krad(Si)，退火后性能外观均合格。

七、试验用主要仪器设备清单

表 6 试验用主要仪器设备清单

序号	仪器设备名称	设备编号	计量有效期
1	伽马剂量仪	Monitor LB-123	2023 年 08 月 28 日 ~2026 年 08 月 27 日
2	功率计	HS6101A	2023 年 07 月 10 日 ~2026 年 07 月 10 日
3	光源	GM8042	2023 年 07 月 10 日 ~2026 年 07 月 10 日

附表：试验原始记录：

放射源：钴 60；剂量率 25rad(Si)/s；辐照剂量 150 krad(Si)；

测试前器件电参数变化

供电 5V，工作电流 135mA，CAN 接口正常通信，FLASH\RAM 正常擦写。

器件试验后电参数测试

供电 5V，工作电流 132mA，CAN 接口正常通信，FLASH\RAM 正常擦写。

