

编号：BJ-BG002-2024

密级：非密

总页数：共 5 页

江苏北测新能源研究有限公司

AS32A401 型 MCU

总剂量效应试验报告

中国科学院国家空间科学中心

## 前言

本报告规定 AS32A401 器件总剂量辐照试验的流程与结果。

本报告起草单位：中国科学院国家空间科学中心

本报告主要起草人：林槟、王天文

本报告主要审查人：上官士鹏

## 一、试验目的

本试验目的是通过地面评估试验，确定 AS32A401 器件总剂量辐照能力。

## 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) QJ10004A-2018 宇航用半导体器件总剂量辐照试验方法
- (2) GJB1649-1993 电子产品防静电放电控制大纲
- (3) GJB2712-1996 测量设备的质量保证要求计量确认体系
- (4) GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- (5) AS32A401 器件器件手册

## 三、试验样品

### 3.1 样品功能描述

AS32A401 是一款由国科环宇公司研制的针对安全关键领域的 32 位 RISC-V 指令集 MCU 处理器芯片。该处理器以其高性能、高安全性以及低成本等特点，适用于包括工业、汽车、高铁、核电、航空和航天等多个安全要求极高的领域。它采用单周期双核锁步架构，支持双冗余 PLL 和双备份 QSPI-Flash，具备自动纠错的能力，并且其外部 IO 接口支持断电保护，系统控制模块采用三模冗余设计，确保了高度的可靠性和稳定性。此外，AS32A401 还拥有丰富的外设接口，包括多种标准通讯接口、模拟输入输出接口以及网络接口等，满足不同应用环境的需求。

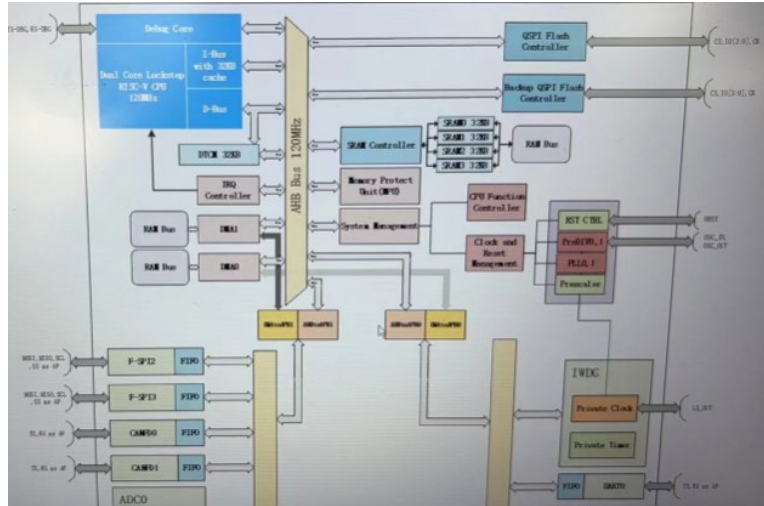


图 1 抗电磁脉冲连接器的引脚说明

#### 四、试验分析

AS32A401 器件在使用中存在总剂量风险，需要试验评估。

辐照源为钴 60 $\gamma$  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	共 1 只， (单个偏置 状态 1 只)	钴源	北京大学技术物理系	$\geq 100$ 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	电参数测试	在每个剂量点下，样品的电参数变化量与每组样品的电参数变化的中间值之比大于 1.5。

## 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°C±6°C；

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

试验样品编号如表 4 所示。

表 4 总剂量辐照试验样品编号

AS32A401 器件	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  $24^{\circ}\text{C}\pm 6^{\circ}\text{C}$ 。
- 辐照剂量率选择  $50\text{rad}(\text{Si})/\text{s}$ ，总剂量为  $100\text{krad}(\text{Si})$ 。

## 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

样品不加偏置直接接受辐照。

## 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。

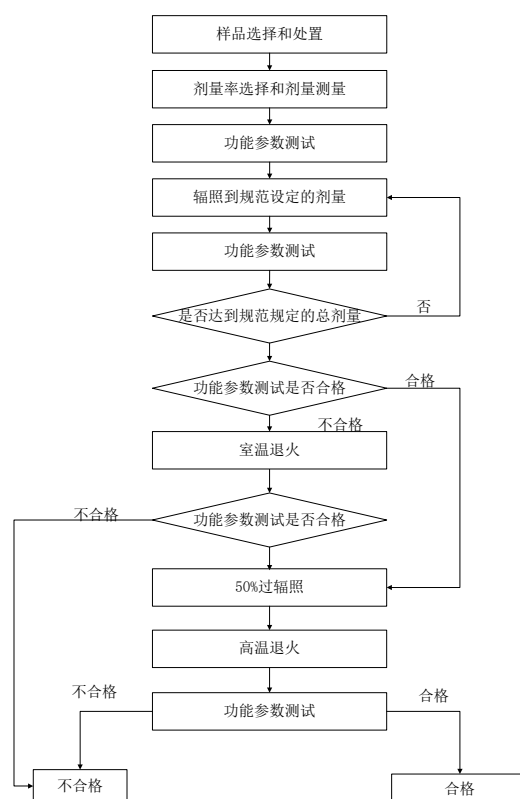


图 2 剂量辐照试验流程图

## 五、试验项目及主要数据

表 5 辐照试验数据

器件型号	AS32A401 器件	批次				数量	1	生产单位	国科环宇
序号	试验项目及试验条件	试验数量	合格数量	功能失效	器件参数	工作电流 (A)	操作人	试验日期	
1	器件编序列号	1	1	0	合格	0.18A	陈磊	2024-06-13	
2	室温测试	1	1	0	合格	0.18A	陈磊	2024-06-13	
3	50%过辐照	1	1	0	合格	0.18A	陈磊	2024-06-13	
4	室温测量	1	1	0	合格	0.18A	陈磊	2024-06-13	

## 六、试验结论

1、试验类别：总剂量效应。

2、AS32A401 抗电离辐射总剂量能力大于 100k/rad(Si)。

## 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 ~2024 年 08 月 27 日
2	功率计	HS6101A	2023 年 07 月 10 日 ~2024 年 07 月 10 日
3	光源	GM8042	2023 年 07 月 10 日 ~2024 年 07 月 10 日