

编号：2025-ZZ-BG-003

密级：非密

总页数：共 7 页

ASP4644S2B 型 DCDC 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 ASP4644S2B 型 DCDC 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 ASP4644S2B 型 DCDC 质子单粒子试验评估的具体要求，试验目的是获得 ASP4644S2B 型 DCDC 在 100 MeV 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 ASP4644S2B 型 DCDC 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) ASP4644S2B 型 DCDC 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 ASP4644S2B 型 DCDC 特征表

样品名称	DCDC 降压稳压器	样品型号	ASP4644S2B
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	SMIC .18BCD
封装形式	BGA77	电源电压	
器件总比特数			

4.2 器件结构图

ASP4644S2B 型 DCDC 电路结构框图如下图所示。



图 1 ASP4644S2B 型 DCDC 结构图

4.3 器件功能表

ASP4644S2B 采用 BGA77 封装，是一款 4 通道输出的 DCDC 降压稳压器。内置功率 MOSFET 和电感，适用于 4-14V 的宽输入电压范围，每通道可输出 0.6~5.5V 电压，最大可驱动 4A 的负载。对于更大的负载，可将 4 个通道输出并

联使用。ASP4644S2B 具备过流、过温、短路保护和输出跟踪的功能。

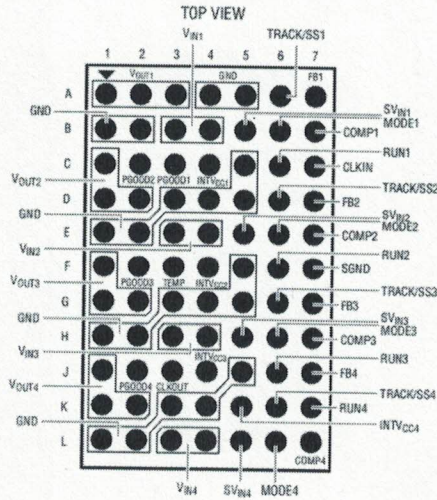


图 2 ASP4644S2B 型 DCDC 模块管脚排列引脚说明

表 2 ASP4644S2B 型 DCDC 模块引脚功能

引脚名称	功能描述
MODE₁₋₄	工作模式控制引脚
FB₁₋₄	输出电压的反馈引脚
TRACK/SS₁₋₄	输出跟踪和软启动引脚
COMP₁₋₄	误差放大器的输出以及开关稳压器的补偿引脚
RUN₁₋₄	使能控制引脚
PGOOD₁₋₄	检测输出电压是否正常的引脚
GND	功率地引脚
SGND	信号地引脚
SV_{IN1-4}	模拟电源输入引脚
V_{IN1-4}	功率电源输入引脚
INTVCC₁₋₄	内部 3.2V LDO 输出引脚
CLKOUT	时钟输出信号引脚
CLKIN	时钟输入引脚
V_{OUT1-4}	稳压器通道的功率输出引脚

4.4 电特性参数表

ASP4644S2B 型 DCDC 电特性参数如下表所示。

表 2 ASP4644S2B 型 DCDC 直流电特性参数表

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{IN}, S_{VIN}	输入电压范围	$S_{VIN}=V_{IN}$	4		14	V
$V_{OUT(RANGE)}$	输出电压范围		0.6		5.5	V
$V_{OUT(DC)}$	电压调整率 && 负载调整率	$C_{IN}=22\mu F\&68\mu F$, $C_{OUT}=94\mu F$ Ceramic $MODE=INTV_{CC}, V_{IN}=4V$ to 14V, I_{OUT} $=0A$ to 4A, $R_{FB(BOT)}=40.2k$	1.47	1.5	1.53	V
V_{RUN}	Run 管脚阈值			1.2		V
I_Q	静态电流 关断电流	$MODE=INTV_{CC}$ $MODE=GND$ Shutdown, Run= GND		5 14 15		mA mA uA
I_S	输入电流	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=4A$		0.64		A
$I_{OUT(DC)}$	输出电流	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V$	0		4	A
$\Delta V_{OUT}/V_{OUT}$	线性调整率	$V_{OUT}=1.5V, V_{IN}=4V$ to 14V, No Load		0.03		%
$\Delta V_{OUT}/V_{OUT}$	负载调整率	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, I_{Load}=0$ to 4A		0.4		%
$V_{OUT(AC)}$	输出纹波	$V_{IN}=5V, V_{OUT}=1.2V, I_{Load}=2A$ $C_{in}=22\mu F\&68\mu F$, $C_{out}=47\mu F \times 2$ Ceramic		4.5		mV
$\Delta V_{OUT(VPP)}$	动态负载跳变峰 峰值	负载:0A-2A-0A, $C_{out}=47\mu F \times 2$ $V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V$		145		mV
I_{OUTPK}	电流输出限制	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V$		7		A
V_{FB}	反馈参考电压	$V_{IN}=5V\sim 14V$ $V_{OUT}=1.2V/1.5V/2.5V/3.3V$ 空载		0.6		V
R_{FBHI}	V_{OUT} 和 FB 引 脚之间的电阻			60.4		k Ω

I _{TRACK/SS}	拉电流	TRACK=0V		2.5		uA
IPGOOD	PGOOD 脚漏电流			32		uA
f _{osc}	振荡器频率	RT = 162k		0.84		MHz
CLKIN	CLKIN 阈值			0.7		V

5. 试验分析

辐试验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	1	质子	中国原子能科学研究院	/

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
ASP4644S2B 型 DCDC	单粒子锁定	单粒子效应	注量率 1e7 总注量 1e10	器件工作无异常

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

ASP4644S2B 型 DCDC	R1-1#（参照） P1-1#
-------------------	--------------------

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	$5E5-5E9 \text{ P}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{S}^{-1}$
辐照面积	$20\text{cm}\times 20\text{cm}$

试验环境:

- (1) 温度: $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$
- (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：#1 ； 能量：100 MeV；

表 2 质子辐照试验工序单

开始时间	结束时间	注 量 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	加电	Data	未出现	/	/

9 试验报告和结论

ASP4644S2B 型 DCDC 器件利用 100 MeV 质子能量，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 3 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	万用表	FLUKE 18B	监测电压和电流	2025.12
2				
3				