

SRAM 型 FPGA 单粒子随机故障注入模拟与评估

潘雄，邓威，苑政国，李安琪，王磊
(北京航空航天大学 光电技术研究所，北京 100083)

摘要：在空间应用中，静态随机访问存储器(SRAM)型现场可编程门阵列(FPGA)电路会遭遇空间辐射环境单粒子效应(SEU)引起的逻辑位翻转错误。为了在设计过程中，快速对功能电路设计的容错防护能力进行评估，本文提出一种基于部分重配置技术的随机多位故障注入和统计评估的方法，可计算出动态翻转截面，并搭建了一个故障注入系统，以六路移位寄存器作为功能电路进行了多种参数组合(重复次数和注入位数)的随机故障注入试验。实验数据与传统方法数据进行对比，证明本文所述方法的可行和准确性。

关键词：单粒子效应；故障注入；SRAM 型 FPGA；部分重配置

Simulation and Evaluation of SEU Effects in SRAM-based FPGA with Random Fault Injection

PAN Xiong,DENG Wei,YUAN Zheng-guo,LI An-qi,WANG Lei
(Institute of Optics and Electronics, Beihang University, Beijing 100083, China)

Abstract: In space applications, the SRAM-based FPGA circuitry suffers from the logical bit flipping error caused by single event effects (SEU). In the design process, In order to evaluate the capability of fault tolerance for functional circuits, a method of random multi bit fault injection and statistical evaluation based on partial reconfiguration technique is proposed to compute the dynamic cross section. A fault injection system is built, and the six channel shift register is used as the functional circuit to perform the random fault injection test with multiple parameter combinations (number of repetitions and injection bits). The experimental data are compared with the traditional methods, and the feasibility and accuracy of the method described in this paper are proved.

Key words: SEUs; fault injection; SRAM-based FPGA; partial reconfiguration

作者简介：

潘雄男，(1978-)，博士，副教授。研究方向为光纤陀螺、单粒子防护。

邓威（通讯作者）男，(1993-)，硕士研究生。研究方向为单粒子防护、形式化验证。E-mail:lyfyimeng@outlook.com。

苑政国男，(1992-)，博士研究生。研究方向为单粒子防护、形式化验证。

李安琪男，(1956-)，讲师，研究方向为光纤陀螺。

王磊男，(1994-)，硕士研究生。研究方向为电源完整性。