

# GJB 151 系列标准中电源线尖峰传导敏感度 测试变化分析

吴文力<sup>1</sup>, 江忠英<sup>2</sup>, 孟繁巍<sup>1</sup>, 陈锐<sup>1</sup>

(1.海军研究院, 上海 200235; 2.海军驻景德镇地区航空军事代表室, 江西 景德镇 333001)

**摘要:** 从 GJB 151 系列标准的版本演变出发, 梳理了 CS106 项目的发展轨迹。通过对比各版本中 CS106 项目的适用平台、测试方法、干扰信号特征等, 得到了各版标准中该项目的主要差异。最后, 结合美军 461 系列标准的发展变化, 从四个方面分析了变化的原因, 给出了电磁兼容标准建设发展的思考建议, 为电磁兼容工程测试人员提供了参考。

**关键词:** EMC 标准; CS106; 尖峰传导敏感度

**DOI:** 10.7643/issn.1672-9242.2018.02.017

**中图分类号:** TJ01; TG147 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-9242(2018)02-0088-04

## Change of Susceptibility Tests for Power Line Peak Conducted in GJB151 Series Standards

WU Wen-li<sup>1</sup>, JIANG Zhong-ying<sup>2</sup>, MENG Fan-wei<sup>1</sup>, CHEN Rui<sup>1</sup>  
(1. Naval Academy, Shanghai 200235, China;

2. Aviation Military Representative Office of Navy in Jingdezhen, Jingdezhen 333001, China)

**ABSTRACT:** This paper combed the development history of CS106 project form evolution of GJB151 series standards. Through comparing applicable platform, testing method, signal characteristics, etc. of CS106 project, the differences were gotten. Then, combined with development and changes of the MIL-STD-461 series standards, causes of change were analyzed from four aspects. Finally, several reasonable suggestions for the development of the EMC Standard were proposed to provide references for testers of electromagnetic compatibility engineering.

**KEY WORDS:** EMC standards; CS106; peak conducted susceptibility

随着大功率电力和电子设备的广泛应用, 大型武器平台, 尤其是舰船平台上大功率开关器件动作、电动机等感性负载切换、电闸和继电器动作时, 由于电压电流的突然改变会产生高幅值、窄脉宽的瞬态尖峰电压。瞬态尖峰电压信号耦合叠加到携带着数字信息的传输线上, 严重时改变时域信号的电平属性, 使信号传输产生误码, 或者通过电源线直接耦合到敏感数字设备之中, 导致逻辑芯片的错判使得数字设备误判断或者误操作。过高幅度的尖峰干扰还有可能超过电子器

件、电子设备可承受电压的限制, 直接导致其烧毁。

为控制尖峰传导干扰对电子设备的损害, 提高设备瞬态电压的抗干扰能力, 各国电磁兼容军用标准中大都设置了尖峰传导敏感度测试项目, 来模拟电网上产生的瞬态尖峰电压对设备的干扰作用。

20 世纪 80 年代初开始, 我国国家军用电磁兼容性标准从 GJB 151—1986, GJB 152—1986 发展到 GJB 151B—2013 版本, 都对电源线尖峰传导敏感度测试项目作出了明确要求。美国国防部 (DoD) 颁布用于

控制设备和分系统的电磁干扰特性的 MIL-STD-461 系列标准中虽然在一些版本中取消了该项目，但在 2007 年颁布的 461F 版本中重新恢复了该项目。GB/T 17626.4 中设置了类似的电快速瞬变脉冲群试验来模拟电感性负载在切换瞬态过程中的干扰，世界通用标准 RTCA/DO-160F 民用航空电子设备电磁兼容性要求中也设置该项目。对比这些标准，尤其是 GJB 151 系列标准中该项目的改变，对比分析其中试验要求、试验方法等的变化，有利于了解该项目的发展变化轨迹，为电磁兼容工程测试人员贯彻执行该项目提供参考。

## 1 测试项目对比<sup>[1-6]</sup>

### 1.1 标准版本演变与对应

GJB 151 系列标准在借鉴美军标准的基础上结合装备实际制定，从 GJB 151—1986，GJB 152—1986 版本，经历 GJB 151A—1997，GJB 152A—1997 版本，发展到现在的 GJB 151B—2013 版，颁布执行近 30 余年都保留了电源线尖峰传导敏感度测试项目<sup>[7-9]</sup>。美军 461 系列标准从首次颁布到现在最新的 G 版本历经了 50 年，先后颁布了 8 个版本，在 461D，461E 两个版本中取消了该项目，但在 461F 版本中被恢复后又在 461G 版中重新被删除。国内外电磁兼容性典型军用标准对应关系见表 1。

表 1 国内外军用电磁兼容性典型标准对应关系

国内标准	与外军标准对应关系
GJB 151—1986 GJB 152—1986	等效采用美军标 MIL-STD-461B, MIL-STD-462B
GJB 151A—1997 GJB 152A—1997	等效采用美军标 MIL-STD-461D, MIL-STD-462D
GJB 151B—2013	采用美军标 MIL-STD-461F

### 1.2 适用平台

GJB 151 中 CS06 项目对大部分平台的电子的设备适用，具体见表 2。

表 2 GJB 151 中 CS06 项目适用平台表

平台类型	适用情况
A1(飞机)	除 A1f 设备外全部适用
A2(卫星和运载火箭)	除 A2c 设备外全部适用
A3(地面装置)	全部适用
A4(水面舰船)	除少数转接类设备外全部适用
A5(潜艇)	空军海军设备适用，陆军设备订货方要求时适用

GJB 151A 中 CS106 项目对所有平台的适用性都为“S”，即由订购单位在订购规范中对适用性和极限

要求作详细规定。GJB 151B 中 CS106 项目对水面舰船和潜艇平台适用性为“A”。即该项目适用。其他平台的适用性都为“S”，即由订购单位在订购规范中对适用性和极限要求作详细规定。

### 1.3 测试方法对比

由于 GJB 151A，GJB 152A 等效采用美军标 MIL-STD-461D，MIL-STD-462D，该版本中取消了 CS106 项目，而 GJB 151A，GJB 152A 中保留 GJB 151，GJB 152 中的 CS06 项目，因此，GJB 152A 中 CS106 项目与 GJB 152 中 CS06 项目测试方法基本一致。

#### 1.3.1 测试对象

GJB 151 中规定 CS06 项目和 GJB 151A 中 CS106 项目都要求应在所有不接地的交流和直流输入电源线上进行。GJB 151B 中 CS106 项目要求适用于潜艇、水面舰船设备和分系统的交流和直流输入电源线，不包括地线和回线，即只对高位线和相线有要求。

#### 1.3.2 测试布置

GJB 152A 与 GJB 152 中 CS106 项目测试布置一致，对于交流供电的设备采用串联注入，测试布置如图 1 所示。对于直流供电的设备采用并联注入，测试布置如图 2 所示。

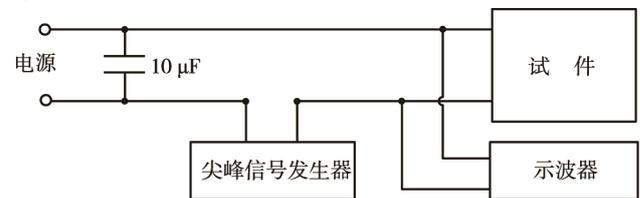


图 1 GJB 152，GJB 152A 中电源线尖峰传导敏感度串联注入

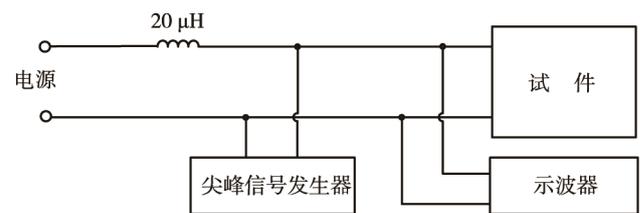


图 2 GJB 152，GJB 152A 中电源线尖峰传导敏感度并联注入

GJB 151B 中为了避免不同方法得出不同的测试结果，且对尖峰信号发生器的输出仅规定阻抗不大于 2 Ω，既没有规定是否有隔直电容，也没有规定耐受供电电压的指标，所以删除了并联注入法，只保留串联注入法，增加了 Δ 和 Y 型连接三相电源的测试配置。在测试设备和测试配置方面，电源输入端串入 LISN（人工阻抗网络），示波器电源输入端增加了隔离变压器，将示波器浮地，用于当电源回线与屏蔽室地不相连时试验电压的监测。图 3 给出了单相 AC 或 DC 电源的测试配置。GJB 151B 中允许采用差分探头

进行测试,此时示波器既可以不通过隔离变压器供电,又可继续保持地线连接,避免电击危害。

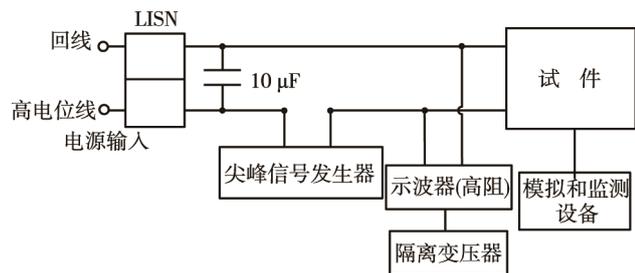


图3 GJB151B 电源线尖峰传导敏感度串联注入

### 1.4 尖峰干扰信号特征

信号源方面, GJB 152, GJB 152A 在脉冲宽度、脉冲重复频率、源阻抗等方面对信号源特性作出明确要求,而 GJB 151B 中只对源阻抗作出了要求,源阻抗从  $0.06 \Omega$  增加到  $2 \Omega$ 。

GJB 152、GJB 152A 中对实验波形限定的参数只有脉冲幅度和脉冲宽度,试验脉冲宽度有 0.15, 5, 10 s 三种,其脉冲宽度定义从 50%~0%峰值,尖峰信号波形见图 4。GJB 151B 中对实验波形规定了正向脉冲电压、负向脉冲电压、脉冲上升时间、脉冲下降时间、正向脉冲持续时间和负向脉冲持续时间等 6 个参数,并对上升时间、下降时间和脉冲宽度规定了允差要求,其脉冲宽度的定义从 0%~0%峰值,尖峰信号波形见图 5<sup>[10]</sup>。

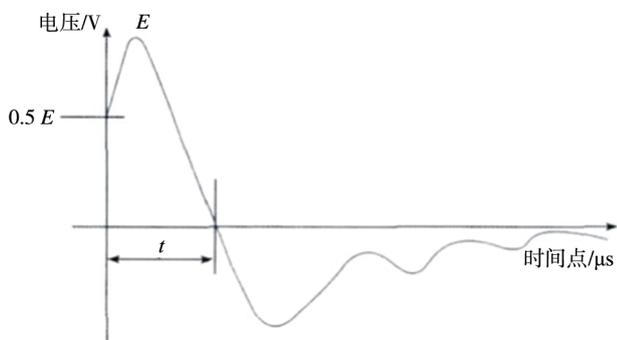


图4 GJB 151, GJB 151A 尖峰信号波形

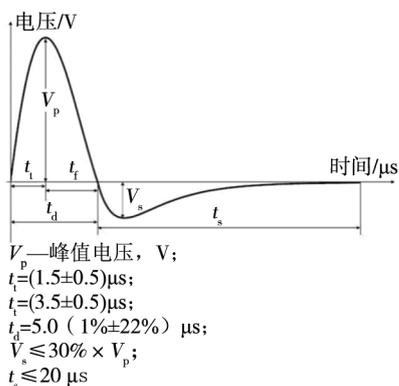


图5 GJB 151B 尖峰信号波形

## 2 思考与建议

1) 从标准的变化版本看, GJB 151 系列标准虽大部分等效采用美军标准,但在很多方面是结合装备实际发展而来。美军标 461F 中电源线尖峰传导项目只对舰船和潜艇作出了要求,而工程应用中发现电感负载切换、电闸切换和继电器切换引起瞬态电压的现象也存在于其他平台,因此 GJB 151B 对其他平台也提出要求。另外, GJB 151 系列标准中一直保留有电源线尖峰传导敏感度测试项目,并没有随美军标在部分版本中取消。这是因为该项测试在工程中为电子设备提高尖峰传导干扰能力发挥了重要作用,得到了各方认可,认为有必要继续执行,一些工程测试中,也一直对该项目有要求,且幅值比 400 V 还高。

2) 从项目适用平台的变化看,标准的要求更趋科学合理。对比 GJB 151 系列标准中适用平台的范围,从最初的各种平台的带半导体器件的设备都作要求,到目前只对舰船、潜艇平台作出硬性要求,标准的应用更为接近工程实际,标准的要求更趋科学合理,减少了不必要的检测任务,节约了装备研制成本。

3) 从项目测试方法的变化看,干扰机理研究更加深入,试验手段更加完善。GJB 151B 中明确只对高位线和相线有要求说明对设备尖峰瞬态电压的干扰机理研究得更加深入。测试配置中增加 LISN 是为了保护干扰信号对上级电源的冲击,增加隔离变压器将示波器浮地、允许使用差分探头监测干扰信号的大小,避免人员和仪器电击危害。试验手段更加科学完善。

4) 从干扰信号的变化来看,这是装备发展的具体特征体现,是长期数据积累的结果。美军标 461F 中尖峰传导敏感度信号的特征既是美军在一定时期内对平台装备上产生的瞬态干扰长期监测、积累的有效反映,也是对实验方法研究的直接体现。美军标 461G 中,美军认为通过电源线直接注入的尖峰传导信号耦合到 EUT 信号线上信号的小于 CS115 项目直接注入到信号线内的干扰信号大小,且干扰信号特征更具有代表性,因此取消了 CS106 项目<sup>[11]</sup>。美军标准中 28 年来 CS106 项目的变更是美军装备发展的最直接反映,值得借鉴。GJB 151B 虽等效采用美军标 461F 中的结果,但也启发了装备工作者在工程中应注重积累和收集装备中瞬态电压干扰的共性特征,有必要将其体现在标准中,更好地为装备研制服务。

## 3 结语

为提高电子、电气设备对瞬态尖峰电压的抗干扰能力, GJB 151 系列标准中都设置了电源线尖峰传导敏感度测试项目(CS106)来模拟电网上产生的瞬态尖峰电压对设备的干扰作用。文中从 GJB 151 系列

标准的版本演变出发,梳理了 CS106 项目的发展轨迹,通过对比各版本中 CS106 项目的适用平台、测试方法、干扰信号特征等,得到了各版标准中该项目的主要差异。最后,结合美军 461 系列标准的发展变化,从四个方面分析了变化的原因,为电磁兼容考核标准的建设发展给出了思考建议,为电磁兼容工程测试人员贯彻执行该项目提供了参考,对促进 GJB 151 系列标准中 CS106 项目的理解和贯彻具有参考意义。

#### 参考文献:

- [1] GJB 151B—2013, 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求与测量[S].
- [2] GJB 151A—1997, 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求[S].
- [3] GJB 152A—1997, 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量[S].
- [4] GJB 151—1986, 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求[S].
- [5] GJB 152—1986, 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量[S].
- [6] MIL-STD-461F, Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment[S].
- [7] 韦忱. GJB 151B—2013 与 GJB 151A—1997, GJB 152A—1997 标准的差异分析[C]// it 时代周刊论文专版. 2015.
- [8] 曹斌, 蔡明娟. GJB 151B 与 GJB 151A 对舰船装备电磁兼容性要求的对比分析[J]. 船舶, 2017, 28(3): 72-78.
- [9] 汤仕平, 杨景发. 电磁兼容性国家军用标准 GJB151/152 的修订及其影响[J]. 船舶标准化工程师, 1999(4): 31-35.
- [10] 陈世钢. GJB 151B—2013 解析[J]. 安全与电磁兼容, 2014(2): 15-24.
- [11] 郑文生, 王伟. GJB 151B—2013 与 MIL-STD-461G 测试项目差异研究[J]. 安全与电磁兼容, 2016(3): 18-22.