



中华人民共和国国家标准

GB/T 40134—2021

航天系统电磁兼容性要求

Electromagnetic compatibility requirements for space systems

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 一般要求	3
5.1 系统级 EMC 一般要求	3
5.2 系统间 EMC 一般要求	3
5.3 分系统和设备 EMC 一般要求	4
6 系统级 EMC 详细要求	5
6.1 EMI 安全裕度	5
6.2 外部电磁环境	6
6.3 系统内 EMC	6
6.3.1 总体要求	6
6.3.2 无源互调(PIM)	7
6.3.3 微放电	7
6.3.4 电源品质要求	7
6.3.5 电源母线瞬变	7
6.3.6 “脱插”测试	7
6.3.7 接收机 EMI 安全裕度	8
6.4 雷电	8
6.5 静电控制和防护	11
6.5.1 一般要求	11
6.5.2 运载火箭系统的静电控制和防护	11
6.5.3 航天器系统的静电控制和防护	11
6.6 电磁脉冲(EMP)	11
6.7 分系统和设备的电磁干扰	12
6.8 磁场和磁矩	12
6.9 电磁辐射危害防护	12
6.9.1 电磁辐射对人员的危害防护	12
6.9.2 电磁辐射对燃料的危害防护	13
6.9.3 电磁辐射对 EED 的危害防护	13
6.10 寿命周期 E ³ 控制	13
6.11 系统接地和搭接	13
6.11.1 通用要求	13
6.11.2 航天器电搭接和接地要求	14
6.11.3 运载火箭电搭接和接地要求	14

6.12 电磁频谱兼容	15
6.13 材料特性	15
7 分系统和设备 EMC 详细要求	56
7.1 传导发射	56
7.1.1 25 Hz~150 kHz 电源线音频传导发射	56
7.1.2 150 kHz~20 MHz 电源线射频传导发射	17
7.1.3 150 kHz~20 MHz 电缆束射频共模传导发射	17
7.1.4 10 kHz~40 GHz 天线端子传导发射	18
7.1.5 电源线尖峰信号(时域)传导发射	18
7.2 传导敏感度	18
7.2.1 25 Hz~150 kHz 电源线音频传导敏感度	18
7.2.2 25 Hz~50 kHz 地线音频传导敏感度	20
7.2.3 15 kHz~10 GHz 天线端子互调传导敏感度	20
7.2.4 25 Hz~20 GHz 天线端子无用信号抑制传导敏感度	20
7.2.5 25 Hz~20 GHz 天线端子交调传导敏感度	20
7.2.6 电源线尖峰信号传导敏感度	20
7.2.7 地平面(壳地)注入尖峰信号传导敏感度	21
7.2.8 50 Hz~100 kHz 壳体电流传导敏感度	22
7.2.9 25 Hz~150 kHz 地平面(壳地)注入音频传导敏感度	23
7.2.10 150 kHz~100 MHz 地平面(壳地)注入射频传导敏感度	23
7.2.11 ESD 敏感度	23
7.2.12 10 kHz~400 MHz 电缆束注入射频传导敏感度	24
7.2.13 电缆束注入脉冲激励传导敏感度	25
7.2.14 10 kHz~100 MHz 电缆和电源线阻尼正弦瞬态传导敏感度	26
7.2.15 电缆和电源线雷电感应瞬态传导敏感度	27
7.2.16 电压跌落、短时中断和电压变化抗扰度	27
7.2.17 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	28
7.3 辐射发射	28
7.3.1 25 Hz~100 kHz 磁场辐射发射	28
7.3.2 10 kHz~40 GHz 电场辐射发射	28
7.3.3 10 kHz~40 GHz 天线谐波和失真输出辐射发射	29
7.4 辐射敏感度	29
7.4.1 25 Hz~100 kHz 磁场辐射敏感度	29
7.4.2 10 kHz~40 GHz 电场辐射敏感度	30
7.4.3 瞬态电磁辐射敏感度	30
7.5 微波无源组件电磁泄漏	30
8 试验验证和评估要求	31
8.1 一般要求	31
8.2 EMC 试验验证要求	31
8.2.1 系统级 EMC 试验要求	31
8.2.2 分系统和设备 EMC 试验要求	32
8.3 EMC 评估要求	32
附录 A (资料性附录) EMC 试验大纲	34
参考文献	36

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国宇航技术及其应用标准化技术委员会(SAC/TC 425)提出并归口。

本标准起草单位:中国航天标准化研究所、北京宇航系统工程研究所、北京空间飞行器总体设计部、北京航天自动控制研究所、北京天问空间科技有限公司、北京遥测技术研究所、航天东方红卫星有限公司、上海卫星工程研究所、上海卫星装备研究所。

本标准主要起草人:代健、张华、李云、姜铁华、丁溯泉、程丽丽、李莉、李帆、张亚洁、蒋东焱、敖爱新、杨争光、徐洋、张国升、王浩。



航天系统电磁兼容性要求

1 范围

本标准规定了为确保航天系统电磁兼容性所必须满足的相关指标要求及其分析、验证的基本要求，包括系统、分系统和设备各级的电磁兼容性要求及其试验验证和评估要求。

本标准适用于航天器（包括卫星、飞船、空间站和深空探测器等空间飞行器）和运载火箭以及相应的地面和在轨支持系统、分系统和设备的电磁兼容性分析和试验验证。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件，凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容

GB 8702—2014 电磁环境控制限值

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 29084—2012 航天器接地要求

GB/T 32307—2015 航天器磁性评估和控制方法

3 术语和定义

GB/T 4365—2003 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电磁环境 electromagnetic environment

存在于某场所的所有电磁现象的总和。

注：人员、系统及其搭载平台在预期的使用环境中，执行规定的使命任务时，可能遭遇的辐射的、传导的或者感应的电磁能量在不同频率范围内强度（电压、电流、场强和功率密度等）和时间的分布。

3.2

电磁环境电平 electromagnetic environment level

在规定的测试地点和测试时间内，已存在的辐射和传导的信号及噪声电平。

注：环境电平是由人为及自然的电磁能量共同形成的。

3.3

电磁干扰 electromagnetic interference

任何可能中断、阻碍、甚至降低、限制无线电通信或其他电气电子系统和设备性能的传导或辐射的电磁能量。

3.4

系统内的电磁兼容性 intra-system electromagnetic compatibility

系统内部的各个电子设备和分系统在其电磁环境中能正常工作且不对该系统内其他电子设备构成不能承受的电磁干扰的状态。

3.5

系统间的电磁兼容性 inter-system electromagnetic compatibility

任何系统在其他系统产生的电磁环境中能正常工作且不对其他系统构成不能承受的电磁干扰的状态。

3.6

敏感度门限 susceptibility threshold

敏感度阈值

在规定的环境条件下,引起设备、分系统、系统呈现最小可识别的不希望有的响应或性能降级的干扰信号电平。

3.7

电磁干扰安全裕度 electromagnetic interference safety margin

敏感度门限与环境中的实际电磁干扰信号电平之间的相对数值之差。

注:电磁干扰安全裕度通常用分贝(dB)表示。

3.8

电磁环境效应 electromagnetic environment effects

电磁环境对人员、设备、分系统和系统及其搭载平台的工作能力的影响,包括电磁兼容,电磁干扰,电磁敏感性,电磁脉冲,静电放电,电子防护,电磁辐射对人员、燃料和火工品的危害。

注:电磁环境效应包括所有电磁环境来源,如射频系统、超宽带装置、高功率微波系统、雷电和静电等产生的效应。

3.9

性能降级 degradation of performance

任何装置、设备或系统的工作性能偏离预期的指标。

3.10

寿命周期 life cycle

航天系统寿命周期一般包括研制生产、总装集成、测试、贮存、运输、卸载、发射、返回(若有)在轨测试、在轨运行、退役处置等阶段。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AIT:总装集成和测试(assembly integrated & test)

DC:直流(direct current)

EED:电爆装置(electric explosive device)

E³:电磁环境效应(electromagnetic environment effect)

EMC:电磁兼容性(electromagnetic compatibility)

EMI:电磁干扰(electromagnetic interference)

EMP:电磁脉冲(electromagnetic pulse)

ESD:静电放电(electrostatic discharge)

EUT:被测分系统和设备(equipment under test)

ITU:国际电信联盟(international telecommunication union)

PIM:无源互调(passive intermodulation)
RF:射频(radio frequency)
SUT:被测系统(system under test)

5 一般要求

5.1 系统级 EMC 一般要求

在寿命周期内,航天系统及其所有分系统和设备与外部其他系统和电磁环境之间应具有电磁兼容性,即能够在其所处电磁环境中协调有效地正常工作、不出现任何性能降级,且不对该环境中任何其他系统、分系统和设备等产生不可承受的电磁干扰,也即具有系统内的电磁兼容性和系统间的电磁兼容性。航天系统及其所有分系统和设备的电磁兼容性应具有一定的 EMI 安全裕度。有关系统安全的关键设备和功能,在其使用前,应被证明电磁自兼容,且与所处的电磁环境兼容。

航天系统级 EMC 要求项目和适用范围见表 1。

表 1 航天系统级 EMC 要求项目

序号	项目名称	适用领域	
		航天器	运载火箭
1	电磁干扰安全裕度	A	A
2	外部电磁环境	A	A
3	系统内 EMC(PIM、微放电、电源品质要求、电源母线瞬变、“脱插”测试、接收机安全裕度)	A	A
4	雷电	S	S
5	静电控制和防护	A	A
6	电磁脉冲(EMP)	S	S
7	分系统和设备的电磁干扰	A	A
8	磁场和磁矩	A	L
9	电磁辐射危害防护	A	A
10	寿命周期 E ³ 控制	A	A
11	系统接地和搭接	A	A
12	电磁频谱兼容	A	A
13	材料特性	A	A
A:该项目适用。 L:该项目有条件适用。 S:该项目由订购方确定是否适用。			

5.2 系统间 EMC 一般要求

航天器、运载火箭和发射场以及在轨运行的航天器间应具有电磁兼容性。航天器和运载火箭应能承受对方的电磁发射且不出现性能降级、协调有效地正常工作,对接形成组合体后应具有电磁兼容性。组合体应与发射场电磁环境间具有电磁兼容性,协调有效地进行系统测试、发射前准备和发射工作,且

不对发射场中其他系统、分系统和设备产生不能承受的电磁干扰。在运载火箭级间段分离、器箭分离过程中,应保证系统本身和系统间的电磁兼容性。对于进行编队飞行、空间交会对接的航天器,应考虑在轨运行过程中航天器相互之间的电磁接口关系。航天器彼此间应能承受对方的电磁发射且不会出现性能降级、协调有效地正常工作,不对对方产生不能承受的电磁干扰。

应专门制定系统间 EMC 接口控制要求,包括但不限于航天器和运载火箭间的 EMC 接口控制要求、航天器、运载火箭与发射场的 EMC 接口控制要求、在轨交汇对接 EMC 接口控制要求等。符合性一般通过试验验证的方式检验。

注 1: 发射前检验和器箭联合发射前准备,此过程中可能受到发射场其他地面辅助设备的影响,也可能会对地面辅助设备带来影响,同时还需承受发射场的电磁环境影响。

注 2: 在运载火箭级间段分离过程中,火工品爆炸产生的电磁脉冲可能会带来干扰;分离的线束可引发电弧放电也可能造成干扰。

5.3 分系统和设备 EMC 一般要求

组成航天系统的所有分系统和设备,均应满足其电磁发射和敏感度控制要求,在与其他系统、分系统和设备协同工作期间,都应能按任务要求保持正常工作,不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超过单个分系统和设备规范中给出的指标允差。

航天分系统和设备电磁发射和敏感度控制要求项目和适用范围见表 2。

表 2 航天分系统和设备电磁发射和敏感度要求项目

序号	项目名称		频率范围	适用范围	
				运载火箭	航天器
1	传导发射	电源线音频传导发射	25 Hz~150 kHz	A	A
2		电源线射频传导发射	150 kHz~20 MHz	A	A
3		电缆束共模传导发射(电源线和信号线)	150 kHz~20 MHz	A	A
4		天线端子传导发射	10 kHz~40 GHz	L	L
5		电源线尖峰信号(时域)传导发射	—	A	A
6	传导敏感度	电源线音频传导敏感度	25 Hz~150 kHz	A	A
7		地线音频传导敏感度	25 Hz~50 kHz	S	S
8		天线端子互调传导敏感度	15 kHz~10 GHz	S	S
9		天线端子无用信号抑制传导敏感度	25 Hz~20 GHz	S	S
10		天线端子交调传导敏感度	25 Hz~20 GHz	S	S
11		电源线尖峰信号传导敏感度	—	S	S
12		地平面(壳地)注入尖峰信号传导敏感度	—	S	S
13		壳体电流传导敏感度	50 Hz~100 kHz	S	S
14		地平面(壳地)注入音频传导敏感度	25 Hz~150 kHz	S	S
15		地平面(壳地)注入射频传导敏感度	150 kHz~100 MHz	S	S
16		ESD 敏感度	—	A	A
17		电缆束注入射频传导敏感度	10 kHz~400 MHz	A	A
18		电缆束注入脉冲激励传导敏感度	—	A	A
19		电缆和电源线阻尼正弦瞬态传导敏感度	10 kHz~100 MHz	A	A
20		电缆和电源线雷电感应瞬态传导敏感度	—	S	S
21		电压跌落、短时中断和电压变化抗扰度	—	S	S
22		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	—	S	S

表 2 (续)

序号	项目名称		频率范围	适用范围	
				运载火箭	航天器
23	辐射发射	磁场辐射发射	25 Hz~100 kHz	S	S
24		电场辐射发射	10 kHz~40 GHz	A	A
25		天线谐波和乱真输出辐射发射	10 kHz~40 GHz	L	L
26	辐射敏感度	磁场辐射敏感度	25 Hz~100 kHz	S	S
27		电场辐射敏感度	10 kHz~40 GHz	A	A
28		瞬态电磁辐射敏感度	—	S	S
29	微波无源组件电磁泄露		—	S	A
A:该项目适用。					
L:该项目有条件适用。					
S:该项目由订购方确定是否适用。					

6 系统级 EMC 详细要求

6.1 EMI 安全裕度

为保证航天系统在真实工况和实际电磁环境下的电磁兼容性和可靠性,需要确定系统的 EMI 安全裕度。EMI 安全裕度应根据系统、分系统和设备的工作性能要求、产品不一致性以及试验验证有关不确定因素,进行测试、分析和确定。在 EMI 安全裕度分析过程中,应考虑冗余产品失效、产品老化以及同类设备间的特性差异所引起的变化。应根据系统、分系统和设备的不同风险分类确定其应达到的 EMI 安全裕度,除非另有规定,一般应符合表 3 的要求。

表 3 风险等级和 EMI 安全裕度

风险类别	描述	EMI 安全裕度		
		鉴定试验	验收试验 (准鉴定试验)	理论分析
I 类	a) 由于性能降级会导致严重人身伤害和生命财产损失,造成重大事故或灾难; b) 工作性能降低甚至受到破坏,直接危及任务成功或造成严重的发射延误	12 dB	6 dB	18 dB
	EED 接口,DC 不发火激励电平	20 dB	20 dB	不适用
	EED 接口,RF 不发火激励电平	12 dB	12 dB	不适用
II 类	a) 造成航天系统性能降级,包括任何自主操作能力的丧失; b) 影响任务完成,而不至于影响系统和人身安全	6 dB	6 dB	12 dB
III 类	a) 指设备工作性能降级或发生故障,会使系统性能降级,但不会影响任务完成; b) 除 I 类、II 类外的所有其他系统、分系统和设备	0 dB	0 dB	6 dB

6.2 外部电磁环境

为了确保满足系统工作性能的要求,保证系统安全,航天器和运载火箭系统在其寿命周期内应与预期所处的电磁环境兼容。预期的电磁环境应当通过分析或直接测量来确定,至少包括 AIT、运输、发射场集成测试、发射、返回(若有)和在轨运行期间。

外部电磁环境要求一般由订购方提出。如未明确要求,可参照表 4 和表 5 中的电磁环境电平进行分析评估。当飞行件暴露在表 4 和表 5 中规定的电磁环境之前,应分析验证系统兼容性和可能造成的损坏。

符合性一般通过分析或试验验证的方式检验;分析的数据来源包括标准中的数据、以往的实地电磁环境测量和软件仿真的数据积累;试验验证一般采用系统电磁环境试验的方式。试验过程中,结构、设备、布局、接地、电缆等系统技术状态应尽可能接近实际使用状态,确保试验的有效性;对具有几种不同工况和运行模式的系统、分系统和设备,对各种不同工况和运行模式均应进行测试,确保测试的覆盖性。

表 4 航天器和运载火箭系统地面段外部电磁环境电平

频率	电场(最大峰值)/(V/m)
10 kHz~100 MHz	20 ^a
100 MHz~1 GHz	100 ^a
1 GHz~10 GHz	200 ^b
10 GHz~40 GHz	20 ^b
注:特殊情况下,电磁环境数据可剪裁如下: a) 在 100 MHz~1 GHz,最大峰值可剪裁为 20 V/m; b) 在 1 GHz~2 GHz,最大峰值可剪裁为 20 V/m; c) 在 2 GHz~10 GHz,最大峰值可剪裁为 100 V/m。	
^a 脉冲调制(开/关比最小为 40 dB),1 kHz 调制频率,占空比 50%。 ^b 脉冲调制(脉冲宽度 1 μs,1 kHz 调制频率)。	

表 5 航天器在轨运行阶段的外部电磁环境电平

频率	电场(最大峰值)/(V/m)
2 MHz~18 GHz	20 ^a
18 GHz~40 GHz(可选)	20 ^a
2 GHz~4 GHz	50 ^b
5.5 GHz~5.9 GHz	50 ^b
^a 脉冲调制(开/关比最小为 40 dB),1 kHz 调制频率,占空比 50%。 ^b 脉冲调制(脉冲宽度 1 μs,1 kHz 调制频率)。	

6.3 系统内 EMC

6.3.1 总体要求

航天系统应自兼容,即组成系统的所有分系统和设备应在传导接口和辐射界面处与其他分系统和

设备电磁兼容。分系统和设备所产生的 EMI 不能降低总的系统性能。符合性一般通过系统级 EMC 试验进行验证。

6.3.2 无源互调(PIM)

航天系统在设计过程中应考虑无源互调的潜在影响,避免无源互调干扰。航天系统内部或外部的发射机所产生的射频信号在入射到系统内以及系统外的平台时,不会由于无源互调产生干扰信号,对系统内、外接收机造成干扰。符合性一般通过分析和试验验证的方式检验。

注:对无源射频部件而言,互调失真由非线性源产生,典型的非线性源有使用材料的非线性、金属间相互接触不良、不同材料之间的接点、锈蚀物、灰尘和污染物等。对收发共用天线的通信系统而言,由于无源射频部件的非线性,落在接收频带的 PIM 产物进入接收系统形成干扰噪声,直接影响系统正常工作,严重时可能导致系统失效。

6.3.3 微放电

航天器、运载火箭分系统和设备应避免微放电现象的发生,符合性一般通过试验来验证。微放电效应设计应有安全裕度,射频功率安全裕度鉴定级为 6 dB,验收级为 3 dB。

注:微放电现象是一种真空放电现象,常在射频设备和部件中产生;微放电会引起谐振腔调谐、耦合参数、波导损耗和相位常数等的波动,产生谐波引起带外干扰和交调产物,对部件表面侵蚀和介质击穿,干扰本体设备和其他设备,造成设备性能下降或不能正常工作。通常在射频设备或部件内部电场驻波比最大点处及阶梯、尖锐边缘、缝隙等势线密集、场强增强位置,会加剧微放电效应。

6.3.4 电源品质要求

电源品质是指在系统总装集成后,其各配电点上的电源品质,一般要求如下:

- a) 电压纹波:在直流电源分系统的任何配电点用时域测量时,由电源产生的和负载引起的纹波总值的峰峰值(包括重复性的尖峰)不应大于 500 mV;
- b) 电压尖峰:短持续时间(小于 50 μ s)非周期性瞬态和长持续时间非周期性瞬态中的短持续时间分量,其峰值应小于额定负载电压的 3 倍或脉冲强度小于 $0.14 \times 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{s}$;
- c) 电源浪涌的具体要求如下:
 - 1) 正负浪涌电压应分别在小于 5 ms 和 100 ms 的时间内衰减到稳态限值以内;
 - 2) 负载切换和负载故障引起的浪涌电压:除尖峰外,在主配电点上所产生的瞬时浪涌电压幅值应在额定负载电压的 65%~130%之间,在给两个或多个负载供电的分路的输出点,所产生的瞬时浪涌电压幅值应在零到额定负载电压的 175%之间;
 - 3) 电源分系统故障引起的浪涌电压:除尖峰外,由于电源故障在任一配电点产生的瞬时浪涌电压幅值应在零到额定负载电压的 175%之间。

6.3.5 电源母线瞬变

航天系统在总装集成后,连接到电源的各用电设备在电源电压波动、负载变化及各种瞬态过程的综合作用下,仍具有所要求的 EMI 安全裕度,能够正常工作;该要求适用于所有连接负载的电源输入端。符合性一般通过试验来验证,验证时应考虑负载切换、设备工作模式改变等最恶劣情况。

6.3.6 “脱插”测试

航天器和运载火箭等 SUT 应能够在与大地之间无任何线缆和金属连接、无地面供电而完全依靠系统自身供电情况下正常工作。符合性一般通过试验来验证。

“脱插”测试应在可控测试条件下进行。通常先进行系统初始化,其 SUT 中与地面辅助设备系统连接。在初始化过程中,创建射频通信链路,确保能通过射频链路控制 SUT。再将地面辅助系统电缆

从 SUT 移除,同时监控遥测数据查看 SUT 运行是否正常;另外,为模拟航天器与运载火箭分离,可通过快速拔出脐带电缆,监控遥测数据查看航天器系统运行是否正常。测试中使用连接至航天器的安全导线应有足够大的电阻,阻值范围在 $10\text{ k}\Omega\sim 5\text{ M}\Omega$ 之间(模拟航天器与地面分离,提供高阻值保护);测试结束时应通过开关将电阻器短路,以便在重新插入接头时,提供安全的接地连接。重新插入插头时需格外小心,否则航天器可能会严重受损。

6.3.7 接收机 EMI 安全裕度

6.3.7.1 概述

安装在航天系统的接收机和发射机应具有电磁兼容性,若采用试验方式验证航天系统上的接收机能否正常工作,EMI 安全裕度应不小于 6 dB 。

6.3.7.2 射频前端裕度评估

天线电缆与航天系统上接收机断开,而通过校准电缆与 EMI 接收机连接,EMI 接收机相比航天系统的接收机应具有同等或更高的灵敏度。将航天系统有意和无意发射的射频干扰耦合量值与上行链路预算的射频信号最小电平进行对比分析。

6.3.7.3 基带裕度评估

建立一条模拟上行传输链路,此链路在航天系统上天线处的射频场强度比任务期间最差情况下预期接收电平低 6 dB 。若模拟信号(输入信号电平比最差在轨信号电平低 6 dB)由航天系统接收机完好接收,解调出的基带信号质量满足预期,未出现性能降级,则裕度得到证实。在某些情况下,可能没有足够的接收机灵敏度来进行此测试,也可用射频前端裕度评估代替。

6.4 雷电

在雷电间接效应下,航天系统应能满足正常操作运行要求,应能正常完成任务而无性能降级。此要求适用于发射前准备阶段。在发射前准备的暴露状态下,航天系统应能承受近距离的雷击(包括在最邻近的雷电保护装置处的放电,在防护区外缘放电或在构成系统的地面电缆附近放电),且满足其工作性能要求。符合性一般通过分析或试验验证的方式检验。如果发射场地有相应的系统可以检测雷电感应场/或电流,应采用通过此系统获得的数据来评价雷电对航天器和运载火箭的损害。

发射任务应有防雷预案,对发射任务的时间和气象条件应有严格规定。

雷电直接效应的波形如图 1,间接效应波形如图 2,图 1 和图 2 对应的波形参数见表 6。距离雷电电流 10 m 内($R<10\text{ m}$)、 10 m 外($R>10\text{ m}$)的电磁环境估算如表 7 和表 8。

注:自然情况下对雷电的测量结果表明,一些雷击的高频频谱含量可能要高于本文件中给出的雷电模型。由于谐振激励,这对于一些系统的电磁耦合效应可能增强。



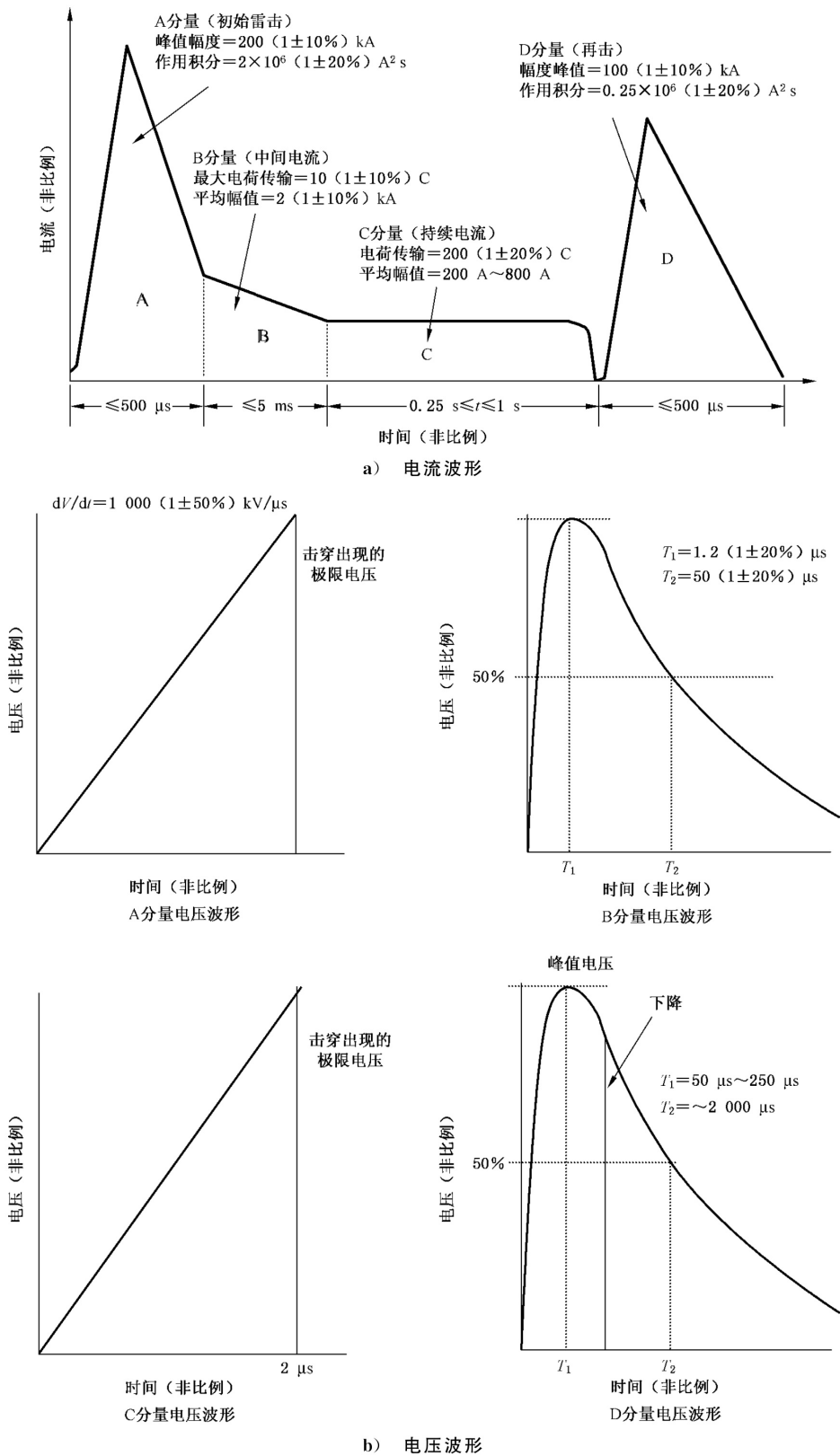


图 1 雷电直接效应环境

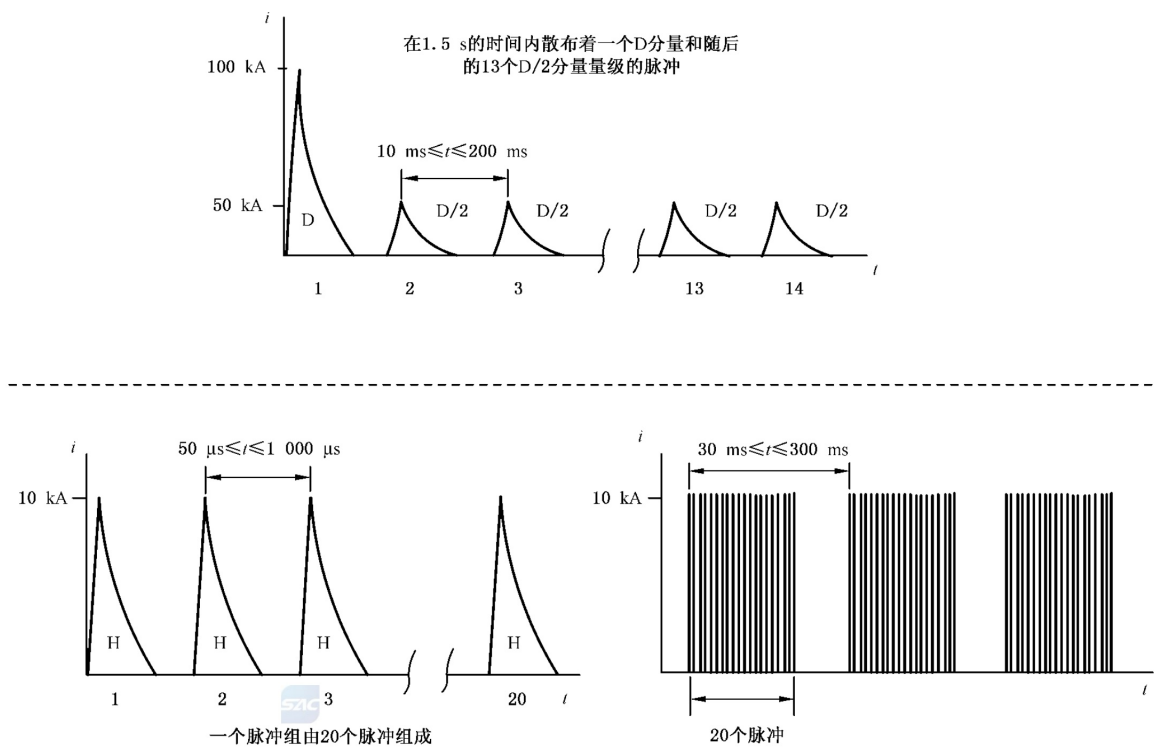


图 2 雷电间接效应环境

表 6 雷电间接效应波形参数

电流分量	说明	$i(t) = I_0(e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})$		
		I_0/A	$\alpha/(\text{s}^{-1})$	$\beta/(\text{s}^{-1})$
A	严酷雷击	218 810	11 354	647 265
A _b	过渡区首次回击	164 903	16 065	858 888
B	中间电流	11 300	700	2 000
C	持续电流	0.5 s 时 400	不适用	不适用
D	再击	109 405	22 708	1 294 530
D/2	多重雷击	54 703	22 708	1 294 530
H	多重脉冲组	10 572	187 191	19 105 100

注：电流分量 A_b 适用于过渡区 1C,代表了高海拔地区首次回击电流(A 分量)的波形。

表 7 来自邻近雷击(云对地)的电磁场变化率(R<10 m)

10 m 处的电磁场变化率	电磁场变化率
磁场变化率	$2.2 \times 10^9 \text{ A/m/s}$
电场变化率	$6.8 \times 10^{11} \text{ V/m/s}$

表 8 来自邻近雷击(云对地)的电磁场及变化率($R>10\text{ m}$)

电磁场及变化率	电磁场及变化率	单位
磁场	$3.2\times 10^4/R$	A/m
磁场变化率	$1.6\times 10^{10}/R$	A/m/s
电场	$3\times 10^6/\sqrt{1+R^2/50^2}$	V/m
电场变化率	$6\times 10^{12}/\sqrt{1+R^2/50^2}$	V/m/s

6.5 静电控制和防护

6.5.1 一般要求

在航天系统寿命周期内,应严格控制静电电荷积累效应,采取搭接、接地和表面处理等有效措施释放静电电荷,避免静电放电、真空放电、表面充放电、深层充放电等效应,具体搭接、接地等要求见 6.11。若不能避免上述效应,则应采取相应措施进行防护,防止静电充放电造成的人员伤害、EED 意外点火和性能降级、燃料意外发火、发动机意外点火、电磁干扰、介质材料击穿等;航天系统、分系统和设备暴露在上述效应时,应正常工作,不会出现故障、性能降级或偏离规定的指标值。符合性一般通过分析或试验验证的方式检验。

6.5.2 运载火箭系统的静电控制和防护

运载火箭静电产生和放电以及由此带来的危害应得以有效控制和防护。在运载火箭研制和任务发射过程中,应控制静电电荷积累、静电放电和低气压放电。运载火箭的很多舱段、结构和部段,包括内部和外部都可能积累静电电荷,应采取适当的措施将这些电荷降低到不会产生任何有影响电压的水平,或采取有效预防措施尽量避免静电放电。在实际研制中,由于不能确保排除所有的静电放电可能,因此应采取防护和加固措施,将静电放电的影响程度降到最低。对于运载火箭,全系统应采取静电防护加固措施并进行试验验证,以使运载火箭系统、分系统和设备暴露在静电放电环境时,系统不会出现故障、性能降级或偏离规定的指标值。

6.5.3 航天器系统的静电控制和防护

应采取有效措施控制航天器的真空放电、表面充放电、深层充放电,避免由此产生的危害。航天器电极和高压器件应避免发生真空放电;若不能避免,则应能耐受真空放电。为避免航天器表面充放电,航天器外表面应具有一定导电能力,保证所有的结构表面至少是弱导体,所有的部件都要电搭接,并提供一条对地的导电通路,使各部位之间不致产生过高电位差。为避免深层充电,航天器应采用有效屏蔽方法降低介质内的电子积分通量,应采取有效的电搭接措施释放内部积累的电荷,避免积累的静电电荷足够高而发生静电放电现象。另外,应对航天器表面和内部敏感设备和器件采取静电防护加固措施并进行试验验证,使航天器系统、分系统和设备暴露在静电放电环境时,系统不会出现故障、性能降级或偏离规定的指标值。

6.6 电磁脉冲(EMP)

高空 EMP(HEMP)通常由大气层外的核爆炸所产生,HEMP 传播范围和覆盖领域很广,是一种宽频带瞬态激励,对运载火箭发射和航天器在轨运行有很大威胁。通常情况下,航天系统应保证在经受 EMP 后一段时间(具体时间与航天系统运行要求有关),系统能恢复至正常运行状态。如对航天系统提

出抗 EMP 具体要求,则验证方法应证明所采用的 EMP 防护措施有效,可提供防护措施预期的防护效果。电磁脉冲波形可采用图 3 进行分析计算。

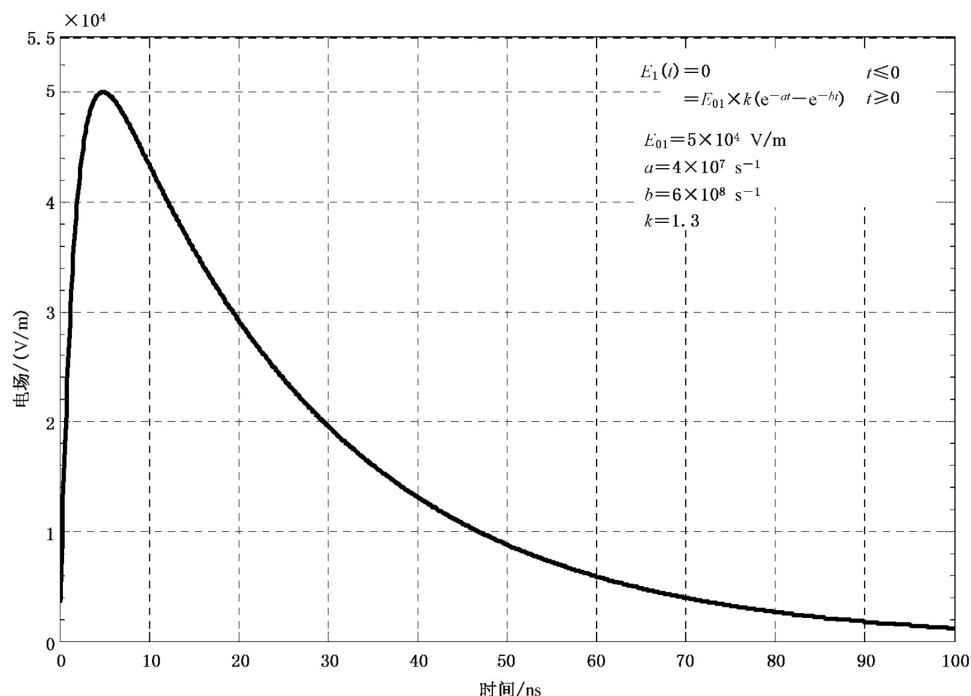


图 3 自由空间 EMP 时域波形

6.7 分系统和设备的电磁干扰

航天分系统和设备的电磁发射和敏感特性应进行有效控制。分系统和设备的传导发射、辐射发射、传导敏感度和辐射敏感度要求见第 7 章。

注：标准中规定的限值 and 量级主要来自可覆盖大多数系统配置和任务环境的经验。然而，它们可能不足以保证所有情况下的系统都满足兼容要求，需要根据具体和特殊情况进行剪裁。由于系统配置不断改变，分系统/设备经常安装使用在不是最初预期使用之处，且实际的环境电平会随着系统物理位置的改变和配置的改变而变化，所以通常不能轻易放松要求。以往的经验表明，分系统和设备符合发射和敏感度限值要求与达到系统级兼容具有高度一致性，不满足要求常常导致系统出现 EMC 问题。与限值的差距越大，出现问题的可能性越高。

6.8 磁场和磁矩

当暴露于外部或者内部的交流或者直流磁场时，航天系统内的分系统和设备应正常工作，无性能降级。航天系统内的分系统和设备产生的交流或者直流磁场辐射不应超过限值。符合性一般通过试验和分析来验证。

航天系统磁偶极矩应当按照 GB/T 32307—2015 的要求进行限制。符合性一般通过分析或试验来验证。

6.9 电磁辐射危害防护

6.9.1 电磁辐射对人员的危害防护

电磁辐射及其对人体组织产生的效应会对人体造成潜在危害，包括轻微热效应直至组织的损伤和

坏死。因此,应避免人体暴露于高强度的电磁辐射环境中,以避免人体受到损害。人员在生活区的电磁环境暴露限值按 GB 8702—2014 的规定执行,人员在工作区的最大电磁辐射暴露限值按国家有关规定和标准执行。

6.9.2 电磁辐射对燃料的危害防护

RF 能量能够在金属物体中产生感应电流。电流大小和导体之间的火花强度取决于 RF 能量场强和导体对 RF 能量的接收效率。因此,应确保航天系统燃料不因电磁辐射感应产生的电流和火花而造成意外点火。在电磁环境下,燃料应确保安全。另外,对于特殊燃料的挥发性和闪点还需特殊考虑。

6.9.3 电磁辐射对 EED 的危害防护

外部电磁辐射可通过 EED 的导线感应耦合进来或从附近的辐射体容性耦合进来,可能使 EED 发火、性能降级或失效。因此,EED 应确保不因电磁辐射造成意外点火、失效哑火和性能降级,符合性一般通过试验来验证,其 EMI 安全裕度应满足表 3 的要求。电磁辐射包括系统内部发射机产生的电磁发射以及 6.2 给出的外部电磁环境。

6.10 寿命周期 E³ 控制

在规定的寿命周期内,航天系统应满足系统工作性能和相应的电磁环境效应要求。应充分考虑接地、搭接和屏蔽等保护措施在寿命周期内的防腐蚀能力和可维修性。

对于需要维护的保护措施,应在不降低 EMC 性能情况下易于维护和更换。系统在设计过程中应充分考虑恢复搭接、屏蔽或其他保护措施的能力,在寿命周期内的维修过程中,接地、搭接和屏蔽等措施可能被断开、拔出或在一定时间内失去保护能力,在该时间段内,应采取相应措施保障被保护设施设备的安全;在维修完成后,应易于恢复之前的接地、搭接和屏蔽措施。符合性应通过试验、分析、检验或相结合的方式验证。

6.11 系统接地和搭接

6.11.1 通用要求

为了构建电流通路、控制电压电位,保护人员和平台安全,实现系统任务功能和良好电磁兼容性能,航天系统、分系统和设备间应进行科学、合理、有效的接地和搭接,并与航天系统防腐等要求协调一致。符合性一般通过测试的方式检验。要求如下:

- a) 电源电流回路要求:作为电源电流回路组成部分的结构部件之间,应有能够传输电源回路电流的低阻抗通路,其搭接电阻一般不大于 1 mΩ,以使电源系统基准点和负载之间总电压降在电源质量标准的允差内。
- b) 天线安装要求如下:
 - 1) 安装天线时应配置均匀的地网或地平面,该地网或地平面在天线工作频带范围内的阻抗应控制在要求以内。
 - 2) 当天线的有效工作性能取决于其与地网之间的低阻抗时,其安装搭接应使射频电流从外壳(蒙皮)到天线合适的金属部分有最短的低阻抗通路。天线到基本结构之间有直流通路时,其搭接电阻应不大于 0.3 mΩ。
 - 3) 天线同轴传输线的外导体应搭接到天线接地平面,构成周边连续的低阻抗通路。天线滤波器的壳体应与基本结构有良好电搭接,其搭接电阻应控制在 0.3 mΩ 以内。
- c) 防电击搭接要求:所有暴露在外的设备导体外壳、安装线缆的金属导管应进行电搭接并良好接

地,搭接电阻应不大于 $0.1\ \Omega$ 。在人员可能触碰到的任意两点间,应不产生大于 $24\ \text{V}$ (有效值)的交流电压和 $10\ \text{V}$ 的直流电压。

d) 防射频干扰搭接要求如下:

- 1) 系统外壳(蒙皮)应设计成装配后就固有防射频干扰搭接,使蒙皮成为均匀的低阻抗通路。构成蒙皮的所有构件之间均应实现搭接,搭接电阻一般不大于 $1\ \text{m}\Omega$ 。
- 2) 性能与电磁能量相关的所有电气电子设备,均应使设备外壳与基本结构地之间有连续的低阻抗通路(多点接地),其搭接电阻宜小于 $2.5\ \text{m}\Omega$ 。
- 3) 用于防止射频干扰的搭接线,一般采用金属片。

e) 防静电搭接要求如下:

- 1) 系统外部介质材料表面应采取控制静电荷积聚,使之平稳泄放的防护措施;可能由于摩擦而带电的绝缘物体,应良好接地;应避免由于静电积累形成电位差造成静电放电。
- 2) 系统内部的气体 and 液体管路均会由于流体摩擦而带静电。相互连接的各段金属导管应彼此搭接,使整条管路形成连续的低阻电气通路。各条金属管路上,应以不大于 $500\ \text{mm}$ 的间距多点搭接到结构地上,搭接电阻应小于 $1\ \Omega$ 。金属导管在电气系统正常或故障情况下均不应成为电源电流的主要通路。

f) 防雷搭接要求:运载火箭的防雷搭接具体见 6.11.3。

g) 外部接地要求:为防止电击、EED 意外发火、燃料和易燃品爆炸对设施设备和人员的危害,航天系统、分系统均应提供外部接地,以控制电流和静电积累。

h) 维修维护设备接地要求:维修维护设备应配有适当的永久地线,与大地良好连接。所有用于处理燃料、易爆品、氧气或其他危险品的维修设备,均应配有永久地线。

6.11.2 航天器电搭接和接地要求

航天器电搭接和接地具体应满足 GB/T 29084—2012 的要求。

6.11.3 运载火箭电搭接和接地要求

6.11.3.1 主搭接和接线

主搭接通常是运载火箭雷电防护所要求的搭接。

主搭接的形式主要有:

- a) 金属与金属的铆接或螺栓连接;
- b) 火箭整流罩的紧固件或紧缩机构连接;
- c) 铰链的接触电阻不大于 $10\ \text{m}\Omega$ (铰链内不准用非导电润滑剂)。

主搭接线通常用于传递雷电电流。在雷电弧不可能附着的情况下,单根铜线的横截面积不应小于 $4\ \text{mm}^2$;雷电弧可能附着的主搭接线,单根铜线的横截面积不得小于 $20\ \text{mm}^2$ 。

6.11.3.2 火箭各段的搭接

运载火箭各段之间搭接应按金属件间的搭接要求,其每个搭接面的搭接电阻应不大于 $1\ \text{m}\Omega$ 。火箭各运输分离面之间采用主搭接方式,其搭接线的横截面积不应小于 $20\ \text{mm}^2$;搭接线应尽量短,其电阻不应大于 $10\ \text{m}\Omega$ 。

6.11.3.3 发动机搭接

每台发动机至少应有两处搭接到火箭箭体结构上,其间的搭接电阻不应大于 $1\ \text{m}\Omega$ 。

6.11.3.4 外部金属部件搭接

外部安装的金属部件,如整流罩、舱门、口盖等应采用主搭接连接到箭体结构上,每个搭接面的搭接电阻一般小于 $1\text{ m}\Omega$ 。

外部可活动的金属面或部件应采用主搭接连接到箭体结构上,其搭接电阻不应大于 $5\text{ m}\Omega$ 。

6.11.3.5 外部非金属部件搭接

凸出火箭表面的非金属部件,如火箭的非金属整流罩等,其保护装置和金属框架应采用主搭接连接到箭体结构上,之间的搭接电阻不应大于 $5\text{ m}\Omega$ 。

6.11.3.6 内部金属部件搭接

运载火箭内部的各仪器设备应与箭体结构搭接,搭接电阻不应大于 $5\text{ m}\Omega$ 。

6.11.3.7 绝缘体的搭接

携带流动液体或受其他摩擦放电影响的具有任一直线尺寸大于 7.5 cm 的所有绝缘体元件与火箭箭体结构应有可靠的机械连接,使流动液体的流动在管外任一点上产生的静电压不超过 350 V 。

6.11.3.8 放电器的搭接

火箭尾部的后缘应安装放电器,彼此间距离不小于 300 mm ,放电器金属基座与火箭壳体间搭接电阻不应大于 $10\text{ m}\Omega$ 。

6.11.3.9 火箭整体电阻

运载火箭的头部(包括整流罩)至尾端之间的整体电阻不应大于 $100\text{ m}\Omega$ 。

火箭贮箱外部的绝缘层应涂导电漆,电阻率要低于 $10^9\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$,时间常数小于 10^{-2} s 。为消除静电影响,介质表面要涂以导电漆;为解决透波,整流罩可开透波窗口。

6.11.3.10 火箭的接地与等电位连接

火箭的箭体各结构段通过专用的等电位连接线与发射塔架的塔体连接,连接线的横截面积不小于 35 mm^2 。连接线与火箭箭体间采用专用脱拔连接器连接,使火箭箭体和发射塔架构成等电位体。在发射塔架撤走时,允许去掉等电位连接线。每根等电位连接线的电阻不大于 $20\text{ m}\Omega$ 。

火箭的尾端采用接地线与发射场坪接地线柱连接,其接地线横截面积不小于 35 mm^2 。其脱拔连接器在火箭起飞时自动脱落。接地线的电阻不大于 $25\text{ m}\Omega$ 。

6.12 电磁频谱兼容

航天系统、分系统和设备的电磁频谱特性应遵循国家及军用频率管理规定以及相关系统 EMC 接口控制文件要求,以保证这些系统和设备置于预定工作环境时,对其他被认可的频率用户既不产生有害的干扰也不受这些用户的干扰。使用频带应符合我国无线电管理委员会指定的业务适用频率范围,必要时需与 ITU 协调。

6.13 材料特性

在对航天器表面涂层、隔热保温层、介质材料的设计过程中,均应考虑材料特性,以利于静电控制。在电搭接结合面,表面涂层和不同金属材料的特性均需考虑。金属的生锈腐蚀会使电搭接性能退化,而

防止腐蚀的表面涂层也不利于良好的电搭接。使用具有高磁导率的特殊合金进行磁屏蔽,要避免由于永久磁化对磁偶极矩的影响。

7 分系统和设备 EMC 详细要求

7.1 传导发射

7.1.1 25 Hz~150 kHz 电源线音频传导发射

本项目用以控制 EUT 通过电源线向电源母线或供电网络注入谐波干扰,适用于通过外部电源供电的分系统和设备其电源线(包括回线)的传导发射要求。首先,由各负载端引入的电源线总电压纹波应满足电源品质要求;其次,干扰电流不应超过规定的限值要求。在音频范围内,由于电源的阻抗很低,因此 25 Hz~150 kHz 电源线音频传导发射主要是对电源线的电流控制。

当 EUT 负载电流 $I(A)$ 小于 1 A 时,电源线在 25 Hz~150 kHz 频段内的传导发射不应超过图 4 的限值;当负载电流 $I(A)$ 大于 1 A 时,从 25 Hz~1 kHz 的限值为 $100+20\lg[I(A)]$ 。具体限值见表 9。

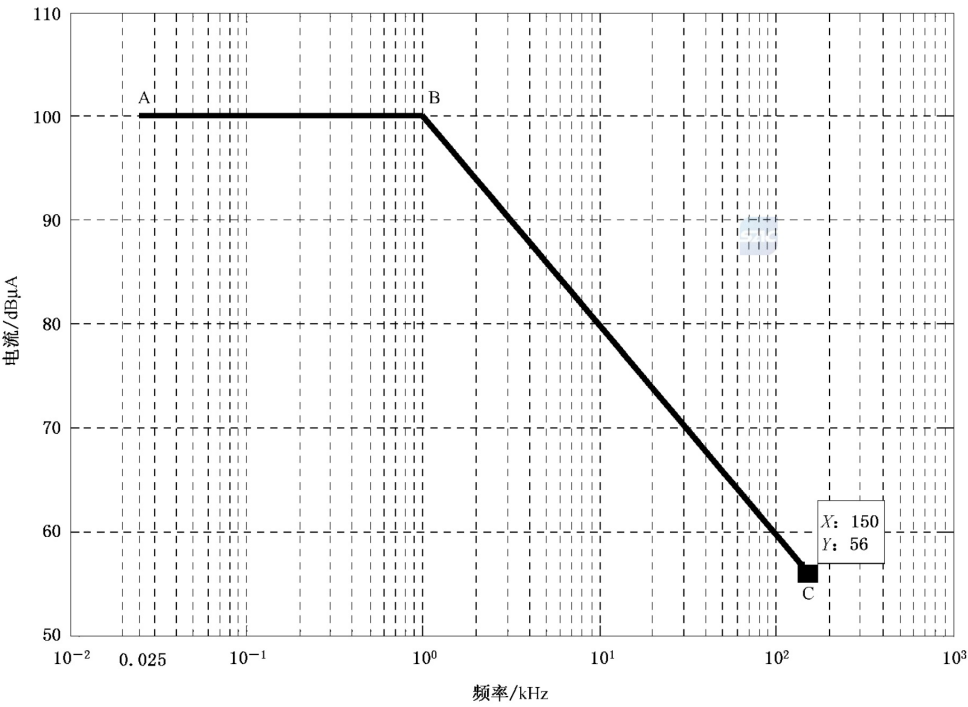


图 4 25 Hz~150 kHz 限值要求

表 9 25 Hz~150 kHz 电源线音频传导发射测试的限值要求表

EUT 负载电流	频率划分	限值要求
$I>1\text{ A}$	25 Hz~1 kHz	$100+20\lg[I(A)]$
	1 kHz~150 kHz	从 1 kHz~150 kHz 以相同斜率从 $100+20\lg[I(A)]$ 下探到 56
	150 kHz	56

表 9 (续)

EUT 负载电流	频率划分	限值要求
$I \leq 1 \text{ A}$	25 Hz~1 kHz	100
	1 kHz~150 kHz	从 1 kHz~150 kHz 以相同斜率从 100 下探到 56
	150 kHz	56

7.1.2 150 kHz~20 MHz 电源线射频传导发射

本项目用以控制 EUT 通过电源线以传导或辐射的方式对外造成干扰,适用于所有通过外部电源供电的分系统和设备其电源线(包括回线)的传导发射要求。

供电电压不超过 28 V 的 EUT,其电源线在 150 kHz~20 MHz 频段内的传导发射应不超过图 5 中的限值;供电电压超过 28 V 的 EUT,其电源线在 150 kHz~20 MHz 频段内的传导发射在图 5 的限值基础上放宽 $10\lg[(U/28)]$ (其中电压 U 单位为伏特)。例如,工作电压为 100 V 的设备,其传导发射限值可放宽 5.5 dB。

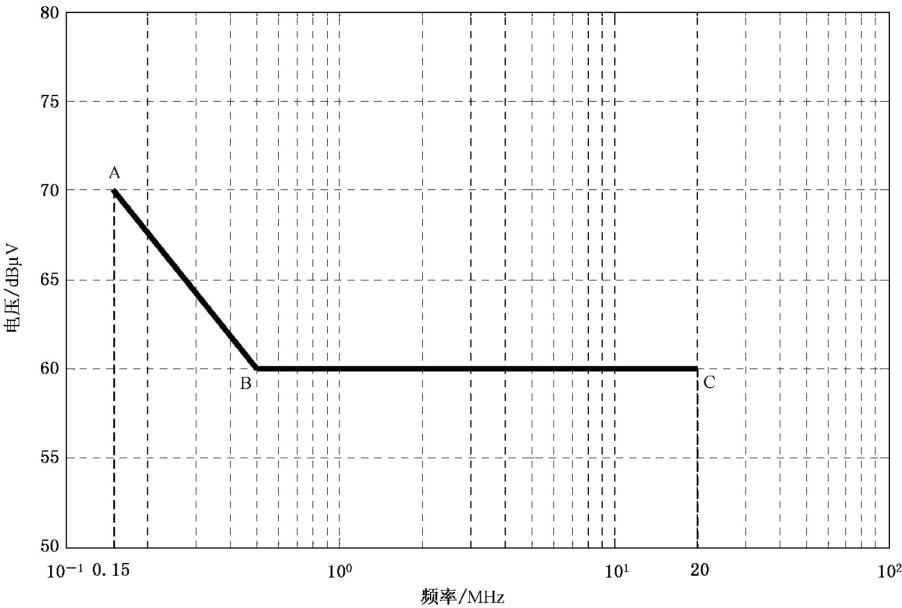


图 5 150 kHz~20 MHz 限值要求

7.1.3 150 kHz~20 MHz 电缆束射频共模传导发射

本项目适用于所有信号线和不使用结构作为回路的一次电源线。EUT 电缆束(含电源线和信号线)在 150 kHz~20 MHz 频段内的射频共模传导发射不应超过图 6 中的限值要求,限值曲线随频率每十倍频程下降 20 dB。

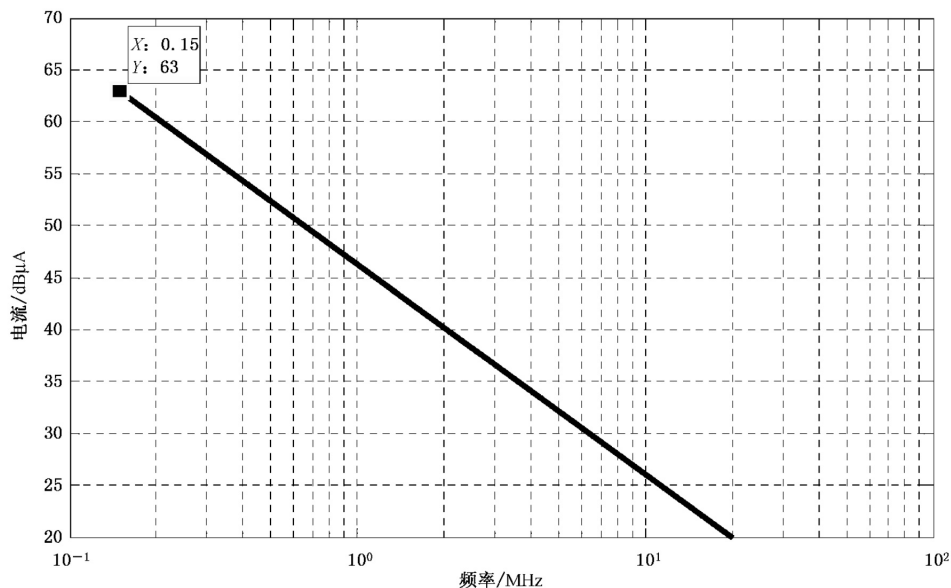


图6 150 kHz~20 MHz 电缆束射频共模传导发射限值要求

7.1.4 10 kHz~40 GHz 天线端子传导发射

本项目用以控制 EUT 通过天线端子向外发射电磁干扰,适用于发射机、接收机和放大器的天线端子,不适用于天线不能拆卸的分系统和设备。

对于天线不可拆卸的分系统和设备,可用 7.3.3 天线谐波和乱真输出辐射发射测试代替本项目对发射状态的发射机和放大器等进行试验;用 7.3.2 电场辐射发射测试代替本项目对接收机、待发状态发射机和放大器等的天线发射进行试验。

在试验中,EUT 天线端子在 10 kHz~40 GHz 频段内的传导发射不应超过以下具体限值要求:

- a) 接收机:34 dBμV;
- b) 发射机和放大器(待发状态):34 dBμV;
- c) 发射机和放大器(发射状态):除二、三次谐波外,所有的谐波发射、乱真发射至少比基波电平低 80 dB;二、三次谐波应抑制到-20 dBm 或低于基波电平 80 dB,取二者中较小的值。

7.1.5 电源线尖峰信号(时域)传导发射

本项目用以控制 EUT 在进行开关操作时向供电电源网络注入尖峰干扰,适用于因开关或继电器通断而可能在交流、直流电源线上产生尖峰干扰信号的分系统和设备。

随手动或自动开关操作而产生的开关瞬态传导发射不应超过下列限值:

- a) 额定电压有效值的±50%(交流电源线);
- b) 额定电压的+50%、-150%(直流电源线)。

7.2 传导敏感度

7.2.1 25 Hz~150 kHz 电源线音频传导敏感度

本项目用以考核 EUT 承受电网低频连续波干扰的能力。本项目适用于分系统、设备的交流输入电源线和直流输入电源线,不包括回线。对于直流电源线,适用频段范围为 25 Hz~150 kHz;对于交流电源线,适用频段范围为 EUT 电源频率二次谐波至 150 kHz。

当采用图 7 所示的规定电压限值或图 8 功率限值对 EUT 电源线进行试验时,EUT 不应出现任何故障、性能降低或偏离规定的指标值,或超过单个分系统和设备规范中给出的指标允差。图 8 为在

0.5 Ω 负载上校验时产生的功率限值。实际测试中,当功率源的输出功率达到按功率限值进行校验时的输出功率时,尽管示波器的监测电压还没达到图 7 规定的限值,但只要 EUT 未出现敏感现象,也认为满足本要求。对于航天器的某些额定电源电压为 12 V 和 5 V 的 EUT,测试量级可在图 7 a)的基础上剪裁。

注:对于航天器的某些额定电源电压为 12 V 的 EUT,25 Hz~150 kHz 的测试量级可剪裁为 110 dBμV。对于航天器的某些额定电源电压为 5 V 的 EUT,25 Hz~150 kHz 的测试量级可剪裁为 100 dBμV。

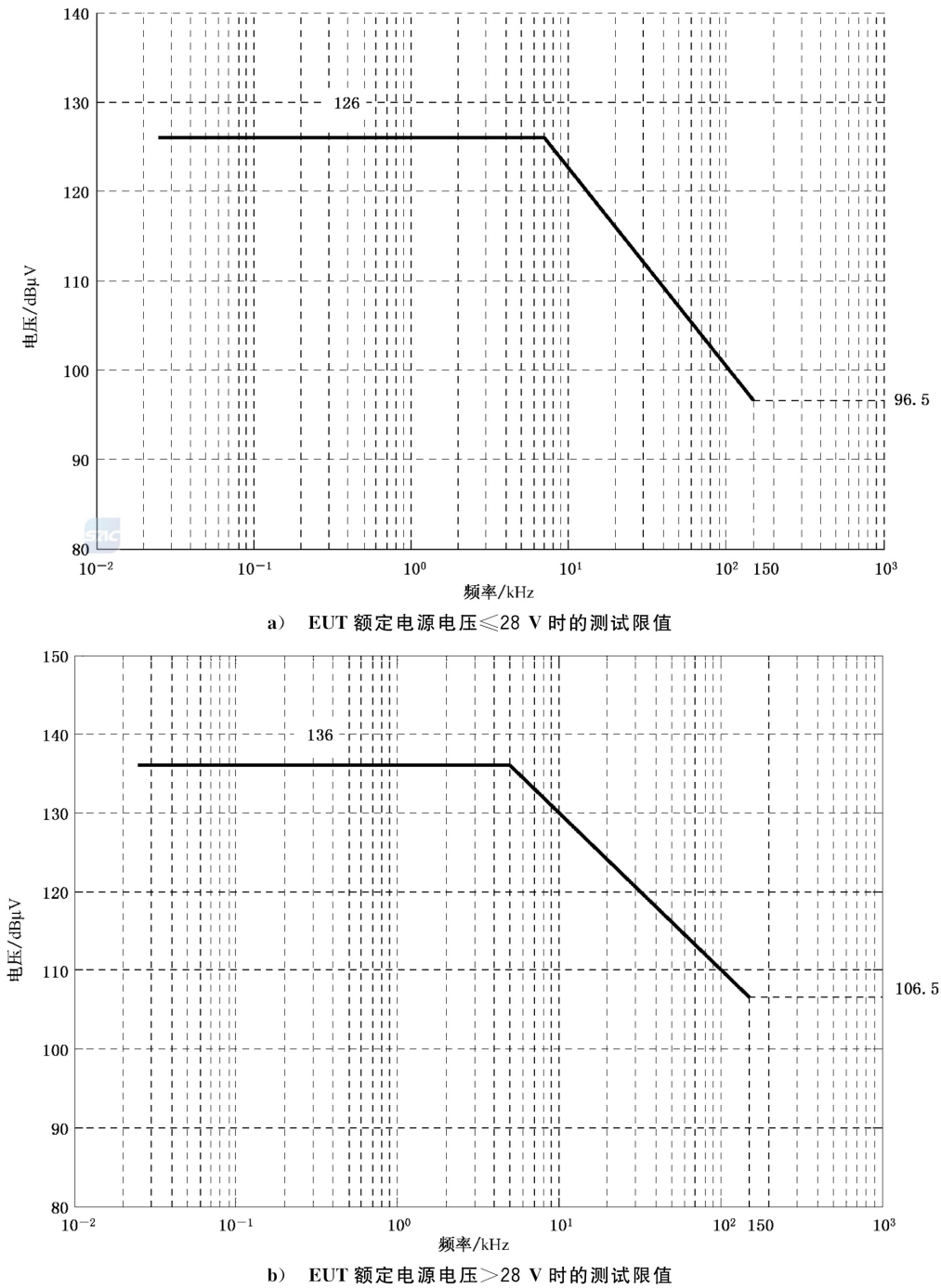


图 7 25 Hz~150 kHz 电源线音频传导敏感度的电压限值

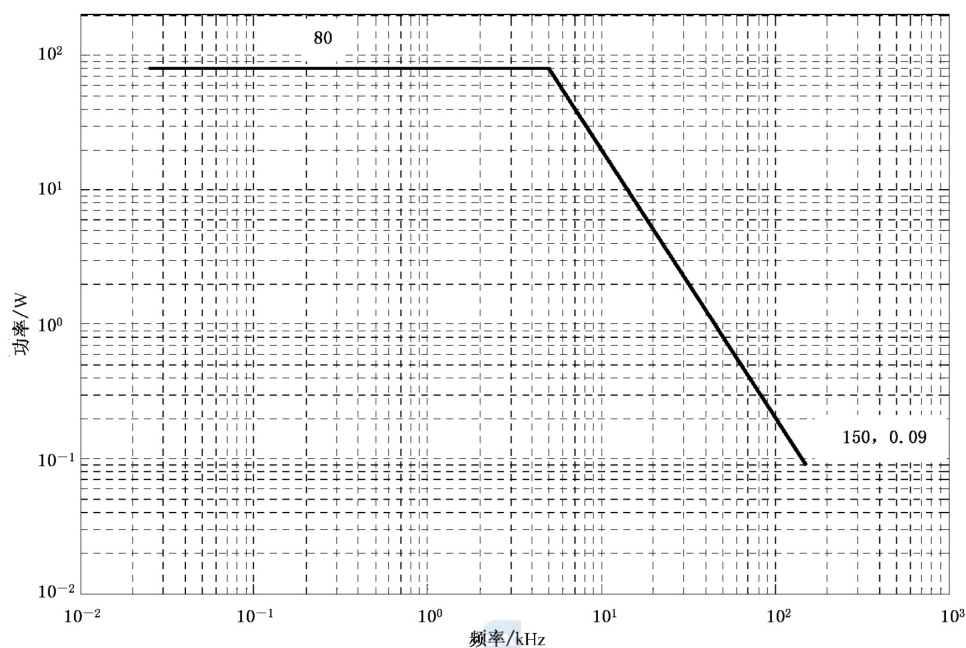


图 8 25 Hz~150 kHz 电源线音频传导敏感度的功率限值(0.5 Ω 负载)

7.2.2 25 Hz~50 kHz 地线音频传导敏感度

本项目用以考核 EUT 承受地线低频干扰的能力。本项目主要适用于可能对地线低频干扰信号敏感且带地线的分系统和设备。当在 EUT 的地线上注入 25 Hz~50 kHz、有效值 1 V 的开路电压信号时, EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值, 或超过单个分系统和设备规范中给出的指标允差。

7.2.3 15 kHz~10 GHz 天线端子互调传导敏感度

本项目用以考核 EUT 抑制互调干扰的能力。本项目主要适用于具有无线接收功能的分系统和设备, 如接收机、射频放大器等。当按订购方提供的限值要求和试验方法进行试验考核时, EUT 不应出现超过规定允差的任何互调产物。

7.2.4 25 Hz~20 GHz 天线端子无用信号抑制传导敏感度

本项目用以考核 EUT 抑制无用信号的能力。本项目主要适用于具有无线接收功能的分系统和设备, 如接收机、射频放大器等。当按订购方提供的限值要求和试验方法, 在 25 Hz~20 GHz 频段范围内进行试验考核时, EUT 不应出现超过规定允差的任何不希望响应。

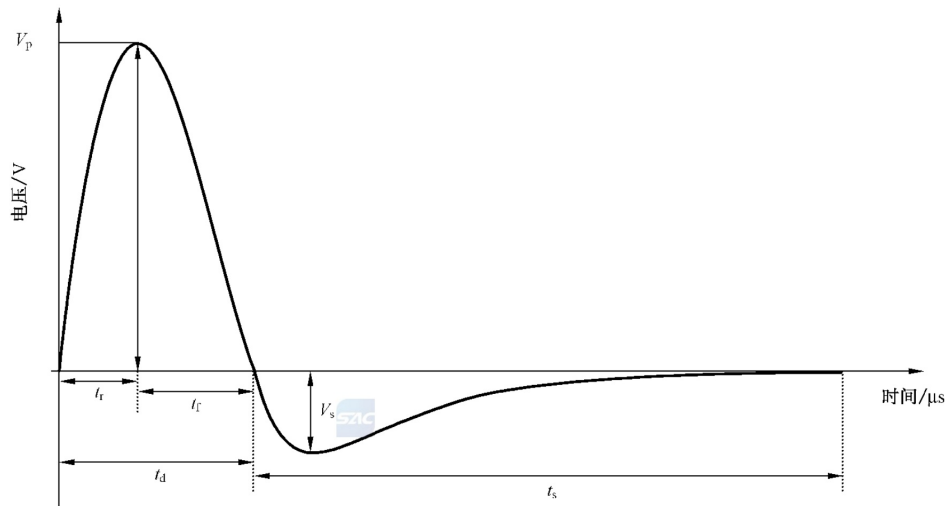
7.2.5 25 Hz~20 GHz 天线端子交调传导敏感度

本项目用以考核 EUT 抑制交调干扰的能力。本项目仅适用于通常处理调幅射频信号的接收机。当按订购方提供的限值要求和试验方法, 在 25 Hz~20 GHz 频段范围内进行试验考核时, EUT 不应出现由于交调而产生的超过规定允差的任何不希望响应。

7.2.6 电源线尖峰信号传导敏感度

本项目用以考核 EUT 承受电网尖峰电压干扰的能力。本项目适用于分系统和设备的交流和直流

输入电源线,不包括地线和回线。当按图 9 施加尖峰信号到 EUT 电源线上时(以 5 Hz~10 Hz 脉冲重复频率、正负两种极性对 EUT 进行测试,每种极性测试时间不少于 5 min),EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超过单个分系统和设备规范中给出的指标允差。运载火箭上分系统和设备的注入峰值电压 V_p 一般为 200 V,航天器上分系统和设备的注入峰值电压 V_p 一般为 100 V 或额定电压的两倍(取其较小者),也可按订购方规定执行。



说明:
 V_p ——峰值电压;
 t_r —— $1.5\ \mu\text{s} \pm 0.5\ \mu\text{s}$;
 t_f —— $3.5\ \mu\text{s} \pm 0.5\ \mu\text{s}$;
 t_d —— $5.0(1 \pm 22\%) \mu\text{s}$;
 $V_s \leq 30\% \times V_p$;
 $t_s \leq 20\ \mu\text{s}$ 。

图 9 电源线注入尖峰信号波形

7.2.7 地平面(壳地)注入尖峰信号传导敏感度

本项目适用于在航天系统平台上运行的采用结构、外壳作为主要电流回路的分系统和设备,考核 EUT 承受外壳电流回路尖峰信号干扰的能力。

当在设备外壳地之间注入尖峰信号时,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。除非另有规定,一般采用图 10 所示的尖峰信号:峰值电压 8 V,持续时间 10 μs 。若不采用 8 V 瞬态电压信号注入,也可采用峰值为 16 A 的电流瞬态信号注入。任何情况下,注入电流峰值不应超过 16 A。

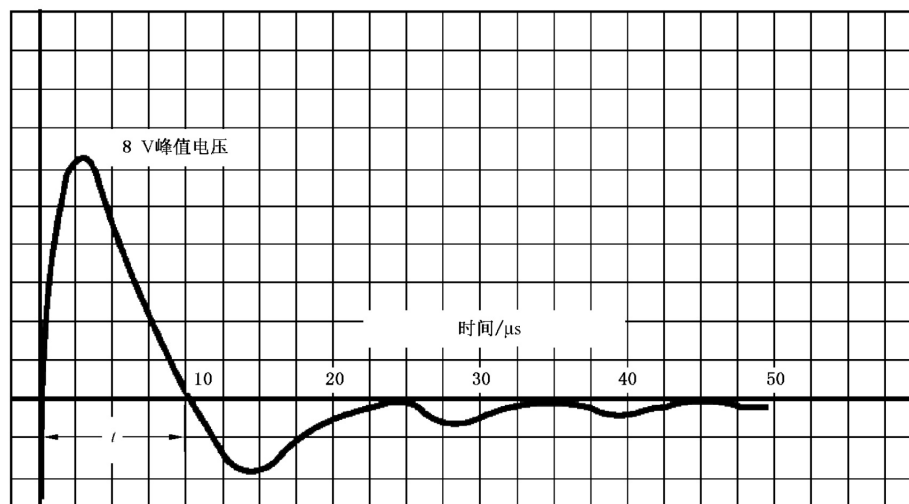


图 10 地平面注入瞬态波形

7.2.8 50 Hz~100 kHz 壳体电流传导敏感度

本项目针对平台结构电流通过 EUT 壳体在 EUT 内产生磁场而导致的电磁干扰现象,考核 EUT 承受壳体电流干扰的能力。

当订购方有规定时,本项目适用于工作频率不高于 100 kHz 且工作灵敏度等于或优于 $1\ \mu\text{V}$ 的分系统和设备。在 50 Hz~100 kHz 频率范围内,当按图 11 所示的限值进行试验时,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超过单个分系统和设备规范中给出的指标允差。

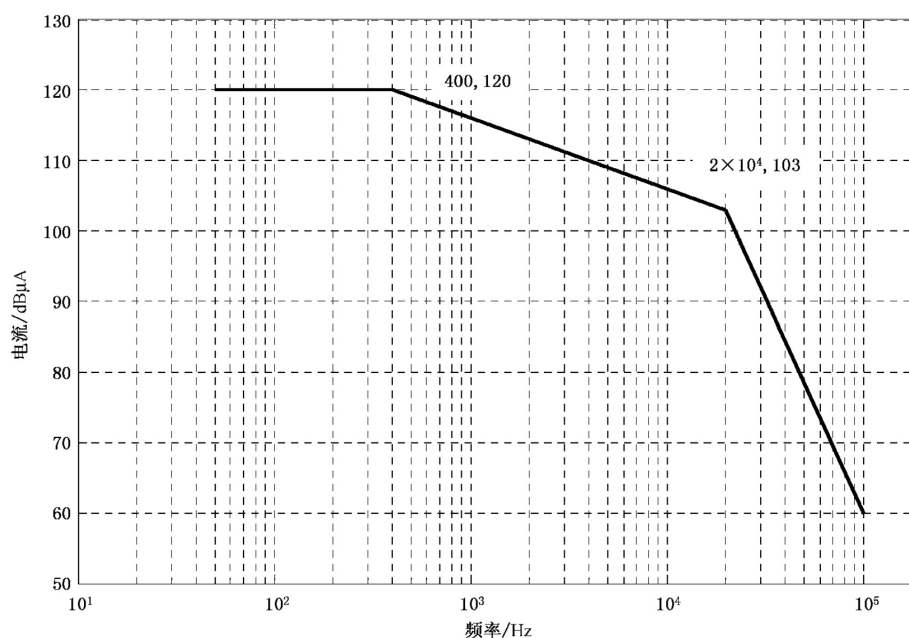


图 11 壳体(结构)电流传导敏感度限值

7.2.9 25 Hz~150 kHz 地平面(壳地)注入音频传导敏感度

本项目适用于采用结构、外壳作为主要电流回路的分系统和设备,考核 EUT 承受外壳电流回路音频信号干扰的能力。

在 25 Hz~150 kHz 的频率范围内,在分系统和设备外壳地之间注入干扰信号,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。除非另有规定,一般采用有效值 1 V 的电压的信号或图 12 所示的电流注入信号。

图 12 中电流限值在低频段为 10 A,代表航天系统结构在低频段呈现低阻抗。在 1 kHz 以上时,电流限值以每十倍频程 20 dB 下降,代表航天系统结构的阻抗中感性成分占主要地位。

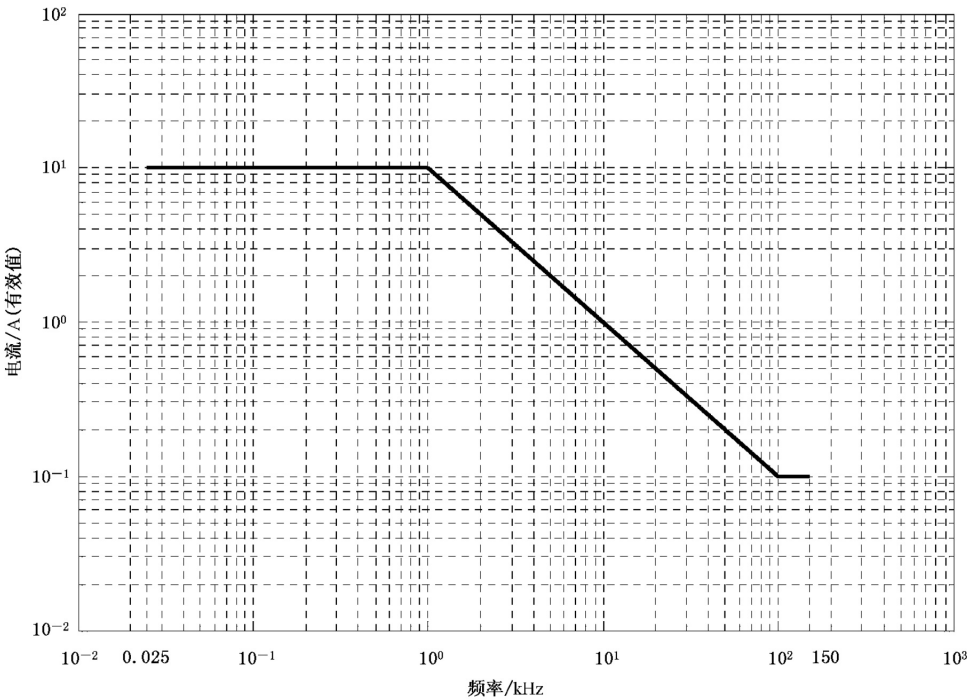


图 12 25 Hz~150 kHz 地平面注入电流限值

7.2.10 150 kHz~100 MHz 地平面(壳地)注入射频传导敏感度

本项目适用于采用结构、外壳作为主要电流回路的分系统和设备,考核 EUT 承受外壳电流回路射频信号干扰的能力。

150 kHz~100 MHz 的频率范围内,在设备外壳地之间注入干扰信号,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。除非另有规定,一般采用有效值 1 V 的电压的信号,或不超过有效值 280 mA 的电流信号。

7.2.11 ESD 敏感度

本项目用以考核 EUT 及其连接线缆抗人体静电放电干扰以及航天器在轨和运载火箭飞行过程中的抗静电放电干扰的能力。由于 ESD 敏感度试验对元器件可能有累积的损伤,因此在正样产品或飞行件上不进行本项试验。

对于人体静电放电的考核,按 GB/T 17626.2 的相关要求,对 EUT 一般采用 8 kV 接触放电或 15 kV 空气放电时(优先采用 8 kV 接触放电),试验中 EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。

对于运载火箭(EED 除外)EUT 的静电放电考核,一般采用放电电压为 ± 10 kV,脉冲速率为每秒 1 次,试验时间 30 s(每点或面 30 次)。对于直接暴露的 EUT,如安装在运载火箭外部的分系统或设备,采用对 EUT 的每个顶角接触放电。对于安装在运载火箭内部的分系统或设备,在距离 EUT 每个面 30 cm 处进行空气放电,使静电放电产生的电流通过 EUT 安装表面。试验中 EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。具体试验要求按相关技术条件的规定。

对于航天器(EED 除外)EUT 的静电放电考核,按照航天器将要飞行的轨道,选择接触放电和空气放电的具体电压值。地球同步轨道的航天器一般采取接触放电为 ± 5 kV、空气放电为 ± 10 kV 的电压值进行试验;地球低轨道航天器如果母线电压高于 70 V,宜采取接触放电为 ± 5 kV、空气放电为 ± 5 kV 的电压值进行试验。放电频率为每秒 1 次,试验时间 30 s(每点或面 30 次)。试验中 EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。具体试验要求按相关技术条件的规定。

对于 EED 的 ESD 敏感度应通过试验的方式检验。在 25 000 V \pm 500 V 的试验量级下,EED 应不发热,且性能不降低。具体试验要求按相关技术条件的规定。

7.2.12 10 kHz~400 MHz 电缆束注入射频传导敏感度

本项目考核分系统和设备电缆束抗感应电流干扰的能力。本项目适用于 EUT 所有互连电缆和电源电缆,不适用于连接接收机天线的同轴电缆。本项目受试电缆束如表 10 所示。当给注入探头输入图 13 所示的校验并按要求调制测试信号时,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。如果受试电缆上的实际感应电流高于限值 6 dB,即使定向耦合器上检测的正向功率电平低于校验值,当 EUT 不敏感时,也认为其满足要求。

表 10 10 kHz~400 MHz 电缆束注入射频传导敏感度测试的受试电缆束

连接器端接的电缆束类型	电流探头每次卡住的电缆束
互连电缆	完整的互连电缆
电源线电缆	完整的电源电缆(包括高电位线、回线和地线)
	所有的高电位线(不包含电源回线和地线)
同时包括互连线和电源线的电缆	完整的电缆
	所有的电源线(包括高电位线、回线和地线)
	所有的高电位线(不包含电源回线和地线)

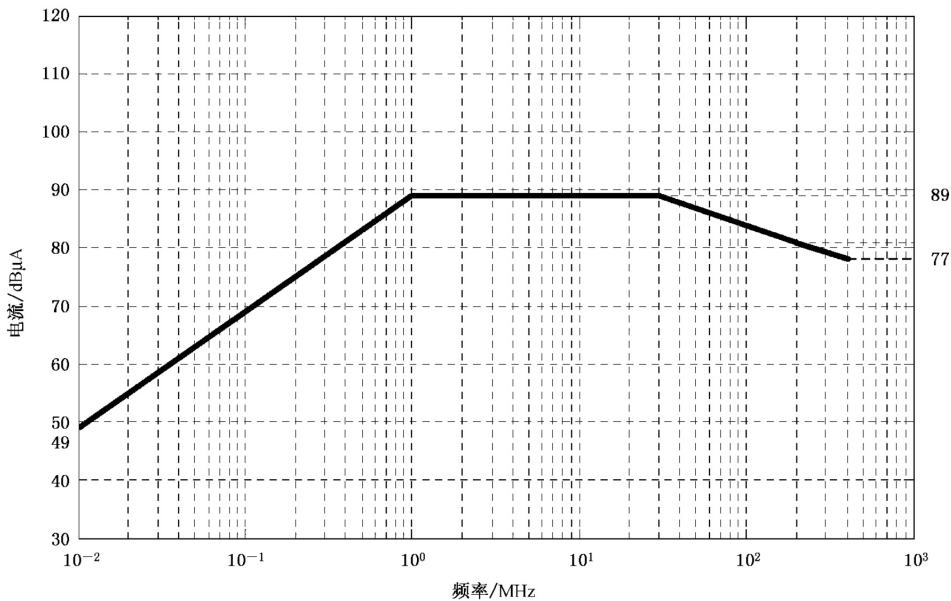


图 13 10 kHz~400 MHz 电缆束注入射频传导敏感度测试的校验限值

7.2.13 电缆束注入脉冲激励传导敏感度

本项目用以考核 EUT 承受脉冲干扰的能力。本项目适用于所有分系统和设备的互连电缆和电源电缆。本项目受试电缆束如表 11 所示。一般按照图 14 的校验信号以 30 Hz 重复频率进行试验 1 min 时,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。 I_{\max} 的试验量级与 EUT 的额定电源电压有关,对于航天器的某些额定电源电压为 12 V 和 5 V 的 EUT,测试量级 I_{\max} 可在 5 A 的基础上剪裁。

注:某些航天器 EUT 的额定电源电压为 12 V 时,特殊情况下 I_{\max} 的试验量级可剪裁为 3 A。某些航天器 EUT 的额定电源电压为 5 V 时,特殊情况下 I_{\max} 的试验量级可剪裁为 1 A。



表 11 电缆束注入脉冲激励传导敏感度测试的受试电缆束

连接器端接的电缆束类型	电流探头每次卡住的电缆束
互连线电缆	完整的互连线电缆
电源线电缆	完整的电源电缆(包括高电位线、回线和地线)
	所有的高电位线(不包含电源回线和地线)
同时包括互连线和电源线的电缆	完整的电缆
	所有的电源线(包括高电位线、回线和地线)
	所有的高电位线(不包含电源回线和地线)

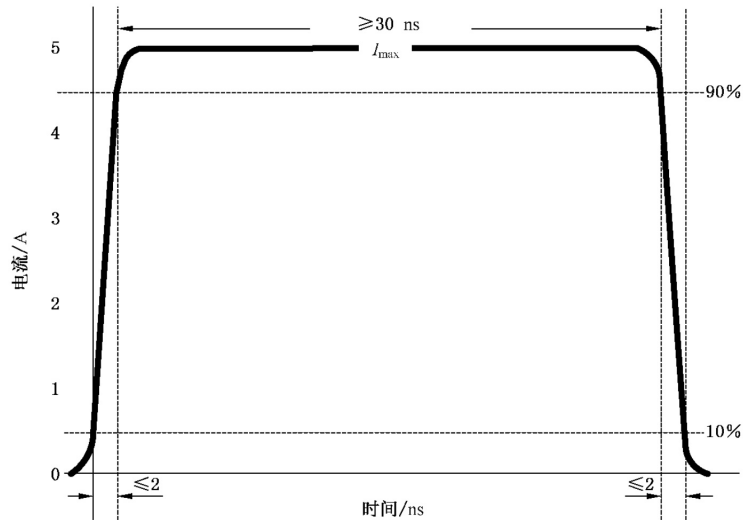


图 14 电缆束注入脉冲激励传导敏感度测试的校验限值

7.2.14 10 kHz~100 MHz 电缆和电源线阻尼正弦瞬态传导敏感度

本项目用以考核 EUT 承受因谐振产生的阻尼正弦瞬态干扰的能力。本项目适用于所有互连电缆、电源电缆、高电位电源线等。本项目受试电缆束如表 12 所示。电源回线无需单独进行测试。当按图 15 的电流信号波形和图 16 规定的峰值电流进行测试时,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。电流 I_P 按图 16 的规定。 I_P 的试验量级与 EUT 的额定电源电压有关,对于航天器的某些额定电源电压为 12 V 和 5 V 的 EUT,测试量级 I_P 可在 10 A 的基础上剪裁。

注：在特殊情况下,测试量级 I_P 可剪裁为 5 A,如图 16 虚线所示。

电流的归一化波形按公式(1)：

$$e^{-(\pi f t/Q)} \sin(2\pi f t) \dots\dots\dots (1)$$

f 为频率(Hz), t 为时间(s), Q 为阻尼因子,阻尼因子按公式(2)确定：

$$Q = \frac{\pi(N-1)}{\ln(I_P/I_N)} \dots\dots\dots (2)$$

N 为周期数, I_P 第 1 周期峰值电流, I_N 衰减到 50%时的峰值电流。

表 12 10 kHz~100 MHz 电缆和电源线阻尼正弦瞬态传导敏感度测试的受试电缆束

连接器端接的电缆束类型	电流探头每次卡住的电缆束
互连电缆	完整的互连电缆
电源线电缆	完整的电源电缆(包括高电位线、回线和地线)
	单根高电位线(不包含电源回线和地线)
同时包括互连线和电源线的电缆	完整的电缆
	所有的电源线(包括高电位线、回线和地线)
	单根高电位线(不包含电源回线和地线)

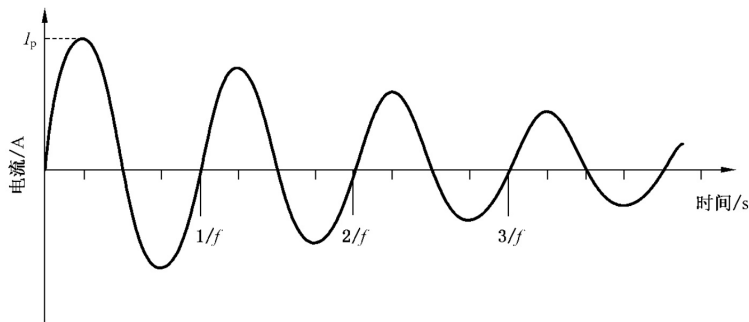


图 15 10 kHz~100 MHz 电缆和电源线阻尼正弦瞬态传导敏感度测试的典型的阻尼正弦波

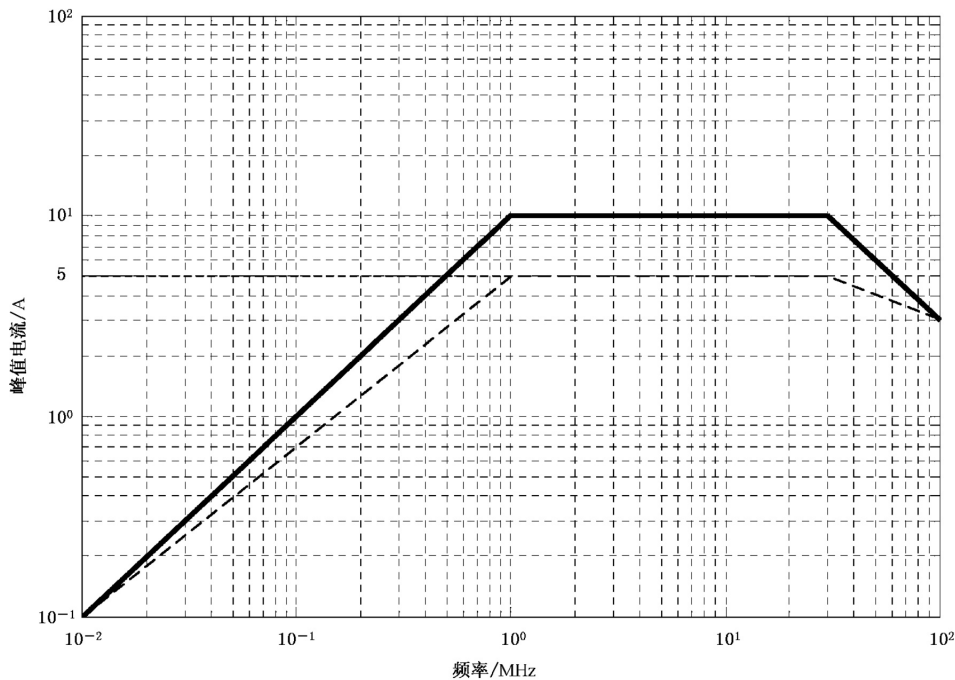


图 16 10 kHz~100 MHz 电缆和电源线阻尼正弦瞬态传导敏感度测试的峰值电流 I_p 限值

7.2.15 电缆和电源线雷电感应瞬态传导敏感度

本项目用以考核 EUT 承受雷电感应瞬态干扰的能力。本项目适用于所有关键安全分系统和设备的互连电缆,包括完整的电源线和独立的高电位线,也适用于与执行关键安全功能的分系统和设备相连或作为其一部分的互连电缆/电接口的非关键安全分系统和设备。当按订购方规定的信号波形、电平和试验方法进行试验时,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。

7.2.16 电压跌落、短时中断和电压变化抗扰度

本项目用以考核 EUT 承受电路中瞬态产生的短路、接地故障,或负荷突然出现大的变化所造成的电压跌落;或者承受故障情况下的电压短时中断的能力。本项目主要适用于可能工作在供电电压突然减小到低于规定的阈值,随后经历一段短暂间隔才能正常供电的分系统和设备。按 GB/T 17626.11 和

GB/T 17626.29 的相关要求,明确对 EUT 电压暂降、短时中断和电压变化试验采用的等级要求和持续时间。试验中 EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。

7.2.17 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

本项目用以考核 EUT 承受电路中电感性负载切换时引起的干扰,抗重复性电快速瞬变脉冲群的能力。本项目主要适用于供电电源、信号、控制和接地等端口可能受到电快速瞬变脉冲群的分系统和设备。按 GB/T 17626.4 的相关要求,明确对 EUT 电快速瞬变脉冲群试验采用的等级要求。试验中 EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。

7.3 辐射发射

7.3.1 25 Hz~100 kHz 磁场辐射发射

本项目用以控制 EUT 的低频磁场发射以保护对磁场敏感的设备。本项目适用于分系统和设备(如卫星的磁力矩器、低频发射机等)壳体及其电缆接口的辐射发射;不适用于天线辐射发射。在 25 Hz~100 kHz 频段内,距离设备壳体或电缆接口为 7 cm 处,磁场辐射发射不应超过图 17 的限值或专用技术文件的规定。

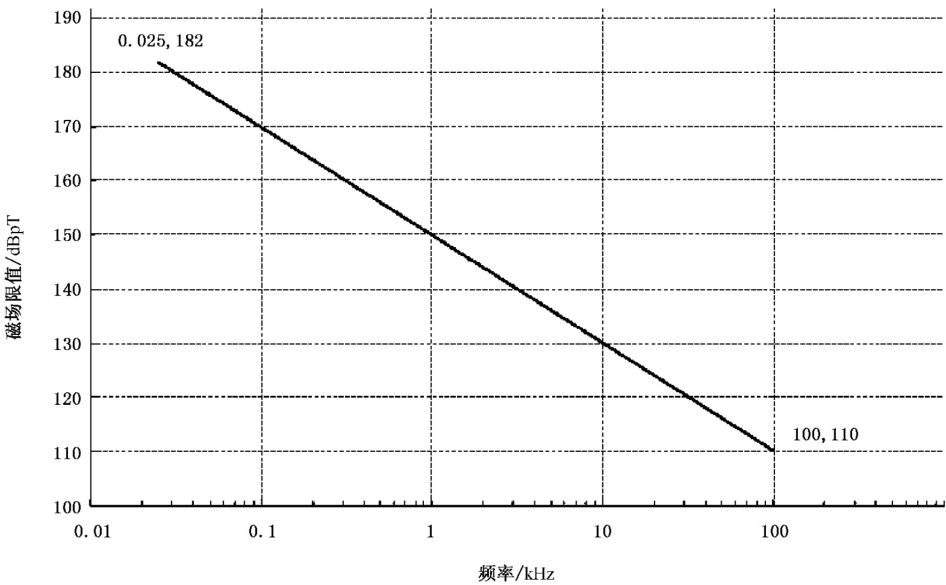


图 17 25 Hz~100 kHz 磁场辐射发射限值

7.3.2 10 kHz~40 GHz 电场辐射发射

本项目用以控制 EUT 工作时通过壳体、电缆向外辐射电场,防止其对灵敏接收设备产生干扰。本项目适用于分系统和设备壳体、所有互连电缆的电场辐射发射,以及永久性安装在 EUT 上的天线辐射发射;不适用于发射机的基频发射信号带宽或基频的±5%频率范围(取大者)。运载火箭的电场辐射发射不应超过图 18 的实线限值(限值 A、限值 B 或限值 C)或专用技术文件的规定,航天器的电场辐射发射不应超过图 18 的点划线限值(限值 D)或专用技术文件的规定。在 30 MHz 以下频率范围内,垂直极化场应满足限值要求;在 30 MHz 以上频率范围内,水平极化场和垂直极化场均应满足限值要求。

注：图 18 中限值 A 为安装在系统内部，首尾间距不小于 25 m 的情况；限值 B 为安装在系统内部，首尾间距小于 25 m 的情况；限值 C 为安装在系统外部的情况。

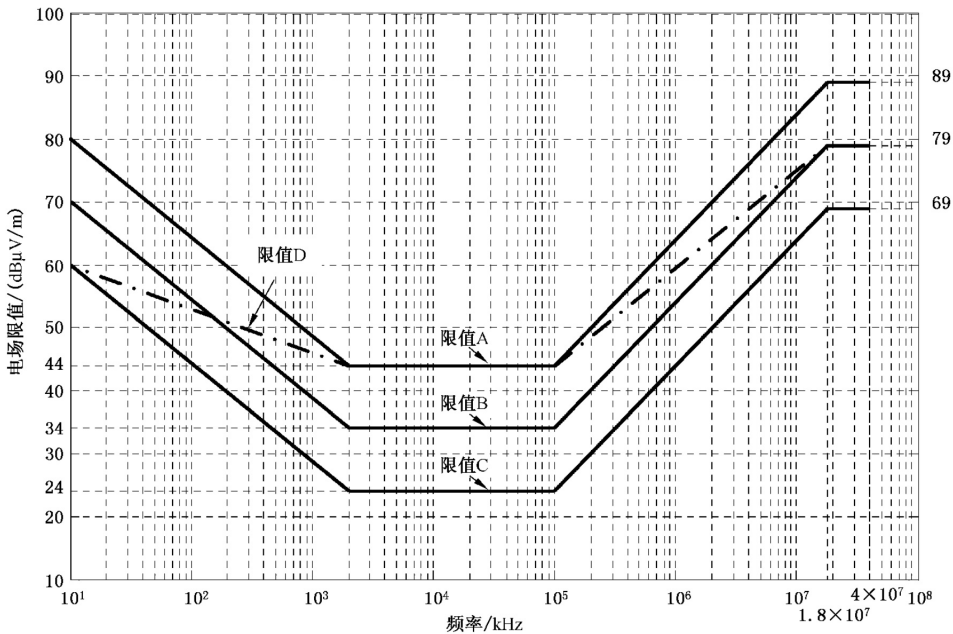


图 18 10 kHz~40 GHz 电场辐射发射限值

7.3.3 10 kHz~40 GHz 天线谐波和乱真输出辐射发射

本项目用以控制 EUT 工作时通过天线向外发射电磁干扰，如谐波、乱真发射。本项目适用于带有固定天线的发射机，不适用于 EUT 的基频发射信号带宽或基频的±5%频率范围(取大者)。

结合 EUT 的工作频率范围，试验起始频率见表 13，上限频率一般为 40 GHz 或 EUT 最高工作频率的 20 倍，取较小者；除二、三次谐波外，所有谐波发射和乱真发射至少应比基波电平低 80 dB。二次和三次谐波应抑制到-20 dBm 或低于基频 80 dB，取抑制要求较松者。另外，如果 EUT 的谐波和乱真发射低于 7.3.2 限值，则也可认为其满足本项目要求。

表 13 天线谐波和乱真输出辐射发射试验起始频率

EUT 工作频率范围	起始频率
10 kHz~3 MHz	10 kHz
3 MHz~300 MHz	100 kHz
300 MHz~3 GHz	1 MHz
3 GHz~40 GHz	10 MHz

7.4 辐射敏感度

7.4.1 25 Hz~100 kHz 磁场辐射敏感度

本项目用以考核 EUT 承受低频磁场干扰的能力。当订购方有规定时，本项目适用于分系统和设备壳体及所有互连电缆；不适用于 EUT 的天线。

在 25 Hz~100 kHz 频率范围内,磁场源与 EUT 表面或电连接器间距为 5 cm,并按图 19 所示的磁场进行测试时,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。

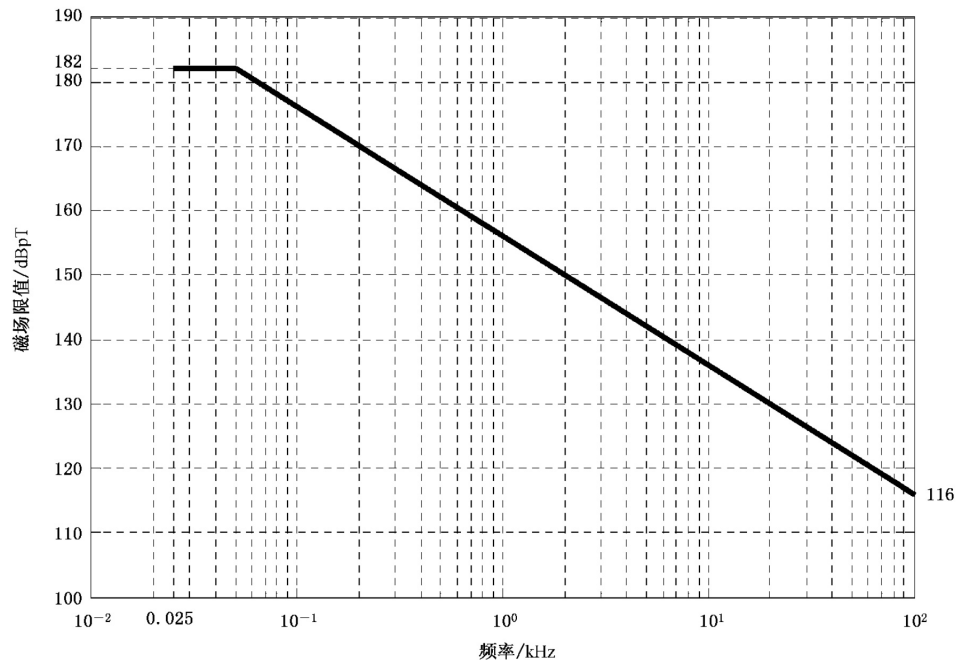


图 19 25 Hz~100 kHz 磁场辐射敏感度限值

7.4.2 10 kHz~40 GHz 电场辐射敏感度

本项目用以考核 EUT 承受空间电场干扰的能力。本项目适用于分系统、设备以及互连电缆;不适用于连接天线的接收机的调谐频率。

按订购方要求的辐射电场进行试验时,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。30 MHz 以下满足垂直极化场测试,在 30 MHz 以上对水平极化和垂直极化场均应满足要求。如订购方未提出具体要求,按表 4 和表 5 的要求进行试验。

7.4.3 瞬态电磁辐射敏感度

本试验方法用于检验 EUT 承受具有快速上升时间/自由空间瞬变场的 EMP 的能力。

当订购方有规定时,本项目适用于安装在屏蔽加固的平台或设施的外部的分系统或设备。在按图 3 所示试验信号的波形和幅度进行试验时,EUT 不应出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,或超出单个分系统和设备详细规范中给出的指标允差。至少施加 5 个脉冲,重复频率不超过 1 个脉冲/min。

7.5 微波无源组件电磁泄漏

本要求适用于分系统和设备的一般微波无源部件,包括由多个微波无源部件构成的实现特定功能的微波无源组件。不适用于单端口及双端口的衰减器、功分器等微波无源部件。检测天线距离被测位置 10 cm,微波无源部件的泄漏度一般不应大于-65 dB。

8 试验验证和评估要求

8.1 一般要求

应根据研制总要求或订购方要求以及合同(任务书)中规定的 EMC 要求,编制系统、分系统和设备的 EMC 大纲和 EMC 试验大纲。根据系统级 EMC 试验大纲开展系统级 EMC 试验验证工作,根据分系统和设备的 EMC 试验大纲开展分系统和设备 EMC 试验验证工作。EMC 试验大纲编制参见附录 A。EMC 试验大纲通过评审后实施。

EMC 研制试验、EMC 鉴定试验、EMC 验收试验、发射前 EMC 试验的试验量级根据本标准要求或订购方要求确定。当鉴定试验裕度不满足要求、辐射发射要求更严格或系统有无源互调要求时,应做验收试验。试验应考虑到航天系统寿命周期的所有工作状态,还要考虑实现上述各种状态(或阶段)相应的正常操作程序。在前一研制阶段已经进行过的试验项目,若 SUT 或 EUT 在下一阶段没有影响电磁兼容性的技术状态变化,经分析可对相同的试验项目进行剪裁。已经通过电磁兼容性试验后进行工程更改的产品,应分析对电磁兼容性的影响,综合分析系统的电磁兼容性,视情况进行系统内、系统间电磁兼容性的补充试验。每个研制阶段结束时,开展 EMC 评估工作,编制 EMC 评估报告对系统 EMC 性能进行评估。

对于不满足电磁兼容要求的设计或未通过电磁兼容试验的分系统和设备,如果放宽要求,需要对放宽后的影响进行分析。放宽要求分析一般应包括以下内容:

- a) 本设备或分系统在系统中的关键性;
- b) 不能通过的电磁兼容性试验项目,敏感度试验中的敏感度阈值、性能降级程度等;
- c) 要通过该项目,需采取哪些加固措施以及存在的困难;
- d) 若放宽要求,对系统性能、电磁兼容性的影响。

8.2 EMC 试验验证要求



8.2.1 系统级 EMC 试验要求

8.2.1.1 试验目的

在组成系统的分系统和设备(包括母线和有效载荷设备)均已按试验要求完成相应 EMC 试验的情况下,系统级 EMC 试验用于验证整个系统的电磁兼容性。

8.2.1.2 试验要求

系统级 EMC 试验限值要求依据第 6 章或系统级 EMC 试验大纲等相关技术文件的规定。系统的工作模式和测量仪器的选择应能在故障、不可接受或非期望的响应导致电磁不兼容状态时,确定相应的安全裕度。

试验应验证系统所有分系统和设备在来自其他系统、分系统和设备的电磁辐射环境中能正常工作。系统应完成发射、在轨以及由轨道返回状态下的所有可能工况下的试验。特别应注意那些通过局部试验和分析表明安全裕度是处于临界状态的部位。应测量 SUT 与其他系统、分系统和设备之间的潜在 EMI 特性。试验应按照试验大纲的要求进行,试验中 SUT 布局、电缆绑扎、接地应尽量模拟真实状态,应从关键功能电路中选取能验证 EMI 安全裕度的关键点。试验应包括但不限于以下主要部分:

- a) 系统射频自兼容性(所有接收机和发射机通过不带保护罩的天线进行接收和发射的射频电磁干扰试验);

- b) 系统电源品质;
- c) 接地和搭接检验;
- d) 系统辐射发射(RE);
- e) 系统辐射敏感度(RS);
- f) 系统传导发射(CE);
- g) 系统传导敏感度(CS);
- h) 系统电源瞬态特性;
- i) 磁矩;
- j) 关键设备/电路 EMI 安全裕度;
- k) 脐带分离试验(“脱插”试验);
- l) 系统雷电环境试验(订购方有要求时);
- m) 系统 EMP 试验(订购方有要求时);
- n) EEDs 射频敏感度试验;
- o) 系统间 EMC 试验。

8.2.2 分系统和设备 EMC 试验要求

8.2.2.1 试验目的

验证分系统和设备在正常工作状态时的 EMC(发射和敏感度)是否满足要求;考核分系统和设备在外部干扰环境中是否出现任何故障、性能降级或偏离规定的指标值,是否超出分系统和设备详细规范中给出的指标允差;该分系统和设备发出的辐射发射和传导发射能量是否干扰到其他分系统和设备的正常工作。

8.2.2.2 试验要求

分系统和设备的 EMC 试验限值要求依据第 7 章或 EMC 试验大纲等相关技术文件的规定。试验方法具体依据 EMC 试验大纲或相关技术文件的规定,试验中 EUT 布局、电缆绑扎、接地应尽量模拟真实状态。建议按最严格的要求实施,这样在分系统和设备完成所有 EMC 试验后,有助于提高系统的电磁兼容性测试通过率。所有可能产生电磁发射的分系统和设备都应实施辐射发射测试。

8.3 EMC 评估要求

系统、分系统和设备均需要开展 EMC 评估。设备的 EMC 通过其试验的结果进行确定,分系统的 EMC 需要通过针对各设备间的信号传输和接口控制等方面的试验结果进行确定,系统级的 EMC 需要通过系统级试验、EMI 特性、射频信息等方面的试验和分析进行综合确定。采用系统级试验数据进行评估时,需要评估系统级试验与系统寿命周期内工况存在偏差带来的影响,对于未能验证到的内容,需要开展补充试验。

进行系统 EMC 评估时,首先对系统内的 EMC 进行分析,再对系统间的 EMC 进行分析。

系统内 EMC 分析包括对分系统和设备满足标准的情况进行分析,对频域信号进行分析,对负载切换时产生的振荡性瞬变过程进行时域和频域分析、对非振荡性瞬变过程进行时域分析。建立分析模型,包括信号和电源电路中差模和共模作用、电源纹波影响,互连电缆电路间的耦合,天线和互连电缆电路间的双向耦合,天线与设备间的双向耦合等。敏感度要求应证明系统在适用的频率范围内具有足够的 EMI 安全裕度。

系统间 EMC 分析包括系统间频域信号分析,系统间天线与设备、与电缆的双向耦合分析等。

对于系统 EMC 验证试验不满足要求、安全裕度达不到要求,经分析评估可以给出放行结论的,需要给出降低要求放行的依据,并经过总师系统评审通过后批准放行。降低要求时,需要分析安全裕度降低后,系统、分系统、设备仍能防止由于连续的或非周期干扰产生的过载或损坏,仍可自动恢复到非周期性干扰作用前的状态或能在技术性指标范围内继续工作。

对于新系统使用已有的分系统和设备时,应对这些分系统和设备原有的设计、分析和 EMC 测试数据进行复核,重点在明确其相似性和差异、是否满足本标准要求、在新系统应用情况下的兼容性。

附 录 A
(资料性附录)
EMC 试验大纲

A.1 概述

EMC 试验大纲包括系统级 EMC 试验大纲、分系统和设备 EMC 试验大纲,是开展具体 EMC 试验验证的依据,应在系统研制总要求所规定的相关技术要求的基础上编写制定。系统级 EMC 试验大纲经评审通过并报系统订购方确认后执行,分系统和设备的 EMC 试验大纲经评审通过后执行。EMC 试验大纲内容应要素齐全、科学准确,易于理解,便于操作。

A.2 封面

试验大纲封面应包括文件编号、密级,SUT 或 EUT 的名称、型号、编号,编制(日期)、批准(日期)及编制单位等主要内容。

A.3 签字页

试验大纲应有签字页,签字页主要包括对试验大纲内容的认可申明及各方代表的签字等内容。

A.4 任务依据

研制总要求、EMC 大纲和各级产品任务书等是试验大纲制定的依据。

A.5 试验目的

说明进行 EMC 试验的目的。

A.6 引用文件

主要包括参考引用的标准规范、要求以及相关技术文件。

A.7 试验项目

明确要求进行的 EMC 试验项目。

A.8 试验要求

明确各试验项目的要求,包括:

- a) 进行 EMC 试验应满足的基本条件及应保持的工作状态;
- b) 试验地点及试验现场应具备的基本条件;

c) 所使用试验设备的要求。

A.9 试验布置与方法

明确试验的布置框图、具体试验项目的试验方法,测试频率点要求和数量、具体频率,SUT 或 EUT 的工作状态、时间安排等。

A.10 限值要求

明确各试验项目的限值要求。

A.11 试验判据



规定具体试验项目的合格/不合格判据。

A.12 拟承试单位

明确拟承试单位及其资质情况。

参 考 文 献

- [1] ISO 14302:2002 Space systems—Electromagnetic compatibility requirements
 - [2] AIAA S-121A-2017 Electromagnetic compatibility requirements for space equipment and systems
 - [3] ECSS-E-ST-20-07C Rev.1 Space engineering—Electromagnetic compatibility
-

