

前 言

本标准是对 GB/T 11684—1989《堆用核仪器电磁干扰特性与检验方法》(以下简称原标准)的修订,以适用于所有核仪器。根据核仪器工作的电磁环境与电磁兼容性可仅考虑抗扰度等特点,按照 GB/T 17624、GB/T 18039 与 GB/T 17626 等电磁兼容性系列标准(等同采用 IEC 61000 系列标准),选取有关内容而编写成本标准。

与原标准相比,为了全面完整地适应核仪器的抗电磁干扰特性要求与试验方法,首先根据 GB/Z 18039.1—2000《电磁兼容 环境 电磁环境的分类》(idt IEC 61000-2-5)增加了核仪器的电磁环境分类,从电磁现象三种基本类别即低频现象、高频现象与静电放电中,选定了核仪器能产生电磁干扰的重要电磁骚扰源是:辐射型高(射)频电场、辐射型低频磁场、静电放电、传导型低频电源电压与频率的波动以及电源电压暂降与短时中断、传导型高频单向与振荡的瞬变以及感应连续波电压与电流。提出了各骚扰源表征电磁骚扰等级(骚扰度)量值。推荐了核仪器电磁环境类别的特征以及各类别的上述各骚扰源的骚扰度(等级)。最后,根据 GB/T 17626《电磁兼容 试验和测量技术》(idt IEC 61000-4)的系列标准提出了对上述各骚扰源的具体试验方法。为各类核仪器确定其电磁环境与抗电磁干扰项目以及具体的试验方法提供了标准操作程序。

关于核反应堆仪器的抗电磁干扰要求与试验方法,原标准中对单台仪器的射频注入(包括透光阻抗)检验、磁场辐射敏感度检验、静电放电敏感度检验、电源耦合干扰检验的要求和试验方法分别被本标准的表 1 和表 2 与 5.2.1 和 5.2.2、表 3 与 5.2.3、表 4 与 5.2.4、表 6 和表 7 与 5.2.6、5.2.7 和 5.2.8 取代。对安装后整个仪器系统通过地耦合干扰和抗低频干扰的直流接地注入、电源耦合的要求与试验方法分别被本标准的表 1 和表 2 与 5.2.1 和 5.2.2、表 6 与 5.2.6 和 5.2.7 取代。此外对单台仪器与安装后整个仪器系统还增加了电缆充电脉冲检验的要求与试验方法(见附录 C 的表 C.1 和 C.1)和传导干扰检验的要求与试验方法(见附录 C 的表 C.1 与 C.2、C.3、C.4 和 C.5)。本标准还列出了近些年辐射防护仪器 IEC 标准的抗扰度试验水平与试验方法(见附录 D 的表 D.1)。

“核仪器电磁环境条件”是指核仪器在使用中可能遇到的由骚扰度表征各种电磁现象特征量的极端条件。而“核仪器电磁环境试验”是将核仪器置于人工模拟电磁环境中,对它们在实际使用中可能遇到的相应电磁环境条件下的性能做出评价。

核仪器产品在规定的核仪器电磁环境条件下的性能要求,由有关产品标准给出。

不能进行整机试验的设备,可分别进行分体试验。

本标准将与 GB/T 8993—1998《核仪器环境条件与试验方法》(气候与机械环境)配合组成系列化的核仪器基础标准。

本标准的附录 A、附录 B 是资料性附录,附录 C、附录 D 是规范性附录。

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位:中国人民解放军防化研究院第二研究所。

本标准主要起草人:毛用泽、卢建东、邹士亚、张松寿、罗平安。

核仪器电磁环境条件与试验方法

1 范围

本标准规定了核仪器抗电磁干扰的电磁环境条件分类、要求和试验方法。

本标准适用于实验室通用核仪器、同位素与辐射应用核仪器、放射性探矿与选矿核仪器、医用核仪器、核反应堆仪器和辐射防护仪器。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 4365 电磁兼容术语(GB/T 4365—1995, idt IEC 60050-161:1990)

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 17626.2—1998, idt IEC 61000-4-2:1995)

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(GB/T 17626.3—1998, idt IEC 61000-4-3:1995)

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 17626.4—1998, idt IEC 61000-4-4:1995)

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(GB/T 17626.5—1999, idt IEC 61000-4-5:1995)

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(GB/T 17626.6—1998, idt IEC 61000-4-6:1996)

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验(GB/T 17626.8—1998, idt IEC 61000-4-8:1993)

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抗扰度试验(GB/T 17626.11—1999, idt IEC 61000-4-11:1994)

GB/T 17626.12 电磁兼容 试验和测量技术 振荡波抗扰度试验(GB/T 17626.12—1998, idt IEC 61000-4-12:1995)

3 术语和定义

GB/T 4365 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电磁环境 electromagnetic environment

存在于给定场所所有电磁现象的总和。

注:一般地说,电磁环境与时间有关,对它的描述也许要用统计的方法。

3.2

电磁骚扰 electromagnetic disturbance

任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。

注:电磁骚扰可能是电磁噪声、无用信号或传播媒介自身的变化。

GB/T 11684—2003

3.3

电磁干扰 electromagnetic interference

电磁骚扰引起的装置、设备或系统性能的降低。

注：骚扰和干扰分别为原因和结果。

3.4

电磁兼容性 electromagnetic compatibility (EMC)

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

3.5

(性能)降低 degradation (of performance)

装置、设备或系统的工作性能与正常性能的非期望偏离。

注：“性能降低”可用于短时故障或永久性故障。

3.6

(对骚扰的)抗扰度 immunity (to a disturbance)

在有电磁骚扰存在情况下,装置、设备或系统具有不降低其运行性能的能力。

3.7

(电磁)敏感性 electromagnetic susceptibility

在有电磁骚扰存在情况下,装置、设备或系统没有不降低其运行性能的能力。

注：敏感性即缺乏抗扰度。

3.8

骚扰水平 disturbance level

用规定方法测得的某给定的电磁骚扰的水平。

3.9

骚扰度 disturbance degree

在所关注的环境中,与特定电磁现象相对应的骚扰水平范围内所规定的量化强度。

4 核仪器电磁环境条件与骚扰度分类

4.1 核仪器在设计中应采取抗电磁骚扰措施,以防止在某些电磁环境尤其是射频场中不能正常工作或导致不可接受的性能降低。

4.2 核仪器电磁环境分类的目的是为了制定核仪器的抗电磁骚扰要求的规范,以便在该类骚扰源及骚扰度下获得满意的电磁兼容性。电磁环境的分类应基于在核仪器工作典型场所经常发生的电磁现象的分类之上,产品的试验规范应与之对应。

4.3 电磁现象的三种基本类别应是低频现象、高频现象与静电放电。应以骚扰度作为电磁现象的量化描述,并应以电磁现象不同属性(如振幅、波形、频率等)的量值大小表征骚扰度。

4.4 根据核仪器的组成与工作特点,确定能产生电磁干扰的重要电磁现象(源)包括:辐射型高(射)频电场、辐射型低频磁场、静电放电、传导型低频电源电压与频率的波动以及电源电压的暂降与短时中断、传导型高频单向与振荡的瞬变以及感应连续波电压与电流,它们的具体源项与骚扰度分类见表1~表7。对表1~表5的试验方法分别见5.2.1~5.2.5,表6的试验方法见5.2.6与5.2.7,表7的试验方法见5.2.8。

表中骚扰度A表示其电磁环境在一定程度上受控,如建筑物与设备安装造成的,或为满足特殊要求采取某种缓解与控制措施而达到的。骚扰度X是指高于常见更为严酷的骚扰度。

4.5 表8列出了可供核仪器工作选用的农村居住区、城市居民区、商业区、轻工业区、重工业区(含发电厂或开关站)、交通区、通信中心和医院等8类电磁环境场所及核仪器各人口的相应电磁骚扰源特征。

表 9 给出了 8 类电磁环境场所的骚扰源以及对核仪器各入口的骚扰度。

4.6 确定核仪器抗电磁骚扰要求的顺序应为：首先参照表 8 选定核仪器实际工作时的电磁环境场所类别，然后从表 9 选择、确定相应的骚扰入口、骚扰源与骚扰度（骚扰源类别与数目亦可由用户方与制造方协商确定），最后查表 1～表 7 确定的每一骚扰源类别的具体骚扰度及其电磁现象属性。其示例见附录 B 中 B.1。

5 核仪器电磁环境试验方法

5.1 参考条件和标准试验条件

核仪器在电磁环境影响量条件下进行试验时，参考条件和标准试验条件见表 10。

在电磁环境试验不产生异议时，可在正常大气条件下进行试验。正常大气条件如下：

环境温度：(15～35)℃；

相对湿度：45%～75%；

大气压强：(86～106)kPa。

5.2 电磁环境试验方法

按 4.6 确定核仪器在使用中可能遇到的典型电磁环境场所类别及核仪器各入口的不同电磁骚扰源的骚扰度与相应属性后，应选用 5.2.1～5.2.8 相应或接近的试验方法，其中试验等级应与骚扰度相适应。

确定核仪器电磁骚扰的试验方法示例见附录 B 中 B.2。

5.2.1 射频电磁场辐射抗扰度试验

见 GB/T 17626.3。

5.2.2 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

见 GB/T 17626.6。

5.2.3 工频磁场抗扰度试验

见 GB/T 17626.8。

5.2.4 静电放电抗扰度试验

见 GB/T 17626.2。

5.2.5 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

见 GB/T 17626.11。

5.2.6 电快瞬变脉冲群抗扰度试验

见 GB/T 17626.4。

5.2.7 浪涌(冲击)抗扰度试验

见 GB/T 17626.5。

5.2.8 振荡波抗扰度试验

见 GB/T 17626.12。

5.2.9 核反应堆仪器具有显著的电磁敏感性，具有长电缆、低信号水平和宽频带等特点，需结合安全性与可靠性的严格要求，谨慎地对待电磁骚扰效应。根据 IEC 对核反应堆仪器的电磁环境条件的分析，附录 C 给出了核反应堆仪器的抗扰度要求与试验方法。经用户与制造方协商一致，对核反应堆仪器亦可直接选用附录 C 中的抗扰度试验项目及其要求与方法。

5.2.10 IEC 近些年对辐射防护仪器标准修订的一个重要内容是增加了附录 D 中列出的电磁兼容性抗扰度要求以及相应的试验方法。经用户与制造方协商一致，亦可直接选用相应辐射防护仪器的抗扰度要求与试验方法。

5.3 电磁环境抗扰度试验结果与报告

核仪器对电磁环境各类各抗扰度试验的结果，一般可分为 A、B 和 C 三类，要求如下：

GB/T 11684—2003

- A类：核仪器在抗扰度试验中与试验后应按性能要求连续正常工作。
- B类：核仪器在抗扰度试验后应按性能要求连续正常工作，在抗扰度试验中容许有按制造方确定与说明的性能降低。
- C类：核仪器在抗扰度试验中与试验后容许有暂时的功能丧失，但应能自动或通过调整控制件而恢复功能。

核仪器产品标准中应说明每项抗扰度试验结果所要求的是A类、B类或是C类属项。

试验报告应包括试验条件和试验结果。

表1 辐射振荡骚扰源和骚扰度范围

单位为 V/m

骚扰度	骚扰源						
	9 kHz~ 27 MHz,任 何源	27 MHz 频带, CB (民用频 段)	业余无线电, 所有频段	27 MHz~ 1 000 MHz 便 携式,CB 除外	27 MHz~ 1 000 MHz 移 动式,CB 除外	27 MHz~ 1 000 MHz, CB、便携式和 移动式除外	1 000 MHz~ 40 GHz,所 有源
A(受控)	根据设备要求逐项考虑						
1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
2	1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	3	3	3
4	10	10	10	10	10	10	10
5	30	30	30	30	30	30	30
X(严酷)	根据情况逐项考虑						
注：辐射振荡骚扰的典型波形以及一定发射功率的多种源在不同距离上的场强计算值参见附录 A。							

表2 相对于参考地感应的连续波电压的骚扰度

骚扰度	(10~150)kHz ^a		(0.15~27)MHz		(27~150)MHz	
	V	mA	V	mA	V	mA
A(受控)	根据设备要求逐项考虑					
1	0.1	0.7	0.3	2	0.3	2
2	1	7	1	7	1	7
3	3	21	3	21	3	21
4	10	70	10	70	10	70
5	30	210	30	210	30	210
X(严酷)	根据情况逐项考虑					
注1：本干扰是指导线暴露在电磁场时产生的相对于参考地的感应电压。感应电压幅度值取决于导线长度、离地高度、由杂散电容和通过其他设备形成的回路等。						
注2：表中给出的是感应电压与相应的共模电流的计算值，假定对参考地的特性阻抗为150Ω(电网的共模阻抗可能远小于150Ω)。						
注3：表中骚扰度是未受调制条件下的，通常出现的骚扰信号是调幅(典型的是小于80%调制)或调频的。						
^a 某些甚低频(VLF)发射机在(10~150)Hz频段可感应出较高电压。						

表 3 低(工)频磁场的骚扰源和骚扰度

单位为 A/m,rms

骚扰度	电源频率 50 Hz/60 Hz
A(受控)	根据设备要求逐项考虑
1	3
2	10
3	30
4	100
X(严酷)	根据情况逐项考虑

注：对于架空线路，在地面上方 1 m 处测定。在线路中央下方，磁场幅值有一个范围。对家用和商业环境，在离源 0.3 m 处测定，磁场幅值的范围为(1~10)A/m。

表 4 静电放电的源和骚扰度范围

静电放电源	慢		快	
上升时间	5 ns		0.3 ns	
宽度	15 ns		2 ns	
出现率	单次		单次	
出现频率	取决于现场人数		取决于现场人数	
源阻抗——阻性的 ——容性的	(100~500) Ω^a (100~500)pF ^b		(100~500) Ω^a (100~500)pF ^b	
特征量与骚扰度	放电电流上升率/ A/ns	放电前荷电电压/ kV	放电电流上升率/ A/ns	放电前荷电电压/ kV
A(受控)	根据设备要求逐项考虑			
1	—	—	—	<1
2	25	—	25	2
3	40	—	40	4
4	80	8	80	8
5	100	15	—	—
6	—	30	—	—
X(严酷)	根据情况逐项考虑			

注：静电放电是由于带电的人或物体接近另一个人或物体时发生的。静电放电受体首先经受过电荷产生的电场作用，然后当发生介质击穿时，伴随着具有复杂特性的瞬态电流放电并产生瞬态电磁场。

a 取决于不同源：手持工具，空手，物体。
b 取决于人员的绝缘或物体大小。

表 5 电源系统电压幅值与频率的骚扰源和骚扰度范围

骚扰度	骚扰源			
	相对于正常工作电压的波动($U_n\%$) ^a	电压暂降 ^b ($30\%U_n$ 与 $60\%U_n$)持续时间	短时中断 ^b ($>99\%U_n$)持续时间	相对于正常工作频率的波动/%
A(受控环境)	根据设备要求逐项考虑			
1	≤ 3	(400~800) ms 与 (0~400) ms	< 600 ms	2
2	≤ 10	(1.5~3) s 与 (0.8~1.5) s	< 60 s	2
X(严酷)	根据情况逐项考虑			
<p>a 主要骚扰源是工业负载例如电弧炉(高压网)、电焊机(低压网)、电容器组与大负载的通断。</p> <p>b 主要骚扰源是低压网短路的熔断器动作(几毫秒)、中压和高压线路或其他设备故障、有或无自动重合闸(100 ms~600 ms)、大负载特别是电动机与电容器组的通断。</p>				

表 6 低压交流电源系统中传导的单向瞬态源和骚扰度范围

现象属性和骚扰度	单向瞬态时间标度			
	ns	μs		ms
典型源	接触电弧 ^a	雷电 <1 km ^a	雷电 >1 km ^a	熔断器动作 ^b
上升时间 ^c	5 ns	1 μs	10 μs	0.1 ms
持续时间 ^d	50 ns	50 μs	1 000 μs	1 ms
出现率	爆发(脉冲群)	多次	多次	极少
事件期间 ^e	ms	ms	s	单次
源阻抗	50 Ω	(1~10) Ω	(20~300) Ω	(0.2~2) Ω
A(受控环境)	根据设备要求逐项考虑			
1	0.5 kV	1 kV	0.5 kV	—
2	1 kV	2 kV	1 kV	$0.5U_{\text{M}}$
3	2 kV	4 kV	1.5 kV	$1.0U_{\text{M}}$
4	4 kV	8 kV	2 kV	$2.0U_{\text{M}}$
X(严酷)	根据情况逐项考虑			
<p>a 所示的值为对(120~690) V(均方根值)电源系统的开路电压(即现象出现时,系统中既没有接入大的负载,也没有安装任何浪涌保护装置)。它们反映了这些瞬态的外部来源和耦合机理,且与系统电压无关。电流是建筑物内的电源线所承载的电流,而不是外部的雷击电流。对建筑物的直接雷击会在电源线内产生较大的电流。</p> <p>b 所示的值为工频正弦波峰值处出现瞬态时的开路电压,并与工频电压相加。这些瞬态是由内部的源产生,基本上与系统电压(U_{M})成比例。</p> <p>c 瞬态的起始上升时间。</p> <p>d 单次瞬态半峰值的宽度。</p> <p>e 多重瞬态事件的总持续时间的数量级,以所示单位表示。</p>				

表 7 低压交流电源系统中传导的振荡瞬态源和骚扰度范围

电磁现象特征量 与骚扰度	振铃波瞬态频率范围		
	高频(0.5~5) MHz	中频(5~500) kHz	低频(0.2~5) kHz
典型源	局部系统对脉冲骚扰的响应 ^a	建筑物对脉冲骚扰的响应 ^a	电容通断 ^b
上升时间 ^c	50 ns	0.5 μs	1.5 μs
持续时间 ^d	5 μs	20 μs	3 ms
出现率	经常	偶尔	不经常
源阻抗	(50~300) Ω	(10~50) Ω	(10~50) Ω
A(受控)	根据设备要求逐项考虑		
1	0.5 kV	1.0 kV	0.5U _峰
2	1.0 kV	2.0 kV	1.0U _峰
3	2.0 kV	4.0 kV	2.0U _峰
4	4.0 kV	6.0 kV	3.0U _峰
X(严酷)	根据情况逐项考虑		
<p>a 所示的值为对(120~690) V(均方根值)电源系统的开路电压(即现象出现时,系统中既没有接入大的负荷,又没有安装任何浪涌冲击保护装置)。它们反映了这些瞬态电压的外部来源和耦合机理,与系统电压基本无关。</p> <p>b 所示的值为工频正弦波峰值处出现瞬态时的开路电压,含工频电压。这些瞬态是内部源产生的,基本上与系统电压(U_峰)成比例。</p> <p>c 瞬态的起始上升时间。</p> <p>d 瞬态包络线半峰值的宽度。</p>			

表 8 核仪器电磁环境

电磁骚扰 人口等	场 所			
	1	2	3	4
典型场所	农村居住区可能是这类位置的 代表。	暴露于中等雷闪区；高压线可能途径建筑物上方。 城市居民区可能是这类位置的 代表。	和用户系统的连接；没有制造厂或机械厂。 商业区是这类位置的 代表。	轻工业区可能是这类位置的 代表。
外壳	不在高压线下方；靠近无线电广播发射机的距离大于 1 km；距业余无线电台的距离大于 200 m。	距业余无线电台的距离大于 20 m；距在 1.6 MHz 以下工作的无线电广播发射机的距离大于 5 km；可能有高频电疗设备；可能靠近当地变电站；在公共场所可能有声频/助听系统。	距业余无线电台的距离大于 20 m；距在 1.6 MHz 以下工作的无线电广播发射机的距离大于 5 km；寻呼和便携式通信系统；信息技术设备 (ITE) 高度集中；可能有高频电疗设备；可能靠近当地的变电站；可能有声频/助听系统。	距业余无线电台的距离大于 20 m；距在 1.6 MHz 以下工作的无线电广播发射机的距离大于 5 km；寻呼和便携式通信系统；信息技术设备 (ITE) 高度集中；可能靠近低功率的工业、科学与医学设备 (ISM)；可能有高频电疗设备；可能靠近当地的变电站；可能有声频/助听系统。
交流电源	架空线；暴露于强雷闪区；高网络阻抗。	电缆或较短的架空档距。	电缆或较短的架空线路；高谐波水平信息技术设备 (ITE)、照明、可调速驱动 (ASD) 系统；装在屋顶的设备 (暴露于雷闪区)。	电缆或较短的架空档距。
直流电源	不适用。	不适用。	不适用。	不适用。
信号与控制	架空通信电缆或线路；较短的控制线，小于 10 m；暴露于强雷闪区。	电缆或较短的架空档距。	电缆或较短的架空档距；信号系统和被操作的电力系统之间耦合紧密。	电缆或较短的架空档距。
接地	与架空网络的连接；有或没有高阻抗的当地接地；没有联系的多个当地的接地。	大量金属结构，可能是 (或不是) 屏蔽接地，或接地的。	大量金属结构，可能是 (或不是) 屏蔽接地，或接地的；电力系统和电信 (包括当地的) 系统常见的连接。	大量金属结构，可能是 (或不是) 屏蔽接地或接地的。
在各类场所工作的典型核仪器示例	放射性探矿仪器，辐射防护仪器中某些环境监测仪器 (如 γ 辐射水平监测仪器)。	辐射防护仪器中某些场所监测仪器与环境监测仪器 (如氡及其子体监测仪器)。	某些医用核仪器，某些同位素与辐射应用核仪器。	某些同位素与辐射应用核仪器。某些集装箱等无损检测放射源应用或加速器应用核仪器。

注：各类核仪器说明书中应说明其使用的电磁环境场所类别。

场所类别和特征

类 别			
5	6	7	8
重工业区、发电厂或开关站可能是这类位置的代表。	适用于固定设施。交通地区可能是这类位置的代表。	通信中心可能是这类位置的代表。	在有磁共振成像设备的某些区域会出现较高的直流和低频磁场。在某些区域会出现脉冲激光和手术刀。医院可能是这类位置的代表。
距业余无线电台的距离大于 20 m; 距在 1.6 MHz 以下工作的无线电广播发射机的距离大于 5 km; 紧靠大功率的工业、科学与医学设备 (ISM); 紧靠中压和高压电力系统操作和隔离装置; 高概率工作的手持式发射机和寻呼系统; 紧靠电弧焊机; 靠近中压电缆。	高压线下方的停车场; 紧靠大功率移动式发射机。	能使用有用意的建筑屏蔽; 能禁止使用便携式发射机; 采用静电放电 (ESD) 减缓措施。	紧靠小功率工业、科学与医学设备 (ISM) 设备; X 射线管内的 X 射线脉冲和内部闪络 (飞弧); 高频电疗设备; 线性加速器 (在 GHz 频段内磁控管的击穿); 超声波设备 (MHz 电脉冲)。
中型发电厂的地下电缆; 大型发电厂的专用高压变电站; 可能为专用馈电线; 可能为自备发电; 固有功率因数的校正; 大型可调速驱动 (ASD) 系统; 隔离开关的操作; 电弧炉; 大涌流负荷; 可能有大故障电流。	架空线; 暴露于雷闪区。	电缆或较短的架空线; 高谐波水平 (ITE、照明、ASD); 装在屋顶上的设备 (暴露于雷闪区)。	救生设备; 隔离变压器; 不间断电源; 备用发电机。
带电池的整流器; 操作感性负荷, 大涌流负荷。	不适用。	带电池的专用整流器 (可以是备用的); 可能是备用发电机。	不适用。
广泛存在的线路, 在发电厂中可以被隔离; 可能有电缆管道走线; 可能和电力开关装置紧密耦合; 暴露于户外; 暴露于增加的雷闪区。	暴露于雷闪区。	对无避雷线线路的雷电冲击保护; 采用静电放电 (ESD) 减缓措施。	信号系统与被操作电力系统之间耦合紧密; 低水平监视系统。
与网络大范围的连接; 大面积的接地网, 一般能得到很好的控制; 互连的分散接地网; 大型接地环; 可能有接地故障大电流。	有不同参考地的长线。	控制很好的习惯做法。	控制很好的接地 (安全) 习惯做法。
反应堆核仪器, 辐射防护仪器中场所监测、排出流监测与个人监测仪器, 某些同位素应用检测仪器。	某些集装箱等无损检测放射源应用或加速器应用核仪器。	某些环境监测辐射防护仪器。	某些医用核仪器。

表 9 核仪器电磁环境各场所

电磁现象(源)与特征量		场所类别及														
		1					2					3				
人 口		E	AC	DC	C/S	G	E	AC	DC	C/S	G	E	AC	DC	C/S	G
高(射)频 辐射振荡 (表 1)	9 kHz~27 MHz 任何源	3					2					2				
	27 MHz(民用频带)(CB)	3					4					3				
	业余无线电、全频带	3					4					4				
	(27~1 000) MHz 便携式,CB 除外	3					3					3				
	(27~1 000) MHz 移动式,CB 除外	2					2					2				
	(27~1 000) MHz 所有其他源	1					1					1				
	(1~40) GHz 所有源	2					2					3				
高(射)频 传导感应 连续波 (表 2)	(10~150) kHz		2		3			3		3			3		3	
	(0.1~30) MHz		3		3			4		4			4		4	
	(30~150) MHz		2		2			3		3			3		3	
低(工)频 磁场 (表 3)	电源频率 50 Hz/60 Hz	2					2					2				
静电放电 (表 4)	慢	3					3					3				
	快	3					3					3				
低频传导 (表 5)	电源电压波动		2					1					1			
	电源电压暂降		2					1					1			
	电源短时中断		2					1					1			
	电源频率变化		1					1					1			
高频传导 单向瞬态 (表 6)	纳秒									1					2	
	微秒、近距		3		1			3		1			3		1	
	微秒、远距		2		1			2		2			2		1	
	毫秒		1					1					1			
传导振荡 瞬态 (表 7)	瞬态频率高频		3		1			3		2			3		2	
	瞬态频率中频		2		1			2		2			2		2	
	瞬态频率低频		1					1					1			

注: E:外壳,AC:交流电源,DC:直流电源,C/S:信号与控制,G:接地。

类别的骚扰源与骚扰度

其骚扰度																								
4					5					6					7					8				
E	AC	DC	C/S	G	E	AC	DC	C/S	G	E	AC	DC	C/S	G	E	AC	DC	C/S	G	E	AC	DC	C/S	G
3					5					3					1					2				
3					2					3					2					3				
3					3					3					2					3				
3					4					3					1					2				
2					2					5					2					2				
2					2					2					1					2				
2					3					2					2					2				
	3		3		3	3	4			2		1			2	2	2			2		2	2	
	4		4		3	3	5			2		1			2	2	2			2		3	2	
	3		3		3	3	3			2		1			2	2	2			2		2	2	
2					3					2					2					2				
3					2					1					1					2				
3					2					1					1					2				
2					2					1					1					1				
2					2					1					1					1				
2					2					1					1					1				
1					1					1					1					1				
3		2			3	3	2					3			2		2					1		
3		2			3	2	3			3		3			2		2			3		1		
2		2			2	2	3			3		3			2		2			2		1		
1					2	2				3					1					1				
3		2			3		2			3		3			2		2			2		2		
2		2			2		2			2		3			2		2			2		2		
1					3					2					1					1				

表 10 参考条件和标准试验条件

影响量	参考条件	标准试验条件
环境温度	20℃	(18~22)℃
相对湿度	65%	50%~75%
大气压强	101.3 kPa	(86~106) kPa
交直流供电电压	U_n^a	$(1\pm 1\%)U_n$
交流供电频率	50 Hz ^b	$(1\pm 1\%)50$ Hz
交流供电波形总畸变	正弦波	<5%
环境 γ 辐射	空气吸收剂量率 0.1 $\mu\text{Gy/h}$	<0.25 $\mu\text{Gy/h}$
外界电磁场骚扰	可忽略	小于引起骚扰的最低值
外界磁感应	可忽略	小于地磁场引起骚扰的两倍
放射性污染	可忽略	可忽略

a U_n 单相电源 220 V 或三相电源 380 V。
b 交流供电频率,特殊情况按产品标准处理。

附录 A
(资料性附录)
辐射振荡骚扰

A.1 波形

辐射振荡骚扰通常以调制载波形式出现,图 A1.1~图 A1.4 给出了典型的波形。

辐射振荡波的典型源可能是:

- 无线电广播发射机;
- 便携式和移动式发射机。

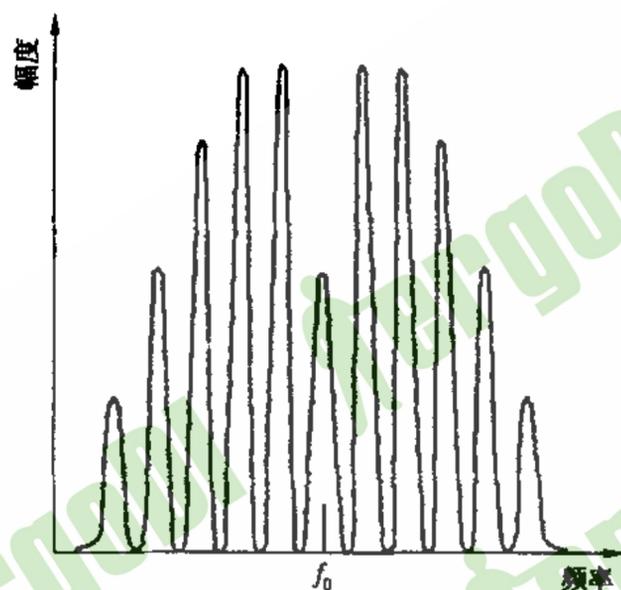


图 A1.1 FM 或 ϕ M(相位调制)信号

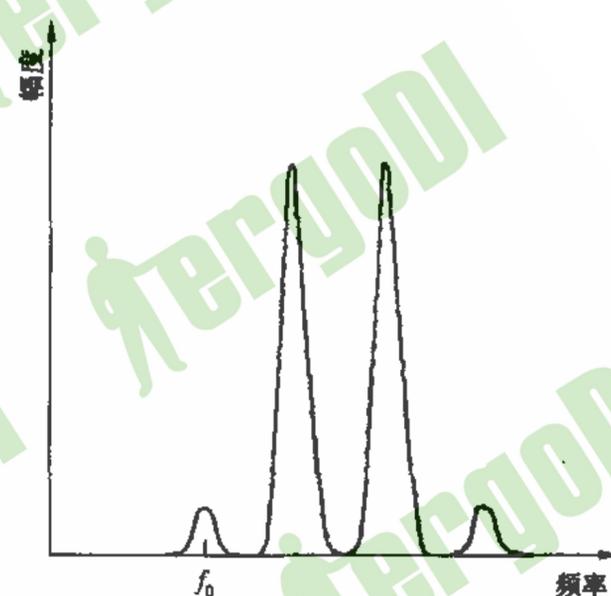


图 A1.2 双边带——抑制载波(DSB-SC)信号

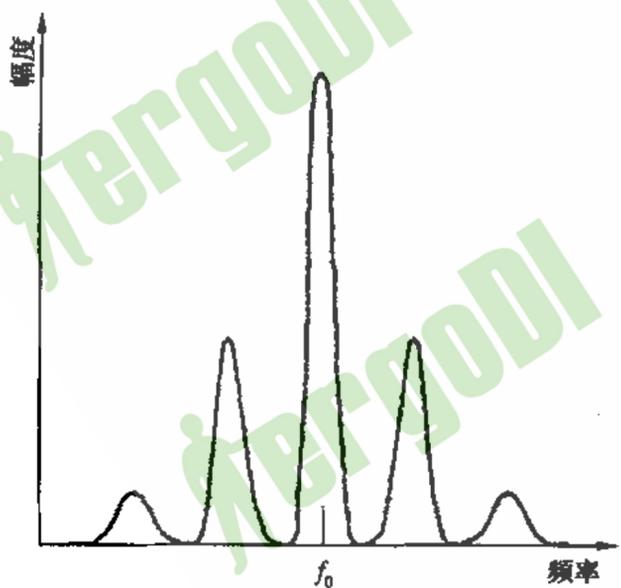


图 A1.3 带有单音调制的 AM 信号

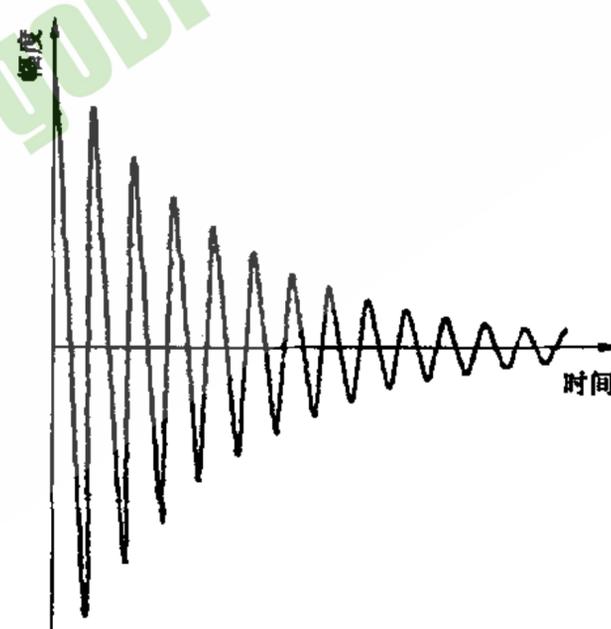


图 A1.4 阻尼衰减的正弦波

A.2 场强

典型的电磁振荡干扰源电场强度与距离之间定量关系见表 A.1 和表 A.2。

表 A.1 各种核准的发射机的场强举例

电磁场(源)	频率/ MHz	发射功率	典型距离	计算场强/ (V/m)
低频广播与海上通信	0.014~0.5	2 500 kW	(2~20) km	5.5~0.55
调幅广播	0.2	(50~800) kW	(0.5~2) km	12.5~0.78
高频业余无线电	1.8~30	1 kW	(10~100) m	22.1~2.21
高频通信包括短波广播	1.6~30	10 kW	(1~20) km	0.7~0.04
民用频带	27~28	12 W	(10~100) m	2.4~0.24
业余甚高频、超高频	50~52 144~146 432~438 1 290~1 300	(1~8) kW (1~8) kW (1~8) kW (1~8) kW	(10~500) m	63~0.44
固定与机动通信	29~40 68~87 146~174 422~432 438~470 860~990	(50~130) kW (50~130) kW (50~130) kW (50~130) kW (50~130) kW (50~130) kW	(2~200) m	40~0.25
便携式电话包括无线电话	1 880~1 990	5 W 1 W	(1~100) m (0.5~10) m	15.6~1.56 14~0.7
甚高频电视	48~68 174~853	(100~320) kW	(0.5~2) km	8~1.11
调频广播	88~108	100 kW	(0.25~1) km	8.9~2.2
超高频电视	470~853	500 kW	(0.3~3) km	10~1.6
雷达	1 000~30 000	1 kW~10 GW	(2~20) km	350~1.6(峰)

表 A.2 不同骚扰度等级时,离开几种发射机的距离

骚扰度	场强/ V/m	调幅广播	手持电话	民用频带	甚高频电视
		150 kHz~30 MHz P=500 kW	(27~1 000) MHz P=5 W	27 MHz P=12 W	(48~223) MHz P=200 kW
m					
1	0.3	15 650	52	80	9 900
2	1	4 950	16	24	3 130
3	3	1 565	5.2	8	990
4	10	495	1.6	2.4	313
5	30	156	0.5	0.8	99

附录 B

(资料性附录)

确定核仪器抗电磁骚扰的要求与试验方法示例

B.1 要求

确定 γ 辐射个人剂量当量(率)监测仪的抗电磁骚扰要求的顺序如下:

第一步确定电磁环境场所类别:

该仪器主要用于核电厂职业工作人员置于上衣口袋随身监测人员工作时的个人剂量当量(率),其工作时电磁环境与表 8 中的发电站典型条件相近,故属类别 5。

第二步确定电磁骚扰入口与骚扰源:

仪器由电池供电,无交、直流电源与信号、控制的输入和输出口,故可仅考虑表 9 中外壳这一骚扰入口以及相应的高(射)频辐射振荡、低(工)频磁场与静电放电三个电磁骚扰源。

第三步确定电磁骚扰源的骚扰度:

从表 9 确定对高(射)频辐射振荡的抗扰度要求为:9 kHz~27 MHz,骚扰度 5;27 MHz~1 000 MHz,骚扰度 4;(1~40) GHz,骚扰度 3。对低(工)频磁场抗扰度要求为:骚扰度 3。对静电放电的抗扰度要求为:快、慢骚扰度 2。

第四步确定骚扰度的电磁现象属性:

从表 1 确定高(射)频振荡辐射源 9 kHz~27 MHz、骚扰度 5 的电场强度为 30 V/m,27 MHz~1 000 MHz、骚扰度 4 的电场强度为 10 V/m,(1~40) GHz、骚扰度 3 的电场强度为 3 V/m。

从表 3 确定低(工)频磁场骚扰源骚扰度 3 的参数为交流 50 Hz、磁场强度 30 A/m。

从表 4 确定静电放电骚扰源(快、慢)骚扰度 2 的参数为快、慢放电电压 2 kV,放电电流率 25 A/ns,快放电上升时间 0.3 ns,宽度 2 ns。慢放电上升时间 5 ns,宽度 15 ns。

B.2 试验方法

确定 γ 辐射个人剂量当量(率)监测仪的抗电磁骚扰试验方法的顺序如下:

第一步确认要求:

按 B.1 的第一步~第四步分别确认该仪器的电磁环境场所类别、电磁骚扰入口、骚扰源的骚扰度和骚扰度的电磁现象属性。

第二步确定对高(射)频辐射振荡的抗扰度试验方法:

根据 B.1 第四步确定的要求与参数,按照 5.2.1 规定的试验方法,查阅并对照 GB/T 17626.3 表 1 试验等级及其注 1 中附录 H,宜选择频率范围为(27~1 000) MHz,试验等级为 3,其相应电场强度为 10 V/m,并按该标准第 6、7、8 章规定进行试验。9 kHz~27 MHz 较低频段宜采用 5.2.2 规定 GB/T 17626.6 的试验方法,经查阅 GB/T 17626.6 第 1 章范围中明确对不具有电缆(如市电、信号或接地连接)即不会对骚扰射频场产生耦合的仪器可不作该项试验。 γ 辐射个人剂量当量(率)检测仪符合此规定,故可不作 9 kHz~27 MHz 的抗扰度试验。至于(1~40) GHz、3 V/m 射频抗扰度试验方法,目前尚无标准,可暂不作此项试验,或参照 GB/T 17626.3 进行试验。

第三步确定对低(工)频磁场抗扰度试验方法:

根据 B.1 第四步确定的要求与参数,按照 5.2.3 规定的试验方法,查阅并对照 GB/T 17626.8 表 1,宜选择稳定持续试验等级 4,磁场强度为 30 A/m。并按该标准 6、7、8 章的规定进行试验。

第四步确定对静电放电抗扰度试验方法:

根据 B.1 第四步确定的要求与参数,按照 5.2.4 规定的试验方法,查阅并对照 GB/T 17626.2 表 1 与表 2,宜选择试验等级 2,放电上升时间(0.7~1) ns,第一峰电流 22.5 A,放电电压 4 kV,设被检仪器为金属外壳,采用接触放电法并按该标准 6、7、8 章的规定进行试验。

附录 C

(规范性附录)

核反应堆仪器抗扰度试验项目及其要求与试验方法

C.1 要求与试验方法

表 C.1 列出了试验项目及其要求与试验方法

表 C.1 核反应堆仪器抗扰度试验项目及其要求与试验方法

试验项目	骚扰频带或脉冲形状	调制或脉冲数	试验水平	试验方法
电缆充电脉冲抗扰度试验	脉冲上升时间:10 ns 脉冲宽度:1 ms	脉冲数:3×10 ^a	10 A	C.2
高能脉冲加至交流电源抗扰度试验	脉冲上升时间:1.2 ms 脉冲宽度:50 ms	共模与差模至少各 10 个正脉冲与 10 个负脉冲	共模 2 kV(峰)差模 4 kV(峰) ^a	5.2.7
辐射型抗扰度试验	20 MHz~1 GHz	通断率低于核反应堆仪器响应时间	10 V/m ^b	5.2.1
传导型抗扰度试验	10 kHz~100 MHz	通断率低于核反应堆仪器响应时间	100 mA(均方根值) ^c 100 mA(均方根值) ^d	C.3 C.4 C.5
高能脉冲加至信号与控制电缆抗扰度试验	脉冲上升时间:1.2 ms 脉冲宽度:50 ms	对每一电缆,线对线和线对地,至少各 10 个正脉冲与 10 个负脉冲	线至线 2 kV(峰) 线至地 4 kV(峰)	5.2.7
静电放电抗扰度试验	上升时间:<1 ns 持续时间:50 ns	至少 10 个脉冲	8 kV(峰)	5.2.4

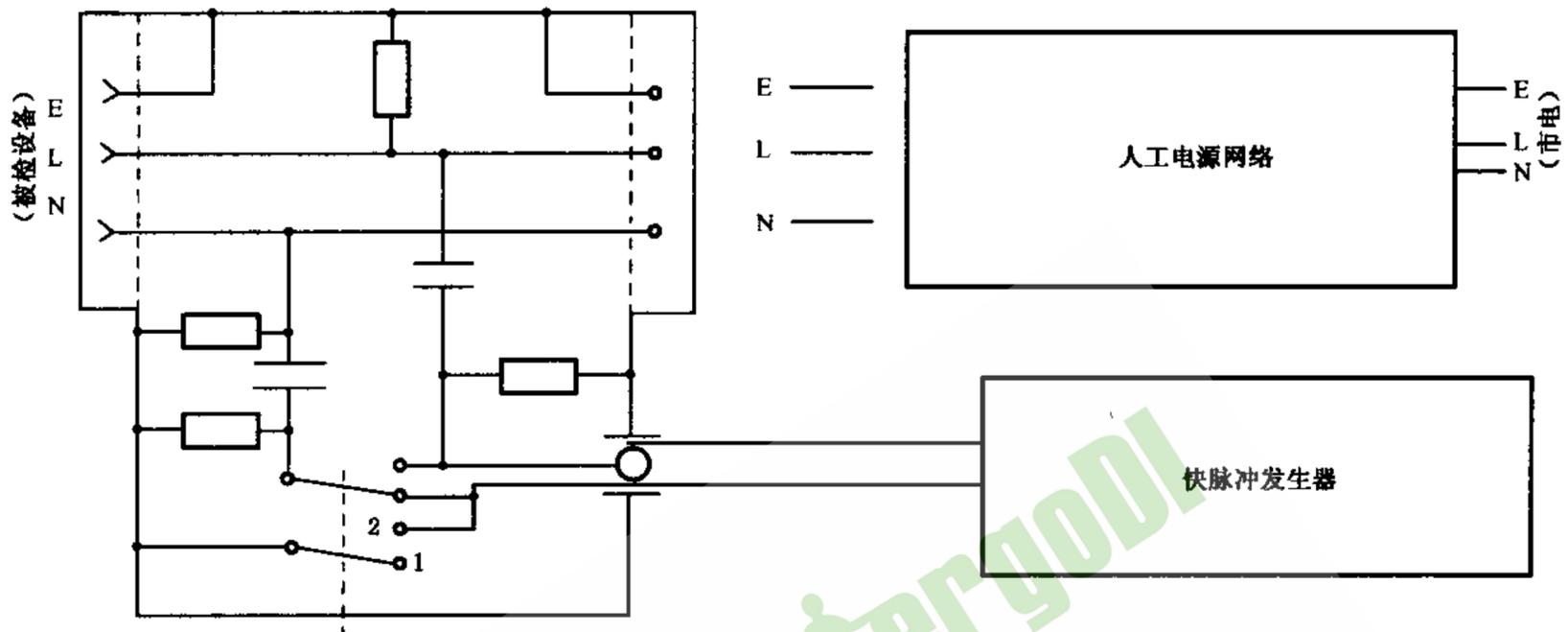
a 试验信号发生器上无负载时规定值,对单相交流供电仪器,差模指试验脉冲从相线加至中线,共模指试验脉冲从相线、中线加至地线。
b 试验水平指不存在被检仪器时量值。
c 注入线电流(试验信号发生器输出被限至 40 V(均方根值)见 C.3)。
d 注入线电流(见 C.4)或电流夹读出(见 C.5)。

C.2 核反应堆仪器电缆充电脉冲试验(快脉冲注入至市电电源)

快脉冲注入至被检设备的市电电源入口,需要该脉冲的适当耦合网络,该网络同时能阻挡电源本身的较低频率通过,亦应防止试验脉冲反向传导至电源,使其他连接在电源上的仪器设备不受骚扰。

上述要求以及从共模至差模的转换,可采用试验盒,其电路框图见图 C.1,它包括:

- 两个具有足够低的射频阻抗的耦合电容,不会衰减加至电源线的快脉冲;
- 一个人工电源网络,无衰减地通过电源频率(50 Hz 或 60 Hz),但具有 50 Ω 阻抗以阻挡快脉冲;
- 一个转换开关,能将快脉冲加至相线(L)与中线(N)之间或加至 L、N 与地(E)之间。



注：所有电阻为 100 kΩ，所有电容为 150 nF

开关位置：1—L 至 N

2—L+N 至 E

图 C.1 快脉冲注入至电源入口的耦合箱(试验盒)

试验盒亦用于被检仪器的供电，试验时通过人工电源网络与快脉冲发生器驱动。为方便，试验盒的市电电源输入连接器宜与被检仪器的市电电源输入连接器相同，其输出连接器宜相应地匹配。

需注意，图 C.1 中电路省略了任何确保试验盒电安全的设施(除了放电电阻外)。图中可见一个电容连接至电源相线，这就存在使试验盒外壳带电的可能性，应采取适当解决办法。

快脉冲发生器的基本要求如下：

- 输出脉冲：上升时间 10 ns(10%至 90%)，脉冲宽度 1 ms；
- 最大脉冲幅度：从 50 Ω 阻抗输出(无负载)1 000 V；从 200 Ω 阻抗输出(无负载)2 000 V；
- 外负载：开路至短路，当匹配时，输出电压宜为上述规定的最大幅度的 1/2；
- 最大脉冲重复率大于 300 s⁻¹。

C.3 核反应堆仪器传导型抗扰度试验(单个仪器)

被检仪器应被布置成具有相应的输入与输出的连接的模拟。仪器应处于供电且应调试至最灵敏状态。应将射频电流通过仪器屏蔽，观察该电流对仪器工作的影响并与仪器规范中容许的最大偏离值比较。

所有连接至被检仪器的电缆应为适当长度的真实电缆或为它们的模拟，对于那些相对于最低试验频率(最大波长)仍属“电较短”的信号电缆，其分布参数可用集中的参数模拟(通常用一个电容)。当电缆属“电较长”时，则可用一个电阻模拟其特性阻抗，该电阻应被屏蔽。

对任何频率 f ，当电缆实际长度 $l < \lambda/10$ (λ 为频率 f 的波长)属“电较短”电缆， λ 值可从下式获得：

$$\lambda f \sqrt{\epsilon_r} = c \quad \dots\dots\dots(C.1)$$

式中：

c ——光速， $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ；

ϵ_r ——电缆介质的相对介电常数。

当两根或更多电缆被连接至同一传感器或外设时，模拟应包括电缆连接器之间的适当耦合，典型的如传感器为一个电离室，可用被屏蔽的电容器模拟，以代表其内电极的电容。亦可有一个信号源加至仪器的最灵敏工作档，该信号源应很好地被屏蔽。

注入线应覆盖被检仪器上面，其间距应使该线的特性阻抗大致等于试验信号发生器的输出阻抗；该线的一端和一个与上述阻抗相同的电阻相连，另一端接至试验发生器的输出端。电阻接地终端以及至

GB/T 11684—2003

试验信号发生器骚扰源的接地连接皆被定义为“注入点”，这些点应合理选择：

- 被检仪器外壳上任何两个承有负载的金属部分；
- 接地点(或电源地线与外壳的连接点)与一定距离外壳上承有负载的或突出的金属部分；
- 接近信号输入电缆连接器的屏蔽与接地点,屏蔽与终端帽应固定在连接器上；
- 接近任何电缆连接器的屏蔽与接地点；
- 对无屏蔽电缆,宜对每一导线采用电容耦合并将其回路连接至地,适宜的电容值为 $100\ \mu\text{F}$,当频率大于 $100\ \text{kHz}$ 时它将引入一个小于 $15\ \Omega$ 的串联阻抗。

产生骚扰信号的试验发生器的最低要求如下：

- 频率范围： $10\ \text{kHz}\sim 100\ \text{MHz}$ ；
- 功率输出：最小为 $2\ \text{W}$ ($100\ \text{mA}$ (均方根值)至 $200\ \Omega$ 负载)；
- 输出阻抗： $50\ \Omega$ 、 $100\ \Omega$ 和 $200\ \Omega$ ；
- 分步调制深度可达 100% ,从 0 至满度输出时间应小于射频输出的一个周期,最慢调制率应小于 $0.5\ \text{Hz}$ (即 $1\ \text{s}$ 脉冲群随之为 $1\ \text{s}$ 无输出)；
- 应有输出电流显示,例如使用电流变换器与合适的示波器。

试验信号发生器(骚扰源)、注入线、被检仪器以及探测手段等应如图 C.2 布置。应在整个频率范围内扫描骚扰信号,且其水平可达到或超过 $100\ \text{mA}$ (均方根值)。应记录试验中仪器性能超过容许偏离时的频率。为了确定仪器抗骚扰性能的边界,骚扰度应减小至仪器性能偏离达到可接受水平。

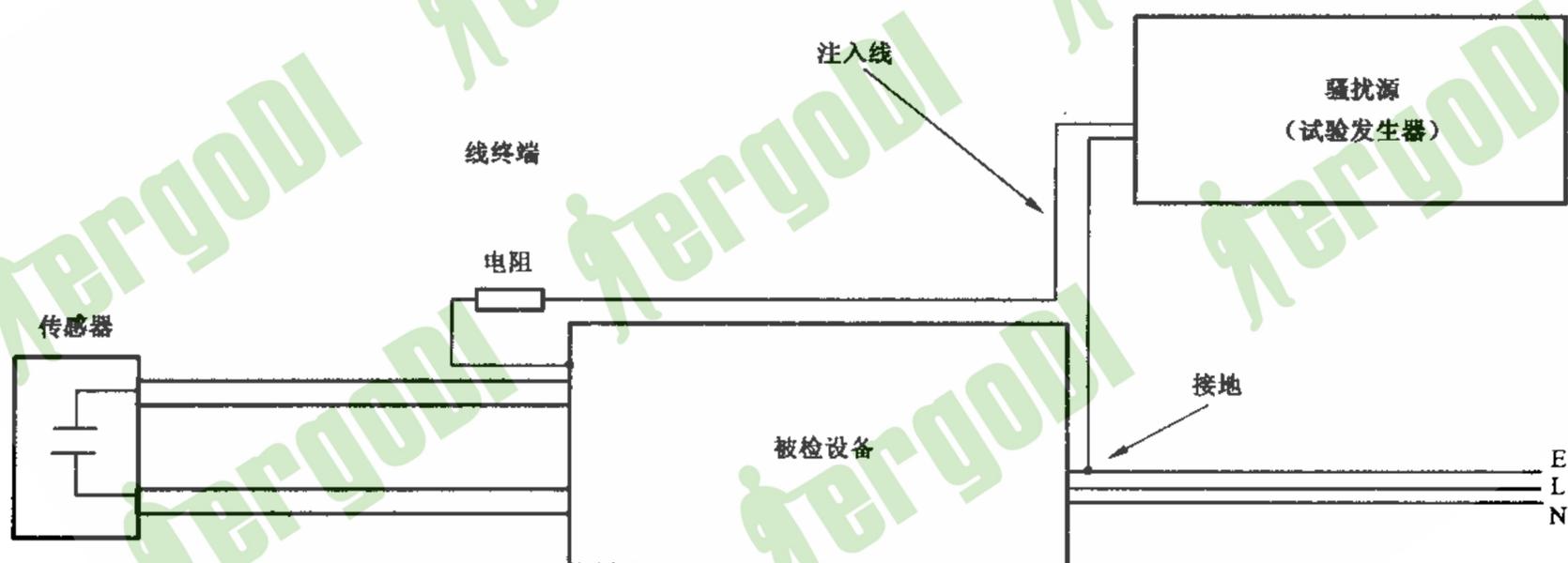


图 C.2 对单个仪器传导型抗扰度试验

C.4 核反应堆仪器传导型抗扰度试验(安装后系统的注入线方法)

本试验目的是显示一个完整的核反应堆仪器系统,包括指示与保护电路,当其屏蔽出现感应电流而不受显著的影响。

C.4.1 使用注入线耦合

注入线是一根单线,沿着仪器通道电缆放置并具有一地回路。它可为临时或永久性设置线。典型的临时性注入线是 $2.5\ \text{mm}^2$ 截面导线且应有任何绝缘使其具有特性阻抗约为 $200\ \Omega$,这可将其导线与金属件隔离 $50\ \text{mm}\sim 200\ \text{mm}$ 间距而达到。注入线跟随被检系统的电缆走向并保持 $1\ \text{m}$ 间距。较短长度可超过这些限制,例如:当注入线经过一支柱时,此处被检仪器电缆离开最近处的金属件有较大距离,注入线的两端宜延长并超过被检仪器的最远端。如果有超过一个传感器连接至单个测量仪器,为了满足小于 $1\ \text{m}$ 间距的要求,可能需要附加注入线。

永久性注入线应设置在系统电缆的同一电缆管道或电缆沟内。按此方式试验时不包括电缆管道或电缆沟的屏蔽贡献,如必要,可采用临时性注入线。固定设置的永久性注入线还有其他两个缺点影响其固有优点与物理保护:

——发现注入线具有的特性阻抗接近 $100\ \Omega$ ，这将导致对电缆管道内某些电缆具有欠佳的直接耦合；

——将增加射频损耗，通过选择其绝缘介电性质可部分地缓解这一缺陷。

推荐永久性注入线结构为类似于半空气间隔的 $75\ \Omega$ 同轴电缆的芯线。这种注入线能有相对较大导体与合适的强度，但具较弱的电介质且在端接中易移失，其价格低廉且具有最低的射频衰减。

注入线特性阻抗的定性评估通常是必需的，可用时域反射仪(TDR)或其他合适的快脉冲发生器与示波器去实现。如果在 TDR 或示波器上的反射信号指示注入线某段的特性阻抗大于两倍或小于 $1/2$ 的平均值，则应检查这些注入线段并改变注入线位置。可接受注入线特性阻抗的较小偏离。注入线的衰减测量亦是必需的，若在频率为 $10\ \text{kHz}\sim 100\ \text{MHz}$ 范围内，注入线的全长使衰减达 $6\ \text{dB}$ ，则应从注入线的每一端对系统进行检验。当具有中间连接器或放大器时可能需要附加的检验位置。

C.4.2 系统布置

要求被检系统在完成传导型骚扰试验后，应无显著变化。在试验前所有通道应全在役工作，不容许有传感器或外设的模拟。若需要仪器系统处于最灵敏工作状态，容许施加 1 个辅助的信号输入。无理由使正常的电缆与传感器断开连接。

C.4.3 骚扰源

C.3 中描述的试验信号发生器可满足骚扰源的要求。

C.4.4 试验方法

与 C.3 中规定的对单个仪器的试验方法相似，试验信号发生器应施加一个射频电流至注入线，由它耦合至仪器系统的电缆。

在规定的频率范围内扫描改变频率，记录仪器系统性能变化并与容许值比较。当观测到某频率时系统对规定变化值超差，则应减小骚扰度直到系统性能变化在规定值内，以确定抗扰度边界。

C.5 核反应堆仪器传导型抗扰度试验(安装后系统的电流变换器方法)

C.5.1 方法的原理

本方法是指注入共模电流至不同核反应堆仪器装置与部件(传感器、仪器柜、安全有关柜、数据处理系统等)之间的每个连接。在正常工作条件下它容许对安装后的整个系统直接采用频率通路与性能测量手段进行完整的试验。

连接可以有屏蔽或无屏蔽。有屏蔽情况下，电流被注入至屏蔽，系统的干扰是通过连接的传递阻抗将电压感应至信号线，或是由骚扰电流传播至灵敏的输入电路阻抗所感应的电压引起。无屏蔽情况下，注入电流按导线阻抗大小分布至连接的不同导线内，并直接干扰输入的组成。

被检仪器的工况应与正常工作时的工况相同，注入的实现应是松驰耦合以避免掩盖电路中共振现象。试验中电流注入器由一个铁氧体环组成，电缆通过它运行。此环构成电流变换器的次级电路，而其初级电路则由绕在环上的若干圈导线组成。电流注入回路的阻抗在电流注入时不变，这一松驰耦合在正常条件下容许电流输入至被检电路。

紧接注入环连接至示波器的电缆上电流夹，可监视注入电流幅度与波形。为防止在示波器上被测信号的反射，其输入阻抗应等于示波器与电流夹之间电缆连接的特性阻抗(通常为 $50\ \Omega$)。电流注入点应相应于系统与系统部件所有的接近连接处，它们位于所设计并实现的接地点。例如，有两个仪器柜独立接地而又相互连接情况下，电流应被相继地注入连接的每一端(不管电绝缘装置的存在)。

注入器可以被电流脉冲或正弦电流激发。

C.5.2 脉冲试验

当模拟通道含有快电子电路时(例如核仪器脉冲通道)，此类干扰电流可用于诊断并显现这些模拟通道的缺陷，或当脉冲与一个或多个状态变化同步到达时，亦可用于数字系统检验。

电流脉冲注入不保证每一系统的电磁兼容性，只有对“低水平”脉冲通道的核测量才按此方法检验。

GB/T 11684—2003

此时,辐射产生的计数率统计涨落应小于电流脉冲的每秒注入数。于是抗干扰水平就相应于使通道增加一个规定计数率值时的电流脉冲幅度。

脉冲试验可在较宽的频率范围内快速检验设备安装的特性,尤其是用示波器观测在电缆屏蔽上感应电流可以:

- 鉴别连接的共振自然频率(单端接地时为 $1/4$ 波长,若接地加倍则为 $1/2$ 波长);
- 确定上述共振频率是否与期望的连接长度相一致;
- 通过存在或不存在低频组成验证屏蔽接地是否与安装指南相一致;
- 探查由于外绝缘层破损引起的不期望的屏蔽至地的接触;
- 鉴别系统出现最大灵敏度时的不同频率;
- 比较用其他测量设备获得的不同频率,探查不同电缆如卷圈电缆等的不相同的路径。

C.5.3 正弦波电流试验

由于有限的带宽(若干赫兹),核测量的直流通路与脉冲通道相比通常对骚扰较不灵敏,但其输入电路的高灵敏度很容易使很高频的正弦波信号进入,使核测量的直流通路间接地受损于前置放大器饱和(导致非线性效应)和包络检波(骚扰信号包络被叠加在平均电流与通道噪声上)。

为模拟高频骚扰电流,注入线圈被一个宽带、高功率放大器激励,后者由一个持续时间为 15 ms、周期为 300 ms 的正弦波束发生器驱动。注入与测量夹应具有与注入信号频率相匹配的带宽。根据上述已讨论的准则确定注入点。

系统的抗干扰特性可从模拟信号通道输出的观测进行评估。其具体方法是:

- 使用屏幕拷贝直接从示波器读出;
- 在合适的周期内对信号进行数字转换,然后可导出平均值、极值、均方根值等。

平均信号值对正弦波束注入不很灵敏,系统的抗扰度能力可相对于在线实时工作通道的最低电流量程确定。实际上是在这些条件下对注入电流灵敏度为最大。

从注入正弦波束获得的信息,即可以频率为函数逐点确定表征系统抗干扰性的不同曲线。其他变量,例如从装置的模拟通道输出信号计算的加倍时间,亦可用作表征系统的抗扰度。若不具备自动获取手段,逐点图上作业测量既费时又乏味。此时,标绘可仅限于那些表征被检连接共振频率的抗扰度特性的值。

所有经特殊连接到达或离开某装置或部件的共模电流将通过另一连接离开或到达,所以,一个电磁系统是一个干扰电流网络,某些组成可传播至装置的最灵敏部分引起干扰与故障。为此,安装后每一至装置或部件的连接应按上述程序进行试验。

附录 D
(规范性附录)

辐射防护仪器抗扰度试验项目及其要求与试验方法

辐射防护仪器抗扰度试验项目及其要求与试验方法见表 D.1。

表 D.1 辐射防护仪器抗扰度试验项目及其要求与试验方法

试验项目	辐射防护仪器种类	试验水平	试验方法
辐射型抗扰度试验	个人剂量当量 [$H_p(10)$ 、 $H_p(0.07)$] 监测仪	80 MHz~1 GHz, 10 V/m [均方根值, 不调制与 80% 调幅 (1 kHz)] 0.9 GHz, 20 V/s (均方根值, 不调制) 1.8 GHz, 15 V/m [100% 调幅/200 Hz 矩形波信号/50% 占空因子]	5.2.1
	场所周围剂量当量(率) [$H^*(10)$ 、 $\dot{H}^*(10)$] 与定向剂量当量(率) [$H'(0.07)$ 、 $\dot{H}'(0.07)$] 监测仪	80 MHz~1 GHz, 10 V/m (对电池供电仪器, 附加 27 MHz)	5.2.1
	α 、 β 表面污染监测仪	80 MHz~1 GHz, 10 V/m (对电池供电仪器附加 27 MHz)	5.2.1
	用于材料内 γ 放射体活度监控的固定式监测仪	80 MHz~1 GHz, 10 V/m	5.2.1
传导型抗扰度试验	个人剂量当量 [$H_p(10)$ 、 $H_p(0.07)$] 监测仪	150 kHz~80 MHz, 10 V (均方根值) 80% 调幅 (1 kHz) 正峰电压 ± 2 kV, 5/50 ns ($t_{上升}/t_{半宽}$) ± 2 kV (不对称) 或 ± 1 kV (对称);	5.2.6
		1.2/50 (8/20) μ s (t_r/t_h)	5.2.7
传导型抗扰度试验	场所周围剂量当量(率) [$H^*(10)$ 、 $\dot{H}^*(10)$] 与定向剂量当量(率) [$H'(0.07)$ 、 $\dot{H}'(0.07)$] 监测仪	等级 3	5.2.2
		等级 3	5.2.6
		等级 3	5.2.7
		等级 3 [中子剂量当量(率)监测仪, 增加此试验要求]	5.2.8
	α 、 β 表面污染监测仪	等级 3	5.2.2
		等级 3	5.2.6
		等级 3	5.2.7
固定式个人表面污染监测装置	等级 3 等级 3 (电源输入口) 等级 3 (电源输入口)	5.2.2 5.2.7 5.2.8	
体内放射性核素监测系统 (含 γ 谱测量与总放射性测量)	等级 3 等级 3 (电源输入口) 等级 3 (电源输入口)	5.2.2 5.2.7 5.2.8	
气态排出流放射性连续监测设备	等级 3 (电源输入口)	5.2.6	
用于材料内 γ 放射体活度监控的固定式监测仪	等级 3	5.2.2	
	等级 3	5.2.6	
	等级 3	5.2.7	

表 D. 1(续)

试验项目	辐射防护仪器种类	试验水平	试验方法
静电放电抗扰度试验	个人剂量当量 $[H_p(10)、H_p(0.07)]$ 监测仪	± 4 kV 接触放电 ± 8 kV 空气放电	5.2.4
	场所周围剂量当量(率) $[H^*(10)、\dot{H}^*(10)]$ 与定向剂量当量(率) $[H'(0.07)、\dot{H}'(0.07)]$ 监测仪	± 6 kV 接触放电 ± 8 kV 空气放电	5.2.4
	$\alpha、\beta$ 表面污染监测仪	± 6 kV 接触放电 ± 8 kV 空气放电	5.2.4
	固定式个人表面污染监测装置	± 6 kV 接触放电 ± 8 kV 空气放电	5.2.4
	体内放射性核素监测系统(含 γ 谱测量与总放射性测量)	± 6 kV 接触放电 ± 8 kV 空气放电	5.2.4
电源频率磁场抗扰度试验	个人剂量当量 $[H_p(10)、H_p(0.07)]$ 监测仪	30 A/m, 50 Hz	5.2.3
	场所周围剂量当量(率) $[H^*(10)、\dot{H}^*(10)]$ 与定向剂量当量(率) $[H'(0.07)、\dot{H}'(0.07)]$ 监测仪	30 A/m, 50 Hz	5.2.3
电压暂降、短时中断抗扰度试验	个人剂量当量 $[H_p(10)、H_p(0.07)]$ 监测仪	10 ms(降 30%) 100 ms(降 60%)	5.2.5

参 考 文 献

- 1 45A/249/CDV《IEC 61503 Ed. 11; Nuclear power plants; Instrumentation-Methods and criteria for electromagnetic interference testing》1997. 3. 28
- 2 Electromagnetic compatibility, The role and contribution of IEC standards. IEC, Geneva, Switzerland, 1999. 11
- 3 IEC Guide 107《Drafting of EMC Publication》
- 4 IEC 61000-1-1《Application and on interpretation of fundamental EMC definitions and terms》
- 5 IEC 61000-2-1《Description of the EM environment in public LV power systems》
- 6 IEC 61000-2-3《Description, radiated and non-network frequency Conducted disturbances》
- 7 IEC 61000-2-5《Classification of the EM environments》
- 8 IEC 61000-4-1《Overview of immunity tests》
- 9 IEC 61000-4-2《Electrostatic discharge immunity test》
- 10 IEC 61000-4-3《EM fields, 80~100 MHz immunity test》
- 11 IEC 61000-4-4《Fast transients burst, 5/10 ns, immunity test》
- 12 IEC 61000-4-5《Surges, 1. 2/50 μ s/8/20 μ s, immunity test》
- 13 IEC 61000-4-6《Induced currents, 0. 15~80(230) MHz immunity test》
- 14 IEC 61000-4-8《Power frequency magnetic fields immunity test》
- 15 IEC 61000-4-11《Voltage dips, short interruptions AC immunity test》
- 16 IEC 61000-4-12《Oscillatory waves immunity test》
- 17 IEC 61526/Ed. 2, 45B(289) CD Measurement of personal dose equivalent $H_p(10)$ and $H_p(0.07)$ for X, gamma, neutron and beta radiation—Direct reading personal dose equivalent and personal warning devices. 2000. 11
- 18 IEC 60846/Ed. 2, 45B263/CDV Radiation protection instrumentation—Ambient and/or directional dose equivalent(rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation 1999. 11
- 19 IEC 61005/Ed. 2, 45B/290/CDV radiation protection instrumentation—Neutron ambient dose equivalent(rate) meters 2000. 11
- 20 IEC 60325/Ed. 3, 45B/285/CDV Alpha, beta and alpha-beta contamination meters and monitors 2000. 10
- 21 IEC 61098/Ed. 2, 45B/281/CD Installed personnel surface contamination monitoring assemblies 2000. 7
- 22 IEC 61582/Ed1, 45B/270/CD Radiation protection instrumentation—Part 1; Equipment for in vivo monitoring—General requirements and installed systems 2000. 6
- 23 IEC 60761-1/Ed. 2, 45B/271/CDV Equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents Part 1; General Requirements 2000. 6
- 24 IEC 62022/Ed1, 45B/302/CD Installed monitors for the control and detection of radioactivity of gamma emitters contained in recyclable or non recyclable materials 2001. 1