

ICS 33.100

L 06

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2191.8-2013

电信设备安装的电磁兼容及缓和措施 第 8 部分：电信中心的 HEMP 防护

Installation and Mitigation Guidelines of Electromagnetic
Compatibility for telecommunication equipments
Part 8: HEMP immunity guide for telecommunication centres
(ITU-TK.78,MOD)

2013-04-25 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	3
4 设备测试要求	4
4.1 早期 HEMP (E1)	4
4.2 中期 HEMP (E2)	4
4.3 后期 HEMP (E3)	5
5 测试方法	5
5.1 辐射抗扰度测试	5
5.2 传导抗扰度测试	5
6 建筑大楼和设备机壳的防护概念	5
6.1 建筑大楼的防护概念	5
6.2 屏蔽壳体的防护概念	6
7 HEMP 抗扰度测试及等级	6
7.1 抗扰度测试	6
7.2 性能判据	7
7.3 HEMP 抗扰度试验设备的要求	7
7.4 HEMP 抗扰度测试等级	7
附录 A (规范性附录) 防护方法的应用指南	11
附录 B (资料性附录) ITU-T K.48/K.20 和 IEC 61000-6-6 抗扰度的对比	15

前 言

YD/T 2191《电信设备安装的电磁兼容及缓和措施》包括以下部分：

- 第1部分：总则
- 第2部分：接地和线缆
- 第3部分：HEMP 保护导则
- 第4部分：HEMP 抗扰度—HEMP 辐射电磁场抗扰度保护装置规范
- 第5部分：HEMP 抗扰度—HEMP 射频场感应的传导干扰抗扰度保护装置规范
- 第6部分：外部电磁干扰的缓和措施
- 第7部分：电磁干扰保护小室的保护等级
- 第8部分：电信中心的 HEMP 防护

本部分为 YD/T 2191 的第 8 部分。

本部分按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本部分修改采用了 ITU-T K.78 (2009) 建议。

本部分由中国通信标准化协会提出并归口。

本部分起草单位：中国电信集团公司、中兴通讯股份有限公司、工业和信息化部电信研究院、杭州华三通信技术有限公司、北京欧地安科技股份有限公司。

本部分主要起草人：谈儒猛、谢玉明、李家雨、郝振平、罗森文、王华刚、关强华、周 镓、杨成枝。

电信设备安装的电磁兼容及缓和措施

第 8 部分：电信中心的 HEMP 防护

1 范围

本标准规定了电信中心设备（比如交换、传输、无线和动力设备）免受高空电磁脉冲（HEMP）损坏和中断的防护指南。

本标准适用于电信中心的 HEMP 防护。

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，仅所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 17626.2	电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3	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 17626.4	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 17626.5	电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
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抗扰度试验
YD/T 950	电信交换设备耐过电压、过电流能力要求和试验方法
ITU-T K.11	过电压和过电流防护的原则
ITU-T K.46	使用金属对称导体的电信线路对雷击感应浪涌的保护
ITU-T K.47	使用金属对称导体的电信线路对直接雷击放电的保护
ITU-T K.48	每一通信网络设备的 EMC 要求-产品族建议
IEC 61000-2-9	电磁兼容 环境 HEMP 环境的描述 辐射骚扰
IEC 61000-2-10	电磁兼容 环境 HEMP 环境的描述 传导骚扰
IEC 61000-2-11	电磁兼容 环境 HEMP 环境的分类
IEC 61000-4-13	电磁兼容 试验和测量技术 AC 电源端口的主信号的谐波和分谐波的低频抗扰度试验
IEC 61000-4-23	电磁兼容 试验和测量技术 HEMP 和其他辐射干扰保护设备的试验方法
IEC 61000-4-25	电磁兼容 试验和测量技术 设备与系统的 HEMP 抗扰度试验方法
IEC/TR 61000-4-32	电磁兼容 试验和测量技术 HEMP 模拟器纲要
IEC 61000-5-3	电磁兼容 安装和缓解指南 HEMP 防护原则
IEC 61000-6-6	电磁兼容 通用标准 室内设备的 HEMP 抗扰度

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件：

3.1.1

天线端口 Antenna Port

直接或通过电缆连接到天线的端口。天线可能在室内或室外。

注意：连接到室内天线的天线端口属于信号端口的范畴。

3.1.2

电缆端口 Cable Port

用导线或电缆连接到设备的端口。

3.1.3

电快速瞬态脉冲/群 (EFT/B) Electrical Fast Transient/burst (EFT/B)

在GB/T 17626.4中定义的5/50ns脉冲。

3.1.4

外壳端口 Enclosure Port

设备的物理边界，电磁场可能通过其辐射出去或进来。这种设备外壳通常被认为是外壳端口，如图1所示。

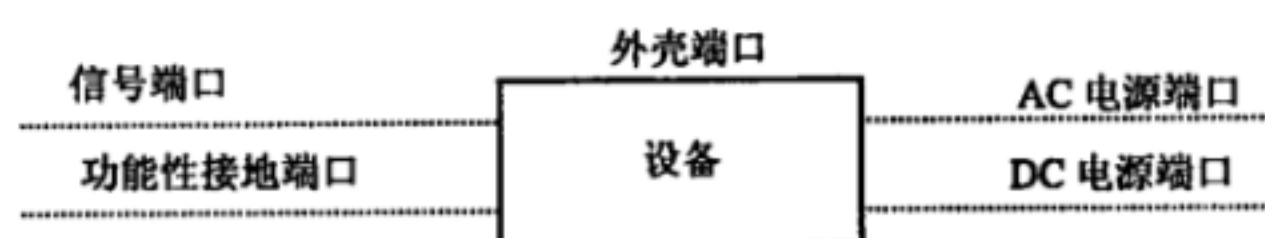


图1 端口示例

3.1.5

功能性接地端口 Functional Earth Port

用来连接到大地的除信号、控制或电源接口外的电缆端口，其目的并不是为了安全，见图1。

3.1.6

高压传输线 High Voltage (HV) Transmission Line

额定AC系统电压大于或等于100kV的电源线路。

3.1.7

抗扰度（相对干扰而言） Immunity (to a Disturbance)

在电磁干扰情况下，设备或系统不受影响正常工作的能力。

3.1.8

大型HEMP模拟器 Large HEMP Simulator

瞬态电磁脉冲测试设备的测试空间要足够大，能够对体积大于或等于 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$ 的被测设备进行测试。

3.1.9

低压电源电路 Low Voltage (LV) Power Circuit

额定AC电压小于或等于1kV的电源电路。

3.1.10

中压 (MV) Medium Voltage (MV)

介于低压和高压之间的电压等级。

注：中压和高压之间的界限是有重叠的，这个值与当地环境、历史和平常的使用情况有关。经常使用的区间基本上是30kV到100kV之间。

3.1.11

电源端口 Power Port

连接到设备使设备正常工作并承载电源的导体或电缆端口，如图1所示。

3.1.12

信号端口 Signal Port

设备上承载信号传输数据的电缆端口。如I/O数据端口和电信端口，如图1所示。

3.1.13

小型辐射测试装置 Small Radiated Test Facility

实验室瞬态电磁脉冲测试设备，如 TEM 小室，它的测试空间相对于被测设备要足够大，能够对体积小于 $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的待测物体进行测试。

3.1.14

浪涌保护器 Surge Protection Device (SPD)

抑制导线上的过电压和过电流的器件，如IEC 61643-21中定义的浪涌抑制器。

3.1.15

HEMP抗扰度试验 HEMP Immunity Test

HEMP 抗扰度试验包括四种类型的试验。辐射测试在 IEC 61000-4-25 第 5 章中有详细说明，该测试要用到一个大型的 HEMP 模拟器和一个小型的辐射测试装置。另外三种类型的测试是传导试验，分别沿着 HEMP 的波形，分为早期、中期、后期 HEMP 的三种传导试验。这些试验同样在 IEC 61000-4-25 第 5 章中有详细说明。

3.1.16

HEMP的最低抗扰度要求 Minimum Immunity Requirement Against HEMP

当建筑概念等级是 5 或 6 时，设备抗扰度的试验等级是最低的。这些等级的定义见第 8 章和附录 A，并且在附录 B 中有抗扰度等级的对比列表。

3.2 缩略语

以下缩略语适用于本文件：

E1	Early time high altitude electromagnetic pulse electric field	早期 HEMP 电场
E2	Intermediate time high altitude electromagnetic pulse electric field	中期 HEMP 电场
E3	Late time high altitude electromagnetic pulse electric field	后期 HEMP 电场
EFT/B	Electrical Fast Transient/Burst	电快速瞬变脉冲/群
EM	Electromagnetic	电磁
EMC	Electromagnetic Compatibility	电磁兼容性
EMI	Electromagnetic Interference	电磁干扰

EMP	Electromagnetic Pulse	电磁脉冲
ESD	Electrostatic Discharge	静电放电
EUT	Equipment Under Test	被测设备
HEMP	High altitude Electromagnetic Pulse	高空电磁脉冲
HV	High Voltage	高压
I/O	Input/Output	输入/输出
LV	Low Voltage	低压
MV	Medium Voltage	中压
PoE	Point of Entry	引入点
RF	Radio Frequency	射频
SE	Shielding Effectiveness	屏蔽效能
TEM	Transverse Electromagnetic	横电磁

4 设备测试要求

以下描述了三种类型的HEMP传导测试：

4.1 早期 HEMP (E1)

波形上升时间和半波时间很短，且峰值很高。电磁场不仅通过电源和电信线影响到设备，而且也直接通过外壳端口影响到设备。由于波长范围在几十厘米到一百米之间，所以可以不考虑电缆长度带来的影响。

这种干扰与电快速瞬态脉冲群（EFT/B）类似。

为了保护电信中心免受这种干扰损坏，需要：

- 按照7.4.1所述，对全封闭设备施加辐射抗扰度试验；
- 按照7.4.2所述，对全封闭设备的所有电缆端口施加传导抗扰度试验；

注：由于E1脉冲持续时间非常短，这种脉冲在频域内可以有效地耦合到长度在（0.1~100）m内的金属电缆上，这包括了电信中心的所有内部金属电缆，以及连接到外部的所有金属通信线和电源线。

4.2 中期 HEMP (E2)

波形的上升时间、半波时间及峰值都处于中等。中期的HEMP波形与雷电浪涌相似，这种类型的干扰可以在室外通信线和电力线路上传播很远。标准的雷电浪涌测试可以用来对设备开展这类HEMP的抗扰度测试，标准的雷电保护器可以对此类传导干扰提供足够的保护。

为了保护电信中心免受这种干扰损坏，需要：

- 按ITU-T K.11要求，在所有的外部通信电缆上加装SPD。
- 在外部电源电缆上加装SPD。

注1：由于E2脉冲持续时间较长，这种脉冲在频域上只能有效地耦合到较长的金属电缆上，这通常不包括通信中心内的金属电缆，主要会对连接到电信中心的室外金属电缆造成威胁。

注2：作为K.46 和 K.47中风险评估的结果，通常给室外金属通信电缆加装浪涌保护器（SPD）。这种基于风险的原则可以应用于E2防护。

注3：浪涌保护器（SPD）通常应用于进入通信中心的室外电源线，需特别注意这种浪涌保护器（SPD）仅适用于保护电源设备。如全面保护电力电缆一样，有必要加装额外的浪涌保护器（SPD）来保护通信电缆。

4.3 后期 HEMP (E3)

后期HEMP传导干扰的特征是1/50-s型的准直流单向电流波形,这种干扰仅仅出现在两端均接地的长导线。100km电缆的开路电压大约是4000 V。

后期HEMP干扰不会直接影响连接低压二次供电电路的设备,因为通过变压器从一次配电电路到低电压插座的准直流的电流值近乎为零。

一个10km通信电缆的开路电压大约是400 V,小于电力线路对通信线路的感应电压。

HEMP辐射会通过辐射和/或传导电磁干扰来影响电路或电路系统。为了确保通信系统能够抵抗HEMP干扰,需进行辐射和传导电磁脉冲的抗扰度试验。

5 测试方法

5.1 辐射抗扰度测试

测试等级和测试方法见7.4.1小节。

辐射测试过程中使用的测试等级与电信中心大楼的屏蔽效能(SE)有关。电信中心大楼的屏蔽效能按照附录A中提供的步骤来确定。

5.2 传导抗扰度测试

5.2.1 电信设备

测试等级和测试方法见7.4.2小节。

电信设备的测试列表见表1。

表1 电信设备的HEMP测试列表

HEMP 现象	测试数据
E1	2.1, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 5.3, 6.1, 6.2, 6.3, 7.1, 7.2
E2	—
E3	6.4, 6.5

5.2.2 动力设备

测试等级和测试方法见于7.4.2小节。

动力设备的测试列表见表2。

表2 动力设备的HEMP测试列表

HEMP 现象	测试数据
E1	2.1, 5.1, 5.2, 5.3, 6.1, 6.2, 6.3, 7.1, 7.2
E2	—
E3	6.4, 6.5

6 建筑大楼和设备机壳的防护概念

6.1 建筑大楼的防护概念

建筑大楼的防护概念需要考虑辐射和传导环境。这些概念由表3给出。

建筑物屏蔽效能等级由建筑大楼使用的材料决定:

— 等级1 (1A和1B) 与提供无衰减的电磁场材料有关;

— 等级2 (2A和2B) 与提供明显衰减的电磁场材料有关。此衰减至少应有20dB,相当于没有采用特殊屏蔽措施的普通钢筋混凝土材料的衰减水平。

任何附加的屏蔽都会增加衰减。这由运营商来决定建筑大楼内被保护的设备是否需要附加的建筑屏蔽。建筑商可根据IEC 61000-4-23中阐述的测试方法来确定建筑大楼的屏蔽效能。设备商可根据IEC 61000-2-11对建筑大楼内的环境进行分类，根据IEC 61000-4-25中描述的测试方法评估内部设备的抗扰度（见第7章）。

表3 建筑大楼的防护概念

辐射衰减 (dB)		传导保护	
		无保护	有保护
100 kHz~30 MHz	0	1A	1B (注 1)
	>20	2A	2B (注 1)
1 MHz~200 MHz	≥ 20		3 (注 2)
	≥ 40		4 (注 2)
	≥ 60		5 (注 2)
	≥ 80		6 (注 2)

注 1: 雷电过电压保护。这就是说 2B 包含一个过电压保护装置，但未附加滤波器。
注 2: 雷电过电压保护和滤波

6.2 屏蔽壳体的防护概念

屏蔽壳体防护概念在表4中给出。根据被保护的设备，这些屏蔽体可以安装在建筑内部或外部。

表4 屏蔽壳体的防护概念

辐射衰减 (dB)		传导保护
		有保护
1 MHz~200 MHz	≥ 20	3 (注)
	≥ 40	4 (注)
	≥ 60	5 (注)
	≥ 80	6 (注)

注: 雷电过电压保护和滤波

建筑保护已采用了相同的概念，即均考虑了辐射和传导环境。

表 4 中提供了电场、高频磁场和平面波(1 MHz ~ 200 MHz)的衰减数值。在低频段，磁场的衰减要小得多。这就意味着，在低频段，由于 ω ($\omega = 2\pi f$) 的值很低，由磁场所贡献的感应电压和电流就显得不重要了。

7 HEMP 抗扰度测试及等级

7.1 抗扰度测试

HEMP 的抗扰度试验分为两种：辐射抗扰度测试和传导抗扰度测试。大多数电信设备相对较小——大约为 1 m×1 m×1 m 或更小，对这些设备的测试一般是在实验室里通过电流注入模拟装置和 TEM 小室来完成。对于辐射抗扰度测试，设备体积的大小就成为一个重要因素，因为对非常大型的系 统很难实现测试，尤其是辐射场测试。一般来说，对尺寸大于 1m 的大型设备和系统进行辐射场测试就需要一个大型的 HEMP 模拟器（见 IEC TR 61000-4-32）。HEMP 测试和其他种类的 EMC 测试的一个不同之处是世界上有几款大型（约 10m 高）早期 ($t < 1\mu s$) 的 HEMP 模拟器，使得这些大型系统和设备暴露在模拟早期 HEMP 的再生脉冲电场和磁场成为可能。这些模拟器对验证设备的设计和设备集成后的全套系统能

否正常工作的 HEMP 试验也非常有用。详细测试方法参见 IEC 61000-4-25。

7.2 性能判据

在HEMP抗扰度测试过程中或测试后，设备的功能性描述和性能判据的定义应由设备商提供并在测试报告中标明。如果由于应用了本标准规定的抗扰度测试，使得该设备变得危险或不安全，就认为设备未通过测试。关于性能判据参见K.48。

7.3 HEMP 抗扰度试验设备的要求

本节规定了在室内使用的HEMP抗扰度电子电气设备的要求。室内HEMP环境取决于设施的电磁屏蔽质量和抑制传导干扰的保护等级。本标准是针对电信中心的，它包括了连接到低压电网(1 kV或更小)、连接到电信网络和/或连接到外部天线的室内设备。测试等级和测试方法是以IEC 61000-6-6为基础的。

抗扰度测试值是基于IEC 61000-4-25中的90%严酷等级。所有的电信线路都假定在进入大楼的接入点装有气体放电管保护器，低压线路的绝缘击穿电压假定为雷电电压水平的三倍。对于连接到内部电缆的信号端口，测试的严酷等级是基于一条长度为10m的电缆和一个长电缆的测试程序。

核高空电磁脉冲环境由两个主要部分组成：辐射环境和传导环境。标准的HEMP辐射环境的定义见IEC 61000-2-9，标准的传导环境的定义见IEC 61000-2-10。这两种环境类型的分类见IEC 61000-2-11。

7.4 HEMP 抗扰度测试等级

本标准对高空核爆时发生在设备端口的电磁干扰现象进行了定义。这些电磁干扰由HEMP的辐射和传导环境所产生，并被所有保护元件抑制后的结果。试验方法的定义见IEC 61000-4-25，其测试需求等级基于IEC 61000-6-6。

7.4.1 辐射抗扰度

辐射抗扰度测试针对的是早期的HEMP现象。

辐射抗扰度测试及其等级见表5。试验1.1是单个电磁脉冲测试。

在试验1.1中，每一次测试应包括如下6个脉冲，并且在设备的每一面上施加试验：

- 两个在 25%的测试等级 ($\pm 25\%$)；
- 两个在 50%的测试等级 ($\pm 50\%$)；
- 两个在 100%的测试等级 ($\pm 100\%$)。

表5 抗扰度测试—外壳端口

试验	辐射骚扰和静电放电	基础标准	判据	电信中心大楼的防护概念					
				1A	1B	2	3	4	5~6
1.1	2.5/25 ns 电磁脉冲	IEC 61000-4-25	B	50kV/m	50 kV/m	5 kV/m	5 kV/m	500 V/m (可选)	不需要

7.4.2 传导抗扰度

传导抗扰度测试针对的是早期和后期的 HEMP 现象。试验 2.1, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 5.3, 6.1, 6.2, 6.3, 7.1, 7.2 针对早期 HEMP，6.4, 6.5 是针对后期 HEMP。

传导抗扰度试验适用于第3章定义的端口类型。其试验等级见表6~表11。

表6适用于除了电信端口和外部天线端口之外的信号端口。所有导线都需要经过传导抗扰度测试，而这些其它端口需按表6进行测试。

严酷的测试等级是基于10m长的内部电缆。对于更长的电缆，电流随着电缆的增长（最长为100m）成比例增加。内部天线端口属于表6范围。

每次测试有 6 个等级：两个在 25% 的测试等级、两个在 50% 的测试等级、两个在 100% 的测试等级。对于防护概念 1A 和 1B，试验 2.1 的基础标准是 IEC 61000-4-25。大多数电缆测试是通过容性耦合钳施加一个重复频率为 2.5kHz 持续时间 10ms 的正负极性 EFT/B（电快速瞬变脉冲群）来进行的。试验 2.1 是一种共模测试。

表6 抗扰度测试——信号端口

试验	传导骚扰	基础标准	判据	建筑防护概念					
				1A	1B	2	3	4	5~6
2.1	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4 或 IEC61000-4-25 (只对 1A 和 1B)	B	8kV	8kV	1kV	0.5kV	0.5kV	0.5kV
2.2	静电 放电	IEC 61000-4-2	B	0.5kV	0.5kV	0.5kV	0.5kV	0.5kV	0.5kV

表 7 适用于设计频率在 25MHz~450MHz 的天线端口。对防护概念 1A 和 2A，如果天线的中心频率低于 115MHz，参见 IEC 61000-6-6 附录 A 表 A.1 对外部天线的传导干扰的测试。

每次测试包括 6 个等级：两个在 25% 的测试等级、两个在 50% 的测试等级、两个在 100% 的测试等级。

在试验 3.1 中，对防护概念 1A 和 2A，基础标准为 IEC 61000-4-25，其正负极性测试是通过一个重复频率为 2.5kHz 持续时间 10ms 的 EFT/B（电快速瞬变脉冲）来完成。试验 3.1 是一种共模屏蔽电缆的电流测试，其测试等级是基于 40m 的天线电缆。

表7 抗扰度测试——信号端口（外部天线端口）

试验	传导骚扰	基础标准	判据	建筑的防护概念						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
3.1	5/50 ns EFT/B	IEC61000-4-4 或 IEC61000-4-25 (只对 1A 和 1B)	B	16kV	4kV	16kV	4kV	0.5kV	0.5kV	0.5kV
3.2	阻尼振荡波	IEC 61000-4-25	B	16kV 320A	16kV 320A	4kV 40A	4kV 40A	4kV 40A	0.5kV 5A	不需要

表 8 适用于通信电缆。每次测试包括 6 个等级：两个±25%的测试等级、两个±50%的测试等级、两个±100%的测试等级。

试验 4.1 中，需要进行正负极性线-地测试。试验 4.2 中，需要通过施加一个重复频率为 2.5kHz 持续时间 10ms 的 EFT/B 来完成线-地和线-线的正负极性测试。对于防护概念 3 到 6，试验 4.2 的基础标准是 IEC 61000-4-4 EFT/B 测试；对于防护概念 1 和 2，如果在建筑大楼的入口处没有用到气体管保护器件，则应改用 IEC 61000-4-25 中早期传导抗扰度试验等级 9（即 EC9）的 16kV。

表8 抗扰度测试——信号端口（电信端口）

试验	传导骚扰	基础标准	判据	建筑的防护概念						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
4.1	1.2/50μs 浪涌	IEC 61000-4-5	B	4 kV	2 kV	4 kV	2 kV	1 kV	1 kV	1 kV
4.2	5/50 ns EFT/B	IEC 61000-4-4 或 IEC61000-4-25 (只对 1 和 2)	B	8 kV	8 kV	8 kV	8 kV	1 kV	1 kV	1 kV

表 9 适用于内部 DC 电源电缆端口。测试的严酷等级是基于 20m 长的内部电缆。对于更长的电缆，电流大小随着电缆的长度成比例增加，电缆最长为 100m。

每次测试包括 6 个等级：两个在 25% 的测试等级、两个在 50% 的测试等级、两个在 100% 的测试等级。

试验 5.1 和 5.2 中，正负极性的线-地和线-线测试都需要进行。试验 5.2 中，EFT/B 的重复频率为 2.5kHz 持续时间 10ms，对于防护概念 1A 和 1B，基础标准为 IEC 61000-4-25。试验 5.3 中，线-地和线-线测试都要进行。

表9 抗扰度测试—DC电源输入和输出端口

试验	传导骚扰	基础标准	判据	建筑的防护概念						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
5.1	1.2/50 μ s 浪涌	IEC 61000-4-5	B	4 kV	4 kV	4kV	1kV	0.5kV	0.5kV	0.5kV
5.2	5/50 ns EFT/B	IEC 61000-4-4 或 IEC61000-4-25 (只对 1A 和 1B)	B	16kV	16kV	4 kV	2 kV	0.5kV	0.5kV	0.5kV
5.3	阻尼振荡波	IEC 61000-4-25	B	4 kV	4 kV	4 kV	4 kV	2 kV	1 kV	1 kV

表 10 适用于 AC 电源端口。试验 6.1、6.2 和 6.3 包括 6 个等级：两个在 25% 的测试等级、两个在 50% 的测试等级、两个在 100% 的测试等级。

试验 6.2 和 6.3 中，线-地和线-线都需要进行正负极性的测试，但是在该表中线-线的试验等级为线-地试验等级水平的一半。试验 6.2 中，EFT/B（电快速瞬变脉冲）的重复频率为 2.5kHz 持续时间 10ms。试验 6.3 中，线-地和线-线测试都要进行。

表10 抗扰度测试—AC电源输入和输出端口

试验	传导骚扰	基础标准	判据	建筑的防护概念						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
6.1	1.2/50 μ s 浪涌	IEC 61000-4-5	B	4 kV	2 kV	4 kV	2 kV	1 kV	1 kV	1 kV
6.2	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	20kV 25kV (注 1)	16kV	20kV 25kV (注 1)	16kV	1.6kV	1.6kV	1 kV
6.3	阻尼振荡波	IEC 61000-4-25	B	4 kV	4 kV	4 kV	4 kV	1 kV	1 kV	1 kV
6.4	电压跌落和 中断	IEC 61000-4-11	C	60 % 1 s >95 % 5 s (注 2)						
6.5	工频谐波	IEC 61000-4-13	B	等级 3						

注 1：试验 6.2 中，对防护概念 1A 和 2A，其基础标准为 IEC 61000-4-25。地面上的电缆使用早期传导抗扰度试验等级 11（即 EC11）的子等级 20 kV，地面下的电源电缆使用早期传导抗扰度试验等级 10（即 EC10）的 25 kV。对缓慢上升的 25kV（EC10）脉冲，假定其绝缘击穿电压在 25kV 以上，对快速上升的 20kV（EC11）脉冲，假定其绝缘击穿电压在 20kV 以上。这些测试采用的是 IEC 61000-4-25 中所描述的单脉冲。

注 2：对于电压跌落测试，电压降幅必须是 60% 持续 1s。对于电压中断测试，降幅必须是 >95% 持续 5s。这个测试不适用于交流输出端口。如果 EUT 有一个后备电源，则性能判据 C 要改成 A 或 B

表 11 适用于功能性接地端口。每次测试有 6 个等级：两个在 25% 的测试等级、两个在 50% 的测试等级、两个在 100% 的测试等级。试验 7.1 中，正负极性试验是通过重复频率为 2.5kHz 持续时间 10ms 的 EFT/B 来实现。

表11 抗扰度测试-功能性接地端口

试验	传导骚扰	基础标准	判据	建筑的防护概念						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
7.1	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	4kV	4kV	2kV	2 kV	—	—	—
7.2	阻尼振荡波	IEC 61000-4-25	B	4kV	4kV	2kV	2 kV	—	—	—

附录 A

(规范性附录)

防护方法的应用指南

A.1 简介

电信中心的系统防护是通过建筑大楼的屏蔽、电源与通信线路的浪涌保护措施以及系统设备的抗力和抗扰度来综合实现的。

A.2 防护方法

采取防护措施有以下两种方法：

- 情况 1：当我们对系统已经安装完毕的电信中心大楼实行防护措施时，唯一可选的就是附加屏蔽和浪涌保护。在这种情况下，该系统设备应满足 HEMP 的最低要求。

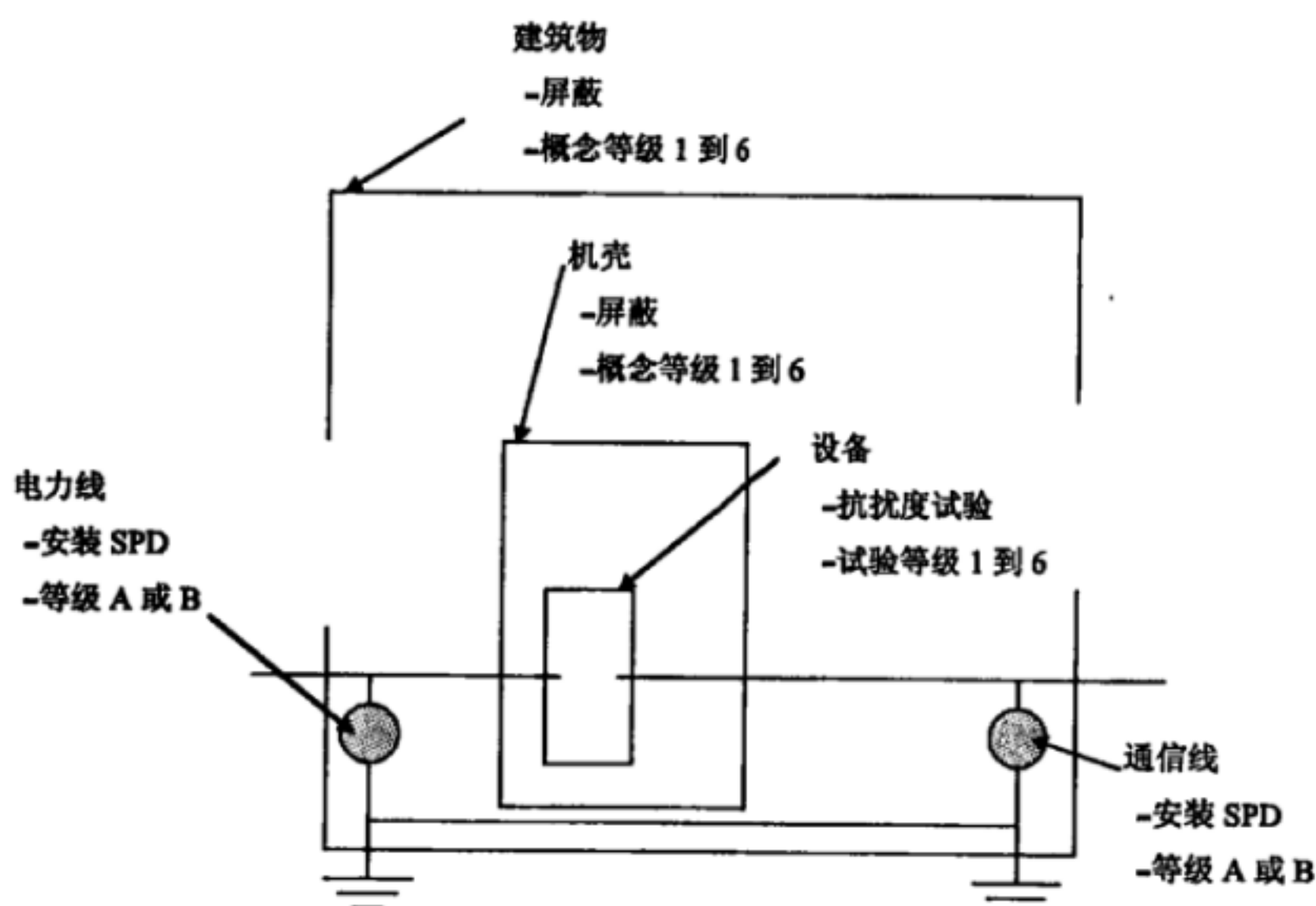
- 情况 2：当建筑大楼里尚未安装系统时，我们需要对安装设备提出要求，该要求是在已知建筑大楼的屏蔽性能和浪涌保护措施下提出的。在此情况下，该要求取决于建筑大楼的防护等级。

A.3 防护概念

防护概念是用来引导运营商采用具备抗 HEMP 的设备、系统和/或建筑物的基本原则。由于本建议针对的是电信中心的应用，所以 HEMP 的加固系统也包括安装在特制外壳里的电信设备。

防护概念主要涉及的是建筑大楼的遮蔽物和布线互联。设备所需的抗扰度等级取决于建筑大楼的屏蔽等级和/或设备外壳的防护等级。

防护概念和抗扰度测试等级如图 A.1 所示。



图A.1 防护概念和抗扰度测试等级

为了给 HEMP 进行环境分类，定义如下 6 个主要的防护概念（详见 IEC 61000-5-3）。外部环境和防护概念决定了内部环境的等级，内部环境的等级也即是指安放在这些保护区域内的设备或子系统的安全等级。防护概念等级描述如下：

概念等级 1：在地表以上的木制、砖制或混凝土建筑物，或者是带有大的窗户和门、且没有钢筋或

其他直接屏蔽体的结构。缺乏或存在传导雷电防护（没有过滤的过压保护）分别定义为子概念 1A 和 1B。

概念等级 2：在地表以上的混凝土建筑物，或者是由钢筋、埋砖、钢筋混凝土制成的结构。缺乏或存在传导雷电防护（没有过滤的过压保护）分别定义为子概念 2A 和 2B。

概念等级 3：具有最小射频屏蔽效能的屏蔽壳体，比如带有小孔径的典型设备箱，装有标称雷电过压和 EMI 传导衰减保护（滤波）装置。

概念等级 4：具有中度射频屏蔽效能的屏蔽壳体，在所有的引入点（PoEs）具有良好的搭接，并安装有标称雷电过压和 EMI 传导衰减保护（过滤）装置。

概念等级 5：具有良好的射频屏蔽效能和 PoE 保护（过压和滤波保护）的屏蔽壳体。

概念等级 6：具有高质量的射频屏蔽效能和 PoE 保护（过压和滤波保护）的屏蔽壳体。

电磁场的衰减水平的描述见表 A.1。对概念等级 1 和 2，评估 100 kHz 到 30 MHz 频率间的电磁场衰减；对概念等级 3 到 6，则评估 1MHz 到 200MHz 频率间的电磁场衰减。评估的方法见 IEC 61000-4-23。

表A.1 六个基本防护概念等级所需的外部环境最小衰减值

概念等级	最小衰减分贝（dB）		
	电场	磁场	传导电流
1A	0	0	0
1B	0	0	20
2A	20	20	0
2B	20	20	20
3	20	20	40
4	40	40	40
5	60	60	60
6	80	80	80

注 1：对电场和磁场评估的频率范围是不同的。对概念 1 和 2 是从 100kHz 到 30MHz，对概念 3 到 6 是从 1MHz 到 200MHz

电信中心在防护 HEMP 现象时，需要在所有线路上安装浪涌保护器，如交流电源线，通信线和天馈线。

A.4 拓扑注意事项

从拓扑观点上来看，可以考虑两种可能的方法：全面防护和分布式防护。

如果选择全面防护，则整个装置，包括若干互联设备，都应处在保护环境中的。

如果选择分布式防护：

- 每个设备可能都应采用屏蔽壳体加固；
- 设备之间的连接电缆也需要加固。

选择概念等级和抗扰度试验等级时，应采用以下流程。

A.4.1 设计程序

A.4.1.1 总则

当运营商或制造商在选择防护概念等级时，首先要解答的问题是：是否需要为装置或设备提供抗 HEMP 防护？

该问题的解答取决于：

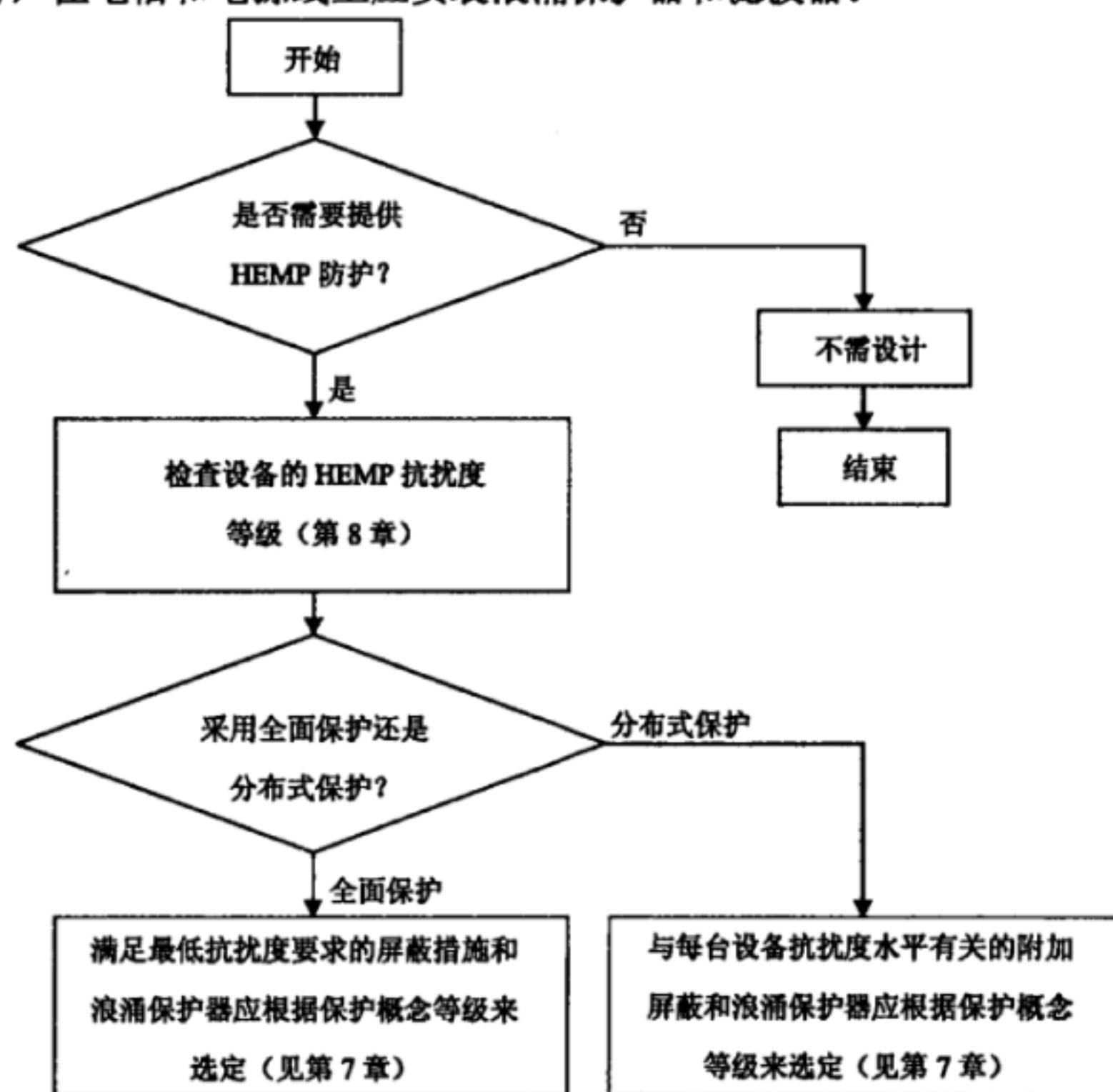
— 能够抵御 HEMP 的装置或设备的重要性。应该指出的是，在有些情况下，只有装置中的部分设备需要抵御 HEMP。

— 考虑是否允许设备在某一时间段内中断。

一旦确定了防护概念等级，抗扰度试验等级就取决于所安装的设备自身的防护概念等级。性能判据由运营商根据可接受的性能降级程度来决定。

A.4.1.2 情况 1 的设计流程图

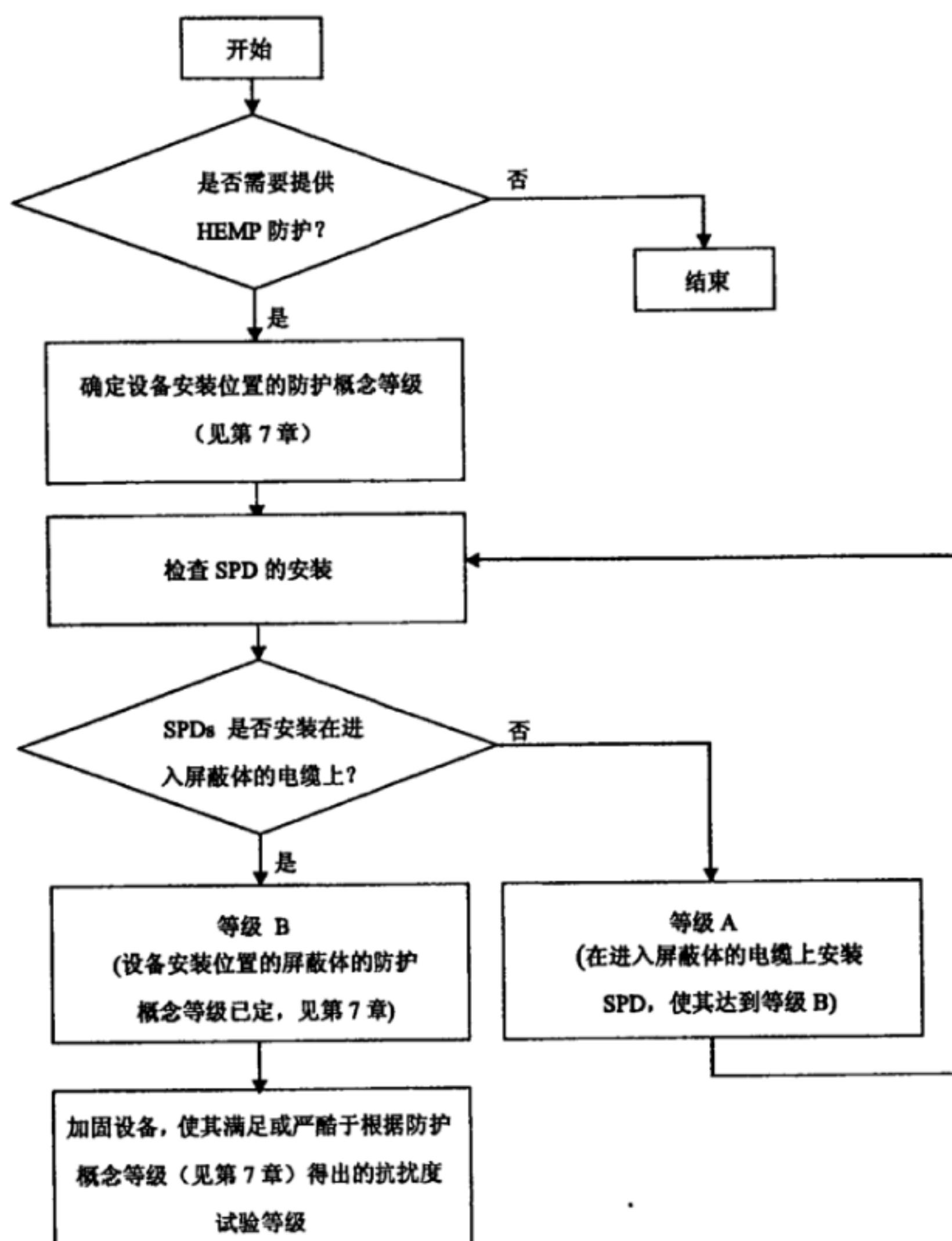
当我们对已经安装好系统的电信中心大楼实施 HEMP 防护时，只能采用加装屏蔽和浪涌保护的措施。设计流程图如图表 A.2 所示。在这种情况下，系统设备应符合高空电磁脉冲（HEMP）的抗扰度要求。如果设备不受高空电磁脉冲（HEMP）的影响（见第 8 章），附加屏蔽的等级可以选为建筑大楼的防护等级（见第 7 章）。如果设备能达到最小 HEMP 抗扰度等级（见附录 I），则附加屏蔽等级是概念等级 5 或 6，此时，在电信和电源线上应安装浪涌保护器和滤波器。



图A.2 情况1的设计流程图

A.4.1.3 情况 2 的设计流程图

当建筑大楼还没有安装系统设备时，我们可以要求设备能在给定的屏蔽和浪涌保护措施的建筑大楼里安全工作。在此种情况下，设备的抗 HEMP 要求就取决于该建筑大楼的防护概念等级。设计流程图如图 A.3 所示。例如，假定建筑大楼的防护概念等级为 4 级（见第 7 章，屏蔽效能 40 dB），首先应确认电缆上安装的浪涌保护器满足 4 级要求，同时要确认具备 4 级 HEMP 抗扰度等级（见第七章）的设备安装在电信中心内。



图A.3 情况2的设计流程图

附录 B
(资料性附录)

ITU-T K.48/K.20 和 IEC 61000-6-6 抗扰度的对比

当我们对系统已经安装完毕的电信中心大楼采取防护措施时，唯一可选择的措施就是附加屏蔽及浪涌保护器。在这种情况下，系统设备必须满足抗 HEMP 的最低要求。即便如此，HEMP 的最低要求与 K.48 的抗扰度、K.20 的耐受度要求还是有差异的。因此，即使设备满足了 K.48、K.20 的要求，还是需要再进行表 B.1 或 B.2 中的抗 HEMP 最低要求测试。

不同端口的抗扰度等级对比见表 B.3 到 B.9。滤波器包含在建筑大楼的范围内。

表B.1 建筑大楼5级和6级的最低抗HEMP要求

测试端口	测试项目	基础标准	性能判据	最低抗 HEMP 要求
信号端口	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	1kV
信号端口（外部天线）	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	1kV
直流电源输入和输出端口	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	2kV
	阻尼振荡波电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-25	B	1kV
交流电源输入和输出端口	1.2/50us 浪涌	IEC 61000-4-5	B	2kV
	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	2kV
	阻尼振荡波电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-25	B	1kV
功能性接地端口	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	1kV
	阻尼振荡波电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-25	B	0.5kV

表B.2 建筑大楼4级的最低抗HEMP要求

测试端口	测试项目	基础标准	性能判据	最低抗 HEMP 要求
信号端口	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	1kV
信号端口（外部天线）	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	1kV
直流电源输入和输出端口	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-25	B	0.5kV
	阻尼振荡波电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-4	B	2kV
交流电源输入和输出端口	1.2/50us 浪涌	IEC 61000-4-25	B	1kV
	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-5	B	2kV
	阻尼振荡波电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-4	B	2kV
功能性接地端口	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-25	B	1kV
	阻尼振荡波电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-4	B	1kV

表B.3 抗扰度测试——外壳端口

试验	辐射骚扰和静电放电	基础标准	性能判据	建筑大楼的防护等级					
				1A	1B	2	3	4	5~6
IEC 61000-6-6	2.5/25ns 电磁脉冲	IEC 61000-4-25	B	50kV/m	50kV/m	5kV/m	5kV/m	可选 500V/m	不需要
ITU-T K.48	射频电磁场	ITU-T K.48	B	3V/m 10V/m (800MHz-1.5GHz)					
IEC 61000-6-6	静电放电	IEC 61000-4-2	B	8kV	8kV	8kV	8kV	8kV	8kV
ITU-T K.48	静电放电		B	4kV					

表B.4 抗扰度测试——信号端口

试验	传导骚扰	基础标准	性能判据	建筑大楼的防护等级					
				1A	1B	2	3	4	5~6
IEC 61000-6-6	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	8kV	8kV	1kV	1kV	1kV	1kV
ITU-T K.48	瞬态场	ITU-T K.48	B	0.5kV 线-线和线-地					
IEC 61000-6-6	静电放电	IEC 61000-4-2	B	8kV	8kV	8kV	8kV	8kV	8kV
ITU-T K.48	静电放电		B	0.5kV					

表B.5 抗扰度测试——信号端口（外部天线）

试验	传导骚扰	基础标准	性能判据	建筑大楼的防护等级						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
IEC 61000-6-6	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	16kV	4kV	49kV	4kV	1kV	1kV	1kV
IEC 61000-6-6	阻尼振荡波 电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-25	B	16kV 320A	16kV 320A	4kV 40A	4kV 40A	4kV 40A	0.5kV 5A	不需要

表B.6 抗扰度测试——信号端口（电信端口）

试验	传导骚扰	基础标准	性能判据	建筑大楼的防护等级						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
IEC 61000-6-6	1.2/50us 浪涌	IEC 61000-4-5	B	4kV	2kV	4kV	2kV	1kV	1kV	1kV
ITU-T K.48	浪涌 1.2/50 us	ITU-T K.48	B	0.5kV(线—线) 1kV (线—地)						
ITU-T K.20	浪涌 10/700	ITU-T K.20		基本要求: 4kV 加强要求: 4kV						
IEC 61000-6-6	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	8kV	8kV	8kV	8kV	1kV	1kV	1kV
ITU-T K.48	快速瞬变	ITU-T K.48	B	1kV						

表B.7 抗扰度测试——直流电源输入输出端口

试验	传导骚扰	基础标准	性能判据	建筑大楼的防护等级						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
IEC 61000-6-6	1.2/50us 浪涌	IEC 61000-4-5	B	4kV	4kV	4kV	1kV	0.5kV	0.5kV	0.5kV
ITU-T K.48	浪涌 1.2/50 us	ITU-T K.48	B	0.5kV(线—线) 1kV (线—地)						
ITU-T K.20	浪涌 1.2/50 us	ITU-T K.20		基本要求: 4kV 加强要求: 4kV						
IEC 61000-6-6	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	16kV	16kV	4kV	2kV	2kV	2kV	2kV
IEC 61000-6-6	阻尼振荡波电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-25	B	4kV	4kV	4kV	4kV	2kV	1kV	1kV
ITU-T K.48	快速瞬变	ITU-T K.48	B	0.5kV						

表B.8 抗扰度测试——交流电源输入输出端口

试验	传导骚扰	基本标准	标准	建筑大楼的防护等级						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
IEC 61000-6-6	1.2/50us 浪涌	IEC 61000-4-5	B	4kV	2kV	4kV	2kV	2kV	2kV	2kV

表B.8 (续)

试验	传导骚扰	基本标准	标准	建筑大楼的防护等级						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
ITU-T K.48	浪涌 1.2/50	ITU-T K.48	B	0.5kV(线—线) 1kV (地—线)						
ITU-T K.20	浪涌 1.2/50	ITU-T K.20	B	基本要求: 1kV 加强要求: 1.5kV						
IEC 61000-6-6	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	20kV	16kV	20kV	16kV	2kV	2kV	2kV
ITU-T K.48	快速瞬变	ITU-T K.48	B	1kV						
IEC 61000-6-6	阻尼振荡波电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-25	B	4kV	4kV	4kV	4kV	2kV	2kV	2kV
IEC 61000-6-6	电压跌落和中断	IEC 61000-4-11	C	60% 1s >95% 5s						
ITU-T K.48	电压跌落	ITU-T K.48	B C	>95% 0.5s 30% 25s						
IEC 61000-6-6	电源频率谐波	IEC 61000-4-13	B	等级 3						
ITU-T K.48	快速瞬变	ITU-T K.48	B	1 kV						

表B.9 抗扰度测试——功能性接地端口

试验	传导骚扰	基础标准	性能判据	建筑大楼的防护等级						
				1A	1B	2A	2B	3	4	5~6
IEC 61000-6-6	5/50ns EFT/B	IEC 61000-4-4	B	4kV	4kV	2kV	2kV	1kV	1kV	1kV
IEC 61000-6-6	阻尼振荡波 电缆屏蔽测试	IEC 61000-4-25	B	4kV	4kV	2kV	2kV	1kV	1kV	0.5kV

中华人民共和国
通信行业标准
电信设备安装的电磁兼容及缓和措施
第 8 部分：电信中心的 HEMP 防护
YD/T 2191.8-2013

*

人民邮电出版社出版发行
北京市丰台区成寿寺路 11 号邮电出版大厦
邮政编码：100064
宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷
版权所有 不得翻印

*

开本：880 × 1230 1/16 2013 年 10 月第 1 版
印张：1.5 2013 年 10 月北京第 1 次印刷
字数：37 千字

15115 • 168

定价：25 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492