



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 3027-2016

基于公用电信网的宽带客户网络 防雷技术要求及保护方法

The technical requirements and protection methods of lightning
protection for broadband customer network based on
telecommunication network

(ITU-T K.85, Requirements for the mitigation of lightning effects on home
networks installed in customer premises, NEQ)

2016-01-15 发布

2016-04-01 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

4 雷击损害来源.....3

5 技术要求.....3

附录 A（规范性附录） 保护导则.....8

附录 B（资料性附录） 不当安装导致的损坏.....10

附录 C（资料性附录） 协调保护.....11

附录 D（资料性附录） 保护必要性的评估.....13

附录 E（资料性附录） 不满足接地搭接要求时的缓解措施.....16

广东省网络空间安全协会受控资料

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准非等效采标ITU-T K.85 《Requirements for the mitigation of lightning effects on home networks installed in customer premises》，与ITU-T K.85的主要差异是：

- 针对国内应用情况对设备抗力要求（仅以太网）做适当变更，明确了浮地设备的技术要求；
- 丰富了附录B关于不当安装导致损坏的内容，分析国内典型损坏案例并补充相关缓解措施；
- 提升了附录C关于保护协调的可操作性，详细描述了试验方法；
- 增加了常用信号端口SPD的技术要求。
- 附录E提供了系统不满足接地搭接要求时的缓解措施。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：中国电信集团公司、华为技术有限公司、中讯邮电咨询设计院有限公司、上海雷迅防雷技术有限公司、瑞斯康达科技发展有限公司。

本标准主要起草人：王华刚、刘殿铭、罗森文、张兴海、陈少川、关强华、石莹、张锦旸、陈强、郭允坡、戴传友、梁爱弟。

基于公用电信网的宽带客户网络防雷技术要求及保护方法

1 范围

本标准规定了基于公用电信网的宽带客户网络防雷技术要求及保护方法；本标准同时给出了保护导则、SPD协调保护、保护必要性的评估及缓解措施。

本标准适用于安装在用户楼宇中的基于公用电信网络的宽带客户网络，宽带客户网络中的宽带电信服务可由光缆、无线、有线同轴电缆或xDSL线缆等提供。

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 18802.21-2004	低压电涌保护器 第 21 部分：电信和信号网络的电涌保护器（SPD）——性能要求和试验方法
GB/T 18802.22-2008	低压电涌保护器 第 22 部分：电信和信号网络的电涌保护器（SPD）选择和使用导则
GB/T 21714.2-2008	雷电防护 第 2 部分：风险管理
GB/T 21714.4-2008	雷电防护 第 4 部分：建筑物内电气和电子系统
YD/T 965	电信终端设备的安全要求和试验方法
YD/T 1082-2011	接入网设备过电压过电流防护及基本环境适应性技术要求和试验方法
YD/T 1542-2006	信号网络浪涌保护器（SPD）技术要求和测试方法
YD/T 2059-2009	雷电在通信网络和信号网络上的预期浪涌
YD/T 2195-2010	用户楼宇内通信设备的过电压防护
YD/T 2325-2011	与信息通信技术网络连接设备的安全接口分类

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

3.1.1

基于公用电信网的宽带客户网络 Broadband Customer Network Based on Telecommunication Network

在客户网络内部以有线或无线方式将多个设备连接起来并通过网关将电信网络提供的宽带业务和应用延伸到客户家庭网络范围内的网络。

3.1.2

家庭网关 Home Gateway(HGW)

客户家庭网络与电信网络间的网关设备，客户家庭网络内其他设备通过它可以与电信网络之间进行信息交互，也可以进行设备之间的信息交互。家庭网关在家庭网络中的位置如图1所示。

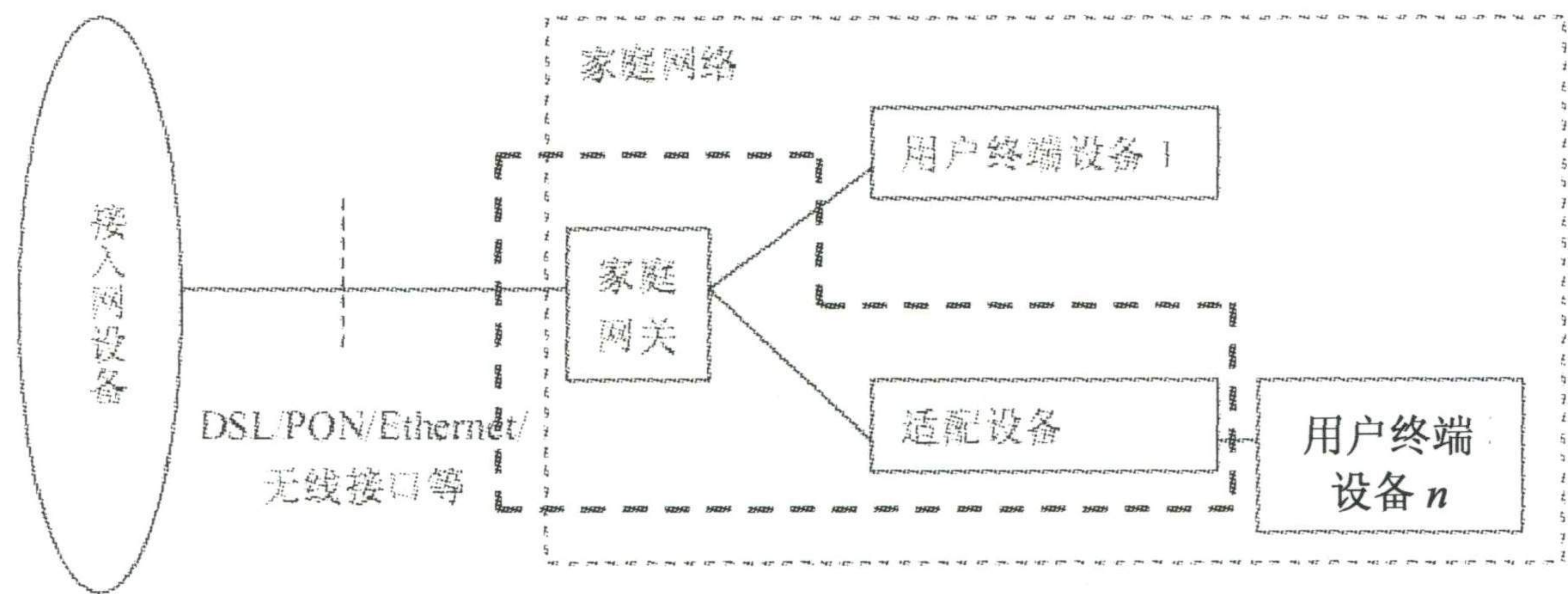


图 1 家庭网关在家庭网络中的位置

3.1.3

适配设备 Functional processing entity

完成家庭网络部分功能实体的处理，如IPTV的机顶盒就是一种适配设备。

3.1.4

对称1+1保护模式 1+1 symmetric protection mode

在单相交流配电系统采用相线对地(L-PE)保护、中性线对地(N-PE)保护的防雷保护模式。且L-PE和N-PE防雷保护模块(电路)相同并均为限压型SPD或具有限压特性的组合型SPD。

3.1.5

组合式浪涌保护器 Multi-Service Surge Protective Device (MSPD)

同时包含信号口和电源口保护的浪涌保护器，其信号端口可能是视频AV信号端口或以太网口。

3.1.6

端口 Port

物理连接器中具备独立业务功能的最小单元，其连接各金属电缆的布置、路由一致。端口是过电压过电流抗力测试的基本单元。通常一个物理连接器所包含的端口数量大于等于1。

例如：DB 48连接器输出24路电话端口。

例如：RJ 45连接器输出1路以太网端口(FE/GE)。

3.1.7

内部端口 Internal port

端口连接的线缆只在物理设施内部走线，不直接或者间接(如：分离器)连接到物理设施外部的线缆的端口。内部端口由于内部线缆的感应，可能遭受瞬态过电压或过电流。

3.1.8

外部端口 External port

端口连接的线缆直接或者间接(如：分离器)连接到物理设施之外的线缆的端口。外部端口由于外部线缆的感应，可能遭受到电力线故障和雷击危害。

3.2 缩略语

以下缩略语适用于本文件：

CPE	Customer premises equipment	用户楼宇设备
MET	Main Earth Terminal	总接地排

MSPD	Multi-Service Surge Protectice Device	组合式浪涌保护器
NTD	Network Termination Device	网络终端设备
ONT	Optical network terminal	光网络终端
SPD	Surge Protective Device	浪涌保护器
STP	Shielded Twisted Pair	屏蔽双绞线
MSB	Universal Serial Bμs	通用串行总线
UTP	Unshielded Twisted Pair	非屏蔽双绞线

4 雷击损害来源

通信设备在宽带客户网络使用时是否需要提供保护，不仅取决于从信号和电力线路上侵入的过电压和过电流（由于线路上传导和感应的雷击浪涌引起的），还取决于来自建筑物的过电压和过电流（雷直击于建筑物框架），如图2所示。

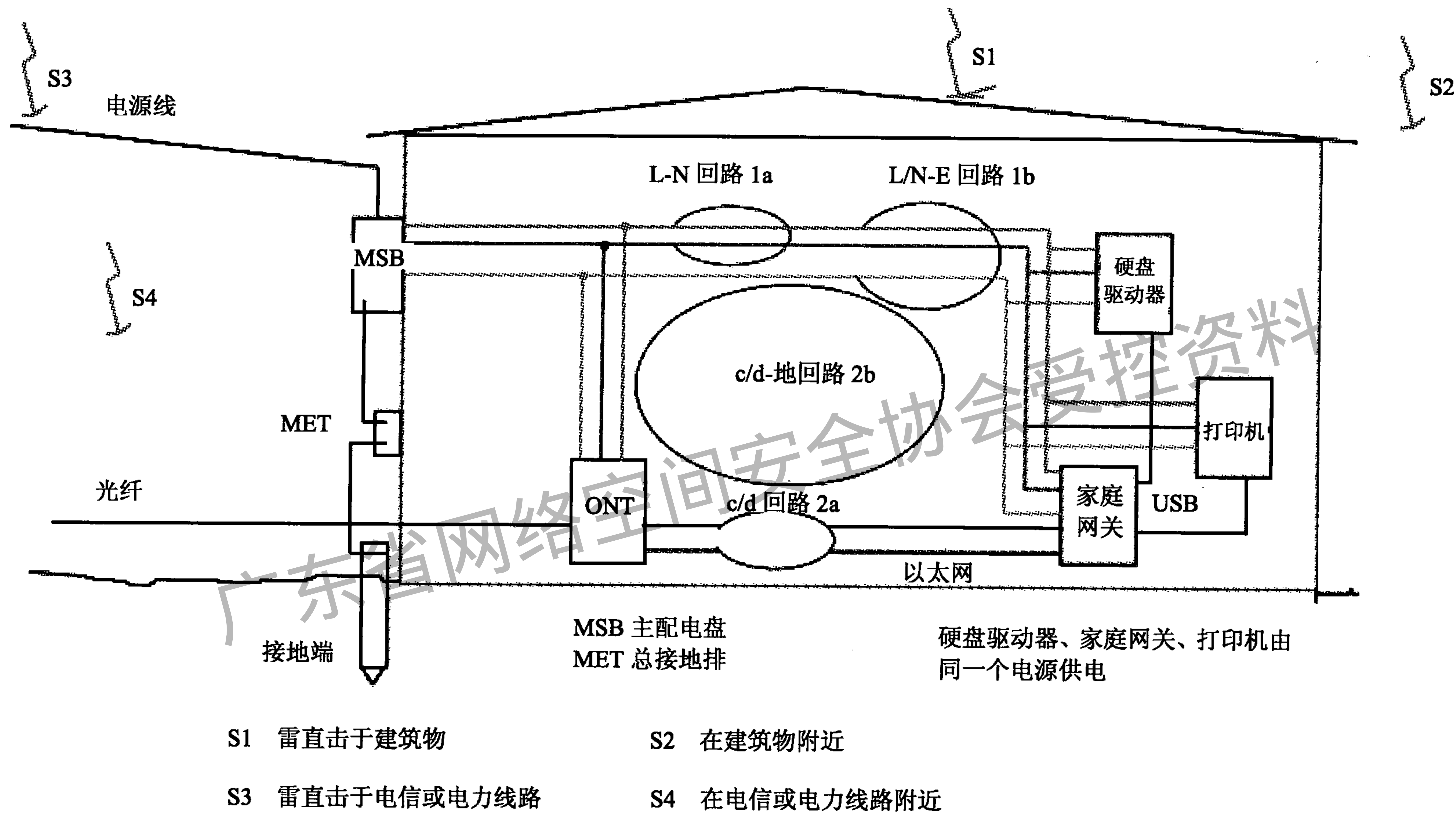


图2 宽带客户网络雷击风险来源

5 技术要求

5.1 性能判据

本标准规定了以下性能判据：

- a) 判据 A：设备应能经受试验，各端口试验后通信功能正常，预先建立的通信链路无需人工干预仍可正常使用。
- b) 判据 B：测试过程中允许设备安全失效。如发生任何损坏，应能确保损坏仅限于 EUT 中与测试直接相关的局部范围内。

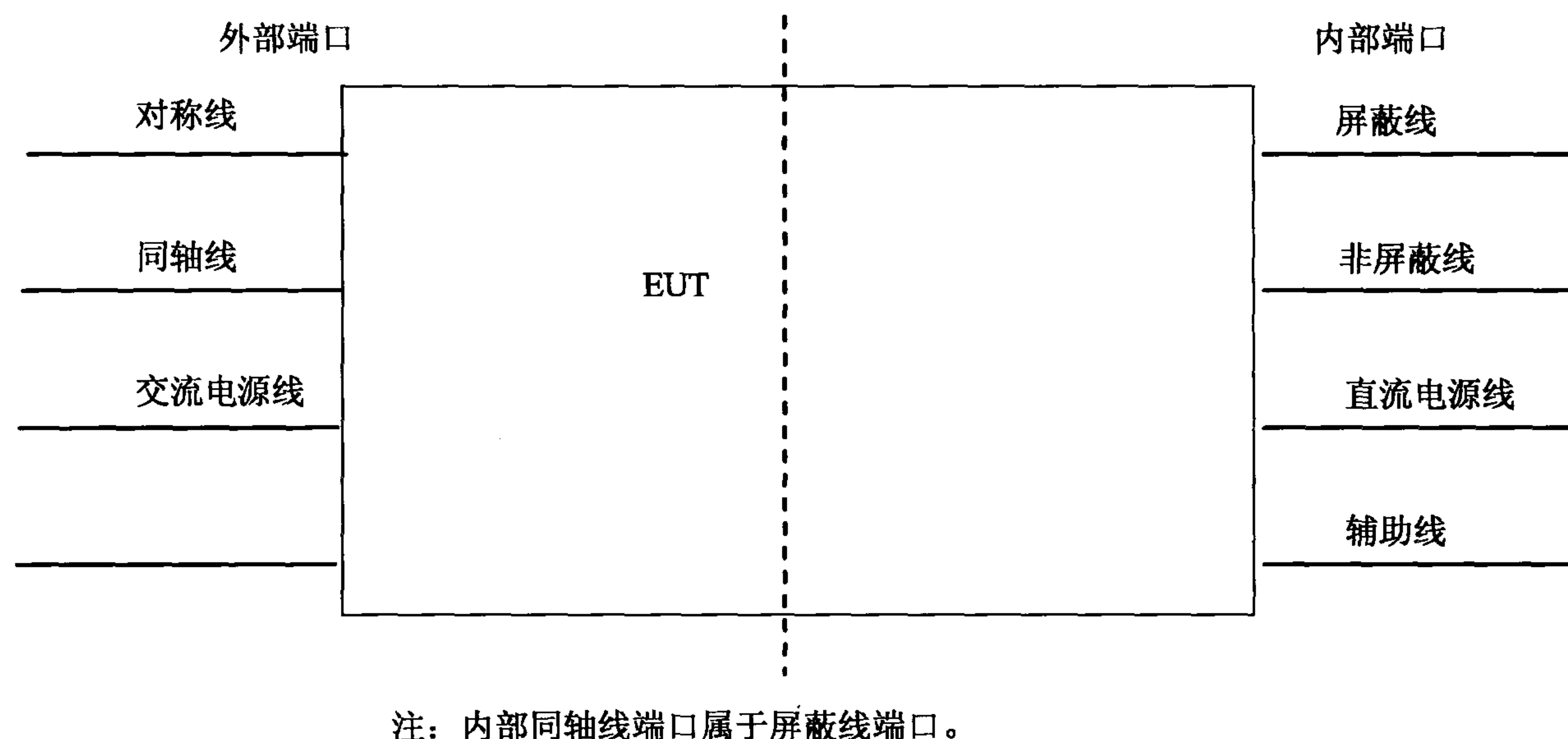
不应使设备产生火灾、器件爆碎或明显的安全隐患。安全隐患主要包括但不限于：

- 设备外壳有明火产生；
- 设备内部的火星、火花穿出设备外；

——设备熔化的金属物、器件碎末喷溅出设备外。

5.2 端口分类

对设备的端口分为两类：外部端口和内部端口，外部端口和内部端口的定义见3.1.7和3.1.8，端口的形态如图3所示。



注：内部同轴线端口属于屏蔽线端口。

图3 宽带客户网络设备的端口类型

5.2.1 外部端口

外部端口的形态可包括：对称线端口、同轴线端口、交流电源端口等。一般将交流电源端口和xDSL端口视为外部端口；同轴端口、电话端口和以太网端口依据设备制造商宣称的典型走线场景确定为内部端口或外部端口。

5.2.2 内部端口

内部端口的形态可包括：屏蔽线端口、非屏蔽线端口、直流电源端口、辅助端口。辅助端口主要包括控制端口、MSB、HDMI等，对该类端口的抗力要求待研究。

5.3 宽带客户网络设备防雷技术要求

5.3.1 抗力等级的分类

为减少设备的不当应用带来的人身安全及设备损坏的风险，设备制造商应在产品手册中通过文字、图表等方式详细描述设备可能的应用场景，端口线缆的连接要求，尤其是那些可能连接到离开建筑物的设备的端口，对于连接到天线的端口和仅支持室内走线连接的端口也应特别说明。

为给设备提供有效的防护，应参考附录A；关于不当安装导致损坏的内容，可参考附录B；浪涌保护器之间的协调保护方法，可参考附录C；附录D同时给出了宽带客户网络雷击保护必要性的评估。

宽带客户网络设备应根据图4所示流程中示意的接地搭接情况、防雷器安装情况等来确定抗力等级，设备的抗力等级分为基本抗力和加强抗力。如设备的加强抗力还不能满足雷击损坏率要求时，可参考附录E中提供的系统缓解措施。

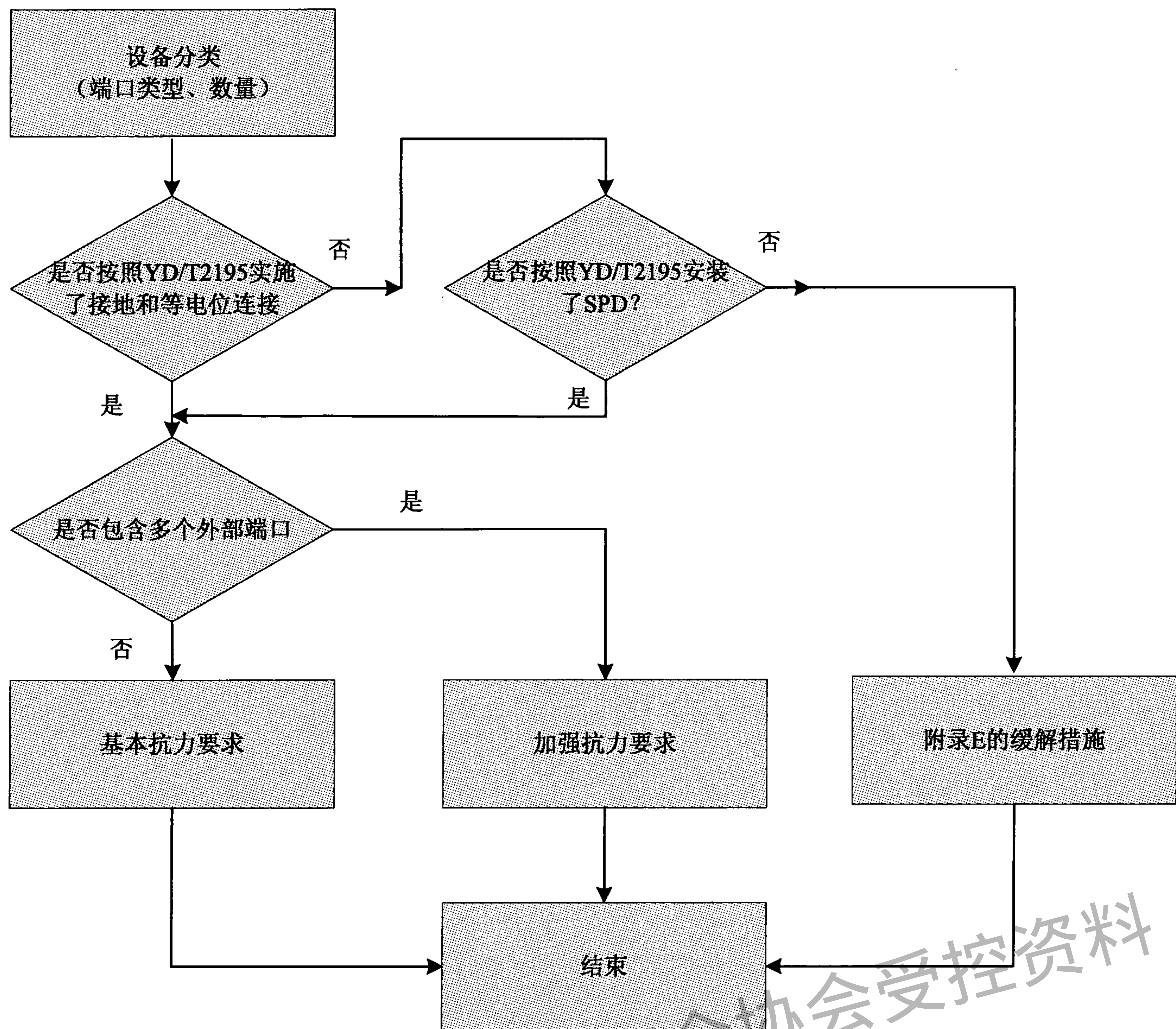


图4 设备的抗力等级分类

5.3.2 设备的基本抗力及加强抗力

设备的雷电防护能力应根据 5.3.1 的确定流程进行选择，接地设备的基本等级和加强等级按照表 1 的要求，不接地设备的基本等级按照表 2 的要求，不接地设备的加强等级按照表 3 的要求。

表 1 接地设备端口的基本及加强防雷等级

试验项目	测试类型		外部对称端口 (10/700μs 25Ω)	外部同轴端口 ⁴ (1.2/50μs 0Ω)	交流电源端口 (1.2/50μs 0Ω)	内部非屏蔽端 口 (1.2/50μs 10Ω)	内部屏蔽端口 (1.2/50μs 0Ω)	以太网口 ⁵ (10/700μs 25Ω)	直流电源端 口 (1.2/50μs 10Ω+9uF)	判据
雷击过电压	横向 ²	基本测试	1.5kV	1kV	2.5kV	/	/	0.5kV	1kV	A
		加强测试	1.5kV	1.5kV	6kV	/	/	0.5kV	1.5kV	A
	纵向 ²	基本测试	1.5kV	/	2.5kV	1kV	1kV	2kV	1kV	A
		加强测试 ³	6kV	/	6kV	1.5kV	1.5kV	4kV	1.5kV	A
冲击电流 ₁ (8/20μs)	横向 ²	基本测试	/	1kA	/	/	/	/	/	A
		加强测试	/	5kA	/	/	/	/	/	A
	纵向 ²	基本测试	1kA/线	2kA	/	/	/	/	/	A
		加强测试	1kA/线	5kA	/	/	/	/	/	A

注 1：仅在设备制造商宣称设备内置有大量级通流元件，运营商无需再外置 SPD 时才进行测试；
注 2：横向测试既适用于接地设备，又适用于浮地设备；纵向测试仅适用于接地设备，不适用于浮地设备；
注 3：如果设备的固有防护采用的防护器件是接地的，则外部对称端口仅需测试 1.5kV，不必测试 6kV；
注 4：外部同轴端口的冲击电流测试仅适用于接地设备，且同轴芯线上不存在隔离电容的情况。
注 5：以太网口包含 FE/GE/POE，其中横向规格仅适用于 POE 口的-48V 和 RTN 之间，波形为 1.2/50，8/20 组合波，外部阻抗 40Ω

表2 浮地设备端口—端口间的基本防雷等级

耦合到地端口 被测端口	外部对称端口	外部同轴端口	交流电源端口	内部非屏蔽端口	内部屏蔽端口	以太网口	直流电源端口
外部对称端口	1.5kV, 10/700,25Ω	1.5kV, 10/700,25Ω;	1.5kV, 10/700,25Ω;	1.5kV, 10/700,25Ω	1.5kV, 10/700,25Ω	1.5kV, 10/700,25Ω	1.5kV, 10/700,25Ω
外部同轴端口 ¹	/	/	/	/	/	/	/
交流电源端口	2.5kV, 1.2/50,0Ω;	2.5kV, 1.2/50,0Ω;	/	2.5kV, 1.2/50,0Ω;	2.5kV, 1.2/50,0Ω;	2.5kV, 1.2/50,0Ω;	2.5kV, 1.2/50,0Ω;
内部非屏蔽端口	1kV, 1.2/50,10Ω	1kV, 1.2/50,10Ω	1kV, 1.2/50,10Ω	1kV, 1.2/50,10Ω	1kV, 1.2/50,10Ω	1kV, 1.2/50,10Ω	1kV, 1.2/50,10Ω
内部屏蔽端口	1kV, 1.2/50,0Ω	1kV, 1.2/50,0Ω	1kV, 1.2/50,0Ω	1kV, 1.2/50,0Ω	1kV, 1.2/50,0Ω	1kV, 1.2/50,0Ω	1kV, 1.2/50,0Ω
以太网口	2kV, 10/700,25Ω;	2kV, 10/700,25Ω;	2kV, 10/700,25Ω;	2kV, 10/700,25Ω;	2kV, 10/700,25Ω;	/	2kV, 10/700,25Ω;
直流电源端口	1kV,1.2/50, 10Ω+9μF	1kV,1.2/50, 10Ω+9μF	1kV,1.2/50,1 0Ω+9μF	1kV,1.2/50, 10Ω+9μF	1kV,1.2/50, 10Ω+9μF	1kV,1.2/50, 10Ω+9μF	/
注 1: 浮地设备的雷击过电压要求待研究;							
注 2: 以上各测试项目均按照 A 判据要求							

表3 浮地设备端口—端口间的加强防雷等级

耦合到地端口 被测端口	外部对称端口	外部同轴端口	交流电源端口	内部非屏蔽端口	内部屏蔽端口	以太网口	直流电源端口
外部对称端口	6kV, 10/700,25Ω;	6kV, 10/700,25Ω;	6kV, 10/700,25Ω;	6kV, 10/700,25Ω;	6kV, 10/700,25Ω;	6kV, 10/700,25Ω;	6kV, 10/700,25Ω;
外部同轴端口 ¹	/	/	/	/	/	/	/
交流电源端口	6kV, 1.2/50,0Ω;	6kV, 1.2/50,0Ω;	/	6kV, 1.2/50,0Ω;	6kV, 1.2/50,0Ω;	6kV, 1.2/50,0Ω;	6kV, 1.2/50,0Ω;
内部非屏蔽端口	1.5kV, 1.2/50,10Ω;	1.5kV, 1.2/50,10Ω;	1.5kV, 1.2/50,10Ω;	1.5kV, 1.2/50,10Ω;	1.5kV, 1.2/50,10Ω;	1.5kV, 1.2/50,10Ω;	1.5kV, 1.2/50,10Ω;
内部屏蔽端口	1.5kV, 1.2/50,0Ω;	1.5kV, 1.2/50,0Ω;	1.5kV, 1.2/50,0Ω;	1.5kV, 1.2/50,0Ω;	1.5kV, 1.2/50,0Ω;	1.5kV, 1.2/50,0Ω;	1.5kV, 1.2/50,0Ω;
以太网口	4kV, 10/700,25Ω;	4kV, 10/700,25Ω;	4kV, 10/700,25Ω;	4kV, 10/700,25Ω;	4kV, 10/700,25Ω;	/	4kV, 10/700,25Ω;
直流电源端口	1.5kV,1.2/50, 10Ω+9μF;	1.5kV,1.2/50, 10Ω+9μF;	1.5kV,1.2/50, 10Ω+9μF;	1.5kV,1.2/50, 10Ω+9μF;	1.5kV,1.2/50, 10Ω+9μF;	1.5kV, 1.2/50,10Ω+9μF;	/
注 1: 浮地设备的雷击过电压要求待研究;							
注 2: 以上各测试项目均按照 A 判据要求。							

5.4 安全要求

应满足YD/T 965中电信终端设备的安全要求。
通过绝缘和接地的方式可实现设备的安全，具体实现见YD/T 2325-2011。

5.5 接地与等电位连接

当设备端口的绝缘和隔离不充分时，设备应可靠接地。对宽带客户网络设备而言，接地的主要目的是功能性接地、防雷接地和电气安全接地，其接地方式可划分为以下四类：

- a) 不接地（浮地设备）；
- b) 由设备电源线接地；
- c) 直接接设备保护地；
- d) 连接至单独的防雷地排。

有关接地与等电位连接的情景和雷击风险见YD/T 2195-2010附录C。

5.6 SPD 技术要求

5.6.1 信号 SPD 技术要求

宽带客户网络设备用信号SPD应符合表4的要求。

表 4 信号 SPD 技术要求

测试项目	AV 信号端口 SPD 技术要求	以太网 SPD 技术要求 ₁	xDSL 端口 SPD 技术要求
电压保护等级 Ug	芯线—外皮≤90V，外皮—地≤600V	线间≤90V，线—地≤600V	直流击穿电压在 350V~500V@100V/s
标称放电电流 8/20μs (输入、输出端)	≥5kA	≥1kA	≥1kA/线
插入损耗	≤0.5dB (0~10MHz)	/	/
驻波比	≤1.2 (0~10MHz)	/	/
特性阻抗	75Ω	/	/
连接方式	同轴串联	RJ45 接口串联	配线直连
传输速率	/	≥100Mbit/s	/
丢包率	/	≤1×10 ⁻⁹ (100Mbit/s)	/
对地电容	/	/	≤1.5pF@1MHz
绝缘阻抗	/	/	≥1000MΩ@100V _{DC}

注：本表所列以太网 SPD 专指主动防护型 SPD，且应注明是否适应 POE 馈电，对隔离型 SPD 暂不做要求

信号SPD其他性能指标应符合YD/T 1542-2006的要求。

5.6.2 组合式 SPD 的防雷指标配合要求

同时含有电源端口和信号端口的组合式MSPD的指标配合要求：

信号端口的输入、输出端（共模）均应能承受与电源端口最大放电电流试验时限制电压等值的混合波冲击。

5.7 无线和光纤接入

宽带客户网络设备宜采用无线接入和光纤接入的方式，能实现良好的设备防雷保护。

附 录 A
(规范性附录)
保护导则

为了对设备提供有效的防护，有必要理解浪涌是如何耦合到设备上的以及对设备可能产生的影响。

A.1 外部通信线上耦合的浪涌

图A.1所示的雷击S3和S4考虑的是雷击于线缆或线缆附近时耦合到外部通信线上的浪涌。这种耦合可以是感性耦合或传导耦合。通常来讲，感性耦合产生的电流不大于10到35A或电压不超出几千伏（参考YD/T 2059-2009的表5）。对传导耦合而言，外部线缆中的总电流或电压不太可能超过1000A或100kV，除非雷击于线缆的位置离建筑物在100m以内。如果没有安装初级防护，则设备将遭受进入建筑物的雷击浪涌。如果在线缆端接点（LT）或网络端接点处（NT）安装了初级防护，则设备将遭受以下一种或几种浪涌：

- a) 雷击未能使初级防护启动时，直接通过初级防护的浪涌；
- b) 初级防护器启动后的残余浪涌电压波形；
- c) 初级保护器动作时，雷电流经过初级保护器接地线产生的电压降（即地电位抬升）。

A.2 内部通信线上耦合的浪涌

图A.1中的雷击S1和S2考虑的是雷击于建筑物或建筑物附近时耦合到内部通信线上的浪涌，内部线缆上感应到的浪涌电压的幅值取决于很多因素，例如：雷击电流的大小、雷击点的远近、内部线缆与地环路面积的大小、线缆的类型以及建筑物的屏蔽效果等。YD/T 2059提供了一些可能产生的最大浪涌电压的信息。由于计算起来相当复杂，应按照GB/T 21714.2进行雷电危害评估。SPD通流的选型及搭接线线的选型都应按照YD/T 2059来进行。YD/T 2059-2009的表2显示，当雷击建筑物时内部线缆上感应的雷击短路电流可能高达10/350 μ s 6kA左右，如此高的量级很可能超出了MSPD的防护能力。因此，对于一个高可靠性的系统可能需要有一个专门的防护设计。

A.3 实际施工安装的影响

初级防护很可能距离被保护设备有一定的距离，并且初级防护的安装也不一定是合适的，这些问题包括：

- a) SPD连接线上的感应电压降：这个问题对于符合要求的网络端接设备不严重。YD/T 993针对AC电源口配合初级保护器进行协调测试时允许连接线在1m。SPD的连接线包括SPD与电源线/通信线引接的部分，也包括SPD与接地排搭接的部分。
- b) 流过SPD与主接地排之间的搭接线上的电流：YD/T 2195中推荐了最大的SPD接地线长度，该搭接线的长度将影响初级保护器与设备SPD，或者SPD与设备上安装的MSPD之间分流关系。如果设备的输入阻抗较高，则设备上的峰值电压与搭接线缆的长度成比例。
- c) 设备和保护壳体之间的走线上感应的电压：感应电压的幅值取决于雷电流的幅值、雷击点的远近以及线缆是否屏蔽。
- d) 浪涌在设备端口的反射：一些标准认为应主要考虑由于反射造成的设备端口处电压峰值翻倍的情况。由于初级保护器和设备之间的距离较短，任何高阻抗设备的电压翻倍仅会持续很短的时间（ $<1\mu$ s），

因此不太可能造成绝缘击穿；而任何低阻抗设备的电流翻倍也仅会持续很短的时间并且很容易被设备的SPD承受。

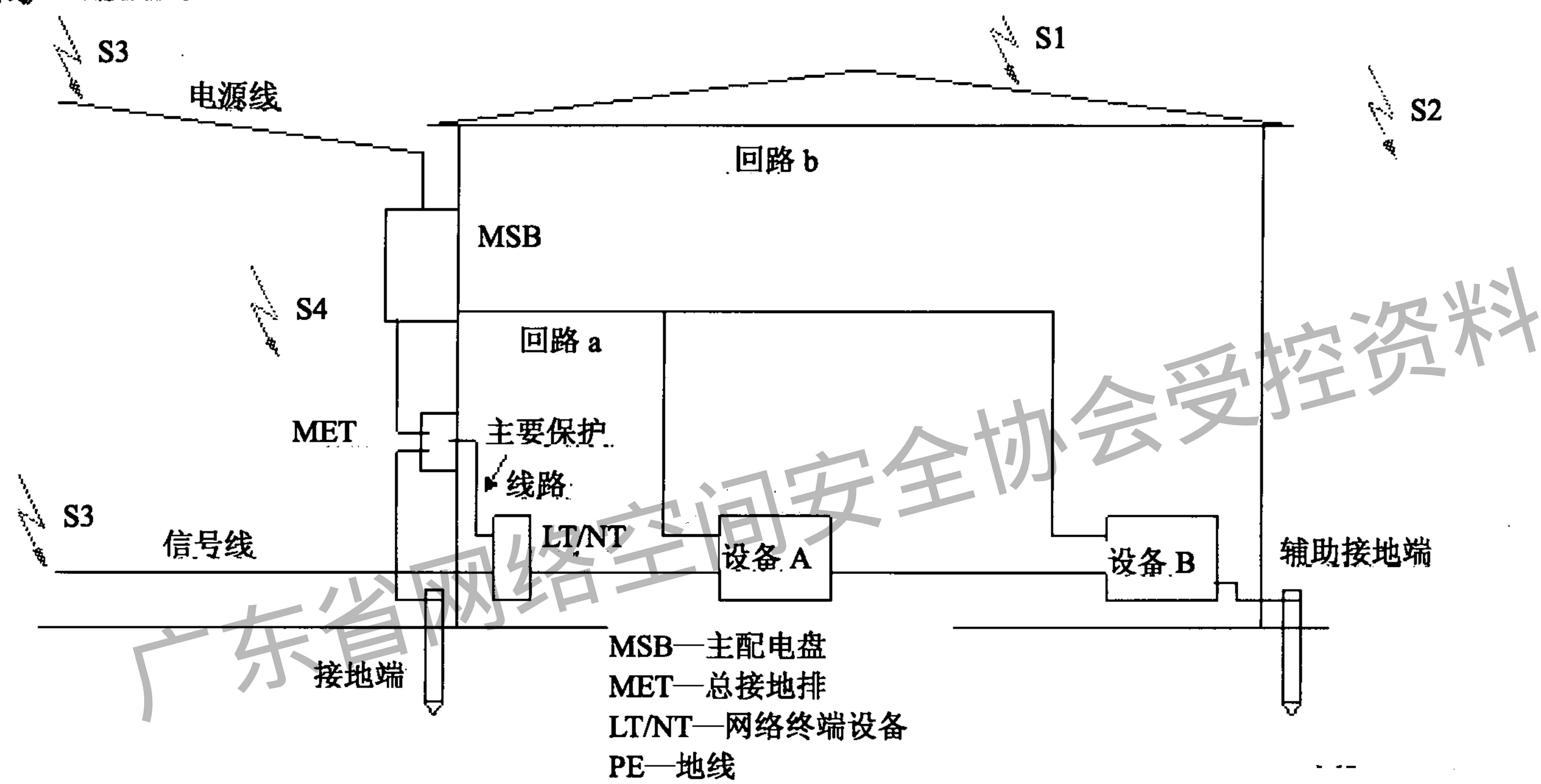
A.4 独立的接地极

图A.1中显示有两个独立的接地极，除非将两个接地极搭接在一起，否则两个接地极之间可能产生地电位差并损坏设备A和设备B的端口。环形接地是实现等电位连接的有效办法，参考YD/T 2195。

A.5 保护思想

对用户楼宇设备的保护思想主要有以下几条：

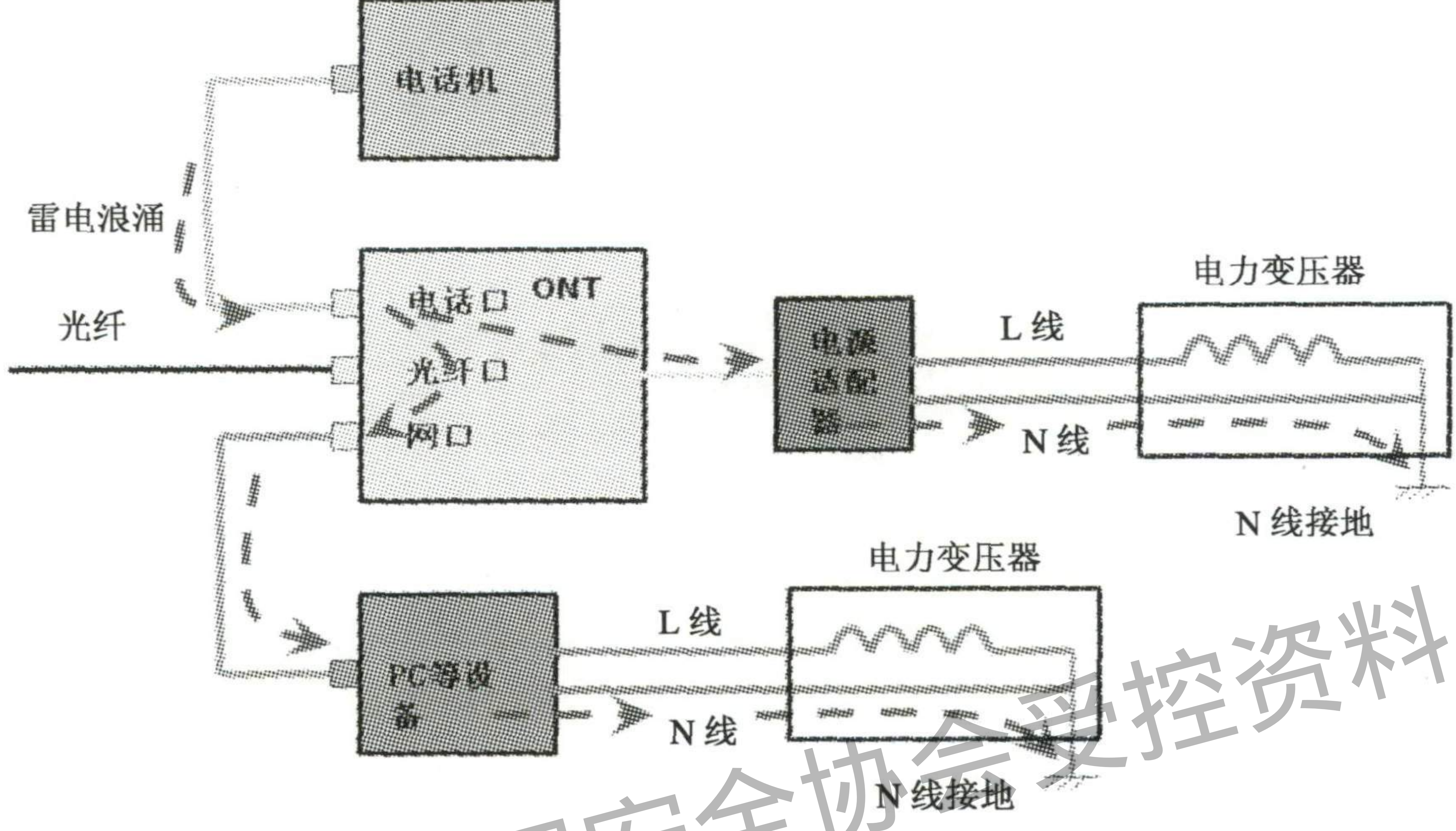
- a) 必要时安装MSPD来保护设备。一个MSPD能够保护设备来自因磁感应耦合到建筑物内的走线（各种业务线、电源线）上的浪涌，它同样可以对来自因业务站遭受直击雷而产生的浪涌起到一定的防护，只要直击雷的位置距离建筑物在几公里以上。
- b) 当雷电危害风险评估认为必要的时候，在室外通信线和电源线进入建筑物的入口处都安装初级保护器，以保护MSPD。



图A.1 由雷击耦合到线缆上的浪涌

附录 B
(资料性附录)
不当安装导致的损坏

某农村地区属于夏季雷击高发地区，存在多种长距离架空入户走线（如交流电源线、CATV同轴线缆、光纤），内部端口连线（如电话线）也存在架空或者沿建筑物外墙较长距离暴露的情况，交流电源口、电话口均未配置SPD。雷雨季节经常出现一些ONT设备的电话口、网口、交流电源口（适配器）损坏的情况，经调查发现设备损坏的原因为：电话线在户外走线，引雷后通过以太网口连接的PC机的交流电源口或ONT的交流电源适配器口泄放，如图B.1所示。



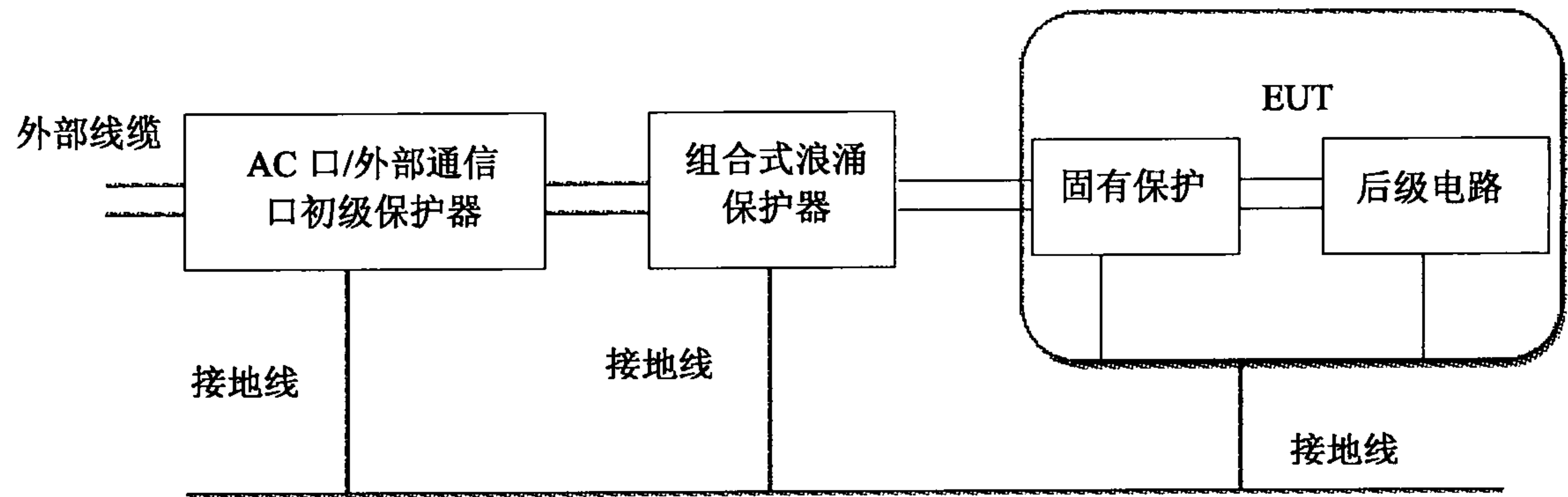
图B.1 ONT设备电话口引雷后的雷电流泄放路径

经调查发现，以上损坏设备的防雷能力已高于国家和行业标准中要求的防雷能力。因此，为保证现网设备的可靠运行，除了在设备层面提高其防雷能力外，还应在施工安装上遵守相关规范，并在困难时采取一定的缓解措施：

- a) 外部端口应依据GB/T 18802.21/22配置SPD，SPD的接地线应尽可能短。如：交流电源端口前级应配置防雷器、xDSL端口应配置保安单元；对于不能配置xDSL端口保安单元的情况下，设备制造商应考虑使用耐压更高的隔离器件来提高设备的抗力水平。
- b) 内部端口只允许连接至内部电缆，外部端口仅连接至外部电缆，勿将内部端口连接至外部电缆。如果内部端口不可避免地需要连接至室外，则应按照外部端口的要求在该端口处加装SPD，并考虑SPD与设备防雷能力的协调情况。在SPD接地困难及有条件时应尽可能使用隔离型SPD，如：在以太网端口加装隔离型SPD。
- c) 与设备内部端口连接的其他设备应与本设备连接至同一接地系统，如果不可避免地需连接至其他接地系统，则应按照外部端口处理，并在端口处加装SPD。

附录 C
(资料性附录)
协调保护

设备外部可能装有组合式浪涌保护器，组合式浪涌保护器前级又可能装有交流电源口防雷器（一般在建筑物主配电箱位置）或外部通信端口初级保护器（俗称保安单元，主配线架位置），如图C.1所示。



图C.1 设备外部可能配置的浪涌保护器

这些浪涌保护器之间需要考虑协调保护，包括以下方面：

- a) 交流电源口防雷器与组合式浪涌保护器之间的协调保护；
- b) 外部通信端口初级保护器与组合式浪涌保护器之间的协调保护；
- c) 组合式浪涌保护器与被测设备（固有保护）之间的协调保护。

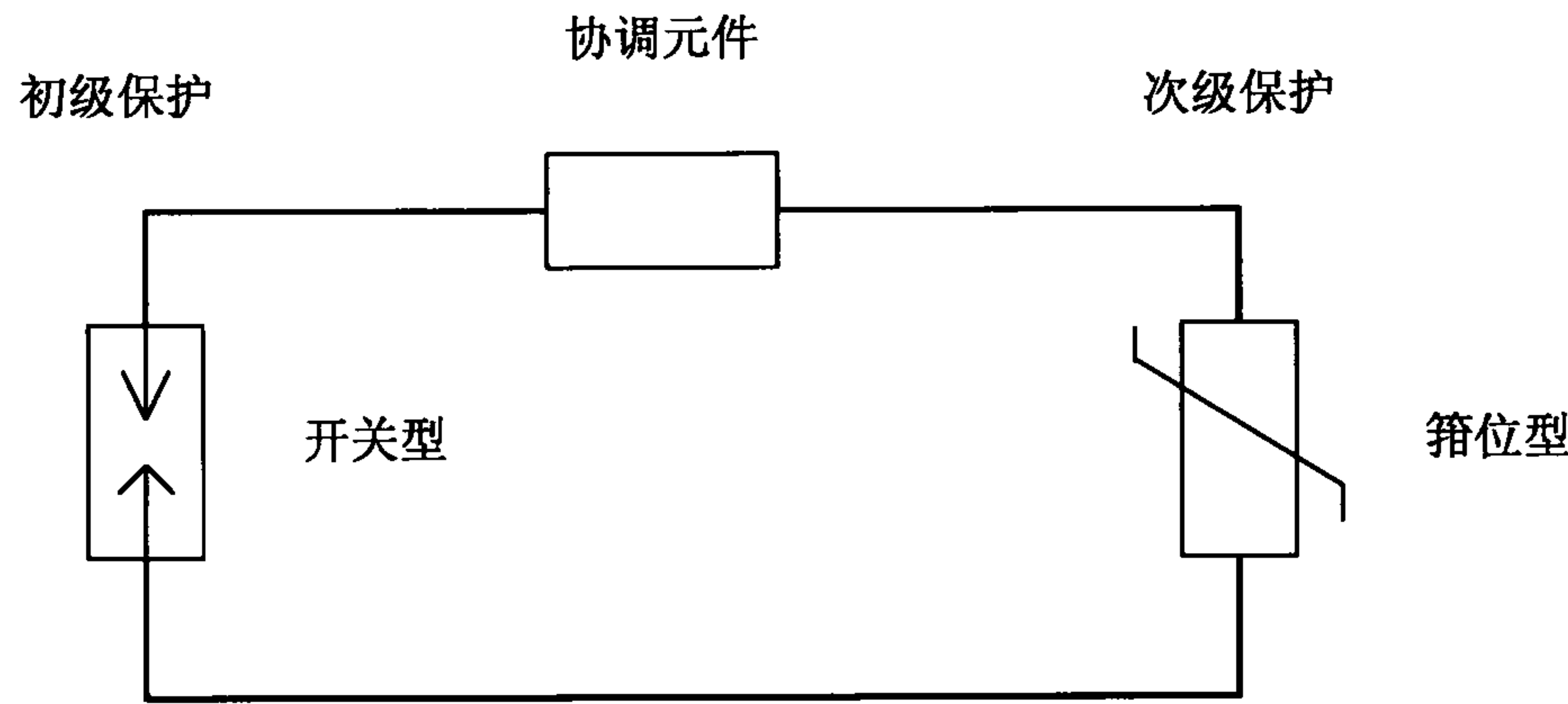
这些浪涌保护器一般具有如下特征：

- a) 外部通信端口用初级保护器（或保安单元）通常包含开关型保护器件，如空气放电管；
- b) 主配电端口用交流电源防雷器通常包含箝位型器件（如：压敏电阻）和开关型器件（如：空气放电管）组成；
- c) 组合式浪涌保护器可能由箝位型器件组成，也可能由开关型器件组成，或者由二者联合组成。

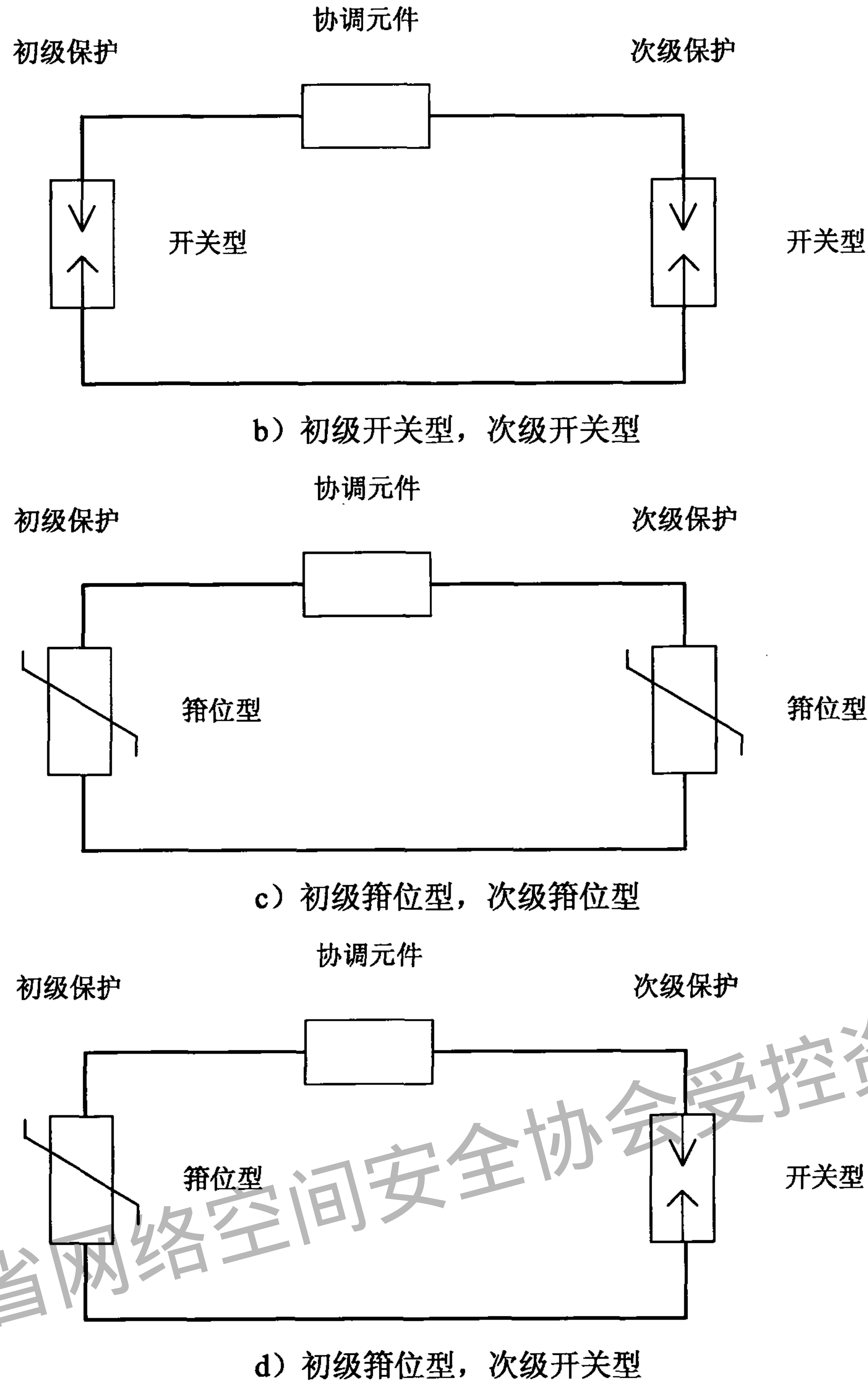
实现这些浪涌保护器之间的协调保护，本标准推荐以下两种方法：

- a) 按照GB/T 18802.21中描述的方法，在前一级浪涌保护器处对标准要求的最高测试等级的20%，30%，45%，60%，75%，90%和100%分别测试；
- b) 按照GB/T 21714.4中描述的方法，根据浪涌保护器由开关型器件或箝位型器件组成的情况（分四种情况），结合保护协调的原理，在相应的电压点进行测试。

任何两个SPD之间的协调保护可以根据SPD自身采用的器件类型分为以下4种情况之一，如图C.2所示。



a) 初级开关型，次级箝位型



图C.2 SPD协调的几种类型

对于图 C.2a 所示的 SPD 之间的协调试验, 应进行以下试验:

- a) 将 U_c 设置为产生的波形刚好低于初级保护器的动作电压 (进入次级保护器的能量最大);
- b) 将 U_c 设置为 $U_{c(max)}$ (最恶劣 dV/dt 的和进入次级保护器的最大峰值电流)。

对于图 C.2b 所示的 SPD 之间的协调试验, 应进行以下试验:

- a) 将 U_c 设置为产生的波形刚好低于次级保护器的动作电压 (进入初级保护器下游的电路元器件的能量最大);
- b) 将 U_c 设置为产生的波形刚好低于初级保护器的动作电压 (进入次级保护器的能量最大);
- c) 将 U_c 设置为 $U_{c(max)}$ (最恶劣 dV/dt 的和进入固有保护器的最大峰值电流)。

对于图 C.2c 所示的 SPD 之间的协调试验, 应进行以下试验:

将 U_c 设置为 $U_{c(max)}$ (最恶劣 dV/dt 的和进入次级保护器的最大峰值电流)。

对于图 C.2d 所示的 SPD 之间的协调试验, 应进行以下试验:

- a) 将 U_c 设置为产生的波形刚好低于固有保护器的动作电压 (进入次级保护器下游的电路元器件的能量最大);
- b) 将 U_c 设置为 $U_{c(max)}$ (最恶劣 dV/dt 的和进入次级保护器的最大峰值电流)。

附录 D
(资料性附录)
保护必要性的评估

附录 D 关注单端口设备、电源接地设备和电源不接地设备的损坏问题，由外部适配器供电的设备根据设备和电源供电配置可以是接地或不接地的。

需要考虑以下 3 类设备：

- a) 单端口设备，例如：POTS；
- b) 电源接地设备；
- c) 电源不接地设备。

适配器供电的设备按照供电电源是否提供连接到设备的地线而认定为电源接地设备或电源不接地设备。

本附录也关注使用的电源没有接地条件的问题。

D.1 单端口设备

单端口设备对地具有高水平的隔离，仅需在其 a-b 之间连接 SPD 加以保护；一般，通过跨接在对称线对上的 GDT 起到保护作用。

D.2 接地设备

接地设备通常在其电源和外部连接端口上会使用接地的 SPCs/SPDs，并且由于内部具有等电位连接而拥有较好的保护水平，如图 D.1 所示；由于通过地线至 MET 的返回电流会引起接地设备电位升高，其内部端口存在损坏的可能性。

接地设备有接地时，应保证其在大多数安装场合的接地可靠性，此时安全风险最小。对于不接地设备未接地时，损坏可能会比较严重，并且在交流接地故障和雷击时存在较大的安全风险。

D.3 不接地设备

不接地设备通常依赖不同类端口之间的绝缘阻隔作用来保障可靠性能和安全性能，如果这种绝缘阻隔发生击穿，接地设备可能就会损坏。这些端口之间不存在等电位连接，如图 D.2 所示；

增加一个保护所有端口的 MSPD 将会为各端口提供等电位连接，如果这种 MSPD 在电源系统的某处进行了接地，此不接地设备和使用者将会获得有效的保护。如果这种 MSPD 在接入的电源系统中没有接地，则此不接地设备的损坏等级可能不会由于使用 MSPD 而降低，并且设备的使用者存在雷击安全风险，因为电源变压器的双重绝缘性能将被电源的 SPDs 上的残压破坏。

D.4 由 MSPD 提供的保护等级

有效的 MSPDs 可能只对外部端口具有保护作用或者对内部外部端口都起保护作用，进行风险评估将会找出哪些端口需要保护，有些 MSPDs 也可能含有协调单元。

D.4.1 内部具有接地的 SPDs 的设备

- 具有协调单元的 MSPD:

使用此种 MSPD 情形下，进入到此设备的浪涌电流将会显著下降，衰减因子 P_{MSPD} 假定为 0.1

- 没有协调单元的 MSPD:

对于外部对称线对端口，设备内部的协调单元应当确保 MSPSD GDT 的动作，衰减因子 P_{MSPD} 可假定为 0.1；对于电源端口，浪涌电流既流过 MSPD 也流过设备内部的 MOVs，此种情形下，衰减因子 P_{MSPD} 须假定为 0.5。此时，看起来设备的电源端口存在损坏的风险；固有保护等级很可能相当高程度上依赖所用保护元件的尺寸大小。

D.4.2 内部不存在接地的 SPDs 的设备

此种情形下，浪涌电流不能进入设备内部，衰减因子 P_{MSPD} 可假定为 0.1

D.5 考虑环路面积

图 D.3 显示，通过短电缆连接的使用变压器隔离的端口上的感应电压也许比预期的数值要大。如果风险评估显示连接长内部电缆的端口需要保护，那么相应连接短线的端口也需要保护，假定以太网口布线总会存在 10m^2 的环路面积；

GB/T 21714.2 在假定信号线与屏蔽层之间的耐受电压为 1000V 的基础上屏蔽电缆的衰减因子使用 K_{S3} ；YD/T 993 中有关内部屏蔽电缆测试对屏蔽层使用了这个电压值，导致信号线导体对屏蔽层的电压小于此试验电压。在此种情形下，非屏蔽环路面积常常使用衰减因子 K_{S3} 。

对于MSB端口的屏蔽电缆，推荐环路面积 0.5m^2 ，此时按照 GB/T 21714.2， $K_{\text{S3}}=0.01$ ，现在一般的MSB端口都具有 100V 的耐受能力，此时按照 GB/T 21714.2， $K_{\text{S4}}=10$ 。

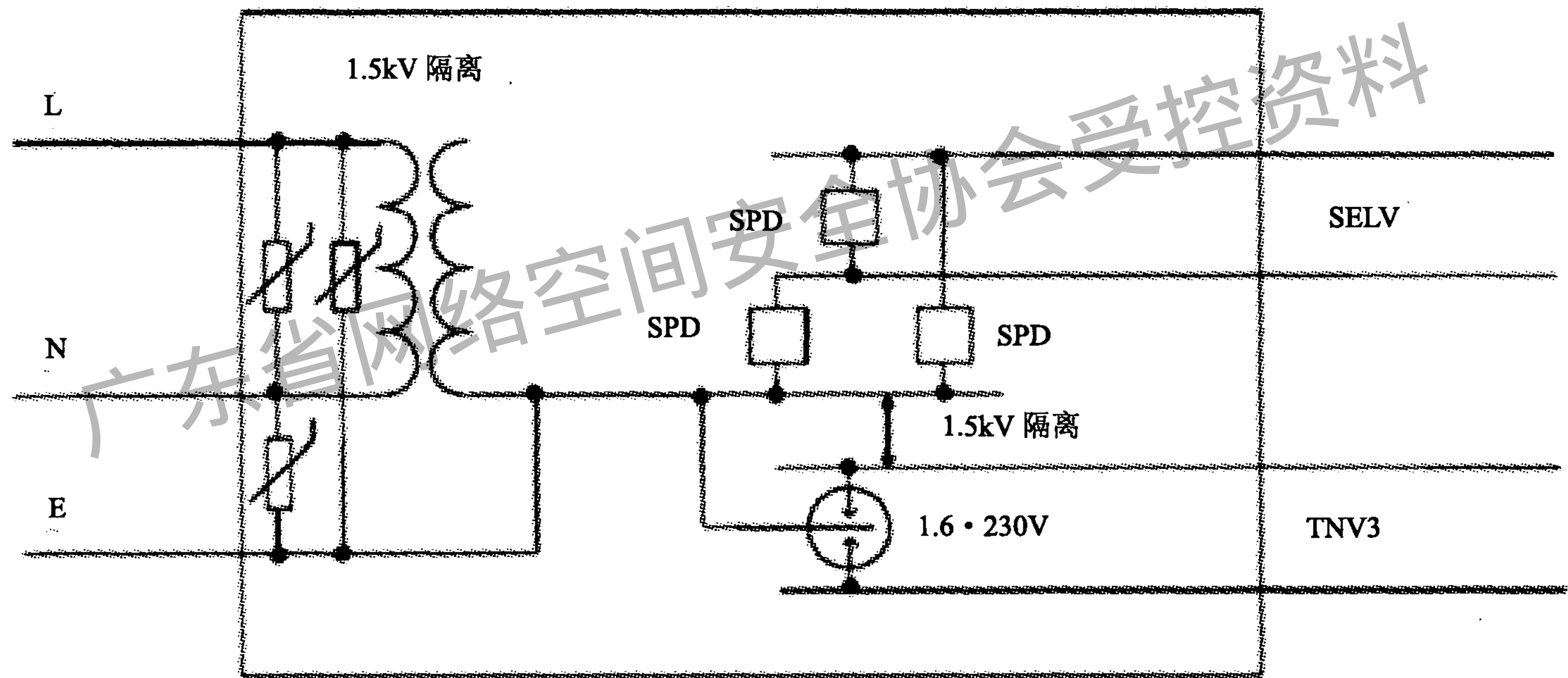


图 D.1 接地的设备

- 设备的安全符合 YD/T 965；
- 需注意：由于线路中的浪涌引起的接地线中的浪涌电流会引起设备相对总地排的电位升高；
- 由于电源浪涌电流引起的内部端口损坏的风险，要求既要使用电源初级保护器也要求所有端口(内部和外部的)通过 MSPD 互连；
- 要是电源接入点缺少接地连接，安全性能就会打折扣，SELV 电路也许会暴露在雷击浪涌之下；
- YD/T 993 要求确保对直到内部固有抗力的浪涌进行保护。

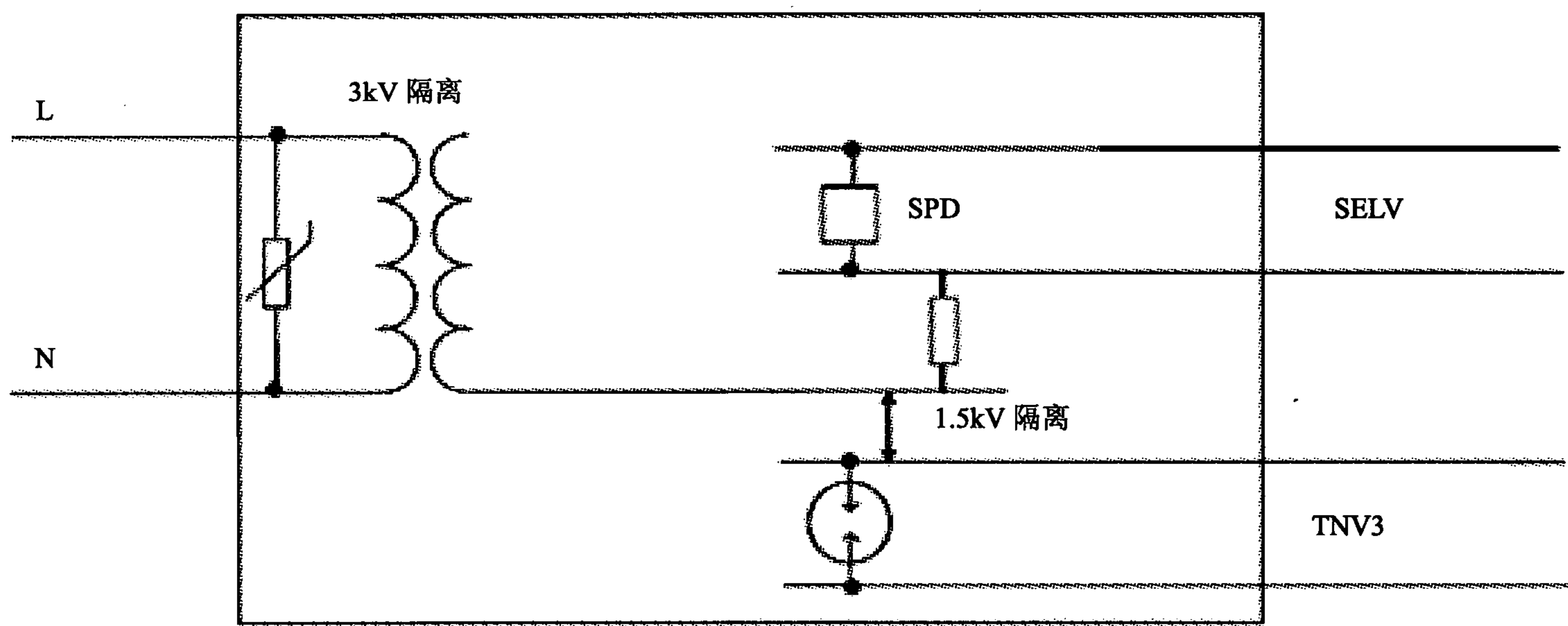


图 D.2 不接地的设备

- 设备的安全符合 YD/T 965；
- 需注意：电源线路的浪涌电流会导致电源端口变压器原边绕组相对总地排的电位升高；
- 如果绝缘破坏，损坏和安全问题可能发生；
- YD/T 993 要求确保对直到内部固有抗力的浪涌进行保护；
- 必要时，安装一个 MSPD 或在所有的外部端口安装初级保护器；
- 如果没有电源点接地设施，使用 MSPD 可能产生安全问题；SELV 电路可能会暴露在雷击浪涌之下；
- 另一种保护措施是将所有外部端口使用高等级绝缘，这种方法仅对感应浪涌有效。

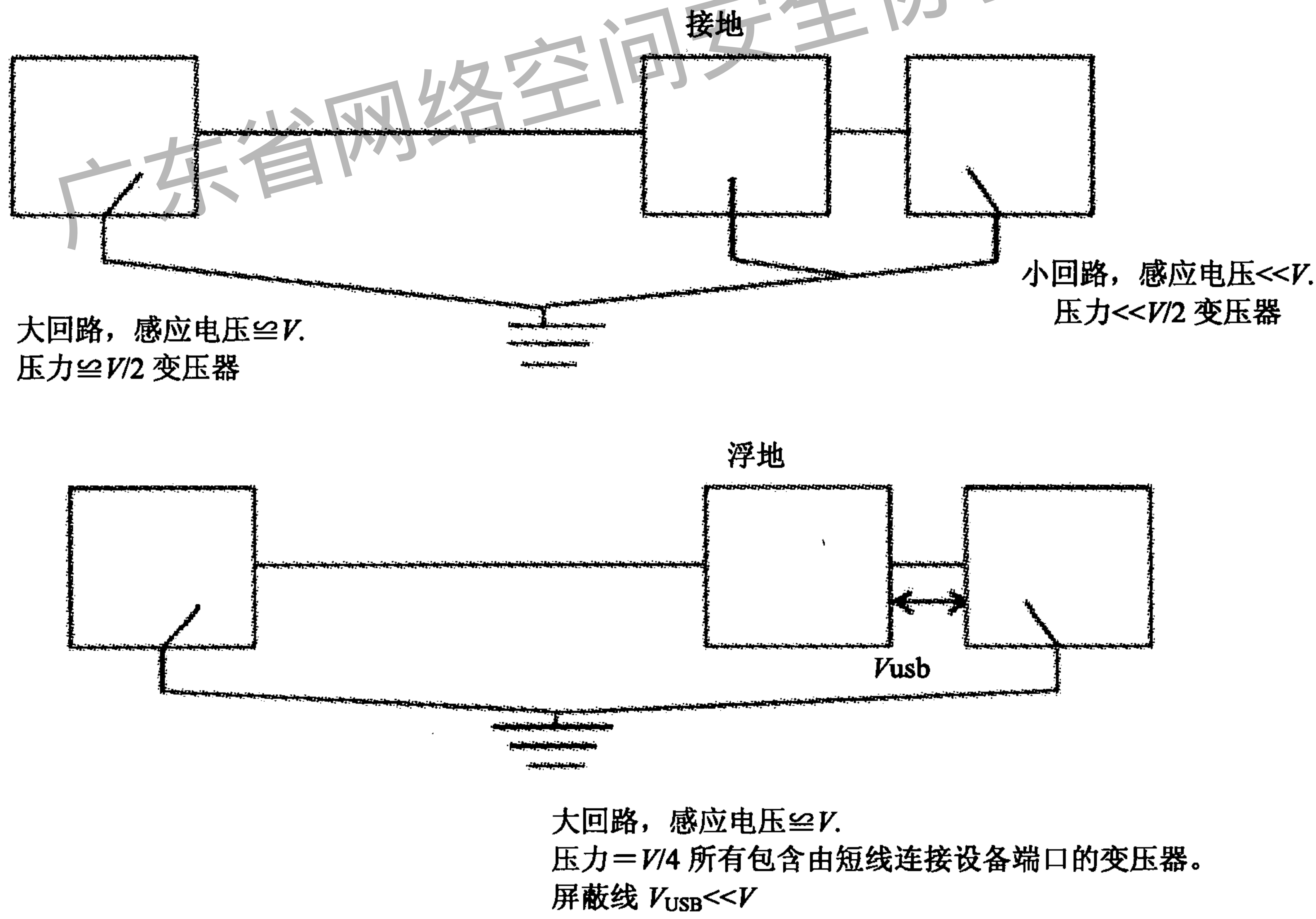


图 D.3 与设备类型有关的感应电压

附录 E
(资料性附录)

不满足接地搭接要求时的缓解措施

当不满足YD/T 2195描述的接地和等电位搭接要求时，有以下三种缓解措施。

E.1 改善接地搭接条件

当缺少接地搭接系统时，由建筑物所有者增加接地搭接系统，改善接地搭接。

当已有接地搭接系统，但设备的接地搭接线过长时，尤其是不同的业务（通信线、电源线、水管、煤气管等）进入建筑物的位置相距较远时，可参考YD/T 2195的7.2.1-7.2.5的方式改善接地搭接条件。

E.2 在设备外部增加防雷器

在设备外部安装防雷器，包括组合式防雷器的应用。在应用组合式防雷器时需要考虑与前级防雷器的协调配合。组合式防雷器的应用参考YD/T 2195的第8章。

E.3 提升系统的抗雷击能力

当以上条件都不可实施时，还可通过多种手段提升系统级的防雷能力达到表E.1的特殊抗力要求，从而减小设备遭雷击损坏的风险，这些措施包括但不限于：

- 通过提高不接地设备与网络箱之间的绝缘间距来提升系统的绝缘耐压能力；
- 通过在外通信端口增加高耐压的信号变压器来提升系统的绝缘耐压能力；
- 通过在交流电源口增加高耐压的隔离变压器来提升系统的绝缘耐压能力。

表 E.1 系统的特殊抗力要求

测试 端口	外部对称 线路共模	外部对称 线路差模	AC 电源 线路共模	AC 电源 线路差模	外部对称 线路—内 部端口	AC 电源 线路—内 部端口	外部对称 线路—供 电线路	AC 电源 线路—电 信线路	内部端口 间
测试 波形	13 kV 10/700μs	4 kV 10/700μs	10 kV 1.2/50μs 组合波	10 kV 1.2/50μs 组合波	13 kV 10/700μs	10 kV 1.2/50μs 组合波	13 kV 10/700μs	10 kV 1.2/50μs 组合波	7kV 10/700μs
判据	判据 B								
注：系统的抗力要求应在系统的端口间进行试验，比如：针对在网络箱中增加交流隔离变压器的情况，应在交流隔离变压器输入口与网络箱的接地端子之间施加 10kV 来进行共模试验									

广东省网络空间安全协会受控资料

中华人民共和国
通信行业标准
基于公用电信网的宽带客户网络
防雷技术要求及保护方法

YD/T 3027-2016

*

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：100164
北京康利胶印厂印刷
版权所有 不得翻印

*

开本：880×1230 1/16 2016年6月第1版
印张：1.5 2016年6月北京第1次印刷
字数：36千字

15115·990

定价：15元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492