



国 际 电 信 联 盟

CCITT

国 际 电 报 电 话 咨 询 委 员 会

黄 皮 书

卷 IX

干 扰 的 防 护

K 系列建议

电 缆 护 套 和 杆 路 的 防 护

L 系列建议



第 七 次 全 体 会 议

1980年11月10—21日 日内瓦

1984年 北京



国 际 电 信 联 盟

CCITT

国 际 电 报 电 话 咨 询 委 员 会

黄 皮 书

卷 IX

干 扰 的 防 护

K 系列建议

电 缆 护 套 和 杆 路 的 防 护

L 系列建议



第 七 次 全 体 会 议

1980年11月10—21日 日内瓦

1984年 北京

干 扰 的 防 护
电缆护套和杆路的防护
CCI TT第七次全会文件
黄皮书 卷IX
徐乃英 李元鹏 李伯寅 译

*

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
北京印刷一厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

*

开本: 787×1092 1/8 1984年12月第一版
印张: 11 页数: 44 1984年12月北京第一次印刷
字数: 180 千字 印数: 1—4,000 册

定价: 2.75 元

北京印刷-中国·统一书号15045·总3046-有5416

注 意

1981 ~ 1984 年研究期内，每个研究组受委托研究的课题，见有关研究组的文稿 No.1。

国际电报电话咨询委员会注释

本卷所用的“主管部门”一词，系表示通信主管部门和认可的私营机构的简写。

注 意

1981～1984年研究期内，每个研究组受委托研究的课题，见有关研究组的文稿 No.1。

国际电报电话咨询委员会注释

本卷所用的“主管部门”一词，系表示通信主管部门和认可的私营机构的简写。

黄皮书第Ⅸ卷目录

第Ⅰ部分：K系列建议 干扰的防护

建议号	页 数
K.1 电缆中音频电话线的接地	3
K.2 邻近电力线路对增音机远供系统干扰的防护	3
K.3 注入配电网的音频信号发生的干扰	4
K.4 对信号的干扰	4
K.5 电力配电线路与通信线路合用电杆	4
K.6 交越时的防护措施	5
K.7 音响冲击保护装置	6
K.8 通信与电力装置在土壤中的间距	7
K.9 通信人员和设备对邻近电力牵引线产生的高地电位影响的防护	8
K.10 通信装置的不平衡	9
K.11 过电压防护	10
K.12 通信装置保护用气体放电保安器的技术要求规范	14
K.13 塑料绝缘导线电缆的感应电压	26
K.14 塑料护套中金属屏蔽层的制备	27
K.15 远供系统和线路增音机对雷电和邻近电力线路引起的干扰的防护	28
K.16 电力线路对同轴通信系统远供增音机磁感应影响的简化计算方法	31
K.17 为检验外界干扰防护装置在固体器件远供增音机上的试验	51
K.18 通信线路中无线电台广播感应电压的计算和降低干扰的方法	57
K.19 通信电缆与电力电缆同沟、同隧道使用	71

第Ⅱ部分：L系列建议

电缆护套和杆路的防护

L.1 防止腐蚀的保护	75
L.2 木杆的浸渍	75
L.3 电缆的铠装	75
L.4 电缆铝护套	77
L.5 除铅和铝以外其它金属做成的电缆护套	80
L.6 电缆气压维护的方法	81
L.7 联合阴极保护的应用	81
L.8 交流电流引起的腐蚀	82

第 I 部 分

K 系 列 建 议

干 扰 的 防 护

(在本系列建议中,《关于通信线路防止电力线路有害影响的导则》经常被引用。这本手册最初在1963年以活页形式出版,1965,1974和1978年进行了修改。)

干 扰 的 防 护*

建议K.1(新德里, 1960年)

电缆中音频电话线的接地

引言

目前的技术水平,在电缆制造中已能将各种回路在音频时对护套的电容做得非常平衡。

在回路对地无不平衡连接的情况下,这种电容平衡是足够的。

另一方面,每一个接地即使表面上是平衡的,每一个这样接地的回路可能都含有电感和电阻的不平衡。

电缆导线间的介质绝缘强度明显地低于导线与护套间的绝缘强度。因此,当电缆受到严重感应时,这些导线上的某些接地将使隔离导线的介质发生击穿的危险。

当加感电缆遭受高感应电动势时,由于存在接地,将产生电流,在某些情况下,其值可超过避免加感线圈磁特性劣化的极限值。

基于上述原因,国际电报电话咨询委员会作出以下一致的建议:

除变压器的线路绕组在电缆的一端或两端用低阻连接线固定地接到护套上以外,音频回路的任何一点不应该再做接地。

总的来说,与电缆内的长途线路用金属连接的装置(电话或电报)上的任何一点,希望不做任何接地。

然而,由于特殊原因,如果与音频回路直接连接的装置必须接地,应采取以下预防措施:

- a) 采取不影响回路对地和对邻近回路平衡的接地方式。
- b) 电缆中所有其它导线与接地回路的导线之间的击穿电压,必须明显的高于邻近电力线路在这些导线与接地回路导线间所感应的最高电压。
- c) 与电缆相接的装置为电报装置时,也有必要遵守国际电报电话咨询委员会关于电话与电报共存条件的建议(H系列建议)。

建议K.2(新德里, 1960年)

邻近电力线路对增音机远供系统干扰的防护

为了避免邻近的电力线路通过磁感应或阻性耦合而干扰增音机的远供,国际电报电话咨询委员会建议:在设计增音机远供系统时,应尽可能使流通远供电流的环路(包括与它相连接的单元)对护套和地保持平衡。

* 亦见国际电报电话咨询委员会手册《关于通信线路防止电力线路有害影响的导则》,国际电信联盟,日内瓦,1963年,1965年,1974年,1978年。在本系列建议中,该手册简称为《导则》。当引用《导则》某个指定段落时,用方括号内的参考文献号码表示。

建议K.3(新德里, 1960年)

注入配电网的音频信号发生的干扰

当电力部门因遥控系统运行的需要, 将音频信号注入配电网时, 这种信号会对邻近的通信线路发生干扰。要完成这种干扰的计算, 可应用《导则》中的公式, 并找出这些音频信号的等效干扰电压和电流值。

建议K.4(日内瓦, 1964年)

对信号的干扰

为了降低邻近的交流或直流电力线路对通信线路(架空明线, 架空电缆或地下电缆, 或综合线路)上的直流信号或交流信号的主要频率产生干扰, 在有可能出现或已发现存在这种干扰的情况下, 应该进行研究, 采取一种或几种下述的方法:

— 使用改进的通信系统:

a) 这种系统的信号回路在所有情况下, 甚至在交换机工作期间, 始终保持对地平衡(见[1]);

b) 这种系统除对地平衡外, 还避免了由直接或间接接地而引起的纵向电流在该系统所产生的干扰;

— 选择电话交换局接地的位置, 特别是使它们尽可能远离电牵引线以及电力系统的接地电极;

— 采取降低感应电流的措施(使用屏蔽系数小的电话电缆, 在单相牵引线路上安装吸流变压器等)以便仍可使用现有的信号系统;

— 通信回路使用中和变压器或有源中和变压器系统, 以补偿感应电压产生的电流;

— 采用对干扰电流频率呈现高阻抗的调谐电路。

注—《关于通信线路防止电力线路有害影响的导则》曾提到, 通信线路感应电压的极限值为60伏。这个极限值只涉及人身的安全, 不应该把它作为对信号系统保证无干扰的极限值。正如文献[2]所指出的, 很低的电压就可使不平衡信号系统产生这种干扰。

参 考 文 献

[1] CCITT manual *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electricity lines*, Chapter XVI, ITU, Geneva, 1963, 1965, 1974, 1978.

[2] *Ibid.*, Chapter V, Section 3.

建议K.5(日内瓦, 1964年)

电力配电线路与通信线路合用电杆

对于希望采用架空明线或架空电缆通信线路与电力线路合用同一个支撑物的主管部门, 当其国家法律与规程允许这样架设时, 建议作如下的一般考虑:

1) 主管部门与电业当局由于合用电杆会取得经济和美观上的好处。

2) 尽管采用了合适的联合架设方式, 但与普通架设方式相比, 在通信线路上操作的人员和与它相连的通信设备遭受危险的可能性有所增加, 要求对在这种线路上工作的人员进行专门的训练, 特别是当电力线路为高压线路时更应该这样做。

3) 应当遵守《导则》中有关危险, 干扰及人身安全的规定(见[1])。

4) 合用电杆时, 为了明确责任, 主管部门与电业当局之间最好签订专门的正式协议。

5) 如果在短段线路上(1公里左右)合用电杆, 在大多数情况下, 用若干简单的保护措施就足以保证静电

和电磁感应干扰在容许范围内。

参 考 文 献

- [1] CCITT manual *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electricity lines*, Chapters IV, V and XX, ITU, Geneva, 1963, 1965, 1974, 1978.

建议K.6(日内瓦, 1964年)

交越时的防护措施

引言

架空通信线路与电力线路交越时, 对人身和设备会产生危险。

许多国家主管部门制订了各种交越方案而成为国家规定。这些规定有时很不一致, 使这些方案的有效性稍有差别。

考虑到各个国家现已达到的技术水平和所取得的经验, 国际电报电话咨询委员会似有可能发出一个看来是最有效的交越方案建议。在此基础上, 相关国家可以起草或修订它们的规程。

因此, 当架空通信线路与电力线路交越时, 建议采用下述两种方法中的一种, 即将交越处的架空通信线路改成地下电缆, 或是保留架空。

1 通信线路改成地下电缆

这种方法不总是被推荐的, 因为当电力线路的一根导线断裂时, 地下电缆就可能处在高地电位的区域内。这时, 如果电缆有裸露的金属护套, 就会产生危险。电力线的电压越高、电缆长度越短、土壤电阻率越高, 危险性就越大。电缆附近的杆塔发生接地故障时, 也会产生这种危险。

如果环境条件需将架空通信线路改成电缆时, 必须在交越处采取特殊防护措施。例如:

- 在电缆金属护套周围加绝缘护层。
- 采用全塑护套电缆。

2 通信线路保留架空

一般不建议使用保护线或支架将架空通信线路与电力线路隔开的方法。

在任何情况下, 不论环境条件如何, 与通信导线之间的最小垂直距离必须符合国家规程。

此外, 可以引用许多种方法来减少这种危险:

- 2.1 在交越处使用公共支撑物。如有必要, 通信线路的绝缘子应具有高击穿电压。
- 2.2 使导线绝缘。最好是使通信导线绝缘, 如果这样的绝缘能正确地适合各种现存条件的話。
- 2.3 加强交越处电力线路的结构强度, 以使其断裂的危险减至最小。

3 应用§2.1、2.2和2.3中各种交越方案的条件

这些方案的使用主要取决于电力线路的电压。由于所提出的问题的特殊性, 所考虑的电压范围与国际电工委员会(IEC)标准没有关系。

3.1 电压为600伏或低于600伏的系统使用§2.1和/或§2.2的方案。

3.2 电压为60千伏或60千伏以上的系统（特别是[1]所指的“高可靠性”系统）。

如有必要，使用§2.3的方案。

3.3 中等电压的系统

对于电压在600伏至60千伏范围的系统，由于电压及线路的机械特性和所用的施工方式的不同，不可能作出确切的建议。

虽然在某些特殊场合需与有关单位密切合作进行严格的审查，但上面所述的方案中可能有一个或多个是可行的。

参 考 文 献

- [1] CCITT manual *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electricity lines*, Preliminary Chapter, § 3.2.3, ITU, Geneva, 1963, 1965, 1974, 1978.

建议K.7(日内瓦, 1964年)

音响冲击保护装置

在不利环境下，受话器的两端会发生突发电压脉冲，从而产生危及人耳和神经系统的强大声压。当电话线路的两根导线上所接的雷电保安器不能同时动作时，最可能发生这种电压，导致电话中有补偿电流流过。因此，在不能允许的高感应电压引起音响冲击时，特别是在装有真空雷电保安器的线路上，国际电报电话咨询委员会建议使用音响冲击保护装置（见[1]）。

由两个并联但极性相反的整流器或其它半导体元件组成的装置，已证明是消除受话器中突发电压脉冲及其对人耳危害的一种有效而便宜的装置。在这种情况下，两个整流器直接跨接在受话器上。

为了符合其它设备的设计要求，能快速检验保护装置防止音响冲击的性能，并避免对电话传输质量产生过大的影响，建议这些装置应具有下列特性：

- 1) 希望设计的音响冲击保护装置所占的空间小（例如，可以放在话务员或用户受话器的盒子内）。
- 2) 装置必须制作良好，在使用时所遇到的温度和湿度条件下，电气特性不应该发生重大的变化。
- 3) 装置的设计必须与经常配合使用的受话器的特性相适应，以使运行时不致过热。
- 4) 当线路过电压的保护装置动作时（如充气保安器受冲击且动作时），受话器膜片所引起的声压幅值应不超过120分贝（在1000赫下，相对于 2×10^{-4} 微巴）。

注——试验已经指出，假如只涉及脉冲和不连续的过电压，上述类型保护装置所具有的特性可以容易的满足这个条件。

5) 对于某些用于特种电话机的保护装置，当相关的电话机的线路端子施加各种电压电平时，以800赫正弦波测量应达到的衰减极限值见表1/K.7。线路阻抗假定为600欧。为了进行这种测量，受话器用阻值相当于该受话器800赫阻抗（模值）的纯电阻来代替，然后，根据该电阻跨接和不跨接保护装置时两端的电压之比得到衰减值，以传输单位表示。

应该使用能指示均方根值（或检波平均值）的仪表，完成这一测量。

对任一新型装置进行试验时，希望在200赫与4000赫之间进行类似的测量，以保证平均介入损耗在同一数量级内。

表 1/K.7

线路端子处的电压电平 (参考电平0.775伏)分贝	衰 减 分 贝
-17.4	<0.43
-8.7	<0.43
0	≤1.7
+8.7	>5.2
+17.4	>10.4
+26.1	>15.6

6) 在主管部门找到适合于他们自己电话机的且满足上述5)的要求的保护装置后, 希望能确定保护装置交货时验收试验的标准, 可自行测量安装在模拟受话器和电话机相连回路的电阻之间的保护装置样品的介入损耗, 并引用这个测量结果作为在所用电阻之间测量介入损耗的标准值。

7) 应当注意, 如第4)点所述, 保护装置工作时和装置非线性特性产生的谐波会助长声压。然而, 只要能满足上述5)的条件, 就不会出现谐波引起的危害影响。

参 考 文 献

- [1] CCITT *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electricity lines*, Chapter 1/6, p. 16, ITU, Geneva, 1963, 1965, 1974, 1978.

建议K.8(马德普拉塔, 1968年)

通信与电力装置在土壤中的间距

通信电缆附近土壤中可能出现的电压值取决于若干因素。例如: 电力系统电压、故障电流大小、土壤电阻率、电力系统设备和通信设备的布局以及其他局部条件。因此, 要提出有关最小间距通用规则的建议是不可能的。原则上, 一旦条件指出有过电压的可能性时, 电力系统对通信设备的影响就应当通过试验来确定。然而, 在许多情况下, 这样的试验需要大量的工作, 不值得去这样做。经验表明, 如果通信装置与塔基间的最小容许隔距为10米, 则不会发生问题。这里假设了大地电阻率不是过高(在数百欧·米的数量级), 而且没有其它已知或可疑的能使这个隔距成为不够的条件存在。这种已知的或可疑的条件可能要使隔距增加, 在瑞典, 在非常恶劣的土壤条件下所使用的隔距最远已达50米。

另一方面, 在某些国家的特定条件下, 可能存在不需要10米, 只需2米甚至更小隔距的环境(见附录A)。

如果局部情况不允许采用必需的隔距, 在可能存在过电压的土壤区域内, 通信电缆护套可加以合适的绝缘, 例如放置在管道中或提供绝缘外护层。

附 录 A

(K.8建议的附录)

国际大电网会议(CIGRE, 1964~1968)提供的资料

图A-1/K.8表示巴黎地区的一个实际例子。在那里, 通信电缆与225千伏高压电力电缆同沟敷设4911米, 三条单相电力电缆放在一根两端仔细接地的钢管中, 而通信电缆(7个四心组, 铅护套)则放在预制轻钢筋混凝土管道中。

对几个不同数值的短路电流在整个通信回路（4911米）上所产生的感应电动势进行了测量，其值如下：

短 路 电 流（安）	100	200	400
感应电动势（伏/安）	0.055	0.046	0.036

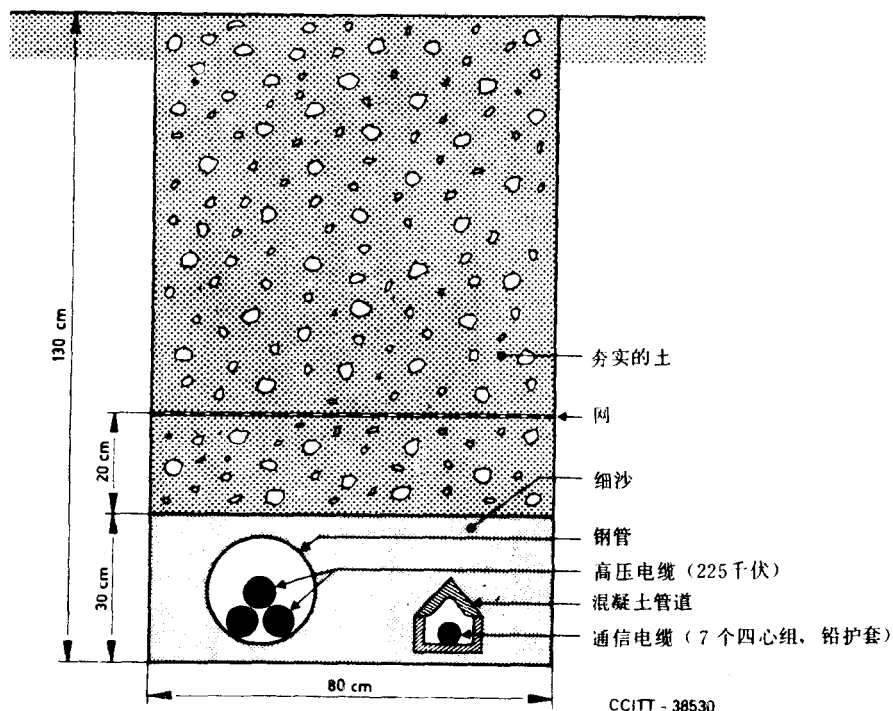


图 A-1/K.8 电力电缆与通信电缆同沟

建议K.9(马德普拉塔, 1968年)

通信人员和设备对邻近电力牵引线产生的高地电位影响的防护

1 概述

从技术上讲，人员和设备对电气铁道的防护措施可随许多因素变化。其主要因素有：

- 大地电阻率。
- 电气线路设备（轨道电路）。

尽管它对于铁道安全装置是必要的，但它可能会妨碍靠近铁道的金属构件与铁轨进行系统的连接。

— 所需的保护装置特性。对于交流电力牵引系统，保护装置的特性在一定程度上可能受吸流变压器的存在（或不存在）的影响。

— 接触网的绝缘等级。它也可能影响保护装置的特性，特别是在相当低的低压电力系统中，例如1500伏直流线路。

— 拟推荐的在过电压情况下连接金属构件与铁轨，但不形成永久性连接的方法（一种方法是经由火花间隙连接）。

2 交流电力牵引线

建议将邻近的金属构件（例如，离线路一定距离内的全部金属构件）与铁轨连接，如果没有使这种连接不可能实现的安全装置的话。

如果这些构件不能与铁轨连接，则建议将它们与电阻足够低的接地电极相接。

3 直流电力牵引线

保护措施还应考虑避免电解腐蚀的危险。这种措施可能是仅在金属构件与地间有足够绝缘时才与铁轨相连或通过火花间隙将它们链接，或者在金属构件上装有适当绝缘的接触系统或线路的工作电压足够低时，可既不与铁轨又不与大地相接。

4 通信电缆

在新安装的设备中，在有必要避免电缆与金属构件相接触的地方，建议邻近铁道的电缆在变电站的入口或金属桥上应有塑料外护层，这种外护层要有尽可能高的绝缘强度。

另一方面，如果金属护套电缆已经存在，将电缆护套与铁轨连接可能是一种好的办法（至少在大车站）。

5 电力牵引线附近的通信装置应满足的条件

保护这种装置的主要措施如下：

- 将它们安放在危险区域外；
- 屏蔽；
- 用绝缘部件代替金属部件，尤其是电缆护套或外护层或者增音机箱体。

注——以上建议只是根据技术上的考虑提出的，还必须对每种情况仔细权衡。因此，每一个主管部门在实施时应遵守本国的法律和规程。

建议K.10(马德普拉塔，1968年)

通信装置的不平衡

为了使通信装置与相连接的线路保持适当的平衡，建议通信装置平衡的最低允许值应为40分贝(300~600赫)和46分贝(600~3400赫)。这是一般的最低值，而且不排除在国际电报电话咨询委员会的其它建议中为特殊需要而引用较高最低值的可能性¹⁾。

应该用图1/K.10所示的试验电路测量通信装置的不平衡。

在音频范围内，应该应用以下规范： $Z_L = Z/4$ （见Q.45建议）[1]。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Transmission characteristics of an international exchange*, Vol. VI, Fascicle VI.1, Rec. Q.45.
- [2] CCITT – Question 13/V, Contribution COM V-No. 1 for the Study Period 1981-1984, Geneva, 1981.

1) 特别是参见Q.45建议[1]，也可见13/V课题[2]的进一步研究结果。

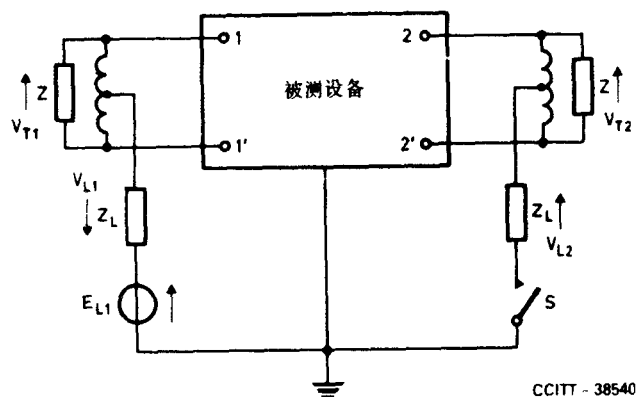


图 1/K.10 试验电路

建议 K.11

过 电 压 防 护

本建议叙述了通信线路上出现过电压的途径，避免或降低这些过电压的方法和用于保护线路及其终端设备的保护装置。更进一步的资料可从[1]和《导则》中得到。

1 过电压来源

由于下述原因，线路会产生过电压：

1.1 直接雷击

这种雷击会引起几千安的电流，沿导线或电缆流动，持续若干微秒。物理的损坏可能发生，而且几千伏的过电压冲击会对线路和终端设备的介质施加应力。

1.2 邻近雷击

云对地或云对云流动的雷电流，在雷击点附近的架空或地下线路中引起过电压。在高大地电阻率地区，受影响的面积可能很大。

1.3 电力线路（包括电牵引系统）故障电流引起感应

电力系统中的接地故障产生很大的不平衡电流，沿着电力线路流动，在近平行的通信线路上感应出过电压。过电压幅值可高至几千伏，持续时间为200~2000毫秒（偶尔有更长的），由电力线路所用的故障切除系统而定。

1.4 与电力线路接触

当电力和通信线路受到当地自然灾害，如暴风雨、着火的破坏时，或在没有采用正常的分隔和绝缘保护措施的情况下，电力线路与通信线路可发生接触。在正常配电电压为240伏的地区，对地过电压很少超过交流240伏，均方根值，而且在发现故障前的一段时间内仍会继续存在。在使用较高的配电电压，如2千伏的地区，如果发生故障，电力线路的保护设施通常能保证在短时间内（1秒或更短）将电压切除。过电压可产生过大的电流，沿线路流向交换局的接地，造成设备损坏和人身危险。

1.5 地电位升高

电力系统接地故障在土壤中产生电流，使故障点或电源接地电极附近的电位升高（亦见K.9建议）。这些地电位会通过两个途径影响通信设施：

- a) 如果土壤中的信号接地电极相对于远地的电位有低如5伏的升高，就会使通信信号系统误动。电力系统中长期未查出而遗留的较小故障可能会引起这样的电压。
- b) 较高的地电位能使影响区域内工作的人员产生危险，或在极端情况下，足以击穿通信电缆的绝缘，引起大范围的损坏。

2 避免过电压的方法

2.1 借助附近的接地金属构件，如电力线路或电牵引系统，能在一定程度上屏蔽通信线路的雷电影响。高绝缘强度的电缆受雷电损坏的可能性很小，但会把冲击传到通信网的其它更脆弱部分上去。电缆护套，电缆导管或防雷线等有效的金属屏蔽，使雷电冲击和电力线路感应的的影响减少。在雷电冲击危险大的地区，常常使用多层屏蔽及高绝缘强度的特种电缆。将所有金属体焊接在一起对保护是有用的。

2.2 电力线路引起的感应，可通过协调电力与通信线路的路由而减到最小。在电力系统上装设地线和限流器，可降低感应源的感应等级。

2.3 如果电力和通信线路采用了适当的结构、隔距和绝缘标准，发生接触的可能就会减少。于是出现了要考虑经济的问题，但是，只要采取适当的安全措施，就可从同沟、同杆和同管道的合用中得到好处（见K.5和K.6建议）。使用高标准结构，避免与高压电力线接触特别重要，因为这种接触一旦发生，要避免由此而产生的严重后果是相当困难的。

3 保护的必要性

尽管使用了前面所叙述的避免过电压的措施，但过电压仍有可能产生，这取决于当地的条件。

3.1 在高大地电阻率雷区的线路，更易遭到雷电冲击，而且在当地雷暴日等级高时可能经常产生高的过电压。

3.2 即使采用了切实可行的所有避免过电压的措施，由电力或牵引线路故障引起的感应过电压仍有可能超过《导则》所允许的等级。

3.3 过电压不仅威胁沿线路的导线或绝缘，而且还可能损坏线路终端的敏感设备。当通信线路长时间与电力线路发生接触时，可能发生着火的危险。通信人员和用户可能需要对电冲击进行保护。

3.4 选择保护时，应对过电压的概率和它的大致影响进行权衡。在考虑可接受的最低业务标准时，应一并考虑若使用特殊保护方法后可能获得的商业利益。