

电子工业技术词典

电线与电缆

国防工业出版社

736072
174.8

电子工业技术词典

电线与电缆

《电子工业技术词典》编辑委员会 编

310525/27



内 容 简 介

《电子工业技术词典》是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》(试用本)的基础上作了较大修改和增补而编写的。本《词典》是一本为广大工农兵和干部提供的深入浅出、简明实用的工具书。它也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌、扩大知识面时参考。

本《词典》共有三十四章。正文中各词汇后附有英文对照,书末附有英文索引,合订本中还附有汉字笔画索引。在出版合订本之前,将先分册出版。各分册所包括的章节内容和出版先后次序,将视具体情况而定。

本分册是《词典》第十一章电线与电缆的内容,它包括:结构、电气参量及术语、架空明线、通信电缆、射频电缆、安装线缆、电磁线等七节。

电子工业技术词典

电 线 与 电 缆

《电子工业技术词典》编辑委员会 编

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张 3¹/₂ 69 千字

1976年8月第一版 1976年8月第一次印刷 印数: 00,001—31,000 册

统一书号: 17034·29-9 定价: 0.40 元

前 言

《电子工业技术词典》是在无产阶级文化大革命伟大胜利的鼓舞下，在学习无产阶级专政理论的热潮中，在电子工业发展的新形势下出版的。它是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》（试用本）的基础上编写的。

原《词典》自发行以来，曾受到广大读者的欢迎，为宣传、普及、推广电子技术知识起了一定的作用。十多年来，在毛主席革命路线的指引下，我国电子工业已有很大的发展，生产规模不断扩大，技术水平迅速提高，技术队伍日益壮大，电子技术的推广应用已引起国民经济各部门的重视，并在社会主义革命和社会主义建设中发挥出作用。目前，电子工业已成为国民经济的一个组成部分，电子工业战线的广大职工正在为实现第四届全国人民代表大会提出的宏伟目标而努力奋斗。为适应这一大好形势，更好地为无产阶级政治服务，为工农兵服务，为社会主义服务，我们对原《词典》进行了一次较大的修改和增补。内容力求反映七十年代电子技术的水平，释文尽量做到简明、通俗。目的是为了向要求对电子工业技术有一般常识的广大工农兵和干部提供一本实用的工具书；同时也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌和扩大知识面时参考。

本《词典》共分三十四章。其目录如下：

- | | |
|-----------------|-------------|
| 一、电工基础； | 二、基本电子线路； |
| 三、网络分析与综合； | 四、电波传播与天线； |
| 五、信息论； | 六、电阻、电容与电感； |
| 七、厚薄膜电路； | 八、磁性材料与器件； |
| 九、电子陶瓷与压电、铁电晶体； | 十、机电组件； |
| 十一、电线与电缆； | 十二、电子管； |
| 十三、半导体； | 十四、电源； |
| 十五、其它元器件； | 十六、通信； |

十七、广播与电视；

十九、导航；

二十一、电子对抗；

二十三、系统工程；

二十五、微波技术；

二十七、红外技术；

二十九、电声；

三十一、声纳；

三十三、电子测量技术与设备；

十八、雷达；

二十、自动控制与遥控、遥测；

二十二、电子计算机；

二十四、电子技术的其它应用；

二十六、显示技术；

二十八、激光技术；

三十、超声；

三十二、专用工艺设备与净化技术；

三十四、可靠性。

各章互有联系，并尽量避免章节间词汇的重复，故每章只有一定的系统性。

正文前有章节和词汇目录，正文中各词汇后附有英文对照，最后附有汉字笔画索引与英文索引。本《词典》将先分册出版，各分册所包含的章节内容和出版先后次序将视具体情况而定。各分册无汉字笔画索引。

本《词典》的编写工作，自始至终是在毛主席革命路线的指引下，在党的领导下进行的。贯彻了“独立自主，自力更生”的伟大方针，坚持了群众路线，实行了工人、干部、科技人员和生产、科研、教学两个三结合，以及理论联系实际的原则。《电子工业技术词典》本身就是广大群众集体智慧的结晶。它的编写过程也反映了无产阶级文化大革命后我国出版战线上的新气象。

由于我们水平有限，加上时间仓促，虽然作了很大努力，但《词典》中还可能存在不少错误和不妥之处，恳请广大读者及时批评指正。

《电子工业技术词典》编辑委员会

一九七五年十月一日

目 录

一、结 构

电线与电缆.....	11-1	屏蔽.....	11-2
导体.....	11-1	护套.....	11-2
绝缘.....	11-1	铠装.....	11-2

二、电气参量及术语

传输参数.....	11-3	速比.....	11-6
一次参数.....	11-3	驻波比.....	11-6
二次参数.....	11-3	驻波系数.....	11-7
直流电阻.....	11-3	反射系数.....	11-7
环路电阻.....	11-3	反射衰减.....	11-7
有效电阻.....	11-3	结构反射衰减.....	11-7
电感.....	11-3	结构反射衰减峰.....	11-7
工作电容.....	11-4	失配衰减.....	11-7
绝缘电导.....	11-4	不平衡衰减.....	11-7
绝缘电阻.....	11-4	等效介电常数.....	11-7
额定电压.....	11-4	等效介质损耗角正切.....	11-8
试验电压.....	11-4	干扰参数.....	11-8
电晕电压.....	11-5	电阻不平衡.....	11-8
额定功率.....	11-5	纵向不平衡.....	11-8
额定峰值功率.....	11-5	电容不平衡度.....	11-8
额定平均功率.....	11-5	传输不平衡度.....	11-8
特性阻抗.....	11-5	电容不平衡.....	11-8
波阻抗.....	11-5	电容耦合系数.....	11-9
端阻抗.....	11-5	对地电容不平衡.....	11-9
阻抗均匀性.....	11-5	电感耦合系数.....	11-9
传播常数.....	11-5	复数耦合矢量.....	11-9
衰减常数.....	11-6	耦合阻抗.....	11-10
相移常数.....	11-6	转移阻抗.....	11-10
固有衰减.....	11-6	耦合损耗.....	11-10
工作衰减.....	11-6	串音.....	11-10
相移温度系数.....	11-6	可懂串音.....	11-11
时延.....	11-6	直接串音.....	11-11
传播速度.....	11-6	间接串音.....	11-11

经由第三回路的串音	11-11	四线制	11-16
近端串音	11-11	电缆平衡	11-16
近端串音衰减	11-12	交叉平衡	11-16
远端串音	11-12	集总平衡	11-16
远端串音衰减	11-12	平衡套管	11-16
远端串音防卫度	11-12	平衡盘	11-16
反射近端串音	11-12	反耦合网络(平衡网络)	11-16
交换效应	11-12	移相网络	11-17
伴流	11-13	电缆接头	11-17
回波	11-13	电缆色谱	11-18
镜像回路	11-13	电缆终端盒	11-18
屏蔽系数	11-13	电缆分线箱(盒)	11-18
屏蔽衰减	11-13	交接架	11-18
集肤效应	11-13	配线箱(架)	11-18
邻近效应	11-13	人孔	11-18
实线回路	11-14	手孔	11-18
幻象回路	11-14	阻抗匹配自耦变量器	11-18
超幻象回路	11-14	线路故障	11-19
单幻象回路	11-14	断线	11-19
对称回路	11-14	碰线	11-19
不对称回路	11-14	混线	11-19
增音段	11-15	地气	11-19
再生段	11-15	鸳鸯线对	11-19
复接制	11-15	击穿	11-19
交接制	11-15	老化效应	11-19
单电缆制	11-15	敷设松度	11-19
双电缆制	11-15	海底电缆犁	11-20
二线制	11-15	电缆船	11-20

三、架空明线

架空明线	11-21	交叉区	11-22
杆路	11-21	交叉间隔	11-22
负荷区	11-21	n-间隔区	11-22
明线交叉	11-21	浮空交叉	11-22
交叉制式	11-21	分区杆	11-22
杆面型式	11-21	S杆	11-22
音频交叉	11-22	衰减吸收峰	11-22
交叉指数	11-22	串音单位	11-22

四、通信电缆

通信电缆·····	11-24	传音电缆·····	11-28
音频电缆·····	11-25	农话电缆·····	11-28
载频电缆·····	11-25	电话软线·····	11-28
对称电缆·····	11-25	架空电缆·····	11-28
对绞电缆·····	11-25	地下电缆·····	11-28
复对绞电缆·····	11-25	管道电缆·····	11-28
星绞电缆·····	11-25	埋式电缆·····	11-28
单四线组电缆·····	11-25	房屋电缆·····	11-29
多四线组电缆·····	11-25	挂墙电缆·····	11-29
同心式电缆·····	11-25	水底电缆·····	11-29
分层式电缆·····	11-26	隧道电缆·····	11-29
单位式电缆·····	11-26	空气纸绝缘电缆·····	11-29
同轴电缆·····	11-26	纸绳纸绝缘电缆·····	11-29
大同轴电缆·····	11-26	橡皮绝缘电缆·····	11-29
中同轴电缆·····	11-26	聚苯乙烯绳带绝缘电缆·····	11-29
标准同轴电缆·····	11-26	聚乙烯绝缘电缆·····	11-29
小同轴电缆·····	11-26	泡沫绝缘电缆·····	11-30
微同轴电缆·····	11-26	垫片式绝缘同轴电缆·····	11-30
单管同轴电缆·····	11-26	竹节式绝缘同轴电缆·····	11-30
多管同轴电缆·····	11-27	聚乙烯鱼泡绝缘电缆·····	11-30
综合电缆·····	11-27	聚乙烯绳管绝缘电缆·····	11-30
市话电缆·····	11-27	铅护套电缆·····	11-30
长途电缆·····	11-27	铝护套电缆·····	11-30
用户电缆·····	11-27	橡皮护套电缆·····	11-31
中继电缆·····	11-27	塑料护套电缆·····	11-31
干线电缆·····	11-27	综合护层电缆·····	11-31
配线电缆·····	11-27	皱纹钢护套电缆·····	11-31
进局电缆·····	11-27	铠装电缆·····	11-31
成端电缆·····	11-27	防雷电缆·····	11-31
介入电缆·····	11-27	防鼠电缆·····	11-31
尾巴电缆·····	11-27	防虫电缆·····	11-31
局用电缆·····	11-27	防霉电缆·····	11-32
交换机电缆·····	11-27	加感电缆·····	11-32
应急电缆·····	11-28	屏蔽电缆·····	11-32
野战被覆线·····	11-28	编织电缆·····	11-32
野战电缆·····	11-28	自承式电缆·····	11-32

全填充电缆·····	11-32	轻量电缆·····	11-33
脉码电缆·····	11-32	浅海电缆·····	11-33
共用天线电视电缆·····	11-32	铠装海底电缆·····	11-33
超导同轴电缆·····	11-33	岸边电缆·····	11-33
海底通信电缆·····	11-33	接地电缆·····	11-34
深海电缆·····	11-33	维修电缆·····	11-34
无铠装海底电缆·····	11-33		

五、射 频 电 缆

射频电缆·····	11-35	高阻抗电缆·····	11-38
二导体电缆·····	11-35	大功率电缆·····	11-38
平行三引线·····	11-36	微小型同轴电缆·····	11-38
双屏蔽同轴电缆·····	11-36	镀铜同轴电缆·····	11-38
三同轴电缆·····	11-36	高温同轴电缆·····	11-38
实芯绝缘电缆·····	11-36	稳相电缆·····	11-39
空气绝缘电缆·····	11-36	低噪音电缆·····	11-39
半空气绝缘电缆·····	11-37	低电容同轴电缆·····	11-39
漏泄同轴电缆·····	11-37	低电感电缆·····	11-39
脉冲电缆·····	11-37	堆芯电缆·····	11-39
大衰减电缆·····	11-38		

六、安 装 线 缆

安装线·····	11-40	带状电缆·····	11-41
屏蔽安装线·····	11-40	扁导体带状电缆·····	11-41
高温安装线·····	11-40	圆导体带状电缆·····	11-41
耐辐照电缆·····	11-40	预绝缘带状电缆·····	11-41
水密电缆·····	11-41	织带电缆·····	11-42

七、电 磁 线

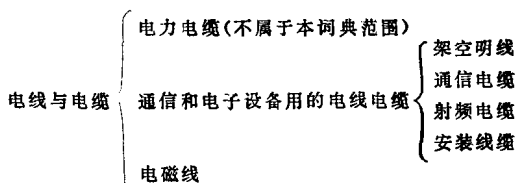
电磁线·····	11-43	纸包线·····	11-44
漆包线·····	11-43	塑料薄膜包线·····	11-44
纱包线·····	11-43	玻璃膜微细线·····	11-44
丝包线·····	11-43	氧化膜铝线·····	11-44
玻璃丝包线·····	11-43	陶瓷绝缘线·····	11-44

一、结 构

电线与电缆

wire and cable

电线、电缆是传输电能或电磁信号的传输线。它可由导体、绝缘、屏蔽、护套、铠装等部分组成。一般说来，电线和电缆之间并无严格的界限。通常把结构较为简单的称为电线，例如，称为电线的架空明线只有裸导体，同样，安装线和电磁线也只是单根绝缘导体；而电缆的结构就较为复杂，根据需要，还可包括下述其它组成部分。



导体

conductor

凡属于导电的实体或媒质通称为导体。电线电缆的导体主要由铜线和铝线所构成。铜具有很高的电导率 ($58 \text{ 米/欧姆} \cdot \text{毫米}^2$)，仅次于银 ($62 \text{ 米/欧姆} \cdot \text{毫米}^2$)。铝的电导率较低 ($36 \text{ 米/欧姆} \cdot \text{毫米}^2$)，但价格低廉，资源丰富，往往以铝代铜制成导体。

铜线在高温下容易氧化，在制造耐高温导线时要采用镀锡、镀银或镀镍铜线作导体。在制造橡皮绝缘电线时，则因橡皮中所含硫磺对铜线有腐蚀作用，而将铜线镀锡。在安装线中采用镀锡铜线为导体便于锡焊。

用束线或绞线作导体，可制成较柔软的电线，而为了加强电线、电缆的抗拉强度，则可采用铜钢混绞线或铜包钢线。有时也采用铜合金线（镉铜、锆铜等）。

在同轴电缆中，导体又有内导体（线芯）

和外导体（屏蔽）之分。内导体除采用单根铜线、铜绞线之外，由于集肤效应，也可以采用铜管或皱纹铜管。为了降低成本，也可以采用铜包铝线。同轴电缆外导体，一般采用铜线编织或管状导体。

无氧铜在电子设备安装线及射频电缆中作导体，焊接时可防止脆化。

绝缘

insulation

一种具有高电阻率，因而适于隔离相邻导体，或防止导体之间可能发生接触（例如碰地）的材料称为绝缘。常用的绝缘材料有棉纱、纸、绝缘漆、橡皮、塑料、无机绝缘材料等。加工方法有绕包、挤出、浸涂等。

电线电缆的绝缘，应具有良好的电气性能和适当的机械物理性能。高频电缆的绝缘材料，除具备以上条件外，还要有较低的介电常数和介质损耗。

聚氯乙烯价格低廉，是应用较广的绝缘材料，并可兼作护套使用。但因介电常数和介质损耗较大，不适于作高频电缆的绝缘。射频同轴电缆一般采用聚乙烯、聚四氟乙烯、聚苯乙烯或优质橡胶作绝缘。为了进一步降低介电常数，还可以制成半空气绝缘和空气绝缘。

电子设备用安装线为了提高使用温度和机械强度，一般采用辐照交联聚乙烯、辐照交联聚乙烯、聚偏二氟乙烯、四氟乙烯六氟丙烯共聚物、乙烯四氟乙烯共聚物、聚酰亚胺等作绝缘。此外天然橡胶、丁基橡胶、硅橡胶等多用在较柔软的电线电缆上。在更高温度的导线上，主要用无机绝缘材料作绝缘。

屏蔽

shield

用以抑制其内侧或外侧电场和磁场作用,围绕电路或元件设置的金属包封,称为屏蔽。电线电缆的屏蔽一般是用金属带绕包或用细金属丝编织而成。屏蔽的主要材料有铜、钢或铝,有时也采用双金属和多层复合屏蔽。

在低频通信电缆中,对每一导线和每个回路,用金属化纸作为屏蔽。有时也采用薄铜带或薄铝带绕包作屏蔽。

在同轴电缆中,外导体既是回路的返向导线,又是屏蔽体。为了提高屏蔽效应,有时将屏蔽体采用双层屏蔽。射频同轴电缆的屏蔽一般是用铜线编织而成,这种屏蔽的电缆比较柔软,但屏蔽效应较差。采用铝管或皱纹铜管为外导体,屏蔽性能较好,但电缆较硬。

此外,导电聚乙烯、导电玻璃纤维等也在个别电缆上作屏蔽使用。

护套

sheath; jacket

电线电缆绝缘或外导体上面包裹的物质,称为护套,主要起机械保护作用和防潮。常用的护套材料有聚氯乙烯、黑色聚乙烯、尼龙、聚胺酯、氯丁橡胶、铅、铝、钢等。

聚氯乙烯和黑色聚乙烯是一般电线电缆中使用最广的护套材料。采用尼龙或低压聚

乙烯作护套,可以提高机械强度,前者防潮性差,后者较好。

铅护套的防潮性很好,多用于空气纸绝缘的通信电缆上,但铅护套成本高,机械强度差,已逐渐改用铝管、皱纹钢管或铝-塑料护层。

耐油电缆护套一般采用丁腈橡胶,氯丁橡胶。耐热电缆护套采用硅橡胶、氟橡胶、聚四氟乙烯、四氟乙烯六氟丙烯共聚物等。

铠装

armour

电缆护套外面往往用钢丝或钢带制成铠装,用以增强电缆的抗拉强度,及保护电缆不受外界损伤。

镀锌钢丝绕包制成的铠装,可以增强电缆拉力,主要用于电缆经受拉力的场合(如斜度大于45°的斜坡、沼泽或水底等)。

铅包电缆敷设在地下时,由于铅皮不能可靠的保护电缆不受机械损伤,必须在铅皮上加以铠装来保护。

钢丝或钢带铠装都须缠绕在预先浸渍了沥青防腐剂的电缆纸或黄麻组成的衬垫物上,铠甲绕包后,再包一层或两层浸涂过沥青防腐剂的黄麻,最后涂以液体白垩,以免电缆粘在一起。

浅海电缆和岸边电缆一般都要进行铠装。

二、电气参量及术语

传输参数

transmission parameter

用来说明电磁信号沿电缆或明线回路传输特性的参数称为传输参数。电缆、明线传输参数包括一次参数和二次参数。

一次参数

primary parameter

一次参数与电压和电流的大小无关，只取决于电缆结构、所用材料和使用频率。一次参数为各自独立的参数。在明线和电缆中，

传输参数的一次参数包括：

R ——单位长度的有效电阻；

L ——单位长度的电感；

C ——单位长度的电容；

G ——单位长度的绝缘电导。

干扰参数的一次参数包括：

在对称电缆内

K ——电耦合；

M ——磁耦合。

在同轴电缆内

Z_{12}, Z_{21} ——耦合阻抗。

二次参数

second parameter

在设计、考核和使用明线和电缆时，通常应用二次参数的概念。它与电缆的一次参数和电流的频率有关。在明线和电缆中，传输参数的二次参数包括：

r ——传播常数(包括 α ——衰减常数，

β ——相移常数)；

Z_c ——特性阻抗。

干扰参数的二次参数包括：

B_0 ——近端串音衰减；

B_l ——远端串音衰减；

B_{ll} ——远端串音防卫度。

直流电阻

direct current resistance

指电缆导体的直流电阻。在直流时，电流在导体内是均匀分布的，其电阻值为

$$R_0 = \rho \frac{l}{S} \text{ 欧姆}$$

其中 ρ ——导体电阻率，与温度有关，一般以 20°C 时为标准，单位为欧姆·毫米²/米；

S ——导体截面积，单位为毫米²；

l ——导体长度，单位为米。

通常，电缆导体的直流电阻以每公里的欧姆数表示。

环路电阻

loop resistance

双线回路两根导线的直流电阻之和称为环路电阻。环路电阻的单位为欧姆/公里。

有效电阻

effective resistance

有效电阻是一次参数。交流下由于集肤效应、邻近效应等的影响，使导线回路通过电流的有效截面减少，因而电阻增加。此电阻为有效电阻，一般用符号 R 表示，单位为欧姆/公里。

电感

inductance

电感是回路的一次传输参数，它由内电感和外电感二部分组成。通过回路的电流产生交变的磁通，一部分存在于导体本身之内称为内磁通，一部分存在于回路导体之外称为外磁通。内、外磁通与回路电流之比分别称为内、外电感。对称电缆回路的内电感为双线内电感之和(单线内电感之两倍)，同轴

电缆回路的内电感为内、外导体内电感之和。

一般用符号 L 表示, 单位亨/公里。

工作电容

mutual capacitance

通信回路二芯线间的电容称为工作电容。工作电容是回路的一次传输参数。

对于电缆的工作电容除考虑线对两根导线之间的电容外还要考虑各芯线间和芯线对地间的部分电容的影响, 即

$$C = \frac{\lambda \varepsilon \times 10^{-6}}{36 \ln \left(\frac{2a}{d} \right) \psi} \text{ (法/公里)}$$

式中 λ ——扭绞系数;

a ——导线间距离, 毫米;

d ——芯线直径, 毫米;

ψ ——校正系数, 导线距离接地护套的程度(距离相当大时 $\psi = 1$);

ε ——介质的等效介电常数。

同轴回路的工作电容, 即同轴对内、外导体间的电容:

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \ln \frac{D}{d}} \times 10^{-6} \text{ (法/公里)}$$

式中 D ——外导线内径;

d ——内导体外径;

ε ——介质的等效介电常数。

明线的工作电容:

单线回路

$$C = \frac{1.3}{18 \ln \frac{2h}{r}} \times 10^{-6} \text{ (法/公里)}$$

式中 1.3 ——系考虑隔电子和邻近回路存在使电容增加30%;

h ——单线回路的导线至地面的距离;

r ——导线半径。

双线回路

$$C = \frac{1.05}{18 \ln \frac{a}{r}} \times 10^{-6} \text{ (法/公里)}$$

式中 1.05 ——系考虑隔电子和邻近回路存在使电容增加5%;

a ——线距;

r ——导线半径。

绝缘电导

insulation conductance

绝缘电导是一次传输参数, 它表征电缆绝缘质量, 决定于介质的绝缘电阻和绝缘中的交流介质损耗。一般用符号 G 表示, 单位为姆欧/公里。

$$G = \frac{1}{R} + \omega \operatorname{ctg} \delta$$

式中 R ——绝缘电阻 (欧姆/公里);

ω ——角频率;

C ——工作电容 (法/公里);

$\operatorname{tg} \delta$ ——等效介质损耗角正切。

绝缘电阻

insulation resistance

绝缘体严格地说并不是绝对绝缘的, 因而绝缘体的绝缘程度常用绝缘电阻来表示。

电缆的绝缘电阻是指电缆绝缘层的绝缘电阻, 它反映了导体间或导体对地间的绝缘程度, 电缆的出厂性能检验指标一般都有这一项目。

额定电压

voltage rating

额定电压是指电缆在工作时所允许的最高电压。在此电压以上长期连续工作是不安全的。

试验电压

test voltage

为了检验电缆产品是否能在某额定电压下安全工作, 必须在更高的电压下作短时间试验, 此电压即称试验电压。

电晕电压

corona voltage

当外加电压升高, 达到使电缆气隙中的气体发生游离时就产生电晕, 此时的电压就叫电晕电压。

如果电晕长期存在, 就可能导致电缆击穿, 故电缆的额定电压应在电晕电压之下。

额定功率

power rating

射频电缆的额定功率可分为额定峰值功率和额定平均功率。

对于容易引起电击穿的场合(如作用时间极短的高频脉冲等场合), 主要考虑额定峰值功率, 而在大多数情况下, 主要考虑额定平均功率。

额定峰值功率

peak power rating

射频电缆的额定峰值功率是指在阻抗匹配时(驻波比为1), 电缆不致发生电击穿情况下所能长期传输的最大功率。显然, 它是受到电缆本身所能承受的最大工作电压的限制。

额定峰值功率的数值通常是指非调制状态下的数值。

额定平均功率

average power rating

射频电缆的额定平均功率是指在阻抗匹配时(驻波比为1), 电缆不致发生热击穿情况下所能长期传输的最大功率。显然, 它是受到电缆内部发热所引起的温升的限制, 此时, 电缆内部的最高温度不能超过介质所能允许的长期工作温度。

额定平均功率的数值通常是指环境温度 40°C , 海拔高度为零和非调制状态下的数值。

特性阻抗

characteristic impedance

传输线上各点, 其电压行波与电流行波

之比, 以复数表示, 称为该传输线的特性阻抗。即 $\bar{Z}_c = \bar{E}/\bar{I}$ 。特性阻抗一般也称作波阻抗。

波阻抗

wave impedance

即“特性阻抗”。

端阻抗

end impedance

电缆线对两端的特性阻抗值称为端阻抗, 一般指同轴线对的端阻抗, 常用脉冲测试, 单位为欧姆。

阻抗均匀性

impedance uniformity

阻抗均匀性是表示电缆内部结构均匀程度的特性。在同轴电缆中, 导体尺寸的公差、内外导体之间的偏心、绝缘结构的不均匀性、外导体的各种变形等, 会使电缆线路上各点的特性阻抗各不相同, 即阻抗不均匀。它会使信号沿线传输时发生内部反射, 造成不必要的能量损耗, 而且信号多次反射后会迭加在主信号上引起信号的畸变(如电视传输时会使图像模糊)。阻抗均匀性越差, 电缆线路越长, 所使用的频带越高, 这种内部反射的影响就越显著。

射频电缆的阻抗均匀性通常用驻波频率特性来反映。在通信电缆中, 还常常用脉冲反射法来测试阻抗均匀性。

传播常数

propagation constant

传播常数是回路的二次传输参数, 说明波的相位变化和波在进行中的衰减情况。一般用符号 γ 表示

$$\gamma = \alpha + j\beta$$

式中 α ——衰减常数;

β ——相移常数。

传播常数可由一次参数计算出来。在电缆和明线回路中

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

衰减常数

attenuation constant

衰减常数 α 是传播常数 γ 的实部。它表示电缆上电压波和电流波在传播过程中所引起的衰减。在理想匹配传输情况下, 它的数值代表波每前进一单位长度它的振幅就要减小到原振幅的 $e^{-\alpha}$ 。单位为奈培/公里。

相移常数

phase constant

相移常数 β 是传播常数 γ 的虚部。它表示电压波和电流波沿电缆传播过程中所发生的相位改变。它的数值代表波每前进一单位长度相位上滞后的弧度数。单位为弧度/公里。

固有衰减

natural attenuation

通信电缆线路中, 电缆本身的衰减称固有衰减, 也就是在电缆的终端和始端阻抗匹配时电缆回路的衰减。它应等于电缆的衰减常数和电缆长度之乘积。

工作衰减

effective attenuation

工作衰减是在工作情况下电缆回路的衰减, 即在终端和始端接上某一负载情况下电缆回路的衰减。工作衰减除电缆的固有衰减外, 还考虑了电缆接合处的失配现象。

相移温度系数

phase-temperature coefficient

信号在同轴电缆内传输产生的相移是与其机械长度和所使用的介质材料等有关的。当环境温度变化时, 电缆机械长度上的变化及其等效介电常数的变化会引起电缆相移的变化。同轴电缆的相移温度系数是用来表示其相移受温度影响的物理量。它的数值等于其相移受温度影响的物理量。它的数值等于温度每升高 1°C 时相移的变化与电缆固有相移的比值, 通常用 $^{\circ}\text{C}$ 来表示。一般可以通过调节复合介质的比例(即调节有效介电系数)使电缆的相移随温度的变化在狭窄的温度内达到最小。

时延

time delay

时延即相时延。信号经一定长度线路的传播, 只要相移常数不等于零, 必然比输入信号迟延一时间, 这个时间称为相时延, 或称相位时延。以数学式表示, 即时延

$$\tau_p = \frac{l}{v_p} = \frac{\beta x}{\omega}$$

式中 v_p ——相速度;

l ——总相移;

x ——距离;

β ——相移常数;

ω ——角频率。

传播速度

propagation velocity

波在单位时间所经过的距离称为传播速度。电缆中电磁波的传播速度为

$$V = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}} \text{公里/秒}$$

式中 c ——光速 ($c = 3 \times 10^8$ 公里/秒);

ϵ ——等效介电常数。

速比

velocity ratio

电磁波在真空中传播速度为光速 (3×10^8 米/秒), 而在电缆介质中传播速度要小于光速, 后者与前者之比称为速比, 一般

用百分数表示。速比 $= \frac{1}{\sqrt{\epsilon}}$, 其中 ϵ 为电缆介质的等效介电常数。

驻波比

standing-wave ratio (SWR)

驻波比又叫驻波系数。

如果传输线上有反射波, 线上即同时有行波和驻波, 这时线上某些点的电压振幅为最大值 $U_{\max}$, 某些点的电压振幅为最小值 $U_{\min}$ 。最大振幅与最小振幅之比, $K = \frac{U_{\max}}{U_{\min}}$ 称为驻波比。驻波比愈大, 表示线上驻波成分愈大, 行波成分愈小。它与线路匹配程度

有关。

驻波比与反射系数的关系见“反射系数”。

驻波系数

standing-wave ratio

即“驻波比”。

反射系数

reflection coefficient

反射系数定义为

$$\bar{P} = \frac{\bar{U}_R}{\bar{U}_\lambda} = \frac{\bar{I}_R}{\bar{I}_\lambda}$$

式中 $\bar{P}$ ——线路上某点的反射系数，在一般情况下是复数；

$\bar{U}_R, \bar{I}_R$ ——该点上的反射波电压和电流（矢量）；

$\bar{U}_\lambda, \bar{I}_\lambda$ ——同一点上的入射波电压和电流（矢量）。

反射系数表示线路上匹配程度的好坏。反射系数越大，表明线路上失配越严重，这对于信号的传输是很不利的。

反射系数与驻波比可以相互换算，其公式为：

$$|P| = \frac{S-1}{S+1}$$

或

$$S = \frac{1+|P|}{1-|P|}$$

式中 S ——驻波比；

$|P|$ ——反射系数的模。

从上述公式可见反射系数越大，则驻波比越大。

反射系数倒数的绝对值的对数称反射衰减。

$$\text{反射衰减} = \ln \left| \frac{1}{P} \right| \text{ (奈培)}$$

反射衰减

reflection loss

见“反射系数”。

结构反射衰减

structural reflection loss (SRL)

由于电缆内部结构不均匀性产生反射，在始端测得的入射波功率 (P_λ) 与反射波功率 (P_R) 之比取自然对数的一半即称为结构反射衰减（或结构回波衰减）。

$$\text{结构反射衰减 (SRL)} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_\lambda}{P_R} \text{ (奈培)}$$

结构反射衰减峰

SRL spike

由于电缆内部周期性的结构不均匀性（一般指工艺制造周期的变化）引起反射，而在某一频率，反射能量迭加产生一个峰，这个峰就称为结构反射衰减峰。

失配衰减

mismatch attenuation

在通信网络中，两特性阻抗不同的网络相连接，连接点阻抗不匹配（包括终端阻抗不匹配）引起的反射衰减称为失配衰减。

失配衰减可从阻抗不匹配处的反射系数求得，即

$$b_{\text{失}} = \ln \frac{1}{|P|} \text{ (奈培)}$$

式中 P ——反射系数。

不平衡衰减

unsymmetry attenuation

对称回路（包括电缆及四端网络）两根线对地阻抗不平衡引起的衰减称为不平衡衰减。单位为奈培或分贝。

等效介电常数

effective dielectric constant

在混合介质中，代表混合介质对电特性所起作用程度的物理量称为等效介电常数。其值决定于混合介质中各组成成份的介电常数以及它们的相对比例及分布等。

电缆绝缘层一般采用混合介质，其介质对电特性所起作用程度常用等效介电常数表示。

等效介电常数一般也称为等效介电系数。

等效介质损耗角正切

effective power factor

在混合介质中, 介质损耗常用等效介质损耗角正切来表示, 其值决定于混合介质中各组成成份的介质损耗角正切, 介电系数以及它们的相对比例及分布等。

电缆绝缘层一般采用混合介质, 其介质损耗常用等效介质损耗角正切表示。

干扰参数

interference parameter

用来说明电信号从一个回路串到另一回路的情况以及回路对外界干扰的防卫性能的参数称为干扰参数。

电缆、明线干扰参数包括:

一次参数: K ——电耦合;

M ——磁耦合;

Z_{12}, Z_{21} ——耦合阻抗。

二次参数: B_0 ——近端串音衰减;

B_l ——远端串音衰减;

B_{ll} ——远端串音防卫度。

电阻不平衡

resistance unbalance

对称通信电缆中, 一个电缆回路的二根导线的直流电阻差称为电阻不平衡。电阻不平衡是对称电缆的一项性能指标, 电阻不平衡过大将影响电缆的实/幻路串音性能。

纵向不平衡

longitudinal unbalance

回路中的两导线因电阻电感差而引起的不平衡称为纵向不平衡。

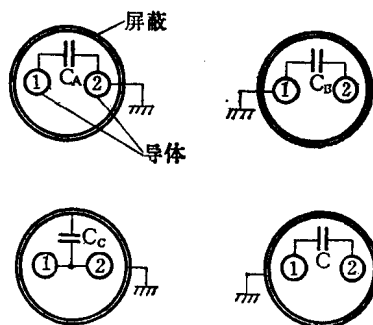
电容不平衡度

capacitive unbalance

电容不平衡度是衡量对称射频电缆 (即二导体电缆) 在结构上对称程度的一个指标, 它用百分数表示。其值越小, 表示二导体电缆的对称性越好。

$$\text{电容不平衡度} = \frac{100(C_A - C_B)}{C}$$

$$= \frac{400(C_A - C_B)}{2(C_A + C_B) - C_C} \%$$



电容不平衡度示意图

传输不平衡度

transmission unbalance

传输不平衡度是衡量对称射频电缆 (即二导体电缆) 在结构上对称程度的一个指标。由于它是测量电压, 故在表示对称程度方面要比电容不平衡度更为灵敏。其值越小, 表示二导体电缆的对称性越好。

它的计算公式为:

$$\text{传输不平衡度} = \frac{|V_1 - V_2|}{\left| \frac{1}{2} (V_1 + V_2) \right|}$$

先在两个导体终端接上匹配负载, 并在始端加一个平衡电压, 然后分别测量两个导体终端和接地屏蔽之间的矢量电压 V_1 和 V_2 , 将这两个数值代入上式, 即可求出。

电容不平衡

capacity unbalance

电容不平衡是指对称电缆芯线之间及芯线和地之间的部分电容不平衡。四线组内部分电容的分布情况如图所示。

同一四线组内芯线之间的部分电容不平衡通常用电容耦合系数 $K_1 \sim K_3$ 来表示; 同一四线组内两实回路之间,

$$K_1 = C_{ac} + C_{bd} - C_{ad} - C_{bc}$$

同一四线组第一实回路与幻路之间,

$$K_2 = C_{bd} + C_{bc} - C_{ac} - C_{ad}$$