

同轴电缆 工程手册



日本电气通信协会 编

同轴电缆工程手册翻译小组译

73.17172

174

同轴电缆工程手册

(日本) 电气通信协会编

《同轴电缆工程手册》翻译小组译

2K490/04

人民邮电出版社

内 容 提 要

这是一本专讲同轴通信电缆的敷设安装与维护方法的手册,内容着重讲解操作方法、规格要求与使用的器材、工具、仪器等。全书分为四个部分,除第一部分为概说外,其余三个部分分别介绍同轴电缆的设计、施工与维护的方法,其中又以施工为重点,介绍得比较详细。

本书可供从事长途通信电缆设计、施工与维护工作的工人和技术人员参考。

同 轴 电 缆 工 程 手 册

编著者: (日 本) 电 气 通 信 协 会

翻译者:《同轴电缆工程手册》翻译小组

出版者:人 民 邮 电 出 版 社

北京东长安街27号

印刷者:天 津 市 第 一 印 刷 厂

发行者:新 华 书 店

· 国 内 发 行 ·

开本787×1092 1/32

1974 年 12 月 第 一 版

印张19 24/32 316页 插页 6 1974年12月天津第一次印刷

印数1—20,000册

书号: 15045·总2002—有501

定价: 1.60 元

出 版 说 明

为了贯彻伟大领袖毛主席提出的“洋为中用”的方针，适应当前我国电信建设迅速发展的需要，我们组织翻译了这本《同轴电缆工程手册》。

日文《同轴电缆工程手册》（日文名称：同軸ケーブル必携），由日本电气通信协会编写，日本电信电话公司（日文名称：日本电信电话公社）建设局审定。初版发行于1968年，后于1971年修订再版。本书是根据修订版翻译的。

日文《同轴电缆工程手册》，主要是供他们直接从事同轴电缆施工、维护以及设计人员阅读的，其内容讲得比较详细具体，附图也比较多，偏重实际使用，对我们有一定的参考价值。

同时，我们也以批判地吸收为原则，如本书日文本的某些内容，有的讲述了日本战后年代在电信方面的畸形发展，有的反映了资本主义生产关系的企业管理方法，等等，这些内容在翻译过程中已做适当删略。另外，原日文本还缺乏统一细致的编排；有的名词前后不一致；还有个别内容重复；排印上的差错也不少。这些问题，在翻译过程中，凡已发现或能判断是错了的，均已更正修改。由于水平所限，错译之处恐难免，希望读者批评指正。

31789

同轴电缆工程手册

总 目 录

I	同轴电缆的概要.....	(1—37)
II	同轴电缆的设计.....	(41—125)
III	同轴电缆的施工.....	(127—397)
IV	同轴电缆的维护.....	(455—617)

I、同轴电缆的概要

1.1 本书使用的术语及其说明	(1)
1.2 同轴电缆的历史及建设情况	(4)
1.2.1 历史	(4)
1.2.2 建设情况	(4)
1.3 同轴电缆的种类	(5)
1.3.1 概说	(5)
1.3.1.1 特点	(5)
1.3.1.2 结构	(6)
1.3.2 9.5毫米同轴电缆	(8)
1.3.2.1 种类	(8)
1.3.2.2 构造及组成	(10)
1.3.2.3 电气特性	(16)
1.3.3 4.4毫米同轴电缆	(18)
1.3.3.1 种类	(18)
1.3.3.2 构造及组成	(18)
1.3.3.3 电气特性	(18)
1.3.4 5.6毫米同轴电缆	(23)
1.3.4.1 种类	(23)
1.3.4.2 构造及组成	(23)
1.3.4.3 电气特性	(25)
1.4 同轴电缆的传输特性	(26)
1.4.1 同轴管的一次参数	(26)
1.4.2 同轴管的二次参数	(28)
1.4.3 同轴电缆的耐压特性	(33)
1.4.4 同轴电缆的串音特性	(33)
1.4.5 阻抗不均匀及反射	(34)
1.5 同轴电缆方式的概要	(37)

1.1 本书使用的术语及其说明

(1) 端站

具有由话路(CH)、基群(G)及超群(SG)等变换装置组成的端站装置,把话音变换为载波以及把载波变换为语音的局、站。

(2) 监测站

在同轴电缆方式中,为了对各个中间增音站(无人增音站)的各种障碍〔如(甲)电平变动,(乙)电源切断,(丙)门被打开,(丁)火灾,(戊)电缆气压下降等〕进行远方监视而设置的局、站。

(3) 中间增音站

为了补偿同轴电缆的线路损耗,在规定的间隔距离上设置的无人增音站。

(a) RS:采用电子管来补偿线路损耗的增音装置(G-4M, G-12M方式)。

(b) AGC:采用电子管来补偿线路损耗,同时采用监视电流,对由于电缆温度特性引起的线路损耗变动进行自动增益调整的增音装置(G-4M, G-12M方式)。

(c) T-AGC:采用晶体管来补偿线路损耗,同时对由于温度变化引起的电缆损耗的变动,利用直热型热敏电阻进行自动增益调整的增音装置(P-1M, P-4M, GP-12MT_r方式)。

(d) P-AGC:采用晶体管来补偿线路损耗,同时使用特定的频率对于T-AGC的补偿残差进行自动增益调整的增音装置(P-1M, P-4M, GP-12MT_r方式)。

(4) 机箱

供装入T-AGC增音机及P-AGC增音机用的由铸铁或钢板制成的外箱。

(5) 红端，蓝端

电缆末端的名称。蓝端为面向电缆横切面时同轴管及长途线对的序号配列成顺时针方向的电缆末端；而红端为反时针方向的末端。*

(6) S型接续法

同轴电缆引入日本时，S型电缆采用过的同轴管接续方法。外导体和内导体都采用套管加以锡焊（S是S.T.C的略写）。**

(7) W型接续法

W型同轴电缆采用过的同轴管接续方法。外导体和内导体都采用套管加以压接（W是W.E.C的略写）。***

(8) N型接续法

为了统一S型及W型接续法，日本研究出的同轴管接续方法。内导体采用锡焊接续，外导体采用滚压接续（N是Nippon的略写）。****

(9) C型接续法

现在，代替N型接续法广泛地用于同轴管接续的一种接续方法。内导体采用套管压接，外导体采用套管滚压接续（C是COX的略写）。*****

* 我国习惯上称为A端、B端。B端相当于蓝端，A端相当于红端。（译注）

** S.T.C为英国标准电话电缆公司。（译注）

*** W.E.C为美国西电公司。（译注）

**** Nippon即日本。（译注）

***** Cox为同轴电缆的缩写。（译注）

(10) 曲率半径

弯曲电缆时,电缆外皮的内切圆的半径。

(11) 容许张力

同轴电缆的结构受到张力等的影响产生变形,因而使传输特性恶化。为了防止这种恶化,有必要对张力规定一个限度,在此容许限度时的张力即容许张力。

(12) 合缠电缆

把路上相邻的短段电缆缠绕在一个电缆盘上的同一单段电缆*。

(13) 反缠电缆

电缆布设方向不是正规方向,而是在相反方向上布设时,为此把红端和蓝端反向缠绕起来的电缆。

(14) 埋深

电缆上表面(或管道上表面)同地面间的最小间隔。

(15) 沟渠

长度5米以下的短跨度桥梁或暗渠。

(16) 直通接续

接续心线的时候,不经测试而依照线号顺序接续。

* 单段电缆(Cable Peace)即我国习惯上称为制造长度的一段电缆。但Cable Peace一词在本书原文中应用很多,有时是各种长度的一段电缆的统称;有时又分为标准Peace(长度为250米)及短尺Peace等等。本书译文中将长度接近250米的译为单段电缆;短尺Peace译为短段电缆。

(译注)

(17) 调整直通接续

在接续点（主要是N点或L点）以下方*一侧的线号作为基准，把上方一侧的心线按线号顺序予以一致的接续。

(18) 分隔电缆

在端站的同轴电缆成端接续铅管与成端套管的中间装入的0.65毫米市话纸绝缘电缆及0.9毫米长途纸绝缘电缆。

这种分隔铅皮电缆是为了保持成端部分的气闭性能而采用的。

(19) 桥接电缆

在中间增音站，为了接续上方、下方电缆的长途线对，把成端用铅管相互连接起来的0.65毫米市话纸绝缘电缆及0.9毫米长途纸绝缘电缆。

1.2 同轴电缆的历史及建设情况

1.2.1 历史

表1.2.1 同轴电缆的历史（略）

1.2.2 建设情况

日本国的同轴电缆的建设数量及其路由区间列于图1.2.1及图1.2.2。

图1.2.1 日本同轴电缆建设数量（略）

图1.2.2 日本同轴电缆路由图（略）

-
- 上方、下方（日文为上部、下部），是指站在电缆中间的某一点，面向上方局（站）所见到的电缆为上方电缆，另一方向的电缆为下方电缆。

（译注）

1.3 同轴电缆的种类

1.3.1 概 说

1.3.1.1 特 点

同轴电缆与不加感电缆、音频电缆及明线比较具有一些完全不同的特点。这是由于同轴电缆的结构不同所形成的；这些特点同先进的传输技术相结合，从而使高质量的长距离传输方式成为可能。

下面依次列出这些特点：

（1）高频率时的串音特性良好

同轴电缆的串音特性随着频率升高而越来越好，因此，扩大了可能使用的频率范围，能够经济地传输很多的话路。

1.2毫米载波电缆	300千赫	60路
明线载波（包括音频实线）	150千赫	17路
同轴电缆	12兆赫	2700路

（2）在高频传输通路中传输损耗最小

平衡式线路的线路损耗同频率成正比例地增长，而同轴电缆的线路损耗同频率的平方根成正比例。

1.2毫米载波电缆	250千赫	3.5分贝/公里
同轴电缆	250千赫	1.2分贝/公里

（3）耐压特性良好，导体电阻较小

不加感电缆的耐压特性：	1,000伏
同轴电缆的耐压特性：	3,000伏以上

而它们的导体电阻：

1.2毫米载波电缆	15欧/公里
同轴电缆	内导体 3欧/公里
	外导体 2欧/公里

（4）长距离宽频带传输上必不可少的阻抗不均匀性可以降低。

1.3.1.2 结 构

同轴电缆是由圆筒状的外导体和位于其中心的内导体所构成的一种简单结构形式,但是成为问题的是保持该两导体位于正确位置的绝缘体。

这种绝缘体要在电缆受到弯曲等外力时,仍能完全保持良好;又因它是用于电场强度最强的部分,所以必须具有很小的电气损耗。

为此,加大空气所占的容积是最好的办法,但是另一方面却又不容易满足前述第一个条件。

为了解决这个矛盾,研究出许多种类的结构型式,如:隔一定距离在内导体上夹入聚乙烯圆片的嵌片型;等间隔设置聚乙烯空管的鱼泡型;聚乙烯圆片浇铸型;泡沫聚乙烯的充实型;带有突起物的聚乙烯带型等等。在日本采用的是:聚乙烯圆片的S型及W型(用于9.5毫米同轴电缆)和带有突起物的聚乙烯带型(用于4.4毫米同轴电缆)。

内导体约占同轴电缆全部电阻部分的衰减的80%,因此有必要减小其有效电阻。同时在机械性能方面,它还须具有很好的挠曲性。此外,还必须考虑到制造上的工艺问题。把这些因素进行综合考虑后采用了单心铜线。

对于外导体来说,也希望具有较低的有效电阻,如果只考虑这一点,则可有其他两、三个方案,但在实际上尚有种种困难,不如仍采用单一的铜圆筒较为有利,因此就采用了这种型式。

(a) 9.5毫米同轴电缆(注)

9.5毫米同轴电缆的绝缘体外径为0.375英吋,因而也叫做375型同轴电缆,1946年国际电报电话咨询委员会将其制定为标准同轴电缆,它的有效介电常数较小(约为1.08),按照最小衰减常数进行设计。

(注)研究出小同轴电缆以后,有必要把电缆予以分类,于是根据外导体的内径来表示,分别把这些电缆称为9.5毫米,5.6毫米,4.4毫米同轴电缆。

另外,S型是英国STC(标准电话电缆)公司、W型是美国WEC(西电)公司研制出来的电缆,于是分别冠以公司的第一个字母以示区别。

(b) 5.6毫米同轴电缆

5.6毫米同轴电缆比9.5毫米同轴电缆的外径要细些,最高传输频率可达1.3兆赫(300路),是日本研究出来已经实际使用了一种同轴电缆,是

作为一般载波电缆和9.5毫米同轴电缆之间的通信电缆来使用的。但是它同后来国际电报电话咨询委员会规定的小同轴电缆国际规格相比,外径要大些,电气特性却要差些,因此现在只供一部分商用。而在今后的建设工程中在P-4M化的一定程度上,几乎将不再采用这种电缆。可是5.6毫米同轴电缆在把迄今使用的电子管增音装置半导体化方面尚有较大意义,为后来的P-4M、GP-12MT_r方式打下基础方面是不容忽视的。

(c) 4.4毫米同轴电缆

这是一种小同轴电缆,是研制出来代替5.6毫米同轴电缆的。其同轴管外径虽然更细了一些,衰减常数却和5.6毫米同轴电缆没有什么改变,而对于宽频带传输不可缺少的阻抗不均匀性以及串音特性却大幅度地得到改善。其构造上的特长是把带有突起物的聚乙烯带进行纵包,使其成为圆筒形状从而保持内导体的位置。

此外,内层和外层的屏蔽用钢带互成反方向地进行缠绕,以便改善串音性能。

最初,在商用试验中对于电缆外径30毫米以下的细电缆采用了铅—塑料(Lepeth)电缆(铅护套上包有聚乙烯),对于粗电缆采用了铝—钢—塑料(StaLpeth)电缆,后来由于外皮接续方法上发生问题,于是皆改用铅皮电缆。

(d) 应急同轴电缆

应急同轴电缆用于同轴电缆发生故障或由于迁改路由需要调换电缆时,作为长度在1公里以内的临时回路而使用的。因此,这种电缆的结构应按照现场操作方便又能多次重复使用的要求进行设计。应急同轴电缆的内导体采用1.5毫米软铜线,在上面挤覆一层外径为9.5毫米的实心聚乙烯。外导体先用五条厚0.4毫米,宽5.8毫米的软铜带并行缠绕以后,再在上面重叠缠绕一层软铜带,最后挤上一层黑色聚氯乙烯,制成后其外径为16.5毫米。

应急同轴电缆的两端附有软线插头,在与各种类型的同轴电缆或其他应急同轴电缆相接续时,依据情况分别使用规定的插头。

上面叙述的是单管应急同轴电缆,该电缆有下列几项缺点:(1)多管同轴电缆增加后采用不方便;(2)同一管道内敷设两条时很困难;

(3) 接续部分的稳定性较低, (4) 敷设年数多时, 作业效率降低等等, 为了弥补这些缺点, 研究出 4 管应急同轴电缆, 正在进行商用试验。

4 管应急同轴电缆的结构示于图 1.3.1。

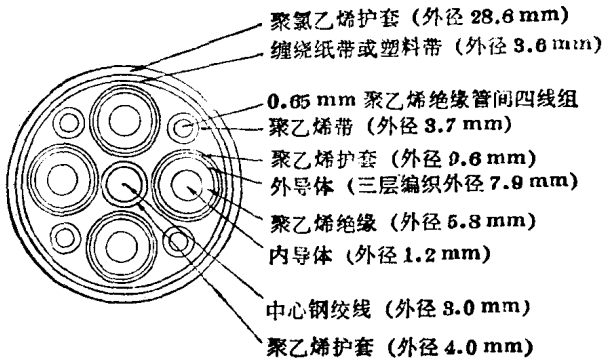


图 1.3.1 4 管应急同轴电缆结构图

一条电缆的长度为 150 米, 电缆两端连接有电缆插头。

作为其他附件, 尚配备有 4 管应急同轴插头以及电缆盘等物。

4 管应急同轴电缆相互间的接续, 由在 4 管应急同轴电缆两端装设的电缆插头直接插接。

4 管应急同轴电缆和一般同轴电缆相接续时, 先把应急电缆的电缆插头与应急同轴插头直接接续, 再经过应急同轴用的插接软线与一般同轴电缆接续。

4 管应急同轴电缆和局、站内的设备相接续时, 先把应急电缆的电缆插头与应急同轴插头直接接续, 再经过应急同轴用插接软线以及应急同轴用站内转接器, 与由局、站内设备来的同轴用 N 型接续插头相连接。

1.3.2 9.5 毫米同轴电缆

1.3.2.1 种类

9.5 毫米同轴电缆依据同轴管的型式, 同轴管数, 外层线对数以及外层方法, 分类如表 1.3.1。同轴管的型式有 S 型及 W 型之分, 同轴管数有

1管、2管、4管、6管、8管、12管六种（参见图1.3.2）。外护层的种类可分为无铠装、钢带铠装、钢丝铠装以及细钢丝铠装（参见图1.3.3），并分别用裸、带、丝、细丝来表示。此外为了防止电蚀，无铠装的及有铠装的电缆都制有防蚀电缆。

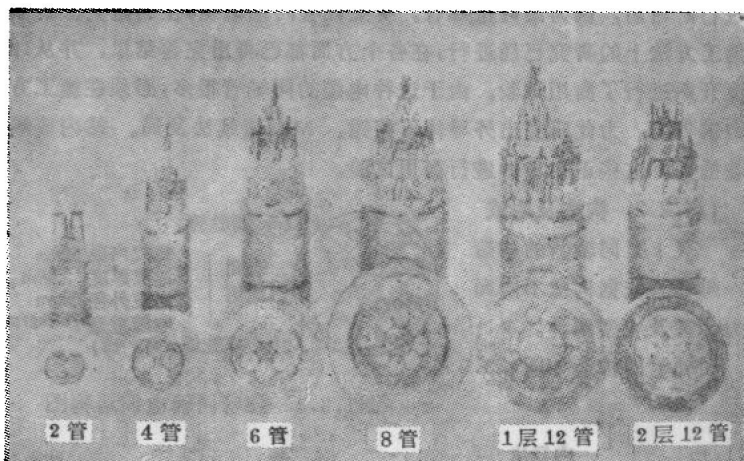


图1.3.2 9.5mm同轴电缆（其一）



图1.3.3 9.5mm同轴电缆（其二）

现在已生产有最多管数为12管的9.5毫米同轴电缆。随着新型业务的开展；电话流量的增加；有要求更大容量的长途回路的趋势，因而希望有更多管数的同轴电缆。

为此，对于在直径75毫米的管道内可能铺设的最多同轴管数的同轴电缆进行研讨后，认为最好是18管。有关18管同轴电缆，在制造上、传输上及施工方法上的研究已经进行，在各个方面都已得出完善结果，并从1971年度开始进行了商用试验。由于这种电缆的同轴管很多，必须在施工方法上力求省力，为此研究出外导体压接钳、M型接续法及局、站内成端用分歧插头。这些正在日本进行商用试验。

1.3.2.2 构造及组成

(1) 同轴管的构造

同轴管依据构造不同而分为S型及W型两种。

同轴管的构造如图1.3.5所示。

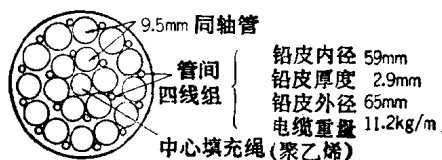


图1.3.4 18管同轴电缆结构图

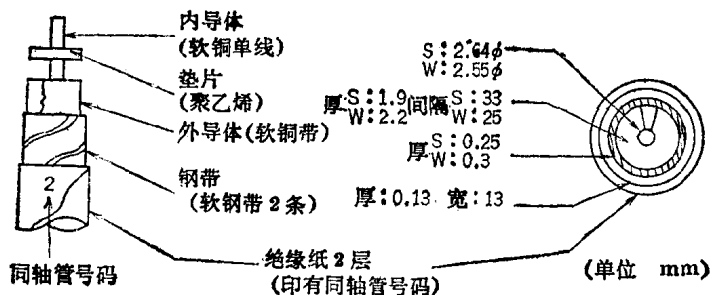


图1.3.5 9.5mm同轴管的构造

〔备注〕外导体合缝处的构造，S型为波纹形，W型为锁齿形

(2) 长途线
对的构造
长途线对的构造示于图1.3.6。

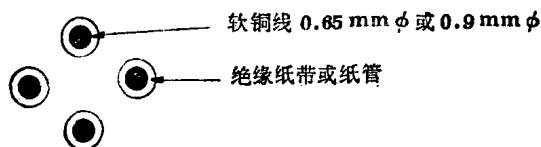


图1.3.6 长途线对的构造

(3) 同轴管及长途线对的排列

同轴管、中心及管间四线组以及外层四线组如图1.3.7的样子排列在一起。再用绝缘纸带密接缠绕成电缆心。

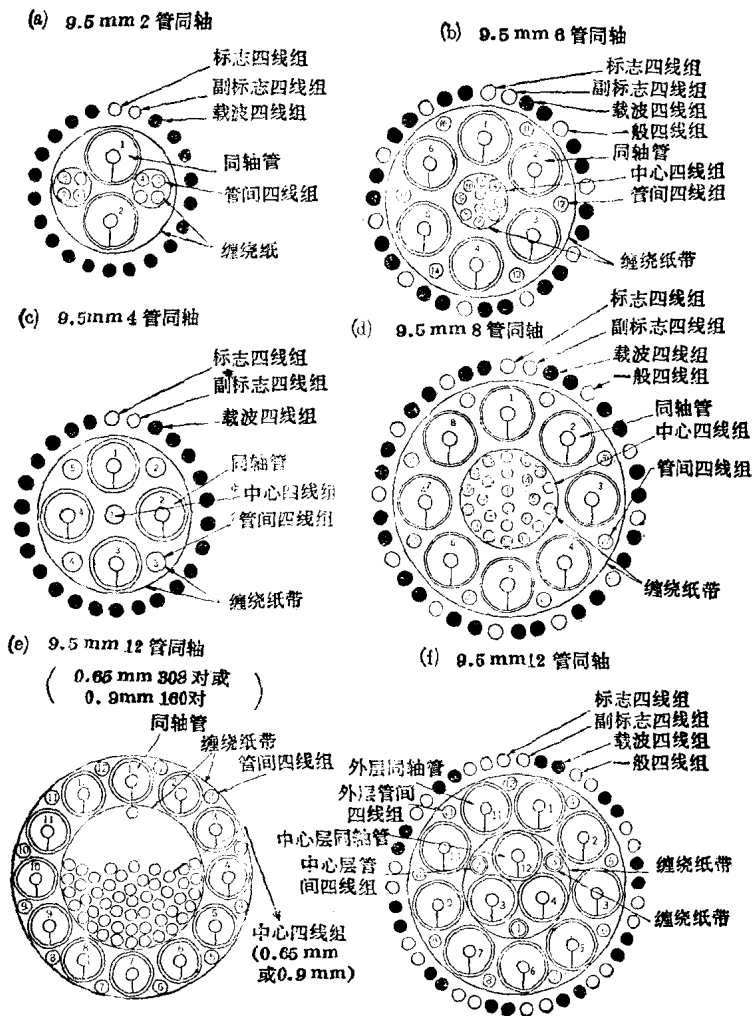


图1.3.7 同轴电缆的组成