

长途电信明线
工程设计丛书(四)

进局电缆设计

(修订本)

CHANGTU
DIANXIN
MINGXIAN
GONGCHENG
SHEJI
GONGSHU

邮电部设计院编
人民邮电出版社

5750

长途电信明线工程设计丛书(四)

进 局 电 缆 设 计

(修 订 本)

邮 电 部 设 计 院 编

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书是长途电信明线工程设计丛书之四。内容为进局电缆设计的技术经验。修订本根据目前情况,对本书的内容作了修改,并增加了介入电缆的设计。对对称电缆的规格、埋设要求、三防设计要求、充气维护设备等也参照长途电缆工程设计的要求作了修改,另外还增加了市话电缆的高频传输特性,并对进局设备和装置按现情况作了些修改。

本书比较通俗实用,可供从事长途通信设计、基建的工程技术人员使用,也可供邮电院校师生参考。

长途电信明线工程设计丛书共五册

(一)电路设计

(二)杆面型式及交叉设计

(三)杆线建筑设计

(四)进局电缆设计

(五)增音站设计

长途电信明线工程设计丛书(四)

进 局 电 缆 设 计

(修订本)

邮电部设计院 编

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/32 1979年10月第 二 版

印张: 2 18/32 页数: 41 1979年10月河北第四次印刷

字数: 58 千字 印数: 17,001—23,500册

统一书号: 15045·总1557—有331

定价: 0.23 元

修 订 版 说 明

架空明线具有初期投资少及便于施工、维护和抢修等特点。我国幅员辽阔，目前长途通信中仍有大量的明线线路，特别是在一些通信容量要求不多及建设较困难的地区，架空明线仍较适用。即使在以电缆和微波为主的通信网中，架空明线作为区间通信，并作为主干线的迂回和备用线路，仍具有一定的重要性。

《长途电信明线工程设计丛书》是我院一九六五年编写的，近年来有的情况已发生了变化。为了适应当前各地明线工程设计工作的需要，我们参照近年来生产和施工、维护发展的情况，对本丛书进行了复查修改。

由于我国幅员广大，各地情况不尽一致，参阅本资料时还应因地制宜，结合实际情况采用。对本资料中的错误之处，渴望读者批评指正。

邮电部设计院
一九七八年十二月

目 录

第一章 敷设进局电缆和介入电缆的一般要求	(1)
1.1 敷设进局电缆的地点	(1)
1.2 敷设介入电缆的地点	(1)
1.3 对线路交叉配区和终端装置的一般要求	(2)
第二章 进局电缆和介入电缆程式的选择	(4)
2.1 型号选择	(4)
2.2 电缆外护层及心线程式的选择	(5)
2.3 电缆结构及程式的表示方法	(7)
2.4 常用进局和介入电缆的电气特性	(11)
第三章 电缆敷设方法的选择及其设计	(18)
3.1 电缆路由的选择	(18)
3.2 敷设方式的确定	(19)
3.3 埋式电缆	(20)
3.4 管道电缆	(31)
3.5 架空电缆	(34)
3.6 平衡要求	(37)
3.7 引入局站	(41)
3.8 充气维护	(44)
第四章 阻抗匹配及保护设备	(54)
4.1 阻抗匹配	(54)
4.2 保护设备	(62)
第五章 架空明线的终端装置	(70)
5.1 明线终端及设备的安装方法	(70)
5.2 电缆成端	(76)

第一章 敷设进局电缆和介入 电缆的一般要求

1.1 敷设进局电缆的地点

1. 当架空明线线路进入位于市区的终端局或增音站，如果由于街道、房屋等建筑物的影响，或者按城市规划要求，不能架设明线时，需敷设进局电缆。

受电力线路影响，或受工厂有害气体影响，架设明线不够安全，并且路由上又无法避免时，也可改用电缆敷设。

2. 当几个方向的明线线路进入同一增音站，如果由于地形限制，线路间的隔距不能满足相互间串音防卫度要求时，需将其中部分明线改为进局电缆。

某些线路要求明线线路及终端杆设在离增音站一定距离以外，自终端杆采用电缆引入增音站内。

3. 明线进入增音站，如果机房墙上未装设引入支架，则仍需自终端杆用电缆引入机房，这一短段进局电缆称为引入电缆。

1.2 敷设介入电缆的地点

1. 在架空明线线路中间某些地点，由于明线建筑有困难或不够安全，需改用一段电缆建筑方式的，称为介入电缆。

2. 明线线路遇较大河流，飞线的跨越距离超过允许长度

时，或者虽然跨距不大，但飞线建筑有困难或不够安全时，需考虑采用水底电缆或桥上电缆的方式。

3. 特殊地点用明线通过有困难（例如，通信线路与输电线、铁路等交越，其隔距或交越角不符合要求）时，可以用埋式电缆方式通过。

关于明线中介入的过河水底电缆的建设要求和工程设计，均与长途电缆通信线路的过河水线的要求相同，因此，除终端装置等问题在本册内叙述外，其他设计问题，可参照有关干线电缆载波工程线路设计参考资料进行。

由于采用介入电缆后，增加了电缆与明线的阻抗不匹配，及需增加交叉短区等，对通信质量有一定影响，以及它位于线路中间，终端保护设备如遭雷击损坏后维修不便，一般情况下应尽量少采用介入电缆。

1.3 对线路交叉配区和终端装置的一般要求

1. 架空明线线路应自进局电缆终端杆开始配置交叉区，进局电缆的长度不应包括在交叉区内。但在增音站采用墙上引入支架时，明线在引入支架上接引入线进入机房，因此，自终端杆至墙上支架这一段明线长度（一般为2~15米）应包括在交叉区的第一个或最末一个交叉间隔内。

2. 中间介入电缆（不论埋式、架空或过河水线）的实际长度不超过50米的，可以在交叉区内作大偏差处理，明线交叉区和交叉间隔序号在电缆终端杆两侧连续编排。电缆长度超过50米时，应在两端设交叉终端杆，两侧明线各自配置完整的交叉区，介入电缆的长度不应包括在交叉区内。

3. 开通十二路载波的回路，不论进局电缆或介入电缆的长度多少，都应在电缆和明线接续处加装阻抗匹配设备。只开

通三路载波回路的线路或线对，电缆长度小于150米的（具体规定见第四章表4.4），可不装设匹配设备；超过允许值时，应在电缆与明线接续处装设阻抗匹配设备。只开通音频的回路（不装音频增音机的情况下），对任何长度的电缆，一般都不必装设匹配设备。

4. 原有线路中新加增音站或新加介入电缆，或者由于局站位置迁移，需改建进局线路并增加了进局电缆长度时，应考虑由于采用电缆增加了传输衰减对电路传输的影响，需重新进行传输电平图的计算，并采取技术措施予以解决，如调整增音段距离、增加无人增音站、调整导线线径等，应根据具体情况来决定。

第二章 进局电缆和介入 电缆程式的选择

2.1 型号选择

1. 用作进局电缆和介入电缆的有高频长途对称电缆、低频长途对称电缆，以往还采用过低电容电缆等。

高频对称电缆有HEQ-252型、HEQ-156型及HEQ-108型等。它的心线结构适合高频传输使用，电容量较低，衰减较小，容易获得较高的串音防卫度。其使用频率范围分成252千赫、156千赫、108千赫等，用作十二路载波电话的进局或介入电缆，选择频率为156或108千赫者即可。

低频对称电缆如HEQ型低频电缆，它与高频对称电缆相比，电容量较大，高频衰减较大，并且经平衡后只能有部分线对可以开通十二路载波。但由于其制造成本和价格较低，当线路上三路载波和音频回路较多，十二路载波回路的终期容量在3~4套左右，及电缆长度较短时，可采用七个四线组的HEQ型电缆。在已经敷设的HEQ型电缆上需要开通几套十二路载波时，可以根据测试来决定。

2. 低电容电缆是专作高频加感用的，现国内无室外用的正式产品，且因高频加感的节距较短，设备复杂，以往也只在距离很短，能采用载波机上附有的简易加感方式时才使用。

3. 当一条高频电缆不敷容纳所有的高频（十二路载波）

与低频（三路载波及音频）进局回路时，可另外放设一条HEQ型低频电缆，用来引入其中的低频回路。

4. 市话电缆也具有可用作高频传输的性能，但由于其衰减大，耐压低，一般不宜与长途明线相连接。个别线路（如次要线路或利用已有市话电缆）中可通过对电缆的测试，在传输衰减符合全线传输电平的情况下，选择其中串音防卫度满足要求的线对作为高频载波回路的进局线用。

5. 目前由于铝护套电缆的接续等问题的存在，干线上的进局或介入电缆一般仍采用铅护套和铜心线的电缆。随着施工技术的不断完善，有条件时可根据具体情况来选用铝护套或铝心线的电缆。

2.2 电缆外护层及心线程式的选择

1. 按照敷设和运用条件，电缆可分为地下埋设电缆、管道电缆、架空电缆及水底电缆等，并按其使用情况选择不同的电缆外护层。常用的电缆外护层种类见表2.1。

2. 高频HEQ-156（或HEQ-108、HEQ-252）对称电缆的心线线径，目前国产的都是1.2毫米一种；低频HEQ型电缆心线有0.8~1.4毫米线径，用作高频回路的进局或介入电缆时，为避免衰减过大，一般也选用1.2毫米线径。单供低频回路使用的，可根据低频回路允许衰减来选定。

上述各种型号电缆均为星绞电缆，每种型号又有不同的四线组数，设计时应根据明线的回路数选择合适的电缆。

HEQ-252电缆是用于开通60路高频载波电路，除四线组外，又分有信号线和无信号线两种，一般不要用作明线的进局或介入电缆。

电缆的心线组合程式见表2.2。

表 2.1

常用电缆外护层的种类

电缆及外护层型号	外护层结构	敷设条件
HEQ-156 HEQ	裸铅包	敷设于电话管道内或架空使用
HEQ ₂ -156或HEQ ₁₂ -156 HEQ ₂ 或HEQ ₁₂	铅包钢带铠装或钢带铠装一级防腐	埋设于地下非强腐蚀地点
HEQ ₅ -156 HEQ ₅	铅包粗钢丝铠装	敷设于水中, 能承受较大拉力
HEQ ₃ -156 HEQ ₃	铅包细钢丝铠装	敷设于水中, 能承受较小拉力
HEQ ₁₁ -156 HEQ ₁₁	裸铅包一级防腐护层	敷设于强腐蚀地点的管道内
HEQ ₂₂ -156 HEQ ₂₂	铅包钢带铠装二级防腐护层	埋设于地下强腐蚀地点

表 2.2

电缆心线组合表

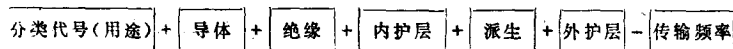
电 缆 型 号	心线直径(毫米)	星绞四线组数量
HEQ-156(108,252) HEQ ₂ -156(108,252)	1.2	1, 3, 4, 7。
HEQ ₅ -156(108,252) HEQ ₂₂ -156(108,252)	1.2	4, 7。
HEQ、HEQ ₂	0.8	8, 4, 7, 12, 14……。
	0.9	
	1.0	
	1.2	
	1.4	
HEQ ₅	0.8	7, 12, 14……。
	0.9	
	1.0	8, 4, 7, 12, 14。
	1.2	
	1.4	

在一条进局或介入电缆中，不要混杂使用不同程式的电缆（如适用频率不同，线径不同，心线组数不同等），以免由于电气特性各不相同而影响传输质量，或者心线不能充分利用。

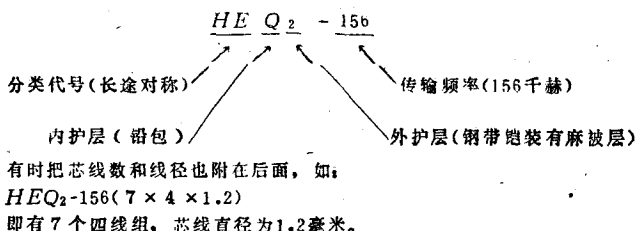
2.3 电缆结构及程式的表示方法

1. 型号的组成

我国通信电缆的型号是采用汉语拼音字母和阿拉伯数字组成。在型号中汉语拼音字母排列在前，阿拉伯数字排列在后。阿拉伯数字一般为电缆外护层代号。型号各代号的排列次序如下，其意义见表2.3。



举例：



2. 电缆规格尺寸及重量

HEQ型电缆及HEQ-156(108,252)型电缆的各种规格尺寸及重量见表2.4及2.5。

3. 电缆心线组合及色志

HEQ型及HEQ-156(108,252)型星绞电缆一般都在心

表 2.3

电缆型号组成中的代号意义

分类代号 (用途)	导体	绝缘层	内护层	派生 (特征)	外护层
H 市话电缆	T 铜 (省略)	Z 纸 (省略)	Q 铅包	Z 综合电缆	1 麻被护层
HE 长途对称	L 铝	Y 聚乙烯	L 铝包	P 屏蔽 (心线)	2 钢带铠装有麻被层
HO 干线同轴	G 钢 (铁)	V 聚氯乙烯	V 聚氯乙烯	L 防雷	20 裸钢带铠装
HJ 局用电缆	GL 铝包钢	YF 泡沫聚乙烯	H 橡皮	C 自承式	8 细钢丝铠装有麻被层
HP 配线电缆	GT 铜包钢	X 橡皮	N 尼龙或卡普龙	J 加强型	30 裸细钢丝铠装
HU 矿用电缆	HL 一般铝合金	M 纱包	V 聚乙烯	R 软	5 粗钢丝铠装有麻被层
HW 野战通信用	HT 一般铜合金	S 丝包	GW 皱纹钢管	Y 硬	11 裸一级防腐护层
HH 海底电缆	J 铜线心, 绞合线心	SB 玻璃丝	GL 皱纹铝管	K 空心	12 钢带铠装一级防腐
HS 电视电缆		B 聚氯乙烯	X 纤维	Q 轻型	13 细钢丝铠装一级防腐
S 同轴射频		F 聚四氟乙烯	G 钢管	YF 泡沫聚乙烯	15 粗钢丝铠装一级防腐
SE 对藕射频		N 尼龙	S 铝—铝—聚乙烯综合护层		21 裸二级防腐护层
HD 铁道电气化用通信电缆		D 稳定聚乙烯绝缘			22 钢带铠装二级防腐
					23 细钢丝铠装二级防腐
					25 粗钢丝铠装二级防腐

表 2.4

HEQ型电缆规格尺寸重量

电缆规格	HEQ 型			HEQ ₂ 型			HEQ ₅ 型		
	铅皮厚度 (毫米)	电缆外径 (毫米)	总重量 (公斤/公里)	铅皮厚度 (毫米)	电缆外径 (毫米)	总重量 (公斤/公里)	铅皮厚度 (毫米)	电缆外径 (毫米)	总重量 (公斤/公里)
3×4×0.9	1.4	13.4	703	1.25	23.7	1198	2.05	34.0	3290
4×4×0.9	1.4	15.5	841	1.25	25.8	1391	2.05	36.1	3669
7×4×0.9	1.5	17.4	1050	1.4	27.8	1690	2.05	37.8	4022
14×4×0.9	1.0	22.8	1617	1.5	33.2	2399	2.3	43.2	5186
3×4×1.0	1.4	15.3	834	1.25	25.6	1378	2.05	35.9	3639
4×4×1.0	1.4	16.9	1007	1.25	27.3	1625	2.05	37.3	3913
7×4×1.0	1.5	20.3	1329	1.4	30.7	2042	2.05	40.7	4620
14×4×1.0	1.7	26.9	2122	1.5	37.1	2918	2.3	47.2	6092
3×4×1.2	1.4	16.5	982	1.25	26.9	1590	2.05	36.9	3843
4×4×1.2	1.5	17.9	1113	1.4	28.3	1759	2.05	38.3	4140
7×4×1.2	1.6	21.6	1494	1.5	32.0	2244	2.15	42.0	4931
14×4×1.2	1.8	28.8	2426	1.6	39.0	3267	2.3	49.1	6604

注：电缆重量主要摘自西安电缆厂产品样本（铅皮厚度及外径系计算值）。

表 2.5 HEQ—156(108, 252)型电缆规格尺寸重量

电缆规格	HEQ-156 (108,252)				HEQ ₂ -156 (108,252)				HEQ ₅ -156 (108,252)			
	铅皮厚度	铅皮外径	电缆外径	总重量 (公斤/公里)	铅皮厚度	铅皮外径	电缆外径	总重量 (公斤/公里)	铅皮厚度	铅皮外径	电缆外径	总重量 (公斤/公里)
	(毫米)	(毫米)	(毫米)	(公里)	(毫米)	(毫米)	(毫米)	(公里)	(毫米)	(毫米)	(毫米)	(公里)
1×4×1.2	1.4	12.9		638	1.25	12.6	21	1300				
3×4×1.2	1.6	20.2		1269	1.5	19.6	30.6	1980	2.15	20.9	40.6	4552
4×4×1.2	1.6	21.7		1398	1.5	21.5	32.1	2150	2.15	22.8	42.1	4847
4×4×1.2 +5×1×0.9	1.6	22.2		1458	1.5	22.3	32.6	2224	2.15	23.6	42.6	4960
7×4×1.2	1.8	27.0		2034	1.6	26.5	37.2	2832	2.3	27.9	47.3	6016
7×4×1.2 +6×1×0.9	1.8	27.5		2113	1.6	27.1	37.7	2923	2.3	28.5	47.8	6152

注：本表数据主要摘自西安电缆厂产品样本。

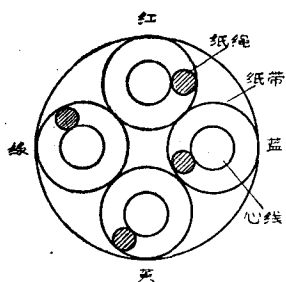


图 2.1 星绞四线组色志

线外面采用不同颜色的绝缘层或纸绳。各厂产品颜色不完全一样，多数红、黄（或白）、蓝、绿四色组成一个四线组，其中对角线组成一个回路，即红、黄组成一对，蓝、绿组成另一对，见图2.1。

每一四线组外还疏绕不同颜色的棉纱，多四线组电缆规定顺序由中心向外编号，如从B端看，则

组序依顺时针方向排列，红扎线为起始组，绿扎线为最末组；如从A端看，则顺序按逆时针方向排列，见图2.2（各厂产品不完全一样）。

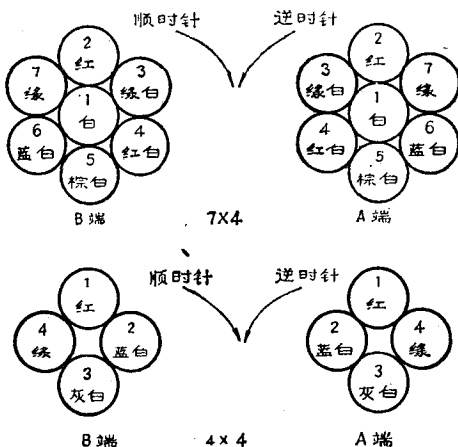


图 2.2 7×4 4×4 电缆组序色志

2.4 常用进局和介入电缆的电气特性

常用进局和介入电缆的电气特性见表2.6—表2.13, 其中

表 2.6 HEQ-252 (156, 108) 型电缆电气特性表

(心线直径1.2毫米, 温度为+20°C时)

性能名称	频率 (千赫)	单位	数值	相对长度 (米)	换算其他 长度系数
单根导线直流电阻不大于	直流	欧	15.95	1,000	$\frac{l}{1,000}$
同一线对内两条导线电阻差 不大于	直流	欧	0.17	850	$\sqrt{\frac{l}{850}}$
绝缘电阻不小于	直流	兆欧	10,000	1,000	$\frac{1,000}{l}$
工作电容					
1.全部回路的额定值不大于	0.8	毫微法/公里	26.5	1,000	$\frac{l}{1,000}$
2.对电容额定值偏差					
绝缘电气强度(2分钟)					
1.心线对接地金属护套	0.05	有效伏	1800	制造长度	
2.心线之间			1000		
3.信号线对接地金属护套			700		
组内及组间的近端串音衰减 不小于	全频带	奈	6.8	850	$-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{850}$
在—批定货中, 不少于50% 的制造长度至少有一端的全 部数据不小于	全频带	奈	7.2	850	$-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{850}$
组内及组间的远端串音衰减 不小于	全频带	奈	7.9	850	$-\frac{1}{2} \ln \frac{l}{850}$
其中除下列数目外, 不小于 (1) 7组电缆不多于9个数 (2) 4组电缆不多于4个数	全频带	奈	8.5		

注: 电缆制造长度有 425 ± 5 或 850 ± 5 米两种。

表 2.7 HEQ—252 (156, 108) 型电缆的二次参数

(实测值: $7 \times 4 \times 1.2\text{mm}$)

频率 (千赫)	波阻抗 绝对值 (欧)	波阻抗 角度 (度)	衰减常数 (毫奈/ 公里)	相移常数 (弧度/ 公里)	频率 (千赫)	波阻抗 绝对值 (欧)	波阻抗 角度 (度)	衰减常数 (毫奈/ 公里)	相移 常数 (弧度/ 公里)
10	200	-14°28'	76.4	0.295	110	177.7	-3°22'	208.9	3.06
20	183	-9°8'	99.6	0.503	130	176.8	-4°31'	228.0	3.60
30	187	-6°52'	110.9	0.87	150	174.2	-3°28'	255	4.16
50	180.7	-4°55'	139.3	1.43	170	172.8	-2°47'	271	4.69
70	181	-4°23'	166	2.02	210	174.2	-4°4'	310	5.73
90	178	-3°45'	187	2.52	250	173.0	-2°19'	337	6.78

注: 摘自《对称通信电缆》(人民邮电出版社1976年版)

表 2.8 HEQ型电缆的电气特性表

特 性	单 位	标 准
心线(单线)直流电阻: 心线直径0.8毫米	欧/公里	36.1
心线直径0.9毫米	欧/公里	28.5
心线直径1.0毫米	欧/公里	23.5
心线直径1.2毫米	欧/公里	16.4
心线绝缘电阻	兆欧/公里	10,000
电气绝缘强度(交流50赫, 2分钟):		
心线间: a. 心线直径0.8和0.9毫米	伏	700
b. 心线直径1.0和1.2毫米	伏	1,000
心线对铅皮间	伏	1,800
线对工作电容	毫微法/公里	30—36

注: 1. 制造长度为 $425 \pm 1\%$ 米。