

8

手

电信
工程设计

册

长途电缆线路

DIANXIN GONGCHENG SHEJI SHOUCE

电信工程设计手册

长途电缆线路

邮电部设计院 编



人民邮电出版社

9210057

登记证号(京)143号

内 容 提 要

本书包括长途通信中同轴电缆、小同轴电缆、对称电缆和海底电缆线路工程设计的线路传输系统组织、技术标准、计算方法、建筑防护措施、敷设安装图表、勘测设计内容、投资效益评价以及相关的国标、CCITT建议等技术资料。可供通信电缆线路工程的设计、施工、维护和建设管理人员使用,也可供从事通信专业的科研、教学人员参考。

DTSS/10
电信工程设计手册

长途电缆线路

邮电部设计院 编

田瑞然 主编

徐松茂 总审

*

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街27号

煤炭工业出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092 1/16 1991年11月 第 一 版

印张: 52 页数: 416 1991年11月北京第1次印刷

字数: 1314千字 印数: 1—3 000册

ISBN 7—115—04575—5/TN·483

定价: 44.00元

73.4073
235

《电信工程设计手册》

编 审 委 员 会

主任委员：

宋直元

副主任委员：

张端权 杨兆麒 鲁岚峰

委员（按姓氏笔划为序）：

于保民 王瑞陞 业治铸 刘 沈 刘宗汉

伍读华 许 敏 杨永中 季正益 贾宝顺

俞天麟 徐寿曾 裴祖聿

前 言

随着我国国民经济迅速增长，以及对外执行开放政策，国民经济各部门和人民群众对通信的需求急剧增长，加速通信建设，迅速提高通信能力和通信服务水平，改变通信落后面貌，已成为我国当前的迫切任务。

设计工作是通信建设的关键环节。设计对通信规划，保证工期，保证质量，节约投资，采用新技术，取得最好的经济效益等起着关键性的作用。为了进一步提高设计效率，提高设计质量，提高勘测设计人员的水平，促进技术进步，提高基本建设投资效果，我司已商请邮电部设计院等单位组织有关专家编写《电信工程设计手册》，经我司组织审定后，将按专业分册交人民邮电出版社编辑出版发行。

这套手册是结合实际工作需要和建国以来邮电设计经验总结编写的，力求实用。主要内容有比较全面的邮电通信勘察设计技术资料、经验数据及常用图表，以供邮电通信建设工程技术人员引用。

《电信工程设计手册》在各单位、各方面专家共同辛勤努力下，克服了不少编写困难，终于开始正式出版了。这无疑是对我国通信建设的一个贡献。由于是第一次组织这样大型的、整套的手册，而且是分册陆续出版，难免有缺点和不足之处，希望各地读者在使用过程中及时把意见反映给我司，以便今后修订提高，使这套手册在我国通信建设中发挥更大的作用。

邮电部基本建设司

1991年2月

编 者 的 话

我国长途电缆通信网的建设，已经历了三十余年，从事电缆通信线路的设计单位有几十个，致力于此项专业的设计、施工、维护和建设管理的人员，也形成了庞大的行业队伍。为了适应工程建设的需要，我院编写了这本工程应用技术工具书。内容包括长途通信中同轴电缆、小同轴电缆、对称电缆和海底电缆线路工程设计的线路传输系统组织、技术标准、计算方法、建筑要求、防护技术、敷设安装图表，还包括查勘设计内容、投资概预算、经济评价、以及相关的国家标准、CCITT 建议等适用的技术资料。供从事通信电缆线路工程设计、施工、维护和建设管理人员使用，也可供从事通信专业的科研、教学人员参考。限于编者的水平，书中难免还存在一些错误和缺点，请读者给予指正。

本书第一、三、四、五、十、十一、十三、十四、十五、十七章和附录由田瑞然同志编写；第二、六、七、八、九、十八及十九章，由段宏坡同志编写；第十六章由周关明同志编写，第十二章由徐宏飞同志编写。本书由田瑞然同志负责主编，由徐松茂同志负责总审。

目 录

第一章 长途电缆通信网概要

1.1 通信网路结构	1
1.2 通信网路规划	10
1.3 长途通信电缆线路	15
1.4 长途通信电缆载波系统	17

第二章 工程查勘与设计

2.1 工程查勘与设计程序	20
2.2 工程查勘内容与方法	24
2.3 干线电缆载波线路工程可行性研究	32
2.4 工程设计文件编制内容	37
2.5 微机辅助设计	47

第三章 电缆线路传输系统

3.1 电缆线路传输系统的组成	66
3.2 中同轴电缆载波通信线路传输系统	69
3.3 小同轴电缆载波通信线路传输系统	79
3.4 对称电缆载波通信线路传输系统	87
3.5 外国电缆载波通信线路传输系统	91

第四章 长途通信电缆结构

4.1 长途通信电缆型号	93
4.2 中同轴综合通信电缆结构	97
4.3 小同轴综合通信电缆结构	101
4.4 微同轴与单管同轴通信电缆结构	106
4.5 对称通信电缆结构	109

第五章 长途通信电缆的电气特性

5.1 中同轴电缆的电气特性	119
5.2 小同轴电缆的电气特性	125
5.3 微同轴与单管同轴电缆的电气特性	133
5.4 对称电缆的电气特性	137

第六章 直埋电缆线路

6.1 电缆线路路由的选择	143
6.2 电缆线路建筑及敷设安装	146

6.3	电缆线路防机械损伤	177
6.4	电缆加感	197

第七章 架空电缆线路

7.1	长途架空电缆线路的适用范围	206
7.2	新设长途架空电缆线路的路由选择	206
7.3	架空电缆杆线强度的计算	207
7.4	架空电缆杆路建筑	214
7.5	架空电缆的敷设与安装	223
7.6	原有杆路的架挂	232

第八章 进局（站）电缆线路

8.1	电缆进局（站）方式	234
8.2	电缆终端系统	236
8.3	电缆进线室设计	243
8.4	进局（站）电缆敷设与设备安装	251
8.5	管道电缆的敷设与安装	255
8.6	电缆管道建筑	262
8.7	人（手）孔建筑	273

第九章 水底电缆线路

9.1	跨越江河通信线路建筑方式的选用	277
9.2	水底电缆过河位置的选择	278
9.3	水底电缆路由的测量及长度计算	279
9.4	水底电缆规格的选用及强度计算	283
9.5	水底电缆的敷设与安装	286
9.6	水底电缆的保护	296

第十章 海底电缆线路

10.1	海底通信电缆的结构及电气特性	310
10.2	海底同轴电缆载波通信系统	316
10.3	海底通信电缆线路工程勘测设计	318
10.4	中日海缆和国外海缆通信系统	319

第十一章 电缆线路无人增音段电气标准

11.1	中同轴电缆线路无人增音段电气标准	329
11.2	小同轴电缆线路无人增音段电气标准	333
11.3	对称电缆线路无人增音段电气标准	339

第十二章 无人增音站的设备与安装

12.1	中同轴电缆无人增音站的设备与安装	344
12.2	小同轴电缆无人增音站的设备与安装	498
12.3	对称电缆无人增音站的设备与安装	511
12.4	巡房和线务段引入设备的安装	524

第十三章 充气维护

13.1	充气维护系统与技术标准	529
13.2	高压气源充气方式	535
13.3	充气段长与遥信系统	538
13.4	充气维护设备配置与安装	544
13.5	充气及监测设备	552

第十四章 外界电磁影响防护

14.1	危险和干扰影响的计算状态和容许标准	568
14.2	危险与干扰影响计算	570
14.3	计算参数	572
14.4	屏蔽体的电磁屏蔽系数计算	588
14.5	危险影响与干扰影响的工程估算	591
14.6	防护措施	595

第十五章 电缆线路防雷

15.1	雷电概述	600
15.2	雷击大地对地下电缆的影响	601
15.3	防雷地段的确定	604
15.4	电缆遭受雷击故障预期次数计算	606
15.5	防雷措施	611

第十六章 电缆线路防蚀

16.1	电缆腐蚀分类及其特征	616
16.2	地下电缆防蚀调查与测试	619
16.3	地下电缆的防蚀指标	629
16.4	地下电缆的防蚀措施	632

第十七章 电缆线路接地

17.1	电缆线路接地的种类及其要求	648
17.2	接地电阻计算	649
17.3	土壤电阻率及其测量	655
17.4	接地装置的安装	659

17.5 降低接地电阻的方法.....	663
---------------------	-----

第十八章 工程投资及经济效益

18.1 工程设计概预算的编制.....	668
18.2 工程投资综合指标.....	683
18.3 通信工程建设项目经济评价方法.....	691

第十九章 电缆线路测试

19.1 直流电气测试.....	700
19.2 交流电气测试.....	703
19.3 同轴电缆脉冲测试.....	711
19.4 对称电缆平衡测试.....	714
19.5 线路故障测试.....	732
19.6 电缆线路测试主要仪表.....	737

附 录

附录 1 电信传输单位	744
附录 2 CCITT 有关建议摘要	745
附录 3 电缆充气维护资料	756
附录 4 电缆受力计算	761
附录 5 电缆护层受力计算	763
附录 6 电缆结构计算	766
附录 7 电缆接续用辐射交联热收缩套管	768
附录 8 气象资料摘要	778
附录 9 公路主要技术指标	789
附录 10 全国内河主要通航尺度标准	790
附录 11 高压输电线路的外观数据	791
附录 12 陶瓷放电管参数	791
附录 13 进行爆破工作人员不受碎片击伤的安全距离	792
附录 14 常用线料的规格程式和用料定额	793
附录 15 钢材的规格及重量	795
附录 16 硬聚氯乙烯管材	807
附录 17 沥青、汽油、柴油	808
附录 18 水泥和混凝土	809
附录 19 胶粘剂	811
附录 20 橡塑材料的透过系数	815
附录 21 一般材料的比重和容重	816

第一章 长途电缆通信网概要

1.1 通信网路结构

1.1.1 电话网路结构

电话网主要是在本地网和长途网上组织开放电话业务的一种业务网路。电话网路结构如图 1.1.1 所示。

电话网的网路等级分为五级，由一、二、三、四级的长途交换中心及五级交换中心即端局组成。

长途网可设置一、二、三、四级的长途交换中心。

本地网可设置汇接局和端局两个等级的交换中心，也可只设置端局一个等级的交换中心。

本地网中的汇接局主要是疏通本地话务。当用于疏通长途话务时，它在等级上相当于第四级长途交换中心。

长话、市话、郊话、农话和国际电话各有其不同的网路组织、传输手段、交换功能。

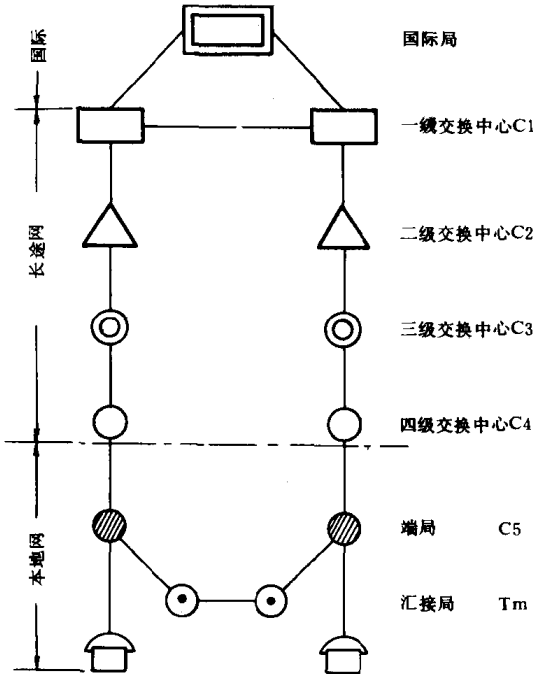


图 1.1.1 电话网路结构

一级交换中心以 C1 表示。它类似于目前的大区交换中心，其职能是疏通该交换中心服务区域内的长途话务，包括长途去话、长途来话和转话话务。

二级交换中心以 C2 表示。它类似于目前的省交换中心，其职能是疏通该交换中心服务区域内的长途话务，包括长途去话、长途来话和转话话务。

三级交换中心以 C3 表示。它类似于目前地区长途交换中心。其职能是疏通该交换中心服务区域内的长途话务，包括长途去话、长途来话和转话话务。

四级交换中心以 C4 表示。它是长途自动交换网的长途终端局，类似于目前县长途交换中心，其职能是疏通该交换中心服务区域内的长途终端话务。

本地网中的汇接局以 Tm 表示，它的职能主要是汇接本汇接区的本地话务，根据需要也可疏通本汇接区的长途话务，汇接局根据它的使用场合不同，可以分为市话汇接局、市郊汇接局、郊区汇接局、农话汇接局。

端局以 C5 表示，它可分为市话端局、卫星城镇端局、郊县县城端局、农话端局和农村集镇端局。它是通过用户线与用户直接相连的交换局，其职能是疏通本局用户的去话和终端来话业务，它与从属的汇接局之间设有低呼损电路群。

端局通过长市中继可以连接至相应的长途交换中心（一、二、三、四级均可），以疏通长途来、去话业务。

较高等级的交换中心可以具有较低等级交换中心的功能，各级交换中心应具有的交流功能列于表 1.1.1。

在电话网中，各个不同等级的长途交换中心除按基干结构进行连接外，还可以根据话务需要跨级连接。各级交换中心根据话务需要允许的连接见表 1.1.2 和图 1.1.2。

表 1.1.1 交换中心的功能

交换中心等级	符 号	可 具 有 的 交 换 功 能
一级交换中心	C1	C1、C2、C3、C4
二级交换中心	C2	C2、C3、C4
三级交换中心	C3	C3、C4，有时 C5
四级交换中心	C4	C4，有时 C5
五级交换中心	C5	C5
汇 接 局	Tm	C5 以及汇接功能

注：所有长途交换中心一般不需要具有五级交换中心的功能，而第三、第四两个等级的长途交换中心有时有五级交换中心的功能，对第一、第二级长途交换中心一般不提供五级交换功能。

表 1.1.2 交换中心允许的连接

交换中心等级	符 号	可以与下述交换中心连接
一级交换中心	C1	C1、C2、C3、C4/Tm、C5
二级交换中心	C2	C1、C2、C3、C4/Tm、C5
三级交换中心	C3	C1、C2、C3、C4/Tm、C5
四级交换中心	C4	C1、C2、C3、C4/Tm、C5
五级交换中心	C5	C1、C2、C3、C4/Tm、C5

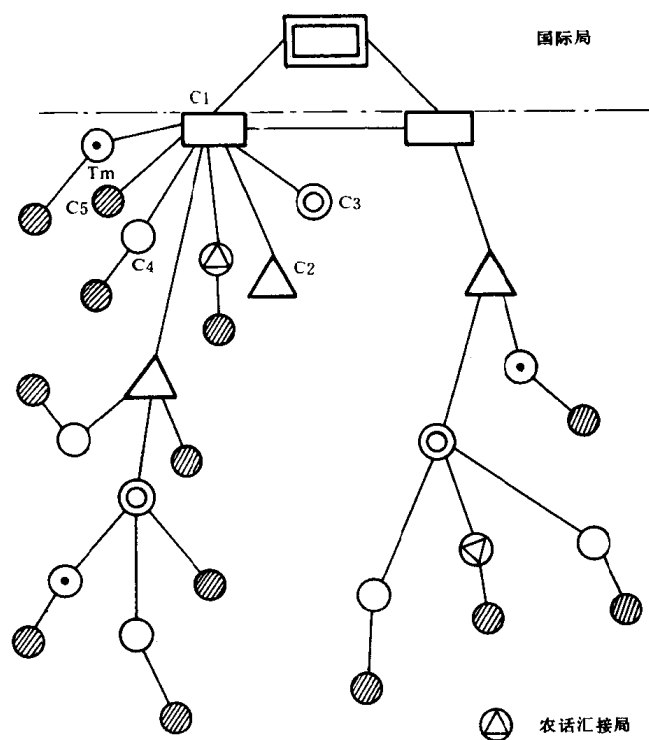


图 1.1.2 交换中心间允许连接网路

在电话网中两地用户进行长途通话时，通话电路数最多不超过 9 段。图 1.1.3 为各类电话用户互通的示意图。

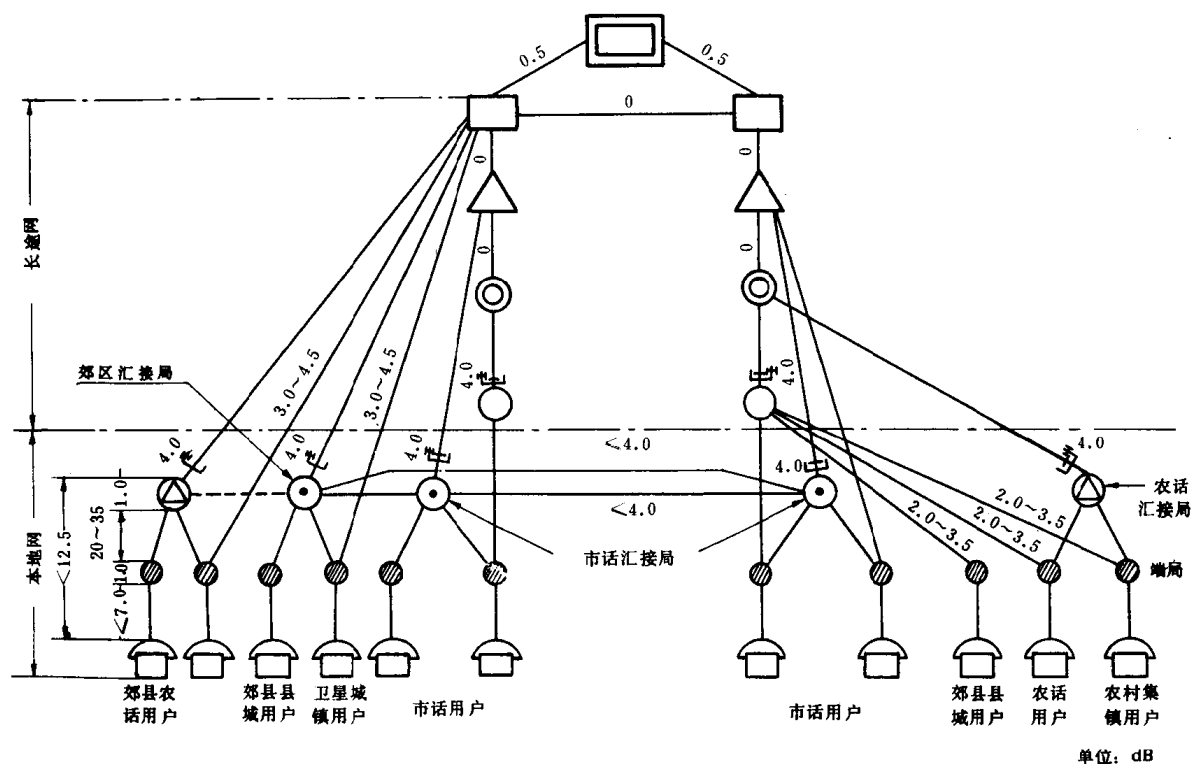


图 1.1.3 各类电话用户互通示意图

1.1.2 长途电话网络结构

1. 网络结构

长途电话网的网路结构是由一、二、三、四级长途交换中心及五级交换中心（即端局）所组成。一级交换中心之间相互连接构成网状网；以下各级交换中心以逐级汇接为主，辅以一定数量的直达电路，从而构成一个复合型的网路结构，如图 1.1.4 所示。

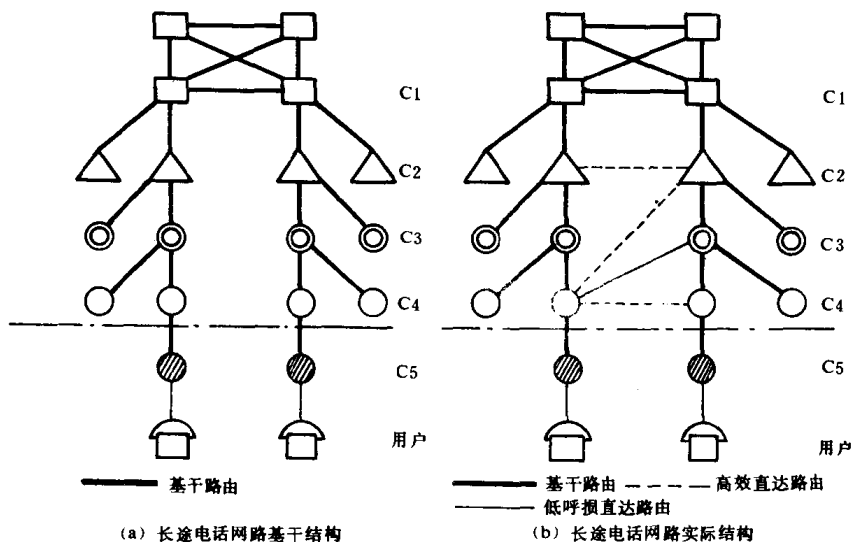


图 1.1.4 长途电话网路结构

2. 通信路由

由一个长途交换中心至另一个长途交换中心之间的通信路由可以分为基干路由、低呼损直达路由、高效直达路由。

基干路由是由同一交换区内相邻等级交换中心之间低呼损电路群及一级交换中心间的低呼损电路群所组成。在该路由上的话务量不允许溢出至其它路由。基干路由的设置为：

- (1) 一级交换中心之间均由低呼损电路群连接。
- (2) 一级交换中心以低呼损电路群与该交换区域内所有二级交换中心相连。
- (3) 二级交换中心以低呼损电路群与该交换区域内所有三级交换中心相连。
- (4) 三级交换中心以低呼损电路群与该交换区域内所有四级交换中心相连。

低呼损直达路由是由任意两个等级交换中心之间低呼损电路群所组成的路由，可以旁路或部分地旁路基干路由，在该路由上的话务量不允许溢出至其它路由。

高效直达路由是由任意两个等级交换中心之间高效电路群所组成的路由，可以旁路或部分地旁路基干路由，在该路由上的话务量允许溢出至其它路由。

不同等级或相同等级的各长途交换中心之间根据业务量的需要，在经济合理的前提下，可以建立直达电路群。这些直达电路群可以旁路或部分地旁路基干路由。可以是低呼损电路群（不允许溢出），也可以是高效电路群（允许溢出）。

一次长途通话的完成，从发话区的任一长途交换中心到受话区的任一长途交换中心只通

过不允许溢出的路由时,称为“实际的最终路由”。一个实际的最终路由可以和基干路由一致,也可以部分一致。

从传输质量及信号的有效动作考虑,希望尽可能地限制串接电路的数目。

由四级交换中心至另一四级交换中心之间最大串接电路数应不超过 7 段。

在特定情况下,即在呼叫路由的前进方向,同时又不影响各项通话质量指标的前提下,允许在一级交换中心之间同级迂回一次,此时串接电路的数目应不超过 8 段。

长途通信电路的路由选择顺序为:

(1) 高效直达路由(如果有直达路由时)见图 1.1.5 (a)。

(2) 高效跨区(跨级)路由。选择顺序应自远而近,即首先选择最靠近终端长途局的路由,见图 1.1.5 (b)。

(3) 最后选择最终路由。该最终路由可以是实际最终路由(低呼损电路),也可以是基干路由,见图 1.1.5 (c)。

(4) 电话呼叫路由可分为发话区路由和受话区路由(见图 1.1.5, 图 1.1.6)。一般发话区的路由选择顺序为自下而上,受话区的路由选择顺序为自上而下。

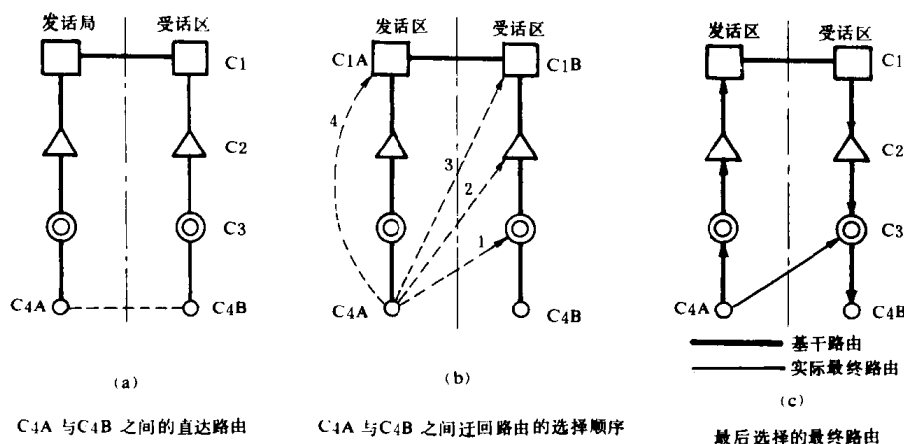


图 1.1.5 长途通信电路的路由选择

高效电路群通常用作直达路由,然而在下述情况可作为:

(1) 在它的下一个路由有低呼损路由时,可以作为跨区路由接至受话区。

(2) 在发话区交换中心之间有高效直达电路群时,此直达电路群可以作为本话区中的跨级路由,以达到与上级交换中心连接的任何交换中心,如图 1.1.5 (b) 所示。C4A 经高效路由 4 连接至 C1A,通过 C1A 可接至其它交换中心。

长途交换中心自动选择迂回路由的数量最多不超过 4 个。

除上述正常状态下的路由规则外,参照国际路由规则,在经济和技术合理的前提下,且经过相关主管部门同意后,可使用下述路由规则。按照这些规则组织的路由,称为非常规路由。

(1) 发话链上的任一个交换中心,在路由选择中可以背离自下而上的原则,进行一次自上而下的选择,在这种情况下,除上述这个链路外,下一个路由的电路群必须是低呼损电路群。图 1.1.6 (a)、(b) 表示 C2A 到 C4B 及 C3A 到 C4B 之间的路由。

(2) 呼叫进入到终端链上的任一个交换中心后,可以有一次自下而上的选择,如图 1.1.6 (c)、(d) 所示的由 C4A 到 C4B 之间的路由。

(3) 一个呼叫可以通过直达电路完成,或者通过一个中间链的任一转接中心的跨区电路来完成。如果该中心等级不高于发话链上的现有中心,那么该中心必须要有低呼损电路连接

至终端链。如果在发话链路中已经有自上而下的路由选择,则不允许进行这样的迂回,图 1.1.6 (e) 是该规则的一个示例。

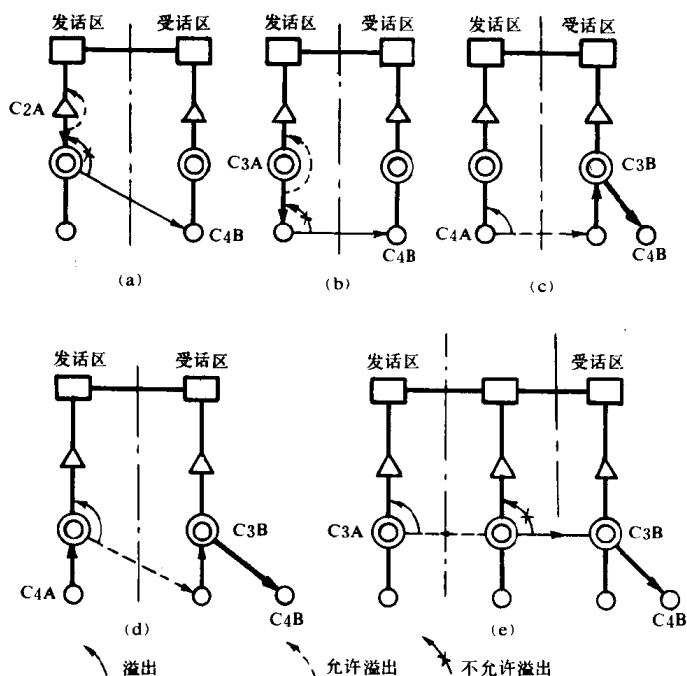


图 1.1.6 长途通信电路非常规路由的选择

3. 全程参考当量和传输损耗及分配

国内任何两个用户之间进行长途通话时,全程参考当量应不大于 33.0dB ($12.0+0.5+3.5+1.0+8.0+1.0+3.5+0.5+3.0$)。

全程传输损耗应不大于 33.0dB ($7.0+1.0+3.5+1.0+8.0+1.0+3.5+1.0+7.0$)。全程参考当量和传输损耗分配分别见图 1.1.7、1.1.8 和 1.1.9。

1.1.3 国际电话的国内网络构成

为疏通国际长途电话业务,应设置国际局。

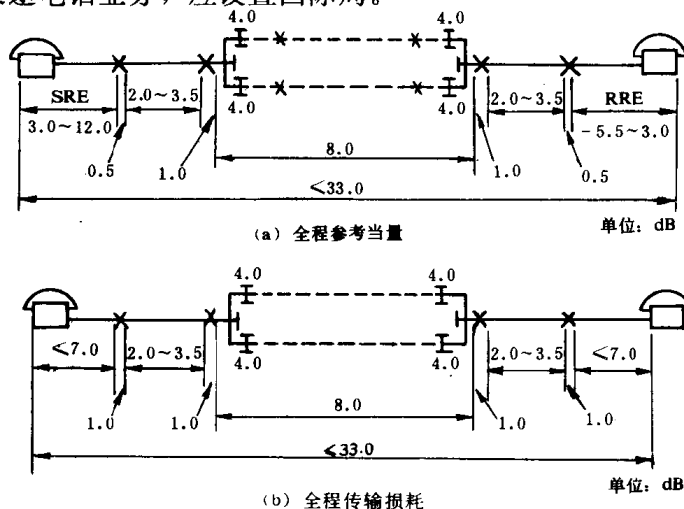


图 1.1.7 国内长途通话时的全程参考当量和传输损耗

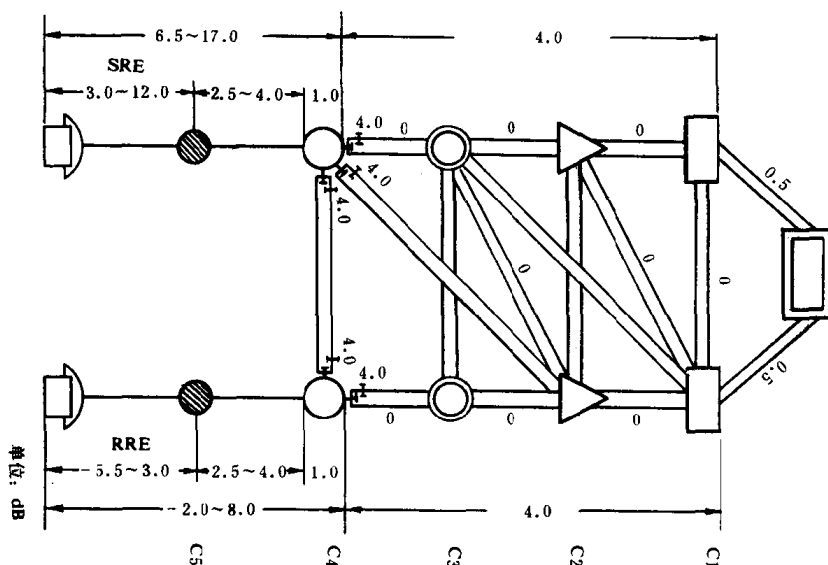


图 1.1.8 全程参考当量分配

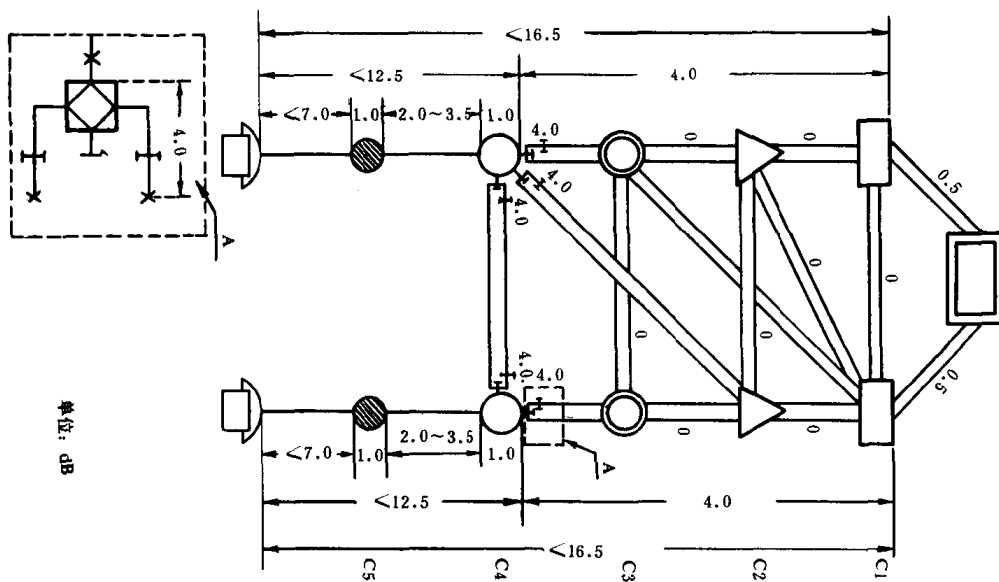


图 1.1.9 全程传输损耗分配

对某一相邻国家（或地区）话务量比较大的城市可设置边境局。边境局对相邻国家或地区可设置直达电路开放点对点的终端业务。该城市至其它国家或地区的电话业务均经有关国际局疏通。

端局与国际局不在同一城市和在同一城市的国际电话连接见图 1.1.10。

国际交换中心分 CT1、CT2、CT3 三级，网路的基干结构如图 1.1.11 所示。国际电话网的实际结构如图 1.1.12 所示。

从传输质量及信号的有效动作考虑，希望尽可能地限制串接的电路数。

两个国际用户之间，通话时的全程参考当量不大于 36.5dB，如图 1.1.13 及 1.1.14 所示。此时，国际部分含 6 段国际电路，两侧国内部分，自端局至国际局之间电路数的总和不超过 8 段。