

〔英〕J. E. 弗勒德等 著

电信网

Telecommunication Networks

J.E.Flood *et al*

1975

内 容 提 要

本书为英国电气工程师学会的电信丛书中的第一种。它从整个电信网的作用和规划的角度来讲述电信网的各个方面。内容包括：引论、传输原理，传输系统，交换系统，信令与呼叫的建立，编号制度，路由规划与计费制度，传输标准与传输规划，话务量工程，电报与用户电报业务，数据业务，军用通信网，规划方案中的投资估价，数学模型，网路规划，未来发展趋势，实例分析等十六章。

电 信 网

〔英〕J.E.弗勒德 等著

丁志华 译

屠世桢 校

责任编辑：林秉方

•

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：850×1168 1/32 1983年12月第 一 版

印张：15 12/32 页数：246 1983年12月河北第一次印刷

字数：399 千字 印数1—7,000 册

统一书号：15045·总2770—有5322

定价：2.40 元

译者前言

本书是由英国电气工程师学会于1975年在阿斯顿(Aston)大学举办的假期训练班提供的材料组织编写而成,是 Peter Peregrinus 公司出版的英国电气工程师学会电信丛书中的第一种。这本集体著作的23位作者都是英国电信网方面的经营管理、研究和制造部门的专家。

本书从英国电信网的实际情况出发,并大体上总结了西欧和北美的组网经验而写成的。对于通信网的现状和如何在现有网路的基础上,充分利用近代技术来扩建、改建和新建作了较全面的叙述。在对现用模拟电信网的各个基本单元详加论述的同时,也讨论了正在迅速发展的数字电信网。在整个电信网的作用和网路的规划中,着重讲了电信网的经济和实用价值研究的内容。虽然本书主要叙述的是市内、长途和国际电话网,同时对数据、军用通信网等也作了介绍。

本书还介绍了关于规划方案投资估价,数学模型,网路规划的内容和实例。这些材料以前比较少见,它对我国电信网的建设 and 规划工作,有一定参考价值。

翻译本书时曾参阅了陈大辉(1~4章)和林元祧(5~8章)二位同志翻译的初稿。全稿由上海交通大学屠世桢同志详加审校,暨南大学金融系费存仁副教授对第十二章进行了复校。对上述同志们热情帮助,在此一并表示衷心感谢!

由于译者水平有限,谬误难免,欢迎广大读者指正。

译者

1982年9月

序

在即将庆祝发明电话一百年的时候，电气工程师学会计划将本书作为电信丛书的第一种而出版是特别适宜的。本学会的前身就是一百多年前的电报工程师协会。因此，电信业务与专业电气工程之间有着密切而持续的联系。

今天，可以用很多修饰词来形容“电信”这个名词。电信的发展十分迅速，在其本身技术革新的积极推动下，正在发生变化。而各种各样的人类活动，也有着类似于电信的原则。今天的电信不仅是对智力的追求，而且也是向智力的挑战。随着航天器的发射和海缆的敷设，电信一跃而成为全球性的、必不可少的和极其复杂的通信手段，它具有连续不断地工作和遍布各处的特点。由于电信的外表非常简单，因而其内部结构的规模大小和复杂性往往被人忽视。然而，依我看来，电信真正引人注目的特征却是它的协同工作和相互依存性。据此，我很乐意应邀为本书写这篇前言，因为本书十分清楚地认识到这些特征，它不仅力求去认识各种电信网的基础单元，而且还去阐明各个单元之间关键性的内在关系及其相互依存关系。

然而，本书在这个时候出版还有另一层理由。目前，能够很好地照顾到电信网中各个古典单元相互依赖关系的情况下，在通信系统中的少数接口区上建立某些较为简单的实用规则。只要遵循这些规则，自然就会得到良好的工程设计、经济效益和工作效能。继续寻找提高效率的机会在于：当前极有可能通过重新规定各种边界条件，以便能够充分利用经常得到改进的数字技术、微电子学和程序控制这三门主要技术的优点。因此，根据这三方面的改进来重新描述电信网的基础就显得适时而必要了。就此而言，本书既讲述了基

础工程，也研究了经济和实用的关系。

本书是集体著作，各位作者都是国内外知名的专家。他们每个人的成就都可以看作是权威的和有重要意义的。电信网这个电气工程的重要分支的社会需要正日益增长，本书正好适合于那些想在这方面获得专门知识的读者。

电气工程师学会会长

詹姆斯H.H.梅里曼

1975年4月

前 言

近代工业社会受到许多网的支持,它们对于社会生活至为重要。这些网大致包括:运输网(公路、铁路、空中和水上航道);动力网(输电、煤气和石油输送管道);自来水和下水道网;以及电信网(电报、电话、数据传输、无线电和电视)等等。由这些网所提供的物资交流和消息,使得在各种场所单独活动的数百万人,为了共同的利益而结合起来。电信网在这些网中决不是无足轻重的,它几乎在各种社会活动 and 经济活动(包括对其他三种网的控制)中起着必不可少的作用。

电信,从十九世纪的电报开始,发展到二十世纪的电话。将地区网连接成国内网,而国内网又与国际网相互连接。今天,全世界已有三亿多部电话机接续而成全球性的电信系统。预计到二十一世纪初期,这种系统不但将成倍地扩大,而且还要不停地工作到遥远的未来。

正当电信网扩大之时,由于技术的发展使得有可能花更少的钱而又不耗费大量的世界资源来扩大通信。技术进展也改良了网所能提供的业务,这就有可能满足用户提出的更多的要求,并能使网不断扩大。将来科学技术的进展一定会促使网进一步扩大和提供新的业务,而经济发达和社会进步也必将日益依赖这些网。

由电信网负担的主要业务是电话。因此,这些网主要由电话电路所组成,但也可以传输其他形式的信号。电报电路一般按群来提供,这些群可在一个话路内传输。同轴电缆和微波中继线路可以用1000条以上的话路的容量,来传输一个电视信号。因此,本书主要叙述各种电话网,不过也讨论了别的电信业务。

虽然与电信工程的许多分支有关的资料很多,但与整个电信网

的作用和规划有关的著作却很少出版。所以希望本书能弥补这个空白，同时也可作为电气工程师学会正在出版的电信丛书的有益开端。

本书是根据在阿斯顿大学由电气工程师学会组织的假期训练班所提供的材料写成的。作为编辑，我要非常感谢各位作者，他们为本书贡献了才能和劳动。如果没有他们在电信系统的运营、研究和制造部门中的丰富经验，本书是不可能写成的。我也要感谢 N.P. 弗里曼在我准备初稿时给予的帮助。

我还要向同意本书引用那么多内容的单位表示谢意，它们是：英国邮政总局，国防部，电缆和无线电有限公司，通用电气电信有限公司，普莱赛电信有限公司，标准电话和电报有限公司，国际电话和电报公司，以及国际电信联盟。

J.E. 弗勒德

目 录

第一章 引论	(1)
1.1 电信网的一般特性	(1)
1.2 国内网	(6)
1.3 国际合作	(12)
1.4 网路设计的统计学基础	(13)
1.5 电信设备	(15)
1.6 经济问题	(20)
1.7 电信网的重要性	(21)
1.8 参考书目	(23)
第二章 传输原理	(25)
2.1 概述	(25)
2.2 功率电平	(27)
2.3 衰减和时延畸变	(28)
2.4 传输媒质	(31)
2.4.1 传输线	(31)
2.4.2 无线电传播	(33)
2.5 四线电路	(39)
2.5.1 工作原理	(39)
2.5.2 回声	(41)
2.5.3 稳定度	(44)
2.6 串音	(46)
2.7 噪声	(48)
2.8 调制	(51)
2.9 多路复用	(56)
2.9.1 频分多路复用	(56)

2.9.2 时分多路复用	(57)
2.9.3 脉码调制	(60)
2.10 数字传输	(62)
2.11 参考书目	(64)

第三章 传输系统..... (65)

3.1 概述	(65)
3.2 线路设备	(66)
3.3 音频系统	(69)
3.3.1 不放大的电路	(69)
3.3.2 四线放大电路	(69)
3.3.3 二线放大电路	(70)
3.4 对称线路载波系统	(72)
3.4.1 电缆载波系统	(72)
3.4.2 不加感音频线对系统	(74)
3.4.3 架空明线系统	(74)
3.5 同轴电缆载波系统.....	(75)
3.5.1 概述	(75)
3.5.2 群和超群变换	(75)
3.5.3 线路系统的结构	(77)
3.5.4 自动电平调节	(78)
3.5.5 供电系统	(79)
3.5.6 系统监测和故障定位	(80)
3.5.7 线路系统的可靠性	(82)
3.5.8 用同轴电缆传输模拟电视	(83)
3.5.9 海底电缆系统	(83)
3.6 脉码调制系统	(85)
3.6.1 短程系统	(85)
3.6.2 高次群多路复用系统	(86)
3.7 无线电系统	(88)
3.7.1 概述	(88)

3.7.2	无线电中继系统	(89)
3.7.3	无线电中继设备	(93)
3.7.4	超视距系统及设备	(95)
3.7.5	卫星通信系统	(96)
3.8	参考书目	(98)
第四章	交换系统	(101)
4.1	概述	(101)
4.2	人工交换机	(103)
4.3	直接控制系统	(107)
4.4	记发器控制	(112)
4.5	中央控制	(118)
4.6	集中式分区控制	(121)
4.7	运转的可靠性	(122)
4.8	用户集线器	(123)
4.9	时分交换系统	(124)
4.10	参考书目	(126)
第五章	信令与呼叫的建立	(128)
5.1	概述	(128)
5.2	总体要求	(129)
5.2.1	编号制度	(129)
5.2.2	路由方案和阻塞标准	(130)
5.2.3	传输标准	(131)
5.2.4	计费制度	(131)
5.2.5	信令制度	(131)
5.3	交换系统	(132)
5.4	主叫用户到始发局呼叫的建立	(136)
5.4.1	信令	(136)
5.4.2	建立接续的顺序	(137)
5.5	局间呼叫的建立	(139)
5.5.1	建立接续的顺序	(139)

5.5.2 信令	(141)
5.6 终端局到被叫用户呼叫的建立	(145)
5.7 通话阶段	(147)
5.8 通话的终止	(147)
5.9 参考书目	(148)
第六章 编号制度、路由规划与计费制度	(150)
6.1 概述	(150)
6.2 编号制度	(150)
6.2.1 基本原则	(150)
6.2.2 英国的编号制度	(155)
6.2.3 北美的编号制度	(156)
6.2.4 国际编号制度	(157)
6.3 路由规划	(159)
6.3.1 基本原则	(159)
6.3.2 市话区的路由方式	(162)
6.3.3 长途网的路由选择	(164)
6.3.4 国际路由选择	(166)
6.4 计费制度	(166)
6.4.1 基本原则	(166)
6.4.2 市话的计费方式	(168)
6.4.3 长途通话的计费方式	(170)
6.4.4 国际通话的计费方式	(174)
6.5 参考书目	(175)
第七章 传输标准与传输规划	(177)
7.1 概述	(177)
7.2 评价传输性能的准则	(178)
7.3 电话网传输性能的评价	(179)
7.3.1 参考系统	(179)
7.3.2 市话电路的响度评定值	(182)
7.3.3 主观评价	(183)

7.3.4	在电话网中的应用	(186)
7.3.5	串音	(187)
7.3.6	稳定度与回声	(189)
7.4	交换中的传输问题	(192)
7.5	传输规划	(196)
7.5.1	概述	(196)
7.5.2	市区网	(198)
7.5.3	英国网	(200)
7.5.4	北美网	(203)
7.5.5	国际网的规划	(205)
7.6	传输目的的可能发展趋向	(207)
7.7	参考书目	(209)

第八章 话务量工程..... (211)

8.1	概述	(211)
8.2	话务量单位	(212)
8.3	从话务方面看交换系统的类型	(213)
8.4	呼损系统	(214)
8.5	排队系统	(219)
8.5.1	分析方法	(219)
8.5.2	输入过程	(219)
8.5.3	排队特性	(221)
8.5.4	服务机理	(221)
8.5.5	举例	(222)
8.6	溢呼系统	(223)
8.7	研究话务问题的方法	(225)
8.7.1	概述	(225)
8.7.2	解析法	(226)
8.7.3	模拟法	(226)
8.8	话务量的测量	(228)
8.9	规模的确定与服务等级的标准	(231)

8.10 参考书目	(233)
第九章 电报与用户电报业务	(235)
9.1 概述	(235)
9.2 电文交换	(236)
9.3 用户电报业务	(238)
9.3.1 沿革	(238)
9.3.2 用户电报业务的某些特性	(239)
9.3.3 英国的国内网	(240)
9.3.4 国际业务	(245)
9.3.5 最近的进展	(250)
9.4 参考书目	(251)
第十章 数据业务	(252)
10.1 概述	(252)
10.2 经公用电话网的数据传输	(252)
10.3 专用数据网	(255)
10.4 公用数据网	(260)
10.4.1 新的数据业务	(260)
10.4.2 国际标准	(263)
10.4.3 英国邮政总局拟采用的数据网	(264)
10.4.4 其他国家拟采用的数据业务	(268)
10.5 参考书目	(272)
第十一章 军用通信网	(273)
11.1 概述	(273)
11.2 无线电网	(274)
11.2.1 工作原理	(274)
11.2.2 设备问题	(276)
11.2.3 总体部署	(278)
11.3 地域网	(279)
11.3.1 概念	(279)
11.3.2 用户地址	(280)

11.3.3	路由选择	(282)
11.3.4	数据库管理系统	(284)
11.3.5	作战系统的控制	(287)
11.3.6	无线电干线	(289)
11.3.7	单路无线电入网设备	(291)
11.4	电磁兼容性	(294)
11.5	计算机模拟	(296)
11.5.1	模拟的范围	(296)
11.5.2	业务量模型	(296)
11.5.3	分析电磁兼容性的模型	(298)
11.5.4	系统有效性模型	(299)
11.5.5	成本效果模型	(302)
11.6	参考书目	(303)
第十二章 规划方案中的投资估价		(304)
12.1	概述	(304)
12.2	经济分析	(305)
12.2.1	复利与贴现——货币的时间价值	(305)
12.2.2	净现值或现金流量贴现法	(309)
12.2.3	固有回收率法或求解现金流量贴现率的方法	(310)
12.2.4	净现值法与固有回收率法的比较	(311)
12.2.5	年经费现值	(313)
12.2.6	净回收值与未偿还资本的信贷	(315)
12.2.7	净现值法与年经费现值法的比较	(316)
12.3	折旧费的计算	(317)
12.4	投资估价的分析	(318)
12.5	满足期限	(320)
12.6	设备需要量	(321)
12.7	事后检查和分析	(322)
12.8	参考书目	(322)
第十三章 数学模型		(323)

13.1	概述	(323)
13.2	预测模型	(323)
13.2.1	范围	(323)
13.2.2	电话密度模型	(324)
13.2.3	话务量模型	(328)
13.3	矩阵的应用	(331)
13.3.1	话务量矩阵	(331)
13.3.2	多局制网	(333)
13.4	线图和网路理论	(336)
13.4.1	线图	(336)
13.4.2	网路模型	(339)
13.5	参考书目	(342)

第十四章 网路规划..... (343)

14.1	基本考虑	(343)
14.2	网路规划步骤	(344)
14.2.1	规划的各个阶段	(344)
14.2.2	战略规划	(346)
14.2.3	现有网路情况	(347)
14.2.4	话务量预测	(347)
14.2.5	设备的详细资料	(348)
14.3	网路标准	(349)
14.3.1	传输规划	(349)
14.3.2	编号制度	(349)
14.3.3	计费制度	(349)
14.3.4	路由规划	(349)
14.3.5	信令标准	(350)
14.3.6	服务等级	(350)
14.3.7	设计期限	(351)
14.4	市话网的规划	(352)
14.4.1	概述	(352)

14.4.2	交换区的规模	(352)
14.4.3	电话局的地址	(354)
14.4.4	电话局的规划	(358)
14.5	长途网的规划	(359)
14.5.1	概述	(359)
14.5.2	基本规划	(359)
14.5.3	增长规划	(361)
14.5.4	计算机在网路规划中的应用	(363)
14.5.5	长途交换和传输规划的综合	(364)
14.6	参考书目	(365)
第十五章 电信的未来发展趋势		(366)
15.1	概述	(366)
15.2	英国现有的网路	(367)
15.3	预测电信的可能发展趋势	(369)
15.4	“未来”的环境	(372)
15.4.1	决定性因素	(372)
15.4.2	组织上的特点	(372)
15.4.3	政治关系	(373)
15.4.4	工业关系	(374)
15.4.5	地理和经济的特点	(374)
15.4.6	技术问题	(375)
15.4.7	标准	(376)
15.5	未来网路所需的特性	(377)
15.5.1	约束因素	(377)
15.5.2	适应变化的灵活性	(377)
15.5.3	网的灵活性	(379)
15.5.4	多种业务的灵活性	(380)
15.5.5	技术变革方面的灵活性	(380)
15.5.6	操作的灵活性	(380)
15.5.7	设施的灵活性	(381)

15.6	新技术的冲击	(383)
15.6.1	固体集成电路	(383)
15.6.2	脉码调制	(383)
15.6.3	计算机技术	(384)
15.7	进入未来	(385)
15.7.1	网路的演变	(385)
15.7.2	传输的进展	(385)
15.7.3	市话配线和用户话机	(385)
15.7.4	交换	(387)
15.7.5	遥控和集线器	(388)
15.7.6	设施与业务	(392)
15.7.7	远景	(393)
15.8	现代化的策略	(394)
15.8.1	过渡时期	(394)
15.8.2	资源分配	(395)
15.8.3	实施方案	(395)
15.9	结论	(397)
15.10	参考书目	(399)

第十六章 一些实例的分析 (400)

16.1	长途(半自动)交换中心的扩建更新计划	(400)
16.1.1	问题的提出	(400)
16.1.2	马伯里群交换中心(半自动中心)的概述	(400)
16.1.3	外线电缆	(403)
16.1.4	半自动交换中心	(406)
16.1.5	可能替换的场地	(407)
16.1.6	基础资料	(408)
16.1.7	方案分析与解决办法	(408)
16.1.8	方案10.2的预算	(414)
16.1.9	结论与建议	(414)
16.2	发展中的地区(加勒比海地区)	(419)