

国家广播电影电视总局广播电视工程技术

职业教育规划教材

电视多媒体 技术与应用

金光 主编



中国广播电视出版社

国家广播电影电视总局

广播电视工程技术
职业教育规划教材

电视多媒体技术 与应用

金	光	主	编
光	张	春	著
宏	赵	桂	编
吴	玲		

中国广播电视出版社

图书在版编目(CIP)数据

电视多媒体技术与应用/金光主编. —北京: 中国广播电视出版社, 2003.2

国家广播电影电视总局广播电视工程技术职业教育规划教材

ISBN 7-5043-4071-5

I. 电… II. 金… III. 电视—多媒体技术—职业教育—教材 IV. TN94

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第006304号

电视多媒体技术与应用

主 编:	金 光
责任编辑:	贺 明
封面设计:	张一山
责任校对:	谭 霞
监 印:	戴存善
出版发行:	中国广播电视出版社
电 话:	86093580 86093583
社 址:	北京复外大街2号(邮政编码 100866)
经 销:	全国各地新华书店
印 刷:	廊坊人民印刷厂
装 订:	涿州市西何各庄新华装订厂
开 本:	787×1092 毫米 1/16
字 数:	340(千)字
印 张:	16
版 次:	2003年5月第1版 2003年5月第1次印刷
印 数:	5000册
书 号:	ISBN 7-5043-4071-5/TN·285
定 价:	31.00 元

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

国家广播电影电视总局
广播电视工程技术职业教育规划教材
编 委 会

主 编 刘爱清

副主编 高 峰 关良柱

编 委 李绍新 刘宁生 杨金明 尹秀珍

王泗德 沈联俊 孙建华 王 萍

章 辉 刘长年 贾 建 张春芳

胡 红

序

在全面建设小康社会的新时期,我国广播电视事业的实力和水平要达到亚洲一流,进入世界前列。实现这一宏伟目标的技术依托和重要条件,就是加快发展以数字技术、网络技术为标志的广播电视高新技术,构建以数字技术、网络技术为基础的广播电视科技新体系。

广播电视是一个国家和地区文明进步的标志性窗口,是当今世界各个国家和地区普遍重视的一项事业。它作为最有效、最广泛、最有影响的主流媒体,主要是因为它具有很高的科技含量,不断用高新技术发展和提升自己,始终体现着先进的生产力。而目前开始的数字技术、网络技术在广播电视领域的推广、应用和发展,是广播电视事业发展史上的又一场重大使命。它必将引起传输系统、制作手段、运行体制、管理模式、服务方式等各个方面的重大变革。毋庸置疑,用数字技术、网络技术装备起来的广播电视,其制作与传输手段将更先进,服务质量和效率会更高,应对各种挑战的实力和能力会更强。广播电视事业发展和技术进步的这种必然的大趋势,无疑对广播电视教育和培训提出了新的更高的要求。因此,加快培养一大批懂得新技术、使用新技术、管理新技术的专业人才,是我们面临的一项重大而紧迫的任务。

为适应新时期、新任务对广播电视人才培养提出的新要求,我们组织编写了这套“国家广播电影电视总局广播电视工程技术职业教育规划教材”,共8本,构成了一套学科体系相对完整的系列教材。这8本书:《数字广播电视技术基础》、《数字音频广播与数字高清电视》、《电视多媒体技术与应用》、《数字电视节目制作与播控技术》、《广播电视宽带网络技术》、《卫星数字广播电视技术》、《现代中短波广播发射机》、《信号与线性网络技术》。

这套教材的编写原则和指导思想是:紧密追随广播电视新技术的发展前沿,力求吸收其最新成果;紧密结合广播电视职业教育的人才培养目标和广播电视在职人员的岗位培训要求,力求贴近实际需要;在强化专业基础理论和实践教学的基础上,突出先进性、科学性、准确性和实用性,力求有所创新;遵循工科教学规律,贯彻理论联系实际和少而精的原则,力求言简意赅、通俗易懂;在体例上既适当保持各本教材的相对独立性,可分别单独使用,又兼顾相互间的有机结合与整体配套,力求构成比较完整、系统的广播电视工程技术的新课程体系。

这套教材是适合广播电视职业教育特点的专业教材。主要面向高、中等职业教育和普通专科教育,同时也适合广播电视工程技术人员、节目制作人员岗位培训的需要,适合相关影视、通信类专业公司人员学习和阅读。这是一套适用范围较广的规划教材。

这套教材是集体智慧的结晶。编委和编写人员的组成体现了产教结合和新老结合的

原则。他们有的是各广播电视学校中理论功底扎实、教学经验丰富的资深教师,有的是广播电视行业的专家、学者,有的是工程技术岗位上的专业骨干。本套教材的编写是经过了大纲审定会(2001年12月,厦门)和审稿、统稿会(2002年8月,成都),经过多次研讨审议、通力合作,历时两年余,终成这套实用性强的新技术工科教材。除本书已署名者外,还有吉林广播电视学校的王志俊老师、内蒙古广播电视学校的田伟老师、新疆广播电视学校的丁龙老师分别参加了部分大纲和文稿的审定。以上同志均以求真务实、严谨细致、一丝不苟、认真负责的精神,为之奉献了才智,付出了心血。我借此机会谨表深切的谢意!

这套教材的出版,无疑是广播电视职业教育和在职培训的一件有益之事。它将完善职业教育的工科教材体系,为提高教学质量提供保证,也为岗位培训和广大工程技术人员的学习提供凭借。但由于参编人员较多,成书时间又紧,难免存在内容交叉、体例不一、水平参差甚至个别差错等问题,诚恳希望读者批评指正。同时我们还要充分意识到,科学技术的进步日新月异,广播电视领域的新理论、新技术层出不穷。因此,我们必须继续跟踪科技发展的前沿,适时补充和完善本教材的内容,使其与时俱进,保持相对较长时期的应用价值。

刘爱清

2003年元月8日

(注:为本书作序者系国家广播电影电视总局人事教育司副司长)

前 言

对授者来说,电子类工科专业职业教育(中、高等)在电物理学与电子线路、通信原理之间安排教学,开设课程限于学制、培养目标,既不能照搬普通本科的做法,也确难以选择合适的教材。

对学者而言,如何在有效的时间内,能学到适度、够用的相应专业预备知识,为后续课程奠定基础,基于这样的考虑,我们编写了这本《信号与线性网络技术》。本书第一章主要介绍双口网络的概念和基本参数、特点;第二章介绍谐振回路与滤波器的概念和特性、电路结构;第三章介绍传输线概念和特点;第四章主要讨论信号与系统运算、变换、描述、分类等;第五、六章分别讨论的重点是连续信号和离散信号的时域分析;第七、八章重点讨论连续信号的频域、复频域的分析;第九章重点讨论离散信号的 z 域变换分析。对于较难的状态变量、过于复杂的数学推导均不予重点讲述,以此作为电路分析、无线电技术基础、信号系统分析的综合课程。

本书可供广播电视技术、信息工程、通信等专业大中专生、高职生、函授生作为教材,也适合在职技术人员作为培训教材或参考书。

这样的尝试或许具有教与学双方非常积极的意义,受到同仁的支持与赞同。也可能限于作者学识水平未能完全表征,恳请使用用户研讨、指正。

全书由高峰同志主编、主审。执笔章节为曹阳青同志编写第一、二、三章,王艳华同志编写第四章,赵军同志编写第五、六章,康亚男同志编写第七、八、九章。

本书编写过程中参考了一部分参考资料,均列于书后,在此对原著作者表示感谢。本书还得到了部分专家的指导,在此一并表示感谢。

编 者
2003年7月

内 容 提 要

《信号与线性网络技术》是作为电路分析、无线电技术基础与信号系统分析的一门综合课程。本书共分九章,第一章介绍双口网络的概念和基本参数、特点;第二章介绍谐振回路与滤波器的概念、特性与电路结构;第三章介绍传输线概念和特点;第四章介绍了信号与系统运算、变换、描述、分类等;第五、六章分别介绍了连续信号和离散信号的时域分析;第七、八章重点介绍连续信号的频域、复频域的分析;第九章重点讨论离散信号的 Z 域变换分析。

本书是一本工科专业通用基础教材,可供广播电视技术、信息工程以及通信等专业大学中专生、高职生、函授生作为教材,也适合在职技术人员作为培训教材或参考书。

目 录

第一章 双口网络	(1)
第一节 双口网络的一般概念	(1)
第二节 双口网络的基本方程和参数	(3)
一、阻抗方程与 Z 参数	(3)
二、导纳方程与 Y 参数	(5)
三、传输方程与 A 参数	(6)
四、混合方程与 h 参数	(7)
第三节 双口网络的输入阻抗、输出阻抗和传输函数	(8)
一、输入阻抗和输出阻抗	(8)
二、短路阻抗和开路阻抗	(10)
三、传输函数	(11)
第四节 无源线性双口网络的等效电路	(11)
一、等效网络的条件	(12)
二、无源线性双口网络等效为 T 型网络	(12)
三、无源线性双口网络等效为 Π 型网络	(13)
四、对称型的无源线性双口网络等效为 X 型网络	(13)
第五节 双口网络的镜像参数	(14)
一、特性阻抗(镜像阻抗)	(14)
二、传输常数	(15)
思考题与习题(一)	(17)
第二章 谐振回路与滤波器	(20)
第一节 串联谐振回路	(20)
一、谐振回路的概念	(20)
二、串联谐振产生的条件	(20)
三、串联谐振回路在谐振状态下的特性	(22)
四、串联谐振回路的谐振曲线和选择性	(24)
五、通频带与矩形系数	(26)
第二节 并联谐振回路	(28)
一、并联谐振产生的条件	(28)
二、并联谐振回路在谐振状态下的特性	(29)

三、并联谐振回路的频率特性	(31)
四、双电感和双电容并联谐振回路	(32)
第三节 耦合谐振回路	(34)
一、耦合回路	(34)
二、互感耦合双回路的谐振曲线	(35)
第四节 滤波器的基本知识	(36)
一、滤波器的概念	(36)
二、滤波器的种类	(36)
三、滤波器的传递条件	(37)
第五节 K 式滤波器	(38)
一、低通滤波器	(38)
二、高通滤波器	(40)
三、带通滤波器	(41)
四、带阻滤波器	(42)
五、K 式滤波器的特点	(43)
第六节 m 式滤波器	(44)
一、串联导出型 m 式滤波器	(45)
二、并联导出型 m 式滤波器	(46)
三、m 式低通滤波器的特性阻抗与衰减特性	(48)
四、m 式滤波器的特点	(49)
五、复合滤波器	(49)
第七节 其它类型滤波器	(50)
一、声表面波滤波器	(50)
二、RC 滤波器	(51)
三、有源滤波器	(52)
思考题与习题(二)	(53)
第三章 传输线	(55)
第一节 传输线的基本概念	(55)
第二节 传输线的基本特性	(56)
一、传输线方程	(56)
二、传输线上存在着入射波与反射波	(57)
三、当终端接以等于传输线特性阻抗的负载阻抗时,传输线上只有入射波,而无反射波	(58)
四、当传输线终端负载阻抗 $Z_L \neq Z_C$ 时,传输线上存在驻波	(58)
五、特性阻抗与传输常数	(59)
第三节 无损耗的短路线和开路线	(60)
一、无损耗短路线	(60)
二、无损耗开路线	(62)

第四节 终端接有负载的无损耗传输线	(64)
一、终端接纯电感性或纯电容性负载	(64)
二、终端接任意纯电阻负载	(65)
第五节 反射系数、行波系数和驻波系数	(66)
一、反射系数	(66)
二、驻波系数和行波系数	(66)
第六节 传输线的几种应用	(67)
一、常用的两种传输线	(67)
二、传输线的几种应用	(68)
思考题与习题(三)	(70)
 第四章 信号与系统的描述	(72)
第一节 信号与系统	(72)
第二节 信号的描述与分类	(73)
一、信号的描述	(74)
二、信号的分类	(75)
第三节 信号的基本运算和变换	(78)
一、信号的基本运算	(78)
二、信号的变换	(79)
第四节 阶跃函数和冲激函数	(81)
一、单位阶跃函数	(81)
二、单位冲激函数	(82)
三、冲激函数的性质	(84)
第五节 系统的描述与分类	(88)
一、系统的描述	(88)
二、系统的分类	(92)
第六节 系统的性质	(93)
一、线性	(93)
二、时不变性	(94)
三、微分特性	(94)
四、因果性	(95)
五、稳定性	(95)
思考题与习题(四)	(96)
 第五章 连续系统的时域分析	(101)
第一节 系统微分方程的求解	(101)
一、微分方程的经典解	(101)
二、关于 0_- 与 0_+ 初始值的讨论	(105)

第二节 系统的零输入响应和零状态响应·····	(107)
一、零输入响应·····	(108)
二、零状态响应·····	(108)
第三节 冲激响应和阶跃响应·····	(109)
一、冲激响应·····	(110)
二、阶跃响应·····	(111)
第四节 卷积积分·····	(112)
一、借助冲激响应与叠加原理求系统零状态响应·····	(112)
二、卷积积分的定义·····	(114)
三、卷积运算的图形解释·····	(114)
第五节 卷积积分的性质·····	(117)
一、卷积的代数运算·····	(117)
二、卷积的微分与积分·····	(118)
三、函数与冲激函数或阶跃函数的卷积·····	(120)
第六节 用算子符号表示微分方程·····	(121)
一、算子符号的基本模型·····	(121)
二、算子的运算规则·····	(121)
三、传输算子·····	(122)
思考题与习题(五)·····	(123)
 第六章 离散系统的时域分析·····	(125)
第一节 离散时间信号——序列·····	(125)
一、序列·····	(125)
二、单位样值序列和单位阶跃序列·····	(125)
三、序列的基本运算·····	(128)
第二节 线性时不变(LTI)离散系统的响应·····	(129)
一、差分方程·····	(129)
二、差分方程的解·····	(130)
第三节 单位序列响应和单位阶跃响应·····	(134)
一、单位序列响应·····	(134)
二、单位阶跃响应·····	(135)
第四节 卷积和·····	(136)
一、卷积和·····	(136)
二、卷积和的图示求解·····	(138)
三、卷积和的性质·····	(140)
思考题与习题(六)·····	(142)
 第七章 连续系统的频域分析·····	(144)

第一节 信号的正交分解	(144)
第二节 傅里叶级数	(145)
一、傅里叶级数	(145)
二、信号的对称性与傅里叶系数的关系	(147)
第三节 周期信号和非周期信号的频谱	(150)
一、周期信号频谱	(150)
二、非周期信号的频谱	(153)
第四节 傅里叶变换的性质	(158)
一、线性(叠加性)	(158)
二、对称性	(159)
三、奇偶虚实函数	(159)
四、尺度变换	(161)
五、时移特性	(161)
六、频移特性	(162)
七、时域微分和积分特性	(163)
八、频域微分和积分特性	(163)
九、时域卷积定理	(163)
十、频域卷积定理	(164)
第五节 周期信号的傅里叶变换	(165)
一、正弦、余弦信号的傅里叶变换	(165)
二、一般周期信号的傅里叶变换	(165)
第六节 取样定理	(167)
一、取样	(167)
二、取样信号的频谱	(168)
三、取样定理	(169)
第七节 线性非时变(LTI)系统的频域分析	(170)
一、系统函数	(170)
二、频域分析	(172)
三、无失真传输	(172)
四、理想低通滤波器的频域响应	(173)
思考题与习题(七)	(174)
第八章 连续系统的复频域分析	(178)
第一节 拉普拉斯变换	(178)
一、从傅里叶变换到拉普拉斯变换	(178)
二、收敛域	(179)
第二节 常用函数的拉普拉斯变换	(181)
第三节 拉普拉斯变换的性质	(182)

一、线性(叠加性)	(182)
二、尺度变换	(183)
三、时移(延时)特性	(183)
四、复频移特性	(184)
五、时域微分和积分定理	(184)
六、复频域微分和积分	(185)
七、卷积定理	(186)
八、初值定理和终值定理	(187)
第四节 拉普拉斯逆变换	(187)
一、极点为实根,无重根	(188)
二、极点为共轭复数,且无重根	(189)
三、极点为多重根	(190)
第五节 复频域分析	(191)
一、微分方程的变換解	(191)
二、电路的复频域模型	(191)
三、系统函数和复频域分析	(193)
第六节 连续时间系统函数与系统的频域特性	(194)
一、系统函数的零点与极点	(194)
二、系统函数零点极点分布	(195)
三、系统函数零点极点分布与系统频域特性的关系	(196)
四、系统的稳定性	(198)
第七节 信号流图和系统模拟	(198)
一、系统的信号流图	(198)
二、系统模拟	(200)
思考题与习题(八)	(203)
 第九章 离散系统的 z 域分析	(207)
第一节 z 变换的定义	(207)
一、 z 变换定义	(207)
二、 z 变换的收敛域	(208)
第二节 常用序列的 z 变换	(211)
第三节 z 变换的性质	(211)
一、线性	(211)
二、尺度变换	(212)
三、移位(移序)特性	(212)
四、 z 域的微分和积分	(213)
五、时域反转特性	(213)
六、卷积定理	(214)

目 录

七、求和特性	(214)
八、初值定理和终值定理	(215)
第四节 逆 z 变换	(215)
一、幂级数展开法	(216)
二、部分分式展开式	(216)
第五节 z 域分析	(217)
一、差分方程的变换域求解	(218)
二、系统函数和 z 域分析	(219)
第六节 离散系统函数与系统的频率特性	(219)
一、系统函数的零点与极点	(219)
二、系统函数零点极点分布与系统频域特性的关系	(220)
三、系统的稳定性	(221)
第七节 信号流图和系统模拟	(221)
思考题与习题(九)	(223)
部分习题答案	(226)
参考文献	(234)

第一章 双口网络

本章内容提要

- 双口网络的概念及结构特点
- 双口网络的基本方程和 Z 参数、 Y 参数、 H 参数、 A 参数
- 双口网络的网络函数和镜像参数
- 无源线性双口网络等效为 T 型、 π 型和 X 型网络

第一节 双口网络的一般概念

网络也称电路,就是一些元器件的相互连接。如果构成网络的所有元件都是线性的,即网络中各元件值(如 R 、 L 、 C 等)都与通过该元件的电流和加于其上的电压无关,就称为线性网络;若网络中含有非线性元件,则称为非线性网络。如果网络内部不含电源称为无源网络;如果网络内部含有电源则称为有源网络。除了由集中参数的电路元件构成的集中参数网络外,还有由分布参数构成的分布参数网络,如传输线、波导等。

有一对引出端的网络称为单口网络;有两对引出端的网络称为四端网络或双口网络,如图 1-1 所示。本章主要讨论无源线性双口网络。

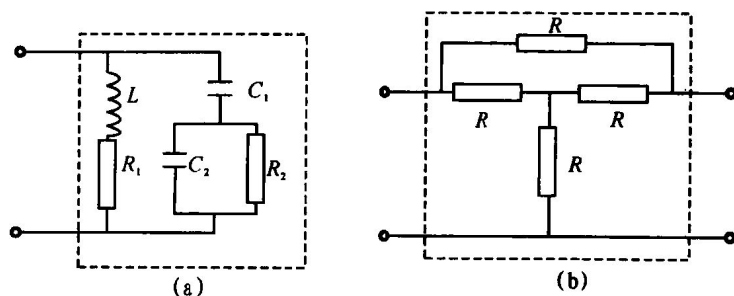


图 1-1 单口网络与双口网络

双口网络常用图 1-2 所示的框图表示。 $1-1'$ 表示网络的输入端, I_1 、 $\dot{U}_1$ 所标方向是输入端上的电流与电压的正方向。 $2-2'$ 表示网络的输出端, I_2 、 $\dot{U}_2$ 所标方向是输出端

电流与电压的正方向。

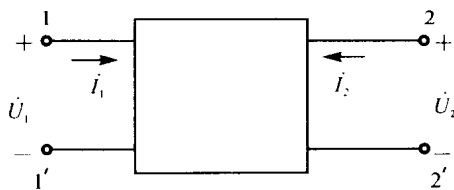


图 1-2 双口网络

如果双口网络内的两个端口服从互易定理,则称此双口网络是可逆的。否则是不可逆的。由互易定理可论证,一般无源线性双口网络都是可逆的,而有源双口网络是不可逆的。

双口网络就其结构上的特点来说,又有对称的与不对称的,平衡的与不平衡的双口网络,如图 1-3 所示。在网络中心处画一垂线,如果垂线左右两侧的电路具有对称的镜像关系,即为对称双口网络,否则,为不对称双口网络,如图 1-3 所示。

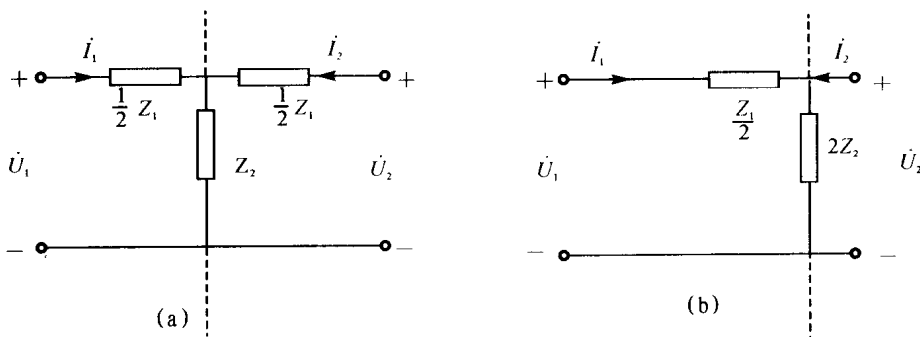


图 1-3 对称和不对称双口网络

在双口网络的中心处作一水平线,如果水平线上下两半的电路具有对称的镜像关系,就称为平衡双口网络。否则,就是不平衡双口网络,如图 1-4 所示。

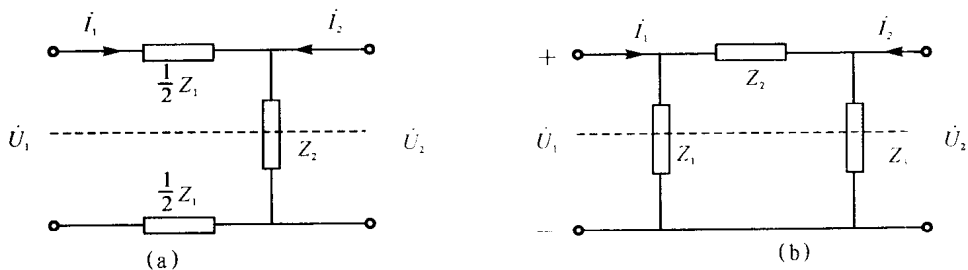


图 1-4 平衡和不平衡网络

常用的双口网络的基本结构有 Γ 型、T 型、 π 型及桥型(或 X 型),如图 1-5 所示。

在这些基本结构中,常将顺着信号传输方向的支路叫串臂,而跨接在上、下两臂之间的支路叫并臂。