

◆ 电声技术及其应用丛书 ◆

数字声频设备 与系统工程

彭妙颜 周锡韬 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

电声技术及其应用丛书

数字声频设备与系统工程

彭妙颜 周锡韬 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

数字声频设备与系统工程/彭妙颜,周锡韬编著.
北京:国防工业出版社,2006.2
(电声技术及其应用丛书)
ISBN 7-118-04360-5

I. 数... II. ①彭... ②周... III. ①语音数据处理—数字技术②语音数据处理—系统工程
IV. TN912.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 006106 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 29¼ 字数 704 千字

2006 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1 4000 册 定价 45.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

内 容 简 介

本书在简述模拟声频设备与系统的基础上,讲述现代数字声频设备与系统工程。主要包括:数字声频技术基础、数字声频处理设备、数字功放、数字信号源、数字调音台、数字电声器件、数字公共广播、数字声频工作站、MIDI 系统和计算机音乐系统等的结构、原理和应用,以及计算机声学辅助设计和声音质量主观评价。

重点讲述数字声频系统处理器(DASP)、智能化数字会议系统、数字网络声频系统(Cobranet)等新技术的基本原理、典型产品与系统组合,并列举一批最新的数字化、网络化工程设计实例,包括剧场、音乐厅、体育场馆、多功能会堂、歌舞厅、智能会议厅、数字录音棚、大型航空港、主题公园、数字立体声电影院和电台播控中心等。

本书可作为大专院校声频工程、音响技术、录音技术、电化教育(教育技术)、应用电子技术及影视舞台音响等专业相关课程的教材或参考书,也可供从事上述专业的设计、生产、研发人员及工程技术人员参考。由于书中大量深入浅出的讲述和实例,因而也适合工厂企业、机关学校、文艺团体、娱乐场所、体育场馆、剧场影院、音乐厅、广播电视、声像制作和电化教学(教育技术)等部门从事声频(音响)技术和管理的工作人员及广大音响爱好者阅读。

编者的话

进入信息时代,随着移动通信技术、多媒体技术的迅猛发展以及家庭影院、数字化视听终端的不断完善和出新,电声技术也进入了大发展时期。先进的设计、计算机辅助设计的测量软件 and 设备的引入,使电声技术领域不论是设计水平还是生产能力都取得了前所未有的发展,传统的设计手段、生产工艺、生产设备以及测试仪器不断得到优化;新型的电声器件如数字式、硅集成等产品层出不穷;高保真化、片式化、微型化、薄型化、低功耗、高功率、多功能、组件化成为电声器件新的发展趋势;同时,产品的安全以及是否环保也成为影响其市场前景的重要因素。

为了追踪电声技术领域的新发展,更为了满足该领域从事声频工程、音响技术、录音技术、软件模拟、声像灯光、舞台音响以及电声器件的设计、生产、安装、调试和操作人员需要,我们组织编写了这套《电声技术及其应用丛书》。

本丛书覆盖面广,图文并茂,资料翔实,将理论阐述和实例分析与操作技巧有机地结合。因此,系统性、实用性和新颖性是本套丛书的突出特点。

在选材上,已收入本套丛书的书目包括:介绍新型电声器件的《电声技术与微型扬声器》;介绍计算机辅助声学设计的《声学设计软件 EASE 及其应用》;介绍数字声频技术及其应用的《数字声频设备与系统工程》;介绍音质设计中的建筑因素及其处理方法的《音质设计与建筑因素》;介绍组合音响中各种设备的原理、调试与维修的《音响设备原理与维修》;介绍多声道录音设备及其操作的《现代录音技术实战》;介绍电声测量知识的《声频测量技术》;介绍音响师必备知识的《音响师声学基础》……

在写法上,本套丛书以实用性、启发性和普及性为出发点,避免艰深的理论探讨和繁复的数学推导;文字叙述通俗易懂,原理阐述深入浅出;借助图和表,使阅读更加轻松、易懂,一目了然。

在写作水平上,本套丛书的作者都是活跃在电声技术领域的教授、专家,科研院所的技术骨干,生产企业的行家里手;既有比较扎实的理论基础,又有丰富的实践经验。所以应该说,本套丛书的每一本都是作者多年教学、科研与实践的概括和总结,希望带给读者的是一本本集原理介绍、案例分析和操作技巧于一体的、使用上得心应手的工具书。

在后续选材上,由于本套丛书意在做成开放式,便于追踪技术发展和市场需要,不断充实和添加新的书目。目前待加入的书目包括“声像灯光技术”、“音响设备测试”、“专业音响调音技巧”和“音响工程的设计与施工”等,希望有识之士、业内专家、学者加盟我们,以你们的学识和才智,通过编辑和出版社的桥梁,精心打造出受读者欢迎的书籍。

我们衷心希望这套丛书能对从事电声技术的研究、设计、生产、检测的人员和广大的音响爱好者有所帮助,更希望业内专家、学者以及广大的读者朋友对这套丛书提出宝贵意见和建议,让我们做得更好!

二零零五年十二月

前 言

1877 年美国的爱迪生(Edison)发明了第一台能够记录和重放声音的机器——留声机,从此开创了人类“音响技术(声频技术)”的百年历史。

1977 年三菱、SONY 和日立 3 个集团在东京音响博览会上展出光学式唱片(DAD),成为模拟声频技术到数字声频技术转折的标志,至今亦已将近 30 年。

时至今日,人们普遍的看法是:声频领域当前正处在由“模拟声频”全面地向“数字声频”过渡的转折时刻。

不论是家用音响领域还是专业音响领域,声频技术数字化已是一股不可逆转的潮流。这对于从事声频设备和声频系统设计、生产、销售、安装、调试、维修、管理和操作使用的这支庞大的技术队伍,包括专业人士、兼职人士和业余爱好者在内,都已切身感受到数字化这股大潮给自己带来的冲击,从而迫切希望尽快掌握新技术以迎接面对的挑战。

本书希望能在在这方面发挥一点微薄的力量。

开放改革以来,随着我国的广播、影视和音响工业的迅速发展,急需大批声频技术的专业人才。从 1985 年起,广州大学在电子工程系(后来的信息与控制系)先后开办了“音响录音”、“声像灯光技术”等专业,20 年来该专业的毕业生分布在全国 10 多个省市的电台、电视台、电影制片厂、音像公司以及文化、娱乐机构、音像灯光工程公司。“声像灯光技术”为四年制本科专业:前两年是按照信息工程专业范畴设置基础课和专业课,三年级开始分流 3 个专业方向:“通信工程”、“电子信息工程”和“声像灯光技术”,其中的“声像灯光技术”学科方向开设了一门重点课程“数字声频设备与系统”,本书是将多年来这门课程的教学内容进行更新和归纳整理编写而成。

数字声频涵盖的范围很广,涉及到通信、广播、计算机等许多学科领域。考虑到市面上有关“数字信号处理”、“数字声频技术”等一类讲述数字声频基础理论的教材和书刊已有一定数量,本书以有限的篇幅,将把侧重点放在数字声频工程方面,讲述声频工程应用的数字声频设备以及由这些设备组成的数字声频扩声系统和录音系统。其中较大的篇幅是讲述数字扩声设备和系统(通称为“数字音响”)的结构、原理、设计和调控方法。

笔者长期从事声频技术特别是声频工程的教学、科研、设计、检测和工程实践,并得到广大声频设备生产和声频工程企业单位的支持,提供大量最新的技术资料,使本书能较好地反映出当今国内外数字声频工程领域方面的新技术、新工艺、新设备、新的设计思想,并列举一批最新的工程实例。为便于与国际接轨,本书所涉及的主要专业名词首次出现时都尽量附上英文,这也是本书的特色之一。

本书编写力求理论与实践相结合,使内容深入浅出,在系统讲述一定深度的理论知识的基础上给出大量最新的数字声频产品技术资料 and 数字化、网络化工程实例,其中包括剧场、音乐厅、体育场馆、多功能会堂、歌舞厅、智能化会议厅、数字录音棚、大型航空港、主题公园、数字立

体声电影院和电台播控中心等。

本书可作为大专院校声频工程、音响技术、录音技术、电化教育(教育技术)、应用电子技术及影视舞台音响等专业相关课程的教材或参考教材,也可供从事上述专业的设计、生产、研发人员及工程技术人员参考。由于书中大量深入浅出的讲述和实例,因而也适合工厂企业、机关学校、文艺团体、娱乐场所、体育场馆、剧场影院、音乐厅、广播电视、声像制作、电化教学(教育技术)等部门从事声频(音响)技术和管理的工作人员和业余爱好者阅读。

近年我国的文化产业和体育场馆大发展,急需大批这方面的技术人员和管理人员,本书亦可作为相关的专业人员培训和自学教材。

本书的出版得到广州大学教材出版基金的支持。

本书编写过程中得到安恒利(ACE)、迪士普(DSPPA)、博士(BOSE)、百威(Peavey)、锐丰、天创(TICO)、台电、喜万年、励丰、雅歌、佛山华南、LOUD、Telex/EVI、声韵(d&b)、亿达、三基、宏志、天艺、东汇、汇信、方原、捷利、慧博、傲邦(BOKE)、CAH、华汇、鸿源、欧姆、华盛、广州华南自动化工程公司和广东省演出公司等国内外知名音响企业的大力支持,给本书提供宝贵资料及提出很好的编写意见和建议;张承云、罗裕军、池秀萍、叶永祥等同志为本书的出版做了大量工作,在此一并表示深切谢意。本书编写过程中还参阅了大量的著作、刊物和网站等参考文献,在此特向这些文献的作者表示衷心的感谢。

作者祈望以本书为桥梁,能与广大从事声频工程技术的同行进行交流,也希望对新入门的声频工作者和广大音响爱好者有所帮助。

由于本书内容较新,涉及面广,加上编者水平所限,书中存在错误或不当之处,敬请广大读者给予批评指正。

彭妙颜 周锡韬

2005年12月

广州大学声像与灯光技术研究所

Http://avl.gzhu.edu.cn

E-mail:gzhuavl@21cn.com

目 录

第一章 概述.....	1
第一节 音频技术的历史回顾.....	1
第二节 本书主要内容.....	4
第二章 模拟音频设备.....	6
第一节 音频系统和音频设备.....	6
一、音频系统的组成	6
二、音频系统的分类	6
第二节 音频放大器.....	8
一、概述	8
二、前置放大器.....	10
三、功率放大器.....	13
第三节 节目源设备	16
一、电唱机.....	16
二、磁带录音机.....	17
第四节 电声器件	18
一、扬声器系统.....	18
二、传声器.....	25
第五节 信号处理设备	31
一、滤波器与均衡器.....	31
二、延时/混响器	46
三、压限器和扩展器.....	50
四、听觉激励器.....	53
五、频移器.....	54
六、反馈抑制器.....	54
第六节 调音台	54
一、概述.....	54
二、调音台的技术指标.....	56
三、调音台的基本结构和信号流程.....	57
四、调音台典型产品.....	59
第三章 模拟音频系统	66
第一节 家用音频系统的组合	66
第二节 简单的厅堂扩声系统	67

第三节 小型多功能厅扩声系统	68
第四节 小型多功能厅AV 系统	69
第五节 中型迪斯科舞厅扩声系统	71
第四章 数字声频技术基础	75
第一节 声频信号的数字化	75
一、模拟声频与数字声频.....	75
二、声频信号的数字化.....	75
三、数字声频技术应用的领域.....	80
第二节 数字声频信号的处理流程及关键技术	81
一、数字声频信号的处理流程.....	81
二、数字声频所涉及的关键技术.....	81
第三节 声频压缩编解码原理及标准	82
一、码率压缩的必要性.....	82
二、声频压缩编码的声学原理.....	83
三、数字声频编码标准.....	85
第四节 信道编码与调制技术	87
一、纠错编码.....	87
二、调制.....	87
第五节 数字信号传输技术	88
一、信道共享技术.....	88
二、网络传输技术.....	90
第六节 数字声频文件与接口	92
一、数字声频文件格式.....	92
二、数字声频接口标准	93
第五章 数字声频信号处理设备	97
第一节 概述	97
一、数字信号处理的基本概念.....	97
二、数字信号处理的实现.....	97
三、数字信号处理的优缺点.....	98
四、数字信号处理的应用.....	99
第二节 声频工程应用的数字信号处理设备	99
一、声频信号处理设备的数字化.....	99
二、数字声频信号处理设备的分类和功能	100
第三节 数字均衡器.....	108
一、SONY SRP - E300 数字均衡器.....	108
二、YAMAHA DEQ7 数字均衡器	109
第四节 数字反馈抑制器.....	111
一、概述	111

二、数字反馈抑制器的技术指标	112
三、数字反馈抑制器的调控	112
第五节 数字延时/混响器	114
一、数字延时/混响电路集成器件	114
二、YAMAHA 专业数字效果处理器	122
第六节 数字变调处理器	125
一、音调的基本知识	125
二、变调器的功能和原理	126
三、M65847 变调电路集成器件	127
第七节 扬声器系统控制器	128
一、扬声器系统控制器的功能	130
二、扬声器系统控制器的结构	133
三、扬声器系统控制器的应用	133
第八节 一体化数字声频系统处理器	141
一、概述	141
二、一体化数字声频系统处理器的功能特点	142
三、一体化数字声频系统处理器的典型产品	146
四、一体化数字声频系统处理器的典型应用	179
第六章 数字声频功率放大器	185
第一节 从模拟功放到数字功放	185
第二节 D类功率放大器	186
一、D类功放的特点	186
二、D类功放的基本结构	186
第三节 Powersoft 数字功放	188
一、基本特性	188
二、1bit 数字声频功率放大器	188
三、Powersoft 的技术特性	189
第七章 数字声频录放设备	191
第一节 数字声频录放设备的分类	191
一、磁带类	191
二、光盘及磁光盘类	191
三、硬磁盘类	191
第二节 激光唱机CD	192
一、CD的原理及规格	192
二、CD的结构及功能	193
三、CD的发展	193
第三节 数字磁带录音机	197
一、DAT 的格式及性能	197

二、DAT 结构	200
第四节 小型磁光盘录音机	202
一、MD 的规格和特点	202
二、MD-MO 录放音原理	202
三、MD 的防振记忆技术	204
第五节 数字硬盘录音机	204
一、HDR 录放音原理	204
二、硬盘机的结构	205
三、硬盘分区	205
第八章 数字调音台	206
第一节 概述	206
一、数字调音台的组成	206
二、数字调音台的特点	207
第二节 数字调音台的结构及功能	209
一、数字调音台原理框图	209
二、数字调音台前面板	213
三、数字调音台后面板	218
四、数字调音台内置声频处理器	221
第三节 数字调音台典型产品	222
一、YAMAHA 02R 数字调音台	222
二、MACKIE TT24 数字调音台	223
第九章 数字电声器件	226
第一节 准数字和全数字电声器件	226
一、准数字电声器件	227
二、全数字电声器件	227
第二节 数字传声器	227
一、数字光电传声器的结构	227
二、光学反射腔和激光扩束器的设计	228
三、光栅探测器及其测量电路	229
四、方向传感器及其测量电路	229
第三节 数字扬声器系统	230
一、数字声频系统	230
二、数字换能器阵列	231
三、多音圈数字扬声器	231
第十章 公共广播设备	233
第一节 概述	233
一、公共广播的基本功能	233
二、公共广播系统的分类	233

第二节 模拟公共广播系统的组成	235
一、最简单的公共广播系统	235
二、最小系统	235
三、典型系统	235
四、矩阵系统	237
第三节 智能化、网络化公共广播系统	237
一、智能化公共广播系统的特点	237
二、智能广播系统工程实例	238
三、总线化公共广播系统	239
四、可寻址广播系统	239
五、网络化广播系统	241
六、无线公共广播系统	242
第四节 公共广播系统的工程设计	242
一、公共广播系统的有关规范	242
二、公共广播系统的设计	242
第五节 智能公共广播系统典型产品	245
一、松下 WL-7550A 智能公共广播系统	245
二、迪士普 DSPPA-MAG 1158/1169/1189 智能广播中心	247
第十一章 智能化多媒体会议系统	251
第一节 概述	251
一、会议系统的基本概念	251
二、会议系统的组成和分类	251
三、智能会议系统设备的配置标准	252
第二节 手拖手型模拟式会议讨论系统	253
一、模拟式会议讨论系统的组成和特点	253
二、会议讨论系统的控制模式	253
三、会议讨论系统工程实例	254
第三节 自动混音型模拟式会议讨论系统	254
一、自动混音型会议讨论系统的结构特点	254
二、自动混音型会议讨论系统工程实例	256
第四节 红外线会议讨论系统	257
一、红外线会议讨论系统的特点	257
二、红外线会议讨论系统的结构	258
第五节 同声传译系统及表决系统	259
一、同声传译系统的结构及分类	259
二、同声传译系统的连接使用	260
三、红外同传系统的频率选择	260
四、表决系统	261

第六节 IDN 智能会议系统——半数字式会议系统	261
第七节 全数字式会议系统	262
一、多通道数字声频传输技术	262
二、PHILIPS(BOSCH) DCN 数字会议系统	262
三、TAIDEN HCS-4100 数字会议系统	264
第八节 会议电视系统	269
一、概述	269
二、视频会议系统的设备	269
三、会议电视系统的基本类型	272
四、会议电视系统的回声消除技术	273
五、会议电视系统工程实例	277
第十二章 数字网络声频系统	281
第一节 概述	281
一、声频系统的网络化	281
二、网络协议	281
三、网络声频系统的特点及应用	282
第二节 声频信号的光纤传输系统	283
一、光纤传输的优点	283
二、Lightviper 声频光纤传输系统	283
三、安装实例	284
第三节 CobraNet 网络声频设备与系统	285
一、DIGISPIDER 网络声频传输器和路由器	285
二、Crest Audio CKi 网络声频功率放大器	289
三、Crown TCP/IQ 网络声频系统	290
四、QSControl. Net 网络声频处理及传输系统	293
五、百威(PEAVEY)媒体矩阵	297
六、BSS SoundWeb 网络声频系统处理器	303
第四节 其他网络声频系统	309
一、YAMAHA PM-1D	309
二、A Net	310
三、VADIS	310
四、Ether Sound 数字网络声频技术	310
第十三章 数字化网络化扩声系统工程设计与实例	313
第一节 扩声系统工程设计	313
一、设计的前期准备工作	313
二、设计文件	313
三、设计步骤	314
第二节 数字化、网络化扩声系统工程实例	326

一、多功能体育馆建声及扩声系统	326
二、济源体育馆扩声系统	330
三、重庆奥林匹克体育场扩声系统	333
四、第十届全国运动会开幕式的流动扩声系统	336
五、香港大会堂音乐厅扩声系统	339
六、第四届东亚运动会(澳门)开幕式扩声系统	340
七、南京奥林匹克体育中心扩声系统	343
八、多功能会堂扩声系统	346
九、数字立体声电影系统	349
十、东莞玉兰大剧院扩声系统	358
第十四章 计算机声学辅助设计	369
第一节 EASE 声学设计软件	369
一、EASE 的发展	369
二、EASE 的应用	370
三、EASE 4.0 应用实例	372
第二节 CADP-2 声学设计软件	379
一、概述	379
二、CADP-2 的应用步骤	379
第三节 SIA Smaart Live 声学测量、调试软件	382
一、概述	382
二、基本功能	382
三、应用实践	384
第十五章 电子乐器、MIDI 与计算机音乐系统	386
第一节 概述	386
第二节 电声乐器和电子乐器	386
一、电声乐器	386
二、电子乐器	388
第三节 MIDI 设备与系统	389
一、概述	389
二、MIDI 系统的设备配置	390
三、MIDI 系统连接	391
四、常见的 MIDI 应用软件	394
第四节 计算机音乐系统	395
一、从 MIDI 到计算机音乐	395
二、计算机音乐系统的组成	396
三、计算机音乐系统在音乐节目制作中的应用	397
四、计算机音乐系统应用的软件	399
第十六章 录音系统与数字声频工作站	401

第一节 概述.....	401
第二节 机械录音、磁性录音、光学录音和激光录音.....	402
一、机械录音	403
二、磁性录音	403
三、光学录音	404
四、激光录音	404
第三节 模拟录音系统.....	405
一、简单的录音棚录音系统	405
二、现场音乐录音系统	406
三、多声道分期录音系统	407
第四节 数字声频工作站.....	409
一、数字声频工作站的功能	409
二、数字声频工作站的分类	410
三、数字声频工作站的组成	410
四、数字声频工作站的典型配置	411
五、数字声频工作站的应用	414
六、数字声频工作站的网络化	417
第五节 数字录音系统.....	417
一、中小型录音系统典型组合	417
二、全数字电影混合录音系统	421
第六节 数字化广播播控中心系统.....	424
一、概述	424
二、VADIS 数字声频网络系统的结构与特点	424
三、VADIS 系统工程实例——广东电台播控系统	425
第十七章 声音质量主观评价.....	429
第一节 音质评价的基本概念.....	429
一、人耳听觉的主观感受与客观指标	429
二、音质评价的含义和应用范围	429
第二节 音质评价的节目源和用语体系.....	429
一、组织评价需具备的条件	429
二、音质评价用节目源	430
三、音质评价用语体系	430
四、评价计分	431
第三节 音质评价的环境要求——试听室.....	431
一、对试听室的声学特性的要求	431
二、对试听室形状和体积的要求	432
三、扬声器方位及听音员位置	432
第四节 厅堂音质的主观评价.....	434

第五节 声压级与音质评价的关系.....	435
附录.....	436
附录一 中华人民共和国文化行业标准 WH/ T18—2003 演出场所扩声系统的 声学特性指标(摘要).....	436
附录二 中华人民共和国文化行业标准 WH 01—1993 歌舞厅扩声系统的 声学特性指标与测量方法(摘要).....	441
附录三 中华人民共和国广播电视部标准 GYJ 25—1986 厅堂扩声系统声学特性 指标(摘要).....	442
附录四 体育建筑设计规范 JGJ31—2003,J265—2003(摘录)	444
附录五 体育馆声学设计及测量规程 JGJ/T131—2000,J42—2000(摘录)	444
附录六 部分品牌音箱、功放技术参数表	445
参考文献.....	450

第一章 概 述

第一节 声频技术的历史回顾

人类自有文字纪录以来的文明史已超过 5000 年,而采用乐谱记录音乐也已有几百年的历史。多少年来我们的祖先总希望能把自己的声音或演奏的乐音记录下来,随时能重放出来聆听。这个美好的愿望经过多少先行者的探索奋斗,直到 100 多年前(1877 年)美国的爱迪生(Edison)发明了第一台能够记录和重放声音的机器——留声机(phonograph),这个美好的愿望才得以实现。从此人们可以把伟人的演讲、亲人的祝福、名家的演唱、演奏以及自己的歌声记录下来,随时可以再重放出来聆听。从此开创了人类“音响技术(声频技术)”的历史。

下面我们分别对磁带系统和唱片系统的模拟声频技术发展史作一简要的回顾,如表 1-1 所列。

表 1-1 模拟声频技术发展史

系统 年份	磁 带 系 统	唱 片 系 统
1877		爱迪生发明留声机,如图 1-1 所示。它是由一个粘上钢针的振膜(振膜粘在一个喇叭筒末端)和一个外表覆盖一层锡箔的圆筒构成,如图 1-2 所示。当对着喇叭筒大声说话时,振膜就带着钢针随着声波前后振动。将圆筒旋转,并使之作轴向移动,于是钢针就在锡箔表面刻下了一串螺旋形的纹槽。随后让钢针再一次沿着锡箔上的螺旋形纹槽移动,钢针就会带着振膜按照纹槽的峰谷变化规律前后移动,从而通过喇叭筒重放出原来的声音
1887		埃米尔·伯利纳发明了横向刻纹的扁平录音圆盘,这才真正诞生了留声机,如图 1-3 所示
1893		圆盘唱片上市
1898	丹麦人沃尔德曼·波尔森通过钢丝的磁化、磁畴的取向记录而重放了声音。他被世界公认为磁性录音的发明人	
1901		伯利纳开设著名的胜利(Victor)公司大量生产唱片
		发明电子管放、放大器和电气灌片技术,如图 1-4 所示
1925		贝尔研究所推出由电动拾音头、电子管放大器和电动扬声器组成的“电唱机”
1926	美国的奥奈尔发明了用纸作基底的带状磁性记录载体(纸基磁带)	