

A 电声技术

Audio Engineering

ISSN 1002-8684

CN 11-2122/TN

月刊 3
2023



中国期刊方阵双百期刊 中国电声学科代表性期刊 全国优秀期刊 电子精品期刊

第47卷第3期(总第457期)



ATV 北京奥特维科技有限公司

北京奥特维是在智慧安全、防务信息、交通电子、专业视声领域，集技术创新、产品研发、系统集成、运维服务于一体的国内知名高新技术企业。

做中国最好的会议系统

逼真 | 互动 | 智能 | 畅快

了解更多，请扫码关注奥特维官方微信公众号



地址：北京市朝阳区酒仙桥北路乙7号
邮编：100015
电话：010-59570300
传真：010-59570388
网址：www.aotev.com

告

2019国庆阅兵音视频信息系统

海南社会管理信息化平台

交通电子乘客信息显示系统

武汉体育中心音响扩声系统

军事博物馆多功能厅音视频系统



ISSN 1002-8684



电视电声研究所主办/《电声技术》编辑部出版
邮发代号：2-355 国外代号：M814 期定价：20.00元



官方微信

1977年创刊 月刊

中国电声学科代表性期刊
中国期刊方阵双百期刊
全国优秀期刊
电子精品期刊

主管单位

中国电子科技集团公司

主办单位

电视电声研究所

(中国电子科技集团公司第三研究所)

协办单位

中国电子学会声频工程分会

中国电子学会消费电子分会

中国音像协会音视频工程专业委员会

中国电子元件行业协会电声器件分会

支持单位

国家广播电视产品质量监督检验中心

中国电子音响行业协会

中国声学学会声频工程分会

全国电声学标准化技术委员会

编辑出版

《电声技术》编辑部

主 编 林 飞

副 主 编 雷 鸣

编 辑 葛 存 郭芳园

审 校 李 静

电 话 010-63151646

电子邮件 dianshengjishu@163.com

投稿网址 dsjs.cbpt.cnki.net

财 务 部 010-59570093

国内总发行 中国邮政集团有限公司北京市
报刊发行局

国外总发行 中国国际图书贸易集团有限公司
(北京 399 信箱)

中国标准连续出版物号 ISSN 1002-8684
CN 11-2122/TN

印 刷 廊坊市安次区码头镇拓兴印刷厂

邮发代号 2-355

国外代号 M 814

订阅方式 全国各地邮局 / 本刊编辑部

发行时间 每月 5 日出版

每期定价 20.00 元

地 址 北京朝阳区酒仙桥北路乙 7 号

邮政编码 100015

万方数据

目 次

2023 年第 47 卷第 3 期总 457 期

● 系统工程

- 1 基于固废资源化的水泥基声屏障体系评估与设计分析 戴 鹰
4 数字音频技术在广播电视工程中的应用研究 李 伟

● 声学基础

- 7 音频响度控制器的设计与实现 王 辉, 史东东, 蒋 灏, 付泊暘, 雷 鸣, 刘 帅
11 电影声音空间感的构建和呈现策略研究 陈亚静

● 水声工程

- 14 面向平面点圆声基阵的恒束宽波束形成方法研究 王兆弘
19 基于双 Gamma 指数的主动声呐图像灰度校正方法 邢嘉元, 梁 增
23 水下装备维修保障能力评估方法研究 董伟佳, 禹润田
27 基于实测数据的声速剖面延拓和同化应用研究 杨 威, 汪 也
31 基于云边端协同的 UUV 数字模型设计与实现 陆嘉旻, 蒋 丞, 柴 俊, 贺亚龙, 漆昭铃
36 基于 CPM 的双对角结构 QC-LDPC 码在水声信道的性能研究 时相一

● 语音技术

- 39 音频处理技术在中波转播台的应用 王 滨, 吴吉玉, 王茂胜

● 扬声器与传声器

- 42 基于规范多元张量分解的矢量传声器阵列定向算法研究 高宇飞, 滕 腾, 范红波, 徐文波

● 声学制播

- 48 Dolby Atmos 技术在超高清影视节目制作中的实际应用 宋晓晖
53 4K 超高清转播车音频系统设计及应用研究 汪环忠
57 广播发射系统自动化监测及故障诊断系统研究 刘绍伍
60 基于 5G 异构网络覆盖算法的应急广播模式研究 张光明
63 中波广播干扰问题分析及对策研究 李志文
67 无线电数字广播电视发射技术优势及应用 张金福
70 高标清同播时代播出系统运行机制与收视伴音异常问题研究 高惠东



本刊宗旨

服务学科

服务行业

助推基础理论与应用
技术创新，促进学研、
产用结合

版权声明

凡《电声技术》录用的文章，如作者无版权特殊声明，即视作该文署名作者同意将文章著作权中的汇编权（文章的部分或全部）、印刷版和电子版（包括光盘版和网络版等）的复制权、发行权、翻译权、信息网络传播权、转许可权在世界范围内授予《电声技术》编辑部使用，同时授予《电声技术》编辑部许可第三方合作单位（中国知网、万方等）使用上述权利。若有异议，请来稿说明，本刊将做适当处理。未经本刊书面许可，任何单位或个人不得再授权他人以任何形式汇编、转载、出版该文章的任何部分。特此声明！

《电声技术》编辑部

- 73 卫星广播电视频段抗干扰信号技术的应用 乔 赛
- 77 调频连续波滑动聚束 SAL 信号特征分析 王 帅
- 80 中波广播发射天线的原理及其维护研究 张 雷
- 83 中波台自动化监控技术研究与实践 曾凡竟

网络多媒体

- 86 中波天线主备调配网络切换系统设计 李 耀, 邹文婷
- 89 “互联网+”时代 5G NR 技术在体育赛事转播中的创新应用 姚晓敏

器件与应用

- 92 主动降噪耳机数字滤波器设计研究 张鸿翔, 魏金光
- 99 单兵电台基于 ESP32 扩展 Wi-Fi 及蓝牙功能
张来洪, 卢继川, 关海伟, 陈诗昱
- 104 一种用于指挥大厅布局模式切换的智能坐席
郝文泽, 赖东林, 胡艳平, 薛 京
- 107 超声波流量计精度影响分析及匹配层优化
王 涛, 杨世凤, 褚雨虹, 任昊远, 邵 欣, 韩思奇
- 110 一种相控阵发射机自动测试系统的设计与开发
宇 航, 张 东, 肖 霄
- 115 天线接口单元一键式自动测试系统的设计与实现
向 巧, 薛 磊, 李 岚
- 119 一种基于资源优化的 DDC 设计及实现 魏 静
- 122 基于同步控制的多通道相参信号生成技术
石慧峰, 肖 鹏, 秦萌毅, 万承志, 李子悻
- 126 基于 DSP/BIOS 的多机通信系统的设计与实现
李正宇, 车 凌, 杨 宏, 吴小麟, 贾永兴

通信电声

- 129 基于双边拍卖机制的频谱切换算法研究
彭云飞, 杨清亮, 杨 光, 何华文, 周圣夫
- 134 基于 DWT-DCT-SVD 算法的数字音频水印性能评价分析
马 驰, 张红兵
- 137 天地一体化信息网络信关站设计 廖梁兵
- 140 应急广播网络管理系统的实现 欧静锋
- 143 中波广播发射台智慧化监管系统结构及完善措施
李庆彦
- 146 多通道应急广播信号处理设备软件实现研究
李 罡, 师 霞, 何绍丹
- 149 高速卫星通信终端数字预失真补偿技术研究
韩晓媛, 尹 曼

标准与检测

- 153 精确电子战场景下到达波形时延有效性验证
黄 勇, 王 辉, 张可迪

AUDIO ENGINEERING

Monthly (Issued first in 1977)

A LEADING TECHNICAL MAGAZINE ON AUDIO NATIONWIDE

Competent authority:

China Electronics Technology Group Corporation

Sponsor:

Research Institute of TV and Electroacoustics
(CETC No.3 Research Institute)

Editor and publisher:

Editorial Institute of Audio Engineering

General distributor for domestic subscribers:

China Post Group Co., Ltd. Beijing Newspaper and
Magazine Distribution Bureau

General distributor for foreign subscribers:

China International Books Trading General Company
(P.O.Box 399, Beijing China)

Chief Editor: LIN Fei

Deputy editor in chief: LEI Ming

Editor: GE Cun GUO Fangyuan

Reviser: LI Jing

China Standard Serial Numbering: $\frac{\text{ISSN } 1002-8684}{\text{CN } 11-2122/\text{TN}}$

Post office distribution code: 2-355

Distribution code abroad: M814

Editing department telephone:

010-63151646

Contribution Website: dsjs.cbpt.cnki.net

Address: No.7B, Jiuxianqiao North Road, Chaoyang District,
Beijing, China

Email: dianshengjishu@163.com

Printer: Matou Town, Langfang Anci District, Tuoxing
Printing Factory

Issuing Date: 5th monthly

Pricing: US \$20.00 (outside China)

Assistant sponsors:

- Audio Engineering Division of CIE
- Consumer Electronics Division of CIE
- Professional Committee of Audio & Video Projects of China
Audio-Video Association
- Electroacoustic Device Division of China Electronic
Components Industry Association

Supporters:

- National Testing and Inspection Center for
Radio & TV Products of China
- China Audio Industry Association
- Audio Engineering Division of China Acoustics
Institute
- Standardization Administration of China on
Electroacoustic

MAIN CONTENTS Vol.47, No.3, 2023 Accumulated No.457

System Engineering

- 1 Evaluation and Design Analysis of Cement Based Sound Barrier System Based
on Solid Waste Recycling DAI Ying
- 4 Research on the Application of Digital Audio Technology in Broadcasting and
Television Engineering LI Wei

Acoustics Foundation

- 7 Design and Implementation of Audio Loudness Controller
WANG Hui, SHI Dongdong, JIANG Hao, FU Boyang, LEI Ming, LIU Shuai
- 11 Research on the Construction and Presentation Strategy of the Spatial Sense of
Film Sound CHEN Yajing

Underwater Acoustic Engineering

- 14 Research on Constant Beamwidth Beamforming Method for Planar Point
Circular Acoustic Array WANG Zhaohong
- 23 Research on the Evaluation Method of Underwater Equipment Maintenance
Support Capability DONG Weijia, YU Runtian
- 27 Research on the Extension and Assimilation of Sound Velocity Profile Based on
Measured Data and Its Application YANG Wei, WANG Ye
- 31 Design and Implementation of UUV Digital Model Based on Cloud Edge
Collaboration
LU Jiamin, JIANG Cheng, CHAI Jun, HE Yalong, QI Zhaoling
- 36 Performance of Dual Diagonal Structure QC-LDPC Codes Based on CPM in
Underwater Acoustic Channels SHI Xiangyi

Voice Technology

- 39 The Application of Audio Processing Technology in Medium Wave
Broadcasting Stations WANG Bin, WU Jiyu, WANG Maosheng

Loudspeaker and Microphone

- 42 An Acoustic Vector Sensor Array Orientation Algorithm Based on Tensor
Canonical Polyadic Decomposition
GAO Yufei, TENG Teng, FAN Hongbo, XU Wenbo

Sound Broadcasting

- 48 The Practical Application of Dolby Atmos Technology in the Production of Ultra
High Definition Film and Television Programs SONG Xiaohui
- 63 Analysis and Countermeasures of Interference in Medium Wave Broadcasting
LI Zhiwen
- 67 The Advantages and Applications of Digital Radio and Television Broadcasting
Technology ZHANG Jinfu

投稿须知

1. 来稿应符合本刊的报道范围;稿件字数 8 000 字左右为宜,重大课题研究及综述文章不受字数限制。
2. 来稿应不涉及任何国家或企业机密,网上投稿请同时附不涉密证明。
3. 来稿请注明投稿栏目,如有导师或专家审稿意见请附上意见全文与专家电话与 E-mail 联系方式。
4. 文章若属基金项目或重点攻关项目、专利等,请注明项目全称及编号并提供相关证明复印件或扫描件。
5. 论文应提供中英文文题、作者单位、摘要、关键词,给出中图分类号和参考文献。
 - (1) 文题要求在 20 字以内,中英文题名一致。
 - (2) 作者单位应提供全称和邮编及英文翻译。
 - (3) 摘要内容涉及研究目的、方法、结果和(或)结论等,字数一般要求在 100 ~ 250 字之间,关键词提供 3 ~ 8 个。
 - (4) 中图分类号参考《中国图书馆分类法》(第五版)。
 - (5) 参考文献须按文中出现的顺序排列,著录格式参考国标 GB/T 7714—2015。
6. 论文内容要求
 - (1) 基于作者创造性工作的论文,应力求条理清晰、论证严谨、文字精炼,所列图表和数据及其结论应准确无误。
 - (2) 图、表的使用要得当,尽量不要与文字表述内容重复。图、表要清晰、完整、规范。建议用三线表。
 - (3) 文中名词术语、数字、外文字母、量及符号、数学式等注意规范使用,并请正确使用法定计量单位。文中首次出现的非常用英文缩略语须用英语原文和中文解释说明。
 - (4) 对于综述性或介绍性的文章,所用资料力求博采广集、真实可靠、信息量大、详略得当、突出重点、时效性强。
 - (5) 翻译文章应附原文、注明出处,并保证译文的中版权。编译文章应注明参考文献。
 - (6) 本刊鼓励发表具有指导或启示作用的技术应用类文章。论文应注重对设计思路、实现措施、测试情况、最终结论等方面的记述。
7. 来稿请注明作者的真实姓名、工作单位、通信地址、邮编、联系电话、电子信箱、作者简介等信息,来稿请声明无署名争议。
8. 请使用本刊远程投稿系统(dsjs.cbpt.cnki.net)投稿。
9. 编辑部在收到稿件后,会尽量在 30 个工作日内通知作者录用情况,请自行上网查看审稿情况。所投稿件不得抄袭,请勿一稿多投。如经“科技期刊学术不端文献检测系统”检测,发现已录用文章存在抄袭和一稿多投现象,本刊有权撤销其录用资格并通报。

《电声技术》编辑部

- 70 The Research on the Operating Mechanism of High and Standard Definition Simultaneous Broadcasting System and Problem of Abnormal Accompanying Sounds GAO Huidong
- 73 Application of Anti-jamming Signal Technology in Satellite Broadcasting and Television Frequency Band QIAO Sai
- 83 Research and Practice of Medium Wave Station Automatic Monitoring Technology ZENG Fanjing

Network Multimedia

- 86 Design of a Switching System for the Main and Backup Deployment Network of Medium Wave Antennas LI Yao, ZOU Wenting
- 89 On the Innovative Application of 5G-NR Technology in Sports Event Broadcasting in the Era of "Internet+" YAO Xiaomin

Parts and Applications

- 92 Theoretical Analysis Design and Research of Digital Filter of Active Noise Cancellation Headset ZHANG Hongxiang, WEI Jinguang
- 99 Individual Radio Stations Based on ESP32 to Extend Wi-Fi and Bluetooth Capabilities ZHANG Laihong, LU Jichuan, GUAN Haiwei, CHEN Shiyu
- 104 An Intelligent Worktop for Changing the Layout of the Command and Dispatch Hall HAO Wenze, LAI Donglin, HU Yanping, XUE Jing
- 110 Research of a Kind of Phased Array Transmitter ATS YU Hang, ZHANG Dong, XIAO Xiao
- 115 Design and Implementation of One-Button Automatic Test System for Antenna Interface Unit XIANG Qiao, XUE Lei, LI Lan
- 126 Design and Implementation of a Multi-machine Communication System Based on DSP/BIOS LI Zhengyu, CHE Ling, YANG Hong, WU Xiaomeng, JIA Yongxing

Communication Electroacoustics

- 129 Research on Spectrum Switching Algorithm Based on Bilateral Auction Mechanism PENG Yunfei, YANG Qingliang, YANG Guang, HE Huawen, ZHOU Shengfu
- 143 Structure and Improvement Measures of the Intelligent Supervision System of the Medium Wave Radio Launch Pad LI Qingyan
- 146 Research on Software Implementation of Multichannel Emergency Broadcasting Signal Processing Equipment LI Gang, SHI Xia, HE Shaodan
- 149 Research on Technologies of Radar and Communication Integration HAN Xiaoyu, YIN Man

Standards Testing

- 153 Verification of the Effectiveness of Waveform Delay in Precision Electronic Warfare Scenarios HUANG Yong, WANG Hui, ZHANG Kedi

视频信息显示

视频会议

分布式音视频调度

视频处理



HUI SHI

中电慧视

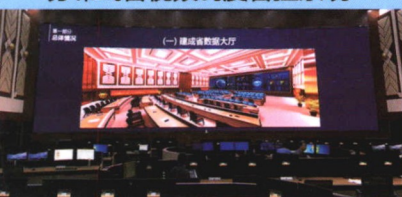
北京中电慧视科技有限公司以视频处理业务为核心，拥有多种视频处理及显示产品，业务范围涵盖视频会议、视频智能分析及融合、视频质量诊断、显控设备运维、视频信息多样化展示等，为党政军及企事业单位提供专业的视频产品及服务。



地址：北京市朝阳区酒仙桥北路乙7号
邮编：100015
热线：400-161-8382
网址：www.zdhs.com.cn

经典案例

分布式音视频调度管控系统



视频业务管理平台



智能视频分析平台



下一代列车乘客信息显示

