

# 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)



QK2303900

## 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:  $\frac{\text{ISSN } 1002-8684}{\text{CN } 11-2122/TN}$

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



# HUISHI 中电慧视

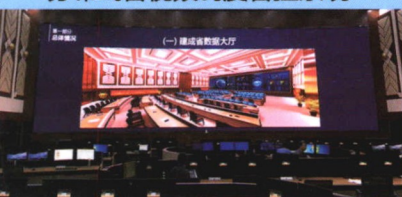
北京中电慧视科技有限公司以视频处理业务为核心，拥有多种视频处理及显示产品，业务范围涵盖视频会议、视频智能分析及融合、视频质量诊断、显控设备运维、视频信息多样化展示等，为党政军及企事业单位提供专业的视频产品及服务。



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

