

# A 电声技术

Audio Engineering

ISSN 1002-8684

CN 11-2122/TN

月刊  
2020

1



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44卷第1期(总第419期)

## 动视绘未来 声世界 AUDIO & VIDEO

### ATV

北京奥特维科技有限公司成立于1994年，是中国电子科技集团公司第三研究所的全资子公司，为世界500强中国电科成员单位。

公司历经25年的发展，现已成为在智慧安全、军队政府、交通电子、专业视声领域，集技术创新、产品研发、系统集成与运维服务于一体的视声领域国内知名高新技术企业。

电声技术 (月刊)

第44卷

第1期

总第419期

2020年1月

《电声技术》编辑部出版

ISSN 1002-8684



9 771002 868202

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

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

中国电子科技集团有限公司

## 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

中国电子学会音频工程分会

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

中国声学学会音频工程分会

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 薛 京

副 主 编 雷 鸣

电 话 (010) 82601350

传 真 (010) 82601350

电子邮件 dsjszszs@163.com

投稿网址 www.videoe.cn

唯一收款账户 0200003509004622506

开 户 行 工行望京支行营业部

开户名称 北京奥特维科技有限公司

财 务 部 010-59570093

国内总发行 中国邮政集团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 北京博海升彩色印刷有限公司

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

# 目 次

2020 年第 44 卷第 1 期总 419 期

## ● 系统工程

1 音频工程中厅堂扩声特性测量

丁 雷

5 基于正交基扩展法的多区声场重放技术研究

李秋霆, 王 鑫, 谢凌云

10 北京语言大学逸夫楼报告厅电声建声设计

张宇山

15 关于青岛市广播电视台调频广播覆盖系统的研究

杨 杰, 刘 勇, 魏大鹏, 李建杰, 胡保祯

## ● 水声工程

19 基于声隐身技术的水下无人系统防护功能材料研究

刘倩倩, 徐 宁

24 基于矢量水听器瞬时相位差方差加权的低频线谱检测算法

朱秀珍, 乔长城, 杨清海

## ● 语音技术

28 软交换中基于 VoIP 语音识别的业务部署方案

宿国防, 韩毅刚, 刘 彬

## ● 扬声器与传声器

32 环绕声前方传声器混合形式临界连接研究(下)(续(上))

关 童

43 平面波导管测试系统开发和验证

蔡 苗, 袁伟佳, 黄坤朋

## ● 声学制播

48 广播节目采访中音频技术的制作与合成

林松凡

50 AoIP 广播播控系统设想

普布次仁, 扎西次仁, 达瓦平措



## 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该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、信息网络传播权的专有使用权在世界范围内授予《电声技术》编辑部，同时授权《电声技术》编辑部独家代理许可第三者使用上述权利。本刊支付的稿酬已包含上述使用的费用。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

53 7.1.4 三维声录音棚系统设计  
何旭, 李彬, 杨曦

56 录音中降噪系统的使用  
周湘辉

### ● 网络多媒体

58 人工智能导游系统的实现  
苗广雁, 程凤敏

### ● 器件与应用

61 PLC 与单片机之间的串行通信及应用  
范海雯, 张沫然, 徐怡, 冯子腾

63 广播播控中心供配电系统设计与实现  
袁长建

67 动态处理结合非线性设备的虚拟低音增强系统  
迟欣, 范俊玲, 夏萌, 韩中波

70 探究智能变电站的继电保护二次回路故障诊断问题  
孙博

73 应用于 26 GHz~41 GHz 频率综合器的高速可编程分频器的设计  
郑晖晖, 王静

76 基于深度学习模型的电力变压器故障声音诊断方法研究  
吴帆, 刘艳霞, 刘力铭, 何彦德

81 基于源 - 传递路径 - 响应的车内噪声分析与优化  
韦习文, 黄灵河, 罗传亮

85 基于大数据的医疗设备温度自动控制系统研制与应用分析  
王众

### ● 通信电声

87 Linux 系统下 Socket 通信的实现  
张晓娜, 常乐冉, 吴炜, 廖进蔚, 沈立文

90 微电声领域中国专利分析—以国内电声行业龙头为例  
魏菟

93 基于 CAN 协议的汽车 ECU 刷写的诊断程序设计  
鲍李俊, 朱志峰, 姚勇, 汪丹

# 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 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: Xue Jing

### Deputy editor in chief: Lei Ming

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:

(8610) 82601350

### Fax:(8610) 82601350

### Contribution Website: www.videoe.cn

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

### Email: dsjszszs@163.com

### Printer:Beijing BOHS Colour Printing Co., Ltd.

### 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.44, No.1, 2020 Accumulated No.419

### System Engineering

- 1 Measurement of sound reinforcement characteristics of halls in audio engineering  
DING Lei
- 5 Multizone soundfield reproduction based on orthogonal expansion  
LI Qiuting, WANG Xin, XIE Lingyun
- 10 Electronic acoustic & building acoustic design of report Hall of Beijing Language and Culture University Yifu Building  
ZHANG Yushan
- 15 Research on FM broadcast coverage system of Qingdao Radio and TV Station  
YANG Jie, LIU Yong, WEI Dapeng, LI Jianjie, HU Baozhen

### Underwater Acoustic Engineering

- 19 Research on functional materials of unmanned underwater system based on protection performance  
LIU Qianqian, XU Ning
- 24 Algorithm of low frequency line spectral detection based on instantaneous phase difference variance weighting of vector hydrophone  
ZHU Xiuzhen, QIAO Changcheng, YANG Qinghai

### Voice Technology

- 28 Real-time recognition of VoIP voice flow in soft switch network  
SU Guofang, HAN Yigang, LIU Bin

### Loudspeaker and Microphone

- 32 Research on critical linking of the frontal microphones combinations in surround recording (Part II) (continued part I)  
GUAN Tong
- 43 Development and verification of planar waveguide test system  
CAI Miao, YUAN Weijia, HUANG Kunpeng

### Sound Broadcasting

- 48 Production and synthesis of audio technology in radio program interview  
LIN Songfan
- 50 Design of AoIP broadcast control system  
Pubu Ciren, Zhaxi Ciren, Dawa Pingcuo
- 53 7.1.4 design of 3D audio recording studio system  
HE Xu, LI Bin, YANG Xi
- 56 On the use of noise reduction system in recording  
ZHOU Xianghui

## 投稿须知

1. 来稿应符合本刊的报道范围;稿件字数 5000 字以内为宜,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,并保证译文的中文版权。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(www.videoe.cn)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

### Network Multimedia

- 58 The realization of tour guide system based on artificial intelligence

MIAO Guangyan, CHENG Fengmin

### Parts and Application

- 61 Serial communication between PLC and MCU and its application

FAN Haiwen, ZHANG Moran, XU Yi, FENG Ziteng

- 63 Design and implementation of power supply and distribution system of Radio Broadcast Control Center

YUAN Changjian

- 67 Virtual bass enhancement system based on dynamic range processing and nonlinear device

CHI Xin, FAN Junling, XIA Meng, HAN Zhongbo

- 70 Research on fault diagnosis of relay protection secondary circuit in intelligent substation

SUN Bo

- 73 High-speed programmable frequency divider for 26GHz~41GHz frequency synthesizer

ZHENG Huihui, WANG Jing

- 76 Study on the Fault Diagnosis Method of Power Transformer by Sound Signals Based on Deep Learning Model

WU Fan, LIU Yanxia, LIU Liming, HE Yande

- 81 Analysis and optimization of noise based on source, transfer path and response

WEI Xiwen, HUANG Linghe, LUO Chuanliang

- 85 Development and application analysis of medical equipment temperature automatic control system based on big data

WANG Zhong

### Communication Electroacoustics

- 87 Implementation of Socket communication in Linux system

ZHANG Xiaona, CHANG Leran, WU Wei, LIAO Jinwei, SHEN Liwen

- 90 Chinese patent analysis in the field of micro electro-acoustics —Taking the domestic electro-acoustic industry leader as an example

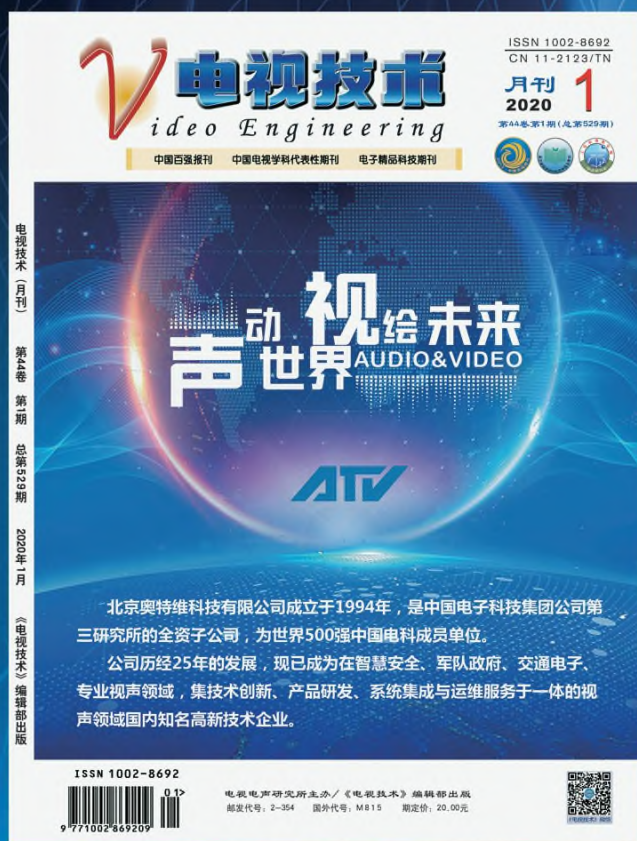
WEI Wei

- 93 Design of automobile ECU reprogramming diagnostic program based on CAN Protocol

BAO Lijun, ZHU Zhifeng, YAO Yong, WANG Dan

# 前瞻 热点 专注 专业

《电视技术》中国百强报刊  
《电声技术》中国期刊方阵双百期刊 全国优秀期刊



[www.videoE.cn](http://www.videoE.cn)

[www.videoE.cn](http://www.videoE.cn)