

## 《数字音频原理》课程教学大纲

### 一、课程基本情况

课程编号	010424	课程类别	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 限选 <input type="checkbox"/> 任选	学时/学分	32/2	
课程名称	(中文) 数字音频原理					
	(英文) Digital Audio Principle					
教学方式	<input checked="" type="checkbox"/> 课堂讲授为主 <input type="checkbox"/> 实验为主 <input type="checkbox"/> 自学为主 <input type="checkbox"/> 专题讨论为主					
课程学时及其分配	课内总学时	课内学时分配			课外学时分配	
	32	课堂讲课	32		课后复习	
		自学交流			课外自学	
		课堂讨论			讨论准备	
		试验辅导			实验预习	
		课内试验			课外实验	
考核方式	<input type="checkbox"/> 闭卷 <input checked="" type="checkbox"/> 开卷 <input type="checkbox"/> 口试 <input type="checkbox"/> 实际操作 <input type="checkbox"/> 大型作业					
成绩评定	期末考试 (70%) + 平时成绩 (30%)					
适用院系 适用专业	广播电视工程、电子信息工程、信息工程、通信工程					
先修课程 预备知识	通信原理、信息论与编码					

### 二、课程性质与任务

《数字音频原理》是我校广播电视工程等专业的一门校定专业限选课。通过对本门课程的学习,使学生系统地获得数字音频处理等方面基本知识和必要的基础理论,掌握声学基础知识、音频信号如何数字化、数字音频的压缩编码标准、纠错编码与调制、光盘存储、电子乐器数字接口、音频处理与控制设备、音频工作站等等,并注在使学生掌握基本理论和概念的基础上,从而使学生会较好地使用音频处理软件处理实际音频信号。

### 三、课程主要教学内容及学时分配

序号	教学内容	学时
1	声学基础知识	4
2	音频信号数字化	4
3	数字音频压缩编码	6
4	信道编码与调制技术	4
5	光盘存储技术	4

6	电子乐器数字接口	2
7	数字音频文件格式	2
8	音频处理与控制设备	4
9	音频工作站	2
合计学时		32

## 四. 课程教学基本内容和基本要求

### (一) 声学基础知识

- 了解声波、声音与声学的概念。
- 熟悉声音的特性及物理参量、声音的主观感觉及三要素。
- 了解室内声的组成及混响时间的计算。
- 熟悉人耳的听觉范围以及听阈、痛阈的概念。
- 重点掌握人耳的听觉特性,包括听觉掩蔽效应、听觉延时效应(哈斯效应)、双耳效应和德·波埃效应。
- 了解音质的主观评价用语。

### (二) 音频信号的数字化

- 熟悉音频信号数字化的过程,掌握均匀量化的原理。
- 理解“量化”是数字音频信号产生失真的主要根源。掌握量化信噪比 SNR (用分贝表示)与量化比特数 n 之间的关系。
- 熟悉常见的音频信号采样频率及量化精度。
- 了解模 / 数 (A/D) 转换器、数 / 模 (D/A) 转换器的工作原理及主要技术指标。
- 了解过采样、 $\Delta$ - $\Sigma$  调制和噪声整形的原理。

### (三) 数字音频压缩编码

- 熟悉数字音频压缩编码的机理。
- 了解音频编解码器的性能指标和重建音频质量的评价方法。
- 熟悉数字音频编码的基本方法及分类。
- 掌握感知音频编码的基本原理,透彻理解子带编码的基本思想。
- 重点掌握 MPEG-1, MPEG-2 acc 的音频编解码原理。
- 了解 AVS 音频立体声编解码的原理和 DRA 多声道数字音频编解码的原理。
- 了解新一代环绕多声道音频编码格式。

### (四) 信道编码与调制技术

- 熟悉数字音频信号的处理流程
- 熟悉信道编码的基本概念和分类,掌握差错控制的基本原理。
- 了解 RS 码、CIRC 码、RSPC 码、警哨(Picket)码、卷积码和 LDPC 码的基本原理。
- 熟悉数字信号的基本调制方式及作用。
- 了解 EFM 编码、EFM + 编码、17PP 调制码、OFDM 的基本原理。

### (五) 光盘存储技术

- 熟悉光盘存储技术原理。

- 了解光盘存储器的分类、特点以及发展概况。
- 熟悉激光唱盘（CD）的数据记录和读出原理、CD-DA 的存储格式。
- 了解超级音频 CD（SACD）和 DVD-Audio。
- 了解蓝光光盘（BD）的物理格式与技术特点。

#### （六）电子乐器数字接口

- 理解 MIDI 的概念以及与数字音频处理技术的不同之处。
- 掌握频率调制(FM) 合成法、波形表合成法的合成器原理。
- 了解 MIDI 系统中的 MIDI 消息输入设备、音序器、音源等设备配置和连接。
- 理解 SMPTE 时间码、MTC 时间码以及 MIDI 设备同步的概念。
- 了解常见的 MIDI 应用软件。

#### （七）数字音频文件格式

- 熟悉资源交换文件格式（RIFF）的结构。
- 熟悉 WAV 文件格式的一般结构。
- 了解 MP3、MIDI 文件格式及特性。
- 了解 RA、RM、WMA、APE、AU 等音频文件格式。

#### （八）音频处理与控制设备

- 了解音响设备的分类。
- 熟悉压缩器、压限器、扩展器、噪声门、自动增益控制器的工作原理及特点。

- 了解均衡器的作用、种类、技术指标，理解图示均衡器的基本原理。
- 了解声反馈的产生原因及预防措施、声反馈抑制器的工作原理。
- 熟悉延时器、混响器、听觉激励器的作用及工作原理。
- 了解调音台的基本功能、基本构成及信号流程。

#### （九）数字音频工作站

- 熟悉数字音频工作站的主要功能、构成及应用。
- 熟悉音频处理接口与计算机的连接方式、音频接口连接器的种类。
- 了解 AES/EBU (AES3), S/PDIF, SPDIF-2, MADI, IEEE 1394, HDMI 等数字音频接口的工作原理及规范。
- 了解音频设备间的同步实现。
- 了解 Adobe Audition 3.0, Cubase SX 3 和 Xuendo 3 等音频处理软件的功能及使用。

## 五. 课程内容的重点和深广度要求

《数字音频原理》课程的基本任务概括地说，是数字音频处理等等基础知识，培养利用课堂所学基本概念、原理形成实际数字音频处理等方面的能力，以提高专业素养。在教学过程中，通过课堂教育手段逐步提高学生的数字音频原理理解力和实际处理能力。同时，要对极重要的数字音频实际处理能力予以足够的重视，使学生在学完本课程期间及其后能够利用工具软件制作实际音频作品。

## 六. 课后作业与课外辅导的要求

原则上每章后面的作业一般要求全部完成，作业量根据教学内容确定。每章讲完后至少批改作业和辅导答疑各 1 次，每次作业全批全改，每次集中答疑时间

不少于 10 分钟。

## 七. 教材及主要参考书

教材：

1、卢官明，宗昉 编著，《数字音频原理及应用》第 2 版，机械工业出版社，2012 年 7 月。

主要参考书

1、韩宪柱 编著，《数字音频技术及应用》，中国广播电视出版社，2003 年 1 月。

## 八. 学习方法与建议

在本课程的学习中应重视对基本概念的学习和理解，并注意对音频处理软件的实际应用。

# 《数字音频原理》(Digital Audio Principle) 考试大纲

一. 课程编号: 010424

二. 课程类型: 限选课

课程学时: 32 学时/2 学分

适用专业: 广播电视工程、电子信息工程、信息工程、通信工程

先修课程: 通信原理、信息论与编码

## 三. 概述

1、考试目的: 加强学生对基础知识的掌握, 检查学生学习本课程的情况。

2、考试基本要求:

### (1) 声学基础知识

- 了解声波、声音与声学的概念。
- 熟悉声音的特性及物理参量、声音的主观感觉及三要素。
- 了解室内声的组成及混响时间的计算。
- 熟悉人耳的听觉范围以及听阈、痛阈的概念。
- 重点掌握人耳的听觉特性, 包括听觉掩蔽效应、听觉延时效应(哈斯效应)、双耳效应和德·波埃效应。
- 了解音质的主观评价用语。

### (2) 音频信号的数字化

- 熟悉音频信号数字化的过程, 掌握均匀量化的原理。
- 理解“量化”是数字音频信号产生失真的主要根源。掌握量化信噪比 SNR (用分贝表示) 与量化比特数  $n$  之间的关系。
- 熟悉常见的音频信号采样频率及量化精度。
- 了解模 / 数 (A/D) 转换器、数 / 模 (D/A) 转换器的工作原理及主要技术指标。
- 了解过采样、 $\Delta$ - $\Sigma$  调制和噪声整形的原理。

### v (3) 数字音频压缩编码

- 熟悉数字音频压缩编码的机理。
- 了解音频编解码器的性能指标和重建音频质量的评价方法。
- 熟悉数字音频编码的基本方法及分类。
- 掌握感知音频编码的基本原理, 透彻理解子带编码的基本思想。
- 重点掌握 MPEG-1, MPEG-2 acc 的音频编解码原理。
- 了解 AVS 音频立体声编解码的原理和 DRA 多声道数字音频编解码的原理。
- 了解新一代环绕多声道音频编码格式。

### (4) 信道编码与调制技术

- 熟悉数字音频信号的处理流程

- 熟悉信道编码的基本概念和分类，掌握差错控制的基本原理。
  - 了解 RS 码、CIRC 码、RSPC 码、警哨(Picket)码、卷积码和 LDPC 码的基本原理。
  - 熟悉数字信号的基本调制方式及作用。
  - 了解 EFM 编码、EFM +编码、17PP 调制码、OFDM 的基本原理。
- (5) 光盘存储技术
- 熟悉光盘存储技术原理。
  - 了解光盘存储器的分类、特点以及发展概况。
  - 熟悉激光唱盘 (CD) 的数据记录和读出原理、CD-DA 的存储格式。
  - 了解超级音频 CD (SACD) 和 DVD-Audio。
  - 了解蓝光光盘 (BD) 的物理格式与技术特点。
- (6) 电子乐器数字接口
- 理解 MIDI 的概念以及与数字音频处理技术的不同之处。
  - 掌握频率调制(FM) 合成法、波形表合成法的合成器原理。
  - 了解 MIDI 系统中的 MIDI 消息输入设备、音序器、音源等设备配置和连接。
  - 理解 SMPTE 时间码、MTC 时间码以及 MIDI 设备同步的概念。
  - 了解常见的 MIDI 应用软件。
- (7) 数字音频文件格式
- 熟悉资源交换文件格式 (RIFF) 的结构。
  - 熟悉 WAV 文件格式的一般结构。
  - 了解 MP3、MIDI 文件格式及特性。
  - 了解 RA、RM、WMA、APE、AU 等音频文件格式。
- (8) 音频处理与控制设备
- 了解音响设备的分类。
  - 熟悉压缩器、压限器、扩展器、噪声门、自动增益控制器的工作原理及特点。
  - 了解均衡器的作用、种类、技术指标，理解图示均衡器的基本原理。
  - 了解声反馈的产生原因及预防措施、声反馈抑制器的工作原理。
  - 熟悉延时器、混响器、听觉激励器的作用及工作原理。
  - 了解调音台的基本功能、基本构成及信号流程。
- (9) 数字音频工作站
- 熟悉数字音频工作站的主要功能、构成及应用。
  - 熟悉音频处理接口与计算机的连接方式、音频接口连接器的种类。
  - 了解 AES/EBU (AES3), S/PDIF, SPDIF-2, MADI, IEEE 1394, HDMI 等数字音频接口的工作原理及规范。
  - 了解音频设备间的同步实现。
  - 了解 Adobe Audition 3.0, Cubase SX 3 和 Xuendo 3 等音频处理软件的功能及使用。

### 3、考试形式：开卷

## 四. 考试内容及范围

(一) 声学基础知识: 声波、声音与声学的概念; 声音的特性及物理参量、声音的主观感觉及三要素; 室内声的组成及混响时间的计算; 人耳的听觉范围以及听阈、痛阈的概念; 人耳的听觉特性, 包括听觉掩蔽效应、听觉延时效应(哈斯效应)、双耳效应和德·波埃效应; 音质的主观评价用语。

(二) 音频信号的数字化: 音频信号数字化的过程, 掌握均匀量化的原理; “量化”是数字音频信号产生失真的主要根源; 掌握量化信噪比 SNR (用分贝表示) 与量化比特数  $n$  之间的关系; 常见的音频信号采样频率及量化精度; 模 / 数(A/D)转换器、数 / 模(D/A)转换器的工作原理及主要技术指标; 过采样、 $\Delta$ - $\Sigma$ 调制和噪声整形的原理。

(三) 数字音频压缩编码: 数字音频压缩编码的机理; 音频编解码器的性能指标和重建音频质量的评价方法; 数字音频编码的基本方法及分类; 感知音频编码的基本原理, 子带编码的基本思想; MPEG-1, MPEG-2 acc 的音频编解码原理; AVS 音频立体声编解码的原理和 DRA 多声道数字音频编解码的原理; 新一代环绕多声道音频编码格式。

(四) 信道编码与调制技术: 数字音频信号的处理流程; 信道编码的基本概念和分类, 差错控制的基本原理; RS 码、CIRC 码、RSPC 码、警哨(Picket)码、卷积码和 LDPC 码的基本原理; 数字信号的基本调制方式及作用; EFM 编码、EFM + 编码、17PP 调制码、OFDM 的基本原理。

(五) 光盘存储技术: 光盘存储技术原理; 光盘存储器的分类、特点以及发展概况; 激光唱盘(CD)的数据记录和读出原理、CD-DA 的存储格式; 超级音频 CD (SACD) 和 DVD-Audio; 蓝光光盘 (BD) 的物理格式与技术特点。

(六) 电子乐器数字接口: MIDI 的概念以及与数字音频处理技术的不同之处; 频率调制(FM)合成法、波形表合成法的合成器原理; MIDI 系统中的 MIDI 消息输入设备、音序器、音源等设备配置和连接; SMPTE 时间码、MTC 时间码以及 MIDI 设备同步的概念; 常见的 MIDI 应用软件。

(七) 数字音频文件格式: 资源交换文件格式 (RIFF) 的结构; WAV 文件格式的一般结构; MP3、MIDI 文件格式及特性; RA、RM、WMA、APE、AU 等音频文件格式。

(八) 音频处理与控制设备: 音响设备的分类; 压缩器、压限器、扩展器、噪声门、自动增益控制器的工作原理及特点; 均衡器的作用、种类、技术指标, 理解图示均衡器的基本原理; 声反馈的产生原因及预防措施、声反馈抑制器的工作原理; 延时器、混响器、听觉激励器的作用及工作原理; 调音台的基本功能、基本构成及信号流程。

(九) 数字音频工作站: 数字音频工作站的主要功能、构成及应用; 音频处理接口与计算机的连接方式、音频接口连接器的种类; AES/EBU (AES3), S/PDIF, SPDIF-2, MADI, IEEE 1394, HDMI 等数字音频接口的工作原理及规范; 音频设备间的同步实现; Adobe Audition 3.0, Cubase SX 3 和 Xuendo 3 等音频处理软件的功能及使用。

## 五. 考试对象

所有选修本课程的学生

# 数字音频原理 (Digital Audio Principle) 课程简介

**课程编号:** 010424

**学时[学分]:** 32[2]

**课程类型:** 限选课

**先修课程:** 通信原理、信息论与编码

**适用专业:** 广播电视工程、电子信息工程、通信工程、信息工程

广播电视是当今最具影响力和竞争力的现代化大众传播媒体,因其丰富的信息资源和庞大的受众群体而成为具有深远社会影响和巨大经济价值的重要信息行业。20 世纪末,一场席卷全球的数字风暴引发了广播电视行业的革命。这场以数字技术、网络技术为主的变革最先冲击了广播电视技术平台,涉及广播电视节目的采集、制作、存储、播出、传输及接收等各个环节。数字化、网络化不仅使整个广播电视节目制作和传输质量都有了显著改善,信道资源利用率大大提高,更重要的是使传统的广播电视媒体从形态、内容到服务方式发生了革命性的改变。

为了适应我国广播影视业飞速发展的需要,迫切需要一大批具备广播电视工程的基本理论、基本知识和基本技能的高级专门人才。为此,多所高校最近设立了广播电视工程专业及相关专业,与此同时相应地开设了数字音频原理等等课程。为了满足本科教学和相关技术人员自学的需要,我们根据近年来的教学和科研经验,结合当今最新的技术发展,开设本课程。本课程可作为高等院校广播电视工程、现代教育技术、电子信息和通信类专业的本科生专业课程,也可作为数字音响工程、影视节目制作、多媒体应用与开发等领域的技术人员岗位培训课程。

本课程主要内容包括 9 部分,其中第 1 部分概述了声学基础知识、数字音频技术的发展、所涉及的关键技术及应用领域;第 2 部分讲述了音频信号的数字化,介绍了 A/D, D/A 转换器的原理及性能指标;第 3 部分介绍了数字音频压缩编码的基本原理以及 MPEG-1/-2/-4、AC-3 音频压缩编码标准,以及中国自己制定的音频编码标准;第 4 部分讲述了信道编码与调制技术;第 5 部分介绍了光盘存储技术,包括 CD、SACD、DVD、BD 等;第 6 部分介绍了电子乐器数字接口;第 7 部分介绍了数字音频文件格式;第 8 部分讲述了音频处理与控制设备的工作原理、性能指标及操作方法;第 9 部分介绍了数字音频工作站的组成、软件、硬件接口及主要功能。从第 1 部分起,每部分都附有习题,以加深学生对本课程主要内容的理解。

# Introduction to Digital Audio Principles

**Course code:** 010424

**Class hours[Credit]:** 32 [2]

**Course type:** limit elective

**Prerequisites:** communication theory, information theory and coding

**Object Majors:** Radio and Television Engineering, Electronic and Information Engineering, Communication Engineering, Information Engineering

Modernization of public radio and television is the most influential and competitive media, because of its rich information resources and a huge audience and information industry has become an important and far-reaching social impact of great economic value. 20th century, a storm sweeping through the world of digital broadcast television triggered a revolution in the industry. This digital technology, network technology-based change impact of the first broadcast television technology platform, involving all aspects of radio and television programs of acquisition, production, storage, broadcast, transmit and receive, etc. Digital, network not only makes the whole production and transmission of radio and television programs have significantly improved the quality of the channel resource utilization is greatly improved, more important is the traditional broadcast media from the form, content to serve revolutionary change in the way happened .

In order to meet the needs of the rapid development of China's radio and television industry, and the urgent need for a large number of radio and TV broadcasts with the basic theory, basic knowledge and basic skills of senior professionals. For this reason, many universities have recently set up radio and television engineering and related professions, at the same time opened a corresponding digital audio principles, etc. courses. In order to meet the relevant technical staff undergraduate teaching and self-learning needs, based on our experience in teaching and research in recent years, combined with today's latest technological developments, the creation of this course. This course serves as a radio and television engineering colleges, modern educational technology, electronic information and communication undergraduate professional courses, job training is also available as a digital sound engineering technicians, film and television program production, multimedia applications and other development areas courses.

This course includes nine parts, of which Part 1 provides an overview of the acoustic basics, the development of digital audio technology, key technology and application areas involved; Part 2 describes the digitized audio signal, introduced A / D, D / A converters principles and performance indicators; part 3 describes the basic principles of digital audio compression coding and MPEG-1/-2/-4, AC-3 audio coding standard, as well as audio coding standard developed by China itself; section 4 describes the channel coding and modulation techniques; part 5 describes the optical storage technologies, including CD, SACD, DVD, BD, etc.; part 6 describes the electronic musical instrument digital interface; part 7 describes the digital audio file formats; section 8 describes the working principle of audio processing and control equipment, performance indicators and methods of operation; section 9 describes the composition of the digital audio workstation software, hardware interfaces and main functions. From Part 1, each part with exercises to enhance students' understanding of the course content.