

4.5.2.3 声像档案采集标准比较

(1) IASA 标准

根据国际标准 IASA-TC 03^[119], IASA-TC 04^[120]: 在制作模拟材料的数字副本时, IASA 建议最低的数字分辨率为: 48kHz (采样频率)、24Bit (采样精度), 而更多机构采用 96kHz、24Bit 采样分辨率永久保管。现今模数转换器已经可提供 192kHz 采样频率与 24Bit 采样精度的标准, 并且提倡使用较高的采样率, 因为可能对许多内容类型有利。虽然较高的采样率在人类听觉范围之外编码音频, 但较高的采样率和转换技术的净效应提高了听觉的质量, 对于某些信号和某些类型的噪声, 超过 48 千赫的采样率有利于未来在副本上用数字信号处理方式消除。

(2) 档案行业标准与地方标准

为保障声像档案数字化转换工作的规范性、科学性, 2017 年 8 月, 国家档案行业标准《录音录像档案数字化技术规范》^[121] (DA/T 62—2017) (以下简称《规范》) 发布并于 2018 年 1 月 1 日正式实施。《规范》中包括声像档案数字化工作的组织与管理、声像档案数字化前处理、信息采集、信息处理、建立数据库、数据挂接、数字化成果验收与移交、档案归还入库等全过程。有效保障了档案的安全和数字化工作的质量。《规范》中规定录音录像档案数字化采集参数如表 4-12、4-13。

表 4-12 录音档案数字化主要技术参数参考

采样率	不低于 44.1kHz, 珍贵或者有特别用途的录音档案不低于 96kHz
量化位数	24bit
声道	以原始轨道数记录
文件格式	WAV 格式

表 4-13 录像档案数字化主要技术参数

视频编码格式	H.264 或 MPEG-2 IBP 珍贵或者有特别用途的录像档案可采用无压缩方式
帧率	与档案原件相同
画面宽高比	与档案原件相同
分辨率	标清为 720×576 或 720×480，高清不低于 1920×1080
色彩采样率	标清：不低于 4:2:0，高清：不低于 4:2:2
视频量化位数	不低于 8bit 珍贵或者有特别用途的录像档案不低于 10bit
视频码率（比特率）	标清不低于 8Mbps，高清不低于 16Mbps
音频编码格式	PCM
音频采样率	不低于 48kHz
音频量化位数	不低于 16bit 珍贵或有特别用途的录像档案采用 24bit
声道	以原始轨道数记录
文件格式	AVI 或 MXF

北京市地方标准《档案数字化规范》第 5 部分：录音档案数字化加工（DB11/T 765.5—2012^[122]），第 6 部分：录像档案数字化加工（DB11/T 765.6—2012）于 2013 年 4 月 1 日正式实施。^[123]其中规定录音录像档案采集的主要参数见表 4-14、4-15。

表 4-14 录音档案数字化主要技术参数

采样率	不低于 44.1kHz
量化位数	16bit
声道	单声道录制的档案，以单声道采集；多声道录制的档案，以立体声采集
音频电平标准（输入信号）	强度在 -30db 到 0db 之间
文件格式	录音档案数字化生成的数字音频文件应存储为 WAV 文件格式。提供网络利用的数字音频文件，可采用 MP3、WMA 或其他便于网络传输的格式，文件由原 WAV 文件转换生成

表 4-15 录像档案数字化主要技术参数

制式	根据录像档案的实际情况设置为 PAL、NTSC 或 SECAM 制式
帧率	25 帧/秒
画面宽高比	标清：4:3 高清：16:9
视频分辨率	标清为 720×576，高清不低于 1920×1080
视频采样格式	标清：不低于 4:2:2 高清：不低于 4:4:2
音频采样率	不低于 44.1kHz
声道	单声道录制的档案，以单声道采集；多声道录制的档案，以立体声采集
音频电平标准（输入信号）	强度在 -30db 到 0db 之间
视频码率	标清：不低于 6M/S 高清：不低于 12M/S
文件格式	录像档案采集生产的数字视频文件存储成 MPEG-2 格式，提供网络利用的数字视频文件，可采用 RM、ASF、WMV 或其他便于网络传输的格式，文件由原 MPEG-2 文件转换生成

档案行业标准《录音录像档案数字化技术规范》在原有征求意见稿的基础上有了很大改进，强调了珍贵或有特别用途的录音录像档案在数字化参数选择时应选择较高标准，在录像档案分辨率参数设定中提供了更多选择，视频档案量化位数也提供了最低标准，不是原来的一刀切的模式。发布版本更具有可行性，易操作。与国际标准 IASA-TC 03 标准比，《规范》的规定更细致，虽然部分参数如音频采样率、音频量化位数的规定标准都低于国际 IASA-TC 03 标准，但是与国内声像档案的现状和利用目的相适应。与地方行业标准《档案数字化规范 第 5 部分：录音档案数字化加工》（DB11/T 765.5—2012）^[124]，《第 6 部分：录像档案数字化加工》（DB11/T 765.6—2012）^[125]相比较，录像档案数字化主要技术参数标准中漏了一项重要指标，即制式，一般制式要求与原件相同，可设置为 PAL、NTSC 或 SECAM 制式。存储格式中也没有给予较多选择，

只制定了无损压缩并能长期保存的存储格式，没有考虑到制作其他副本利用格式。其余参数设置都较科学、合理，考虑较全面。

（3）图书馆行业指南

图书馆系统 2011 年出版《国家图书馆音频数据加工标准和操作指南》^[126]和《国家图书馆视频资源加工标准和操作指南》^[127]，音视频指南中规定了音视频数字化加工的标准，见表 4-16、4-17、4-18。

表 4-16 音频资料加工标准

资源内容	资源级别	主要参数			
		采样率	量化级	通道数	
特殊录音资料	长期保存级	96/320kHz	24	多声道/双声道/单声道（由原始资料特性决定）	
极高质量要求		48/128kHz	24		
CD 质量标准		44.1kHz	16		
录音最低质量		22.05kHz	16		
语音质量		22.05kHz	16		
语音最低质量	发布服务级	16kHz	8	双声道	
较高比特率应用		64-320kbps（比特率）	16		
场景		44.1kHz（采样率）			
较低比特率应用		16-64kbps（比特率）	16		双声道/单声道
场景		22.05kHz（采样率）			

表 4-17 发布服务级视频资料加工标准

资源级别	主要参数				
	视频速率 kbps	音频速率	帧速(帧/秒)	音频采样	适宜场景
发 高级	2000	384k	25/30	立体声 48kHz	局域网
布 中级 2	1000	224k	25/30	立体声 48kHz	ADSL，上行速率（最高 640kbps），下行速率（最高 8Mbps）
服 中级 1	300-500	128-192k	15/25	立体声 44.1kHz	
务 低级	100 以下	64k	15	立体声 44.1kHz	
级					ISDN，64kbps；拨号上网，56kbps

表 4-18 长期保存级视频资料加工标准

资源类型	主观质量描述	分辨率	帧速 (帧/秒)	主要参数			
				视频速率	音 频 速 率 (kbps)	音频采样	
原生数字视频 / 模拟信号视频 / 数据光盘	高清	1920×1080	25/30/60	固定码率 50Mb/s 或 25Mb/s 的可 变码率	384	LPCM 编码立体 声 48kHz	
	标清	720×576	25/30	15Mb/s 的固 定码率或可 变码率	384		
	相当于 SVCD	480×576	25	2600kbps	224	立体声 48kHz	
	相当于 VCD	352×288	25	1152kbps	224		
数 字 光 盘	MPEG-2DVD	DVD	720×576	25/30	7500kbps 或 9800kbps 的 固定码率	384	DOLBYAC3, 48kHz, 6 声道或 立体声
	SVCD	SVCD	480×576	25	2600kbps	224	立体声 44.1kHz
	MPEG-1VCD	MPEG-1VCD	720×576	15/25	1152kbps 的 固定码率	224	立体声 44.1kHz

图书馆系统的音视频资源加工采集标准分类细致，按利用需求分为了长期保存级和发布服务级。考虑了图书行业存储和发布利用的要求，且根据资源利用的类别，长期保存级音频分了 6 级，发布服务级音频分了两级，从最低级音频要求到最高级要求分别提出了参考参数，长期保存级视频分了 4 级，发布服务级视频分了 4 级从高中低档要求提出了参考，更具有可操作性。

(4) 广播电影电视行业标准

部分省台采用的是 GB/T 14857—1993《演播室数字电视编码参数规范》，GB/T 17953-2000《4: 2: 2 数字分量图像信号的接口》，GY/T 165—2000《电视中心播控系统数字播出通路技术指标和测量方法》，GY/T 158—2000《演播室数字音频信号接口》，GY/T 161—2000《数字电视附属数据空间内数字音频

和辅助数据的传输规范》^[128]，标准构成和内容较复杂，因各台采用的标准不一，广电系统的数字化采集标准不完全适用于档案数字化采集。

4.5.2.4 声像档案数字化采集主要技术参数设定

根据以上分析，在声像档案数字化采集过程中可以采用的标准有国际标准、国家广电领域标准、档案行业标准、档案地方标准、图书馆领域行业指南等，这些标准对档案采集工作具有一定的指导和参考功能，但通过对比这些标准，发现各标准适用对象不同，针对声像档案的采集工作，档案行业的建议标准稍粗放，仍需进行不断细化和完善。在数字化过程中，课题组建议，应根据档案原件格式、档案数字化的目的、利用需求来制定标准，可制定一个较为全面的参数范围，范围中给予最广泛的参数选择并提供注意事项，提供参考设置，由利用者根据实际情况进行设置，具体参数设定可参照表 4-19、4-20 来操作。

表 4-19 音频档案数字化采集参数设定

主要技术参数	参数选择范围	注意事项
采样频率 (kHz)	11.025/16/22.05/44.1/48/96/192	采样频率越高，音质越真实，但是速度相对就慢
量化位 (位)	8/16/24/32	其中 16 位的声卡比较流行。量化位越高，失真度越小，录制与回放的声音就越真实
声道	8 位单声道/8 位立体声/16 位立体声/多通道 16 位立体声/多通道 24 位立体声 (DVD 音频标准)	应以原始通道数采集
信噪比 (分贝)	>80 分贝	数值越大声卡的滤波效果越好
音频速率	64-384k	长期保存应在 224k 以上
总谐波失真	用%表示	数值越低表明音频卡的失真率越小，对声音的还原越真实
频响范围	普通功放的频率响应范围为 20Hz-20000Hz 约 (+/-) 1-3dB，优质功放的频率响应范围为 20-20kHz 约 +/-0.1dB	

表 4-20 视频档案数字化采集参数设定

主要技术参数	参数指标	注意事项
视频编码格式	H.264 或 MPEG-2 IBP MP@ML	
制式	一般制式有：PAL/NTSC/SECAM3 种	应与档案原件同
帧率	25/30/60	应与档案原件同
画面宽高比	4:3/14:9/16:9/22:9	应与档案原件同
视频分辨率	分辨率一般有 8 种情况： 1920×1152/1920×1080/720×576/720×480/3 52×288/352×240/576×480/480×480	标清为 720×576 或 720×480，高 清不低于 1920×1080
视频采样率	4:4:2/4:2:2/4:2:0/4:1:1	标清：不低于 4:2:2 高清：不低 于 4:4:2
视频量化位	8/16/24/32	不低于 8 位
视频码率	8/16Mbps	标清不低于 8Mbps，高清不低于 16Mbps
视频速率	20000kbps/9000kbps/1152kbps	
音频编码格式	PCM/WAV/MP3/OGG/MPC/APE	PCM 编码音质好、体积大
音频采样率	11.025/16/22.05/44.1/48/96/192	采样频率越高，音质越真实，但 是速度相对就慢
音频量化位数	8/16/24/32	量化位与失真度成反比，量化位 越高，采集的声音就越真实
声道	单声道/立体声	以原始通道数记录
帧速	15fps/23.98fps/30fps/60fps	25fps 以上
音频速率	64-384k	长期保存应在 224k 以上

4.5.3 声像档案数字化采集质量评估

声像档案数字化后，如何检验数字音视频质量成为一道难题。如果没有质量审核，整个数字化过程失真度高、清晰度差，无法查询、利用这部分信息，则浪费了大量人力、财力、物力。对试点或者样本档案的数字化过程及数字化

后的音视频信息进行检查、评估分析，可以及时止损，可以找出数字化的最佳方案。国内对音视频质量的分析有频谱分析仪、失真度分析仪等，而实践过程中，这些仪器有很多缺陷：功能单一、效率低、可扩展性差、价格昂贵。为了改变这种现状，课题组通过理论分析探索信息质量审核评估过程中较实用、可操作的分析评估方法。

4.5.3.1 音频质量评估

音频质量评估可以从主观和客观两方面进行评估。可以用“清晰”“丰满”“圆润”“明亮”“柔和”“真实”“平衡”“立体效果”来形容音频质量。有主观评估法和客观评估法两种。

主观评估是通过人们对声音的主观感受，按照一定的评判要点和评判规则对声音进行评估的方法。

评估人员的选取：评估人员需要双耳听力正常，应考虑不同年龄段的人员，男女比例、评估人员的专业构成和职业特点等。评估人员应经过一定的听音训练，懂得一些基本的电声知识。评估时应不少于 3 人，以 4-10 人为佳，根据具体情况选取。

主观评估法可以采用五分制。根据评估人员的视听效果进行主观评分，最后对数据进行综合处理，求平均分，全部人员按照评分标准进行打分，最后计算单项总分，然后再分别计算单项平均分，总项平均分和标准偏差。

音频的客观质量评估主要是通过测试手段检查音频的各项指标是否满足标准要求；为此，国际电信联盟 ITU（Internationale Telecommunication Union）于 1994 年征集可感知语音与音频质量的客观测量方法。1996 年，PSQM（Perceptual speech quality measurement）作为第一个语音的客观评估模型，即标准 P.861 产生。2001 年，新的语音客观评估标准 PESQ（Perceptual evaluation of speech quality）产生并形成 ITU 的新建议 P.862。

客观评估模型采用的是基于 PEAQ 的高级算法（Advance Version）。

4.5.3.2 视频质量评估

视频档案数字化质量评估与音频相似，也分为主观评估法和客观评估法两种。主观评估法是直接利用观察者对视频图像质量的主观反应来确定性能的一种评估。主观评估有两种，一是质量评估，二是损伤评估。长期以来，人民都采用主观评估法来评估视频图像的质量。在评分等级方面，常用的有五级分制、七级分制等。根据评估人员的视听效果进行主观评分，最后对数据进行综合处理，常用的统计方法是求平均分，全部人员按照评分标准进行打分，最后计算单项总分，然后再分别计算单项平均分，总项平均分和标准偏差^[129]。主观评估方法是表示人们视觉感受的方法，可以得到平均主观评分，能很好地应用于各种系统中。但是，主观评估方法受人的主观性影响太大，所以人们希望采用客观的方法来表示视觉对视频图像的主观感受。目前，国际上存在有全参考视频质量度量、半参考视频质量度量和无参考视频质量度量三种情况。较通用的是无参考的客观评估模型，实现过程中主要是针对图像的模糊程度、噪声等特征进行评估。整个质量测试的任何一个环节上都可以进行无参考视频质量客观评估。

4.5.3.3 典型评估方法

声像档案数字化的最终目的是长久保管人类文化遗产、为各类用户提供检索利用，所以人们对音视频质量的主观评估是最直接的评估，也是较为准确和重要的方法。主观评估法，其评估原理基于特征提取，评估方法见图 4-10：

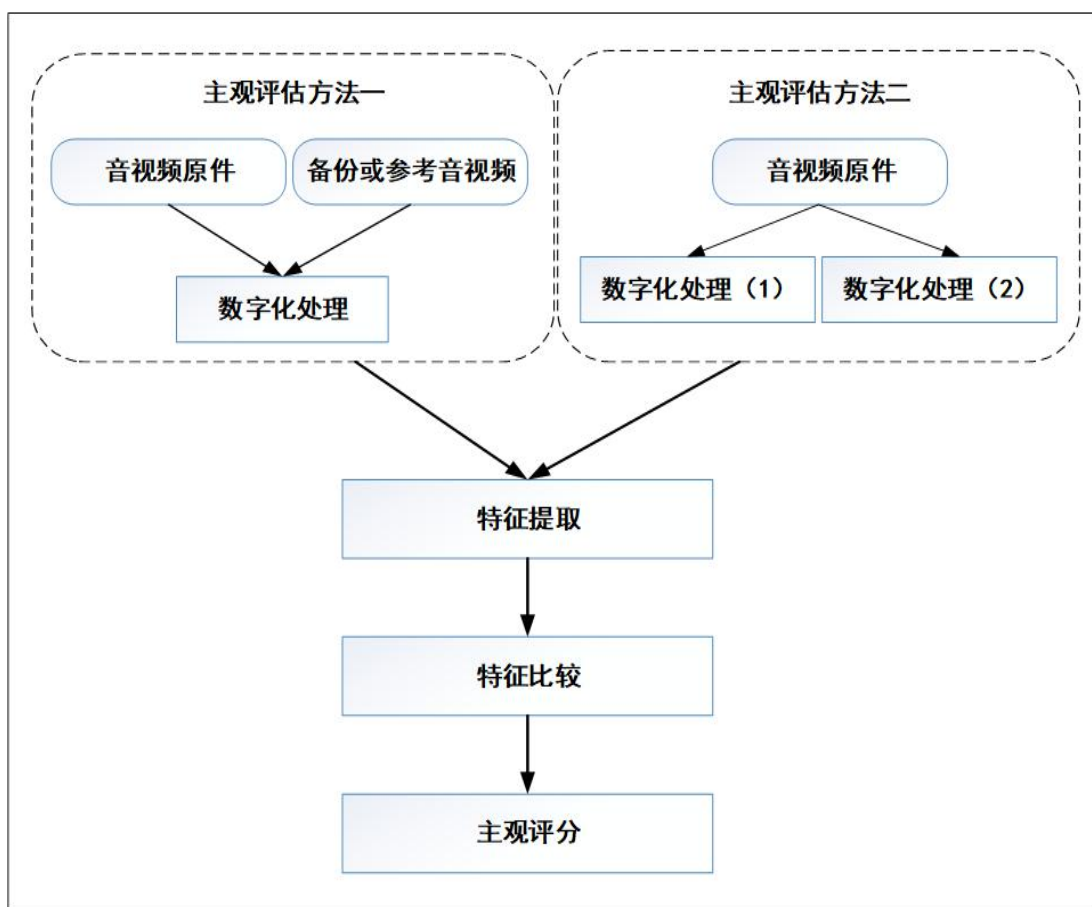


图 4-10 主观评估方法

主观评估方法（一）是基于有备份的音视频资料或者同有时期的可以作为参考物的音视频信息，采取同样的数字化设备和手段，完成后对两种结果进行分析比较，提取出能决定数字化质量的特征，如音调、音强、音色特征、边缘特征、图像特征、关键帧特征等进行比较，从而获得主观评分的结果。

主观评估方法（二）是基于没有备份的音视频资料或者参考资源，而采取两种数字化处理设备的情况，通过对两种处理设备、手段或者过程，对得出的数字音视频信息进行特征提取、分析比较，进而评分。评分可以按表 4-21 的评分标准进行：

表 4-21 声像档案数字化主观质量的评分标准^[130]

数值评分	音视频质量级别	音视频失真级别
5	优 (Perfect)	没有察觉
4	良好 (Good)	有察觉但没太大影响
3	一般 (Fair)	有察觉稍有影响
2	差 (Poor)	仅能还原少量
1	坏 (Unusable)	完全失真

对采集后的数字化信息包括信号、声音、图像等进行评估。如果评估不合格,则重新进行修复加工,修复加工软件有 CoolEditPro, Wavepade 等,这些软件可以处理颤音、噪音、压缩、扩展、回声、延迟、失真等问题,通过修复,达到效果最优后才能促进声像档案的读取、利用和长期保存。

4.6 声像档案数字化信息修复

档案修复,指采用档案修复技术使档案恢复原貌。“修复”一词语出《南史·刘穆之传》:“堰久决坏,公私废业。孝武遣秀之修复,雍部由是大丰。”^[131]此处修复即恢复之义。档案修复技术由来已久,是对已损坏的档案材料进行处理,以恢复其原来面貌,提高档案长期保存性能的技术。^[132]随着数字技术和信息技术的不断发展,采用计算机技术对档案信息进行修复成了研究的热点。

声像档案数字化后的档案信息因种种原因存在图像模糊、噪点、斑块、残缺等问题,虽然现阶段计算机越来越多地被应用于修复事件中,手段增多,特别在文物保护、影视特效制作、虚拟现实等方面有着广泛的应用,但是利用计算机修复技术对档案信息进行修复尚存争议。本着搁置争议的原则,课题组对声像档案数字化信息的修复问题进行研究,研究如何在不违背修复伦理的情况下对问题档案进行修复以达到长期保存和利用的目的。

4.6.1 声像档案数字化信息修复相关理念与原则

声像档案因其来源与作用多元,要理解其价值,需代入相关情景或领域去

评估。是否需要对声像档案进行抢救、修复，采用何种修复方式，遵循哪些修复原则，不同领域的人对这个问题有不同的看法。

4.6.1.1 声像档案数字化信息修复现代理念

早在 19 世纪 40 年代，在历史建筑保护领域开展了一场关于修复原则的辩论。一方观点是保守式处理，一方观点是全方位修复。在保守式处理观念中，又分两种观念，一是完全按照原状保留历史遗存，哪怕他们是残损的。另一种是对那些遭受灾害或事故之后的建筑应进行必不可少的正常功用的修缮。同样，档案领域现今也有这样的困扰^[133]。

（1）“反修复”与“必须修复”理念

数字声像档案修复涉及到设备、技术、伦理、人员等诸多问题，由于信息质量影响因素的复杂性，档案部门在数字化抢救过程中极少对数字化后的档案进行修复，并认为：档案是历史活动的记录，即使是消失的、破损的档案也反映了历史的进程，因此档案应保持原貌，只有这样，能保持真实性、完整性和原始性。此外，如果修复，加入的现代因素很容易使原有的年代气息消除，其实是以修复的名义破坏了档案的原始记录。而广电、艺术教育机构认为，如果数字化后出现音频频响不均衡、干扰噪声、信号衰弱、杂波、视频抖动、扭曲、闪烁、色彩偏离、画面失真等严重问题，如果不进行修复，信息可能无法利用，质量会进一步衰退、劣变，进而影响其长期保存。他们更重视“实际”和“功能价值的发挥”。

（2）“保守式”修复与“艺术式”修复理念

保守式修复即优先考虑档案的功用，以恢复档案原貌为原则，采取最小程度干预的方法，修复的同时防止其继续恶化。声像档案因其具有艺术特性，在修复中有人认为应进行艺术性修复，即在修复时考量档案的艺术特性，从美学的角度进行修复，在某种程度上这种理念是可取的，如采取措施移除视频图像中的斑块，或移除遮盖图像的不明物，对残缺的内容进行补全，这样可以恢复

档案原貌。即当原始档案被严重破坏,氧化、污染或缺失时,为了恢复其原貌可采取必要手段进行修复。但是,如果为了某种艺术偏好,达到某种艺术风格对其随意增加或删减内容,任意改变图像色彩、声音音色等,这是对档案的破坏,是必须要杜绝的,即使为了创新,也是不被允许的。

4.6.1.2 声像档案数字化信息修复原则

近年来,档案伦理问题逐渐被学者关注,但档案修复伦理鲜少有人研究,声像档案的修复伦理更是无人涉猎。中国人民大学信息资源管理学院张志惠在《我国档案修复伦理规范构建的思考》一文中提及国际公认的修复规范为:保证原件的安全性、历史性和完整性。修复应遵循的四大原则为:预防性原则、相似性原则、适宜性原则、可逆性原则^[134]。声像档案数字化后的信息修复同样不能偏离这些原则和规范。与纸质档案修复、古籍修复、文物修复类似的是,声像档案数字信息的修复工作如何进行、具体修复过程中的方法、流程、技术等,都会受修复人员的主观认识及经验的影响,对于声音和视频图像来说,修复人员的知识水平、审美水平、计算机操作水平、道德水准都会影响修复的效果。保护性修复应遵循什么原则,修复到什么程度,凭借计算机软硬件、个人知识、经验、技术、审美来修复存在哪些问题,都需要深入探讨。声像档案数字化后应根据档案呈现质量适度修复,修复必须遵循以下原则:

(1) 先抢救后修复

对于声像档案的长期保存而言,数字化抢救和修复都基于现有的知识、技术和手段,然而现今的修复手段对于未来而言永远是落后的。因此,我们能做的第一步是对声像档案原件进行修复并在合适的保管环境中永久保存,数字化抢救后至少保存两个版本,一份用于长久保存,一份可用于修复、开发、创造,在可修复版本上遵循修复原则,采用一定技术开展修复工作。

(2) 修旧如旧,最小程度干预

不管是纸质档案、文物、古籍还是声像档案修复的主要原则都是修旧如旧,

最小程度干预，使档案保持原貌，并与形成之初的技术、环境、历史文化相匹配。声像档案修复亦是如此。对数字化后的档案信息的修复不能凭主观审美、主观想法随意调整声音的音高、音色、提高图像的清晰度，美化图片的颜色。不可完全为了视觉的标清高清要求运用过多的特效来美化、装帧原档案内容^[135]。

（3）确保真实

声像档案数字化后，因数字信息以“0”和“1”的形式存在，很容易被篡改，现存很多音频视频工具软件可以进行修复操作，入门级的软件甚至是免费的，并且修复后观察者无法察觉声音、图像曾经破损或被修复改动过，这就给日后档案信息的真实性鉴定增加了难度。所以应用“伦理道德”约束档案修复工作人员，确保修复后的档案的真实性，不能凭着修复人员的主观意愿随意修改。

4.6.2 修复工作流程

声像档案数字化后，将数字档案副本加载至修复工作站，转换为可修改的声音和活动图片，通过计算机技术、人机交互技术检查音视频需要修复的区域或问题。根据不同的损伤类型，选择相应的修复算法进行修复处理。实际工作中采用各种修复算法的修复效果不甚理想，一般在此基础上加入人工修复的操作过程。人工修复即采用外部修复工具、软件进行修复，最后通过对修复效果进行评估，检验修复是否合格，合格通过的话随即将音视频文件著录、存储、入库保存，以备检索利用。修复流程如图 4-11^[136]：

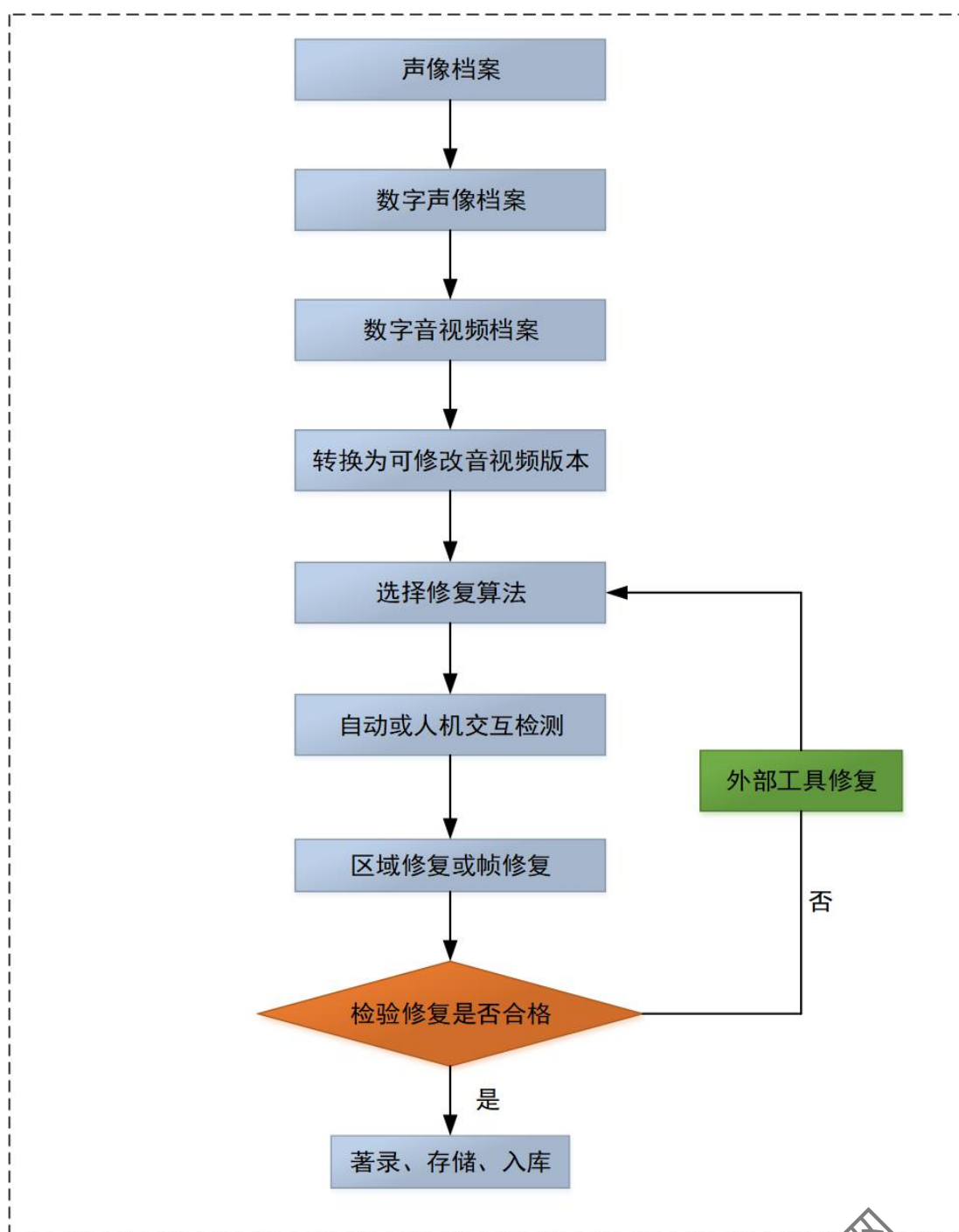


图 4-11 修复工作流程图

4.6.3 损伤类型及修复方法分析

4.6.3.1 损伤类型

要讨论修复问题，需要首先了解一下声音质量、图像质量的损伤类型，声音、视频损伤有几类：

（1）噪声

在声像档案数字化采集、压缩和传输的过程中，常会引入各种噪声。噪声一般不起作用而且干扰原声音信号成分，有可能因为噪声太大淹没了原有声音。在声音或视频采集过程中，常常不可避免地会把各种各样的噪声包含进来，有环境噪声：下雨声、刮风声、咳嗽声等和本底噪声：录音带转录过快或过慢带来的高频噪声与低频噪声、电噪声、线路噪声等。

（2）声音失真

声音失真，就是指人的听力已经能够感觉到的声音扭曲变形，音色、音调已不是原来的样子。一般听觉对 10% 以内的失真不敏感，如果人耳已经觉察出失真，说明失真度已经超过 10%。

（3）图像模糊、斑块、雪花、边缘缺失

视频图像在播放过程中可能因年代久远老化变质而出现模糊、斑块、雪花、黑场、蓝屏、色差等问题，即图像看上去很扭曲，图像与周围图像有块状突出现象，不能很好的衔接，或图像上会产生横向或纵向白色小条纹，俗称雪花；或者边缘因磁粉脱落出现大面积大范围缺失。由于早期的保存条件有限，声像档案载体老化，有一定年代的声像档案都存在这样的问题。问题表现如图 4-12、4-13、4-14、4-15。



图 4- 12 边缘损伤



图 4- 13 雪花、小条纹损伤



图 4-14 图像模糊



图 4-15 出现斑块

4.6.3.2 修复方法

在声像档案数字化后，部分档案由于储存时间较长、储存环境较差或其他原因会出现声音、图像失真、消磁、模糊等问题，必须及时进行修复，否则影响声像档案的研究利用以及长久存储。随着科技的发展，越来越先进的技术可

以应用在声像档案的修复上。2017年9月，中国经典默片《奋斗》全片修复版在全球首映^[137]。对中间很多画面进行了修复，见图4-16。在声像档案数字化抢救过程中，声音、图像去噪、图像对比度增强等方法可以运用于修复过程。



图4-16 中国经典默剧《奋斗》画面修复前后对比图

（1）降噪处理

①分析噪音来源，降低或减弱噪声

声像档案数字化过程中后可能存在噪声。这里的噪声大致可以分为两类，一类是音视频录制过程中产生的噪声。模拟音视频录制年代一般都是三、三十年前，录制系统及设备条件有所欠缺，在音频录制时，会有空调声、风扇声、鸟鸣、狗叫、风声、雨声、汽车喇叭声、其他人的说话声、呼吸声、喘气声、

咳嗽声、脚步声等，这种噪声完全除去比较困难，但降低或减弱噪声，让人耳不易察觉还是可以实现。在音视频处理软件中，有专门的降噪功能。拿 GoldWave 举例：

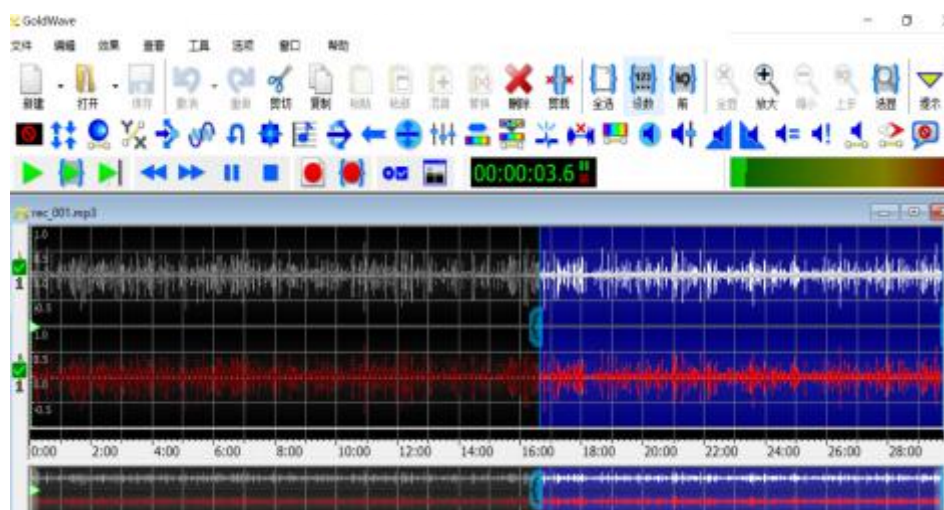


图 4-17 音频导入波形图

音频导入时是图 4-17 这样的波形，选择中间一段放大后进行降噪选择：可以预置消除初始噪声，进行非常轻的嘶嘶声/隆隆声移除，可以减少嗡嗡声等，见图 4-18。

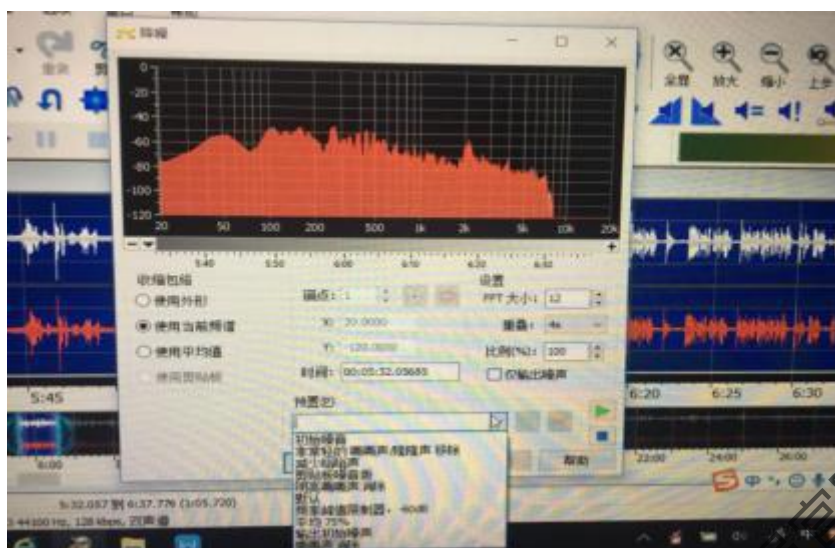


图 4-18 噪声修复图

另一类噪声主要包括：a.电磁干扰；b.由于操作失误产生的人为噪声；c.数字转换本身引入的本底噪声。这类噪声的解决办法是：第一，可以先通过检查将电磁干扰源排除；其次，用金属物等采取静电屏蔽；第三，加强培训，提高操作人员的技术水平。

②采样与量化时的噪声消除

采样过程中，采样频率越高，所得信号就越趋向于原信号。但过高的采样频率并不可取，因为会增加计算机的工作量和存储空间。过小的采样频率会使采样信号混叠成噪声，原声无法恢复。这类噪声的去除较容易，在采样时满足奈奎斯特采样定律：采样频率大于采样信号最高频率的两倍即可。

采样过程中，还会因取样脉冲过宽而产生噪声，使模拟信号转换成数字信号时的高频声音失真，这类噪声无法彻底消除，因为脉冲总有一定的宽度，但可以采取措施将噪声限定在人耳听不出的范围内。一般设定脉冲宽度为取样周期的四分之一，这样高频损失只有约 0.2db，人耳听不到噪声相当于消除了噪声^[138]。对于量化过程产生的声音失真和噪声问题，只有通过适当地增加量化比特数来尽可能减小噪声的影响，如果对量化比特数有限制，可以采用非均匀量化的方式来提高信噪比。

③频域分析去噪

对于去噪方法，还可以采用频域分析去噪，在频域上将噪声与信号分离，取出音频信号，然而实际运用中，频域分析非常复杂，难以运用。

（2）图像对比度增强

大部分视频修复方法都源于图像修复方法，视频画面图像的对比度是对于图像阴影级别的描述，是一个度量视频质量的权重。需要的参数层次越高，对比度越高，图片越清晰，颜色越丰富。否则，画面是灰色的，颜色不亮。在实际应用中，视频图像经常会出现光强度不够或过度曝光，成像或图像记录设备的动态范围太窄。由于黑暗和不均匀照明的影响，图像的对比度会不够，一些

视频的细节就无法识别。在视频数字化后，图像处理技术可以扩大灰度范围，丰富画面的灰度层次，提高视觉感知效果。视频文件数字化的一个关键问题是视觉效果，而视觉效果很大程度上由人的主观感觉判定，没有一个确定的值来衡量^[139]。

（3）斑块检测与修复

在数字视频修复中，斑块是最常见的损伤之一。一些录像带、胶片易因老化、外界环境、化学成分的影响而出现霉斑等污染遮盖物。在数字化后，可以使用斑块检测和修复方法去除斑点。斑块的成因通常分为多种，如：磁带、胶片上的磁粉脱落或丢失、电影表面有粘结物，因此，图像会出现空白或斑块区域，而这对图像质量的影响是非常明显的。丢失区域中数据重建的常用方法是图像插值，如何确定补丁区域并选择适当的信息来支持该位置，插值操作以及如何进行插值是这个问题的关键和难点。针对视频图像斑块的特异性，需要询问补丁的检测和修复，在修复过程中可以咨询专业的技术人员进行算法应用与处理^[140]。

（4）分段切割及合并

在数字化修复过程中，可根据长期存储和发布服务的不同要求对数字信息做不同的处理。在音视频数字文件上作切割操作相对较简单，对于音频中的空白、视频中的黑屏、镜头严重抖动、因操作失误造成的无关影像等在不影响元数据内容的情况下可以进行切割合并。语言类、字幕类的切割，原则上应咨询有关语言学、文学学科背景的专家。合并音频中的空白时，应保证其真实性，不可断章取义，随意取舍。

除去以上修复操作，对音视频还可以调整音高，补充高低音，对声音进行均衡、混响，消除齿音等。

5 声像档案长期保存与利用的路径研究

要实现声像档案利用与长期保存首先要考虑对数字化后的信息进行整理、有效的编目、可靠存储和构建可共享利用的平台。现存声像档案的著录信息较简单，如在唱片盘面标签处或磁带盒上记载文件标题或简单备注档案内容，未数字化之前较少的著录信息是可以接受的，但是数字化后原有的著录元素无法全面描述档案的内容、来源、关系、数字化流程等。为了保证数字化后档案信息的真实性、完整性，便于数字档案信息的管理、利用及长期保存，课题组在分析调研的基础上建立一个完善的元数据方案。完整的声像档案数字化信息著录应包括以下元数据结构：描述型（发现和识别档案来源）、管理型（档案信息的管理）、结构型（文本特征、格式特征等）、法律权利（保护知识产权）及技术型（记录数字对象的捕捉过程及技术要素）元数据等要素。

5.1 声像档案数字化信息著录

5.1.1 声像档案、资料著录相关的标准

将档案信息从原始载体中转出，会使人们对转移后的档案身份产生质疑。对未来的使用者而言，获得档案的渠道只能是经由新的载体或系统取得档案的复制件，著录信息就变得格外重要。因此，长期保存必须将原始档案中的所有信息包括从属信息进行系统地著录。当前信息技术无法完成的技术难题在未来有可能被解决，关键信息的著录也会为未来研究指明方向，而且详细的信息著录会增加档案的潜在价值。在声像档案著录环节，国际、国家、广电系统、图书馆系统和档案系统分别制定了相关标准、规范，以指导实际工作。

国际标准：国际上与音视频资源著录相关的标准有《国际标准书目著录》（简称 ISBD）统一版和《国际标准书目著录（非书资料）》（ISBD-NBM），ISBD-NBM 制定于 1977 年，1987 年修订，2011 年制定了 ISBD 的统一版。^[141]

统一版将 ISBD（总则）和 7 个分则的相关条款合二为一。此标准不是专门的针对声像档案著录的标准，对声像档案著录的指导作用有限，且信息揭示内容深度不够。

国家标准：2010 年，GB/T 3792.4—2009《文献著录 第 4 部分：非书资料》^[142]颁布实施。GB 3792 系列标准是关于文献著录的国家标准，目前档案、图书和情报机构的相关著录标准多引用此标准。但是此标准适用众多的非书资料，包括缩微资料、模型资料、图形资料等，不包括 DVD、CD 等资料（归入电子资源），且起草者大都来自图书情报界，没有来自广电系统和档案系统的一线从业人员，造成声像编目规则揭示内容较浅，实际应用并不普遍。

广播电影电视行业标准：国家广电总局 2004 年、2007 年分别发布了行业标准：广播电视音像资料编目规范第 1 部分：电视资料（GY/T 202.1—2004）^[143]，第 2 部分：广播资料（GY/T 202.2—2007）^[144]（广电系统的电视资料即视频资料，广播资料即音频资料），《规范》的发布为音视频资料的著录提供了依据。2005 年，中央电视台制定了《音像资料编目细则》；2010 年，中央人民广播电台创建了《中央人民广播电台音频资料元数据方案》^[145]。

图书馆行业标准：2012 年 10 月，《国家图书馆音频资源元数据规范和著录规则》^[146]和《国家图书馆视频资源元数据规范和著录规则》^[147]项目通过国内业界专家验收。

档案行业标准：1985 年，国家标准 GB/T 3792.5—85《档案著录规则》发布，1999 年，DA/T 18—1999《档案著录规则》代替 GB/T 3792.5—85，5 月批准，12 月 1 日起实行。2009 年，中华人民共和国行业标准《数字声像档案著录规则》制定完成；^[148]2017 年 8 月，DA/T 63—2017《录音录像类电子档案元数据方案》发布并从 2018 年 1 月 1 日起实施。从国家标准到行业标准，再到更细致的录音录像类标准的制定发布，都更加具体和更具有针对性，为元数据的设计、著录提供了参照标准。

5.1.2 声像档案、资料著录标准比较

国际标准、国家标准的适用范围较广，不局限于声像档案内容。课题组对不同系统的著录标准进行比较研究（见表 5-1、5-2），结合《都柏林核心元数据元素集》（简称 DC 元数据）和《中华人民共和国标准化法》，分析广电行业、图书馆行业和档案行业的著录标准，通过各标准内涵的比较，分析适合声像档案数字化信息著录的标准，促进我国声像档案的长期保存和共建共享，为共享平台构建奠定基础。

表 5-1 音频资源著录标准对比一览表

DC 元数据标准	广电行业标准 (GY/T 202.2)	图书馆行业标准（《国家 图书馆音频资源元数据规 范与著录规则》）	档案行业标准 《数字声像档案 著录规则》
			档号
题名 (Title)	题名	题名	题名
主题 (Subject)	主题	主题	主题
描述 (Description)	描述	描述	描述
创建者 (Creator)	创建者	创建者	责任者
其他责任者 (Contributor)		其他责任者	
出版者 (Publisher)	出版者	出版者	
权限 (Rights)	版权	权限	版权
语种 (Language)	语种	语种	语种
日期 (Date)	日期	日期	日期
类型 (Type)	类型	类型	
格式 (Format)	格式	格式	格式
标识符 (Identifier)	标识符	标识符	
覆盖范围 (Coverage)		时空范围	
关联 (Relation)	关联	关联	关联
来源 (Source)	来源	来源	来源
			权限管理
			其他信息

从表中可以看出 GY/T 202.2、《国家图书馆音频资源元数据规范与著录规则》《数字声像档案著录规则》这三个音频资源编目规则是依据都柏林核心元数据设置著录项目和著录单元的，著录元素和都柏林核心元数据存在互相的隐射关系。GY/T 202.2 复用了《DC 元数据》除“其他责任者”“权限”“覆盖范围”之外的 12 个元素，一共有 13 个元素。《国家图书馆音频资源元数据规范与著录规则》复用了除“时空范围”外的 14 个元素，一共 14 个元素，且在元素下设元素修饰词，如题名、下设正题名、并列题名、交替题名、其他题名信息、系列题名、分集总数、分集次，比 GY/T 202.2 更详细。《数字声像档案著录规则》复用除“其他责任者”“出版者”“类型”“标识符”“覆盖范围”外的 10 个元素，增加了“档号”“权限管理”“其他信息”元素，一共 13 个元素。档案系统著录规则主要针对数字化后的声像档案，每一元素下设详细解释。如相当于“标识符”的“档号”元素的设置适用于档案系统，“档号”下设“全宗号”“目录号”“案卷号”，即档号的构成。增加的“权限管理”元素下设“密集”“保密期限”“控制标识”等符合档案特性。

表 5-2 视频资源著录标准对比一览表

DC 元数据	广电行业标准 (GY/T 202.1)				图书馆行业标准《国家图书馆视频资源元数据规范与著录规则》				档案行业标准《数字声像档案著录规则》
	节目层	片段层	场景层	镜头层	元素	集合层	个体层	分析层	
题名(Title)	题名	题名	题名	题名	题名	√	√	视 元 素 修 饰 词 而定	档号 题名
主题(Subject)	主题	主题	主题	主题	主题	√	√	√	主题
描述 (Description)	描述	描述	描述	描述	描述	√	√	视 元 素 修 饰 词 而定	描述
创建者(Creator)	创建者	创建者			创建者	√	√	√	责任者

(续表)

DC 元数据	广电行业标准 (GY/T 202.1)				图书馆行业标准《国家图书馆视频资源元数据规范与著录规则》				档案行业标准《数字声像档案著录规则》
	节目层	片段层	场景层	镜头层	元素	集合层	个体层	分析层	
其他责任者 (Contributor)	其他责任者	其他责任者			其他责任者	√	√	√	
出版者 (Publisher)	出版者	出版者			出版者	√	√		
权限(Rights)	版权	版权			权限	√	√		版权
语种(Language)	语种	语种			语种	√	√	√	语种
日期(Date)	日期			日期	日期	√	√		日期
类型(Type)	类型	类型			类型	√	√	√	
格式(Format)	格式	格式	格式	格式	格式	视元素 修饰词 而定	√	视元素 修饰词 而定	格式
标识符 (Identifier)	标识符	标识符	标识符	标识符	标识符	√	√	√	
覆盖范围 (Coverage)	时空覆盖范围	时空覆盖范围	时空覆盖范围	时空覆盖范围	时空范围	√	√	√	
关联(Relation)	关联	关联	关联	关联	关联	视元素 修饰词 而定	√	视元素 修饰词 而定	关联
来源(Source)	来源	来源			来源	√	√	√	来源 权限管理 其他信息

从上表可以看出, GT/202.1 广电行业标准的节目层、片段层、场景层、镜头层分别复用了 DC 元数据的 14 个、13 个、4 个、5 个元素。《国家图书馆视频资源元数据规范与著录规则》分集合层(使用同一系列的音视频资源聚集在一起的记录)、个体层(为单个具有独立标识的数字音视频文件或是一种传统

的实体音视频资源而编制的记录)和分析层(以个体层音视频资源中析出的视频信息为单位编制的记录)。图书馆行业的著录规则以分层编目的方式深度挖掘音视频资源的内容,满足了不同用户的信息需要。档案行业的视频资源著录项目与音频资源著录项目相同,在规则的最后附录了视频档案著录元数据,但是著录项目略简单,没有深度揭示视频资源内容关系,无法满足专业著录需求,会影响到今后准确检索的所需内容。

5.1.3 数字声像档案元数据方案

截至 2017 年底,声像档案著录标准只能参照上述广电行业、图书馆行业标准和《档案著录规则》《数字声像档案著录规则》,没有专门的声像档案著录规则和标准。2018 年 1 月 1 日,《录音录像类电子档案元数据方案》^[149](以下简称《方案》)的发布实行解决了这一问题。《方案》中的著录元素系统、较为详尽,能完整地记录档案信息的内容和从属信息,为未来读取、研究、利用提供条件。《方案》中设置了 25 个元数据描述,考虑了描述型、管理型、结构型、法律权利和技术型元数据的特征,如包括档案馆代码、档案门类代码、聚合层次、唯一标识符、档号、题名、责任者、时间、主题、来源、保管期限、权限、附注、存储、原始载体、生成方式、捕获设备、信息系统描述、计算机文件名、计算机文件大小、格式信息、视频参数、音频参数、参见号、数字签名。系统的元素设计详细标识了录音、录像类电子档案的整理层级;为录音、录像类电子档案的著录、利用与统计提供基准;有利于元数据库的管理与控制。在附录中针对不同聚合层次(宗、类、卷、件)分别提供著录模板,使标准更具有可行性和参照性。藉此标准,声像档案的信息被著录,档案真实性和档案身份认同得到保证,能实现真正意义上的数字化抢救。

5.1.4 数字声像档案著录方法

著录用标识符参照《档案著录规则》(DA/T 18—1999),采用

“—” “=” “:” “/” “;” “,” “+” “[]” “()” “?” 等区别各著录项目与著录小单元。其中 9 项主要元素应按如下方式著录:

(1) 题名

正题名是揭示声像档案主要内容的元素,原声像档案一般会著录标题信息,如果原题名准确揭示档案内容,则数字档案信息依照原题名著录。

如果原声像档案没有题名或原题名过于简略,可在数字化过程中根据内容拟写题名,并加“[]”。如李景汉口述档案[中国著名社会学家李景汉先生关于定县社会概况调查的口述档案]。

在有必要的情况下应著录并列题名,并列题名加“=”,例:“《二泉映月》=The Moon Over a Fountain”

部分声像档案应著录交替题名或系列题名,用“:”连接。例:“《高山流水》:《四段曲》”“《长城随想》:音乐会名家名曲系列”。

(2) 责任者

责任者也称作者或者创建者,是创造档案内容、对档案内容负有责任的团体或个人。责任者后可加“()”著录责任者的职责或身份,中间用“,”隔开,外国责任者应在前面加“()”标准国别。如毛泽东(中共中央主席,国家主席,中央军委主席),(美)爱因斯坦(Einstein, A.)。如果原档案没有责任者,可将转录考证处理后的完整责任者附后,考证出的责任者不完全能确定时,可在后面加“?”,一并著录于“[]”号。例:[聂耳?]。

(3) 主题

主题应对内容进行精确描述,可根据汉语主题词表(CT)、中国档案主题词表(CAST)、中国分类主题词表(CCT)、中国图书馆分类法(CLC)、美国国会图书馆主题词表(LCSH)、美国国会图书馆图书分类法(LCC)等规范文档进行描述。例:“交际舞舞曲”,“J647.43”,“Clarinet and piano music”等。

（4）描述

描述是对档案内容的说明，如：越剧唱腔《梁山伯与祝英台.十八相送》1959年实况。

（5）版权

版权著录是标明档案的所有者权利信息以及被赋予的可以使用的权限信息。

例：版权：中央档案馆；使用权限：永久使用；使用权限：2000-09-01/2020-08-31。

（6）语种

即描述档案内容的语种。著录时应注意声道编号和声道语种对应。例：声道编号：1；声道语种：汉语。

（7）日期

日期包括创建日期、发布日期、出版日期、数字化转录日期等。按国家标准，采用 YYYY-MM-DD 格式著录日期。

（8）格式

格式著录较为复杂，包含较多且重要的小项。例：数量：3CD；时长：2:45:00；入点：00:00:00；出点：1:05:00；制式：PAL；画面宽高比：4:3；声音特征：有声；色彩：黑白；分辨率：1280×1024；声道格式：立体声；音频编码格式：MPEG2 Layer3；音频数据码率：128kbps；音频采样频率：44.1kHz；音频位深度：16bit；文件格式：WMA；视频取样格式：4:2:2；视频数据码率：12Mb/s。

（9）关联

是注明著录对象与其他相关资料之间的相互关系。例：（题名：天下事难不倒共产党人）关联.包含于：钢琴伴唱《红灯记》；（题名：长征组歌）包含：过雪山草地；（题名：没有共产党就没有新中国：大合唱）被参考：妈妈教我一支歌。

5.2 声像档案数字化信息存储

5.2.1 存储标准

档案行业标准：《录音录像档案数字化技术规范》中规定，验收合格的完整数据应及时进行存储。但档案系统的《录音录像档案数字化技术规范》没有规定或者推荐档案存储格式，长期保存的档案应选择不压缩或者无损压缩模式，这在数字音视频存储中极为重要。美国国家档案馆采用 Motion-JPEG2000、HuffyUVB 和 AVI 的无损压缩格式对数字视频档案进行存储，有损压缩格式有 MPEG-2、MPEG-4 和 DV。澳大利亚档案馆、法国国家档案馆数字视频存储规定采用 Motion-JPEG2000，美国国家档案馆长期保存的档案采用 MPEG-2 格式，发布服务的档案采用 MPEG-4 格式存储。

图书馆行业标准：《国家图书馆音频数据加工标准和操作规范》和《国家图书馆视频数据加工标准和操作规范》规定：音频资料数字化信息存储格式分两种：长期保存级的推荐格式和压缩算法为：BWF（欧洲广播波形格式），WAV（不压缩或无损压缩格式），APE（无损压缩算法压缩比不同）；发布服务级的推荐格式有 MP3，AAC 或 WMA。视频档案数字化信息存储格式同样分两种：长期保存级和发布服务级。长期保存级推荐用格式为 MPEG-2 编码的 AVI 格式，发布服务级推荐用格式为 MPEG-4 编码的 WMV、FLV 或 RM 格式。

5.2.2 存储格式

（1）常见的音频存储格式^[150]

常见的音频存储格式有损压缩：MP3 格式、RA 格式、WMA 格式等；无损压缩：CD 格式、WAV 格式等，具体特点见表 5-3。

表 5-3 音频存储格式一览表

压缩方式	存储格式	特点
有损压缩	MP3 格式	MP3 是 MPEG 标准中的音频部分，是一种有损压缩格式，它牺牲了声音文件中部分高频部分，来换取文件存储空间，但不影响听觉。
	RA 格式	主要适用于发布服务的音频，它音质一般，但所占存储空间极小。这些文件格式随网络带宽的不同而改变声音的质量，使带宽富裕的用户获得较好的音质。
	WMA 格式	来自于微软，音质要强于 MP3、RA 格式，是通过减少数据流量来保持音频质量的。WMA 格式支持音频流技术，适合在网络上在线播放。
无损压缩	CD 格式	采用 44.1kHz 采样频率和 16Bits 采样精度，88K/秒速率，近似无损，忠于原声。计算机上显示的*.cda 格式，就是 CD 音轨。但*.cda 只是索引信息，并不包含真正的声音信息，不能直接将*.cda 文件复制到电脑硬盘上进行播放，必须先使用其他软件将 CD 格式转换成 WAV 格式，才能播放。
	WAV 格式	微软公司开发，采用 44.1kHz 的采样频率、16 位采样精度和 88K/秒速率，WAV 格式还支持多种采样频率、采样精度和声道，适用于长期保存。

(2) 常见的视频存储格式^[151]

常见的视频存储格式有：音频视频交错格式 AVI、MPEG-1，-2，-4 格式、MOV/QT——Quick Time 格式、RM 格式、ASF 格式、WMV 格式等。AVI 视频格式是微软公司推出，优点是视频质量好，可以跨多个平台使用；其缺点是不兼容，体积过于庞大，而且无统一的压缩标准。MPEG 格式是目前最常见的文件格式，MPEG 格式有三个压缩标准，分别是 MPEG-1、MPEG-2、和 MPEG-4。MOV/QT——Quick Time 格式是苹果公司开发的音视频文件格式。RM 格式是目前主流网络视频格式，可用于在线浏览和发布服务。ASF 格式可以直接使用 Windows 自带的 Windows Media Player 播放器对其进行播放，压缩算法采用的是 MPEG-4 的算法，压缩率和图像质量好。WMV 格式是一种采用独立编码方式并且可以直接在网上实时观看视频节目的文件压缩格式。在声像档案数字化存储过程中需根据不同用途选择不同的存储格式。

5.2.3 存储模式

声像档案数字化信息存储模式的选择既影响着档案的生命周期，又关系到数字信息的存储成本和信息安全。课题组考虑到音视频数据所占空间容量较大，采用分级存储的模式，即基于局部的数据访问，将访问频率低或者作为备份的档案采用磁带库或硬磁盘作离线存储，将访问频率不高或访问量不大的数据作近线存储，将访问频率高的档案信息作在线存储。

（1）离线存储——磁带库、硬磁盘

磁带库是数字音视频信息的存储设备，属于计算机的存储外设。磁带库是一个基于磁带的备份系统，由多个驱动器、大量的磁带插槽和机械手臂组成，方便、灵活、具有可扩展性，性能稳定、可靠、成本低、容量大的特点而被接受，其缺点是数据的读写速度相对较慢，在线访问不适用，对存储环境要求高，容易磨损、退磁。磁带库可用来存储利用率较低的数字信息内容。

2019年3月，国家档案局发布行业标准《档案数据硬磁盘离线存储管理规范》（DA/T 75—2019），总则第一条即提出：可利用硬磁盘以及相关设备进行档案数据离线存储，以实现其安全保存和有效利用。硬磁盘读写速度快、存储容量大，但其造价非常昂贵，对于数据量巨大的声像档案，在其条件许可的情况下采用硬磁盘离线存储，可提高读取速度，确保安全快速地利用档案数据^[152]。

（2）近线存储——光盘塔、光盘库

随着光盘价格的降低，光盘塔、光盘库已成为最适合的计算机数据存储媒介，越来越多的部门以光盘的形式存储信息。光盘具有容量小，易于保存，可靠性高，便于携带和方便数据交换的特点。目前主要的CD、DVD、蓝光光碟等。通过网络可以实现光盘共享，主要设备有光盘塔和光盘库。

光盘塔是由多个SCSI接口的CD驱动器串联。CD被放在CD驱动器中，实际上是一个多CD驱动器的集合。CD可以共享的磁盘数量等于它所拥有的CD驱动器的数量。用户直接到光盘塔中访问光盘。

光盘库是一种具有自动变换机构（机械手）的光盘网络共享装置。光盘库通常配置 1-12 个 CD 驱动器，可容纳 50-600 个磁盘。

系统使用光盘塔、光盘库作近线存储设备，存储一些经常与在线设备交换的内容。光盘塔、光盘库处于在线存储和离线存储之间，可以有较大容量的存储空间和较快速的读取速度。

2019 年 3 月，国家档案局发布行业标准《电子档案存储用可录类蓝光光盘（BD-R）技术要求和应用规范》（DA/T 74—2019），标准中指出档案级刻录类蓝光光盘（BD-R）的保存寿命大于 30 年，因此可用于我国档案部门电子档案的近线存储和管理^[153]。

（3）在线存储——磁盘阵列

磁盘阵列是使用磁记录技术在涂层的旋转盘上存储数据的介质，存储容量大，数据速率高，数据可以长期保存，单个磁盘容量和数据传输速率是有限的，大容量磁盘价格高，对用户有很大的负担，为了加快磁盘访问速度，防止磁盘故障、数据丢失以及有效地利用磁盘空间，磁盘阵列被研发并作为在线存储快速投入使用。

磁盘阵列有很多优点，首先，在整个系统中，阵列被看作是一个逻辑分区，但在物理上，它是由多个硬盘按照一定的规则组成，大幅度地提高了存储容量。其次，阵列通过阵列控制器来管理数据的存储和读取，能够实现并行在多个硬盘上同时存储和读取数据，从而大大提高了存储系统的数据传输速率。第三，磁盘阵列提供了比一般磁盘存储更高的数据完整性和数据可用性。由于采用了纠错校验技术，如果阵列中一块硬盘损坏，利用其它硬盘可以重新恢复出损坏硬盘上原有的数据，不影响系统的正常工作，而且还可以在带点状态下更换已损坏的硬盘，更换完毕后阵列控制器会自动第重组数据写入新盘。同时，磁盘阵列的关键部位通常都是冗余配置，以确保磁盘阵列的散热和系统的可靠性。因此是在线存储的重要选择。

5.3 声像档案管理系统的设计与实现

近些年，随着电子文件和数字档案的应用于发展，档案行业开始探索利用档案管理系统来提升档案存储和管理效率。目前，电子文件管理系统研究、应用逐渐进入成熟期，各种管理系统不断涌现，且不断完善。而声像档案管理系统因涉及到利用途径、存储方式等复杂，其管理系统与电子文件有所区别。

首先要了解管理系统功能需求，再开展系统详细设计、特色技术运用等研究，建立完整的理论指导体系，最后通过实践验证构想。

5.3.1 声像档案管理方式

声像档案数字化后需要按照档案及音视频特点进行存储、管理及利用。目前，从管理方式分，声像档案管理模式大致两种：嵌入式（档案化管理）和独立式（声像档案专业管理）。

5.3.1.1 嵌入式

嵌入式的声像档案管理系统是指将声像档案管理嵌入到纸质档案管理系统或照片档案管理系统中，形成一个全方位、多维度的档案资源库，并提供与其他应用系统如照片档案管理系统、办公自动化系统等整合与衔接等功能。用纸质档案管理系统管理数字化后的照片、胶片、录音带、录像带档案等，并同时实现电子档案的收集、存储、管理、检索和利用等功能，在一个平台上实现多种形式档案的管理与利用。

一个完善的声像档案管理系统应对有价值的照片、录音、视频、文档、图纸和数据等多种媒体信息进行收集、组织和规范化整理，并进行高质量的保存和管理，通过网络提供高速多媒体信息存取归档服务，方便声像档案查阅和再利用。利用档案管理系统对声像档案进行管理存在以下问题：

（1）声像档案管理系统主要嵌套在档案管理系统中，信息上载、下载方面：声像档案只作为附件形式挂接，上传、下载的文件大小、运行速度等受到诸多限制，如大小限制在几十兆内，检索功能单一，只能检索题名，下载申请复杂，

下载速度慢，不能满足内容多元、内涵丰富的声像档案检索利用。

(2) 功能实现中较多地考虑了现行数字形式的声像档案的收集，没有兼顾原始模拟载体的数字化需求，对模拟信号声像档案的数字上载、审核、著录、存储、管理、共享利用等功能均无考虑或考虑较少。

(3) 档案管理系统数据库简单，功能单一，只能实现一定范围档案的收集、存储、编目、自动检索和其他辅助的功能。但是部分声像档案需要通过网络平台共享交流，才能发挥自身文化价值、社会价值、经济价值，现有的声像档案管理系统无法实现。

(4) 档案管理系统中著录项内容主要包括标题、关键词等的著录。著录项单一，没有按音频、视频的元数据标准设计著录项，查询时只能以文件名或关键词查找，对模拟音频、视频以秒或帧为单位的档案查找极为不便，查询、利用费时费力，精准度不高。

5.3.1.2 独立式

广电系统采用媒资管理系统进行音视频资源专业管理，我国广电系统在历史发展中形成了大量的模拟信号资源，并正在产生大量的数字信号媒体资产，传统的磁带库存储管理方式不适用于解决现行的问题。为了提高效率，创造良好的经济效益和社会效益，媒体资产管理系统得到了广泛推广^[154]。

在广播电台、电视台这样的媒体企业，传统的模拟记录方式面临严峻挑战，数字信号的节目量剧增，原有的仓库式管理方式不能满足新的要求，为应对数字时代出现的新问题，媒资管理系统经历了萌芽阶段、发展阶段，目前已相对成熟，能基本适应广电领域的要求。从中央电视台到各个县级电视台，广播电台等都已经使用或者正在建设媒资管理系统。媒资管理系统主要满足中心节目存储的要求，另一方面可以作为某个业务系统独立运行。

媒资管理系统主要有几种典型的业务模式：(1) 系统支持总编室管理；(2) 支持新闻及制作；(3) 支持总控播出业务；(4) 全台数字化网络平台；(5)

以媒体资产内容管理平台为基础的数字电视；（6）资料馆性质的媒资管理系统。

[155]媒体资产管理系统的主要功能有：

- ①系统可以实现对音视频资料、图片、文档的存储、管理；
- ②系统可以通过与直播网、网络电视、手机电视等媒体连接，及时将媒体信息发布出去，并使已播出的节目通过系统自动归档，从前端控制档案的生命周期；
- ③系统可以满足资料的再应用功能，实现媒体调度、索引编制、存储管理等流程的全自动化管理，便于用户查询利用珍贵音视频和历史镜头等，改变复杂费时的传统的管理方式，提高检索效率，降低运行成本；
- ④系统可以实现最大化得媒体资产价值。

中央电视台 CCTV 采用的中科大洋公司的 eVIAS Intelligent Server 2032 媒资管理系统，系统主要功能如表 5-4，系统实现了广播电视电影节目的数字化收集、加工、智能管理、发布展示及存储归档等。

用媒体资源管理系统进行声像档案数字化信息的长期保存也存在一定问题：

①媒资管理系统主要是因为数字电视、网络电视、多媒体内容发布等广播电视行业的业务需求而开发的，专门针对影音媒体文件的收集、存储、发布等环节设计，有关模拟信号声像档案资源数字化和长期保存的功能设计较少，且价格昂贵。

②目前市场上的媒资管理系统质量参差不齐，适用范围各异，采用的标准、编码格式等各不相同。

③媒资管理系统主要运用于各大电视台、节目制作机构、大型博物馆、教学机构等，与档案系统的匹配性较差。

表 5-4 eVIAS Intelligent Server 2032 媒资管理系统功能一览表^[156]

功能	功能具体实现
全媒体资源支持	支持 4K、高标清、流媒体等超过上百种视音频格式以及不同格式之间的超实时转换；支持 JPG、TIFF、CR2、RAW、PSD 等全图片文件格式，支持超大分辨率存储预览；支持 Word、Excel、PPT、PDF 等常见文档格式，同时支持 Flash、CAD、3D 模型等专业电子文件在线预览；
媒体处理客户端工具集	采集：提供模拟、数字全接口采集，支持高标清采集、双码率采集；剪辑：支持视频的分拆、合并、叠加音频、叠加字幕、格式转换等常用功能，精选内容归档；编目：支持移动办公、异地离线编目，实现异地资料整理编目；传输：适用各种网络环境资源远程上传下载，提供迅雷式下载体验；
内容管理引擎	自定义资源编目字段，支持个性化界面，满足不同行业对资源着录的差异化要求；支持资源集管理，提供相册、专辑、项目等集合管理；系统内置灵活的工作流引擎，满足客户的个性化需求，适配不同环境；
智能检索	提供关键词、全文、拼音、同义词、同音字、条件组合检索，具有高检全率和检准率；配合资源门户和智能导航，自动呈现数据资源，快速定位查看；可通过邮件或者链接方式轻松分享资源给相关合作伙伴成员；
安全管理	支持对资源的 10 多种操作分别管控授权，真正做到精细管理；支持资源密级和三员管理，达到国家保密局的涉密管理要求；支持面向大型企事业单位的组织结构授权，让管理井井有条；权限管理复杂度大幅降低，管理员授权点击量比上一代产品降低 50%；
统计分析	自定义统计报表，依据资源、人员、任务、日期等多纬度统计分析；支持在线统计数据的可视化，采用饼图、柱状图、折线图等展现分析结果；自动为管理员提取系统运行状态的多种实时数据，确保系统安全稳定运行；
与三方系统快捷互联	支持大洋非编一键式提交入库、资源归档和再利用；支持热点文件夹自动导入和指定目录导出，自动继承文件夹结构，方便与 AVID、FCP、EDIUS 等非编简单整合；提供 Restful 风格 API，可基于平台实现二次开发；
弹性结构，多节点异地部署	支持多种协议存储，无缝扩容，实现业务规模和存储规模的平滑扩展；支持部-省-市-县多级系统异地部署，资源元数据统一管理、媒体文件本地化就近存储，具有低成本、高效率的特点；

由以上分析可知，无论是嵌入式还是独立式管理系统，很难实现一种专为音频和视频长期保管与利用的功能。为实现声像档案的科学规范管理和高效利

用，需要建立一个声像档案长期保存生态系统。一个好的生态系统可以建立系统的、有序的共生关系，可以建立核心团体，可以扩展生态系统，可以保持旺盛的生命力^[157]。要维持声像档案的生命周期，就应该构建独立的声像档案管理系统来实现模拟和数字音视频的抢救与保护一站式管理。将转换后的数字声像档案建立数据库，提供信息的上载、审核、著录、编目、存储、检索以及发布利用，实现声像档案信息的长期保存、网络共享和快捷交流等。

5.3.2 声像档案管理系统需求分析

系统需求分析是对系统需求进行全面、整体的分析，主要弄清系统的上载、输出、整体业务流程、数据存储等问题。系统需求的分析，是系统构建的基础。

5.3.2.1 核心功能需求

该系统设计主要为了实现以下功能：（1）声像档案数字化信息的采集和上传。注意多种信息源的采集接口设置、转码功能设置、权限设置等。（2）系统详细编目。注意元数据结构的设置、著录项的完整性检查。（3）数字档案信息的检索、在线查看和下载。可以提供多种检索方式保证满足各查询单位或个体的需要，并保证较高的查全率和查准率。

从功能模块角度分析，系统的总体需求如图 5-1 所示：



图 5-1 声像档案管理系统功能需求图

信息上载：从图书、出版、广电机构的档案馆室、资料馆室或图书馆室收集需数字化抢救并长期保存的声像档案，登记后进入采集环节，将模拟信号转换为数字信号，经适当修复后进入管理系统的上载模块，具体应包含以下几方面功能：

(1) 对音乐、舞蹈、话剧、曲艺和杂技等音视频内容进行版权申报工作，以防数字化后产生知识产权归属问题，影响档案信息的传播利用。

(2) 将数字化转换后的音视频信息离线或在线上传至系统。

(3) 若转录后的数字信息质量较差,不能满足读取、利用、长久保管的要求,则需要对内容进行编辑修改,并为编辑后的信息提供回传入口。

信息审核:对存储的数字信息内容的安全性、合法性以及权限进行审核,审核其是否质量最优、是否符合国家相关政策法规、有无暴力因素、有无安全风险隐患、使用人群的权限设置是否合理等。

系统存储:是系统的核心技术之一,应设立多级存储。

著录编目:对数字化后的信息进行元数据项目设置、著录、编目,以便于检索利用。元数据结构应全面、合理,确保所有元数据都可进行采集记录,以防因技术更新造成元数据丢失、原始档案内容被篡改或者部分消失。

发布利用:通过审核并经过详细著录编目的档案,需要对外发布,提供检索利用和下载管理等功能。以供需求者利用,发挥最大的凭证价值、经济价值、文化价值和社会价值。

维护统计:提供系统的统计、解析和核查功能,提供统计报表和业务日志。对服务进行监控,对数字信息、元数据、系统等进行维护和管理,提供维护管理日志。

系统主要涉及人员有以下四类(见图 5-2):档案提供者、系统操作者、系统管理员、档案利用者。系统需要这四类人员共同参与,系统功能也需要满足这四类人员的需求。档案提供者一般是储存档案的机构,提供需抢救的档案;系统操作员对数字化后的内容进行编辑、审核、发布、著录等操作;系统管理员分配权限,在规定和规章允许的范围内提供给档案利用者尽可能多且准确的信息。系统操作员可能是公司的技术人员,也可能是档案系统的专职设计、运营和管理人员,系统管理员应是档案系统专职管理员,档案利用者是大众。

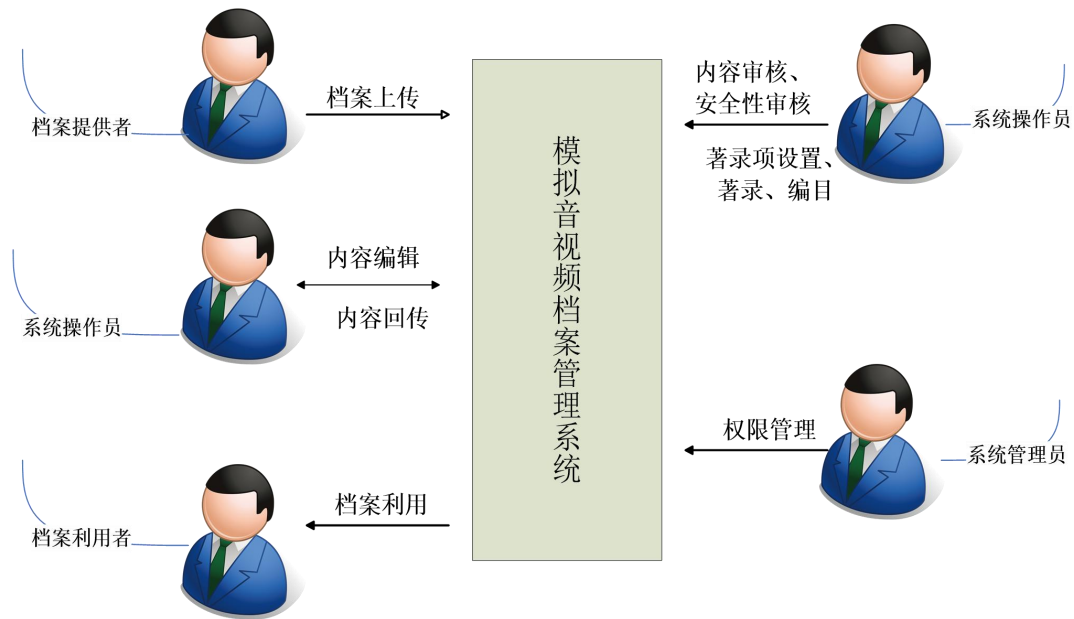


图 5-2 系统参与者及其任务

5.3.2.2 非核心功能需求

声像档案管理系统需要长时间且稳定地提供声像档案转录及数字化声像档案信息的上载和审核等功能，因此对系统的非核心功能如响应速度等也有一定要求，具体如下：

(1) 响应速度

因音频、视频文件较大，如果没有事先设置，在系统运行期间一旦用户较多系统就会瘫痪。所以在并发程序设计时应充分预估，本地资源的检索响应时间应 ≤ 5 秒钟，异构数据资源的检索响应时间应 ≤ 10 秒，同时确保文件服务器的磁盘利用率 $\leq 60\%$ ，CPU 使用率 $\leq 80\%$ 。

(2) 视频转码速度

视频转码是整个系统管理流程和发布利用的基础，需要先等待视频转码完成后，其他流程才能相继进行。因此需要减少单个视频的转码时间，以加快内容管理和分发等流程的速度。

（3）系统可靠性

系统可靠性是系统建设的一个重要要求。应做好充分的风险防范措施，以应对系统运行过程中可能出现的障碍或故障。应有备份系统服务器，当主系统服务器出现故障时，备份系统服务器应能被激活，且整个处理过程应 ≤ 1 分钟。

（4）系统可扩展性

由于系统采用的技术和能实现的功能都是在现有条件下设计和实现的，随着社会的发展、技术的更新，原有的系统可能出现新的缺陷，如业务量和数据量会不断增大，系统的业务需求不能满足。因此，声像档案管理系统设计时应考虑其可扩展性，以保证在今后很长一段时间内的建设需要。

（5）系统安全性

单机版的系统不能满足档案利用、共享的需求，而网络版的系统虽给用户提供了方便，为档案文化功能的传播起到积极作用，但也面临着网络安全方面的威胁。所以必须加强系统安全保护措施，保证用户及档案信息的安全。

5.3.3 声像档案管理系统设计

系统设计主要从系统总体架构、系统网络架构、模块设计、系统业务流程等几个部分做详细设计说明。

5.3.3.1 系统总体架构

基于系统需求，系统实现的总体架构如图 5-3 所示：

基础能力层主要提供业务功能层面对档案进行处理的能力，包括转录、转码、归档、MD5 计算等。

业务功能层面向系统的各类型系统参与者和用户，为他们提供数字化档案信息的采集、编辑、上载、编目、检索、审核、发布、统计和维护等功能。

业务支撑层负责为功能层提供业务支撑能力，业务支撑层的支撑能力是业务功能层、业务管理层和基础能力层之间的沟通桥梁。

业务管理层包括带库控制、权限控制、任务监控等，负责为业务功能层提

供服务。

系统接口层除提供身份认证接口外，也提供一些其他接口，因为声像档案管理系统不应是孤立的系统，应具有一定的兼容性。

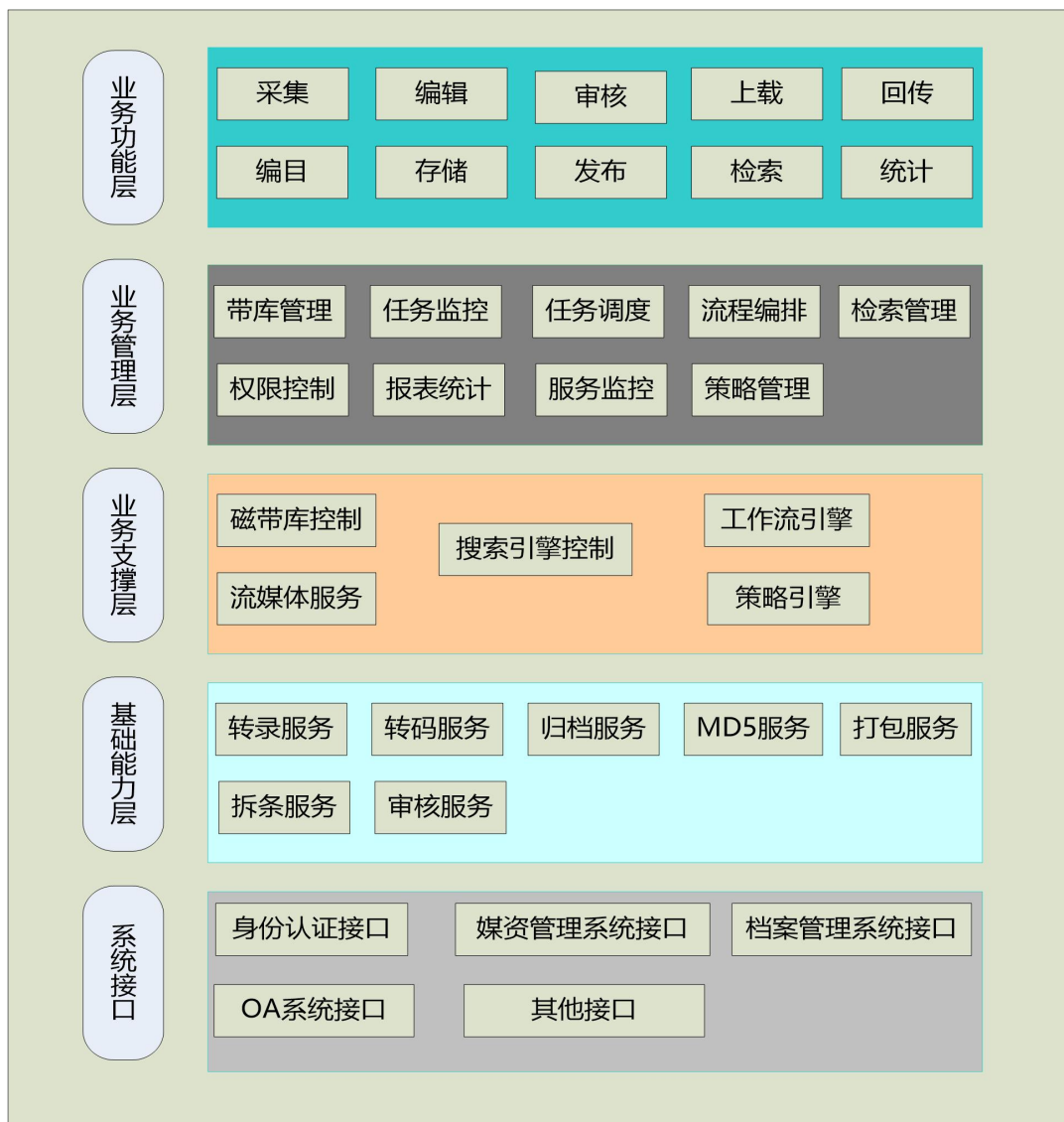


图 5-3 系统总体架构

5.3.3.2 网络硬件架构设计

系统设计考虑采用集中式的架构，高速网络传输交换机和功能服务器可集中在机房，利用现有办公网络即可实现声像档案的远程上载、管理、检索、浏

览、下载等业务应用。

系统可根据要求配备性价比合适的智能存储服务器，选择在线、离线、近线归档服务系统，系统组件包括：

（1）智能存储服务器

智能存储服务器可以直接提供数字资源管理、数据格式转换等应用功能，并且集成网络存储、数据库服务、WEB 应用服务等功能。

（2）音视频处理客户端

主要用来执行声像档案信息上载和下载任务，支持数字、模拟音视频信号采集与输出，支持录音带、录像带、CD、DVD、蓝光等多种载体类型档案的导入和导出。

（3）归档服务器

归档迁移系统采用分级存储模式，包括在线、近线和离线三个存储区，各个存储区将根据实际应用要求配置相应的存储设备。共同完成数字音视频信息的存储、交换和维护任务。

5.3.3.3 系统模块设计

（1）档案采集模块设计

首先设置档案分类，根据档案类型设置采集参数，包括采样频率、量化位、声道数、电平、视频码率、画面宽高比、视频编码格式、像素比、图像比等。然后进行模数转换，模数转换完成后进行版权申报、记录。然后将数字信息上传，系统支持批量上传功能。音频上传格式支持类型有：.avi\wmv\mp3，视频上传格式支持类型有：.avi\wmv\rmvb\rm\mpeg\mpg。上传时系统能自动抓取音视频的元数据信息，音频如文件格式、文件大小、录制时间、时长、声道、采样率；视频如文件格式、文件大小、录制时间、时长、帧率、画面大小、编码、质量比、帧数、码率、像素比和图像比。采集过程中形成的元数据也应传送到管理系统中，如采集者、采集时间等。

采集模块图如图 5-4。

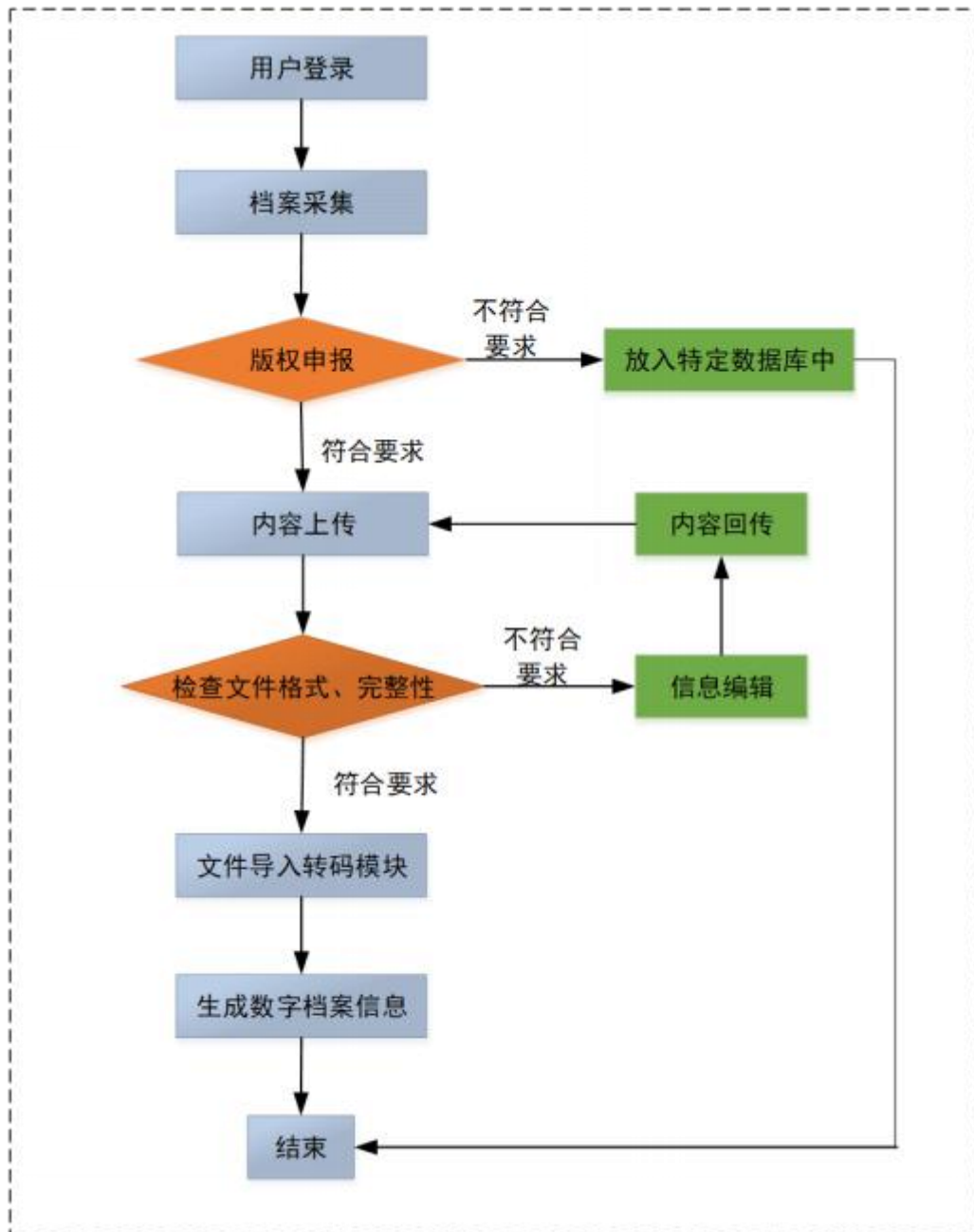


图 5-4 声像档案采集模块图

(2) 信息审核模块设计

模块包含 3 个子模块，即数字声像档案的内容审核、安全审核和使用权限

审核。内容审核是审核内容的质量和再次审核版权的合法性，安全性审核是审核内容是否符合国家安全性规定等，权限审核是审核用户各自的权限，审核是否可向公众开放或不开放或仅向部分特定人群开放，审核模块图见图 5-5。

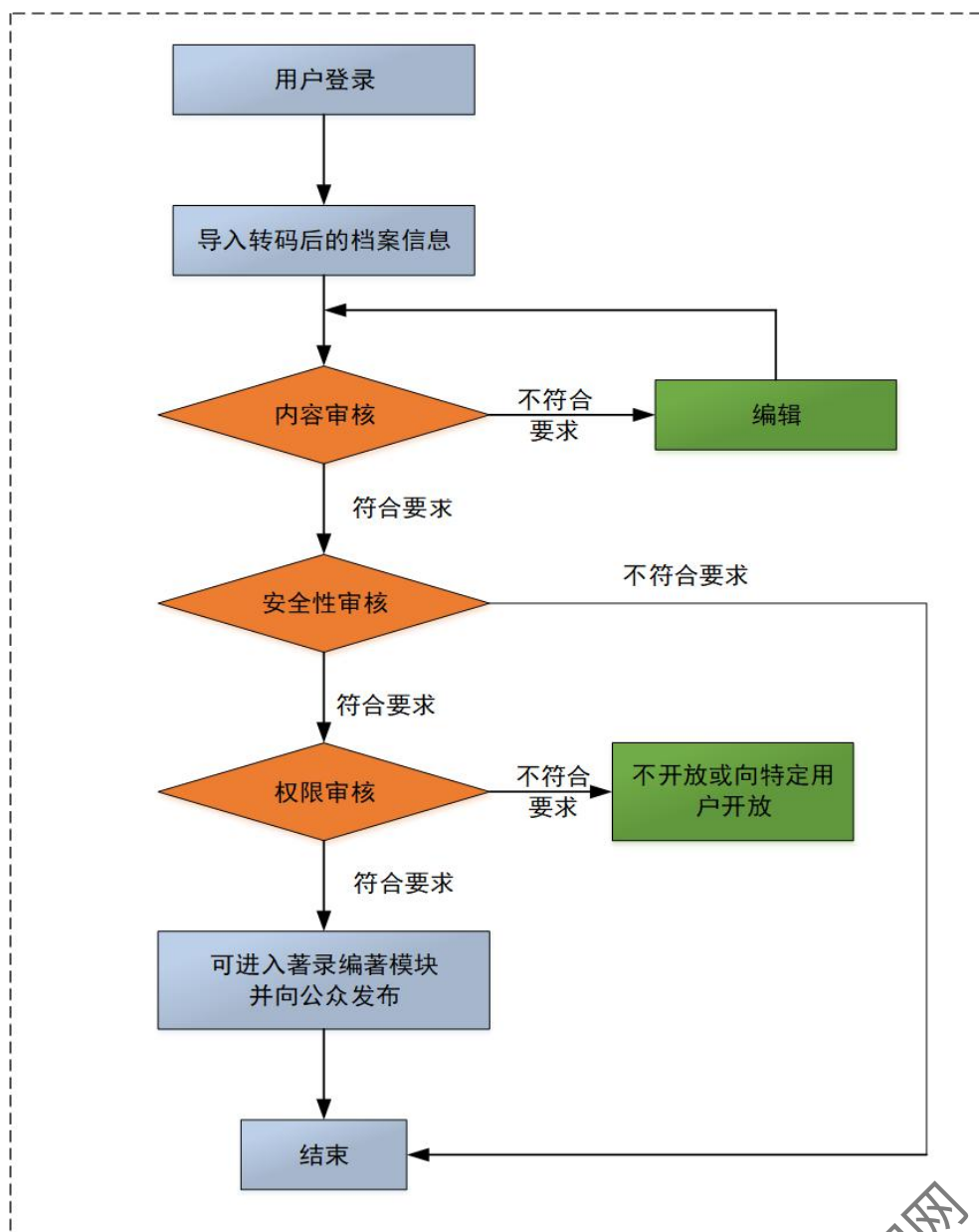


图 5-5 信息审核模块图

（3）系统存储模块设计

声像档案数字化后会产生相当多的数据，为了减少存储空间，应对数据进行适当的压缩。压缩是通过去除比特流中的冗余数据来减少比特数或者减少某种特性，而压缩减少的特性应控制在人的感官无法察觉的范围内。压缩分为有损压缩和无损压缩。压缩技术分为熵编码、源编码和混合编码。熵编码是一种无损压缩技术；源编码是有损压缩，但是仍可以保持较高的压缩率，压缩的是人耳听不到的那部分音频信号，或者对视频信号的色彩部分信号进行二次抽样，不影响主观感受。大部分压缩标准采取的是混合编码技术，如 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 等。

在信息存储模块，应采用多级存储策略，多级存储能同时满足系统高效和海量存储的要求。一般采用大容量的磁盘阵列、数据流磁带和光盘库，构建一个容量大、可扩展的存储体系。磁盘阵列中硬盘具有读写速度快，效率高、技术成熟、维护升级方便的优点，适用于对查询速度要求较高的检索，一般用来存放在线数据。近线存储系统兼具在线和离线的特点。光盘库、光盘塔、磁带库等都可以作为存储的设备。数据流磁带具有低成本、大容量、高技术、可管理的优点，可用作离线存储。

（4）著录编目模块设计

信息审核通过后进行初步编目著录。首先是信息著录，一般由系统的自动捕捉功能自行抓取，如有不全面或者有特别需要备注的应补充著录。二次编目应由人工手动完成。系统设置需要填写的编目项包括：题名、主题、关键词、类别、内容简介、主题人物、形成背景、责任者背景、形成时间、版权、责任者、类型（音乐、舞蹈、戏剧、话剧、电影、杂技、曲艺、电视节目、广播、采访、调研、会议、采访、口述、教学、其他）、语种、出版等项目。

编目系统要符合编目标准，同时能够浏览音视频信息，方便快捷地进行定位，对关键内容进行分析、提取、著录。在整个编目过程中同时应具备审核和

返工审核功能，对元数据著录进行审核，未通过审核的需返工修改直至所有内容编目完毕，见图 5-6。

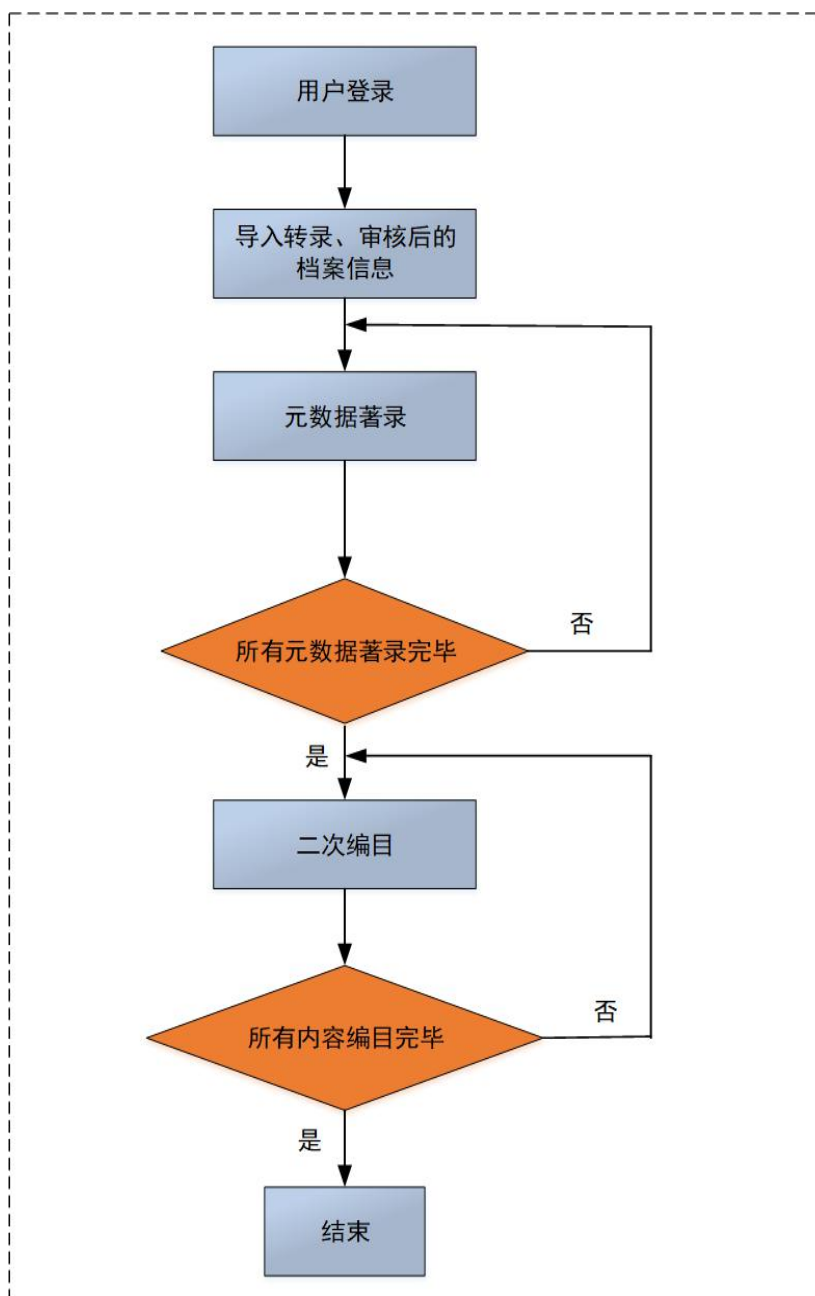


图 5-6 著录编目模块图

(5) 发布利用模块设计

声像档案管理系统在完成档案采集、信息审核、著录编目和存储之后，就可以对外发布信息。发布是通过一个对外（公网）的应用服务器实现广域网发布，并针对广域网带宽较低的特点以低码流技术实现音视频数据的发布。具体详见图 5-7。

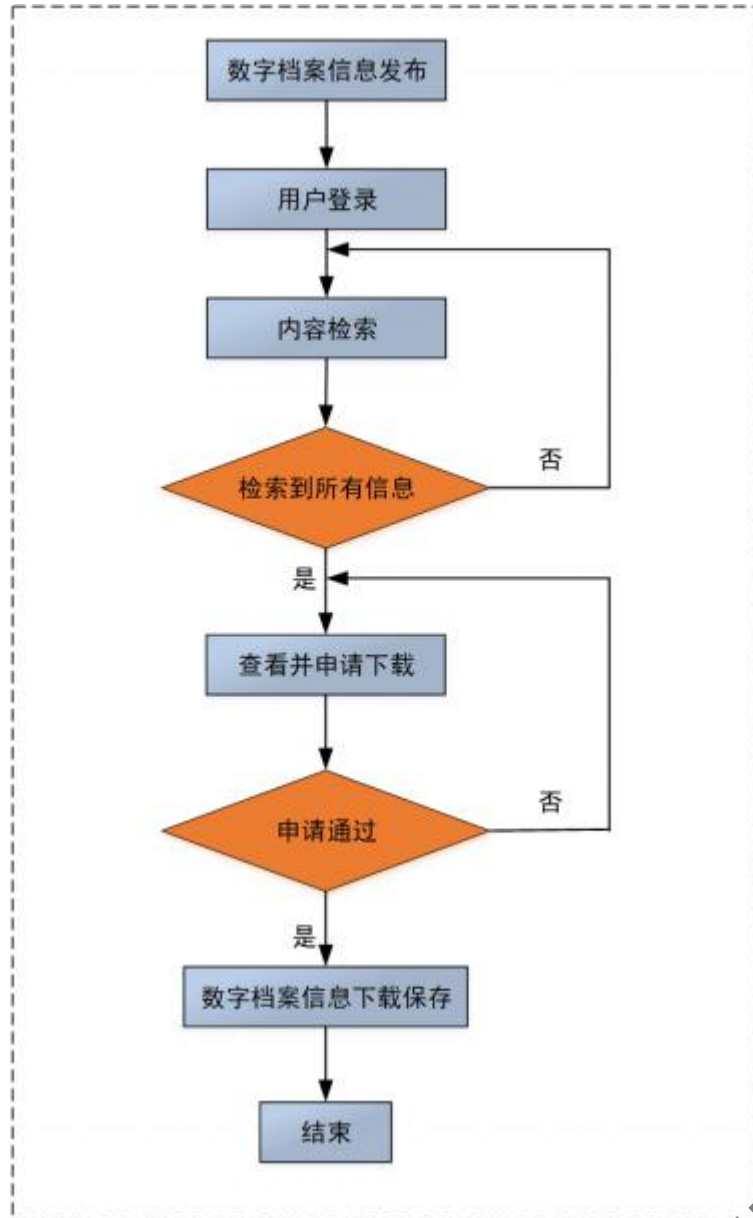


图 5-7 发布利用模块图

（6）统计分析模块设计

在此模块，需设计统计报表，对音视频的存储量、资源出入工作量等进行统计，还可定制高级统计功能对系统使用情况进行统计，如统计在线人数、日查询量、月查询量、利用者位置、利用者浏览器、信息利用频率等。

5.3.4 系统的应用

课题组以系统功能需求分析为基础，以系统模块设计、网络架构设计、系统业务流程和系统使用技术为指导思想，结合实际工作需求，在上海新颖捷公司的协助下成功开发了首都经济贸易大学声像档案管理系统（图 5-8）。系统是独立式的，与综合档案管理系统、学生成绩管理系统、照片档案管理系统等一起作用于档案数字化管理平台，可实现跨库检索，在独立的基础上实现了集成、一体化服务。



图 5-8 首都经济贸易大学声像档案管理系统

系统功能主要由 6 个模块加一个接口组成，主要作用是对声像档案进行数字化采集、信息审核、信息存储、著录编目、发布利用和统计等。系统功能结构如图 5-9。



图 5-9 首都经济贸易大学声像档案管理系统功能结构图

信息采集包含声像档案数字转化后的上传通道和电子格式声像档案批量上载功能。

信息审核包含上传档案信息的内容审核、安全性审核和权限审核。

存储功能包含近线、离线和在线存储 3 种模式。

编目根据《数字声像档案著录规则》进行编目单元设置。音频档案著录内容包括：档号（全宗号、案卷号、顺序号）、标题、说明、录音地点、录音者、主要人物、事件、关键字、分类、年度、来源、权限管理等；视频档案可补充的内容包括：档号（全宗号、案卷号、顺序号）、标题、说明、人物、事件、关键字、拍摄时间、拍摄地点、拍摄者、年度、分类、来源等。编目内容可由管理员自行添加设计。

发布利用功能是在信息审核确定可发布利用后，设置检索条件进行档案数据查询，实现快捷检索，高级检索，图视检索等，对检索到的信息设置在线播放、授权下载等功能。

统计功能可实现自动生成统计报表和将统计报表汇总上报。统计功能主要面向系统管理员，也可开发给普通用户访问，主要实现按年度、主题、类别、作者及作者所在单位、利用频率等要素统计音视频信息的相关内容。

外部接口是使声像档案管理系统能嵌入其他系统平台如档案管理系统、媒体资产管理系统、办公自动化系统等，并能通过接口进行数据导出。

系统采用三层结构的 B/S 结构（Browser/Server 结构）模式。在这种结构下，用户界面完全通过 Web 浏览器实现，一部分简单的事务逻辑在客户端实现，但是主要的事务逻辑在服务器端实现。本系统采用的技术分别有：基于 J2EE 的 JSP 动态网页开发技术、SOA、TOMCAT、ORACLE、EXTJS 等技术。系统涉及人员有档案提供者、系统管理员和档案利用者三方面的人员，在框架设计时要考虑三方面人员的需求，系统包括以下几方面内容：首先，结合最终浏览器查询平台，采取分布式方式设计多层架构体系，同时支持多条工作线路。此外，系统支持跨平台转移，具有脚本控制功能，有助于系统的整合、扩展或者二次开发。系统还具有监视功能，能对档案利用者（普通用户）的权限进行登记控制，增强系统的安全性。具体框架设计如图 5-10：

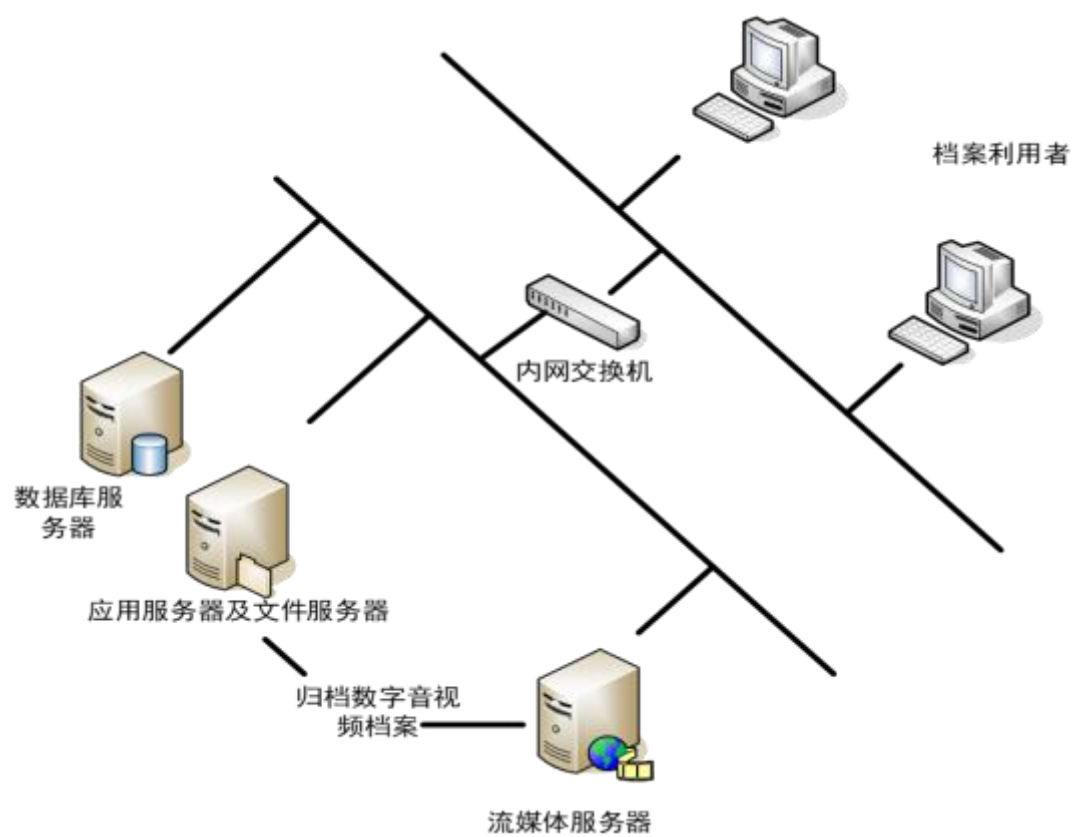


图 5-10 首都经济贸易大学声像档案管理系统框架设计