

无纸化会议系统总体设计

陈宝海, 宋 剑, 范一龙, 刘明江, 林 东

中国人民解放军63726部队, 宁夏 银川

收稿日期: 2024年9月9日; 录用日期: 2024年10月17日; 发布日期: 2024年10月30日

摘 要

针对传统会议系统存在的效率低下、浪费严重、功能单一、交流不畅、协同受限、保密困难等现实问题, 结合会议组织流程高效化、人机交互体验数字化、系统运维管理智能化的需求分析, 按照先进性、标准化、实用性、可靠性、国产化的设计原则, 运用软件技术、多媒体技术、自动控制技术, 把不同功能的子系统在逻辑上、物理上和应用上整合在一起, 总体设计一套集音频、视频、通信功能于一体, 具备会议筹备简约化、会议组织高效化、会议保障智能化、文件显示数字化、文件交互人性化、文件管理可控化典型特征的智能无纸化会议系统, 实现系统融合、信息汇聚、资源共享, 做到精简会议保障、优化会议资源、提高会议效率。

关键词

无纸化会议, 需求, 原则, 架构设计

Overall Design of Paperless Conference System

Baohai Chen, Jian Song, Yilong Fan, Mingjiang Liu, Dong Lin

Unit 63726 of the People's Liberation Army, Yinchuan Ningxia

Received: Sep. 9th, 2024; accepted: Oct. 17th, 2024; published: Oct. 30th, 2024

Abstract

In view of the problems existing in the traditional conference system, such as low efficiency, serious waste, single function, poor communication, limited synergy and difficulty in keeping secret, etc., this proposal combines the requirements for efficient conference organization processes, digital

human-computer interaction experiences, and intelligent system operation management. Adhering to the design principles of advancement, standardization, practicality, reliability, and domestication, we aim to utilize software technology, multimedia technology, and automatic control technology to logically, physically, and applicatively integrate various functional subsystems. The overall design will create an intelligent paperless conference system that combines audio, video, and communication functions, characterized by simplified conference preparation, efficient organization, intelligent support, digital document display, user-friendly document interaction, and controllable document management. This integrated system will facilitate the convergence of systems, aggregation of information, and sharing of resources, ultimately streamlining conference support, optimizing conference resources, and enhancing conference efficiency.

Keywords

Paperless Conference, Requirements, Principles, Architectural Design

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

会议已是日常工作的一种普遍活动，有组织的地方每天都要召开各种会议。传统会议主要通过人工筹备、组织、保障，需要耗费大量人力、物力、财力，在会议效率、效果、质量等方面存在诸多短板。随着会议程序、规模、形式不断变化和信息科技快速发展，会议系统要求技术越来越先进、配置越来越专业、功能越来越强大，传统会议急需向高效化、数字化、智能化的无纸化会议系统转型发展。

2. 需求分析

结合会议组织流程，传统会议存在以下短板：一是效率低下，浪费严重。传统会议组会人员需要提前花费大量时间人工准备各种纸质材料，同时不便参会人员翻阅、查找、批注。如若遇到议程调整或者发现印刷问题，还需重新再来。纸质材料一般只能用于本次会议，会后需要集中统一销毁。二是功能单一，交流不畅。传统会议设施设备包括桌椅、话筒、音箱、投影仪等，仅仅具备简单组织、扩音、投屏等功能，会议签到、主持、投票、记录、呼叫等程序均由人工完成。交流讨论主要通过口头形式，缺乏互动性、直观性、成效性。三是协同受限，保密困难。传统会议技术、空间受限，人员跨区域协同参会不便。同其他业务系统互联互通不畅，业务拓展、资源共享受限。纸质材料打印、装订、摆放、回收、销毁等流转过程环节多、时间周期跨度大，容易失管失控，造成失密泄密[1]。

针对传统会议短板，无纸化会议系统需求包括：一是会议组织流程高效化。基于电子化的全流程会议组织管理，缩短人员筹划时间，提高信息共享效率。通过在线协同平台和即时通讯功能，简化会议组织流程，提高会议组织效率。利用电子文档和在线讨论，减少纸张资源浪费，满足绿色办公要求。二是人机交互体验数字化。采用扁平化的 UI 设计，为会议人员提供可视、直观、易懂、友好、便捷的交互体验界面，快速响应用户会前、会中、会后场景化需求。可与其他业务系统相互集成、融合联动、无缝兼容，打破信息孤岛，灵活拓展业务。三是系统运维管理智能化。具备统一调度、控制应用、内容分发，支持事件统计、日志记录、故障诊断，实现系统智能运维管理。采用加密技术和权限控制，保护敏感资料安全，维护正常会议秩序。实时监控技术状态，合理调配资源配置，确保设备稳定可靠运行。

3. 设计原则

(1) 先进性设计

系统选用技术先进和功能完善的智能会议产品，在今后相当长一段时间内保持技术领先地位，同时符合今后技术发展趋势。

(2) 标准化设计

严格按照国家和行业有关标准进行系统结构化、标准化设计，采用的硬件及软件均支持国内、国际通用的标准网络协议，可与内部、外部系统实现无缝对接。

(3) 实用性设计

系统贴合会议工作流程，涵盖会前准备、会中控制、会后整理各个环节业务处理，在满足功能要求和技术指标要求基础上操作维护简单易用。

(4) 可靠性设计

注重方案的构思、系统的设计、器材的选型，要求厂商信誉良好、产品质量过关、售后服务周到，确保系统运行的可靠性和稳定性。

(5) 国产化设计

系统服务器、终端 CPU 采用国产自主可控配置，服务器和桌面操作系统采用麒麟操作系统，办公软件采用国产 WPS，保证数据信息安全可靠。

4. 总体设计

4.1. 逻辑架构设计

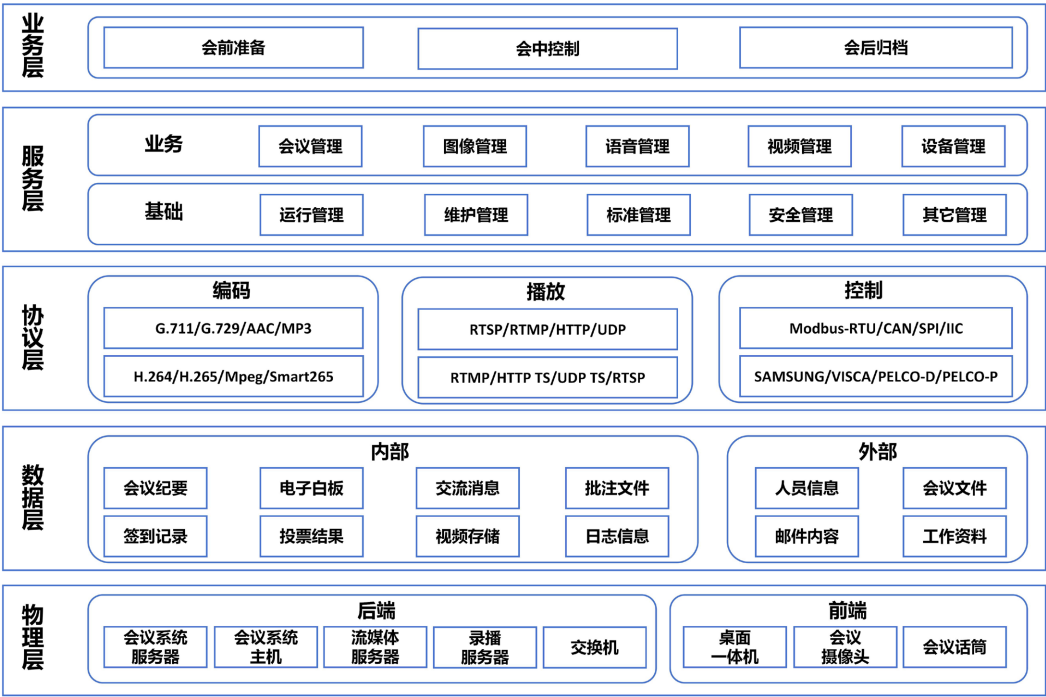


Figure 1. Logical architecture diagram of paperless conference system

图 1. 无纸化会议系统逻辑架构图

逻辑架构是指信息系统的逻辑组成元素和关系，包括系统物理设备、数据内容、通信协议、服务管

理、业务功能等，无纸化会议系统逻辑架构见图 1。

(1) 物理层

物理层是会议系统运行环境的基础支撑，采取 TCP/IP 组网方式提供系统运行所需计算、存储、处理资源，保障系统高效、稳定、有序工作。后端设备包括会议系统服务器、会议系统主机、流媒体服务器、录播服务器、交换机，用于保障会议系统业务运行、数据交换、状态控制。前端设备包括桌面一体机、会议摄像头、会议话筒，用于保障会议系统人机交互、图像获取、语音采集。

(2) 数据层

数据层是会议系统采集、处理、生成、交换、发布、存储、查询、分析、挖掘、理解的各类数据信息，包括会议纪要、电子白板、交流消息、批注文件、签到记录、投票结果、视频存储、日志信息等内部数据，人员信息、会议文件、邮件内容、工作资料等外部数据。内部数据格式采用 JSON、XML、SOAP、WebService、LDAP、UDDI 等标准通讯接口，实现与外部 OA 办公系统、邮箱业务系统的数据共享互通[2]。

(3) 协议层

协议层是会议系统数据聚合与交互必须遵守的规则和约定。语音编码使用 G.711/G.729/AAC/MP3 协议，图像编码使用 H.264/H.265/Mpeg/Smart265 协议，流媒体视频播放使用 RTSP/RTMP/HTTP/UDP 协议，录播视频回放使用 RTMP/HTTP TS/UDP TS/RTSP 协议，会议终端控制使用 Modbus-RTU/CAN/SPI/IIC 协议，会议摄像头控制使用 SAMSUNG/VISCA/PELCO-D/PELCO-P 协议。

(4) 服务层

服务层是会议系统按照 SOA 技术体系架构，充分考虑内部外部对接关系，形成运行、开发、整合、运维一体化的服务体系，并为上层应用提供服务。服务包括会议管理服务、图像管理服务、语音管理服务、视频管理服务、设备管理服务等业务管理服务，运行管理服务、维护管理服务、标准管理服务、安全管理服务、其他管理服务等基础管理服务[3]。

(5) 业务层

业务层是会议系统结合人员角色权限、按照会议组织流程、遵循系统组成结构，通过桌面一体机为用户呈现的会前准备、会中控制、会后归档三种业务应用。系统围绕会议核心业务、聚焦人机交互问题、基于数据服务支撑，采用 Java、Python、NodeJS、C++等跨平台编程语，对感知和传输来的信息进行分析处理，是系统架构的顶层设计、业务功能的具体呈现、用户体验的直接感知[4]。

4.2. 物理架构设计

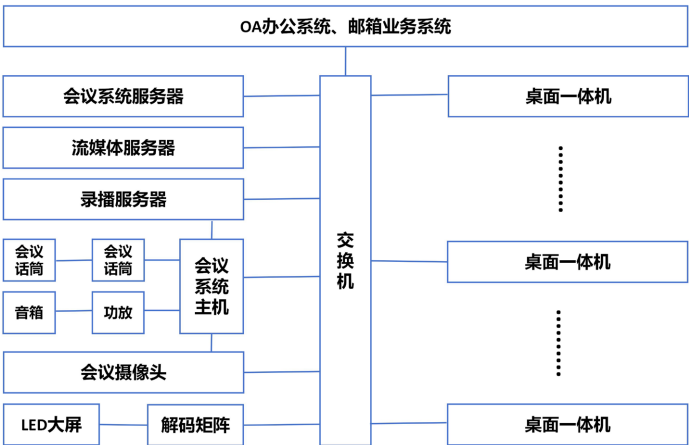


Figure 2. Physical architecture diagram of paperless conference system
图 2. 无纸化会议系统物理架构图

物理架构包括信息系统的硬件组成、软件部署、配置需求、工作机理、接口关系等，无纸化会议系统物理架构见图 2。

(1) 会议系统服务器

会议系统服务器是一套基于“统一软件技术架构”设计理念开发的软硬件平台，用于部署无纸化会议系统服务端软件，支撑会议业务的后台运行和会议系统的整体建设。平台采用组件架构，分为共性业务组件、通用服务组件、基础环境组件，对于系统资源进行统一部署、统一配置、统一调度，完成应用数据处理和核心业务逻辑。平台基于设备、服务、基础信息库、内外部组件集成应用，满足会议系统集中管理、协同共享、智能应用等多元需求[5]，配置需求见表 1。

Table 1. Meeting system server configuration requirements
表 1. 会议系统服务器配置需求表

名称	技术参数
CPU	国产 16 核 2.7G
内存	DDR4 64G
硬盘	SSD 1T、SATA 4T
接口	RJ45、USB、HDMI、AUDIO

(2) 会议系统终端

会议系统终端包括桌面一体机和会议话筒，支持一键自动升降和仰角手动调节。一体机安装 C/S 架构的无纸化会议客户端软件，提供参会人员前端管理、操作、使用界面。客户端采取“请求 - 响应”方式协同会议系统服务器，实现会议信息的按需交互和融合联动。会议话筒通过一根线缆，采用手拉手首尾串联方式，将音频信号进行模数转换、采样编码、压缩传递至会议系统主机。话筒分为主席单元和代表单元，主席单元可以控制代表单元发话，配置需求见表 2。

Table 2. Desktop configuration requirements
表 2. 桌面一体机配置需求表

名称	技术参数
CPU	国产 4 核 2.2 G
内存	DDR4 8 G
硬盘	SSD 128 G
液晶屏(主)	17 寸全视角 IPS 屏、1920*1080、十点电容触碰
液晶屏(副)	7 寸 FTF 屏
接口	RJ45、USA、HDMI、AUDIO

(3) 会议系统主机

会议系统主机主要负责会议音频反馈抑制(AFC)、噪音消除(AEC)、数字均衡(EQ)、自动增益(AGC)，话筒电源供应、音量调节、发话控制，以及会议摄像头跟踪管理。会议主机接收到会议话筒音频信号后，一路输出至功放 - 音箱进行扩声，另一路输出至录播服务器录制保留。会议摄像头通过会议话筒语音信号激活，采用 RS232/RS485 信号调用对应预置位，在无人操作情况下对发言人员进行特写，配置需求见表 3。

Table 3. Meeting system host configuration requirements
表 3. 会议系统主机配置需求表

名称	技术参数
话筒数量	有线 1000、无线 100
信噪比	78 dB
动态范围	80 dB
总谐波失真	0.05%
通信接口	RI45、USB、RS232、RS485
音频接口	AUDIO、LINE、RCA

(4) 流媒体服务器

流媒体服务器负责会议摄像头等网络视频源和笔记本屏幕等模拟视频源的媒体转发、流量监测、访问控制和统计分析，满足多用户、多场景、多模式的视频实时播放。流媒体服务器通过对视频源进行采集、缓存、调度，以及信号格式转换、文件转码压缩、流式协议封装，将视频文件分成多个小块后传输，一路输出至解码矩阵-LED 大屏通过硬解显示，一路输出至桌面一体机客户端通过软解预览，一路输出至录播服务器存储保留，配置需求见表 4。

Table 4. Streaming media server configuration requirements
表 4. 流媒体服务器配置需求表

名称	技术参数
视频分辨率	4K@30、1080p@60/50、720p@60/50
视频接口	DVI、HDMI、VGA
音频接口	AUDIO、LINE、RCA

(5) 录播服务器

录播服务器实时采集流媒体服务器视频信号和会议话筒音频信号，将会场视频、音频、计算机屏幕等进行一体化同步录制。服务器支持开机自动录制，文件自动分段、录制断电保护、硬盘自行更换、硬盘循环覆盖，以及多流多画面、单流单画面、单流多画面录播模式。服务器内嵌 RTMPServer 功能，不需安装 FMS/RED5 等服务端软件，用户可以通过连接显示器或者远程登录方式实现网页 HTML5 回放录播内容，配置需求见表 5。

Table 5. Record and broadcast server configuration requirements
表 5. 录播服务器配置需求表

名称	技术参数
视频分辨率	4K@30、1080p@60/50、720p@60/50
录制格式	MP4、AVI、MPEG、RMVB

4.3. 应用架构设计

应用架构泛指信息系统的功能介绍、应用说明、业务模块等，它是信息系统面向用户直接、具体、客观地展现。参照会议筹备事项，遵循会议组织流程，结合会议保障需求，无纸化会议系统应用架构见图 3。

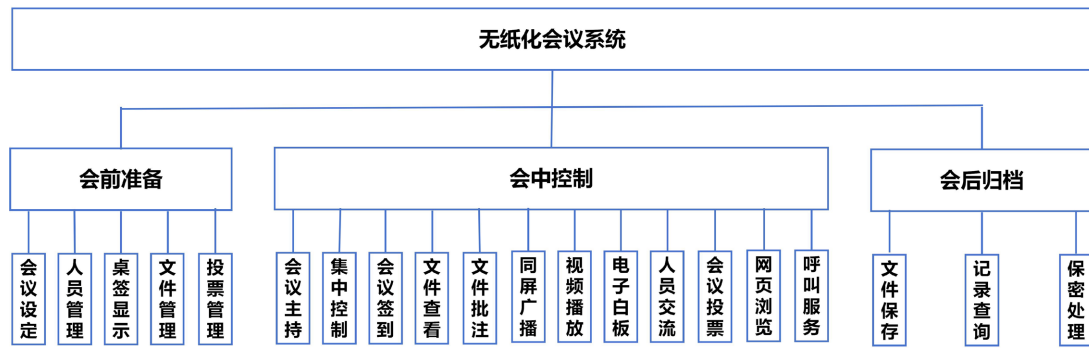


Figure 3. Application architecture diagram of paperless conference system

图 3. 无纸化会议系统应用架构图

4.3.1. 会前准备

(1) 会议设定：支持设置会议主题、主持人、会议时间、会议地点，支持预设多种会议模板，支持历史会议克隆，支持设置会议非密、内部、秘密、机密四种保密权限。

(2) 人员管理：支持添加、修改、删除、导入导出参会人员，支持根据人员权重自动排位，支持拖动人员名字调整座位，支持设置参会人员所拥有的操作权限，支持建立参会人员数据库。

(3) 桌签显示：支持参与人员单位、名称、职务投至桌面一体机副屏显示，支持设置显示内容的字型、字号、字体颜色。

(4) 文件管理：支持文件、文件夹资料上传，支持多级文件目录查看文件，支持 DOC、DOCX、XLS、XLSX、PPT、PPTX 多种文件格式编辑。

(5) 投票管理：支持会议投票标题、选项、说明、类型编辑，支持匿名或实名、多选或单选等投票限制设置，支持投票完成是否允许修改设置，支持投票结果自动统计。

4.3.2. 会中控制

(1) 会议主持：支持主持人控制会议状态，支持主持人控制签到状态，支持主持人控制发言状态，支持主持人控制投票状态。

(2) 集中控制：支持对桌面一体机进行开关机、升降集中控制，支持查看服务器 CPU 使用率、内存使用率、磁盘使用率、网络传输速率。

(3) 会议签到：支持手写、电子签名记录，支持临时更换签到人员，支持自动统计会议应到人数、缺席人数，支持签到状态统计结果直接导出 EXCEL 文件记录保存。

(4) 文件查看：支持 WORD、PPT、EXCEL、PDF、TXT 等文档文件阅览，支持全格式视频文件播放，支持流媒体视频播放。

(5) 文件批注：支持任意页面进行文档批注、截屏批注以及批注同步交互，支持批注文件保存、下载、查看。

(6) 同屏广播：支持将本机屏幕共享至大屏和其他参会人员桌面，支持以浮窗方式展示广播画面，支持主持人远程协助参会人使用或停止屏幕共享功能

(7) 视频播放：支持在客户端添加直播流进行视频直播，支持通过流媒体服务器实时观看会场视频，支持同时播放 1/4/9 路视频。

(8) 电子白板：支持插入文本、图片内容，支持手写工具形状、颜色、粗细设置，支持手写输入、擦写操作、单步撤销，支持多人共享、多人传阅、多人批注，支持白板存档、载人、投屏

(9) 人员交流：支持单选、多选收件人，支持发送、接收信息实时显示，支持消息回复、公告发布，

支持所有信息的记录存档。

(10) 会议投票: 支持投票列表、投票说明描述, 支持多选一, 多选多投票形式, 支持记名、匿名、弃权投票模式, 支持投票结果自动统计、图形化显示, 支持投票权限控制、投票结果查看权限控制。

(11) 网页浏览: 支持通过 WEB 浏览器直接访问 OA、邮箱等业务系统进行业务交流, 支持通过 OA 系统单点登录至会议系统。

(12) 呼叫服务: 支持在会议过程中发起笔、纸张、话筒、茶、咖啡、服务人员等呼叫功能, 支持手动输入呼叫内容[6]。

4.3.3. 会后归档

(1) 文件保存: 支持会议文件打包备案保存为压缩包或文件夹目录, 支持根据后台设置权限下载到 U 盘带走。

(2) 记录查询: 支持查询参会人员操作日志以及历史参会记录, 支持所有会议按照日期、类型、密级、人数等进行统计查询。

(3) 保密处理: 支持防打印、截屏、拷贝、转发、上传到其他云端、下载, 支持会后终端本地文件自动清除。

5. 结语

无纸化会议系统就是运用软件技术、多媒体技术、自动控制技术, 集音频、视频、通信功能于一体的智能会议交互系统, 通过文件的电子交换实现会议的无纸化, 将以单纯的听、闻为主的交流场所逐渐演变成为综合性的信息资源交流场所。系统综合考虑会议流程功能、隐私、交互、体验等方面因素, 把不同功能的子系统在逻辑上、物理上和应用上整合在一起, 实现系统融合、信息汇聚、资源共享。系统具有会议筹备简约化、会议组织高效化、会议保障智能化、文件显示数字化、文件交互人性化、文件管理可控化特征, 能够解决会议效率低下、应变能力不足、内容表现单一、纸张资源浪费、安全保密隐患等问题, 做到精简会议保障、优化会议资源、提高会议效率[7]。

参考文献

- [1] 李恒, 郭鹏文. 企业全流程无纸化会议系统研究与设计[J]. 网络安全和信息化, 2022(12): 93-94.
- [2] 张轩铭. 铁路企业全流程无纸化会议系统研究与设计[J]. 铁路计算机应用, 2024(4): 49-51.
- [3] 樊国庆, 张海平. 无纸化会议系统建设研究策略[J]. 通信与信息技术, 2022(1): 76-78.
- [4] 苏瑞东. 电子纸实现免布线无纸化会议系统及其标准化探索[J]. 信息技术与标准化, 2023(3): 86-87.
- [5] 冯世诚, 李彬, 林文彬. 无纸化会议系统的实践与思考[J]. 铁道运营技术, 2023, 29(1): 48-50.
- [6] 俞希标. 统一移动办公环境下全流程无纸化办公会议系统的设计与应用[J]. 中国管理信息化, 2023(3): 173-174.
- [7] 钱俊凤, 付璠, 陆岫昶. 无纸化会议系统建设及应用实例[J]. 贵州电力技术, 2017, 20(3): 61-63.