

轻量化制播系统技术应用指南

(2026 版)

国家广播电视总局

2026 年 4 月

前 言

当前，广播电视行业正处于媒体深度融合与高质量发展的关键阶段，传统制播体系依赖专用硬件、封闭架构与集中式部署，存在建设成本高、部署周期长、运维复杂、弹性不足等痛点，已难以适配全媒体内容多渠道采集、多元化生成、多平台分发的业务需求。人工智能、云计算、5G 等信息技术的快速发展，正在加速突破传统制播技术瓶颈，驱动电视台制播体系向轻量化方向演进。制播系统轻量化，通过云化、IP 化、智能化等技术，打破硬件壁垒，释放生产潜能，不仅是技术架构的迭代升级，更是对生产流程、服务模式的全面重塑，是广电媒体实现系统性变革的重要引擎。

推动电视台制播系统向轻量化方向迭代演进，并非现阶段要对基于 SDI/ST 2110 架构的制播体系进行全面替代，而是要实现传统制播模式与轻量化制播模式的有机融合，在技术路径上打通衔接、在能力体系上协同互补。轻量化制播系统是在确保播出安全与节目质量的基础上，基于云化与 IP 化架构，融合 NDI/NVI、SRT、RTMP、RTC 等轻量化传输协议以及云制作、虚拟包装、AI 辅助生产及设备高度集约化等技术手段，以大屏播出安全可靠、小屏传播灵活高效的融合制播理念，实现对节目内容“采、编、播、存”各环节的高效协同与再造。

本指南立足行业发展实际，在总结多个省级电视台已开展的轻量化制播实践经验的基础上，系统阐述了轻量化制播系统的边界与内涵、技术特征、应用场景、总体技术架构、总体技术要求以及应用效果，并聚焦轻量化演播室系统、轻量化转播车系统、轻量化电子现场制作系统和轻量化播出系统，介绍了各系统的技术架构、系统部署方式、功能要求等内容，给出了多个省级电视台的轻量化制播系统典型应用案例，为电视台推进轻量化制播系统的规划建设提供实施路径和技术参考。

指导单位：国家广播电视总局科技司

主要起草单位：国家广播电视总局广播电视科学研究院、广东广播电视台、湖南广播影视集团有限公司、贵州广播电视台、国家广播电视总局广播电视规划院、中广电广播电影电视设计研究院有限公司、吉林广播电视台、北京广播电视台、江苏省广播电视总台、上海广播电视台、浙江广播电视集团、山东广播电视台、深圳广播电影电视集团、四川广播电视台、天津海河传媒中心、河北广播电视台、重庆广播电视集团（总台）、江西广播电视台、辽宁广播电视集团（辽宁广播电视台）、北京中科大洋科技发展股份有限公司、成都索贝数码科技股份有限公司、长沙千视电子科技有限公司

主要起草人：解伟、郭晓强、白伟、周芸、曾志群、方林、张青、李文伟、杨剑、向荣、宁金辉、王嘉、黎政、刘涛、成六祥、祝晶、肖建波、魏娜、胡潇、陈晓辰、张为冬、黄征海、曾建中、朱航建、芮浩、朱光荣、尚峰、郑红哲、韩国栋、王崇波、魏忠书、高虎、靳瑞勇、段晓峰、孙春华、崔志强、王瑜、邓祺、任王刚、赵圣杰、徐文楷、王淇江、胡斌、陈智、左振宇

目 录

前 言	I
1 概述	1
1.1 目的与意义	1
1.2 系统边界与内涵	1
1.3 技术特征	2
1.4 应用场景	2
2 总体设计	4
2.1 总体技术架构	4
2.2 总体技术要求	6
2.3 应用效果分析	7
3 轻量化演播室系统	8
3.1 系统概述	8
3.2 技术架构	8
3.3 系统部署	9
3.4 功能要求	9
4 轻量化转播车系统	12
4.1 系统概述	12
4.2 技术架构	12
4.3 车体设计	13
4.4 系统部署	13
4.5 功能要求	13
5 轻量化电子现场制作系统	14
5.1 系统概述	14
5.2 技术架构	15
5.3 功能要求	15
6 轻量化播出系统	16
6.1 系统概述	16
6.2 技术架构	16
6.3 功能要求	17
附 录 A (资料性) 典型应用案例	22
A.1 轻量化演播室系统一	22
A.2 轻量化演播室系统二	26
A.3 融媒节目直播系统	31
A.4 轻量化 4K 超高清融媒体转播车系统	34
A.5 轻量化 4K 超高清赛事转播系统	41
A.6 轻量化播出系统	46
参考文献	53

1 概述

1.1 目的与意义

传统广电制播模式长期受制于“高投入、重资产、长周期”的路径依赖，建设成本居高不下、运维负担持续加重、人力投入难以压缩，而生产效率与业务响应速度却难以匹配融合媒体的快节奏需求。轻量化制播系统采用云化、IP化、智能化等新一代信息技术，以技术革新推动制播系统架构升级，充分发挥先进技术对系统轻量化的赋能作用，能更好地满足融媒体跨平台分发、多终端适配、灵活内容生产、快速响应市场的业务需求，为电视台系统性变革提供坚实技术支撑。

发展轻量化制播能有效解决传统广电制播模式的痛点问题。一是降低制播系统建设和运维成本。通过云化、IP化，实现软硬件解耦，大幅减少对专用硬件、专用板卡及进口设备的依赖，实现建设成本、运维成本、人力成本的系统性、持续性下降；二是提升内容生产效率。借助工艺轻量化设计与流程自动化调度，缩短节目制作周期，提升新闻、赛事、直播等场景的快速响应能力，大幅提升制播效能；三是扩展制播业务边界。轻量化制播系统天然具备云化、IP化基因，能够支撑大小屏融合制作、内外场协同生产、多终端同步分发，真正实现“一次采集、多元生产、全媒传播”的融合媒体新格局。

1.2 系统边界与内涵

当前，国内电视台在系统更新建设时，其后期制作系统、媒资系统等文件域制播系统多数都已基于云化、IP化与智能化架构规划建设，文件域制播系统已全面IT化。因此，这些系统已具备良好的弹性与集约性，不需要额外的轻量化设计。基于此，本指南所描述的轻量化制播系统，重点聚焦于电视台的信号域制播系统，包括演播室系统、转播车系统、电子现场制作系统及播出系统。针对这些仍依赖专用硬件、部署重、灵活度受限的环节，提出相应的轻量化设计与优化方向。在保证播出安全和技术质量的前提下，有效降低信号域制播系统的建设与运维成本，全面提升制播业务效能与灵活性。

轻量化制播系统是一个多维度的系统性工程，其内涵涵盖技术优化、安全保障与可持续演进等维度，并通过各维度的协同作用实现整体优化。

在技术优化层面，轻量化制播系统通过对架构、工艺、流程与装备的全方位轻量化设计，核心目标是实现制播业务的降本增效。架构方面，以云化和IP化为核心，采用软硬件解耦模式，减少对专用硬件及专职操作人员的依赖，简化运维流程，从而在降低建设与运维双重成本的同时提升资源利用率。系统采用轻量化传输协议，在确保低延迟与高画质的前提下，使视音频信号能够通过标准IP网络传输，替代传统的专用SDI传输，有效降低系统复杂度与运维难度，并减少带宽占用与传输成本。工艺与流程方面，引入虚拟拍摄、AI辅助生产等技术，降低对场景、设备及人力的依赖，通过流程再造提升生产效率、缩短制作周期。装备方面，依托多功能便携终端实现单兵作业，将传统硬件功能以软件化方式承载于云平台，减少硬件投入并实现资源的高效复用。

在安全保障与可持续演进方面，轻量化制播在优化架构、简化流程、降低成本的同时，坚守播出安全与技术质量底线。通过技术适配、流程规范、安全防护等一系列举措，确保制播全流程安全可靠、节目内容质量达标。此外，轻量化制播体系具备良好的可扩展性与可升级性，能够紧跟云化、IP化、智能化技术的迭代步伐，灵活适配业务需求变化，实现系统的可持续演进，避免重复建设，为行业的长期发展提供有力支撑。

1.3 技术特征

轻量化制播系统以架构云化与 IP 化、工艺虚拟化与智能化、流程敏捷化与定制化、装备集成化与服务化为主要技术特征，实现高效、灵活、低成本的高清/超高清内容拍摄、传输、制作、存储与播出。

一是架构云化与 IP 化。以云化、IP 化技术架构为核心，配以 NDI/NVI、SRT、RTMP、RTC 等轻量化传输协议，实现采、编、播、存全流程 IP 化。

通过采用软硬件解耦方式部署业务，构建软件定义的系统架构与具备弹性伸缩能力的资源调度机制，有效降低内容制播所需的设备投入与人员配置，全面提升系统部署的灵活性与资源使用效率；通过采用“云-边-端”架构，将信号 I/O、浅压缩/深压缩转换、多画面编码等任务下沉至边缘节点，显著降低云端负载与传输带宽压力，满足业务低时延要求。

二是工艺虚拟化与智能化。通过 XR 虚拟化拍摄、便捷化制作、智能化生产，以及多端协同制播，构建集采集、制作、分发于一体的生产工艺流程，显著提升内容供给的效率与灵活性。

采用 XR 虚拟拍摄、实时渲染等先进技术，降低传统拍摄对场景、设备、人力的依赖；采用模板化、流程化的编辑工具，实现快速、标准化制作；采用人工智能技术，提升视频剪辑、慢动作制作、横转竖制作、播出一致性比对等多个环节的制播效率；通过支持多终端、多平台间的实时协同制播，实现电视端、移动端、网络端内容的融合制作。

三是流程敏捷化与定制化。以业务需求驱动，引入流程引擎和自动化编排工具，打造更加灵活的信号链路和制播流程模式，构建灵活、高效、可适配的流程体系。

通过平台重构与流程整合，实现业务流程的动态编排与按需调度，支撑内容制播全流程的智能化管理；通过制播任务由串联式向并行式、由层级式向扁平化转变，整合精简重复或低效的制播环节和岗位配置，缩短任务传递路径，提高响应速度和协同效率。

四是装备集成化与服务化。通过摄录便携化、能力集成化、功能服务化等方式，降低系统部署和调试难度，节约建设成本，实现内容制播装备的高度集成、功能丰富、操作简单、移动便携，大大降低了制播装备的建设与运维成本。

摄录便携化可以轻松实现远程移动拍摄，更易于单兵操作，极大地提升了移动拍摄的灵活性，更契合当下全媒体时代对内容生产的多元需求；能力集成化通过将录制、剪辑、直播、多机位切换、实时特效、字幕叠加、音频混音、画面分割、推流等多项功能整合于单一设备中，不仅大幅降低了硬件采购与维护成本，减少了人员配置，还提升了内容生产效率；功能服务化打破了制播系统对专业硬件的依赖，通过微服务化、容器化等技术，将传统硬件功能转化为可弹性扩展的云服务，实现制播系统软硬件资源解耦、软件能力复用和快速编排，提升系统的通用性与灵活性，赋能敏捷化内容生产。

1.4 应用场景

现阶段，轻量化制播系统推荐主要应用于新媒体制作、录播节目以及非时政类直播节目等。各电视台可根据本单位实际情况考虑轻量化制播系统的具体应用场景。随着轻量化制播系统应用的逐步成熟，其支撑的业务场景将不断拓展，逐步向大型综艺、重要体育赛事转播等业务延伸，最终演进成为电视台的主要制播系统。以下列举了几类比较适合开展轻量化制播系统应用的节目制作场景。

1.4.1 日常融媒直播场景

日常融媒直播场景具有机动性强、时效要求高、场景碎片化、使用频次高等特点，传统新闻转播车模式难以适配新媒体“短平快”的业务节奏。日常融媒直播通常采用精简高效的团队配置，前方采编团队一般由 1 名记者和 1 名摄像员组成，配备手机、摄像机、5G 背包等轻量化采编设备，将现场画面通过 5G 网络实时回传云端；后方制作团队包含 1 名节目编导和 1 名

技术人员，节目编导配置一上网笔记本电脑，承担信号切换、字幕包装、播出、通话调度及直播间推流等工作，技术人员负责信号调度与应急处置。前后方团队高效协同，直播时长为1~2小时。

1.4.2 演播室录播类节目制作场景

演播室录播类节目制作场景与直播节目不同，录播模式具备安全播出风险较低的特点，整个制作流程可以在相对从容的节奏中完成。此外，这类场景通常呈现两大特点：一是制作周期相对宽松但场次密集，演播室往往一天内需完成多个排期节目录制，要求系统能够在不同节目之间快速切换配置、高效流转；二是制作标准趋于精细化，由于有充分的后期打磨空间，前期拍摄往往追求多机位、多角度、高质量的画面采集，为后期剪辑预留充足素材。

因此，在录播场景下，轻量化制播系统可根据节目需求灵活调整系统配置，多个节目交替录制时也能实现快速衔接。其次，轻量化制播系统以远低于传统演播室设备的投入成本，即可实现多机位同步录制、实时切换、多通道独立采集等专业功能，真正做到低投入、高产出。

1.4.3 民生类直播节目制作场景

民生类直播节目制作场景的拍摄环境复杂，镜头常常深入社区街道、居民家中、田间地头、菜市场等真实生活场景，这些场景空间狭小、人员复杂、光线条件不可控，传统的演播室拍摄设备和复杂布光方案难以施展，要求设备具备极强的场景适应能力。轻量化制播系统将摄像机、采集、录制、监听等核心功能集成于紧凑便携的设备之中，无论是穿梭于老旧小区楼道，还是在狭小的店铺内取景，都能灵活自如、不受空间限制。更重要的是，这类系统通常具备优秀的低照度表现和自动跟焦能力，能够在复杂光线环境下依然捕捉到清晰自然的画面，同时操作界面简洁友好，小型团队即可独立完成从拍摄到成片的全部流程，大幅降低了人力成本和时间投入。

1.4.4 一般赛事直转播制作场景

一般赛事直转播制作，是指针对城市马拉松、群众性体育赛事等中等规模体育赛事的现场制作与播出。这类节目既有一定的专业播出要求，又区别于顶级赛事的超大规模制作，具有场次多、赛程密、部署地点分散、单场预算较低等特点。从制播系统需求来看，此类节目对机动性、部署效率、成本控制提出了更高要求，既需要保证多机位切换、实时字幕包装、慢动作回放等基本播出质量，又存在多场活动需要同时直播的情况。因此，要求制播系统具备高机动、易调试、成本低的特点，非常适合采用轻量化制播方案。轻量化制播方案仅需3~5名摄像人员和1~2名制作人员，短时间即可完成搭建，采用云端导切，多平台同步分发，可同时支撑多场赛事，大幅提升了生产传播效率。

1.4.5 新闻节目快速生产场景

新闻节目快速生产场景以“快速传递事实”为核心目标，呈现三大特点：一是时效性较高，从事件发生到信号播出，窗口期往往以分钟计算，制作系统必须能够“开机即用、到场即播”；二是现场环境复杂多变，突发新闻常发生在户外、交通枢纽、灾害现场等非受控环境，电力供应不稳定、网络条件参差不齐、空间局促，要求设备具备高度的环境适应能力和抗干扰能力；三是采编播一体化高度压缩，前方记者往往身兼采集、编辑、传输多重角色，后方则需要快速完成信号接入、切换、包装、分发等一系列动作，全流程必须在极短时间内高效协同，容错空间极小。

轻量化制播系统采用便携式摄像机和高度集成化设备，方便记者或摄制团队携带至现场，短时间内便能搭建起具备专业级制作能力的移动演播室。更重要的是，这类系统通常具备多网

聚合传输能力，能够在 Wi-Fi、4G/5G、有线网络中智能切换、捆绑传输，确保在复杂网络环境下依然稳定回传高质量信号；同时，集成化设备大大缩减了业务流程，小型团队即可完成导播切换与推流发布，大幅缩短了从采编到播出的时间。

2 总体设计

2.1 总体技术架构

电视台传统制播系统通常由采集拍摄系统、后期制作系统、播出系统和媒资系统等组成，如图 1 所示。其中，采集拍摄系统涵盖演播室、转播车、电子现场制作系统及移动摄录系统，支撑多场景、多形态的信号域视音频采集与制作；后期制作系统采用制作网或者制播云架构，实现素材与节目成品的文件化传输、编辑、交换与保存；播出系统实现文件化播出和直播信号播出，负责将成品节目向多平台分发与传输；媒资系统负责面向不同业务部门提供专业化媒体资源管理服务。

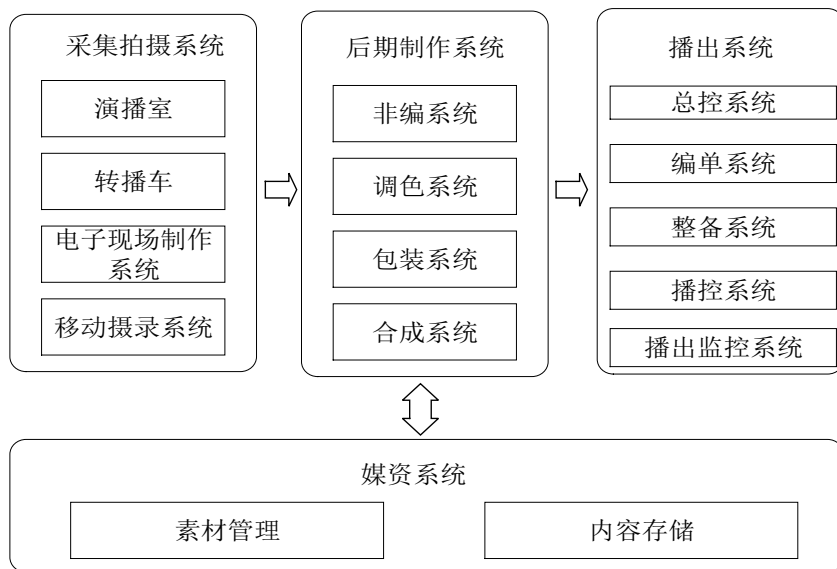


图 1 电视台典型传统制播系统技术框图

轻量化制播系统采用云化、IP 化技术架构，通过轻量化传输协议、云化制作、虚拟包装、AI 辅助制作、制播设备集约化等多种技术手段协同应用，重点实现演播室系统、转播车系统、电子现场制作系统、播出系统等信号域制播系统的轻量化设计与建设，其技术架构如图 2 所示。该技术架构重点体现电视台信号域制播系统中本指南推荐开展轻量化设计建设的各分系统或部分，后期制作、媒资等文件域制播系统不作体现。

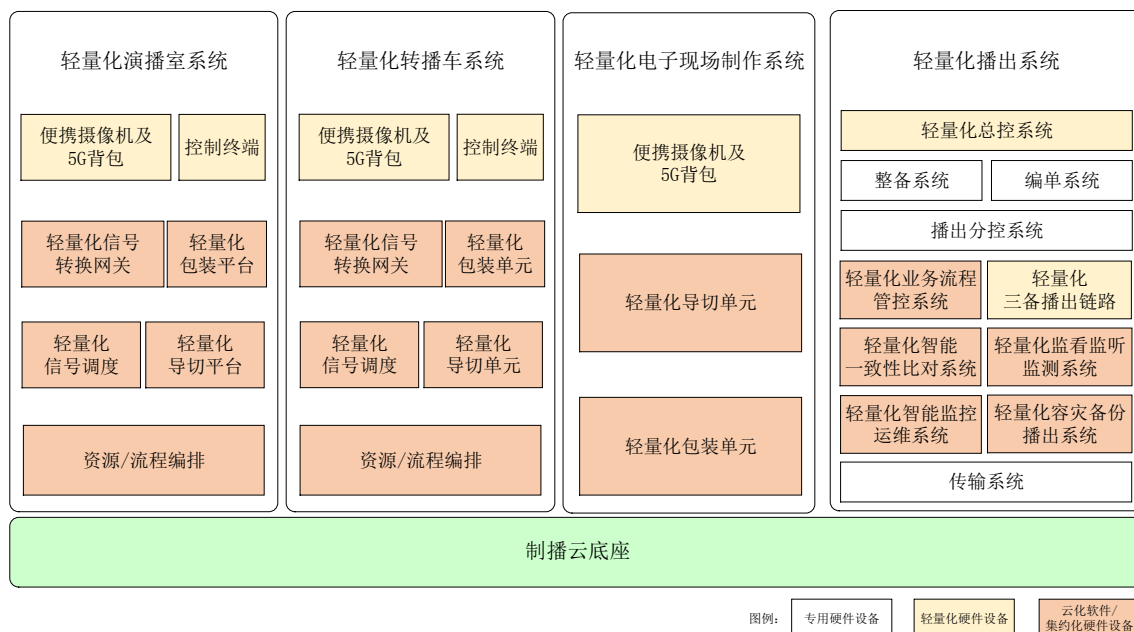


图 2 轻量化制播系统技术框图

轻量化制播系统主要由制播云底座、轻量化演播室系统、轻量化转播车系统、轻量化电子现场制作系统和轻量化播出系统组成。

(1) 制播云底座

制播云底座作为轻量化制播系统的技术能力基座，为演播室、播出等业务系统提供基础云资源、媒体处理和 AI 能力。电视台可根据单位实际情况选择建设支撑全台业务的统一云底座，或选择建设只服务于部分业务的系统云底座。

(2) 轻量化演播室系统

轻量化演播室系统以云化、IP 化为核心，其系统内信号传输协议不再以 SDI 或 ST2110 协议为主，而是以 NDI/NVI、SRT、RTMP、RTC 等轻量化传输协议为主要信号传输协议，整合信号采集、归一处理、轻量化导切、轻量化包装与多渠道分发全流程，可灵活高效地满足新闻直播、访谈节目、专题节目、综艺演出等固定场景类节目的生产需求。

(3) 轻量化转播车系统

轻量化转播车系统设计思路与轻量化演播室系统基本一致，在车体选择上采用中小型车辆作为载体，实现“随时随地直播制作”，无需固定的转播场地，可灵活应用于各类移动化、临时性的直播场景。

(4) 轻量化电子现场制作系统

轻量化电子现场制作系统的技术路线在架构、工艺、流程等方面与轻量化转播车系统一致，其核心设计为轻量化导切单元，重点实现装备轻量化。通过设备的高度集约化设计，一台或者一套高集成主机或系统即可接入活动现场摄像机、素材播放、现场话筒、移动拍摄回传等信号。该系统可快速在临时直播间、活动现场搭建，1~2 人即可完成系统部署，是“移动制作工具箱”，适合高频、灵活的直播制作场景，满足快速响应与低成本直播业务需求。

(5) 轻量化播出系统

轻量化播出系统聚焦 IP 化建设方向，以增加轻量化传输协议为主要技术路线，并充分融合人工智能技术，全面提升系统的先进性与实用性。轻量化播出系统主要在总控系统、三备链路、监看监听监测、监控运维、一致性比对、容灾备份、业务流程管控等方面开展轻量化设计建设。同时，为保障安全播出要求，轻量化播出系统整体架构建议采用 ST2110 协议与 NDI/NVI 等轻量化传输协议协同构建的一体化播出系统。

2.2 总体技术要求

2.2.1 总体原则与技术路线

轻量化制播系统建设应以保证安全播出和高质量视音频为前提，其规划、设计、建设和使用，应满足国家关于安全播出、网络安全、数据安全等方面的有关要求和规定。

轻量化制播系统全面引入云化、IP化、智能化等新一代信息技术，在保障视音频技术指标、不影响技术服务质量、不弱化安全保障能力的基础上，统筹考虑从采集拍摄、信号传输、现场制作到播出分发的全链条系统建设，能够响应全媒体时代灵活多变的内容生产需求。

2.2.2 系统性能与质量保障要求

轻量化制播系统建设需强化运行稳定性、业务连续性与系统可扩展性，保障制播业务7×24小时可靠运行，确保系统性能指标与服务质量满足高清/超高清制播要求。

同时，轻量化制播系统应具备弹性扩展能力，支持在不中断业务的前提下，根据业务增长需求进行计算、存储、网络资源的横向扩展，实现资源的按需调度与快速伸缩。

2.2.3 大小屏融合制播技术要求

轻量化制播系统建设应实现大小屏内容的融合制作与一体化分发，既满足大屏播出的安全规范与画质指标要求，也兼顾小屏分发的流畅体验，支撑形成协同高效、双向赋能的大小屏融合发展格局。

2.2.4 分级分类设计要求

轻量化制播系统建设应以解决实际业务痛点为导向，分级分类有针对性地选择技术路径与建设重点。不同规模、层级的制播机构应在云平台规划、系统设计、硬件配置等多方面综合考量，因地制宜地规划建设方案。

2.2.5 安全与运维保障要求

轻量化制播系统应建立与云化、IP化特性相匹配的安全防护体系，保障制播系统安全稳定运行。

2.2.6 视频信号指标与技术参数要求

轻量化制播系统中互联网信号和局域网信号的传输协议、编码方式、时延应符合表1的要求。

表1 轻量化制播系统视频信号指标与技术参数

信号源名称	传输协议	编码格式	时延
互联网 传输信号	SRT/RTMP等	● 4K超高清信号 分辨率：3840×2160 帧率：50P 编码格式：AVS2或编码效率相当的视频 编码格式 典型码率：不低于36Mbps，宜采用50Mbps	从外场摄像机采集端到 轻量化信号转换网关的 时延不超过1秒。

表1（续）

信号源名称	传输协议	编码格式	时延
互联网 传输信号	SRT/RTMP等	<ul style="list-style-type: none"> ● 高清信号 分辨率：1920×1080 帧率：25P/50i 编码格式：AVS2或编码效率相当的视频 编码格式 典型码率：不低于8Mbps，宜采用10Mbps	从外场摄像机采集端到轻量化信号转换网关的时延不超过1秒。
局域网 传输信号	NDI/NVI等	<ul style="list-style-type: none"> ● 4K超高清信号 分辨率：3840×2160 帧率：50P 编码格式：NDI HB（Speed HQ）、NVI-HF 典型码率：250~350 Mbps <ul style="list-style-type: none"> ● 高清信号 分辨率：1920×1080 帧率：25P/50i 编码格式：NDI HB（Speed HQ）、NVI-HF 典型码率：100~150 Mbps	轻量化信号转换网关到轻量化导切系统的时延不超过100毫秒。

2.3 预期效果分析

轻量化制播系统相较于传统制播系统，将在建设和运维成本、人员配置、生产效率与灵活性及技术先进性等多个维度上展现出显著优势。

在系统建设和运维成本方面，采用通用 IT 服务器、以太网交换机与软件定义架构，减少专用硬件依赖；以轻量化传输协议替代传统无压缩传输，切换、矩阵、多画面等核心功能由软件或集约化设备实现，显著降低建设与运维成本。

在人员配置方面，通过装备集成化与软件化、流程编排自动化，有效缩减业务流程和人员配置。

在生产效率与灵活性方面，通过流程引擎、自动化编排及软件定义路由，实现快速调度响应；采用 SRT、RTMP 等轻量化传输协议，可依托公网传输，无需专用光纤，远程制作部署从数天缩短至数小时。支持虚拟化拍摄与多端远程协同，打破地域限制；内容可通过云端分发平台直达播出端或发布端，采、编、播、存全流程贯通。

在技术先进性方面，轻量化制播系统与当前媒体行业正在推进的“技术中台化、数据资产化、生产智能化”方向一致，与 5G/6G、算力网络、AI 大模型等技术发展方向契合，将为电视

台的转型升级提供可持续技术支撑。

3 轻量化演播室系统

3.1 系统概述

轻量化演播室系统以 NDI/NVI、SRT、RTMP、RTC 等轻量化传输协议为信号交换基础，围绕信号接入、标准化处理、智能调度、精简导播、快速包装以及跨平台分发等核心环节进行一体化设计。

3.2 技术架构

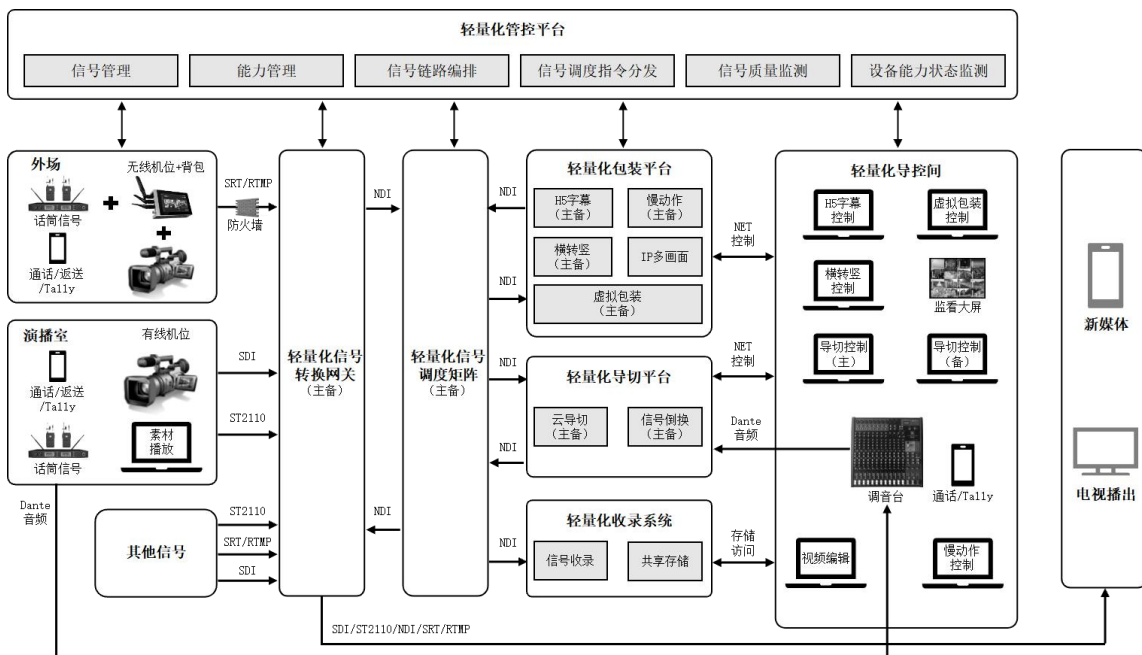


图 3 轻量化演播室系统技术架构图

轻量化演播室系统的技术架构如图 3 所示（以 NDI 作为核心信号传输协议为例），整套系统的核心功能包含如下：

（1）**信号采集：**包含外场摄像机或手机拍摄回传信号、演播室内场摄像机信号、素材播放信号及其他信号（如总控信号、网络直播流信号）等，信号采集设备在信号格式方面可支持 SRT、NDI/NVI 等轻量化信号传输协议；

（2）**轻量化信号转换网关：**实现对采集的各类信号进行协议和格式转换，将采集的 SDI、ST2110、SRT、RTMP、NDI/NVI 等信号进行汇聚并归一化处理为 NDI/NVI 信号。轻量化信号转换网关可采用云化部署方式建设，也可用硬件设备实现；

（3）**轻量化信号调度矩阵：**对 NDI/NVI 信号进行统一调度分配。轻量化信号调度矩阵可采用云化部署方式建设，也可用硬件设备实现；

（4）**轻量化导切系统：**整套系统的制作核心，负责对多路信号源进行导播切换，同时与轻量化包装平台配合实现成品节目信号制作。轻量化导切系统可采用云化部署方式建设，也可用一体化多功能导切硬件设备实现；

（5）**轻量化包装系统：**深度融合 H5 字幕包装、慢动作即时回放、横竖屏智能转换、虚拟包装制作、AI 调色灯光视效、IP 多画面智能监看等核心能力，为节目制作提供支撑；

（6）**轻量化收录系统：**实现对采集拍摄信号和演播室成品节目信号的同步收录与存储，可以通过视频编辑系统进行节目后期制作或集锦短视频生产等；

(7) 轻量化导控间：轻量化导控间是导演、导播等制作人员进行节目制作的物理空间，主要包括导切控制/横转竖控制/H5 字幕控制/虚拟包装控制电脑、AI 调色灯光视效控制电脑、慢动作控制面板及监看大屏、调音台等设备，以及信号制作过程中的通话/Tally 设备等；

(8) 轻量化管控平台：实现演播室基础资源按需分配、信号链路编排调度、信号质量及系统状态监控、异常告警等。

在业务流程设计方面，轻量化演播室通常采用视音频分离制作的方式，典型制作流程如下：

(1) 视频制作流程

1) 外场回传的信号、演播室本地拍摄的信号、总控系统提供的信号等演播室各类采集信号，统一进入轻量化信号转换网关，将各类信号归一处理转换成 NDI/NVI 信号，降低后续制作的复杂度；

2) 归一化后的 NDI/NVI 信号通过轻量化信号调度矩阵进行信号调度分配，输出至轻量化导切平台、轻量化包装平台进行节目制作，其中轻量化包装平台主要负责图文字幕、虚拟包装、慢动作、横转竖等辅助制作工作，部分包装类信号由轻量化导切平台进行最终视频效果叠加。

(2) 音频制作流程

1) 外场回传的 IP 流信号由轻量化信号转换网关进行音频解嵌，演播室音频采集以无线话筒和播音话筒为主，所有音频信号进入调音台进行音频制作，主要使用 Dante 协议；

2) 调音台制作完成的数字音频信号输出至轻量化导切平台，进行音频信号与视频信号的加嵌处理，合成最终的成品节目 PGM 信号。

轻量化演播室制作完成的成品节目 PGM 信号、无字幕版 Clean 信号、外来全画幅信号等返回到 IP 信号调度矩阵，进行信号二次调度，需要收录的信号由轻量化收录系统进行收录（用于后续制播），需要播出分发的信号通过轻量化转换网关进行按需转换，向台内电视播出系统、新媒体平台等提供符合要求的成品节目 PGM 信号。

3.3 系统部署

轻量化演播室系统通常部署在台内，系统的核心服务能力均采用“虚拟化云平台+操控终端”的部署方式，具备硬件通用、部署快速、弹性伸缩、高可用、易运维等优点。如果不具备云平台部署条件，也可采用集约化硬件设备方式建设。

系统中的关键能力和服务均采用主备冗余方式，保证系统链路的一致性及安全性。

演播室导控间的制作人员采用笔记本电脑、操作面板等轻量化终端进行远程操控，不受空间限制，多岗位之间可以实现同地或异地协同操作。

3.4 功能要求

(1) 信号采集

信号采集主要负责内容的拍摄和传输，以及其他信号的汇聚接入。其核心功能包括：

支持外场拍摄回传，包括外场摄像机+背包回传、手机拍摄回传等，采用 SRT、RTMP 等协议传输，支持互联网专线、多网聚合传输等方式，服务于现场报道、移动直播、记者连线等场景；

- 支持演播室采集拍摄，包括演播室摄像机（SDI/ST2110）、话筒等，满足演播室多机位拍摄与音频采集需求；根据不同的拍摄场景支持领夹话筒、手持话筒、播音话筒、机头话筒等；支持电脑音乐、垫片素材音频等；
- 支持其他信号接入，包括各种外来的 SDI、ST2110、SRT、RTMP 等协议信号，满足演播室制作需求。

(2) 轻量化信号转换网关

轻量化信号转换网关主要实现 SDI、ST2110、SRT、RTMP 等格式信号与 NDI/NVI 信号的相

互转换，一方面为演播室制作提供统一的 NDI/NVI 信号源，另一方面将演播室成品节目 PGM 信号转换为不同的协议和格式向下游系统分发。其核心功能包括：

- 支持 SDI、ST2110 无压缩信号，NDI/NVI 浅压缩信号，SRT/RTMP 深压缩信号之间的相互转换；
- 支持不同拍摄机位、不同回传链路的 SRT 流信号时间对齐功能；
- 支持 SDI 基带信号输入并转换为 IP 信号，支持将 IP 信号解码输出为 SDI 基带信号；
- 支持卡侬（XLR）音频信号和 Dante、NDI/NVI 等 IP 化音频格式互相转换，支持将 IP 流中的音频进行解嵌后单独输出；
- 支持 4K 超高清/高清格式及上下变换。

（3）轻量化信号调度矩阵

轻量化信号调度矩阵主要负责 NDI/NVI 等 IP 信号的灵活路由和调度。其核心功能包括：

- 支持对 NDI/NVI 信号流的输入、输出管理；
- 支持输入信号绑组，提供输入、输出信号按组划分功能；
- 支持按照信号分组进行信号调度控制；

（4）轻量化导切平台

轻量化导切平台是轻量化演播室系统的制作核心，负责多路信号源的实时切换、台标字幕叠加、多视窗拼接、音频信号处理、推流输出等。其核心功能包括：

- 支持多种信源，包括 IP 流信号、直播连线、图文、多视窗、虚拟、数字人等；
- 支持 NDI/NVI 等多种 IP 流信号协议，可以对多路网络拉流信号进行导切；
- 支持对画面进行裁切、旋转、美颜、色键抠像、AI 抠像、热点识别、串流转发等处理；
- 支持信号缓存、无缝切换、声画同步调节、信号延时输出、信号中断垫图输出等功能；
- 支持远程制作和分布式协同功能，导播、调音、字幕可以在异地协同制作；
- 采用主备双云导切架构，主备自动切换保障播出安全。

（5）轻量化包装平台

轻量化包装平台负责视频画面的各类包装及效果制作，提升直播制作效率及内容质量，根据不同栏目需求可以选择一种或多种处理能力。其核心功能包括：

- H5 字幕：基于浏览器对字幕实时解析和渲染，快速完成直播节目的字幕内容呈现；预置新闻、财经、体育、跑码、滚屏、唱词、时钟等常用模板，提供编辑替换功能；支持与视频叠加预览，实现精准调整；支持基于浏览器页面进行字幕播控，实现多岗位、分布式协同；支持实时接入外部系统数据，满足体育赛事、财经、电竞等动态数据展示场景；
- 智能横转竖：基于人工智能技术将横屏信号裁切转换为竖屏信号，支持将横屏拍摄画面裁切为竖屏画面用于后续的竖屏制作，或者将横屏 PGM 信号裁切为竖屏信号进行新媒体直播；支持 AI 自动裁切模式和手动裁切模式，支持在使用过程中进行模式切换，切换过程输出无缝平滑；支持通过面部特征追踪，构建动态防裁切保护区，实现“智能防切脸”功能；除了智能横转竖之外，还应支持原生竖屏制作，支持竖屏分辨率（如 1080×1920）的摄像机采集、信号调度、导切、包装及推流全流程；
- 虚拟包装：突破物理空间限制，构建沉浸式虚实共生场景，实现演播室延展、舞台创意升级、赛事数据可视化等画面效果；内置沉浸式全景仿真合成系统，并对采集画面、渲染画面与 AR 前景进行画面合成、融合、裁剪与颜色还原，完成虚拟制片；支持 obj、skp、3ds、fbx 等格式的三维模型导入和编辑；支持摄像机、流媒体等信号输入、切换与播控；支持虚拟元素与现实场景结合，支持柱图、饼图、曲线图等图形与曲线作为前景叠加；

- 慢动作：主要应用于体育赛事转播制作，定格比赛画面关键瞬间，对比赛中的高光时刻进行放大，对技术动作进行分析；支持通过 AI 插帧技术，将普通摄像机拍摄的视频实时转换为流畅的慢动作画面；
- IP 多画面：主要负责 NDI/NVI 等 IP 流信号的视频画面监看；支持输入 4K、高清等多种分辨率的视频信号，支持输出 4K 以上分辨率的拼接监看画面，支持将拼接画面封装为 NDI/NVI 流信号；支持多路 IP 流信号同屏监看，支持多种画面布局方式。

(6) 轻量化收录系统

轻量化收录系统支持将信号集中收录，收录后的文件通过编辑软件可以快速进行剪辑、合成。其核心功能包括：

- 信号收录：支持对单路或多路 NDI/NVI 流信号进行收录；支持 4K 和高清信号收录；支持将收录文件自动存储至收录系统本地硬盘或网络共享存储中；
- 共享存储：提供网络共享存储功能，支持 CIFS/NFS/FTP 等存储协议，支持万兆网络接入；具备条带、镜像、EC 纠删码等多种存储保护策略。

(7) 轻量化导控间

轻量化导控间主要包括轻量化演播室的操作控制端，以远程控制方式为主，便于在不同的导控间进行直播制作。其核心功能包括：

- 视频制作：通过导切操作/字幕播控/包装控制电脑、慢动作控制面板等进行视频制作，操作延时在 100ms 以内；
- 音频制作：通过调音台进行音频制作和监听，支持多信源混音、增益调整、响度控制、延时处理、音频监听等，接口支持本地卡侬（XLR）、Dante、USB 等，支持单播/组播等 Dante Controller 路由；
- 多画面监看：通过 NDI/NVI 转换盒将后台拼接完成的多画面输出至大屏幕进行监看；
- 通话协同：通过移动终端实现导演、导播、摄像、记者、主持人等人员之间的通话以及演播室画面返送、Tally 状态显示等；支持通话分组等通话管理控制功能；支持通过文字和颜色等显示 Tally 状态。
- 信号收录：对信号进行收录，收录后的文件存储在本地硬盘或网络共享存储中；
- 视频编辑：对收录后的文件进行后期剪辑制作，生成节目成片或新媒体短视频等。

(8) 轻量化管控平台

轻量化管控平台负责轻量化演播室相关制播云资源的管理和按需分配，以及信号链路的编排、信号调度、信号质量及系统状态监控、异常告警等。其核心功能包括：

- 支持各类任务及审核流程管理，支持自定义审核流程中的审核节点与审核人；
- 支持虚拟机的自动化管理，支持自定义虚拟机模板，并可根据业务需求一键完成常规业务软件或信号处理软件虚拟机的创建、开机、关机、重启与销毁操作；
- 支持通用工作站及专用硬件设备的定义和管理；
- 支持信号调度管理，支持信号调度任务创建、任务审核准入、任务自动执行，支持任务执行、中止、重建、释放能力等操作；
- 支持任务链路联通状态的检测，并可对信号中断状态进行实时报警；
- 支持能力实例的自动注册、注销，支持能力实例业务参数的联动更新；
- 支持对平台资源使用情况、能力使用情况、累计任务数据及用户消费情况进行分类、分用户统计分析，支持使用量预警。

4 轻量化转播车系统

4.1 系统概述

轻量化转播车系统以中小型车辆为载体，无需依赖固定演播室场地，可实现随时随地直播制作，具备部署灵活、响应迅速、移动性强等特点，适用于各类移动化、临时性直播场景。

轻量化转播车系统在保障高质量与高安全的前提下，通过高度集成化设计、全流程 IP 化架构与模块化功能配置，实现对传统转播车的集约化重构，有效降低系统建设和使用成本，提升机动灵活性和制作效率。

4.2 技术架构

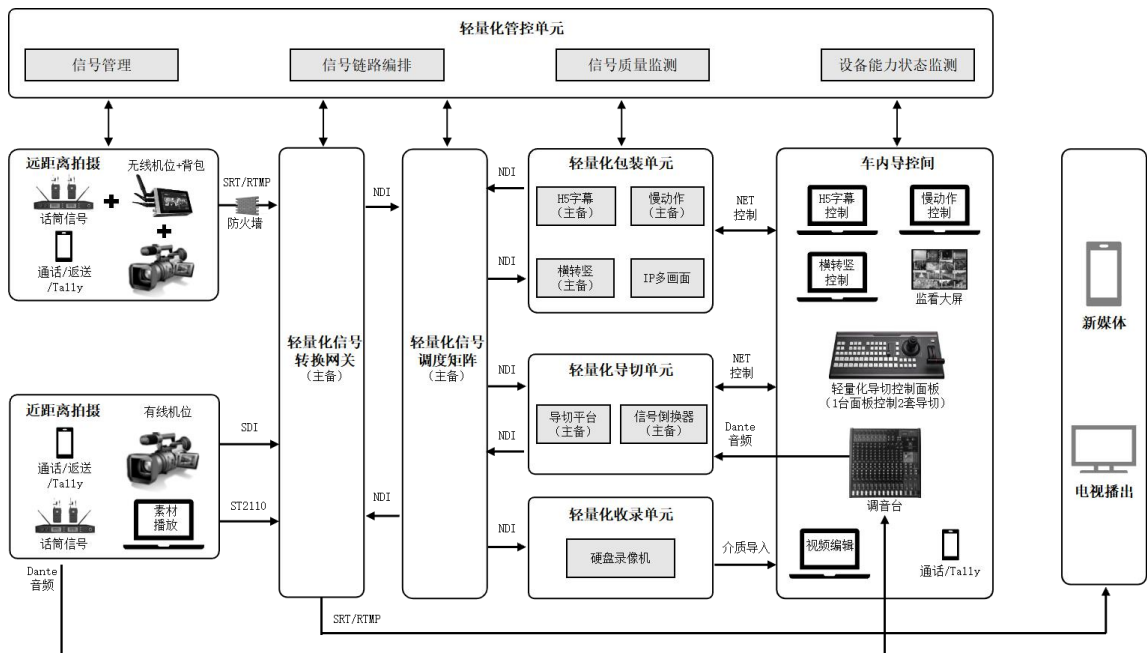


图 4 轻量化转播车系统技术架构图

轻量化转播车系统的技术架构如图 4 所示（以 NDI 作为核心信号传输协议为例）。

轻量化转播车系统定位于“移动的演播室”，因此车内视音频系统的模块构成与轻量化演播室基本一致，但是根据实际的使用环境进行了“小型化裁剪”，以物理设备部署为主。系统的核心功能包括：

（1）**信号采集：**包括活动现场远距离摄像机或手机拍摄回传信号、转播车旁边近距离拍摄的信号等，少数情况下还包括异地拍摄/制作的信号等；

（2）**轻量化信号转换网关：**实现对采集的各类信号进行协议和格式转换，将采集的 SDI、SRT、RTMP、NDI/NVI 等信号进行汇聚并归一化处理为 NDI/NVI 信号；将车内信号转换为 SRT/RTMP 流用于回传或分发等；

（3）**轻量化信号调度矩阵：**对 NDI/NVI 信号进行统一的调度分配；

（4）**轻量化导切单元：**负责对多路信号进行导播切换，同时与轻量化包装单元配合实现成品节目信号制作；

（5）**轻量化包装单元：**提供 H5 字幕包装、慢动作即时回放、横竖屏智能转换、IP 多画面智能监看等核心能力，以小型机架式设备为主，为节目制作提供支撑；

（6）**轻量化收录单元：**实现对采集拍摄信号和转播车成品节目信号的同步收录与存储，以硬盘录像机收录到本地硬盘为主。必要时可以通过笔记本电脑移动非编进行节目后期制作或集锦短视频生产等；

(7) 车内导控间：车内导控间是导演、导播等制作人员进行节目制作的物理空间，主要包括导切操作/横转竖操作/字幕播控/慢动作控制面板或电脑、监看大屏、调音台等设备，以及信号制作过程中的通话协同设备等；

(8) 轻量化管控单元：实现车内信号链路编排调度、信号质量及系统状态监控、异常告警等。

轻量化转播车系统在活动现场制作完成的成品节目 PGM 信号、无字幕版 Clean 信号等，通过 SRT/RTMP 等协议回传至台内总控系统，由总控系统统一调配，为电视播出、新媒体平台等提供信号。

4.3 车体设计

轻量化转播车系统的车体选型应统筹兼顾直播场景、设备负载及交通通行需求。车体设计既要满足户外复杂环境下的快速移动和部署需求，又须通过科学的内部空间规划，确保核心设备运行安全并为导控人员提供符合广电标准的作业空间。

轻量化转播车内部采用 19 英寸标准机柜并集成专业级减震系统，以有效抵御行驶颠簸对设备的物理损伤。电力保障方面，车内配备独立不间断电源，确保户外突发断电场景下的业务连续性。此外，车身须经过静电屏蔽与隔音降噪专项工艺处理，构建低噪声、高标准的专业导控工作环境。

在具体实施中，应根据业务规模采取分级选型策略。针对 4~8 机位的轻量化直播场景，首选车长 6 米以内的小型客车底盘，可容纳 2~3 人操作核心设备，具备灵活机动、部署快捷及维护成本低的优势，可作为应急直播和中小型直播的首选。针对 8 机位以上及需中小型团队协同的场景，推荐选用 6~7 米的中型客车底盘，利用其宽敞的内部空间进行定制化布局，兼顾大容量设备承载与多工位操作的便捷性。

4.4 系统部署

受限于轻量化转播车有限的物理空间、电力供给及制冷散热条件，不建议在车内环境部署高能耗的虚拟化云平台，核心处理设备主要采取本地化单机部署模式，统一安装在 19 英寸标准机柜内。通过物理隔离与直接部署，在降低系统复杂度的同时，确保设备在极端环境下具备更高的热稳定性与抗干扰能力。

车内导控间应根据业务属性采取差异化控制方案。针对 H5 动态包装字幕、智能“横转竖”适配等基于 Web 或 AI 算法的业务，采用笔记本电脑远程控制，提升参数调整的灵活性；针对导切平台、慢动作回放等对实时性与盲操精度要求极高的核心业务，采用物理硬件面板操控对应的主机。

收录单元配置高性能硬盘录像机，实现基带或 IP 信号的本地文件存储。收录产生的媒体文件可通过物理介质或高速局域网快速导入移动非编终端，提升移动场景下的内容制作效率。

4.5 功能要求

轻量化转播车系统的功能要求与轻量化演播室系统基本相同，考虑到轻量化转播车移动化制作场景和转播车内空间布局限制，与轻量化演播室系统相比各有侧重，而且相关设备也需要进行“小型化”裁剪和“单机化”部署。具体说明及功能要求如下。

(1) 信号采集

轻量化转播车多用于活动现场直播制作，场地较大，所以摄像机需要配置更多的长焦镜头、广角镜头；转播车周围距离较近的机位，优先使用 SDI 线缆进行摄像机信号传输；对于大型会议、体育赛事等场地较大的活动，考虑到综合布线成本，远距离机位优先采用背包无线传输或以太网专网传输。

(2) 轻量化信号转换网关

轻量化信号转换网关的功能要求与轻量化演播室基本一致。由于仅需处理本车需要的信号，信号数量规模较小，所需的转换网关数量及性能要求较台内演播室转换网关更低。

此外，轻量化转播车以 SDI 信号、网络回传的深度学习流以及车内的 NDI/NVI 浅压缩流为主，预算有限时建设千兆局域网即可。

(3) 轻量化信号调度矩阵

轻量化信号调度矩阵的功能要求与轻量化演播室基本一致。由于仅处理本车需要的信号，信号调度规模较小，所需的转换网关数量及性能要求较台内演播室转换网关更低，信号路由配置完成后也相对固定。

(4) 轻量化导切单元

轻量化导切单元采用本地化单机部署，功能要求与轻量化演播室基本一致。

(5) 轻量化包装单元

轻量化转播车受限于车内物理空间、岗位布置和现场的灯光环境，直播制作时前景包装效果较少，也不具备虚拟演播室的拍摄和抠像制作条件，因此转播车上通常不配置虚拟包装设备，H5 字幕、横转竖、慢动作等也可根据实际需求进行选配。相关功能要求与轻量化演播室系统基本一致。

IP 多画面功能属于直播制作中的必配功能，轻量化转播车内的 IP 多画面采用实体机进行部署，可以直接通过 HDMI 接口将信号输出至监看大屏。

(6) 轻量化收录单元

轻量化收录单元以配备本地硬盘的硬盘录像机为主，需要支持完整收录成品节目 PGM 信号、多路摄像机位信号等；支持高稳定不间断录制，具备掉电保护、异常自动恢复、冗余录制等安全机制，确保直播过程素材不丢失、不中断；支持 4K、高清信号收录，格式标准、画质完整、音画同步。

收录文件可直接导入移动编辑系统，用于节目粗剪/精剪等后期制作。

(7) 车内导控间

考虑到车辆的移动部署和设备运输需求，导控间优先采用硬件面板等可固定、稳定性高的操作终端，例如信号导切、慢动作、调音台等均采用实体推子与按键，电脑操控可作为备份。

由于转播车的导切单元和导控间都部署在车内，距离很近，操作终端与后台设备之间也以控制线缆进行连接。

轻量化转播车系统同样支持通过移动终端进行通话、Tally 状态提示、PGM 画面返送等。

(8) 轻量化管控单元

轻量化转播车系统具有“部署快、周期短、调试急”的特点，相关功能以本地化单机部署为主，车内轻量化管控单元主要实现车内信号链路编排调度、信号质量及系统状态监控、异常告警等，不需要复杂的制播云资源管理、任务审核管理等。

5 轻量化电子现场制作系统

5.1 系统概述

轻量化电子现场制作系统定位于便携式的“移动制作工具箱”，是一种摆脱固定场地与车辆载体依赖的便捷现场制作系统。通过设备轻量化，依托一台性能高度集成、功能丰富完备的轻量化导切单元，有效替代传统转播所需的多台设备，凭借极简架构，仅需 1 至 2 名操作人员即可在各类临时场景下完成快速部署和业务构建，适用于高频、灵活、低成本的移动直播和转播场景。

5.2 技术架构

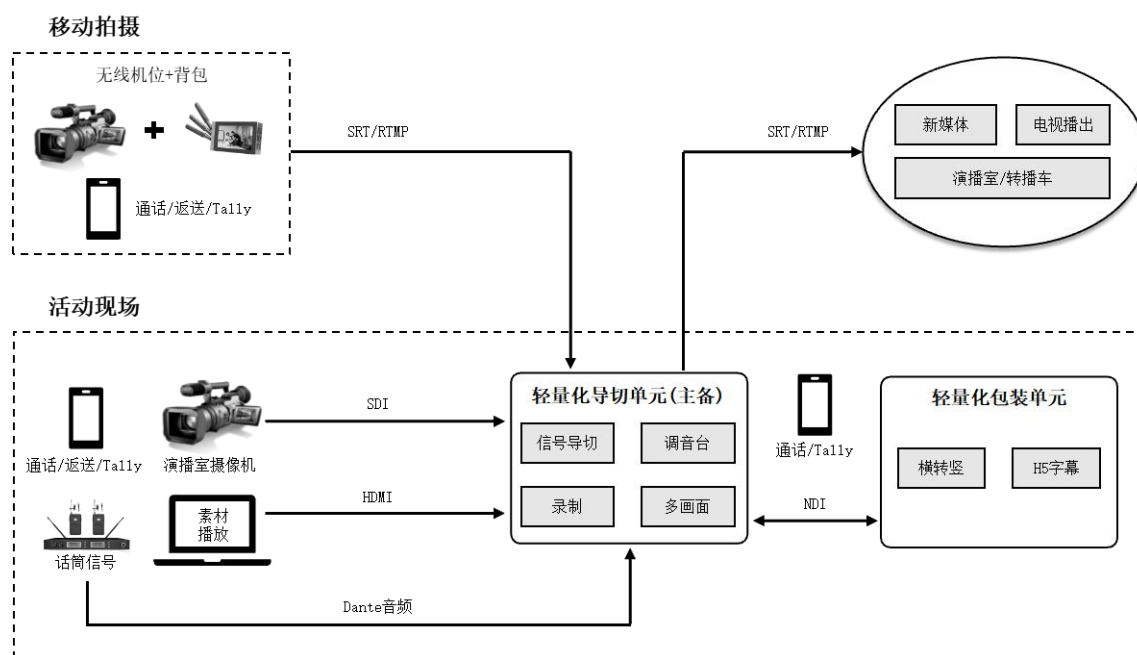


图 5 轻量化电子现场制作系统技术架构图

轻量化电子现场制作系统的技术架构如图 5 所示（以 NDI 作为核心信号传输协议为例）。轻量化电子现场制作系统的核心为轻量化导切单元，利用单台主机即可实现活动现场摄像机 SDI 信号、素材播放 HDMI 信号、现场话筒 Dante 音频信号、移动拍摄回传信号等的汇聚，并一体化集成视频信号导切、调音台音频制作、多画面监看、信号录制等功能，实现音视频信号制作。

制作完成的成品节目 PGM 信号、无字幕版 Clean 信号等传输至台内总控系统，然后通过电视播出或新媒体平台进行分发，或者直接推流至新媒体平台进行分发。根据不同的节目制作需求，还可以增加智能横转竖及 H5 字幕包装设备，共同完成直播制作。

此外，轻量化电子现场制作系统也可以作为现场一级制作或者备份制作系统使用，形成多系统协同、多级导切制作的工作模式。

5.3 功能要求

轻量化电子现场制作系统的集成度更高、设备数量更少，其中横转竖和 H5 字幕的功能要求与轻量化演播室系统基本一致，区别点主要在于轻量化导切单元。轻量化导切单元的核心功能包括：

- 支持一体化便携设计，支持 4K、高清的横屏和竖屏直播制作；
- 支持信源监看、设备状态监看、多信源切换、DSK 叠加、字幕播控、DDR 播控、数字人、AI、调音、PTZ 控制、多视窗、图文、虚拟、录制、推流等功能；
- 支持信源类型包括：摄像机（SDI/HDMI）、IP 流信号、直播连线、DDR、图文、多视窗、虚拟、数字人等；
- 支持 NDI/NVI、RTMP、SRT、UDP、RTSP、HLS、RTC 等，可以对多路网络拉流信号进行导切；
- 支持对画面进行裁切、旋转、美颜、色键抠像、AI 抠像、热点识别、串流转发等处理；
- 支持多路音频处理，提供增益调节、一键静音、左右声道均衡、双声道联动调节、推前或推后监听等功能；

- 支持外接显示屏进行输入/输出信号的多画面监看，可自定义监看信号源和布局；
- 支持通过移动终端进行通话、Tally 状态提示、PGM 画面返送等。

6 轻量化播出系统

6.1 系统概述

轻量化播出系统借助NDI/NVI等轻量化传输协议构建轻量化播出链路，同时融合AI智能技术，全面提升系统的先进性与实用性。

轻量化播出系统主要由轻量化总控系统、整备系统、编单系统、播出分控系统、轻量化监看监听监测系统、轻量化智能监控运维系统、轻量化业务流程管控系统、轻量化容灾备份播出系统、传输系统等组成。其中，播出分控系统中包含了轻量化三备播出链路和轻量化一致性比对系统，播出分控系统可以根据实际情况采用物理或虚拟化形式；轻量化业务流程管控系统可以根据系统实际需求选择性规划；同时，建议有条件的单位规划建设轻量化容灾备份播出系统，系统整体满足7×24小时连续稳定节目播出要求。

轻量化播出系统通过新增对NDI/NVI等轻量化传输协议的支持，具备以下特点：

- 稳定性与一体化：继承SDI视音频一体化传输的稳定性，信号结构简单，无需复杂同步处理，端到端时延低，保障播出安全；
- IP灵活性：具备ST2110的IP网络化特性，支持信号复用、多节点共享与远程调度，大幅降低布线与硬件成本；
- 新媒体适配：原生支持IP协议，可直接对接新媒体平台与云服务，实现“一次制作、多平台分发”，拓展播出系统业务边界。

轻量化播出系统通过借助AI技术，在一致性比对、监看监听监测、监控运维等方面发挥优势，助力播出环节更安全、高效、稳定运行。

6.2 技术架构

轻量化播出系统技术架构如图6所示（以NDI作为轻量化传输协议为例）。其中，整备系统、编单系统、传输系统仍可采用传统成熟解决方案。

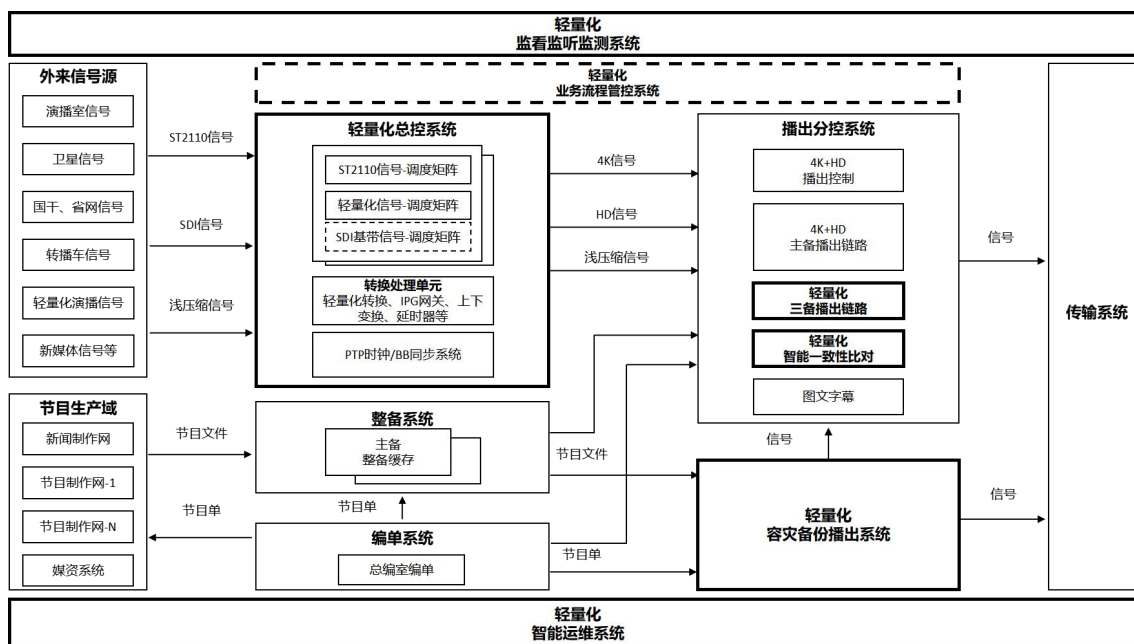


图 6 轻量化播出系统技术架构图

轻量化播出系统重点开展轻量化设计的子系统包括：

1) 轻量化总控系统

轻量化总控系统可以通过在现有或新建系统内，部署支持 NDI/NVI、SRT、RTMP 等信号的调度矩阵和相应的转换处理单元来实现，让轻量化总控系统实现兼容 ST2110、SDI、NDI/NVI、SRT、RTMP 等信号的汇聚、处理、调度工作。

2) 轻量化业务流程管控系统

轻量化业务流程管控系统以系统资源统一纳管、业务流程任务化和自动化管控、全域可视化为核心，实现对系统应用软件、物理硬件、虚拟机、容器、网络及信号调度资源集中统一管理。支持按业务规划开展任务创建与流程编排，自动生成服务能力，按需执行、弹性释放资源，提高系统自动化管理水平。

3) 轻量化三备播出链路

轻量化三备播出链路，通过采用轻量化设备、NDI/NVI 浅压缩信号与轻量化控制方式，建立与主备播出链路精准同步的播出机制，构建异构协同、安全高效的第三备份播出能力。

4) 轻量化智能一致性比对系统

轻量化智能一致性比对系统通过采用轻量化比对平台设备，支持 NDI/NVI 浅压缩比对信号输入，在传统对视频、音频通过阈值进行比对的基础上，融入 AI 技术，打破视音频异态检测的固定形态局限，进一步拓宽检测范围，提升比对准确率。

5) 轻量化监看监听监测系统

轻量化监看监听监测系统构建支持轻量化的底座平台，全面兼容 ST2110、SDI、NDI/NVI 信号，支持轻量化监看监听监测系统模块灵活自由组合，实现对视频、音频、指标的监测，通过 NDI/NVI 信号实现信号实时可视化展现。

6) 轻量化智能监控运维系统

轻量化智能监控运维系统是在传统监控系统的基础上，以数据治理与模型构建为驱动，构建机房数字孪生。同时，监测信息采集、汇聚后，系统通过 AI 技术对故障报警和系统运行日志进行分析，精准定位故障根源、评估影响范围并提供解决方案，实现从被动响应到主动预防的转变，打造轻量、智能、高效的运维管控体系。

7) 轻量化容灾备份播出系统

轻量化容灾备份播出系统采用独立紧凑的系统架构，系统自动跟随主系统运行，自动同步节目单与素材，支持无人值守模式，具备应急编单与播控能力，实现独立自主播出，部署方式既可以在同楼不同机房，也可以采用不同楼宇部署，实现异地容灾备份。轻量化容灾备份播出系统也可以通过集约化设计与第三备份融合的方式，达到安全性与经济性的统一，实现低成本、高效率的容灾保障。

6.3 功能要求

轻量化播出系统建设是在传统播出系统核心功能的基础上，通过轻量化架构、工艺、流程和设备，进一步提升播出系统的先进性和灵活性。

6.3.1 轻量化总控系统

轻量化总控系统作为轻量化播出体系的信号调度中枢，承担着台内、台外多源信号的统一汇聚、智能调度与标准化处理职能。系统需与演播室、卫星地球站、转播车、融媒体中心、收录系统及播出分控等全链路业务节点深度对接，实现不同格式、不同协议信号的无缝衔接与高效流转；同时，作为面向全台提供同步基准信源，负责提供高精度 PTP 时钟与 BB 同步信号，保障 IP 化制播环境下的帧级时序一致性，提供格式转换、同步校正、延时调整能力，为全台信号处理与业务协同提供核心支撑。

轻量化总控系统可以在已有传统总控系统或规划新建总控系统内增加轻量化信号调度矩阵，同步配置轻量化协议与 ST2110、SDI 的转换处理单元，采用灵活适配、软硬兼顾的轻量化部署思路，轻量化信号调度矩阵和处理单元既可以是硬件，也可以是基于虚拟化的软件，兼顾可靠性与扩展性。

核心功能如下：

- 轻量化信号调度矩阵：支持对接入的 NDI/NVI、SRT、RTMP 等信号进行调度和分配，将信号分发给播出分控系统、轻量化演播室、轻量化转播车系统等；
- 转换处理单元：包括 IPG 转换网关、轻量化网关、上下变换、延时器等功能，实现对不同格式信号的按需转换和处理。

6.3.2 轻量化业务流程管控系统

轻量化业务流程管控系统实现对轻量化播出体系下各类资源、信号与任务的流程化统一管理。系统支持 SDI、ST2110、NDI/NVI 等多格式信号的全局互联与融合调度，实现跨业务系统、跨信号类型、跨分发平台的统一监控。系统通过将信号汇聚、格式转换及基础软硬件资源进行服务化封装，实现能力的共享与灵活编排；结合安全可靠的内外协同对接机制，构建起一体化的融合服务能力，从而形成完善的轻量化业务流程管控体系；依托业务流程自动化，能够有效精简人力投入，提升制播效率，并降低人为操作失误风险。

在现有系统或新规划系统中，可以基于硬件服务器或虚拟化部署轻量化业务流程管控系统，采用主备模式。系统支持业务流程按需编排，面向赛事制作、综艺直播、新闻连线等场景定制调度策略，统一管理路由、资源与处理流程，集中下发指令，实现全域资源统一调度、弹性分配与共享复用。

核心功能如下：

- 系统管理：支持对系统基础数据的管理配置，包括功能菜单数据、用户部门数据、用户角色数据及基础类型数据等；
- 资源管理：支持对系统内的基础资源数据以及承载基础资源的三方系统访问方式进行统一配置管理，包括物理设备、虚拟化管理平台、总控系统等三方系统的访问方式，IP 地址、交换机及路由器等网络资源，NMOS 设备资源以及能力处理参数等；
- 能力管理：支持对轻量化播出系统纳管的各类物理设备、虚拟机、容器及信号处理类的硬件设备统一设定模板，定义能力实例，供系统快速调用；
- 能力池管理：支持对纳管的各类边界信号、虚拟机、容器及硬件设备进行统一分类定义，并和各三方系统协作，完成边界信号、虚拟机能力实例、容器能力实例的同步管理；
- 信号管理：支持总控系统、播出分控系统对需要纳管的各业务域边界信号进行统一的定义和管理；
- 任务管理：根据业务需求，创建、管理、执行任务，任务将软件、硬件按先后处理和并行逻辑关系定时执行，并对系统软硬件资源冲突进行判断和处置。

6.3.3 轻量化三备播出链路

轻量化三备播出链路是在主、备播出链路的基础上增设的第三路独立应急备份链路，通过采用异构信号源、异构传输格式与独立处理路径，构建多重信号冗余保障体系，从源头降低同源、同链路、同设备故障风险，全面提升播出系统安全性与抗风险能力。该链路独立接入播出分控末级倒换开关，作为最高优先级应急信源，可在主备链路同时异常时快速切换启用，配合标准化应急处置流程，实现故障快速响应与信号无缝衔接，有效避免播出中断，是广电播出系统强化安全播出、满足高标准播出保障要求的关键应急措施。

轻量化三备播出链路以 NDI/NVI 轻量化传输协议为核心构建，配置独立的轻量化播出视频

服务器、轻量化矩阵、轻量化信号转换网关、上下变换器、轻量化三备播控工作站等。系统应能自动跟随主备链路同步播出，满足播出的所有关键功能要素。轻量化三备播出链路设计为一路 HD 或 4K，通过上下变换器转换为 4K 或 HD 信号，再进入 4K 和 HD 末级倒换开关，以保证系统链路轻量化。

建设过程中，重点强化链路独立性与同步性，通过专用控制协议实现三备链路的主备播出链路的自动同步跟随，确保节目播出内容、播出节奏完全一致，全面覆盖播出系统所需的信号输出、切换控制、应急调整等关键功能要素，满足标准化播出要求。同时，结合系统轻量化定位，将三备链路设计为单路 HD 或 4K 规格，通过上下变换器灵活完成 4K 与 HD 信号的双向转换，分别接入 4K 和 HD 末级倒换开关，既实现了与现有播出分控系统的无缝适配，又避免了冗余链路设计，在保障异构冗余备份功能的基础上，最大化体现轻量化建设理念，为播出系统提供高效、可靠、低成本的应急备份支撑。轻量化三备播出链路可采用云化部署方式实现，也可采用硬件设备部署方式。

核心功能如下：

- 轻量化播出视频服务器：支持文件播出、信号转播、台标和台字幕叠加；支持与主备播出视频服务器同步素材；支持 NDI/NVI 信号输入输出；
- 轻量化矩阵：支持 NDI/NVI 信号静净切换；
- 轻量化信号转换网关：用于不同类型信号间转换对接；支持 ST2110/SDI 信源转换为 NDI/NVI 信号；支持将 NDI/NVI 信号转换为 ST2110/SDI 信号；
- 轻量化三备播控工作站：控制轻量化三备播出链路按计划播出；自动加载、在线调整和自动更新节目单；自主独立播出，不受主备播控工作站故障影响；
- 上下变换器：支持在 4K、HD 信号格式之间互相转换；支持基于 LUT 的静态参数 HDR 至 SDR、SDR 至 HDR 变换；支持帧同步。

6.3.4 轻量化智能一致性比对系统

轻量化智能一致性比对系统应用于播出分控系统，用于对末级倒换器输入信号进行信号一致性和质量检测。根据制定的策略，提示值班人员，触发切换策略则直接控制末级倒换开关执行切换操作，在传统一致性比对的基础上，融合了 NDI/NVI 和 AI 技术，进一步提高传统一致性比对的检测范围和准确率。

轻量化智能一致性比对，可采用嵌入式平台架构，先将各类比对信号源统一归一化为 NDI/NVI 信号，再进行 AI 智能分析与一致性比对分析。嵌入式平台相比传统 X86 平台，具备高稳定性与低功耗特性，同时具备成本优势，可长时间稳定值守，降低能耗与运维成本，与传统架构相比具有信号占用带宽低、灵活性高、功耗低、成本低等优点，更适合长期不间断工作场景。

轻量化智能一致性比对系统至少支持 4 路 4K 和 4 路 HD 信号，4K 和 HD 信源包括主、备、三备、垫片，NDI/NVI 信源直接输入采集，非 NDI/NVI 信号通过轻量化转换单元转换为 NDI/NVI 信号输入采集，归一化后接入到轻量化智能一致性比对系统。轻量化智能一致性比对系统支持数据联动处理，具备 AI 处理能力，可以对异态视频、音频、技术指标等进行综合分析、报警。

核心功能如下：

- 支持 NDI/NVI 信号输入，并进行分析和决策；
- 支持 4K、HD 信号同时比对，支持视频、音频、图文台标等异态场景的快速比对；
- 支持多维度特征技审和比对，支持通过对新问题场景进行 AI 异态训练，训练后可以一致性比对系统 AI 引擎库进行升级；
- 支持测量视音频信号之间的差异、时延、偏移等；
- 支持结合整备文件技审结果、在播节目单、问题信号查询回放等功能。

6.3.5 轻量化监看监听监测系统

轻量化监看监听监测系统作为播出系统质量安全核心保障单元，承担信号画面、音频状态、节目文件整备及视音频质量统一监控工作，全面支持 ST2110、SDI、NDI/NVI 多类型信号一体化监测。系统可实现信号画面实时监控、异常帧与黑场静帧自动识别、音频响度与相位实时监听告警、视音频技术指标在线监测与趋势分析，覆盖总控调度、频道播出、信号路由、链路传输全流程质量管控，支持多画面分屏、分级权限、告警提示，为总控安全播出、故障快速定位、应急处置与运维规范化提供轻量化、高可靠、一体化技术支撑。

轻量化监看监听监测系统通过在现有或新规划系统中增加 NDI/NVI 多画面、NDI/NVI 监视器、NDI/NVI 检测设备，利用 NDI/NVI 技术让信号链路实现可视化和流程化管理，实现对系统各类型信号的统一监看监听监测。

核心功能如下：

- NDI/NVI信号：支持监测压缩质量、时延、码率稳定性；
- NDI/NVI视频：黑场、静帧、花屏、马赛克、亮度异常、色彩偏差、HDR 参数、图文台标一致性等；
- NDI/NVI音频：静音、爆音、失真、响度、声道平衡、视音频同步、多声道完整性等；
- NDI/NVI统一监看、集中管控，支持4K/HD同播信号并行比对与可视化监看等；
- 轻量化监录：支持对NDI/NVI信号归一化监录，支持故障查询、回放追溯，支持播出系统内其它功能调用；
- 联动节目整备、技审、播出控制，形成从文件到播出的全链路监测体系。

6.3.6 轻量化智能监控运维系统

轻量化智能监控运维系统是用于播出系统的硬件、软件、流程、信号、系统运行状态及配套关键基础设施的多维度监管系统，并基于系统运行的日志数据信息进行 AI 智能分析，实现分析、处理、查询、管理、报警、监测信息调度及可视化展现等全流程功能；同时，通过搭建精细化权限管理体系，依据用户角色与业务环节划分访问权限，实现不同用户不同环节的访问限制，且平台预留标准化数据接口与适配协议，可无缝与台方网络安全平台进行数据交互及接口对接，确保整体系统协同运转。

轻量化智能监控运维系统可基于虚拟化平台搭建，根据系统规模和未来扩展需求，同时考虑对接的系统或设备接口研发，信号类监测要根据类型配置转换网关类设备，大屏展现要配置相应的终端设备。

轻量化智能监控运维系统建设过程中应充分结合当前系统规模与未来业务扩展需求，统一规划软硬件配置、接口协议与数据交互标准，同步开展与总控、播出、传输、信号路由等相关系统及设备的对接接口研发与适配开发。针对不同制式信号监测需求，按信号类型灵活配置 SDI/NDI/NVI/ST2110 协议转换网关、信号采集与解析设备，实现多源信号统一接入与标准化解析。根据监控指挥与日常运维场景需要，配置多画面分割、大屏显示、客户端终端等展现设备。

核心功能如下：

- 设备监控：实时监控/记录/分析设备及软件运行状态，出现异常时实时报警并留存数据进行分析；
- 轻量化流程监控：监测分析播出业务全流程运行状态，保障业务合规流转；
- 轻量化信号监控：自动技审及实时监控信号质量，实现轻量化信号链路展示；
- 数据治理与模型构建：工程设计数据管理、设备矢量模型创建，支持物理模型管理，构建机房数字孪生；

- 可视化与定制化监控：自定义监控流程，实现信号链路关键节点可视化，监控软件运行、节目备播流程；
- 智能监控运维：构建业务报警发布子系统，多维度展示报警数据，利用AI统计分析报警日志，进行AI报警与故障排查，实现故障智能分析、排查与定位。

6.3.7 轻量化容灾备份播出系统

轻量化容灾备份播出系统主要用于主播出系统出现设备故障、软件异常、信号中断、操作失误或其他不可预见突发状况时，快速接管并独立承载频道播出任务，确保重要节目、日常播出与重点时段不间断、不中断、不劣化。系统支持灵活部署模式，可采用同机房异机柜物理隔离、同楼宇分机房分区部署、跨楼宇或异地机房远程灾备等多种方式构建分级容灾能力，作为灾备机房应具备容灾抗灾能力，在主系统全断、局部故障或传输链路中断等极端场景下，仍能独立完成节目加载、播出控制、信号处理、切换输出与应急运行，全面提升播出系统抗风险能力。

轻量化容灾备份播出系统基于 NDI/NVI 轻量化传输协议构建，系统部署数据库服务器、迁移服务器、轻量化播出视频服务器、轻量化矩阵、轻量化信号转换等设备，独立组网、独立控制、独立调度。搭建一套具备完整播出控制、信号处理、节目调度与应急切换能力的轻量化容灾独立播出系统，可实现主备链路自动或手动切换、故障快速接管与不间断安全播出。鼓励具备条件的单位采用异地机房、物理隔离的异地容灾备份模式，进一步提升极端场景下的播出抗风险能力。

核心功能如下：

- 系统能够自动接收现有播出系统传送的节目单以及素材节目，并且支持节目单及素材的实时同步更新，异地容灾系统自动跟随主系统播出；
- 轻量化容灾备份播出系统支持接收播出编排单、节目变更单、广告保留单进行节目整备，接收播出执行单、广告节目单控制流视频服务器进行节目播出，同时能够接收到现有播出系统的控制指令进行应急切换；
- 作为备份系统，常态下启用跟随模式，可以完全无人值守，在应急情况下，启用独立模式，独立控制播出，具有应急导入、编单、控制的功能。

附录 A
(资料性)
典型应用案例

A.1 轻量化演播室系统一

A.1.1 系统概述

为更好地支撑全台融媒体业务发展，广东广播电视台规划建设了轻量化演播室系统。该系统采用 NDI 轻量化传输协议构建，是一套全流程轻量化的信号域制播系统，用于支撑全台融媒快速制作业务，助力广东台提升内容生产效率与业务灵活性，满足多渠道、多终端融媒体内容生产业务需求。

A.1.2 项目建设方案

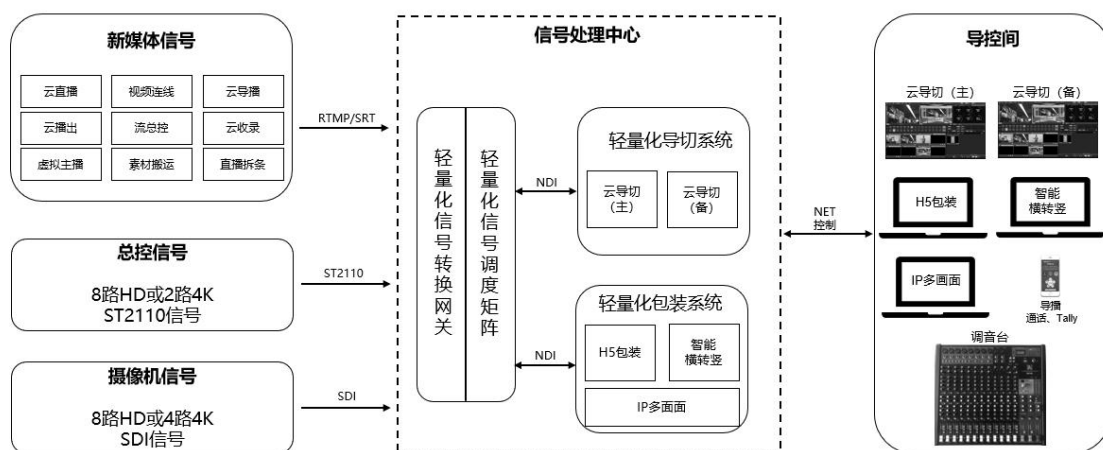


图 A.1 广东台轻量化演播室系统技术架构图

广东台轻量化演播室系统技术架构如图 A.1 所示，其核心视音频系统采用 NDI 协议传输信号，外来信号采集包括总控信号（接入 HD/4K ST2110 信号）、新媒体信号（接入 SRT/RTMP 信号）、摄像机信号（接入的 HD/4K SDI 信号），所有信号经过轻量化信号转换网关归一化处理成 NDI 信号，然后接入轻量化信号调度矩阵。根据不同节目制作需求，调度后的信号进入轻量化导切系统和轻量化包装系统。其中轻量化包装系统包括 H5 包装、智能横转竖、IP 多画面等。音频信号经过 Dante 调音台混音处理后接入轻量化导切系统，形成最终的 PGM 节目信号。导控间内的导播人员、内外场的摄像人员、记者、主持人等可以通过移动终端进行通话、Tally、画面返送等操作。

本项目核心系统均在“岭南云”上采用虚拟化部署方式，算力资源弹性部署；在导控间通过远程访问的方式，操作云导切软件进行信号的切换，最终将 PGM 信号输出至大屏端、小屏端、总控端。演播室导控间的制作人员采用笔记本电脑、操作面板等轻量化终端进行远程操控，不受空间限制，多岗位之间可以实现同地或异地协同操作。

本项目中的信号采集、交换机、导控间控制终端等设备为台内利旧设备。系统中的关键能力均采用主备冗余方式部署，保证系统链路的一致性及安全性。

A.1.3 核心设备清单

广东台轻量化演播室系统核心设备清单见表A.1。

表 A.1 广东台轻量化演播室系统核心设备清单

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
一、轻量化信号转换网关					
1	机架式媒体平台	机箱具备 18 个板卡插槽，能安装部署各种业务功能板卡，且支持板卡热插拔功能，机箱内置网络交换模块，对外具备 3 个 10G SFP+光口及 1 个 10G RJ45 网口，确保所有板卡业务都可通过外置光口或网口统一连接。	RF02	2	套
2	视频编解码板卡（12G）	板卡形式，支持 12G-SDI 与 NDI 浅压缩信号之间的相互转换。	FN-50	4	台
3	视频编解码板卡（HDMI）	板卡形式，支持 HDMI 与 NDI 浅压缩信号之间的相互转换。	FN-60	4	张
4	视频编解码板卡（协议转换）	板卡形式，支持 SRT/RTMP 深压缩信号与 NDI 浅压缩信号之间的相互转换。	FMG-400	2	张
5	视频编解码盒子（12G）	外置编码盒形式，支持 12G-SD 与 NDI 浅压缩信号之间的相互转换。	N50	7	套
6	视频编解码盒子（HDMI）	外置编码盒形式，支持 HDMI 与 NDI 浅压缩信号之间的相互转换。	N60	1	套
7	音频卡编码卡	板卡形式，支持 DB-25 XLR 接口与 Dante、NDI、AES67、SRT 格式之间的无缝转换。	FAA-4X	2	张
8	ST2110 协议互转	服务器部署，支持 ST2110 无压缩信号与 NDI 浅压缩信号之间的相互转换。	XXSWP-VIPS-4K IP	2	套
9	轻量化接入交换机	8 口 2.5G 电口，每个电口带 POE 供电，具有 2 口万兆光口，带光模块。	S1510FX-UP	1	台
二、轻量化信号调度矩阵					
1	轻量化信号调度矩阵	支持对 NDI 信号流的输入、输出管理；支持输入信号绑组，提供输入、输出信号按组划分功能；支持按照信号分组进行信号的调度控制。	i-Flow	1	套

表 A.1 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
2	轻量化信号调度矩阵面板	配合轻量化信号调度矩阵使用, 面板支持声光报警; 具备 32 个液晶屏按键, 可自定义功能、显示文字等, 具备 9 个功能按键, 包含面板锁定功能等。	XXMVP-UHDBC200	1	套
三、轻量化包装系统					
1	H5 包装	基于浏览器对字幕实时解析和渲染, 快速完成直播节目的字幕内容呈现; 提供编辑替换功能; 支持与视频叠加预览, 实现精准调整; 支持基于浏览器页面进行字幕播控, 实现多岗位、分布式协同; 支持实时接入外部系统数据。	eStudio CG	4	套
2	智能横转竖	基于人工智能技术将横屏信号裁切转换为竖屏信号; 支持将横屏拍摄画面裁切为竖屏画面用于后续的竖屏制作, 或者将横屏 PGM 信号裁切为竖屏信号进行新媒体直播; 支持 AI 自动裁切模式和手动裁切; 支持通过面部特征追踪, 构建动态防裁切保护, 实现“智能防切脸”功能。	AITrim-4K	2	套
3	IP 多画面	负责 NDI 等 IP 流信号的视频画面监看; 支持输入 4K、高清等多种分辨率的视频信号; 支持输出 4K 以上分辨率的拼接监看画面; 支持多路 IP 流信号同屏监看; 支持多种画面布局方式。	eStreamMonitor	4	套
四、轻量化导切系统					
1	云导切	轻量化导切平台是轻量化演播室系统的制作核心, 负责多路信号源的实时切换、台标字幕叠加、多视窗拼接、音频信号处理、推流输出等。	eStudio PE-VM	4	套
2	云导切面板	支持双母线切换模式, 支持快切、自动切、T 杆切换方式; 支持 DSK 和字幕上下键, DDR、CG、图文播单播出控制。	F1C-ES Switcher	4	套

表 A.1 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
五、轻量化导控间					
1	公有云通话系统、TALLY 系统	<p>通话系统：支持按照角色分组，例如：主持人、导演、摄像师、灯光师、调音师等。支持分组内的成员独立通话，支持 1 对 1 通话，1 对多通话；支持一键静音；支持文字聊天沟通；支持云导切 PGM 画面返送至手机端或外接返送显示。</p> <p>Tally：接入云导切后，手机端会有 tally 状态；支持外置 Tally 灯（摄像机位）。</p>	G-Live-Pro	1	项
六、应用支撑设备					
1	应用支撑设备	支持虚拟化、容器化部署，负责给轻量化信号转换网关、轻量化信号调度矩阵、轻量化包装系统、轻量化导切系统进行虚拟化平台部署使用。	H3C UniServer R5300 G6	4	台
2	组播网关	负责 NDI 等组播信号接入腾讯云平台。	岭南云平台配置（主备）	2	台
3	单播网关	负责 RTMP、SRT 等单播信号接入腾讯云平台。	岭南云平台配置（主备）	2	台
4	云收录	负责信号和节目收录。	岭南云平台配置（主备）	2	套

A.1.4 与传统演播室系统对比分析

广东台轻量化演播室系统与传统演播室系统对比分析见表A.2。

表 A.2 广东台轻量化演播室系统与传统演播室系统对比分析

比较项	传统演播室方案	轻量化演播室方案
技术架构	SDI 协议、ST2110 协议（无压缩） 专用硬件设备部署	IP 化（NDI 协议及 SRT 协议压缩流） 云化及虚拟化部署
主要设备	<ol style="list-style-type: none"> 1. SDI 切换台 2. SDI 矩阵 3. 周边系统 4. 虚拟包装 5. 调音台 6. SDI 多画面分割+监看大屏 7. 硬盘录像机 8. 直播编码服务器 9. 信号传输系统 10. Tally 系统 11. 通话系统 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 轻量化信号转换网关 2. 轻量化信号调度矩阵 3. 轻量化包装系统 4. 轻量化导切系统 5. 轻量化导控间

表 A.2 (续)

比较项	传统演播室方案	轻量化演播室方案
系统造价	约 1000 万元	约 300 万元
信号分发	通过卫星、光纤、SDN 专网回传至播出平台或总控系统	直接推流至新媒体平台，并通过专线传输至台内总控系统
人员需求	技术人员配置需 10 人： 切换台操作员 2 人 虚拟包装 2 人 字幕员 1 人 音频师 2 人 技术工程师 3 人	技术人员配置只需 5 人： 导播制作人员 1 人 横转竖包装人员 1 人 字幕员 1 人 音频师 1 人 技术工程师 1 人

A.2 轻量化演播室系统二

A.2.1 系统概述

贵州广播电视台轻量化演播室系统定位于 IP 化与轻量化制播应用，是在充分利旧原有 250 平民生新闻演播室的基带采集设备基础上，搭建的一套支持多信号源汇聚、多格式信号接入，具备全功能制作播出能力，适应融合生产的演播室制作系统，满足多元化内容生产、大小屏联合分发的全面融合与发展要求。该系统于 2022 年开展项目建设并投入运行。

A.2.2 项目建设方案

贵州台轻量化演播室系统采用 NDI 协议传输视音频信号，完善了一系列新媒体内容制作技术方案和信号分发方式。该系统以 NDI 协议为核心，对系统内的流媒体以及 SDI 信号通过信号转换网关处理成 NDI 信号，再通过 NDI 信号把演播室摄像机、竖屏单反相机、手机连线、无线投屏及轻量化包装等各类型信号快速集成到轻量化导切系统中，支持对各种格式网络流信号的调度与处理，呈现完全开放式、全生态式的架构。系统还包括 IP 音频、手机连线、轻量化字幕等功能。

音频系统方面，通过 Dante 音频卡，IP 化音频信号通过一条以太网线实现低延迟和严格的同步播放，在满足系统音频制作需求的同时，避免了传统音频方案的复杂性和局限性。

手机连线系统让任意智能手机通过微信小程序登录即可与演播室实时互动，其核心采用 TRTC 技术，兼容 WebRTC。该系统提供最高 1920x1080 分辨率信号接入，连线内容可实时输出为独立的 NDI 信号进入轻量化导切系统进行制作。演播室则可自定义一路 NDI 信号返送给连线手机设备作为返监，真正实现“零门槛”接入远程自由沟通。

此外，得益于 NDI 协议的兼容性，摒弃传统字幕包装方式，通过 Adobe Premiere 的 NDI 回放功能，将 PR 时间线上带通道的字幕包装内容通过 NDI 引入轻量化导切系统，轻松实现轻量化字幕的制作和播出。

贵州台轻量化演播室系统技术架构如图 A.2 所示。

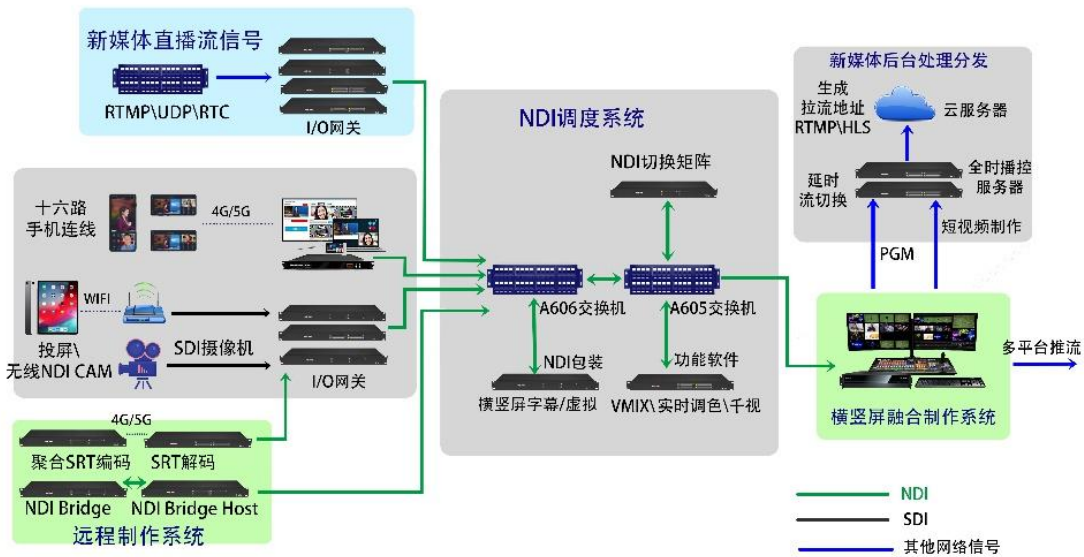


图 A.2 贵州台轻量化演播室系统技术架构图

A.2.3 系统主要特点

(1) 广播级的新媒体视音频质量

演播室利用 NDI 技术可靠的浅压缩算法，将 SDI 信号 IP 化的同时，最大程度保留原画质，并对接入的网络信号，如网络流信号、手机连线信号等，进行了优化处理，前后端信号处理方式均保证了播出画面的高质量。

(2) 高灵活性和强扩展性

IP 化的制播系统通过简单的网络扩展与控制软件，即可实现自定义的多系统制作。目前，已通过台业务网将数个演播室联通成为演播室集群，实现包括控制信号在内的全功能调用，为长在线新媒体节目制作提供了多场景转换、多系统联动。

(3) 高度兼容

在演播室内容生产方面，系统可以实现快速地部署及重组摄像机、在线包装、网络流媒体信号、计算机 GPU 输出和无线投屏设备等视音频信号，将所有可用资源集中于同一制作系统中集中切换，融合生产。

(4) 互动连线

该系统通过轻量化手段打破了时空限制，手机连线具备低延时、高质量、多向性特点，适用于多信息汇聚，并充分发挥传统媒体的专业优势。

综上所述，贵州台轻量化演播室系统将专业化技术优势与轻量化制作方式相结合，为节目生产提供了丰富的技术手段与更加高效和稳定的工作流程，有效提升了贵州广播电视台融媒体传播影响力。

A.2.4 核心设备清单

贵州台轻量化演播室系统核心设备清单见表 A.3。

表 A.3 贵州台轻量化演播室系统核心设备清单

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
一、音频设备					
1	调音台	<ul style="list-style-type: none"> • 17 个 100 mm 感应电动推子（用于通道的感应选择或在自动混音录制时输入和输出）； • 可以对输入通道、AUX 发送和母线输出进行推子的电平设置； • 可以用旋转编码器控制每个通道的声像、AUX 发送电平和各种参数； • 可以用 6 个可选软件层确定通道推子和编码器的功能； • 带荧光背光的 320 x 240 点 LCD 显示屏。 • 可以用 SELECTED CHANNEL 部分的按钮和控制旋钮直接编辑通道的混音参数； • 可以用 12 个用户自定义键指定控制 DM1000 各内部参数的功能； • 两个扩展插槽用于安装选购的数字 I/O 卡、AD 卡和 DA 卡。 	DM1000	1	台
2	IP 音频卡	<ul style="list-style-type: none"> • 支持 44.1 和 88.2kHz 采样率,此外还支持 48 和 96 kHz 采样率； • 采样率上拉/下调可用于同步经过帧率转换的音频与视频； • 可以通过 Dante 控制器进行 PIN 锁定和解锁； • 2 个 RJ-45 连接器用于 Dante I/O, 1 个 D-sub 9 针连接器用于 RS232-C； • 安装于 DM1000 调音台内。 	Dante-MY6-AUD2	1	块
3	调音台	<ul style="list-style-type: none"> • 16in/16out, 98kHz, USB 2.0 多轨录音回放； • 24bit/96kHz 前置放大器； • 40 路输入, 20 路母线, 96kHz 的混音能力； • I/O 卡槽可扩展 16 路模拟或 32 路数字； 	01V96i	1	台
二、轻量化导切系统					
1	轻量化 IP 切换台	<ul style="list-style-type: none"> • 支持 UHD/HD/SD-SDI/IP 网络的混合输入方式,支持不少于 16 路的外来信号源输入； • 支持 UHD/HD/SD-SDI/DVI/HDMI/DP/IP 网络等不同类型的输出, 总共不少于 13 路的信号输出, 输出的信号可根据需求任意指定。 	TriCaster TC1	2	套
2	双机联控切换面板	<ul style="list-style-type: none"> • 不少于 4 路下游键信号通过 AUTO(带转场效果)、TAKE (直切) 以及 T 型操纵杆进行操作； • 不少于 4 路上游键信号通过 AUTO(带转场效果)、TAKE (直切) 以及 T 型操纵杆进行操作； • 不少于 16 路摄像机信号直切； • 通过面板控制硬盘播放器, 字幕, 声音的播放、暂停循环、单独、自动播放和素材选择。 	T-Panel	1	套

表 A.3 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
三、轻量化信号转换网关					
1	IP 信号转换网关	<ul style="list-style-type: none"> •支持不少于 8 路 3G/HD/SD-SDI 连接; •支持不少于 8 路 IP 信号输入; • 可将 SDI 输入的信号转换为 IP 输入,供网络中的设备使用,也可将网络中的 IP 信号转换为 3G/HD/SD-SDI 进行输出使用; •可针对任意输入输出组合进行配置; •可通过 3G-SDI 四路链接分组实现单通道或双通道 4K UHD (超高清) 输入和/或输出; •支持 8 路通道内置媒体播放器同时播放,可对各通道单独进行配置,并支持 IP 信号和 SDI 同时输出; •支持 KVM 功能; •支持多种 IP 输入信号源视频,包括 RTP/RTMP/UDP/SRT/RTSP /HTTP; •通过 HDMI 或 DisplayPort 提供 1 路多画面输出,支持高达 1920x1200 的标准显示分辨率; •支持 8 路 SDI 嵌入音频输入。 	NC2 Studio I/O	1	套
2	IP 信号转换网关	<ul style="list-style-type: none"> •标准 19 英寸机架式, 4RU I/O 主机自带 4 个双向自定义的 12G-SDI 接口和 8 个双向自定义的 3G-SDI 接口; •I/O 主机支持同步信号输入 I/O 内置 12 个转换通道; •输入信号支持 NDI、SDI、RTMP、RTSP、TCP、UDP、SRT、M3U8、H5 地址输入; •SDI 信号支持 4K (2160p60、2160p50、2160p30、2160p25) 格式的输入和输出; •SDI 信号支持高清 (1080p60、1080p50、1080i60、1080i50) 格式的输入和输出; •SDI 信号支持标清 (NTSC、PAL) 信号输入和输出; •每一个通道可同时输出 NDI、SRT、SDI、IP 流 (RTMP 流)。 	Lx12 I/O	1	套
四、网络设备					
1	24 口交换机	<ul style="list-style-type: none"> •10/100/1000Mbps 以太网铜缆端口 ≥ 24; •支持独立 SFP+ 万兆光纤端口 ≥ 2 个, 独立 10GBase-T 万兆 RJ45 端口 ≥ 2 个; •支持堆叠, 堆叠台数 ≥ 6, 支持 10G 远程堆叠, 同时堆叠端口也可设置为上行端口; •堆叠带宽 ≥ 40Gbps; •背板带宽 ≥ 128Gbps。 	S5560 Series	2	套

表 A.3 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
2	手机连线系统	<ul style="list-style-type: none"> •最大支持 12 路手机连线; •端到端 200ms 超低延迟; •同时双向传输视音频, Tally, 通话, 数据功能; •支持 1080i/1080P/720p 标准; •采用 IP 化 NDI 编码技术; •可实现手机, 电脑的实时信号互动接入。 	TakeLink	1	套
3	手机连线系统	<ul style="list-style-type: none"> •最大支持 4 路手机连线; •端到端 200ms 超低延迟; •同时双向传输视音频, Tally, 通话, 数据功能; •支持 2160P/1080i/1080P/720p 标准; •采用 IP 化 NDI 编码技术+自研 3S 传输机制; •全生态, 增加独立的 LIVEMIX Cloud 可实现手机, 电脑的实时信号互动接入。 	Cloud	1	套

A.2.5 与传统演播室系统对比分析

贵州台轻量化演播室系统与传统演播室系统对比分析见表A.4。

表 A.4 贵州台轻量化演播室系统与传统演播室系统对比分析

比较项	传统演播室方案	轻量化演播室方案
技术架构	SDI 协议	IP 化 (NDI 协议及 SRT 协议压缩流) 云化及虚拟化部署
主要设备	<ol style="list-style-type: none"> 1. SDI 切换台 2. SDI 矩阵 3. 周边系统 4. 在线包装系统 5. 调音台 6. 蓝光录像机 7. 视频播出服务器 8. 信号传输系统 9. Tally 系统 10. 通话系统 	<ol style="list-style-type: none"> 1. IP 信号转换网关 2. 轻量化 IP 切换台 3. 调音台 4. 轻量化包装系统 5. 轻量化手机连线系统 6. 核心交换机 7. Tally 系统 8. 通话系统
系统造价	约 800 万元	利旧后投入约 180 万元
信号分发	SDI 信号通过台播控中心进行分发	PGM 信号通过台播控中心进行分发, 也可直接推流至新媒体平台
人员需求	技术人员配置需 6 人: 切换台操作员 1 人 视频操作员 1 人 包装、字幕 1 人 音频师 1 人 技术工程师 2 人	技术人员配置只需 4 人: 切换导播、视频播放 1 人 包装、字幕 1 人 音频师 1 人 技术工程师 1 人

A.3 融媒节目直播系统

A.3.1 系统概述

《歌手 2025》是湖南卫视、芒果 TV 推出的音乐综艺类节目，该节目于 2025 年 5 月 16 日起每周五 19:45 开始，一共十四期，在湖南卫视、芒果 TV、咪咕音乐、咪咕视频等平台同步进行现场直播。为支撑《歌手 2025》节目大小屏协同制作和同步分发的需求，湖南台规划建设了融媒节目直播系统。

A.3.2 项目建设方案

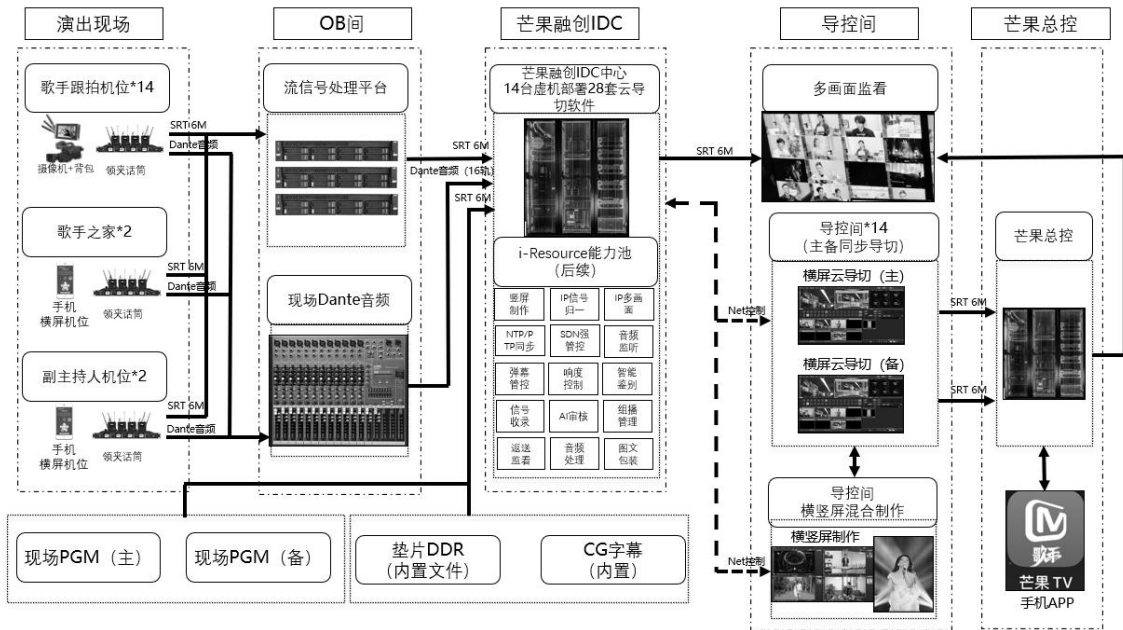


图 A.3 湖南台融媒节目直播系统技术架构图

《歌手 2025》节目制作要求包含 14 位艺人和 2 位主持人，每位演出人员都需要一版单独的横屏及竖屏直播版本，拍摄范围包括舞台演出、歌手之家、歌手房间等地点，因此，系统架构采用了 32 套“轻量化云导切”主备联动导切系统。该系统采用 SRT 协议进行信号传输，通过私有化虚拟机方式部署在芒果融创数据中心。

每套轻量化云导切系统的视频信号源包括 4 部手机信号（2 路主持人信号和 2 路歌手之家信号）、1 路艺人跟拍背包信号、2 路大屏 PGM 信号、1 路垫片信号、1 路字幕信号等，音频信号采用 Dante 格式独立制作，现场音频信号接入 OB 间音频总控，经过 OB 间音频总控调度后接入导控间，最终音频信号和视频信号进行对齐处理，实现声画同步播出。最终形成的 PGM 信号传输至芒果 TV 总控中心面向大小屏进行节目同步直播。

A.3.3 核心设备清单

湖南台融媒节目直播系统核心设备清单见表 A.5。

表 A.5 湖南台融媒体节目直播系统核心设备清单

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
一、轻量化包装系统					
1	H5 包装	<p>基于浏览器对字幕实时解析和渲染，快速完成直播节目的字幕内容呈现；</p> <p>提供编辑替换功能；</p> <p>支持与视频叠加预览，实现精准调整；</p> <p>支持基于浏览器页面进行字幕播控，实现多岗位、分布式协同；</p> <p>支持实时接入外部系统数据。</p>	eStudio CG	16	套
2	智能横转竖	<p>基于人工智能技术将横屏信号裁切转换为竖屏信号；</p> <p>支持将横屏拍摄画面裁切为竖屏画面用于后续的竖屏制作，或者将横屏 PGM 信号裁切为竖屏信号进行新媒体直播；</p> <p>支持 AI 自动裁切模式和手动裁切；</p> <p>支持通过面部特征追踪，构建动态防裁切保护，实现“智能防切脸”功能。</p>	AITrim-4K	16	套
3	IP 多画面	<p>负责 SRT 等 IP 流信号的视频画面监看；</p> <p>支持输入 4K、高清等多种分辨率的视频信号；</p> <p>支持输出 4K 以上分辨率的拼接监看画面；</p> <p>支持多路 IP 流信号同屏监看；</p> <p>支持多种画面布局方式。</p>	eStreamMonitor	32	台
二、轻量化导切系统					
1	云导切	<p>轻量化导切平台是轻量化演播室系统的制作核心，负责多路信号源的实时切换、台标字幕叠加、多视窗拼接、音频信号处理、推流输出等。</p>	4K eStudio PE-VM	32	套
2	云导切面板	<p>支持双母线切换模式，支持快切、自动切、T 杆切换方式；</p> <p>支持 DSK 和字幕上下键，DDR、CG、图文播单播出控制。</p>	F1C-ES Switcher	16	套

表 A.5 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
三、轻量化导控间					
1	公有云通话系统	以公有云为载体，打破物理空间限制，让分散在不同地域的导演、摄像、字幕、嘉宾等角色，通过轻量化客户端（手机/pad 等）实现多方工作人员互通； 客户端支持 Web 端、iOS 和 Android 手机 App、微信小程序、iPad 端邀请； 通话系统：支持按照角色分组，例如：主持人、导演、摄像师、灯光师、调音师等。支持分组内的成员独立通话，支持 1 对 1 通话，1 对多通话；支持一键静音；支持文字聊天沟通。	G-Live-Pro	1	项
2	客户端—手机及耳机	负责给导演、摄像、音频、慢动作等技术人员进行通话、返送、Tally 提示使用。	--	32	套
3	笔记本电脑	负责给轻量化信号转换网关、轻量化信号调度矩阵、轻量化包装系统、轻量化导切系统、轻量化收录系统，轻量化管控平台等进行远程控制使用。	笔记本电脑	32	台
4	监听耳机	半开放式监听耳机，给导演、摄像等人员工作使用。	TL103	32	套
5	调音软件	支持 Dante 功能，其核心功能涵盖多轨音频录制、编辑、混音及母带制作。	Reaper	32	套

A.3.4 与传统节目直播系统对比分析

湖南台融媒节目直播系统与传统节目直播系统对比分析见表A.6。

表 A.6 湖南台融媒节目直播系统与传统节目直播系统对比分析

比较项	传统节目直播方案	轻量化融媒节目直播方案
技术架构	SDI、ST2110（无压缩） 传统硬件部署方式	IP（SRT 压缩流） 云化及虚拟化部署方式
主要设备	演播室内： 1. EFP 讯道摄像机+CCU 控制器 台内系统： 1. SDI 切换台 2. SDI 矩阵 3. 周边系统 4. 虚拟包装 5. 调音台 6. SDI 多画面分割+监看大屏 7. 硬盘录像机 8. 直播编码服务器 9. 信号传输系统 10. Tally 系统 11. 通话系统	演播室内： 1. ENG 摄像机+编码转换器 2. 手机拍摄 台内制播平台： 1. 轻量化包装系统 2. 轻量化导切系统 3. 轻量化导控间
系统造价	约 1000 万元	约 200 万元
信号分发	通过卫星、光纤、SDN 专网回传至播出平台 或总控系统	直接推流至新媒体平台，并通过专线输出至 台内总控系统
人员需求	技术人员配置需 10 人： 切换台操作员 2 人 虚拟包装操作员 2 人 字幕员 1 人 音频师 2 人 技术工程师 3 人	技术人员配置只需 5 人： 导播操作员 1 人 横转竖包装操作员 1 人 字幕员 1 人 音频师 1 人 技术工程师 1 人

A.4 轻量化 4K超高清融媒体转播车系统

A.4.1 系统概述

吉林广播电视台 4K 超高清融媒体转播车系统采用轻量化设计建设模式，核心视音频系统使用 NDI 协议。其采用依维柯货车，车体长不大于 7 米，系统最大支持 32 通道制作，配备 NDI 全媒体多功能切换台。该系统于 2022 年 10 月 24 日完成项目招标，2023 年 5 月 24 日完成系统检测并投入使用。系统建成以来，转播车已经完成《吉林省人才发展大会》《长春市 108 中学女篮亮相辽源邀请赛》《吉林省男子篮球邀请赛辽源站》《东博会》《魅力延边，燃情敦化，赴一场村湖之约》等节目的直转播，在外出节目制作中发挥了重要作用，完善了吉林广播电视台集约高效的新型采编、制作、播发体系，大幅度提升了吉林广播电视台融媒体的传播力和影响力。

在视音频系统配置方面，信号采集采用 4K PTZ 云台摄像机以及 4K 手持摄录一体机，外来信号通过轻量化信号转换网关进行不同格式和接口的 NDI 转换，经过轻量化信号调度矩阵进入

信号制作，制作单元配备主备轻量化导切系统，音频系统选用主备数字调音台，以立体声节目制作为主。在网络传输方面，通过车载的 5G 聚合路由器，实现 SRT 网络信号的传输，在现场直接网上推流或进行多链路信号制作，让融媒体外场制作及回传更加灵活和便捷。

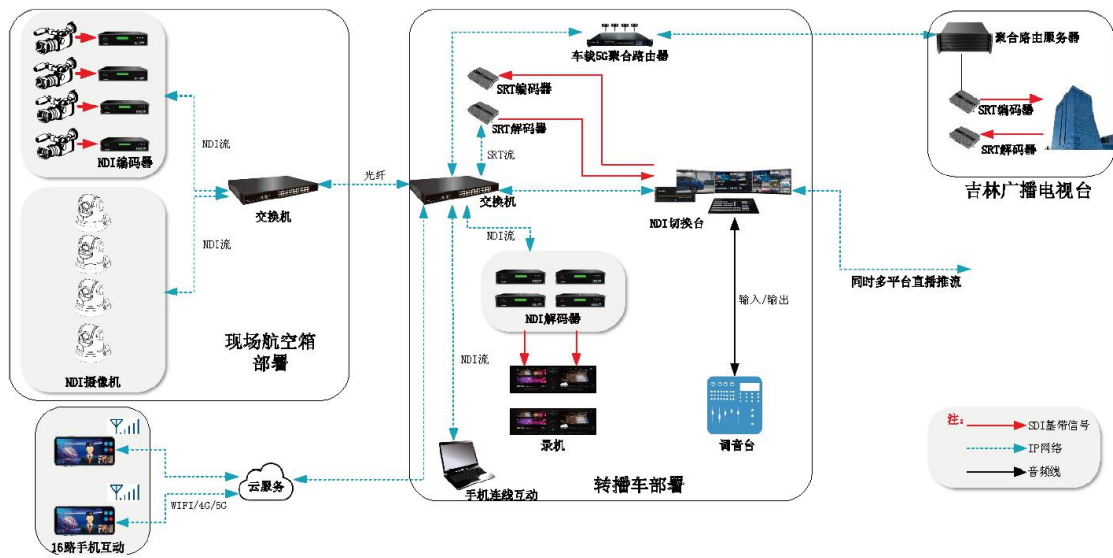


图 A.4 吉林台 4K 超高清融媒体转播车系统技术架构图

A.4.2 车体改造方案

1. 车体

车体采用厢式货车作为融媒体转播车载体，能够提供充足的动力和承重能力，在满载的情况下留有 20%以上的载重余量，保证车辆的正常安全行驶。

① 厢式运输车底盘，驱动形式 4×2；轴距：3950mm，前桥：弹簧悬挂，后桥：空气悬挂，外形尺寸：6995×2172×2841（mm），额定载重不低于：2795kg，总质量约 5990kg，燃料种类：柴油，最高车速：120Km/h（电子限速器），定速巡航，最小转弯直径：13.9 米，油箱：100L，后轮胎形式：双胎。含侧移门、后对开门，电动侧踏步；

② 白色驾驶室，座位数 1+1，多模式空气悬挂带加热功能驾驶员座椅，主副驾驶气囊，电动车窗，遥控中控门锁，多功能方向盘，自动空调，日间行车灯，雾灯，电动电热后视镜，烟灰缸，5kW 自动空调，方向盘双向调节，胎压监测，LED 大灯，自动大灯和雨刷等；

③ 发动机：F1CE8481K，直列四缸，高压共轨，增压中冷。排量 2.998L，最大功率 125kW，最大扭矩 350(N·m)，排放标准：GB3847-2005，GB17691 - 2018 国 VI，电热式柴油滤清器，进气加热系统；

④ 货箱后门：右侧单侧拉门，270 度对开尾门，货箱无窗无内饰；

⑤ 变速箱：8 档全自动变速箱。

2. 布局设计

① 采用纵向布局，分别为驾驶室、节目制作区和储物区。其中车尾储物区通过车内机柜和监视器墙分隔成一个完全独立的空间，车内设计布局如图 A.5 所示。

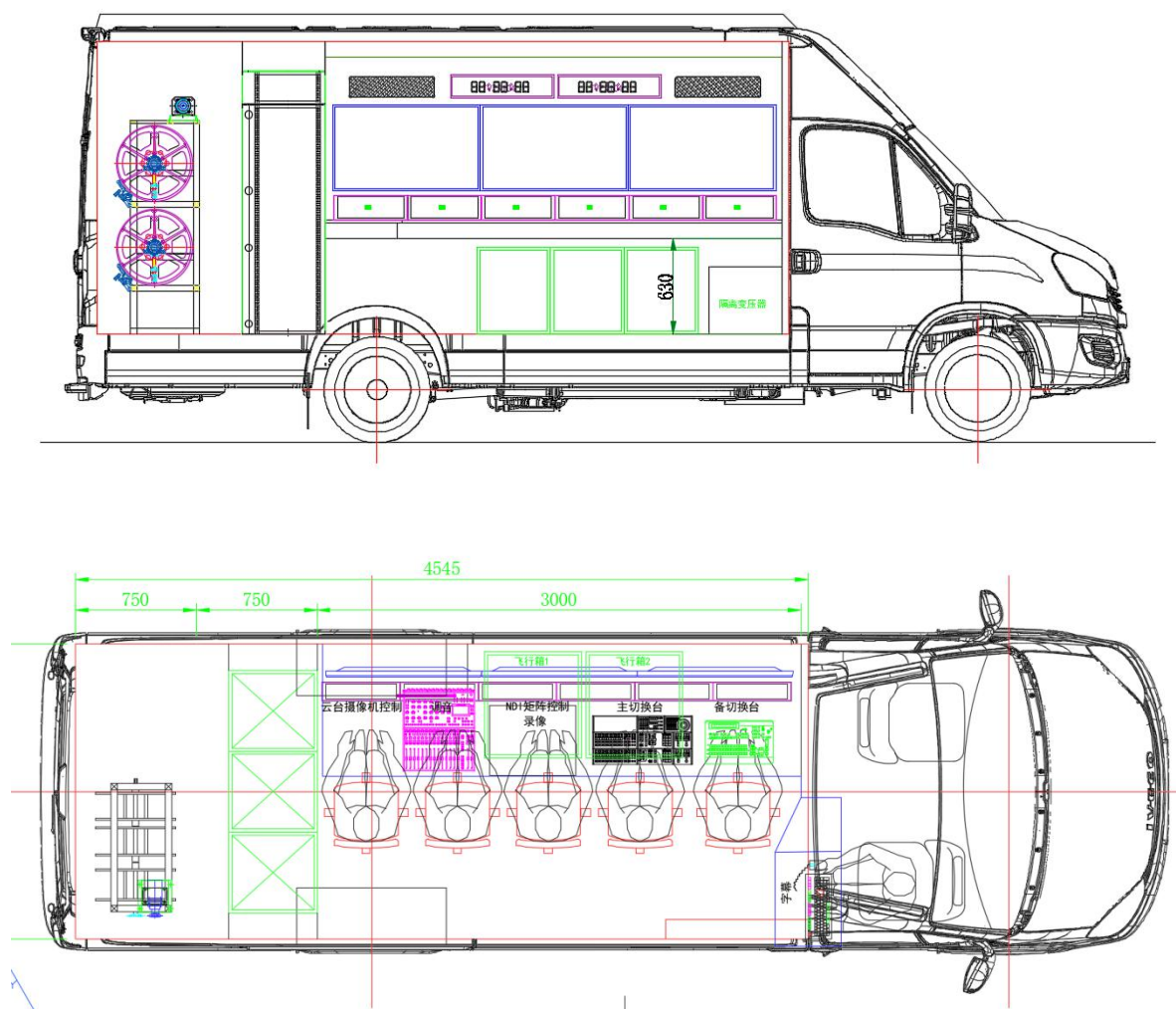


图 A.5 吉林台 4K 超高清融媒体转播车车内布局图

② 转播车设置 6 个工位，分别为导播工位、导播助理工位、字幕工位、调音工位、录像工位、摄像机控制工位。

A.4.3 核心设备清单

吉林台轻量化4K超高清融媒体转播车系统核心设备清单见表A.7。

表 A.7 吉林台轻量化 4K 超高清融媒体转播车系统核心设备清单

序号	设备名称	规格描述	数量	单位
一、车体改造				
1	底盘	NJ5066XXYE 型厢式运输车底盘；车辆外廓长宽高：6995×2172×2841mm 发动机：F1CE8481K，排放标准：GB3847-2005 GB17691-2018 国VI；额定质量：2795Kg 总质量：5990kg。	1	台
2	8AT 自动变速箱。	--	1	套

表 A.7 (续)

序号	设备名称	规格描述	数量	单位
3	空气悬架。	--	1	套
4	车体加固	车顶具有足够承重能力，满足使用强度，满足车顶设备设施，包括空调、发电机散热器的安装。	1	项
5	电视墙	根据电视墙显示器尺寸定制安装，屏幕墙采用金属型材结构。	1	项
6	中控台	选用环保优质板材，喷涂专用哑光漆，框架结构采用金属型材，充分利用空间，适当制作储物柜。	1	项
7	机架	采用 2mm 钢板，数控机床加工，二氧化碳保护焊焊接，表面喷塑处理，配备托架，盲板，装饰钉，通风板。	1	项
8	KVM 显示器桌面安装件	包含显示器桌面下沉、翻板的安装固定，包含 KVM 主机的机架安装。	1	项
9	供配电系统	可实现车体的市电供电和 UPS 供电之间相互的手动/自动切换以安全可靠科学的原则设计配电电路，检测仪表可观测配电电路各关键点的电压电流。	1	套
10	车内走线	定制，电缆按类别分开走线。走线槽采用铝板制作且分层以达到一定屏蔽作用。	1	项
11	UPS	在线机架式 6KVA UPS，设计成双电源模式，可以为车内设备延时 10 分钟以上 LTS 10A	2	台
12	隔离变压器	HYK-15，三相隔离变压器，15KVA，选用 U 型铁心，主要元件选用进口件加工而成；输入电压：380V，输出三路电压：220V；采取完全密封封装，有良好的散热效果。	1	项
二、信号采集				
1	4K 专业云台摄像机	AW-UE155MC	4	台
2	4K 专业云台摄像机	AW-UE80MC	4	台
3	云台摄像机携带箱	定制	6	个
4	云台摄像机控制器	AW-RP150MC	2	台
5	云台摄像机控制器	AW-RP60MC	2	台
6	4K 手持式超高清摄录一体机	AJ-UPX360MC	4	套
7	三脚架	NX100	4	套
8	独脚架云台套装	HFMP	2	套
9	摄影云台快装夹座	LR-50	6	套
10	碳纤维三脚架	黑曼巴 LV-284C	8	套
11	摄影碳纤维三脚架	LS-223CEX	2	套

表 A.7 (续)

序号	设备名称	规格描述	数量	单位
12	L型竖拍快装板	L130B	4	套
13	手持一体机摄像机摇臂	--	1	套
14	辅助拍摄附件	2个意尔馨24寸铝镁合金拉杆箱, 2套徠图扳扣锁紧球形云台MBC-18, 4套徠图摄影云台快装夹座LR-50, 2套徠图球形云台LH-30R, 2套徠图独脚架三脚支撑腿VD-02, 5套徠图快装板内六角螺丝扳手MPL-2, 2套金贝C型影视灯头夹JB11-095B, 4套大疆手持手机稳定器OM5灵眸, 2套铁头快装板螺丝刀TH-T01, 10套斯莫格多功能扳手套装梅花一字六角扳手套件, 4套松尼重型强力大力F型夹F120-350。	1	套
三、轻量化信号转换网关				
1	3RU网关机箱	RN03	3	台
2	3G SDI-NDI无线网关	N1 (NDI HX)	2	台
3	12G SDI-NDI双向网关	N30 (Full NDI)	2	台
4	4K HDMI-NDI双向网关	N40 (Full NDI)	2	台
5	NDI-3G SDI双向网关	N3 (Full NDI)	16	台
6	NDI-HD HDMI双向网关	N60 (Full NDI、NDI HX)	4	台
7	1RU网关机箱	RN01	2	台
8	3G SDI-NDI网关	E1 (NDI HX)	2	台
9	HD HDMI-NDI网关	E2 (NDI HX)	2	台
10	3G NDI-SDI/HDMI网关	D300 (NDI HX)	4	台
11	NDI HX网关机箱	RU01	4	台
12	3G SDI-NDI编码网关卡	REN-1 (NDI HX)	2	块
13	NDI-3G SDI解码网关卡	RD300 (NDI HX)	2	块
14	3G SDI-SRT编码网关卡	RE1 (NDI HX)	4	块
15	SRT-3G SDI解码网关卡	RD230 (NDI HX)	4	块
16	轻薄笔记本电脑	ThinkPad neo	3	套
17	视音频周边机箱	RF6822+QXFE	1	套
18	冗余电源模块	6822+AC	1	套
19	HD双通道视分模块	DA-DH6804+D	6	块
20	应急切换卡	AC06800+ICQST	1	块
21	2X1遥控面板。	GPI 2X1PANEL	1	台
22	视频隔离变压器	3G-GI	4	个
23	模拟音频隔离变压器	LAT-1	4	个
24	千兆交换机	GSM4328PA	6	台
25	交换机光端模块	AXM762	8	块
26	NDI-3G SDI/HDMI网关	D300 (NDI HX)	2	套
27	户外型AP	LG-0A100	3	台

表 A.7 (续)

序号	设备名称	规格描述	数量	单位
28	三频无线路由器	RAX200 AX11000M	3	台
四、轻量化导切系统				
1	NDI 切换台	H8	1	台
2	切换台控制面板	mini Console	1	台
3	网络切换器	MT-RJ45-2	15	个
五、轻量化信号调度矩阵				
1	IP 管理服务器	DL20Gen10	1	台
2	流媒体集中管理平台软件	KiloLink Server Free	1	套
3	主机控制	CS1824	1	套
六、轻量化收录系统				
1	硬盘录像机	Shogun Studio 2	2	台
2	SSD 硬盘	870 EVO 1T	6	块
3	高清直播机	TC-HSPRO. 70	1	套
七、轻量化导控间				
1	23.8 寸广播级 NDI 监视器	BM-245-NDI	1	台
2	21.5 寸广播级 NDI 监视器	BM-215-NDI	1	台
3	43 寸商业显示器	FW-43BU30J	4	台
4	9 寸双联高清视频监视器	M-1093H	1	台
5	GPS/BD2 双模母钟	AC-MDM001N	1	台
6	GPS/BD 双模接收天线	AC-GPSMDM-30	2	条
7	倒计时控制器	AC-TDCE	1	台
8	EBU(LTC)时码分配器	AC-EBUD12	1	台
9	2U 单联标准子钟	AC-S002BNE	1	台
10	2U 单联倒计时子钟	AC-S002DNE	1	台
11	双工通话主机	AFDI-BS450	2	台
12	无线通话腰包	AFDI-PT420	10	套
13	指向动圈耳麦	HP-MC450	10	个
14	主持人耳机	EP-MC310	4	个
15	IPL 有线副站	IPL-CT4400	2	台
16	强指向话筒	MKH 416 P48 U3	4	套
17	防风三件套	Rycote WS 4 Kit	4	套
18	无线胸麦套装	UWP-D27	6	套
19	无线手持套装	UWP-D22	2	批
20	16 路调音台	Si Expression 1	1	套
21	MADI 扩展卡	Optical MADI	1	只
22	舞台接口箱	MINI STAGEBOX 16	1	台

表 A.7 (续)

序号	设备名称	规格描述	数量	单位
23	模拟调音台	MG10XUF	1	台
24	监听音箱	8010A	2	台
25	机架式音频监听单元	Audio Monitor 12G	1	台
26	4选1立体声监听控制器	AMS-4VU	1	台
27	监听耳机	DT 770 PRO	2	只
28	便携导播箱	3MTS-AR04U48	3	套
29	飞行箱平板车	1MTS-RA6051	3	套
30	4U机架航空箱	JFTD-4U	4	套

A.4.4 与传统转播车系统对比分析

吉林台轻量化4K超高清融媒体转播车系统与传统转播车系统对比分析见表A.8。

表 A.8 吉林台轻量化 4K 超高清融媒体转播车系统与传统转播车系统对比分析

比较项	传统转播车方案	轻量化转播车方案
车体部署	重型卡车/拖挂底盘，车长 8~16 米，可容纳 10 人以上同时操作	车长 6 米以内的蓝牌合规小型轻客底盘，可容纳 5~6 人操作
技术架构	SDI（无压缩） 在转播车上制作，物理部署	IP（SRT 压缩流及 NDI 信号流） 车内部署 IP 轻量化制播系统
主要设备	体育场馆内： <ol style="list-style-type: none"> 1. EFP 讯道摄像机+CCU 控制器 2. 从摄像机到转播车现场综合布线 体育场馆外的转播车： <ol style="list-style-type: none"> 1. SDI 切换台 2. SDI 矩阵 3. 周边系统 4. 赛事慢动作机 5. 赛事图文包装 6. 调音台 7. SDI 多画面分割+监看大屏 8. 硬盘录像机 9. 直播编码服务器 10. 信号传输系统 11. Tally 系统 11. 通话系统 	体育场馆内： <ol style="list-style-type: none"> 1. PTZ 摄像机+ENG 摄像机+编码背包 2. 手机拍摄 3. 运营商进行网络保障 台内云制播平台： <ol style="list-style-type: none"> 1. 轻量化信号转换网关 2. 轻量化信号调度矩阵 3. 轻量化导切系统 4. 轻量化收录系统 5. 轻量化导控间
系统造价	约 2000 万元（以 8 讯道为例）	约 400 万元
转播成本	转播车的出行成本、比赛现场综合布线成本、随车人员的差旅费用等，估算单场比赛转播费用约 10 万元	现场以摄像人员为主，转播车内制作人员为 5~6 人，估算单场比赛转播费用约 4 万元
工艺流程	每一场比赛都需临时部署，涉及转播车出行、现场综合布线等，系统部署较复杂；赛事转播时需传输系统进行专线信号回传	轻量化部署，系统可以快速完成部署和准备工作

表 A.8 (续)

比较项	传统转播车方案	轻量化转播车方案
人员需求	技术人员配置需 11 人： 切换台操作员 2 人 慢动作操作员 2 人 字幕员 1 人 音频师 2 人 技术工程师 4 人	技术人员配置只需 5 人： 导播操作员 1 人 慢动作操作员 1 人 字幕员 1 人 音频师 1 人 技术工程师 1 人

A.5 轻量化 4K 超高清赛事转播系统

A.5.1 系统概述

“湘超”联赛是湖南规模最大的社会足球联赛、规格最高的单项体育赛事。“湘超”于 2025 年 9 月 6 日开始，比赛为期 17 周，分别在 14 个市州体育馆进行 98 场比赛，每周周五、周六、周日比赛，湖南广播电视台对全部比赛进行直播。为更好地支撑“湘超”赛事转播，湖南广播电视台设计建设了轻量化 4K 超高清赛事转播系统，有效提升“湘超”赛事转播效率，推动轻量化制播技术规模化应用。

A.5.2 建设方案

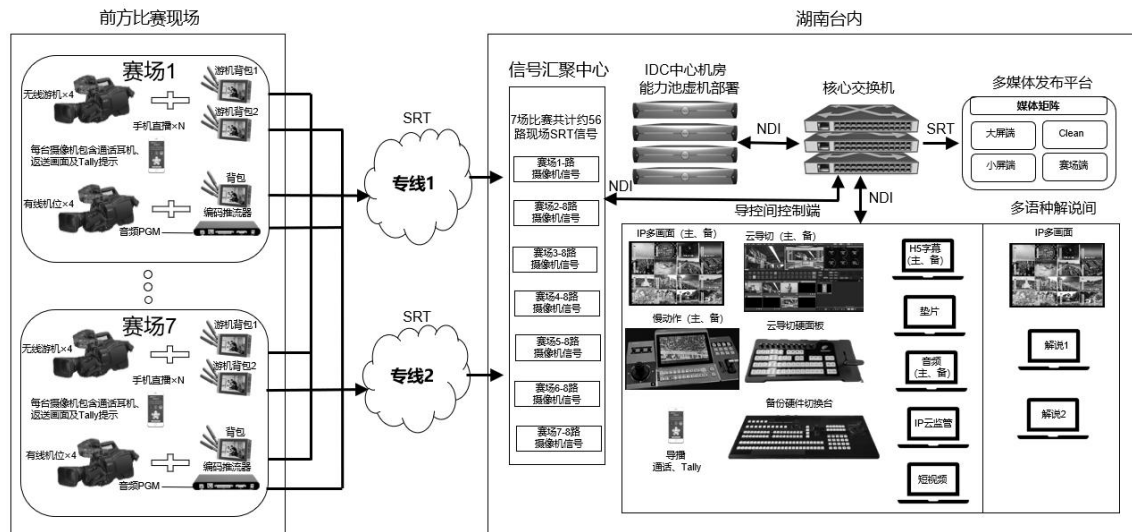


图 A.6 湖南台轻量化 4K 超高清赛事转播系统技术架构图

湖南台轻量化 4K 超高清赛事转播系统采用轻量化方式构建。每个赛场设有 6~8 个转播机位，信号采用双链路公网传输的方式，主路采用 SRT 背包传输，各路信号采用 NDI 编码后背包传输，现场 PGM 音频加嵌至背包内，利用背包将赛场视音频信号通过专网回传至台内。每个摄像人员都具备 PGM 信号返送、通话、Tally 等能力，方便与导演等多方进行实时沟通。

所有赛场信号回到台内后通过轻量化信号转换网关对信号归一化处理成 NDI 信号，轻量化信号调度矩阵对所有 NDI 信号进行信号调度，然后所有信号（多路赛场视音频信号、慢动作、H5 字幕、垫片、台标等多种信源）进入轻量化导切系统和轻量化包装系统进行信号导切和包装（慢动作、H5 字幕包装、IP 多画面等）；音频信号经过 Dante 调音台混音处理。同时，还有一台硬件切换台作为三备使用。包装及音频信号最终接入轻量化导切系统内，形成最终的

PGM 节目信号，最终将 PGM 信号输出至大屏端、App 端、总控端、播出端、赛场端等。此外，PMG 节目信号通过轻量化收录系统实现信号收录及短视频同步制作等文件化处理；轻量化管控平台负责系统及虚拟平台的管理和按需分配，以及信号链路的编排信号调度、信号质量及系统状态监控、异常告警等，保证系统链路的安全。

本项目核心系统均在数据中心采用虚拟化部署方式，资源可以按需分配与动态调整。在导控间通过远程访问的方式，对云导切进行信号的切换。

A.5.3 核心设备清单

湖南台轻量化4K超高清赛事转播系统核心设备清单见表A.9。

表 A.9 湖南台轻量化 4K 超高清赛事转播系统核心设备清单

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
一、轻量化信号转换网关					
1	4K 压缩流协议网关信号归一	支持 SRT/RTMP 深压缩信号与 NDI 浅压缩信号之间的相互转换。	XXSWP-AIR-VPCBS4K	10	套
2	机架式媒体平台	机箱具备 18 个板卡插槽，能安装部署各种业务功能板卡，且支持板卡热插拔功能，机箱内置网络交换模块，对外具备 3 个 10G SFP+光口及 1 个 10G RJ45 网口，确保所有板卡业务都可通过外置光口或网口统一连接。	RF02	4	台
3	SDI 视频编解码板卡	板卡形式，支持 12G-SD 与 NDI 浅压缩信号之间的相互转换。	FN-50	7	张
4	HDMI 视频编解码板卡	板卡形式，支持 HDMI 与 NDI 浅压缩信号之间的相互转换。	FN-60	7	张
5	音频卡	板卡形式，支持 DB-25 XLR 接口与 Dante、NDI、AES67、SRT 格式之间的无缝转换。	FAA-4X	6	张
二、轻量化信号调度矩阵					
1	IP 信号调度矩阵	支持对 NDI 信号流的输入、输出管理。	XXSWP-AIR-IFLOW	1	套
2	IP 轻量化媒体矩阵面板	支持输入信号绑组，提供输入、输出信号按组划分功能。	XXMVP-UHDBC200	1	台

表 A.9 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
三、轻量化包装系统					
1	H5 包装	基于浏览器对字幕实时解析和渲染，快速完成直播节目的字幕内容呈现；提供编辑替换功能；支持与视频叠加预览，实现精准调整；支持基于浏览器页面进行字幕播控，实现多岗位、分布式协同；支持实时接入外部系统数据。	eStudio CG	7	套
2	智能横转竖	基于人工智能技术将横屏信号裁切转换为竖屏信号；支持将横屏拍摄画面裁切为竖屏画面用于后续的竖屏制作，或者将横屏 PGM 信号裁切为竖屏信号进行新媒体直播；支持 AI 自动裁切模式和手动裁切；支持通过面部特征追踪，构建动态防裁切保护，实现“智能防切脸”功能。	AITrim-4K	7	套
3	慢动作	主要应用于体育赛事转播制作，定格比赛画面关键瞬间，对比赛中的高光时刻放大、技术动作分析；支持通过 AI 插帧技术，将普通摄像机拍摄的视频实时转换为流畅的慢动作画面；慢动作生成支持具有 4 倍帧率（25%慢动作）；支持 25%、50%、75%、100%等多个档位自由调节功能。	slow motion	7	套
4	IP 多画面	负责 NDI 等 IP 流信号的视频画面监看；支持输入 4K、高清等多种分辨率的视频信号；支持输出 4K 以上分辨率的拼接监看画面；支持多路 IP 流信号同屏监看；支持多种画面布局方式。	eStreamMonitor	7	台
四、轻量化导切系统					
1	云导切	轻量化导切平台是轻量化演播室系统的制作核心，负责多路信号源的实时切换、台标字幕叠加、多视窗拼接、音频信号处理、推流输出等。	4K eStudio PE-VM	14	套
2	云导切面板	支持双母线切换模式，支持快切、自动切、T 杆切换方式；支持 DSK 和字幕上下键，DDR、CG、图文播单播出控制。	F1C-ES Switcher	7	套

表 A.9 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
3	4K NDI 倒换器	NDI 信号倒换器 4K 格式 4 选 2。	定制	2	套
五、轻量化收录系统					
1	4K NDI 录制服务	支持对单路或多路 NDI 流信号进行收录；支持 4K 和高清信号收录；支持将收录文件自动存储至收录系统本地硬盘或网络共享存储中。	XXSWP-AIR-VPC4KRecorder	6	套
2	NAS 存储	提供网络共享存储功能； 支持 CIFS/NFS/FTP 等存储协议； 支持万兆网络接入； 具备条带、镜像、EC 纠删码等多种存储保护策略； 存储读带宽不低于 500MB/s，写带宽不低于 200MB/s； 存储容量可以满足 30 天的收录文件存储需求。	XXDYCS0016	7	台
3	X-Edit 标准版	支持 4K 超高清、高清、竖屏等编辑模式； 支持智能美颜、智能降噪、智能调色、智能防抖、智能卡通画、智能人声闪避、智能跟踪遮挡、智能横转竖等智能处理功能； 支持智能唱词、智能配音、智能字幕打轴、同期声文本剪视频、文稿一键成片等智能编辑功能。	XX-STD-X-Edit	10	套
4	云制作-文字转语音	支持文本转语音(100 万字)，配合视频剪辑使用。	AITool-TTS-100	1	套
六、轻量化管控平台					
1	IP 云管平台	轻量化管控平台负责轻量化演播室相关制播云资源的管理和按需分配，以及信号链路的编排信号调度、信号质量及系统状态监控、异常告警等； 支持各类任务及审核流程管理，支持自定义审核流程中的审核节点与审核人； 支持虚拟机的自动化管理，支持自定义虚拟机模板，并可根据业务需求一键完成常规业务软件或信号处理软件虚拟机的创建、开机、关机、重启与销毁操作。	XXSWP-AIR-IPCMBS	1	套
			XXSWP-AIR-IPCMPM	1	套
			XXSWP-AIR-IPCMAM	1	套

表 A.9 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
七、轻量化导控间					
1	公有云通话系统	以公有云为载体，打破物理空间限制，让分散在不同地域的导演、摄像、字幕、嘉宾等角色，通过轻量化客户端（手机/pad 等）实现多方工作人员互通； 客户端支持 Web 端、iOS 和 Android 手机 App、微信小程序、iPad 端邀请； 通话系统：支持按照角色分组，例如：主持人、导演、摄像师、灯光师、调音师等。支持分组内的成员独立通话，支持 1 对 1 通话，1 对多通话；支持一键静音；支持文字聊天沟通。	G-Live-Pro	1	项
2	客户端-手机及耳机	负责给导演、摄像、音频、慢动作等技术人员进行通话、返送、Tally 提示使用。	--	70	套
3	笔记本电脑	负责给轻量化信号转换网关、轻量化信号调度矩阵、轻量化包装系统、轻量化导切系统、轻量化收录系统，轻量化管控平台等进行远程控制使用。	笔记本电脑	24	台
4	监听耳机	半开放式监听耳机，给导演、摄像等人员工作使用。	TL103	24	套
5	调音台	数字调音台支持 Dante 功能，丰富的功能使其适用于广泛的应用场景，具有出色的音质，快速便捷地设置和操作以及专业的功能。	DM3 DANTE	7	套

A.5.4 传统现场转播对比分析

湖南台轻量化 4K 超高清赛事转播系统与传统赛事转播车系统对比分析见表 A.10。

表 A.10 湖南台轻量化 4K 超高清赛事转播系统与传统赛事转播车系统对比分析

比较项	传统赛事转播方案	轻量化赛事转播方案
车体部署	重型卡车/拖挂底盘，车长 8~16 米，可容纳 10 人以上同时操作	无需转播车车体
技术架构	SDI 协议（无压缩） 在转播车上制作，物理部署	IP 协议（SRT 压缩流） 云化及虚拟化部署
主要设备	体育场馆内： <ol style="list-style-type: none"> EFP 讯道摄像机+CCU 控制器 从摄像机到转播车现场综合布线 体育场馆外的转播车： <ol style="list-style-type: none"> SDI 切换台 SDI 矩阵 周边系统 	体育场馆内： <ol style="list-style-type: none"> ENG 摄像机+编码背包 手机拍摄 运营商进行网络保障 台内云制播平台： <ol style="list-style-type: none"> 轻量化信号转换网关 轻量化信号调度矩阵

表 A.10 (续)

比较项	传统赛事转播方案	轻量化赛事转播方案
主要设备	4. 赛事慢动作机 5. 赛事图文包装 6. 调音台 7. SDI 多画面分割+监看大屏 8. 硬盘录像机 9. 直播编码服务器 10. 信号传输系统 11. Tally 系统 通话系统	3. 轻量化包装系统 4. 轻量化导切系统 5. 轻量化收录系统 6. 轻量化管控平台 7. 轻量化导控间 导播制作终端: 远程制作终端+显示器+监看大屏
系统造价	约 2000 万元	约 400 万元
转播成本	转播车的出行成本、比赛现场综合布线成本、随车人员差旅费用等，估算单场比赛转播费用约 10 万元	现场只需摄像人员，其他人员均在台内使用云制播软件工作，估算单场比赛转播费用约 2 万元
工艺流程	每场比赛都需临时部署，涉及转播车出行、现场综合布线等，系统部署和使用较复杂；赛事转播时需传输系统进行专线信号回传	云化弹性部署，系统可以快速完成部署，赛事结束资源快速回收； 基于“云+端”的制播模式，比赛现场以拍摄采集为主，主要制播能力在云端，制作人员不需要到现场
人员需求	技术人员配置需 11 人： 切换台操作员 2 人 慢动作操作员 2 人 字幕员 1 人 音频师 2 人 技术工程师 4 人	技术人员配置只需 5 人： 导播操作员 1 人 慢动作操作员 1 人 字幕员 1 人 音频师 1 人 技术工程师 1 人

A.6 轻量化播出系统

A.6.1 系统概述

湖南广播电视台积极响应高质量发展要求，以“轻量化、IP化、云化、智能化”为核心理念，建设了一套全媒体轻量化播出系统。该系统于 2024 年开始建设，构建了一个既服务于传统媒体线性播出业务又服务于新媒体非线性播出业务的播控、总控系统，通过建设播控、总控 IP+虚拟化平台资源池，承载系统所需计算资源、存储资源、数据网络资源、信号调度网络资源及处理资源等，并且在虚拟化平台建设中考考虑异构方式确保安全，具备对所有资源的统一管理能力。

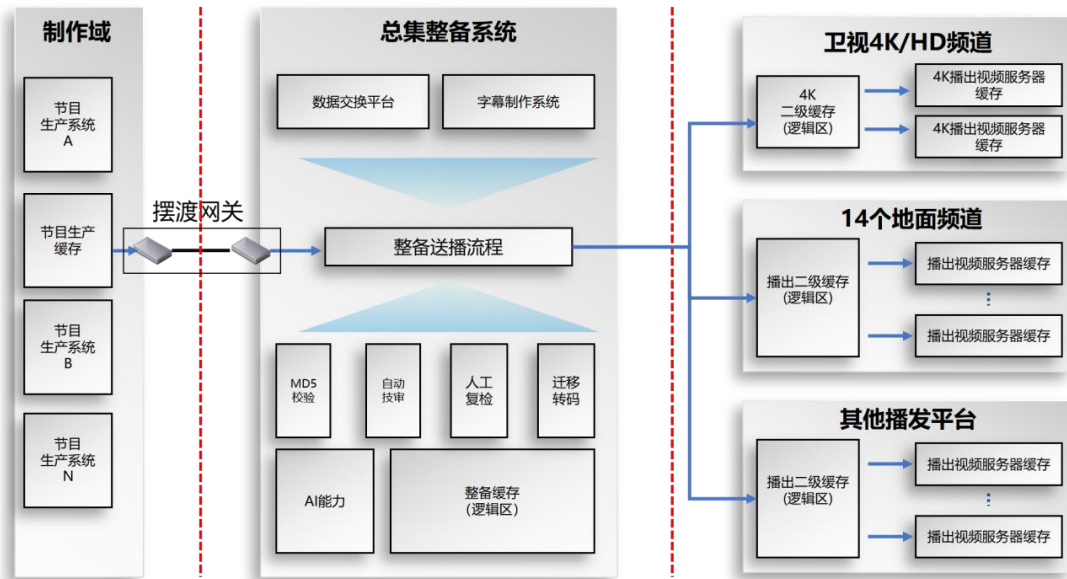


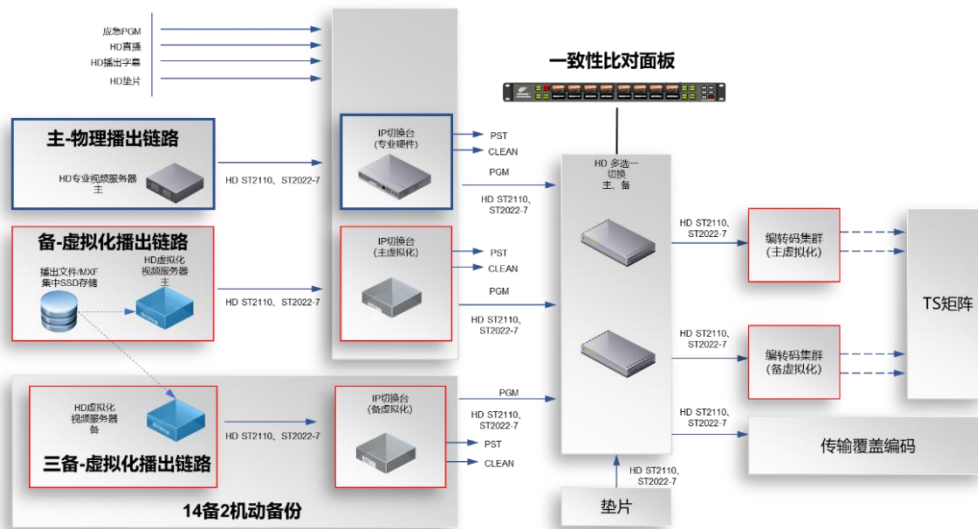
图 A.7 湖南台全媒体轻量化播出系统技术架构图

系统立足深度融合传播格局，承担湖南广播电视台 15 个电视频道（含湖南卫视频道，14 个地面频道）、芒果 TV 及 ITPV 互动电视平台的全媒体信号分发与播控任务。其建设不仅旨在实现播出安全与效率的提升，更致力于打造面向未来的新一代智慧播控体系。

系统涵盖总控调度、节目整备、频道播出、IPTV 播控、芒果 TV 直播等业务，并具备向新媒体提供灵活服务的能力，包括全媒体集控平台、总控、整备、芒果 TV 直播、IPTV 集成播控、数据交换平台等。

A.6.2 项目建设方案

本项目建设方案以基于全媒体轻量化播出系统承载 14 个地面频道的轻量化播出方案为例进行介绍。湖南广播电视台地面频道轻量化播出系统采用主备异构虚拟化平台架构，实现物理链路路与虚拟化链路路的有机结合，通过 SDN 技术实现信号调度的灵活管控，以云管集控平台实现全业务流程的集中管理，通过软件对流程灵活定义。



图A.8 湖南台全媒体轻量化播出系统信号流程图

系统规划 14 个地面频道的播出能力，采用“主链路物理设备+备链路虚拟化服务+三备链路虚拟化机动备份”的创新架构。

- 主链路（物理设备）：采用传统物理视频服务器和切换台，承担日常播出任务，确保零误差、高可靠的播出体验。
- 备链路（虚拟化服务）：部署于主备异构虚拟化平台上，构建虚拟化视频服务器和虚拟化切换台，当主链路故障时可秒级切换，实现虚拟化播出能力。
- 三备链路（虚拟化机动备份）：配置 2 个播出链路作为机动备份资源，可根据业务需求动态分配至任意频道，实现 14 个频道的能力共享与灵活调度。

系统通过构建轻量化业务流程管控系统，实现对各类资源、信号与任务的流程化统一管理。系统支持业务流程按需编排。面向赛事制作、综艺直播、新闻连线等场景定制调度策略，统一管理路由、资源与处理流程，集中下发指令，实现全域资源统一调度、弹性分配与共享复用，形成了完善的轻量化业务流程管控体系。依托业务流程自动化，能够有效精简人力投入，提升制播效率，并降低人为操作失误风险。

系统具备以下特点：

1. 可扩展性强：根据业务需求变化灵活调整软件功能，灵活适配未来业务，资产复用性强。
2. 架构轻量化：采用 Spine-Leaf 网络架构，层级清晰，扩展便捷，相比传统矩阵大幅降低复杂度。
3. 建设成本低：虚拟化平台一机多能，整套系统共享计算资源，避免传统 1 台主机+1 套软件的物理设备部署模式，单个系统的建设成本显著降低。
4. 运维效率高：云管平台实现统一管控，信号调度、频道管理、任务创建均可远程操作，运维效率大幅提升。
5. 安全可靠性强：主备异构+三备机动备份的架构设计，确保任意单点故障不影响播出安全，满足广播电视安全播出要求。

A.6.3 核心设备清单

湖南台轻量化播出系统核心设备清单见表A.11。

表A.11 湖南台轻量化播出系统核心设备清单

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
一、轻量化业务流程管控系统					
1	虚拟化 IP 调度管理软件	虚拟化 IP 调度管理软件：IP 信号管理、路由调度、任务创建、信号路由监测。	XXSWP-AIR-IFLOW	1	套
2	虚拟化信号处理服务软件	虚拟化 IP 信号处理软件：时间戳重置、信号延时、信号上下变换、IP 协议转换、信号切换、垫片播出服务。	XXSWP-VIPS-HDIP	1	套
3	虚拟化服务器平台	虚拟化服务器平台，提供虚拟化 IP 信号处理软件部署、IP 调度管理软件部署、节目送播服务部署、播出控制软件部署、编解码服务部署的基础平台。	FusionCube 1000	1	套
二、轻量化播出链路（二备和三备）					
1	虚拟化节目送播服务软件	虚拟化节目送播服务软件：文件迁移、技审、AI 内容审核、MD5 校验、转码、节目代码管理服务。	XXSWP-AIR-GMP-MS	1	套

表 A.11 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
2	虚拟化播出控制服务软件	虚拟化播出控制服务软件：节目单编辑、播出控制服务。	XXSWP-AIR-APS	14	套
3	播出控制机	云桌面部署，终端站点采用微型工作站。	云桌面工作站	30	套
4	播控 SDN 软件	频道播控 SDN 控管监能够完成频道分控管理功能，可以对频道播控系统进行基础支撑设备、信号路由资源、信号处理链路、播出流程等进行安排，完成频道播控系统内部信号日常调度、应急调度、多选一调度及总控返送信号调度功能。	XXSWP-AIR-IFLOW	1	套
5	虚拟化播出服务	<p>1) HD 无压缩 IP 视频服务器软件，同时支持 1 个播出通道和 1 个提前播通道；</p> <p>2) 支持 1080/50i 等 HD 格式，支持 HD 3G (1080p 50/60) 信号；</p> <p>3) 具备无压缩 IP 数据流输入输出功能，符合 SMPTE ST2110 标准和 SMPTE 2022-7 标准；</p> <p>4) 支持虚拟化部署，适配国产主流虚拟化平台；</p> <p>5) 具备 Mpeg2、MXF、MP4、MKV 等多种文件格式播出功能；</p> <p>6) 支持 PTP 同步；</p> <p>7) 支持播出节目单驻留功能，当播控工作站离线，服务器可按当天节目单继续播出；</p> <p>8) 虚拟化部署的应用，集成商需解决 IP 流整形以及相关的信号合规性和互联互通等问题；</p> <p>9) 支持物理机上部署多个虚机分别用能力池软件收发流时，单个虚机开关机等操作不影响其他虚机收发流；</p> <p>10) 支持 NMOS 自动发现和注册，能力池软件支持多通道播出；能力池软件的播出通道具有进程保护功能。</p>	XXSWP-VIPS-4KIP	16	套

表 A.11 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
6	主虚拟化 IP 切换功能模块	支持虚拟化部署, 适配国产虚拟化平台; 支持 NMOS IS-04/05 协议; 支持 PTP 同步; 支持 1080/50i 等 HD 格式, 支持 HD 3G (1080p 50/60)信号; 具备无压缩 IP 数据流输入输出功能, 符合 SMPTE ST2110 标准和 SMPTE 2022-7 标准; 支持 4 路外来信号输入, 可采用 IGMP 拉流方式进行信号切换; 具备 1 路内键、1 路外键处理能力, 支持台标叠加、字幕叠加功能, 输入字幕信号支持 SMPTE ST2110 标准和 SMPTE 2022-7 标准; 支持播控软件和可编程调度面板控制, 支持一键脱离播控软件控制。	XXSWP-VIPS-4KIP	14	套
7	备份虚拟化 IP 切换功能模块	支持虚拟化部署, 适配国产虚拟化平台; 支持 NMOS IS-04/05 协议; 支持 PTP 同步; 支持 1080/50i 等 HD 格式, 支持 HD 3G (1080p 50/60)信号; 具备无压缩 IP 数据流输入输出功能, 符合 SMPTE ST2110 标准和 SMPTE 2022-7 标准; 支持 4 路外来信号输入, 可采用 IGMP 拉流方式进行信号切换; 具备 1 路内键、1 路外键处理能力, 支持台标叠加、字幕叠加功能, 输入字幕信号支持 SMPTE ST2110 标准和 SMPTE 2022-7 标准; 支持播控软件和可编程调度面板控制, 支持一键脱离播控软件控制。	XXSWP-VIPS-4KIP	2	套
8	可编程综合调度面板	19 英寸标准机架式硬件面板, 高度 2RU; 面板具备电源及切换控制核心配件冗余配置; 支持 7x24 小时不间断运行; 面板支持对本项目末级多选一 IPG 产品的控制; 面板支持被三方软件自动控制以及手动独立控制, 手动状态和自动状态可一键切换, 在信号检测、一致性比对系统异常时仍能提供手动应急操作。	XXMVP-UHDBC100	28	台

表 A.11 (续)

序号	设备名称	功能介绍	型号	数量	单位
三、轻量化智能一致性比对					
1	一致性比对检测软件	<p>采用软件处理，支持虚拟化主机部署；支持 4K 和 HD 信号的处理能力；</p> <p>满足与虚拟化主机结合实现信号的输入输出能力支持 8K、4K、HD 的 ST2110 信号的输入；</p> <p>支持高精度的 PTP 时钟，支持 2022-7；</p> <p>对于播出链路设置视音频一致性对比节点进行一致性比对监测，一致性比对技术需要在给定的延时或自动同步的缓冲区内比较视音频信号的一致性，测量视音频信号之间差异、延时、偏移；</p> <p>支持同时对多级比对组信号进行综合逻辑判断，每级比对组支持 6 路信号数量。</p> <p>比对技术需要具备像素级精度，提供准确的非一致报警能力。通过一致性比对结果指导值班；</p> <p>人员进行应急切换，支持按照报警及切换策略进行报警发布和自动切换。</p>	XXSWP-AIR-MC-CMS-8K-IP	14	套

A.6.4 与传统播出系统对比分析

湖南台轻量化播出系统与传统播出系统对比分析见表 A.12。

表A.12 湖南台轻量化播出系统与传统播出系统对比分析

比较项	传统播出方案	轻量化播出方案
技术架构	<ol style="list-style-type: none"> 主链路、备链路、三备链路全物理部署（专业设备） 采用 SDI/ST2110 无压缩信号协议 	<ol style="list-style-type: none"> 主链路物理部署，备链路和三备虚拟化部署（云化通用设备） 采用 ST2110 无压缩/NDI 等浅压缩信号协议
主要设备	<ol style="list-style-type: none"> 主、备、三备全部采用播出服务器（实体机） 主备 SDI/ST2110 矩阵 主备 SDI/ST2110 切换台、三备切换矩阵/切换台 主备末级倒换器 IPG 网关 延时器 音频监听 主备应急录像机 主备播控工作站 	<ol style="list-style-type: none"> 主播出服务器，备和三备采用虚拟化播出服务 主备 ST2110 矩阵 主 ST2110 切换台，备和三备虚拟化切换台 主备末级倒换器（IP） IPG 网关 延时器+虚拟化延时器 音频监听 主备应急录像机

表 A.12 (续)

比较项	传统播出方案	轻量化播出方案
主要设备	<ul style="list-style-type: none"> 10. 编单工作站、上载导入工作站、人工复检工作站 11. 主备数据库服务器 12. 播出字幕机 13. 管理、迁移、技审、接口等业务应用服务器 14. 一致性比对 15. SDI 多画面分割器, 监看大屏、监视器、示波器 16. 监控系统 17. 通话系统 18. 监播系统 19. BB/PTP 同步系统 20. 时钟校准系统 21. 传输编码器 	<ul style="list-style-type: none"> 9. 主播控采用工作站, 备和三备采用虚拟化播控服务 10. 编单工作站、上载导入工作站、人工复检工作站 11. 主备数据库服务器 12. 播出字幕机 13. 管理、迁移、技审、接口等业务应用服务虚拟机 14. 虚拟化一致性比对服务 15. 虚拟化 IP 多画面分割服务, 监看大屏、监视器、示波器 16. 智能化监控运维系统 17. 通话系统 18. 虚拟化监播系统 19. PTP 时钟同步系统 20. NTP 时钟校准系统 21. 虚拟化传输编码服务

参考文献

- [1] 《“超高清发展年”工作方案》（广电办发〔2025〕151号）
- [2] 《4K超高清和高清兼容制作及频道同播实施指南（2024版）》（广电办发〔2024〕379号）
- [3] 《4K超高清频道建设指南（2024版）》（广电办发〔2024〕379号）
- [4] 《4K超高清电视技术应用实施指南（2023版）》
- [5] GB/T 25070-2010 《信息安全技术信息系统等级保护安全设计技术要求》
- [6] GB/T 41809-2022 《超高清清晰度电视系统节目制作和交换参数值》
- [7] GB/T 41808-2022 《高动态范围电视节目制作和交换图像参数值》
- [8] GB/T 42758-2023 《用于节目制作的先进声音系统》
- [9] GY/T 299.1-2016 《高效音视频编码第1部分：视频》