

# 广播电视工程中 IP 化传输架构的演进趋势与建设策略

郭瑞

山东云网文化有限公司

**摘要：**随着广播电视工程向 IP 化架构快速演进，传统以 SDI 为核心的传输系统逐步被灵活、高效的 IP 传输模式取代。这一技术变革对工程人才提出了更高要求，亟须具备音视频处理、网络通信与系统集成能力的复合型技术人才。本文从 IP 化架构的技术演进与产业需求出发，分析了人才能力转型的关键要素，指出当前高校教育体系存在的结构性短板，并提出包括课程优化、实践重构、师资协同和多元评价在内的培养策略。旨在为高校与行业构建高适配度的人才培养机制提供理论支撑与实践路径。

**关键词：**广播电视工程；IP 化传输；复合型人才；课程改革；实践教学

在广播电视工程不断向数字化、网络化方向发展的背景下，IP 化传输架构逐渐取代传统 SDI 系统，成为行业技术革新的重要趋势。与传统封闭、单向、硬件为主的传输模式相比，基于 IP 的传输方式具有灵活性高、扩展性强、成本可控等优势，能够更好地适应多平台融合播出、远程协作制作、智能化调度等新需求。然而，随着传输架构的根本性变革，工程技术人员所需的能力结构也随之发生显著变化，单一设备运维型人才已难以满足 IP 系统部署、集成与维护的综合需求。目前，多数高职院校及应用型高校的相关专业仍以传统技术课程为主，缺乏对新型 IP 化架构及其实践能力的系统性培养，这导致毕业生与岗位需求脱节，影响行业技术更新进程。因此，探索一套契合 IP 架构特征的人才培养机制，构建“工程+网络+媒体”三位一体的复合型能力模型，已成为广播电视工程教育改革的迫切任务。本文将结合 IP 化演进趋势，从产业需求出发，系统分析广播电视 IP 架构下的人才能力特征，并提出建设性的课程体系与实训模式建议，以期为高校与行业的协同育人提供路径参考。

## 1 IP 化传输架构的技术演进与产业需求

### 1.1 广播电视传输架构的发展脉络

广播电视工程的传输系统经历了从模拟到数字、再到 IP 化的三次重大技术演进。早期的模拟信号传输虽然结构简单，但受限于信号衰减和质量不可控等问题，已逐步被数字化系统取代。而数字化阶段，尤其以 SDI (Serial Digital Interface) 为代表的技术在很长一段时间内主导了广播电视领域，具有较强的实时性和较低的延迟，但同时也存在设备耦合度高、信号路由复杂、扩展性差等缺点。近年来，伴随互联网技术、高速以太网设备的发展，以及 SMPTE ST 2110 等标准的成熟，基于 IP 的广播电视传输架构逐渐取代传统

SDI 方案，成为构建现代媒体生产系统的核心。IP 化架构支持音视频信号的分离传输和虚拟化调度，增强了系统的灵活性与远程协作能力，这对广播电视行业未来的发展具有深远影响。

### 1.2 IP 化传输架构的关键技术需求

IP 化架构的推广依赖一系列关键技术的支持，首先是在网络协议层面需要实现音视频、控制信令及辅助信息的精确同步传输，SMPTE ST 2110 系列标准提供了较为完备的规范支持；其次是对带宽与传输延迟的严格控制，要求网络设备必须具备高吞吐能力与精准的 QoS 策略。此外，基于云平台的内容管理、边缘计算的实时编解码处理、NDI 等轻量级 IP 视频协议的集成，也都为系统的部署与维护提出了新的挑战。实际操作中，一套 IP 化系统不仅需要精通网络技术的人员参与规划，还需传统视频工程师掌握基础的 IP 网络原理，实现从信号链设计到内容发布的全流程协同。

### 1.3 技术演进带动的人才结构变化

随着 IP 化架构在广播电视行业的深入应用，工程岗位的能力要求发生了深刻转变。传统 SDI 架构下的“设备维护型”人才已无法胜任新系统的部署与管理，行业急需具备“音视频+网络+系统集成”能力的复合型人才。例如，在某省级广播电视台的全台 IP 化改造项目中，原有的演播室、播出室、信号调度系统被重新设计为 IP 统一架构，涉及跨部门的协作和多系统的并网调试。项目初期，由于缺乏既懂 ST 2110 标准，又能调试 PTP 网络同步和视频传输 QoS 策略的工程人员，导致整体进度严重滞后，部分功能模块甚至需依赖国外技术人员远程支持，极大暴露了本土人才供给的短板。这一现实案例反映出行业对具备跨专业能力、能够胜任复杂系统集成与运维的 IP 化人才的迫切需求，也为人才培养模式的改革提供了现实动因。

## 2 广播电视IP架构建设对人才能力的复合性要求

### 2.1 知识结构上的复合需求

随着广播电视向IP化架构全面转型,工程技术人员必须突破以往局限于音视频信号处理或硬件维护的单一知识体系,逐步构建起涵盖网络通信、系统集成、编解码技术、虚拟化部署等多个技术维度的复合知识结构。在传统模式下,音视频工程师只需掌握SDI线路连接、矩阵切换、时钟同步等硬件操作技术即可胜任工作,但在IP架构下,调试一套基于SMPTE ST 2110标准的系统,往往需要理解IP包传输机制、PTP协议的时钟同步原理、QoS队列控制方法以及VLAN划分策略等网络通信基础。例如,在直播过程中,如需对多个摄像机信号进行实时调度与流控,工程师不仅要懂视频编码参数设置,还需能排查交换机端口阻塞、数据包丢失等网络问题。这种对“广播工程+计算机网络”双重知识的要求,使得原有人才培养结构显得脱节,必须引导学生和在职人员向“跨界整合型”技术人才方向发展。

### 2.2 实操能力上的复合标准

IP化系统不仅在理论知识上更加复杂,其对实际操作能力也提出了前所未有的挑战。传统SDI系统中,很多问题可以通过更换线缆或设备排查定位,而IP架构中的系统问题常常涉及软件配置、网络拓扑设计、协议冲突和数据分发策略。例如,某次电视台执行一场多地并发直播任务时,因骨干网络中QoS优先级设置不当,导致演播室接收到的信号出现图像马赛克、音画不同步等问题。排查过程中,工程人员需要利用Wireshark分析数据流量,定位RTSP包的延迟,修改交换机策略后才恢复正常。这类情况在以往的设备维护型岗位中较为少见,但在IP化环境下却是常态。因此,人才培养必须将网络仿真、协议抓包分析、流媒体系统调试等实操模块引入实验教学,促使学生能够真正“动手解决问题”而不仅仅停留在理论层面。

### 2.3 项目管理与协调能力的提升

除了技术维度的挑战,IP化转型还带来了项目流程管理与跨团队协作的新要求。广播电视系统传统上采用模块化建设模式,各个环节相对独立,技术人员可专注于单一领域。然而,在IP化架构中,内容采集、编辑、传输、存储和播出等环节高度融合,一个系统性故障可能会牵一发而动全身。系统调试往往需要多个专业团队共同配合,涵盖音视频处理组、网络工程组、软件系统组等。以某大型省级电视台为例,在其IP化全台改造过程中,项目团队由内容制作人员、IT工程师、媒体调度技术员组成,要求项目负责人不仅具备技术

统筹能力,还要协调进度、资源和风险管理。这种多角色协同的工作环境,对技术人员的沟通表达、项目协调与文档记录能力提出更高要求。因此,在人才培养体系中,应适当引入项目管理知识、任务分工模拟和跨专业沟通训练,使学生具备一定的组织能力与协作意识,能够在未来的复杂工程项目中胜任更为综合的角色。

## 3 面向IP架构建设的“工程+应用”型人才培养机制探索

### 3.1 专业课程设置优化策略

面对广播电视IP化所带来的技术范式转变,传统高校在课程设置方面亟须突破“模拟—数字”传输逻辑的固有模式,构建涵盖音视频网络传输、IP化节目制作、虚拟化媒体服务等核心内容的复合型课程体系。以某应用型高校为例,其在“数字媒体技术”专业中增设了《IP广播系统基础》《网络音视频技术》《媒体虚拟化与云播控》三门课程,系统介绍ST 2110标准体系、NDI协议构建流程、PTP网络同步配置等内容,不仅补充了学生在IP技术方面的理论知识盲区,也通过结合仿真实验强化其实操能力。此外,该校通过与本地电视台共建“网络导播教研室”,共同开发基于真实工程案例的教学模块,如“跨区域多信号源调度系统设计”“直播网络QoS策略调优”等,使课堂教学内容与实际工作高度接轨,从而提高学生的岗位适应能力与技术迁移能力。

### 3.2 实践环节的项目化重构

在传统实践教学,广播电视工程多依赖于“实验台+模拟演播室”模式,但这种模式往往仅限于设备级别的接线操作与基础调试,无法真实模拟复杂的IP化环境。针对这一问题,应推动“项目导向型”的实践改革,打造具备端到端构建能力的实训平台。某高校依托实验教学改革专项资金,建设了“IP媒体信号生产与分发实训平台”,基于OBS Studio、vMix、NDI Tools等开源或商业软件,实现从内容采集、网络编码、IP传输、云端推流到多终端播放的完整链路。学生需按任务书完成系统规划、网络布线、编码配置、同步调度等环节,如某次实训项目要求学生搭建校园春晚的IP化演播链路,需考虑不同教室信号的人网标准、RTMP直播延时优化策略和P2P分发机制。通过多轮迭代训练,学生不仅掌握了实际部署流程,还具备了应对网络瓶颈、信号冲突等问题的工程处理能力。

### 3.3 教师能力与企业协同提升机制

IP化教育改革不仅对学生提出了新要求,对教师

队伍的专业化发展同样构成挑战。目前,许多高校的广播电视工程专业教师主要来自传统媒体或信号处理领域,对于网络协议、操作系统及虚拟化部署等知识储备不足,难以胜任IP化教学任务。因此,高校应通过“教研融合”与“校企共育”的双轮驱动策略加强教师能力建设。一方面,鼓励教师赴企业短期挂职实践,如参与电信运营商的融媒体平台搭建项目、参与大型赛事直播系统的IP化链路部署等,提升工程项目背景知识;另一方面,通过建立“技术师资合作库”,引入具有网络系统背景的工程技术人员参与共授,形成“双导师制”教学模式。例如,某高校与省级广播电视总台共建“媒体IP化联合实验室”,由台内工程骨干每周参与实验指导,并开设《大型演播室IP部署案例分析》选修课,极大丰富了教学资源与内容广度。

#### 3.4 多元评价体系构建

人才培养质量的核心体现在评价机制上,传统以期末笔试为主的考核方式显然无法全面衡量学生在IP化系统构建中的综合能力。应构建“过程+成果+实境”三维度多元评价体系:过程方面,要求学生在每次项目实训中提交技术报告、流程图与调试日志;成果方面,以最终系统部署效果、稳定性和信号质量为依据进行评分;实境方面,推荐学生参与真实演播任务、跨校技术竞赛或企业合作项目,按照实际运行表现进行评估。例如,在一次IP直播项目中,某学生团队负责信号链规划与网络优化,最终项目信号稳定率达98%以上,并获得校级“优秀项目实践奖”,其课程成绩也直接与项目成果挂钩。通过这种多元评价模式,不仅提升了学生的成就感和责任感,也增强了课程与岗位能力之间的关联度,推动从“教知识”向“育能力”的教学转型。

## 4 结论与展望

广播电视工程正处于从传统SDI架构向IP化、智能化、网络化系统全面转型的关键阶段,技术形

态的深刻变革带来了人才结构与能力模型的全新要求。本文从IP化传输架构的技术演进出发,深入剖析了当前行业对复合型、系统化工程人才的迫切需求,指出传统教育体系在课程内容、实践方式和师资结构上的滞后问题。在此基础上,提出了面向“工程+应用”融合目标的人才培养策略,包括优化课程体系、加强项目实训、推进校企协同育人以及构建多元评价机制等关键路径。实践证明,这种多维度协同改革有助于提升学生在真实工作场景下的系统设计和问题解决能力。未来,应进一步加强高校与广电行业的深度合作,建设覆盖教学、科研、技术服务的多功能实验平台,推动形成以岗位能力为导向、适应IP化发展趋势的高质量人才生态体系。唯有如此,才能真正支撑广播电视行业的技术升级与可持续发展。

#### 参考文献:

- [1] 蔡伟. 广播电视发射台信号传输与监测系统IP化设计改造[J]. 广播电视信息, 2023, 30(12): 74-76.
- [2] 郝延军. IP化技术在电视制播融合中的网络架构与信号传输应用[J]. 电视技术, 2024, 48(02): 157-159.
- [3] 李婧. 广播电视信源IP化后对网络传输架构适应性的研究[J]. 广播与电视技术, 2021, 48(01): 80-82.
- [4] 林凡. 4K超高清IP传输架构的比对研究[J]. 广播与电视技术, 2021, 48(11): 38-41.
- [5] 郝延军. IP化技术在电视制播融合中的网络架构与信号传输应用[J]. 电视技术, 2024, 48(02): 157-159.
- [6] 黄永洪. 高清/超高清SDI/IP混合架构播控系统及一体化自动播控设计[J]. 广播与电视技术, 2022, 49(05): 37-43.
- [7] 陈军, 张辉. IP播出架构下的有线前端传输平台建设[J]. 广播与电视技术, 2021, 48(05): 82-86.
- [8] 李继龙, 谢天宇, 魏玉冰. 广电融合网络架构技术研究[J]. 电视技术, 2020, 44(02): 40-43.