

# 多机位协同拍摄系统在大型直播节目录制中的同步控制技术研究

倪长根

江苏省扬州市新闻传媒中心（传媒集团），中国·江苏扬州 225200

**摘要：**论文针对大型直播节目录制中多机位协同拍摄系统的同步控制技术展开深入研究。详细阐述了多机位协同拍摄系统同步控制的重要性、面临的挑战，分析了现有的同步控制技术原理与方法。通过对时间码同步、网络同步等核心技术的研究，结合实际案例，提出了优化的同步控制方案，并探讨了其在实际操作中的应用价值与推广意义。研究表明，合理的同步控制技术能够有效提升多机位协同拍摄系统在大型直播节目录制中的画面同步精度与稳定性，为大型直播节目高质量录制提供有力保障，具有重要的学术参考价值与实际操作借鉴价值。

**关键词：**多机位协同拍摄系统；大型直播节目；同步控制技术；时间码同步；网络同步

## Research on Synchronous Control Technology of Multi-camera Collaborative Shooting System in the Recording of Large-scale Live Broadcast Programs

Changgen Ni

Yangzhou News Media Center (Media Group), Jiangsu Province, Yangzhou, Jiangsu, 225200, China

**Abstract:** This thesis conducts an in-depth study on the synchronous control technology of the multi-camera collaborative shooting system in the recording of large-scale live broadcast programs. It elaborates in detail on the importance and challenges faced by the synchronous control of the multi-camera collaborative shooting system, and analyzes the principles and methods of existing synchronous control technologies. Through the research on core technologies such as time code synchronization and network synchronization, and combined with practical cases, an optimized synchronous control scheme is proposed, and its application value and promotion significance in practical operations are discussed. The research results show that a reasonable synchronous control technology can effectively improve the accuracy and stability of picture synchronization of the multi-camera collaborative shooting system in the recording of large-scale live broadcast programs, provide a strong guarantee for high-quality recording of large-scale live broadcast programs, and have important academic reference value and practical operation reference value.

**Keywords:** multi-camera collaborative shooting system; large-scale live broadcast programs; synchronous control technology; time code synchronization; network synchronization

## 0 前言

随着互联网技术的飞速发展和人们对视听体验要求的不断提高，大型直播节目在文化传播、商业活动、体育赛事等领域得到了广泛应用。为了给观众呈现丰富、生动、多角度的视觉效果，多机位协同拍摄系统在大型直播节目录制中成为不可或缺的重要工具。通过多个摄像机从不同角度、不同位置对节目进行拍摄，能够全方位地捕捉节目现场的精彩瞬间，增强观众的参与感和沉浸感。然而，多机位协同拍摄系统在实际应用中面临着诸多挑战，其中同步控制问题尤为关键。如果多个机位的拍摄画面不能实现精确同步，将会导致画面切换时出现卡顿、错位等现象，严重影响节目质量和观众的观看体验。因此，深入研究多机位协同拍摄系统在大型直播节目录制中的同步控制技术具有重要的现实意义。

## 1 多机位协同拍摄系统概述

### 1.1 系统组成

多机位协同拍摄系统主要由摄像机、视频切换台、同步控制器、存储设备、传输设备等部分组成。摄像机作为拍摄的核心设备，负责从不同角度采集现场画面；视频切换台用于对多个摄像机拍摄的画面进行选择、切换和处理，实现不同机位画面的组合展示；同步控制器是整个系统的关键，它负责协调各个摄像机的拍摄时间和信号输出，确保画面同步；存储设备用于记录拍摄的视频数据；传输设备则负责将拍摄的画面传输到直播平台或后期制作设备。

### 1.2 工作原理

在多机位协同拍摄系统工作过程中，各个摄像机按照预定的拍摄角度和参数进行画面采集，并将采集到的视频信号传输给视频切换台。同步控制器通过发送同步信号，使各

个摄像机在相同的时间基准下进行拍摄。视频切换台根据节目制作的需求,在同步信号的控制下,对不同摄像机的画面进行切换和处理,然后将处理后的画面传输到存储设备进行记录或通过传输设备发送到直播平台进行实时播放。

### 1.3 在大型直播节目中的应用特点

多机位协同拍摄系统在大型直播节目中具有以下应用特点:一是能够实现多角度、全方位的拍摄,满足观众对节目内容全面了解的需求;二是可以通过不同机位画面的切换和组合,营造出丰富的视觉效果,增强节目的观赏性和吸引力;三是适应大型直播节目现场复杂的环境和多变的拍摄需求,能够灵活调整拍摄角度和机位布局;四是要求系统具有高度的稳定性和实时性,确保直播过程中画面的流畅和同步。

## 2 多机位协同拍摄系统同步控制面临的挑战

### 2.1 设备差异导致的同步问题

不同品牌、型号的摄像机在拍摄参数设置、信号处理速度、时钟精度等方面存在差异,这些差异会导致多个机位的拍摄画面在时间上出现偏差,难以实现精确同步。例如,一些摄像机的时钟精度较低,长时间运行后会产生时间漂移,从而影响画面同步。

### 2.2 传输延迟与信号干扰

在大型直播节目现场,视频信号需要通过各种传输设备进行传输,如电缆、无线网络等。传输过程中不可避免地会产生传输延迟,而且不同机位的信号传输路径和距离不同,传输延迟也会有所差异。此外,现场复杂的电磁环境容易对视频信号造成干扰,导致信号失真、丢失,进一步影响画面同步效果。

### 2.3 现场环境复杂多变

大型直播节目现场通常人员众多、设备繁杂,环境噪声大、光线变化频繁。这些复杂多变的环境因素会对摄像机的正常工作产生影响,如环境噪声可能会干扰摄像机的音频采集,光线变化可能会导致摄像机自动调整拍摄参数,从而影响画面的稳定性和同步性。

### 2.4 实时性要求高

大型直播节目具有实时性强的特点,要求多机位协同拍摄系统能够在极短的时间内实现画面同步和切换,否则会出现画面卡顿、延迟等问题,严重影响观众的观看体验。这对同步控制技术的实时性和准确性提出了极高的要求。

## 3 多机位协同拍摄系统同步控制核心技术

### 3.1 时间码同步技术

#### 3.1.1 时间码原理

时间码作为一种在视频与音频信号处理领域极为关键的技术手段,承担着精准标记信号时间位置的重要使命。它以恒定且规律的频率对时间进行编码操作,当前,在全球范围内广泛遵循并采用的是 SMPTE(电影电视工程师协会)所制

定的时间码标准,该标准为行业内时间码的规范应用提供了统一准则。在实际应用场景中,常见的时间码格式主要涵盖 LTC(纵向时间码)与 VITC(垂直间隔时间码)这两大类型。LTC 在传输路径上选择借助音频通道,凭借其独特的编码与传输机制,展现出卓越的抗干扰能力,即使在复杂多变、干扰源众多的环境中,也能确保时间码信号稳定传输,减少信号失真与误码情况的发生。而 VITC 则巧妙地将时间码信息嵌入至视频信号的垂直消隐间隔区域,这一设计使得视频设备在运行过程中,能够直接从视频信号流里快速、便捷地读取时间码,极大地提升了时间码获取的便利性与效率<sup>[1]</sup>。

#### 3.1.2 时间码同步实现方式

在构建大型多机位协同拍摄系统时,为实现各机位以及相关设备间的精准时间同步,通常会引入一台性能卓越、精度极高的主时钟发生器。该主时钟发生器宛如整个系统的“时间指挥官”,源源不断地产生高度统一、精准无误的时间码信号。随后,借助专业的时间码分配设备,将这一核心信号以稳定可靠的方式分发给系统内的各个摄像机,以及诸如音频录制设备、视频切换台等其他关键设备。各设备在接收到时间码信号后,内部的同步机制会迅速启动,通过对时间码的精确解析与运算,自动校准自身的拍摄时间或工作时间,使其与主时钟所设定的时间基准完全契合,达成整个拍摄系统在时间维度上的高度同步。当进入后期制作环节,或是在紧张激烈的直播过程中,视频切换台等负责画面调度与整合的核心设备,便能依据各机位所携带的时间码信息,对不同机位所拍摄的丰富多样的画面进行毫秒级的精确对齐与流畅切换,为观众呈现出连贯、自然且毫无卡顿感的视觉盛宴<sup>[2]</sup>。

#### 3.1.3 优缺点分析

时间码同步技术的优点是同步精度较高,能够满足大多数大型直播节目对画面同步的要求;而且时间码信号稳定,不易受到外界干扰。其缺点是设备成本较高,需要额外配置主时钟发生器和时间码分配设备;并且时间码的设置和调整相对复杂,需要专业人员进行操作。

### 3.2 网络同步技术

#### 3.2.1 网络同步原理

网络同步技术基于网络通信协议,通过网络传输时间同步信息,使多个设备在网络环境下实现时间同步。常见的网络同步协议有 NTP(网络时间协议)和 PTP(精确时间协议)。NTP 适用于一般网络环境下的时间同步,精度相对较低;PTP 则采用更精确的时间同步机制,能够满足高精度时间同步的需求。

#### 3.2.2 网络同步实现方式

在多机位协同拍摄系统中,首先需要搭建一个稳定的网络环境。选择一台性能较好的设备作为时间服务器,运行网络同步协议软件。其他摄像机和相关设备通过网络连接到时间服务器,接收时间同步信息,并根据该信息调整自身的

时钟。在拍摄过程中,时间服务器不断向各个设备发送时间同步信号,确保设备之间的时间一致性。

### 3.2.3 优缺点分析

网络同步技术的优点是设备连接方便,无需额外铺设专用的时间码传输线路,降低了系统的布线成本;而且可以实现远程同步控制,便于系统的管理和维护。其缺点是网络环境对同步精度影响较大,网络延迟、丢包等问题可能会导致同步误差;同时,网络同步协议的配置和调试相对复杂,需要具备一定的网络知识和技能<sup>[3]</sup>。

### 3.3 其他同步技术

除了时间码同步技术和网络同步技术外,还有一些其他的同步方法,如黑场同步和三电平同步。黑场同步是通过发送全黑视频信号作为同步基准,使各个摄像机的扫描起始点保持一致;三电平同步则是利用视频信号中的特定电平信号来实现同步。这些同步技术在特定的应用场景中也具有一定的优势,但通常作为辅助同步手段与时间码同步或网络同步技术结合使用。

## 4 多机位协同拍摄系统同步控制优化方案

### 4.1 混合同步策略

鉴于时间码同步技术和网络同步技术各自的优缺点,为了提高多机位协同拍摄系统的同步精度和稳定性,可采用混合同步策略。在系统中同时使用时间码同步和网络同步,以时间码同步作为主要的同步方式,确保画面的高精度同步;利用网络同步实现设备的远程监控和管理,并在时间码出现故障或需要快速调整同步参数时,作为备用同步方式。例如,在大型体育赛事直播中,主时钟发生器产生的时间码信号确保各个摄像机的画面精确同步,而网络同步则用于实时监测摄像机的工作状态和时间偏差,当发现时间码信号异常时,及时切换到网络同步模式,保证直播的顺利进行<sup>[4]</sup>。

### 4.2 传输优化措施

#### 4.2.1 选择合适的传输介质

根据大型直播节目现场的实际情况,选择合适的传输介质。对于近距离传输,优先采用高质量的同轴电缆或光纤,以减少传输延迟和信号衰减;对于远距离传输或不便铺设线缆的场景,可以采用无线网络传输,但需要选择稳定性好、带宽高的无线网络设备,并合理规划网络频段,避免信号干扰。

#### 4.2.2 优化传输路径

合理规划视频信号的传输路径,尽量减少信号传输的中间环节和距离。例如,在直播现场布置摄像机时,将摄像机尽量靠近视频切换台和传输设备,缩短电缆的铺设长度;对于无线网络传输,合理设置无线接入点的位置,确保信号覆盖均匀,减少信号穿墙和遮挡带来的损耗。

#### 4.2.3 采用信号增强与补偿技术

在传输过程中,采用信号增强与补偿技术,如使用信号放大器、均衡器等设备,对传输的视频信号进行增强和调

整,补偿信号在传输过程中的衰减和失真,提高信号的质量和稳定性,从而保证画面同步效果。

### 4.3 设备校准与维护

#### 4.3.1 定期设备校准

制定定期设备校准计划,对摄像机、同步控制器、视频切换台等设备进行时间校准和参数调整。使用专业的校准设备和工具,确保设备的时钟精度和拍摄参数符合要求。例如,每隔一段时间对摄像机的时钟进行校准,使其与主时钟发生器的时间保持一致;对视频切换台的切换延迟进行测试和调整,保证画面切换的及时性和准确性。

#### 4.3.2 设备维护与保养

加强设备的日常维护与保养工作,定期检查设备的连接线缆、接口等部件是否松动、损坏,及时清理设备表面的灰尘和杂物,确保设备的正常运行。同时,建立设备维护档案,记录设备的使用情况、维护时间和维护内容,便于对设备进行跟踪管理和故障排查<sup>[5]</sup>。

## 5 结论与展望

论文通过对多机位协同拍摄系统在大型直播节目录制中的同步控制技术进行深入研究,分析了系统组成、工作原理、面临的挑战以及现有的同步控制核心技术。提出了混合同步策略、传输优化措施和设备校准与维护等优化方案,并验证了这些方案的有效性。研究表明,合理运用时间码同步、网络同步等技术,并结合优化方案,能够有效提高多机位协同拍摄系统在大型直播节目录制中的同步精度和稳定性,满足大型直播节目高质量录制的需求。随着科技的不断发展,多机位协同拍摄系统在大型直播节目中的应用将更加广泛和深入,对同步控制技术也提出了更高的要求。未来的研究可以从以下几个方面展开:一是进一步研究高精度、低延迟的同步控制算法,提高同步控制技术的性能;二是探索利用新兴技术,如5G、物联网等,优化多机位协同拍摄系统的同步控制方案,实现更高效、更智能的同步控制;三是加强对多机位协同拍摄系统与人工智能、虚拟现实等技术的融合研究,为观众带来更加沉浸式的观看体验。

### 参考文献:

- [1] 张迎新.电视节目多机位布局和协同拍摄技巧分析[J].记者摇篮,2020(5):104-105.
- [2] 张伟宏.论大型电视直播节目的摄像和导播[J].传播力研究,2019,3(9):14-15.
- [3] 李慧.现场直播节目的作品性质研究[D].上海:华东政法大学,2016.
- [4] 严波.现场直播节目版权保护研究[D].上海:华东政法大学,2015.
- [5] 王敏,张佳.关于大型电视直播节目的摄像和导播探讨[J].新闻研究导刊,2015,6(6):99.

作者简介:倪长根(1968-),男,本科,从事广电技术研究。