

# 体育赛事转播系统 及业务承载的初步思考

Initial Thought on Sports Event Broadcast System and Service Bearing

王波<sup>1</sup>,钟志刚<sup>2</sup>,于冰<sup>2</sup>,王智<sup>2</sup>,刘辰<sup>1</sup>(1. 中国联合网络通信集团有限公司,北京 100033;2. 中讯邮电咨询设计院有限公司,北京 100048)

Wang Bo<sup>1</sup>, Zhong Zhigang<sup>2</sup>, Yu Bing<sup>2</sup>, Wang Zhi<sup>2</sup>, Liu Chen<sup>1</sup> (1. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China; 2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China)

## 摘要:

简要介绍了体育赛事转播系统的系统架构以及场馆电视转播设施的主要组成部分以及转播对网络的主要技术指标要求,并针对体育赛事转播业务的主要承载技术进行了分析,并希望能为后续类似活动提供借鉴。

## 关键词:

OBS;IBC;CCR;TOC;UHD

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.01.012

文章编号:1007-3043(2021)01-0059-04

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Abstract:

It briefly introduces the system architecture of sports event broadcast system, the main components of stadium TV broadcasting facilities, and the main technical indicators of broadcasting network, and it analyzes the main bearing technology of sports event broadcasting service, and hopes to provide reference for the follow-up similar activities.

## Keywords:

OBS;IBC;CCR;TOC;UHD

**引用格式:**王波,钟志刚,于冰,等. 体育赛事转播系统及业务承载的初步思考[J]. 邮电设计技术,2021(1):59-62.

## 0 引言

随着社会的不断发展和人们生活水平的不断提高,体育赛事越来越频繁。2019年我国就举办了包括“第7届世界军人运动会”、“2019年国际篮联篮球世界杯暨第18届国际篮联篮球世界杯”、“2019年国际乒联女子和男子世界杯”等在内的多项国际体育赛事活动。而体育赛事电视转播技术也随着科学技术的发展,特别是随着高清技术和5G技术的发展和推进,得到了长足的进步。本文对体育赛事电视转播系统及

业务承载进行了初步探讨。

## 1 体育赛事转播系统概述

### 1.1 体育赛事视频转播系统

体育赛事一般指有规模有级别的正规比赛,目前全球规模大、影响力大的体育赛事有世界杯、奥运会、一级方程式赛车、NBA以及各类洲际体育赛事和单项体育组织的世锦赛。其中,国际性的赛事有奥运会、世界杯足球赛、大学生运动会,地区性的赛事有亚运会、东亚运动会、中国全运会等。

体育赛事转播主要是由主播机构(如奥林匹克转播服务公司、国际奥委会和国家奥组委在历届奥运会

收稿日期:2020-11-25

会指定的转播机构)负责制作广播电视国际公共信号,并为多个广播电视机构(持权转播商RHB)提供多场地(场馆)的公共信号和单边电视信号以及转播所需的设施和服务。转播是将每个比赛场馆现场制作的电视信号,通过各种传输链路,送回国际广播中心(IBC),在IBC集中对各类比赛信号进行处理、调度、收录,最后统筹分配给各类广播电视机构进行电视直播。大型体育运动会电视转播可由场馆单独实施运作或场馆与台内节目直播共同完成。

## 1.2 大型体育运动会电视转播系统架构

### 1.2.1 电视转播信号交换

主播机构提供的信号都是通过临时搭建的技术系统设备采集、加工、分配和传输来完成的。体育赛事的转播系统需要根据赛事日程和地点的安排预先设计好,主要包括竞赛场馆(Venues)、转播综合区(Compound)、国际广播中心(IBC)、景观摄像机(landscape camera)等,如图1所示。

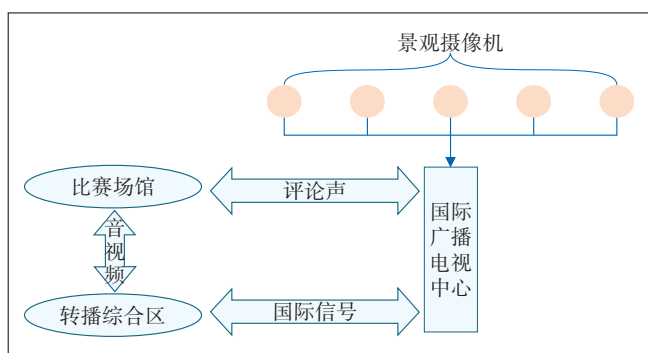


图1 电视转播信号交换示意图

### 1.2.2 场馆电视转播设施

#### 1.2.2.1 竞赛场馆

竞赛场馆内用于电视转播的设施主要包括摄影机位、评论席位置、混合采访区、评论席控制室以及转播信息办公室等。

a) 摄像机位和摄像平台(Footprint & Platform)。完成一届体育赛事转播任务,主转播商需要根据赛道地势地貌制作转播手册,其中最重要的部分就是机位图。Footprint机位指摄像机需要占用的空间或位置,不需要搭建平台。使用的摄像机一般是肩扛式,在赛道旁边的机位一般使用有线摄像机,在结束区附近常常使用无线摄像机(Camera RF)。Platform摄像平台一般位于出发区、结束区以及沿赛道可以获得理想视的位置。

b) 评论控制室(CCR)。CCR是竞赛场馆评论员

系统运行的核心,要求邻近评论员席,对于照明、暖通空调、电力保障、隔音都有严格要求。所有持权转播商的评论员声音信号从这里传输给IBC的评论员交换中心(CSC)。简而言之,一路信号是从赛场上拾取的音视频信号(VandA)通过摄像机和话筒传输给摄像机控制单元CCU,再传送至转播车,再通过TOC传输到IBC内OBS技术区的单边信号工作间(CDU——Contribution Distribution and Unilateral),另一路信号为评论员声音信号,通过竞赛场馆的CCR传输到IBC的评论员交换中心CSC,这2路信号是分开传输的。

#### 1.2.2.2 转播技术综合区

冬奥竞赛场馆的设计和建设过程中,场馆后院(BOH——Back of House)需要为电视转播预留出一个区域供赛事转播的转播商使用,这个后院空间全称是广播电视综合制作区,简称转播综合区,TV Compound或者 Broadcast Compound。

转播综合区主要包括电视转播制作区、转播技术运行中心。

a) 电视转播制作区(OBVAN)。有转播商的信号制作车辆、音频制作车辆、提供信号传输的卫星上行车辆,持权转播商的移动技术车辆和信号制作车辆。

b) 转播技术运行中心。转播技术运行中心(TOC)位于转播综合区内部,TOC内部有主转播商和持权转播商的转播设施。TOC的作用相当于主转播商在竞赛场馆音视频信号(VandA circuits)的传输枢纽(HUB)。主转播商制作团队在赛场采集的音视频公共信号首先传送到综合区内的TOC,这些信号将会分发给以下几个相关方。

(a) 传输到国际广播中心IBC,IBC内设有汇集、分发和CDU。

(b) 分发给在综合转播区内预定信号的持权转播商,持权转播商获得公共信号后,一般会注入自己的单边信号。

(c) 分发给赛场内需要电视信号的业务领域,如体育的裁判工作间(Jury Room)、医疗、体育展示、计时计分等。

转播技术运行中心运行流程示意图如图2所示。

#### 1.2.2.3 风景摄像机或景观摄像机

这类摄像机的位置一般位于建筑物的顶部,采集画面时使用全景镜头,旨在呈现主办城市的人文景观或具有代表性地标建筑。通常采用赛事全程实时信号,欧美电视台尤其喜欢使用带有灯光效果的赛场夜

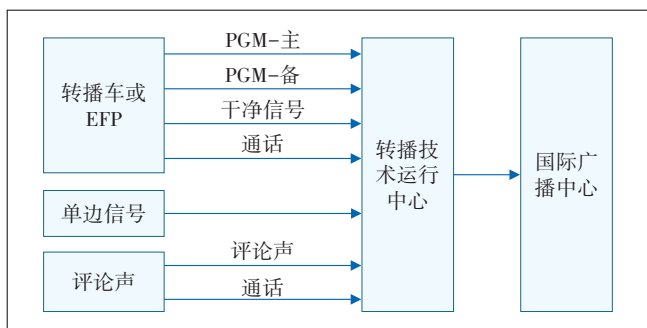


图2 转播技术运行中心运行流程示意图

景。在竞赛场内,也有类似的机位设置,一般位于场馆内的最高处,拍摄赛场景观镜头(Beauty Shot)。

#### 1.2.2.4 国际电视转播中心

体育赛事主播机构一个重要的职责是设计和建造国际广播电视中心(IBC),IBC是主播机构和各大电视媒体(如新华社、法新社、路透社等)进行电视转播的总部。主播机构要在各个场馆和国际广播电视中心为持权转播商协调、提供转播实施和服务,所有场馆采集和制作的国际公用信号和单边专用信号,都将通过通信系统传输到国际广播中心,经过必要的处理和监测,分配和传输给持权转播商。

#### 1.2.3 电视信号传输系统

电视信号传输指利用电信网络传送电视信号,供远地电视台站转播或作为收录、编辑电视节目的节目源。随着我国经济和科学技术水平的不断提升,高清电视极大地满足了人们的视觉需求,同时推动了数字信号传输技术的快速发展和完善,有效地提高了数字电视信号传输的安全性和稳定性。现阶段,数字电视信号的传输主要通过光纤传输系统、微波传输系统以及卫星传输系统等技术。本文所述的业务承载主要指的是从体育赛事各场馆至电视转播中心进行视频处理的原始信号的传输。

## 2 体育电视转播对网络的指标要求

随着传统媒体技术设备的迭代,当前视频技术正在由高清向超高清(UHD)演进。在大型体育赛事中,UHD转播技术的应用也越来越广泛。UHD电视的分辨率为3 840×2 160,能够带来更清晰鲜明的画质和更自然真实的效果,在体育赛事转播上使用这一技术,无疑能给观众带来更逼真的视觉体验和身临其境的感受。

从2017年5月开始,韩国3家电视台就已开始提

供地面电视塔发送的地面波UHD电视节目,拥有4K画质。而2018平昌冬奥会,中央电视台在常规高清信号和新媒体转播基础上,首次在转播中心搭建4K超高清一体化网络制播系统,全面实现冬奥会4K信号的收录采集、编辑制作和播出传输。

体育电视转播对网络指标主要包括长距传输的线路衰耗、误码率、带宽以及时延等内容。

线路衰耗一般由主播机构根据以往的电视转播实际效果提出,2008年的北京夏季奥运会和2018年的平昌冬奥会,主播机构OBS提出的目标链路预算值限制都是25 dB,即从奥运会场馆到国际电视转播IBC的光路在光纤1 310 nm的光窗口内的整体衰减不超过25 dB。

根据中国通信标准化协会所发布的《4K视频传送需求研究报告》,传输入门级4K、运营级4K、极致4K、8K的带宽需求,带宽要求最高的8K视频需要135 Mbit/s的带宽,带宽要求最低的入门级4K也需要18到24 Mbit/s的带宽;同时,根据《4K视频传送需求研究报告》针对4K超清视频对于承载网端到端的总体要求为:端到端带宽要大于50 Mbit/s,往返时延(RTT)要小于20 ms,丢包率PLR要小于 $10^{-5}$ (通过端云优化降低对网络的要求)。

## 3 体育电视转播业务承载技术

电视转播业务承载主要是实现各场馆TOC、CCR至IBC,IBC至国外电视台(BCN网络),风景摄像机至IBC(BC网络),媒体直播间至IBC(POTF网络)的信号传送。承载技术可分为有线承载和无线承载两大类。

### 3.1 有线承载技术

根据视音频转播信号大带宽、低时延的业务特点,首选光纤直驱进行物理连接,原始视音频信号源无需压缩,保证信号无损传播,但要求传输距离一般不超过80 km,光纤总体衰减不超过25 dB/1 310 nm。

对于长距离传输采用点对点专线承载,由于受到传输技术的带宽限制,原始视音频信号源需进行压缩处理,首先经过压缩编码处理后,输出ASI标清、高清或超高清4K/8K信号,编码压缩后的ASI信号带宽标清为50 Mbit/s,高清为80 Mbit/s,4K为100 Mbit/s,8K为200 Mbit/s。多路信号通过电/光转换及复用后,输出传输链路至IBC,经解复用、解码后还原为基带SDI视音频信号。传输链路带宽在2M~100G,要求传输具备硬管道业务隔离。现阶段可由SDH/MSTP、PeOTN、



智能IP三种传输技术承载,每种传输技术适于不同的应用场景,传输技术特性如表1所示。

表1 传输技术特性

传输技术	技术成熟度	技术特点	组网模式	业务扩展性	维护能力	应用场景
SDH/MSTP	面临技术淘汰,承载业务单一	支持GE以下小颗粒刚性管道,可靠性高	适于点对点、点对多点场景	仅支持1、2层传送型业务	可视化OAM管理功能	适于单路信号或音频信号传送,如POTF网络
PeOTN	主流成熟技术,具备多种业务混合承载能力	同时支持任意速率的刚性管道和弹性管道,时延稳定,高可靠性	适于点对点、点对多点场景	仅支持1、2层传送型业务	基于SDN技术,客户可自助开通、删除、调速及维护	适于单路、多路信号任何场景,如BCN网络、BC网络、POTF网络
智能IP	属于新技术,成熟度不高,承载业务单一	支持任意速率的弹性管道,刚性管道需要SRv6+FlexE技术支持,可靠性低于上述2种技术	适于点对点、点对多点、多点对多点场景	支持2、3层业务	基于SDN技术,客户可自助开通、删除、调速及维护	适于可靠性不高的无线承载网络

不管是裸光承载还是传输系统承载,视音频主备信号应实现设备级和链路级的“1+1”双重保护,满足保护倒换时间小于50ms。

### 3.2 无线承载技术

卫星传送主要传送国际数字视音频信号,将视音频信号经调制器调制成中频信号,通过中频光端机转换为光信号传送到卫星地球站后,经地球站的中频光端机转换成电信号,经过上变频器二级调制为高频信号,最后通过高频功率放大器变换成卫星可以接收的信号,通过发射天线装置发射至卫星,传送到各个国家。当然,卫星传输由于使用灵活,不受场地条件限制,通常在通信应急车上使用,用作备份传输链路。

4G/5G传送主要解决场馆内无法部署综合布线的区域,采用移动网络将视频信号回传到TOC,再通过有线承载送至IBC,特别是5G技术,通过高速度、泛在网、低功耗、低时延的技术特点,推动了其在体育赛事直播中更为广泛的应用。例如2018年的平昌冬奥会、2019年中国武汉世界军运会以及中国第2届青年运动会等赛事活动。

## 4 结束语

未来随着技术的持续发展和5G技术应用的成熟,更多的技术将在体育赛事转播系统中得到推广和应用,例如云转播技术、打造极致观赛体验的智能观赛系统。这些新技术的引入,不仅带来技术变革,系统架构也会发生改变,因此在进行体育赛事电视转播系统相关设计时,需要密切跟踪这些技术的发展。

### 参考文献:

[1] 赵圣杰. 广州亚运会电视转播技术系统概述[J]. 广播与电视技术, 2011(2).

[2] 中国通信标准化协会. 4K视频传送需求研究[EB/OL]. [2020-08-20]. [https://download.csdn.net/download/xiaotanke\\_1116/9814245](https://download.csdn.net/download/xiaotanke_1116/9814245).

[3] 杨涌强. 大型体育运动会电视转播技术管理的构想[J]. 传播与制作, 2012(5).

[4] 郭丽芳, 郭朝峰. 5G东风催化VR/AR行业应用快速发展与落地[J]. 中国电信业, 2019(4): 60-63.

[5] 凡菲. 2022北京冬奥会体育传播系统的建构策略[C]// 第十一届全国体育科学大会论文摘要汇编, 2019.

[6] 杨烁萍. 5G服务全球首秀,亮相平昌冬奥会[J]. 金融科技时代, 2018(3): 93-93.

[7] 姬宣行. “5G”趋势下体育信息传播方式变革研究[C]// 第十一届全国体育科学大会论文摘要汇编, 2019.

[8] 曹群. 奥运场馆无线局域网系统设计与实施[D]. 北京: 北京邮电大学.

[9] 肖文升. 智慧体育场馆发展研究[J]. 现代交际, 2018(11): 56-56.

[10] 李任卿. 智慧场馆移动互联网的思考[J]. 电子技术与软件工程, 2016(9): 25-25.

[11] 关于加快发展体育产业促进体育消费的若干意见[EB/OL]. [2020-03-11]. [http://www.gov.cn/xinwen/2014-10/20/content\\_2767791.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2014-10/20/content_2767791.htm).

[12] 关于促进全民健身和体育消费推动体育产业高质量发展的意见[EB/OL]. [2020-03-11]. <https://www.askci.com/news/chanye/20190918/0947551152848.shtml>.

[13] “健康中国2030”规划纲要[EB/OL]. [2020-03-11]. [http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content\\_5124174.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm).

[14] 时代. 国办印发《关于促进全民健身和体育消费推动体育产业高质量发展的意见》[J]. 商业文化, 2019(28): 64-71.

### 作者简介:

王波, 毕业于北京邮电大学, 高级工程师, 主要从事网络规划和通信保障工作; 钟志刚, 毕业于武汉大学, 教授级高级工程师, 先后从事微波、卫星和移动通信领域咨询、规划、设计、研究等工作, 在无线通信领域经验丰富; 于冰, 毕业于兰州交通大学, 高级工程师, 主要从事光通信网络规划工作; 王智, 毕业于北京工业大学, 高级工程师, 主要从事光通信网络规划工作; 刘辰, 毕业于美国南加州大学, 高级工程师, 主要从事冬奥通信网络运行保障工作。