

引用格式:周磊.北京冬奥会8K超高清电视国际公共信号制作综述[J].中国传媒大学学报(自然科学版),2022,29(05):28-35.  
文章编号:1673-4793(2022)05-0028-08

# 北京冬奥会8K超高清电视国际公共信号制作综述

周磊

(中央广播电视总台,北京 100020)

**摘要:**北京冬奥会期间,中央广播电视总台深入贯彻“5G+4K/8K+AI”战略布局,充分践行“科技冬奥·8K看奥运”战略目标,采用世界最高电视制播技术标准,依托最先进的4K/8K兼容制作全IP架构超高清转播系统及各类型高精尖特种设备,出色完成开闭幕式及部分重要赛事8K公共信号制作任务,在冬奥会历史上首次实现8K制作播出,成为史上最具有“科技驱动力”的奥运会。本文主要阐述各赛事8K公共信号转播特点,并进行技术创新归纳和总结。

**关键词:**8K公共信号制作;4K/8K超高清兼容制作转播系统;特种设备;国产化  
**中图分类号:**G22;TN94 **文献标识码:**B

## Overview of 8K UHD international public signal production for Beijing Winter Olympic Games

ZHOU Lei

(CMG, Beijing 100020, China)

**Abstract:** During the Beijing Winter Olympic Games, CMG thoroughly implemented the strategic layout of "5G+4K/8K+AI", fully practiced the strategic goal of "Technical Winter Olympic Games · 8KUHD Olympic presentation". CMG adopted the world's highest television production and broadcasting technical standards, relied on the most advanced 4K/8K compatible production of allIP architecture UHD broadcast system and various types of high precision special equipment, and successfully completed the 8K UHD international public signal production for the opening and closing ceremonies and some important events. It is for the first time realized 8K UHD production and broadcasting in the history of the Winter Olympic Games, which made it the most "technology driven" Olympic Games in history. This paper mainly describes the characteristics of 8K UHD international public signal production of each event, and summarizes the technical innovation.

**Keywords:** 8K UHD international public signal production; 4K/8K UHD compatible production and broadcast system; special equipment; nationalization of products

### 1 引言

北京冬奥会举国关注、举世瞩目。中央广播电视总台深入贯彻“5G+4K/8K+AI”战略布局,充分践

行“科技冬奥·8K看奥运”战略目标,紧紧围绕“精彩呈现、深入阐释、全面展示”制作要求,积极推进“思想+艺术+技术”融合传播,采用世界最高电视制播技术标准,依托最先进的4K/8K兼容制作全IP

基金项目:国家重点研发计划“冬奥超高清8K数字转播技术与系统”(2019YFF0302700)

作者简介:周磊(1973-),男,正高级工程师,主要从事外场转播技术研究。Email:zhoulei@cctv.com

架构超高清转播系统及各类型高精尖特种设备,圆满完成开闭幕式及部分重要赛事8K公共信号制作任务,为中国乃至全球观众呈现了丰富多彩的奥运盛宴。在冬奥会历史上首次实现8K制作播出,成功实现“科技冬奥·8K看奥运”目标,是史上最具“科技驱动力”的奥运会。

## 2 8K超高清电视公共信号制作

北京冬奥会期间,中央广播电视总台与奥林匹克广播服务公司(OBS)深度合作,按照“整体布局,突出重点”的技术适配原则,采用世界最新电视制播技术标准,调用多套顶级8K转播系统完成了多项赛事的8K公共信号制作。使用总台为冬奥会8K转播项目新建的A级4K/8K超高清转播车(A6)承担冬奥会开闭幕式8K公共信号制作任务,使用2套大型4K/8K超高清箱载式EFP系统,分别承担速度滑冰和自由式滑雪/单板滑雪大跳台8K信号制作,与北京超高清协同中心合作调用一辆8K转播车,承担花样滑冰/短道

速滑赛事8K转播任务。与此同时,在8K赛事信号制作基础上,大力增加8K品质节目及衍生内容制作,为“百城千屏”8K超高清推广以及总台8K超高清频道提供了珍贵的顶级赛事8K直播资源<sup>[1]</sup>。

### 2.1 开/闭幕式8K公共信号制作

北京冬奥会于2月4日在国家体育场隆重开幕,于2月20日落下帷幕,让全世界见证了“中国式浪漫”。总台调用1辆“中国红”A6 4K/8K超高清转播车及技术保障团队,现场参与节目制作共15路,包括8K原生有线讯道7个(包括国家体育场内6个机位、TVS楼顶1个景观机位);接入由OBS提供的6路4K信号、2路4K插播信号及1路高清字幕信号,统一经上变换参与节目制作;创新使用1台国产8K小型化广播级摄像机作为外景机位参与制作,圆满完成开/闭幕式自由式滑雪大跳台/单板滑雪大跳台8K公共信号制作及转播系统技术保障任务。图1给出了开/闭幕式8K公共信号制作系统结构图,图2给出了开/闭幕式8K公共信号转播系统技术保障现场画面。

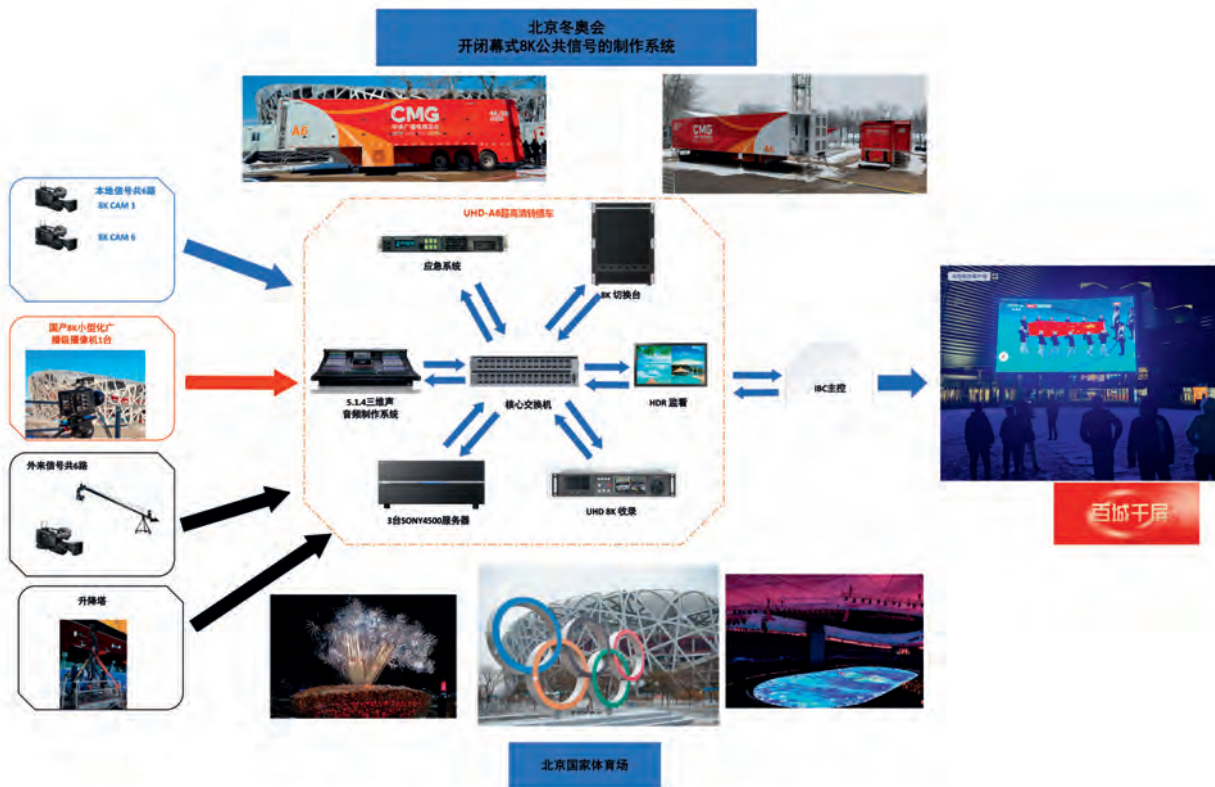


图1 开/闭幕式8K公共信号制作系统结构图



图2 开/闭幕式8K公共信号转播系统技术保障

### 2.2 自由式滑雪/单板滑雪大跳台8K公共信号制作

北京冬奥会期间,自由式滑雪大跳台/单板滑雪大跳台赛事在首钢滑雪大跳台举行。总台调用1套大型4K/8K超高清EFP系统,现场参与节目制作共13路信号,包括8K原生有线讯道6个,4K AI时间切片系统1路,接入OBS提供的4K外来信号4路,均通过12G光传经过SNP转换成IP流再上变换为8K信号参与制作,以及8K慢动作插播信号2路。创新使用8K超高清IP净切换交换系统和4K AI时间切片系统,圆满完成自由式滑雪大跳台/单板滑雪大跳台8K公共信号制作及转播系统技术保障任务。图3给出了自由式滑雪/单板滑雪大跳台赛事8K公共信号制作系统结构图。

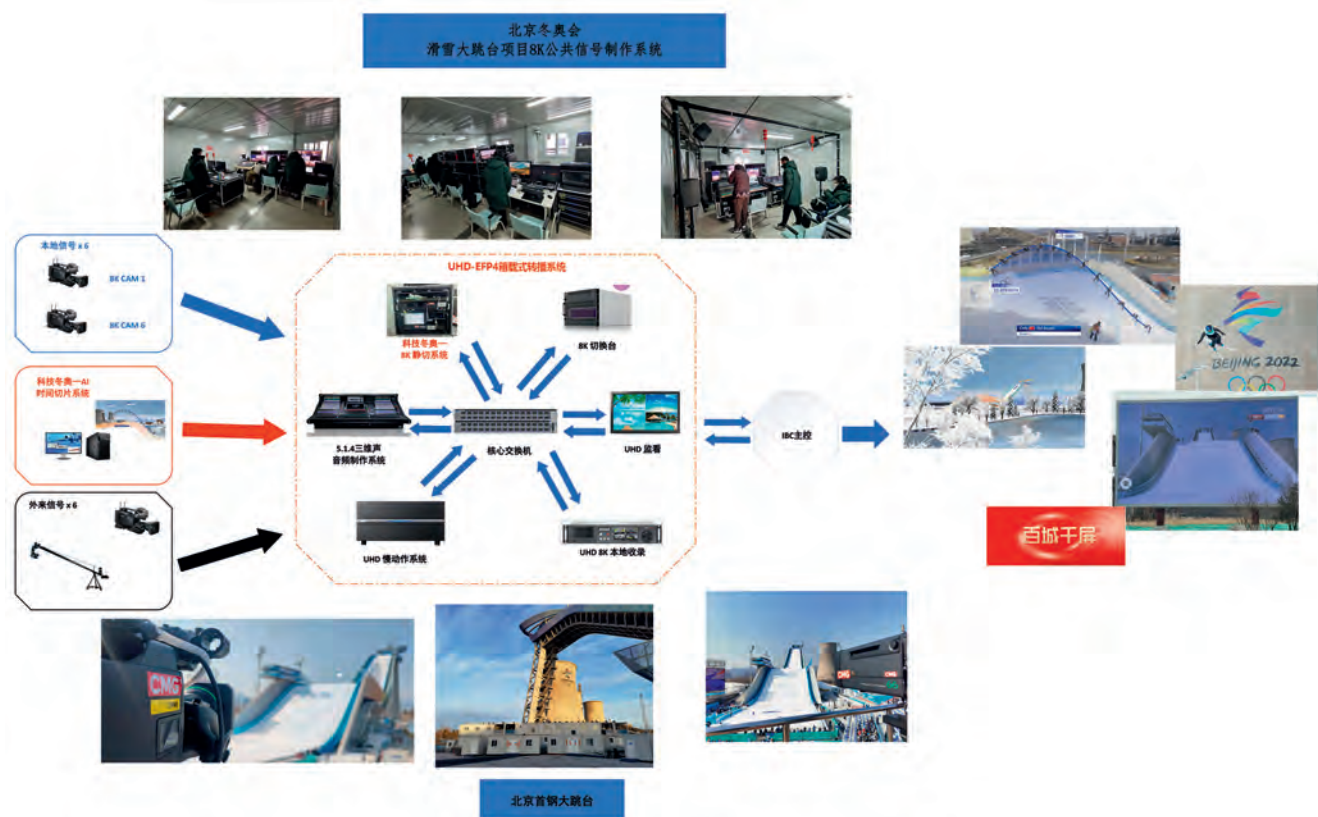


图3 自由式滑雪/单板滑雪大跳台赛事8K公共信号制作系统结构图

### 2.3 速度滑冰赛事8K公共信号制作

北京冬奥会期间,速度滑冰赛事在国家速滑馆“冰丝带”举行。总台调用1套大型4K/8K超高清EFP系统,现场参与节目制作共12路信号,包括8K原生有线讯道6个,创新使用2台国产8K广播级摄

像机和国产8K收录播放机进行节目制作,圆满完成速度滑冰8K公共信号制作及转播系统技术保障任务。图4给出了速度滑冰赛事8K公共信号制作系统结构图。

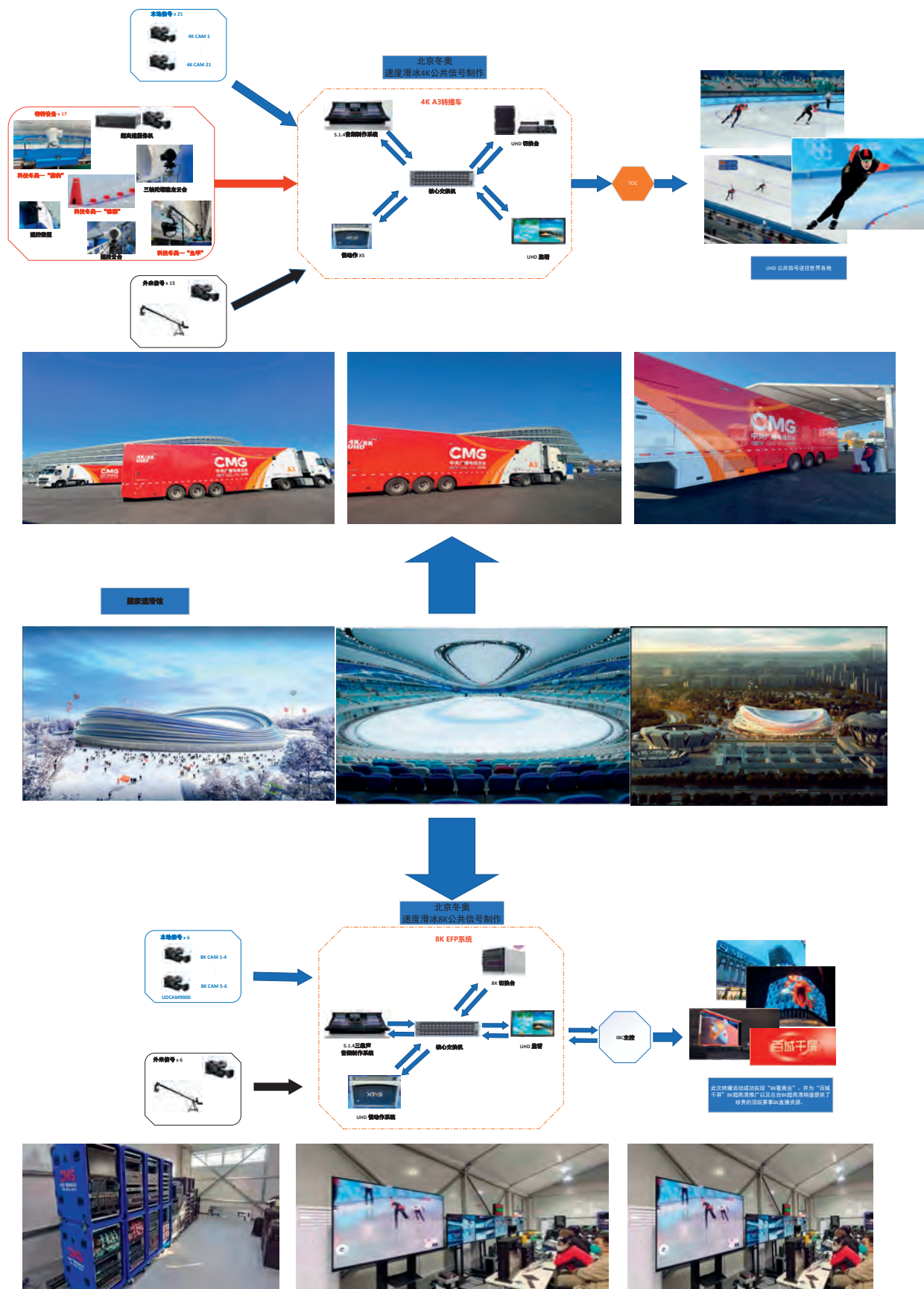


图4 速度滑冰赛事8K公共信号制作系统结构图

## 2.4 花样滑冰/短道速滑赛事8K包装信号制作

作为冬奥会重点赛事,花样滑冰和短道速滑落户于北京首都体育馆。总台联合超高清视频(北京)制作技术协同中心,使用一辆8K超高清转播车,全程使用JPEG-XS编码技术实现压缩传输,共同完成花样滑冰/短道速滑赛事8K信号单边包装制作任务。现场设置2

台原生8K讯道摄像机,配置2个8K长焦镜头,接收2路外来信号(TOC的8K dirty PGM、4K dirty PGM信号);再配合原生8K慢动作回放系统,实现全流程8K信号制作;音频系统采用收取NHK 8K PGM的22.2三维声下混到5.1.4全景声来制作。图5给出了花样滑冰/短道速滑赛事8K包装信号制作转播系统技术保障现场画面。



图5 花样滑冰/短道速滑赛事8K包装信号制作转播系统技术保障

## 3 8K超高清公共信号技术创新

作为冬奥会史上最具“科技驱动力”的奥运会,北京冬奥会8K公共信号制作取得多项技术创新,全方位打造“科技冬奥”应用创新的“中国方案”。

### 3.1 全面采用4K/8K兼容制作超高清IP架构超高清转播系统

为适配冬奥会转播需求,中央广播电视总台提前布局,全面推进4K/8K超高清转播系统建设。特别是新建A类4K/8K超高清转播车采用全IP架构,使用SMPTE 2110标准作为8K视音频传输协议,支持8K

分辨率输出、10Bit色彩深度、高动态范围、ITU-RBT.2020宽色域、50帧逐行扫描,同时兼容8K和4K制作需求,具有极强的兼容性和扩展性,完全满足北京冬奥会8K和4K国际公共信号制作需求。

转播车车体使用内外套大跨度双侧拉结构,创新研发了电控侧拉箱和国产液压支撑腿系统,转播车体展开后使用面积从29.6平米提升到66.6平米,共设置6个工作域,节目制作和技术支持工位达50个,有效地提升了转播车的工作效率和能力,以及转播车现场部署便利性及安全性。图6给出了新建A类4K/8K超高清转播车车体及车内布局图。



图6 新建A类4K/8K超高清转播车车体及车内布局图

### 3.2 8K公共信号制作实现从制作到传输全IP架构

冬奥会期间,前方各赛事8K公共信号转播系统全部采用IP架构。在开/闭幕式8K公共信号转播期间,技术人员搭建转播车——IBC机房——台内演播室全链路完整IP通路,采用ST2110协议,将前方4K/8K转播系统主备核心交换机使用2个100G端口与IBC机房进行系统IP直连,在IBC端直接接入总控核心IP调度系统中。通过4个视频流、2个音频流、1个

辅助数据流的方式传输一路8K IP信号,世界范围内首次实现冬奥会开/闭幕式及部分重要赛事8K无压缩IP传输。图7给出了开/闭幕式8K信号无压缩IP传输结构图。

在冬奥会花样滑冰/短道速滑赛事8K包装信号制作中,首次使用JPEG-XS编码技术实现8K制作IP传输。JPEG-XS编码技术支持多种图像格式,原生支持8K视频分辨率。在一定压缩比下编码质量接近视觉无损,多

次迭代编解码后的图像质量高,同时其超低压缩延时的特点可以满足制播域内的信号处理要求,支持流化信号和文件两种格式,可基于 SMPTE 2110-22 协议进行 IP 传输。转播期间,由于首都体育馆带宽资源有限,将8K视

频信号分解为4路12G基带SDI信号,通过10:1的压缩比编码封装为4路XS IP信号,同时符合2022-7标准,实现8K信号传输。图8给出了花样滑冰/短道速滑赛事8K JPEG-XS 编码传输架构图。

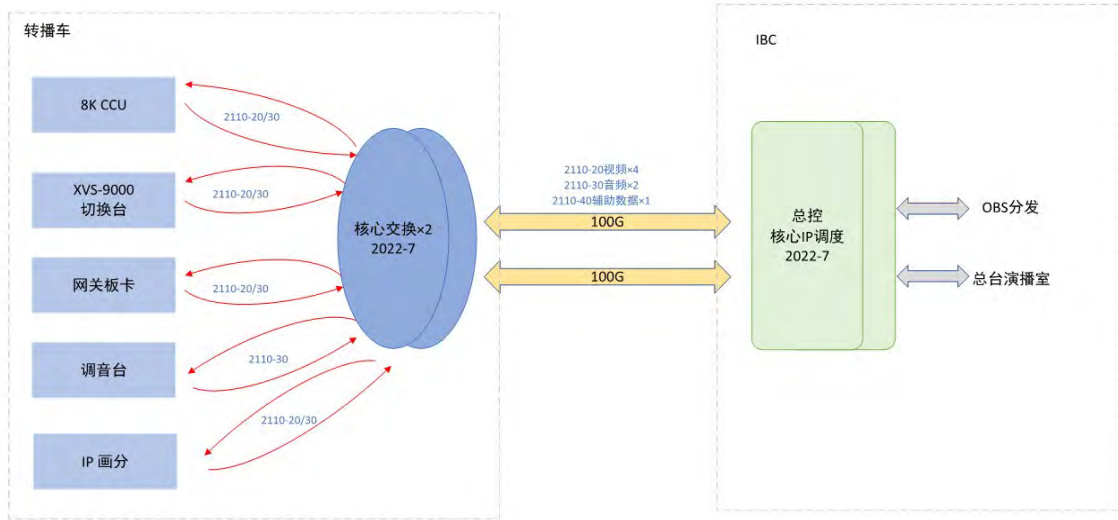


图7 开/闭幕式8K信号无压缩IP传输架构图

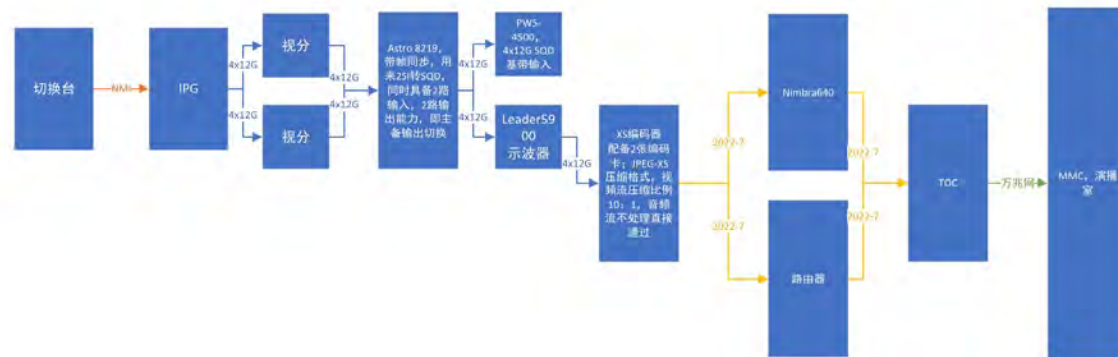


图8 花样滑冰/短道速滑赛事8K JPEG-XS 编码传输架构图

### 3.3 多款国产电视装备彰显技术优势

为打破广电行业长期依赖国外进口设备的局面和瓶颈,中央广播电视总台充分践行科技冬奥创新理念,大力发挥国产技术优势,不断进行自主研发,设备国产替代进程逆势而上,取得重要突破。

4K/8K超高清转播系统方面,所有“中国红”4K/8K超高清转播车及配套辅助车均采用国产车体,视频核心调度系统均使用自研集中控制系统、8K广播级摄像机、8K超高清IP净切换交换机、4K/8K监视器以及在线包装系统、虚拟合成系统等,在超高清信号采集、调度、终端呈现等方面实现全产业链国产化应用,有力地推动了我国8K/4K电视装备的国产化。

各类型特种设备方面,“猎豹”超高速4K轨道拍摄系统、锥桶无线传输摄像机、陀螺稳定系统、AI时间切片系统等高精尖特种设备均为总台自主研发,显著提升了4K/8K公共信号制作水平,充分彰显了国产技术的硬核实力。

(1)自研“猎豹”超高速4K轨道拍摄系统充分展现赛事特点

为契合OBS对速度滑冰赛事转播高速度、宽视野和多角度呈现的技术需求,总台潜心研发多款具有自主知识产权的高精尖特种设备。而赢得全网重点关注的“猎豹”超高速4K轨道拍摄系统就是其中最具代表性的高尖端重型特种设备,全面契合速度滑冰赛事特点。该系统由高速轨道系统、图像采集系统、4K图像传输及陀螺仪远

程控制系统等部分组成,采用感应式直线电机驱动方式,搭载国产五轴陀螺稳定云台和图像采集系统,最高速度达25米/秒(是高于速滑运动员速度的更快速度),加减速大于3.5米/平方秒,可满足高速直道和弯道运动项目4K跟踪拍摄需求。且轨道电机、陀螺减震、微波通讯等关键构件均采用国产设备。该系统完全契合科技冬奥创新理念,打破了欧美在高端影视直播特种拍摄设备领域的垄断,是全世界仅有的两套可满足冬奥会等世界顶级赛事的超高速轨道拍摄系统之一,达到国际领先水平。

为充分契合国家速滑馆赛道和OBS拍摄需求,技术人员在U型轨道上高速运行时,通过布设双层护挡板、

优化系统延时量、配置电子刹车和机械刹车双重保险、设置终端安全系统等多重技术手段,保障设备安全运行。采用移动供电技术实现高速运行实时大功率供电;采用多轴陀螺稳定技术实现稳定画面拍摄;采用数据打包技术将多码率、非同步的多种双向数据源实现单一频点占用的数据链,提高信道抗干扰性;采用磁制动器牵引阻拦索方式进行终端安全保护;采用超级电容存储技术实现轨道车自主刹车;将驱动系统的电机和变频器分离,达到最佳的制动和响应效果。图9给出了超高速4K轨道拍摄系统架设示意图,图10给出了超高速4K轨道拍摄系统参与完成速度滑冰赛事8K公共信号制作现场画面。

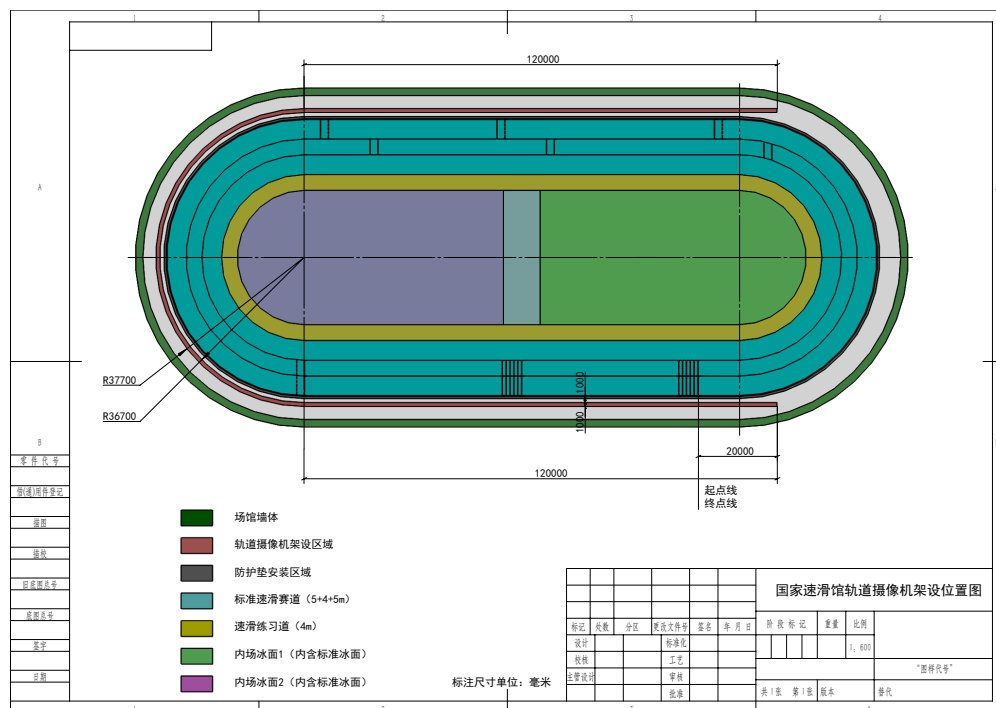


图9 超高速4K轨道拍摄系统架设示意图

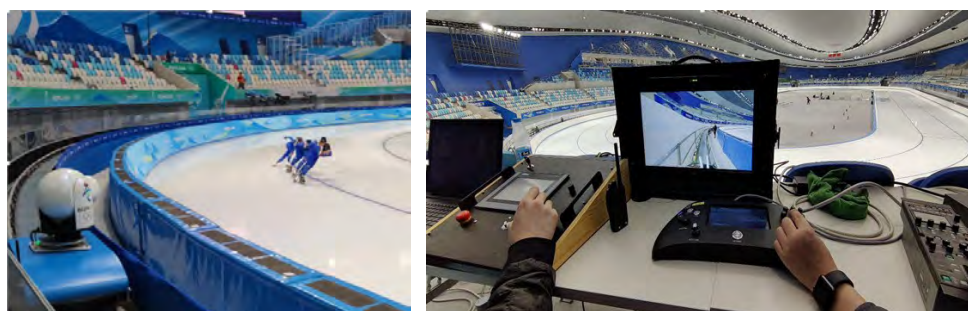


图10 超高速4K轨道拍摄系统参与完成速度滑冰赛事8K公共信号制作

(2)自研4K AI时间切片系统实时精准还原滑雪跳台运动员技术动作

该系统运用运动捕捉和时间切片技术,还原和解析

运动轨迹和动作细节,完成运动姿态和技术动作的三维定格回放,实时精准还原了谷爱凌、苏翊鸣等挑战夺冠选手的高难度技术动作。该系统基于AI深度学习算法,

结合视觉暂留技术、图形学、图像学及自动化控制技术构成AI图像处理系统,只需15秒就可完成技术动作剥离运算和时间切片包装渲染,实现逐帧呈现和提炼放大的“时间切片”数据的可视化呈现效果,并结合AR技术实现多种虚拟影像呈现,具有智能化、多样性和及时性等特点,可充分满足电视直播实时性需求<sup>[1]</sup>。

该系统性能优异,打破了国外公司长期的技术垄断,在系统渲染能力、数据计算时间等方面远优于国外同类设备。显著提升自由式滑雪/单板滑雪大跳台4K/8K公共信号制作水平,获得OBS高度赞赏和广泛关注。图11给出了AI时间切片系统参与完成滑雪大跳台赛事8K公共信号制作现场画面。



图11 AI时间切片系统参与完成滑雪大跳台赛事8K公共信号制作

(3) 自研多个国产8K广播级摄像机圆满完成8K公共信号制作

首次使用一台国产8K小型化广播级摄像机,作为外景机位参与完成冬奥会开闭幕式8K公共信号制作;首次使用2台国产8K广播级摄像机,参与完成冬奥会速度滑冰8K公共信号制作。

各台8K广播级摄像机均支持现有广电标准的BT2020色域与HDR曲线,关键技术指标满足行业8K技术规范,完美适配8K超高清转播系统,拍摄画质优异。图12给出了国产8K广播级摄像机参与完成冬奥会多赛事8K公共信号制作现场画面。



图12 国产8K广播级摄像机参与完成冬奥会多赛事8K公共信号制作

(4) 试制8K超高清IP净切换交换机系统圆满完

成8K公共信号制作

该系统是国际上首个基于交换机的8K超高清视频净切换系统。由IP交换机和控制服务器组成,其中100G端口可编程IP交换机负责8K视频流的传输、调度和切换,控制服务器负责控制。图13给出了8K超高清IP净切换交换机设备图。

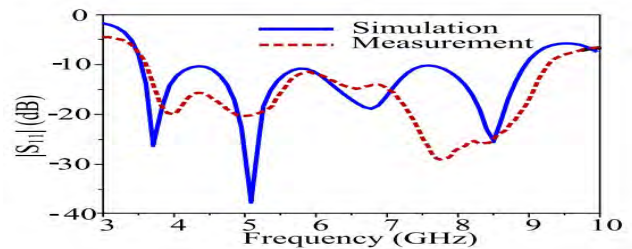


图13 8K超高清IP净切换交换机设备图

该系统支持多种格式视频净切换和超高清4K/8K多分辨率,可实现无缝转换,切换端到端时延一帧以内,输出图像不夹帧、不黑场、不卡顿。在转播系统中与叶/脊交换机相连,接收叶/脊交换机拉取由摄像机/CCU/SNP生成的多路8K流,进行净切换后转发切换后的视频流到叶/脊交换机,之后进行节目的播放。

北京冬奥会期间,作为新建4K/8K超高清EFP系统的应急切换系统,运行可靠,性能良好,圆满完成自由式/单板滑雪大跳台赛事8K公共信号制作任务,充分彰显科技冬奥创新理念。

#### 4 结束语

中央广播电视总台北京冬奥会8K公共信号制作传播效果显著,取得瞩目成绩。在冬奥会历史上首次实现8K制作播出,以猎豹为代表的高精尖国产特种设备的成功亮相成为了全球焦点,以国际一流新型主流媒体制播水准倾情展现了精彩、非凡、卓越的奥林匹克新篇章。同时对整个行业起到了超强的示范应用效应,极大地推动了8K超高清电视制播体系的建设以及我国超高清全产业链的跨越式发展。

#### 参考文献(References):

- [1] 韩强. 科技冬奥与转播创新——兼论北京冬奥会对体育赛事转播的未来影响. 中国广播电视学刊, 2022(4)

编辑:龙学锋