

TVU 助力中央广播电视总台“战疫情”报道

——5G+4K 时代，TVU 在节目传送制作播出中的应用浅析

● 作者 中央广播电视总台 侯利军

摘要

本文通过对中央广播电视总台“战疫情”节目中手机直播方案的分析，比较了特殊环境下不同传输手段的特点，介绍了 TVU 在电视节目传送、制作和播出中的应用，并对其采用的关键技术如 IS+、网络聚合技术、数据包顺序复原技术等加以探讨。

关键词

战疫情

TVU

IS+

网络聚合

1 月份以来，一场席卷全球的新冠疫情横行肆虐，给世界各国人民的生命和健康带来了严重威胁，也为经济社会发展带来了难以估量的损失。各国政府不遗余力，筹措物资，调派人手，全民动员，拉开了狙击新冠疫情的攻坚战、持久战、总体战。如何客观而全面地反映和报道各个国家的防疫、抗疫情况，人民的生产和生活状况，自然成为所有媒体关注的重中之重。中央广播电视总台“战疫情”节目就是每天聚焦国内防疫一线的相关情况，归纳总结全国各地抗疫保生产的积极措施，为民众传达真实、及时、有效信息的日播节目。节目中，直

播、记者连线这种最直观、鲜活的报道方式，必然难以或缺。如何在保证安全的前提下，在抗疫一线完成这样的直播连线，通过什么样的技术手段来实现，需要仔细权衡比较。

一 需求分析和技术方案比较

首先，我们分析需求。报道的重点之一必然是疫情较重地区的全方位情况。但由于以下多方面原因，报道和新闻传送会受到诸多限制。

◆交通管制、人员隔离，运输大型直播设备到现场既不方便也很难完成；

◆为防止疫情扩散传播，要避免人员聚集。如 DSNG 等常用传送设备需要多人配合，需要停车、接电、拉线以及摄像师等等，不适合这样的报道环境；

◆报道的重点地点之一，是医院内。新冠疫情传播迅速，且人传人，这样特殊环境下，记者要穿防护服，戴护目镜，随身物品进出时要消毒，不便于携带过多设备用于节目制作和传送；

◆此次中央广播电视总台“战疫情”报道除了介绍国内的相关情况，节目中还要连线总台驻世界各地的记者，请当地记者介绍驻在国的疫情变化和防疫措施等。与驻外站点的连线，是否可采用与连线国内记者不同的技术方式，也需因地制宜，比较确定。

基于以上因素，无论国内国外，传统的 DSNG（数字卫星新闻采集）或微波传送直播的方式，显然都不适用。Flyaway（便携卫星传送设备）体积虽大为减小，但仍需近 2 平方米的设备安放工作范围，仍需几人配合操作，也不适合。

给总台一些海外站点配备的 BGAN（BroadBand Global Area Network），即海事卫星传输设备，可以说是最轻便的即时传送设备。如果在连线时采用，设备体积虽然较以上三种小了许多，线缆连接也简单，但缺点是仍需要天线面板，传输时需要对准三颗海事卫星中的某一颗建立链路，天线只能放在室外，不能有遮挡，且传输费用昂贵，显然也不适合在医院等抗击疫情中心地带使用。另外虽然伴随 5G 普及，手机传送视频节目能够做到流畅无卡顿，但各种品牌的手机型号和性能各异，且一些连线地点对 5G 信号有屏蔽或干扰，单纯利用手机进行直播，视音频质量还是难以真正达到广播节目的播出要求。

笔者一直关注总台“战疫情”的报道，也收看了如BBC、CNN、FOX、RTV、NHK、ZDF、TV Tokyo, France One 等海外电视台对本国疫情的报道，通过多方了解和咨询，发现包括央视在内的众多媒体，都在此次抗击疫情的报道中大量采用了同一种技术手段，那就是 TVU 来解决直播连线的问题。

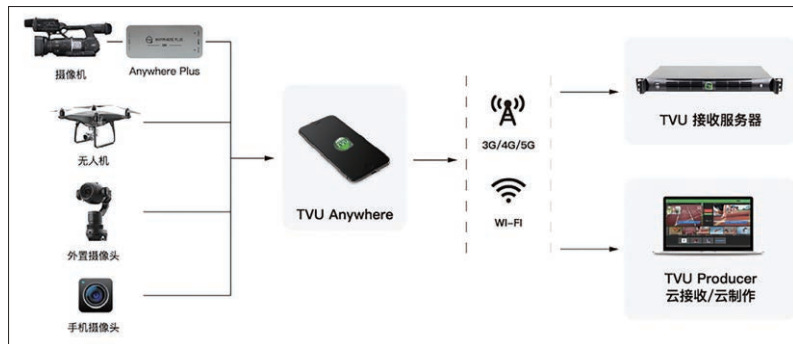
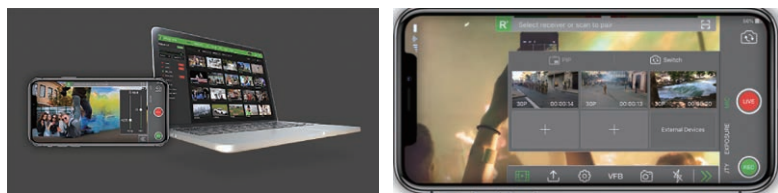
TVU 并不是新生事物，TVU Networks 公司 2005 年在美国加州创立，国内的很多电视台多年前就引入和应用公司产品于直播报道和新闻传送。其主要产品经过这些年的更新换代，性能较以往有很大提升，尤其是最新的 TVU Anywhere 移动终端 App 和 TVU One 直播背包，操作简便，信号质量高，且延时低、功能强，为各国抗疫报道贡献了力量。

二 抗疫报道中主要用到的 TVU 产品

各大电视台在抗疫报道中使用最多的是 TVU Anywhere 和 TVU One 两个产品。

1. TVU Anywhere

TVU Anywhere 是为移动终端定制的直播 App 产品，电视台本部部署接收机，iOS 或 Android 系统的移动端安装应用程序。下载后做一些简单的设置，就可以随时一键开启直播。信号的专业处理以及各种参数调节都是在台内的接收端上完成。



TVU Anywhere 支持 4K 2160P，可以将手机的 3G/4G/5G 移动网络和周边可用的 WiFi 等进行网络聚合，将直播信号稳定传输到 TVU 接收服务器，使手机变为随时随地可达广播级画质的现场直播回传设备。TVU Anywhere 可以支持视频直播与收录的双编码功能，可以边播边录，还支持 Video Feed Back 返送和 IFB 双向通话功能，就是前方做连线的记

者，可以在 App 内的视频返送窗口，看到电视台直播间返送过来的 PGM 信号。另外 IFB 功能，方便台里演播室主持人或导播与现场记者时时沟通，解决了一部终端双向传输话音的问题，满足了常规直播时前方查看节目进度，前后方沟通的实际需求。

早期的 TVU 产品，延时长，编码只能支持 SD/HD，且只能利用蜂窝数据或 WiFi 进行传输，加上无论国内还是国外，3G/4G 时代，依靠通讯公司的网络速度较慢。现在 5G 逐步普及，传输速度大幅提升，高速率、低延时、大容量的三大特点，推动了电视传输领域的变化。新的 TVU 产品在采用了如 HEVC 编码、IS+ 以及网络聚合技术等后，大幅提升了信号的质量和传输速率，因此能推广开来。

TVU 在传输上的重要特点之一就是它可以选择利用包括 3G/4G/5G、WiFi、微波、BGAN、卫星、以太网等的几乎所有传输介质，在同一时间为传输服务，也就是说几乎可以在任何地点，保障信号流畅传输。

2. TVU One—“TVU 直播背包”



TVU One 是便携式直播设备，放在一个双肩背包里。相比于 TVU Anywhere，TVU One 采用专

业的前端处理设备，采集和编码视音频流，IPB 双向语音通话也可保证电视台演播室和现场记者无延时沟通，同时也具备视频返送功能。

TVU One 直播背包大约重 1 公斤，工作温度在 0 摄氏度至 40 摄氏度之间，支持 H.264 和 HEVC/H.265 压缩编码，HDR HLG/PQ,WCG BT.2020 和 10bit 量化，最多可传送 8 个声道的音频。一键启动，一次充电可连续工作 4.5 小时。输入接口支持 SDI/HDMI，有 10 个 Micro SD 卡槽，总容量可达 128GB（可扩容至 256GB），本机最多可存储 8 小时的节目素材。跟 TVU Anywhere 一样，TVU One 也是使用双编码器，可以边传边录，收录内容可随时调出用于传送。另外采用 Smart VBR 的智能动态编码，可动态管理码率以适应带宽变化，传送的延时大约 500 毫秒。

TVU One 同样可以动态聚合来自不同网络的带宽，包括蜂窝网络、WiFi、微波、卫星和以太网。值得一提的是它的成本加权功能，允许系统在不影响数据聚合的前提下，智能调配，优先调配使用成本较低的连接，尽量降低传送的费用。

3.TVU Anywhere 和 TVU One 在应用中需注意的事项

首先是使用和存放环境：雷电天气勿用；因为内有纽扣电池，储藏温度不能高于 60 摄氏度；使用中确保设备散热通风，避免阳光暴晒。使用时，分辨率和帧速率都可在移动端简单调整。焦点、亮度、Zoom In/Out 也设计在了 App 的操作界面中，简便易用。需要着重说

明的是 TVU Anywhere 和 TVU One 在使用前，需要首先设备配对，即前方发送端与台里的接收服务器相互识别。手机端的配对比较简单，可采用二维码配对方式。前端用户获知 Receiver 的 QR Code 后，直接扫描或输入二维码，接收端操作人员授权同意，即可完成配对。配对成功后，Receiver 将此手机 MEID 等相关信息存入数据库，下次可直接接收，无需再次配对。TVU One 的配对操作稍复杂一些，这里就不一一介绍了。当然，考虑到节目制作安全，虽然理论上对发送和接收端设备的地理位置没有限制，但在实际使用中，要考虑到传输的安全和成本，防止素材外泄等，接收端的选择要综合诸多因素确定。

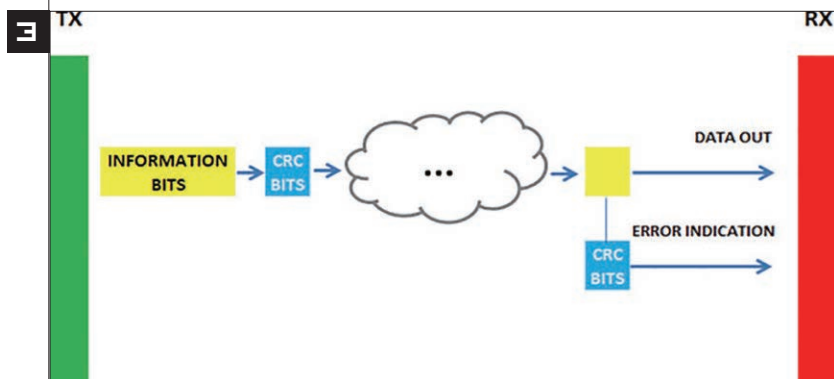
三 TVU 实现高质量视音频稳定传输的几项重要技术

1. IS+（反向静态数据复用技术）

TVU 的专利技术之一就是 Inverse Statical Multiplex Plus (IS+)，IS+ 技术可以保证 TVU 在 3Mbps 的网络速率下传输 HEVC/H.265 或 H.264 编码压缩的 4K 视音频；在 800Kbps 的速率保证传输 1080P/60 质量的节目传输。

“IS+”是一个多路信号整合并通过一个固定信道发送的过程。正如其名，它是将一个单一的信号源通过反向复用多个信道用于传输，然后在接收端重新聚合，通过将单路信号分成多路，并通过多路通道来传输。也就是说，一个数据流能被分割成多个小的数据包，这些数据包能通过所有可用的网络链路来传输。在实际应用中，IS+ 监控每个连接的带宽，并根据每个连接的利用率来传输对应数量的数据包，然后数据包将在接收终端经过纠错后重新合并还原为原始数据。

我们知道，电子设备也是根据发送信息中携带的冗余信息来验证正确性的，这种技术即 FEC (Forward Error Correction/ 前向错误纠正)。所有的电子设备只认识 0 和 1，传递的信息也是一串 010101010101……的二进制码流，所以在传送的信息码流之后，发送方会添加与信息码流相关的冗余信息，供接收方判断收到信息的正确性。本质上，是通过一系列的运算，提取出信息码流的特征，用冗余信息描述，并将冗余信息附在信息码流之后一起发送出去。

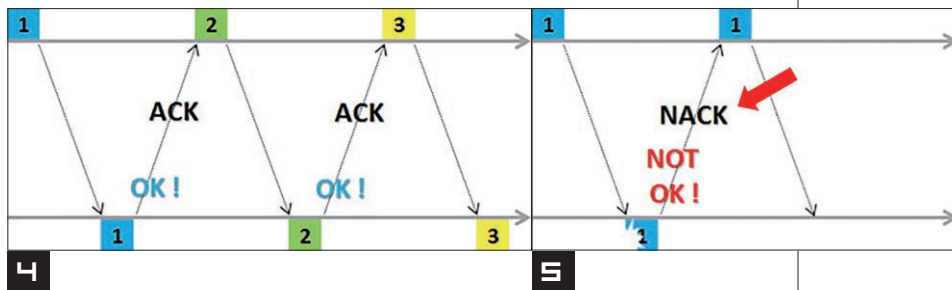


(1) 冗余信息 (CRC bits)

如图 3 所示，黄色块是信息比特，CRC bits 就是冗余信息。接收方解码出信息比特，再运算出 CRC bits 与发送的 CRC bits 进行比较：如果相同，则信息接收无误，否则说明信息传输错误。

(2) ARQ (自动重传请求协议)

常规的重传机制就是一种 ARQ (Automatic Repeat-reQuest) 技术。如图 4 和图 5 所示，接收方在收到信息之后，会借助前向纠错纠正技术来判断收到的信息是否损坏，如果没有，则反馈一条 ACK (ACKnowledgement, 图 4) 的信息，告诉发送方信息已经正确接收，发送方知晓后继续发送新的信息；否则，如果发现有误，就丢弃该信息，然后发送一条 NACK (Non-ACKnowledgement, 图 5) 的反馈信息，发送方收到信息之后会重新发送原来的信息。



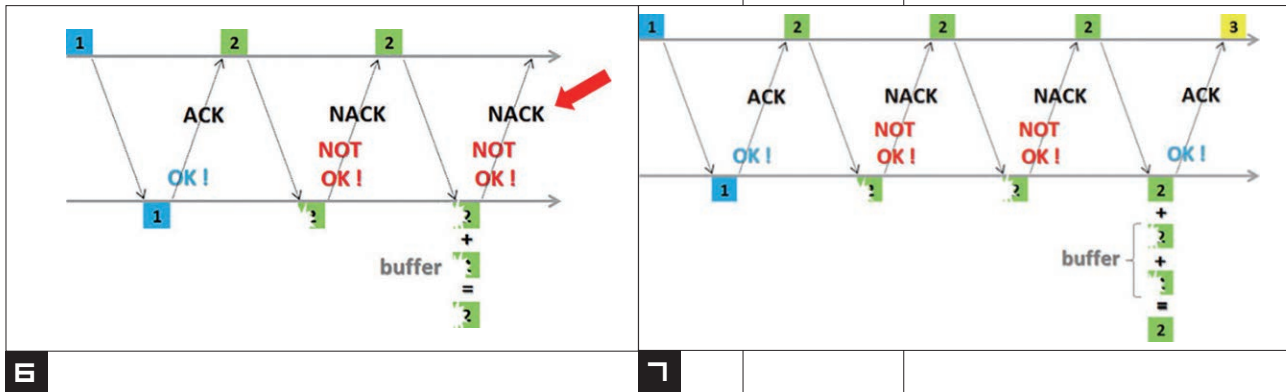
该技术有如下两个关键特征：

- ◆接收方会发送反馈信息给发送方。无论接收正确与否，都需要反馈接收情况给发送方；
- ◆接收正确之后才继续发送信息。在前一个信息没有正确确认之前，不得发送下一条信息。

(3) HARQ (Hybrid-ARQ, 混合自动重传请求协议)

ARQ 机制中，信息如果有误就直接丢弃。但丢弃掉的信息一般仅仅是部分损坏，如果不丢弃，里面的信息解码也是可以利用的。比如发送一幅画，只是里面的一小部分模糊不清，重发之后的信息包含的之前损坏部分是好的，就可以将二者拼接起来，完整地复原之前的画面，这个“拼接”也就是通信中的软合并 (Soft Combine) 技术。

如图 6 所示，如果将之前传输有误的数据缓存起来，与现有的损坏



数据做分集合并，必然会提高信息正确解码的概率，这种结合了分集合并和 ARQ 的技术就称为 HARQ，即混合 ARQ 技术。

HARQ 与 ARQ 有两个显著区别：

- ◆缓存损坏数据。ARQ 将损坏数据直接扔掉，而 HARQ 需要缓存起来；
- ◆缓存数据与当前数据软合并解码。缓存数据就是为了软解码，提高正确检测率。

如图 7 所示，如果数据块 2 一直发送失败，接收方会一直反馈失败，直到与本地缓存数据联合正确解码为止。

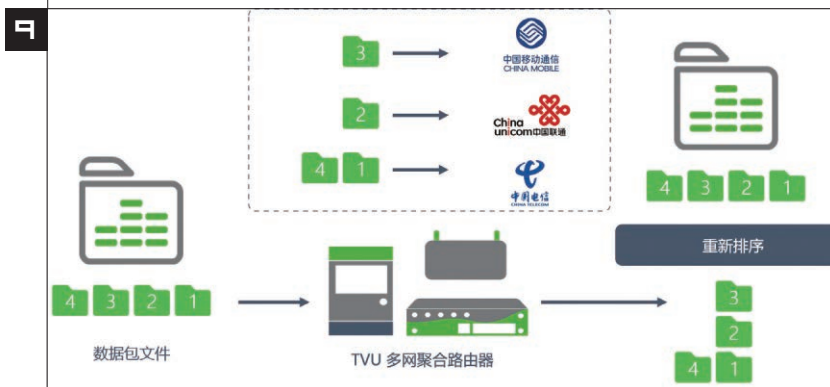
传统的传输技术，无法处理在移动和复杂网络环境中持续变化的码流、丢包率和延时等状况，大部分系统只能依赖重传技术 ARQ、HARQ 等，增加了系统的延时时间。

IS+ 包含 IS 算法、Smart VBR 控制和先进的 FEC 算法。通过 Smart VBR (智能动态编码)，系统按照预设延时，动态管理传输码率。三项技术结合就是为了保证所有传输连接能充分地使用，最终达到次秒级延时的可靠稳定的高质量网络连接。

2. 网络聚合技术

TVU 多网聚合技术就是先将数据进行切分，再利用包括 3G/4G/5G、WiFi、微波、BGAN、卫星、以太网等的几乎所有不同网络传送后，在接收端重新聚合。TVU 的多网聚合路由器，可以聚合多路网络，实现速度叠加，多路并行传输，确保网络连接始终稳定。

证数据还是按照原来拆分时的顺序“签到”，完整准确地还原原数据内容。



(3) 多链路优先级设置

对于核心的多路复用，TVU Router 可以自动侦测每条链路的信号质量，随时调整数据包的重发效率，自行设置优先级，便于在运维网络时对不同成本的链路流量消耗做先期的调整、设定。比如可设定

优先使用 5G 网络和 WiFi，然后再选择卫星或微波提供的网络链路。

3. TVU Router 的一些专有技术

TVU Router 可单独部署，也可和其他 TVU 产品配合使用，其中的一些专有技术充分适配了广播电视高质量传送视音频节目的需要。

(1) 灵活的端口映射

TVU Router 虽然在技术上采用了多路复用，但在使用上和普通路由器一样便捷。对于不同的协议端口，可以进行独立的映射。

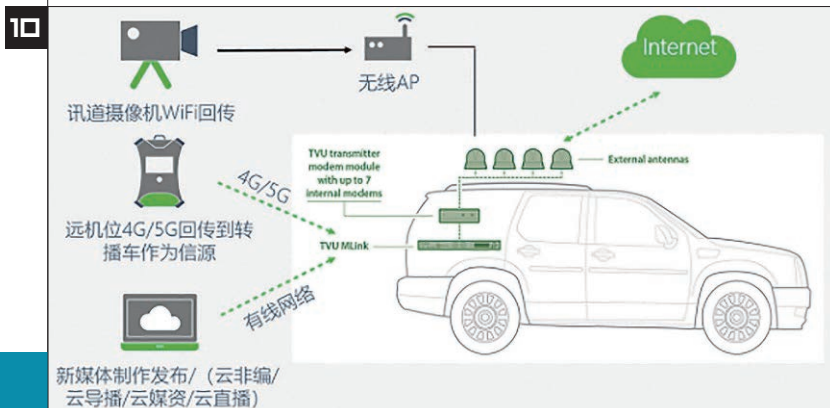
(2) 数据包顺序复原

TVU Router 多路复用，会在源端把数据拆分，并通过不同的无线通路发送。由于不同通路的信号强弱、路由延时各有不同，因此到达云端服务器的时候可能出现不同的先后顺序，如果直接组合，原数据就会被改变。TVU 服务器会精准地重新排序后进行顺序复原，保

四 TVU 其他产品在电视节目转播制作领域的应用

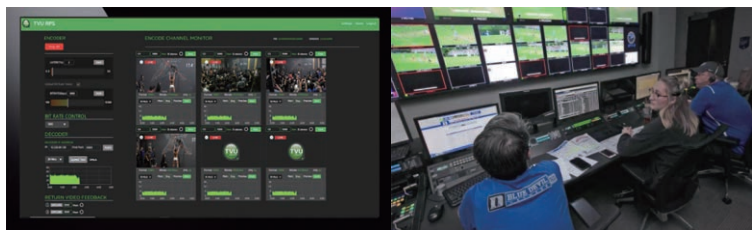
5G 时代，万物互联。VoIP 和 AoIP 的发展推动了广播电视领域相关产品的不断问世和更新换代。近年在 NAB、MWC 和 BIRTV 等展会上出现的电视技术 IP 架构方案，可谓各有千秋。这里仍以 TVU 的产品来说，TVU Anywhere 是最基础的手机直播版，利用的是包括蜂窝网络以及 Internet 公网等传输 IP 流的解决方案，信号质量达到了广播电视要求的播出标准；TVU One 直播背包是升级专业版，信号质量进一步提升，可达 4K 标准。而针对移动直播、节目制作以及资源共享和调度等方面，TVU 推出了专门的对应产品，笔者列举几种，与大家分享。

1. TVU MLink



TVU MLink 是车载直播传送方案, 主要设备放在 SUV 里, 使用 1U 的硬件编码转码设备, 利用安装在车顶的小型天线, 通过蜂窝 3G/4G/5G/LTE、卫星和微波, 进行直播视频传输的发送器, 为固定在车辆或演播室里所设计, 支持 4K 视频传输。它能同时捆绑多个传输信道进行信号传输, 且配有固态硬盘 (SSD), 能够存储 7 小时的视频素材。MLink 也具有双编码功能, 能够在直播同时在本地生成高码率文件存储, 以便将来检索使用。MLink 通过网络校对设备的系统时钟, 对多个设备的输出进行帧同步, 确保切换时不会跳帧。

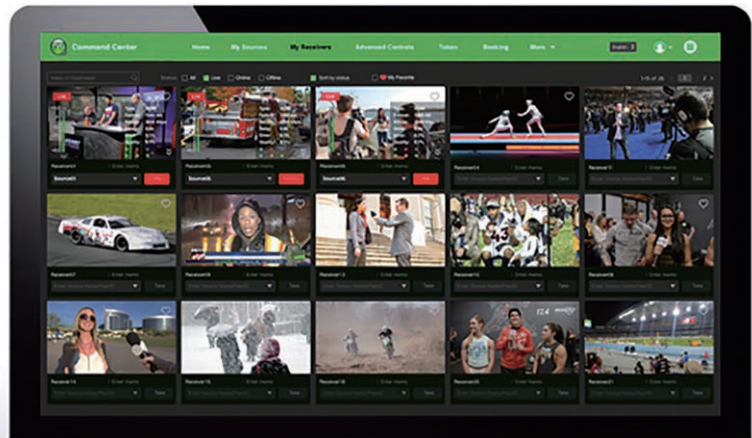
2. TVU RPS 远程制作系统



TVU RPS 由标准机架式发送器 (编码器) 和接收机 (解码器) 组成。它实现了本地制播人员通过互联网远程实时获取多个讯道视频信号进行直播节目制作的目标。转播团队可以只派出少量人员到直播现场, 通过常规的以太网网络将严格同步的多路 IP 视频信号, 远程传送到异地演播室或总控中心, 经接收服务器解码后同步输出 SDI 信号, 然后再由导播等相关人员进行切换、参数调整、效果设置、文字编辑等的操作。其前端设备能够实现 6 路 SDI 视频源的同步编码功能, 而且可以传输远程控制数据, 包括提词器、TALLY 信号和 GPS 位置信息等。

另外如果只是回传采制的新闻或拍摄的素材, 信号可以回传到电视台部署的“公有云”或“私有云”中存储, 节目和技术人员在合适时间再对节目编辑加工, 制作播出。


3. TVU Grid IP 调度分发系统



TVU Grid 是一个功能强大、操作简单的 IP 视频切换、路由选择和内容分发的解决方案。它使得各类媒体能够在不同地理位置以非常小的延时分享直播视频。

TVU Grid 相当于一个 IP 矩阵, 可以将“入与出”任意组合, 也就是将任何地点收到的信号送往任何接入 TVU Grid 的目的地, 极大方便了节目制作的资源共享。

五 综述

“科学技术是第一生产力”这一经典论断, 很好地诠释了现今电视报道领域日新月异的变化。5G 时代高速率、低延时、大容量的三大特点, 助力了电视传输领域的发展。4K、8K、AI、VR, 一批批新技术、新设备的采用, 有效提升了报道质量, 改变了报道方式, 甚至产生了许多新的报道形态。在此次各国的“战疫情”报道中, 以 TVU 为代表的新一代技术和产品的广泛应用, 使新闻、资讯鲜活地走入百姓家中, 使全世界的人们第一时间真切、真实地了解了防疫抗疫的各种讯息, 也让所有人, 不同肤色、种族、民族, 团结起来, 众志成城, 攻坚克难, 打赢这一场没有硝烟的战争, 为迎来健康和煦的明天而共同努力! 

参考文献:

- [1] YoungHonker, 《What is Retransmission, ARQ and HARQ》[DB/OL], <https://blog.csdn.net/ycdhonker/article/details/51701767> 2016-06-17
- [2] TVU Networks [DB/OL], <https://www.tvunetworks.com.cn/story/tvu> 荣获 2019 广播电视科技创新奖 / 2020-03