



# 中国联通 4K IPTV 技术白皮书

---

---

中国联通网络技术研究院

中国联通 4K 实验室

2016 年 5 月

## 目录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 一、 引言 .....       | 3  |
| 1.1 定位 .....      | 3  |
| 1.2 举措 .....      | 4  |
| 二、 市场发展 .....     | 8  |
| 2.1 定义 .....      | 8  |
| 2.2 现状 .....      | 8  |
| 2.3 挑战 .....      | 9  |
| 三、 网络建设 .....     | 10 |
| 3.1 接入网 .....     | 11 |
| 3.2 城域网 .....     | 13 |
| 3.3 TV 业务平台 ..... | 16 |
| 3.4 内容分发网 .....   | 19 |
| 3.5 质量监控 .....    | 21 |
| 四、 终端演进 .....     | 26 |
| 4.1 总体架构 .....    | 27 |
| 4.2 技术要求 .....    | 29 |
| 4.3 设备形态 .....    | 30 |
| 五、 结束语 .....      | 32 |

## 一、引言

2015 年，国务院办公厅以国办发〔2015〕65 号印发《三网融合推广方案》，加快在全国全面推进三网融合，推动信息网络基础设施互联互通和资源共享。

《三网融合推广方案》提出六项工作目标：一是将广电、电信业务双向进入扩大到全国范围，并开展实质性工作，二是网络承载和技术创新能力进一步提升，三是融合业务和网络产业加快发展，四是科学有效的监管体制机制基本建立，五是安全保障能力显著提高，六是信息消费快速增长。

三网融合从 2010 年试点到现在的高速发展，使得广电、电信业务双向进入的范围不断扩大，也为 TV 视频业务发展带来了机遇与挑战。中国联通提出“实施聚焦战略，创新合作发展”，将 TV 视频业务定位为中国联通的战略性基础业务，构建以 TV 视频为战略核心的家庭客户全业务应用解决方案，打造家庭客户专业化运营及支撑服务体系，发挥光纤和 LTE 的带宽优势，为用户提供无处不在的视频体验，实现家庭客户全业务差异化市场竞争优势，树立家庭互联网综合信息服务品牌。

### 1.1 定位

一直以来，中国联通始终把建设宽带网络这一战略性基础设施，作为落实“网络强国”、“互联网+”行动计划、“提速降费”等国家战略的重要任务，抓实抓好，并取得了快速进展。在提速方面，我们加快推进固定网络向光纤化升级的进程，累计投入 244 亿元。目前已建成全光网络省 7 个，全光网络地市 118 个，光纤入户覆盖家庭 1.6 亿户，较光改前提升 1.1 倍。

宽带网络光纤化改造为 TV 视频业务的引入奠定了良好的技术基础，而 TV 视频业务的成熟和发展也会推动中国联通宽带网络的持续建设。众所周知，4K 意味着更高的分辨率、更高的帧率、更丰富的色域和更平滑的色深，在发展过程中必然会对联通乃至全产业链提出更高的要求。

第一，视频分辨率需求将从当前的标清内容为主，转向高品质、全高清内容。

4K 视频的高清晰、高码率并不是通过牺牲流畅性为代价的，用户期待的仍然是零等待的高清内容服务。这意味着在片源质量、终端支持、传送带宽、编码技术等方面需要全面提升，产业链协同发展才能满足新市场的发展要求。

第二，在每一个细节当中满足用户体验提升的要求。竞争激烈的信息服务业中，用户对体验极其苛刻，每一个细节都可能成为成败的关键。这个细节可能是内容切换的易操作性，也可能是简单布局却高效的遥控器，还可能是业务开通/订购/装机的便捷性，或者是外形美观而性能强劲的机顶盒等等。细节完美意味着体验完美，体验完美意味着商业成功。

第三，未来的视频体验将更注重满足人们的情感交流。视频不再仅仅是人们休闲消遣的娱乐，而是能够在人与人之间、家与家之间分享友情、亲情的纽带，联通致力于打造一个互动的、共享的平台，满足人们休闲娱乐和沟通情感的需要，不仅仅要在屏幕之间共享，更要将心与心之间连通。

基于 IP 传送的 4K 视频将能在分辨率、画面细节、帧率、色彩、景深、动态范围等方面全面进步，产生媲美 IMAX 的沉浸式观看体验；同时又能够在人机交互、人际交流、M2M 方面提供前所未有的崭新互动方式，因此必将引领下一代视频业务的变革，甚至重新定义下一代视频体验。

TV 视频业务的发展是一项系统性的综合工程，需要从系统角度，对家庭网络及机顶盒、TV 平台、CDN、网络侧等环节进行端到端综合规划，从而推动 TV 业务的整体工作进展。

## 1.2 举措

为更好地推动中国联通 4K TV 视频业务的发展，联通集团通过对外、对内整合各类资源，成立相关产业联盟、运营中心、研究团队，为 4K TV 视频业务的推进提供整体性支撑保障。

### ● 4K 产业联盟

2016 年 3 月 23 日，中国联通在济南举行“提速降费工作推进会暨 4K 超清产业联盟成立仪式”。华为、乐视、芒果 TV 等国内主要 4K 设备制造商、服务商及

内容商代表共同见证了“4K 超清产业联盟”的成立。“4K 超清产业联盟”的成立意味着消费者可享受到前所未有的 4K 超清视觉盛宴，也标志着中国联通在积极落实国家“宽带中国”、“提速降费”及“三网融合”战略上迈出了更为扎实的步伐。



图 1-1：中国联通 4K 超清产业联盟成立仪式

- TV 增值业务运营中心

中国联通 TV 增值业务运营中心是中国联通第一个全国家庭互联网业务运营中心，可以帮助合作伙伴实现合作产品的一点接入、快速上线、全网覆盖、高效运营，并推出 4K 超高清、游戏、教育、音乐、购物、健康等基于 TV 屏的各种应用服务，以及让“沃家电视”成为用户的家庭娱乐中心、便捷生活助手和亲情沟通纽带。

中国联通 TV 增值中心通过合作创新模式，充分借助其统谈优势能力，在行业内创新 TV 视频应用业务合作模式。截至 2016 年 1 月底，TV 增值中心累计引入 TV 内容合作方 127 家，上线 TV 应用 1108 款，视频内容 10 万小时，歌曲 5 万余首。

- 4K 实验室

为整合联通内部 TV 研发力量，在集团市场营销部、网络建设部、运行维护部、技术部等相关管理部门支持下，委托联通网络技术研究院成立“中国联通

4K 实验室”。全面承接集团 IPTV 相关技术研究支撑工作，推动 4K TV 业务端到端系统性研发。

目前，4K 实验室已经制订完成，并正式发布了涉及业务、产品、网络、平台、终端、测试、服务在内的多项 TV 视频标准与规范，为中国联通 TV 视频业务发展奠定了坚实的技术基础。4K 实验室目前分为五个课题组：



图 1-2：中国联通 4K 实验室

- 业务组：负责 4K 业务相关规范制订、业务创新、产品研发等工作；
- 终端组：负责 4K IPTV 终端以及其他家庭互联网终端规范制定、技术评估、研究测试等工作；
- CDN/平台组：负责 IPTV 平台与 CDN 技术规范制定、评估测试等工作；
- 网络组：负责 4K 端到端城域网、接入网技术解决方案研究、网络性能质量监控研究，提出相应部署策略等工作；
- 实验室运营组：负责 4K 实验室建设及日常运营管理。

#### ● 超宽带接入及应用产业联盟

超宽带接入与应用产业联盟于 2015 年 9 月成立，目的是为了协同产业内各方进行专业化研论和产业推进。联盟由中国联通牵头，联合行业内设备厂家、芯片厂商、ODN 厂家、光纤光缆厂商，包括华为技术有限公司，中兴通讯股份有限公司，烽火通信科技股份有限公司，上海贝尔股份有限公司等共计 20 余家企业。

超宽带接入及应用产业联盟将目标定于三个方面：1. 以“宽带中国”战略为目标，整合全球产业资源；2. 以创新性的新技术、新产品、新应用、新业务为

要求，做好联盟未来的规划布局与实施纲要；3. 定位高水平超宽带产业链，建立高效的联盟内部协作与外部运作机制。

超宽带接入及应用产业联盟的成立，是为了积极响应国家策略，将致力于推动下一代光接入产业成熟和大规模应用，努力推动宽带网络的快速发展，带动相关业务发展与应用，促进国家的信息化建设，充实人民的社会生活。



## 二、市场发展

4K 视频带给人的将是一个全面的沉浸式体验，将完全改变用户的体验方式，从而引发下一代电视体验的变革。

### 2.1 定义

“4K”是特定分辨率数量的简称，分辨率达到  $4096 \times 2160$ ，则可以称为 4K。因为电视机大多为 16:9 的长宽比，故一般分辨率为  $3840 \times 2160$ 。4K 视频不仅仅是分辨率的进步，它代表了一个影院级体验，是将 IMAX 级别的电影体验在家庭的延伸；视频质量将从当前的标清内容为主，向高品质，高清晰度的 4K 演进；同时能够在家庭内部、家庭之间进行连通，充分分享友情与亲情，更加注重满足人们的感情交流。

### 2.2 现状

IPTV 业务在发展初期，用户对 IPTV 熟悉度不高，普遍对接入价格比较敏感，且 IPTV 初期内容应用上也没有特别的亮点，仍以传统的电视直播、点播为主，缺乏丰富的 IPTV 增值应用。IPTV 业务具有很强的规模效应，适宜实现扩大市场和降低单位成本二者之间的良性循环，同时还具有明显的网络效应，规模扩大会带来明显的网络效应，吸引更多的用户加入。

4K 电视即将迎来爆发增长期，而中国市场将成为 4K 电视的重中之重。2013 年中国已经成为 4K 电视的主战场，可以判断出 4K 电视在中国将有非常大的空间发展。与此同时，机顶盒也将迎来快速增长期，高清机顶盒的规模在 2015 年已经超过标清机顶盒的规模。由此可见，高清甚至超高清机顶盒将成为中国未来 IPTV 数字机顶盒的发展目标。

随着宽带中国战略的发展，光纤入户的普及，4K 电视机及高清机顶盒的爆发式发展，人们对 4K 视频的需求将不断增加，但是 4K 视频业务仍然处于发展初期，考虑到 4K 产业趋于成熟，保守估计 4K 视频用户未来的转化率在 30% 左右。



## 2.3 挑战

4K 业务的发展前景虽然广阔，但依然存在瓶颈，这些瓶颈限制了业务进入快速上升通道，疏通这些瓶颈需要依赖产业链条上各个环节的通力协作。

首先，4K 片源不足限制了市场对 4K 视频的认知。目前市场上屈指可数的 4K 超高清片源还远不能满足用户期望，甚至是 4K 视频的采集设备都没有普及，体验过真正 4K 的用户寥寥无几，市场培育还很不足。

其次，4K 播放终端虽然取得了一定突破，但仍然需要更多的时间与更大的投入。尽管 4K 电视出货量增长很快，支持 4K 标准的机顶盒也在高速增长，但在未形成规模效应时，终端问题仍然会困扰市场，价格与质量会影响市场的选择。

最后，视频传输与服务还需要提升。尽管光网改造已经取得了积极的成果，但 4K 视频高码率、低时延的要求仍然对带宽产生了一定压力，尤其在业务进入快速增长期时，会在短时间内爆发大量的需求，这既要求运营商具备市场前瞻能力和快速应对能力，也需要编解码技术、CDN 服务、动态码率适配等方面的持续进步。

基于 IP 的 4K 视频业务是落实国家“三网融合”政策的重要举措，是信息服务业的下一个蓝海，是科技进步与人们追求极致视觉体验的结合。尽管目前仍然面临较大挑战，但随着产业链各方的努力，必将引领新一轮时代潮流。

### 三、网络建设

打造高速的中国联通宽带精品网络是发展 4K TV 视频业务的基础，与传统标清、高清不同，4K 视频业务的引入对于宽带网络所提出来的需求不仅仅局限在接入带宽，用户感知的优劣将会是影响 4K TV 视频业务发展的关键。因此，为了提升 4K TV 视频业务的用户感知，需要在接入网、城域网、TV 平台、CDN 等多个环节进行升级改造。

视频业务主要包括 IPTV 和 OTT 视频。IPTV 有直播和点播两类主要业务，其中直播业务以标清（480P）为主，逐步向高清（1080P）过渡，并有可能提供少量 4K 的轮播频道。高清的点播业务一般采用 8M-12M 的恒定速率编码，需要的网络带宽一般在 12M-16M。4K 点播业务按照不同的采样率及编码方式，城区达到 100M 以上，农村达到 50M 以上，同时对网络时延小于 20ms 时，丢包率应低于  $1.3 \times 10^{-4}$ 。对于和联通合作的 OTT 视频，除流媒体传输协议采用自适应可变编码方式，码流相比 IPTV 业务有所降低外，其它网络要求基本一致。

- **有线家庭网络、全光接入网满足 4K 时延 20ms 需求**

家庭网络在采取综合布线时时延 $<1\text{ms}$ ，WIFI 不稳定、差异大。中国联通主要以光（FTTH/FTTB+LAN）方式建设接入网，时延一般 2~4ms。城域网时延一般小于 5ms，如果网络拥塞时延将增加。**全光接入网、轻载城域网满足 4K 低丢包率需求。**

中国联通主要以光（FTTH/FTTB+LAN）方式提速，满足 4K 丢包率需求。城域网在网络链路负载小于 50%情况下丢包可以满足。

- **千兆、百兆入户，满足 4K 时代的宽带业务发展**

4K 运营直播一般采取 30Mbps 码流，CBR 方式带宽保证；点播一般采取 25Mbps 码流，采取 VBR 方式，随画面内容的变化，带宽有变化，正常观看时的带宽需要码流的 1.5 倍，即 37.5Mbps。为了更好的满足 4K 操作响应，如直播频道切换时间小于 500ms，则需要 56Mbps 带宽，又如 4K 点播小于 1s 加载以及快进快退，则需要 100Mbps 带宽。

互联网业务正逐步普及 100Mbps 业务，为了提供最佳体验，1 路 4K 需要 100M 以上带宽，综合考虑，4K 时代需要百兆、千兆入户。

### 3.1 接入网

中国联通全面响应国家宽带提速战略要求，2014 年启动网络光纤化改造，目前已经建成 7 个全光网络省、118 个全光网络市。北方 2016 年上半年完成一期光改建设，2016 年底前将全面完成二期光改建设。南方在 2016 年底前，将基本完成光改一期建设，除个别省外 2017 年基本完成光改二期建设。接入网光纤化改造工作，从网络层面保证了联通 TV 业务的顺利发展。

- **FTTH 成为联通宽带网络建设主流模式**

中国联通宽带接入网建设已明确以 1G PON FTTH 为主，逐步引入 10G PON。改造区域新建 FTTH 原则上仍采用 EPON 和 GPON，按照 EPON 采用 1:32 分光、GPON 采用 1:64 分光进行建设，但应考虑接入主干光缆的预留，推广 100M 接入和试点 4K 视频的发达区域可以逐步试点 10G PON 的 FTTH 建设。FTTB 一律采用 10G PON 进行建设，提升网络接入速率。

- **大规模引入 10G PON，提升宽带网络接入能力**

10G PON 是宽带接入网下一代技术发展的方向，经过多年的技术积累和研究测试，中国联通将会在 2016 年进行 10G PON 网络的规模部署。

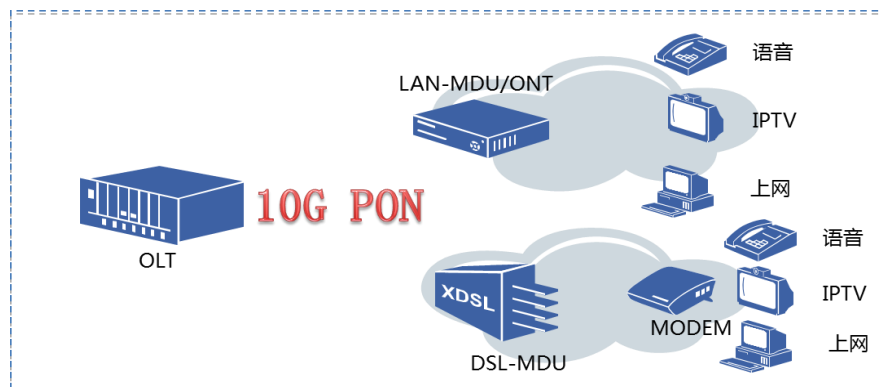


图 3-1: 10G PON 应用场景

对于采用 FTTB 方式进行新建和改造的建设区域，原则上一律采用 10G PON 技术，同时 MDU 用户端口应采用 GE 接口。

如果各省分公司进行 10G PON FTTH 试点，对于 1:64 分光的 EPON FTTH 区域改造，如现有带宽不能满足 4K 视频等高带宽需求时，可采用 10G EPON 方式进行改造，并对有高带宽需求的用户更换为 10G EPON ONT；其它采用 FTTH 接入方式进行建设的区域，在 10GPON 设备价格下降或用户承担终端设备的情况下，可逐步引入 10G PON 的建设。

#### ● 推动 10G PON FTTH 终端解耦工作，逐渐普及百兆入户，试点千兆入户

随着 4K 进入快速发展期，AR/VR 等新技术新应用也逐步成为热点，驱动百兆宽带的全面普及，尝试在家庭环境中进行千兆宽带入户试点，随着家庭互联网新业务的逐渐成熟，未来 5 年，千兆入户将成为主流。

中国联通目前正在组织并开展 10G PON 互通性研究，截止到 2016 年 4 月，10G EPON 实验室研究性互通测试已结束，验证了博通、海思、cortina 芯片间以及华为、中兴和烽火设备间的互通性，协议匹配以及互通效果良好，通过进一步完善联通企标以及设备间的全面互通测试，尽快实现 10G EPON 互通解耦部署；XG-PON1 互通解耦验证工作刚刚起步，预计全部测试工作将会于 2016 年 6 月初结束。

#### ● 4K 需要宽带到电视，解决家庭网络互联，保障 4K 体验

互联网时代，上网业务对承载要求低，主要解决宽带入户问题，家庭内部网络互连一般由用户自行解决，大多采取 2.4G WIFI 方式。

4K 时代，视频业务对承载要求高，当前广泛应用的 2.4G WIFI 同频段信号干扰大，吞吐量随之下降，不稳定，影响视频业务体验，WIFI 接入压力大，需要从“宽带到户”延伸到“宽带到电视”思路的转变，需要和用户一起解决 ONU 到电视的互联问题，保障视频业务体验。

首先，把 ONU 部署到电视位置；其次采取双绞线进行互联；然后可采取 PLC 但需要解决邻居之间的干扰；最后再考虑采取 WIFI 方式，分布式部署，逐步采

取 5G WIFI，稳定性好。

## 3.2 城域网

视频流量低收敛，随 4K 视频业务快速发展，城域网流量呈现超常规增长，未来 3 年视频流量(含互联网视频)占比 75%，城域网流量增长 5-10 倍，需要低收敛比建网。

一方面需要优化城域网架构，从而减少 CAPEX 和 OPEX、降低城域网流量需求、并进一步提升 4K 体验，另一方面需要提升网络设备容量，满足视频业务长期发展需求。

- 网络扁平化，3 层极简架构，降低 CAPEX 和 OPEX，提升体验

随 4K 发展，未来 3 年网络流量收敛比从 16: 1 降为 5: 1 左右，OLT、汇聚 LSW、BRAS/SR/BNG、CR 等各设备下上行端口收敛比将大幅降低。LSW 下上行收敛比降为 3: 1 后，逐步取消大二层汇聚交换机，节省 CAPEX 和 OPEX，同时避免汇聚 LSW 成为拥塞瓶颈，城域网络演进为 3 层极简架构，提升网络质量和 4K 业务体验。光纤匮乏区域部署波分，波分进城、下乡，节省光纤，提高可靠性。

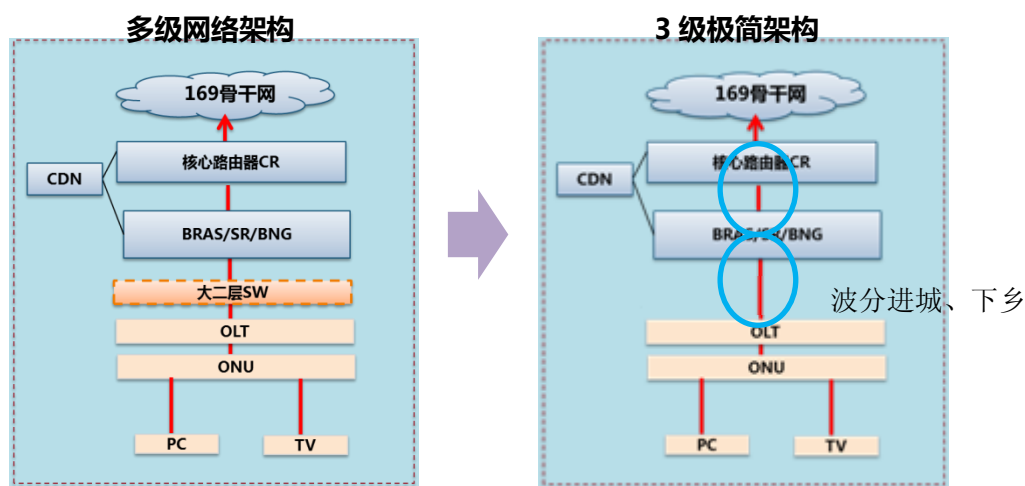


图 3-2：城域网络扁平化

- 组播复制点下沉到 OLT，减少网络扩容，提升直播业务体验

随视频业务渗透率提高，组播复制点需要从 BRAS/SR/BNG 下沉到 OLT，以减

少 OLT-BRAS/SR/BNG 之间的链路扩容，同时提升直播业务体验。

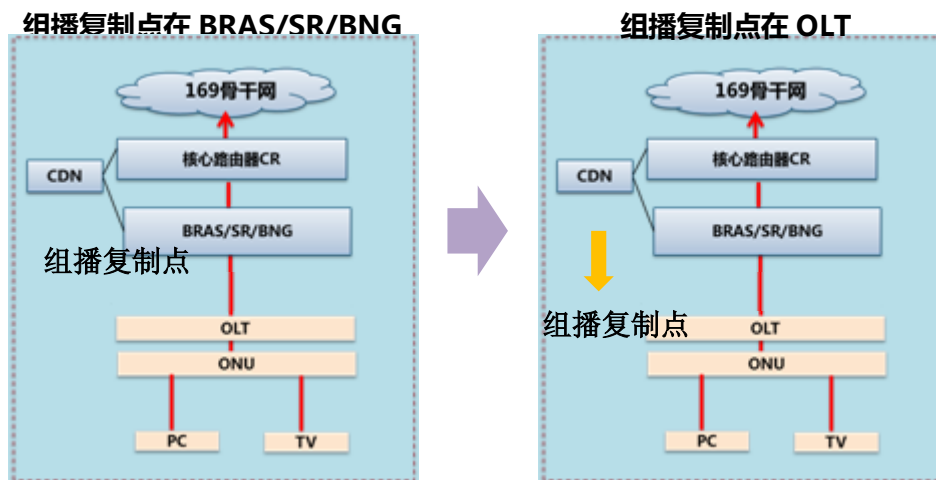


图 3-3：组播复制点设置方案

- **BNG 部署 100G/200G 平台，满足视频流量快速增长**

BRAS/SR/BNG：新建 BNG 采取 100G/200G 平台，大中型局点具备 200G 升级能力，满足 3-5 万用户接入，部分接入用户多而能力不足的设备升级平台或槽位能力，其他按需扩容带宽及端口。另外对提速后用户规模增长较大，且自身覆盖范围大的设备进行分裂

- **CR 部署 400G 平台，支持集群能力，满足长期业务发展**

逐步淘汰 POS 端口，采用 100GE、10GE 等以太网端口。新建设备采用 400G 平台并具备集群扩展能力，满足后续流量增长需求。

- **城域网高可靠，保证 4K 体验**

当前 BRAS/SR/BNG 一般是单机部署，BRAS 产品硬件问题中，单板占比 82%，为了减少单板故障降低业务体验，OLT 多链路上行到 BRAS/SR/BNG 的不同板卡，部署波分提供光缆保护，自营视频业务在每 BRAS/SR/BNG 设备超过 1 万用户时，在条件允许的情况下，可部署热备技术，避免单机故障。

- **OTN/WDM 覆盖 OLT，解决光纤直连资源消耗和扩容效率压力**

传统城域网 BNG 到 CR 之间、OLT 到 BNG 之间采用“交换机收敛+光纤直驱”



的方案，在 4K 视频业务快速发展的情况下会面临如下挑战：

1) 中继光纤消耗过快，而新建光缆又面临光缆管孔有限、周期过长、施工成本越来越高的问题。例如典型每个 OLT 4\*10GE，BNG 下挂 20 个 OLT，则消耗  $20*4=80$  对光纤。

2) 中继光纤铺设和跳接调整周期长。OLT 上行端口通常 3~5 月就要扩容，每次扩容都需要逐站协调光纤资源，时间长达数周，难以匹配视频流量快速增长的要求。

如下图所示，未来 4K 视频带宽发展将驱动 OTN/WDM 覆盖 OLT 站点，解决光纤直连方案的压力。

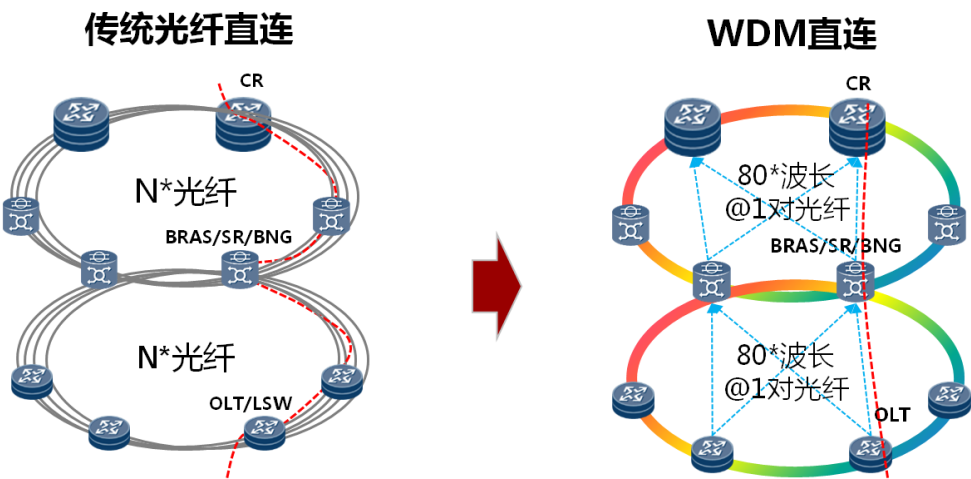


图 3-4：WDM 直连方案

每个地市可以根据自身光纤资源情况，完善县乡 WDM 覆盖，城区站点适度超前建设 WDM，提升光缆利用率和扩容效率，并满足专线等业务扩展诉求。

表 3-1：两种组网方案的比较

| 对比  | 光纤直连方案                                                      | OTN/WDM 承载方案                                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 带宽  | 小<br>每对光纤只能提供 GE/10GE                                       | 大<br>一对光纤上提供数 T 带宽                                             |
| 运维  | 一般<br>1) 光纤数量多,管理运维困难<br>2) 光纤逐站跳接扩容周期长<br>3) 光纤故障发现和修复时间较长 | 较好<br>1) 大幅减少光纤管理规模<br>2) 单光纤数 Tbps 带宽,首尾扩容快<br>3) 支持光纤和光层性能监控 |
| 扩展性 | 较差。多业务需要消耗更多光纤;                                             | 好。可以接入 OTN/SDH 专线等业务;                                          |



|      |                           |                                         |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|
|      | 通常站间距离 40KM 以下；只支持 P2P 连接 | 波分支持 80km~数百公里拉远；支持 P2MP 连接，满足广播视频需求    |
| 成本   | 在短距离、低收敛场景占优              | 在大带宽或长距离场景，占优                           |
| 适用场景 | 短距且光纤充足的城区                | 1) 业务量大且光纤缺乏城区<br>2) 长距县乡区域（典型 40KM 以上） |

高集成度城域 100G OTN/WDM 平台，满足视频低成本、大带宽传送。基于低成本、低功耗可插拔 100G WDM 光模块，城域 OTN/WDM 支持单槽位容量 100G~400G，满足 4K 视频带宽需求（例如：每 BNG 下连 20\*OLT，4\*10GE/OLT，则汇聚环带宽  $20*4*10G=800G$ ）。

极简 WDM 运维方案，利于 WDM 快速、广覆盖部署。首先，城域 OTN/WDM 引入简化光层组网技术（ROADM/PID 光子集成/可编程 FlexRate 接口等），免除复杂的 WDM 光层规划和配置，运维和传统 SDH 一样便利。其次，引入 WDM 在线光性能、光纤质量监控能力，配合 U-vMOS 支持物理层故障定位。

### 3.3 TV 业务平台

中国联通 TV 业务平台通过统一的技术标准要求，实现了从技术、功能、架构及模式多方面的能力创新。

- TV 业务平台根据终端和业务形态的不同，同时支持 IPTV、手机 TV、互联网 OTT TV、4K、多屏互动等视频业务的开展。可灵活支持多种技术架构及模式（B/S 模式及 C/S 模式）的统一运营管理。
- 实现统一内容注入、统一业务管理、统一平台运维、统一业务加载、统一门户展示、统一业务体验。
- TV 业务平台架构灵活开放，根据各模块功能的不同，实现平台内解耦，构建独立的内容管理平台、业务管理平台及 EPG 平台；实现与 CDN 解耦，支持与多厂家 CDN 对接。

TV 业务系统的目标架构总体上包三个功能部署组成部分，如图 3-5 所示：

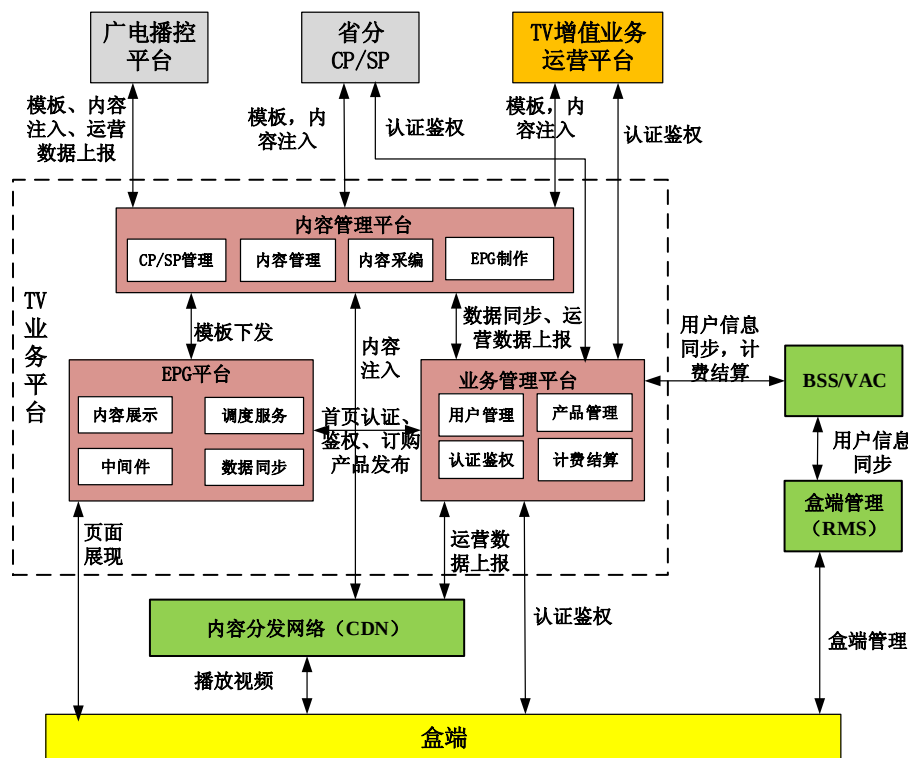


图 3-5: TV 业务平台目标架构

### ● 实现内容统一注入的内容管理平台

内容管理平台是联通 TV 业务平台与广电集成播控平台对接的唯一平台，主要负责所有接入业务系统的 CP/SP 及自营业务的内容元数据、节目文件、EPG 模板等的统一运营、播出控制及相关管理，并且为具备资质但未建设内容运营平台的 CP 提供在本平台上的内容打包、审核、发布的能力。内容管理平台功能主要包括 CP/SP 管理、EPG 制作及管理、内容元数据管理、内容采编管理、内容打包管理、内容发布管理、内容运营统计分析等。

内容管理平台与省分 CP/SP 及 TV 增值业务运营中心配合，完成内容上传及媒资文件的下载。与广电播控平台配合，完成 EPG 模板下发、内容同步、运营数据上传，同时完成联通自有内容的预审核与提供给广电集成播控平台审核。与内容分发网络配合完成媒资数据的发布及下载。与 EPG 平台配合完成 EPG 模板、内容元数据的发布。与业务管理平台的配合，完成内容元数据及内容与服务打包关系信息的发布。

### ● 实现业务统一运营的业务管理平台

业务管理平台主要负责为用户提供 TV 服务以及提供业务相关的管理支撑能力。业务管理平台功能主要包括用户管理、CP/SP 管理、业务管理、产品管理、认证鉴权及计费管理、资源列表管理、统计分析、自服务门户等。

业务管理平台与 BSS/VAC 配合，完成用户管理、订购关系管理及话单计费结算。与 TV 增值业务运营平台配合，完成 TV 增值中心用户的认证服务。与省分 CP/SP 配合，完成增值业务用户的认证，业务订购及鉴权等。与内容管理平台配合，完成内容元数据及内容与服务打包关系信息的注入。与 EPG 平台配合，完成产品信息的发布及 EPG 平台到业务管理平台的首页鉴权，业务鉴权，订购等。与内容分发网络的配合，完成内容分发网络业务运营数据的统计上报。与机顶盒配合，完成盒端开机认证，频道列表下发，业务信息下发等。

### ● 实现门户统一展现的 EPG 平台

EPG 平台主要负责为用户提供 TV 呈现服务以及中间件等功能。EPG 平台功能主要包括内容展示、业务数据采集、数据同步、业务处理、中间件、调度服务、操作维护、屏幕管理等。

EPG 平台与内容管理平台配合，完成模板文件、编排数据及内容元数据的下发。与业务管理平台对接，完成首页认证、业务鉴权、业务订购、产品信息同步、usertoken 更新。与终端对接，完成页面的呈现或业务流程的触发，终端 Launcher APK 管理、显示内容管理和开机画面管理。

### ● 中国联通 TV 平台建设原则

考虑到各省分公司 TV 业务平台建设情况不同，中国联通将根据 TV 技术规范，在不影响业务发展的情况下，本着“南北有别”原则，全面推动业务平台及 CDN 网络的解耦工作，有步骤、有计划地实施解耦。

在北方联通，为满足 TV 业务迅速发展的需求，将按照两阶段进行 TV 平台建设，第一阶段，在 2016 年重点实现现网平台能力扩容及机顶盒解耦，快速支持业务发展；第二阶段，即 2017 年以后，将在第一阶段的基础上进行 TV 业务平台及 CDN 解耦，逐步实现目标架构。

在南方联通，新建的 TV 业务平台必须支持 CDN 与 TV 业务平台的解耦，支持

省内统一一套业务平台对接多厂家 CDN，不允许建设两套及以上 TV 业务平台。增值业务由 TV 增值中心统一支撑。新建 TV 业务平台及 CDN 必须实现与机顶盒的解耦。

### 3.4 内容分发网

中国联通的 CDN 网络是基于中国联通基础承载网络，向上承接多种业务平台，向下服务多种终端用户的高效综合内容分发网络。推动 TV 业务平台与 CDN 的解耦，将 CDN 由单业务 CDN 向融合 CDN 转变，同时支持自营模式及出租模式，选择“低成本、高品质”的建设方案，运用新模式新架构，动态优化 CDN 布局，灵活支撑 CDN 需求。

- CDN 网络提供全面的融合 CDN 服务的能力，在满足 4K 视频点播、直播等各种业务应用场景的基础上，还可支持互联网 OTT、移动流媒体等多种视频业务形式。支持同一设备提供多种媒体格式及媒体传输技术（RTP、HLS 等），以便更好的适配机顶盒、移动终端、PC 等不同能力的终端。
- CDN 网络同时支持自有业务和向第三方提供 CDN 租用业务等多种商业模式。支持多种内容注入方式、多种全局负载均衡调度技术、灵活组网模式。
- CDN 网络采用软硬件解耦方式建设，基于 X86 的通用服务器灵活部署多种 CDN 业务软件，实现硬件资源的复用共享，降低 CDN 建设成本。

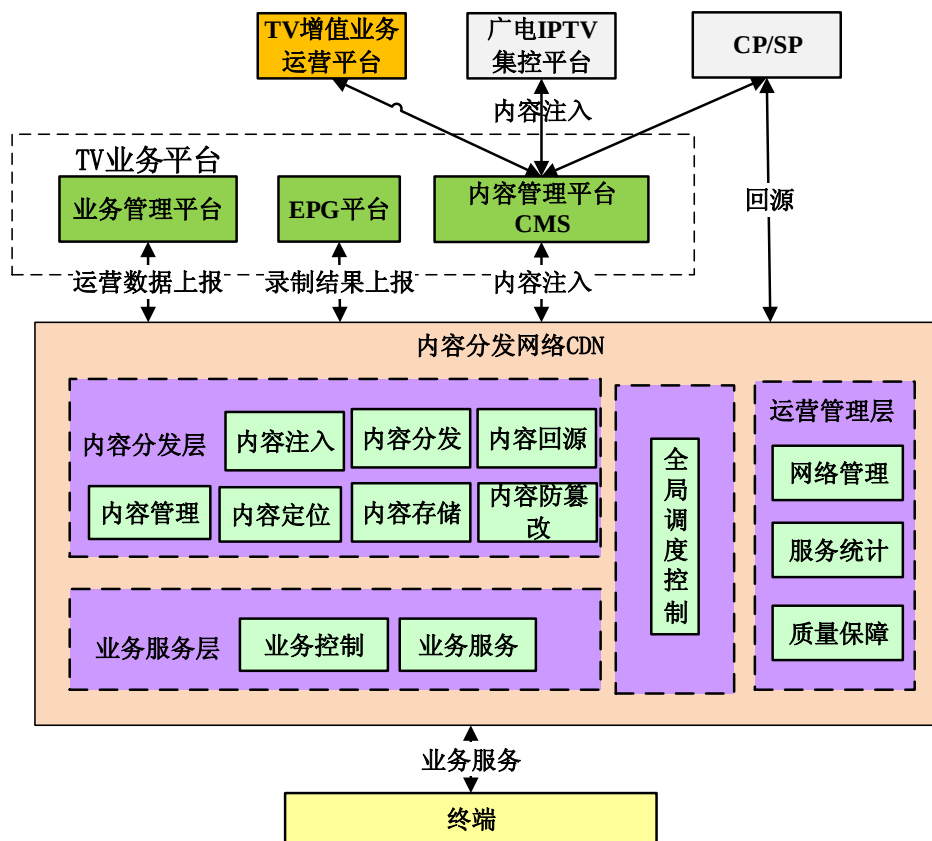


图 3-6: CDN 目标网络架构

CDN 网络负责实际内容的处理及全网分发功能。CDN 的在总体结构由内容分发、业务服务、运营管理以及全局调度控制模块组成，如图 3-6 所示。内容分发层负责完成内容的注入、存储、定位、分发等业务逻辑；业务服务层负责接受用户业务请求，进行服务调度，并为各类终端用户提供业务服务；全局调度控制层负责 CDN 系统的全局重定向，根据调度策略将其调度到合适的节点提供服务；运营管理层负责 CDN 网络管理和业务运营管理。CDN 网络与内容管理平台之间的接口实现业务内容的注入；与 EPG 之间的接口实现节目录制状态的上报；与业务管理平台之间的接口实现业务运营数据的上报。

CDN 网络支持灵活开放、高可扩展性的组网架构，如图 3-7 所示。全国中心节点负责内容注入和未命中内容的回源服务；省 GSLB 负责全省用户的调度；省二级 GSLB 负责用户在设备商内部节点服务调度；省中心全存储，提供省内节点内容注入和未命中用户回源服务；区域 GSLB 负责地市用户的用户调度；区域中心存储热片和新片，提供边缘节点未命中的用户服务；边缘节点存储热点内容，

提供绝大部分用户服务。

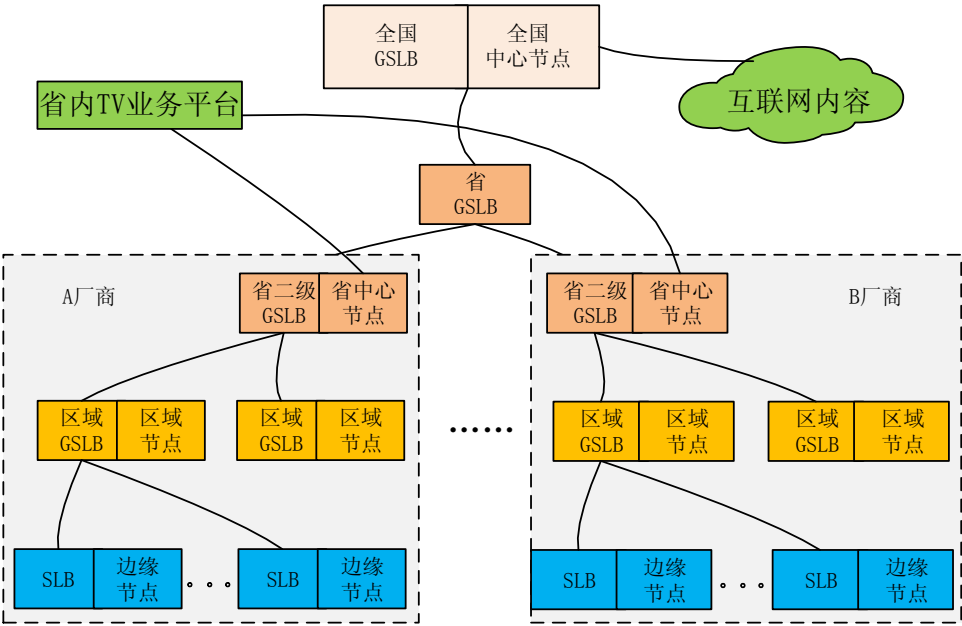


图 3-7: CDN 组网架构

CDN 网络支持与省内 TV 业务平台解耦,多个 CDN 网络通过统一调度控制 GSLB 对接 TV 业务平台。GSLB 作为业务的 CDN 系统访问入口,负责将用户根据策略调度到多个 CDN 网络中,实现多个 CDN 网络互通及资源共享。

为了更好地适应 4K 业务的增长,以及未来手机 IPTV 等新兴 TV 业务的出现,中国联通将会推动 TV 平台内部以及 TV 平台与 CDN 之间的解耦,构建新型、灵活的 TV 平台和 CDN 网络架构。

### 3.5 质量监控

基于光纤宽带,中国联通致力于为用户提供零失真、零等待、零损伤的最佳视频体验,为了量化视频体验衡量标准,中国联通将会在各省分公司建设 IPTV 质量监测系统,建立完善的 IPTV 视频业务以及 IPTV 用户感知评价体系,并与内容提供方合作提高视频播放质量,优化视频网络规划和优化方法,牵引视频运维体系从面向设备向面向用户体验转型。



IPTV 质量监测系统主要应用于 IPTV 业务的质量评估、故障告警和故障诊断，是 IPTV 业务的运营维护系统。它通过对接周边系统、监控视频源质量、布放硬探针、机顶盒内置软探针等方式，采集 IPTV 业务端到端的网络性能并分析 EPG 交互、MOS 值、网络业务性能参数和盒端运行性能参数。集中监测平台对收集到的关键指标进行统计、关联和分析，实现端到端的质量监测、故障告警、故障诊断、质量分析评估等应用功能。

### ● 聚焦于质量分析和故障管理的功能分布架构

中国联通 IPTV 质量监测系统（含集中监测平台和质量监测工具）的功能组成如下图所示，其中集中监测平台包括质量分析评估（包括 KPI 存储数据库和资源信息库）、故障诊断、故障告警、故障预处理、接口管理（包括南、北向接口）、系统管理（包括安全管理和日志管理）。质量监测工具目前即为各类探针。

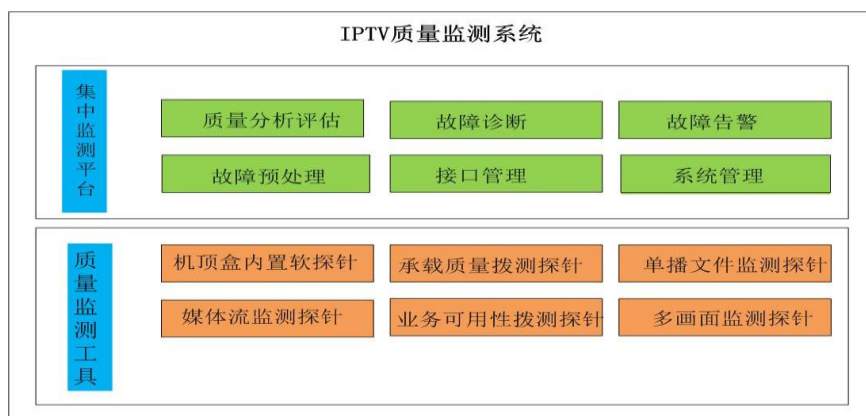


图 3-8：IPTV 质量监测系统功能分布架构

集中监测平台综合各类质量监测工具，接口管理中的南向接口连接探针和网管系统，向用户提供统一的应用界面，向上级系统则提供统一的北向接口。

在质量分析评估中，采用 KPI 存储数据库来保存各探针、网管系统上传的 KPI 参数。资源信息库用于保存用户的基本信息、网元信息和探针信息。

当探针上报的数据超出阈值，以及监测到的平台、网元设备的故障，IPTV 质量监测系统将立即告警。故障诊断分为初步诊断和精确诊断共两类：初步诊断是不连接 OSS 只依靠探针来获得大致区段；精确诊断是连接 OSS 获得设备信息，并综合各类探针和网管系统上报的 KPI 数据，通过智能判障流程，实现端到端的



故障自动定位，精确定位至设备、板卡、端口等。故障预处理是指部分测试功能具备故障修复的功能。

### ● 聚焦于业务链路各节点的物理部署架构

中国联通 IPTV 质量监测系统由集中监测平台和 IPTV 质量监测工具构成。监测工具包括硬探针、软探针、手持测试仪。硬探针又分为监测类探针和拨测类探针。监测类探针采用被动抓包为主，拨测类探针采用主动拨测为主。监测类探针包括单播文件监测探针、媒体流监测探针（主要为频道媒体流监测，包括组播和单播的传输方式）和多画面监测探针；拨测类探针包括业务可用性拨测探针、承载网络业务和质量拨测探针。

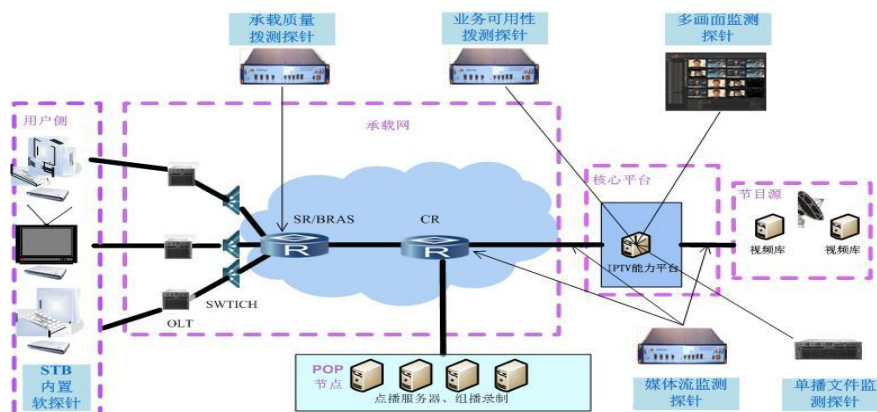


图 3-9: IPTV 质量监测系统物理部署架构

### ● 可视化用户视频体验管理

与宽带业务相比，4K TV 业务对感知要求高，直播花屏需小于 1 次/4 小时、点播卡顿需小于 1 次/45 分钟、卡顿时长占比 0.1%（2.7 秒/45 分钟）。从运维视角，4K 承载网要求是可感知、可管理的网络。所谓可感知，即 4K 视频用户的最终体验可感知，所谓可管理，则是网络导致视频体验劣化时，可以快速定界定位；

视频体验 U-vMOS/KQI 可感知，是体验驱动的 4K 承载网维的最基础能力要求。对单个用户、对单个直播频道，都应当可感知 U-vMOS、卡顿次数/时长、初始启动时长、快进退响应时长、切换频道时长、端到端时延/丢包/抖动/吞吐率等关键指标，并能够根据区域、归属设备、各种时间维度进行汇总/趋势分析。

对于运营商自营视频，用户体验可通过部署的视频质量监控系统获得，即通

过在运营商视频业务平台和终端 STB 中部署探针来感知 U-vMOS/KQI。探针分为软探针（比如 APP）、硬探针（比如硬件盒子）。

表 3-2：视频质量监控系统部署方式

| 业务类型    | 部署位置      | 探针类型 | 部署方式  |           |
|---------|-----------|------|-------|-----------|
| BTV     | 头端编码器出口   | 硬探针  | 引流    | 如：x86 服务器 |
|         | 终端 STB    | 软探针  | 内置    | 如：STB 内置  |
| VOD&OTT | 头端 HMS 出口 | 软探针  | 内置/引流 | 如：HMS 内置  |
|         | 终端 STB    | 软探针  | 内置    | 如：STB 内置  |

针对视频体验劣化问题定位诉求，建议多系统联动配合，按“体验劣化感知-->系统联动-->实时路径还原-->关键节点 U-vMOS 对比定界-->逐跳网络 KPI 分析定位”的端到端思路来解决，如下图：

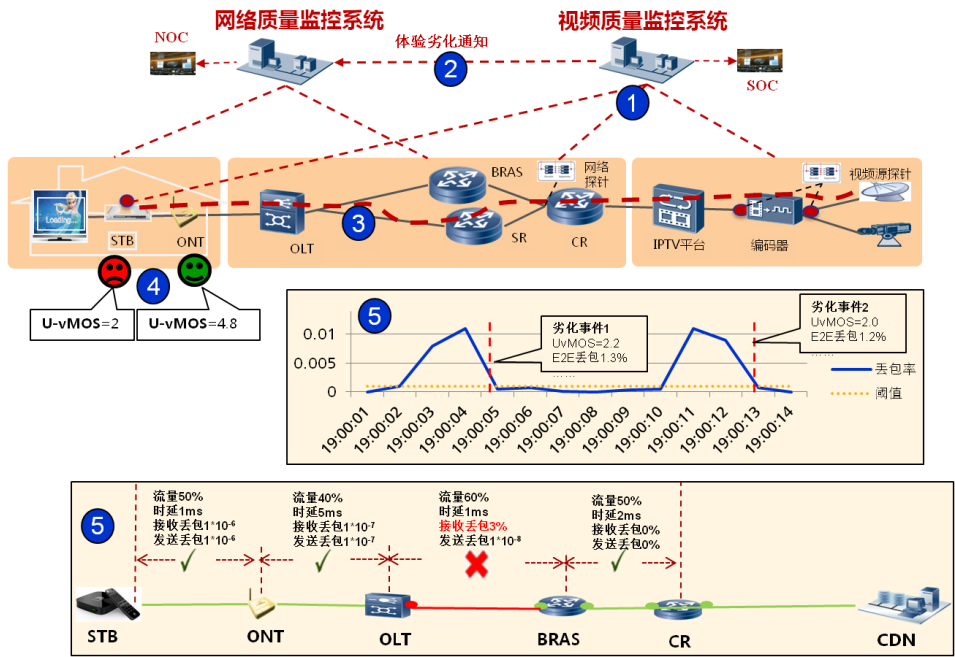


图 3-10：视频故障定位流程图

Step1: 体验劣化感知

通过视频质量监控系统例行监测，感知用户 U-vMOS/MDI/吞吐率/速率/端到端时延和丢包等关键指标。通过 U-vMOS 感知到用户体验劣化产生。

Step2: 系统联动

通过系统间接口，用户启动/停止观看、体验劣化时发送事件通知网络质量监控系统，并附带视频业务流五元组（源 IP 地址、源端口、目的 IP 地址、目的端口和传输协议）信息，以及劣化时刻用户 U-vMOS/KQI 指标。

### Step3: 实时路径还原

网络质量监控系统接收到视频业务流五元组后，通过查询三层路由转发表、BAS 设备 ARP 表、二层设备 MAC 地址表、NAT 地址转换表等相关信息，实时端到端还原用户所观看的视频业务流路径（ONT-OLT-LSW-BAS-BR-CR）。根据实际组网情况，实时路径还原需要考虑 Native ETH、L3VPN、L2VPN、多层 NAT、链路负载均衡等多种组合场景。

### Step4: 关键节点 U-vMOS 对比定界

视频业务路径还原后，网络质量监控系统启动网络关键节点 U-vMOS 监测（如 STB、ONT、CR 等），通过对比 U-vMOS 分值劣化情况，快速定界问题。例如：CR 处 U-vMOS 得分 5，ONT 处得分 4.8，STB 处 U-vMOS 得分 2.0，可判断质量劣化发生在家庭网络。

### Step5: 逐跳网络 KPI 分析定位

视频路径还原后，在路径（ONT-OLT-LSW-BAS-BR-CR）所有上下行端口启动秒级性能监控、视频流性能测量时延丢包，逐跳获取 KPI 指标。在 KPI 趋势图上，叠加呈现视频质量劣化事件和 U-vMOS/KQI 信息，以支持故障定位。

## 四、终端演进

2015 年根据联通集团公司提出的“中国联通三聚焦战略”，TV 视频业务作为联通战略性、主导性、基础性业务，是“智慧沃家”的核心应用，是加快高速光纤普及、提升宽带客户感知、增强宽带客户黏性的关键驱动因素。机顶盒作为用户的体验入口，其功能和性能的演进至关重要。

从 2016 年开始，联通机顶盒将会全面采用 4K 四核、搭配安卓系统的智能型机顶盒。中国联通 IPTV 机顶盒的发展总体上将会呈现如下特点：

- 终端形态将不再局限于机顶盒本身，还将会扩展到智能电视和光猫机顶盒一体机等设备形态；
- 视频编解码能力将会从原有的标清、高清升级到 4K；
- 机顶盒所支持的业务将从原仅提供 IPTV 业务扩展到引入更多、更丰富的增值业务，例如视频通话、娱乐游戏、云盘存储、智能家居等；
- 未来，随着 TV 屏 IPTV 业务的普及，IPTV 将以 TV 屏为核心，逐步向手机屏扩展，实现多个屏幕互相协助，共通发展的状态。

随着技术及功能的发展，4K IPTV 智能终端总体上向以下几个方面演进：

- 智能化：友好的 API 界面，易于集成和支持各项扩展应用的开发；支持多种控制方式：终端控制、远程控制、远程管理，可在线升级；
- 高清化：4K 及高清视频直播、回看、点播，4K 及高清媒体文件本地播放（音视频、图文）；
- 娱乐化：支持视频通话、多屏通信、互联网访问、体感游戏、在线游戏；支持外置存储设备，进行录制和播放；
- 云端化：具备云存储、DLNA 功能，智能接入云平台，享受各种云业务。

芯片作为终端盒子的核心器件，它的发展演进需要能匹配联通的 4K 战略。终端芯片的演进路线如下：

- 标清芯片：支持 480P 的解码能力，单核 CPU，无 GPU，只能开展标清的视频直播，点播业务。

- 高清芯片: 支持 1080P 的解码能力, 720P 的 H264 编码能力, 单核 A9 CPU, 无 GPU, 采用 linux 的操作系统。
- 高清智能芯片: 支持 1080P 的解码能力, 720P 的 H264 编码能力, 双核 A9 CPU, 2 核 GPU, 采用 android 2.2 的操作系统。
- 4K 芯片: 4KP30 的解码能力, 1080P 的 H264 编码能力, 4 核 A7 CPU, 4 核 GPU, 采用 android4.4 系统。
- 全 4K 芯片: 支持 4KP60 的解码能力, HDR, WCG, DRM, 1080P 的 H265 编码能力, 4 核 A53 架构的 CPU, 4 核 GPU, 采用 android5.1 系统。
- 8K 芯片: 支持 8K 的解码能力, VR, 全景视频播放, CPU, GPU 都采用最新的架构。Android 系统也会采用最新的版本。

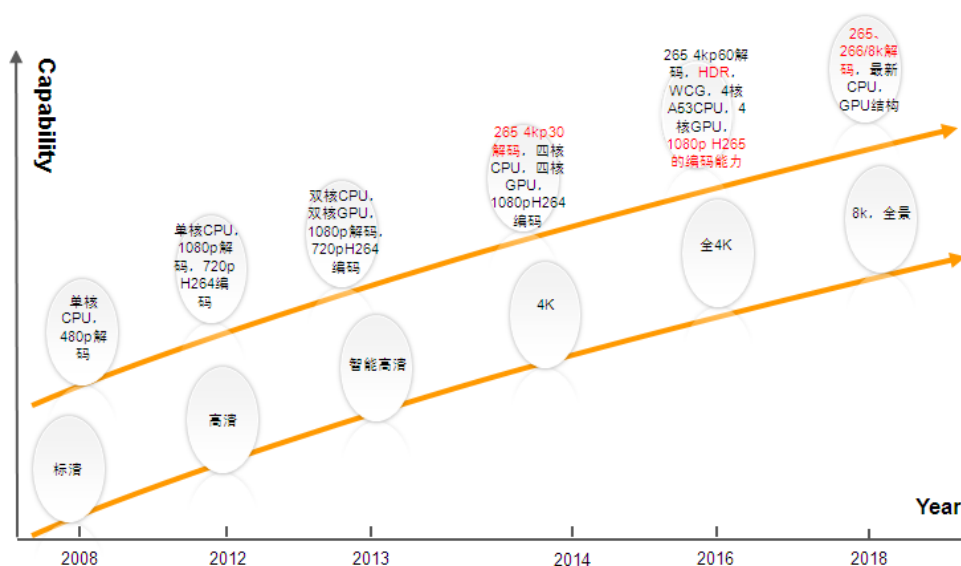


图 4-1: 机顶盒芯片演进趋势

## 4.1 总体架构

传统的电视终端为 Linux 操作系统, 提供数字直播、点播和时移回看功能, 但随着电视的高清化、IP 化及 OTT 等娱乐业务的多样化快速发展, 传统的电视终端向智能化终端过渡成为必然。

为满足 IPTV、OTT 及智能业务的发展应用, 智能终端相对于传统终端在总体

架构上有了大的提升，主要包括硬件层、操作系统层和应用层，总体架构如图 4-2 所示：

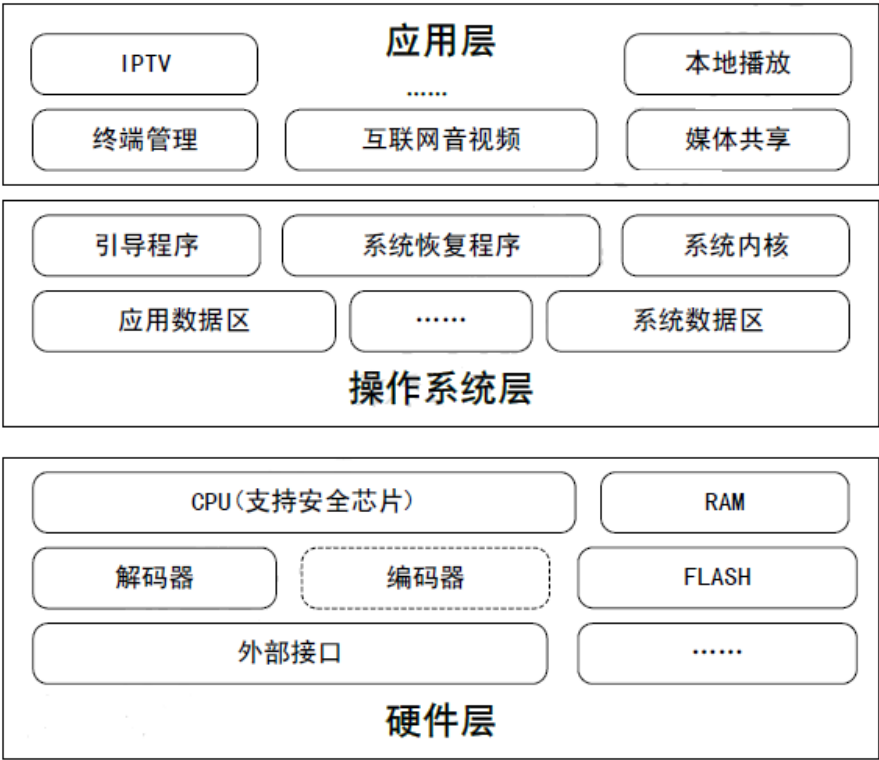


图 4-2：智能终端总体架构

如图4-2所示，智能终端所涉及的各层功能定义如下：

- （1）硬件层：主要包括智能终端的基本硬件设备、硬件接口和外设。
- （2）操作系统层：主要包括驱动、各种函数库、应用API 以及基本的可调用应用。根据其在操作系统运行过程中所起作用的不同，可分为：
  - 引导程序：普通域中的引导程序是机顶盒在启动过程中CPU 执行的第一段片外代码，引导程序可根据不同的启动状态执行系统恢复程序或系统内核。
  - 系统恢复程序：可对系统内核、系统数据区、应用数据区进行升级、初始化等管理。
  - 系统内核：该部分执行后将系统引导到机顶盒的正常功能状态，在该状态下用户可通过机顶盒正常使用业务功能。
  - 系统数据区：是机顶盒最小的应用软件与数据存放区，机顶盒只能通过软件升级与恢复对系统数据区进行修改。
  - 应用数据区：是用户选装程序与数据的存放区域，机顶盒可在运行时对该区域进行修改操作。



(3)应用层：主要包含了定制的管理客户端和业务应用客户端，包括 IPTV、终端管理、互联网音视频等各类应用。

## 4.2 技术要求

智能终端不仅要提供传统的电视直播、点播、时移回看功能，还需提供OTT、视频通信、多屏互动等新兴业务功能，并具备智能业务的扩展能力及兼容能力。因此，为满足上述的功能特性及业务扩展，需对智能终端在硬件、软件及业务能力上进行规范和要求，保证中国联通所需智能业务的正常开通和运营。

### (1) 硬件要求

硬件是软件和业务运行的基础，智能终端的硬件能力体现在CPU、RAM、FLASH等内置硬件，并需对盒端面板、电源以及外设接口进行规范要求；盒端外设硬件还包括盒端遥控器、摄像头、麦克风、体感设备等；盒端电气性能能保证智能终端的有效性和稳定性，主要在视频信号要求、音频信号要求、环境适应性、安全性、可靠性、电磁兼容性、抗干扰性以及供电、噪声等方面进行了规定。

此外，智能终端的硬件接口需具备HDMI、复合视频输出、色差分量输出、USB接口、以太接口，并带有Wi-Fi模块，可实现有线无线的接入。

### (2) 软件及操作系统要求

传统电视终端为Linux操作系统，业务的扩展性和智能化操作性较差。而智能终端软件是基于Android操作系统，业务功能的扩展较灵活。基于Android操作系统可根据实际情况分别在Linux Kernel、Libraries、Application Framework、Application等各层进行扩展业务功能的定义，并对于IPTV应用、终端管理模块进行区分。

目前智能终端的操作系统版本要求为Android 4.4及以上。

此外，考虑IPTV终端、业务的安全性方面，智能终端操作系统还要求阻止用户通过USB、Android Market等非联通渠道进行APK的安装，阻止用户自主使用浏览器，同时盒端操作系统可视需求将一些与盒端业务不相关的组件裁剪，如闹铃等。

### (3) 业务要求

基于 Android 智能操作系统，智能终端需满足 IPTV 业务、OTT 视频业务及其他基于 Android 智能操作系统的增值业务的业务需求，具体业务功能包括：

- 支持高清、标清 IPTV 视频直播、点播业务；
- 支持 OTT 视频业务；
- 支持其他基于 Android 智能操作系统的增值业务，如视频通信、多屏互动等；
- 具备对 IPTV 基础外设及其他服务于 Android 设备的常见外设的驱动能力支持。

下图为智能终端可支持和扩展的业务类型。



图 4-3：智能终端业务扩展功能

## 4.3 设备形态

智能终端主要的用户群体是家庭用户、酒店及小范围的商务楼宇，不同用户群体在布线、摆放位置等方面的要求也不同，为满足不同的应用场景和不同用户的需求，智能终端可分为以下三种设备形态：

### ● 智能机顶盒

智能机顶盒由传统的机顶盒演进而来，是具有智能操作系统的家庭网络中的一个应用设备；通过家庭网关既可访问专用网络也可访问互联网络，并可通过直接连接电视机和音响等播放设备向用户提供页面信息浏览、视音频播放、APP 应用、可视通信、家庭媒体共享、游戏等交互式应用功能的多媒体终端。

智能机顶盒一般需与家庭网关配合使用，通过家庭网关为机顶盒提供网络接入，主要的用户群体是家庭用户。下图为智能机顶盒的设备及接口的样式图。



图 4-4：智能机顶盒设备样式图



图 4-5：智能机顶盒接口要求图

### ● 智能电视一体机

智能电视一体机是一种将电视机（显示屏）和机顶盒（计算处理硬件）合二为一的智能终端，即将机顶盒内置于电视机。一体机功能跟机顶盒一致，具有智能操作系统，通过家庭网关既可访问专用网络也可访问互联网络，支持 IPTV、OTT、媒体共享等业务。

智能电视一体机一般也需与家庭网关配合使用，通过家庭网关为机顶盒提供网络接入，适用于机顶盒摆放空间不足，或想节省位置空间的用户。下图显示为智能电视一体机的设备样式。其硬件接口要求与智能机顶盒的要求相同。



图 4-6：智能电视一体机设备样式图

### ● 多媒体融合网关

多媒体融合网关是将机顶盒及家庭网关设备融合，通过融合终端同时提供网络接入和视频业务功能，降低家庭终端成本。其机顶盒功能与网关功能互不影响，多媒体融合网关中机顶盒功能与智能机顶盒的功能多媒体融合网关一致，具有智能操作系统，实现 IPTV 及 OTT、媒体共享等业务。

多媒体融合网关适用于宽带网络接入位置和电视摆放位置在同一处或距离较近的场景，主要应用于酒店、商铺、医院等大客户接入，后期随着光改的不断深入，也可以应用于老旧小区改造。下图为融合网关的设备和接口的样式图。



图 4-7：多媒体融合网关的设备样式图



图 4-8：多媒体融合网关的接口样式图

## 五、结束语

中国联通将视频业务作为“智慧沃家”家庭应用场景解决方案的核心业务，构建“TV→宽带→全业务”的差异化竞争优势，提升家庭客户业务的全业务粘性和服务感知。随着物联网、云计算、移动互联网等新技术的广泛应用，宽带中国、互联网+、信息消费扶植等政策的制定和实施，以 TV 视频和家庭互联网为基础的智慧家庭业务开始在国内加速落地。