

山东数字地球站上行系统设计方案

祝瑞玲¹ 陈 昕²

(1, 山东广播电视学校, 山东省 济南市 250062

2, 山东质量认证中心, 山东省 济南市 250062)

摘 要: 本文主要介绍了山东数字地球站系统功能、链路计算和上行系统设备组成设计方案。

关键词: 数字地球站 上行系统 复用器

中图分类号: TN927.21 **文献标识码:** B

1 前言

山东电视台地球站 1994 年 1 月 1 日正式播出, 现租用亚太 1A 卫星的 10B 转发器采取模拟方式传送山东电视台一套节目, NICAM-728 方式传送山东人民广播电台两套节目, 是国内较早的上星台之一。经过 9 年的运行, 全省已建成卫星接收站 4000 多座, 覆盖人口 92%。全国已有 81% 的直辖市和地市转播, 对扩大广播电视覆盖、改善节目传输质量、宣传山东、宣传两个文明发挥了巨大的作用, 在国内引起了较大的反响, 取得了良好的社会效益和经济效益。

山东数字地球站上行系统设计方案是根据广电总局模拟地球站进行数字化建设的要求编写的。编写该技术方案的目的立足于山东电视台地球站的实际情况, 按照高起点、高质量、先进性的宗旨, 建设一座高标准卫星数字地球站。

2 数字地球站系统功能要求

数字地球站系统功能要求: 发送山东电视台一套电视节目和山东人民广播电台六套立体声广播节目; 接收中央、省级电视台和中央、省级电台节目; 与上星的省、市、自治区的电台、电视台之间进行节目交流; 开展卫星数据传输业务。

数字地球站系统功能要求应符合 GY/T146-2000《卫星数字电视上行站通用规范》, 特别强调:

视频压缩采用国际标准: MPEG-2 (4:2:0) MP@ML;

音频压缩采用: MPEG-1 layer-2;

信道编码及调制应符合: DVB-S 标准;

对传送信号中的 VLT (场逆程插入行) 码应透明传输;

FEC 3/4 前向纠错, RS 纠错编码为 (204, 188);

视频信号: 不小于 5Mbit/s (1 路);

音频信号: 128Kbit/s × 14 (1 路立体声伴音, 6 路立体声广播);

辅助通道: 图文信息: 0.3552Mbit/s; 低速数据: 0.0384Mbit/s; 高速数据: 2.048Mbit/s。

3 系统链路计算

我们以亚洲 2 号卫星 6A 转发器为例, 使用 C 频段, 发射端地点为济南, 天线口径为 9m, 固态功率放大器功率为 200W, 接收端地点定为济南, 天线口径定为 2.4m、2m、1.5m, 进行上行和下行系统的链路计算。

表 1 亚洲 2 号卫星参数 (以济南为例)

转发器带宽	36MHz
工作频段	上行 5845~6425MHz 下行 3625~4200MHz
轨道位置	100.5°E
上/下行极化方式	线性双极化
饱和功率通量密度	SFD = -89.3dBW/m ²
卫星 6A 转发器有效全向辐射功率	EIRPs = 40.6dBW
卫星接收天线增益与噪声温度比	G/T = -1.2dBW/K

济南地理位置: 经度 117°E, 纬度 36.65°N ($\varphi = 36.65^\circ$), 与卫星的经度差: ($\Delta\lambda = 117 - 100.5 = 16.5^\circ$)。根据计算天线 EL (仰角) 为 44.0°, AZ (方位角) 206.4°, 卫星到地球站距离 d 为 37498Km。亚洲 2 号卫星参数 (以济南为例) 如表 1 所示。

3.1 上行系统链路计算

山东数字地球站使用 9m 发射天线, 增益为 53.1dB@6.2GHz。馈线系统损耗约为 1dB, 固态功率放大器输出饱和功率为 23dBW。对于 QPSK

调制信号, 为防止频谱包络旁瓣再增长, 至少需要回退 1~2dB。即使按回退 2dB 计算, 其上行 EIRP 可达 74.1dBW。

3.1.1 租用转发器带宽

1 路视频: 5Mbit/s

立体声电视伴音: 0.256Mbit/s

6 套立体声广播: $6 \times 0.256 = 1.536$ Mbit/s;

图文信息: 0.3552Mbit/s;

低速数据: 0.0384Mbit/s;

高速数据: 2.048Mbit/s;

总信息速率: $5 + 0.256 + 1.536 + 0.3552 + 0.0384 + 2.048 = 9.2336$ Mbit/s

取开销为信息率的 2%, 则数据率为: $9.2336 \times (1 + 0.02) = 9.418$ Mbit/s

传输速率 R_b : 取 $FEC = 3/4$, RS 纠错编码为 (204, 188), 则:

$R_b = 9.418 \times 4/3 \times 204/188 = 13.626$ Mbit/s

字符率 (QPSK 调制): $13.626 \div 2 = 6.813$ Mbaud

占用带宽 (滚降系数为 0.4): $6.813 \times 1.4 = 9.538$ MHz

加保护带后租用带宽: $9.538 + 0.16 = 9.7$ MHz

3.1.2 转发器推至饱和和所需的固态功放输出功率

上行链路损耗: L_u 为 199.52dB, 考虑到 0.5dB 的大气吸收, 可取 200dB。

下行链路损耗: $L_d = 195.53$ dB, 考虑到 0.5dB 的大气吸收, 可取 196.0dB。

由于租用的带宽为 9.7MHz, 则分配到一个 SCPC 载波的 EIRP 值为:

$40.6 - 10\lg(36/9.7) = 34.9$ dBW。

考虑到在多载波情况下保持良好的线性, 转发器的功率还应回退 4dB 左右, 故一个 SCPC 载波的 EIRP 值为:

$EIRP_{9.7} = 34.9 - 4 = 30.9$ dBW。

卫星的饱和通量密度为 $\Phi = -89.3$ dBW/m² (卫星公司提供), 则由 $\Phi = EIRP_{ES} - 10\lg(4\pi d^2)$ 可求出:

$EIRP_{ES} = \Phi + 10\lg(4\pi d^2) = -89.3 + 162.48 = 73.18$ dBW

转发器输入功率回退: IPBO 为 6dB

转发器输出功率回退: OPBO 为 3dB

本载波所需上行功率:

$EIRP_E = EIRP_{ES} - IPBO - 10\lg(36/9.7) =$

$73.18 - 6 - 5.9 = 61.28$ dBW

天线发射端口功率 $P = EIRP_E - G = 61.28 - 53.1 = 8.18$ dBW

考虑到功放到天线的馈线损耗约为 2dB, 因此固态功放的输出功率应为 10.18dBW, 即 10.42W。

3.2 下行系统链路计算

天线和接收系统的噪声温度估算为 80K。

Z 为波兹曼常数 1.38×10^{-23} 焦耳/K

1) 2.4m 接收天线: 天线直径 $D = 2.4$ m

$G_{2.4} = 10\lg[(\pi D/\lambda)^2 \cdot \eta]$

$= 10\lg[(2.4\pi/0.075)^2 \times 0.65] = 38$ dB

$(G/T)_{2.4} = 38 - 10\lg 80 = 19$ dB/K

$(E_b/N_0)_{2.4} = EIRP_{9.7} - L_d + (G/T)_{2.4} - 10\lg Z - 10\lg R_b$
 $= 30.9 - 196 + 19 - (-228.6) - 71.3$

$= 11.2$ dB (门限 5.5dB)

2) 2m 接收天线: 天线直径 $D = 2$ m

$G_2 = 10\lg[(\pi D/\lambda)^2 \cdot \eta] = 10\lg[(2\pi/0.075)^2 \times 0.65] = 36.6$ dB

$(G/T)^2 = 36.6 - 10\lg 80 = 17.6$ dB/K

$(E_b/N_0)_2 = 30.9 - 196 + 17.6 - (-228.6) - 71.3$

$= 9.8$ dB (门限 5.5dB)

3) 1.5m 接收天线: 天线直径 $D = 1.5$ m $G_{1.5}$

$= 10\lg[(\pi D/\lambda)^2 \cdot \eta]$

$= 10\lg[(1.5\pi/0.075)^2 \times 0.65]$

$= 34.1$ dB

$(G/T)_{1.5} = 34.1 - 10\lg 80 = 15.1$ dB/K

$(E_b/N_0)_{1.5} = 30.9 - 196 + 15.1 - (-228.6) - 71.3$

$= 7.3$ dB (门限 5.5dB)

3.3 链路计算结果讨论

通过系统链路计算得出, 固态功放输出功率为 10.42W, 上行链路功率储备大约为 13dB。通常 $FEC = 3/4$ 时, IRD 的接收门限值约为 5.5dB (维特比译码输出误码率为 $2.0E-4$), 此时采用 2.4m 接收天线, 其下行储备约为 5.7dB; 采用 2m 接收天线, 其下行储备约为 4.4dB; 采用 1.5m 接收天线, 其下行储备约为 1.8dB。考虑一般下行储备应为 2dB 以上较为可靠, 因此接收用户应使用大于 1.5m 的接收天线。

4 数字地球站上行系统设备组成

数字站上行系统设备组成依据中华人民共和国广播电影电视部行业标准 GY/T146-2000《卫星数字电视上行站通用规范》要求。下面着重介绍山东电视台地球站上行系统中的视音频信号监视切换分系统、编码调制分系统和射频分系统。系统连接框图如图 1 所示。

4.1 视音频信号监视切换分系统

山东数字地球站的信号源全部采用数字信号，电视采用 SDI 数字串行信号（嵌入电视伴音），广播采用 AES/EBU 数字音频。为保证系统正常播出，方便值班人员日常值班和故障判断，我们设计

了视音分监视切换系统。因为数字地球站全部使用数字信号源，因此我们设计的这套视音分监视切换系统也全部采用数字设备，实现了地球站设备的全部数字化。

4.1.1 上行数字信号切换及视频监视

传输机房送来的 4 路 SDI 串行数字信号源（包含数字视频和嵌入伴音）及 TG2000 信号发生器产生的数字彩条信号源分别送入 V11 至 V15 5 组数字视分，经视分再分出信号送入 1 号、2 号上行数字切换开关、测试数字切换开关和电视墙。1 号、2 号上行数字切换开关切换出的信号分别送入上行

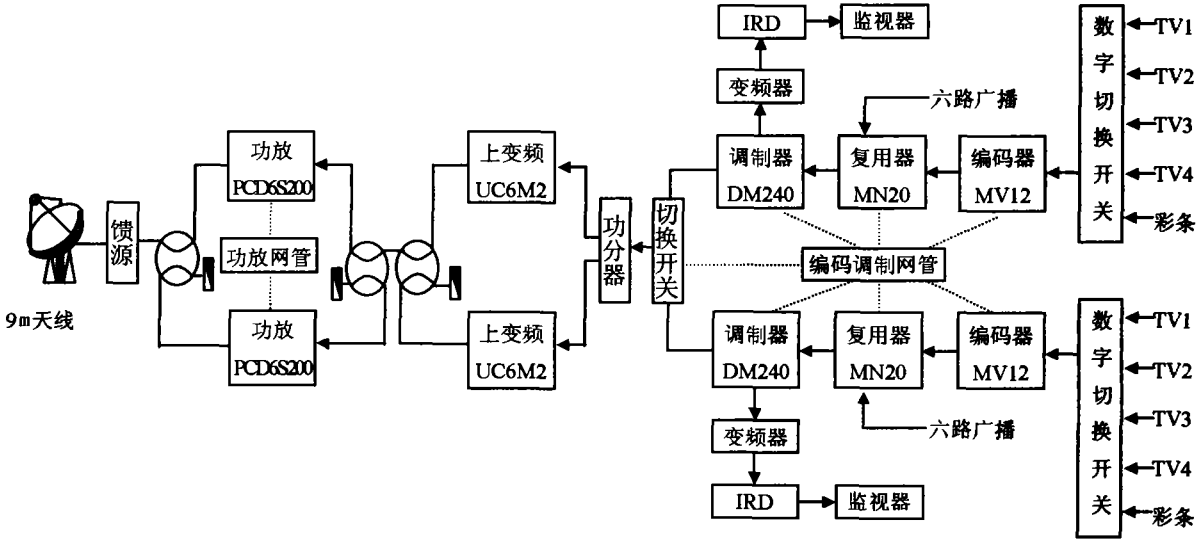


图 1 系统连接框图

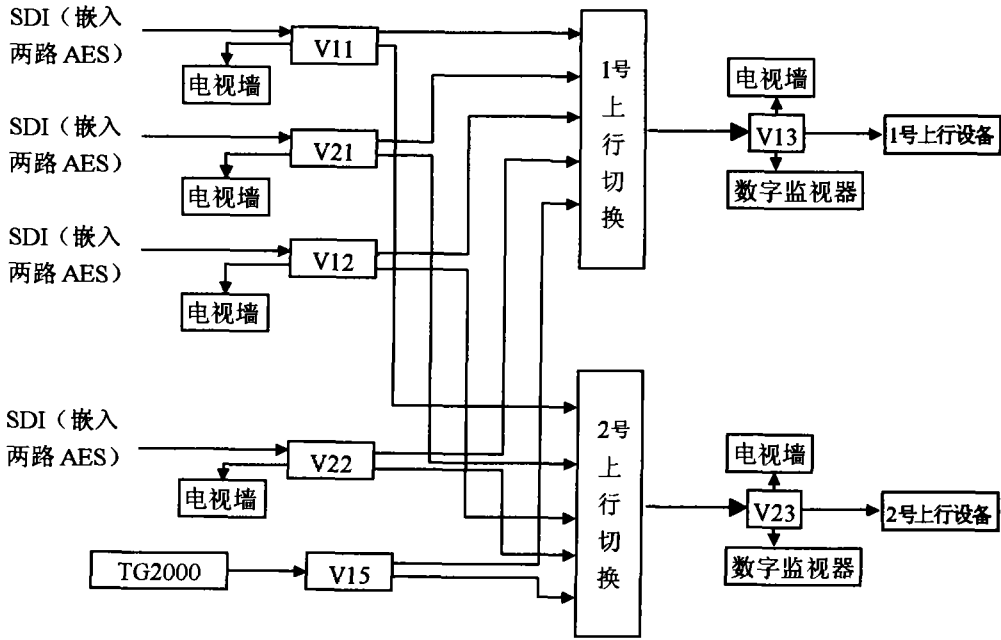


图 2 上行数字信号切换及视频监视

视分 V13、V23, 最后由上行视分分出 SDI 数字串行信号 (包含数字视频和嵌入伴音) 送入上行编码器、切换数字监视器、测试切换、电视墙等环节。

数字视分和上行数字切换开关采用英国 Probel 公司的设备。数字视分采用 ICO-3416, 可以进行 4 路 SDI 输出分配, 并带有复合监视及 Y/C 输出。上行数字切换开关采用 ICO-3408 SDI/ASI 8 选 1 切换及遥控面板 ICO-6200。

4.1.2 上行数字广播信号切换

数字地球站除电视信号的播出任务外, 还担负着山东电台的 6 套立体声节目的播出任务。每套节目从播控中心通过光缆送来主备两路数字信号源。经数字音频分配后输入 1 号、2 号数字切换矩阵, 选出上行数字广播信号, 再送入复用器的音频编码选件。

4.1.3 上行数字音频信号监听、监看系统

数字音分采用 ICO-4402 双 1 分 5 AES 数字音频分配器。上行数字音频系统需要监听、监看的信号为 18 路 (广播 12 路, 经过解嵌的电视伴音 6 路)。为了便于 18 路 AES/EBU 数字音频信号的监视, 采用两台美国 WOHLER 公司的数字音频电平显示器 LM-26-24D 同时显示音频信号。数字监听设备采用 WOHLER 公司的 AMP2-VSDA, 可以选择监听 SDI 数字串行信号的嵌入伴音、AES/EBU 数字音频以及模拟信号。

4.2 编码调制分系统

数字电视信道编码和调制设备应符合《中华人民共和国 GB/T17700-1999 国家标准》。数字电视信道调制设备和发射设备分系统按 1+1 方式配置, 从传输到发送实现真正意义上的全数字化, 并要求具有控制监测功能, 系统的配置如下:

1+1 编码器。

编码器具有数字和模拟视音频信号输入接口, 具有视音频扩展功能。

1+1 个复用器。

复用器采用模块化设计, 可进行多种功能扩展。

1+1 个 QPSK 调制器。

具有微机系统管理功能。

4.2.1 编码器和复用器

编码和调制分系统采用美国 Harmonic 公司和 Radyne 公司生产的设备, 全部采用 1+1 方式配置, 符合中华人民共和国 GB/T17700-1999 国家标准。编码器 MV12 是 Harmonic 公司第四代

MPEG-2 编码器, 支持 4:2:2/4:2:0, 自适应的视频预处理, 低时延编码, 可透明传输逆程图文信息。在系统中编码器采用 MPEG-2 (4:2:0) MP@ML 编码方式, 码率在 1.5 至 15Mbit/s 范围内可调。

复用器 MN20 是行业中最灵活的 MPEG-2 网络、切换和复用平台。MN20 将编码器和其它系统部件产生的 MPEG-2 传输流再复用, 整理到所需的 MPEG-2 传输流数据率。MN20 采用工业开放标准, 插槽式模块化结构, 多种模块满足不同功能要求, 可以支持多路音频输入, 具备数据传输能力, 使系统扩充及配套具有很高的灵活性。编码器、复用器可扩展为多路单载波, 具备扩展多套传送多套电视、广播节目的能力。

4.2.2 QPSK 调制器

QPSK 调制器采用 Radyne 公司的 DM240, 输入码流可在 1~45Mbaud 较大的范围内变化, 能适应 SCPC 和 MCPC 的不同要求。QPSK 调制器的中频载波频率为 70MHz, 卷积编码具有多种收缩率可调, 外码采用里德所罗门编码 (204, 188, $T=8$), 卷积交织 $I=12$ 。为便于工作人员监视和检修, QPSK 调制器应具有中频监视口, 将调制后的中频信号接变频器 and 数字接收机, 通过视音频监视器就能监视编码器、复用器的编码效果。编码调制分系统采用 THESYS 网络管理系统对编码器、复用器、调制器进行一体化网络管理。

4.3 射频分系统

射频分系统由上变频器和固态功率放大器组成。

上变频器应具有较高的频稳度, 灵活的频率合成性能, 方便操作, 自身具有告警和倒换功能。其相位噪声和 4 阶互调等指标应符合 IESS-308/309 标准的规定。山东数字地球站上变频器采用美国 LNR 公司的 C 波段低相位噪声上变频器, 型号: UC6M2-D5。工作频率范围: 5.845 到 6.725GHz, 频率步进 125kHz, 频率稳定度 $\pm 1 \times 10^{-8}$ 。上变频器增益范围 30dB, 步进 0.5dB, 前面板和遥控增益调整方式。上变频器 3 阶互调在 0dBm 为 50dBc, 其相位噪声和 3 阶互调等指标符合 IESS-308/309 标准的规定。上变频器采用 1+1 配置, 连接 1:1 上变频器自动倒换保护开关 UCS1-C, 自动倒换保护开关可以根据上变频器告警进行自动倒换。

根据规定, 地球站的等效全向辐射功率不小于

海岛地区模拟 MMDS 数字化改造分析与探讨

郭建军

(浙江嵊泗文化体育广播电视局, 浙江省 嵊泗县 202450)

摘要: 主要叙述如何在原模拟 MMDS 基础上实施数字化改造, 将模拟 MMDS 改造为数字 MMDS。该方法不仅投资不大, 技术上可行, 也增加了传输电视节目的套数, 解决了海岛地区广播电视信号的传输覆盖问题。

关键词: MMDS 模拟 数字 改造

中图分类号: TN941.3 **文献标识码:** A

1 前言

嵊泗县位于浙江省东北部, 舟山群岛的北部, 地域分散, 由 394 个大小岛屿组成, 是个海岛小县。全县 7 个乡镇有 5 个处于偏远海岛, 有线电视信号联网比较困难。几年前, 我们采用 MMDS (Multichannel Microwave Distribution System, 多路微波分配系统) 与下面小岛各乡镇站进行联网, 初步解决了偏远海岛广播电视信号的传输覆盖问题。MMDS 用 S 频段传送 4 套模拟电视信号, 具有投资少、系统简单、容易实施的特点, 当时是比较适合当地实际情况的。现在, 随着人民群众对电视节目需求的提高以及数字技术的发展, 如何在海岛地

区普及数字电视和开展网上多工业务, 是摆在我们电视技术工作者面前的一个重要课题。按照我县网络的规模、经济实力, 通过多个方案的比较论证, 我们认为在目前条件下, 只要把现有的模拟 MMDS 改造为数字 MMDS, 就能大幅度增加传输的电视节目套数, 提高传输质量, 且费用不高, 是海岛地区普及数字有线电视的一条比较便捷的路子。

2 数字 MMDS 的基本特点

数字 MMDS 是在原来 S 频段的模拟调幅微波的通道中传送数字编码的电视信号, 与原来的模拟调幅微波相比, 它有以下突出的优点:

73dBW, 则当天线为 9m 口径时 (增益 $G = 53\text{dB}$), 功放设备的最大输出功率不得小于 20dBW (100W)。这样等级的发射功率, 固态功放完全可以担当, 且固态功放具有耗电少、无高压、寿命长、体积小等优点。作为数字发射设备, 应具有较好的线性和增益稳定性。山东数字地球站功率放大器采用美国 Vertex RSI 公司生产的 C 波段 200W 固态功率放大器作为数字发射设备, 型号: PCD6S200R。工作频率范围: 5.85 ~ 6.425GHz。最大输入驻波比 1.25:1, 固态功率放大器增益范围 20dB, 由于采用随温度变化进行增益补偿, 电平稳定度达到 $\pm 0.25\text{dB/天}$ 。固态功率放大器三阶互调最大为 -25dBc。饱和输出功率 52dBm, 1dB 功率压缩点为 51dBm。固态功率放大器也采用 1+1 配置, 连接 1:1 倒换开关, 倒换开关可以能够自动根据固态功放告警进行自动倒换。

5 结束语

2002 年 10 月 30 日, 根据山东数字地球站上行系统设计方案建设的数字地球站正式开通了, 实现了山东电视台卫星数字节目的播出。继山东电视台卫星数字节目开播之后, 为了更好的利用转发器带宽, 山东电台的广播节目采用与电视节目一起打包复用传输的方式, 于 2003 年 1 月 1 日实现了山东电台 6 套广播节目的卫星传输。

山东电视台卫星数字节目开播之后, 扩大了节目的覆盖范围; MPEG-2 数字压缩编码, 与模拟系统相比节省了传输带宽; 数字信号无噪声传输累加的特点, 也提高了节目传输质量, 可提供给观众标准清晰度的画面质量。而且山东电视台是国内省级电视台唯一采用数字模拟双星并发互为备份的上星台。▲

(收稿日期: 2003-06-09)