

电化教学闭路电视系统前端部分的设计*

王建华

钱璐

(盐城工学院广电处,江苏盐城 224003 盐城有线电视台,江苏盐城 224002)

摘要 从实用的角度出发,概述了电化教学闭路电视系统前端部分的设计思路,从频道设置、线路设计、电平计算、设备选型等方面具体阐述了电化教学闭路电视系统前端设计的基本概念和方法。该系统方案可作为一般学校设计电化教学闭路电视系统时的参考。

关键词 频道设置; 前端线路设计; 电平计算; 载噪比 CNR 核算

分类号 G432 **文献标识码** B **文章编号** 1008-5092(2000)02-0038-04

随着教育事业的发展,教学的形式在不断地变革,高新电子技术和设备不断地为教学所用,如:电化教学,远程教学等。本文结合某校电化教学的要求,根据自己的实际经验,着重介绍其闭路电视系统前端部分的设计^[1-2]。

前端是电化教学闭路电视系统(下面简称电教系统)的心脏,设计的正确与否直接影响着系统的信号质量,前端的信号质量不好,则整个系统的信号质量都不会好。电教系统前端的技术指标必须符合国标《GB50-200-94 有线电视系统工程技术规范》要求。对于前端,最重要的指标是载噪比。在进行前端设计时,除了按照电教的实际要求,合理地设置各个教学频道外,还必须注意把握好两点:一是选择符合系统要求的设备;二是科学地设计和计算前端各部位的信号电平,以确保前端处理过的输出信号有足够的强度和较高的载噪比以及良好的频率响应特性,使该系统高质、可靠地运行。

1 某校电化教学的总体要求及频道设置

1.1 系统要求

根据需要,某校电教系统必须传送中央电视台一、二、七套节目;中国教育电视台一、二套节目;部分省、市卫视节目;一套本校自办节目;一套本校的多媒体教室的节目;两套当地电视台节目。

1.2 频道设置

从上述要求看,本系统传送的节目套数较多,如果一套节目设置一个频道,则频道数较多,系统较为庞大。考虑到实际情况,中央电视台一、二、七套节目以及中国教育电视台一、二套节目均可由亚太 1A 卫星收转,且含部分省、市卫视节目,再则,某校这些信号也不要求同时同步传送,故从节省、简化而又能满足需要的角度出发,上述节目可采用混播的方式,只要在卫星接收机上进行调整,便可随机地接收所需的信号,因此,总体上拟设 8 个电视频道:

1~4 频道:用于根据需要分别传送上述节目电视信号;

6 频道:用以传送本校的自办节目;

7 频道:用于传送多媒体教室的节目;

11 频道和 37 频道:由于当地电视台的节目频道分别为 11 和 37,故设置这两个频道进行收转。

2 前端线路的设计和选型

前端线路设计见图 1。

2.1 信号源

(1) 1~4 频道的信号:由一套接收亚太 1A 卫星信号的地面接收装置提供,4 台卫星接收机分别接收 4 套电视节目。卫星接收天线采用 3.5 m 板天线。亚太 1A 卫星信号频段为 C、Ku 频段,

* 收稿日期:1999-12-15

第一作者简介:王建华(1953-),男,江苏盐城市人,工程师。

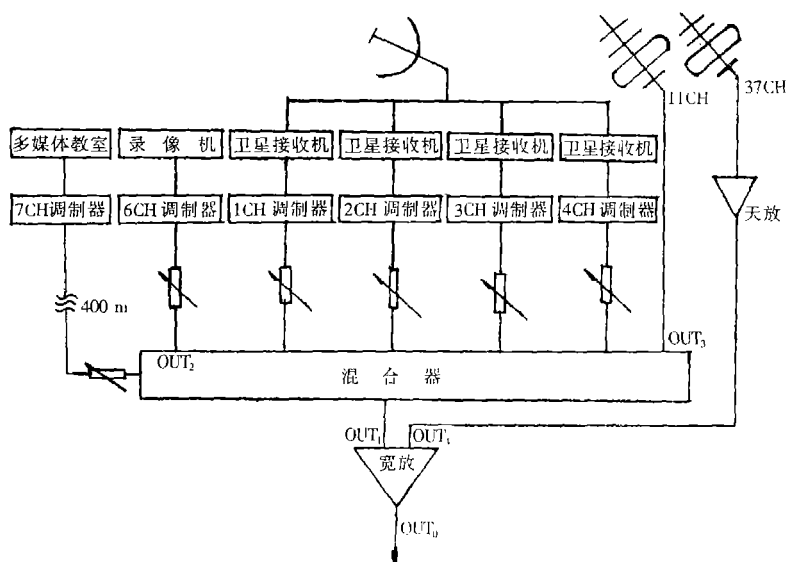


图1 前端系统方框图

Fig.1 Pane Picture of the frontal system

极化方式有垂直、水平两种,故可采用双极化、双波段一体化馈源。

(2) 6 频道信号:由录相机等自制节目的播出设备提供。

(3) 7 频道信号:由多媒体教室提供。

(4) 11 频道和 37 频道信号:直接用外接天线接收当地电视台的信号。11 频道接收天线选用 10 单元八木天线,其增益为 10 dB;37 频道接收天线选用带反射体的 16 单元八木天线,增益为 12 dB。馈线采用 SYWV-75-9 物理发泡聚乙烯绝缘同轴电缆。

根据实测,11 频道接收点场强为 98 dB,37 频道为 75 dB,对于 37 频道,则需加接天线放大器才可满足接收要求。

2.2 调制器

其作用是将信号源输出的视、音频信号转换成相应的射频信号。经调制器后输出的信号可视同空中接收的电视信号,故而对调制器的要求较高,制式标准应符合我国的电视发射标准。

调制器的型号有很多,通常可分为两类:一类是直接调制方式,一类是中频调制方式。直接调制方式电路简单,价格较低,但指标也低。中频调制方式的调制器因为它的调制过程在中频上进行,所以指标可以做得比较高,适用于邻频使用又因其带外输出通常不能超过 -60 dB,故对滤波器的要求很严格,只能在中频信号上实现。本系统中可选用中频调制的调制器,如美国的捷洛德调制器。

2.3 衰减器

为保证调制器的输出电平符合混合器的输入电平要求,在调制器输出端接入可调衰减器,可选用 MW-A20 型,其可调衰减量为 0~20 dB。

2.4 混合器

其作用是将多路电视射频信号混合成一路宽带信号输出。

混合器可分为频道混合,频段混合和宽带混合三种。目前通常用的都是宽带混合器,此混合器的特点是隔离度高,反射损耗大,使用便利,缺点是插入损耗较大。本系统中可选用美国捷洛德 HC-12X 混合器。其技术指标为:隔离度:大于 30 dB;反射损耗:输入与输出均大于 16 dB;频率响应:50 Hz ~ 600 MHz $\leq \pm 1.5$ dB;插入损耗:20 dB ± 2 dB。

2.5 37 频道天线放大器

其作用是对从天线接收的当地电视台较弱的电视信号进行放大,以满足电教系统的要求,有宽频带型和单频道型两种。天线放大器是接收弱信号的,其主要指标为噪声系数,本系统用于 37 频道的天线放大器可选 MW-27 型的低噪声可调放大器,其噪声系数 ≤ 2.5 dB,增益控制 0~10 dB,增益 27 dB,最大输出 102 dB。

2.6 前端宽带放大器

其作用是对混合器输出的宽带信号进行放大,以满足整个系统对信号电平的要求,可选用 LH-40A 型,其噪声系数 ≤ 5 dB,增益 40 dB,增益控制 0~10 dB,最大输出 117 dB,且 U 波段和 V 波

段信号增益可分别控制。

3 前端各部位信号电平设计计算

3.1 前端宽带放大器输出电平 OUT_0

本系统同时放大 8 套电视节目,为防止放大器进入非线性区而产生交扰调制和互扰调制,必须降低宽带放大器的输出电平,而要满足系统的载噪比指标,又要求前端有足够的输出电平,因此,我们在设计该电平值时,必须兼顾考虑。 OUT_0 可按式计算:

$$OUT_0 = OUT_{\max} - 7.5 \lg(n - 1)$$

式中: $OUT_{\max}$ ——宽带放大器所允许的最高输出电平,LH-40A 的 $OUT_{\max}$ 为 117 dB

n ——频道数

$$\text{则: } OUT_0 = 117 - 7.5 \lg(8 - 1) \approx 111 \text{ dB}$$

由于射频信号在同轴电缆中传输时,频率越高,其衰减量越大,为了补偿同轴电缆的这一频率特性,以达到频率均衡目的,前端宽带放大器的输出器则须在频道的高端输出较高,越往低频道输出电平越低,一般使相邻频道差 2 dB,U 段和 V 段可差 8 dB。在本系统中调整放大器的输出电平,可使 U 波段 37 ch 为 108 dB,V 波段中间频道 4 频道为 100 dB。

3.2 混合器输出电平 OUT_1

OUT_1 即前端宽带放大器的输入电平,应满足:

$$OUT_1 = OUT_0 - G_F$$

式中: G_F ——宽带放大器的增益,LH-40A 的 $G_F = 40 \text{ dB}$

$$\text{则: } OUT_1 = 111 - 40 = 71 \text{ (dB)}$$

3.3 调制器的输出电平 OUT_2 (含衰减器)

OUT_2 亦即混合器的输入电平,应满足:

$$OUT_2 = OUT_1 + L_H + L_X$$

式中: L_H ——混合器的插入损耗,对于 HC-12X,其 $L_H < 20 \text{ dB}$

L_X ——连线的损耗,除多媒体教室外,其它的调制器与混合器均放在同一个前端机房内,故可取 $L_X = 1 \text{ dB}$

$$\text{则: } OUT_2 = 71 + 20 + 1 = 92 \text{ (dB)}$$

我们所采用的捷洛德调制器,其输出电平可达 110 dB,我们可以适当地降低调制器的输出,以使其技术指标更好,同时可通过适当地调整衰减器以满足 OUT_2 的要求。

对于从多媒体教室调制器输出的信号,因为教室离前端机房约 400 m 的距离,采用 SYWV-75-9 电缆传送信号,则其在 7 频道的衰减指标约为 5 dB/100 m, $L_X = 5 \times 4 = 20 \text{ (dB)}$,则当调制器输出达 110 dB 时,其 $OUT_2 = 110 - 20 + 1 = 91 \text{ (dB)}$,基本能满足要求。

3.4 11 频道和 37 频道天馈线系统的输出电平 OUT_3 和 OUT_4

OUT_3 的要求与 OUT_2 是一致的,而 OUT_4 又与 OUT_1 的要求一致,分别计算如下:

对于天馈线系统,在阻抗匹配情况下,其输出电平的计算公式如下:

$$OUT_3 = E + 20 \lg \frac{\lambda}{\pi} + G - L_X - \tau + Ga$$

式中: E ——接收点场强,对于 11ch, $E_{11} = 98 \text{ dB}$,对于 37 ch, $E_{37} = 75 \text{ dB}$;

$20 \lg \frac{\lambda}{\pi}$ ——与接收频率相关的波长修正因子, λ 按中心频率计算,对于 11 ch 为 -7.1 dB ,对于 37 ch 为 -16.1 dB ;

G ——天线相对增益,对于 11 ch, $G_{11} = 10 \text{ dB}$;对于 37 ch, $G_{37} = 12 \text{ dB}$;

L_X ——电缆损失,我们用 15 m 长度电缆,则 $L_X = 1.3 \text{ dB}$;

τ ——失配等损耗及安全系数,一般取 7 dB;

Ga ——天线放大器的增益,对于 11 ch, $Ga_{11} = 0$,对于 37 ch, Ga 为可调;

$$\text{则: } OUT_3 = 98 - 7.1 + 10 - 1.3 - 7 + 0 = 92.6 \text{ (dB)}$$

同样可算出 37 ch 的 OUT_4 为:

$$OUT_4 = 75 - 16.1 + 12 - 1.3 - 7 + Ga = 62.6 \text{ (dB)} + Ga$$

$$Ga = OUT_4 - 62.6 \text{ dB} = OUT_1 - 62.6 \text{ dB} = 71 - 62.6 = 8.4 \text{ (dB)}$$

则可通过调整 MW-27 的增益来满足电平要求。

4 前端系统载噪比 CNR 的核算

载噪比即载波噪声比,是衡量系统噪声大小的一项指标,定义为载波功率与噪声功率之比。国家标准规定,全系统的载噪比应不低于 43 dB。

在闭路电视系统中,噪声是一种随机起伏的电压信号,当需要的信号经过系统传送时,它叠

加在该信号上。如何保持信号电平大大超过背景噪声以避免各种噪声在电视图象上造成可看得见的干扰,是前端设计时必须认真考虑的。

事实上,所有的放大器都会引入噪声,随着信号传过这个系统,噪声会一个放大器一个放大器地累加起来。由输入级所产生的噪声值得特别关注,这是因为它随信号一起放大,比以后各级所产生的噪声放得更大。因此,第一级放大器要尽可能地选择低噪声放大器。

在宽带系统中,对载噪比性能的限制通常决定于最高频道的频率,因为频率越高,传输损耗越大,载波电平是频率的函数。而每个系统放大器所产生的噪声基本与频率无关,因此,载噪比 CNR 性能的计算一般涉及网络最高频道的频率。

在本系统中,37 频道的频率最高,其信号传输需经过两级放大器,并且接收的信号也较弱,因此,可以条件最差的 37 频道为例核算前端系统的 CNR 状况。

当两个放大器串联时,其等效噪声系数 F 计算如下:

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{A_1}$$

式中: F_1 ——第一个放大器即 37 频道天线放大器的噪声系数, $F_1 = 2.5$ dB, 换算成倍数, 则为 1.778 倍。

F_2 ——第二个放大器即宽带放大器的噪声系数, $F_2 = 5$ dB, 换算成倍数, 为 3.16 倍。

A_1 ——第一个放大器的放大倍数, 我们劣化取值 10 dB, 换算成倍数为 10 倍。

则: $F = 1.778 + \frac{3.16 - 1}{10} = 1.994$, 相当于 3 dB。

对于 CNR, 可用下式计算:

$$\text{CNR} = \text{OUT}_4 - G_a - F - N_o$$

式中: $\text{OUT}_4 - G_a$ ——37 频道天线的输出电平, 前面已计算出其值为 62.6 dB

N_o ——热噪声系数, 一般取 2.4 dB。

则 $\text{CNR} = 62.6 - 3 - 2.4 = 57.2$ dB

核算结束表明, 本系统设计的载噪比完全满足要求。

参 考 文 献

- 1 潘家忠. 闭路电视系统的调试、维修与使用[M]. 北京: 北京机械工业出版社, 1991.
- 2 田万成, 张齐彦, 王庆斌, 等. 有线电视原理、设计、维修[M]. 北京: 中国广播电视出版社, 1997.

On the Design of the Front Part of the Closed Circuit TV System in the Audio-Visual Teaching

Wang Jianhua¹⁾ Qian Lu²⁾

(1) Yancheng TV University, Jiangsu Yancheng 224002, PRC)
(2) Yancheng CATV Station, Jiangsu Yancheng 224002, PRC)

Abstract This paper, by combining theory and practice, deals with the design of the front part of the closed circuit TV system in the audio-visual teaching and some relative points for attention. In designing the system of closed circuit most of schools and universities might take this paper for reference.

Keywords channel fix; the design of the front circuit; the calculation of electric average; the CNR calculation of noise rate