

广播电视信号的自动监测系统设计

段永良, 卜言彬

(中国传媒大学 南广学院, 南京 211172)

摘要: 提出一种广播电视信号的自动监测系统, 以改变传统的人工定期外出收测方式; 在广播电视覆盖区范围内的多个监测点上设置前端设备, 用于接收广播电视信号并将信号频率、场强、监测点名称等信息通过网络传输到处理终端, 进行监测点信号场强的自动检测和分析; 前端设备以单片机为核心, 连接天线和选频电路、检波电路、模数转换器、数模转换器以及网络收发器, 通过软件循环选频、处理场强数据; 网络收发器实现前端设备以有线或无线方式接入互联网, 从而与处理终端连接和数据交互; 处理终端以桌上型 PC、膝上型 PC 或者掌上 PC 为平台, 通过软件远程接收互联网传输的数据, 对每个监测点上的前端设备所发送的信号频率、场强、监测点名称等信息进行存储和显示; 系统运行正常, 数据精确, 方便快捷, 稳定可靠, 省时省力, 具有很高的推广价值。

关键词: 广播电视; 信号; 监测; 前端; 终端

Automatic Monitoring System Design of Broadcast Television Signals

Duan Yongliang, Bu Yanbin

(Nanguang College, Communication University of China, Nanjing 211172, China)

Abstract: This paper proposes an automatic monitoring system of radio and television signals to change the traditional way of manpower periodic testing. The front-end device provided on the multiple monitoring points within the coverage area of radio and television, for receiving a broadcast television signal and the signal frequency, field strength, monitoring point name and other information, through the network to the processing terminal, automatic detection and analysis monitoring point signal field strength. The front-end equipment uses the microcontroller as the core, connecting antenna and frequency selective circuit, detection circuit, analog to digital converter, digital to analog converter and network transceiver, through the software cycle selects frequency, processing field strength data. The network transceiver enables the front-end devices to access the internet in a wired or wireless manner to handle terminal connections and data interactions. The processing terminal uses the desktop PC, laptop PC or handheld PC as the platform to remotely receive the data transmitted over the internet through software, and stores and displays the signal frequency, field strength, and monitoring point name of the front-end equipment on each monitoring point. System operating normally, data is accurate, convenient, reliable, time-saving, promotion of high value.

Keywords: radio and television; signal; monitoring; front-end; terminal

0 引言

广播、电视都是现代重要的传媒手段, 提高广播电视覆盖率是广播电视部门的一项重要任务。特别是偏远农村地区, 看电视难、听广播难等问题, 一直受到各级广播电视部门的高度重视。

为了解广播电视无线覆盖面积和覆盖人口, 现有技术中普遍采用人工方式测量覆盖区边界场强、绘制广播电视无线覆盖效果图。例如, 通过车载或者手持式场强测试仪, 围绕测试点进行人工测量、记录, 再人工进行统一的整理和分析。这样的场强测试仪, 例如第 201020571782.1 号中国专利“无线广播实时监测仪”、第 201020571798.2 号中国专利“便携式 AM/FM 广播场强监测仪”已经做了相应的公开, 又如第 201110005467.1 号中国专利申请公开的“车载移动式多媒体广播场强覆盖路测仪”、第 200410077400.9 号中国专利申请公开的“数字电视路测系统”等, 这些手持式或者车载式的场强测试仪, 均需要测试人员在各个测试点之间进行跑动, 采用移动的方式对各个地点的信号质量进行检测和记录, 费时费力(通常需要在至少每个季度均进行一次监测), 而且随机性比

较大^[1]。

通常在同一辆车上需要配备两种不同的设备, 用来监测电视和广播的信号, 非常不方便, 尤其是在遇到恶劣天气的情况下, 这样的实地监测更加变得困难。

1 系统组成及原理

广播电视信号的自动监测系统由多个前端设备和一个处理终端及软件程序模块组成。

设置在广播电视覆盖区范围内的多个监测点上的前端设备, 用于接收 TV (电视) 信号以及 AM/FM (调幅/调频广播) 信号, 并进行选频和信号场强转换后结合监测点与频率值信息后发送出去; 通过网络与多个前端设备连接的处理终端, 接收前述前端设备发送的数据, 进行监测点信号场强的分析。

其中, 每个前端设备包括: 天线、TV 选频电路、AM/FM 选频电路、TV 检波电路、单片机、A/D 转换器、D/A 转换器以及网络收发器, 如图 1。

两组天线分别与 TV 选频电路、AM/FM 选频电路连接, 接收多个频率的广播电视信号并送入 TV 选频电路、AM/FM 选频电路; TV 选频电路、AM/FM 选频电路按照单片机控制的预定方式即循环控制方式, 按照时间顺序改变接收频率, 使得 TV 选频电路、AM/FM 选频电路进行频率选择, TV 选频电路输出的中频信号先送入 TV 检波电路转换成直流信号输出, 再与 AM/FM 选频电路直接输出的直流信号一起送入 A/

收稿日期: 2017-08-16; 修回日期: 2017-08-31。

作者简介: 段永良 (1960-), 男, 湖北大冶人, 副教授, 高级工程师, 主要从事广播电视工程方向的研究。

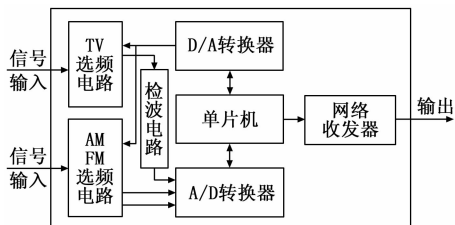


图 1 前端设备组成

D 转换器; A/D 转换器将输入的模拟信号变成数字信号(即场强值)输出,并在单片机内加入地名和/或地名编码、频率值后送入网络收发器;单片机还输出控制指令给 D/A 转换器,控制两个选频电路输出新的频率信号使得该两个选频电路进行频率选择,直到所有频率信号在一个循环内被采集一次^[2]。

1.1 选频电路

选频电路在单片机控制下接收需要监测的频率信号,TV 选频电路输出的信号经过检波后送入 A/D 转换器,AM/FM 选频电路输出的信号直接送入 A/D 转换器。TV 信号频率范围为 48~92 MHz、167~223 MHz、470~958 MHz,AM 信号频率范围为 526.5~1606.5 kHz、2.3~26.1 MHz,FM 信号频率范围为 87~108 MHz。

TV 选频电路采用 TDG-5881 高频头实现,具有信号输入、AGC、VT、UHF、VH、VL、5V 电源、IF 接口端(引脚端),如图 2。

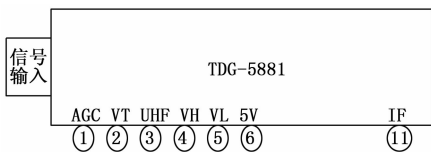


图 2 TV 高频头

各个接口端的功能如下:

信号输入——电视信号输入端;AGC——自动增益控制电压输入端;VT——调谐电压输入端。该端口加上 0-33V 的某一个电压值,和波段控制电压协同选择出某一个频道的信号;UHF——U 波段选择控制端。该端口加上 5V 电压时,能接收 13 频道以上的高频电视信号。当不选择 UHF 波段时,该端口电压为 0V;VH——VH 波段选择控制端。该端口加上 5V 电压时,能接收 6-12 频道、Z8-Z37 增补频道的高频电视信号。当不选择 VH 波段时,该端口电压为 0V;VL——VL 波段选择控制端。该端口加上 5V 电压时,能接收 1-5 频道、Z1-Z7 增补频道的高频电视信号。当不选择 VL 波段时,该端口电压为 0V;5V——高频头内部电路电源输入端;IF——中频输出端,输出 38 MHz 图像中频信号,送检波器检波;IF 端是高频头唯一输出信号的端口。

AM/FM 选频电路采用单片数字调谐集成电路 SP2104 实现,其中含有 AM/FM 本机振荡、缓冲、AGC、鉴频和静噪等电路,工作电压范围宽达 1.8~7V,工作电流小,当工作电压为 3V 时,调频(FM)的工作电流为 11mA、调幅(AM)只有 7mA,因而功耗低,发热量小,尤其适用于低电压工作环境^[3],如图 3。

SP2104 各引脚功能如下:1. 射频地;2. FM 射频输入;3. AM 低频切换;4. 混频输出;5. 电源 Vcc;6. AM 中频输

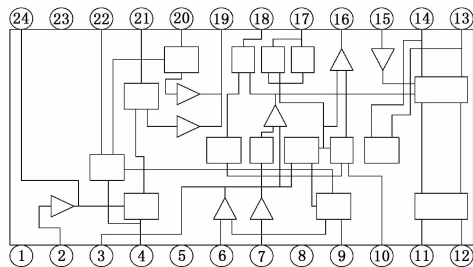


图 3 AM/FM 选频电路

入;7.FM 中频输入;8.地;9.AGC 外接;10.10.7 MHz 晶振;11.右声道输出;12.左声道输出;13.低通滤波器 2;14.低通滤波器 1;15.立体声输入;16.检波输出;17.中频;18.立体声指示;19.振荡输出;20.AM 振荡;21.FM 振荡;22.AM 射频输入;23.射频电源;24.FM 射频输出。

1.2 TV 检波电路

TV 检波电路将 TV 选频电路输出的中频信号变换成直流信号输出。

TV 检波电路包括运放 A1、A2、电容 C、二极管 VD 和复位开关 SW 组成。A1 采用高速运算放大器 AD8038,能满足通频带和转换速度等要求;A2 采用双通道运放 LM358,内部有两个独立的、高增益、内部频率补偿的双运算放大器,适用于电压范围宽的单电源和双电源工作模式;二极管 VD 采用 2AP10,正向电阻小,正向电流上升快,在信号较小时就可以进入大信号线性检波区^[4],如图 4。

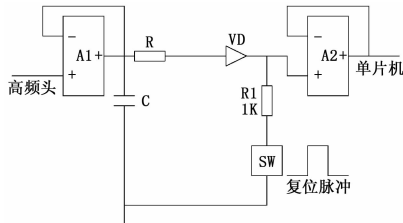


图 4 TV 检波电路

1.3 A/D 转换器

A/D 转换器将选频电路输出的模拟直流信号转换成单片机能够识别处理的数字信号。

A/D 转换器采用 AD1674 实现,是一个逐次逼近型 12 位转换器,内部自带采样保持器、10V 基准电压源、时钟源以及可与微处理器总线直接接口的暂存/三态输出缓冲器,如图 5。

AD1674 的引脚按功能可分为逻辑控制接口、并行数据输出端口、模拟信号输入端口和电源端口 4 种类型。

逻辑控制接口有 6 个:12/8——数据输出位选择端。输入为高电平时,数据输出为单 12 位字节;输入为低电平时,数据输出为双 8 位字节;CS——片选信号输入端,低电平有效;R/C——读/转换状态输入端。在完全控制模式下,输入高电平时为读状态,输入低电平时为转换状态;在独立工作模式下,输入信号为下降沿时开始转换;CE——操作使能端;A0——位寻址/短周期转换选择输入端;STS——转换状态输出端。

其余端口分别为并行数据输出端口(DB11-DB8、DB7-DB4)、模拟端口(10 VIN、20 VIN)和供电电源端口(RE-

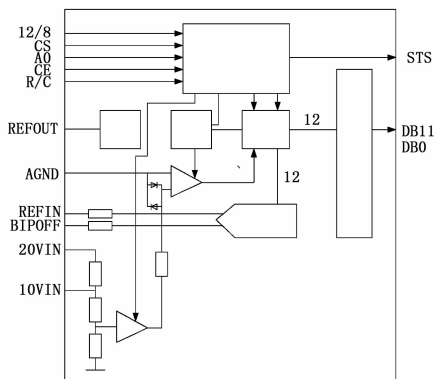


图 5 A/D 转换器

FIN、REFOUT、BIPOFF 为基准电压输入输出端和双极性电压调整端，VCC、VEE、VLOGIC 为模拟电压输入端，AGND、DGND 为接地端）。

1.4 D/A 转换器

D/A 转换器将单片机输出的数字信号转换成模拟信号控制选频电路选择需要监测的频率信号。

D/A 转换器采用 AD558 实现，是一个电压输出型 8 位转换器，内部带有参考电压源、高速输出放大器、可实现模拟电压单极性或双极性输出，无需外加器件及微调即可与单片机 8 位数据总线连接，如图 6。

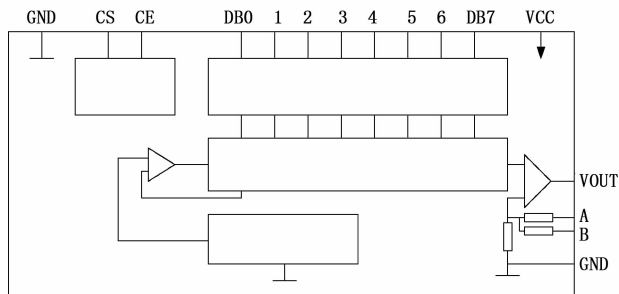


图 6 D/A 转换器

AD558 有控制逻辑、锁存器、DAC、参考源 4 个功能模块，接口电路简单。

AD558 的引脚功能如下：DB0 - DB7——数字量输入；CE——选择使能端，与 CS 共同作用；CS——片选端，与 CE 共同作用；VCC——供电电源（5~15 V）；GND——接地端；A（VOUT SENSE）——输出电压选择端（0~2.56V）；B（VOUT SELECT）——输出电压选择端（0~10 V）。

1.5 网络收发器

网络收发器在单片机控制下将广播电视信号场强值、监测地名和/或地名编码、频率值封装并转换格式以进行网络传输。

网络收发器采用以太网控制器 DM9000A 实现，单片机对 DM9000A 进行初始化，并将需要发送的数据按协议要求进行以太网帧封装，发送给以太网控制器 DM9000A。以太网控制器 DM9000A 接收单片机发送的数据并通过 RJ45 接口（以有线的形式）连接网络以将封装好的数据传输到处理终端，如图 7。

以太网控制器 DM9000A 与 RJ 45 接口之间还设置有一网络隔离器。

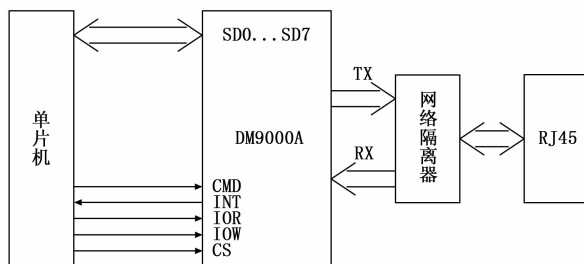


图 7 网络收发器

还可以采用其它的网络收发器，例如基于 IEEE 标准的以太网控制器以实现前端设备的无线连接，通过无线方式接入互联网，从而与处理终端连接和数据交互^[5]。

1.6 处理终端

处理终端采用桌上型 PC、膝上型 PC 或者掌上 PC 来实现。

处理终端通过互联网远程接收前述封装好的数据，进行解包后，对每个监测点上的前端设备所发送的实时场强值、地名和/或地名编码、频率值进行存储，以及在显示屏上显示。

处理终端还包括用于对这些信号场强进行分析的场强分析模块，该场强分析模块用于对每个监测点上的前端设备所发送的实时信号场强进行分析。例如，将被测点各频率信号实测场强值与国家标准规定的可用场强值进行对比、与设计值进行对比、与满足较高质量的接收要求的场强值进行对比；实测场强值偏低可能是遮挡物的影响、偏高可能是多径干扰的影响、在被测频率发射机停播时间监测到的场强是背景噪声或同频干扰、被测频率以外的信号场强是各种干扰场强包括邻频干扰、其它发射台的杂散或带外发射干扰、非法电台干扰。

处理终端还包括一报警模块，用于基于场强分析模块的分析结果发出报警信号，例如光和/或声报警信号。

报警原因：被测点被测频率的场强值比国家标准规定的可用场强值或设计值或满足较高质量的接收要求的场强值偏低或偏高达到一定的程度，例如超出设定的容差范围，或者是监测到被测频率以外的信号场强。

报警方式：被测点场强值闪动、报警地列表闪动、“某被测点场强偏低、偏高、有其它干扰”等语音提示。

处理终端中还存储有一电子地图以及每个监测点上的前端设备的经纬度数据，处理终端在收到每个监测点上的前端设备所发送的实时场强值、地名和/或地名编码、频率值后，根据每个监测点上的前端设备的经纬度数据在所述电子地图上显示场强的强弱分布。

2 实验结果与分析

系统制作完成后在学校周围设置 4 个前端进行了实验，结果如下：

使用 PC 机接收数据、分析数据及报表处理，可在电子地图上显示监测点位置，不同范围的监测点用不同的颜色显示，将鼠标放在监测点位置上可看到监测点地点及经纬度、监测频率、监测场强等数据，在前端改变天线方向时可看到监测频率、监测场强实时变化，可以将数据按各种图表展示，可以按监测点查询数据，按时间段查询数据，可以 Excel 文件导出报表，报表信息有监测时间、监测地点、监测频率、监测场强，