

# 嵌入式远程实时监控图像传输控制系统设计

王 琰

(成都广播电视大学 开放教育学院, 成都 610051)

**摘要:** 针对当前图像传输过程易出现信息丢失、耗时过长等问题, 提出一种嵌入式远程实时监控图像传输控制系统设计方法; 该方法基于 STM32 模式, 通过 STM43 模式连接电源电路、接口电路、监控数据传输电路模块, 到监控图像传输控制系统整体结构, 将监控图像数据经 IP 网络与客户端相连实现监控图像传输, 最后分别对监控信号处理模块和图像检测模块的算法进行优化; 实验证明, 所设计系统有效避免了图像传输中图像信息丢失现象, 具有实践价值。

**关键词:** STM32 模式; 监控图像; 传输控制

## Design of Embedded Remote Real Time Monitoring Image Transmission Control System

Wang Yan

(Open Education Institute, Chengdu Radio & TV University, Chengdu 610051, China)

**Abstract:** In view of the current information transmission process prone to loss of information, time-consuming and so on, this paper proposes a design method of embedded remote real-time monitoring image transmission control system. The design method based on STM32 mode, connect the power supply circuit, interface circuit, data transmission circuit module through the STM43 mode, to the overall structure of monitoring image transmission control system, the monitoring of image data by IP network and client connected monitoring image transmission, finally on Algorithm of monitoring signal processing module and the image detecting module is optimized. Experimental results show that the designed system effectively avoids the loss of image information in image transmission and has practical value.

**Keywords:** STM32 mode; monitoring images; transmission control

## 0 引言

随着计算机技术不断发展, 各行业中对于图像传输过程提出了更高的要求<sup>[1]</sup>。监控图像传输控制系统围绕着监控系统硬件设计、监控图像管理和监控图像传输控制支持在软件开发中需要遵守的原则<sup>[2]</sup>, 将计算机科学、管理科学和数学等结合起来, 借鉴传统的方法及原则对监控图像传输控制系统进行开发<sup>[3]</sup>。当前的监控图像传输控制系统并不能很好地围绕着该原则进行设计, 不能满足现代监控系统开发的需求<sup>[4-5]</sup>。在这种情况下, 如何使软件工程实时监控图像系统的更加完善, 使软件开发更加顺利安全, 成为目前急需解决的问题<sup>[6]</sup>。基于 STM32 模式的软件工程实时监控图像系统方法, 可以有效解决上述问题<sup>[7]</sup>。

文献 [8] 提出一种基于 LABVIEW 的实时监控图像传输系统方法。该方法设计监控信息数据传输等相关硬件, 制定开发任务书。该方法具有实用性与先进性, 但软件工程监控的结果不清晰。文献 [9] 提出一种基于 GPRS 的实时监控图像传输系统方法。对当前的监控管理系统进行升级, 对系统中存在的问题进行分析。然后对该系统的硬件设备和参数进行详细的概述, 利用 GPRS 对远程实时监控系统的整体设计和实现进行剖析。该系统虽然效率较高, 但是实现的过程略繁琐。文献 [10] 提出一种基于 uIP 和 RFID 的实时监控图像系统方法。该方法分析 J2EE 开发技术以及 Web 开发技术。在系统功能设

计中, 首先对系统开发环境以及开发路线进行介绍, 其次对系统实现的关键技术进行分析, 给出系统中的主要功能模块运行界面, 最后对系统测试进行讨论。该方法实时监控图像系统的速度较快, 但是系统设计成本较高。

针对上述产生的问题, 提出一种基于 STM32 模式的嵌入式实时监控图像传输控制系统设计方法。实验证明, 所设计系统有效避免了图像传输中图像信息丢失现象, 具有实践价值。

## 1 嵌入式实时监控图像传输控制系统方法

### 1.1 图像传输控制系统硬件设计

基于 Zigbee+多 Socket 的轮对图像传输与处理硬件电路设计, 设计了多路轮对图像传输与处理的硬件架构, 整个系统分成图像采集模块、数据传输模块、Zigbee 逻辑控制模块和 Socket 数据处理模块。介绍了 TCP/IP 协议栈的层次结构, 完成基于硬件协议栈芯片 W5300 的以太网功能模块设计; 对 Zigbee 与 Socket 之间的数据接口电路以及外扩的 CortexA8 和 Linux 存储器接口进行详细设计, 并完成了整个系统硬件平台的搭建。

图像在经过压缩编码后通过串行口直接发送出去, 通信协议控制模块完成串行通信协议控制。以电话屏幕图像为例, 在使用时, 通过接收软件拨打远端发送方的电话号码, 监控现场的摄像机所拍摄的图像便显示在接收方的电脑上, 接收该图像的同时, 用接收软件可以控制镜头的转动, 还可以接收到的图像保存在接收端电脑硬盘上, 用录像播放器可以随时播放, 如果想要对某一时刻图像进行仔细观看, 可以选择视频菜单中的抓拍。图像传输系统的输入端口决定了连接摄像机的数量。在图像传输过程中, 通过接收软件可调节图像分辨率、图像的清

收稿日期: 2017-07-22; 修回日期: 2017-08-14。

作者简介: 王 琰 (1979-), 男, 四川犍为人, 工学硕士, 讲师, 主要从事计算机软件开发与设计方向的研究。

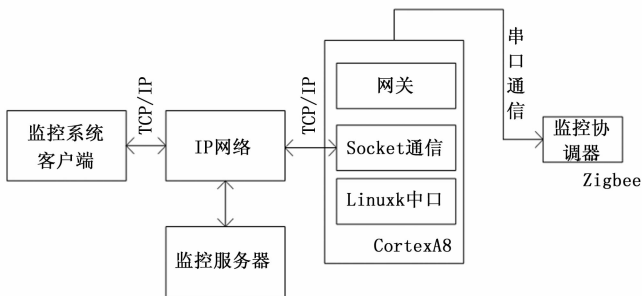


图 1 系统硬件设计

晰度和传输速率。其中，图像的清晰度和传送速率成反比，图像愈清晰，传输速度愈慢。

### 1.2 监控图像数据传输电路设计

$L_1$  是共模电感，而  $L_2, L_3$  是差模电感，是用来抑制监控数据传输过程中骚扰电场生成的共模的干扰以及差模的干扰，电感量应该尽量大一些，由此监控管理系统抗干扰的效果更好。

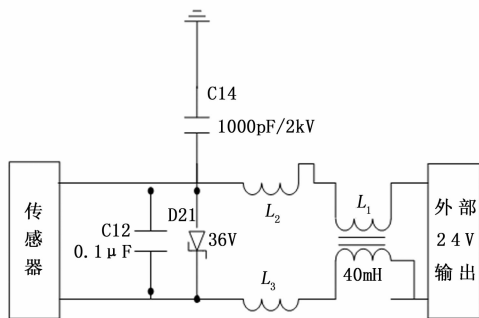


图 2 监控图像数据传输电路图

D21 为 36 V 的 TVS 管，图中的 C14 为 2 kV 高压电容，如果线路中存在高压脉冲，浪涌管会马上导通，通过高压电容把高压脉冲经地线放掉，连接在线间安规电容，以滤除监控数据传输中的杂波。从而使嵌入式实时监控图像系统数据的信号传输更加稳定。

在实时监控图像数据传输电路中，监控数据传输的供电电路被安装在其内部，其中包含监控器与传感器供电，上图只给出了供电的电路外部的输出端电磁干扰电路，其外部 24 V 输出的是供电电路，为监控管理系统传感器提供供电的输出端。内部电路包含发射功率放大器、低噪声接收放大器以及晶体振荡器等电路，在图像信息接收模式中，所接收的射频调制的数字信号被低噪声放大器放大。

### 1.3 Camera Link 接口电路设计

Camera Link 接口电路图中，为了提高接口电路通用性，使该接口电路能够适应系统中的各种设备，除了采取光电耦合器对其进行隔离，还在监控数据输入端口根据可调节电位器  $R_w$  对电路信号的大小进行调节，改变跳线器 S1 的插块位置，以适应电路信号极性变化。多路跳线器 S2 输出端 I1.1~I8.1 利用监控系统总线的输入单片机 I/O 来扩展接口，该接口电路可以容纳多个设备的信号输入，通过实验完成了 Camera Link 接口相机图像的采集和显示。

### 1.4 监控系统实时模块设计

监控模块主要利用监控信号处理，并估计监控图像像素导数值，从而完成监控图像检测。

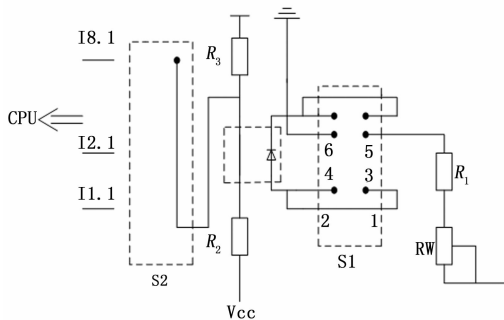


图 3 Camera Link 接口电路设计

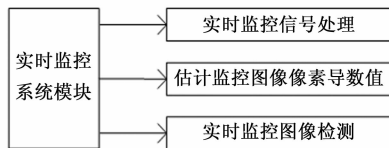


图 4 监控系统实时模块设计图

### 1.5 监控系统整体结构设计

在系统整体结构示意图中，监控数据采集模块将图像数据通过转换器进行各路转换，监控系统的终端包括电源电路、接口电路、传输电路以及监控管理模块，这几个模块分别将接收到的数据传送到 PC 机中，PC 机将接收到的数据传输到计算机，对监控数据进行存储。

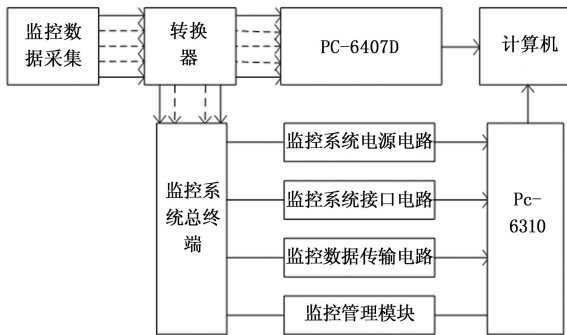


图 5 监控系统整体结构示意图

系统向监控数据采集发出指令，每隔 1 s 软件对监控装置内的各个节点进行监控数据采集，将获取的图像数据转换为数字图像数据，利用电源电路、接口电路、监控数据传输电路以及监控管理模块相通，完成软件工程管理系统整体构造的设计。

### 1.6 远程监控系统电源模块设计

在远程监控系统电源电路图中，根据操作节 569KA 的常闭连锁导致 665KA 经常自锁电路的情况，加上 570QS 后，665KA 依靠自锁电路获得电流，监控装置也将得到电流，装二极管 I 的原因是如果系统电源断开 570QS 之后，将向 401 线供电的电源切断，二极管 II 的安装是避免监控装置短路，从而使 465 线失电。由此电源电流可以更通常地为系统提供电。

## 2 STM32 远程监控图像

### 2.1 监控图像切换检测模块

利用 Sobel 算子对监控图像进行检测。其原理是利用卷积估计各个监控图像像素点的  $u$  与  $v$  方向的导数值，将图像的中

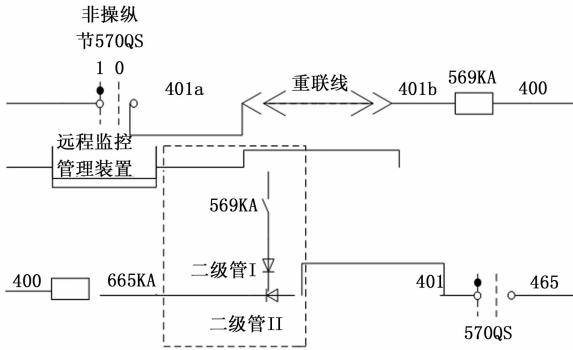


图 6 远程监控系统电源电路图

心像素点与离它最近的像素点融合，该像素点为 8 个  $3 \times 3$  方形窗，所输出的 9 个图像像素点，各像素点乘一个系数之后再相加。这个系数一般为一个卷积表。将上述的  $3 \times 3$  方形窗所输出的 9 个图像像素点的数据  $(P_1, P_2, \dots, P_9)$ ，和卷积表做卷积，获得  $G(u)$  与  $G(v)$ ，对  $G(u)$  与  $G(v)$  分别取绝对值，然后相加，获得最后结果  $G(u, v)$ ，就是  $3 \times 3$  方形窗中心像素点利用 Sobel 边缘检测得到的结果。上述计算的完成根据流水方式，划分为 5 级流水，可以使每个监控图像均可获得一个计算结果。运算过程如下：

$$G(u) = -P_1 + P_3 - 2P_4 + 2P_6 - P_7 + P_9 = [(P_3 + P_9) + (P_6 + P_6)] - [(P_1 + P_7) + (P_4 + P_4)] \quad (3)$$

$$G(v) = P_1 + 2P_2 + P_3 - P_7 - 2P_9 = [(P_3 + P_1) + (P_2 + P_2)] - [(P_8 + P_8) + (P_7 + P_9)] \quad (4)$$

$$G(u, v) = |G(u)| + |G(v)| \quad (5)$$

综上所述，第一级是 8 个加法，第二级是 4 个加法，第三级是 2 个减法，第四级是 2 个取绝对值的运算，第五级是 1 个加法，根据该计算结果完成检测。

### 2.2 实时监控图像信号采集处理模块

在嵌入式 STM32 环境中对监控图像系统的监控信号进行处理，为了减小噪声对信号处理的影响，在监控信号处理过程中，利用小波变换中的软硬阈值消噪法不同的特点，加入  $\alpha$  因子，并提出了一种折中的软硬阈值方法实现监控图像信号的处理，具体的估计公式为：

$$\hat{w}_{i,k} = \begin{cases} \text{sign}(w_{i,k})(|w_{i,k}| - \alpha\lambda) & |w_{i,k}| \geq \lambda \\ 0 & |w_{i,k}| < \lambda \end{cases} \quad (6)$$

由上式可知，当  $\alpha$  取值为 0 与 1 时，上式就是硬阈值与软阈值的估计方法，该方法简单、方便，可以有效改进软硬阈值去噪法的缺点，得到更好的去噪效果，还可以进一步提升监控图像信号的信噪比。

去噪之后嵌入式实时监控图像信号的信噪比取决于  $\alpha$  因子大小， $\alpha$  越大，监控信号失真就越严重，震荡就越小； $\alpha$  越小，监控信号失真就越少，震荡就越严重。分解尺度大小对去噪之后的监控信号信噪比有很大影响，如果分解的尺度过小，那么就不可以将信号噪声与信号彻底分离，如果分解的尺度太大，那么将会造成严重的监控信号失真。 $\alpha$  因子太大或者太小或者分解尺度的变化均会使信噪比降低，因此必须选择适合的  $\alpha$  因子和分解尺度。在本文中，将信噪比作为目标函数，对  $\alpha$  因子和分解尺度的选择进行了优化，获取了最优的  $\alpha$  值和最优的分解尺度，最佳的去噪效果和最高信噪比增益。信噪比  $R_{SNR}$  表示如下：

$$R_{SNR} = 10 \log_{10} \left| \frac{\sum_n m^2(t)}{\sum_n [\tilde{m}(t) - m(t)]} \right| \quad (7)$$

其中： $m(t)$  代表原始的图像监控信号， $\tilde{m}(t)$  代表去噪之后的信号。

## 3 实验结果与分析

为了证明基于 STM32 模式的嵌入式实时监控图像传输控制系统方法的整体性能，需要进行一次实验，在 POSIX 的环境下搭建嵌入式图像监控管理实验平台。实验数据取自于北京凯思昊腾软件工程有限公司，观察本文所提方法的可行性。

### 3.1 实验参数

实验过程中监控的脉冲电压为 60 V，受干扰设备处电压峰值为 353.563 mV，保证监控电压不对监控中的设备造成损坏，可以有效减弱脉冲电压干扰，在整个实验中，监控主电源接入 24 V 的开关电源，实验备用电源接入的是 24 V 蓄电池。打开监控主电源，将任意 1 小时的嵌入式实时监控图像调出，利用不同方法对该段监控图像进行检测，检测结果如表 1 所示。

### 3.2 实验步骤

- 1) 分别利用不同方法，对凯思昊腾软件工程有限公司某一具体软件开发过程进行实时监控，监控时间为 1 小时。
- 2) 利用监控电路中的核心器件 CD40106 通过直流供电的大小，改变监控信号的幅值，观察不同方法在 1 小时内个别时间段的传输误码率，监控信号处理所用能耗，以及得到的监控信号所占监控系统存储空间大小。
- 3) 采用不同方法对监控图像传输时的能耗及遗漏率进行对比，增加图像传输控制系统的效率及精度。

### 3.3 实验结果显示

表 1 是不同方法嵌入式实时监控图像传输耗时对比。

表 1 不同方法监控图像传输时间对比

图像数量/幅	文献[8]方法传输耗时/s	文献[10]方法传输耗时/s	本文方法传输耗时/s
500	3.24	3.23	2.56
1000	5.01	5.45	4.25
1500	9.12	9.01	6.01
2000	12.25	11.23	7.48
2500	16.34	15.56	9.46

在表 1 中，文献 [8] 所提方法的传输时间与文献 [10] 方法的传输时间差不多，但明显高于本文方法传输同等数量图像的耗时，且本文方法传输 2500 幅图像所需时间在 10JZs 以内，由此可以证明本文所提方法的有效性与时性能。

表 2 是不同方法监控图像数据占系统存储空间对比。

表 2 不同方法监控数据占系统存储空间对比 KB

监控图像数据/万个	文献[9]方法监控数据所占空间/KB	文献[10]方法监控数据所占空间/KB	本文方法监控数据所占空间/KB
10	62.5	50.6	37.9
20	145.8	112.3	59.1
30	194.7	186.5	84.8
40	259.4	215.7	112.4
50	292.3	256.3	144.7
60	345.6	297.2	167.8
70	367.9	333.4	192.4

由表 2 可知，在不等的监控数据下，文献 [9] 所提方法监控图像数据占系统存储空间，明显要比本文所提方法监控图像数据所占系统存储空间大。文献 [9] 所提方法对图像监控数据库进行设计时，没有设置数据库建设的具体指标，导致监控数据所占系统存储空间较大。本文所提方法监控管理主系统构造中，监控数据采集模块发挥了重要作用，它将采集到的监控数据进行了处理，将冗余监控数据进行了过滤，减少了监控数据所占系统存储空间。图 7 是不同方法监控信号处理所用能耗 ( $\epsilon$ ) 对比。设该能耗单位为  $\epsilon$ 。

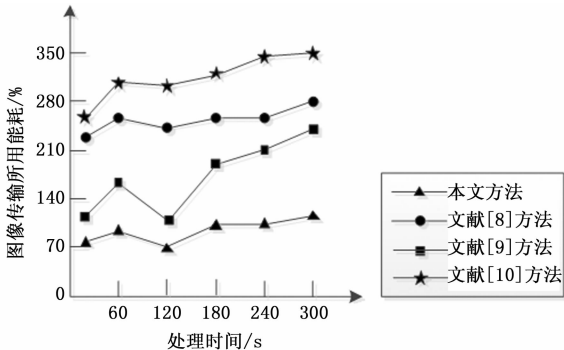


图 7 不同方法监控图像传输所用能耗对比

分析图 7 可知，图像传输所用能耗应随着，监控处理所用时间的增加而增加，本文所提方法监控信号处理所用能耗，要远少于文献所提方法监控图像信号处理所用能耗。本文所提方法利用了小波变换中的软硬阈值消噪法不同的特点，并加入了  $\alpha$  因子，提出了一种折中的软硬阈值方法实现监控信号的处理，减少了监控信号处理所用能耗。进一步证明了本文所提方法的可靠性。图 8 是在不同信噪比 (dB) 下，不同方法监控图像传输的率 (%) 对比。下式为误码率 (%) 计算公式：

$$\tau = \frac{(\omega_{j,k}) \sum_{t=1}^j \tilde{m}(t)}{G_r(P_1, \dots, P_9)G(u, v)} \times 100\% \quad (7)$$

由图 8 可知，本文所提方法监控图像传输的遗漏率，相比文献所提方法的图像传输遗漏率较低。因为本文方法将信噪比作为目标函数，对  $\alpha$  因子和分解尺度的选择进行优化，获取最优  $\alpha$  值和最优分解尺度，最佳去噪效果和最高信噪比增益，大大减少图像传输的遗漏率，增加本文所提方法的可信度。

实验证明，本文所提方法对远程实时监控图像系统的设计具有适用性，最大程度地减少软件开发时出现的各种意外状况，有利于提高软件开发系统的运行效果，具有较高实际意义。

(上接第 273 页)

与通信系统及地面测试方案，实现了遥测、外测、遥控等功能，采用了设备小型化、功率动态控制、信号快速捕获跟踪等关键技术，该系统具备体积小、频带宽、保密性强、扩展性好等特点，可以满足未来飞行器尤其是小型化飞行器测控与通信的应用需求。随着各类飞行器的研制和部署，测控与通信技术也将不断更新、发展，并将促进 Ka 频段测控与通信系统及相关技术的不断发展和广泛部署。

参考文献：

[1] 刘嘉兴. 再论发展 Ka 频段测控通信网的思考 [J]. 电讯技术, 2008, 12: 90-97.

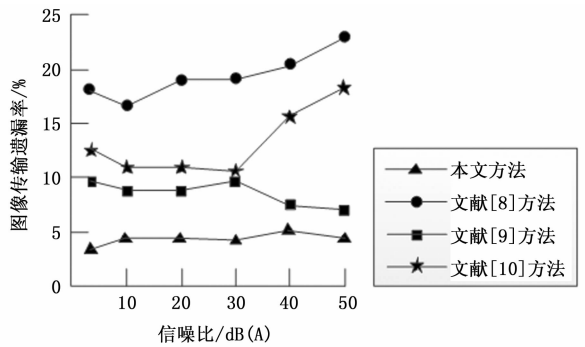


图 8 不同方法监控图像传输遗漏率对比

4 结束语

针对当前嵌入式远程实时监控图像传输控制系统容易出现传输速度慢、信息遗漏的现象，提出一种基于 STM32 模式的嵌入式远程实时监控图像传输控制系统，该系统能够有效避免当前方法的漏洞。经真实实验证明，所提方法系统设计具有图像信息传递完整、耗时少的优点，为未来嵌入式远程实时监控图像传输控制系统开发提供帮助。

参考文献：

[1] 方文宗, 梁寿愚. 基于 Zigbee 的智能变电站实时监控系統高速視頻數據傳輸 [J]. 電子設計工程, 2016, 24 (23): 139-142.  
 [2] 吳建鋒, 羅小文. 基於 Web 圖像監控系統的設計與實現 [J]. 微型機與應用, 2016, 35 (16): 83-84.  
 [3] 梅魯海. 一種 3G 網絡移動流媒體監控系統的圖像處理及傳輸設計 [J]. 電訊技術, 2013, 53 (5): 613-618.  
 [4] 黃興, 王小濤. 基於嵌入式 Linux 的圖像監控系統無線圖像傳輸部分的设计与实现 [J]. 信息化研究, 2011, 37 (1): 42-45.  
 [5] 曹新伟, 董鹏曙, 金加根. 数字化雷达图像传输设备中视频监控系統的设计 [J]. 空軍預警學院學報, 2004, 18 (4): 34-36.  
 [6] 齊連众, 喻武龍, 黃相杰. 基於單片機的遠程圖像監控系統設計 [J]. 計算機與現代化, 2013 (1): 98-101.  
 [7] 崔滿, 劉明蘭, 劉英仙. 現代化大型工廠遠程監控系統設計與實現 [J]. 中國水運: 學術版, 2008, 8 (1): 164-165.  
 [8] 劉明, 方嬌莉, 尹業華, 等. 嵌入式監控系統中斷點續傳的設計與實現 [J]. 計算機技術與發展, 2012, 22 (2): 192-194.  
 [9] 金亮, 劉文霞. 電力設備遠程監控系統的設計與實現 [J]. 中國電力教育, 2007 (S3): 168-171.  
 [10] 孫建華, 孫鐵, 姜靜, 等. 基於無線 VPN 的網絡圖像傳輸控制系統 [J]. 儀器儀表學報, 2006, 27 (s1): 637-638.  
 [2] 郭凱. 航天遙測技術現狀及發展思考 [J]. 遙測遙控, 2015, 9: 7-15  
 [3] 胡建平, 孫德福, 等. Ka 頻段寬帶測控通信與抗干擾技術探討 [J]. 飛行器測控學報, 2009, 2: 27-31.  
 [4] 孫雪峰, 王志有, 等. 新型航天遙測信號調制解調技術 [J]. 測試技術學報, 2016, 30 (1): 34-39.  
 [5] 吳立勛. 外測與安全系統 [M]. 2005: 8-10.  
 [6] 劉勝利, 徐楊, 等. 主字碼體制調制系數的選擇 [J]. 飛行器測控學報, 2016, 35 (2): 112-116.  
 [7] 朱澤鋒, 張偉. 遙測技術發展現狀與關鍵技術展望 [J]. 自動化技術與應用, 2016, 35 (12): 57-60.  
 [8] 韋惠民. 擴頻通信技術及應用 [M]. 西安: 西安電子科技大學出版社, 2007.