

# CCD技术在测控天线标校望远镜中的应用

胡金辉<sup>1</sup> 罗有亮<sup>2</sup> 刘洋<sup>3</sup> 张超<sup>4</sup>

(中国卫星海上测控部 江阴 214431)

**摘要:** 通过对传统标校望远镜的原理和结构分析,阐述了传统标校望远镜的缺点和不足之处。创新的提出运用电荷耦合元件(CCD)和自动调焦技术在测控天线标校望远镜中的应用,进一步对 CCD 和自动调焦技术进行分析论证;改造完成后,反复进行试验验证其可行性。最后,对改造后的新式望远镜与传统标校望远镜坞内标定方法和数据进行比较分析。试验分析表明,改进后的新式标校望远镜具有标定精度高、操作便捷的特点,实现了远程控制望远镜的高精度调焦控制功能。

**关键词:** 船载天线;望远镜;CCD;调焦

**中图分类号:** TN2    **文献标识码:** A    **国家标准学科分类代码:** 140.3099

## Application of CCD and auto focusing technology in the ship borne measurement and control antenna calibration telescope

Hu Jinhui<sup>1</sup> Luo Youlang<sup>2</sup> Liu Yang<sup>3</sup> Zhang Chao<sup>4</sup>

(China Satellite Maritime Tracking and Controlling Department, Jiangyin 214431, China)

**Abstract:** This paper expounds the shortcomings and shortcomings of the traditional standard telescope by analyzing the principle and structure of the traditional standard telescope. The application of CCD and auto-focusing technology in the telescope of the antenna is measured, and the CCD and auto-focusing technology are analyzed and demonstrated. After the transformation is completed, the feasibility of the experiment is verified. Finally, the retrofit of the new telescope and the traditional standard telescope bin calibration methods and data for comparative analysis. The experimental results show that the improved new telescope has the characteristics of high calibration precision and convenient operation, and realizes the high precision focusing control function of the remote control telescope.

**Keywords:** ship borne antenna; telescope; CCD; focus

## 0 引言

随着航天事业的飞速发展,现代航天任务对测控站测量系统的精度提出了很高的要求。船载测控天线的测量精度显得尤为重要。望远镜是测控天伺馈设备中的一件精密标校设备<sup>[1]</sup>。国内传统望远镜已不能满足当前的精度要求。传统望远镜瞄标时需要人员在目镜前进行人工读数,读数难度大、精度差。坞内标校通常都是在晚上进行,由于物镜前缺少光源,在使用过程中,人只能看到目标的光点,却看不清楚物镜上的刻度线,无法进行准确读数。因此,需要另安排人员在物镜前侧面使用手电筒向物镜上打光,并且光的强弱很难控制,光较强时就无法看到目标光点,太弱时又看不清刻度线。尤其在倒镜时,望远镜转到了俯仰轴上方,打手电筒人员需要站在俯仰插臂上,姿势很难长时间保持,存在安全隐患。为充分发挥标校望远镜优势,需运用

当前先进的电荷耦合元件(charge-coupled device, CCD)和自动调焦技术对其进行技术改造,改造后的新式望远镜能够达到需要的功能和效果。

## 1 标校望远镜系统设计

### 1.1 标校望远镜的组成

改进后的标校望远镜由物镜、目镜、调焦装置、图像采集卡、显示器等部分组成,望远镜设计结构如图1所示。其中,物镜上刻有刻度线,用于读取目标偏开标校望远镜光轴的角度。

### 1.2 CCD图像采集技术的应用

CCD是一种半导体器件,它起到将光线转换成电信号的作用<sup>[1]</sup>,类似于人的眼睛,被摄物体的图像经过镜头聚焦至CCD芯片上,CCD根据光的强弱积累相应比例的电荷,各个像素积累的电荷在视频时序的控制下,逐点外移,经滤

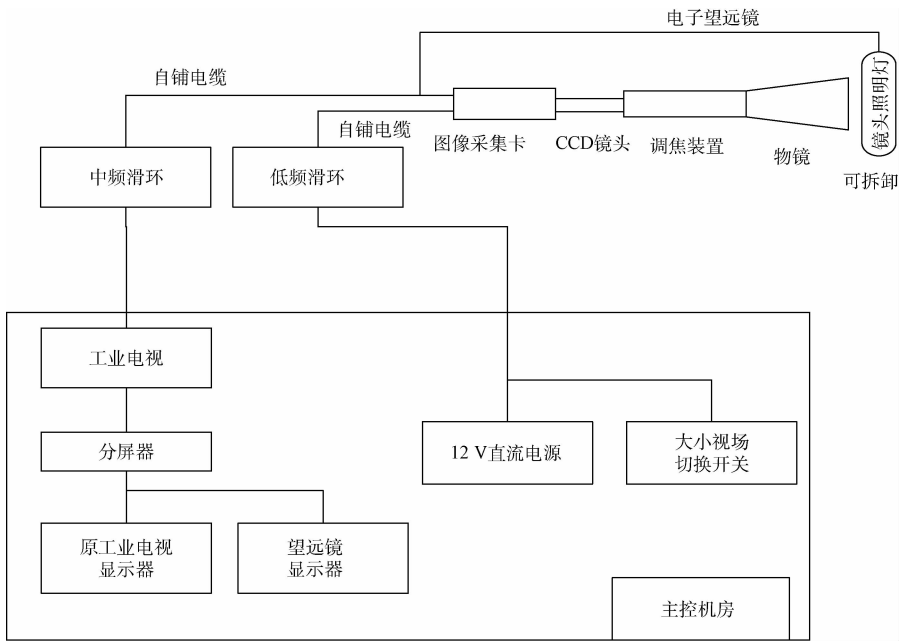


图1 望远镜设计结构

波、放大处理后,形成视频信号输出<sup>[2]</sup>。视频信号连接到监视器或电视机的视频输入端便可以看到与原始图像相同的视频图像<sup>[3]</sup>。

在传统望远镜结构上增加图像采集卡,增加显示功能。根据CCD技术的特点,将其应用到望远镜中,取代人工读取数据的目的。望远镜改进后的实物图如图2所示。



图2 望远镜改进后的实物图

### 1.3 物镜前增加光源

为标校望远镜配置专用的12V直流稳压电源,将电源集成到极化控制抽屉内,并设置一个电源开关,以独立控制12V直流稳压电源<sup>[4]</sup>。并在物镜前增加一个螺纹套筒,套筒直接拧在镜头前面,套筒一周边缘用电钻打4个孔,在孔内设置亮度可调、位置可调的LED光源<sup>[5]</sup>。增加光源后的望远镜系统可以自行识别刻度值<sup>[6]</sup>,再也不需要工作人员顶着寒风在天线面上打灯照,既提高的工作效率,还大大消除了人员的安全隐患。

### 1.4 焦距切换控制

焦距切换采用手动电控方式,由机下控制台操控面板上的开关,控制实现大、小视场两档焦距转换,将变焦转换命令发给机上单片机(图3)。单片机根据所接收的命令,控制直流电机正反转或停,实现大、小视场两档焦距切换控制<sup>[7]</sup>。

电控部分以196KB单片机为核心,辅助以串行接口、功率模块、直流电机等<sup>[5]</sup>。



图3 焦距切换原理

大、小视场切换采用一组透镜沿光轴移动的方式,较好的保证了大、小视场切换过程中的同轴度和重复精度<sup>[8]</sup>。采用一次成像方式,可以保证宽光谱波段高分辨率,大、小视场切换后,场曲不变,有利于提高图像质量,避免了二次成像中心产生黑影的现象。

### 1.5 调焦系统

调焦机构组件主要用于在目标距离改变时,调整目标像沿轴向的像面位置,保证标校电视所看到的图像始终处于清晰状态。

调焦控制系统由一片80C196KB单片机为控制器,它将16位CPU、10位A/D转换器、串行口、高速输入/输出器、ROM、RAM、定时器等集成于一个芯片中<sup>[9]</sup>。由单片机构成调焦系统(图4),调整放置在望远镜光路中的CCD摄像机的位置,达到调整目标像点使其与主焦面重合的目的。CCD摄像机位置的移动量是接收机下通讯的距离信

息,由单片机控制。图 4 调焦系统原理框图调焦系统利用精密线绕电位计检测 CCD 摄像机位置。 $V_R$  输入到检测电位器一端,电位器中心抽头取出电压  $V_L$ (表示 CCD 摄像机的位置),送单片机运算,得出误差电压  $\Delta V$ ,如误差电压不等于零,单片机发驱动脉冲,经功率放大控制直流电机转,通过机械传动带动 CCD 摄像机移动,同时也带动检测电位计转轴向减小误差电压方向转,直至误差趋近于 0,系统处于平衡状态<sup>[10]</sup>。

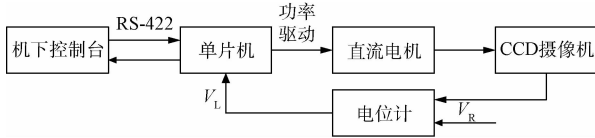


图 4 调焦系统原理

调焦机构采用精密双导轨机构,用圆柱导轨做导向,精密微动螺杆付运动,由距离信息传感器测量得到,通过接口电路送入调焦控制器并计算出调焦量。调焦镜由直流电机驱动,通过齿轮变速和精密丝杆速比变换机构,带动调焦物镜组合移动来进行距离调焦。通过调焦控制电路驱动直流电机运行,从而实现自动调焦,保证在像面上始终得到清晰的目标图像。

## 2 应用效果

### 2.1 望远镜改进的视频显示

改进后的标校望远镜,视频信号由天线维修平台经中频滑环传输至无线电主控室,经由视频采集卡送入工业电视中,工业电视图像经分屏器后一路送原工业电视显示器,另一路送望远镜显示器。望远镜改进后的视频显示效果如图 5 所示,图中左侧为标校望远镜图像,图像可以全屏显示,图像清晰;右侧为微光电视图像,这种布置可方便操作手快速瞄标,提高工作效率。

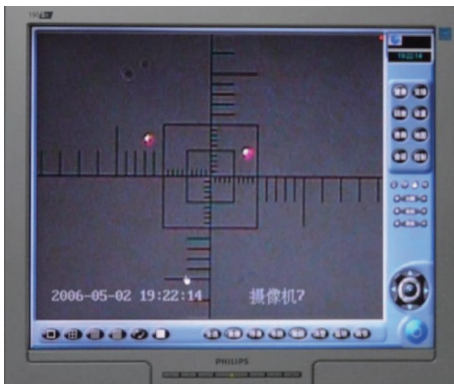


图 5 望远镜改进后的视频显示效果

### 2.2 实验验证

在坞内标校时,将测控天线标校望远镜改进后瞄方位标的的数据与改进前数据进行比对,如表 1 所示。

表 1 望远镜改进前后数据比对结果 (°)

| 序号 | 标校参数结果比对 |         |          |         |
|----|----------|---------|----------|---------|
|    | 改进前望远镜数据 |         | 改进后望远镜数据 |         |
|    | 方位       | 仰角      | 方位       | 仰角      |
| 1  | 202.379  | 178.593 | 202.377  | 178.592 |
| 2  | 202.372  | 178.599 | 202.376  | 178.593 |
| 3  | 202.376  | 178.595 | 202.377  | 178.593 |

从表格中的实验数据可以看出,使用改进后的望远镜瞄方位标的的数据比改进前数据一致性要好(改造后的方位俯仰误差在 0.001),标校数据精度更高(改造前数据最后一位要估算,改造后可准确读出)。

## 3 结 论

本文通过对 CCD、调焦和视场切换技术的应用,使改进后的标校望远镜使用更加便捷,可通过直观的视频显示进一步提升了望远镜瞄标精度,为坞内标校高效顺利的完成提供了很大帮助,减少了人员配置,提高了工作效率和标校数据精度。目前,已全面取代以往坞内标校时技术人员顶着寒风在天线维修平台上进行人工读数的艰苦工作方式,消除了工作人员在高空作业的安全隐患。

## 参考文献

- [1] 钟德安,张同双,李晓勇,等. 基于标校经纬仪的测量船坞内标校新方法[J]. 无线电工程,2009(7):49-52.
- [2] 鲁尽义. 航天测控系统测角分系统[M]. 西安:中电科技集团第三十九研究所,2006.
- [3] 姚景顺,杨世兴. 舰载雷达的动态标校[J]. 火力与指挥控制,2008(3):128-134.
- [4] 过峰,俞建峰,陆振中. 力传感器关键性能参数自动标定系统[J]. 电子测量技术,2015,38(5):85-88.
- [5] 何素梅,傅锦良,吴海彬. LED 隧道照明自动调光系统的设计[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(4):622-629.
- [6] 徐国庆,孙波. 控跟踪雷达自适应带宽的数控伺服系统[J]. 遥控技术与应用,2005,20(4):435-438.
- [7] 楚广生. 基于图像处理的自动调光系统[J]. 国外电子测量技术,2015,34(12):69-72.
- [8] 杨继森,陈自然,张天恒,等. 时栅传感器直驱式误差自动标定与修正系统[J]. 仪器仪表学报,2016,37(5):968-975.
- [9] 贺晋宁,杜伟伟,高静. 软件自动化测试的探索实践[J]. 国外电子测量技术,2016,35(7):1-4.
- [10] 肖圣兵. 某型雷达通用自动测试系统的设计[J]. 电子测量技术,2016,39(4):96-100.

## 作者简介

胡金辉,1985 年出生,本科,主要研究方向为测控工程与控制。

E-mail:342479925@qq.com