

一种连续变焦距电视的变倍补偿机构设计

于萍, 赵志巍

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 长春 130033)

摘要: 为了实现电视的焦距连续变化, 设计了一种连续变焦距电视的变倍补偿机构。提出了一种提高变倍、补偿机构运动精度的方法, 实测两机构直线运动精度均为 $15''$ 。通过靶场试验证明连续变焦距电视的变倍补偿机构的运动精度满足电视捕获、跟踪目标的精度要求, 两直线滑轨平行度调整机构设计、加工简单, 可以在其它直线运动机构中得到推广应用。

关键词: 电视; 焦距; 变倍补偿; 平行度

中图分类号: TP203

文献标识码: A

文章编号: 1672-9870(2011)03-0013-03

Compensate Mechanical Design of Magnification for a Continuous Zooming Television

YU Ping, ZHAO Zhiwei

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033)

Abstract: In order to realize the continuous zooming for the focal length of television, a compensate mechanism of magnification is designed. A method to improve the kinematic accuracy of the magnification and compensate mechanism is presented in this paper. The linear movement precision of both mechanisms is about $15''$. This kinematic accuracy of two mechanisms is proved to satisfy the requirements of acquiring and tracking target through the range tests. Furthermore, the design and machining of parallelism adjusting mechanism is simple for two straight line skate, which could be widely used in other straight line movement mechanisms.

Key words: television, focal length, compensate mechanism of magnification, parallelism adjusting

连续变焦距电视的变倍、补偿机构使变倍补偿镜组按照一定规律沿光学轴线运动,从而实现电视的视场连续变化,并且保持像面稳定、清晰^[1-3],满足电视跟踪系统捕获、跟踪各种目标的需要,变焦距电视可以根据目标的远近及视场内目标背景的变化,按需要实现由长焦距调节到短焦距。它的优点是在视场变化过程中焦距连续可变,可以根据跟踪目标的距离和尺寸的变化改变焦距大小,使目标始终在监视的视野内^[4-6],目标不会因倍率变化而丢失,但是变倍、补偿机构由于运动精度的影响,在焦距改变过程中运动镜组的光轴中心会偏离理论中心,影响跟踪系统图像的稳定性,从而影响目标的瞄准精度。所以,研究连续变焦距电视的变倍补偿机构是非常重要的。

1 变倍补偿机构组成及工作原理

变倍补偿机构是变焦距电视的焦距调节机构如图1所示,由驱动机构、凸轮、钢球、固定镜筒、直线滑轨、变倍镜组、补偿镜组组成。凸轮、钢球、固定镜筒组成旋转轴系,当驱动电机转动时,通过齿轮传动带动凸轮转动。变倍镜组和补偿镜组上设计有凸轮带动轮,这个凸轮带动轮穿入凸轮曲线槽中,凸轮转动时凸轮带动轮只能在凸轮槽中移动;在固定镜筒中沿着轴向设计有直线槽,使变倍镜组和补偿镜组只能沿轴线方向作直线运动,这样,当凸轮转动时变倍镜组和补偿镜组按凸轮曲线作沿轴线的直线运动,从而改变电视的焦距。

2 变倍补偿机构设计

收稿日期: 2011-06-30

作者简介: 于萍(1963-),女,研究员,硕士生导师,主要从事光电测量设备的设计与研究, E-mail: yuping-gddk@163.com。

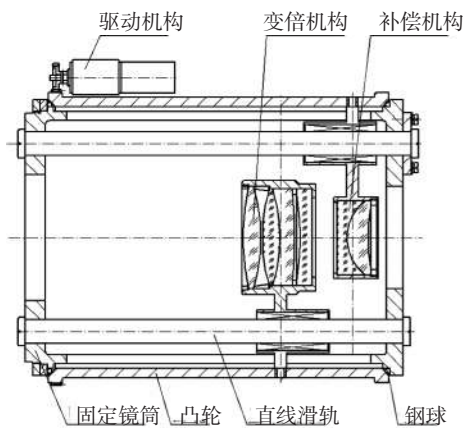


图1 变倍补偿机构示意图

Fig.1 Sketch map of compensate mechanism of magnification

2.1 设计参数

2.1.1 电视的设计参数

通光口径:300mm;
 焦距变化范围: $f=600\text{mm} \sim 3000\text{mm}$;
 短焦端视场: $2W=1.05^\circ$,长焦端视场 0.21° ;
 全视场传递函数:在60lp/mm时 $MTF > 0.25$ 。

2.1.2 变倍机构的设计参数

变倍机构通光口径: $\Phi 80\text{mm}$;补偿机构通光口径: $\Phi 60\text{mm}$;变倍组件移动距离:293mm;补偿组件移动距离:185mm;变倍镜组、补偿镜组全程往返运动摆动量: $< 30''$;全程调焦时间: $\leq 7''$ 。

2.2 驱动机构设计

电机带动减速箱、小齿数、凸轮齿轮转动,实现凸轮转动,从而带动变倍与补偿机构作直线移动,实现焦距的改变,设计参数如表1所示。

表1 设计参数表

Tab.1 Table of design parameter

设计参数名称	数值
电机转速n	5310rpm
电机额定转矩	13.7mNm
减速箱传动比	53:1
小齿轮齿数	22
凸轮转角	292°
凸轮齿轮齿数	247
$(m_1 + m_2)g$	52.5N
η_c	80%

凸轮转速: $5310 \cdot \frac{22}{247} \cdot \frac{1}{53} = 8.92 \text{ r/min}$;

变倍机构、补偿机构为直线运动件,完成全程

需要的时间: $t = \frac{1}{8.92} \cdot \frac{292}{360} = 5.5 \text{ s} < 7 \text{ s}$,满足要求。

凸轮及变倍机构和补偿机构为工作负载,负载

转矩 T_Z 由(1)式^[7]求得。

$$T_Z = 9.55 \cdot \frac{(m_1 + m_2) \cdot g \cdot v_Z}{\eta_c \cdot n} \quad (1)$$

式中: $(m_1 + m_2)g$ —为直线运动件质量; v_Z —为直线运动件速度; η_c —为传动机构总效率; n —电动机轴的转速。

$$v_Z = \frac{293}{t} = 5.3 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

带入(1)式得 $T_Z = 6.3 \text{ mNm} < 13.7 \text{ mNm}$,电机转矩满足要求。

2.3 凸轮设计

凸轮与凸轮齿轮设计为一个件,凸轮材料选择40Cr调质处理,凸轮直径236mm,壁厚10mm,凸轮槽转角 292° 。

2.4 可调直线滑轨设计

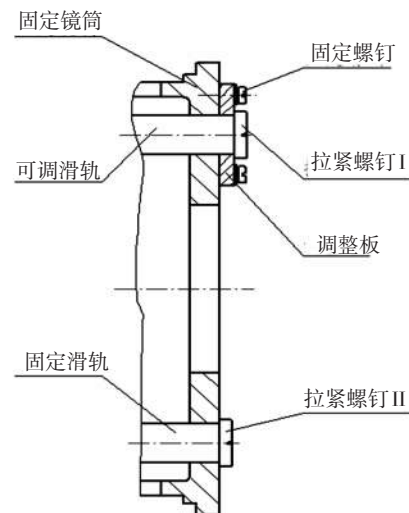


图2 可调直线滑轨结构示意图

Fig.2 Sketch map of configuration of reconcilable linear orbit

实现变倍、补偿机构直线运动的方法有多种,本文设计选用定心精度较高的圆柱滑轨变焦形式,就是设计两根相互平行的滑轨,变倍组件和补偿组件安装高精度直线轴承,分别沿一根滑轨移动,这两根滑轨的平行关系由机械加工保证,加工难度较大,精度提高受加工机床的限制。本文设计的两根滑轨结构如图2所示,其中固定滑轨与原有设计相同,滑轨轴两端分别与固定镜筒两侧的孔配研,采用过盈 $0 \sim 0.003\text{mm}$ 配合装配;可调滑轨轴一端设计与固定滑轨结构相同,另一端与固定镜筒的孔采用 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ 间隙配合装配,同时与调整板过盈 $0 \sim 0.003\text{mm}$ 配合装配。装配时可调滑轨的调整板可以带动可调滑轨少量移动,调整两根滑轨的平行

度。

3 变倍补偿机构运动精度检测

3.1 检测方法

变倍补偿机构精度检测如图3所示,固定镜筒与凸轮、钢球组成旋转轴系,固定滑杆、固定镜筒、拉紧螺钉II组成变倍机构的直线滑道;固定镜筒、可调滑杆、拉紧螺钉I、固定螺钉组成补偿机构的直线滑道。为了提高变倍、补偿组件的运动精度,在两根滑轨上安装直线轴承,设计中对导轨的安装结构作了改进,一根滑轨设计可调结构,调整两根滑轨平行度,优点是降低加工难度,提高两个运动组件的运动精度。

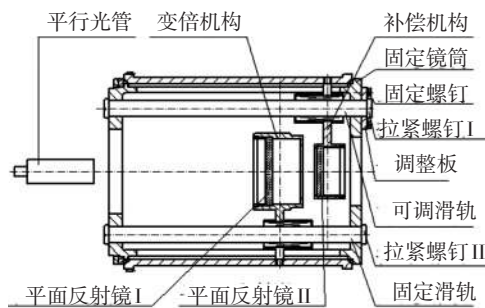


图3 精度检测示意图

Fig.3 Precision measurement sketch

图3中,平面反射镜I固定在变倍机构上,0.2"平行光管与平面反射镜I准直,转动凸轮,使变倍机构运动全程,0.2"平行光管中测得的像点的变化量为变倍机构的误差。

去掉图3中平面反射镜I,在补偿组件中安装平面反射镜II,在0.2"自准直平行光管中测得返回像,转动凸轮,0.2"平行光管中的像位置发生改变,转动凸轮全程在0.2"平行光管中测得变化量如果大于15"时,松开图3所示的固定螺钉,按照0.2"平行光管中偏差的反方向调整可调滑杆的位置,使两根滑杆的平行误差减小,重新按上述方法检测补偿组件的直线运动精度。

3.2 检测结果

按图3检测变倍机构、补偿机构运动精度如表2所示,表2中, α_1 代表变倍机构直线运动误差, α_2 代表补偿机构直线运动误差。

变倍机构直线运动精度为15",补偿机构直线运动精度为15"。

表2 变倍补偿机构直线精度

Tab.2 Precision measurement of beeline of compensate mechanism of magnification

凸轮转角(°)	α_1 (")	α_2 (")
0	0	0
30	2	3
60	3	5
90	5	7
120	8	10
150	15	15
180	13	12
210	10	9
240	8	7
270	5	4
292	3	2

4 结论

一种连续变焦距电视的变倍补偿机构,以带有精密直线轴承的两根平行滑轨作为直线运动轨道,固定镜筒与凸轮、钢珠组成旋转轴系,利用电机驱动该旋转轴系的凸轮,带动变倍、补偿机构按凸轮曲线作直线移动,实现变焦距电视焦距的连续改变。两根圆柱滑轨设计有平行度调整机构,提高了变倍补偿机构的运动精度,设计、加工简单,成本低,精度检测得到变倍、补偿机构直线运动精度均为15"。通过靶场实际试验证明,连续变焦距电视的变倍补偿机构的运动精度满足电视捕获、跟踪目标的精度要求,为研制更高定位精度的连续变焦距电视提供了依据。

参考文献:

- [1] 张春林,宋立维. 直线电机驱动的经纬仪调焦机构设计 [J]. 光机电信息,2010,27 (11):47-51.
- [2] 张新洁,严昌翔,谢涛. 星载光学遥感器调焦机构的设计 [J]. 光学精密工程,2009,17 (11):2757-2761.
- [3] 邓元,任涛. 机械补偿法变焦凸轮的CAD系统 [J]. 长春理工大学学报,2003,26(03):34-35.
- [4] 王一凡,薛育. 一种大口径高精度凸轮变焦机构的设计 [J]. 光学精密工程,2007,15 (11):1756-1759.
- [5] 刘满林,郝斌,熊仁生,等. 可见光测量电视系统设计及视轴精度分析 [J]. 光电技术应用,2008,23(6):49-52.
- [6] 安源,齐迎春.空间相机直线调焦机构的设计[J].光学精密工程,2009,17 (3):609-614.
- [7] 徐灏. 机械设计手册 [M]. 机械工业出版社,1992.