

经纬仪训练仿真系统单杆操纵器读值的处理方法

吴志勇 于秀妍

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

摘要 阐述了经纬仪与经纬仪训练仿真系统的单杆操纵器的结构特点。就单杆操纵器读值的处理,提出了浮动零点、非线性处理这两个行之有效的处理方法。

关键词 训练仿真系统 单杆操纵器 浮动零点 非线性

1 引言

经纬仪训练仿真系统是将真实的导弹实验场景录像记录,通过计算机进行图象处理,给出目标飞行参数,再现目标场景,用以训练和提高操作手操纵单杆捕获目标的能力。单杆读值的处理直接影响系统的跟踪性能,否则会引起系统爬行、或一侧无低速,另一侧死区过大,甚至会造成整个设备无法正常使用,因此单杆操纵器读值的处理显得尤为重要。

2 单杆操纵系统及单杆操纵器

单杆操纵系统如图 1 所示:

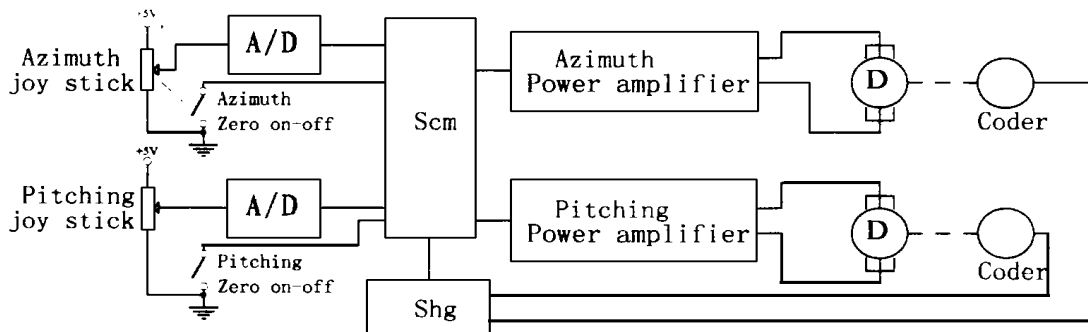


Fig. 1 Hand operation system block diagram

经纬仪训练仿真系统采用的单杆操纵器和以往的经纬仪相比,具有结构简单、可靠,易于设定单杆操纵特性的特点。经纬仪训练仿真系统单杆操纵器是单电位器单极性电压供电,而经纬仪单杆操纵器是同轴双电位器。双极性电压供电。

由图 2 可见,经纬仪的单杆输出信号的零位值与三个因素有关。

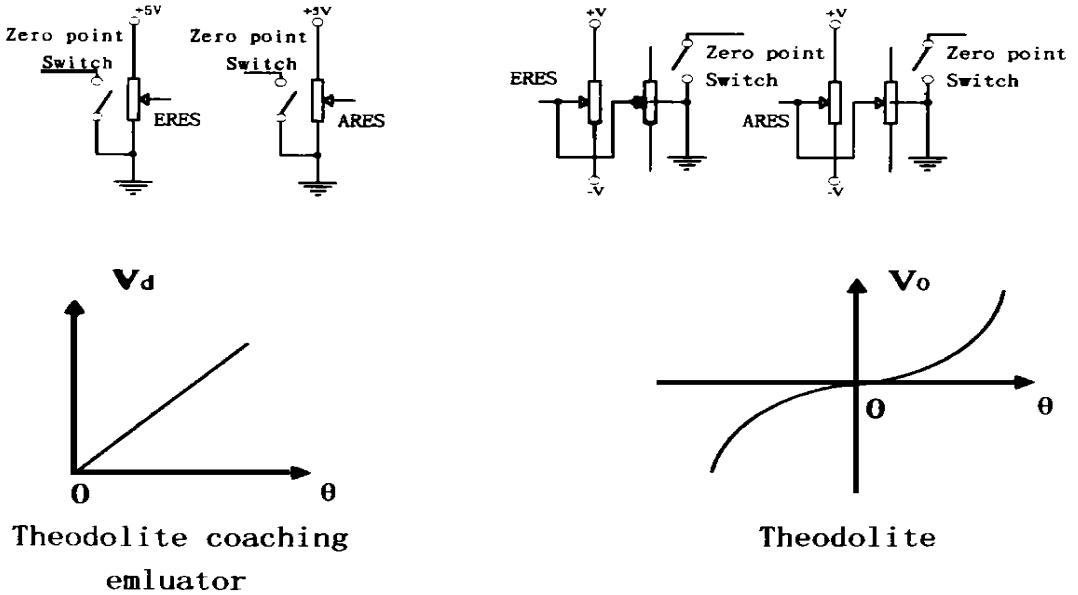


Fig.2 Hand operation system characteristic contrast diagram

- (1) 信号电位器零电压(与 $+V$ 、 $-V$ 对称性相关)
- (2) 负载电位器零位置(接地点)
- (3) 零位开关接近位置。

由此可见,要调整零点位置很难,因归零位置的变化,很难保证零位置时电位器信号为0。因此很容易造成系统爬行,若想消除爬行,就要以牺牲系统的低速操纵特性为代价,加大系统的死区。

经纬仪的单杆操纵特性是由同轴的两个电位器决定的。因此是固定的,不能从调速系统需要出发,方便地修改单杆操纵特性。而经纬仪仿真训练模拟器基于操纵器简单的结构,对单杆操纵器的采值进行处理,使其操纵特性依调速系统和人的需要而轻松改变。

3 单杆操纵器读值的处理

(1) 浮动零点—消除爬行

单杆在自由状态下,零位开关闭合,当搬动单杆时,零位开关断开。所谓浮动零点,就是单杆的零点值不固定,即把单杆离开零位开关之后的第一次采值作为零点值,以后的采值减去零点值即为单杆读值。浮动零点的运用消除了固定零点所带来的零点偏移问题,使单杆的性能得到了极大改善。

(2) 单杆读值的非线性处理—改善操纵特性

为了使系统具有良好的操纵性能,并且根据靶场实际跟踪的需要,一般要在 $8(\text{ }^\circ\text{s})$ 以内,单杆的读数位移曲线趋于平缓, $8(\text{ }^\circ\text{s})$ 以外满足一定的可调性能,因此必须对单杆的采值进行非线性处理。

由于系统采用 1000 线增量式编码器作为测速反馈器件,调速范围为 $0.02(\text{ }^\circ\text{s}) \sim 25(\text{ }^\circ\text{s})$,系统的测速值 $V_{\text{测}}$ 为单位采样时间内编码器的计数值由下式求出:

$$V_{\text{测}} = \frac{v \cdot n \cdot (4m) \cdot T_{\Omega}}{360}$$

其中: V 为系统转速; 变比 $n = 800$; 编码器分辨率为 $m = 1000$ 线, 采样时间 $T_{\Omega} = 0.00546\text{s}$ 。

当 $V = 0.02(\text{ }^\circ\text{s})$ 时, $V_{\text{测}} = 0.9706666666$

$V = 8(\text{ }^\circ\text{s})$ 时, $V_{\text{测}} = 388.26666667$

$V = 25(\text{ }^\circ\text{s})$ 时, $V_{\text{测}} = 1213.3333$

所以单杆的读值范围选取 $0 \sim 1213$ 为宜,而单片机对单杆的单方向采值范围为 $0 \sim 512$,因此对单杆的单方向采值必须进行扩展。

基于上述要求,我们试图找到这样一个函数

$$y = ax^2 + bx + c \quad (1)$$

满足下列约束条件 1. 当且仅当 $x = 0$ 时, $y = 0$

2. $x = 512$ 时, $y = 1213$

由约束条件 1 可知: 该函数的数学表达式为 $y = ax^2$

把约束条件 2 代入上式得: $a = 0.004627227783$

故该函数为 $y = 0.004627227783x^2$

其中 x 为单杆 A/D 转换的值称为单杆采值。

y 是作为单杆给定量参与控制过程的单杆读值。

单杆的非线性曲线见图 3。

从曲线上分析: ①当 $x = 14.48353769$ 时, $y = 0.9706666666$ (对应系统调速的低限值 $0.02(\text{ }^\circ\text{s})$)。说明系统调速低限值的可操纵性能得到了充分的保证。

②低于 $8(\text{ }^\circ\text{s})$ 时曲线趋于平缓,此时系统具有良好的操纵性能; 高于 $8(\text{ }^\circ\text{s})$ 时曲线陡峭,但具有一定的可调性能。

实践证明,经过处理后的单杆的操纵性能不仅能够满足实际应用的要求,而且得到了极大的改善。

推而广之,我们可以从调速系统的需要出发推导出满足系统操纵特性的读值函数。

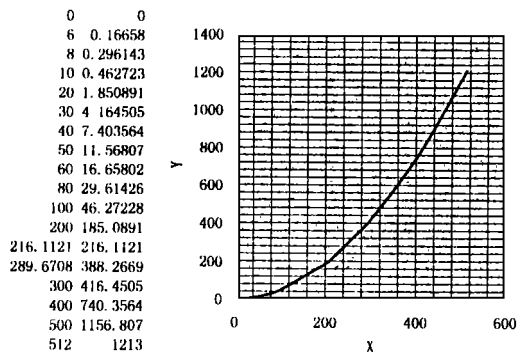


Fig. 3 Hand operation system read-out value diagram

4 实验结果

经实际验证,经纬仪训练仿真系统因浮动零点的运用,彻底消除了系统的爬行和一侧无低速、一侧死区过大的问题;因非线性处理方法的运用,极大地改善了系统的低速操纵性能。使得经纬仪训练仿真系统单杆操纵器的操纵性能得到了彻底改善。部队对此反映很好。我们认为这毕竟是对 160 仿真训练模拟器单杆操纵器读值处理的一次有益尝试。

参 考 文 献

- 1 贺允东编. 数字控制系统. 北京: 人民邮电出版社出版, 1986
- 2 天津大学数学组编. 应用数学基础. 天津: 天津大学出版社, 1990

The Processing Method of the Mono-lever Manipulator's Data Acquisition of the Transit Instrument Training Simulation System

WU Zhi-Yong, YU Xiu-Yan

(*Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,*
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

In this paper, the transit instrument and the mono-lever manipulator's architecture features of the transit instrument training simulation system are analysed. According to the process of the mono-lever manipulator's data acquisition, two effective processing methods—floating zero and nonlinear are presented.

Key words: Training simulation system, Mono-lever manipulator, Floating zero, Nonlinear

吴志勇 男, 1965 年出生, 1989 年毕业于长春光学精密机械学院电子工程系电子仪器与测试技术专业, 一直从事工程设计工作。