

经纬仪控制系统测量传感器切换的仿真研究

李兴华

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 测量传感器切换的问题是经纬仪控制系统研制中的关键问题。本文利用计算机仿真的方法研究了测量传感器的参数对切换的影响, 提出了传感器归一化的方法, 实现了各传感器之间的平稳切换。

关键词: 经纬仪; 传感器切换; 归一化

1 前言

随着科学技术的发展, 各种武器装备性能不断提高, 作为靶场跟踪测量设备的经纬仪也须不断提高其自动捕获目标的能力和跟踪测量的精度, 因此在研制新型经纬仪时, 往往采用具有不同视场、不同精度的多种测量传感器, 如激光、红外、电视等。工作时首先是由视场较大, 精度较低的测量传感器进行跟踪测量。当目标进入视场较小的另一测量传感器的视场并达到一定精度时再由视场大的传感器过渡到视场小的传感器。我们把由一种测量传感器到另一种测量传感器过渡的过程称传感器的切换。

由于各测量系统的传递函数不同, 切换时因系统结构及参数的变化势必引起控制系统的过渡过程。当过渡过程的偏差大到一定程度, 例如超出小视场传感器的视场时, 就会引起小视场传感器的数据无效, 导致切换的失败。因此, 保证成功的切换对经纬仪来说是至关重要的。

本文利用计算机仿真的方法研究了测量传感器的放大倍数及处理延时对切换的影响。作切换研究时系统的输入为正弦编号:

$$\sin = 57.5 \sin(0.4t + 1.7)$$

经纬仪控制系统的结构框图如图1所示。

2 切换点的选择

切换时有两处可作为切换点, 一个是各传感器的输出端, 一个是各校正环节的输出端。以两传感器的切换为例, 传感器甲为: $56.7e^{-0.0058}$, 传感器乙为: $28.4e^{-0.0258}$ 。当系统跟踪正弦输入

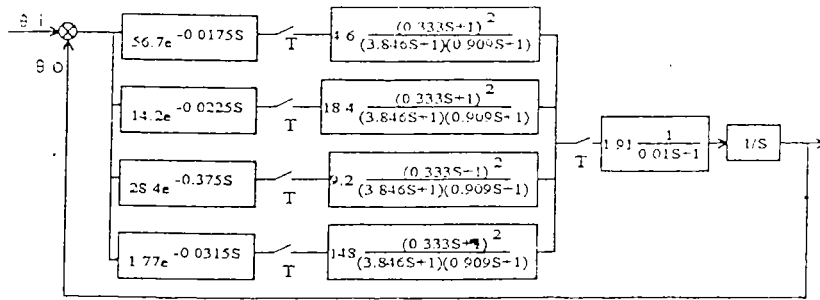


图1 经纬仪控制系统结构框图

时在不同切换点处切换引起的偏差如表 1 所示。由表可见切换点应选择在传感器的输出端。

表 1 切换点不同时的切换偏差

切换点	在传感器输出端切换时				在校正环节输出端切换时			
	由乙到甲时	1.6'	-0.3'	4.5'	1.8'	-80'	75'	10'
由甲到乙时	7.1'	-7'	-9.1'	3.1'	20'	-195'	25'	208'

3 传感器延时对切换的影响

仍以两传感器的切换为例, 设

传感器甲为: $56.7e^{-0.0058S}$, 传感器乙为: $28.4e^{-\tau S}$

保持传感器甲的参数不变, 改变传感器乙的延时, 当 $\tau=0, 10\text{ms}, 20\text{ms}$ 时, 切换引起的切换偏差如表 2(a)(b) 所示。由表可见由传感器乙到传感器甲切换时, 随延时的增大, 切换引起的偏差稍有增加; 当由传感器甲到传感器乙切换时, 随延时的增加, 切换偏差增加较大, 并且当延时为 20ms 时, 切换时振荡的次数很多, 这是因为延时的增大使系统的相角裕量变小。在实际应用时, 需采取措施, 消除延时引入的相角滞后, 常用的方法是外推处理。在实际计算时我们采用二阶牛顿向后插值公式来外推一个周期, 插值公式为:

$$N_2(x_k + h) = y_k + \nabla y_k + \nabla^2 y_k$$

表 2(a) 由传感器乙切换到甲时不则延时下的切换偏差

偏差 延时	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	均方根值
0ms	-2.7'	5.4'	2.6'	-5.5'	-2.3'	1.775'
10ms	-3'	5'	3'	-5.7'	-2.3'	1.798'
20ms	-2.8'	5.2'	2.8'	-5.7'	-2.6'	1.81'

表 2(b) 由传感器甲切换到乙时不同延时下的切换偏差

偏 差 时	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	均方根值
0ms	-1.8'	-6'	1.6'	6.3'	-21'	1.816'
10ms	-2.3'	-7.2'	2.7'	7.6'	1.5'	2.231'
20ms	-3.6'	-9.7'	3.2'	9.7'	1.7'	2.928'

4 传感器的放大倍数对切换的影响

设传感器甲的放大倍数为 $K_1=28$; 传感器乙的放大倍数为 $K_2=\alpha K_1$ 。改变 α 的值, 计算切换引起的切换偏差, 可以画出传感器切换的偏差与传感器的倍数比的关系如图 2 所示。由图可见随两传感器放大倍数差别的增大, 切换偏差也增大, 当两传感器的放大倍数接近时, 切换偏差则很小, 因此为使切换偏差小, 应对传感器的放大倍数进行归一化。

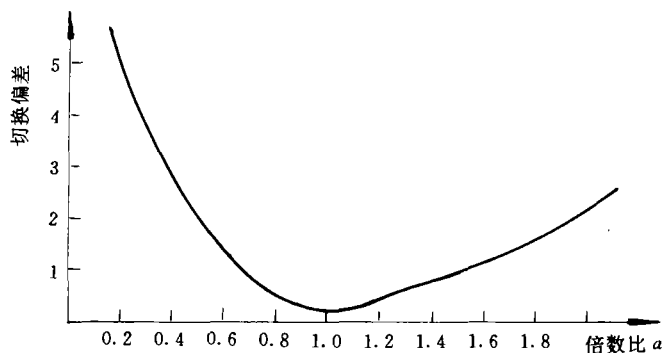


图 2 切换偏差与两传感器放大倍数比值之间的关系

5 顺馈对切换的影响

观察切换时的跟踪误差曲线可以发现, 在正弦输入的峰值处切换引起的偏差较小, 此时电机的转速接近零; 而在正弦输入的过零点电机转速达到最大值, 此时切换引起的偏差也大。可见, 切换偏差与电机转速有一定关系。当引入顺馈, 使系统的速度的速度误差变小后, 可以使切换引起的偏差也变小。

参 考 文 献

- [1] 熊光楞,《控制系统数字仿真》. 清华大学出版社
- [2] 孙增圻,袁曾任,《控制系统的计算机辅助设计》. 清华大学出版社
- [3] 刘辉,《纯数字电影经纬仪控制系统》. 长春光机所硕士论文
- [4] 金先级,《机电控制系统的计算机仿真》

- [5] 易大义,《计算方法》. 浙江大学出版社
[6] B. T. 科切特科夫,《随动系统的统计分析和最优化》
[7] 马佳光,尹义林,778 光电经纬仪跟踪控制系统,光学工程,1989,(2)

Study on The Switchovers of Survey Sensors in The Theodolite Control System

Li Xinghua

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

Abstract

The switchover of survey sensors in the control system of theodolite is very important. In this paper, the effect of sensor parameters on the switchover is studied by the means of computer simulation and the method of normalization switchover is prompted. We get a very smooth switchover between the sensors by this method.

Key words: Theodolite, Sensors switchover, Normalization