

缓变测量系统的干扰及抑制方法

混 平

(西安航天动力试验技术研究所, 陕西 西安 710100)

摘 要: 介绍了液体火箭发动机试验缓变测量系统中干扰的来源及干扰的方式, 并针对不同的干扰方式提出了抑制干扰的几种方法。电缆的正确铺设和接地非常重要, 利用信调器和软件技术来抑制干扰是测量系统常用手段, 数字滤波技术、信号检测技术及“看门狗”技术等在实际中的应用, 都起到了良好的抑制干扰的作用。

关键词: 测量; 干扰; 抑制; 噪声

中图分类号: V434.3

文献标识码: A

文章编号: (2007) 02-0059-04

Interference and the damping methods for a slowly varying parameter measuring system

Hun Ping

(Xi'an Aerospace Propulsion Test Technique Institute, Xi'an 710100, China)

Abstract: Interference and the damping methods for a slowly varying parameter measuring system used in rocket engine tests were introduced in this paper. Proper arrangement and grounding of the cables are important factors be firstly considered. Signal regulator and software technology are used successfully in interference damping. Application of digital wave filtering technology, signal detecting technology and “watchdog” technology are proved to be effective methods.

Key words: measurement; interference; damping; noise

1 引言

液体火箭发动机试验所使用的缓变测量系统

是由高精度、高稳定度、高质量的仪器所组成的, 并且频率响应特性也很好, 但在实际现场使用时, 难免会受到不同程度的各种噪声的干扰。在测量系统中, 由于内部和外部干扰的影响, 会

收稿日期: 2006-07-14; 修回日期: 2006-08-24。

作者简介: 混平 (1977—), 女, 工程师, 研究领域为液体火箭发动机试验测量。

在测量信号上叠加干扰电压或电流,通常把这种干扰信号称为噪声,噪声是电路中的一些无用电信号。当所测信号微弱时,难免会出现噪声淹没信号的现象。在火箭发动机试验现场中,其工作环境具有高温、振动、腐蚀的特性,而测量系统的各种设备、仪器、电缆交织在一起同时工作,通过各种传输渠道将噪声耦合到测量电路,不可避免地会影响到测量结果。因此,解决干扰问题是测量系统的关键环节之一。

2 干扰源

干扰源即产生噪声的来源。从来源上讲一般可分为外部噪声和内部噪声。外部噪声一般是指测试系统外部的电气设备在接通与断开时产生的瞬变电火花或辐射电磁波。内部噪声是指系统内部固有的噪声以及系统内部信号间的串扰等。

2.1 外部干扰

外部干扰又可分为来自自然界的干扰和来自电器设备的干扰。例如,大气层的雷电、电离层的变化、来自宇宙的电磁辐射等。对于长期存在的自然干扰,由于能量微弱,可以忽略。但对于强烈的干扰,如雷电等,则不能忽略其影响,最好设法回避或屏蔽。

来自电器设备的干扰主要有大电流及电压变化率引起的噪声。当大型感性负载通断时,在开关接点处会产生电弧、金属电焊引起的弧光放电等,这种瞬变过程形成的噪声通过公用电源线传入信号电路,或通过相邻导线耦合到信号电路中。

2.2 内部干扰

内部干扰主要是由于设备内部和系统的公共线引起的噪声。设备内部干扰主要是设计不良或者是内部器件在工作时产生的热噪声、散粒噪声和闪烁噪声等。热噪声一般是有电阻一类导体中电子不规则运动产生的电压变化,散粒噪声是由于电子管、晶体管等的电子不规则发射产生的电压起伏,还有电源变压器引起的噪声等。

系统的公共线与地线引起的干扰,主要是由于测量系统中常将系统的零线与信号返回的公共

线连接到一个公共导体上,形成一条公共地线,这在原理上是正确的,但实际中处理不好,就会产生严重的噪声干扰。

通常,被测信号和干扰信号总是同时存在于测量电路中,衡量它们之间的相对大小的指标就是信噪比。以 SNR 表示,单位为 dB。若信号功率为 P_s ,噪声功率为 P_N ,则

$$\text{SNR}=10 \lg \frac{P_s}{P_N}$$

一个测量系统的实际分辨率是指在保证系统输出端达到一定信噪比的要求的情况下,系统的输入端必须达到的最小信号电压。显然系统受干扰越大,其实际分辨率就越低,测量精度也越低。

3 干扰电压

3.1 串模干扰

可等效地看作串接在有用信号上的干扰。它和有用信号的路径一般一致。串模干扰常来自于长线传输的互感分布电容及电源的工频干扰。

3.2 共模干扰

指同时加到测量仪器两输入端的干扰信号,以地为公共回路。它对测量信号的影响是间接的,可以转化为等效的串模干扰。一般来自系统两点或多点接地。

噪声的来源是多方面的,例如接触不良造成的接触噪声,不同导体相连形成的热电噪声等。

4 缓变测量系统抑制干扰的措施

为了抑制噪声的干扰,首先应准确地判断噪声的来源,其次要搞清楚噪声的传播途径,最后选择抑制干扰的办法。

一般抑制干扰的最根本的方法是消除或远离噪声源。

4.1 测量电缆的选择与铺设

信号传输线即测量电缆是测量系统的重要组成部分,主要选用正规厂家生产的双胶屏蔽电缆,其绝缘电阻要求用 500V 兆欧摇表检查其值

要大于 100 兆欧,在铺设时应注意以下几点:

(1) 对易产生噪声的导线尽量远离低电平信号线,避免把它们捆扎在一起或平行走线。

(2) 对测量电缆布线时应力求短、直并固定好电缆。

(3) 低电平信号传输线布线时避免通过产生噪声的设备。

(4) 在满足阻抗匹配的情况下尽量减少电路的输入阻抗。

4.2 利用信调器抑制测量电路中的干扰

对推力、压力、温度参数测量时,信调器的主要作用是对传输的信号进行滤波、放大、隔离。对流量、转速参数测量时,信调器的主要作用是对传输的信号进行滤波、放大、隔离、整形。利用信调器的功能,能有效抑制测量系统的干扰。缓变参数测量流程框图见图 1。

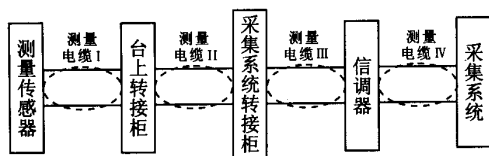


图 1 缓变参数测量流程框图

Fig.1 Flow chart for slowly varying parameter measuring

4.2.1 信号放大器对干扰的抑制

由于传感器的输出信号一般都比较微弱,并在传输过程中易受环境的电磁干扰,为此在缓变测量系统中,在信号调节器输入端增加滤波放大环节,滤波截止频率设在 10~15Hz 为宜,对信号采用放大——滤波——放大的形式,通过这种方式达到消除测量中的部分干扰的目的。

4.2.2 利用滤波器来抑制干扰

由于测量环境中的各种电子干扰以及测量系统本身的影响,通常测量信号中会有多种频率成分的噪声。噪声有时会淹没正常的输入信号,在这种情况下,需要采取滤波措施,抑制不需要的噪声,提高系统的信噪比。滤波器的作用是选出有用的频率信号,抑制杂乱无用的频率信号,使一定频率范围内的信号通过,且衰减很小,而在此频率范围以外的信号衰减很大,从而提高系统

的信噪比,达到抑制干扰的作用。

4.2.3 共模干扰的抑制

由于缓变测量系统的各种设备、仪器共用一个公共地,很容易产生共模干扰,所以常采用在信号源与采集系统之间加一隔离放大器的方式来抑制共模干扰。

4.3 多路采集系统共模干扰的抑制

当多路模拟信号共用一个放大器或 A/D 转换器时,切换多路信号同时要切换它的屏蔽层。例如, Pacific6000 数据采集系统的模拟量,一块板上的 8 路信号共用一个 A/D 转换器,为了防止干扰的存在,采取对每路输入信号的测量电缆屏蔽层单独焊接的方式,抑制输入信号间相互干扰。

4.4 接地

抑制干扰的一个重要措施是系统正确接地。测量系统中的地线分为以下 4 类:

(1) 保护地(又称安全地):这个地一般指大地,将仪器的外壳屏蔽层接地,要求接地电阻小于 4Ω 。

(2) 信号地:是传感器本身的零信号电位基准公共地。

(3) 信号源地:它是电路中输入与输出的零信号电位公共地,它本身可能与大地是隔离的。

(4) 交流电源地:为了设备安全采取的保护接地措施,注意其与零线的不同。它是为三爪插头使用的。

正确接地的目的是为了消除公共地线阻抗所产生的共阻抗耦合干扰,并避免受磁场和电位差的影响,即使其不能形成地电流回路,避免产生磁场耦合干扰。缓变测量系统常用的接地方法如下:

(1) 通常情况下,如图 1:测量电缆的屏蔽层在 I、II、III 处均接通,在 IV 处的屏蔽层接大地,采集系统的机壳接地。

(2) 对流量、转速参数测量中受系统的大电器动作或电磁辐射影响,易引起干扰。如果接地不良或不正确,系统出现工频或高频干扰,使采集数据有杂点。如果干扰信号耦合到被测信号中,则影响测量精度。所以在测量时采用一点接地的方式,即屏蔽线与信号负线连接在一起,在

采集系统处一点接地以有效地抑制干扰。

4.5 利用软件技术抑制干扰

利用软件技术抑制干扰也是测量系统常用手段之一。如数字滤波技术、信号检测技术及“看门狗”技术等等在软件中的应用同样起到抑制干扰的作用。

5 结论

通过对火箭发动机试验缓变测量系统中干扰的来源、干扰的方式及抑制方法的介绍,为缓变参数测量系统中的干扰提供了一些解决的方案。

正确的电缆铺设和接地也是消除和减少噪声源的重要因素,针对不同的干扰源利用信调器和软件技术等不同方式均达到了良好地有效抑制干扰的作用。

参考文献:

- [1] 邱宗明,等.精密仪器电路[M].西安:西安理工大学出版社,1999,12.
- [2] 赵万明.液氧/煤油发动机试车主要参数测量方法研究[J].火箭推进,2006,32(5).

(编辑:陈红霞)

(上接第30页)

5 结论

(1) 运用 FLUENT 计算泵整个内流场,通过计算得到了高速超低比转数离心泵内部流动的主要特征,为了解其内部流动规律提供了依据。

(2) 运用 FLUENT 计算泵内流场,并结合传统水力计算方法估算泵外特性的分析方法可行,试验曲线和计算曲线吻合。

(3) 在泵设计过程中结合运用 FLUENT 计算泵内流场流动规律,可以减少反复次数,缩短设计周期,节约成本。

参考文献:

- [1] 袁寿其.低比速离心泵理论与设计[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [2] 关醒凡编.现代泵技术手册[M].北京:宇航出版社,1995.
- [3] 朱祖超.超低比转速离心泵设计方法[D].博士学位论文.浙江大学,1997.
- [4] 陈次昌,杨昌明.轴流泵端壁区域流动三维粘性数值计算[J].工程热物理学报,2003,24(4).
- [5] 刘成胜,李仁年.螺旋离心泵的外特性试验与流场数值分析[J].火箭推进,2005,31(5).

(编辑:陈红霞)