

三通道地震波信号发生器的设计^{*1}

夏界宁^{1,2)} 吴鹏^{1,2)} 杨江^{1,2)} 陈志高^{1,2)} 杨建^{1,2)}

(1) 中国地震局地震研究所(地震大地测量重点实验室), 武汉 430071
(2) 中国地震局地壳应力研究所武汉科技创新基地, 武汉 430071

摘要 设计了一款三通道地震波信号发生器, 该发生器的整个系统由波形输出与频率脉冲计数两部分组成, 其中波形输出可分别产生常规波形、存储波形和地震波形信号。应用和测试结果表明, 该地震波信号发生器能基本满足应用需求。

关键词 地震波信号; 波形存储; 频率脉冲计数; 三通道同步发生; 幅频可调

中图分类号: TH762

文献标识码: A

DESIGN OF THREE-CHANNEL SEISMIC WAVE SIGNAL GENERATOR

Xia Jiening^{1,2)}, Wu Peng^{1,2)}, Yang Jiang^{1,2)}, Chen Zhigao^{1,2)} and Yang Jian^{1,2)}

(1) Key Laboratory of Earthquake Geodesy, Institute of Seismology, CEA, Wuhan 430071
(2) Wuhan Base of Institute of Crustal Dynamics, CEA, Wuhan 430071

Abstract The seismic wave signal generator is designed, which is made up of two parts: a waveform output unit and a frequency pulse counter unit. The waveform output unit can generate conventional waveform signals, storage waveform signals and seismic waveform signals, respectively. According to application and testing results, the seismic wave signal generator can basically satisfy the application requirements.

Key words: seismic wave signal; waveform storage; frequency pulse counter; simultaneously generation in three channels; adjustable amplitude and frequency

1 引言

用传统信号源进行地震观测记录系统的触发特性研究时, 地震波信号的特殊性(正弦波信号频谱单一、幅度没有层次变化等问题)使得在整个研究或验证工作过程中凸显诸多不便, 而人为产生的振动信号与实际地震信号又有一定差距而且无法重复, 同样给验证和研究实验造成了很多困扰, 因此模拟真实地震信号发生装置非常重要。为此, 本文设计的三通道地震信号发生器就是将由真实地震记录的波形复原成的模拟地震波信号直接提供给数据采

集单元。

2 地震波信号

地震波按传播方式通常分为纵波(P波)、横波(S波)和面波(L波)。纵波是推进波, 它使地面发生上下振动, 破坏性较弱。横波是剪切波, 它使地面发生前后左右的横向振动, 破坏性较强。面波是由纵波与横波在地表相遇激发产生的混合波, 其波长长、振幅大, 是造成建筑物强烈破坏的主要因素^[1]。

其中P波以同等速度向所有方向外传, 交替地挤压和拉伸它们穿过的介质, 其颗粒在这些波传播的方

* 收稿日期: 2013-08-06

基金项目: 中国地震局地震研究所所长基金(1S20136106)

作者简介: 夏界宁, 男, 1982年生, 硕士, 助研, 主要从事强地震仪器仪表方面的研究. E-mail: xjnyqy@163.com

向上向前和向后运动,即是垂直于波前,它是首先到达的波。而S波是弹性物质通过使物体剪切和扭动传播,在S波通过时岩石的表现与在P波传播过程中的表现相当不同,因为S波涉及剪切而不是挤压,使岩石颗粒的运动横过运移方向。这些岩石颗粒的运动可在一垂直向或水平面里,这与光波的横向运动相似^[2]。P和S波同时存在使地震波列成为具有独特的性质组合,使之不同于光波或声波的物理表现。

由于地震波信号的特殊性,在现有的认识下通过数学模型模拟的方法不易实现^[3-5],所以本研究将强震台网监测到的真实地震波形的数字记录直接变换成模拟信号。

3 需求分析和整机设计

3.1 需求与功能分析

由于地震波的数据采集和分析需要水平向和垂直向共三个通道同步进行,而且三个通道之间存在数据的相关性。因此地震波信号发生器在设计过程中就需要考虑三通道的同步信号输出特性。另外地震波信号发生器在设计时还需考虑以下几个因素:

1)可靠性。地震波信号发生器主要用在地震观测记录系统的研发、验证试验以及相关工程应用中,考虑到应用场合,可靠性十分重要;2)幅度可调;3)频率可调。因此,系统的主要设计思路是挑选已有的真实地震加速度记录数据,将其按照原始频率以及

一定比例的幅度恢复成模拟信号。

考虑到仪器可靠性要求高、功能较为复杂、研发周期短,决定在已有产品的基础上设计研制相关样机。如图1,整个系统具备波形输出以及频率测脉冲计数两大块功能。可通过键盘来选择功能切换和选择,对于波形输出部分可采用数字小键盘或者旋钮编码器来进行输出信号的频率、幅度等各种参数的调整。

地震波信号发生器有4个工作模块(图1):

1)模块一

数控模块对DDS芯片进行命令控制^[6,7],实现常规波形(如正弦波、方波等)的信号输出,并可通过数字键盘或旋钮编码器对波形的频率、幅度等参数进行调整。

2)模块二

数控模块对固定波形存储模块进行控制操作,固定波形存储模块中预先存储多个常用波形,用户可根据需要对波形的种类进行选择并对输出信号进行参数调整。

3)模块三

由3路独立的地震波形信号发生模块构成,其中每路存储模块可存储多个地震波形文件,用户可根据键盘或者旋钮编码器进行选择。该3路地震波形数据发生通道共用同一高精度温度补偿晶振,共用波形输出触发控制线路SYN,从而保证3路波形

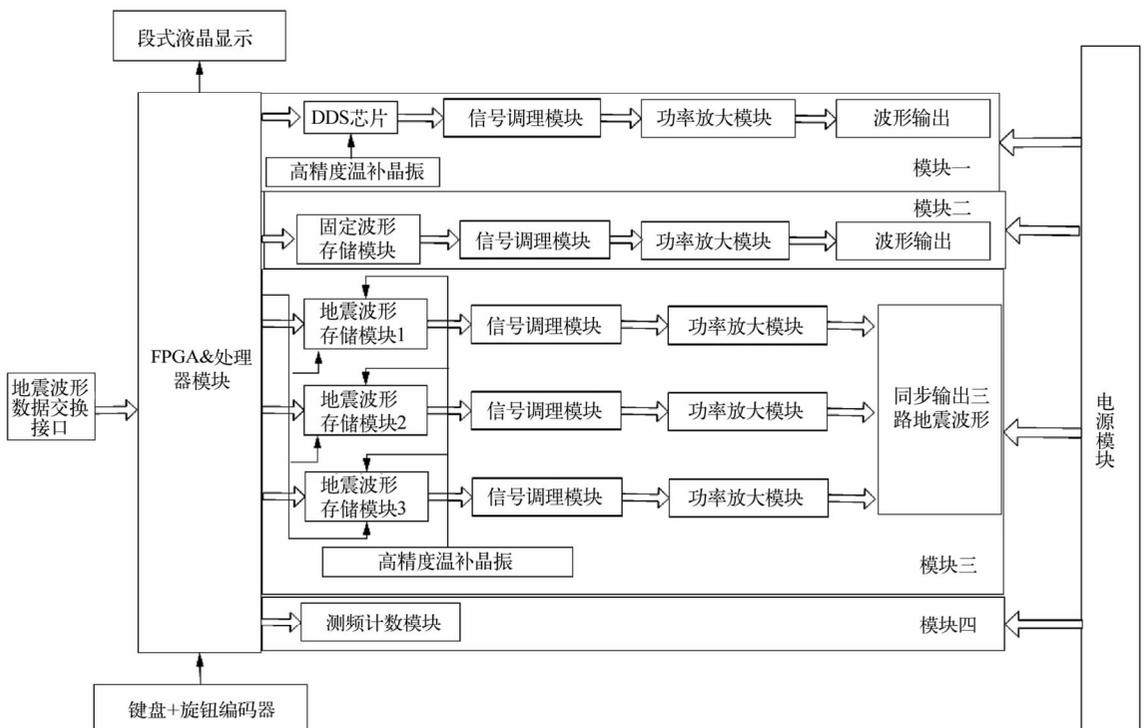


图1 地震波信号发生器的整机结构框图

Fig.1 Structure diagram of seismic wave signal generator

