

# 分布式爆炸测量系统在爆炸试验中的应用

马锦垠 吕海涛

(中国人民解放军 91439 部队 大连 116000)

**摘要:** 针对水下爆炸试验自由场压力、壁压、加速度等多种数据的测量需求,提出一种基于分布式测量技术的设计思路和测试方法,该方法充分考虑了水下爆炸试验测量通道多、实时性要求高、可靠性要求高等特点。分布式爆炸测量系统采用分布式测量方式和 CAN 总线通讯方式对系统测量单元的数据采集、传输及故障上报等进行管理和控制,提高了系统工作可靠性,保证了测量数据的可靠回收。在实验室条件下,采用模拟的两种触发信号,分别对系统触发采集的可靠性进行测试,实验证明系统采用其中任一触发信号均能可靠启动;该系统已成功应用于爆炸试验测量,较之其它爆炸测量设备其使用更加灵活、简便、可靠。

**关键词:** 分布式测量;同步测量;CAN 通讯

**中图分类号:** TP206+.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.3030

## The application of distributed explosion measurement system in explosion test

Ma Jinyin Lü Haitao

(Unit 91439, The People's Liberation Army of China, Dalian 116000, China)

**Abstract:** In view of measurement requirements in the underwater explosion test such as free-space pressure, wall pressure, acceleration, etc., putting forward the design train of thought and test methods based on the distributed measurement technique. The method fully considers measuring multi-channel, high real-time demand, high reliability demand in the underwater explosion test. By adopting distributed measurement way and CAN communications in distributed explosion measurement system, the data acquisition, transmission, and fault upload of measurement unit are managed and controlled. So the system reliability is improved, and measurement data collection is ensured. In laboratory, the reliability of trigger acquisition is tested with two simulated trigger signals. Experiments show that the system can be triggered reliably with any one trigger signal. This system is successfully applied to explosion test, it is more flexible, more convenient, and more reliable than other measuring equipments.

**Keywords:** distributed measurement; synchronous measurement; CAN communications

### 1 分布式爆炸测量系统概述

随着舰船抗冲击试验在海军靶场的深入开展,面对海上条件变化复杂和爆炸作用距离越来越近而形成的巨大冲击,对试验测量设备的要求也越来越高,其可靠性、实时性是各项水下爆炸试验圆满完成的基本保证。由于爆炸测量装备特点是采样通道数量多、可靠性要求高,采用集中式管理可能会由于控制计算机的故障引起测量的整体失败,而采用分布式测量可以保证在系统某一部分故障的情况下,其他分系统正常工作,提高系统的整体可靠性。由于分布式测控系统的实时性要求,使得系统在运行过程中,其状态与时间有紧密联系;同时,系统又是面向测控任务的,对系统的操作是通过事件来触发的,因此,作为分布式测控系统

的一种,本爆炸测量系统采用事件驱动与时间驱动双重驱动机制:时间驱动是一种同步机制,事件驱动是一种异步机制。这种双重驱动机制同时反映了系统对同步通信和异步通信的要求,保证了爆炸测量的可靠性。

### 2 分布式爆炸测量系统构成

分布式爆炸测量系统的构成主要包含:爆炸测量单元、同步触发装置、控制计算机等,其组成框图如图 1 所示。

爆炸测量单元主要完成爆炸试验中各传感器数据的采集和存储功能,接收同步信号;

同步触发装置:提供同步时钟信号;

控制计算机:接收处理各爆炸测量单元数据,给各单元下达指令。

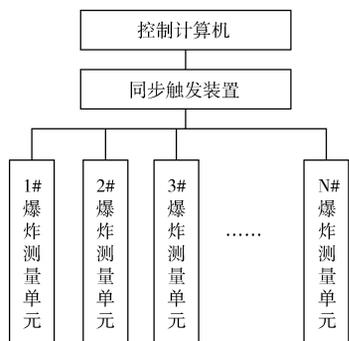


图 1 系统组成结构图

### 3 系统运行机制

#### 3.1 爆炸测量单元

爆炸测量单元受控制计算机的控制,并依据 CAN 总线运行机制自动上报本单元的运行情况。如正常故障、通道故障、通道异常、同步异常等情况。

CAN 总线依据程序设定好的故障状态等级,以及每个测量单元的数据优先级上传状态数据,故障类型如:单元工作状态【故障】(测量或待机)、同步状态(在线同步或非同步)、测量状态(正常或测量故障)(存储正常或故障)(数据溢出)、自检状态(正常或故障)(故障代码)。

各爆炸测量单元自成系统,可独立工作,不受大系统影响。为确保数据的完整性,各测量单元设计多个数据存储区,在预采样阶段始终保持两个存储区保存有测量数据,当接收到同步采集信号时开始连续采集,直至测量终止。

#### 3.2 同步触发装置

同步触发装置同时受控制计算机和外部触发信号的控制,为爆炸测量单元提供同步采集触发信号。

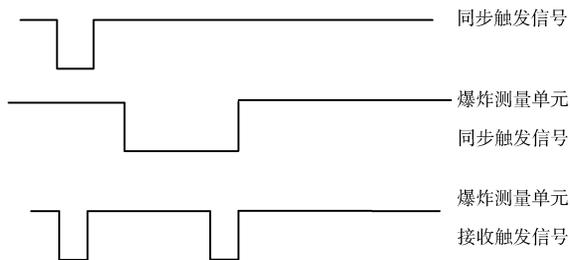


图 2 同步信号时序图

同步触发装置同时接收各测量单元的同步采集触发信号,这种设计是为了在外界的同步触发信号故障时,保证测量的可靠性而设计的。当控制计算机无法接收外部信号或控制计算机自身故障无法给出触发采集信号,而爆炸测量单元接收传感器信号满足一定的数据规则时(如脉冲幅度达到一定幅值等),给同步信号输出总线提供一个触发脉冲信号,启动各测量单元进行采集数据。

#### 3.3 控制计算机

控制计算机主要用于管理各爆炸测量单元和同步触发装置,同时通过 CAN 总线接收各爆炸测量单元的状态信息,以及试验后回收测量单元数据。

控制计算机发送指令包括:启动同步测量装置,指定某一测量单元上传数据,指定某一测量单元产生同步采集脉冲信号等。

### 4 CAN 总线设计

#### 4.1 CAN 总线

CAN(Controller Area Network)意为控制器局域网,是目前现场总线比较流行的一种方式,已经形成国际标准,通信协议符合 ISO11898 2.0A 和 SDS,并被公认为最有效的现场总线之一。CAN 总线具有实时性强、可靠性高、通信速率快、结构简单、互操作性好等特点,且其总线协议的错误处理机制完善、灵活性高。总线目前主要有两种技术规范:即 CAN2.0 Part A 和 CAN2.0 Part B,这里选用 Part B 技术规范。

#### 4.2 爆炸测量装备 CAN 总线设计要求

基于 CAN 总线的爆炸测量系统各测量单元共用系统总线,只要总线空闲,每个测量单元都可以申请总线发送数据。如果两个或两个以上测量单元同时申请发送信息,就会引起总线控制冲突。这种情况下通过采用标识符的逐位仲裁可以解决这个冲突。仲裁的机制可以保证信息和时间不会丢失。当具有相同标识符的数据信息和远程信息同时申请发送时,数据信息优先于远程信息。在仲裁期间,各个总线发送器会对总线状况进行实时监测,如果发送和接收电平相同,则该测量单元可以继续发送数据。

1) 各爆炸测量单元依据设定的优先级访问总线。

2) 系统采用了非破坏性总线仲裁技术,当多个爆炸测量单元同时向总线发送请求信息时,按优先级进行选择使用总线。

3) 采用接收滤波的多地址帧传输测试信息(包括指令信息和数据信息)。

4) 控制计算机与各测量单元距离尽量近,可以确保通信速率达到 1 Mbps(通信距离最长为 40 m)。

5) 系统数据兼容,系统灵活。在线情况下,总线即可任意接入或拆除各爆炸测量单元,不会影响系统正常工作。

6) 系统通信介质可以选用双绞线、光纤或同轴电缆,使用灵活。

7) 严格的错误检测和界定。爆炸测量单元诊断出现故障的情况下会自动关闭输出,以使总线上其它测量单元的运行不受影响。

#### 4.3 各爆炸测量单元故障上报状态设计

1) 为每个爆炸测量进行地址编码,并设定每个测量单元的优先级。

2) 对爆炸测量单元状态字进行规划,保证整个测量单

元的状态都可以在控制计算机上得到显示。

3) 对爆炸测量单元采集数据进行规划,规定数据上传格式。

## 5 实验测试

### 5.1 实验设计

参加实验测试的系统组成:爆炸测量单元2个、控制计算机、同步触发装置及配套的通讯电缆等,每个爆炸测量单元接入两路电压信号。

输入信号采用两台双路信号源同时输出双路脉冲信号,脉冲电压峰值为5.00 V,脉冲周期1.0 s。

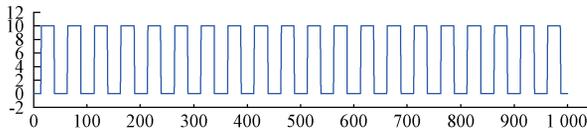
爆炸测量单元触发门限为3.0 V。

测试项目设计为两种方式:第一种为正常由同步触发装置产生触发信号,启动数据采集存储;第二种为同步触发装置故障,由爆炸测量单元启动数据采集存储。

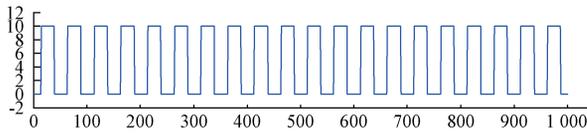
### 5.2 测试结果

#### 5.2.1 同步触发装置产生触发信号

如图3所示,系统控制计算机控制同步触发装置给出触发信号,启动系统爆炸测量单元工作。由波形可以看出,系统爆炸测量单元1和2采集的信号起始在同一时间点上,说明两个单元是同时被触发并开始工作的。



(a) 爆炸测量单元1数据波形

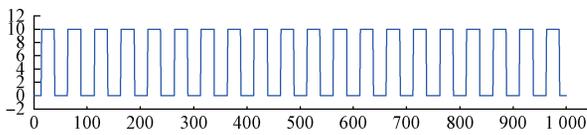


(b) 爆炸测量单元2数据波形

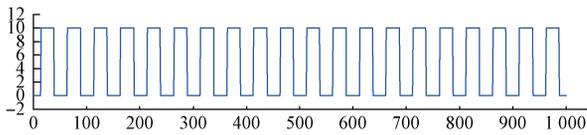
图3 系统在实验室测试数据波形图

#### 5.2.2 爆炸测量单元产生触发信号

如图4所示,同步触发装置故障,由爆炸测量单元1或2产生触发信号,启动系统爆炸测量单元工作。由波形可



(a) 爆炸测量单元1数据波形



(b) 爆炸测量单元2数据波形

图4 系统在实验室测试数据波形图

以看出,两个爆炸测量单元采集的信号起始在同一时间点上,说明两个单元是同时被触发并开始工作的。因此,系统运用时,由系统任一爆炸测量单元产生同步触发信号,同样可以可靠地启动系统开始采集数据。

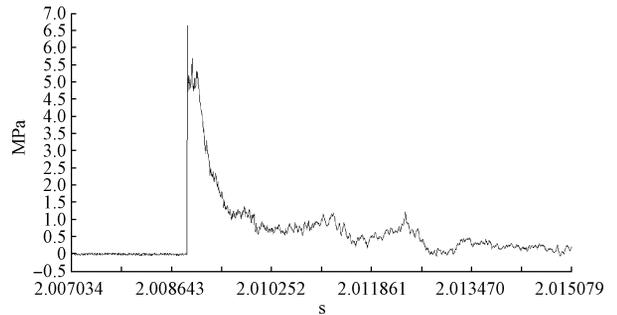
## 6 爆炸试验测量

### 6.1 测量方案

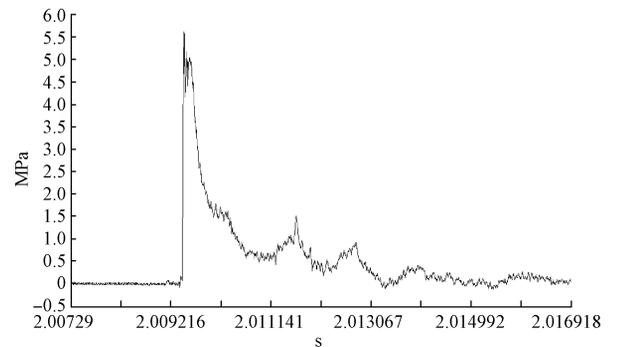
参加爆炸试验测量的系统组成:爆炸测量单元2个、控制计算机、同步触发装置及配套的通讯电缆等,每个爆炸测量单元接入两路电压信号。爆炸测量单元触发门限为3.0 V。

### 6.2 测量结果

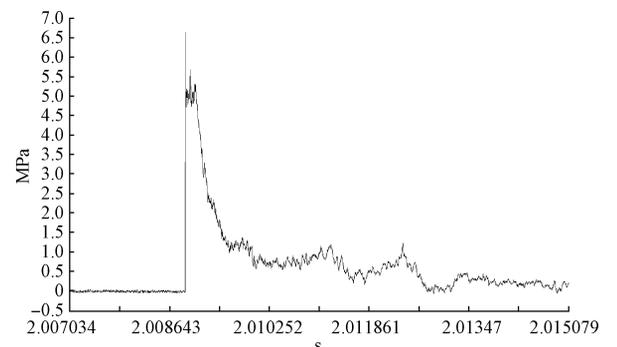
图5所示为分布式爆炸测量系统参加某次海上爆炸试验测量的自由场压力波形。实验中,系统由触发装置产生的触发信号启动工作,爆炸测量单元1、2均可靠获取数据;数据事后处理结果证明,系统测量数据准确、有效。



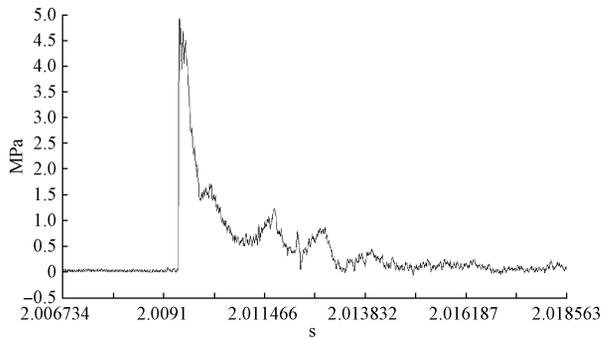
(a) 爆炸测量单元1通道1数据波形



(b) 爆炸测量单元1通道2数据波形



(c) 爆炸测量单元2通道1数据波形



(d) 爆炸测量单元2通道2数据波形

图 5 系统在爆炸试验中实测数据波形

## 7 结 论

实验证明,分布式测量方式和 CAN 总线通讯方式在爆炸测量系统中的应用,有效提高了系统测量的可靠性,同时,CAN 总线故障处理机制还可以为操作员实时掌握系统工作状态提供信息。且相对于传统的由一台主控机管理多通道的装备来说,这种分布式爆炸测量系统大大减小了各传感器的布线长度,降低了试验实施难度,提高了系统的可适用性,最大限度地满足了靶场试验有效获取试验数据的要求。

## 参考文献

- [1] LATER J E, RUDE G. Underwater pressure gauge comparison test study[J]. 69th Shock and Vibration Symposium, 1998(10): 1-16.

- [2] 赵永刚,张国义,刘晓霏,等. 基于 CAN 总线的大型壳体结构分布式测量系统[J]. 微型机与应用, 2013, 32(9): 71-73.
- [3] 刘鑫,林兆华,杜璧秀. CAN 总线分布式自动调焦控制系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(8): 44-48.
- [4] 郑红梅,王有杰,陈科,等. 塔机群无线远程安全监控系统设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(5): 520-526.
- [5] 王明贵,贾志飞,李琛. 水中兵器靶场爆炸测试技术现状与发展[J]. 科技创新导报, 2012, 17(3): 16.
- [6] 文永康,文波,齐永龙. 分布式数据采集系统时间同步研究[J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(4): 1273-1275.
- [7] 孟庆斌,潘勇. 基于 CC2430 的分布式无线温度测量系统设计[J]. 电子测量技术, 2009, 32(5): 128-130.
- [8] 吴静波,汪玉,李兆俊,等. 实船水下爆炸冲击试验测量技术[J]. 科技导报, 2009, 27(14): 46-47, 50.
- [9] 韩成浩,高晓红. CAN 总线技术及其应用[J]. 制造业自动化, 2010, 24(8): 705-710.
- [10] 郝勃等. CAN 网络的分组合并策略研究及实现[J]. 仪器仪表学报, 2012, 33(9): 2137-2143.

## 作者简介

马锦垠, 1973 年出生,高级工程师,主要研究方向为水声工程、水声测试技术、水声信号处理。  
E-mail: mjyhbe@163.com

## 第一个端到端 HEVC 测试解决方案实现到 4K 的无缝迁移

泰克推出 4K/UHD 诊断工具,为 MTS4000 和 MTS4SAV3 测试平台提供新型隐藏字幕分析仪

中国北京 2016 年 4 月 19 日—行业领先的视频质量监测解决方案创新者——泰克科技公司日前推出业内第一个端到端 HEVC 测试解决方案,可以深入洞察 4 K 工作流程,使得广播公司、有线电视运营商和其他服务提供商能够无缝迁移到 4 K。在美国拉斯维加斯 4 月 18~21 日举行的 NAB 展览会上,泰克将在 SU5006 展台演示新型测试和诊断工具。

把 4 K 内容传送到家庭,这一迁移过程极具挑战性。运营商必需保证使用的编码器正确完成工作,内容满足法规要求,并为最终客户提供最佳的体验质量(QoE)。

通过 MTS4000 和 MTS4SAV3 测试平台的最新扩展功能,包括完善的 HEVC 分析工具和确保满足 FCC 要求的隐藏字幕分析仪,运营商可以方便地迁移到 4 K,而对工作流程、基础设施、人员和预算的影响达到最小。

除为内容转播提供最新 HEVC 支持外,泰克还增加了多种功能,为机顶盒(STB)制造商提供支持,这些制造商必需能够创建自定义 4 K 和 HEVC 传送流,在机顶盒上测试 4 K。通过使用 MTS4000,制造商现在可以从基本传送流和系统信息表中,使用自定义参数创建 4 K 传送流。

MTS4000 提供了全面的传送流分析和互操作能力测试功能。它可以深入分析传送流、PES 和基本传送流,帮助追踪图像异常的根源,识别具有语法错误的传送流。它能够捕获事件,深入展开诊断,这对确定问题的根本原因至关重要。

MTS4SAV3 包括仅用来分析隐藏字幕版本的比较完善的 MTS4EAV7 软件,为主要关注演示 FCC 合规性的广播公司提供了更加经济的解决方案。