

基于声级采集仪的人影作业信息自动采集系统

马鑫鑫 王山海 刘谦

(河南省人工影响天气中心 郑州 450003)

摘要: 长期以来人工影响天气作业信息采集采用的是人工纪录上报的方式,这对基层工作人员来说是一种较为繁重的工作。近年来河南省人影作业期增长、用弹量逐渐增大,对作业信息采集的准确性和时效性的要求越来越高,信息采集与管理的难度也进一步增加。随着声学技术在气象行业的深入应用,自动采集作业信息的声级采集仪研发成功,使得自动记录并传输作业信息成为可能,从而地面高炮、火箭发射数据的传输和使用成为新的人影业务研究方向。河南省人工影响天气中心通过在许昌市人影标准化地面作业点加装固定式声级采集仪,开展了地面高炮、火箭作业信息自动采集传输试验和相关数据应用研究工作,通过对声级采集仪与不同地面人影作业装备的配合,综合利用声级采集仪数据和原有系统信息,取得了较好的效果,为实现人影作业信息实时自动采集提供了一条简单有效的方案。

关键词: 人工影响天气;作业信息采集;声级采集仪

中图分类号: TP39 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.40

Automatic collection system of weather modification operation information based on sound acquisition instrument

Ma Xinxin Wang Shanhai Liu Qian

(Weather Modification Center of Henan Province, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: For a long time, the weather modification operation information is collected and reported manually which is a very heavy work. In recent years, as the weather modification operational period grows the projectile consumption increases gradually. The requirements of the accuracy and the timeliness of the operation information collection are become higher. So the difficulty of the information collection and management is further increased. With the further application of acoustic technology in the meteorological industry, and the sound acquisition instrument development successful based on operation information automatic collection which make the operation information record and transmit automatically possible. So the data transmission and use of the ground artillery and rocket has become a new research direction of the weather modification. The Weather Modification Center of Henan Province has carried out ground artillery and rocket operation information automatic acquisition and application research by adding a fixed sound acquisition instrument in Xuchang City. By using the sound acquisition instrument and different ground operational equipments, it has achieved good results by the comprehensive utilization of the original information. So it provides a simple and effective solution for real-time automatic acquisition operation information.

Keywords: weather modification; collection of the operation information; sound acquisition instrument

0 引言

人工影响天气(简称“人影”)是指为避免或者减轻气象灾害,合理利用气候资源,在适当条件下通过科技手段对局部大气的物理、化学过程进行人工影响,使某些局地天气过程朝着有利于人类的方向转化,从而实现增雨雪、防雹、消雨、消雾、改善环境等目的^[1]。随着经济社会的发展,河南省地面人工影响天气作业期不断增长,针对干旱、防雹和大

气污染治理等不同需求的作业强度持续增大,作业信息及其作业数据快速膨胀。河南省目前拥有各类地面固定式人影作业点 690 个、37 式人影高射机关炮 271 门、各型火箭架 401 套;平均每年发射 37 式人影弹 25 000 发,各种类型人影火箭弹 2 500 枚(2010~2016 年数据)。不断增大的作业量对作业信息采集的准确性和时效性的要求越来越高,信息采集与管理的难度也进一步增加。

近年来,针对作业数据的信息化建设问题,国家和各省

在作业站点编码、作业信息规范和信息上报流程等方面开展了大量基础性工作^[2-4]。如2007年3月国家级人工影响天气业务单位对全国所有人工影响天气作业站点进行统一九位制编码,并提出对站点基础地理信息数据采集上报要求。2008年11月中国气象局人工影响天气中心进一步规定作业信息的收集内容与上报方式。2013年9月中国气象局应急减灾与公共服务司会同中国气象局办公室组织开发的基于各级气象部门综合管理信息系统平台的全国人工影响天气管理信息系统推进业务应用。2014年9月中国气象局人工影响天气中心组织研发的全国人工影响天气作业信息采集处理系统投入业务试运行。此外,各省还自行开发了专用或兼用的类似业务系统,用以收集、上报、统计、分析各类作业信息,并实现省级内部、省级和国家业务部门之间的信息汇集上报^[5]。

目前,河南省人工影响天气作业信息采集主要采取人工记录、填报的方式,作业信息上报主要采取邮件传送的方式。为了应对作业信息采集和上报的自动化需求,河南省人工影响天气中心作为中国气象局小型建设项目“人工影响天气装备弹药全程监控和作业信息采集系统”的外场试验示范单位,利用项目研发试验的声级采集仪开展地面作业装备作业信息自动采集和上报的实验工作^[6-7]。本文利用声级采集仪设计针对地面人影高炮和全自动火箭架两种地面人工影响天气装备的作业信息采集方案,以及作业信息数据组合上传、监控的方式,为全省地面作业信息自动化采集业务在十三五建设发展中提供技术支持。

1 试验装备和仪器

1.1 37式人影高炮

人工影响天气高炮作业数据自动采集试验中使用的作业装备,为我省地面人工增雨防雹作业广泛使用的口径为37 mm的双管高射炮。该炮炮身长2 739 mm,身管长2 315 mm,后座长150~180 mm,理论最大射程为8 500 m,最大射高6 700 m。高低射界为 $-10^{\circ}\sim 85^{\circ}$,方向射界为 360° 。高射炮发射时,仰角和方位角可以任意、快速调节。该炮采用立楔式炮门,由弹夹供弹,反后坐装置包括节制杆式液压制退机和复进弹簧,弹夹装弹5发,弹仓容弹量为10发,安装供弹漏斗后可实现多弹夹连续供弹。平均炮口速度不低于866 m/s,连发射击射速320~360发/min(双管)。火炮由手动操作,高低和方向瞄准有两种速度。火炮装有机同步击发装置,可使两管炮发射循环周期的时差避免累积,达到基本同步^[8-10]。

1.2 BL-1A型人工增雨防雹火箭系统

人影BL-1A型人工增雨防雹火箭系统(以下简称BL-1A火箭系统)是人工影响天气作业的重要装备,该系统由火箭弹、发射架、发射控制器3部分组成。火箭发射架架身由定向器、高低机、方位机及牵引底盘等组成。发射轨道长:1 500 mm;发射管数:4管;仰射角调整范围: $22^{\circ}\sim 85^{\circ}$;

仰射角调整速度: ≥ 8 mm/s;方位角调整速度: $8^{\circ}/s$;供电电源:直流12 V;驱动方式:电动或手动;重量:约300 kg。发射控制器可进行火箭弹遥控发射,电动升降发射仰角和转动发射方位角;可数显并传输发射架GPS信息、仰角和方位角信息。

1.3 声级采集仪

声级采集仪是利用作业弹药发射声波进行音频数据记录的作业信息采集设备。它基于声级感应的信息自动采集技术、卫星定位技术,实现对声音信息的自动采集与识别;基于有线/无线网络通信技术,实现对声音信息的实时上传,具有解析音频数据,通过音频信息特征算法识别出信息要素的能力^[8]。

该设备主要由传感器、主机、天线及电源4部分组成。传声器与主机之间通过PH2.0-2P的接插件连接,天线通过SMA口与主机连接。

该设备对外输出有4个接口,分别为电源接口、网络接口、传感器接口、天线接口,内部有VGA和USB转换接口。

2 技术原理

声音是人类交换信息最方便、最快捷的一种方式。声音信号处理是一门新兴的边缘学科,它是语音学与数字信号处理两个学科结合的产物。声音信号处理的目的是要得到某些特征参数,以便高效的传输或存储;或者是通过某种处理运算以达到某种用途的要求。利用声级计探测人影高炮或火箭的声音变化,实现对声音信息的自动采集与识别,可以提高人影作业信息采集的时效性和可靠性。

声级计是一种测量声音声级高低的常规仪器。人们通过对人耳与声音响度感受的关系研究发现,人耳对于声音响度的感觉是与声强强度的对数成比例关系。为此,便引用声压比的对数来表示声音的大小,即声压级。引用声压级的概念后,就把声压绝对值达百万倍的变化范围,变成0~130 dB的变化范围之内,从而为声级计的设计奠定了基础。根据上述概念可以得出:声级计是一种以dB为单位指示被测声压级和计权声压级的一种仪器,并按声压比的对数表示声音的大小即声级。从而建立了声级计的工作原理,即声压级的数学表示式:

$$L_p = 20 \lg P/P_0 \quad (1)$$

式中: L_p 为声压级,单位为dB; P_0 为参考声压,其值为 2×10^{-5} Pa; P 为被测声压的有效值,单位为 P_a 。被测声压的有效值 P 与被测瞬时声压 $P^2(t)$ 又具有下述关系:

$$P = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T P^2(t) dt} \quad (2)$$

式中: $P^2(t)$ 为被测瞬时声压,单位为 P_a 。

基于声级计的声级采集仪通过传感器采集到人影高炮或火箭架发射时的声音变化信息,识别出发射的高炮或火箭弹的数量,结合声级采集仪中的时间、GPS位置信息,组成实时的作业记录信息,经过传输模块发射到服务器和手

持机终端,完成作业记录的自动采集^[11]。

3 实验方案

3.1 外场实验地点

外场实验地点为许昌市长葛市董天龙人影作业点和禹州市白沙水库人影作业点。董天龙和白沙水库作业点条件符合国家规定的标准化作业点规范要求,具备基本的配电、光纤、安防和人员条件。本次实验采用的声级采集仪为固定式防水设计,董天龙作业点声级采集仪安装在为安防摄像头竖的固定式竿架上,配电采用和安防摄像头共用12 V直流电池组;白沙水库作业点声级采集仪安装在炮库门口,配电采用220 V交流点变压转换为直流电。

3.2 外场实验方案和实验效果

根据现场情况和空域条件,2016年11月14日北京时间11:15:10、17:17:21、17:18:38,在白沙水库进行37式高炮和BL-1A火箭发射实验、作业采集和传输试验,实验采用每套装备单发方案。2016年11月16日北京时间16:21分在白沙水库作业点进行BL-1A火箭发射两发,其中空发一发。2016年11月17日北京时间14:52:47在董天龙进行37式高炮发射试验一发。试验设计要求通过发射装备和声级采集仪进行实弹发射试验,完成作业信息实时采集,采集到的作业信息应具备作业位置信息、作业装备信息(装备种类)、作业罗盘信息、作业时间信息和作业声级计数信息等,这些信息能够通过4G-VPN通道直接传输到中心服务器^[12-13]。

3.2.1 人影高炮试验采集

因白沙水库试验点37式高炮未进行自动化升级改造,不具备采集罗盘信息的条件,因此试验设计由声级采集仪提供GPS信息、作业时间记录信息、作业计数信息的采集。采集到的信息通过4G-VPN传输到省级人影服务器,由地面作业信息实时采集分析系统进行加工应用。

3.2.2 BL-1A火箭系统采集试验

因试验点BL-1A火箭系统为全自动火箭架,具备电子遥控和罗盘定位功能,因此试验设计由全自动火箭架采集作业位置信息、作业装备信息、作业罗盘信息,由声级采集仪采集作业时间信息、作业计数信息。两个设备采集到的信息通过作业装备弹药全程监控系统(物联网系统)进行加工应用。

3.2.3 BL-1A试验结果

2016年11月14日北京时间11:15:10、17:17:21、17:18:38,在白沙水库进行高炮发射和BL-1A火箭发射试验作业采集和传输试验。两个作业点进行试验实弹射击3次,发射高炮两发、火箭弹1枚。试验前声级采集仪提前启动对周围环境噪音进行监测,在地面作业信息实时采集分析系统实时显示环境噪音为30~55 dB,11:15:10时和17:17:21时地面作业信息实时采集分析系统实时采

集到瞬时分贝值跃升到120~145 dB。声级采集仪记录电传信号,并通过4G-VPN传输到省级服务器,其记录并传输信息如下:

```
4.000145000071A127894F2016111411351100TYPEVE-
RS01RJHNDKSJ000000reserve00100AAAADKSJ110116,00-
000001,2016-11-1411:15:10.45,2016-11-141:15:15.44,-
ARROWO,01
```

```
000145000071A127894F2016111313351100TYPEVE-
RS01RJHNDKSJ000000reserve00100AAAADKSJ411082,
00000002,016-11-1417:17:21.219,2016-11-1417:17:
21.219,CANNON,01
```

```
000145000071A127894F2016111313351100TYPEVE-
RS01RJHNDKSJ000000reserve00100AAAADKSJ411082,
00000002,2016-11-1417:18:38.520,2016-11-1417:18:
38.520,CANNON,01
```

在发射瞬间,设备能够根据发射弹药的声波准确采集到作业信息,信息包含作业时段、作业装备类型。

11月17日北京时间14:52:47在董天龙作业点进行高炮实弹射击作业信息采集试验,声级采集仪记录下作业计数信息,并根据声波分析判断为高炮作业,根据采集到的信息在地面作业信息实时采集分析系统中实时显示作业位置和作业信息,采集结果如图4所示。(图中灰色条框显示实时作业信息)。

11月16日北京时间16:21在白沙水库作业点进行BL-1A型火箭发射弹药两发,其中空发一发。发射瞬间声级采集仪采集到声级信息两条,根据声波特征判断其中一条为作业实际发射信息,另一条信息不符合作业实际发射声波特征,自动过滤忽略。通过作业装备和弹药全程监控系统将声级采集仪采集到的声级计数信息、作业时间信息与BL-1A火箭系统采集到作业位置信息、作业装备信息、罗盘信息进行加工,组合成实际试验采集到的作业信息(如图1)。系统手工汇集作业装备、罗盘和声级采集仪信息后形成的作业信息表,其中作业装备采集作业次数为两次、声级采集仪采集到作业发射火箭弹为1枚,与实际情况吻合。

3.2.4 试验应用

通过对非自动高炮和全自动火箭架进行实弹发射,利用声级采集仪和现有管理系统进行实弹作业信息采集,首先确定了声级采集仪在实弹信息采集中信息采集能力准确迅速,其次通过针对不同地面作业装备的作业信息采集试验,可对未来大范围进行作业信息实时采集业务的研发推广提供有效的操作方案^[14-15]。其中37式高炮试验结果可应用在非自动高炮、非自动火箭架等不具备信息采集能力的作业装备上;BL-1A型火箭系统试验结果可应用到具备自动装置的各类火箭发射系统、具备自动装置的37式高炮或57式防雹高炮上。

作业详细信息

作业编号:	411122001发射架	作业员:	张国立
作业经度:	130.36	作业纬度:	32.6919
作业开始时间:	2016年11月16日 16时21分	作业结束时间:	2016年11月16日 16时26分
作业次数:	2次	消耗弹药总量:	1枚
作业范围:	公里	作业方位角:	5°
作业仰角:	25°		
作业描述:	很好		
作业后天气:	大雨		
作业装备列表			
序号	装备名称	发射次数	装备编码
1	未知装备	未知	01072020101140500013
装备累计发射次数: 未知			
作业弹药消耗列表			
序号	弹药编码	发射架编码	
1	02071102011646002421	01072020101140500013	

导出

打印

图1 声级采集仪采集到的发射信息

4 结 论

根据在董天龙和白沙水库两个标准化作业点分别进行的37式人影高炮和BL-1A型火箭系统实弹发射作业信息采集试验,验证了声级采集仪利用声波判断地面人影装备作业的准确性和迅捷性是真实有效的。通过针对非自动装备和全自动装备进行的信息采集方案,对声级采集仪和现有业务管理系统在实时作业信息采集工作中的应用具有令人满意的效果,通过以声级采集仪判断作业信息为主,利用多种设备采集和信息系统应用组合的方式对未实现作业点作业信息实时采集提供了一条简单有效的实现方案。

参考文献

- [1] 邵洋,刘伟,孟旭,等.人工影响天气作业装备研发和应用进展[J].干旱气象,2014,32(4):649-657.
- [2] 许焕斌.关于在人工影响天气中更新学术观念的探讨[J].干旱气象,2009,27(4):305-307.
- [3] 马学谦,马玉岩,张小军.青海人工影响天气作业信息系统设计与实现[J].安徽农业科学,2011,39(19):11895-11897,11906.
- [4] 刘国强,田文辉,李怀志,等.人工影响天气作业指挥及信息共享平台[J].电子测量技术,2014,37(4):33-37.
- [5] 张明,樊昌元,张东明,等.人工影响天气“三七”高炮作业数据采集系统[J].成都信息工程学院学报,2015,30(3):259-263.
- [6] 张清,何金伟,魏旭辉.人工影响天气作业决策指挥系统解决方案[J].安徽农业科学,2009,37(15):7301-7302.
- [7] 李宏宇,王华,贾佳丽,等.利用声学方法采集人工影响天气高射炮作业数据[J].应用气象学报,2015,26(5):590-599.
- [8] 龙兴波,樊昌元,黄敏.人影高炮作业数据采集器的移动电源设计[J].成都信息工程学院学报,2014,29(2):179-185.
- [9] 杨经培,杨晓华,马建华.关于人工影响天气作业信息上报的几点建议[J].内蒙古气象,2009(3):34-36.
- [10] 王利林,孙逸帆.人工影响天气火箭作业参数自动控制仪[J].江西科学,2013,31(6):845-849.
- [11] 蒋涛,于平,刘宇,等.区域自动气象站蓄电池在线监测系统的研究[J].国外电子测量技术,2016,35(2):85-89.
- [12] 李美花,闫卫平,王颖,等.微传感器阵列多通道数据采集和处理系统[J].电子测量与仪器学报,2016,30(2):311-317.
- [13] 汤一平,韩国栋,胡克钢,等.一种新型的小型无线

- 主动式全景视觉传感器设计[J]. 仪器仪表学报, 2016, 37(3):553-560.
- [14] 张萍. 人工增雨防雹作业通讯信号质量分析[J]. 贵州气象, 2009, 33(5): 34-35.
- [15] 李东, 郭维波, 樊昌元, 等. 气象炮射检测系统设计[J]. 微计算机信息, 2009, 25(23): 10-11.

作者简介

马鑫鑫, 工学学士, 工程师, 主要研究方向为人工影响

天气技术。

E-mail: shanniu728@163.com

王山海(通讯作者), 工学硕士, 助理工程师, 主要研究方向为人工影响天气技术。

E-mail: shanniu728@163.com

刘谦, 工学学士, 工程师, 主要研究方向为人工影响天气技术。

E-mail: shanniu728@163.com