

文章编号: 2096-1618(2019)02-0194-04

基于“3S”技术的高炮人影作业 安全射界图设计与实现

王 勤¹, 傅郁婷², 祁红彦¹

(1. 成都市气象局人工影响天气中心, 四川 成都 610041; 2. 清华大学数学系, 北京 100084)

摘要:随着成都市经济的快速发展, 人工影响天气高炮作业点周围环境已发生较大变化。为确保高炮作业的安全性, 利用先进的“3S”技术及高炮弹道评估方法, 建立了基于 B/S 架构的地面高炮人工影响天气作业安全应用系统, 实现全区 45 个人影固定作业点安全射界图的绘制, 基础信息管理和系统管理等主要功能, 可切实减少空中未爆弹丸落地时造成对地面人员或重要设施的损害, 减少安全隐患。安全设界分析结果直观可靠, 操作方便快捷, 为地面高炮作业安全提供了科学依据。

关键词:“3S”技术; 高炮; 安全射界; 人影作业

中图分类号: P482

文献标志码: A

doi: 10. 16836/j. cnki. jcuit. 2019. 02. 014

0 引言

成都市位于青藏高原向川西平原的过渡地带, 境内海拔落差大, 河流众多, 干旱和冰雹为主要气象灾害。为减轻气象灾害对农业和社会经济的影响, 成都市建立了 45 个高炮人工影响天气(简称“人影”)作业点, 主要作业装备三七高炮, 作业时把携带有碘化银催化剂的高炮炮弹发射至高空通过爆炸释放凝结核, 进而改变大气中的粒子谱分布, 达到趋利避害的目的。人影地面作业所采用的高炮炮弹均存在约 3‰ 的引信瞎火率^[1], 在空中未能按时爆炸降落地面后危及人员及财产安全, 并给社会带来不良影响。

随着信息技术快速发展和成都市数字化建设的开展, 卫星遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)技术, 简称“3S”, 在人工影响天气应用中更具有突出优势。杨凡等^[2-3]利用高分辨率的卫星影像, 结合高炮作业点周边的实际情况, 制作了高炮安全射界图, 以便在强对流天气来临时, 迅速确定高炮的作业仰角和方位。刘志等^[4]基于 ARCGIS 空间参考、空间分析、制图表达等规则, 实现了安全射界图的自动化绘制。通过全球定位系统 GPS 设备实地测量的作业点经纬度数据通过坐标转换后融合在安全射界图的绘制中, 使得卫星影像解译和地理信息系统显示更加精确^[5]。

为避免空中未爆弹丸落地时造成地面人员或重要设施的损伤, 中国气象局于 2015 年 1 月发布 37 mm 高

炮人工影响天气作业点安全射界图绘制规范气象行业标准^[6], 明确安全射界选取原则, 安全射界图的绘制和审核方法。依据相关行业标准, 利用“3S”技术和 37 mm 高炮弹道参数数据, 设计开发了基于 B/S 架构的高炮人影作业禁射应用系统, 可及时更新各个固定人影作业点的安全射界图, 有效避免未爆弹丸坠落至禁止区域造成的人员生命和财产损失。

1 研究区域及数据分析

1.1 研究区域概况

成都市位于青藏高原东部向四川盆地的过渡地带, 介于 102°54'E ~ 104°53'E, 30°05'N ~ 31°26'N, 其西部为纵贯南北的龙门山脉, 东靠龙泉山脉。海拔最高处为大邑的大雪塘峰, 其值为 5364 m; 最低处为金堂县的云合乡河谷, 海拔为 387 m。西部龙门山脉平均海拔在 1200 m 以上, 地势为西北高东南低。因海拔高度不同, 空气密度不同, 弹丸的阻力系数变化而造成未爆弹丸与标准气象条件产生差异, 成都市地面高炮人影作业点海拔均在 1500 m 以下(图 1), 其弹道可按平原地区考虑^[1]。

1.2 数据分析

1.2.1 作业点数据(GPS)

主要为实地勘测中使用 GPS 设备测得的作业点经纬度、海拔高度、控制点位置。

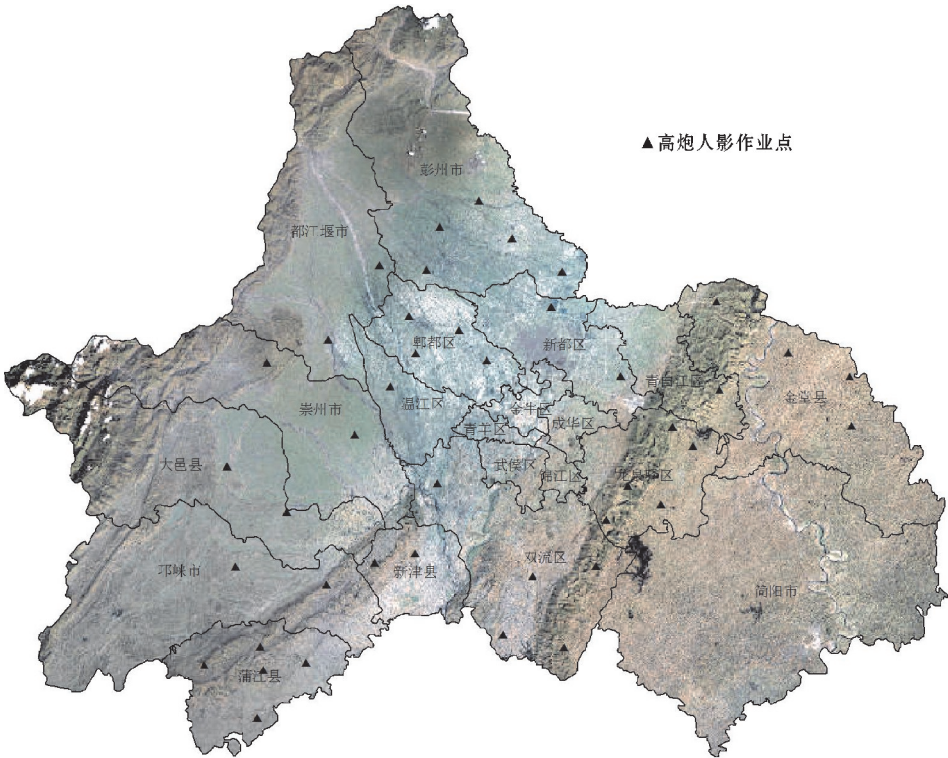


图 1 成都市高炮人影作业点分布地形区域图

1.2.2 地理信息数据(GIS)

由四川省测绘地理信息局提供成都最新的地理信息点数据、线数据和面数据,主要包括村庄、学校、政府部门、军用仓库、化工企业、主要道路等信息,进行 GIS 空间分析。

1.2.3 卫星遥感(RS)

采用成都市 SPOT 高分辨率卫星影像(分辨率为 2.5 m, 部分区域 0.6 m),借助图像处理软件对卫星影像进行数据转换、影像校正、除尘、图像裁剪和拼接、图像增强处理,更清晰地分辨出作业点及区域周围的地物情况。结合 GIS 和 GPS 数据,由熟悉作业点的技术人员对每个作业点位置进行校正,以弥补各个作业点经纬度测量的误差及卫星影像坐标校正不准确的误差。

1.2.4 弹道参数

因作业装备和弹药性能不同,飞行轨迹亦不同,其弹道参数是人影作业安全射界时必须要考虑的重要参量。依据中国气象局发布的行业标准《37 mm高炮人工影响天气作业点安全射界图绘制规范》中气象因素对高炮弹道参数的影响,计算了成都市 37 mm高炮 07 型人雨弹在不同仰角和风的影响下未爆弹丸的理论落点如表 1 所示,其中顺风、逆风风速为 20 m/s。

表 1 成都市 37 mm 高炮 07 型人雨弹
在不同仰角和风的影响下未爆弹丸落点

仰角/(°)	静风/m	顺风/m	逆风/m
60.0	7762	7986	7528
62.5	7362	7608	7105
65.0	6911	7180	6632
67.5	6410	6701	6108
70.0	5859	6172	5534
72.5	5260	5597	4910
75.0	4614	4975	4241
77.5	3925	4310	3527
80.0	3196	3605	2774

Oracle 数据库开发技术,采用 B/S 架构模式,以“3S”技术为基础,利用 JAVA 和 VC++语言为开发平台进行组件式设计。系统设计的主要功能为:采集“3S”数据和高炮作业装备和弹药数据,为制作安全射界图提供基础数据和信息;通过对高分辨率的卫星影像采用数据转换、影像校正、除尘、裁剪和拼接、图像增强等图像处理技术,结合地理信息空间数据分析和高炮弹道参数,综合分析作业点安全射界边界,制作安全射界图;危险作业提示,利用成都市高炮作业信息自动采集系统,实时监测高炮方位和仰角,在进入禁射区域时,系统发出报警提醒人影指挥中心;作业安全统计,通过对各作业点上传的作业信息,按照市(区)县级进行统计分析,并形成报表形式统计作业点作业情况;实现对作业点、敏感区域、作业单位、作业装备及年检等基础信

2 系统设计

系统基于局域网和无线通信网格,利用 WebGis 和

息管理;实现对用户权限、遥感影像、地理信息数据分类管理。系统组织架构如图 2 所示。

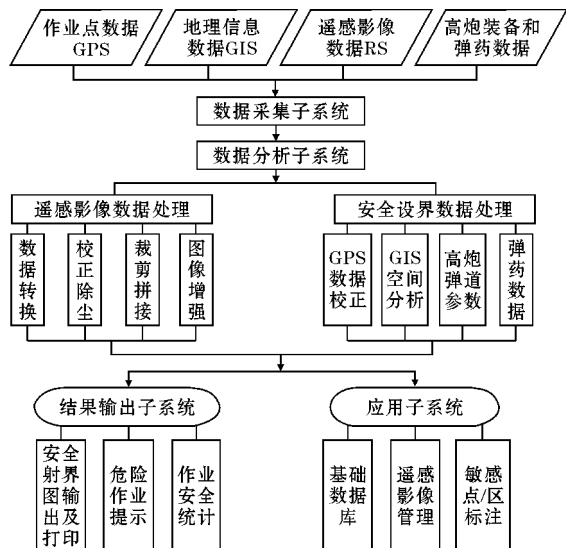


图 2 系统设计架构图

3 安全射界图制作

根据 37 mm 高炮人工影响天气作业点安全射界图绘制规范的安全射界选取原则,避开学校及城镇人口密集区和化工厂及油库之类的重要设施,考虑到风向对弹道的影响,依据表 1 的计算数据,把安全射界边界与人口密集区和重要设施的距离定义为400 m。系统以2.5 m分辨率的 SPOT 正射影像图为基础底图,叠加地理信息数据,在依据 GPS 对各个高炮作业点经纬度精确定位的基础上,由技术人员对每个作业点和地理空间数据进行校正,以弥补各个作业点经纬度测量的误差及由此产生的地理空间数据与卫星影像截取不准确产生的误差,结果输出如图 3 所示。

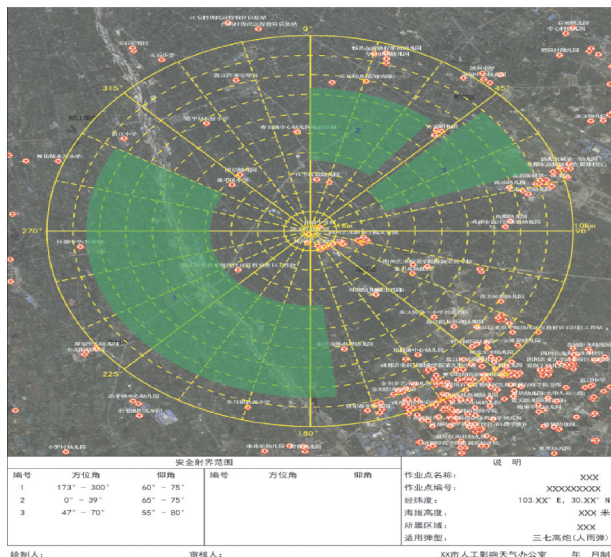


图 3 ××市××点 37 mm 高炮人工影响天气安全射界图

4 系统其他功能

4.1 基础信息管理

在关系型数据库管理系统 MYSQL5.5 支持下,建立地面人影作业点管理、作业单位管理、高炮装备信息和年检记录模块,可对作业点名称、经纬度、海拔高度、高炮型号及维修年检数据等进行入库管理,为高炮安全射界图的制作提供最新的动态数据,方便人影管理人员和作业人员实时掌握高炮状态,保证作业科学性和安全性。

4.2 系统管理

系统管理主要针对不同用户赋予相应的权限,保证系统安全。地图影像、地理信息数据、站点 GPS 数据属于最高级别,仅有系统管理和维护人员才具备新建、编辑、修改、删除功能,其余用户可通过 Web 浏览器的方式制作高炮人影作业安全射界图,并查看系统其他功能。

5 结束语

气象行业标准(QX/T 256-2015)规范了人工影响天气安全射界图的选取方法和绘制内容,依据“3S”技术和37 mm高炮弹道参数,实现了地面高炮人工影响天气作业安全射界图的实时输出,有效地提高人影作业的安全性。

在实际业务应用中,因炮床摆放水平和高炮磨损造成的方位和仰角指示偏差,均会影响未爆弹丸理论落点,需加强对高炮操作人员的理论培训和主炮的维护保养及校正。

致谢:感谢高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室科技发展基金项目(省重点实验室 2018-青年-21)对本文的资助

参考文献:

- [1] 黎祖贤,刘红武,廖俊,等. 基于外弹道计算的人影高炮作业安全评估方法[J]. 气象科技,2016,44(1):152-156.
- [2] 祁红彦,刘立兵,陈嘉沛,等. 基于 GPRS 的高炮作业信息自动采集管理系统[J]. 成都信息工程学院学报,2015,30(6):573-576.
- [3] 杨凡,黄明政,薛允传,等. 基于高分辨率卫星影像的高炮作业点安全射界图的制作[J]. 气象,

- 2008,34(4):124-126.
- [4] 刘志,郝克俊. 基于 ArcGIS Python 的安全射界图自动化制作[J]. 气象科技,2016,44(5):816-821.
- [5] 杨凡,孙琪,孟繁辉,等. 安全射界图技术在人工影响天气指挥系统中的应用[J]. 气象科技,2014,42(3):511-515.
- [6] 龚细利,孙建东,杨凡,等. 37 mm 高炮人工影响天气作业点安全射界图绘制规范[S]. 北京:中国气象局, QX/T 256-2015.

The Design and Implementation of the Safe Shooting Map for the Artillery Operational Points of the Artificial Weather Modification based on “3S” Technology

WANG Qin¹, FU Yuting², QI Hongyan¹

(1. Center of Weather Modification, Chengdu Meteorological Bureau, Chengdu 610041, China; 2. Department of Mathematics Science, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: With the rapid development of the economy in Chengdu, the surrounding environments of artillery operational points of the artificial weather modification have changed greatly. In order to ensure the safety of the artillery operation, a safe applicated system for the artificial weather operation of the ground artillery was established on the basis of the B/S architecture by using the advanced “3S” technology and the trajectory evaluation method of the artillery. It realized the function of the drawing of the safe shooting map of the 45 artillery operational points in the whole area, the basic informational management and the systemic management. Moreover, it can effectively reduce the damage to the ground personnel or the important facilities when the unexploded projectiles fall to the ground and finally reduce the hidden danger. It was intuitive and reliable for the result of the safe shooting boundary map, and convenient and quick for the application. It also provided a scientific basis for the safely operational ground artillery of the weather modification.

Keywords: “3S” technology; artillery; safe shooting map; operational points of the artificial weather modification