

文章编号: 1673-8411(2019)03-094-04

广西人工影响天气安全射界图绘制系统建设

李林红¹, 沙拉木², 黄晓辉¹, 李盼攀², 钟韬¹, 韦增岸¹, 程鹏¹

(1. 广西区人工影响天气办公室, 南宁 530022; 2. 奇台县气象局, 新疆 昌吉 831800)

摘要: 利用互联网和数据库, 将广西全区的作业站点信息与实时在线二维地图相结合, 建设了针对全区人工影响天气作业站点的安全射界图绘制系统, 让作业站点管理专人能根据当地实际情况绘制安全射界图并及时更新, 实现了全区人工影响天气作业站点安全射界图的统一和规范化管理, 确保安全开展地面人工影响天气作业。

关键词: 安全射界图; 制作; 系统

中图分类号: P48

文献标识码: A

Construction of Safety Shooting Map Drawing System for Weather Artificially Affected in Guangxi

Li Linhong¹, Salam², Huang Xiaohui¹, Li Panpan¹, Zhong Tao¹, Wei Zengan¹, Cheng Peng¹

(1. Guangxi Weather Modification Office, Nanning Guangxi 530022; 2. Qitai Meteorological Service, Changji Xinjiang 831800)

Abstract: Using the Internet and database, the operation site information of Guangxi and the real-time online two-dimensional map are combined to construct a safe shooting map drawing system for the weather-affected sites in the whole province, which enables the operation site management specialists to draw and update the safe shooting boundary map in time according to the local actual situation. The unified and standardized management of the safe shooting boundary map ensures the safe operation of the weather modification operation on the ground.

Keywords: safety shooting map; production; system

安全射界是为避免空中未爆弹丸落地时造成地面人员或重要设施损害, 而预选的未爆弹丸落地安全区范围^[1]。安全射界图则是确保开展地面火箭人工影响天气作业时的必备图文资料, 能避免人工决策安全射击区可能出现的误差, 达到安全高效的作业目的^[2]。随着广西经济的快速发展, 全区各个影响天气火箭作业点所在地的周边环境已经发生了很大变化, 根据中国局气象现代化进程, 新建了标准化作业站点, 并对人工影响天气作业装备进行了升级, 人工影响天气作业站点安全射界图的及时更新、规范化、标准化势在必行。

1 现状和存在的问题

广西壮族自治区地处低纬度, 北回归线贯穿全区中部, 西北部为亚热带, 南部为热带; 同时广西山地多、平原少, 岩溶广布, 降水时空分布不均, 北部常有冰雹。广西根据不同的天气环境, 部署了不同的人工影响天气增雨防雹专用装备, 有 ZBZ 型全自动固定式和车载式火箭发射架、WR-98 型全自动固定式火箭发射架和手动车载式火箭发射架。由于不同厂家不同型号作业装备和不同火箭弹的性能、飞行轨迹和因之产生的危险因素不同, 需根据不同的参量和数据进行分析计算来确定安全射界方向、仰角和范围等系数。

广西作业点的安全射界图一直以来只有“作业点四周环境示意图”, 即利用屏幕截取技术制作的屏幕截图, 制作不够规范, 设计不够标准,

收稿日期: 2019-04-10

基金项目: 广西气象地方标准制定项目(人工影响天气火箭固定作业站点建设技术规范 DB 45/T 1540-2017)、广西区气象局气象科研项目“广西区域空中云水资源精细化分析评估技术及关键特征参量优化研究”(桂气科 2019Z02)

作者简介: 李林红(1983-), 女, 主要从事人工影响天气装备保障工作。E-mail: 9385312@qq.com

并且没有一个完整的数据平台进行统一管理, 具体表现在以下方面: (1) 地图分辨率不够高; (2) 对城镇、厂矿、企业、村庄等人口稠密区和油库、高压线等重要设施没有全部明确标注; (3) 没有标出安全射界图禁射区和安全射击范围、方位角、仰角, 无绘制人、审核人、制作日期等信息; (4) 不能根据环境和作业工具的变化而更新。因此, 为解决上述问题, 确保全区火箭人工影响天气作业的安全, 更好的科学规范化管理制作人工影响天气安全射界图, 我们建设了广西人影安全射界图绘制系统。

2 系统设计

2.1 建设需求

火箭弹发射后潜在的危险因素: (1) 根据厂家的生产标准, 火箭弹约有 3/1000 的发射故障率; (2) 发射初期因初速度低而致火箭掉落坠地极易对发射前方 1km 左右距离的地物造成损害; (3) 箭体自毁时未完全破碎或发射终了时因降落伞失效形成的坠落, 会对一定距离方位内地物构成威胁^[3]。

火箭弹发射出去后, 对弹药未爆炸时的落点位置进行判断, 有密集人员或重要设施, 为禁止射击区域, 否则为可射击区域。通过人为在地图上的人口密集区和重要设施上方绘制图形面块遮挡判断是否属于射击区域, 有图形面块遮挡的区域为禁止射击区域, 无面块遮挡的为可射击区域。县级管理员进行安全射界图绘制, 市级管理员进行审核, 审核通过, 出图上墙, 审核不通过, 县级管理员对安全射界图进行修改, 重新提交审核。

2.2 设计思路

按照我国气象行业标准《37mm 高炮人工影响天气作业点安全射界图绘制规范》QX/T 256-2015 要求, 通过读取数据库信息在 GIS 地图上定位作业点的位置 (经纬度、海拔高度等信息), 绘制安全射界图, 根据火箭弹厂家提供的不同海拔高度弹药未爆弹丸 (未开伞) 落点数据, 结合在环境风影响下对弹道的影响, 利用计算机和 GIS 技术计算火箭人工影响天气作业的安全射击区域。

本系统采用 C/S 模式、Gmap.net 地图框架, 设计 GIS 展示、作业点定位、安全射界图绘制、安全射击区域计算四个模块。

GIS 展示模块: 接入天地图, 支持 bing 地图和谷歌地图。

作业点定位模块: 通过密码形式访问作业站点数据库, 获取作业站点经纬度, 在地图上确定作业

点中心点。

安全射界绘制模块: 以作业点为中心点, 以 $55^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 射击仰角未爆弹丸最大射程为半径, 在 GIS 上按 5° 间隔显示黄色闭合圆圈 (8 个), 再以 5° 为分割角度显示黄色方位线段, 根据火箭参数展示初始的安全射界图; 进行地图放大察看, 选取安全区域范围。

安全射击区域计算模块: 利用 Gmap.net 地图平台, 自动检索确定安全落区; 根据厂家提供的火箭弹道参数, 以及安全区域到作业点的距离、方位, 自动计算出火箭弹在安全区域射击的方位角和仰角。

2.3 安全射界的选取原则

(1) 避开人口密集区, 如城镇、村庄、学校等;

(2) 避开重要设施, 如油库、化工厂、文物古迹、军事设施等;

(3) 安全射界边界与人口密集区和重要设施的距离大于 200m^[1]。

2.4 参数选择与修正

火箭安全射击通道图的设计是基于不同海拔的弹道数据考虑 (表 1)。广西现采用 WR, ZBZ 两种类型的火箭弹, 均为尾翼式无控火箭, 环境风力对尾翼式无控火箭飞行弹道有较大影响, 通过厂家提供的数据 (仅就稳定风对弹道主动段的影响), 对作业参数进行修正, 并根据火箭弹道曲线给出的不同发射仰角下弹道最高点相对于发射点的坐标数据用于参考^[4]。

表 1 WR-98 增雨防雹火箭弹道数据 (海拔: 0m)

发射 仰角	水平距离 /km		发射 仰角	水平距离 /km	
	最高点	理论落点		最高点	理论落点
45°	6.18	9.20	64°	4.80	7.10
47°	6.12	9.02	66°	4.41	6.63
50°	6.00	8.81	68°	4.15	6.23
52°	5.58	8.64	70°	3.84	5.79
54°	5.63	8.45	72°	3.52	5.32
56°	5.53	8.22	74°	3.23	4.82
58°	5.37	7.96	76°	2.82	4.80
60°	5.28	7.68	78°	2.43	3.75
62°	4.99	7.36	80°	2.11	3.17

3 系统建设

建设了综合数据库、电脑客户端模块, 用户只需将软件拷贝至满足以下条件的计算机即可使

用该系统（无需安装），提供全区作业站点数据，实现全区作业站点信息同步更新；同时利用 GIS 功能同步当地地图；用户可以根据权限和角色通过系统平台选取作业站点，进行安全射界图的制作审批等功能操作，制作统一标准的人工影响天气安全射界图。本系统建设采用安全稳定简单通用的 C# 语言，C# 是一种面向对象的、运用于 .net framework 之上的高级程序设计语言，它能灵活创建各种分布式应用程序，通过局域网或互联网交互各种数据。

3.1 权限分配

自治区级管理员可以查看、编辑、审核全区人工影响天气作业站点的安全射界图；市级管理员可以查看、编辑、审核本市及辖区人工影响天气作业站点的安全射界图；县区级管理员可以查看、编辑本辖区人工影响天气作业站点的安全射界图。

3.2 地图选取

在安全射界图绘制系统中，提供 3 种地图，方便我们在绘制过程中选择最我们需要的地图进行对比，天地图往往更新慢。打开软件后，系统

默认是选择的 bing 地图，如刚载入的地图显示不完全，我们需要重新选择地图，在绘制结束后，必须选择“天地图”，并且将地图级别放大到 16 级以上才能进行安全射界图的出图。

3.3 作业站管理

该系统不能直接输入经纬度进行定位，绘制人员必须通过密码验证，才能在地图上定位作业点位置，要求电脑既能连外网获取在线地图，也能连内网获取作业站点定位信息，作业站点的经纬度发生改变的，管理员从后台数据库对站点进行变更。

3.4 射界图绘制

选择作业工具和型号并加载站点，在站点射击距离圈内绘制禁射区。通过调整地图级别、分辨率和影像大小，在禁射区上方绘制多边形面块遮盖（图 1）。

3.5 安全区域计算

审核通过后，点击“安全区域计算”按钮，系统自动计算出安全射界区块（如图 2、3）。

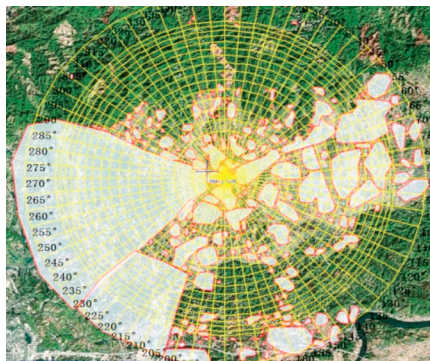


图 1 安全射界图绘制图

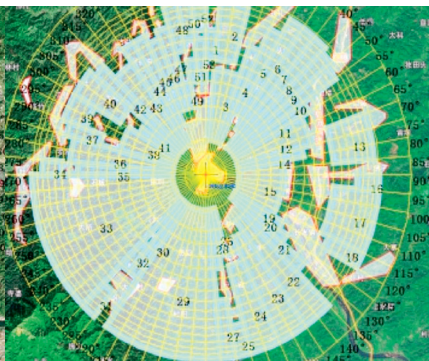


图 2 安全射界区域计算



图 3 部分安全射界区域

3.6 影像输出打印

安全区域计算完成后，将地图放大到 16 级，点击影像输出键，生产成安全射界图，影像出图分辨率为 1.92m。推荐射界区域从正北方向起，沿顺时针方向按阿拉伯数字 1, 2, 3...的顺序编号。

表 2 部分推荐射界

编号	方位角	仰角
1	0-10	77-82
2	20-35	56-64
3	45-60	78-85
4	85-95	70-85
.....

安全射界图上方部分为安全射界区域，下方为安全射界范围名称、站点信息、分辨率等，最下方标注绘制人、审核人、绘制单位和时间。

4 系统应用

本系统于 2017 年在全区试用，试用期间，主要遇到以下问题：（1）同时上内外网才能进行安全射界图的绘制与气象内外网隔离相冲突，导致软件无法使用；（2）绘制安全射界图禁区无法对绘制好的面块进行保存，修改安全射界图时只能从新绘制面块；（3）安全射击区域面块过细、数量过多，在射界图下方无法显示完全；（4）打开

软件后, 有时候地图没有载入。针对以上问题, 采取以下方法来解决: (1) 将加密后的数据库挂到外网服务器上, 只要电脑能上外网, 就可以使用; (2) 增加在地图上自定义区域的保存功能; (3) 对可射击区域最小面块方位划分为 15 度; (4) 打开软件后, 重新选择一次所需要的地图, 便可实现地图的载入。

5 结语

广西人影安全射界绘制系统实现了专人负责人工影响天气作业点安全射界的绘制、审核工作, 针对作业站点周围环境变化可以及时更新安全射界图, 提高了人影安全射界图的规范化和自动化程度, 达到了提高人影安全射界管理安全性的目的。本系统还预留了未来接入其它物联网管理系统和业务软件平台的接口, 以便软件后期的扩展。

参考文献:

- [1] 龚佃利, 孙建东, 杨凡, 等. 《37mm 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.
- [2] 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: 511-515.
- [3] 杨云, 陈英, 彭晓霞, 等. 基于卫星地图的人工影响天气安全射界图研究[J]. 电子技术与软件工程, 2016(17): 168.
- [4] 孙建东, 卢培玉, 周茂山. 人影安全射界图的设计原理及制作应用[J]. 山东气象, 2010, 30(3): 37-41.
- [5] 毕力格, 佟小林, 李汉超. 人影地面作业安全射界分析系统的设计与实现[J]. 电子测量技术, 2017, 40(6): 1-4+14.
- [6] 王跃宁. 基于 GIS 平台与 C/S 架构人影作业安全射界图设计制作[A]. 第 35 届中国气象学会年会 S16 人工影响天气理论与应用技术研讨[C]. 中国气象学会, 2018: 6.
- [7] 航天科技集团公司四院四十一所. R 增雨防雹火箭作业系统[S]. 西安: 航天科技集团公司四院四十一所, 2002: 15-16.
- [8] 段成国, 杨煜珍. 人影安全射界图的设计原理与制作[J]. 科技传播, 2012, 4(15): 162-163.
- [9] 刘德安, 王新光. 人工影响天气作业点安全管理方法探讨[J]. 山东气象, 2010, 30(4): 57-58.
- [10] 郝克俊, 王维佳, 徐精忠. 关于地面人工影响天气安全管理的思考[J]. 黑龙江气象, 2010, 27(3): 33-34.
- [11] 廖雪萍. 《气象研究与应用》应对数字化变革之实践——纪念《气象研究与应用》创刊 60 周年[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(1): 5-6.
- [12] 李耀先, 覃峥嵘. 撰写气象论文的几点注意事项[J]. 广西气象, 2004, (4): 53-55+50.
- [4] 武辉芹, 张金满, 曲晓黎. 河北省南部电网夏季电力负荷特征及与气象因子的关系[J]. 气象科技, 2013, 41(5): 945-948.
- [5] 刘红亚, 曹亮. 上海市电力负荷与气象因子关系及精细化预报[J]. 应用气象学报, 2013, 24(4): 455-463.
- [6] 李钜, 李敏, 等. 基于改进回归法的电力负荷预测[J]. 电网技术, 2006, 30(1): 99-104.
- [7] 万昆, 柳瑞禹. 区间时间序列向量自回归模型在短期电力负荷预测中的应用[J]. 电网技术, 2012, 36(11): 77-81.
- [8] 潘锋, 储琳琳, 张宇俊. 考虑气象因素的 SVM 方法在短期电力负荷预测中的应用[J]. 华东电力, 2007, 35(11): 86-89.
- [9] 韩丽娜. 杭州地区电力负荷特性的分析及预测[D]. 浙江大学, 硕士学位论文, 2008.
- [10] 朱海兵, 崔玉, 熊浩. 基于改进型 BP 神经网络的电网负荷预测[J]. 现代电子技术, 2016, 39(20): 64-66.
- [11] 刘洋, 许立雄. 适用于海量负荷数据分类的高性能反向传播神经网络算法[J]. 电力系统自动化, 2018, 42(21): 96-103.
- [12] 石德琳. 基于神经网络的电力负荷预测研究与实现[D]. 山东大学硕士学位论文, 2016.
- [13] 陈卓, 孙龙祥. 基于深度学习 LSTM 网络的短期电力负荷预测方法[J]. 电子技术设计与应用, 2018, 47(1): 39-41.
- [14] 陈亮, 王震, 王刚. 深度学习框架下 LSTM 网络在短期电力负荷预测中的应用[J]. 电力信息与通信技术, 2017, 15(5): 8-11.
- [15] 周念成, 廖建权, 王强钢, 等. 深度学习在智能电网中的应用现状分析与展望[J]. 电力系统自动化, 2019, 43(4): 180-191.
- [16] Hochreiter S. and Schmidhuber J. Long Short-Term Memory[J]. Neural computation, 1997, (9): 1735-1780.
- [17] Alex Graves, Jurgen Schmidhuber. Framewise phoneme classification with bidirectional LSTM and other neural network architectures[J]. Neural Networks, 2005, 18(5): 602-610.
- [18] Alex Graves. Supervised sequence labelling with recurrent neural networks[M]. Berlin: Springer, 2012: 37-45.
- [19] Alex Graves, Navdeep Jaitly, Abdel-rahman Mohamed. Hybrid speech recognition with Deep Bidirectional LSTM[J]. Automatic Speech Recognition and Understanding (ASRU), IEEE Workshop, 2013.
- [20] Y. Bengio, P. Simard, and P. Frasconi. Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult[J]. Neural Networks, 1994, (5): 157-166.

(上接第77页)