

文章编号: 2096 - 5389 (2022) 01 - 0105 - 05

贵州人影作业空域申报自动化系统应用效果分析

唐辟如¹, 文继芬¹, 孙思思², 崔 蕾¹, 刘 伟¹, 刘国强³

(1. 贵州省人工影响天气办公室, 贵州 贵阳 550081; 2. 贵州省山地环境气候研究所, 贵州 贵阳 550002; 3. 贵州省气象信息中心, 贵州 贵阳 550002)

摘 要:近年来, 针对日益繁忙的空中交通与不断增长的人影作业需求的矛盾, 研制开发了贵州省空域自动化系统, 为进一步了解系统在实际人影作业中的应用情况及效果, 利用 2014—2020 年全省人影地面作业数据及全国人工影响天气作业信息上报等资料, 对使用系统前后的地面人影申报与批复流程、作业情况、空域申请及批复耗时等进行对比分析, 结果表明: ①简化了业务流程, 使用系统后一个申请批复流程从以往的至少需打 8 个电话缩短至 2 个, 平均每个作业点批复耗时减少 1.5 min, 年均有效批复率较使用系统前提高 2.8%, 新型的扁平式管理, 减少了管理层级, 提高了业务效率。②系统投入使用后高炮年均作业次数较使用系统前增长 20%, 火箭年均作业次数较使用系统前增长 82%, 且年均获得作业时长较使用系统前增长 37%, 在实现人影作业多点同时申请与批复的同时, 解决了电话占线等问题, 提高了作业及时申请的成功率。③提高作业信息上传准确率, 使用系统后年均人影地面作业信息上报及时率较使用系统前提高 2.3%。

关键词:空域自动化; 申请与批复流程; 作业分析; 批复耗时

中图分类号: P48; V355.2 **文献标识码:** B

Analysis of the Application of Weather Modification Airspace Declaration Automation System of Guizhou Province

TANG Piru¹, WEN Jifen¹, SUN Sisi², CUI Lei¹, LIU Wei¹, LIU Guoqiang³

(1. Guizhou Weather Modification Office, Guiyang 550081, China; 2. Guizhou Institute of Mountainous Climate and Environment, Guiyang 550002, China; 3. Guizhou Meteorological Information Center, Guiyang 550002, China)

Abstract: In recent years, in response to the contradiction between the increasingly busy air traffic and the growing demand for weather modifications, the Guizhou Province Airspace Automation System has been developed. In order to further understand the application and effect of the system in actual weather modifications, based on the ground operation data of the province from 2014 to 2020 and the national weather modification operation information reporting data and so on, the ground weather modification declaration and approval process, operation status, airspace application and approval time consumption before and after using the system were compared and analyzed. The results show that: ①The process is simplified. After using the system, one application approval process is shortened from at least 8 calls to 2 calls. The average approval time of each operation point is reduced by 1.5 minutes. The average annual effective approval rate is increased by 2.8% compared with that before using the system. The new flat management reduces the management level and improves the business efficiency. ②After the system was put into use, the average annual operation times of the antiaircraft artillery increased by 20% compared with that before the system was used. The average annual operation times of the rocket increased by 82% compared with that before the system was used. The average annual operation time increased by 37% compared with that before the system was used. While realizing the simultaneous application and approval of multiple points weather modifications, the problem of busy telephone lines has been solved, and the success rate of timely application of

收稿日期: 2021 - 03 - 09

第一作者简介: 唐辟如(1992—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事人工影响天气业务技术开发工作, E-mail: 350337780@qq.com。

资助项目: 贵州省气象局科研业务项目(黔气科登[2019]12-01号); 贵州省空域自动化系统应用评估与完善。

work has been improved. ③The accuracy of uploading operations information is improved. After using the system, the average annual rate of reporting ground operation information for weather modifications is increased by 2.3% compared with that before using the system.

Key words: airspace automation; application and approval process; operation analysis; approval time consumption

0 引言

随着国际经济的高速发展,利用人工影响天气实现防灾减灾、趋利避害的需求日渐增多^[1-2],人影地面作业站点在日益增多,同时,空中交通也愈发繁忙,对空域的时间需求日益增大,目前地面人影作业每个作业点平均获得作业时长 1~2 min,作业申请批复过程中若遇到电话占线、堵塞、电台信号不通等问题,则可能直接导致作业点错失作业时间,由此可见,传统的空域受理方式已无法满足如今的人影作业需求。同时贵州地处云贵高原,多山地环绕,属亚热带湿润季风气候,地势复杂,多对流性天气,冰雹、干旱等灾害频繁^[3-5],结合实际需求,贵州省人工影响天气办公室研制开发了空域自动化系统,解决了传统申请的电话占线、堵塞等问题,实现了多点同时申请与批复,大大减少了作业信息

传递的中间时耗,该系统于 2018 年开始在全省 9 个市州试运行,2019 年在 9 个市州正式启用。据了解,云南、河南、西藏、广西等省(自治区)也已将空域自动化系统投入地面人影作业^[6-11],但目前很少有对系统实际应用情况进行分析,本文现就空域自动化系统在贵州省的应用情况进行研究分析,以期进一步对空域自动化系统应用效果进行定量分析,为系统的研究提供一定的理论依据。

1 地面人影作业流程对比分析

图 1 为传统的地面人影作业空域申请批复流程,从图 1 中可以看出,一次作业申请批复往返于以下 5 个部门,一次申请批复至少需要 8 个电话(即一次过程中没遇到电话占线、堵塞等问题,且一次申请就得到作业时间的情况下)。

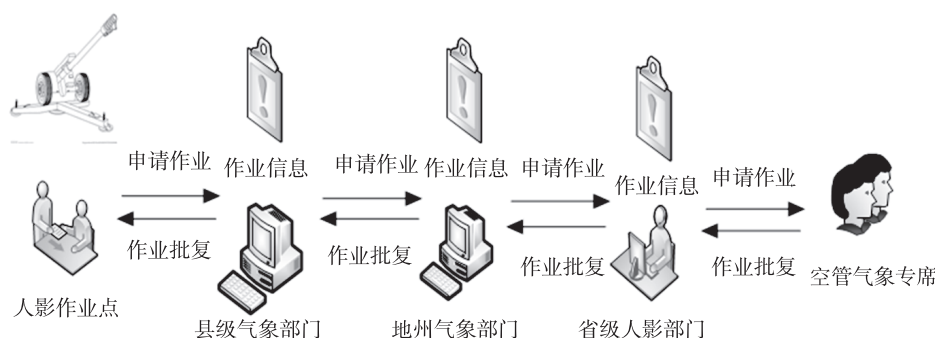


图 1 传统地面人影作业申报流程

Fig. 1 Historical application process for ground weather modifications

图 2 为使用系统后作业申报流程图,由图 2 可知,在遇到天气过程时,人影作业点值班人员通过电话向县级人影工作人员提出作业申请需求,县级人影指挥中心在接到作业点作业申请后,立即从空域自动化系统中对相应作业点(一个或多个)进行“一键申请”到省/空域管制大厅。申请信息(作业点国家编码、作业点编号、站名、所属市州、作业类型、作业工具、申请时间等)将同步显示在各级(县、市、省/空管)人影指挥中心的空域自动化系统中。与此同时,市级人影指挥中心将全程监控系统,关注本市内每个作业点申请动态,做好预警指挥,加

强作业指导,省级人影指挥中心/空域管制大厅在不影响航班或其他空中活动时,通过系统将作业时间“一键批复”到县级人影指挥中心。批复信息(批复作业起止时间)将同步显示在各级人影指挥中心的空域自动化系统中。县级人影指挥中心在接到系统中作业批复时间后,立即通过电话将作业批复信息准确无误地传达到相应人影作业点。

结合图 1、图 2 发现,地面人影申报的主体发生了明显的变化,申报单位的主体由以往的市级气象部门转变为县级气象部门,将传统的一次申请批复至少需 8 个电话缩短至 2 个,新型的扁平式管理,减

少了管理层级,提高业务效率。同时,系统实现多点同时申请与批复,在减少作业信息传递中间时耗的同时,也解决了电话占线、堵塞等问题。

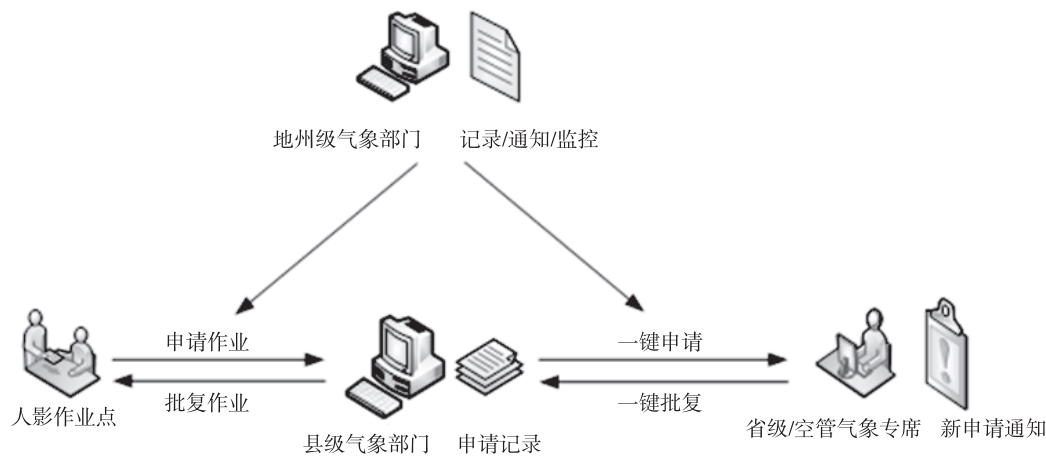


图2 现在地面人影作业批复流程
Fig. 2 Modern approval process for ground weather modifications

2 作业情况分析

2.1 作业数据分析

表1为2014—2020年全省地面作业情况表,从表中可知贵州省年均作业日数达117 d,年均作业点数高达479 站点,可以看出贵州省作业持续时间久,作业范围大,且高炮作业次数最多的年份为2020 年共计3 133 次,火箭作业次数最多的年份为2018 年共计518 次,最高作业次数均出现在使用系统后。同时,2014—2017 年(使用系统前)高炮年均作业次数为2 237 次,火箭年均作业次数为239 次,2018—2020 年(使用系统后)高炮年均作业次数为2 690 次,火箭年均作业次数为435 次。从表1 中可知,在系统投入使用后高炮年均作业次数较使用系统前增长20%,火箭年均作业次数较使用系统前增长82%。

表1 2014—2020 年全省地面作业情况表

Tab. 1 Ground operation of the whole province from 2014 to 2020

年份/年	作业日数	申请作业点数	高炮作业次数	火箭作业次数	作业次数
2014	107	470	2202	225	2427
2015	122	463	1981	189	2170
2016	135	475	2893	236	3129
2017	115	482	1872	307	2179
2018	115	483	2518	518	3036
2019	115	474	2419	364	2783
2020	112	507	3133	425	3558
合计	821	3354	17018	2264	19282

由表1 可知,在使用系统后,作业次数与用弹量均有所增加,考虑有可能是因为冰雹次数增大的原因,故挑选使用系统前后降雹站次相当的2 次个例来进行简单的对比分析。从表2 中发现,2016 年4 月12 日与2020 年3 月23 日两次过程降雹站次相当,但使用系统后,得到的作业次数较使用系统前增长113%,高炮用弹量较使用系统前增长96%,火箭用弹量较使用系统前增长129%,由此可知,系统应用效果较好。

表2 两次个例作业对比分析

Tab. 2 Comparative analysis of two case operations

作业日期	降雹站次	获得作业次数	高炮用弹量	火箭用弹量
2016 年4 月12 日	35	120	2605	31
2020 年3 月23 日	32	255	5104	71

图3 为使用系统前后全省各市州年均作业次数对比,从图中可知,除铜仁外,其余市州在使用系统后作业次数均较使用前增加,其中黔东南年均作业次数增长率最大,较使用系统前作业次数增长67%。结合表1 和图3,一方面考虑作业需求的增大,另一方面由于系统的使用,解决了电话占线等问题,系统可同时多点进行操作,提高了各市州作业申请成功率,使得各市州实际作业次数较使用系统前增多。

图4 反映了贵州省2014—2020 年年均作业次数空间分布情况,从图中可知,毕节、六盘水、黔西南和安顺一带年均作业次数在300 次以上,其中毕节年均作业次数最高,而遵义、铜仁和黔东南一带

年均作业次数低于 200 次,从空间分布情况来看,全省的年均作业情况呈现出由西北向东南递减的规律。

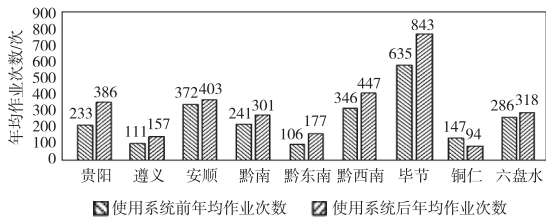


图 3 系统使用前后年均作业次数对比

Fig. 3 Comparison of the average number of operations before and after the system was used

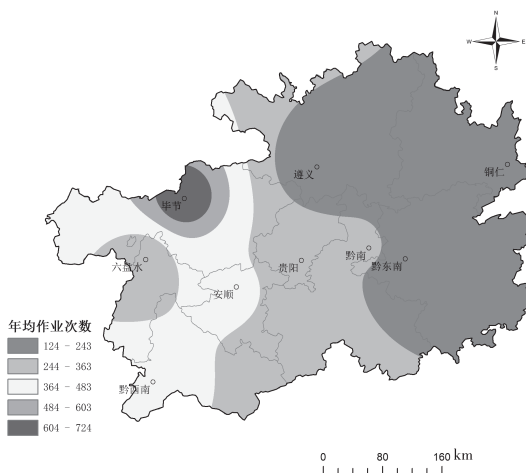


图 4 贵州省 2014—2020 年年均作业次数空间分布

Fig. 4 The spatial distribution of the average number of operations in Guizhou Province from 2014 to 2020

图 5 为 2014—2020 年全省获得地面人影作业累计时长,从图中可知,获得作业时长最多的年份为 2020 年累计 9 941 min,获得作业时长最少的年份为 2015 年累计 4 048 min,2014—2017 年年均获得作业时长为 5 014 min,2018—2020 年年均获得作业时长为 6 858 min,使用系统后年均获得作业时长较使用系统前增长 37%。

2.2 空域申请情况分析

结合人影实际地面作业情况和天气过程持续时间,定义有效批复为从申请到批复作业不超过 10 min 的作业为有效批复,有效批复率 = 有效批复次数/总批复次数。批复耗时:作业开始申请到批复作业的时间为批复耗时。从图 6 中可知,2020 年有效批复率最高为 87%,2018 年有效批复率最低为 67%。2014—2017 年年均有效批复率为 74.7%,2018—2020 年年均有效批复率为 77.5%,使用系统后年均有效批复率较使用系统前提高 2.8%。

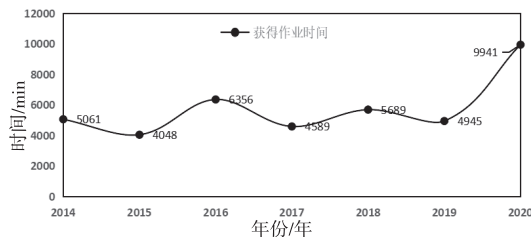


图 5 2014—2020 年全省获得地面作业时长

Fig. 5 The province's ground operation hours obtained from 2014 to 2020

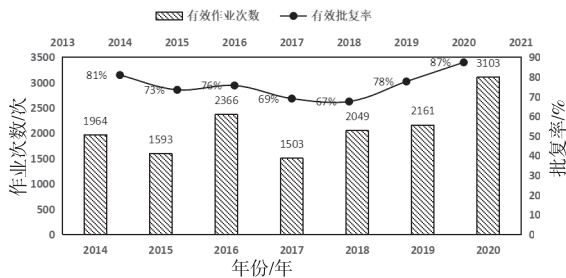


图 6 2014—2020 年有效作业次数与有效批复率

Fig. 6 Number of valid operations and valid approval rate from 2014 to 2020

图 7 为 2014—2020 年人影作业平均批复耗时(某一时段所有得到作业的批复耗时与作业总次数之比)图,从图中可以看出平均批复耗时最长的年份为 2017 年的 11.63 min,平均批复耗时最短的年份为 2020 年的 4.84 min,批复耗时整体上呈下降趋势,下降率为 0.2918 min/a,在使用系统前(2014—2017 年)平均批复耗时 9.45 min,使用系统后(2018—2020 年)平均批复耗时 7.95 min,即使用系统后每个作业点批复时间提高 1.5 min。

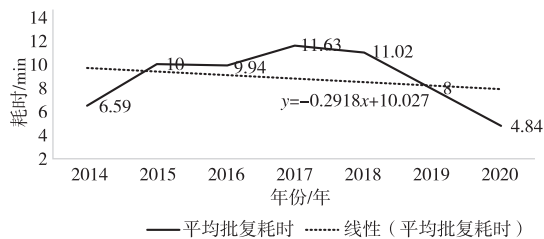


图 7 2014—2020 年全省地面人影作业平均批复耗时

Fig. 7 The average time taken for approval of ground weather modifications in the whole province from 2014 to 2020

3 全国人工影响天气作业信息上报及时率

地面人影作业信息上报是气象情报服务工作的重要组成部分,信息上报必须遵循及时性、准确性、真实性的原则,根据贵州省 2016—2020 年的全

国人工影响天气作业信息上报质量报(见图8),可以看出每年3—6月的平均人影地面作业信息上报率均低于全年平均,且使用空域自动化申报系统前(2016—2017年)的年均人影地面作业信息上报及时率为97.62%低于使用系统后(2018—2020年)的99.91%。



图8 贵州省2016—2020年人工影响天气地面作业信息上报及时率

Fig. 8 Timeliness of reporting information on artificial weather modifications ground operations in Guizhou Province from 2016 to 2020

4 小结

本文通过对2014—2017年(使用系统前)与2018—2020年(使用系统后)贵州省地面人影申报与批复流程、作业情况、空域申请及批复耗时等进行对比分析,发现该系统在界面显示、数据查询等方面仍需进一步完善,同时结合全国人工影响天气作业信息上报,对空域自动化系统进行实际应用分析,得到如下结论:

①扁平式管理,减少了管理层级,简化了业务流程。使用系统前,一个作业申请:炮站—县—市—省—空管,往返于5个部门,在一切顺利的情况下(无其他交通占用空域、电话不占线等),最少需通过8次电话沟通才能完成一个作业的申请到批复。使用系统后,直接从县—省/空管,一个申请批复流程从以往的至少需打8个电话缩短至2个,大大减少了信息传递的中间时耗(批复时耗较使用系统前平均每个作业点减少1.5 min),减少无效批复(即作业申请后得到批复时间,但待批复时间信息传递到炮站时已错过批复时间从而无法作业)等情况。

②实现了人影作业多点同时申请与批复,解决了电话占线等问题,提高业务效率和作业及时申请

的成功率。通过对比分析使用系统前后作业数据和空域相关数据,发现在系统投入使用后高炮年均作业次数较使用系统前增长20%,火箭年均作业次数较使用系统前增长82%,且使用系统后年均获得作业时长较使用系统前增长37%,年均有效批复率较使用系统前提高2.8%,且在使用系统后平均每个作业点批复耗时减少1.5 min,据了解,近年来空中交通日益繁忙,日航班量达1700余次,在空域资源愈发紧张的情况下,作业次数、作业时长和有效批复率较系统使用前均有所增加,说明系统应用效果较好。

③提高作业信息上传准确率。地面人影作业信息上报是气象情报服务工作的重要组成部分,据统计发现在使用系统后年均人影地面作业信息上报及时率较使用系统前提高2.3%。

参考文献

- [1] 黄祥宁. 人工影响天气在防灾减灾中的作用及发展思考[J]. 农村实用技术, 2019, 22(9): 118.
- [2] 瓦黑提·阿扎买提. 人工影响天气在防御气象灾害中的重要作用[J]. 新疆气象, 2005, 25(2): 36.
- [3] Zhe - Hong W U. Climatic Characteristics of Hail Disaster and Division of Defense Region in Guizhou Province[J]. Meteorological & Environmental Research, 2011, 8: 63 - 66.
- [4] Yang Y. The relationship between meso - β scale topography with hail and heavy rain over Guizhou province[J]. Plateau Meteorology, 1997. 16(2): 197 - 203.
- [5] 罗宁. 中国气象灾害大典(贵州卷)[M]. 北京: 气象出版社, 2006.
- [6] ZHOU P K, QIN J M, ZHANG J W. The system of weather modification airspace application design and implementation[J]. Journal of Yunnan University (Natural Sciences Edition), 2013. 35(1): 270 - 275.
- [7] 黄毅梅, 周毓荃, 鲍向东, 等. 人工影响天气高炮(火箭)作业空域自动化申报系统[J]. 气象科技, 2006, 34(3): 301 - 304.
- [8] 桑单平措, 周少科, 杨刚, 等. 基于GIS技术平台开发西藏地区人工影响天气对空作业自动化空域申请系统[J]. 西藏科技, 2012(12): 61 - 62.
- [9] 王冀. 广西人工影响天气作业综合指挥系统设计与实现[D]. 电子科技大学, 2016.
- [10] 郑玲, 郭广, 马守存, 等. 基于个人任务的气象服务产品人机交互制作发布系统设计与实现[J]. 气象水文海洋仪器, 2021, 38(1): 63 - 65.
- [11] 薛笋笋, 高英育, 肖建辉, 等. 基于B/S架构的宁夏综合气象观测站网管理系统设计与实现[J]. 气象水文海洋仪器, 2021, 38(4): 92 - 94.