

高沁,汪玲,李琼,等.湖南省不同作业期人工增雨的需求探析[J].气象研究与应用,2021,42(3):50-54.

Gao Qin, Wang Ling, Li Qiong, et al. Analysis on the demand of artificial precipitation enhancement in different operation periods in Hunan Province[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2021, 42(3): 50-54.

湖南省不同作业期人工增雨的需求探析

高沁^{1,2}, 汪玲^{1*}, 李琼¹, 刘宝光³, 李敬哲¹, 徐冬英¹, 唐林¹

(1.湖南省人工影响天气领导小组办公室,长沙 410118; 2.气象防灾减灾湖南省重点实验室,长沙 410118;

3.湘西自治州气象局,湖南 吉首 416000)

摘要:利用湖南省主要农作物、森林火灾和洞庭湖遥感监测等资料,采用统计分析方法,从农业抗旱、森林火险和生态保护方面,探讨湖南省人工增雨不同作业期的需求。结果表明,针对农业抗旱开展的人工增雨主要作业期因作物发育期不同而有差异,作业区域因作物布局不同也有区别,水稻主作业期为7—10月,根据干旱情况可覆盖全省;油菜主作业期为10月中下旬—次年3月,区域为湘中以北和衡阳地区;棉花主作业期为6月中旬—8月,区域为洞庭湖区和衡阳地区。林业人工增雨主作业期为8月、10月—次年4月,主要作业区在邵阳、郴州、永州、怀化等四个森林火灾高发市州。洞庭湖湿地生态保护人工增雨主要作业期在枯水期11月—次年4月。

关键词:农作物抗旱;森林防火;湿地保护;人工增雨

中图分类号: P481

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.3.09

OSID:



引言

湖南地貌形态复杂多样,处在东南季风和西南季风相交的典型亚热带季风气候区,降水年际变率大,时空分配不均^[1]。每年在前汛期(4—6月)结束后,受西太平洋副热带高压控制,气流下沉、天气晴热高温,容易出现夏秋季干旱,其中7月最多,湖南等地区发生最为频繁^[2]。近年来,全球气候变化背景下,严重旱灾发生的频率明显增加^[3],气候变化对农业影响的研究一直是气候变化研究领域的热点问题,对农作物的生长和产量有重要影响^[4-6]。严重干旱可造成农作物水分大量亏缺,导致农作物生长发育不良而减产,甚至作物干死绝收^[7];农业干旱密切影响长江中下游粮食产量,关系农业生产。高温干旱叠加等因素影响下,容易引起森林火灾、大气污染^[8-9],同时也对湿地生态系统造成破坏。湖南是农业大省,森林覆盖率达59.96%,洞庭湖湿地在湖南省自然生

态系统中,具有生物多样性和较高生产力、重要环境调节功能的作用。近年来围绕农业抗旱、森林防火和生态保护服务是湖南省开展人工增雨作业的主要任务,并将森林防灭火人工增雨作业纳入常规和应急保障服务。围绕这些任务,樊志超等^[10]对湖南一次重大森林火灾积层混合云人工增雨作业条件和效果分析做了研究,自2017年起专项开展秋冬季降低森林火险等级飞机人工增雨作业。刘可群等^[11]利用8年EOS-MODIS数据分析了洞庭湖水体面积变化与流域面雨量、降水等相关因子的关系。胡金金等^[12]利用2000—2014 Terra/MODIS数据研究了洞庭湖水体面积年内和年际变化规律。前人已对不同天气类型人工增雨作业、人影天气模式预报检验和人工增雨作业效果统计检验与分析^[13-15]。研究显示,湿地的恢复最主要的因素就是增加洞庭湖区域的地表水,而人工增雨是目前获取水资源最直接的途径之一^[16]。

为掌握湖南省农业抗旱、森林防火灭火和湿地

收稿日期: 2021-04-19

基金项目: 湖南省气象局预报员专项(XQKJ18C013)、湖南省人影办科研课题(HNSRYB2017006)、湖南省气象局第三期业务能力建设项目建设(NLJS12)

作者简介: 高沁(1986—),女,工程师,主要从事大气物理、人工影响天气技术研发。E-mail: 343888102@qq.com

* 通讯作者: 汪玲(1989—),女,工程师,主要从事人工影响天气业务研究。E-mail: 93738546@qq.com

生态保护人工增雨作业期需求,从湖南主要农作物种植区域及其生育期需水量、森林火灾时空变化特征以及洞庭湖湿地水域面积的变化规律出发,探讨不同作业期人工增雨的需求,进一步为湖南省科学高效开展人工增雨作业提供依据。

1 资料与方法

水稻、油菜、棉花作物发育期资料来自文献^[7,17-18],因为作物水分临界期是水分缺乏或过多对产量影响最大的时期,而其前后临近时段(一般取水分临界期前后 3 旬)也是对作物产量影响较大的时期(简称为“临界前期”和“临界后期”),所以选取作物生育时期中作物需水临界期及其前后时段,作为全

面分析影响作物产量的主要时段^[17-18]。油菜是跨年作物,冬前生长对产量也有一定影响,因此增加冬前生育期。

林火资料来自湖南省林业厅提供的 2008—2017 年森林火灾统计数据,洞庭湖水体面积资料来自国家卫星中心提供的 1989—2018 年遥感监测逐月数据。

利用上述有关数据,采用数理统计方法分析有关要素的时间变化规律。

2 结果与分析

2.1 农业抗旱需求

湖南省主要农作物的需水生育阶段见表 1。

表 1 湖南省主要农作物需水生育阶段

作物	生育阶段			
	冬前期	临界前期	水分临界期	临界后期
水稻	—	分蘖至拔节	孕穗到抽穗	开花后期到成熟
油菜	√	蕾期	抽薹到开花	角果成熟中前期
棉花	—	蕾期	花铃前期	花铃后期

2.1.1 水稻

湖南双季稻种植主要分布于雪峰山脉以东的丘陵平原和中低海拔山地,湘西仅在部分低海拔河谷盆地有少量种植。目前,湖南双季稻主要种植(面积>1 万 hm²)在长沙、株洲、湘潭、衡阳、邵阳、岳阳、常德、益阳、郴州、永州、怀化、娄底等市的 58 个县级行政区;中稻种植主要分布于湘西、湘南中海拔山区,湘中、湘东部分山区也有少量种植。一季晚稻主要分布在湘中及其以北。目前,湖南中稻和一季晚稻主要种植在张家界、湘西自治州、怀化、邵阳、娄底、益阳、常德、岳阳、长沙等市(州)的 31 个县级行政区^[7]。

湖南水稻生育期约 130~160d。按表 1 的需水生育阶段划分,早稻需水生育期为 5 月下旬至 7 月,晚稻需水生育期为 8 月至 10 月,中稻需水生育期为 5 月下旬至 8 月^[17-18]。湖南省以秋旱最多,夏秋连旱次之,根据水稻生育阶段对水分的需求,7—10 月是湖南省水稻人工增雨抗旱的主要阶段,作业区域根据干旱情况可覆盖全省。

2.1.2 油菜

湖南省共有 38 个油菜重点县,有 17 个位于洞庭湖区,占全省油菜种植面积的 40%,菜籽产量占全省总产量的 50%,衡阳盆地和湘西北两地为油菜

种植优势区^[7]。

油菜在田间适宜水分和温度条件下,播种后 3~5d 即可出苗。油菜需水关键期干旱会造成油菜出苗率低、生长缓慢、产量降低等影响。根据油菜生育阶段和需水生育期特点^[17-18],油菜需水生育期为 10 月中下旬到 4 月。湖南省主雨季从 4 月的第 2 候开始^[19]。因此,针对油菜开展农业增雨抗旱的主要阶段为 10 月中下旬到次年 3 月,主要作业区域为湘中以北和衡阳地区。

2.1.3 棉花

湖南省主产棉区集中在洞庭湖区的常德、益阳、岳阳三市和衡阳盆地^[7]。

湖南省棉花主要需水生育期为 6 月中旬—8 月。棉花因蒸腾作用大,干旱对棉花的产量、品质影响大^[17-18]。湖南省针对棉花开展农业增雨抗旱的主要阶段为 6 月中旬—8 月,主要作业区域为洞庭湖区和衡阳地区。

2.2 森林防火需求

湖南省林业用地面积 1.2998×10⁷hm²,森林蓄积量达 6.18×10⁸m³。湖南省东、西、南三面山地环绕,武陵山区、雪峰山脉、南岭山脉和罗霄山脉等山区森林覆盖量多在 75%以上。全省 122 个县(市、区)中有

95 个县(市、区)属于国家森林火灾高风险区,属南方森林防火重点区域。气候变化和社会发展加剧了森林火灾的影响程度^[20],森林防火灭火需求强盛。通过对 2008—2017 年湖南省森林火灾统计数据进行分析,发现十年来森林火灾次数和过火面积均呈明显减少的趋势(图 1),特别是 2015—2016 年,火灾总次数为十年最低,分别为 51 次和 65 次,2017 年森林火灾次数有所反弹,出现 334 次火灾。

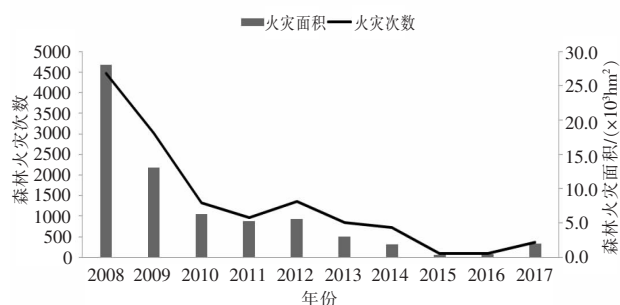


图 1 湖南省森林火灾年际变化

从湖南森林火灾月际变化可以看出(图 2),湖南一年四季均有火灾发生,呈现出明显的季节变化,年内变化幅度较大,2—4 月是年内森林火灾面积最大及火灾次数最多的时段,10 月至次年 1 月为火灾第二高发阶段,8 月份火灾受灾面积仅次于 1—4 月份。郭海峰等^[21]统计分析了湖南历年森林火灾对应同期天气条件,指出温度、风速、相对湿度和降雨量等因子不同取值范围对森林火灾的影响不同,日降雨量大于 2mm 时,森林火灾很少发生,而低于 0.3mm 时,森林火灾则很容易发生。湖南盛夏高温少雨、秋季干燥少雨、冬季降雨强度弱,这些都是造成盛夏及秋冬季火灾发生频次较高、受灾面积较大的自然因素。2—4 月森林火灾频次及面积急剧扩大,更大可能是跟春节及清明前后的人为活动有关。

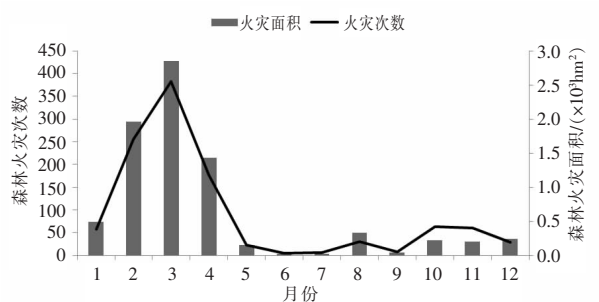


图 2 湖南省森林火灾月际变化

2008—2017 年湖南森林火灾发生次数及火灾面积(见图 3)在全省分布不均,邵阳市、郴州市、永州市、怀化市火灾次数位于前四位,其中邵阳市火灾次

数最多,平均每年有 206 次火灾,占全省 18.69%,其次是郴州市有 118 次火灾,占全省 10.72%。森林火灾受灾面积永州市最大,占全省 18.66%,怀化市火灾面积居第二,占全省 16.39%,郴州火灾面积居第三,占全省 14.65%,邵阳市火灾面积居第四,占全省 12.63%。

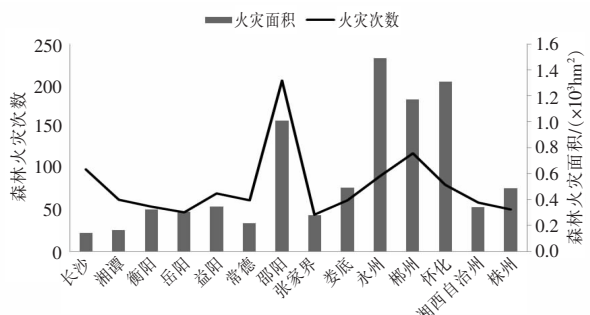


图 3 2008—2017 年湖南各市州森林火灾及火灾面积分布情况

近十年来湖南省森林火灾次数和过火面积均呈明显减少的趋势;2—4 月是年内森林火灾面积最大及火灾次数最多的时段,10 月—次年 1 月为火灾第二高发阶段,8 月份火灾受灾面积仅次于 1—4 月份,湖南省森林火灾高发时段在每年春节和清明节的前后、秋冬季及盛夏。2008—2017 年湖南省森林火灾地域差异大,森林火灾的发生受诸多因素影响。因此,应选择 8 月、10 月份—次年 4 月份在湖南省林区开展人工增雨作业以降低森林火险等级,在邵阳、郴州、永州、怀化等四个火灾高发市州选择其火灾高发月份重点开展增雨作业。

2.3 洞庭湖湿地生态保护需求

图 4 给出了近 30a 洞庭湖水体面积的月际变化规律。可以看出,洞庭湖水体面积呈单峰型曲线分布,其月际变化主要分为两个时期:11 月至次年 4 月水体面积较小,为枯水期;5 月至 10 月较大,为丰水期,其中 7 月份湖区水体面积达到最大值,为 1840km²,1 月份水体面积最小,为 463km²,两者相差约 1400km²,由此可反映出洞庭湖水体面积在 1 年内随季节变化很大。

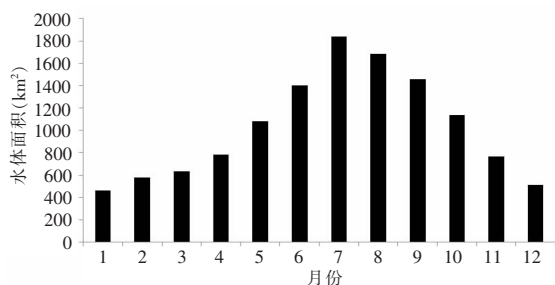


图 4 1989—2018 年洞庭湖水体面积月际变化

从近 30a 洞庭湖水体面积的年际变化(图 5)可知,湖区水体面积存明显的年际变化,其中,1996 年和 1998 年洞庭湖水体面积为近 30a 来峰值,分别为 1258km² 和 1281km²,2006 年和 2011 年湖区水体面积为近 30a 来的谷底,分别仅 737km² 和 771km²。洞庭湖区发生干旱的次数并不少,大多出现在春冬时节的枯水期,灾情较轻。但 2006 年和 2011 年的旱灾

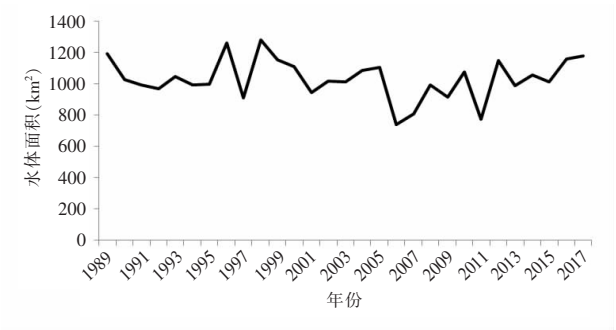


图 5 1989—2018 年洞庭湖水体面积年际变化

均发生在丰水期,2006 年旱灾出现在 7—8 月,洞庭湖面积急剧缩减,使其提前进入枯水期,2011 年则发生在 6 月,出现“退水为洲”的现象。近 30a 洞庭湖水体面积的年代际变化整体呈现“多—少—多”的变化,20 世纪 90 年代湖区水体面积最大,平均达 1062km²,进入 21 世纪后,前十年的水体面积显著减少,平均值只有 971km²,而近 10a,水体面积又明显增加,甚至接近于上世纪 90 年代水平。

干旱使洞庭湖湿地缺水,对湿地生物多样性和生态平衡造成很大影响。根据洞庭湖水域变化特征,一般情况下选择在洞庭湖湿地枯水期 11 月至次年 4 月,以及异常气候年的干旱时段开展人工增雨作业,以保护洞庭湖湿地生态环境。

综上,针对农业抗旱、森林火险和生态保护需求,湖南省开展人工增雨主要作业期及作业区域见下表 2。

表 2 湖南省农业抗旱、森林火险和生态保护人工增雨主要作业期及作业区域

服务目标	分类	作业期	作业区域
农业抗旱	水稻	7—10 月	全省
	油菜	10 月中下旬—次年 3 月	湘中以北和衡阳地区
	棉花	6 月中旬—8 月	怀化、长沙、永州、郴州、邵阳
降低森林火险等级		8 月、10 月—次年 4 月	主要林区和火灾高发市州
洞庭湖湿地生态保护		11 月—次年 4 月/丰水期干旱月份	洞庭湖区

3 结论

从湖南农业抗旱、森林防火和生态保护三个方面,分析了主要农作物的种植区域和生育期需水期、森林火灾变化规律和洞庭湖湿地水域面积变化规律,探讨了湖南省开展人工增雨作业的不同需求,并得到如下结论:

(1) 针对水稻人工增雨抗旱作业的主要时期为 7—10 月,作业区域根据干旱情况可覆盖全省;针对油菜开展作业的主要阶段为 10 月中下旬—次年 3 月,主要作业区域为湘中以北和衡阳地区;针对棉花开展作业的主要阶段为 6 月中旬—8 月,作业区域为洞庭湖区和衡阳地区。

(2) 2008—2017 年湖南森林火灾次数和受灾面积均呈明显减少趋势。2—4 月是湖南省森林火灾面积最大及火灾次数最多的时段,10 月至次年 1 月为火灾第二高发阶段,8 月份火灾受灾面积仅次于

1—4 月份,选择 8 月、10 月到次年 4 月份在邵阳、郴州、永州、怀化四个火灾高发市州,开展人工增雨作业以降低森林火险等级。

(3) 近 30a 洞庭湖水域面积存在明显月际、年际、年代际变化,年代际变化整体呈现“多—少—多”的变化规律。11 月至次年 4 月为枯水期,5 月至 10 月为丰水期,极端干旱年份洞庭湖在丰水期也出现“退水为洲”现象。选择在枯水期 11 月至次年 4 月、异常气候年份丰水期的干旱时段开展人工增雨作业以保护洞庭湖湿地生态环境。

参考文献:

[1] 张剑明,章新平,黎祖贤,等.近 36 年湖南省干湿的空间分布特征及变化趋势[J].热带气象学报,2010,26(2): 235-241.

[2] 叶天,余锦华,叶梦茜,等.中国区域性骤发干旱特征分析[J].气象科学,2021,41(3):295-303.

[3] 周益辉,曾光平,唐林,等.南方夏秋干旱期间的天气气

- 候特征[J].应用气象学报,2003,14(S1):118-125.
- [4] 许吟隆,赵运成,翟盘茂.IPCC 特别报告 SRCCL 关于气候变化与粮食安全的新认知与启示[J].气候变化研究进展,2020,16(1):37-49.
- [5] 廖雪萍,黄梅丽,雍阳阳,等.气候变化对广西农业影响的研究进展与展望[J].气象研究与应用,2020,41(4):72-80.
- [6] 匡昭敏,谭孟祥,刘志平,等.广西农业气象研究与业务的发展历程与展望[J].气象研究与应用,2020,41(4):62-71.
- [7] 廖玉芳,汪扩军,赵福华等.湖南省现代农业气候区划[M].长沙:湖南大学出版社,2010.
- [8] Vinodkumar, Dharssi I. Evaluation and Calibration of a High-resolution Soil Moisture Product for Wildfire Prediction and Management[J]. Agricultural & Forest Meteorology, 2019, 264:27-39.
- [9] 于人杰,康平,任远刘瑞,等.成都市降水对大气颗粒物湿清除作用的观测研究[J].环境污染与防治,2020,42(8):990-995.
- [10] 樊志超,刘富来,肖清等.湖南一次重大森林火灾人工增雨作业条件与效果分析[J].气象与环境学报,2019,35(5):100-107.
- [11] 刘可群,梁益同,黄靖,等.基于卫星遥感的洞庭湖水体面积变化及影响因子分析[J].中国农业气象,2009,30(S2):281-284,336.
- [12] 胡金金,张艳,李鹏.基于 MODIS 数据的洞庭湖水体面积变化分析[J].黑龙江工程学院学报,2017,31(2):25-29.
- [13] 丁莉,丁元武,李蔚,等.湖南夏秋季不同天气类型人影天气模式预报检验[J].气象研究与应用,2020,41(2):50-54.
- [14] 韦增岸,张正国,程鹏,等.广西一次飞机增雨过程个例分析[J].气象研究与应用,2019,40(3):90-93,116.
- [15] 汪玲,韦增岸,程鹏,等.湖南人工增雨作业效果统计检验与分析[J].气象研究与应用,2019,40(3):85-89.
- [16] 周万福,李凤霞,周秉荣,等.人工增雨补水型湿地修复技术研究[J].草业科学,2009,26(12):92-97.
- [17] 杨晓光,李茂松等.中国南方季节性干旱特征及种植制度适应[M].北京:气象出版社,2014.
- [18] 陆魁东,帅细强,刘富来,等.湖南气候与作物气象[M].长沙:湖南科学技术出版社,2015.
- [19] 吴贤云,叶成志,王琪.两湖流域雨季降水气候特征分析[J].暴雨灾害,2016,35(6):497-503.
- [20] 国家林业局.全国森林防火规划(2016-2025)[Z].2016.
- [21] 郭海峰,禹伟.湖南省森林火险天气等级预测模型研究[J].中南林业科技大学学报 2016,36(12):44-47,67.

Analysis on the demand of artificial precipitation enhancement in different operation periods in Hunan Province

Gao Qin^{1,2}, Wang Ling^{1*}, Li Qiong¹, Liu Baoguang³, Li Jingzhe¹, Xu Dongying¹, Tang Lin¹

(1.Office of Hunan Weather Modification Leading Group, Changsha Hunan 410118;

2. Hunan Key Laboratory of Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Changsha Hunan 410118;

3. Meteorological Bureau of Xiangxi Autonomous Prefecture, Jishou Hunan 416000)

Abstract: Based on the data of main crops, forest fire and remote sensing monitoring of Dongting Lake in Hunan Province, the needs of artificial precipitation in different operation periods in Hunan Province were discussed from the aspects of agricultural drought resistance, forest fire insurance and ecological protection. The results show that the main operation periods of artificial precipitation enhancement for agricultural drought resistance are different due to different crop development periods, and the operation areas are also different due to different crop layout. The main operation period of rice is from July to October, which can cover the whole province according to the drought situation. The main operation period of rape is from mid to late October to March of the next year, in the north of central Hunan and Hengyang. The main operation period of cotton is from mid-June to August, and the areas are Dongting Lake and Hengyang. The main operation period of forestry artificial rainfall enhancement is August and October to April of the next year. The main operation areas are Shaoyang, Chenzhou, Yongzhou, and Huaihua with high forest fire incidence. The main operation period of artificial precipitation enhancement for ecological protection of Dongting Lake wetland is from November to April of the next year.

Key words: crop drought resistance; forest fire prevention and wetland protection; precipitation enhancement