

气象灾害对凯里地区设施农业的影响及防灾减灾策略

陈丹凤¹, 陈伟昌^{2*}, 赖峥嵘¹, 石琼¹, 舒子倩¹, 吴小璟³

¹贵州省凯里市气象局, 贵州 凯里

²贵州省麻江县气象局, 贵州 麻江

³贵州省凯里地区气象局, 贵州 施秉

收稿日期: 2026年3月18日; 录用日期: 2026年4月16日; 发布日期: 2026年4月23日

摘要

影响凯里地区设施农业的主要气象灾害包括暴雨、冰雹、雷暴大风以及低温阴雨等天气。设施农业作为现代农业的重要组成部分, 通过人工控制环境条件以提高作物产量和质量, 但在面对气象灾害时仍显示出一定的脆弱性。本文针对气象灾害对凯里地区设施农业的影响与防灾减灾策略进行了深入探究。首先本文概述了凯里地区气候及主要气象灾害类型。随后, 全面深入分析了凯里地区气象灾害对设施农业的影响, 包括设施结构破坏与损失评估、作物生长发育的影响、经济损失与产业链条冲击、食品安全与农民生计影响等方面。在此基础上, 本文提出了一系列行之有效的防灾减灾策略。这些策略以预警前置、设施加固、棚内环境调控、灾后应急救助为核心, 并结合当地气候特点精准实施, 旨在降低气象灾害对设施农业的不利影响, 保障农业生产和农村经济稳定健康发展, 为进一步优化防灾减灾策略提供科学依据与实践参考。

关键词

气象灾害, 设施农业, 防灾减灾, 凯里地区

Impacts of Meteorological Disasters on Protected Agriculture in Kaili Region and Strategies for Disaster Prevention and Mitigation

Danfeng Chen¹, Weichang Chen^{2*}, Zhengrong Lai¹, Qiong Shi¹, Ziqian Shu¹, Xiaojing Wu³

¹Meteorological Bureau of Kaili City, Guizhou Province, Kaili Guizhou

*通讯作者。

文章引用: 陈丹凤, 陈伟昌, 赖峥嵘, 石琼, 舒子倩, 吴小璟. 气象灾害对凯里地区设施农业的影响及防灾减灾策略[J]. 农业科学, 2026, 16(4): 576-583. DOI: 10.12677/hjas.2026.164073

²Meteorological Bureau of Ma Jiang County, Guizhou Province, Majiang Guizhou

³Meteorological Bureau of Shibing County, Guizhou Province, Shibing Guizhou

Received: March 18, 2026; accepted: April 16, 2026; published: April 23, 2026

Abstract

The core meteorological disasters affecting protected agriculture in the Kaili area include rainstorms, hailstorms, thunderstorm gales, and low-temperature overcast and rainy weather. As an important component of modern agriculture, protected agriculture improves crop yield and quality through artificial environmental control, yet it still exhibits certain vulnerability when facing meteorological disasters. This paper conducts an in-depth study on the impacts of meteorological disasters on protected agriculture in Kaili and corresponding disaster prevention and mitigation strategies. Firstly, the paper summarizes the climate characteristics and major types of meteorological disasters in the Kaili area. Then, it thoroughly analyzes the impacts of these disasters on local protected agriculture, including damage to facility structures and loss assessment, effects on crop growth and development, economic losses and impacts on the industrial chain, as well as influences on food safety and farmers' livelihoods. On this basis, a series of effective disaster prevention and mitigation strategies is proposed. These strategies center on early warning, facility reinforcement, internal greenhouse regulation, and post-disaster emergency relief, and are implemented precisely according to local climatic conditions. The aim is to reduce the negative impacts of meteorological disasters on protected agriculture, ensure the stable and sound development of agricultural production and the rural economy, and provide a scientific basis and practical reference for further optimizing disaster prevention and mitigation strategies.

Keywords

Meteorological Disasters, Protected Agriculture, Disaster Prevention and Mitigation, Kaili Area

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

凯里地区位于贵州省黔东南州西部，地处云贵高原东部，总的地势是西南部较高，东北部较低，地势以山地丘陵为主，西部和南部的马鬃岭、长岭岗、够末也峰、末冬坡向湖南丘陵过渡构成斜坡带，同时构成从西向东倾斜的低山丘陵槽谷带，平均海拔高度为 529~1447 米。凯里地区属于中亚热带温和湿润季风型气候区，典型的山地气候，气象灾害具有多样性、频发性和局地性强等特点。1995~2024 年凯里地区每年年平均气温在 15.1℃至 17.6℃之间(见表 1)，夏季温暖湿润，冬季相对温和干燥，四季分明，雨热同季；夏季时，受到暖湿气流的影响。1995~2024 年凯里地区每年年总降水量在 776.1 毫米至 1485.8 毫米之间(见表 1)，西北部和东南部降雨充沛，北部降雨略偏少，有利于农作物的生长；而冬季则较为干燥，降雨较少。此外，凯里地区的无霜期较长，使得农作物生长周期得以延长，有利于提高产量。设施农业作为现代农业的重要组成部分，在推动农业增效、农民增收方面发挥着重要作用。然而，凯里地区也面临着干旱、暴雨洪涝、冰雹、大风等气象灾害的频发，这些灾害对设施农业造成了不同程度的破坏，严重影响了农业生产的稳定性和可持续发展。因此，深入研究气象灾害对凯里地区设施农业的具体影响，

探索和完善适应当地实际情况的防灾减灾策略和技术手段, 对提高设施农业抵抗自然灾害的能力、保障农业生产的可持续性和经济效益具有重要意义[1]。

Table 1. Variation of annual average temperature, precipitation and sunshine duration in Kaili area from 1995 to 2024

表 1. 1995~2024 年凯里地区年平均气温、降水、日照变化情况

年份	年平均气温(mm)	总降水量(mm)	暴雨次数	年份	年平均气温(mm)	总降水量(mm)	暴雨次数	年份	年平均气温(mm)	总降水量(mm)	暴雨次数
1995	15.9	1074.0	2	2005	16.0	776.1	1	2015	16.6	1651.9	6
1996	15.6	1403.9	4	2006	16.5	977.0	4	2016	17.1	1322.8	3
1997	15.7	1303.1	2	2007	16.7	1218.9	3	2017	16.8	1069.7	1
1998	16.7	1230.5	6	2008	15.9	1460.6	7	2018	16.6	1285.6	4
1999	16.4	1262.8	6	2009	16.4	1009.0	4	2019	16.5	1348.1	2
2000	15.5	1316.0	1	2010	16.1	1114.0	2	2020	16.6	1523.5	6
2001	16.1	970.8	1	2011	16.0	1004.0	3	2021	17.2	1441.4	3
2002	16.4	1308.5	2	2012	15.1	1121.5	1	2022	17.0	960.8	1
2003	16.5	1047.2	2	2013	16.6	1342.6	4	2023	17.6	901.8	2
2004	16.1	1390.1	5	2014	16.2	1205.4	4	2024	17.5	1482.3	3

2. 凯里地区主要气象灾害类型及其特点

2.1. 干旱灾害特点分析

部分年份, 特别是春秋季节, 若受地形和季风气候影响, 可能导致长时间的干旱。干旱会导致灌溉水源不足农作物缺水, 设施内温度调控困难生长受阻, 棚内湿度失衡, 作物缺水萎蔫甚至绝收等, 对设施农业生产造成严重影响。

2.2. 持续低温阴雨与暴雨洪涝灾害特点分析

Table 2. Variation of daily precipitation and maximum consecutive precipitation in Kaili area from 1995 to 2024

表 2. 1995~2024 年凯里地区日降水、最大连续降水量变化情况

年份	日降水量 ≥ 50 mm 日数	日降水量 ≥ 100 mm 日数	日降水量 ≥ 150 mm 日数	最大连续降水量	最大连续降水日数	年份	日降水量 ≥ 50 mm 日数	日降水量 ≥ 100 mm 日数	日降水量 ≥ 150 mm 日数	最大连续降水量	最大连续降水日数
1995	2	1	0	111.0	4	2010	2	0	0	169.7	15
1996	4	1	1	278.7	3	2011	3	0	0	141.9	8
1997	2	0	0	146.1	9	2012	1	0	0	164.7	7
1998	6	1	0	179.3	7	2013	4	0	0	112.1	6
1999	6	0	0	138.7	4	2014	4	0	0	119.6	7
2000	1	1	0	211.7	10	2015	6	1	1	151.7	1
2001	1	0	0	73.5	4	2016	3	1	1	151.9	1
2002	2	0	0	225.0	12	2017	1	1	0	296.8	10

续表

2003	2	0	0	156.2	11	2018	4	1	0	141.9	5
2004	5	1	1	184.2	2	2019	2	0	0	189.9	6
2005	1	0	0	146.6	7	2020	6	1	0	176.4	9
2006	4	0	0	79.9	7	2021	3	1	0	187.1	7
2007	3	1	0	202.9	8	2022	1	0	0	138.2	4
2008	7	1	0	172.9	11	2023	2	0	0	103.0	4
2009	4	0	0	89.2	3	2024	3	0	0	118.1	6

1995~2024年凯里地区每年年总降水量在776.1毫米至1485.8毫米之间,日降水 ≥ 50 mm日数有95日、日降水量 ≥ 100 mm日数有13日、日降水量 ≥ 150 mm日数有4日;最大连续降水量73.5mm至296.8mm;最大连续降水日数在1日至15日(见表2)。凯里地区降水虽然丰富但分布不均,持续阴雨和暴雨对设施农业构成双重威胁,且降雨主要集中在春季和夏季,若遇到强降雨天气,特别是暴雨和连续降雨,容易引发洪涝灾害,尤其是在地势低洼的地区。每年的持续低温阴雨导致棚内升温困难,作物生长停滞、易受冻害、高湿病害爆发、果实裂果和腐烂,严重影响产量和品质。暴雨洪涝会导致棚内积水、农田被淹、在地农作物根系缺氧受损、经济林果落果风险高、诱发山洪与地质灾害;同时还会造成土壤养分流失,设施大棚、墙体、禽畜棚舍等农业基础设施出现损毁、垮塌等;局地强降雨易诱发农田渍涝及作物倒伏;高湿度环境诱发作物病害等灾害。

2.3. 雷电、冰雹等气象灾害特点分析

春季和夏季是雷电、冰雹等气象灾害多发季节,1995~2024年凯里地区雷暴日数1542天、冰雹日数34天(见表3),雷电、冰雹对农作物的破坏力极大,直接击穿温室、大棚覆盖材料、击坏棚内电器、砸破棚膜、打烂作物、卷帘机等,导致作物叶片破损、果实受损,严重影响产量和质量。

Table 3. Statistics of hail and thunderstorms in Kaili region from 1995 to 2024

表 3. 1995~2024年凯里地区冰雹、雷暴统计

年份	冰雹日数	雷暴日数	年份	冰雹日数	雷暴日数	年份	冰雹日数	雷暴日数
1995	1	46	2005	1	57	2015	0	30
1996	0	48	2006	2	59	2016	2	39
1997	2	66	2007	2	61	2017	0	31
1998	1	61	2008	0	52	2018	0	50
1999	0	41	2009	4	43	2019	1	58
2000	0	59	2010	1	42	2020	1	51
2001	2	57	2011	3	32	2021	1	64
2002	1	64	2012	0	44	2022	1	54
2003	1	43	2013	3	52	2023	0	64
2004	2	62	2014	1	37	2024	1	73

2.4. 大风气象灾害特点分析

特别是在春季和秋季,受到冷空气和暖湿气流交汇的影响,容易出现大风天气。大风不仅会导致农

作物倒伏、折断，还会对农业设施如掀翻棚膜、吹垮棚架、大棚温室等造成破坏。

2.5. 寒潮与低温冷冻气象灾害特点分析

每年冬季和早春时节，低温冻害是凯里地区设施农业面临的主要威胁之一。冬季来自西伯利亚和蒙古的强冷空气南下，可能导致气温急剧下降，1995~2024年期间凯里地区极端最低气温在 -5.6°C 至 -1.3°C 之间(见表4)，出现了寒潮、冰冻、道路结冰等灾害。造成我市大风洞、湾水、旁海、三棵树、龙场、凯棠等镇(街道)设施农业压垮设施结构、果树及早春作物造成冻害、影响作物生长发育周期；冬季霜冻和凝冻天气不仅影响当季作物生长，还对多年生经济林果的树体造成累积性伤害[2]。

2.6. 高温热害气象灾害特点分析

与降水灾害相对应，高温天气同样影响设施农业生产。1995~2024年期间凯里地区极端最高气温在 33.6°C 至 38.2°C 之间(见表4)，各种蔬菜、水果的生长成熟期遇 30°C 以上的气温，引起果实日灼、干缩，直接影响果实商品价值。

Table 4. Variation of extreme maximum and minimum temperatures in Kaili area from 1995 to 2024

表 4. 1995~2024 年凯里地区极端最高、最低气温变化情况

年份	极端最高气温	极端最低气温	年份	极端最高气温	极端最低气温	年份	极端最高气温	极端最低气温
1995	36.3	-2.5	2005	37.8	-3.0	2015	34.7	-1.7
1996	33.6	-4.6	2006	35.9	-2.9	2016	37.0	-2.6
1997	35.2	-2.8	2007	34.1	-0.5	2017	35.6	-1.3
1998	35.7	-4.4	2008	34.9	-5.5	2018	35.6	-5.6
1999	34.6	-4.1	2009	36.0	-1.3	2019	37.6	-2.5
2000	35.1	-4.1	2010	35.9	-3.3	2020	37.1	-2.7
2001	35.4	-2.7	2011	36.5	-4.0	2021	38.1	-4.1
2002	36.6	-5.3	2012	34.0	-3.0	2022	37.0	-1.7
2003	36.2	-3.5	2013	36.1	-4.5	2023	36.2	-2.2
2004	34.9	-2.3	2014	35.3	-3.6	2024	38.2	-4.4

3. 气象灾害对凯里地区设施农业的影响分析

3.1. 设施结构破坏与损失评估

气象灾害对凯里地区设施农业的物理损坏主要体现在设施结构的破坏上。例如，在强风天气下，大棚、温室等设施的薄膜可能被风吹破或撕裂，骨架也可能发生断裂或倒塌，导致整个设施的损坏。除了直接的物理破坏，这些气象灾害还可能导致设施的附属设备如灌溉系统、电力设备等受到损坏。对于严重损坏的设施，可能需要进行重建或更换，这将带来较大的经济损失。同时，设施的损坏还可能影响农作物的生长环境，进一步加大经济损失。

3.2. 作物生长发育的影响

在生产层面，气象灾害对设施内作物生长发育有重大影响。干旱天气会导致土壤水分不足，影响作物的正常生长和发育，甚至导致作物枯萎死亡。洪涝灾害则会导致作物根系长时间浸泡在水中，影响根

系呼吸和养分吸收,导致作物生长受阻或死亡。冰雹天气对作物的破坏更为直接,冰雹的撞击会直接导致作物叶片破损、果实受损,严重影响作物的产量和品质。大风天气则可能导致作物倒伏、折断,影响作物的光合作用和产量。

3.3. 经济损失与产业链条冲击

气象灾害对凯里地区设施农业的经济影响是显而易见的。设施的损坏、作物的减产或绝收都会直接导致经济损失。此外,修复损坏的设施、重新种植作物等都需要投入大量的资金和时间,进一步加大了经济损失。除了直接的经济损失,气象灾害还可能对设施农业的产业链条造成冲击。例如,受灾地区的农产品供应可能减少,导致市场价格波动;同时,受灾地区的农民可能因收入减少而面临生计问题,进而影响整个产业链条的稳定性[3]。

3.4. 食品安全与农民生计影响

社会层面来看,气象灾害对设施农业的打击可能会影响到区域内的食品安全供给。设施农业往往承担着蔬菜、水果等农产品周年稳定供应的任务,灾害过后可能短期内食品价格上涨,影响居民生活消费。此外,连续受灾的农户生计受到威胁,社会稳定与农民福祉受到影响,政府需要投入更多资源来保障农民基本生活,同时鼓励和扶持受灾农户尽快恢复生产,以保持农业生产的稳定和农民收入来源的可靠性。

4. 凯里地区设施农业防灾减灾策略

4.1. 提升气象监测预警能力

建设和完善气象观测站网,提高气象数据采集密度和准确性,确保对县域范围内气象条件的实时监控;加强与上级气象部门的合作,引入先进的气象预报模型,提高短期和中长期天气预报的精度,特别是在灾害性天气预警方面的快速响应能力;利用现代化信息技术手段,建立气象信息传播平台,通过手机短信、广播、电视、互联网等多种方式,确保气象预警信息及时准确地传递给设施农业从业者,以便提前采取应对措施。截至目前我市在辖区内建有47个自动气象观测站,其中国家级气象站1个,国家一类常规气象站2个,省级常规站气象站36个,城市雨量站6个,农业小气候站2个(碧波、舟溪)。人工影响天气作业炮点5个(大风洞、下司、碧波、赏朗、万潮),实现多要素自动气象站镇(街道)全覆盖,监测气温、降水、凝冻等气象灾害;提高粮食生产全过程精细化气象服务能力。

4.2. 设施农业标准化与抗灾设计

制定和推行设施农业建设标准,确保设施结构的稳固性和耐用性,如增强温室、大棚等设施的抗风、防水、保温性能;根据当地气候特点和常发气象灾害类型,研发和推广适用于本地的设施农业抗灾设计方案,如采用高强度材料制作设施骨架、增设防风网、抗雪压、安装自动调节温湿度的设备等;对现有设施进行改造升级,如配备加温设备(热风炉、地热等)应对低温、安装通风系统调节湿度、使用保温被、遮阳网等调节光照温度,提高其抵抗气象灾害的能力,同时在新建设施时充分考虑灾害防御因素,实现设施农业的抗灾防灾功能与经济效益相结合[4]。

4.3. 应急管理体系与预案制定

构建完善的设施农业气象灾害应急管理体系,建立紧急采购机制,明确各部门职责分工,形成上下联动、左右协同的应急响应机制,确保灾后恢复生产,凯里市人民政府根据气象预测制定详细的设施农业气象灾害应急预案,包括灾害发生前的预防准备、灾害发生时的紧急处置和灾害发生后的恢复重建等方面内容,确保预案的针对性和可操作性;开展定期的应急演练,提高农民和相关机构对气象灾害应急

响应的能力，确保在灾害发生时能迅速启动预案，最大程度地减轻灾害对设施农业造成的损失。目前凯里地区物资储备库储备充沛、救灾物资充足、调运顺畅。

4.4. 技术创新与避灾栽培技术推广

技术创新，鼓励科研机构和企业设施农业领域进行技术研发：一是开发更抗逆、适应性强的新品种，推广使用新型建筑材料和智能化设备；二是智能温室控制系统、远程监控系统、自动化灌溉施肥设备等，增强设施自身的防灾性能；避灾栽培技术，推广适用的避灾栽培模式，三是采用深沟高畦栽培防止渍涝，设置防风屏障和保温覆盖材料以防风保暖，种植遮阳降温植物缓解高温热害，开展立体种植、间套作等多元种植模式分散风险。例，“山地葡萄避雨简易栽培技术”、“蜂糖李促花保果增产关键技术”、“葡萄果穗套袋技术”等应对多灾害性天气的成功范例，结合增加有机肥施用、提前做好病害防治、科学确定挂果数量等综合措施，保障植株健壮，实现产业提质增效。

4.5. 农业保险制度的完善与应用

完善保险制度，建立健全适合设施农业特点的农业保险体系，涵盖设施本身损失、作物损失、产量损失等多个方面，提高保险覆盖面和赔偿标准，让农民在遭受气象灾害时能得到及时有效的经济补偿；推广保险服务，加强对设施农业保险产品的宣传推广，简化投保程序，提高理赔效率，引导广大农户积极参与农业保险，增强农业经营者的风险抵御能力[5]。

4.6. 科技支撑与人才保障

贵州大学陈红教授带领的科技特派员团队长期驻守凯里下司镇淑里村蜂糖李基地，针对极端天气及时“会诊”，量身定制综合解决方案。这种“高校教授 + 农技专家 + 基地”的模式，为产业升级提供了样板。

实施气象、防灾减灾人才培养计划，鼓励在职人员学历提升，开展防灾减灾知识进园区，培训暴雨、冰雹、雷电防御技术；目标至少有1人取得气象类专业硕士研究生学位，1人取得高级工程师任职资格，推动基层一线气象人才队伍转型发展和素质提升。

5. 结论

凯里地区设施农业面临的气象灾害风险呈现多灾种并发、频发的特点，低温冻害、持续阴雨、强对流天气、高温热害和霜冻等灾害性天气均对农业生产构成威胁。通过近年来的探索实践，凯里市已初步形成设施农业的综合防灾减灾策略，例如，山地葡萄避雨栽培、蜂糖李水肥一体化 + 无人机飞防等技术创新有效降低了气象灾害风险；标准化大棚建设与加固提升了设施抗灾能力；完善的应急物资储备和快速采购机制保障了灾后恢复生产；智慧气象预警体系建设和特色产业直通式气象服务提高了防灾减灾精准度等等。

未来，应继续围绕《气象高质量发展纲要》目标，弥补气象服务产品专业性不强、科技含量不高、农村防御能力不强等短板，推动凯里地区设施农业从“看天吃饭”向“知天而作”转变，为乡村振兴提供有力支撑。

综上所述，气象灾害对凯里地区设施农业的多重影响，可以通过强化气象监测预警、推行抗灾设施设计、构建应急管理体系和预案、倡导技术创新与避灾栽培技术、健全农业保险制度、提升农民防灾素质等多元策略，有效减少灾害损失，保障了设施农业的稳定发展。未来仍将持续关注气象风险，整合各方资源，科学防灾减灾，助力设施农业在抵御自然灾害的同时，实现可持续增产与农民增收，促进乡村振兴与县域经济繁荣。

参考文献

- [1] 李晖. 气象灾害对山西设施农业的影响及气象服务探讨[J]. 农业灾害研究, 2023, 13(11): 186-188.
- [2] 杨丽莉. 酒泉市气象灾害对设施农业生产的影响及防御对策[J]. 农业灾害研究, 2018, 8(6): 79-80.
- [3] 宋素蕊. 安阳市气象灾害对设施农业生产的影响[J]. 农业与技术, 2017, 37(4): 228.
- [4] 丁蕾, 张育萍, 谢洁, 等. 提高基层农业气象服务水平的策略研究[J]. 现代农业科技, 2014(2): 270-271.
- [5] 黄满珍, 杨宗林, 蒲建怀. 农业气象服务中存在问题及发展建议[J]. 中国农业信息, 2015(1): 98.